



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΣΤΑΥΡΙΑΝΑΚΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ

ΜΕ ΘΕΜΑ: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΛΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ
"Α - Ζ" ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΥ ΕΜΠ

Επιβλέπουσα: Ειρήνη Κορωνάκη – Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2013

"ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ"

Σε αυτό το σημείο οφείλω να ευχαριστήσω την Δρ. Ειρήνη Κορωνάκη, λέκτορα στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π., για την ανάθεση και την επίβλεψη αυτής της διπλωματικής εργασίας, καθώς και την αμέριστη βοήθειά της καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησής της. Η συγγραφή της διπλωματικής μου εργασίας θα ήταν ανέφικτη χωρίς τη συμπαράσταση και την καθοδήγησή της.

Επίσης, ευχαριστώ θερμά όλους εκείνους που πίστεψαν σε εμένα και συμπαραστάθηκαν στην προσπάθειά μου όλο αυτό το διάστημα με κάθε τρόπο και ιδιαίτερα την οικογένειά μου, Ηρακλή, Αρετή, Έφη, Φαίη, Γιώργο, Δημήτρη και Αναστασία, που με στήριξαν και με στηρίζουν σε κάθε στιγμή της πορείας μου. Για όλους εσάς, λοιπόν...

Παναγιώτης Ηρ. Σταυριανάκης

Αθήνα, Φεβρουάριος 2013

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της εν λόγω διπλωματικής εργασίας ασχολούμαστε με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης που μπορεί να επιτευχθεί με την εγκατάσταση σύγχρονης τεχνολογίας για την κάλυψη αναγκών σε πρωτογενή ενέργεια για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού χρήσεως και φωτισμό. Ακόμα, βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης μπορεί να επιτευχθεί με την εγκατάσταση διαφορετικών θερμομονωτικών υλικών και τέλος, με την εγκατάσταση νέων κουφωμάτων με διπλούς υαλοπίνακες και μικρή θερμοχωρητικότητα.

Για να γίνει όμως αυτή η διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κάθε εξεταζόμενου κτιρίου, ανατρέχουμε αρχικά στο νέο **Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.)**, ο οποίος έχει τεθεί σε εφαρμογή από 1 Οκτωβρίου 2010 για όλα τα νεοαναγειρόμενα ή ανακαινιζόμενα κτίρια με συνολική επιφάνεια άνω των 50m². Μελετούμε τις τέσσερις **Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.)**, οι οποίες εγκρίθηκαν από το **Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α.)** και εστιάζουμε σε όλα τα επιμέρους θέματα που αφορούν τα κτίρια που εξετάζονται όπως, τα αδιαφανή δομικά στοιχεία, τα διαφανή δομικά στοιχεία και τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα.

Εισάγουμε το θεωρητικό υπόβαθρο του λογισμικού **T.E.E. - Κ.ΕΝ.Α.Κ.** μέσα από το οποίο θα λάβουμε τα αποτελέσματα για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Έπειτα επιλέγονται τα καταλληλότερα σενάρια βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των υπό διερεύνηση κτιρίων. Κάθε σενάριο δοκιμάζεται μόνο του και τελικά, όλα μαζί συγκρίνονται μεταξύ τους για να καταλήξουμε στο πιο αποδοτικό σενάριο αλλά και στο πιο εφικτό από οικονομικής σκοπιάς.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης κτιρίου "Α"

1.1 Γενική περιγραφή κτιρίου "Α"	8
1.1.1 Τοπογραφία κτιρίου "Α"	8
1.1.2 Χρήση κτιρίου "Α"	9
1.1.3 Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για την βελτίωση του μικροκλίματος του κτιρίου "Α"	12
1.1.4 Θερμομόνωση κτιρίου "Α"	12
1.1.5 Ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα κτιρίου "Α"	12
1.1.6 Συγκέντρωση δεδομένων κτιρίου "Α" σε πίνακα	14
1.1.7 Παραδοχές	15
1.2 Συνθήκες λειτουργίας κτιρίου	16
1.2.1 Ωράριο και περίοