

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΚΤΙΡΙΟ
- ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΙΣ ΤΕΣΣΕΡΕΙΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΒΟΥΚΕΛΑΤΟΥ ΕΛΕΝΗ (Α.Μ. 3800)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΑΔΑΚΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2012

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πατρών και επικεντρώνεται στην αναγκαιότητα πιστής εφαρμογής του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ.Εν.Α.Κ. στην Ελλάδα, μέσω της ανάλυσης της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων στον Ελλαδικό χώρο, για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας. Επίσης, εκπονείται Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης για κτίριο στην περιοχή της Πάτρας και καθορίζεται διεξοδικά η μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθηθεί.

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον Επιβλέποντα Καθηγητή μου, κ. Αθανάσιο Γιανναδάκη, για την πολύτιμη βοήθεια, την καθοδήγηση και τις διορθωτικές παρεμβάσεις που μου προσέφερε κατά την υλοποίηση της Εργασίας.

Βουκελάτου Ελένη
Φεβρουάριος 2012

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα Πτυχιακή Εργασία, διεξάγεται Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης σε κτίριο, στην περιοχή της Πάτρας, με εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ.Εν.Α.Κ. Παράλληλα διερευνάται η ενεργειακή του συμπεριφορά ανά κλιματική ζώνη της Ελληνικής Επικράτειας, με αποτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω του σωστού σχεδιασμού του κτιριακού κελύφους, ενώ πραγματοποιείται και οικονομοτεχνική ανάλυση της εφαρμογής του κανονισμού στις τέσσερις κλιματικές ζώνες.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε τρία κύρια Κεφάλαια. Στο πρώτο Κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας και την θέσπιση νόμων με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα ενώ παράλληλα δίνονται στοιχεία της ενεργειακής κατανάλωσης, στην Ελλάδα και την Ευρώπη, συνοδευόμενα από αντίστοιχα σχήματα και πίνακες. Επίσης γίνεται συσχέτιση του Κ.Εν.Α.Κ. με τις βασικές αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και παρουσιάζονται συστήματα που δύναται να ενσωματωθούν στα κτίρια, κατά τον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Για την κατανόηση των συστημάτων αυτών αναλύεται η έννοια του ηλιασμού - σκιασμού σε κτίριο και πως αυτή συσχετίζεται με την τοποθεσία του εκάστοτε κτιρίου.

Στο δεύτερο Κεφάλαιο γίνεται εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίου με εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. και αναλύεται διεξοδικά η μεθοδολογία της. Συγκεκριμένα δίνεται η περιγραφή του κτιρίου, τεκμηριωμένη μέσω των αρχιτεκτονικών σχεδίων και της τοπογραφίας του οικόπεδου και καθορίζονται τα γενικά στοιχεία του κτιρίου βάσει της κύριας χρήσης του αλλά και της τοποθεσίας ανέγερσής του. Επίσης, περιγράφονται τα συστήματα βιοκλιματικού σχεδιασμού που ενσωματώνονται στο κτίριο όπως είναι, η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων, ο φυσικός δροσισμός και φωτισμός καθώς και τα παθητικά ηλιακά συστήματα. Ακολουθεί ο απαραίτητος έλεγχος των συντελεστών θερμοπερατότητας του κελύφους του κτιρίου, ανά δομικό στοιχείο αλλά και στο σύνολο του, ώστε να τεκμηριωθεί η θερμομονωτική του επάρκεια. Εν συνεχεία, γίνονται οι μελέτες Θερμικών Απωλειών καθώς και Ψυκτικών Φορτίων του κτιρίου και παρουσιάζονται αναλυτικά αποτελέσματα. Στη συνέχεια τεκμηριώνεται ο σχεδιασμός της εγκατάστασης θέρμανσης – ψύξης και αερισμού του κτιρίου και τέλος υπολογίζεται η Ενεργειακή Απόδοση του κτιρίου βάσει της τελικής ενεργειακής του κατανάλωσης και κατατάσσεται το κτίριο στην αντίστοιχη κατηγορία.

Το τρίτο Κεφάλαιο διακρίνεται ουσιαστικά σε 2 μέρη. Το πρώτο περιλαμβάνει την ενεργειακή ανάλυση του υπό μελέτη κτιρίου, «τοποθετώντας» το, σε κάθε μια από τις τέσσερις κλιματικές ζώνες, με γνώμονα πάντα, την τήρηση των ελάχιστων προδιαγραφών του Κ.Εν.Α.Κ. και αποτιμάται η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται λόγω της εφαρμογής του κανονισμού, σε σχέση με συμβατικό τρόπο κατασκευής του κελύφους του. Το δεύτερο μέρος βασίζεται στα προηγούμενα αποτελέσματα των υπολογισμών και περιλαμβάνει με τη σειρά του, την τεχνοοικονομική ανάλυση ως προς την κατασκευή του κτιρίου στις τέσσερις κλιματικές ζώνες. Για την πραγματοποίηση της ενεργειακής και της οικονομοτεχνικής

ανάλυσης γίνονται κάποιες παραδοχές, όπως η χρήση ίδιων κουφωμάτων κατά περίπτωση, για λόγους απλοποίησης των υπολογισμών. Σε όλες τις περιπτώσεις έχει προηγηθεί ο έλεγχος της θερμομονωτικής επαρκείας του κτιρίου, οι θερμικές απώλειες και τα ψυκτικά του φορτία με χρήση της μεθοδολογίας του δευτέρου κεφαλαίου και όλα τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται συγκεντρωτικά.

Τα σπουδαιότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα εργασία είναι ότι ο Κ.Εν.Α.Κ. είναι ιδιαίτερα αποδοτικός και μέσω της εφαρμογής του γίνεται πλέον ορθότερος σχεδιασμός στο κτιριακό κέλυφος. Συνέπεια των παραπάνω, είναι η επίτευξη του στόχου για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Ενεργειακό ζήτημα.....	1
2. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	1
3. Οικονομικές επιπτώσεις.....	2

1. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ

1.1 Γενικά	5
1.2 Κατανάλωση σε Ευρώπη και Ελλάδα.....	5
1.2.1 Κτιριακός τομέας στην Ευρώπη.....	5
1.2.2 Κτιριακός τομέας στην Ελλάδα	6
1.3 Ενεργειακή πολιτική στην Ελλάδα	8
1.4 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.....	10
1.4.1 Γενικά	10
1.4.2 Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων	10
1.4.3 Τεχνικές οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.)..	11
1.5 Εξοικονόμηση ενέργειας - Βιοκλιματική αρχιτεκτονική κτιρίων.....	12
1.5.1 Γενικά	12
1.5.2 Αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού	13
1.5.3 Ηλιασμός και σκιασμός κτιρίων	14
1.5.4 Κλιματικά δεδομένα στην Ελλάδα.....	17
1.6 Ενσωμάτωση συστημάτων βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής σε κτίρια	19
1.6.1 Γενικά	19
1.6.2 Είδη παθητικών ηλιακών συστημάτων	19
1.6.3 Συμπεράσματα	22

2. ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

2.1 Τρόποι μείωσης ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίων	25
2.2 Γενική περιγραφή κτιρίου.....	25
2.2.1 Γενικά στοιχεία του κτιρίου.....	25
2.2.2 Ωράριο λειτουργίας κτιρίου	25
2.3 Τοπογραφία οικοπέδου κτιρίου.....	26
2.4 Τεκμηρίωση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού του κτιρίου	26
2.5 Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο	27
2.6 Χωροθέτηση λειτουργιών στο κτίριο	29
2.7 Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων.....	29
2.8 Φυσικός φωτισμός	30
2.9 Φυσικός δροσισμός	30

2.10	Παθητικά ηλιακά συστήματα κτιρίου	30
2.11	Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος	31
2.12	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων	31
	2.12.1 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων..	31
	2.12.2 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων	37
2.13	Θερμομονωτική επάρκεια κτιρίου	39
	2.13.1 Γενικά	39
	2.13.2 Προϋποθέσεις και περιορισμοί	40
	2.13.3 Γενικά στοιχεία κτιριακού κελύφους	40
	2.13.4 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου	42
2.14	Τεκμηρίωση ελάχιστων προδιαγραφών και σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου	45
2.15	Μελέτη θερμικών απωλειών κτιρίου.....	46
	2.15.1 Γενικά	46
	2.15.2. Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών	46
	2.15.3. Παρουσίαση αποτελεσμάτων	48
2.16	Μελέτη ψυκτικών φορτίων κτιρίου	56
	2.16.1 Γενικά	56
	2.16.2 Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών	56
	2.16.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων	62
2.17	Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού	81
	2.17.1 Γενικές πληροφορίες	81
	2.17.2 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος κλιματισμού χώρων	81
	2.17.3 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος αερισμού	82
2.18	Σχεδιασμός συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (Z.N.X.).....	82
	2.18.1 Θερμικό φορτίο Z.N.X.....	82
	2.18.2 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος για την παραγωγή Z.N.X.....	83
	2.18.3 Τεκμηρίωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών.....	83
2.19	Σχεδιασμός συστήματος φωτισμού	86
2.20	Σκοπιμότητα εφαρμογής εναλλακτικών λύσεων σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου	86
2.21	Ενεργειακή απόδοση κτιρίου	87
	2.21.1 Κλιματικά δεδομένα	87
	2.21.2 Χρήσεις κτιρίου	87
	2.21.3 Εμβαδόν και όγκος κτιρίου	88
	2.21.4 Θερμικές ζώνες κτιρίου	88
	2.21.5 Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας κατοικιών	89
	2.21.6 Κέλυφος κτιρίου	89
	2.21.7 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τμήματος κατοικιών	96
	2.21.8 Δεδομένα για το σύστημα κλιματισμού χώρων κατοικιών.....	97
	2.21.9 Δεδομένα για το σύστημα αερισμού	97
	2.21.10 Δεδομένα για το σύστημα Z.N.X. κατοικιών	97
	2.21.11 Αποτελέσματα υπολογισμών	98
	2.21.12 Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου	100

3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΙΣ ΤΕΣΣΕΡΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

3.1	Γενικές πληροφορίες.....	101
3.2	Ενεργειακή ανάλυση κτιρίου στις τέσσερεις κλιματικές ζώνες.....	102

3.2.1	Επιλογή πόλεων αναφοράς.....	102
3.2.2	Βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης.....	102
3.2.3	Γενική περιγραφή κτιρίου.....	103
3.2.4	Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη.....	103
3.2.5	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου.....	104
3.2.6	Υπολογισμός θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων κτιρίου ανά κλιματική ζώνη.....	105
3.2.7	Βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης πόλεων αναφοράς.....	106
3.2.8	Υπολογισμός συντελεστή φορτίου κτιρίου ανά κλιματική ζώνη (BLC).....	107
3.2.9	Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη ανά κλιματική ζώνη.....	108
3.2.10	Εξοικονόμηση ενέργειας με εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.....	109
3.3	Οικονομοτεχνική ανάλυση κτιρίου στις τέσσερις κλιματικές ζώνες.....	111
3.3.1	Γενικά.....	111
3.3.2	Κόστος θερμομονωτικού υλικού.....	111
3.3.3	Κόστος κουφωμάτων.....	111
3.3.4	Κόστος εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ. στις τέσσερις κλιματικές ζώνες...	112
3.3.5	Κόστος κατανάλωσης πετρελαίου και ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση και ψύξη στις τέσσερις κλιματικές ζώνες.....	112
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	115
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Αρχιτεκτονικά σχέδια κατοικίας.....	117

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΖΗΤΗΜΑ

Σήμερα βιώνουμε την ενέργεια ως μια από τις σημαντικότερες συνιστώσες ύπαρξης, λειτουργίας και ανάπτυξης της σύγχρονης κοινωνίας. Η χρήση των περισσότερων μορφών της είναι κομβική για όλες σχεδόν τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής. Ταυτόχρονα, όμως, αναδύονται και οι επιπτώσεις της υπερκατανάλωσής της, όπως η εξάντληση των φυσικών πόρων και η ρύπανση του περιβάλλοντος. Ο χρονικός ορίζοντας των ενεργειακών μας επιλογών, πόσο γρήγορα δηλαδή θα εξαντληθούν τα ενεργειακά αποθέματα, ήταν στο κέντρο του προβληματισμού που έφερε στο προσκήνιο η ενεργειακή κρίση του 1973. Η απλή αλήθεια του πεπερασμένου χαρακτήρα τους, φανερώθηκε με την θεαματική αύξηση των τιμών του πετρελαίου. Έτσι οι πλούσιες, σε ενεργειακά αποθέματα, χώρες άρχισαν να σχεδιάζουν σοβαρά προγράμματα για την αντιμετώπιση της κρίσης. Ο στόχος πλέον ήταν η περιστολή της κατανάλωσης ενέργειας και η αποδοτική εκμετάλλευσή της. Η εξάντληση των αποθεμάτων οδήγησε αυτομάτως, στην αναγκαιότητα ελέγχου και διαφύλαξης των διαθέσιμων πηγών, για την αποτροπή της ανορθόδοξης διαχείρισής τους, η οποία θα φέρει σημαντικές αλλαγές στην παγκόσμια οικονομία. Γι' αυτό η εξοικονόμηση ενέργειας αποτέλεσε και αποτελεί την μόνη διέξοδο για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Το ενδιαφέρον, μετά την πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του 1970, άρχισε να στρέφεται προς την αξιοποίηση των ήπιων μορφών ενέργειας. Η ενέργεια του ήλιου, του αέρα, της βιομάζας και άλλων πηγών, θεωρείται πρακτικά ανεξάντλητη, ανανεώσιμη και οικολογική. Η εκμετάλλευσή όμως των πηγών αυτών έχει ως βασικό μειονέκτημα την χαμηλή τους απόδοση. Παρά την τεχνολογική πρόοδο, η δυνατότητα της οριστικής απεξάρτησης από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν έχει καταστεί εφικτή. Το πρώτο όμως μεγάλο βήμα για την αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος έχει ήδη γίνει και η εξέλιξη μεθόδων και τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας, γίνεται πλέον με πολύ γρήγορους ρυθμούς.

2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Ταυτόχρονα με τα δυσμενή στοιχεία αύξησης της ενεργειακής ζήτησης και μείωσης των ενεργειακών πόρων, η κλιματική αλλαγή και τα προβλήματα με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου περιπλέκουν ακόμη περισσότερο το ζήτημα.

Στη φυσιολογική σύσταση της ατμόσφαιρας υπάρχουν, σε πολύ μικρές ποσότητες, αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, οι υδρατμοί και σε ίχνη οξειδία του αζώτου, τα οποία είναι διαφανή στο ορατό φως γι' αυτό και δεν

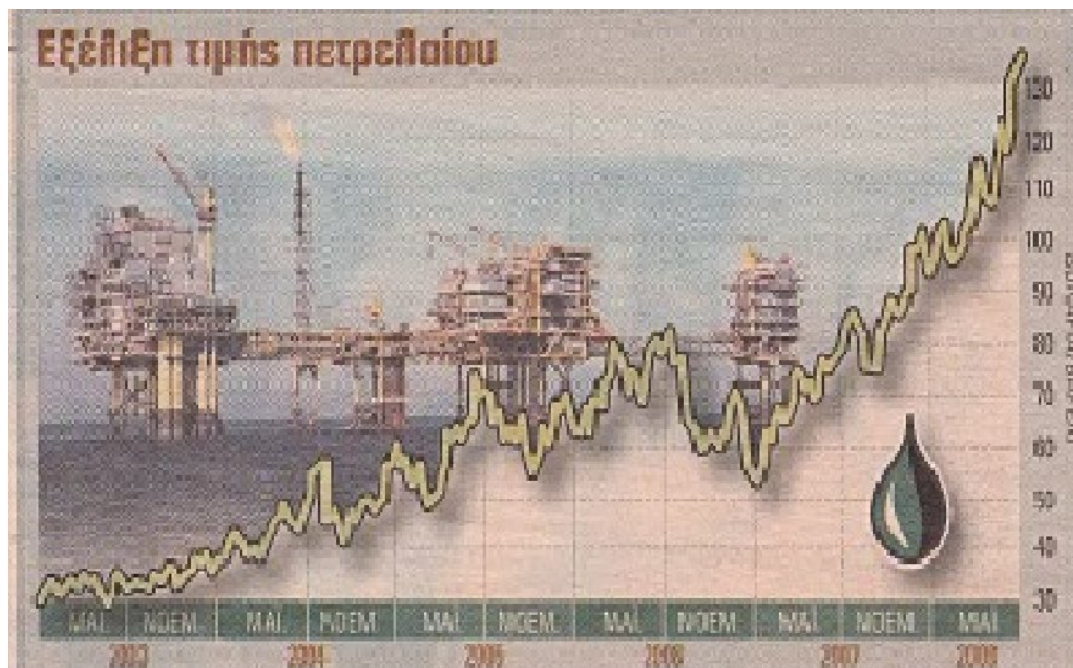
εμποδίζουν την ακτινοβολία του ήλιου να διασχίσει την ατμόσφαιρα. Όμως δεν είναι διαφανή στην υπέρυθη ακτινοβολία και απορροφούν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που εκπέμπεται από τη Γη προτού αυτή διαφύγει στο διάστημα. Τα αέρια αυτά με τη σειρά τους επιστρέφουν την ακτινοβολία που δέχθηκαν προς το περιβάλλον, συντελώντας έτσι στην άνοδο της θερμοκρασίας του συστήματος Γη - ατμόσφαιρα. Τα θερμοσκοπικά αυτά αέρια ονομάζονται αέρια του θερμοκηπίου και οι συγκεντρώσεις τους στην ατμόσφαιρα παρατηρήθηκε ότι αυξάνονται σε συνάρτηση με την ανάπτυξη ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) που είναι η βασικότερη αιτία του φαινομένου έχει αυξηθεί από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης κατά 35% εξαιτίας, κυρίως, της καύσης των ορυκτών καυσίμων και της αποδάσωσης. Οι τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας που ευθύνονται για την παραγωγή των αερίων του θερμοκηπίου και τα ποσοστά της συμμετοχής τους παρουσιάζονται στο Σχ. 1. Φαίνεται λοιπόν ότι ο βασικότερος τομέας παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου είναι η παραγωγή ενέργειας. Ακολουθούν η βιομηχανική δραστηριότητα, οι μεταφορές και οι αγροτικές δραστηριότητες.



Εικόνα 1 : Κατανομή των ελληνικών κτιρίων ανά χρονολογία κατασκευής και ποσοστιαία κατανομή ανά τελική χρήση.

3. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Όπως προαναφέρθηκε, η καταναλισκόμενη ενέργεια βασίζεται κυρίως στα συμβατικά καύσιμα. Οι τιμές των καυσίμων εμφανίζουν διακυμάνσεις με αυξητικές τάσεις, Εικ. 2. Στην χώρα μας, είναι σχεδόν μηδενική η παραγωγή πετρελαίου. Συνεπώς η εξάρτηση από τις διεθνείς αγορές είναι άμεση και οι αντιδράσεις επέμβασης αδύνατες.



Εικόνα 2 : Εξέλιξη της τιμής του πετρελαίου από το 2000 - 2008

Οι οικονομικές επιπτώσεις από την διαφαινόμενη πετρελαϊκή κρίση θα είναι μεγάλες σε όλα τα επίπεδα της οικονομικής ζωής της χώρας. Σε μια τέτοια περίοδο οικονομικής κρίσης κρίνεται απαραίτητη η λήψη μέτρων για άμεση εξοικονόμηση ενέργειας.

1. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τις τελευταίες δεκαετίες η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί μείζον θέμα απασχόλησης σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο κτιριακός τομέας κατέχει μεγάλο μερίδιο ευθύνης στο ζήτημα, αφού αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή ενέργειας και κατ' επέκταση την μεγαλύτερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Κρίνεται λοιπόν απαραίτητη η προώθηση πολιτικών και πρακτικών που έχουν ως γνώμονα την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων δεν θα πρέπει να αποσυνδέεται από τα προβλήματα περιβάλλοντος και θα πρέπει να μελετάται σαν μια ενότητα μαζί με το συγκεκριμένο εξωτερικό μικροκλίμα στον χώρο του κτιρίου, καθώς και το διαμορφούμενο εσωτερικό περιβάλλον.

1.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ

1.2.1 Κτιριακός τομέας στην Ευρώπη

Η κατανάλωση ενέργειας του κτιριακού τομέα αποτελεί περίπου, το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η καταναλισκόμενη ενέργεια σε σχέση με την συνολική κατανάλωση κυμαίνεται από 20-60%, ενώ τα μεγάλα ποσοστά εμφανίζονται στις χώρες με το μεγαλύτερο κτιριακό απόθεμα (Γερμανία, Γαλλία, Αγγλία, Ιταλία και Ισπανία). Η τελική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στις χώρες της Ε.Ε. είναι της τάξης των 350 εκατ. ΤΙΠ ανά έτος, χωρίς την συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το μεγαλύτερο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων καλύπτεται από:

- φυσικό αέριο (116 εκατ. ΤΙΠ),
- πετρέλαιο (99 εκατ. ΤΙΠ),
- ηλεκτρισμό (91 εκατ. ΤΙΠ)
- στερεά καύσιμα (11 εκατ. ΤΙΠ).

Οι πραγματικές ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων όμως καλύπτονται και από την έμμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και των άλλων ατμοσφαιρικών πηγών. Στην περίπτωση αυτή το σύνολο της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων υπολογίζεται σε 740 εκατ. ΤΙΠ πρωτογενούς ενέργειας. Έτσι, η κατανομή των καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας μεταβάλλεται και έχουμε:

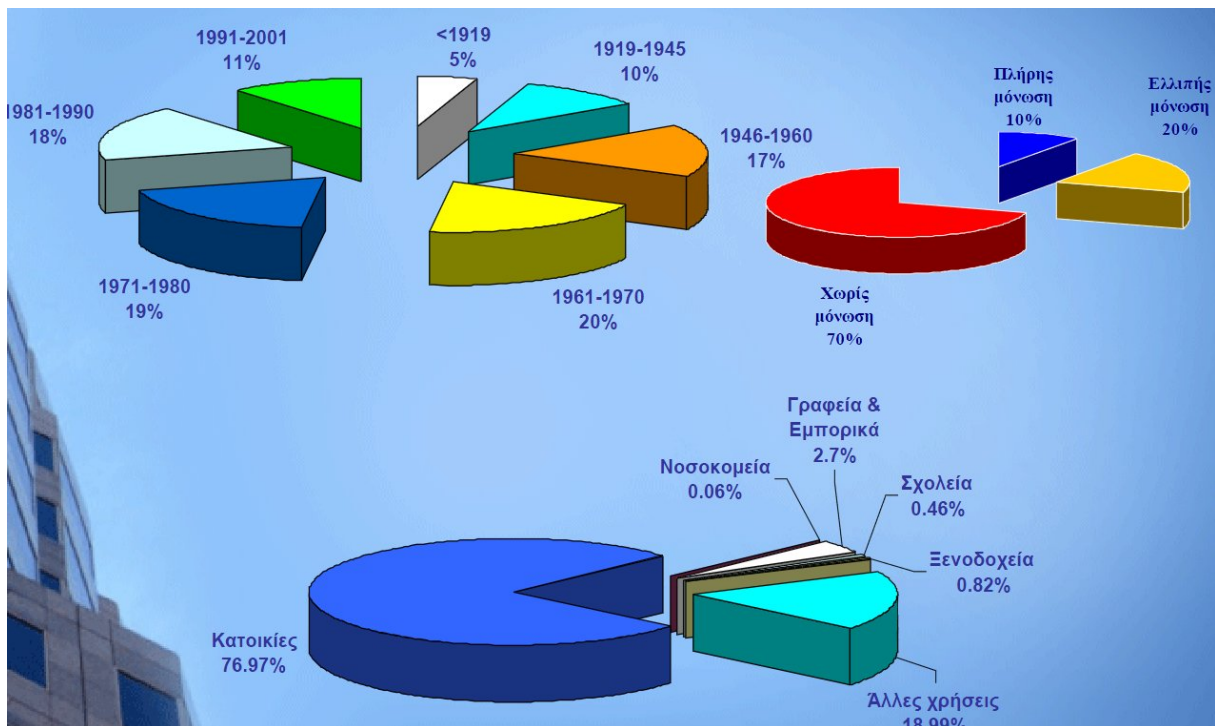
- 43% από διάφορα καύσιμα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας,
- 20% από άμεση χρήση πετρελαίου,
- 18% από χρήση φυσικού αερίου,
- 6% από άλλα στερεά καύσιμα και

- 15% από ηλιακή ενέργεια.

Η μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια κατοικιών κυμαίνεται περί τα $150-200 \text{ kWh/m}^2$, με κατανάλωση για θέρμανση στην ανατολική και κεντρική Ευρώπη περί τα $200-400 \text{ kWh/m}^2$ που είναι δύο ή και τρεις φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές για την δυτική Ευρώπη. Στην νότια Ευρώπη η μέση ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας είναι περίπου $120-150 \text{ kWh/m}^2$.

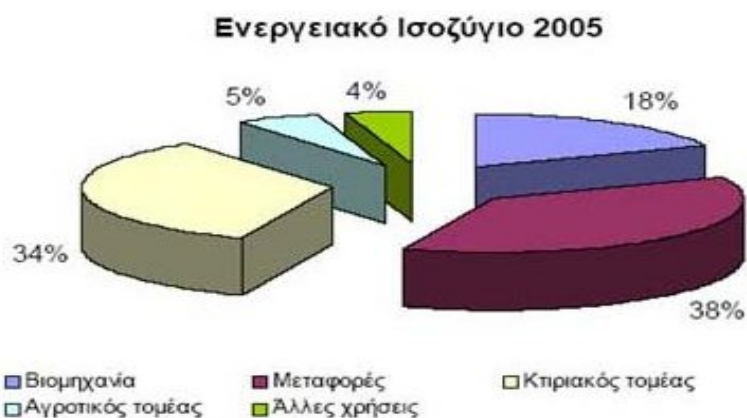
1.2.2 Κτιριακός τομέας στην Ελλάδα

Το ποσοστό συμμετοχής του ελληνικού οικιακού κτιριακού τομέα στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια, ανέρχεται περίπου στο 14%. Στη χώρα μας η μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας είναι ίση με 140 kWh/m^2 σε μονοκατοικίες και με 96 kWh/m^2 στα διαμερίσματα με κατασκευή πριν το 1980. Τα κτίρια που κατασκευάστηκαν στην Ελλάδα πριν από το 1980 (έτος εφαρμογής του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων) παρουσιάζουν πολύ χαμηλή ενεργειακή απόδοση ενώ καταλαμβάνουν το 71% του συνολικού αριθμού κτιρίων στην χώρα, σύμφωνα με την Εικ. 1.1.



Εικόνα 1.1: Κατανομή των ελληνικών κτιρίων ανά χρονολογία κατασκευής και ποσοστιαία κατανομή ανά τελική χρήση.

Το έτος 2005 συμμετείχαν με ποσοστό 34% στο ελληνικό ενεργειακό ισοζύγιο όπως φαίνεται στην Εικ. 1.2, ενώ σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, για την πρόβλεψη εκπομπής αερίων ρύπων θερμοκηπίου, ο κτιριακός τομέας κατέχει την υψηλότερη θέση, Εικ. 1.3.

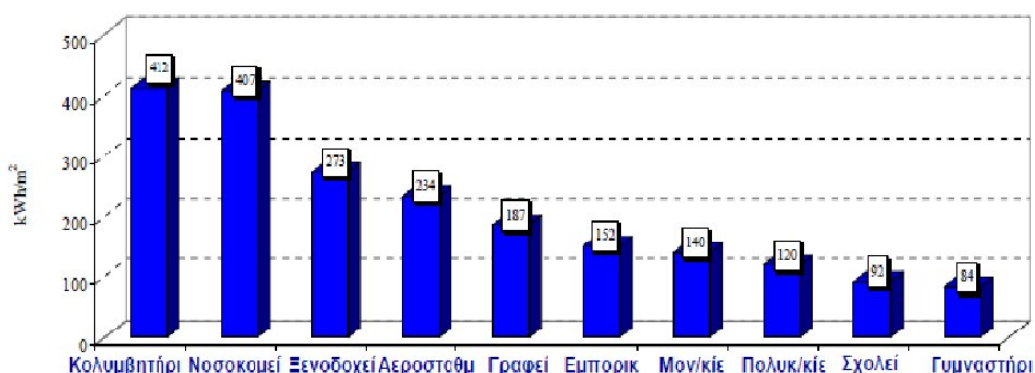


Εικόνα 1.2: Κατανομή της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα για το έτος 2005

Κατανομή ρύπων CO ₂ eq (%)							
Τελική χρήση	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Κτιριακός τομέας	34%	37%	41%	44%	42%	43%	44%
Μεταφορές	19%	21%	20%	21%	20%	21%	22%
Βιομηχανία	39%	34%	31%	28%	31%	29%	27%
Λοιπές χρήσεις	8%	8%	8%	7%	7%	7%	7%

Εικόνα 1.3: Πρόβλεψη κατανομής ρύπων στην Ελλάδα, Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Για να συγκρίνουμε την κατανάλωση ενέργειας μεταξύ διαφορετικών κτιρίων την ανάγουμε ανά μονάδα επιφανείας τους. Έτσι έχουμε την Εικ. 1.5 στην οποία φαίνεται ο μέσος όρος πραγματικών συνολικών καταναλώσεων ενέργειας σε Ελληνικά κτίρια, με διαφορετική χρήση.



Εικόνα 1.4: Μέση ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας ανά m², σε ελληνικά κτίρια.

Οι κατοικίες όπως είδαμε και νωρίτερα στην Εικ. 1.1 κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό στο σύνολο του κτιριακού αποθέματος στην Ελλάδα. Το μεγαλύτερο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης για κτίρια κατοικιών και γραφείων κατέχει η θερμική ενέργεια, Εικ. 1.5. Αυτό οφείλεται σε μια σειρά από παραμέτρους που σχετίζονται με το πλήθος και το είδος των εγκατεστημένων συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού, καθώς και στην ελλιπή θερμομονωτική επάρκεια των κτιρίων.



Εικόνα 1.5: Ποσοστιαία κατανάλωση ενέργειας για κατοικίες και γραφεία.

1.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ο κτιριακός τομέας της Ελλάδας παρουσιάζει σταθερή αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας σύμφωνα με το Σχ. 1.1, η οποία είναι αποτέλεσμα του μεγάλου αριθμού, ελλιπούς θερμομόνωσης, κτιρίων αλλά και της βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου της χώρας. Η περιβαλλοντική πολιτική και η εξοικονόμηση ενέργειας είναι δύο έννοιες που δεν λήφθηκαν σοβαρά υπόψη, με αποτέλεσμα την σημερινή κατάσταση.

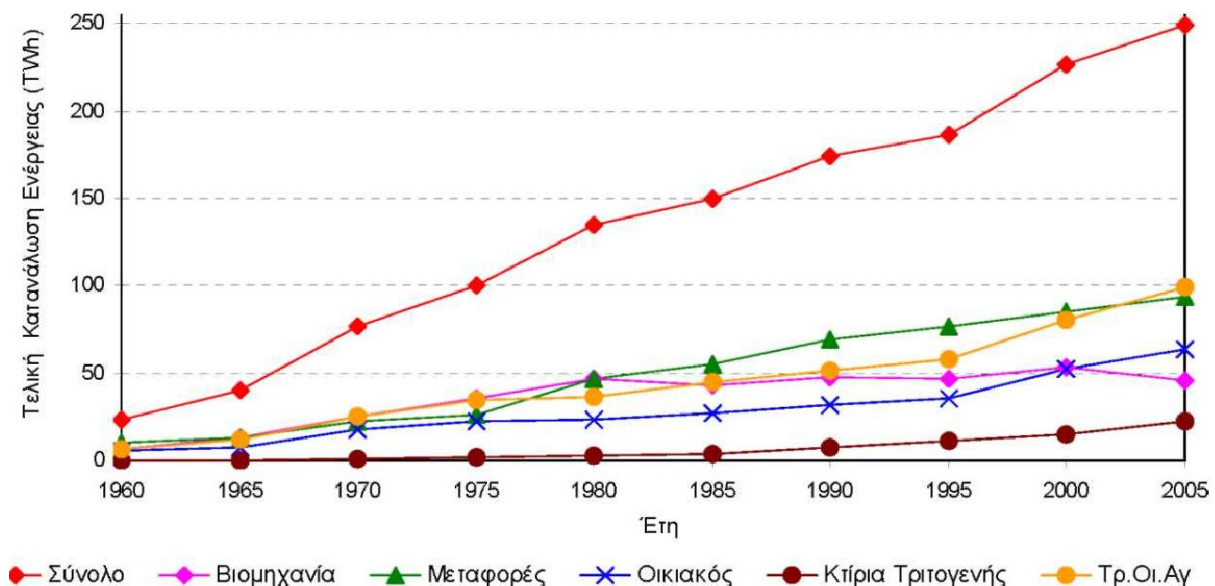
Τα πρώτα βήματα μιας πιο ορθολογικής διαχείρισης της ενέργειας στον κτιριακό τομέα, έγιναν με τη θέσπιση του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ.) του Κτιριοδομικού Κανονισμού αλλά και του Γ.Ο.Κ. Στην πορεία ελήφθησαν και άλλα σημαντικά μέτρα με στόχο την εφαρμογή πολιτικών εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτά είναι:

- Το Σχέδιο δράσης: «*Ενέργεια 2001*», του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. Μία από τις πιο σημαντικές ρυθμίσεις του Σχεδίου που ψηφίστηκαν και αφορά στον βιώσιμο τρόπο μελέτης και κατασκευής των κτιρίων είναι η ρύθμιση της Κ.Υ.Α. 21475/4707/19-08-98, σχετική με όρους και προϋποθέσεις για τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Ο Ν.3661/2008: «*Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις*», με τον οποίο ενσωματώνεται η βασική οδηγία 2002/91/ΕΚ (EPBD) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου του 2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, στην Ελληνική Νομοθεσία. Ο νόμος αυτός καθορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια και τα υφιστάμενα άνω των 1.000m², που

ανακαινίζονται ριζικά, επιβάλλει την εκπόνηση μελέτης και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.) και προβλέπει την τακτική επιθεώρηση λεβήτων, εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού καθώς και του κτιριακού κελύφους μέσω ειδικευμένων και διαπιστευμένων ενεργειακών επιθεωρητών. Στα πλαίσια του νόμου είναι πλέον απαραίτητη η διεξαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης σε όλα τα κτίρια ούτως ώστε να αποτιμάται η ενεργειακή τους ταυτότητα και να εξαγονται συμπεράσματα για περαιτέρω δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

- Ο Ν.3851/2010: «*Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής*», με τον οποίο τροποποιούνται ρυθμίσεις του Ν.3661/2008. Η κατάργηση του ορίου των 1000 m² για την τήρηση των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης υφιστάμενων κτιρίων που ανακαινίζονται ριζικά, η προσθήκη της υποχρέωσης κάλυψης του 60% των αναγκών για ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα και η πρόβλεψη για κτίρια σχεδόν «μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης» είναι οι βασικότερες τροποποιήσεις.
- Το Προεδρικό Διάταγμα 100/2010: «*Ενεργειακοί Επιθεωρητές κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού*».

Τέλος ερχόμαστε στο σήμερα όπου με την: Κοινή Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/οικ.5825/2010 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων», αντικαθιστάται ο παλιός κανονισμός θερμομόνωσης (Κ.Θ.Κ.) και καταλήγουμε στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.).



Σχήμα 1.1: Μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα, τα τελευταία 20 έτη.

1.4 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

1.4.1 Γενικά. Από τον Οκτώβριο του 2010 εφαρμόζεται στην Ελλάδα ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ.Εν.Α.Κ., σύμφωνα με τον οποίο καλείται η χώρα να συμμορφωθεί με τις οδηγίες της Ε.Ε. για δημιουργία κτιρίων, όσο το δυνατό λιγότερο ενεργοβόρων.

Στο άρθρο 3 του Ν. 3661/2008, «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89), περιγράφεται η γενική δομή του Κ.Εν.Α.Κ., και καθορίζεται:

- Η μέθοδος υπολογισμού της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων,
- Οι ελάχιστες απαιτήσεις Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων, (τιμές ή κτίριο αναφοράς),
- Τα περιεχόμενα της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Μ.Ε.Α.),
- Οι αρμόδιοι για την εκπόνηση της Μ.Ε.Α.
- Η διαδικασία επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού,
- Ο τύπος και τα περιεχόμενα του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.), καθώς και η διαδικασία έκδοσης του, ο έλεγχος αυτής και το ύψος της δαπάνης,
- Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη κατά τους υπολογισμούς
- Οι τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας των οποίων θα εκτιμάται η επίδραση στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου,
- Οι κλιματικές ζώνες και τα κλιματολογικά δεδομένα.

1.4.2 Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων. Η εκπόνηση της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης (Μ.Ε.Α.) είναι πλέον υποχρεωτική, βάσει του Ν. 3661/2008, για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με τα άρθρα 10 και 10Α του νόμου 3851/2010. Εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων - Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. Β 407/9.4.2010) και των Τεχνικών Οδηγιών του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) που συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Η Μ.Ε.Α. πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στον φάκελο που υποβάλλεται στην Αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία για την έκδοση της οικοδομικής άδειας, αφού έχει πλέον αντικαταστήσει την μελέτη θερμομόνωσης που ίσχυε βάσει του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων.

Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, όσο αυτό είναι εφικτό, για την σωστή λειτουργία του κτιρίου, μέσω:

- του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιριακού κελύφους, αξιοποιώντας τη θέση του κτιρίου ως προς: τον περιβάλλοντα χώρο, την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψης, κλπ.,
- της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία, αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών, καθώς και με την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων, δηλαδή συνδυασμό υαλοπίνακα αλλά και πλαισίου,
- της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό,

φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανηγμένης) πρωτογενούς ενέργειας,

- της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως, ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών) κλπ. και
- της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.

Με την ολοκλήρωση της Ενεργειακής Μελέτης τα ενεργειακά χαρακτηριστικά του κτιρίου αναγράφονται σε ειδικό έντυπο, το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) του κτιρίου όπου και απεικονίζεται η ενεργειακή του κατηγορία. Για την κατηγοριοποίηση των κτιρίων εισάγεται ο όρος «Κτίριο αναφοράς». Ως κτίριο αναφοράς ορίζεται κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν την θέρμανση την ψύξη και τον κλιματισμό των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και το φωτισμό. Το υπό μελέτη κτίριο συγκρίνεται με το κτίριο αναφοράς, του οποίου η ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αντιστοιχεί στο άνω όριο της Β κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης. Κριτήριο για τον καθορισμό της κατηγορίας κατάταξης αποτελεί ο λόγος T που είναι το πηλίκο της πρωτογενούς καταναλισκόμενης ενέργειας του υπό μελέτη κτιρίου (EP) προς την αντίστοιχη κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς. Ο δείκτης R_R λαμβάνεται ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Στην Εικ. 1.6 απεικονίζονται οι κατηγορίες της Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και την αντίστοιχη κατηγοριοποίησή τους, εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 και των υπολοίπων προτύπων ενώ η χρήση πιστοποιημένων λογισμικών κρίνεται απολύτως απαραίτητη.

Όσον αφορά στους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων, ακολουθούνται οι Τεχνικές Οδηγίες (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) τις οποίες συνέταξε το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας και έχουν εγκριθεί και οριστεί υποχρεωτικές για την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. με την υπουργική απόφαση Αρ. οικ. 17178/2010 «*Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών οδηγιών Τ.Ε.Ε. για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων*».

Περαιτέρω ανάλυση της μεθοδολογίας των υπολογισμών, γίνεται στο επόμενο κεφάλαιο όπου συντάσσεται διεξοδικά η Μ.Ε.Α. κατοικίας, στην περιοχή της Πάτρας.

1.4.3 Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.). Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίων βασίζεται στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. :

- 20701-1/2010: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»,
- 20701-2/2010: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων»,
- 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων».

Σύμφωνα με την εγκύκλιο οικ.1603/4.10.2010, για την καλύτερη δυνατή εφαρμογή των απαιτήσεων της παραγράφου 1 του άρθρου 8, «Σχεδιασμός Κτιρίου»,

απαιτείται συστηματική προσέγγιση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιρίου με επαρκή τεχνική τεκμηρίωση, στη βάση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας και έως την έκδοση σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Στην περίπτωση που αποδεδειγμένα υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί (πολεοδομικού, τεχνικού, αισθητικού, οικονομικού χαρακτήρα, κλπ) που ενδεχομένως αποκλείουν την εφικτότητα της βέλτιστης ενεργειακά λύσης, υποβάλλεται υποχρεωτικά Τεχνική Έκθεση, η οποία θα τεκμηριώνει επαρκώς τους λόγους μη εφαρμογής κάθε μίας από τις περιπτώσεις της παραγράφου 1 του άρθρου 8.

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

Εικόνα 1.6: Κατηγορίες κατάταξης κτιρίων συναρτήσει της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας.

1.5 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

1.5.1 Γενικά. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική εκφράζει την ισορροπία ενός συστήματος το οποίο συντίθεται από τα εξής στοιχεία: Ενέργεια – Κλίμα – Περιβάλλον. Η αρμονική ένταξη των κτιρίων στο περιβάλλον και η αξιοποίηση των φυσικών διαθέσιμων αποτελούν τον απώτερο σκοπό της. Ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός ενός κτιρίου υλοποιείται με βάση το τοπικό κλίμα, στοχεύοντας στην εξασφάλιση των απαραίτητων εσωκλιματικών συνθηκών (θερμική και οπτική άνεση, ποιότητα αέρα), με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, την ψύξη και το φωτισμό των κτιρίων αφού η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και άλλων περιβαλλοντικών πηγών αποτελούν κύρια χαρακτηριστικά του. Συγχρόνως σέβεται το περιβάλλον με την επιλογή κατασκευαστικών υλικών που δεν επηρεάζουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα αλλά ούτε υποβαθμίζουν το εξωτερικό περιβάλλον.

Ο όρος «βιοκλιματικός σχεδιασμός» αναφέρεται στον σχεδιασμό που ανταποκρίνεται στις κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος με τέτοιο τρόπο ώστε το

κτιριακό κέλυφος, μέσω της ενισχυμένης θερμομόνωσης των δομικών του στοιχείων, να τις εκμεταλλεύεται, να τις τροποποιεί ή ακόμα και να τις αποτρέπει κατά περίπτωση. Η σωστή ιεράρχηση των προτεραιοτήτων στην επιλογή των επεμβάσεων μπορούν να οδηγήσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Η υιοθέτηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού ενός κτιρίου εξυπηρετεί τους εξής βασικούς στόχους :

α) την απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας και της υποκατάστασης τους από Α.Π.Ε., άρα την εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας.

β) το οικονομικό όφελος, λόγω της αξιοποίησης της αδάπανης ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση των κτιρίων, καθώς και του φυσικού δροσισμού.

γ) την προστασία του περιβάλλοντος λόγω του περιορισμού στη χρήση συμβατικών καυσίμων, συνεπώς και τη μείωση των εκλυόμενων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

δ) την βελτίωση του εσω-κλίματος των κτιρίων με διασφάλιση συνθηκών βιολογικής-ποιοτικής άνεσης.

Ουσιαστικά η βιοκλιματική αντίληψη διατυπώνει μια εμπλουτισμένη άποψη σχεδιασμού των κτιρίων, στην οποία εμπεριέχεται η περιβαλλοντική διάσταση και η αντίστοιχη ευαισθησία. Πρόκειται για μια αρχιτεκτονική φιλική προς το περιβάλλον και τους χρήστες, η οποία επιφέρει το μικρότερο ενεργειακό και περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

1.5.2 Αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι αυτές του ηλιασμού και αντίστοιχα της ηλιοπροστασίας, του αερισμού και της ανεμοπροστασίας, του δροσισμού, και των στοιχείων νερού και πρασίνου. Ο σωστός σχεδιασμός ενός βιοκλιματικού κτιρίου πρέπει να τηρεί τις εξής αρχές για την λειτουργία του ως:

- φυσικός ηλιακός συλλέκτης τον χειμώνα, που περιλαμβάνει την χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο – προσανατολισμό, την μορφή του κτιρίου και το μέγεθος των ανοιγμάτων συναρτήσει του προσανατολισμού καθώς και την σωστή διάρθρωση των εσωτερικών του χώρων,
- παγίδα θερμότητας, μέσω της προστασίας από ψυχρούς ανέμους και της θερμομόνωσης,
- αποθήκη θερμότητας, μέσω της θερμικής του μάζας,
- αποδέκτης - αποθήκη φυσικής ψύξης, με την σωστή ηλιοπροστασία του κτιρίου και των ανοιγμάτων του, την επάρκεια θερμικής μάζας, την θερμομονωτική του επάρκεια, τον φυσικό αερισμό καθώς και μέσω της βελτίωσης του μικροκλίματος.

Ο βαθμός στον οποίο ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αξιοποιεί τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες ποικίλει, έτσι δίνεται δυνατότητα ευελιξίας στην εφαρμογή αρχιτεκτονικών λύσεων.

Η απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού εξαρτάται από πολλές παραμέτρους. Βασικά κριτήρια για την σωστή εφαρμογή του είναι:

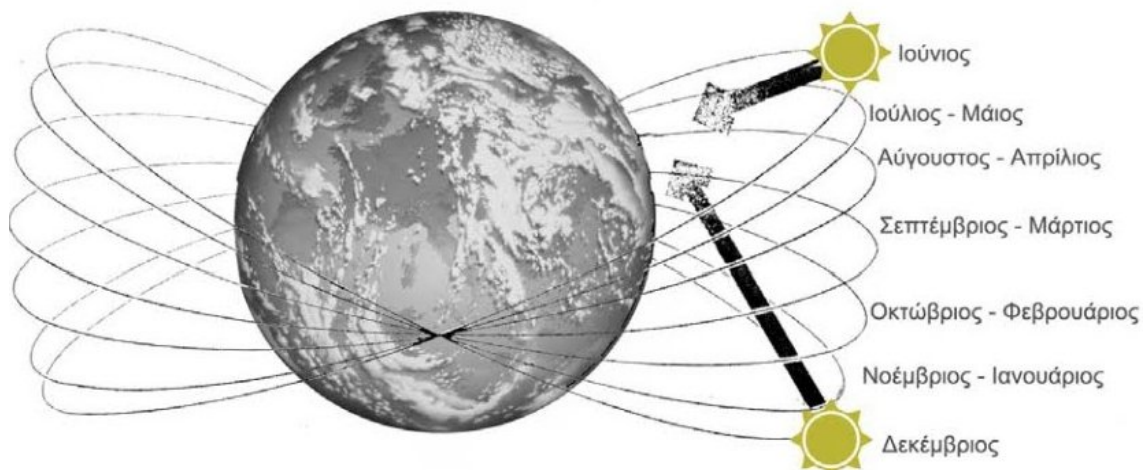
- η χρήση ευρέως εφαρμοσμένων συστημάτων,
- η εφαρμογή τεχνο-οικονομικών αποδοτικών ενεργειακών συστημάτων,
- η απλότητα χρήσης των τεχνικών εφαρμογών και
- η μικρή συμβολή του χρήστη για την λειτουργία των συστημάτων.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι η στόχευση του Κ.Εν.Α.Κ. για ενεργειακή βιωσιμότητα των κτιρίων και των πόλεων και η μεθοδολογία για

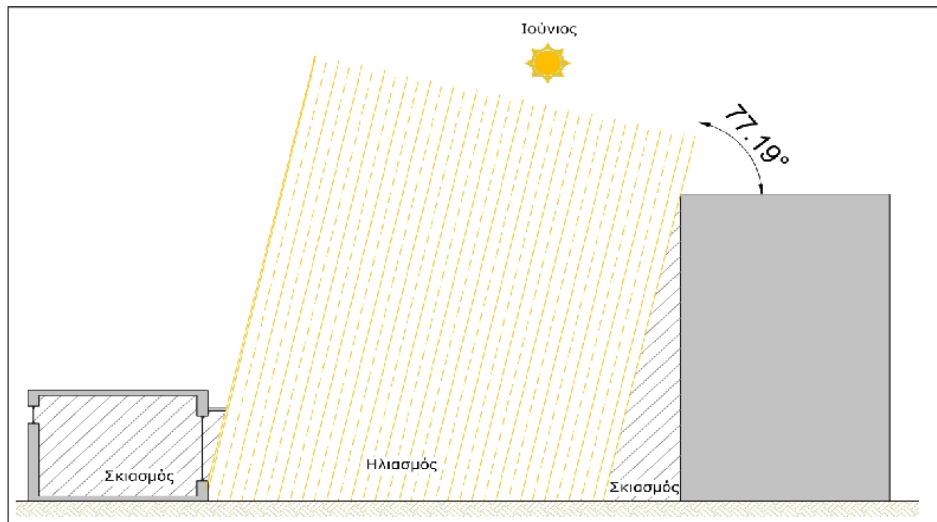
την επίτευξη της, εναρμονίζεται πλήρως με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό αφού βασίζεται σε αυτόν και εφαρμόζει όλες τις αρχές του, με κύρια αυτή του σχεδιασμού ενός επαρκώς θερμομονωμένου κελύφους στο κτίριο.

1.5.3 Ηλιασμός και σκιασμός κτιρίων. Προκειμένου να κατανοηθεί η επίδραση του ήλιου στο σχεδιασμό του κτιρίου ή/και να προσδιοριστούν οι όποιες δυνατές παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, θα πρέπει να έχουμε στην διάθεση μας τις ημέρες και ώρες ηλιασμού/σκιασμού του εκάστοτε κτιρίου ή ακόμη καλύτερα ολόκληρου του οικοπέδου. Στις Εικ. 1.7 και 1.8 απεικονίζεται σχηματικά ο ηλιασμός/σκιασμός, για καλοκαίρι και χειμώνα, αντίστοιχα, κτιρίου που βρίσκεται σε τοποθεσία με γεωγραφικό πλάτος 38°B .

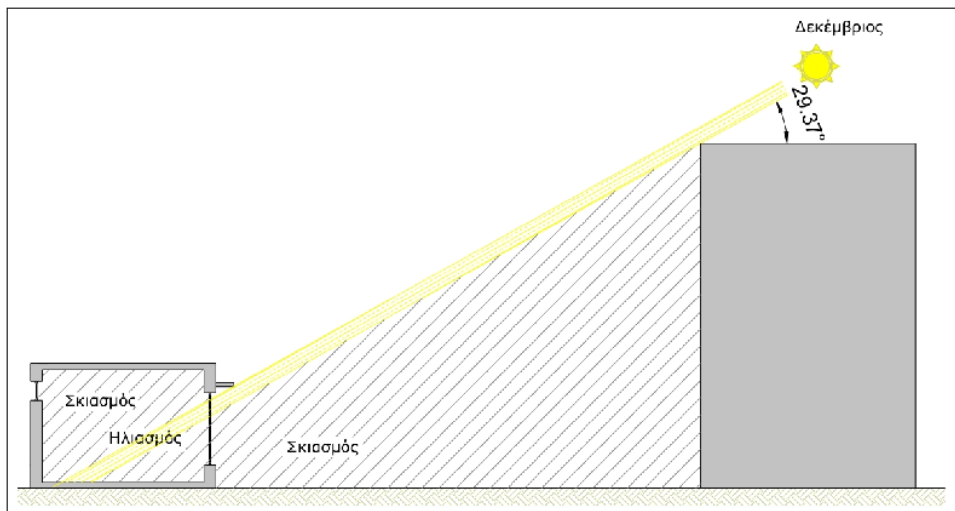
Για τον υπολογισμό αυτό, υιοθετείται η παραδοχή των φαινόμενων τροχιών του ήλιου, δηλαδή θεωρείται ότι η γη παραμένει σταθερή, ενώ ο ήλιος κινείται. Αυτό εξυπηρετεί στη γεωμετρική απεικόνιση των τροχιών του ήλιου. (Σχ.1.2). Οι φαινόμενες τροχιές του ήλιου ταυτίζονται ανά δύο μήνες εκτός του Δεκεμβρίου και του Ιουνίου. Ο μήνας Δεκέμβριος έχει τη χαμηλότερη τροχιά, ενώ ο Ιούνιος την υψηλότερη. Για να συσχετιστούν οι φαινόμενες τροχιές του ήλιου με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των κτιρίων, πρέπει να είναι γνωστή η θέση του ήλιου στον ουρανό και στον ορίζοντα αντίστοιχα.



Σχήμα 1.2: Σχηματική αναπαράσταση των φαινόμενων τροχιών του ήλιου



Εικόνα 1.7: Ηλιασμός/σκιασμός κτιρίου από τον περιβάλλοντα χώρο και από προεξοχές, για νότια προσανατολισμένη επιφάνεια με 10° απόκλιση προς τη Δύση, στις 12:00 το μεσημέρι τον Ιούνιο, για γεωγραφικό πλάτος 38°B

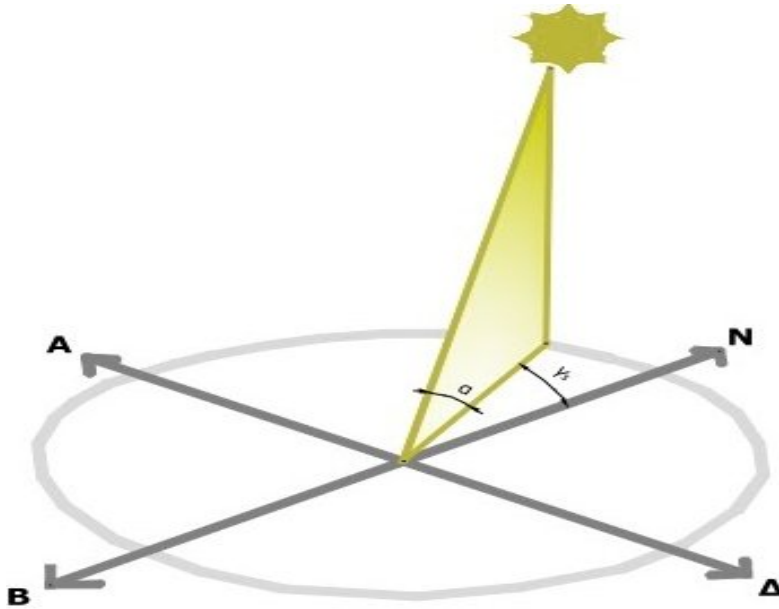


Εικόνα 1.8: Ηλιασμός/σκιασμός κτιρίου από τον περιβάλλοντα χώρο και από προεξοχές, για νότια προσανατολισμένη επιφάνεια με 10° απόκλιση προς τη Δύση, στις 12:00 το μεσημέρι το Δεκέμβριο, για γεωγραφικό πλάτος 38°B

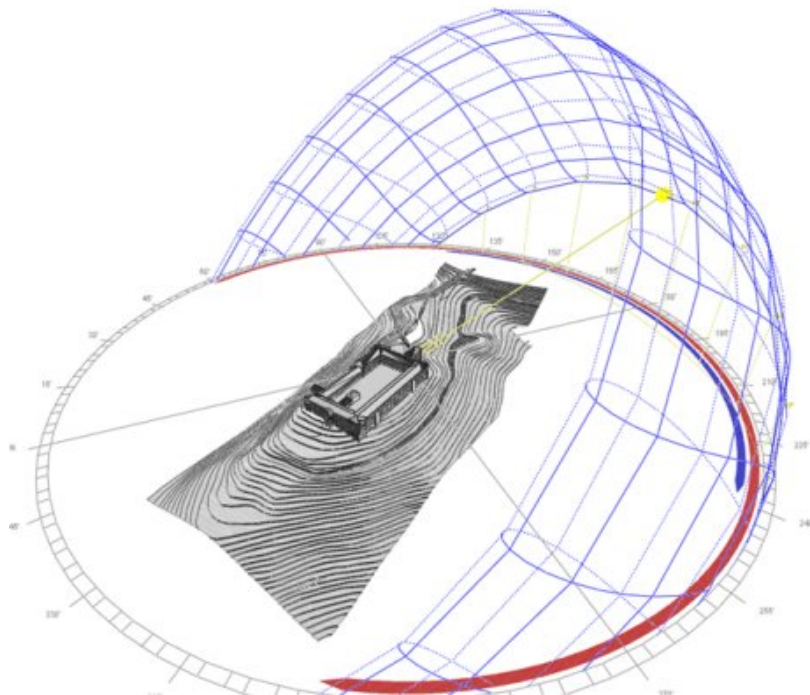
Η θέση αυτή του ήλιου, καθορίζεται από δύο γωνίες: α) τη γωνία ύψους, που ορίζεται από τη θέση του ήλιου στον ουρανό ως προς το οριζόντιο επίπεδο και β) τη γωνία αζιμούθιου, η οποία ορίζεται από την ορθή προβολή της θέσης του ήλιου στο οριζόντιο επίπεδο σε σχέση με την πραγματική κατεύθυνση του νότου (Σχ. 1.3). Ο προσδιορισμός του ηλιασμού βασίζεται στη συσχέτιση των γεωμετρικών δεδομένων του κτιρίου με τα γεωμετρικά δεδομένα της εκάστοτε θέσης του ήλιου. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ηλιακού χάρτη.

Ηλιακοί χάρτες ονομάζονται τα διαγράμματα, τα οποία απεικονίζουν τις φαινόμενες τροχιές του ήλιου στο επίπεδο ορθής προβολής για συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος. Με τα διαγράμματα αυτά προσδιορίζεται η θέση, δλδ. το ύψος και το αζιμούθιο του ήλιου για κάθε μήνα (συνήθως την 21^η ημέρα) και για όλες τις ώρες της ημέρας. Για την Ελλάδα υπάρχουν διαθέσιμοι ηλιακοί χάρτες στο

Παράρτημα Γ' της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών», για γεωγραφικά πλάτη από 35°B έως 40°B, με βήμα 1°. Στο Σχ. 1.4 απεικονίζεται ενδεικτικά ένας ηλιακός χάρτης, τρισδιάστατης μορφής.



Σχήμα 1.3: Γωνία ύψους (α) και αζιμούθιου του ήλιου (γ_s).



Σχήμα 1.4: Σχηματική απεικόνιση ηλιακού χάρτη σε τρισδιάστατη μορφή.

1.5.4 Κλιματικά δεδομένα στην Ελλάδα. Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 3/2010 «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών» δίνονται κλιματολογικά στοιχεία (π.χ. τιμές ηλιακής ακτινοβολίας), όλων των Ελληνικών περιοχών, τα οποία είναι απολύτως απαραίτητα για την ενεργειακή μελέτη των κτιρίων. Η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες, βάσει των βαθμοημερών θέρμανσης των πόλεων που κατατάσσονται σε αυτές. Αντίστοιχα κάποια από τα δεδομένα που δίνονται στις Τεχνικές Οδηγίες, κατατάσσονται και αυτά σε κατηγορίες ανάλογα την κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει η περιοχή του υπό μελέτη κτιρίου. Στον Πίν. 1.1 προσδιορίζονται οι νομοί της Ελλάδας ανά κατηγορία κλιματικής ζώνης, ενώ στην Εικ. 1.9 απεικονίζονται στο χάρτη οι κλιματικές ζώνες της Ελλάδας. Σε κάθε νομό, οι περιοχές με υψόμετρο άνω των 500m, εντάσσονται στην αμέσως ψυχρότερη κλιματική ζώνη από αυτή στην οποία ανήκει ο νομός.

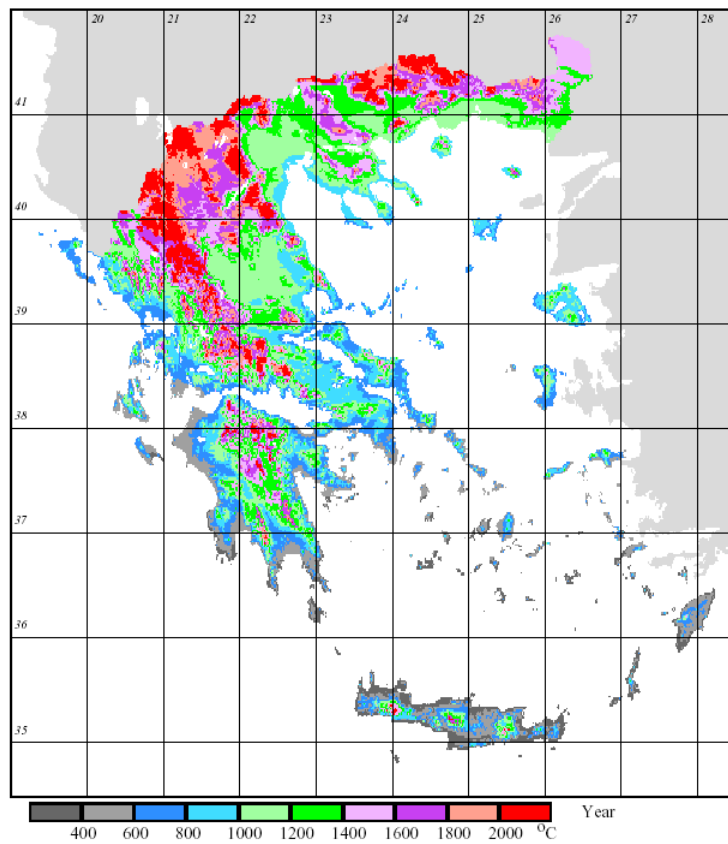
Πίνακας 1.1: Κατάταξη νομών στις τέσσερις κλιματικές ζώνες

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Λασιθί, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Ιθάκη
ΖΩΝΗ Β	Καρινθία, Ηλεία, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Φωκίδα, Βοιωτία, Αττική, Εύβοια, Μαγνησία, Σπαράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Άρτα
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδία, Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα

Οι βαθμοημέρες θέρμανσης/ψύξης που αντιστοιχούν σε κάθε περιοχή, προκύπτουν από την μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα, για τους θερινούς/χειμερινούς μήνες εικοσιτετραώρου στην συγκεκριμένη περιοχή και μια θερμοκρασία αναφοράς η οποία λαμβάνεται ίση με 18 °C για τους θερινούς μήνες και με 26 °C για τους χειμερινούς. Με τις βαθμοημέρες μπορούμε να υπολογίσουμε τα φορτία θέρμανσης και ψύξης ενός κτιρίου με μια αρκετά απλή και σύντομη διαδικασία. Στο 4^ο Κεφάλαιο γίνεται ενεργειακή ανάλυση των τεσσάρων κλιματικών ζωνών και αναλύεται διεξοδικά η μέθοδος των βαθμοημερών και ο υπολογισμός της καταναλισκόμενης θερμικής ενέργειας και της ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη σε κτίριο. Στην Εικ. 1.10 βλέπουμε την γεωγραφική κατανομή των βαθμοημερών θέρμανσης για όλη την περίοδο του χειμώνα.



Εικόνα 1.9: Κλιματικές ζώνες της Ελλάδας



Εικόνα 1.10: Γεωγραφική κατανομή βαθμομερών θέρμανσης για όλη την ψυχρή περίοδο.

1.6 ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ

1.6.1 Γενικά. Βασικό στοιχείο του βιοκλιματικού σχεδιασμού, αποτελούν τα παθητικά ηλιακά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια. Στα παθητικά ηλιακά συστήματα δεν χρησιμοποιείται κάποια εξειδικευμένη μορφή τεχνολογίας και μηχανικών μέσων, για την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Αξιοποιούν την φυσική ροή της θερμικής ενέργειας, τις φυσικές ιδιότητες των υλικών του κτιρίου και χρησιμοποιούν για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και την αποθήκευση της θερμότητας, τα δομικά στοιχεία του κελύφους (τοίχους, δάπεδα, οροφές, δώμα). Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων βασίζεται σε τρεις μηχανισμούς που αναλύονται παρακάτω.

Το κέλυφος του κτιρίου πρέπει να είναι έτσι κατασκευασμένο ώστε να επιτρέπει τη μέγιστη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας όπως επίσης και την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας σε ικανοποιητικό ποσοστό με την χρήση υλικών με υψηλό βαθμό θερμοχωρητικότητας. Αντίστοιχα πρέπει οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον να περιορίζονται στο ελάχιστο. Η εν γένει λειτουργία των παθητικών συστημάτων συνδέεται άρρηκτα με το φαινόμενο του θερμοκηπίου το οποίο αναφέρεται στην δέσμευση της θερμότητας που προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία που διαπερνά, μέσω γυάλινης επιφάνειας, έναν κλειστό χώρο. Κατά την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας σε γυάλινες επιφάνειες, ένα ποσοστό αυτής ανακλάται, ένα μικρό ποσοστό απορροφάται από την επιφάνεια, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό εγχέεται στον εσωτερικό χώρο.

Η χρήση των παθητικών ηλιακών συστημάτων αξιοποιείται κυρίως κατά τους χειμερινούς μήνες, ενώ το καλοκαίρι χρησιμοποιούνται απλές τεχνικές δροσισμού όπως ηλιοπροστασία και φυσικός αερισμός.

1.6.2 Είδη παθητικών ηλιακών συστημάτων

Τα Παθητικά Συστήματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- 1) Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης
- 2) Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Φωτισμού.
- 3) Παθητικά Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Δροσισμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου συνεπάγεται τη συνύπαρξη και συνδυασμένη λειτουργία όλων των συστημάτων, ώστε να προκύπτουν θερμικά και οπτικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

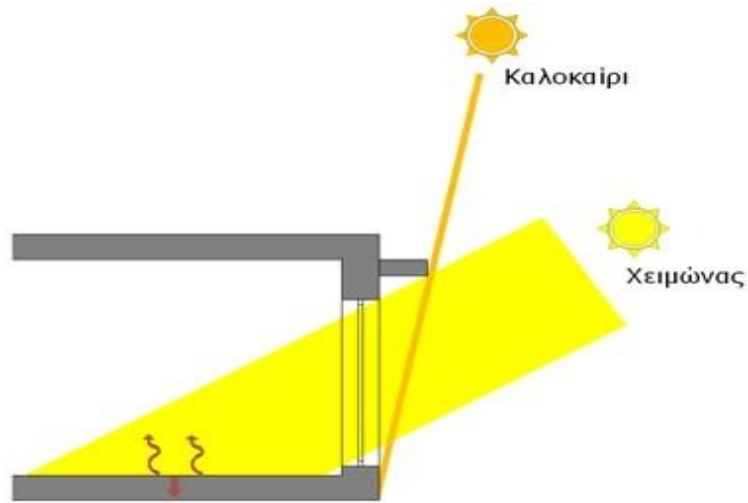
1) Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες:

- άμεσου ηλιακού οφέλους
- έμμεσου ηλιακού οφέλους

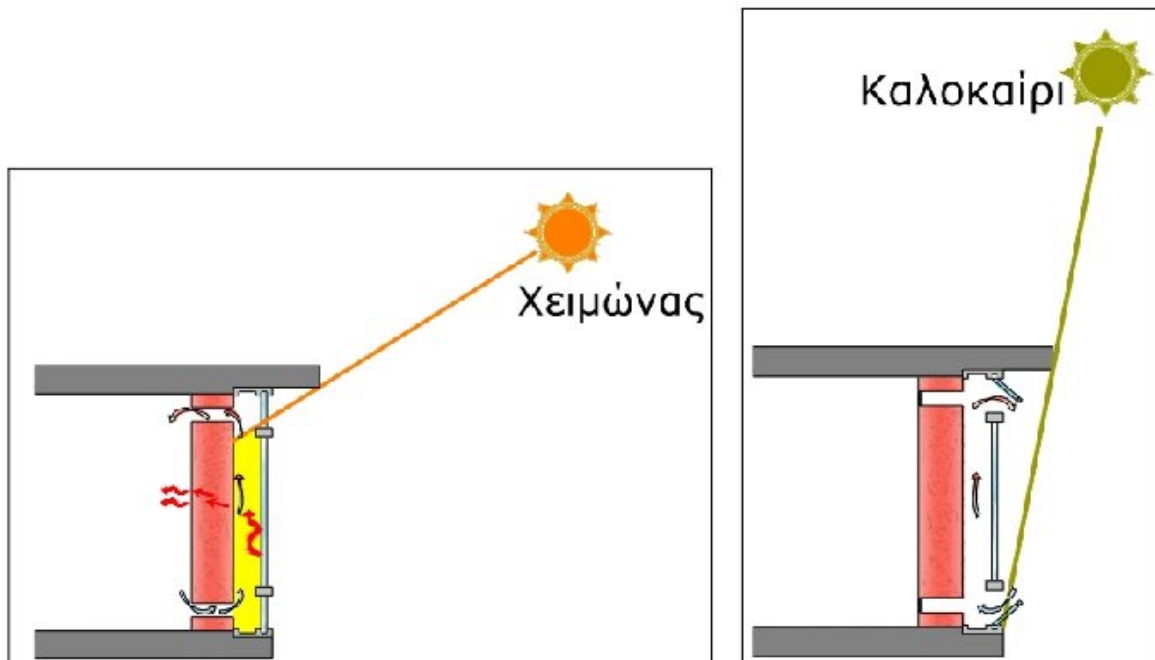
Το απλούστερο σύστημα που αξιοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία για την θέρμανση του κτιρίου είναι του άμεσου κέρδους μέσω των νότια προσανατολισμένων ανοιγμάτων. Το σύστημα για την σωστή αποδοτικότητα του, απαιτεί την κατάλληλη θερμική προστασία του κελύφους και την απαραίτητη ηλιοπροστασία το καλοκαίρι. Η μεγάλη θερμοχωρητικότητα των υλικών για την αποθήκευση του ηλιακού κέρδους είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για την σωστή του εφαρμογή. Ένα τέτοιο σύστημα απεικονίζεται παρακάτω στην Εικ. 1.11.

Κύρια συστήματα έμμεσου ενεργειακού οφέλους αποτελούν οι τοίχοι Trombe, οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης, το θερμοσιφωνικό πάνελ, το θερμοκήπιο και οι ηλιακοί τοίχοι. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν το κέλυφος ως ηλιακό συλλέκτη ή

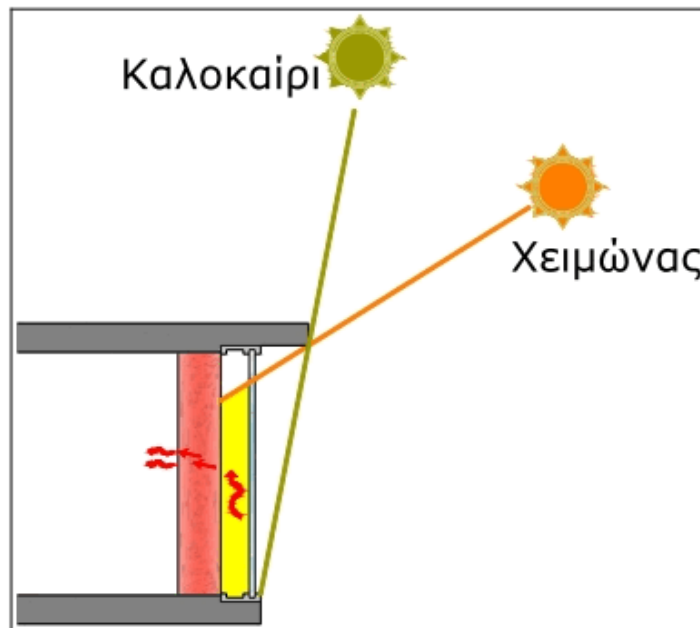
αποθήκη θερμότητας σε συνδυασμό με νότια υαλοστάσια. Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κέλυφος απορροφάται και πλέον μεταδίδεται στο χώρο με αγωγή, συναγωγή και ακτινοβολία, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση του θερμικού ισοζυγίου του χώρου. Τέτοια συστήματα φαίνονται στις Εικ. 1.12 και 1.13.



Εικόνα 1.11: Αρχή λειτουργίας ηλιακού παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους



Εικόνα 1.12: Χειμερινή και θερινή λειτουργία τοίχου Trombe-Michelle



Εικόνα 1.13: Αρχή λειτουργίας τοίχου θερμικής αποθήκευσης

2)Ο φυσικός φωτισμός στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια. Οι καλύτερες συνθήκες διαβίωσης στους εσωτερικούς χώρους είναι ο κύριος στόχος των συστημάτων τεχνητού φωτισμού. Ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού φωτισμού έχει η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των απαιτήσεων σε φωτισμό από το φυσικό φως, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους. Σε ένα οποιοδήποτε κτίριο, το 25-40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας καλύπτεται από τον φωτισμό. Παράλληλα οι κοινοί λαμπτήρες επιβαρύνουν θερμικά το κτίριο αφού μετατρέπουν σε θερμότητα έως και το 80% της ενέργειας που καταναλώνουν. Χρησιμοποιώντας τα συστήματα φυσικού φωτισμού η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ιδιαίτερα μεγάλη. Τελικά οι διάφορες τεχνικές φυσικού φωτισμού μπορούν να ομαδοποιηθούν στις εξής βασικές κατηγορίες:

- ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία,
- ανοίγματα οροφής,
- αίθρια,
- φωταγωγοί.

3)Ο φυσικός δροσισμός αποτελεί την εναλλακτική πρακτική για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτίρια το καλοκαίρι, σε μια εποχή όπου η αύξηση της εγκατάστασης και χρήσης κλιματιστικών μονάδων και συστημάτων είναι ραγδαία και επιφέρει σημαντικά ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα καθώς τα κλιματιστικά συστήματα καταναλώνουν πολύ μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας, αυξάνουν σημαντικά το ηλεκτρικό φορτίο αιχμής της χώρας και θερμαίνουν με τη λειτουργία τους το εξωτερικό περιβάλλον.

Τεχνικές φυσικού και υβριδικού δροσισμού μπορούν να εφαρμοστούν τόσο σε κατοικίες, όσο και σε άλλα κτίρια. Για ορισμένες κατηγορίες κτιρίων (π.χ. κατοικίες και σχολεία) η εφαρμογή τους συνεπάγεται την κατάργηση της ανάγκης εγκατάστασης συστήματος κλιματισμού, για άλλες δε κατηγορίες τη σημαντική μείωση των ψυκτικών τους φορτίων και το χρόνο λειτουργίας των συστημάτων αυτών.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αναφέρεται κυρίως στις φάσεις του σχεδιασμού και της κατασκευής ενός κτιρίου, κατά την οποία η ομάδα των μελετητών λαμβάνει υπ' όψιν της όλες της παραμέτρους σχετικά με τον προσανατολισμό του κτιρίου, την σωστή χωροθέτηση των εσωτερικών του χώρων και εν γένει του σχεδιασμού υπό το πρίσμα των αρχών εξοικονόμησης ενέργειας και ύπαρξης των ιδανικών συνθηκών διαβίωσης των χρηστών. Υπάρχουν όμως και ένα πλήθος δυνατών παρεμβάσεων που έγκεινται στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού οι οποίες αφορούν υφιστάμενες κατασκευές.

- προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης καθώς και με την αντικατάσταση των κουφωμάτων με κατάλληλα ενεργειακά μπορεί να επιτευχθεί μια σημαντική βελτίωση του συντελεστή θερμοπερατότητας οπότε και μείωση έως και 50% των θερμικών απωλειών αγωγιμότητας από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου.
- δημιουργία ανεμοφρακτών και βελτίωση της αεροστεγανότητας των ανοιγμάτων και την μείωση των οπών-οδών διαφυγής της θερμότητας (π.χ. καμινάδα τζακιού)
- τοποθέτηση σταθερών ή κινητών σκιάστρων κυρίως στα νότια ανοίγματα με σκοπό την αύξηση του ηλιακού θερμικού κέρδους της χειμερινής περιόδου και την μείωση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας κατά την θερινή περίοδο.
- βελτίωση του φυσικού αερισμού-δροσισμού, με ορθολογική χρήση των ανοιγμάτων (αερισμός νωρίς το πρωί κατά την θερινή περίοδο και το μεσημέρι κατά την χειμερινή).
- κατάλληλη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου, με στόχο την αντιμετώπιση του ανέμου, ανάλογα με την εποχή, και κατά συνέπεια την μείωση των θερμικών απωλειών ή την αύξηση του φυσικού δροσισμού (π.χ. δένδροφύτευση -φράγμα χειμερινού ψυχρού ανέμου για το χειμώνα ή δένδροφύτευση που οδηγεί τους δροσερούς ανέμους προς το κτίριο για το καλοκαίρι).

1.6.3. Συμπεράσματα. Εκατοντάδες κτίρια έχουν ήδη κατασκευασθεί βάσει του βιοκλιματικού σχεδιασμού, σε όλο τον κόσμο και παρουσιάζουν ιδιαίτερα ικανοποιητικά αποτελέσματα. Στην Ελλάδα, τα υπάρχοντα βιοκλιματικά κτίρια λειτουργούν με εξαιρετική επιτυχία και με βάση τις υπάρχουσες μετρήσεις καταναλώνουν πολύ λιγότερη ενέργεια από ότι τα αντίστοιχα συμβατικά κτίρια. Ήδη σημαντικά νέα κτίρια όπως το νέο Μουσείο της Ακρόπολης, το νέο Μουσείο των Δελφών, το νέο κτίριο των κεντρικών γραφείων της ΔΕΗ κλπ. έχουν σχεδιασθεί και κατασκευάζονται ώστε να καλύπτουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος των ενεργειακών αναγκών τους με ηλιακή ενέργεια και άλλες ατμοσφαιρικές πηγές.

Από την μελέτη εφαρμογών των συστημάτων αυτών στη Ελλάδα και από μετρήσεις που έγιναν από το Κ.Α.Π.Ε. βλέπουμε ότι η εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση που παρουσιάζουν τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι ιδιαίτερα σημαντική, με την προϋπόθεση ότι πρέπει να συνδυαστούν με αντίστροφες μεθόδους ηλιοπροστασίας και σκίασης ώστε να ελαχιστοποιήσουν τα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι. Πιο συγκεκριμένα εκτός από την πολύ σημαντική συνεισφορά του άμεσου ηλιακού κέρδους, τα συστήματα έμμεσου κέρδους συνεισφέρουν στο ενεργειακό ισοζύγιο :

- Ηλιακοί χώροι – Θερμοκήπια έως 60 %
- Θερμικοί τοίχοι 20 – 35 %

Φυσικά, η εφαρμογή ενός ή περισσοτέρων παθητικών συστημάτων σε ένα κτίριο δεν σημαίνει ότι το κτίριο γίνεται αυτομάτως βιοκλιματικό. Ο στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι να προσφέρει ένα θερμικά άνετο και υγιεινό εσωτερικό περιβάλλον, μειώνοντας στο ελάχιστο την επίδραση τους στο περιβάλλον, προστατεύοντας την υγεία του ανθρώπου και βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής.

2. ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

2.1 ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.

Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, όσο αυτό είναι εφικτό, για την σωστή λειτουργία του κτιρίου, μέσω: του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιριακού κελύφους, αξιοποιώντας τη θέση του κτιρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο, την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψης, κλπ.,

- της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία, αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών, καθώς και με την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων, δηλαδή συνδυασμό υαλοπίνακα αλλά και πλαισίου
- της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανηγμένης) πρωτογενούς ενέργειας
- της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως, ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών) κ.λ.π. και
- της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.

2.2 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

2.2.1 Γενικά στοιχεία του κτιρίου. Το υπό μελέτη κτίριο θα ανεγερθεί στην περιοχή του Δήμου Ρίου του Νομού Αχαΐας. Πρόκειται για ένα διώροφο κτίριο διαμορφωμένο σε μεζονέτα, αποτελούμενο από τμήμα υπογείου (μη θερμαινόμενος χώρος), τμήμα ισόγειου και τμήμα ορόφου με στέγη. Η χρήση του κτιρίου θα είναι αποκλειστικά κατοικία.

2.2.2 Ωράριο λειτουργίας κτιρίου. Το τυπικό ωράριο λειτουργίας του κτιρίου θα είναι σύμφωνο ως προς την κύρια χρήση του ως κατοικία και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και φαίνεται στον Πίν. 2.1. Ο σχεδιασμός του κτιρίου γίνεται με σκοπό να ικανοποιούνται όλες οι απαιτήσεις και να εξασφαλίζεται η εύρυθμη λειτουργία του και ως μόνιμη κατοικία καθ' όλη την διάρκεια του έτους.

Πίνακας 2.1: Τυπικό ωράριο λειτουργίας κατοικίας

Βασικές κατηγορίες κτιρίων	Χρήσεις θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	18	7	12

2.3 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το οικόπεδο στο οποίο θα ανεγερθεί το κτίριο είναι τραπεζοειδούς σχήματος με τον μεγάλο του άξονα σχεδόν παράλληλο (μία μικρή απόκλιση προς την ανατολή) με τον άξονα Βορράς– Νότος και βρίσκεται σε ημιαστικό περιβάλλον, με ως επί το πλείστον νέες μονοκατοικίες στις γειτονικές ορθοπεδικές ιδιοκτησίες της περιοχής. Στον περιβάλλοντα χώρο δεν υπάρχουν ψηλές κτιριακές κατασκευές, παρά μόνο κτίρια κατοικιών (μονώροφα – διώροφα). Η βόρεια πλευρά του οικοπέδου συνορεύει με δημοτικό πλήρως διανοιγμένο και ασφαλτοστρωμένο δρόμο έμπροσθεν, η δυτική πλευρά συνορεύει με την διπλανή όμορη ιδιοκτησία του κ. Χουμουρίτη Ανδρέα, η ανατολική πλευρά συνορεύει και είναι διακριτή μέσω ρυμοτομικής γραμμής με την ιδιοκτησία του κ. Γεωργόπουλου Χαράλαμπου.

Τόσο η θέση του οικοπέδου αλλά και το μέγεθός του δεν δίνουν την μεγάλη ευχέρεια στον μελετητή για να προβεί στην βέλτιστη χωροθέτηση του κτιρίου. Παρόλα αυτά έγιναν προσπάθειες έτσι ώστε το κτίριο να διαταχθεί στον χώρο με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε τα ενεργειακά αποτελέσματα να είναι ικανοποιητικά και να υπάρχει και πλήρης αποδοχή του εν λόγω σχεδιασμού από τους ιδιοκτήτες. Η τοποθέτηση του κτιρίου στον χώρο θα γίνει έτσι ώστε να είναι πανταχόθεν ελεύθερο χωρίς κανέναν όμορο τοίχο έτσι ώστε να εκμεταλλεύεται αρκετό ηλιακό φορτίο και με τα λιγότερα ανοίγματα στην βόρεια πλευρά του.

2.4 ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. το κτίριο πρέπει να σχεδιασθεί λαμβάνοντας υπόψη :

- την χωροθέτηση του κτιρίου και τον προσανατολισμό του στο οικόπεδο,
- την εσωτερική χωροθέτηση χώρων λόγω λειτουργιών του κτιρίου,
- την κατάλληλη χωροθέτηση των ανοιγμάτων για επαρκή ηλιασμό, φυσικό φωτισμό και φυσικό δροσισμό καθώς και την ηλιοπροστασία τους,
- την ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός παθητικού ηλιακού συστήματος, ενός εκ των οποίων δύναται να είναι το σύστημα του άμεσου κέρδους,
- τη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος. Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεκμηρίωση, σύμφωνα πάντα με το Κ.Εν.Α.Κ.

Επίσης, σύμφωνα με το άρθρο 11 του Κ.Εν.Α.Κ. τα περιεχόμενα της ενεργειακής μελέτης τα οποία λαμβάνονται υπόψη και για τον ενεργειακό σχεδιασμό είναι τα ακόλουθα:

- γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές σκίασης κ.α.),
- τεκμηρίωση της χωροθέτησης και του προσανατολισμού του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, με διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση,
- τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης της φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος,
- τεκμηρίωση του σχεδιασμού και χωροθέτησης των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φωτισμού και αερισμού (ποσοστό, τύπος και εμβαδόν διαφανών επιφανειών ανά προσανατολισμό)
- χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης και ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού),
- περιγραφή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων για τη χειμερινή και θερινή περίοδο: υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους (κατακόρυφης/κεκλιμένης/οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 30ο από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης,
- περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτιρίου ανά προσανατολισμό: διαστάσεις και υλικά κατασκευής, τύπος (σταθερά / κινητά, οριζόντια / κατακόρυφα, συμπαγή / διάτρητα) και ένδειξη του προκύπτοντος ποσοστού σκίασης για:
 - την 21η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο: μικρότερη διάρκεια ημέρας και χαμηλότερη θέση ήλιου).
 - την 21η Ιουνίου, (θερινό ηλιοστάσιο: μεγαλύτερη διάρκεια ημέρας και υψηλότερη θέση ήλιου).

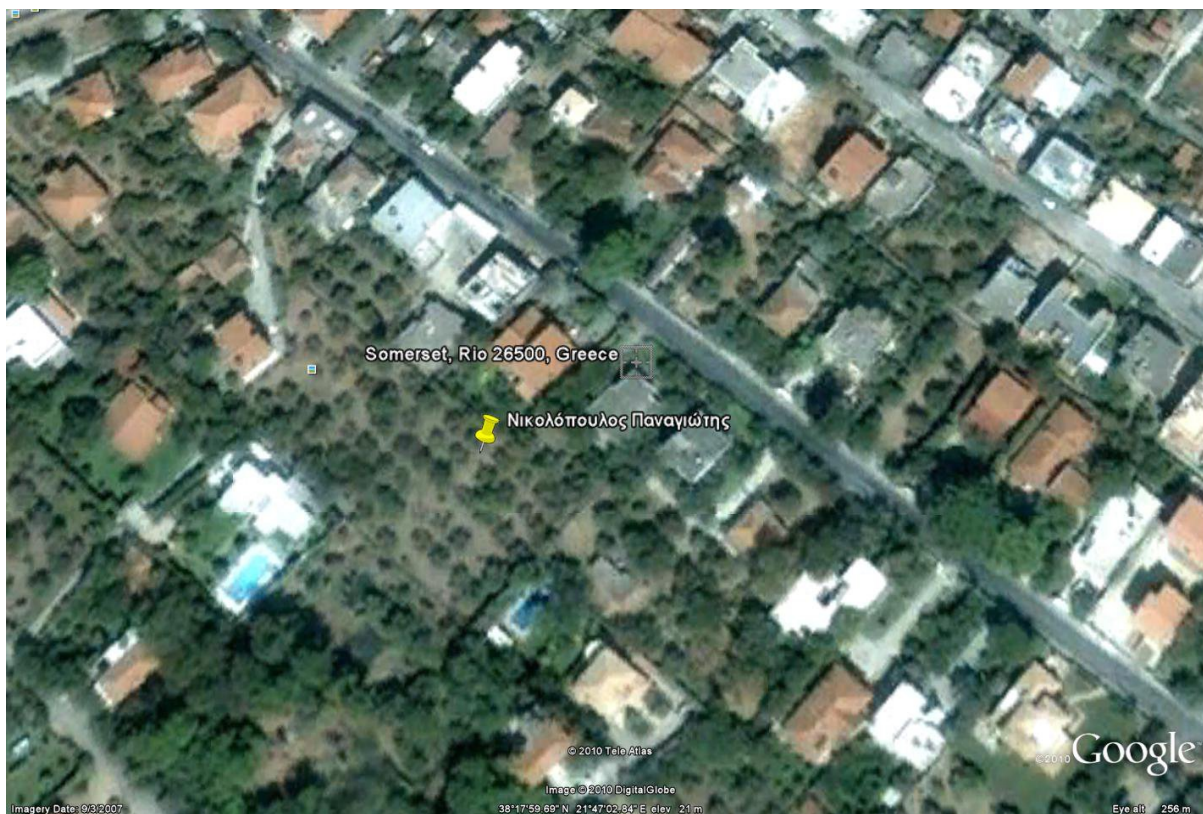
2.5 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ

Όπως αναφέρθηκε, το κτίριο θα ανεγερθεί εντός του ημιαστικού περιβάλλοντος του Δήμου Ρίου. Όπως είναι εύλογο από την στιγμή που το κτίριο θα κτιστεί σε οικόπεδο εντός οικισμού είναι επόμενο να πάρει την διάταξη του οικοπέδου μην αφήνοντας μεγάλο περιθώριο στους μελετητές για να εφαρμόσουν τις βέλτιστες αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

Το οικόπεδο είναι τραπεζοειδούς σχήματος με τον μεγάλο του άξονα σχεδόν παράλληλο (μία μικρή απόκλιση προς την ανατολή) με τον άξονα Βορράς– Νότος και βρίσκεται σε ημιαστικό περιβάλλον, με ως επί το πλείστον νέες μονοκατοικίες στις γειτονικές οικοπεδικές ιδιοκτησίες της περιοχής. Στην Εικ. 2.1 φαίνεται το τοπογραφικό διάγραμμα κάλυψης, όπου θα ανεγερθεί το εν λόγω κτίριο, και στην Εικ. 2.2 φαίνεται ακριβώς το οικόπεδο στο οποίο θα κατασκευαστεί η εν λόγω κατοικία.



Εικόνα 2.1 : Τοπογραφικό διάγραμμα κάλυψης οικοπέδου



Εικόνα 2.2 Αεροφωτογραφία οικοπέδου

2.6 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ

Ο εσωτερικός σχεδιασμός και οι διαμόρφωση των χώρων στο κτίριο, έγιναν με γνώμονα τη μέγιστη εκμετάλλευση ή την αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με την εποχή. Οι κύριοι χώροι με τα μεγάλα ανοίγματα θα τοποθετηθούν προς τον νότιο προσανατολισμό, ενώ προς τον βόρειο θα τοποθετηθούν τα υπνοδωμάτια με όσο το δυνατό μικρότερα και λιγότερα ανοίγματα προς την καθαρά βορινή πλευρά έτσι ώστε να μειωθούν και οι έντονες ενεργειακές απώλειες από τις επιφάνειες αυτές κατά την διάρκεια του χειμώνα. Τα περισσότερα ανοίγματα επιλέχθηκαν να γίνουν τόσο προς την νότια όσο και προς την δυτική πλευρά έτσι ώστε να αξιοποιείται το μέγιστο ηλιακό φορτίο κατά την χειμερινή περίοδο ενώ κατά το καλοκαίρι όπως θα αναφερθεί και παρακάτω έχει γίνει πρόβλεψη στα ανοίγματα αυτά να υπάρχει κατάλληλη ηλιοπροστασία. Στα δωμάτια επιλέχθηκε να υπάρχουν και ανατολικά ανοίγματα έτσι ώστε να εκμεταλλευόμαστε στο μέγιστο την πολύτιμη ηλιακή ακτινοβολία κατά την χειμερινή περίοδο.

2.7 ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

Ως μέσο ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων επιλέχθηκαν οι πρόβολοι και οι σκιαζόμενες μέσω υφασμάτων πέργκολες. Σε συνδυασμό με την εσωτερική κινητή

ηλιοπροστασία, η οποία όμως δεν λαμβάνεται υπόψη κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου, εκτιμάται ότι προσφέρουν επαρκή προστασία. Πιο συγκεκριμένα, ο σκιασμός που προσφέρεται από τους προβόλους φαίνεται αναλυτικά για κάθε άνοιγμα, για την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων. Για τα ανατολικά ανοίγματα δίνεται ο σκιασμός στις 09:00, για τα νότια στις 12:00 και για τα δυτικά στις 15:00. Ο σκιασμός των ανοιγμάτων με βάση τα σχέδια σκιασμού τους κρίνεται επαρκής.

2.8 ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Σε όλους τους χώρους της κατοικίας θα τοποθετηθούν ανοίγματα τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φυσικό φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος θα υπάρχει ειδική πρόνοια να τοποθετηθούν μεγάλα ανοίγματα.

2.9 ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΜΟΣ

Το σύνολο της κατοικίας αποτελεί μία αυτόνομη διαμπερή κατοικία με μεγάλα ανοίγματα στην νότια και δυτική αλλά και με κάποια στην ανατολική όψη με αποτέλεσμα να εξασφαλίζεται διαμπερής αερισμός για τη μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του φυσικού δροσισμού. Τα ανοίγματα που θα τοποθετηθούν θα προσφέρουν επαρκή φυσικό δροσισμό.

2.10 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το παθητικό σύστημα που επιλέχθηκε να ενσωματωθεί στο σχεδιασμό του κτιρίου είναι αυτό του άμεσου κέρδους. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπάρχει επαρκής ηλιασμός ενώ κατά την περίοδο του θέρους η άμεση ηλιακή ακτινοβολία λόγω της χρήσης μεθόδων ηλιοπροστασίας δεν είναι σε απαγορευτικά επίπεδα. Η επαρκής επιφάνεια ανοιγμάτων συνδυάζεται με βαριά υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας και με ισχυρή θερμομόνωση, ούτως ώστε το κτίριο να μπορεί να λειτουργήσει ως συλλέκτης, αποθήκη και παγίδα ηλιακής ενέργειας. Το ποσοστό των ανοιγμάτων σε σχέση με την συνολική επιφάνεια ανά προσανατολισμό του κτιρίου, φαίνεται στον Πίν. 2.2 παρακάτω.

Πίνακας 2.2: Ποσοστό διάφανων ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό

α/α	Προσανατολισμός	Εμβαδόν διάφανων ανοιγμάτων (m ²)	Ποσοστό (%)
1	B	2,88	8
2	A	1,68	5
3	N	21,62	61
4	Δ	9,22	26

2.11 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ

Λόγω της θέσης του οικοπέδου εντός του ημιαστικού ιστού και του μεγέθους του κτιρίου είναι πιθανή η φύτευση υψηλών δένδρων σε κατάλληλες θέσεις στον χώρο έτσι ώστε να βελτιώσουν κατά πολύ την αισθητική του χώρου αλλά και να λειτουργήσουν βελτιωτικά στο μικροκλίμα της περιοχής. Εξάλλου, όπως φαίνεται και στην αεροφωτογραφία υπάρχει υφιστάμενη δενδροφύτευση του χώρου.

2.12 ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.

2.12.1 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων

2.12.1.1 Γενικά. Ο υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας U των εκάστοτε δομικών στοιχείων του κτιρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_a} \quad (2.1)$$

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, R_a : οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου, και
 R_δ : η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να ισχύει:

$$U \leq U_{\delta,\sigma,\max} \quad (2.2)$$

όπου: U : ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου και
 $U_{\delta,\sigma,\max}$: η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το εκάστοτε δομικό στοιχείο.

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 για τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας δομικών υλικών με τιμή $\lambda \leq 0,18 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. είναι ενδεικτικές. Οι τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας που ελήφθησαν υπ'όψη για τα θερμομονωτικά υλικά προέκυψαν έπειτα από έρευνα αγοράς. Στη φάση της ενεργειακής επιθεώρησης που θα γίνει υποχρεωτικά με την αποπεράτωση της κατασκευής και πριν το κλείσιμο του φακέλλου του κτιρίου στα αρμόδια Πολεοδομικά Γραφεία, ο ενεργειακός επιθεωρητής οφείλει να ελέγξει τα δελτία αποστολής των θερμομονωτικών υλικών καθώς και τα

κατάλληλα πιστοποιητικά που τα συνοδεύουν. Υποχρέωση του ιδιοκτήτη ή/και του κατασκευαστή είναι η συλλογή όλων των πιστοποιητικών των υλικών κατά την κατασκευή του κτιρίου.

Τα πάχη της στρώσης των δομικών υλικών για το κάθε στοιχείο (εκτός του θερμομονωτικού υλικού) βασίζονται στις οδηγίες του κατασκευαστή, το πάχος του θερμομονωτικού υλικού λαμβάνεται τόσο ώστε να τηρούνται οι προϋποθέσεις του Κ.Εν.Α.Κ ενώ τα υπόλοιπα δεδομένα των υπολογισμών ελήφθησαν από τους αντίστοιχους πίνακες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010

2.12.1.2 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικής δοκού-υποστυλωμάτων τοιχωμάτων. Στο Σχ. 2.1 φαίνεται σε τομή το εν λόγω δομικό στοιχείο με τις στρώσεις των υλικών του και στον Πίν. 2.3 δίνεται ο αναλυτικός τρόπος υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας του.



Σχήμα 2.1: Δομικά υλικά εξωτερικών δοκών-υποστυλωμάτων

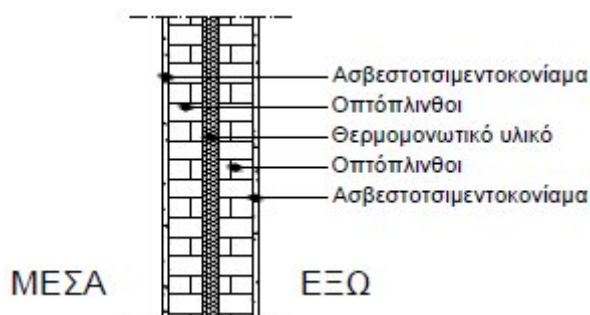
Πίνακας 2.3: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικής δοκού-υποστυλωμάτων - τοιχωμάτων

Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής					
α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	πυκνότητα	πάχος στρώσης	συντ. Θερμ. Αγ.	Θερμ. Αντιστ.
		ρ (kg/m ³)	d (m)	λ (W/mK)	d/ λ
1	Ασβεστοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400	0.250	2.500	0.100
3	Θερμομονωτικό υλικό		0.070	0.036	1.944
4	Ασβεστοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
		$\Sigma_d =$	0.360	$R_{\lambda} =$	2.090
Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (U)					
ΑΝΤ. ΘΕΡΜ. ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ				R_i (εσωτ.) (Km ²)/W	R_a (εξωτ.) (Km ²)/W
Δομικό Στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα			0.130	0.040
	Τοίχος που συν. Με θερμαινόμενο χώρο			0.130	0.130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0.130	0.000
	Στέγες, δώματα			0.100	0.040
	Οροφή που συνορεύει με μ.θ.χ.			0.100	0.100
	Δάπεδο επάνω από pilotis			0.170	0.040
	Δάπεδο επάνω από μ.θ.χ.			0.170	0.170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος			0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτ.)	$R_i =$	0.130
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_\lambda =$	2.090
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτ.)	$R_a =$	0.040
Αντίσταση θερμοπερατότητας		$R_{ολ} =$	2.260

Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m^2K)	$U =$	0.440	$U \leq U_{max}$	Πρέπει
Μέγιστος επιτρ. συντελ. θερμοπερατότητας (W/m^2K)	$U_{max} =$	0.500	ΙΣΧΥΕΙ	$U \leq U_{max}$

2.12.1.3 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας. Στο Σχ. 2.2 φαίνεται σε τομή το εν λόγω δομικό στοιχείο με τις στρώσεις των υλικών του και στον Πίν. 2.4 δίνεται ο αναλυτικός τρόπος υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας του.



Σχήμα 2.2: Δομικά υλικά εξωτερικής τοιχοποιίας

Πίνακας 2.4: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας

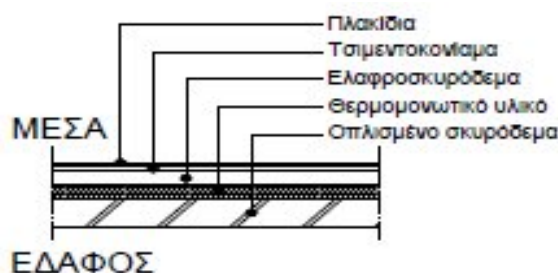
Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής					
α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	πυκνότητα	πάχος στρώσης	συντ. Θερμ. Αγ.	Θερμ. Αντιστ.
		ρ (kg/m^3)	d (m)	λ (W/mK)	d/λ
1	Ασβεστοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Οπτοπλινθοδομή	1500	0.080	0.510	0.157
3	Θερμομονωτικό υλικό		0.060	0.036	1.667
4	Οπτοπλινθοδομή	1500	0.080	0.510	0.157
5	Ασβεστοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
		$\Sigma_d =$	0.260	$R_\lambda =$	2.026
Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (U)					
ANT. ΘΕΡΜ. ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ				R_i (εσωτ.) (Km^2/W)	R_a (εξωτ.) (Km^2/W)
Δομικό Στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα			0.130	0.040
	Τοίχος που συν. Με θερμαινόμενο χώρο			0.130	0.130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0.130	0.000
	Στέγες, δώματα			0.100	0.040
	Οροφή που συνορεύει με μ.θ.χ.			0.100	0.100
	Δάπεδο επάνω από pilotis			0.170	0.040

	Δάπεδο επάνω από μ.θ.χ.	0.170	0.170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτ.)	$R_i =$	0.130
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_\lambda =$	2.026
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτ.)	$R_a =$	0.040
Αντίσταση Θερμοπερατότητας		$R_{ολ} =$	2.196

Συντελεστής Θερμοπερατότητας (W/m²K)	U =	0.455	U ≤ U_{max}	Πρέπει
Μέγιστος επιτρ. συντελ. Θερμοπερατότητας (W/m²K)	U_{max} =	0.500	ΙΣΧΥΕΙ	U ≤ U_{max}

2.12.1.4 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο. Στο Σχ. 2.3 φαίνεται σε τομή το εν λόγω δομικό στοιχείο με τις στρώσεις των υλικών του και στον Πίν. 2.5 δίνεται ο αναλυτικός τρόπος υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας του.



Σχήμα 2.3: Δομικά υλικά δαπέδου σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο

Πίνακας 2.5: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο

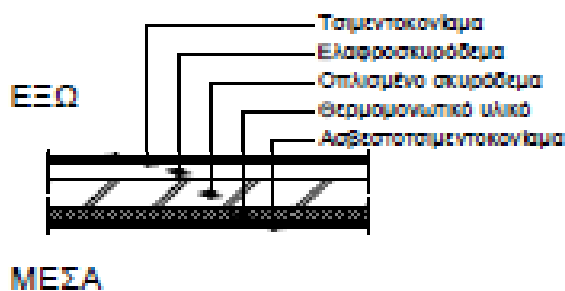
Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής					
α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	πυκνότητα	πάχος στρώσης	συντ. Θερμ. Αγ.	Θερμ. Αντιστ.
		ρ (kg/m ³)	d (m)	λ (W/mK)	d/ λ
1	Κεραμικά πλακίδια	2000	0.005	1.050	0.005
2	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
3	Ελαφρομπετόν	500	0.050	0.200	0.250
4	Θερμομονωτικό υλικό		0.060	0.036	1.667
5	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400	0.200	2.500	0.080
		$\Sigma_d =$	0.335	$R_\lambda =$	2.024
Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (U)					
ΑΝΤ. ΘΕΡΜ. ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ				R_i (εσωτ.) (Km ² /W)	R_a (εξωτ.) (Km ² /W)
Δομικό Στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα			0.130	0.040
	Τοίχος που συν. Με θερμαινόμενο χώρο			0.130	0.130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0.130	0.000
	Στέγες, δώματα			0.100	0.040
	Οροφή που συνορεύει με μ.θ.χ.			0.100	0.100

	Δάπεδο επάνω από pilotis	0.170	0.040
	Δάπεδο επάνω από μ.θ.χ.	0.170	0.170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτ.)	$R_i =$	0.170
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_\lambda =$	2.024
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτ.)	$R_a =$	0.170
Αντίσταση Θερμοπερατότητας		$R_{ολ} =$	2.196

Συντελεστής Θερμοπερατότητας (W/m²K)	U = 0.423	U ≤ U_{max}	Πρέπει
Μέγιστος επιτρ. συντελ. Θερμοπερατότητας (W/m²K)	U_{max} = 0.900	ΙΣΧΥΕΙ	U ≤ U_{max}

2.12.1.5 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας θερμομονωμένης οροφής κάτω από την στέγη. θερμαινόμενο χώρο. Στο Σχ. 2.4 φαίνεται σε τομή το εν λόγω δομικό στοιχείο με τις στρώσεις των υλικών του και στον Πίν. 2.6 δίνεται ο αναλυτικός τρόπος υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας του.



Σχήμα 2.4: Δομικά υλικά θερμομονωμένης οροφής κάτω από την στέγη

Πίνακας 2.6: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας θερμομονωμένης οροφής κάτω από την στέγη

Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής					
α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	πυκνότητα	πάχος στρώσης	συντ. Θερμ. Αγ.	Θερμ. Αντιστ.
		ρ (kg/m ³)	d (m)	λ (W/mK)	d/ λ
1	Ελαφροσκυρόδεμα	500	0.050	0.200	0.250
2	Θερμομονωτικό υλικό		0.060	0.036	1.667
3	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400	0.150	2.500	0.060
4	Ασβεστοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
		$\Sigma_d =$	0.280	$R_\lambda =$	2.000
Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (U)					
ΑΝΤ. ΘΕΡΜ. ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ				R_i (εσωτ.) (Km ² /W)	R_a (εξωτ.) (Km ² /W)
Δομικό Στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα			0.130	0.040
	Τοίχος που συν. Με θερμαινόμενο χώρο			0.130	0.130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0.130	0.000
	Στέγες, δώματα			0.100	0.040

Οροφή που συνορεύει με μ.θ.χ.	0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από pilotis	0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μ.θ.χ.	0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτ.)	$R_i =$	0.100
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_\lambda =$	2.000
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτ.)	$R_a =$	0.040
4	Αντίσταση θερμ. Αντισ. Κάτω από στέγη	$R_\phi =$	0.300
Αντίσταση Θερμοπερατότητας		$R_{ολ} =$	2.350

Συντελεστής Θερμοπερατότητας (W/m^2K)	U = 0.427	$U \leq U_{max}$	Πρέπει
Μέγιστος επιτρ. συντελ. Θερμοπερατότητας (W/m^2K)	$U_{max} = 0.450$	ΙΣΧΥΕΙ	$U \leq U_{max}$

2.12.1.6 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας θερμομονωμένης οροφής στον εξωτερικό αέρα. Στο Σχ. 2.5 φαίνεται σε τομή το εν λόγω δομικό στοιχείο με τις στρώσεις των υλικών του και στον Πίν. 2.7 δίνεται ο αναλυτικός τρόπος υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας του.



Σχήμα 2.5: Δομικά υλικά θερμομονωμένης οροφής στον εξωτερικό αέρα

Πίνακας 2.7: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας θερμομονωμένης οροφής στον εξωτερικό αέρα

Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής					
α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	πυκνότητα	πάχος στρώσης	συντ. Θερμ. Αγ.	Θερμ. Αντιστ.
		ρ (kg/m^3)	d (m)	λ (W/mK)	d/ λ
1	Πλακίδια	2000	0.005	1.050	0.005
2	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0.200	0.87	0.230
3	Ελαφροσκυρόδεμα	500	0.050	0.200	0.250
4	Θερμομονωτικό υλικό		0.060	0.036	1.667
5	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400	0.150	2.500	0.060
6	Ασβεστοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
		$\Sigma_d =$	0.485	$R_\lambda =$	2.234
Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (U)					
ΑΝΤ. ΘΕΡΜ. ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ				R_i (εσωτ.) (Km^2/W)	R_a (εξωτ.) (Km^2/W)

Δομικό Στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα	0.130	0.040
	Τοίχος που συν. Με θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
	Στέγες, δώματα	0.100	0.040
	Οροφή που συνορεύει με μ.θ.χ.	0.100	0.100
	Δάπεδο επάνω από pilotis	0.170	0.040
	Δάπεδο επάνω από μ.θ.χ.	0.170	0.170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτ.)	$R_i =$	0.100
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_\lambda =$	2.234
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτ.)	$R_a =$	0.040
Αντίσταση Θερμοπερατότητας		$R_{ολ} =$	2.234

Συντελεστής Θερμοπερατότητας (W/m²K)	U = 0.421	U ≤ U_{max}	Πρέπει
Μέγιστος επιτρ. συντελ. Θερμοπερατότητας (W/m²K)	U_{max} = 0.450	<u>ΙΣΧΥΕΙ</u>	U ≤ U_{max}

2.12.1.7 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα. Στον Πίν. 2.8 δίνονται συγκεντρωμένοι οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου, οι οποίοι πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.ΕΝ.Α.Κ και υπολογίστηκαν αναλυτικά στις προηγούμενες υποενότητες.

Πίνακας 2.8: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα συντελεστών θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων κατοικίας

Δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]
Εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0.455
Εξωτερική δοκός/ υποστύλωμα/ τοίχωμα σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0.440
Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	0.423
Οροφή κάτω από στέγη	0.427
Οροφή σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0.421

2.12.2 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων.

2.12.2.1 Γενικά. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w υπολογίζεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \quad (2.3)$$

όπου: U_f : ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
 U_g : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
 A_f : το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
 A_g : το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

l_g : το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και
 Ψ_g : ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να ισχύει:

$$U \leq U_{\delta,\sigma,\max} \quad (2.4)$$

όπου: U : ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου και
 $U_{\delta,\sigma,\max}$: η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το εκάστοτε δομικό στοιχείο.

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U_w \leq 3.00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Για τα κουφώματα του κτιρίου επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με ισχυρή θερμοδιακοπή, με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f = 2.10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό που θα πρέπει να προσκομιστεί στον ενεργειακό επιθεωρητή κατά την αποπεράτωση της οικοδομής. Θα φέρουν υαλοπίνακα με πάχη 4-16-4mm και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι $U_g = 2.80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό. Σημειώνεται ότι οι ανωτέρω απαιτήσεις είναι οι ελάχιστες για την εν λόγω κατασκευή και σε οποιαδήποτε περίπτωση η μη συμμόρφωση με τις ανωτέρω είναι ευθύνη του ιδιοκτήτη ή/και του κατασκευαστή. Επίσης στην περίπτωση μη επιλογής των ανωτέρω υλικών θα πρέπει να επιλεγθούν τουλάχιστον ίσης θερμοπερατότητας αν όχι καλύτερης.

2.12.2.2 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων.
 Στον Πίν. 2.9 δίνονται όλα τα δεδομένα για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας των ανοιγμάτων, όπως αυτά ελήφθησαν από τα σχέδια και από τα αποτελέσματα των υπολογισμών αυτών. Όπως φαίνεται οι τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας των κουφωμάτων ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις της περιοχής.

Πίνακας 2.9: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων.

α/α	Πρ.	Αζ.	Ποσ.	Ύψ. (m)	Πλάτος (m)	A_g (m ²)	A_f (m ²)	A_w (m ²)	L_g (m)	U_g (W/m ² K)	U_f (W/m ² K)	Ψ_g (W/mK)	U_w (W/m ² K)
1	A	90	5	1.4	1.2	0.9912	0.6888	1.68	6.6	2.8	2.2	0.08	2.827
2	B	0	1	0.9	0.8	0.4968	0.2232	0.72	3.4	2.8	2.2	0.08	2.961
3	B	0	1	0.9	0.8	0.4968	0.2232	0.72	3.4	2.8	2.2	0.08	2.961
4	BA	65	2	1.8	0.8	0.9936	0.4464	1.44	5.2	2.8	2.2	0.08	2.872
5	Δ	270	2	1.8	0.8	0.8496	0.5904	1.44	5.2	2.8	2.2	0.08	2.872
6	Δ	270	5	1.4	1.2	0.9912	0.6888	1.68	6.6	2.8	2.2	0.08	2.827
7	Δ	270	6	1.1	1.2	0.7788	0.5412	1.32	5.7	2.8	2.2	0.08	2.858
8	Δ	270	7	1.3	1.2	10.764	0.4836	1.56	5	2.8	2.2	0.08	2.839
9	Δ	270	3	2.3	1.4	18.998	13.202	3.22	9.7	2.8	2.2	0.08	2.754
10	N	180	3	2.3	1.4	18.998	13.202	3.22	9.7	2.8	2.2	0.08	2.754
11	N	180	4	2.3	2.4	32.568	22.632	5.52	11.7	2.8	2.2	0.08	2.683
12	N	180	3	2.3	1.4	18.998	13.202	3.22	9.7	2.8	2.2	0.08	2.754

13	N	180	3	2.3	1.4	18.998	13.202	3.22	9.7	2.8	2.2	0.08	2.754
14	N	180	3	2.3	1.4	18.998	13.202	3.22	9.7	2.8	2.2	0.08	2.754
15	N	180	3	2.3	1.4	18.998	13.202	3.22	9.7	2.8	2.2	0.08	2.754

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει το γινόμενο $U \cdot A$ των ανοιγμάτων το οποίο είναι: $U \cdot A_{\text{ανοιγμ.}} = 98,15 \text{ W/K}$

2.13 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

2.13.1 Γενικά. Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο πληροί τις προϋποθέσεις και τους περιορισμούς του Κ.Εν.Α.Κ. όπως υπολογίστηκε προηγουμένως, απαιτείται και το κτίριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας, U_m του κτιρίου δίνεται από τη σχέση:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^n l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad (2.5)$$

όπου: A_j : το εμβαδό δομικού στοιχείου j ,

U_j : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j ,

Ψ_i : ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας i ,

l_i : το μήκος της θερμογέφυρας i και

b : μειωτικός συντελεστής ο οποίος για λόγους απλοποίησης,

σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. στην προκειμένη περίπτωση μπορεί να ληφθεί ίσος με την μονάδα.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

$$U_m \leq U_{m,\max} \quad (2.6)$$

όπου: $U_{m,\max}$: ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου.

Σε περίπτωση που $U_m > U_{m,\max}$ ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει μία εκ των τριών παρακάτω επιλογών ή συνδυασμό τους και να αρχίσει εκ νέου τον υπολογισμό:

- να βελτιώσει την θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,
- να βελτιώσει την θερμική προστασία των διαφανών δομικών στοιχείων,
- να μειώσει την δημιουργία θερμογεφυρών στο κτιριακό κέλυφος, τροποποιώντας τον σχεδιασμό των δομικών στοιχείων στα οποία οφείλονται αυτές.

2.13.2 Προϋποθέσεις και περιορισμοί. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του Πίν. 2.10:

Πίνακας 2.10: Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας διάφορων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη

Δομικό στοιχείο	Σύμβ.	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² ·K)]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	UR	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	UT	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτές)	UFA	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	UTU	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	UTB	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	UFU	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	UFB	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	UW	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	UGF	2,20	2,00	1,80	1,80

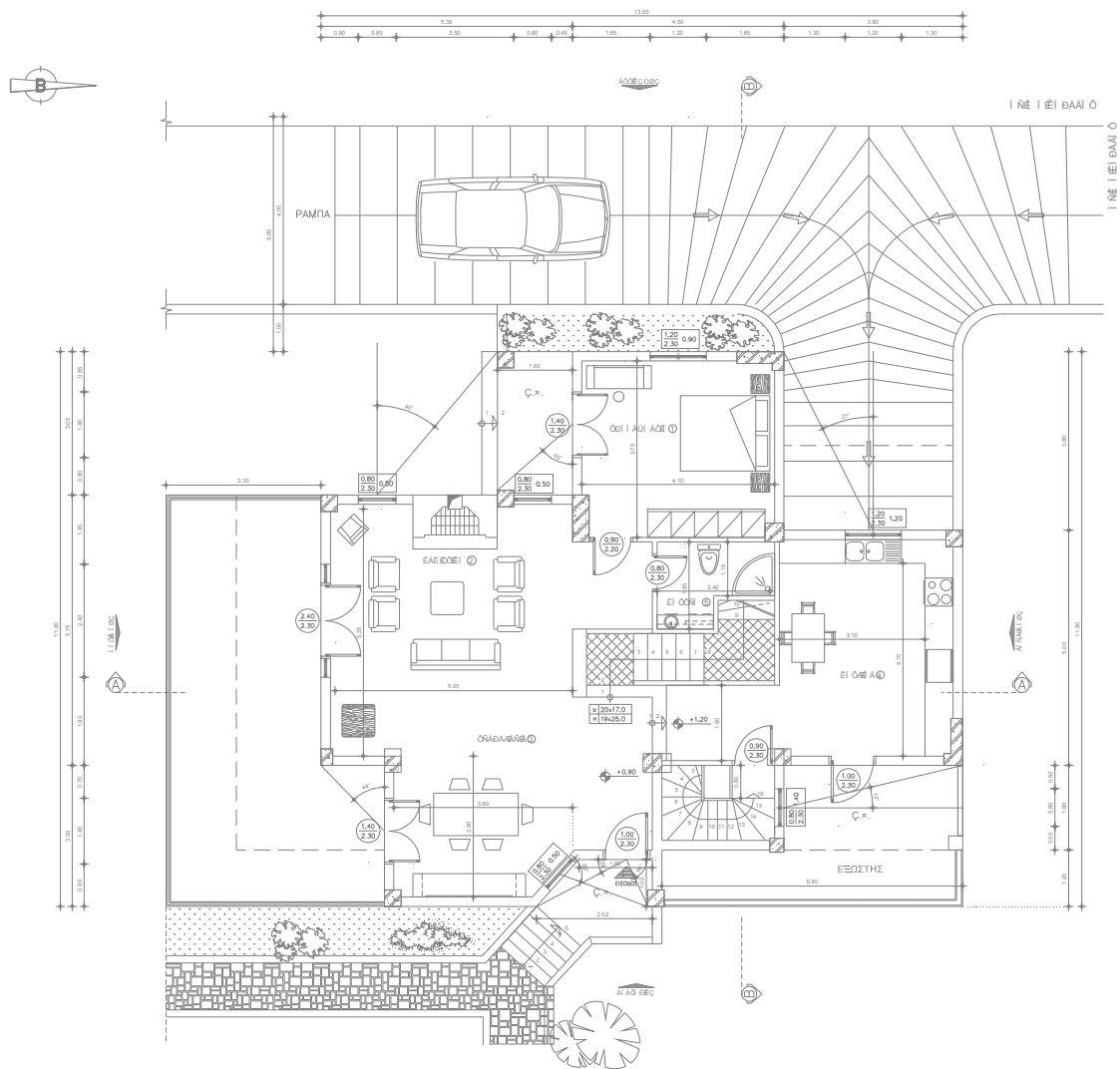
Ταυτόχρονα η τιμή του U_m του εξεταζόμενου κτιρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του Πίν. 2.11:

Πίνακας 2.11: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κτιρίου, ανά κλιματική ζώνη, συναρτήσεως του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του.

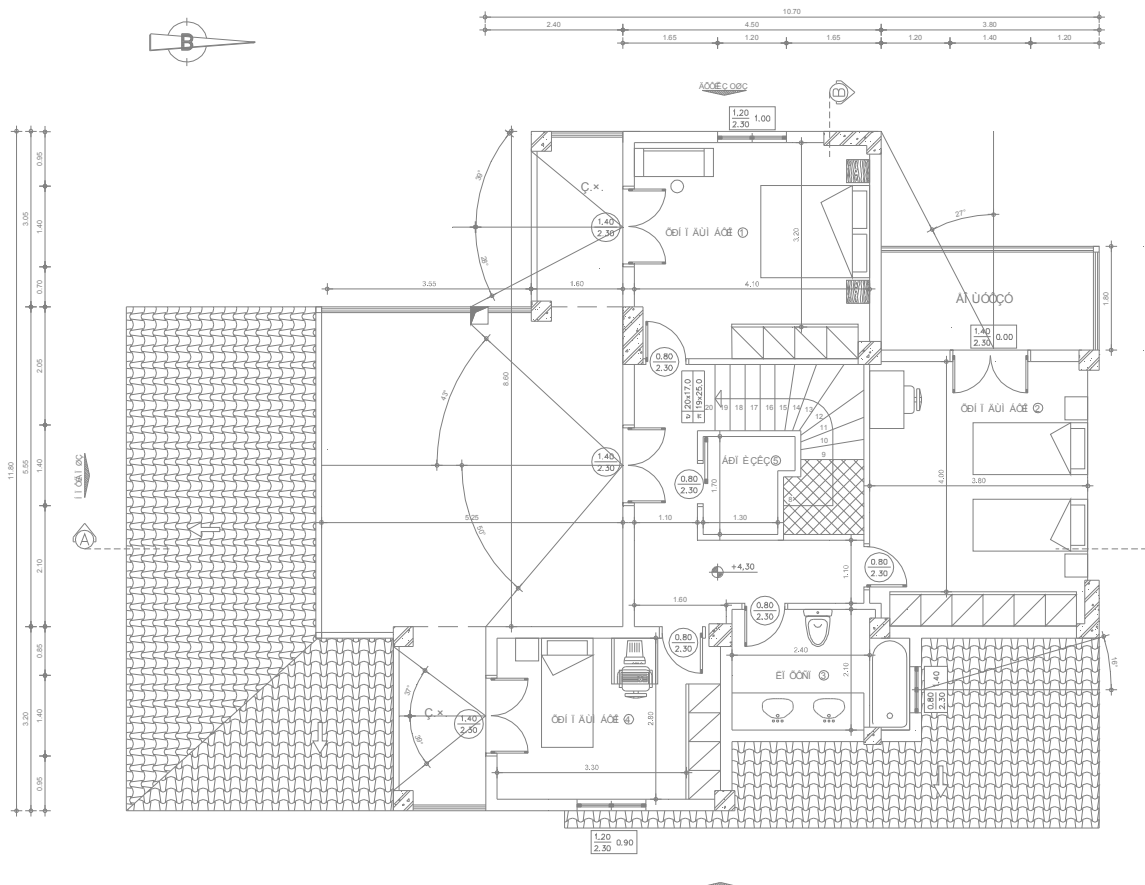
όγκος A/V (m ⁻¹)	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m [W/(m ² K)]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
<0.2	1.26	1.14	1.05	0.96
0.3	1.20	1.09	1.00	0.92
0.4	1.15	1.03	0.95	0.87
0.5	1.09	0.98	0.90	0.83
0.6	1.03	0.93	0.86	0.78
0.7	0.98	0.88	0.81	0.73
0.8	0.92	0.83	0.76	0.69
0.9	0.86	0.78	0.71	0.64
>1.0	0.81	0.73	0.66	0.60

2.13.3 Γενικά στοιχεία κτιριακού κελύφους. Το κτίριο θα κατασκευαστεί στο Δήμο Ρίου του Νομού Αχαΐας, οπότε βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. ανήκει στη Β κλιματική ζώνη. Στο κτίριο όλοι οι εσωτερικοί του χώροι είναι χώροι κύριας χρήσης κατοικίας και θεωρούνται όλοι θερμαινόμενοι.

Στα παρακάτω Σχ. 2.6 και 2.7 δίνονται σε κάτοψη και οι δύο όροφοι της κατοικίας που μελετάται στην παρούσα εργασία.



Σχήμα 2.6 : Κάτοψη ισογείου



Σχήμα 2.7 : Κάτοψη 'Α ορόφου

2.13.4 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου. Για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του λόγου της εξωτερικής περιβάλλουσας επιφάνειας των θερμαινόμενων τμημάτων του κτιρίου προς τον όγκο τους. Ο όγκος του κτιρίου και τα εμβαδά των επιφανειών των στοιχείων ελήφθησαν βάσει των αρχιτεκτονικών σχεδίων της μελέτης που προσαρτώνται στο παράρτημα Α της παρούσης και δίνονται στον παρακάτω Πίν. 2.12 μαζί με τον υπολογισμό του λόγου A/V.

Πίνακας 2.12: Υπολογισμός του λόγου A/V του κτιρίου

A/V			
Επιφάνειες	A	V	F/V
Τοιχοποιία ισογείου	163.38	318.07	
Τοιχοποιία Α ορόφου	137.01	264.92	
Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	109.68		
Οροφή στον εξωτερικό αέρα	30.76		
Οροφή κάτω από στέγη	77.92		
Σύνολα	648.18	732.45	0.885

Όπως προέκυψε $A/V = 0,885 \text{ m}^{-1}$ το οποίο από τον Πίν. 2.11 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max} = 0,77 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Στον Πίν. 2.13 που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων με τα αντίστοιχα γινόμενα $U \cdot A$ και τα αθροίσματα των $\Psi \cdot l$ δίνονται στον Πίν. 2.14.

Βάσει των εμβαδών των επιφανειών των δομικών στοιχείων που μετρήθηκαν και των συντελεστών θερμοπερατότητας που έχουν υπολογιστεί, αναλυτικά για το κάθε ένα από αυτά, υπολογίζουμε αντίστοιχα και το γινόμενο $U \cdot A$ και στην συνέχεια τον U_m του κτιρίου. Το αποτέλεσμα των υπολογισμών για τον U_m του κτιρίου δίνεται στην τελευταία γραμμή του Πίν. 2.13.

Πίνακας 2.13: Υπολογισμός $U \cdot A$ δομικών στοιχείων.

A/V			
Επιφάνειες	A (m ²)	U (W/m ² K)	U · A
Τοιχοποιία ισογείου	208.65	0.455	95.18
Σκυρόδεμα	32.39	0.440	16.20
Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	109.68	0.423	46.39
Οροφή στον εξωτερικό αέρα	30.76	0.421	12.95
Οροφή κάτω από στέγη	77.92	0.427	33.27
Ανοίγματα	35,40		98.15
Θερμογέφυρες			77.53
Σύνολα	539.68		390.709
$U_m = 0,724 \text{ W/m}^2\text{K}$			

Από τα ανωτέρω λοιπόν, προκύπτει, ο U_m του κτιρίου, που ισούται με:

$$U_m = 0,724 \text{ W/(m}^2\text{K)} \leq U_{m,max} = 0,77 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Συνεπώς, σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας U_m , το κτίριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

Πίνακας 2.14: Υπολογισμός $\Psi \cdot l$ (W/K)

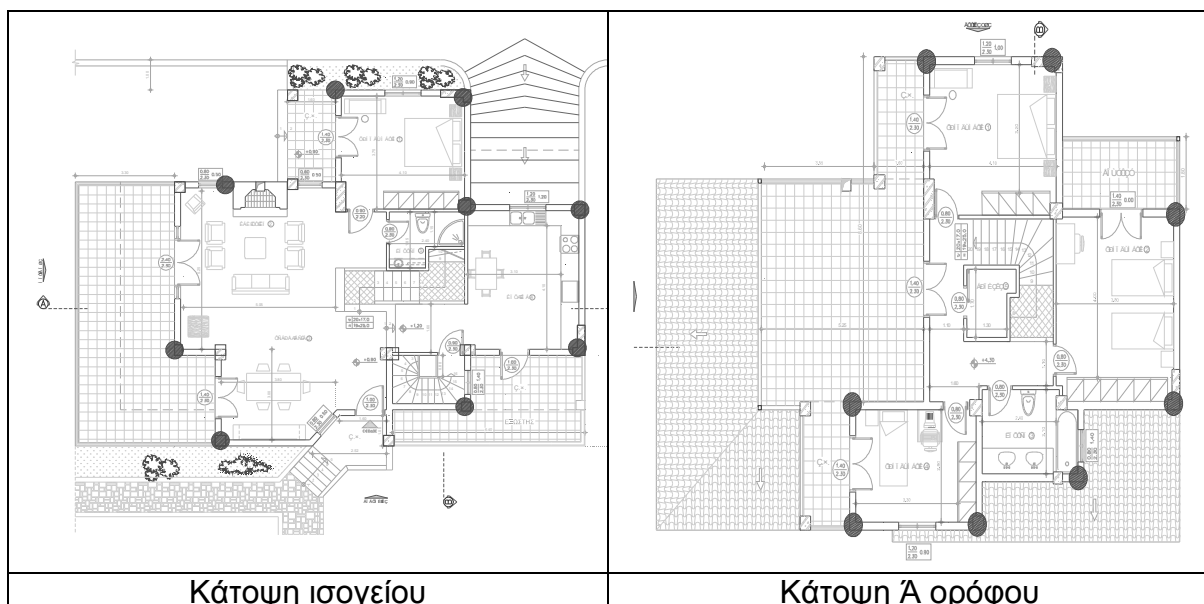
Επιφ.	Ψ	ΚΑΤ.	Ψ	l	n	b	$\Sigma(\Psi \cdot l \cdot n \cdot b)$
Α' όροφος	Εξωτερικές γωνίες	ΕΞΓ-11	0.2	3.05	4	1	2.44
		ΕΞΓ-14	0.15	3.05	2	1	0.915
		ΕΞΓ-12	0.05	3.05	2	1	0.305
	Εσωτερικές γωνίες	ΕΣΓ-9	0.1	3.05	3	1	0.915
		ΕΣΓ-11	0.1	3.05	1	1	0.305
	Οροφή σε προεξοχή	Δ-29	0.15	40.32	1	1	6.048
		Δ-16	0.05	4.6	1	1	0.23
	Ενδιάμεσο δάπεδο	ΕΔΠ-10	0.45	31.52	1	1	14.184
	Περίδεσμος ενίσχυσης	ΠΡ-3	0.3	31.52	1	1	9.456
	Λαμπάς κουφώματος	Λ-5	0.1	25.6	1	1	2.56
Άνω-κάτω κάσι κουφώματος	ΑΚ-11	0.1	17.6	1	1	1.76	

Ισόγειο	Εξωτερικές γωνίες	ΕΞΓ-14	0.15	3.25	5	1	2.4375
		ΕΞΓ-12	0.05	3.25	2	1	0.325
		ΕΞΓ-11	0.2	3.25	2	1	1.3
	Εσωτερικές γωνίες	ΕΣΓ-11	0.1	3.25	4	1	1.3
		ΕΣΓ-9	0.1	3.25	2	1	0.65
	Ενδιάμεσο δάπεδο	ΕΔΠ-10	0.45	34.62	1	1	15.579
	Περιδεσμος ενίσχυσης	ΠΡ-3	0.3	34.62	1	1	10.386
	Λαμπάς κουφώματος	Λ-5	0.1	27.8	1	1	2.78
Ανω-κάτω κάσι κουφώματος	ΑΚ-11	0.1	20	1	1	2	
ΣΥΝΟΛΟ							77.53

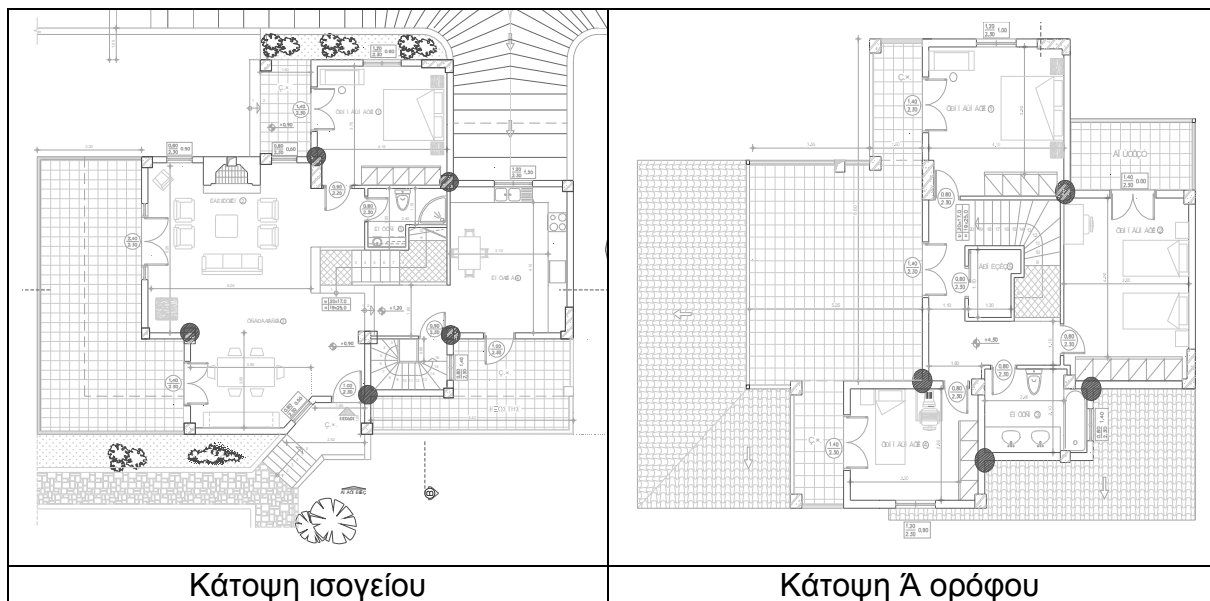
Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ_i της, ανά κατηγορία, θερμογέφυρας i , λήφθηκε από τους αντίστοιχους πίνακες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Για τη μείωση των θερμικών απωλειών λόγω θερμογεφυρών τα κουφώματα τοποθετούνται εξωτερικά και σε συνέχεια με τη θερμομόνωση σχεδόν σε όλα τα σημεία. Για την μείωση των απωλειών από τις θερμογέφυρες που δημιουργούνται στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι, υπάρχει συνέχεια της θερμομόνωσης (πάχους 2cm) κάθετα στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι των κουφωμάτων.

Τα σημεία στα οποία δημιουργούνται θερμογέφυρες δίνονται ενδεικτικά στο Σχήμα 2.8 όσον αφορά τις εξωτερικές γωνίες και στο Σχ. 2.9 για τις εσωτερικές γωνίες.



Σχήμα 2.8: θερμογέφυρες σε εξωτερικές γωνίες ανά όροφο



Σχήμα 2.9: θερμογέφυρες σε εσωτερικές γωνίες ανά όροφο

2.14 ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Ε.ν.Α.Κ., τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, πρέπει να πληρούν ορισμένες ελάχιστες προδιαγραφές όσον αφορά τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τους, όπως:

- Όπου τοποθετούνται κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) ή μονάδες παροχής νωπού αέρα ή μονάδες εξαερισμού και όσες από αυτές λειτουργούν με νωπό αέρα > 60% της παροχής τους, πρέπει να διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με απόδοση τουλάχιστον 50%.
- Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης-κλιματισμού και Ζ.Ν.Χ., πρέπει να διαθέτουν την ελάχιστη θερμομόνωση που καθορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Ιδιαίτερα τα δίκτυα που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους θα διαθέτουν κατ'ελάχιστον θερμομόνωση πάχους 19mm για θέρμανση-ψύξη-κλιματισμό και 13mm για Χ, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$ στους 20°C (ή ισοδύναμα πάχη άλλου πιστοποιημένου θερμομονωτικού υλικού).
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και επανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους πρέπει να διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$ στους 20°C, και ελάχιστο πάχος 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm (ή ισοδύναμα πάχη άλλων πιστοποιημένων θερμομονωτικών υλικών).
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου θα διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής σε μερικά φορτία, ή άλλο πιστοποιημένο ισοδύναμο σύστημα.
- Σε μεγάλα δίκτυα επανακυκλοφορίας Χ ανά κλάδους, θα χρησιμοποιούνται κυκλοφορητές με ρύθμιση στροφών ανάλογα με τη ζήτηση σε Χ.

- Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη τουλάχιστον του 60% των αναγκών σε Χ από ηλιοθερμικά συστήματα. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 11 του ν. 3661/08, καθώς και όταν οι ανάγκες σε Χ καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΣ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας των οποίων ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (A) είναι μεγαλύτερος από $(1,15 \cdot 1/\eta)$, όπου «η» είναι ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2009/28/EK. Μέχρι να καθορισθεί νομοθετικά η τιμή του η, ο A πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3.
- Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτίρια του τριτογενή τομέα πρέπει να έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m² ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.
- Σε κτίρια με πολλές ιδιοκτησίες και κεντρικά συστήματα, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης, ψύξης, καθώς και Ζ.Ν.Χ. (όπου εφαρμόζεται κεντρική παραγωγή/διανομή) και εφαρμόζεται κατανομή δαπανών με θερμιδομέτρηση.
- Σε όλα τα κτίρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου τουλάχιστον ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτιρίου.
- Σε όλα τα κτίρια του τριτογενή τομέα επιβάλλεται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργης ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (cosφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστο 0,95
- Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

2.15 ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

2.15.1 Γενικά. Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών του κτιρίου έγινε με το λογισμικό FINE ADAPT της 4M, «Θερμικές απώλειες» και παρατίθεται στην παρούσα ενότητα. Όλα τα κλιματολογικά δεδομένα ελήφθησαν από τους αντίστοιχους πίνακες της βιβλιοθήκης του λογισμικού, ενώ οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων δόθηκαν με βάση τα αποτελέσματα από τους υπολογισμούς μας, τα οποία φαίνονται συγκεντρωτικά στους Πίν.2.8 και 2.9 της υποενότητας 2.12.1.7 «*Συγκεντρωτικά αποτελέσματα*».

2.15.2. Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών. Με βάση το DIN 4701, οι θερμικές απώλειες ενός χώρου συνίστανται από:

- απώλειες θερμοπερατότητας Q_0 , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά

- στοιχεία (τοίχοι, ανοίγματα, δάπεδα, οροφές κλπ)
- απώλειες λόγω προσαυξήσεων.
- απώλειες αερισμού χώρου Q_L .

Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_0 = k \cdot F \cdot (t_i - t_a) = \frac{F \cdot (t_i - t_a)}{1/k} \quad \text{σε W (ή Kcal/h)} \quad (2.7)$$

όπου: Q_0 : οι απώλειες θερμότητας

F : η επιφάνεια του δομικού τμήματος m^2

k : ο συντελεστής θερμοπερατότητας $W/m^2 K$ (ή $Kcal/m^2 K$)

$1/k$: η αντίσταση θερμοπερατότητας σε $m^2 K/W$

t_i : η θερμοκρασία χώρου σε $^{\circ}C$

t_a : η θερμοκρασία εξωτερικού αέρα σε $^{\circ}C$

Οι προσαυξήσεις υπολογίζονται % και διακρίνονται σε:

προσαύξηση Z_H την επίδραση του προσανατολισμού.

($Z_H = -5$ για Ν, ΝΔ, ΝΑ, $Z_H = +5$ για Β, ΒΔ, ΒΑ και $Z_H = 0$ για Δ και Α)

προσαύξηση $Z_U + Z_A = Z_D$ διακοπής λειτουργίας και ψυχρών εξωτερικών τοίχων (στο DIN 4701/83 αγνοείται ο συντελεστής Z_U). Η προσαύξηση Z_D προσδιορίζεται με βάση το $D = Q_0 / (F_{ges} \cdot \Delta t)$, όπου F_{ges} η συνολική επιφάνεια που περιβάλλει τον χώρο, και τις ώρες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, σύμφωνα με τον Πίν. 2.15:

Πίνακας 2.15: Προσδιορισμός προσαύξησης Z_D βάσει τιμών D .

Z_D	Τιμή D		
Τρόπος Λειτουργίας	0,1-0,29	0,30-0,69	0,70-1,49
0 ώρες διακοπής	7	7	7
8-12 ώρες διακοπής	20	15	15
12-16 ώρες διακοπής	30	25	20

Ο συντελεστής Z_D για το DIN83 μεταβάλλεται ανάλογα με την τιμή του D περίπου γραμμικά παίρνοντας τιμές από το 0 μέχρι το 13.

Επομένως οι θερμικές απαιτήσεις μαζί με τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 (1 + Z_D + Z_H) = Q_0 \cdot Z \quad (2.8)$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L υπολογίζονται εναλλακτικά:

- από την σχέση που υπολογίζει τον απαιτούμενο αερισμό:

$$Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_i - t_a) \quad (\text{σε W}) \quad (2.9)$$

όπου: V : Όγκος εισερχομένου αέρα σε m^3/s

c : Ειδική θερμότητα του αέρα σε $kJ/g K$

ρ : Πυκνότητα του αέρα σε kg/m^3

- από την σχέση υπολογισμού απωλειών λόγω χαραμάδων (στην περίπτωση που δεν υπάρχει εξαερισμός):

$$Q_L = \sum Q_{Ai} \quad (2.10)$$

όπου: $Q_{Ai} = \alpha \cdot \Sigma l \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z_f$ για κάθε άνοιγμα.

Οι παράμετροι της παραπάνω σχέσης είναι:

α : Συντελεστής διείσδυσης αέρα

Σl : Συνολική περίμετρος ανοίγματος (σε m)

R : Συντελεστής διεισδυτικότητας (στο DIN 4701/83 ορίζεται ο συντελεστής r).

H : Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης (στο DIN 4701/83 ο συντελεστής H προσαυξάνεται αυτόματα για ύψος πάνω από 10 m σύμφωνα με τον συντελεστή ϵ_{GA}).

Δt : Διαφορά θερμοκρασίας (σε βαθμούς °C)

Z_f : Συντελεστής γωνιακών παραθύρων (στην περίπτωση γωνιακών παραθύρων παίρνει την τιμή 1.2 αντί της κανονικής 1)

Το τελικό σύνολο των θερμικών απωλειών δεν είναι παρά το άθροισμα των Q_T και Q_L , δηλαδή:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L \quad (2.11)$$

2.15.3. Παρουσίαση αποτελεσμάτων. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται πινακοποιημένα ως εξής:

Στο επάνω μέρος του Πίν. 2.17 παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία που έχουν απώλειες από θερμοπερατότητα με τα χαρακτηριστικά τους. Οι στήλες του πίνακα αντιστοιχούν στα ακόλουθα μεγέθη:

1. Είδος στοιχείου: (T_1 =τοίχος, T_2 =οπλισμένο σκυρόδεμα, A =Ανοιγμα, O_1 =θερμομονωμένη οροφή κάτω από στέγη, O_2 =οροφή στον εξωτερικό αέρα, $\Delta 2$ =Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο).
2. Προσανατολισμός
3. Πάχος
4. Μήκος
5. Ύψος ή πλάτος
6. Επιφάνεια
7. Αριθμός όμοιων επιφανειών
8. Συνολική Επιφάνεια
9. Συντελεστής k
10. Διαφορά Θερμοκρασίας Δt
11. Καθαρές Θερμικές Απώλειες

Στο κάτω μέρος του πίνακα συμπληρώνονται οι προσαυξήσεις και οι απώλειες αερισμού, με πλήρη ανάλυση. Στον Πίν. 2.16 δίνονται τα στοιχεία του κτιρίου.

Πίνακας 2.16: Στοιχεία κτιρίου

Πόλη	Πάτρα
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	-0,5
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους(°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	3
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Μεθοδολογία Υπολογισμού	DIN83
Σύστημα Μονάδων	Kcal/h

Πίνακας 2.17: Τυπικά Στοιχεία

Εξωτ. Τοίχοι - Οροφές	Συντ. k (Kcal/m ² h°C) Τοίχων - Οροφών	Εσωτ. Τοίχοι - Δάπεδα	Συντ. k (Kcal/m ² h°C) Εσ. Τοίχων - Δαπέδων	Ανοιγμ.	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντ. k (Kcal/m ² h°C) Ανοιγμάτων
T1	0.391	E1	0.391	A1	0.9	0.8	2.546
T2	0.430	E2		A2	1.8	0.8	2.470
T3		Δ1	0.392	A3	2.3	1.4	2.368
T4		Δ2		A4	2.3	2.4	2.307
T5		Δ3		A5	1.4	1.2	2.431
O1	0.367	Δ4		A6	1.1	1.2	2.458
O2	0.362	Δ5		A7	1.3	1.2	2.442

Τα δεδομένα των επιφανειών των χώρων φαίνονται στους ακόλουθους Πίν. 2.18-2.27.

Πίνακας 2.18: Δεδομένα επιφανειών – Υπνοδωμάτιο 1 ισογείου

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν. (m ²)	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Kcal/m ² h°C)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	B		3.80	3.25	12.35	1	12.35	4.07	8.28	0.391	20.50	66.37
T2	B	A	0.55	3.25	1.79	1	1.79		1.79	0.430	20.50	15.78
T2	B	A	3.80	0.60	2.28	1	2.28		2.28	0.430	20.50	20.10
T1	Δ		4.25	3.25	13.81	1	13.81	6.67	7.14	0.391	20.50	57.23
T2	Δ	A	0.75	3.25	2.44	1	2.44		2.44	0.430	20.50	21.51
A5	Δ	A	1.4	1.2	1.68	1	1.68		1.68	2.431	20.50	83.72
T2	Δ	A	4.25	0.60	2.55	1	2.55		2.55	0.430	20.50	22.48
T1	N		3.05	3.25	9.91	1	9.91	3.22	6.69	0.391	20.50	53.62
A3	N	A	2.3	1.4	3.22	1	3.22		3.22	2.368	20.50	156.3
T2	N		3.05	0.60	1.83	1	1.83		1.83	0.430	20.50	16.13
Δ1	E		3.80	4.25	16.15	1	16.15		16.15	0.392	10.00	63.31
Σύνολο καθαρών απωλειών:												577

Υπολογισμός θερμικών απωλειών – Υπνοδωμάτιο ισογείου

- Απώλειες θερμοπερατότητας $Q_0 = 577 \text{ Kcal/h}$
- Συνολική προσαύξηση $Z_D + Z_H = 20\%$. Οι απώλειες λόγω προσαυξήσεων είναι 115 Kcal/h . Συνεπώς, οι συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας είναι:
 $Q_T = Q_0 \cdot (1 + Z_D + Z_H) = 692 \text{ Kcal/h}$
- Οι απώλειες χαραμάδων είναι: $Q_L = \Sigma Q_{Ai} \cdot (Q_{Ai} = \alpha \cdot \Sigma l \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z_f) = 209,2 \text{ Kcal/h}$
 - Χαρακτηριστικός αριθμός κτιρίου $H = 0,60$
 - Χαρακτηριστικός αριθμός χώρου R (ή r) $= 0,9$
 - Συντελεστής γωνιακών παραθύρων $Z_f = 1$
- Απώλειες από εναλλαγές αέρα: $Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 312,0 \text{ Kcal/h}$
 - Όγκος χώρου $V = 3,80 \cdot 4,25 \cdot 3,25 = 52 \text{ m}^3$
 - Αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα: $n = 1$
- Σύνολο θερμικών απωλειών: $Q_{0L} = Q_T + Q_L = 1213 \text{ Kcal/h}$

Πίνακας 2.19: Δεδομένα επιφανειών – Καθιστικό ισογείου

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν. (m ²)	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Kcal/m ² h°C)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	N		5.75	3.25	18.69	1	18.69	11.24	7.45	0.391	20.50	59.72
T2	N	A	0.70	3.25	2.27	1	2.27		2.27	0.430	20.50	20.01
A4	N	A	2.3	2.4	5.52	1	5.52		5.52	2307	20.50	261.1
T2	N	A	5.75	0.60	3.45	1	3.45		3.45	0.430	20.50	30.41
T1	Δ		5.35	3.25	17.39	1	17.39	3.71	13.68	0.391	20.50	109.7
T2	Δ	A	0.70	3.25	2.27	1	2.27		2.27	0.430	20.50	20.01
A2	Δ	A	1.8	0.8	1.44	1	1.44		1.44	2470	20.50	72.91
T1	Δ		5.75	0.60	3.45	1	3.45		3.45	0.391	20.50	27.65
Δ1	E		3.23	10	32.30	1	32.30		32.30	0.392	10.00	126.6
O2			5.75	5.35	30.76	1	30.76		30.76	0.362	20.50	228.3
Σύνολο καθαρών απωλειών:												956

Υπολογισμός θερμικών απωλειών – Καθιστικό ισογείου

- Απώλειες θερμοπερατότητας $Q_0 = 956$ Kcal/h
- Συνολική προσαύξηση $Z_D + Z_H = 20\%$. Οι απώλειες λόγω προσαυξήσεων είναι 191Kcal/h. Συνεπώς, οι συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας είναι:
 $Q_T = Q_0 \cdot (1 + Z_D + Z_H) = 1148$ Kcal/h
- Οι απώλειες χαραμάδων είναι: $Q_L = \sum Q_{Ai} \cdot (Q_{Ai} = \alpha \cdot \Sigma l \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z_r) = 242,4$ Kcal/h
 - ο Χαρακτηριστικός αριθμός κτιρίου $H = 0,60$
 - ο Χαρακτηριστικός αριθμός χώρου R (ή r) = 0,9
 - ο Συντελεστής γωνιακών παραθύρων $Z_r = 1$
- Απώλειες από εναλλαγές αέρα: $Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 1872$ Kcal/h
 - ο Όγκος χώρου $V = 3,80 \cdot 4,25 \cdot 3,25 = 105$ m³
 - ο Αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα: $n = 3$
- Σύνολο θερμικών απωλειών: $Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 3262$ Kcal/h

Πίνακας 2.20: Δεδομένα επιφανειών – Τραπεζαρία ισογείου

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν. (m ²)	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Kcal/m ² h°C)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	N		3	3.25	9.75	1	9.75	3.43	6.32	0.391	20.50	50.66
T2	N	A	0.50	3.25	1.63	1	1.63		1.63	0.430	20.50	14.37
T2	N	A	3	0.60	1.80	1	1.80		1.80	0.430	20.50	15.87
T1	A		4.81	3.25	15.63	1	15.63	2.89	12.74	0.391	20.50	102.1
T2	A	A	4.81	0.6	2.89	1	2.89		2.89	0.430	20.50	25.48
T1	BA		1.34	3.25	4.36	1	4.36	1.44	2.92	0.391	20.50	23.41
A2	BA	A	1.8	0.8	1.44	1	1.44		1.44	2.470	20.50	72.91
T1	E		1.60	3.25	5.20	1	5.20	2.59	2.61	0.391	10.00	10.21
T2	E	A	0.50	3.25	1.63	1	1.63		1.63	0.430	10.00	7.01
T2	E	A	1.60	0.60	0.96	1	0.96		0.96	0.430	10.00	4.13

Δ1		1.291	10	12.91	1	12.91		12.91	0.392	10.00	50.61
Σύνολο καθαρών απωλειών											377

Υπολογισμός θερμικών απωλειών – Τραπεζαρία ισογείου

- Απώλειες θερμοπερατότητας $Q_0 = 377 \text{ Kcal/h}$
- Συνολική προσαύξηση $Z_D+Z_H = 20\%$. Οι απώλειες λόγω προσαυξήσεων είναι 75 Kcal/h . Συνεπώς, οι συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας είναι:
 $Q_T = Q_0 \cdot (1+Z_D+Z_H) = 452 \text{ Kcal/h}$
- Οι απώλειες χαραμάδων είναι: $Q_L = \sum Q_{Ai} \cdot (Q_{Ai} = \alpha \cdot \Sigma l \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z_f) = 86,35 \text{ Kcal/h}$
 - ο Χαρακτηριστικός αριθμός κτιρίου $H = 0,60$
 - ο Χαρακτηριστικός αριθμός χώρου R (ή r) $= 0,9$
 - ο Συντελεστής γωνιακών παραθύρων $Z_f = 1$
- Απώλειες από εναλλαγές αέρα: $Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 748,3 \text{ Kcal/h}$
 - ο Όγκος χώρου $V = 3,80 \cdot 4,25 \cdot 3,25 = 42 \text{ m}^3$
 - ο Αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα: $n = 3$
- Σύνολο θερμικών απωλειών: $Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 1287 \text{ Kcal/h}$

Πίνακας 2.21: Δεδομένα επιφανειών – Κουζίνα ισογείου

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν. (m ²)	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Kcal/m ² h°C)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	B		5	3.25	16.25	1	16.25	7.39	8.86	0.391	20.50	71.02
T2	B	A	1.35	3.25	4.39	1	4.39		4.39	0.430	20.50	38.70
T2	B	A	5	0.60	3.00	1	3.00		3.00	0.430	20.50	26.44
T1	Δ		4	3.25	13.00	1	13.00	2.95	10.05	0.391	20.50	80.56
T2	Δ	A	0.50	3.25	1.63	1	1.63		1.63	0.430	20.50	14.37
A6	Δ	A	1.1	1.2	1.32	1	1.32		1.32	2.458	20.50	66.51
T2	Δ		4	0.60	2.40	1	2.40		2.40	0.430	20.50	21.16
T1	E		1.40	3.25	4.55	1	4.55	0.84	3.71	0.391	10.00	14.51
T2	E	A	1.40	0.60	0.84	1	0.84		0.84	0.430	10.00	3.61
Δ1			2.42	10	24.20	1	24.20		24.20	0.392	10.00	94.86
Σύνολο καθαρών απωλειών:												432

Υπολογισμός θερμικών απωλειών – Κουζίνα ισογείου

- Απώλειες θερμοπερατότητας $Q_0 = 432 \text{ Kcal/h}$
- Συνολική προσαύξηση $Z_D+Z_H = 20\%$. Οι απώλειες λόγω προσαυξήσεων είναι 86 Kcal/h . Συνεπώς, οι συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας είναι:
 $Q_T = Q_0 \cdot (1+Z_D+Z_H) = 518 \text{ Kcal/h}$
- Οι απώλειες χαραμάδων είναι: $Q_L = \sum Q_{Ai} \cdot (Q_{Ai} = \alpha \cdot \Sigma l \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z_f) = 76,38 \text{ Kcal/h}$
 - ο Χαρακτηριστικός αριθμός κτιρίου $H = 0,60$
 - ο Χαρακτηριστικός αριθμός χώρου R (ή r) $= 0,9$
 - ο Συντελεστής γωνιακών παραθύρων $Z_f = 1$
- Απώλειες από εναλλαγές αέρα: $Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 1403 \text{ Kcal/h}$
 - ο Όγκος χώρου $V = 3,80 \cdot 4,25 \cdot 3,25 = 79 \text{ m}^3$
 - ο Αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα: $n = 3$

- Σύνολο θερμικών απωλειών: $Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 1997 \text{ Kcal/h}$

Πίνακας 2.22: Δεδομένα επιφανειών – Λουτρό ισογείου

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν. (m ²)	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Kcal/m ² h °C)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	Ε		3.83	3.25	12.45	1	12.45		12.45	0.391	10.00	48.68
T2	Ε		3.83	0.60	2.30	1	2.30		2.30	0.430	10.00	9.89
Δ1			1.8	2	3.60	1	3.60		3.60	0.392	10.00	14.11
Σύνολο καθαρών απωλειών:												73

Υπολογισμός θερμικών απωλειών – Λουτρό ισογείου

- Απώλειες θερμοπερατότητας $Q_0 = 73 \text{ Kcal/h}$
- Συνολική προσαύξηση $Z_D + Z_H = 20\%$. Οι απώλειες λόγω προσαυξήσεων είναι 15 Kcal/h . Συνεπώς, οι συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας είναι:
 $Q_T = Q_0 \cdot (1 + Z_D + Z_H) = 87 \text{ Kcal/h}$
- Οι απώλειες χαραμάδων είναι: $Q_L = \sum Q_{Ai}$ ($Q_{Ai} = \alpha \cdot \Sigma l \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z_f$) = 0
- Απώλειες από εναλλαγές αέρα: $Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 208,7 \text{ Kcal/h}$
 - ο Όγκος χώρου $V = 3,80 \cdot 4,25 \cdot 3,25 = 12 \text{ m}^3$
 - ο Αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα: $n = 3$
- Σύνολο θερμικών απωλειών: $Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 296 \text{ Kcal/h}$

Πίνακας 2.23: Δεδομένα επιφανειών – Υπνοδωμάτιο 1 Α' ορόφου

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν. (m ²)	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Kcal/m ² h °C)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	B		3.80	3.05	11.59	1	11.59	3.96	7.63	0.391	20.50	61.16
T2	B	A	0.55	3.05	1.68	1	1.68		1.68	0.430	20.50	14.81
T2	B	A	3.80	0.60	2.28	1	2.28		2.28	0.430	20.50	20.10
T1	Δ		4.5	3.05	13.72	1	13.72	7.31	6.41	0.391	20.50	51.38
T2	Δ	A	1	3.05	3.05	1	3.05		3.05	0.430	20.50	26.89
A7	Δ	A	1.3	1.2	1.56	1	1.56		1.56	2.442	20.50	78.10
T2	Δ	A	4.5	0.60	2.70	1	2.70		2.70	0.430	20.50	23.80
T1	N		4.05	3.05	12.35	1	12.35	8.70	3.65	0.391	20.50	29.26
T2	N	A	1	3.05	3.05	1	3.05		3.05	0.430	20.50	26.89
T2	N	A	4.05	0.60	2.43	1	2.43		2.43	0.430	20.50	21.42
A3	N	A	2.3	1.4	3.22	1	3.22		3.22	2.368	20.50	156.3
T1	E		3.10	3.05	9.45	1	9.45	1.86	7.59	0.391	10.00	29.68
T2	E	A	3.10	0.60	1.86	1	1.86		1.86	0.430	10.00	8.00
O1			4.50	3.80	17.10	1	17.10		17.10	0.367	20.50	128.7
Σύνολο καθαρών απωλειών:												676

Υπολογισμός θερμικών απωλειών – Υπνοδωμάτιο 1 Α' ορόφου

- Απώλειες θερμοπερατότητας $Q_0 = 676 \text{ Kcal/h}$

- Συνολική προσαύξηση $Z_D+Z_H = 20\%$. Οι απώλειες λόγω προσαυξήσεων είναι 135Kcal/h. Συνεπώς, οι συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας είναι:

$$Q_T = Q_0 \cdot (1+Z_D+Z_H) = 812 \text{ Kcal/h}$$
- Οι απώλειες χαραμάδων είναι: $Q_L = \sum Q_{Ai} (Q_{Ai} = \alpha \cdot \Sigma l \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z_r) = 208,9 \text{ Kcal/h}$
 - Χαρακτηριστικός αριθμός κτιρίου $H = 0,60$
 - Χαρακτηριστικός αριθμός χώρου R (ή r) = 0,9
 - Συντελεστής γωνιακών παραθύρων $Z_r = 1$
- Απώλειες από εναλλαγές αέρα: $Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 620,1 \text{ Kcal/h}$
 - Όγκος χώρου $V = 3,80 \cdot 4,25 \cdot 3,25 = 52 \text{ m}^3$
 - Αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα: $n = 2$
- Σύνολο θερμικών απωλειών: $Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 1638 \text{ Kcal/h}$

Πίνακας 2.24: Δεδομένα επιφανειών – Υπνοδωμάτιο 2 Α΄ ορόφου

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν. (m ²)	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Kcal/m ² h°C)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	B		5	3.05	15.25	1	15.25	7.12	8.13	0.391	20.50	65.17
T2	B	A	1.35	3.05	4.12	1	4.12		4.12	0.430	20.50	36.32
T2	B	A	5	0.60	3.00	1	3.00		3.00	0.430	20.50	26.44
T1	Δ		4	3.05	12.20	1	12.20	7.14	5.06	0.391	20.50	40.56
T2	Δ	A	0.5	3.05	1.52	1	1.52		1.52	0.430	20.50	13.40
T2	Δ	A	4	0.60	2.40	1	2.40		2.40	0.430	20.50	21.16
A3	Δ	A	2.3	1.4	3.22	1	3.22		3.22	2.368	20.50	156.3
T1	A		3.1	3.05	9.45	1	9.45	3.38	6.07	0.391	20.50	48.65
T2	A	A	0.5	3.05	1.52	1	1.52		1.52	0.430	20.50	13.40
T2	A	A	3.1	0.6	1.86	1	1.86		1.86	0.430	20.50	16.40
T1	E		4.15	3.05	12.66	1	12.66	2.49	10.17	0.391	10.00	39.76
T2	E	A	4.15	0.6	2.49	1	2.49		2.49	0.430	10.00	10.71
O1			4	5	20.00	1	20.00		20.00	0.367	20.50	150.5
Σύνολο καθαρών απωλειών:												639

Υπολογισμός θερμικών απωλειών – Υπνοδωμάτιο 2 Α΄ ορόφου

- Απώλειες θερμοπερατότητας $Q_0 = 639 \text{ Kcal/h}$
- Συνολική προσαύξηση $Z_D+Z_H = 20\%$. Οι απώλειες λόγω προσαυξήσεων είναι 128Kcal/h. Συνεπώς, οι συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας είναι:

$$Q_T = Q_0 \cdot (1+Z_D+Z_H) = 767 \text{ Kcal/h}$$
- Οι απώλειες χαραμάδων είναι: $Q_L = \sum Q_{Ai} (Q_{Ai} = \alpha \cdot \Sigma l \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z_r) = 122,9 \text{ Kcal/h}$
 - Χαρακτηριστικός αριθμός κτιρίου $H = 0,60$
 - Χαρακτηριστικός αριθμός χώρου R (ή r) = 0,9
 - Συντελεστής γωνιακών παραθύρων $Z_r = 1$
- Απώλειες από εναλλαγές αέρα: $Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 725,3 \text{ Kcal/h}$
 - Όγκος χώρου $V = 3,80 \cdot 4,25 \cdot 3,25 = 61 \text{ m}^3$
 - Αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα: $n = 2$
- Σύνολο θερμικών απωλειών: $Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 1615 \text{ Kcal/h}$

Πίνακας 2.25: Δεδομένα επιφανειών – Υπνοδωμάτιο 4 Α΄ ορόφου

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν. (m ²)	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Kcal/m ² h°C)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	B		1.20	3.05	3.66	1	3.66	1.79	1.87	0.391	20.50	14.99
T2	B	A	0.35	3.05	1.07	1	1.07		1.07	0.430	20.50	9.43
T2	B	A	1.20	0.60	0.72	1	0.72		0.72	0.430	20.50	6.35
T1	A		4.30	3.05	13.12	1	13.12	5.17	7.95	0.391	20.50	63.72
T2	A	A	0.30	3.05	0.91	1	0.91		0.91	0.430	20.50	8.02
A5	A	A	1.4	1.2	1.68	1	1.68		1.68	2.431	20.50	83.72
T2	A	A	4.30	0.60	2.58	1	2.58		2.58	0.430	20.50	22.74
T1	Δ		2.40	3.05	7.32	1	7.32	1.44	5.88	0.391	20.50	47.13
T2	Δ	A	2.40	0.60	1.44	1	1.44		1.44	0.430	20.50	12.69
O1			2	9.08	18.16	1	18.16		18.16	0.367	20.50	136.6
Σύνολο καθαρών απωλειών:												405

Υπολογισμός θερμικών απωλειών – Υπνοδωμάτιο 4 Α΄ ορόφου

- Απώλειες θερμοπερατότητας $Q_0 = 405 \text{ Kcal/h}$
- Συνολική προσαύξηση $Z_D + Z_H = 20\%$. Οι απώλειες λόγω προσαυξήσεων είναι 81 Kcal/h . Συνεπώς, οι συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας είναι:
 $Q_T = Q_0 \cdot (1 + Z_D + Z_H) = 486 \text{ Kcal/h}$
- Οι απώλειες χαραμάδων είναι: $Q_L = \sum Q_{Ai} (Q_{Ai} = \alpha \cdot \Sigma l \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z_r) = 86,35 \text{ Kcal/h}$
 - ο Χαρακτηριστικός αριθμός κτιρίου $H = 0,60$
 - ο Χαρακτηριστικός αριθμός χώρου R (ή r) = $0,9$
 - ο Συντελεστής γωνιακών παραθύρων $Z_r = 1$
- Απώλειες από εναλλαγές αέρα: $Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 658,6 \text{ Kcal/h}$
 - ο Όγκος χώρου $V = 3,80 \cdot 4,25 \cdot 3,25 = 55 \text{ m}^3$
 - ο Αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα: $n = 2$
- Σύνολο θερμικών απωλειών: $Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 1231 \text{ Kcal/h}$

Πίνακας 2.26: Δεδομένα επιφανειών – Λουτρό Α΄ ορόφου

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν. (m ²)	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Kcal/m ² h°C)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	A		3.30	3.05	10.07	1	10.07	3.12	6.95	0.391	20.50	55.71
T2	A	A	0.35	3.25	1.14	1	1.14		1.14	0.430	20.50	10.05
T2	A	A	3.30	0.6	1.98	1	1.98		1.98	0.430	20.50	17.45
T1	B		1.80	3.05	5.49	1	5.49	1.80	3.69	0.391	20.50	29.58
A1	B	A	0.9	0.8	0.72	1	0.72		0.72	2.546	20.50	37.58
T2	B	A	1.80	0.60	1.08	1	1.08		1.08	0.430	20.50	9.52
O1			2	3.08	6.16	1	6.16		6.16	0.367	20.50	46.34
Σύνολο καθαρών απωλειών:												206

Υπολογισμός θερμικών απωλειών – Λουτρό Α΄ ορόφου

- Απώλειες θερμοπερατότητας $Q_0 = 206 \text{ Kcal/h}$
- Συνολική προσαύξηση $Z_D+Z_H = 20\%$. Οι απώλειες λόγω προσαυξήσεων είναι 41 Kcal/h . Συνεπώς, οι συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας είναι:

$$Q_T = Q_0 \cdot (1+Z_D+Z_H) = 247 \text{ Kcal/h}$$
- Οι απώλειες χαραμάδων είναι: $Q_L = \sum Q_{Ai} \text{ (} Q_{Ai} = \alpha \cdot \Sigma l \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z_T \text{)} = 56,46 \text{ Kcal/h}$
 - Χαρακτηριστικός αριθμός κτιρίου $H = 0,60$
 - Χαρακτηριστικός αριθμός χώρου R (ή r) $= 0,9$
 - Συντελεστής γωνιακών παραθύρων $Z_T = 1$
- Απώλειες από εναλλαγές αέρα: $Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 223,4 \text{ Kcal/h}$
 - Όγκος χώρου $V = 3,80 \cdot 4,25 \cdot 3,25 = 19 \text{ m}^3$
 - Αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα: $n = 2$
- Σύνολο θερμικών απωλειών: $Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 527 \text{ Kcal/h}$

Πίνακας 2.27: Δεδομένα επιφανειών – Χωλ Α΄ ορόφου

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν. (m ²)	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Kcal/m ² h°C)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/h)
T1	N		4.55	3.05	13.88	1	13.88	5.95	7.93	0.391	20.50	63.56
A3	N	A	2.3	1.4	3.22	1	3.22		3.22	2.368	20.50	156.3
T2	N	A	4.55	0.60	2.73	1	2.73		2.73	0.430	20.50	24.06
Σύνολο καθαρών απωλειών:												244

Υπολογισμός θερμικών απωλειών – Χωλ Α΄ ορόφου

- Απώλειες θερμοπερατότητας $Q_0 = 244 \text{ Kcal/h}$
- Συνολική προσαύξηση $Z_D+Z_H = 20\%$. Οι απώλειες λόγω προσαυξήσεων είναι 49 Kcal/h . Συνεπώς, οι συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας είναι:

$$Q_T = Q_0 \cdot (1+Z_D+Z_H) = 293 \text{ Kcal/h}$$
- Οι απώλειες χαραμάδων είναι: $Q_L = \sum Q_{Ai} \text{ (} Q_{Ai} = \alpha \cdot \Sigma l \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z_T \text{)} = 122,9 \text{ Kcal/h}$
 - Χαρακτηριστικός αριθμός κτιρίου $H = 0,60$
 - Χαρακτηριστικός αριθμός χώρου R (ή r) $= 0,9$
 - Συντελεστής γωνιακών παραθύρων $Z_T = 1$
- Απώλειες από εναλλαγές αέρα: $Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 163,1 \text{ Kcal/h}$
 - Όγκος χώρου $V = 3,80 \cdot 4,25 \cdot 3,25 = 15 \text{ m}^3$
 - Αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα: $n = 1,5$
- Σύνολο θερμικών απωλειών: $Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 552 \text{ Kcal/h}$

Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον παρακάτω Πίν. 2.28

Πίνακας 2.28: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμικών απωλειών κατοικίας

	α/α	Ονομασία Χώρου	Q _Θ (Kcal/h)	Q _Θ (Watt)
Ισόγειο	1	υπνοδωμάτιο	1213	1411
	2	καθιστικό	3262	3793
	3	τραπεζαρία	1287	1497
	4	κουζίνα	1997	2322
	5	λουτρό	296	344
Α' όροφος	1	υπνοδωμάτιο-1	1638	1905
	2	υπνοδωμάτιο-2	1615	1878
	3	υπνοδωμάτιο-4	1231	1431
	4	λουτρό	527	613
	5	χωλ	552	642
Συνολικές Απώλειες			13618	15836

2.16 ΜΕΛΕΤΗ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

2.16.1 Γενικά. Ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων του κτιρίου έγινε με το λογισμικό FINE ADAPT της 4M, «Θερμικές απώλειες» και παρατίθεται στην παρούσα ενότητα. Όλα τα κλιματολογικά δεδομένα ελήφθησαν από τους αντίστοιχους πίνακες της βιβλιοθήκης του λογισμικού, ενώ οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων δόθηκαν με βάση τα αποτελέσματα από τους υπολογισμούς μας, τα οποία φαίνονται συγκεντρωτικά στους Πίν.2.8 και 2.9 της υποενότητας 2.12.1.7 «Συγκεντρωτικά αποτελέσματα».

2.16.2 Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών. Το ψυκτικό φορτίο (ή θερμικό κέρδος) ενός χώρου προκύπτει από το άθροισμα των φορτίων που οφείλονται στις ακόλουθες αιτίες:

1. Εξωτερικοί τοίχοι:

$$Q_i = K \cdot A \cdot Dt_{ei} \quad (2.12)$$

όπου: Q_i : το φορτίο κατά την ώρα i

i : οι ώρες της ημέρας

K : η θερμική αγωγιμότητα τοίχου

A : το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου

Dt_{ei} : η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για την ώρα i

Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά παίρνεται από πίνακες ανάλογα με το βάρος του τοίχου και τον προσανατολισμό του. Οι τιμές του Πίν. 2.32 διορθώνονται σύμφωνα με συντελεστή διόρθωσης (υπολογίζεται από τον Πίν. 2.31 σύμφωνα με την ημερήσια διακύμανση και τη διαφορά της εξωτερικής θερμοκρασίας στις 3μ.μ. του υπολογιζόμενου μήνα από τη θερμοκρασία χώρου) και το χρώμα του τοίχου. Έτσι έχουμε:

- για σκούρο χρώμα:

$$Dt_{ei} = (Dt_{emi} + D) \quad (2.13)$$

- για ενδιάμεσο χρώμα:

$$Dt_{ei} = 0,78 \cdot (Dt_{emi} + D) + 0,22 \cdot (Dt_{esi} + D) \quad (2.14)$$

- για ανοικτό χρώμα:

$$Dt_{ei} = 0,55 \cdot (Dt_{emi} + D) + 0,45 \cdot (Dt_{esi} + D) \quad (2.15)$$

όπου: D : ο συντελεστής διόρθωσης τοίχων

Dt_{emi} : η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά ανάλογα με τον προσανατολισμό και το βάρος, για τοίχο εκτεθειμένο σε ήλιο

Dt_{esi} : η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά από πίνακα, ανάλογα με το βάρος, για τοίχο σκιασμένο (Βόρειος προσανατολισμός)

Αν ο τοίχος είναι σκιασμένος, τότε το σκιασμένο τμήμα του τοίχου υπολογίζεται με ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά ($Dt_{esi}+D$) ενώ το υπόλοιπο τμήμα με την θερμοκρασιακή διαφορά που αναφέρθηκε παραπάνω δηλαδή:

$$Q_i = (K \cdot Dt_{ei} \cdot R_e) + (K \cdot (Dt_{esi} + D) \cdot R_{es}) \quad (2.16)$$

όπου: R_e : η επιφάνεια εκτεθειμένη στον ήλιο

R_{es} : η σκιασμένη επιφάνεια

2. Οροφές. Ο υπολογισμός των φορτίων από οροφές είναι αντίστοιχος με τον υπολογισμό των εξωτερικών τοίχων, χρησιμοποιώντας διαφορετικό πίνακα ισοδύναμων θερμοκρασιακών διαφορών.

3. Εσωτερικοί τοίχοι. Ο υπολογισμός των φορτίων από εσωτερικούς τοίχους προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της θερμικής αγωγιμότητας του τοίχου με το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου και με την ισοδύναμη διαφορά θερμοκρασίας για κάθε ώρα.

$$Q_i = K \cdot A \cdot Dt_i \quad (2.17)$$

όπου: Q_i : Το φορτίο κατά την ώρα i

i : Οι ώρες της ημέρας 8πμ-6μμ

K : Θερμική αγωγιμότητα τοίχου

A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου

Dt_i : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά σε μη κλιματιζόμενους χώρους για την ώρα i

4. Δάπεδα. Τα φορτία από τα δάπεδα υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q = K \cdot A \cdot Dt \quad (2.18)$$

όπου: Q : το υπολογιζόμενο φορτίο

K : η θερμική αγωγιμότητα του δαπέδου

A : το εμβαδόν της επιφάνειας του δαπέδου

Dt : η διαφορά της θερμοκρασίας του κλιματιζόμενου χώρου από τη

θερμοκρασία εδάφους (θεωρείται σταθερή)

5. Ανοίγματα. Τα φορτία από τα ανοίγματα προκύπτουν από το άθροισμα των φορτίων από θερμική αγωγιμότητα και των φορτίων από ακτινοβολία.

$$Q_i = Q_{ki} + Q_{ai} \quad (2.19)$$

όπου: Q_i : το συνολικό φορτίο από τα ανοίγματα κατά την ώρα i
 Q_{ki} : το φορτίο λόγω θερμικής αγωγιμότητας κατά την ώρα i
 Q_{ai} : το φορτίο λόγω ακτινοβολίας κατά την ώρα i

Το φορτίο λόγω θερμικής αγωγιμότητας (Q_{ki}) δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q_{ki} = K \cdot A \cdot Dt_i \quad (2.20)$$

όπου: i : οι ώρες της ημέρας
 K : η θερμική αγωγιμότητα του ανοίγματος
 A : το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος
 Dt_i : η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για αγωγιμότητα ανοιγμάτων κατά την ώρα i .

Ο υπολογισμός της ισοδύναμης θερμοκρασιακής διαφοράς για αγωγιμότητα ανοιγμάτων (Dt_i) αναφέρεται αναλυτικά στην αρχή του υποκεφαλαίου. Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της επιφάνειας του ανοίγματος με το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό τζάμι διορθωμένο κατά τους απαραίτητους συντελεστές:

$$Q_{ai} = A \cdot D_i \cdot E_{Souti} \cdot E_{Sin} \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot \left(1 + \frac{A_t \cdot 0,007}{300}\right) \cdot \left(1 + \frac{(19,5 - T_{adp}) \cdot 0,005}{4}\right) + \\ + A \cdot D_{esi} \cdot (1 - E_{Souti}) \cdot E_{Sin} \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot \left(1 + \frac{A_t \cdot 0,007}{300}\right) \cdot \left(1 + \frac{(19,5 - T_{adp}) \cdot 0,005}{4}\right) \quad (2.21)$$

όπου: i : οι ώρες της ημέρας 8πμ-6μμ
 A : το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος
 D_i : το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό τζάμι, για τον δοθέντα προσανατολισμό
 D_{esi} : το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό σκιασμένο τζάμι (βόρειος προσανατολισμός)
 E_{Souti} : ο συντελεστής εξωτερικής σκίασης
 E_{Sin} : ο συνολικός συντελεστής για ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από τζάμια με ή χωρίς μηχανισμό σκίασης
 S_1 : ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από το πλαίσιο του ανοίγματος. Έχει τιμή 1 για τζάμια με ξύλινο πλαίσιο και 1.17 για τζάμια χωρίς πλαίσιο ή μεταλλικό πλαίσιο
 S_2 : συντελεστής που εξαρτάται από την ύπαρξη ή όχι ομίχλης. Έχει τιμή 1 για περιοχή χωρίς ομίχλη και τιμή 0.90 για περιοχή με ομίχλη
 A_t : το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται το κτίριο
 T_{adp} : η τιμή του σημείου δρόσου

6. Φορτία φωτισμού. Τα θερμικά κέρδη λόγω φωτισμού υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$q_{tot} = q_{c,\theta} + q_{r,\theta} = (q_{t,\theta} \cdot C_p) + R_p \cdot (r_0 \cdot q_{r,\theta} + r_1 \cdot q_{r,\theta-1} + \dots + r_{23} \cdot q_{r,\theta-23}) \quad (2.22)$$

όπου: $q_{t,\theta} = q_\theta \cdot L_c \cdot H_{c,\theta}$

$$q_{r,\theta} = q_{t,\theta} \cdot R_p$$

q_θ : το φορτίο φωτισμού ανά ώρα θ

L_c : ο συντελεστής φωτισμού

$H_{c,\theta}$: ο ετεροχρονισμός ανά ώρα θ

R_p, C_p : το ποσοστό ακτινοβολιών και μεταγωγικών θερμικών κερδών.

r_0, r_1, \dots : οι συντελεστές ακολουθίας ακτινοβολίας

Τα θερμικά κέρδη του προηγούμενου βήματος χωρίζονται σε δύο μέρη, το ακτινοβολιών και το μεταγωγικό κομμάτι. Ο διαχωρισμός γίνεται με χρήση του ενδεικτικού Πίν. 2.29 της ASHRAE που ένα μέρος του φαίνεται και παρακάτω:

Πίνακας 2.29: Ενδεικτικός πίνακας της ASHRAE καταμερισμού των θερμικών κερδών λόγω φωτισμού.

Ακτινοβολιών R_p (%)	Μεταγωγικό C_p (%)	
100	0	Εκπεμπόμενη ηλιακή ενέργεια χωρίς εσωτερική σκίαση
63	37	Ανοίγματα με εσωτερική σκίαση
63	37	Απορροφημένη ηλιακή ενέργεια (από εξωτερική σκίαση)
0	100	Προσαγωγή και απόρριψη αέρα
56	44	Άτομα καθισμένα σε θέατρο. Πολύ ελαφρά εργασία
52	48	Εργασία γραφείου, όρθιοι, ελαφρά εργασία, περπάτημα.
88	12	Υπολογιστής
63	37	Οθόνη
78	22	Αντιγραφικό

7. Υπολογισμός φορτίων ατόμων. Το θερμικό φορτίο από τα άτομα διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Οι σχέσεις υπολογισμού είναι οι παρακάτω:

$$Q_{ai} = \sum_{j=1}^k (F_{aj} \cdot N_{ji}) \quad (2.23)$$

$$Q_{li} = \sum_{j=1}^k (F_{lj} \cdot N_{ji}) \quad (2.24)$$

όπου: Q_{ai} : το αισθητό φορτίο από τα άτομα την ώρα i

Q_{li} : το λανθάνον φορτίο από τα άτομα την ώρα i

j : ο τύπος βαθμού ενεργητικότητας των ατόμων σύμφωνα με τον πίνακα της Carrier.

F_{aj} : το αισθητό φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας j που εξαρτάται από την θερμοκρασία ξηρού βολβού του χώρου

F_{lj} : το λανθάνον φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας j . Εξαρτάται από την θερμοκρασία ξηρού βολβού του χώρου

N_{ji} : ο αριθμός των ατόμων βαθμού ενεργητικότητας j που βρίσκονται στο

χώρο κατά την ώρα i

Ειδικότερα, ανάλογα με τον βαθμό ενεργητικότητας και την εσωτερική θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου, τα λανθάνοντα και αισθητά φορτία λαμβάνονται από τον ακόλουθο Πίν. 2.30:

Πίνακας 2.30: Θερμικό φορτίο ατόμων ανάλογα με το βαθμό ενεργητικότητας και την εσωτερική θερμοκρασία του χώρου.

Βαθμός ενεργητικότητας ατόμων	Αισθητά και λανθάνοντα φορτία (σε Kcal/h) ανάλογα με την εσωτερική θερμοκρασία χώρου									
	T=23,5		T=24,5		T=25,5		T=26,5		T=27,5	
	A	Λ	A	Λ	A	Λ	A	Λ	A	Λ
Καθισμένοι σε ακινησία	60	26	56	30	52	34	48	38	44	52
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία	64	39	59	44	55	48	50	53	46	57
Καθισμένοι, τρώγοντας	76	69	70	75	65	80	60	85	55	90
Δουλειά Γραφείου	76	54	70	60	65	65	60	70	55	75
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά	90	70	83	77	77	83	71	89	65	95
Καθιστική εργασία (Εργοστάσιο)	100	98	93	105	86	112	79	119	73	125
Ελαφρά εργασία (Εργοστάσιο)	100	160	93	167	86	174	79	181	73	187
Μέτριος Χορός	120	202	111	211	103	219	95	227	87	235
Βαριά εργασία (Εργοστάσιο)	165	240	153	252	142	263	131	274	121	284
Βαριά εργασία (Γυμναστήριο)	187	263	173	277	160	290	147	303	135	315

8. Φορτία συσκευών. Όπως το φορτίο από τα άτομα έτσι και το φορτίο από τις συσκευές διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Οι σχέσεις υπολογισμού είναι οι παρακάτω:

$$Q_a = \sum_{j=1}^k (F_{aj} \cdot N_j) + Q_1 \quad (2.25)$$

$$Q_l = \sum_{j=1}^k (F_{lj} \cdot N_j) + Q_2 \quad (2.26)$$

όπου: Q_a : το συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές
 Q_l : το συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές
 j : ο τύπος της συσκευής σύμφωνα με τον πίνακα 7
 F_{aj} : το αισθητό φορτίο μίας συσκευής τύπου j
 F_{lj} : το λανθάνον φορτίο μίας συσκευής τύπου j
 N_j : ο αριθμός των συσκευών τύπου j που λειτουργούν στο χώρο
 Q_1 : συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες
 Q_2 : συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες.

Ειδικότερα, τα θερμικά κέρδη για τις διάφορες Συσκευές (σε Kcal/h), λαμβάνονται από τον ακόλουθο πίν. 2.30:

Πίνακας 2.30: Θερμικά κέρδη για διάφορους τύπους συσκευών

Είδος συσκευής	Αισθητό Φορτίο (kcal/h)	Λανθάνον Φορτίο (kcal/h)
Μικρή αερίου	500	125
Μεγάλη αερίου	1500	400
Ηλεκτρική 300 W	400	200
Ηλεκτρική 1 KW	600	150
Ηλεκτρική 2 KW	1200	300
Ηλεκτρική 4 KW	2000	800
Κινητήρας 1/4 HP	200	-
Κινητήρας 1 HP	700	-
Κινητήρας 5 HP	3000	-

9. Φορτία από χαραμάδες. Τα φορτία αυτά λαμβάνονται υπόψη μόνο όταν δεν υπάρχουν στο χώρο εναλλαγές αέρα από κλιματιστικές συσκευές και υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q_i = \sum_{j=1}^n (P_j \cdot a_j \cdot b) \cdot Dt_i \quad (2.27)$$

όπου: Q_i : Το συνολικό φορτίο από χαραμάδες την ώρα i

P_j : Η περίμετρος του ανοίγματος j

n : Ο αριθμός των ανοιγμάτων

a_j : Ο συντελεστής διείσδυσης του αέρα για το άνοιγμα j . Εξαρτάται από τον τύπο του ανοίγματος

b : Συντελεστής που εξαρτάται από την έκθεση του κτιρίου σε ανέμους, το λόγο της επιφάνειας των εξωτερικών ανοιγμάτων προς την επιφάνεια των εσωτερικών ανοιγμάτων και τη θέση του ανοιγμάτων. Η τιμή του κυμαίνεται από 0.24 έως 1.6

Dt_i : Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού κατά την ώρα i

10. Αερισμός. Ο υπολογισμός αυτός αφορά την εισαγωγή εξωτερικού αέρα για αερισμό των κλιματιζόμενων χώρων. Το φορτίο του αερισμού διακρίνεται σε αισθητό και σε λανθάνον, και υπολογίζεται από τους παρακάτω τύπους:

$$Q_{ai} = 0,29 \cdot V \cdot n \cdot Dt_i \quad (2.28)$$

$$Q_{li} = 0,71 \cdot V \cdot n \cdot D_g \quad (2.29)$$

όπου: Q_{ai} : Το αισθητό φορτίο αερισμού την ώρα i

Q_{li} : Το λανθάνον φορτίο αερισμού την ώρα i

V : Ο όγκος του χώρου

n : Ο αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα

Dt_i : Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού κατά την ώρα i

D_g : Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική απόλυτη υγρασία. Η διαφορά αυτή θεωρείται σταθερή για όλες τις ώρες υπολογισμού

2.16.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται συγκεντρωτικά και αναλυτικά για όλες τις ώρες από 8 πμ μέχρι 6 μμ. Στα φύλλα υπολογισμών ανά χώρο, τα αποτελέσματα πινακοποιούνται στις παρακάτω ομάδες:

1. Πίνακας Επιφανειών χώρων Πίν. 2.40, 2.52, 2.64, 2.76, 2.88:

- 1.Είδος στοιχείου: (T_1 =τοίχος, T_2 =οπλισμένο σκυρόδεμα, A =Ανοιγμα, O_1 =θερμομονωμένη οροφή κάτω από στέγη, O_2 =οροφή στον εξωτερικό αέρα, $\Delta 2$ =Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο). Προσανατολισμός
- Μήκος (m)
- Πλάτος (m)
- Επιφάνεια (m^2)
- Αριθμός όμοιων επιφανειών
- Συνολική επιφάνεια (m^2)
- Αφαιρούμενη επιφάνεια (m^2)
- Επιφάνεια υπολογισμού (m^2)
- Συντελεστής εσωτερικής σκίασης
- Ύπαρξη εξωτερικής σκίασης

2. Φορτία του παραπάνω πίνακα ανά επιφάνεια και ώρα (btu/h, w, ή kcal/h), Πίν. 2.42, 2.54, 2.66, 2.78, 2.90.

3. Πρόσθετα Φορτία ανά ώρα (btu/h, w, ή kcal/h), Πίν. 2.49, 2.61, 2.73, 2.85, 2.97.

- Φωτισμού Πίν. 2.43, 2.44, 2.55, 2.56, 2.67, 2.68, 2.79, 2.80, 2.91, 2.92
- Ατόμων Πίν. 2.45, 2.46, 2.57, 2.58, 2.69, 2.70, 2.81, 2.82, 2.93, 2.94
- Συσκευών Πίν. 2.47, 2.48, 2.59, 2.60, 2.71, 2.72, 2.83, 2.84, 2.95, 2.96

4. Συνολικά Φορτία Χώρου ανά ώρα (kbtu/h, kw, ή Mcal/h) 2.50, 2.62., 2.62, 2.74, 2.86, 2.98

5. Φορτία Αερισμού ανά ώρα (και μέγιστο) (kbtu/h, kw, ή kcal/h), Πίν. 2.51, 2.63, 2.75, 2.87, 2.99.

Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται οι γεωμετρικές διαστάσεις των στοιχείων, καθώς επίσης και ενδείξεις σχετικές με πιθανές σκιάσεις σε αυτά.

Στην δεύτερη ομάδα παρουσιάζονται τα ψυκτικά φορτία όπως υπολογίστηκαν για κάθε στοιχείο, σύμφωνα με τους παραπάνω κανόνες υπολογισμών 1-5.

Η τρίτη ομάδα περιέχει τα φορτία που οφείλονται σε πρόσθετες αιτίες, δηλαδή στον φωτισμό, τα άτομα, συσκευές και χαραμάδες (κανόνες 6-9), και αναλύονται σε αισθητό, λανθάνον και συνολικό φορτίο.

Στην τελευταία ομάδα παρουσιάζονται τα σύνολα των φορτίων ανά ώρα, και ξεχωριστά για αισθητό και λανθάνον, αλλά και συνολικά, καθώς επίσης και τα φορτία αερισμού. Τέλος, οι συντελεστές σκίασης παρουσιάζονται σε ξεχωριστά φύλλα.

Πίνακας 2.31: Διόρθωση θερμοκρασίας ανά ώρα ανάλογα με την ημερήσια διακύμανση

Διακ.	Ωρα			
	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
5,0	-0,5	-0,8	-1,1	-1,9
7,5	-0,5	-0,8	-1,1	-2,2
10,0	-0,5	-1,0	-1,5	-2,7
12,5	-0,5	-1,1	-1,7	-2,9
15,0	-0,5	-1,2	-1,9	-3,3
17,5	-0,5	-1,5	-2,6	-4,3
20,0	-0,5	-2,0	-3,4	-5,4
22,5	-0,5	-2,2	-3,9	-5,9
25,0	-1,1	-2,8	-4,5	-6,7

Πίνακας 2.32: Ισοδύναμες διαφορές θερμοκρασιών τοίχων ανά ώρα (°C)

Ώρα	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Προσανατολισμός	BA				A			
Τυπ.Α	10.0	10.0	10.0	11.0	13.0	13.0	13.0	14.0
Τυπ.Β	10.0	11.0	11.0	11.0	14.0	14.0	15.0	15.0
Τυπ.Γ	12.0	12.0	13.0	13.0	16.0	17.0	17.0	16.0
Τυπ.Δ	13.0	14.0	14.0	14.0	18.0	18.0	18.0	17.0
Τυπ.Ε	14.0	15.0	14.0	14.0	19.0	18.0	18.0	17.0
Τυπ.Φ	15.0	15.0	14.0	13.0	19.0	18.0	17.0	15.0
Τυπ.Ζ	15.0	14.0	12.0	10.0	16.0	15.0	13.0	11.0
Ώρα	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Προσανατολισμός	NA				N			
Τυπ.Α	12.0	12.0	13.0	13.0	8.0	9.0	9.0	10.0
Τυπ.Β	13.0	14.0	14.0	14.0	9.0	10.0	11.0	11.0
Τυπ.Γ	16.0	16.0	16.0	16.0	11.0	12.0	13.0	14.0
Τυπ.Δ	18.0	18.0	18.0	17.0	13.0	15.0	16.0	16.0
Τυπ.Ε	20.0	19.0	18.0	17.0	18.0	19.0	18.0	17.0
Τυπ.Φ	20.0	19.0	17.0	16.0	22.0	21.0	19.0	17.0
Τυπ.Ζ	16.0	15.0	13.0	11.0	21.0	17.0	14.0	11.0
Ώρα	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Προσανατολισμός	NΔ				Δ			
Τυπ.Α	10.0	10.0	10.0	11.0	10.0	10.0	11.0	11.0
Τυπ.Β	9.0	10.0	11.0	13.0	8.0	9.0	11.0	12.0
Τυπ.Γ	10.0	12.0	14.0	16.0	9.0	11.0	13.0	16.0
Τυπ.Δ	12.0	15.0	18.0	20.0	10.0	13.0	17.0	20.0
Τυπ.Ε	18.0	21.0	24.0	25.0	15.0	20.0	24.0	27.0
Τυπ.Φ	24.0	28.0	30.0	29.0	22.0	27.0	32.0	33.0
Τυπ.Ζ	35.0	34.0	29.0	20.0	37.0	40.0	37.0	27.0
Ώρα	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Προσανατολισμός	BΔ				B			
Τυπ.Α	8.0	8.0	8.0	9.0	6.0	6.0	6.0	7.0
Τυπ.Β	7.0	8.0	8.0	9.0	6.0	6.0	7.0	7.0
Τυπ.Γ	7.0	9.0	10.0	12.0	6.0	7.0	8.0	9.0
Τυπ.Δ	8.0	10.0	12.0	15.0	7.0	8.0	9.0	10.0
Τυπ.Ε	11.0	14.0	18.0	21.0	10.0	10.0	11.0	12.0
Τυπ.Φ	15.0	19.0	24.0	26.0	12.0	12.0	13.0	13.0
Τυπ.Ζ	26.0	31.0	31.0	23.0	14.0	14.0	15.0	12.0

Πίνακας 2.32: Ισοδύναμες διαφορές θερμοκρασιών οροφών ανά ώρα (°C)

Ώρα	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Οροφή	Χωρίς ψευδοροφές				Με ψευδοροφές			
Τυπ.1	39.0	33.0	25.0	17.0	41.0	37.0	31.0	23.0
Τυπ.2	41.0	39.0	35.0	29.0	33.0	35.0	34.0	32.0
Τυπ.3	40.0	40.0	37.0	32.0	34.0	36.0	36.0	34.0
Τυπ.4	37.0	37.0	34.0	30.0	24.0	25.0	26.0	26.0
Τυπ.5	36.0	35.0	32.0	27.0	30.0	31.0	32.0	31.0
Τυπ.6	33.0	35.0	36.0	35.0	24.0	27.0	29.0	30.0
Τυπ.7	27.0	29.0	31.0	31.0	19.0	21.0	23.0	24.0
Τυπ.8	22.0	25.0	28.0	30.0	16.0	19.0	21.0	23.0
Τυπ.9	28.0	29.0	30.0	29.0	19.0	20.0	21.0	21.0
Τυπ.10	24.0	27.0	28.0	29.0	18.0	19.0	21.0	22.0
Τυπ.11	20.0	22.0	24.0	25.0	16.0	16.0	17.0	18.0

Τυπ.12	22.0	24.0	25.0	25.0	17.0	18.0	18.0	19.0
Τυπ.13	16.0	18.0	20.0	22.0	14.0	15.0	16.0	18.0

Οι τύποι οροφής παρουσιάζονται τον Πίν. 2.33, ο παράγοντας μέγιστου ηλιακού κέρδους στον Πίν 2.34, το ηλιακό ύψος και το αζιμούθιο στον Πίν. 2.35 και ο παράγοντας ψυκτικού φορτίου στον Πίν. 2.36

Πίνακας 2.33: Τύποι οροφής κατά ASHRAE

Τύποι οροφής 1-13 κατά ASHRAE	
1	Από Λαμαρίνα με μόνωση 25 ή 50 mm
2	Ξύλινη 25 mm με μόνωση 25 mm
3	Συμπαγής 100 mm
4	Συμπαγής 50 mm με μόνωση 25 ή 50 mm
5	Ξύλινη 25 mm με μόνωση 50 mm
6	Συμπαγής 150 mm
7	Ξύλινη 65 mm με μόνωση 25 mm
8	Συμπαγής 200 mm
9	Συμπαγής 100 mm με μόνωση 25 ή 50 mm
10	Ξύλινη 65 mm με μόνωση 50 mm
11	Ταράτσα οροφής
12	Συμπαγής 150 mm με μόνωση 25 ή 50 mm
13	Ξύλινη 100 mm με μόνωση 25 ή 50 mm

Πίνακας 2.34: Παράγοντας μέγιστου ηλιακού κέρδους παραθύρων (Kcal/h·m²)

Προσ/μός Ημ/νία	BA	A	NA	N	NΔ	Δ	ΒΔ	B	Ο
20 Απρ.	380	608	551	418	551	608	380	92	684
21 Μαΐ.	448	597	475	307	475	597	448	100	719
21 Ιούν.	467	584	437	258	437	584	467	130	727
23 Ιουλ.	442	586	461	247	461	586	442	103	711
24 Αυγ.	366	586	532	404	532	586	366	95	670
22 Σεπτ.	236	556	613	543	613	556	236	81	584

Πίνακας 2.35: Ηλιακό ύψος και αζιμούθιο ανά μήνα και ώρα (σε μοίρες)

Ημερ/νία	4μμ		5μμ		6μμ		7μμ	
	ηλ. ύψ.	Αζιμ.	ηλ. ύψ.	Αζιμ.	ηλ. ύψ.	Αζιμ.	ηλ. ύψ.	Αζιμ.
20 Απρ.	30	259	19	270	7	279	0	289
21 Μαΐ.	35	268	23	277	12	286	1	295
21 Ιούν.	38	270	26	280	15	288	4	297
23 Ιουλ.	37	267	25	276	14	285	3	294
24 Αυγ.	31	259	20	270	8	279	0	289
22 Σεπτ.	21	251	10	261	0	271	0	281

Πίνακας 2.36: Παράγοντας ψυκτικού φορτίου (CLF)

Προσ/μός	Με εσωτερική σκίαση				Χωρίς εσωτερική σκίαση			
	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
BA	0,20	0,16	0,12	0,06	0,26	0,23	0,21	0,17
A	0,17	0,14	0,11	0,06	0,26	0,23	0,21	0,17
NA	0,22	0,18	0,13	0,08	0,33	0,29	0,25	0,21
N	0,35	0,27	0,19	0,11	0,47	0,41	0,36	0,29
NΔ	0,81	0,69	0,45	0,16	0,58	0,59	0,53	0,41

Δ	0,82	0,81	0,61	0,16	0,5	0,56	0,55	0,41
ΒΔ	0,73	0,82	0,69	0,16	0,42	0,51	0,54	0,39
Β	0,75	0,78	0,91	0,24	0,74	0,75	0,79	0,61
Οριζ.	0,58	0,42	0,25	0,14	0,62	0,56	0,47	0,38

Στον Πίν. 2.37 δίνονται τα φορτία μέσω των τζαμιών ανά ώρα.

Πίνακας 2.37: Πίνακας απολαβής φορτίων μέσω τζαμιών από ακτινοβολία ανά ώρα (Kcal/h)

Τυπικό άνοιγμα		Α1				Α2			
Ωρα		4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Προσ/μός									
BA		7.4	4.4	1.8	0.2	7.4	4.4	1.8	0.2
A		6.3	3.9	1.7	0.2	6.3	3.9	1.7	0.2
NA		8.1	5.0	2.0	0.1	8.1	5.0	2.0	0.1
N		14.7	8.0	2.9	0.0	14.7	8.0	2.9	0.0
ΝΔ		182.8	123.4	43.5	0.0	182.8	123.4	43.5	0.0
Δ		249.4	232.9	118.0	0.0	249.4	232.9	118.0	0.0
ΒΔ		152.6	188.0	122.0	0.0	152.6	188.0	122.0	0.0
B		30.0	33.3	47.3	0.4	30.0	33.3	47.3	0.4
Τυπικό άνοιγμα		Α3				Α4			
Ωρα		4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Προσ/μός									
BA		7.4	4.4	1.8	0.2	7.4	4.4	1.8	0.2
A		6.3	3.9	1.7	0.2	6.3	3.9	1.7	0.2
NA		8.1	5.0	2.0	0.1	8.1	5.0	2.0	0.1
N		14.7	8.0	2.9	0.0	14.7	8.0	2.9	0.0
ΝΔ		182.8	123.4	43.5	0.0	182.8	123.4	43.5	0.0
Δ		249.4	232.9	118.0	0.0	249.4	232.9	118.0	0.0
ΒΔ		152.6	188.0	122.0	0.0	152.6	188.0	122.0	0.0
B		30.0	33.3	47.3	0.4	30.0	33.3	47.3	0.4
Τυπικό άνοιγμα		Α5				Α6			
Ωρα		4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Προσ/μός									
BA		7.4	4.4	1.8	0.2	7.4	4.4	1.8	0.2
A		6.3	3.9	1.7	0.2	6.3	3.9	1.7	0.2
NA		8.1	5.0	2.0	0.1	8.1	5.0	2.0	0.1
N		14.7	8.0	2.9	0.0	14.7	8.0	2.9	0.0
ΝΔ		182.8	123.4	43.5	0.0	182.8	123.4	43.5	0.0
Δ		249.4	232.9	118.0	0.0	249.4	232.9	118.0	0.0
ΒΔ		152.6	188.0	122.0	0.0	152.6	188.0	122.0	0.0
B		30.0	33.3	47.3	0.4	30.0	33.3	47.3	0.4
Τυπικό άνοιγμα		Α7				X			
Ωρα		4μμ	5μμ	6μμ	7μμ				
Προσ/μός									
BA		7.4	4.4	1.8	0.2				
A		6.3	3.9	1.7	0.2				
NA		8.1	5.0	2.0	0.1				
N		14.7	8.0	2.9	0.0				
ΝΔ		182.8	123.4	43.5	0.0				
Δ		249.4	232.9	118.0	0.0				
ΒΔ		152.6	188.0	122.0	0.0				
B		30.0	33.3	47.3	0.4				

Τα κλιματολογικά στοιχεία παρατίθενται παρακάτω στον Πίν. 2.38.

Πίνακας 2.38: Θερμοκρασιακά στοιχεία

Ημερομηνία	Μέγ. Θερμοκρασία	Διακύμανση (°C)							
21 Ιουν.	31,8	12,6							
23 Ιουλ.	33,7	13,1							
24 Αυγ.	33,3	13,0							
Εσωτερική υγρασία (%)									
		46							
Εξωτερική υγρασία (%)									
		46							
Εσωτερική θερμοκρασία (°C)									
		26							
Διαφορά T εξωτ. - T μη κλιμ. χώρων (°C)									
		5							
Αριθμός επιπέδων κτιρίου (1-15)									
		2							
Τυπικό ύψος επιπέδου (m)									
		3							
Σύστημα μονάδων									
		Watt							
Μεθοδολογία									
		ASHRAE CLTD							
Διόρθωση εξωτ. θερμοκρασίας για το 24ωρο (23 Ιουλίου)									
Ώρες	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ					
Εξωτ. θερμοκρασία	33,2	32,6	32,0	30,7					
ΔT μη κλιμ. χώρων	2,2	1,6	1,0	-0,3					
Μέση θερμοκρασία 23 Ιουλίου			28,03						
Προσανατολισμός	BA	A	NA	N	NΔ	Δ	BΔ	B	O
Διόρθωση (ΔT)	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Τα τυπικά στοιχεία του κτιρίου φαίνονται στον Πίν. 2.39.

Πίνακας 2.39: Τυπικά στοιχεία κτιρίου

Εξ. Τοίχοι	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Συντ. k (Kcal/m ² hc) τοίχων οροφών	Χρώμα	Συντ. k (W/m ² K) τοίχων οροφών		
T1	Εξωτερική τοιχοποιία	C	0.455	3	0.455		
T2	Σκυρόδεμα	C	0.5	3	0.5		
Δάπεδα	Περιγραφή		Συντ. k (Kcal/m ² hc) Εσ. Τοίχων δαπέδων	Συντ. k (W/m ² K) Εσ. Τοίχων δαπέδων			
Δ2	Δάπεδο σε μη θερμαινόμενο χώρο		0,423	0,423			
Ανοίγματα	Περιγραφή	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντ. k (Kcal/m ² hc) ανοιγμάτων	Συντ. Τζαμ.	Εισ. Πλαισι.	Συντ. k (W/m ² K) ανοιγμάτων
A1	Διπλός υαλοπίνακας με διάκενο 12mm και θερμοδιακοπή	0,9	0,8	2,992	0,52	2	2,992
A2	Διπλός	1,8	0,8	2,903	0,52	2	2,903

	υαλοπίνακας με διάκενο 12mm και θερμοδιακοπή						
A3	Διπλός υαλοπίνακας με διάκενο 12mm και θερμοδιακοπή	2,3	1,4	2,975	0,52	2	2,976
A4	Διπλός υαλοπίνακας με διάκενο 12mm και θερμοδιακοπή	2,3	2,4	2,724	0,52	2	2,724
A5	Διπλός υαλοπίνακας με διάκενο 12mm και θερμοδιακοπή	1,4	1,2	2,868	0,52	2	2,868
A6		1,1	1,2	2,899	0,52	2	2,899
A7	Διπλός υαλοπίνακας με διάκενο 12mm και θερμοδιακοπή	1,3	1,2	2,870	0,52	2	2,870

Πίνακας 2.40: Δεδομένα επιφανειών – Υπνοδωμάτιο 1 ισογείου

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	K (w/m ² K)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν. (m ²)	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T1	B	0.455	3.80	3.25	12.35	1	12.35	1.79	10.56		
T2	B	0.500	0.55	3.25	1.79	1	1.79		1.79		
T1	Δ	0.455	4.25	3.25	13.81	1	13.81	4.12	9.69		
T2	Δ	0.500	0.75	3.25	2.44	1	2.44		2.44		
A5	Δ	2.868	1.40	1.20	1.68	1	1.68		1.68	0.65	σκιά
T1	N	0.455	3.05	3.25	9.91	1	9.91	3.22	6.69		
A3	N	2.795	2.30	1.40	3.22	1	3.22		3.22	0.65	σκιά
Δ2	E	0.423	3.80	4.25	16.15	1	16.15		16.15		

Πίνακας 2.41: Συντελεστές σκίασης επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
T1	10.56	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	1.79	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	9.69	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	2.44	1.00	1.00	1.00	1.00
A5	1.68	0.90	0.90	0.90	0.90
T1	6.69	1.00	1.00	1.00	1.00

A3	3.22	0.80	0.87	0.93	1.00
Δ2	16.15	0.00	0.00	0.00	0.00

Πίνακας 2.42: Φορτία ανά επιφάνεια και ώρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
T1	10.56	11	15	18	22
T2	1.79	2	3	3	4
T1	9.69	20	27	33	43
T2	2.44	6	7	9	12
A5	1.68	549	537	415	124
T1	6.69	20	22	24	26
A3	3.22	253	207	165	104
Δ2	16.15	17	12	7	2

Πίνακας 2.43: Δεδομένα φωτισμού (Watt)

Είδος φωτισμού	Σύντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1,25	100	125

Πίνακας 2.44: Χρονοδιάγραμμα χώρου ανά ώρα

Τίτλος	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	144	144	144	144

Πίνακας 2.45: Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός ενεργητικότητας	Συντ. αισθ.	Συντ. λανθ.	Αριθμός ατόμων	Σύνολο αισθ.	Σύνολο λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος, ελαφρά εργασία	70	45	2	140	90	230

Πίνακας 2.46: Χρονοδιάγραμμα ατόμων χώρου ανά ώρα

Τίτλος	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο αισθητό	161	161	161	161
Φορτίο λανθάνον	104	104	104	104
Σύνολο	265	265	265	265

Πίνακας 2.47: Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος συσκευής	Συντ. αισθ.	Συντ. λανθ.	Αριθμός ατόμων	Σύνολο αισθ.	Σύνολο λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	55	0	1	55	0	55
Οθόνη υπολογιστή (μεσαία)	70	0	1	70	0	70
Laser printer (μικρός)	75	0	1	75	0	75

Πίνακας 2.48: Χρονοδιάγραμμα συσκευών χώρου ανά ώρα

Τίτλος	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο αισθητό	230	230	230	230
Φορτίο λανθάνον	0	0	0	0
Σύνολο	230	230	230	230

Πίνακας 2.49: Πρόσθετα φορτία ανά ώρα (Watt)

Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Φωτισμός	144	144	144	144
Άτομα (Αισθητό)	161	161	161	161
Άτομα (Λανθάνον)	104	104	104	104
Άτομα (Σύνολο)	265	265	265	265
Συσκευές (Αισθητό)	230	230	230	230
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	230	230	230	230
Χαραμάδες	0	0	0	0

Πίνακας 2.50: Συνολικά φορτία χώρου ανά ώρα (KWatt)

Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Αισθητό	1.41	1.36	1.21	0.87
Λανθάνον	0.10	0.10	0.10	0.10
Σύνολο	1.52	1.47	1.32	0.97

Πίνακας 2.51: Φορτία συσκευής λόγω αερισμού ανά ώρα (Watt)

Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Αισθητό	293.15	267.75	242.34	191.04
Λανθάνον	499.01	456.72	413.99	317.28
Σύνολο	792.17	724.46	656.33	508.31

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού

Αισθητό: 293 Watt

Λανθάνον: 499 Watt

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 104.97**Πίνακας 2.52:** Δεδομένα επιφανειών – Καθιστικό, τραπεζαρία & κουζίνα ισογείου

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	K (w/m ² K)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν. (m ²)	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T1	N	0.455	8.75	3.25	28.44	1	28.44	9.42	19.02		
T2	N	0.5	1.20	3.25	3.90	1	3.90		3.90		
A4	N	2.724	2.3	2.4	5.52	1	5.52		5.52	0.65	σκιά
T1	Δ	0.455	5.35	3.25	17.39	1	17.39	3.71	13.68		
T2	Δ	0.5	0.7	3.25	2.27	1	2.27		2.27		

A2	Δ	2.903	1.8	0.8	1.44	1	1.44		1.44	0.65	σκιά
T1	A	0.455	3.24	3.25	10.53	1	10.53		10.53		
T2	A	0.5	1.57	3.25	5.10	1	5.10		5.10		
T1	BA	0.455	1.34	3.25	4.36	1	4.36	1.44	2.92		
A2	BA	2.903	1.8	0.8	1.44	1	1.44		1.44	0.65	σκιά
O2		0.421	5.75	5.35	30.76	1	30.76		30.76		
Δ2	E	0.423	15	4.07	61.05	1	61.05		61.05		
T1	B	0.455	5	3.25	16.25	1	16.25	4.39	11.86		
T2	B	0.5	1.35	3.25	4.39	1	4.39		4.39		
T1	Δ	0.455	4	3.25	13.00	1	13.00		13.00		
T2	Δ	0.5	0.5	3	1.50	1	1.50	1.32	0.18		
A6	Δ	2.899	1.1	1.2	1.32	1	1.32		1.32	0.65	σκιά
T1	A	0.455	4	3.25	13.00	1	13.00		13.00		
T2	A	0.5	0.5	3	1.50	1	1.50		1.50		

Πίνακας 2.53: Συντελεστές σκίασης επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
T1	19.02	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	3.90	1.00	1.00	1.00	1.00
A4	5.52	0.80	0.87	0.93	1.00
T1	13.68	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	2.27	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	1.44	0.90	0.90	0.90	0.90
T1	10.53	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	5.10	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	2.92	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	1.44	0.85	0.85	0.85	0.85
O2	30.76	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ2	61.05	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	11.86	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	4.39	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	13.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	0.18	1.00	1.00	1.00	1.00
A6	1.32	1.00	0.97	0.93	0.90
T1	13.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00

Πίνακας 2.54: Φορτία ανά επιφάνεια και ώρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
T1	19.02	56	62	69	75
T2	3.90	13	14	16	17
A4	5.52	431	352	281	176
T1	13.68	29	38	47	61
T2	2.27	5	7	9	11
A2	1.44	471	461	356	107
T1	10.53	47	51	51	47
T2	5.10	25	27	27	25

T1	2.92	9	9	10	10
A2	1.44	116	97	84	46
O2	30.76	414	347	257	168
Δ2	61.05	65	47	28	-9
T1	11.86	13	17	21	25
T2	4.39	5	7	8	10
T1	13.00	27	36	45	58
T2	0.18	0	1	1	1
A6	1.32	468	446	335	98
T1	13.00	58	63	63	58
T2	1.50	7	8	8	7

Πίνακας 2.55: Δεδομένα φωτισμού (Watt)

Είδος φωτισμού	Σύντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1,25	200	250

Πίνακας 2.56: Χρονοδιάγραμμα χώρου ανά ώρα

Τίτλος	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	288	288	288	288

Πίνακας 2.57: Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός ενεργητικότητας	Συντ. αισθ.	Συντ. λανθ.	Αριθμός ατόμων	Σύνολο αισθ.	Σύνολο λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος, ελαφρά εργασία	70	45	10	700	450	1150

Πίνακας 2.58: Χρονοδιάγραμμα ατόμων χώρου ανά ώρα

Τίτλος	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο αισθητό	804	805	805	805
Φορτίο λανθάνον	518	518	518	518
Σύνολο	1323	1323	1323	1323

Πίνακας 2.59: Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος συσκευής	Συντ. αισθ.	Συντ. λανθ.	Αριθμός ατόμων	Σύνολο αισθ.	Σύνολο λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	55	0	1	55	0	55
Οθόνη υπολογιστή (μεσαία)	70	0	1	70	0	70

Πίνακας 2.60: Χρονοδιάγραμμα συσκευών χώρου ανά ώρα

Τίτλος	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο αισθητό	144	144	144	144
Φορτίο λανθάνον	0	0	0	0
Σύνολο	144	144	144	144

Πίνακας 2.61: Πρόσθετα φορτία ανά ώρα (Watt)

Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Φωτισμός	288	288	288	288
Άτομα (Αισθητό)	805	805	805	805
Άτομα (Λανθάνον)	518	518	518	518
Άτομα (Σύνολο)	1323	1323	1323	1323
Συσκευές (Αισθητό)	144	144	144	144
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	144	144	144	144
Χαραμάδες	0	0	0	0

Πίνακας 2.62: Συνολικά φορτία χώρου ανά ώρα (KWatt)

Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Αισθητό	3.50	3.32	2.95	2.23
Λανθάνον	0.52	0.52	0.52	0.52
Σύνολο	4.01	3.84	3.47	2.75

Πίνακας 2.63: Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Αισθητό	1662.26	1518.20	1374.13	1083.24
Λανθάνον	2829.55	2589.71	2347.43	1799.04
Σύνολο	4491.81	4107.90	3721.56	2882.28

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού

Αισθητό: 1662 Watt

Λανθάνον: 2830 Watt

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 595.24**Πίνακας 2.64:** Δεδομένα επιφανειών – Υπνοδωμάτιο 1 Α' ορόφου

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	K (w/m ² K)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν. (m ²)	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T1	B	0.455	3.80	3.05	11.59	1	11.59	1.52	10.07		
T2	B	0.5	0.5	3.05	1.52	1	1.52		1.52		
T1	Δ	0.455	4.5	3.05	13.72	1	13.72	4.61	9.11		

T2	Δ	0.5	1.00	3.05	3.05	1	3.05		3.05		
A7	Δ	2.870	1.3	1.2	1.56	1	1.56		1.56	0.65	σκιά
T1	N	0.455	4.05	3.05	12.35	1	12.35	6.27	6.08		
T2	N	0.5	1	3.05	3.05	1	3.05		3.05		
A3	N	2.795	2.3	1.4	3.22	1	3.22		3.22		σκιά
O1		0.427	4.50	3.80	17.10	1	17.10		17.10		

Πίνακας 2.65: Συντελεστές σκίασης επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
T1	10.07	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	1.52	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	9.11	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	3.05	1.00	1.00	1.00	1.00
A7	1.56	0.90	0.90	0.90	0.90
T1	6.08	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	3.05	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	3.22	0.80	0.80	0.80	0.80
O1	17.10	1.00	1.00	1.00	1.00

Πίνακας 2.66: Φορτία ανά επιφάνεια και ώρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
T1	10.07	11	14	18	21
T2	1.52	2	2	3	3
T1	9.11	19	25	31	41
T2	3.05	7	9	12	15
A7	1.56	509	499	386	116
T1	6.08	18	20	22	24
T2	3.05	10	11	12	13
A3	3.22	306	269	249	199
O1	17.10	190	199	207	207

Πίνακας 2.67: Δεδομένα φωτισμού (Watt)

Είδος φωτισμού	Σύντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1,25	100	125

Πίνακας 2.68: Χρονοδιάγραμμα χώρου ανά ώρα

Τίτλος	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	144	144	144	144

Πίνακας 2.69: Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός ενεργητικότητας	Συντ. αισθ.	Συντ. λανθ.	Αριθμός ατόμων	Σύνολο αισθ.	Σύνολο λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος, ελαφρά εργασία	70	45	2	140	90	230

Πίνακας 2.70: Χρονοδιάγραμμα ατόμων χώρου ανά ώρα

Τίτλος	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο αισθητό	161	161	161	161
Φορτίο λανθάνον	104	104	104	104
Σύνολο	265	265	265	265

Πίνακας 2.71: Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος συσκευής	Συντ. αισθ.	Συντ. λανθ.	Αριθμός ατόμων	Σύνολο αισθ.	Σύνολο λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	55	0	1	55	0	55
Οθόνη υπολογιστή (μεσαία)	70	0	1	70	0	70
Laser printer (μικρός)	75	0	1	75	0	75

Πίνακας 2.72: Χρονοδιάγραμμα συσκευών χώρου ανά ώρα

Τίτλος	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο αισθητό	230	230	230	230
Φορτίο λανθάνον	0	0	0	0
Σύνολο	230	230	230	230

Πίνακας 2.73: Πρόσθετα φορτία ανά ώρα (Watt)

Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Φωτισμός	144	144	144	144
Άτομα (Αισθητό)	161	161	161	161
Άτομα (Λανθάνον)	104	104	104	104
Άτομα (Σύνολο)	265	265	265	265
Συσκευές (Αισθητό)	230	230	230	230
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	230	230	230	230
Χαραμάδες	0	0	0	0

Πίνακας 2.74: Συνολικά φορτία χώρου ανά ώρα (KWatt)

Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Αισθητό	1.61	1.58	1.47	1.17
Λανθάνον	0.10	0.10	0.10	0.10
Σύνολο	1.71	1.69	1.58	1.28

Πίνακας 2.75: Φορτία συσκευής λόγω αερισμού ανά ώρα (Watt)

Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Αισθητό	291.30	266.05	240.80	189.83

Λανθάνον	495.85	453.82	411.37	315.27
Σύνολο	787.15	719.87	652.17	505.09

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού

Αισθητό: 291 Watt

Λανθάνον: 496 Watt

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 104.31

Πίνακας 2.76: Δεδομένα επιφανειών – Υπνοδωμάτιο 2 Α' ορόφου

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	K (w/m ² Κ)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν. (m ²)	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T1	B	0.455	5	3.05	15.25	1	15.25	4.12	11.13		
T2	B	0.5	1.35	3.05	4.12	1	4.12		4.12		
T1	Δ	0.455	4	3.05	12.20	1	12.20	4.74	7.46		
T2	Δ	0.5	0.5	3.05	1.52	1	1.52		1.52		
A3	Δ	2.795	2.3	1.4	3.22	1	3.22		3.22	0.65	σκιά
T1	A	0.455	3.10	3.05	9.45	1	9.45	1.52	7.93		
T2	A	0.5	0.50	3.05	1.52	1	1.52		1.52		
O1		0.427	4	5	20.00	1	20.00		20.00		

Πίνακας 2.77: Συντελεστές σκίασης επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
T1	11.13	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	4.12	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	7.46	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	1.52	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	3.22	0.90	0.90	0.90	0.90
T1	7.93	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	1.52	1.00	1.00	1.00	1.00
O1	20.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Πίνακας 2.78: Φορτία ανά επιφάνεια και ώρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
T1	11.13	12	16	19	23
T2	4.12	5	6	8	9
T1	7.46	16	21	26	33
T2	1.52	3	5	6	7
A3	3.22	1050	1028	795	237
T1	7.93	35	38	38	35
T2	1.52	7	8	8	7
O1	20.00	222	232	242	242

Πίνακας 2.79: Δεδομένα φωτισμού (Watt)

Είδος φωτισμού	Σύντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1,25	100	125

Πίνακας 2.80: Χρονοδιάγραμμα χώρου ανά ώρα

Τίτλος	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	144	144	144	144

Πίνακας 2.81: Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός ενεργητικότητας	Συντ. αισθ.	Συντ. λανθ.	Αριθμός ατόμων	Σύνολο αισθ.	Σύνολο λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος, ελαφρά εργασία	70	45	2	140	90	230

Πίνακας 2.82: Χρονοδιάγραμμα ατόμων χώρου ανά ώρα

Τίτλος	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο αισθητό	161	161	161	161
Φορτίο λανθάνον	104	104	104	104
Σύνολο	265	265	265	265

Πίνακας 2.83: Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος συσκευής	Συντ. αισθ.	Συντ. λανθ.	Αριθμός ατόμων	Σύνολο αισθ.	Σύνολο λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	55	0	1	55	0	55
Οθόνη υπολογιστή (μεσαία)	70	0	1	70	0	70
Laser printer (μικρός)	75	0	1	75	0	75

Πίνακας 2.84: Χρονοδιάγραμμα συσκευών χώρου ανά ώρα

Τίτλος	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο αισθητό	230	230	230	230
Φορτίο λανθάνον	0	0	0	0
Σύνολο	230	230	230	230

Πίνακας 2.85: Πρόσθετα φορτία ανά ώρα (Watt)

Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Φωτισμός	144	144	144	144
Άτομα (Αισθητό)	161	161	161	161

Άτομα (Λανθάνον)	104	104	104	104
Άτομα (Σύνολο)	265	265	265	265
Συσκευές (Αισθητό)	230	230	230	230
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	230	230	230	230
Χαραμάδες	0	0	0	0

Πίνακας 2.86: Συνολικά φορτία χώρου ανά ώρα (KWatt)

Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Αισθητό	1.89	1.89	1.68	1.13
Λανθάνον	0.10	0.10	0.10	0.10
Σύνολο	1.99	1.99	1.78	1.23

Πίνακας 2.87: Φορτία συσκευής λόγω αερισμού ανά ώρα (Watt)

Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Αισθητό	340.70	311.17	281.64	222.02
Λανθάνον	579.94	530.79	481.13	368.73
Σύνολο	920.64	841.96	762.77	590.75

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού

Αισθητό: 341 Watt

Λανθάνον: 580 Watt

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 122.00

Πίνακας 2.88: Δεδομένα επιφανειών – Υπνοδωμάτιο 4 Α' ορόφου

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	K (w/m ² K)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν. (m ²)	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T1	B	0.455	1.20	3.05	3.66	1	3.66	1.07	2.59		
T2	B	0.5	0.35	3.05	1.07	1	1.07		1.07		
T1	N	0.455	4	3.05	12.20	1	12.20	3.22	8.98		
A3	N	2.795	2.3	1.4	3.22	1	3.22		3.22	0.65	σκιά
T1	A	0.455	4.30	3.05	13.12	1	13.12	2.59	10.53		
T2	A	0.5	0.30	3.05	0.91	1	0.91		0.91		
A5	A	2.868	1.4	1.2	1.68	1	1.68		1.68		σκιά
O1		0.427	4	4	16.00	1	16.00		16.00		

Πίνακας 2.89: Συντελεστές σκίασης επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
T1	2.59	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	8.98	1.00	1.00	1.00	1.00

A3	3.22	0.80	0.80	0.80	0.80
T1	10.53	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00
A5	1.68	0.85	0.85	0.85	0.85
O1	16.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Πίνακας 2.90: Φορτία ανά επιφάνεια και ώρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
T1	2.59	3	4	5	5
T2	1.07	1	2	2	2
T1	8.98	26	29	33	36
A3	3.22	253	209	179	103
T1	10.53	47	51	51	47
T2	0.91	4	5	5	4
A5	1.68	199	176	165	133
O1	16.00	178	186	194	194

Πίνακας 2.91: Δεδομένα φωτισμού (Watt)

Είδος φωτισμού	Σύντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1,25	100	125

Πίνακας 2.92: Χρονοδιάγραμμα χώρου ανά ώρα

Τίτλος	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	144	144	144	144

Πίνακας 2.93: Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός ενεργητικότητας	Συντ. αισθ.	Συντ. λανθ.	Αριθμός ατόμων	Σύνολο αισθ.	Σύνολο λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος, ελαφρά εργασία	70	45	2	140	90	230

Πίνακας 2.94: Χρονοδιάγραμμα ατόμων χώρου ανά ώρα

Τίτλος	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο αισθητό	161	161	161	161
Φορτίο λανθάνον	104	104	104	104
Σύνολο	265	265	265	265

Πίνακας 2.95: Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος συσκευής	Συντ. αισθ.	Συντ. λανθ.	Αριθμός ατόμων	Σύνολο αισθ.	Σύνολο λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	55	0	1	55	0	55

Οθόνη υπολογιστή (μεσαία)	70	0	1	70	0	70
Laser printer (μικρός)	75	0	1	75	0	75

Πίνακας 2.96: Χρονοδιάγραμμα συσκευών χώρου ανά ώρα

Τίτλος	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο αισθητό	230	230	230	230
Φορτίο λανθάνον	0	0	0	0
Σύνολο	230	230	230	230

Πίνακας 2.97: Πρόσθετα φορτία ανά ώρα (Watt)

Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Φωτισμός	144	144	144	144
Άτομα (Αισθητό)	161	161	161	161
Άτομα (Λανθάνον)	104	104	104	104
Άτομα (Σύνολο)	265	265	265	265
Συσκευές (Αισθητό)	230	230	230	230
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	230	230	230	230
Χαραμάδες	0	0	0	0

Πίνακας 2.98: Συνολικά φορτία χώρου ανά ώρα (KWatt)

Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Αισθητό	1.25	1.20	1.17	1.06
Λανθάνον	0.10	0.10	0.10	0.10
Σύνολο	1.35	1.30	1.27	1.16

Πίνακας 2.99: Φορτία συσκευής λόγω αερισμού ανά ώρα (Watt)

Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Αισθητό	272.56	248.94	225.31	177.62
Λανθάνον	463.96	424.63	384.90	294.99
Σύνολο	736.51	673.57	610.22	472.60

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού

Αισθητό: 273 Watt

Λανθάνον: 464 Watt

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 97.60

Στον Πίν. 2.100 φαίνονται τα συνολικά φορτία του κτιρίου ανά χώρο και ώρα, ενώ στον Πίν. 2.101 ανά μήνα και ώρα με και χωρίς τον αερισμό.

Πίνακας 2.100: Συνολικά φορτία ανά χώρο και ανά ώρα

		Είδος φορτίου	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Ισόγειο	Υπνοδωμάτιο 1	Αισθητό	1.41	1.36	1.21	0.87
		Λανθάνον	0.10	0.10	0.10	0.10
		Σύνολο	1.52	1.47	1.32	0.97
	Καθιστικό - τραπεζαρία - κουζίνα	Αισθητό	3.50	3.32	2.95	2.23
		Λανθάνον	0.52	0.52	0.52	0.52
		Σύνολο	4.01	3.84	3.47	2.75
Α΄ όροφος	Υπνοδωμάτιο 1	Αισθητό	1.61	1.58	1.47	1.17
		Λανθάνον	0.10	0.10	0.10	0.10
		Σύνολο	1.71	1.69	1.58	1.28
	Υπνοδωμάτιο 2	Αισθητό	1.89	1.89	1.68	1.13
		Λανθάνον	0.10	0.10	0.10	0.10
		Σύνολο	1.99	1.99	1.78	1.23
	Υπνοδωμάτιο 4	Αισθητό	1.25	1.20	1.17	1.06
		Λανθάνον	0.10	0.10	0.10	0.10
		Σύνολο	1.35	1.30	1.27	1.16

Πίνακας 2.101: Συνολικά φορτία του κτιρίου ανά μήνα και ώρα με και χωρίς τον αερισμό (KW)

Ώρες	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Χωρίς τον αερισμό				
21 Ιουν.	10	10	9	7
23 Ιουλ.	11	10	9	7
24 Αυγ.	11	11	10	8
Με τον αερισμό				
Φορτία χώρου	21 Ιουν.			
Επιφάνειες	6	6	5	3
Φωτισμός	1	1	1	1
Αισθ. Άτομα	1	1	1	1
Αισθ. Συσκευές	1	1	1	1
Χαραμάδες	0	0	0	0
Λαν. Άτομα	1	1	1	1
Λανθ. Συσκευές	0	0	0	0
Συν. Αισ. Χωρ.	9	9	8	6
Συν. Λανθ. Χωρ.	1	1	1	1
Φορτία αερισμού				
Αισθ. Αέρα	2	2	1	1
Λανθ. Αέρα	3	3	2	2
Σύνολο	15	15	13	10
Φορτία χώρου	23 Ιουλ.			
Επιφάνειες	6	6	5	3
Φωτισμός	1	1	1	1
Αισθ. Άτομα	1	1	1	1
Αισθ. Συσκευές	1	1	1	1
Χαραμάδες	0	0	0	0

Λαν. Άτομα	1	1	1	1
Λανθ. Συσκευές	0	0	0	0
Συν. Αισ. Χωρ.	10	9	8	6
Συν. Λανθ. Χωρ.	1	1	1	1
Φορτία αερισμού				
Αισθ. Αέρα	2	2	2	2
Λανθ. Αέρα	4	4	4	3
Σύνολο	17	16	15	12
Φορτία χώρου	24 Αυγ.			
Επιφάνειες	7	6	5	3
Φωτισμός	1	1	1	1
Αισθ. Άτομα	1	1	1	1
Αισθ. Συσκευές	1	1	1	1
Χαραμάδες	0	0	0	0
Λαν. Άτομα	1	1	1	1
Λανθ. Συσκευές	0	0	0	0
Συν. Αισ. Χωρ.	10	10	9	7
Συν. Λανθ. Χωρ.	1	1	1	1
Φορτία αερισμού				
Αισθ. Αέρα	2	2	2	1
Λανθ. Αέρα	4	4	3	2
Σύνολο	17	16	15	11

2.17 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ

2.17.1 Γενικές πληροφορίες. Η θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου, σύμφωνα με την μελέτη θέρμανσης του κτιρίου (διαστασιολόγησης συστήματος), θα γίνεται μέσω μονοσωλήνιου συστήματος με λέβητα πετρελαίου, ενώ η ψύξη θα γίνεται με τη χρήση split unit κλιματιστικών μονάδων με αερόψυκτη αντλία θερμότητας, παροχή ενέργειας από ηλεκτρικό ρεύμα και αυτονομία ανά χώρο εντός της θερμικής ζώνης του κτιρίου.

Σημειώνεται δε ότι κατά την καλοκαιρινή περίοδο η δυνατότητα κάλυψης του απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου για κάθε διαμέρισμα θα φτάνει το περίπου το 85% του συνόλου του εμβαδού του κτιρίου, πολύ δηλαδή παραπάνω από τα οριζόμενα στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. για δυνατότητα κάλυψης του 50% του μέγιστου απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου για κάθε διαμέρισμα. Συνοπτικά επιλέχθηκαν:

- Λέβητας πετρελαίου : 34 kW, 90% απόδοση
- Κυκλοφορητής: WILO Star RS 25/6, 37W

2.17.2 Ελάχιστες Προδιαγραφές Συστήματος Κλιματισμού Χώρων. Σύμφωνα με την μελέτη κλιματισμού του κτιρίου, το μέγιστο απαιτούμενο φορτίο για την ψύξη του κτιρίου (εύλογο είναι ότι για την περιοχή του Ρίου το φορτίο της θέρμανσης είναι αρκετά μικρότερο) ανέρχεται στα 6 kW (ηλεκτρική ισχύς). Για τον υπολογισμό της ισχύος του κλιματιστικού λαμβάνεται συντελεστής προσαύξησης 10%. Συνεπώς η ισχύς της μονάδος του κλιματιστικού θα είναι τέτοια έτσι ώστε να καλύπτει τις εν λόγω ανάγκες. Έτσι επιλέχθηκε για την κάλυψη των ανωτέρω αναγκών μια multi μονάδα με δύο εξωτερικούς συμπιεστές και πέντε εσωτερικές μονάδες.

Οι εν λόγω αντλίες θερμότητας θα διαθέτουν και αντιστροφέα συχνοτήτων έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη απόδοση και οικονομία ηλεκτρικής ενέργειας, Σημειώνεται ότι για τους υπολογισμούς των κλιματιστικών φορτίων επιλέχθηκε για την καλοκαιρινή περίοδο εσωτερική επιθυμητή θερμοκρασία αυτή των 26 °C ενώ για την χειμερινή αυτή των 20 °C σύμφωνα με τα όσα ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ.

2.17.3 Ελάχιστες Προδιαγραφές Συστήματος Αερισμού. Οι απαιτήσεις ελάχιστου αερισμού του κτιρίου όσον αφορά τα διαμερίσματα, καλύπτονται μέσω φυσικού αερισμού και σύμφωνα με τα οριζόμενα στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 η απαίτηση για νωπό αέρα των κατοικιών καθορίζεται στα 0,75 m³/h/m² επιφάνειας δαπέδου.

2.18 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ (Ζ.Ν.Χ.)

2.18.1 Θερμικό φορτίο Ζ.Ν.Χ.. Η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) για τις κατοικίες, όπως ορίζεται στην 20701-1/2010 φαίνεται στον Πίν. 2.103. Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για Ζ.Ν.Χ. στην κατοικία ανέρχεται περίπου στα 408 lt/ημέρα. Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 50 °C, ενώ οι θερμοκρασίες νερού δικτύου ύδρευσης πόλης για το Ρίον (Άραξος) όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 δίνονται στον Πίν. 2.104.

Πίνακας 2.103: τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης κατοικίας

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [ℓ/άτομο/ημέρα]	Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [ℓ/άτομο/ημέρα]	Ημερήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [ℓ/m ² /ημέρα]	Ετήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [m ³ /m ² /έτος]
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	50	2.50	0.91

Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q_d σε (kWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου σε Ζ.Ν.Χ. δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Q_d = V_d \cdot \frac{c}{3600} \cdot \rho \cdot \Delta T \quad (2.29)$$

όπου: V_d [lt /ημέρα] : το ημερήσιο φορτίο, $V_d = 408$ (lt/ημέρα),
 ρ [kg/lt] : η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήση, $\rho = 0,998$ (kg/ lt),
 c [kJ/(kg·K)] : ειδική θερμότητα του νερού, $c = 4,18$ kJ/(kg·K),
 ΔT [K] ή [°C] : θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ νερού δικτύου και ζεστού νερού χρήσης.

Εφαρμόζοντας την πιο πάνω σχέση και για τις θερμοκρασίες νερού δικτύου, υπολογίστηκε το ετήσιο θερμικό φορτίο (kW·h/ημέρα) για Ζ.Ν.Χ. του κτιρίου, κάνοντας χρήση του παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.104: Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού για τις διάφορες κλιματικές ζώνες

Κλιματική ζώνη	A	B	Γ	Δ
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου T(°C)	19,7	18,1	16,4	14,5

Κάνοντας τους απαραίτητους υπολογισμούς στην ανωτέρω σχέση προκύπτει ότι **το απαιτούμενο θερμικό φορτίο για ζεστό νερό χρήσης είναι 5500 kW·h/έτος.**

2.18.2 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. Για την κάλυψη των αναγκών για ζεστό νερό χρήση, θα εγκατασταθεί ένας θερμαντήρας (δεξαμενή αποθήκευσης) τριπλής ενέργειας, που θα λαμβάνει θερμική ενέργεια από μια ανεξάρτητη συστοιχία ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, όπως περιγράφεται στην επόμενη παράγραφο, από το λέβητα πετρελαίου που περιγράφηκε στο προηγούμενο χωρίο και θα έχει και εφεδρική ηλεκτρική αντίσταση, η οποία όμως θα χρησιμοποιείται ελάχιστα.

Η χωρητικότητα του κεντρικού θερμαντήρα (δεξαμενή αποθήκευσης) V_{store} , εκτιμήθηκε από την ακόλουθη εμπειρική σχέση και θα πρέπει να είναι:

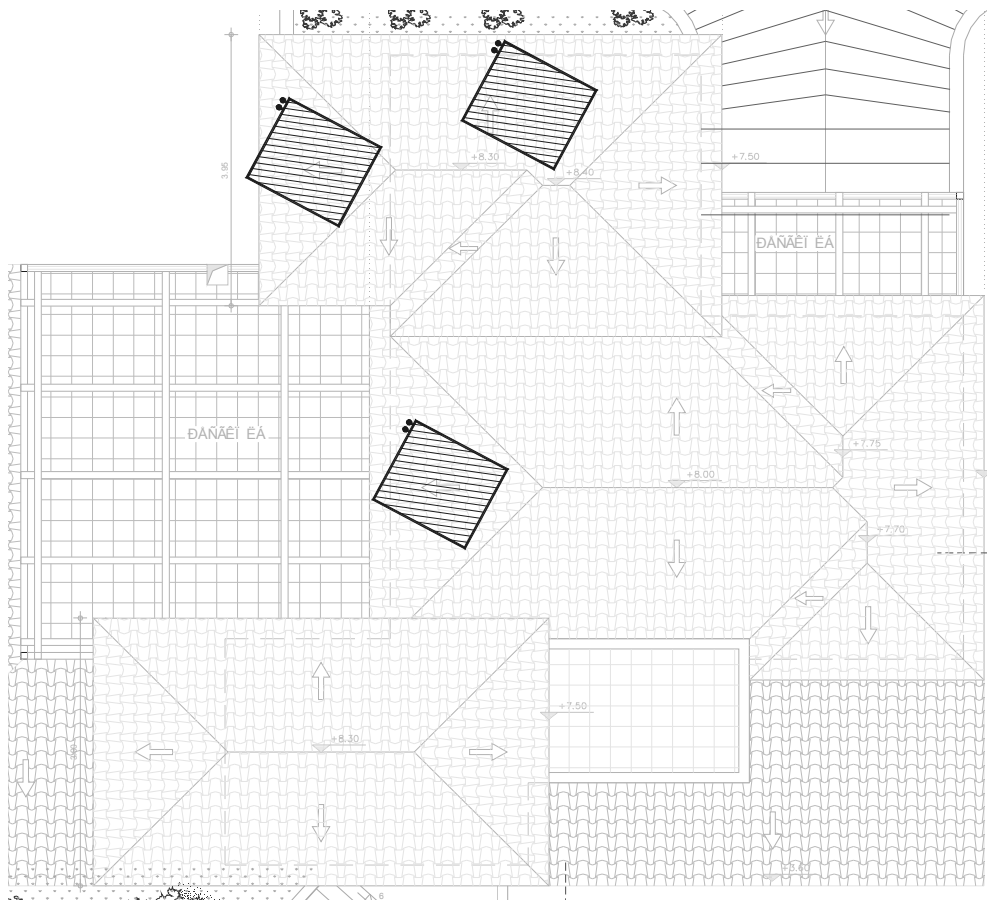
$$V_{store} \geq V_d/5 \geq 408/5 \geq 82 = 100lit$$

Για την παρούσα εγκατάσταση παραγωγής Ζ.Ν.Χ., επιλέγεται ένας κεντρικός θερμαντήρας χωρητικότητας 400 lt. Ο θερμαντήρας παραλληλίζεται και τροφοδοτείται από το λέβητα πετρελαίου και τους ηλιακούς συλλέκτες όπως προαναφέρθηκε.

2.18.3 Τεκμηρίωση Εγκατάστασης Ηλιακών Συλλεκτών. Στην στέγη του κτιρίου θα τοποθετηθούν 3 ηλιακοί συλλέκτες συνολικής επιφάνειας απορρόφησης 6 m². Οι ηλιακοί συλλέκτες θα τοποθετηθούν επάνω στα τμήματα της στέγης του κτιρίου που βλέπουν προς την νότια (2 panels) και δυτική πλευρά (1 panel). Κατά αυτόν τον τρόπο ικανοποιείται η ελάχιστη απαίτηση για το 60% κάλυψης των αναγκών σε Ζ.Ν.Χ. σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κ.ΕΝ.Α.Κ.. Η κλίση των ηλιακών συλλεκτών θα είναι όση και η κλίση της στέγης δηλαδή όπως φαίνεται και από τα επισυναπτόμενα σχέδια κάτι λιγότερο από 20°. Στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου δεν υπάρχει άλλο τεχνητό εμπόδιο που να περιορίζει τον ηλιασμό της στέγης πέραν από την διάταξη της ίδιας η οποία για κάποιες ώρες της ημέρας δημιουργεί κάποια σκίαση. Η μόνη κατασκευή που θα υπάρχει θα είναι η καμινάδα του τζακιού αλλά οι συλλέκτες θα τοποθετηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε η σκίαση σε αυτούς από την καμινάδα να είναι αμελητέα. Στα Σχ. 2.10 και Σχ. 2.11 που ακολουθούν φαίνεται σε τομή η θέση του panel του ηλιακού στην επιφάνεια της στέγης



Σχήμα 2.10 : Θέση panel ηλιακού σε όψη, στην στέγη του κτιρίου



Σχήμα 2.11 : Θέση panel ηλιακού, σε κάτοψη στην στέγη του κτιρίου

Ο υπολογισμός του μεγέθους της εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών καθορίζεται από το ποσοστό σε ζεστό νερό χρήσης, που επιθυμούμε να καλύψουμε. Από τον Πίν. 2.105 λαμβάνουμε την ποσότητα της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην περιοχή μας για κάθε τετραγωνικό μέτρο συλλέκτη.

Πίνακας 2.105: Ποσότητα της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην Πάτρα ανά m² συλλέκτη

ΠΑΤΡΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/ΒΔ	A/Δ	NA/ΝΔ	N	B	BA/ΒΔ	A/Δ	NA/ΝΔ	N
Ιαν	55	18	19	37	64	80	22	27	51	76	88
Φεβ	72	23	26	44	66	79	29	40	63	86	97
Μαρ	124	38	49	76	95	102	53	78	109	134	144
Απρ	147	50	66	87	92	85	92	106	128	141	143
Μαΐ	200	70	94	114	108	90	145	154	172	178	176
Ιουν	215	78	102	119	107	86	166	170	183	184	179
Ιουλ	218	77	103	122	112	91	163	170	187	190	186
Αυγ	197	63	89	116	116	101	128	144	172	184	185
Σεπτ	153	43	61	91	109	111	72	98	133	159	168
Οκτ	107	30	36	64	94	112	37	57	93	125	141
Νοε	66	20	22	45	75	95	24	32	61	91	105
Δεκ	53	16	18	38	69	88	20	24	50	79	93

Επίσης από τον παρακάτω Πίν. 2.106 λαμβάνουμε τον συντελεστή αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας από τους εν λόγω επιλεκτικούς συλλέκτες για την εν λόγω ευρύτερη περιοχή.

Πίνακας 2.106: Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης 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	0,312	0,316	0,325	0,327	0,333	0,339	0,337	0,341	0,351
Αθήνα	0,324	0,324	0,334	0,338	0,338	0,344	0,349	0,348	0,355
Ηράκλειο	0,304	0,299	0,308	0,315	0,308	0,313	0,321	0,317	0,325
Καστοριά	0,308	0,309	0,314	0,325	0,327	0,328	0,337	0,336	0,341
Λάρισα	0,328	0,334	0,346	0,343	0,352	0,360	0,356	0,364	0,372
Λήμνος	0,307	0,309	0,320	0,320	0,323	0,330	0,325	0,331	0,342
Νάξος	0,314	0,316	0,326	0,329	0,330	0,336	0,341	0,343	0,352
Πάτρα	0,325	0,330	0,342	0,340	0,347	0,354	0,351	0,359	0,369

Θεσσαλονίκη	0,323	0,329	0,339	0,339	0,347	0,353	0,352	0,358	0,365
Τρίπολη	0,315	0,318	0,325	0,330	0,334	0,336	0,343	0,345	0,350
Μέσος όρος	0,316	0,318	0,328	0,331	0,334	0,339	0,341	0,344	0,352

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, στον παρακάτω Πίν. 2.107 παραθέτουμε τόσο τους συγκεντρωτικούς υπολογισμούς μας σχετικά με το εκμεταλλεόμενο θερμικό φορτίο από τον ήλιο αλλά και το ποσοστό κάλυψης των απαιτήσεων σε ζεστό νερό χρήσης από τον ήλιο.

Πίνακας 2.107: Εκμεταλλεόμενο θερμικό φορτίο από τον ήλιο & ποσοστό κάλυψης απαιτήσεων σε ζεστό νερό χρήσης.

Μήνας	Νότος	Εμβαδόν συλλεκτών (m ²)	Δύση	Εμβαδόν συλλεκτών (m ²)	Σύνολο ηλιακής ακτινοβολίας (KWh/έτος)	Σύνολο θερμικής ακτινοβολίας (KWh/έτος)
	Πάτρα	Νότος	Πάτρα	Δύση		
Ιαν	88	4	51	2	454	155.722
Φεβ	97	4	63	2	514	176.302
Μαρ	144	4	109	2	794	272.342
Απρ	143	4	128	2	828	284.004
Μαΐ	176	4	172	2	1048	359.464
Ιουν	179	4	183	2	1082	371.126
Ιουλ	186	4	187	2	1118	383.474
Αυγ	185	4	172	2	1084	371.812
Σεπτ	168	4	133	2	938	321.734
Οκτ	141	4	93	2	750	257.25
Νοε	105	4	61	2	542	185.906
Δεκ	93	4	50	2	472	161.896
Σύνολο θερμικής ενέργειας (kWh/έτος):						3301.032
Ετήσια απαίτηση σε ζεστό νερό χρήσης (kWh/έτος):						5500.000
Ποσοστό κάλυψης						60%

2.19 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η χρήση του κτιρίου είναι κατοικία. Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό στις κατοικίες δεν λαμβάνεται υπ' όψη για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Έτσι η παρούσα δεν ασχολείται καθόλου με τον φωτισμό και τις καταναλώσεις αυτού.

2.20 ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το κτίριο βρίσκεται μέσα σε αραιοκατοικημένη ημι-αστική περιοχή χωρίς συστήματα τηλεθέρμανσης. Σύμφωνα με την μελέτη σκοπιμότητας εξετάστηκαν οι

εξής εναλλακτικές λύσεις για την κάλυψη των θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου.

- Η εγκατάσταση συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, η οποία κρίνεται ως μη οικονομικά βιώσιμη εφαρμογή.
- Η περίπτωση εγκατάστασης οριζόντιων γεωθερμικών εναλλακτών για την λειτουργία αντλίας θερμότητας δεν μπορεί να εφαρμοστεί.
- Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών όπως παρουσιάστηκε παραπάνω και η οποία είναι υποχρεωτική βάσει των κανονισμών, θα καλύψει ένα μεγάλο ποσοστό του θερμικού φορτίου για ζεστό νερό χρήσης όλου του κτιρίου.

2.21 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των υπολοίπων υποστηρικτικών προτύπων τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, οι θερμικές ζώνες ενός κτιρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου έγιναν με την χρήση του υπολογιστικού εργαλείου ΤΕΕ-Κ.Εν.Α.Κ., βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Για τους επιμέρους υπολογισμούς και τη διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου (εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης, κ.ά.), χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικές μέθοδοι και τεχνικές οδηγίες, όπως εφαρμόζονται μέχρι σήμερα και αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους.

2.21.1 Κλιματικά δεδομένα. Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής, είναι ενσωματωμένα σε βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύμφωνα με όσα ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών». Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπ'όψη η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες και σε κατακόρυφες επιφάνειες για όλους του προσανατολισμούς, για την περιοχή. Το υψόμετρο της περιοχής όπου θα κατασκευασθεί το κτίριο είναι κάτω από τα 500m. Η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη Β.

2.21.2 Χρήσεις κτιρίου. Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης εκδίδεται ανά κύρια χρήση και για ξεχωριστές ιδιοκτησίες (Ν. 3851/2010-ΦΕΚ 85), ανεξαρτήτως εάν τα τμήματα του κτιρίου που αφορούν στις χρήσεις/ιδιοκτησίες εξυπηρετούνται από το ίδιο σύστημα θέρμανσης/ψύξης.

Συνεπώς για το υπό μελέτη κτίριο θα εκδοθεί ένα πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α) για χρήση «κατοικία».

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης προσδιορίστηκαν τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών όπως ορίζονται στο άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Κατά την εφαρμογή της

μεθοδολογίας υπολογισμού στο συγκεκριμένο κτίριο και ανά τμήμα μελέτης, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι και δεδομένα:

- Η χρήση του κτιρίου ως κατοικία
- Οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, κ.ά.) και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κτιρίου (ωράριο, εσωτερικά κέρδη κ.ά.).
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτιρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκιάστρα κ.ά.), ο προσανατολισμός τους, τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (π.χ. εσωτερικοί τοίχοι) και άλλα.
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών (διαφανών και μη) στοιχείων του κτιριακού κελύφους: θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης κλιματισμού χώρων: ο τύπος των μονάδων παραγωγής ψυκτικής/θερμικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής Ζ.Ν.Χ., όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, η απόδοσή της, οι απώλειες του δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης, το σύστημα αποθήκευσης, κ.ά.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα που έχουν επιλεγεί από την μελέτη σχεδιασμού για το κτίριο.
- Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη τμήματος του φορτίου για Ζ.Ν.Χ..

2.21.3 Εμβαδόν και όγκος κτιρίου. Το εμβαδόν και ο όγκος του υπό μελέτη του κτιρίου με την χρήση κατοικίας δίνονται στον Πίν. 2.108.

Πίνακας 2.108: εμβαδόν και όγκος κτιρίου.

Ειδική χρήση χώρων	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m ²]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m ²]	Θερμαινόμενος όγκος [m ³]	Ψυχόμενος όγκος [m ³]
Κατοικίες	187.6	115.08	582.99	362.96

2.21.4 Θερμικές Ζώνες Κτιρίου. Σύμφωνα με το άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, η διακριτοποίηση ενός κτιρίου σε θερμικές ζώνες γίνεται με τα εξής κριτήρια :

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων να διαφέρει περισσότερο από 4 K για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία.
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που καλύπτονται με διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές εσωτερικών ή/και ηλιακών κερδών ή/και θερμικών απωλειών.

- Υπάρχουν χώροι όπου το σύστημα του μηχανικού αερισμού καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.
- Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για το διαχωρισμό του κτιρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:
- ο διαχωρισμός του κτιρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο,
- ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτιρίου,
- τμήματα του κτιρίου με επιφάνεια μικρότερη από το 10% της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Με βάση τα παραπάνω, όλο το κτίριο της κατοικίας θεωρείται ως μία ενιαία θερμική ζώνη, τα γενικά δεδομένα της οποίας δίνονται στον Πίν. 2.109.

Πίνακας 2.109: γενικά δεδομένα κατοικίας.

Ειδική χρήση χώρων	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m ²]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m ²]	Θερμαινόμενος όγκος [m ³]	Ψυχόμενος όγκος [m ³]
Κατοικίες	187,6	115,08	582,99	362,96

2.21.5 Εσωτερικές Συνθήκες Λειτουργίας Κατοικιών. Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 καθορίστηκαν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές. Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας του κτιρίου που δίνονται λαμβάνονται από τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010.

2.21.6 Κέλυφος Κτιρίου

2.21.6.1 Δεδομένα δομικών στοιχείων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Τα δομικά στοιχεία του κτιρίου θα επιχριστούν με ανοιχτόχρωμο επίχρισμα. Η στέγη του κτιρίου θα κατασκευαστεί από κεραμίδια και η οποία θα βρίσκεται πάνω από μονωμένη πλάκα. Οι συντελεστές απορροφητικότητας και οι συντελεστές ανακλαστικότητας των δομικών στοιχείων λαμβάνονται από τον πίνακα 2.14 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και είναι:

1) για την ανακλαστικότητα : 0,60

2) για την απορροφητικότητα : 0,40

Τα δεδομένα για όλα τα αδιαφανή δομικά στοιχεία δίνονται στον Πίν. 2.110

Πίνακας 2.110: δεδομένα αδιαφανών επιφανειών σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία που υπάρχουν στην ζώνη: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 1 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	R _{se} (m ² K/W)	α* (-)	ε* (-)	F _g
▶	Τοίχος	B	0	90	50.37	0.46	0.04	0.4	0.8	
	Τοίχος	N	180	90	60.12	0.46	0.04	0.4	0.8	
	Τοίχος	A	90	90	51.74	0.46	0.04	0.4	0.8	
	Τοίχος	D	270	90	52.86	0.46	0.04	0.4	0.8	
	Τοίχος	B	0	90	14.02	0.50	0.04	0.4	0.8	
	Τοίχος	N	180	90	11.07	0.50	0.04	0.4	0.8	
	Τοίχος	A	90	90	14.14	0.50	0.04	0.4	0.8	
	Τοίχος	D	270	90	14.39	0.50	0.04	0.4	0.8	
	Οροφή	AERA	0	180	30.76	0.421	0.04	0.4	0.8	
	Οροφή	STEGI	0	180	77.82	0.427	0.04	0.4	0.8	
	Πόρτα	KSYLO	65	90	2.30	3.5	0.04	0.4	0.8	
*							0.04			

	Θερμογέφυρες	ΣΨΙ (W/K)
▶	TOTAL	77.73
*		

Στους Πίν. 2.111 έως 2.114 που ακολουθούν δίνονται τα δεδομένα του συνόλου των κατακόρυφων δομικών στοιχείων ανά προσανατολισμό.

Πίνακας 2.111: δεδομένα αδιαφανών επιφανειών σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα - Βόρειος προσανατολισμός

Προσανατολισμός	Μοίρες	Δομικό στοιχείο	Επιφάνεια A στοιχείου (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχείου U (W/m ² K)	U · A (W/K)
B	0	τοίχος	10.56	0.46	4.81
B	0	τοίχος	11.86	0.46	5.40
B	0	τοίχος	10.07	0.46	4.58
B	0	τοίχος	11.13	0.46	5.07
B	0	τοίχος	2.59	0.46	1.18
B	0	τοίχος	4.16	0.46	1.89
B	0	σκυρ/μα	1.79	0.50	0.89
B	0	σκυρ/μα	4.39	0.50	2.19
B	0	σκυρ/μα	1.53	0.50	0.76
B	0	σκυρ/μα	4.12	0.50	2.06
B	0	σκυρ/μα	1.07	0.50	0.53
B	0	σκυρ/μα	1.14	0.50	0.57

Πίνακας 2.112 : στοιχεία αδιαφανών επιφανειών - Νότιος προσανατολισμός

Προσανατολισμός	Μοίρες	Δομικό στοιχείο	Επιφάνεια Α στοιχείου (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχείου U (W/m ² K)	U · A (W/K)
N	180	τοίχος	6.69	0.46	3.05
N	180	τοίχος	10.89	0.46	4.96
N	180	τοίχος	8.13	0.46	3.70
N	180	τοίχος	11.13	0.46	5.07
N	180	τοίχος	6.08	0.46	2.77
N	180	τοίχος	6.54	0.46	2.98
N	180	τοίχος	10.66	0.46	4.85
N	180	σκυρ/μα	2.28	0.50	1.14
N	180	σκυρ/μα	1.63	0.50	0.81
N	180	σκυρ/μα	4.12	0.50	2.06
N	180	σκυρ/μα	3.05	0.50	1.53

Πίνακας 2.113: στοιχεία αδιαφανών επιφανειών - Δυτικός προσανατολισμός

Προσανατολισμός	Μοίρες	Δομικό στοιχείο	Επιφάνεια Α στοιχείου (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχείου U (W/m ² K)	U · A (W/K)
Δ	270	τοίχος	9.70	0.46	4.41
Δ	270	τοίχος	13.67	0.46	6.22
Δ	270	τοίχος	5.60	0.46	2.55
Δ	270	τοίχος	9.12	0.46	4.15
Δ	270	τοίχος	7.46	0.46	3.39
Δ	270	τοίχος	7.32	0.46	3.33
Δ	270	σκυρ/μα	2.44	0.50	1.22
Δ	270	σκυρ/μα	2.28	0.50	1.14
Δ	270	σκυρ/μα	5.10	0.50	2.55
Δ	270	σκυρ/μα	3.05	0.50	1.53
Δ	270	σκυρ/μα	1.53	0.50	0.76

Πίνακας 2.114: στοιχεία αδιαφανών επιφανειών – Ανατολικός προσανατολισμός & Βορειοανατολικός προσανατολισμός.

Προσανατολισμός	Μοίρες	Δομικό στοιχείο	Επιφάνεια Α στοιχείου (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχείου U (W/m ² K)	U · A (W/K)
A	90	τοίχος	3.13	0.46	1.42
BA	68	τοίχος	2.92	0.46	1.33
A	90	τοίχος	10.24	0.46	4.66
A	90	τοίχος	2.26	0.46	1.03

A	90	τοίχος	6.37	0.46	2.90
A	90	τοίχος	9.00	0.46	4.09
A	90	τοίχος	10.52	0.46	4.79
A	90	τοίχος	7.31	0.46	3.33
A	90	σκυρ/μα	5.10	0.50	2.55
A	90	σκυρ/μα	2.76	0.50	1.38
A	90	σκυρ/μα	1.63	0.50	0.81

Συγκεντρωτικά τα δεδομένα των κατακόρυφων αδιαφανών επιφανειών δίδονται στον Πίν. 2.115. που παρατίθεται αμέσως μετά.

Πίνακας 2.115: δεδομένα κατακόρυφων αδιαφανών επιφανειών.

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων αδιαφανών στοιχείων	
A τοίχου (m ²)	208.65
A σκυρ/τος (m ²)	32.39
U·A τοίχου (W/K)	95.98
U·A σκυρ/τος (W/K)	16.20

Τα δεδομένα της οροφής που συνορεύει με τον εξωτερικό αέρα δίνονται στον Πίν. 2.116.

Πίνακας 2.116: Οροφή που συνορεύει με τον εξωτερικό αέρα.

Προσανατολισμός	Μοίρες	Δομικό στοιχείο	Επιφάνεια A στοιχείου (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχείου U (W/m ² K)	U·A (W/K)
A	90	τοίχος	30.76	0.456	14.03

2.21.6.2 Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους. Τα δομικά στοιχεία της θερμικής ζώνης που έρχεται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο είναι η πλάκα οροφής της κατοικίας κάτω από την κεραμοσκεπή αλλά και το δάπεδο του ισογείου που τον διαχωρίζει με τον μη θερμαινόμενο χώρο στο υπόγειο. Ο Πίν. 2.117 περιέχει τα δεδομένα για το δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο, ενώ ο Πίν. 2.118, τα δεδομένα για την Οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.

Πίνακας 2.117: δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.

Προσανατολισμός	Μοίρες	Δομικό στοιχείο	Επιφάνεια A στοιχείου (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχείου U (W/m ² K)	U·A (W/K)
A	90	τοίχος	30.76	0.456	14.03

Πίνακας 2.118 : Οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη

Προσανατολισμός	Μοίρες	Δομικό στοιχείο	Επιφάνεια A στοιχείου (m ²)	Συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχείου U (W/m ² K)	U · A (W/K)
A	90	τοίχος	30.76	0.456	14.03

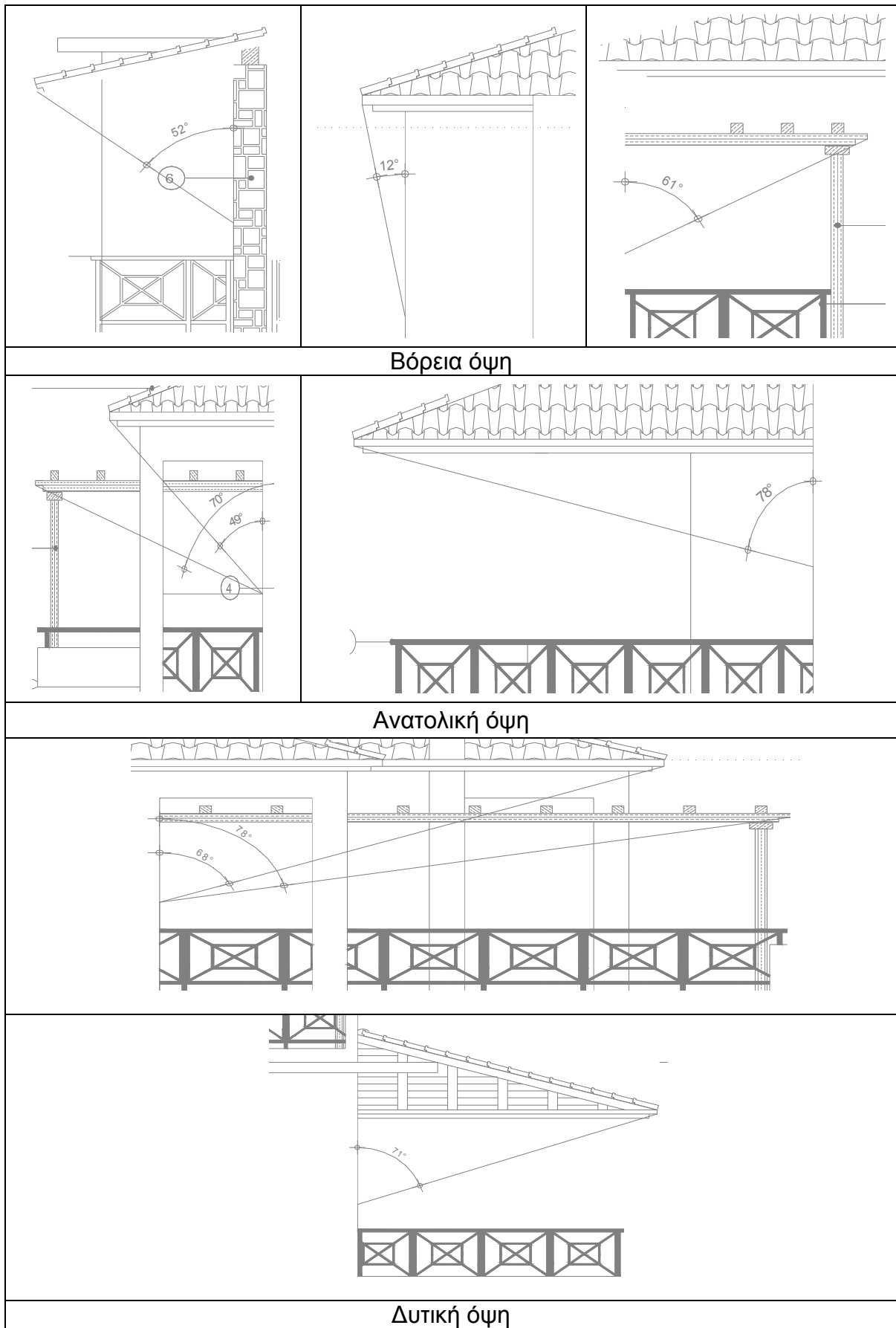
2.21.6.3 Δεδομένα για διαφανή δομικά στοιχεία κατοικιών. Όπως αναφέρθηκε σε ανωτέρω παράγραφο, για τα κουφώματα των ορόφων επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή, με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f=2,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό. Θα φέρουν υαλοπίνακα διπλό με διάκενο 12mm κι θερμοδιακοπή. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι $U_g=2,80\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό. Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έχουν γίνει αναλυτικά σε προηγούμενο υποκεφάλαιο και δίνονται συγκεντρωτικά στον Πίν. 2.119 που ακολουθεί.

Για κάθε κούφωμα υπολογίσθηκε ο συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor} , ο συντελεστής σκίασης από προστέγασμα F_{ov} και ο συντελεστής σκίασης από πλευρικό F_{fin} . Παρακάτω φαίνονται οι συντελεστές όπως έχουν υπολογιστεί για κάθε διαφανή επιφάνεια.

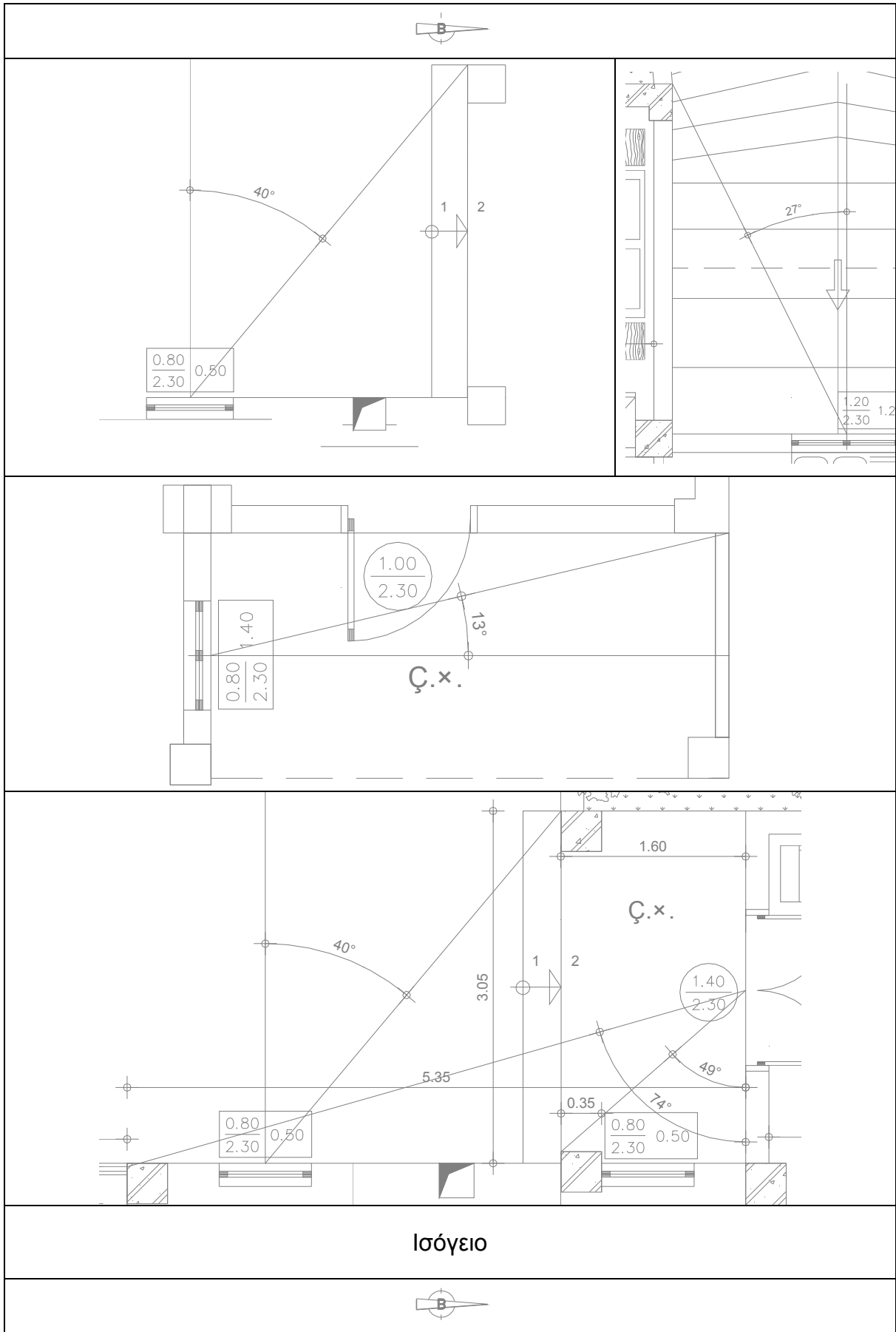
Πίνακας 2.119: Συντελεστές σκίασης διαφανών επιφανειών

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία που υπάρχουν στην ζώνη:		Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών:		1		<input type="checkbox"/> Παθητικά ηλιακά							
Αδιαφανείς επιφάνειες		Σε επαφή με το έδαφος		Διαφανείς επιφάνειες									
Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος ανοίγματος	U (W/m ² K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
Ανοιγόμενο κούφωμα	A	90	90	1.68	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ 12MM ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ	2.827	0.401	1	1	1	1	0.99	0.95
Ανοιγόμενο κούφωμα	B	0	90	0.72	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ 12MM ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ	2.961	0.469	1	1	1	1	1	0.97
Ανοιγόμενο κούφωμα	B	0	90	0.72	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ 12MM ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ	2.961	0.469	1	1	1	1	1	0.96
Ανοιγόμενο κούφωμα	BA	65	90	1.44	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ 12MM ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ	2.872	0.469	1	1	1	1	0.81	0.66
Ανοιγόμενο κούφωμα	D	270	90	1.44	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ 12MM ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ	2.872	0.469	1	1	1	1	1.00	0.98
Ανοιγόμενο κούφωμα	D	270	90	1.68	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ 12MM ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ	2.827	0.401	1	1	1	1	1	1
Ανοιγόμενο κούφωμα	D	270	90	1.32	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ 12MM ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ	2.858	0.401	1	1	1	1	0.87	0.96
Ανοιγόμενο κούφωμα	D	270	90	1.56	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ 12MM ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ	2.839	0.469	1	1	1	1	1	1
Ανοιγόμενο κούφωμα	D	270	90	3.22	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ 12MM ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ	2.754	0.401	1	1	0.57	0.48	0.87	0.96
Ανοιγόμενο κούφωμα	N	180	90	3.22	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ 12MM ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ	2.754	0.401	1	1	0.34	0.33	0.9	0.9
Ανοιγόμενο κούφωμα	N	180	90	5.52	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ 12MM ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ	2.683	0.401	1	1	1	1	0.34	0.33
Ανοιγόμενο κούφωμα	N	180	90	3.22	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ 12MM ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ	2.754	0.401	1	1	0.34	0.33	0.87	0.90
Ανοιγόμενο κούφωμα	N	180	90	3.22	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ 12MM ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ	2.754	0.401	1	1	0.63	0.46	0.90	0.92
Ανοιγόμενο κούφωμα	N	180	90	3.22	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ 12MM ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ	2.754	0.401	1	1	1	1	0.97	0.99
Ανοιγόμενο κούφωμα	N	180	90	3.22	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ 12MM ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ	2.754	0.401	1	1	0.50	0.39	0.94	0.95

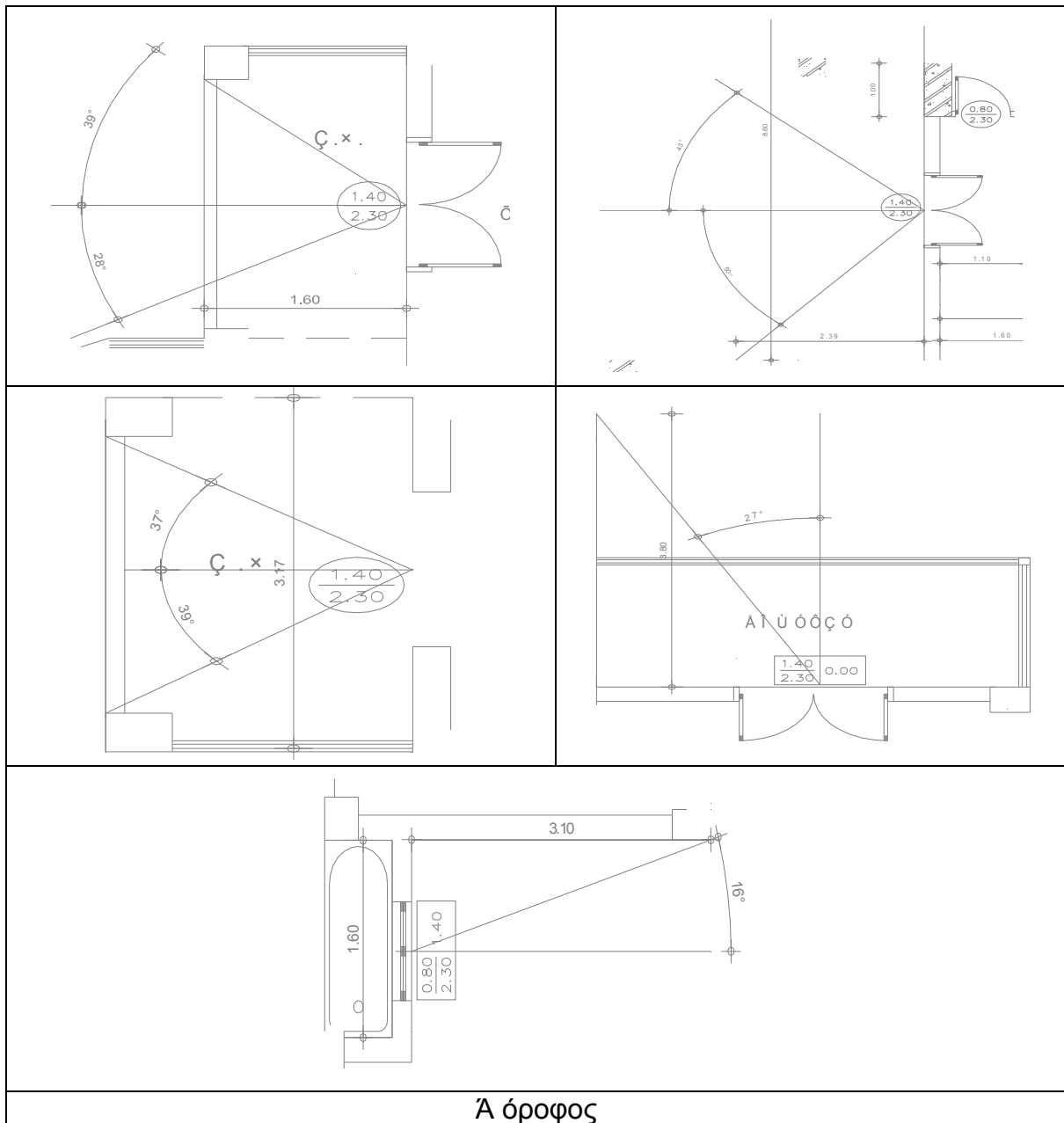
Παρακάτω ακολουθούν τα σχετικά διαγράμματα της κατακόρυφης σκίασης Σχ. 2.12 και της πλευρικής σκίασης Σχ. 2.13 ανά προσανατολισμό και ανά όροφο αντίστοιχα, των διαφανών δομικών στοιχείων.



Σχήμα 2.12: Διαγράμματα κατακόρυφης σκίασης διαφανών δομικών στοιχείων



Ισόγειο



Σχήμα 2.13: Διαγράμματα πλευρικής σκίασης διαφανών δομικών στοιχείων

2.21.7 Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις Τμήματος Κατοικιών

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα κλιματισμού χώρων (θέρμανση – ψύξη),
- Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης,
- Σύστημα ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης,

Στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του τμήματος κατοικιών, στο λογισμικό.

2.21.8 Δεδομένα για το σύστημα κλιματισμού χώρων κατοικιών. Σε όλο το κτίριο θα υπάρχει κάλυψη, σε θέρμανση/ψύξη, των απαιτήσεων μέσω λέβητα πετρελαίου και κλιματιστικών μονάδων. Σύμφωνα με τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων του κτιρίου που έγινε νωρίτερα, το μέγιστο απαιτούμενο φορτίο για την ψύξη του κτιρίου ανέρχεται στα 18 Kw ψυκτικής ισχύος (περίπου 6 kW ηλεκτρικής για $COP_{ψύξης}=3.2$). Για τον υπολογισμό της ισχύος του κλιματιστικού λαμβάνεται συντελεστής προσαύξησης 15%,. Συνεπώς η ισχύς της μονάδος του κλιματιστικού θα είναι τέτοια έτσι ώστε να καλύπτει τις εν λόγω ανάγκες. Έτσι επιλέχθηκε για την κάλυψη των ανωτέρω αναγκών αερόψυκτες αντλίες θερμότητας τύπου split unit.

- 4 μονάδες των 3 kW ψυκτικής ισχύος
- 1 μονάδα των 6 kW ψυκτικής ισχύος

Οι εν λόγω αντλίες θερμότητας θα διαθέτουν και αντιστροφέα συχνοτήτων έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη απόδοση και οικονομία ηλεκτρικής ενέργειας, Σημειώνεται ότι για τους υπολογισμούς των κλιματιστικών φορτίων επιλέχθηκε για την καλοκαιρινή περίοδο εσωτερική επιθυμητή θερμοκρασία αυτή των 26 °C ενώ για την χειμερινή αυτή των 20 °C σύμφωνα με τα όσα ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ.

2.21.9 Δεδομένα για το σύστημα αερισμού. Ο αερισμός που εφαρμόζεται σε όλους τους χώρους των κατοικιών του κτιρίου είναι φυσικός και σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, η παροχή του αέρα θα είναι ίση με τον απαιτούμενο νωπό αέρα. Η τιμή του υπολογίστηκε σε προηγούμενη ενότητα ίσος με $0,75 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$.

2.21.10 Δεδομένα για το σύστημα Ζ.Ν.Χ. κατοικιών. Για την κάλυψη των αναγκών για ζεστό νερό χρήσης, θα εγκατασταθεί ένας θερμοαντήρας (δεξαμενή αποθήκευσης) διπλής ενέργειας, που θα λαμβάνει θερμική ενέργεια από μια ανεξάρτητη συστοιχία ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, όπως περιγράφεται στην επόμενη παράγραφο και θα έχει και εφεδρική ηλεκτρική αντίσταση.

Στον Πίν. 2.120 φαίνεται η ισχύς του θερμοσίφωνα που θα τοποθετηθεί στην κατοικία καθώς επίσης και φαίνεται και το ποσοστό κάλυψης του φορτίου από τον θερμοσίφωνα.

Πίνακας 2.120: Ισχύς θερμοσίφωνα και ποσοστό κάλυψης του φορτίου.

Επιλέξτε τα συστήματα που υπάρχουν στην ζώνη:																
<input checked="" type="checkbox"/> Θέρμανση <input checked="" type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Ύγραση <input type="checkbox"/> ΚΚΜ <input checked="" type="checkbox"/> ΖΝΧ <input checked="" type="checkbox"/> Ηλιακός συλλέκτης <input type="checkbox"/> Φωτισμός																
<input type="checkbox"/> Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input checked="" type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/> Ηλιακός συλλέκτης																
Παραγωγή																
	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶	Λέβητας	Πετρέλαιο	34	0.9	0.8	0.8	0.8	0.2	0	0	0	0	0	0.5	0.7	0.9
	Τοπικός ηλεκτρικός θερμοαντήρας	Ηλεκτρισμός	3	0.9	0.2	0.2	0.2	0.2						0.2	0.2	0.2
*																

Συγκεντρωτικά τα δεδομένα για το σύστημα ηλιακών συλλεκτών δίνονται στον Πίν. 2.121 όπως έχουν ήδη υπολογιστεί.

Πίνακας 2.121: Δεδομένα ηλιακών συλλεκτών.

Σύστημα ζεστού νερού χρήσης - ΖΝΧ τμήματος κατοικιών	
Μονάδα παραγωγής θερμότητας	
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης:	Ηλιακοί συλλέκτες
Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας:	60%
Επιφάνεια συλλεκτών:	6 m ²
Κλίση ηλιακών συλλεκτών:	20 °C

2.21.11 Αποτελέσματα υπολογισμών. Στις επόμενες παραγράφους δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα για τις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας (kWh/m²), όπως:

- Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη.
- Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, Ζ.Ν.Χ.), ανά θερμική ζώνη και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.).
- Ετήσια ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, Ζ.Ν.Χ.) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

1)Φορτία θέρμανσης και ψύξης κτιρίου. Τα απαιτούμενα φορτία του κτιρίου για θέρμανση και ψύξη, δίνονται στον Πίν. 2.122 που ακολουθεί. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή. Επίσης στον ίδιο πίνακα δίνονται οι αντίστοιχες τιμές του κτιρίου αναφοράς.

Πίνακας 2.122: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης και ψύξης σε Kwh/m²

Υπάρχον κτίριο		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	8.5	6.5	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	6.3	27.8
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	7.9	11.8	12.2	3.3	0.0	0.0	0.0	36.7
	Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ΖΝΧ	2.7	2.5	2.7	2.6	2.7	2.6	2.7	2.7	2.6	2.7	2.6	2.7	31.8

Κτίριο αναφοράς		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	10.3	7.9	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	7.6	33.8
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	9.9	14.7	15.4	4.4	0.0	0.0	0.0	46.6
	Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ΖΝΧ	2.3	2.1	2.3	2.2	2.3	2.2	2.3	2.3	2.2	2.3	2.2	2.3	27.0

2)Κατανάλωση ενέργειας κτιρίου. Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται παρακάτω στον Πίν. 2.123 Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 2.123: Καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση.

	Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο	
Υπάρχον κτίριο	► Θέρμανση	10.5	8.1	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	7.8	33.9	
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.6	3.9	4.1	1.1	0.0	0.0	12.2	
	ZNX	2.8	2.5	2.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	2.3	3.2	15.8	
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	4.4	
	Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Σύνολο	13.3	10.6	7.6	0.6	0.5	2.6	3.9	4.1	1.1	1.7	4.9	11.0	61.9
	Κτίριο αναφοράς	► Θέρμανση	13.0	10.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	9.6	42.1
		Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη		0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.6	2.4	2.6	0.8	0.0	0.0	7.7	
ZNX		2.4	2.1	2.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.0	2.7	13.7	
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης		0.4	0.4	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.5	2.4	
Φωτισμός		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Σύνολο		15.4	12.1	8.5	0.6	0.4	1.6	2.4	2.6	0.8	1.5	5.4	12.3	63.5

3)Καταναλώσεις καυσίμων και εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά m² (πηγή ωφέλιμης ενέργειας) και οι αντίστοιχες εκπομπές ρύπων, δίνονται στον Πίν. 2.124, όπου στην παρούσα περίπτωση κτιρίου είναι το πετρέλαιο και ο ηλεκτρισμός.

Πίνακας 2.124: καταναλώσεις καυσίμων ανά m² - εκπομπές ρύπων

	Πηγή ενέργειας		
	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO2 (kg/m ²)	
Υπάρχον κτίριο	► Ηλεκτρισμός	14.0	13.8
	Πετρέλαιο	47.9	12.6
	Φυσικό αέριο	0.0	0.0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
	Ηλιακή	4.4	0.0
	Βιομάζα	0.0	0.0
	Γεωθερμία	0.0	0.0
	Άλλο ΑΠΕ	0.0	0.0
	Σύνολο	61.9	26.5
	Κτίριο αναφοράς	► Ηλεκτρισμός	9.3
Πετρέλαιο		54.3	14.3
Φυσικό αέριο		0.0	0.0
Άλλα ορυκτά καύσιμα		0.0	0.0
Ηλιακή		2.4	0.0
Βιομάζα		0.0	0.0
Γεωθερμία		0.0	0.0
Άλλο ΑΠΕ		0.0	0.0
Σύνολο		63.5	23.5

3)Καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας. Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτιρίου με χρήση κατοικιών, δίνονται στον Πίν. 2.125. Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση του υπό μελέτη τμήματος κτιρίου βρίσκεται καλύτερα σε σχέση με το κτίριο αναφοράς. Αντίθετα, για την ψύξη το ποσό που καταναλώνεται στο υπό εξέταση κτίριο είναι αρκετά μεγαλύτερο από το αντίστοιχο του κτιρίου αναφοράς μιας και ο προς ψύξη

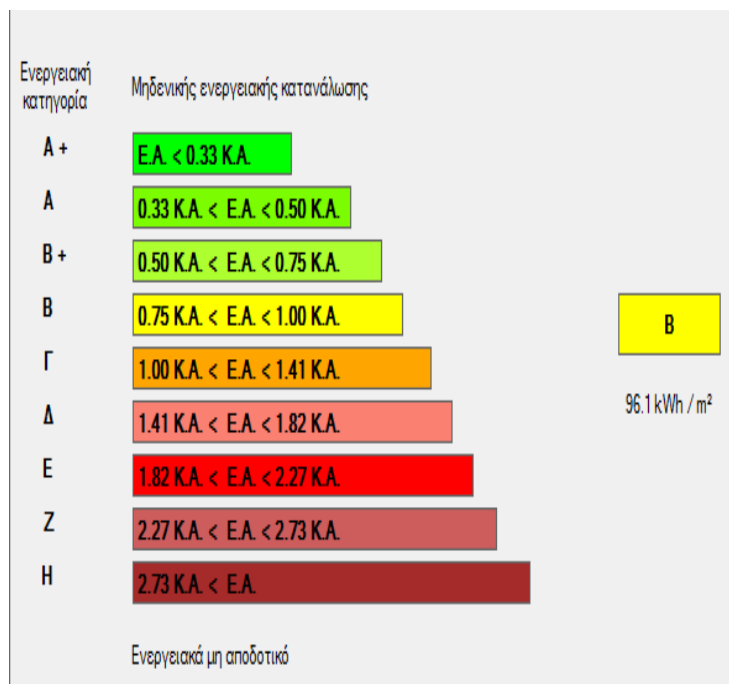
χώρος είναι πολύ μεγαλύτερος από το 50% (του θερμαινόμενου) κτιρίου που λαμβάνεται για το κτίριο αναφοράς. Η διαφορά της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για το Ζ.Ν.Χ. του κτιρίου σε σχέση με το κτίριο αναφοράς, οφείλεται στο υψηλό ποσοστό κάλυψης από τους ηλιακούς συλλέκτες που θα εγκατασταθούν στο κτίριο.

Πίνακας 2.125: καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m ²)			
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
▶	Θέρμανση	47.2	38.7
	Ψύξη	25.7	40.1
	ΖΝΧ	37.8	17.3
	Φωτισμός	0.0	0.0
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0
	Σύνολο	110.7	96.1
	Κατάταξη	-	B

2.21.12 Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του τμήματος του κτιρίου με χρήση κατοικιών, το κτίριο ανήκει στην κατηγορία B όπως φαίνεται και στο Σχ. 2.14.

Άρα πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ., για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση με την αντίστοιχη του κτιρίου αναφοράς.



Σχήμα 2.14: Κατηγορία ένταξης του κτιρίου σύμφωνα με το λογισμικό T.E.E.-Κ.Εν.Α.Κ.

3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΙΣ ΤΕΣΣΕΡΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

3.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Η ενεργειακή ανάλυση θα πραγματοποιηθεί και για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας και διακρίνεται σε δύο μέρη, βάσει των παρακάτω εκδοχών:

1^ο. Σε συμφωνία με τις προϋποθέσεις του Κ.Εν.Α.Κ.

2^ο. Ενδεικτικό, της μέχρι σήμερα κατάστασης όπου δεν λαμβανόταν υπόψη η δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της επαρκούς θερμομόνωσης των κτιρίων. Έπειτα από έρευνα προέκυψαν συμβατικές - ενδεικτικές τιμές για το πάχος του θερμομονωτικού υλικού που κατά κύριο λόγο τοποθετούταν σε κάθε κλιματική ζώνη.

Στόχος είναι:

- Ο υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας λόγω της εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ., καθώς και η αποδοτικότητα του σε νεόδμητο κτίριο.
- Ο υπολογισμός του κόστους της εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ σε κάθε κλιματική ζώνη, για το κτίριο κατοικίας που μελετάται, σε σχέση με το οικονομικό κόστος της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη.

Η μεθοδολογία των υπολογισμών που πραγματοποιούνται παραμένει η ίδια με αυτή που ακολουθήθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο «ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ». Η επανάληψη της διαδικασίας θα ήταν ιδιαίτερα κουραστική για τον αναγνώστη, έτσι στο παρόν κεφάλαιο θα δοθούν συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των υπολογισμών που αφορούν στα ίδια στοιχεία.

Προκειμένου να επιτευχθεί η σύγκριση μεταξύ των τεσσάρων κλιματικών ζωνών, το κτίριο λαμβάνεται όμοιο ως προς την αρχιτεκτονική του μορφή, θεωρώντας την τοπογραφία του οικοπέδου καθώς και την χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο όμοια.

Για την εγκυρότητα της οικονομοτεχνικής ανάλυσης και την τελική αξιολόγηση επιλέγεται να **πληρούνται τα ελάχιστα όρια των απαιτήσεων του Κ.Εν.Α.Κ.** ως προς την θερμομονωτική επάρκεια των δομικών του στοιχείων συναρτήσει πάντα με τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας, U_m , του κτιρίου για όλες τις κλιματικές ζώνες. Για τους υπολογισμούς με τις συμβατικές τιμές για τα πάχη θερμομονωτικού υλικού είναι αυτονόητο ότι δεν ενδιαφέρει να τηρούνται οι απαιτούμενες προϋποθέσεις. Καταλήγοντας λοιπόν, οι διαφορές μας θα έγκεινται στα κλιματολογικά δεδομένα της κάθε περιοχής, στους συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων αλλά και στον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου.

3.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΙΣ ΤΕΣΣΕΡΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

3.2.1 Επιλογή πόλεων αναφοράς. Για την ενεργειακή ανάλυση των τεσσάρων κλιματικών ζωνών επιλέχθηκαν αντίστοιχα τέσσερις πόλεις αναφοράς ανάλογα με την ζώνη στην οποία υπάγονται. Με σειρά από την θερμότερη προς την ψυχρότερη κλιματική ζώνη επιλέχθηκαν:

- Ζώνη Α : Ηράκλειο, Ν. Ηρακλείου
- Ζώνη Β : Πάτρα, Ν. Αχαΐας
- Ζώνη Γ : Θεσσαλονίκη, Ν. Θεσσαλονίκης
- Ζώνη Δ : Φλώρινα, Ν. Φλώρινας

3.2.2 Βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης. Με την μέθοδο των βαθμομερών μπορεί να υπολογισθεί με αρκετή ακρίβεια η ετήσια κατανάλωση ενέργειας, ιδιαίτερα στα κτίρια των οποίων οι απώλειες οφείλονται κυρίως στο κέλυφος, συμπεριλαμβανομένων της διήθησης και του αερισμού. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης απαιτείται ο υπολογισμός του συντελεστή φορτίου του κτιρίου, BLC , ο οποίος δίνεται από την σχέση:

$$BLC = \sum_{j=1}^n U_j \cdot A_j + \sum_{i=1}^v \Psi_i \cdot l_i \cdot b \quad (3.1)$$

όπου: U_j : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j ,
 A_j : το εμβαδό δομικού στοιχείου j ,
 Ψ_i : ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας i ,
 l_i : το μήκος της θερμογέφυρας i και
 b : μειωτικός συντελεστής ο οποίος για λόγους απλοποίησης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. μπορεί στην προκειμένη περίπτωση να ληφθεί ίσος με την μονάδα.

Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση δίνεται από την σχέση:

$$E_h = \frac{24 \cdot BLC \cdot DD}{\eta} \quad (3.2)$$

όπου: DD : οι ετήσιες βαθμομέρες θέρμανσης,
 BLC : ο συντελεστής φορτίου του κτιρίου,
 η : ο βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης.

Αντίστοιχα η κατανάλωση ενέργειας για ψύξη δίνεται από την σχέση:

$$E_c = \frac{24 \cdot BLC \cdot CD}{EER} \quad (3.3)$$

όπου: CD : οι ετήσιες βαθμομέρες ψύξης,
 BLC : ο συντελεστής φορτίου του κτιρίου,

EER : ο βαθμός απόδοσης του συστήματος ψύξης.

3.2.3 Γενική περιγραφή κτιρίου. Όπως προαναφέρθηκε η μορφολογία του κτιρίου, η χωροθέτηση του στο οικόπεδο, η τοπογραφία και όλα τα λοιπά δεδομένα λαμβάνονται όμοια με αυτά των υποκεφαλαίων 2.1 – 2.11 του 3^{ου} κεφαλαίου.

3.2.4 Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη.

3.2.4.1 Υπολογισμός με τήρηση των προϋποθέσεων του Κ.Εν.Α.Κ. Στον Πίν. 3.1 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών και μη, δομικών στοιχείων, καθώς και το πάχος του θερμομονωτικού υλικού που προέκυψε κατά τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας των δομικών υλικών. Υπενθυμίζεται ότι **το πάχος που επιλέχτηκε αφορά στην τήρηση των ελάχιστων προϋποθέσεων του Κ.Εν.Α.Κ.**

Σημειώνεται ότι ο συντελεστής U των ανοιγμάτων λαμβάνεται ίδιος σε όλες τις κλιματικές ζώνες για λόγους απλοποίησης. Με κριτήριο την δυσμενέστερη εξ αυτών, στην πρώτη περίπτωση έχουμε:

$U_{\text{ανοιγμ.}} = 2,60 \text{ W/m}^2\text{K}$. (μέγιστος συντελεστής θερμοπερατότητας ανοιγμάτων Δ' κλιματικής ζώνης).

Πίνακας 3.1: Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων και πάχος θερμομονωτικού υλικού κατοικίας ανά κλιματική ζώνη.

Δομικό στοιχείο	Επιφάνεια A (m ²)	Ζώνη Α Ηράκλειο		Ζώνη Β Πάτρα		Ζώνη Γ Θεσσ/κη		Ζώνη Δ Φλώρινα	
		Πάχος μόνωσης(m)	U δομικού στοιχείου (W/m ² K)	Πάχος μόνωσης(m)	U δομικού στοιχείου (W/m ² K)	Πάχος μόνωσης(m)	U δομικού στοιχείου (W/m ² K)	Πάχος μόνωσης(m)	U δομικού στοιχείου (W/m ² K)
Τοίχοι	208,65	0,04	0,537	0,06	0,395	0,060	0,395	0,070	0,349
Οπλισμένο Σκυρόδεμα	32,39	0,05	0,504	0,07	0,377	0,070	0,377	0,090	0,302
Θερμομ. οροφή κάτω από στέγη	77,92	0,05	0,41	0,06	0,361	0,070	0,322	0,080	0,291
Θερμομ. οροφή στον εξωτ. αέρα	30,76	0,05	0,421	0,06	0,369	0,070	0,329	0,080	0,296
Δάπεδο σε επαφή με μη θερμ. χώρο	109,68	0,02	0,734	0,02	0,734	0,030	0,590	0,030	0,590
Ανοίγματα	35,40		2,600		2,600		2,600		2,600

Ανατρέχοντας στον Πίν. 2.10 του 2^{ου} κεφαλαίου εξακριβώνουμε ότι πληρούνται οι προϋποθέσεις τις θερμομονωτικής επάρκειας των δομικών στοιχείων σε όλες τις κλιματικές ζώνες.

3.2.4.2 Υπολογισμός με τυπικά πάχη θερμομονωτικού υλικού. Στον Πίν. 3.2 φαίνονται οι τυπικές τιμές του πάχους θερμομόνωσης που ελήφθησαν και ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων, όπως αυτός υπολογίστηκε.

Ο συντελεστής U των ανοιγμάτων λαμβάνεται ίδιος και σε αυτή την περίπτωση, σε όλες τις κλιματικές ζώνες και έχει τεθεί ενδεικτική- συμβατική τιμή (η επί των πλείστων χρησιμοποιούμενη). Έτσι έχουμε: $U_{\text{ανοιγμ}} = 3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Πίνακας 3.2: Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για δεδομένα πάχη θερμομόνωσης ανά κλιματική ζώνη.

Δομικό στοιχείο	Επιφάνεια A (m ²)	Ζώνη Α Ηράκλειο		Ζώνη Β Πάτρα		Ζώνη Γ Θεσσα/κη		Ζώνη Δ Φλώρινα	
		Πάχος μόνωσης(m)	U δομικού στοιχείου (W/m ² K)	Πάχος μόνωσης(m)	U δομικού στοιχείου (W/m ² K)	Πάχος μόνωσης(m)	U δομικού στοιχείου (W/m ² K)	Πάχος μόνωσης(m)	U δομικού στοιχείου (W/m ² K)
Τοίχοι	208,65	0,03	0,777	0,03	0,777	0,04	0,642	0,05	0,547
Οπλισμένο Σκυρόδεμα	32,39	0,03	0,886	0,03	0,886	0,04	0,715	0,05	0,599
Θερμομ. οροφή κάτω από στέγη	77,92	0,03	0,588	0,03	0,588	0,04	0,508	0,05	0,446
Θερμομ. οροφή στον εξωτ. αέρα	30,76	0,03	0,635	0,03	0,635	0,04	0,542	0,05	0,473
Δάπεδο σε επαφή με μη θερμ. χώρο	109,68	0,03	0,736	0,03	0,736	0,04	0,614	0,05	0,526
Ανοίγματα	35,40		3,500		3,500		3,500		3,500

3.2.5 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου. Ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου θα γίνει μόνο στην περίπτωση της εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ. Οι θερμογέφυρες του κτιρίου, $\Psi \cdot l$, υπολογίστηκαν στον Πίν. 2.14 και είναι σταθερές στο κτίριο για όλες τις κλιματικές ζώνες. Έχοντας πλέον τα U των δομικών στοιχείων και για $\Psi \cdot l = 77.53 \text{ W/K}$, υπολογίστηκε ο U_m του κτιρίου, ανά κλιματική ζώνη που δίνεται στον Πίν. 3.3. Προκύπτει δε, ότι **το κτίριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο και στις τέσσερις περιπτώσεις.**

Πίνακας 3.3: Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας κτιρίου ανά κλιματική ζώνη.

Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m ² K)	Ζώνη Α Ηράκλειο	Ζώνη Β Πάτρα	Ζώνη Γ Θεσσα/κη	Ζώνη Δ Φλώρινα
U_m Κτιρίου	0,780	0,699	0,669	0,624
U_m Κ.Εν.Α.Κ	0,850	0,770	0,700	0,630

3.2.6 Υπολογισμός θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων κτιρίου ανά κλιματική ζώνη. Η μεθοδολογία περιγράφηκε στο 2^ο κεφάλαιο-υποκεφάλαια 2.15 και 2.16 αντίστοιχα.

3.2.6.1 Υπολογισμός με τήρηση των προϋποθέσεων του Κ.Εν.Α.Κ. Οι θερμικές απώλειες και τα ψυκτικά φορτία του κτιρίου ανά κλιματική ζώνη παρατίθενται στον Πίν. 3.4. και Πίν. 3.5 αντίστοιχα.

Πίνακας 3.4: Θερμικές απώλειες κτιρίου ανά κλιματική ζώνη.

α/α	Επίπτ	Χώρος	Ζώνη Α Ηράκλειο	Ζώνη Β Πάτρα	Ζώνη Γ Θεσσ/κη	Ζώνη Δ Φλώρινα
1	Ισόγειο	Υπνοδωμάτιο 1	1.254,00	1.404,00	1.611,00	1.901,00
2		Καθιστικό	3.443,00	4.039,00	4.662,00	5.626,00
3		Τραπεζαρία	1.553,00	1.804,00	2.104,00	2.536,00
4		Κουζίνα	2.182,00	2.488,00	2.875,00	3.429,00
5		Λουτρό	1.553,00	1.804,00	2.104,00	2.536,00
6	Α όροφος	Υπνοδωμάτιο 1	2.182,00	2.488,00	2.875,00	3.429,00
7		Υπνοδωμάτιο 2	327,40	350,00	390,80	452,70
8		Υπνοδωμάτιο 4	1.614,00	1.826,00	2.142,00	2.545,00
9		Λουτρό	1.590,00	1.786,00	2.091,00	2.476,00
10		Χωλ	1.522,00	1.762,00	2.082,00	2.506,00
Απώλειες κτιρίου σε Watt			14.703,50	16.842,80	19.574,90	13.396,60
Απώλειες κτιρίου σε KW			14.70	16.84	19.57	23.40

Πίνακας 3.5: Ψυκτικά φορτία κτιρίου ανά κλιματική ζώνη.

α/α	Επίπτ	Χώρος	Ζώνη Α Ηράκλειο	Ζώνη Β Πάτρα	Ζώνη Γ Θεσσ/κη	Ζώνη Δ Φλώρινα
1	Ισόγειο	Υπνοδωμάτιο 1	1.520,00	1.555,00	1.600,00	1.471,00
2		Καθιστικό	3.016,00	3.029,00	3.065,00	2.804,00
3		Τραπεζαρία	1.080,00	1.098,00	1.141,00	1.029,00
4		Κουζίνα	1.222,00	1.250,00	1.297,00	1.165,00
6	Α όροφος	Υπνοδωμάτιο 1	1.729,00	1.716,00	1.744,00	1.593,00
7		Υπνοδωμάτιο 2	2.087,00	2.055,00	2.071,00	1.921,00
8		Υπνοδωμάτιο 4	1.452,00	1.459,00	1.497,00	1.388,00
Απώλειες κτιρίου σε Watt			12.106,00	12.162,00	12.415,00	11.371,00
Απώλειες κτιρίου σε KW			12,11	12,16	12,42	11,37

3.2.6.2 Υπολογισμός με τυπικά πάχη θερμομονωτικού υλικού. Οι θερμικές απώλειες και τα ψυκτικά φορτία του κτιρίου ανά κλιματική ζώνη παρατίθενται στον Πίν. 3.6 και Πίν. 3.7 αντίστοιχα.

Πίνακας 3.6: Θερμικές απώλειες κτιρίου ανά κλιματική ζώνη.

α/α	Επίπτ	Χώρος	Ζώνη Α Ηράκλειο	Ζώνη Β Πάτρα	Ζώνη Γ Θεσσ/κη	Ζώνη Δ Φλώρινα
1	Ισόγειο	Υπνοδωμάτιο 1	1.511,00	1.833,00	1.996,00	2.312,00
2		Καθιστικό	3.875,00	4.727,00	5.322,00	6.324,00
3		Τραπεζαρία	1.773,00	2.167,00	2.434,00	2.891,00
4		Κουζίνα	2.445,00	2.966,00	3.264,00	3.815,00
5		Λουτρό	370,30	417,60	435,50	485,70

6	Α όροφος	Υπνοδωμάτιο 1	2.002,00	2.448,00	2.685,00	3.128,00
7		Υπνοδωμάτιο 2	1.964,00	2.397,00	2.612,00	3.026,00
8		Υπνοδωμάτιο 4	1.827,00	2.257,00	2.528,00	2.994,00
9		Λουτρό	664,70	821,10	891,60	1.030,00
10		Χωλ	868,10	1.073,00	1.188,00	1.392,00
Απώλειες κτιρίου σε Watt			17.300,10	21.106,70	23.356,10	27.397,70
Απώλειες κτιρίου σε KW			17,30	21,11	23,36	27,40

Πίνακας 3.7: Ψυκτικά φορτία κτιρίου ανά κλιματική ζώνη.

a/a	Επίπ	Χώρος	Ζώνη Α Ηράκλειο	Ζώνη Β Πάτρα	Ζώνη Γ Θεσσ/κη	Ζώνη Δ Φλώρινα
1	Ισόγειο	Υπνοδωμάτιο 1	1.570,00	1.628,00	1.667,00	1.498,00
2		Καθιστικό	3.319,00	3.419,00	3.413,00	3.029,00
3		Τραπεζαρία	1.143,00	1.189,00	1.222,00	1.065,00
4		Κουζίνα	1.283,00	1.351,00	1.385,00	1.197,00
6	Α όροφος	Υπνοδωμάτιο 1	1.910,00	1.971,00	1.972,00	1.724,00
7		Υπνοδωμάτιο 2	2.292,00	2.350,00	2.328,00	2.078,00
8		Υπνοδωμάτιο 4	1.577,00	1.616,00	1.621,00	1.427,00
Απώλειες κτιρίου σε Watt			13.094,00	13.524,00	13.608,00	12.018,00
Απώλειες κτιρίου σε KW			13,09	13,52	13,61	12,02

3.2.7 Βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης πόλεων αναφοράς. Η ενεργειακή ανάλυση θα γίνει βάσει των βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης για την κάθε πόλη. Οι βαθμομέρες θέρμανσης (DD) ελήφθησαν από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 και δίνονται στον Πίν. 3.8, ενώ οι βαθμομέρες ψύξης (CD) από την δημοσίευση των Κ. Παπακώστα, Γ. Τσιλιγκιρίδη και Ν. Κυριάκη, με τίτλο «Εκτίμηση Βαθμομερών Ψύξης 50 Ελληνικών πόλεων», στις Επιστημονικές Εκδόσεις του Τ.Ε.Ε. «Τεχνικά Χρονικά» (Τεύχος 1, 2010). Οι τελευταίες δίνονται στον Πίν. 3.9.

Πίνακας 3.8: Βαθμομέρες θέρμανσης πόλεων αναφοράς.

Βαθμομέρες θέρμανσης (DD)													Σύνολο	
Περιοχή/Μήνας		Ι.	Φ.	Μ.	Α.	Μ.	Ι.	Ι.	Α.	Σ.	Ο.	Ν.	Δ.	Έτος
Ζώνη Α	Ηράκλειο	183	162	140	45							39	133	702
Ζώνη Β	Πάτρα	248	207	171	72							105	205	1008
Ζώνη Γ	Θεσσ/κη	394	314	254	111						53	207	344	1677
Ζώνη Δ	Φλώρινα	543	428	350	192	37					167	330	490	2537

Πίνακας 3.9: Βαθμομέρες ψύξης πόλεων αναφοράς.

Βαθμομέρες ψύξης (CD)													Σύνολο	
Περιοχή/Μήνας		Ι.	Φ.	Μ.	Α.	Μ.	Ι.	Ι.	Α.	Σ.	Ο.	Ν.	Δ.	Έτος
Ζώνη Α	Ηράκλειο						18	43	41	13				115
Ζώνη Β	Πάτρα						17	45	50	13				125

Ζώνη Γ	Θεσσ/κη					26	58	50	12				146
Ζώνη Δ	Φλώρινα					7	17	13	3				40

3.2.8 Υπολογισμός συντελεστή φορτίου κτιρίου ανά κλιματική ζώνη (BLC).

3.2.8.1 Υπολογισμός με τήρηση των προϋποθέσεων του Κ.Εν.Α.Κ. Κάνοντας χρήση του Πίν. 3.1 και της εξ. (3.1) υπολογίζουμε τον συντελεστή BLC του κτιρίου.

Υπενθυμίζεται ότι οι θερμογέφυρες του κτιρίου είναι, $\Psi \cdot I = 77.53 \text{ W/K}$, για όλες τις κλιματικές ζώνες. Τα αποτελέσματα δίνονται στον ακόλουθο Πίν. 3.10

Πίνακας 3.10: Συντελεστής BLC κτιρίου ανά δομικό στοιχείο και κλιματική ζώνη.

Δομικό στοιχείο	Επιφάνεια A (m ²)	Ζώνη Α Ηράκλειο	Ζώνη Β Πάτρα	Ζώνη Γ Θεσσ/κη	Ζώνη Δ Φλώρινα
Τοίχοι	208,65	112,05	82,42	82,42	72,82
Οπλισμένο Σκυρόδεμα	32,39	16,32	12,21	12,21	9,78
Θερμομ. οροφή κάτω από στέγη	77,92	31,95	28,13	25,09	22,68
Θερμομ. οροφή στον εξωτ. αέρα	30,76	12,95	11,350	10,12	9,10
Δάπεδο σε επαφή με μη θερμ. χώρο	109,68	80,51	80,51	64,71	64,71
Ανοίγματα	35,40	92,04	92,04	92,04	92,04
Θερμογέφυρες	-	77,53	77,53	77,53	77,53
Συνολικός BLC κτιρίου (W/K)		423,34	384,18	364,12	348,66

3.2.8.2 Υπολογισμός με τυπικά πάχη θερμομονωτικού υλικού. Κάνοντας χρήση του Πίν. 3.2 και της εξ. (3.1) υπολογίζουμε και για την δεύτερη περίπτωση τον συντελεστή BLC του κτιρίου. Οι θερμογέφυρες του κτιρίου είναι πάλι, $\Psi \cdot I = 77.53 \text{ W/K}$, για όλες τις κλιματικές ζώνες. Τα αποτελέσματα δίνονται στον Πίν. 3.11

Πίνακας 3.11: Συντελεστής BLC κτιρίου ανά δομικό στοιχείο και κλιματική ζώνη.

Δομικό στοιχείο	Επιφάνεια A (m ²)	Ζώνη Α Ηράκλειο	Ζώνη Β Πάτρα	Ζώνη Γ Θεσσ/κη	Ζώνη Δ Φλώρινα
Τοίχοι	208,65	162,12	162,12	133,95	114,13
Οπλισμένο Σκυρόδεμα	32,39	28,70	28,70	23,16	19,40
Θερμομ. οροφή κάτω από στέγη	77,92	45,82	45,82	39,58	34,75
Θερμομ. οροφή στον εξωτ. αέρα	30,76	19,53	19,53	16,67	14,55
Δάπεδο σε επαφή με μη θερμ. χώρο	109,68	80,72	80,72	67,34	57,69
Ανοίγματα	35,40	123,90	123,90	123,90	123,90
Θερμογέφυρες	-	77,53	77,53	77,53	77,53
Συνολικός BLC κτιρίου (W/K)		538,32	538,32	482,14	441,96

3.2.9 Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη ανά κλιματική ζώνη. Η ενέργεια που καταναλώνεται για θέρμανση-ψύξη στο σύνολο ενός έτους μπορεί να υπολογιστεί πλέον με χρήση των εξ. (3.2), (3.3) καθώς και των Πίν. 3.8, 3.9 και 3.10. Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης λαμβάνεται: $\eta=0,80$ (μέσος όρος) και του συστήματος ψύξης, $EER=3,00$ που είναι και το ελάχιστο επιτρεπτό όριο του Κ.Εν.Α.Κ. Συγκεντρώνοντας τα αποτελέσματα των πράξεων και για τις δύο περιπτώσεις, ως προς την θερμομονωτική επάρκεια του κτιρίου, παίρνουμε τον παρακάτω Πίν. 3.12.

Πίνακας 3.12: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη ανά κλιματική ζώνη .

Κλιματική ζώνη	Τρόπος μόνωσης	Καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση E_h (KWh/έτος)	Καταναλισκόμενη ενέργεια για ψύξη E_c (KWh/έτος)
Ζώνη Α Ηράκλειο	Κ.Εν.Α.Κ.	8916	389
	Συμβατικός	11337	495
Ζώνη Β Πάτρα	Κ.Εν.Α.Κ.	11618	384
	Συμβατικός	16279	538
Ζώνη Γ Θεσσαλονίκη	Κ.Εν.Α.Κ.	18319	425
	Συμβατικός	24257	563
Ζώνη Δ Φλώρινα	Κ.Εν.Α.Κ.	26537	112
	Συμβατικός	33637	141

Στην Εικ. 3.1 δίνεται η μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, στην Ελλάδα, σύμφωνα με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (Τ.Ε.Ε.), για όλες τις κλιματικές ζώνες και ανά δεκαετία.

Κλιματική ζώνη	Μέση ετήσια ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/m ²)						Μέση ετήσια ειδική κατανάλωση θερμικής ενέργειας (kWh/m ²)					
	Μονοκατοικίες			Διαμερίσματα			Μονοκατοικίες			Διαμερίσματα		
	1980	2001	2010	1980	2001	2010	1980	2001	2010	1980	2001	2010
Ελλάδα σύνολο	27.6	38.7	37.5	28.1	40.6	39.2	140	123	92	96	95	75
Ζώνη Α	22.5	29.6	27.3	24.6	31.2	28.5	94	89	67	65	62	52
Ζώνη Β	28.3	42.3	41.7	31.5	46.8	45.8	134	115	88	94	91	71
Ζώνη Γ	24.1	35.0	33.7	25.8	37.0	35.4	159	145	108	111	109	90
Ζώνη Δ	25.4	34.6	32.6	28.1	36.6	34.2	187	176	129	130	125	115

Εικ. 3.1 Μέση ετήσια κατανάλωσης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας ανά μονάδα επιφανείας

Η θερμαινόμενη και η ψυχόμενη επιφάνεια του κτιρίου έχει δοθεί στο 2^ο κεφάλαιο και είναι αντίστοιχα $187,60m^2$ και $115,08m^2$. Ανάγοντας τώρα τα αποτελέσματα μας για τα τυπικά πάχη μόνωσης σε κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφανείας έχουμε τον πίνακα 3.13

Πίνακας 3.13: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη ανά κλιματική ζώνη και ανά μονάδα επιφανείας.

Κλιματική ζώνη	Πάχος μόνωσης (m)	Ετήσια καταναλισκόμενη θερμική ενέργεια (KWh/m ²)	Ετήσια Καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια για ψύξη (KWh/m ²)
Ζώνη Α Ηράκλειο	0,03	60	4,3
Ζώνη Β Πάτρα	0,03	87	4,7
Ζώνη Γ Θεσσ/κη	0,04	129	4,9
Ζώνη Δ Φλώρινα	0,05	179	1.2

Παρατηρούμε ότι οι τιμές της ετήσιας κατανάλωσης θερμικής ενέργειας ανά κλιματική ζώνη, με μη εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ, κυμαίνονται περίπου στις τιμές των στηλών 2001-2010 για τις μονοκατοικίες. Από τα ανωτέρω επαληθεύεται ότι τα πάχη του θερμομονωτικού υλικού που πήραμε ως δεδομένα και ταυτοποιείται το κτίριο ως προς την χρονολογία κατασκευής του. Είναι δε, σαφές ότι τα προηγούμενα του 2001, έτη, η θερμομόνωση των κτιρίων ήταν ουσιαστικά μηδαμινή, παρουσιάζει όμως αυξητική τάση μέσα στις δεκαετίες, προφανώς ανάλογη με την ενημέρωση όσον αφορά στα οφέλη (περιβαλλοντικού και οικονομικού χαρακτήρα) της εξοικονόμησης ενέργειας. Η εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. αναλύεται στην επόμενη ενότητα.

3.2.10 Εξοικονόμηση ενέργειας με εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. Έχοντας ήδη υπολογίσει την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη του κτιρίου στον Πίν. 3.12 μπορούμε πλέον να κάνουμε σύγκριση των αποτελεσμάτων μας για κάθε κλιματική ζώνη.

Πίνακας 3.14: Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη ανά κλιματική ζώνη

Κλιματ. ζώνη	Τρόπος μόνωσης	Ενέργεια για θέρμανση (KWh/έτος)	Εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση (KWh/έτος)	Ενέργεια για ψύξη (KWh/έτος)	Εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη (KWh/έτος)	Συνολική εξοικονόμηση ενέργειας στο κτίριο (KWh/έτος)
Ζώνη Α Ηράκλειο	Κ.Εν.Α.Κ.	8916	2421	389	106	2527
	Συμβατικός	11337		495		
Ζώνη Β Πάτρα	Κ.Εν.Α.Κ.	11618	4661	384	154	4815
	Συμβατικός	16279		538		
Ζώνη Γ Θεσσ/κη	Κ.Εν.Α.Κ.	18319	5938	425	138	6076
	Συμβατικός	24257		563		
Ζώνη Δ Φλώρινα	Κ.Εν.Α.Κ.	26537	7100	112	29	7129
	Συμβατικός	33637		141		

Η εξοικονόμηση ενέργειας εφαρμόζοντας ορθά τον Κ.Εν.Α.Κ. είναι σημαντική κρίνοντας από το ποσοστό της σε σχέση με την συνολική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου ανά περίπτωση, Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον Πίν. 3.15.

Πίνακας 3.15: Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας σε σχέση με την συνολική κατανάλωση του κτιρίου για θέρμανση και για ψύξη.

Κλιματ. ζώνη	Τρόπος μόνωσης	Εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση	Εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη	Συνολική εξοικονόμηση ενέργειας στο κτίριο
Ζώνη Α Ηράκλειο	Κ.Εν.Α.Κ.	21,35%	21,41%	21,36%
	Συμβατικός			
Ζώνη Β Πάτρα	Κ.Εν.Α.Κ.	28,63%	28,62%	28,63%
	Συμβατικός			
Ζώνη Γ Θεσσ/κη	Κ.Εν.Α.Κ.	24,48%	24,51%	24,48%
	Συμβατικός			
Ζώνη Δ Φλώρινα	Κ.Εν.Α.Κ.	20,47%	20,56%	20,47%
	Συμβατικός			

Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι τηρώντας απλά, **τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ.** έχουμε σημαντικά ποσά εξοικονόμησης ενέργειας σε όλες τις κλιματικές ζώνες. Εξυπακούεται ότι ανάλογες είναι και οι εκπομπές ρύπων στο περιβάλλον, οπότε τα **περιβαλλοντικά οφέλη** γίνονται αμέσως αντιληπτά.

Στον Πίν. 3.16 βλέπουμε τα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνονται σε αρχικά μη θερμομονωμένο κτίριο, έχει έπειτα από τοποθέτηση συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης. Πρόκειται για τεχνοοικονομική μελέτη του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Κ.Α.Π.Ε. σε κτίριο κατοικίας. Η παρέμβαση σε υλοποιημένο κτίριο και μάλιστα υπό αυτές τις προϋποθέσεις, επιφέρει μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας για τους εξής λόγους:

- Εφόσον είναι αρχικά μη θερμομονωμένο, οι κατανάλωση ενέργειας θα είναι μεγάλη.
- Η εξωτερική θερμομόνωση είναι συνεχής παντού και έτσι μειώνει στο ελάχιστο τις απώλειες λόγω θερμογεφυρών.

Πίνακας 3.16: Αποτελέσματα τεχνοοικονομικής μελέτης Κ.Α.Π.Ε. για τυπική μονοκατοικία μη θερμομονωμένη, έπειτα από τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης.

ΚΑΠΕ	Εξοικονόμηση για θέρμανση	Εξοικονόμηση για ψύξη	Συνολική Εξοικονόμηση ενέργειας
Α Κλιματική Ζώνη	28-31%	48-49%	35-37%
Β Κλιματική Ζώνη	33-35%	46-48%	36-39%
Γ Κλιματική Ζώνη	35-38%	47-48%	36-38%
Δ Κλιματική Ζώνη	39-41%		

3.3 ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΙΣ ΤΕΣΣΕΡΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

3.3.1 Γενικά. Στο προηγούμενο υποκεφάλαιο τεκμηριώθηκε η αποδοτικότητα της τήρησης των απαιτήσεων του Κ.Εν.Α.Κ. ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίριο κατοικίας και κατ' επέκταση σε όλα τα νεόδμητα κτίρια. Την ανάλυση αυτή δεν θα την συνεχίσουμε σε οικονομικό επίπεδο αφού η εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (Μ.Ε.Α.) είναι πλέον υποχρεωτική, βάσει του νόμου 3661/2008, «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89). Θα πραγματοποιηθεί όμως οικονομοτεχνική ανάλυση για το υπό μελέτη κτίριο που είναι σύμφωνο με τον κανονισμό και στις τέσσερις κλιματικές ζώνες. Στον παρακάτω Πίν. 3.17 έχουμε συγκεντρωμένα τα αποτελέσματα των προηγούμενων υπολογισμών μας ως προς την ενεργειακή κατανάλωση σε όλες τις ζώνες.

Πίνακας 3.17: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη ανά κλιματική ζώνη και ανά μονάδα επιφάνειας.

Εφαρμογή Κ.Εν.Α.Κ.	Κλιματική ζώνη	Ετήσια καταναλισκόμενη θερμική ενέργεια (KWh)	Ετήσια Καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια για ψύξη (KWh)
	Ζώνη Α - Ηράκλειο	8916	389
	Ζώνη Β - Πάτρα	11618	384
	Ζώνη Γ -Θεσσ/κη	18319	425
	Ζώνη Δ - Φλώρινα	26537	112

3.3.2 Κόστος θερμομονωτικού υλικού. Η τιμή της εξηλασμένης πολυστερίνης που έχει επιλεγεί ως θερμομονωτικό υλικό συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ φαίνεται στον Πίν. 3.18.

Πίνακας 3.18: Κόστος θερμομονωτικού υλικού ανά τετραγωνικό μέτρο.

Κόστος Εξηλασμένης Πολυστερίνης αναλόγως του πάχους της									
Πάχος μονωτικού υλικού (m)	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
€/m ²	3,90	5,20	6,80	8,40	10,20	12,00	13,90	15,90	18,00

3.3.3 Κόστος κουφωμάτων. Οι τιμές για τα κουφώματα, συνολικής επιφάνειας 35,40m² στο κτίριο, με $U=2,60 W/m^2K$, που λήφθηκαν έπειτα από προσφορές κυμαίνονται σε τιμές μεταξύ 300-350 €/m² με το Φ.Π.Α. Το συνολικό κόστος δλδ. για την τοποθέτηση τους ανέρχεται στις 12.400,00 € το μέγιστο.

3.3.4 Κόστος εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ. στις τέσσερις κλιματικές ζώνες. Το κόστος του θερμομονωτικού υλικού στο κτίριο ανά ζώνη, υπολογίζεται βάσει του Πίν. 3.18 και του Πίν. 3.1 όπου αναφέρονται όλα τα πάχη του, όπως αυτά υπολογίστηκαν. Στον Πίν. 3.19 φαίνονται τα αποτελέσματα που λαμβάνουμε.

Πίνακας 3.19: Κόστος θερμομονωτικού υλικού στο κτίριο.

Κλιματική ζώνη	Κόστος θερμομονωτικού υλικού €
Ζώνη Α - Ηράκλειο	3.207,00 €
Ζώνη Β - Πάτρα	4.287,00 €
Ζώνη Γ - Θεσσ/κη	4.625,00 €
Ζώνη Δ -Φλώρινα	5.477,00 €

Στο παραπάνω κόστος προστίθεται και το κόστος των κουφωμάτων που όπως είπαμε ανέρχεται στις 12.400,00 € και έχουμε τον Πίν. 3.20.

Πίνακας 3.20: Κόστος εφαρμογής Κ.Εν.Α.Κ.

Εφαρμογή Κ.Εν.Α.Κ.	Κλιματική ζώνη	Κόστος θερμομονωτικού υλικού €
	Ζώνη Α - Ηράκλειο	15.606,00 €
	Ζώνη Β - Πάτρα	16.687,00 €
	Ζώνη Γ - Θεσσ/κη	17.025,00 €
	Ζώνη Δ - Φλώρινα	17.877,00 €

Από τον ανωτέρω πίνακα βλέπουμε ότι η προσαύξηση στο κόστος ως προς την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. από ζώνη σε ζώνη είναι:

- ζώνη Β – ζώνη Α: 6,48%
- ζώνη Γ – ζώνη Β: 1,98%
- ζώνη Δ – ζώνη Γ: 4,77%

3.3.5 Κόστος κατανάλωσης πετρελαίου και ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση και ψύξη στις τέσσερις κλιματικές ζώνες. Η τιμή του πετρελαίου θέρμανσης τη δεδομένη στιγμή ανέρχεται σε 0,98€/lt με τον ΦΠΑ, ενώ το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας λαμβάνεται ίσο με 0,1126€/KWh με τον ΦΠΑ, σύμφωνα με το οικιακό τιμολόγιο της ΔΕΗ για τετραμηνιαία κατανάλωση άνω των 2.000 KWh (θεωρούμε ότι η κατοικία, λόγω της επιφάνειας της, για την σωστή λειτουργία της, υπάγεται στην τελευταία κατηγορία του τιμολογίου της, Εικ. 3.1).

Η κατανάλωση πετρελαίου σε λίτρα ανά έτος μπορεί να υπολογιστεί βάσει του Πίν. 3.17 όπου έχουμε συγκεντρωμένη την ενεργειακή κατανάλωση για όλες τις κλιματικές ζώνες και της θερμογόνου δύναμης του πετρελαίου που δίνεται από την σχέση:

$$H = 8,75 \text{ KWh/lt}, \quad \text{με } \rho = 750 \text{ kg/lt}$$

Κάνοντας τους απαιτούμενους υπολογισμούς έχουμε τα αποτελέσματα του Πίν. 3.21.

Πίνακας 3.21: Κατανάλωση πετρελαίου σε λίτρα ανά έτος

Εφαρμογή Κ.Εν.Α.Κ.	Κλιματική ζώνη	Κατανάλωση πετρελαίου (lt/έτος)
	Ζώνη Α Ηράκλειο	1.019,00
	Ζώνη Β Πάτρα	1.328,00
	Ζώνη Γ Θεσσ/κη	2.094,00
	Ζώνη Δ Φλώρινα	3.033,00

Οικιακό - Χωρίς Χρονοχρέωση (Τιμολόγιο Γ1)			
<u>Ανταγωνιστικές Χρεώσεις</u>			
Συνολική Τετραμηνιαία Κατανάλωση (kWh)	Χρέωση Ενέργειας (€ / kWh)	Χρέωση Παγίου Μονοφασικής παροχής (€ ανά τετράμηνο)	Χρέωση Παγίου Τριφασικής παροχής (€ ανά τετράμηνο)
0 – 800	0,05625	1,52	4,80
801 – 1000	0,07850	1,52	9,20
1001 – 2000	0,08150	1,52	9,20
> 2000	0,09155	1,52	9,20

Ελάχιστη Χρέωση μονοφασικού (€ / τετράμηνο) : 5,30
Ελάχιστη Χρέωση τριφασικού (€ / τετράμηνο) : 8,58

Εικόνα 3.1: Τιμολόγιο ΔΕΗ χωρίς τον ΦΠΑ (23%), έτους 2012.

Το κόστος σε €, για την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη δίνεται στον πίνακα 3.22.

Πίνακας 3.22: Κόστος ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη ανά κλιματική ζώνη.

Εφαρμογή Κ.Εν.Α.Κ.	Κλιματική ζώνη	Ετήσιο κόστος θερμικής ενέργειας	Ετήσιο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	Συνολικό ετήσιο κόστος ενέργειας για θέρμανση και ψύξη
	Ζώνη Α Ηράκλειο	1.000,00 €	43,80 €	1043,80 €
	Ζώνη Β Πάτρα	1.300,00 €	43,25 €	1343,25 €
	Ζώνη Γ Θεσσ/κη	2.210,00 €	47,80 €	2257,80 €
	Ζώνη Δ Φλώρινα	2.913,00 €	12,60 €	2925,60 €

Από τον ανωτέρω πίνακα βλέπουμε ότι η προσαύξηση στο συνολικό ετήσιο κόστος ενέργειας για θέρμανση και ψύξη από ζώνη σε ζώνη είναι:

- ζώνη Β – ζώνη Α: 22,29%
- ζώνη Γ – ζώνη Β: 40,50%
- ζώνη Δ – ζώνη Γ: 22,82%

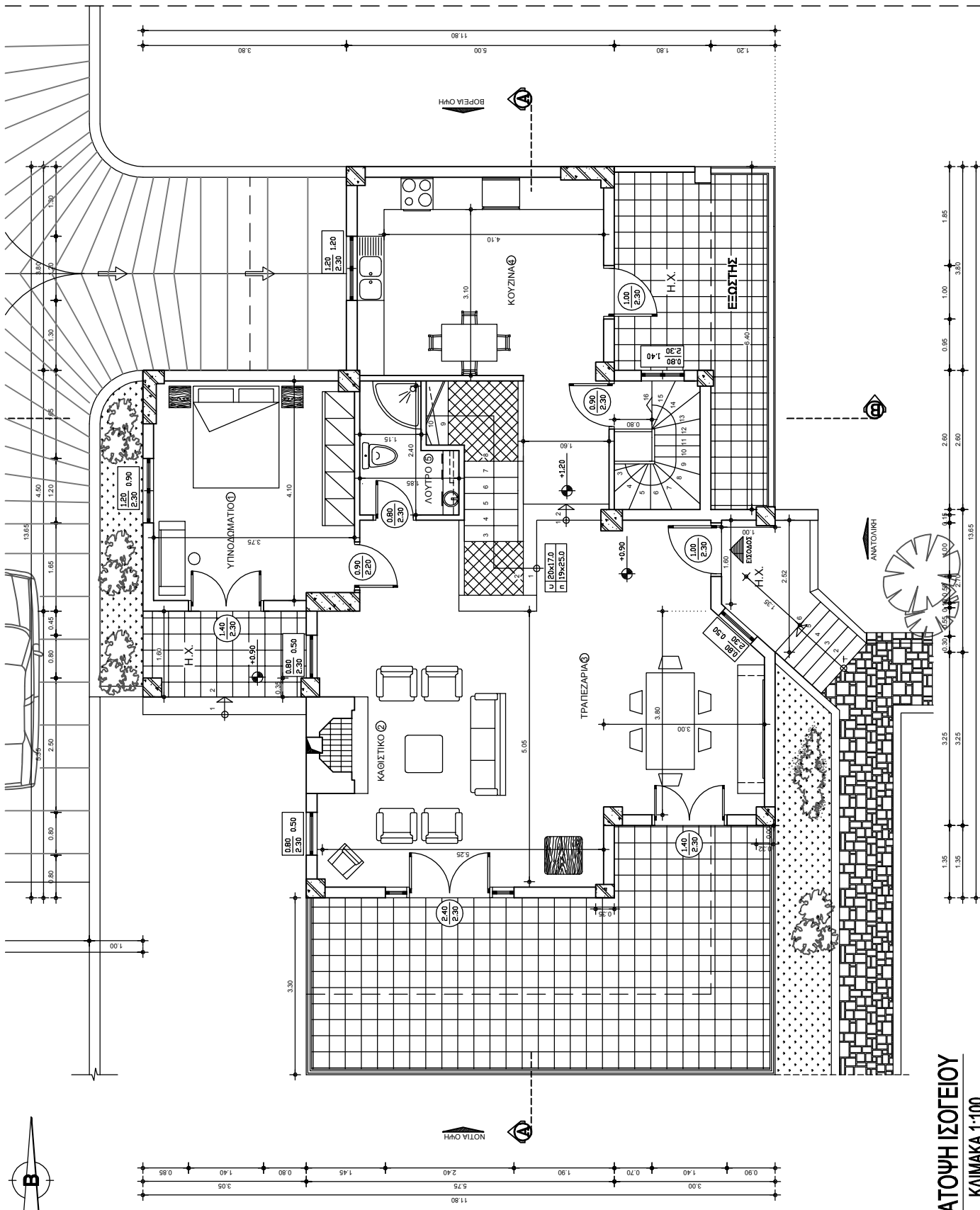
Καταλήγοντας λοιπόν, διαπιστώνουμε πόσο σημαντικό ρόλο έχει η τοποθεσία του εκάστοτε κτιρίου, όσον αφορά στην επιβάρυνση του προϋπολογισμού για την θερμομονωτική του επάρκεια κατά την ανέγερση του, αλλά κυρίως για την κάλυψη των αναγκών του σε θέρμανση και ψύξη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

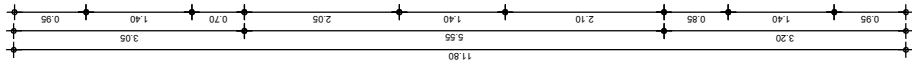
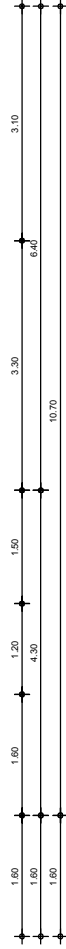
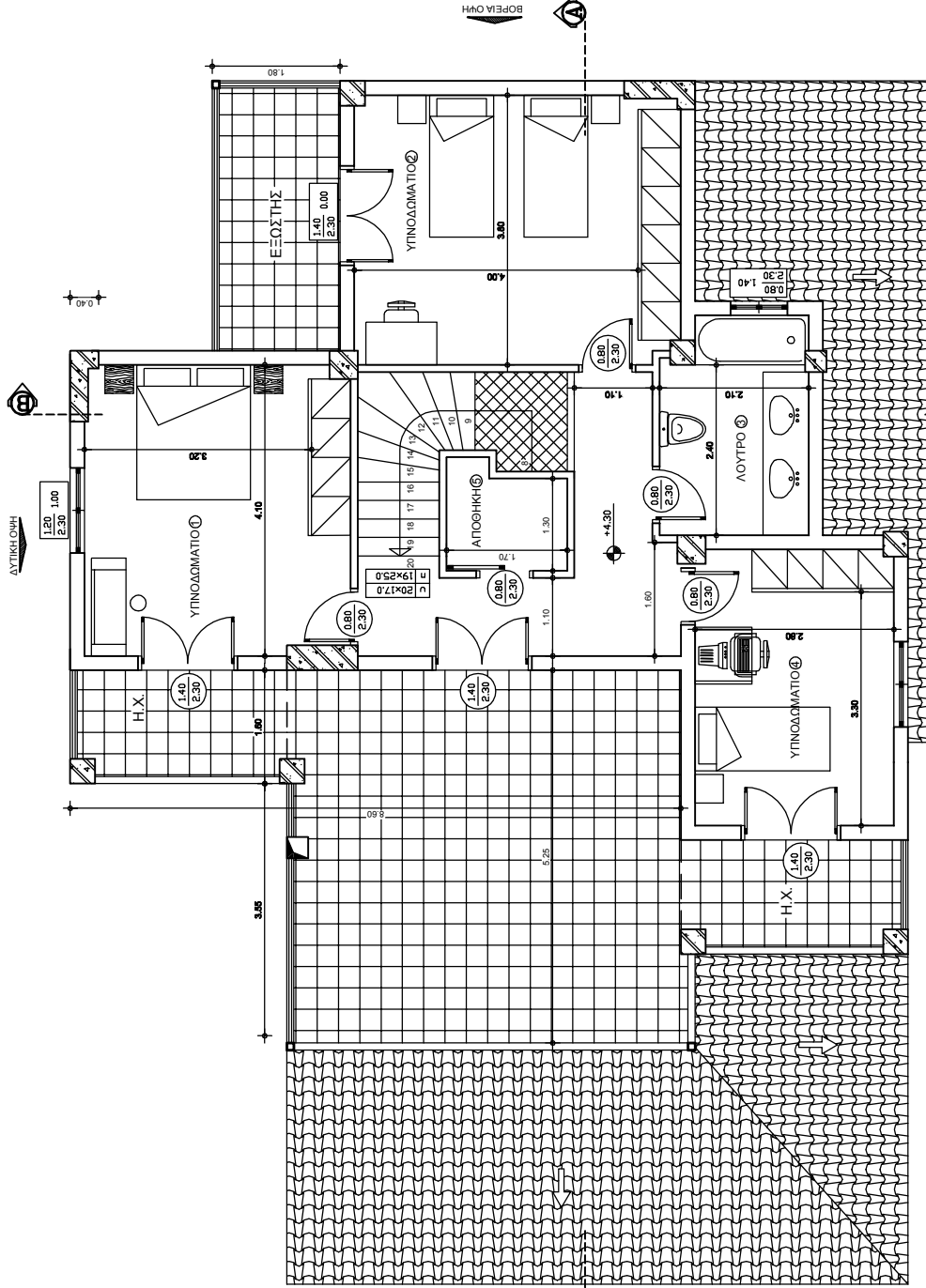
1. Μοσχάτος Α., Ηλιακή Ενέργεια – Συνιστώσες της ηλιακής θερμικής διαδικασίας, Έκδοση Τ.Ε.Ε., 1992.
2. Πέρδιος Σ., Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας Σε Κτίρια - Αθλητικά κέντρα – Βιομηχανίες – Μεταφορές, Τόμος Α & Β, Εκδόσεις Σέλκα-4Μ Τεκδοτική, Αθήνα, 2007.
3. Σελλούντος Β.Η., Θέρμανση – Κλιματισμός, Εκδόσεις Σέλκα-4Μ Τεκδοτική, τόμος Α & Β, Γ' έκδοση 2002 – ανατύπωση 2005.
4. Τσίππρας Κ.Σ., Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων, Εκδόσεις π-Systems, Αθήνα, 2000 .
5. Τεχνική οδηγία Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, έκδοση Α', Αθήνα, 2010.
6. Τεχνική οδηγία Τ.Ε.Ε 20701-2/2010, Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων, έκδοση Α', Αθήνα, 2010.
7. Τεχνική οδηγία Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών, έκδοση Α', Αθήνα, 2010.
8. Κ. Παπακώστας, Γ. Τσιλιγκιρίδης και Ν. Κυριάκης, Εκτίμηση Βαθμομερών Ψύξης 50 Ελληνικών πόλεων, Επιστημονικές Εκδόσεις Τ.Ε.Ε., Τεύχος 1 Τεχνικά Χρονικά, 2010.
9. Φ.Ε.Κ 407/9.4.2010, Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ.Εν.Α.Κ.
10. Φ.Ε.Κ. 89, Νόμος 3661/19-05-2008, Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις.
11. Κ.Α.Π.Ε., Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα – Ενεργειακή Απόδοση και Κατευθύνσεις Εφαρμογής, Πικέρμι, Σεπτέμβριος, 2002.
12. Κ.Α.Π.Ε., Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε οικιστικά σύνολα, Πικέρμι, Σεπτέμβριος, 2002.
13. Κ.Α.Π.Ε., Πρόγραμμα παθητικών ηλιακών και υβριδικών συστημάτων, Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική – Εφαρμογές στην Ελλάδα, Πικέρμι, 1993.
14. Κ.Α.Π.Ε., Ενεργειακή απόδοση παθητικών συστημάτων σε βιοκλιματικά κτίρια στην Ελλάδα, Πικέρμι, 2001.
15. www.cres.gr
16. www.tee.gr
17. www.buildings.gr
18. www.spitia.gr
19. www.minenv.gr
20. www.ntua.gr
21. www.ecodomisi.gr
22. www.ktirio.gr

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

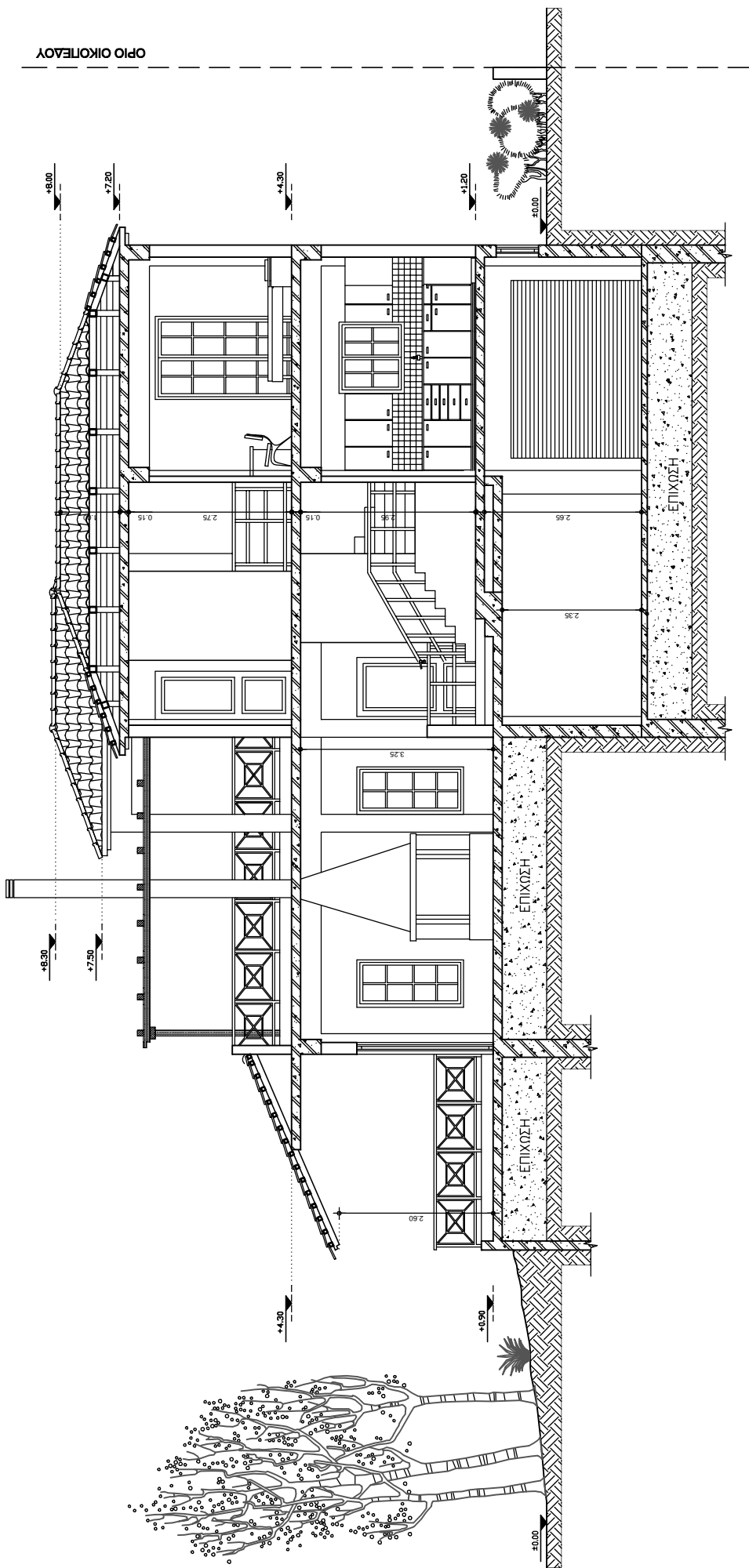
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ



ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100

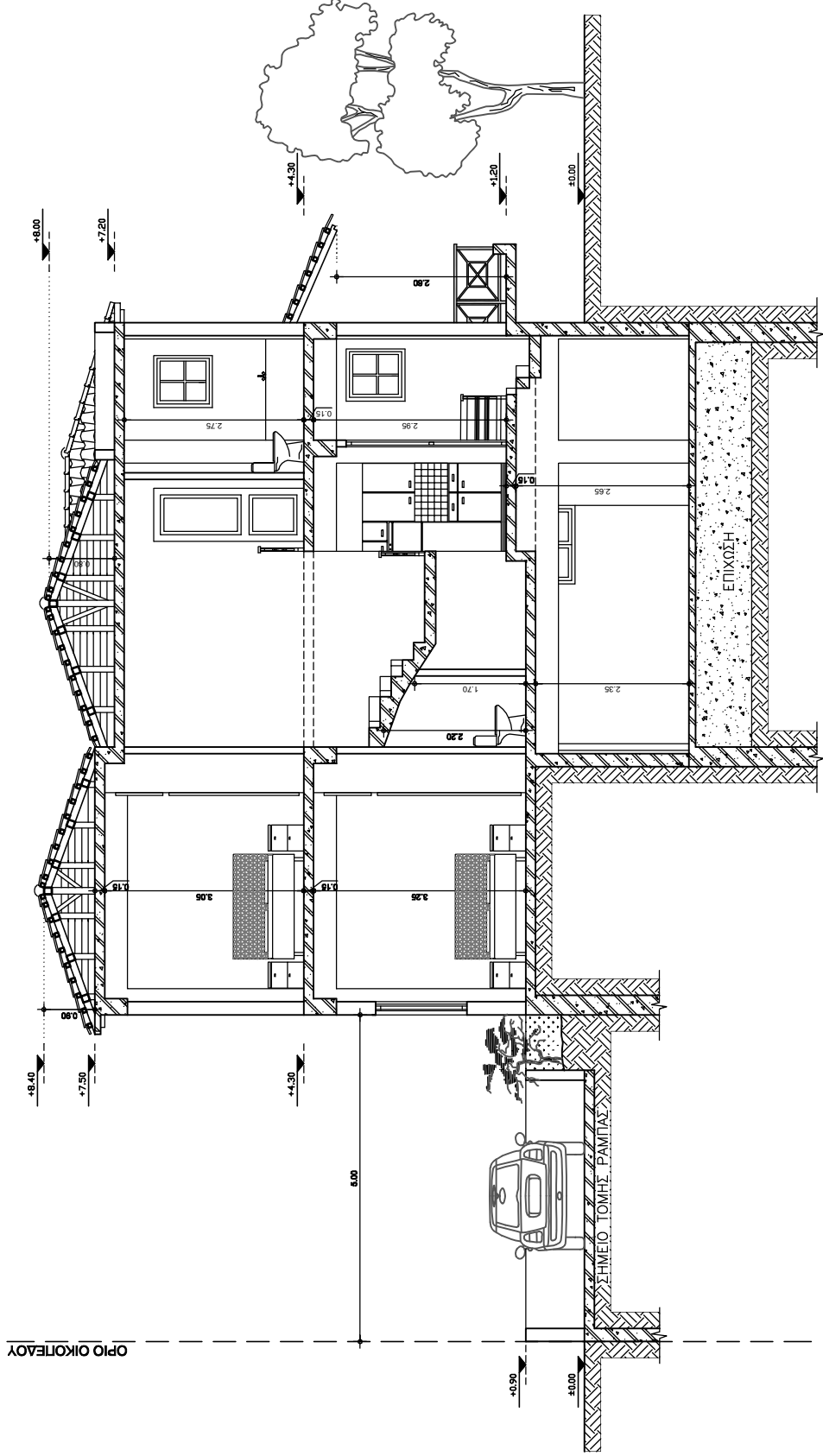


ΚΑΤΩΨΗ 1^Α ΟΡΟΦΟΥ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100



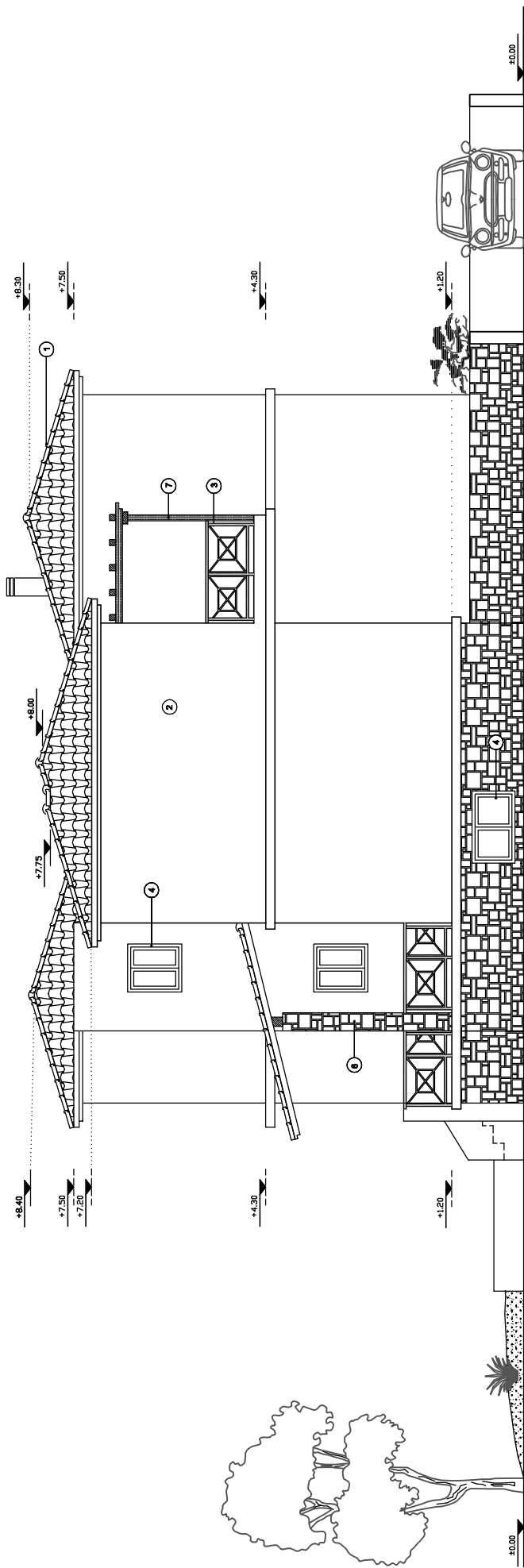
ΟΠΙΟ ΟΙΚΟΤΕΛΕΟΥ

ΤΟΜΗ Α-Α
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100

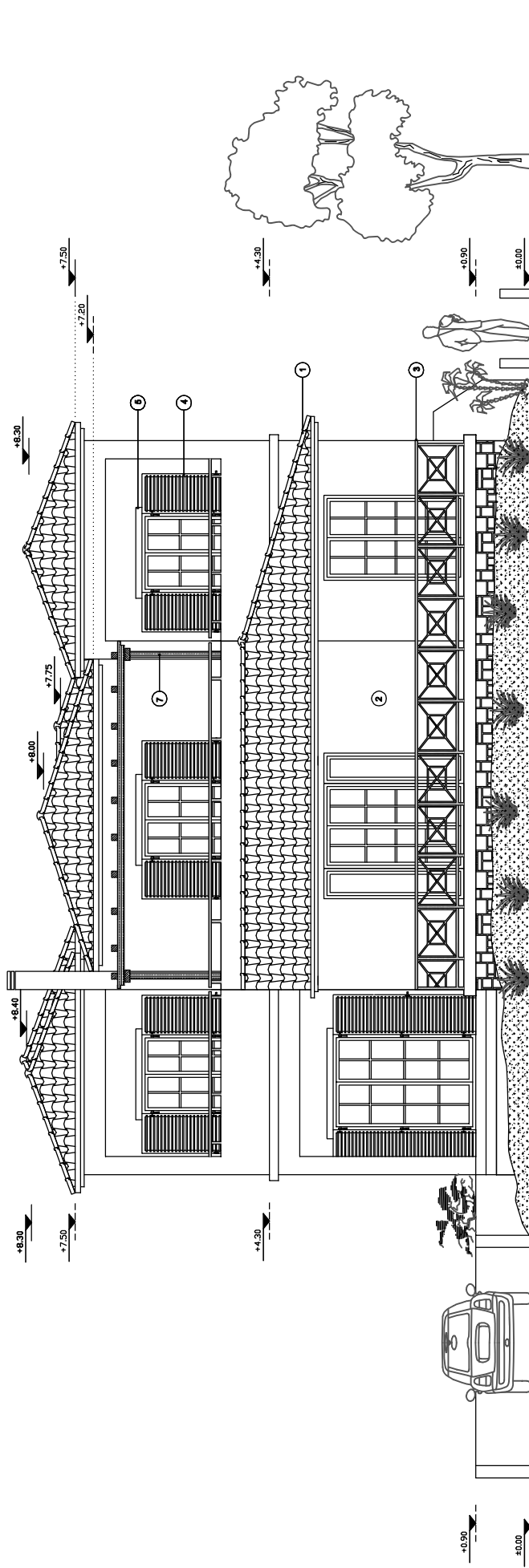


ΟΡΓΑΝΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

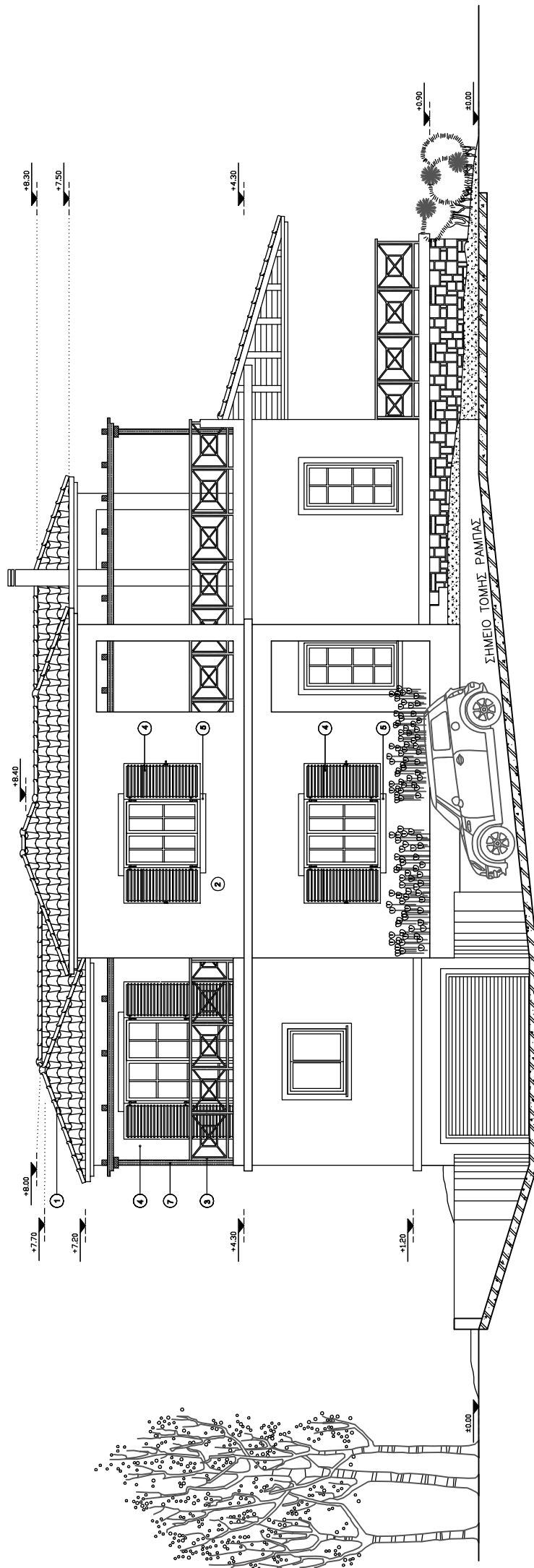
ΤΟΜΗ Β-Β
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100



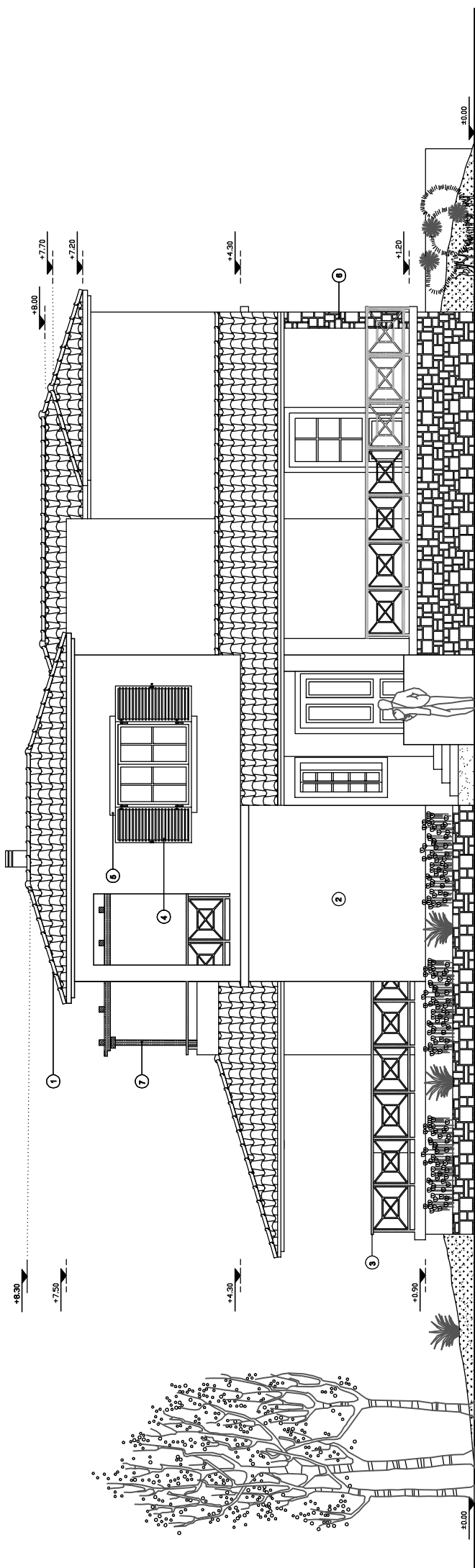
ΒΟΡΕΙΑ ΟΥΨΗ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100



NOTIA OYH
K/IMAKA 1:100



ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ
ΚΑΙΜΑΚΑ 1:100



ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100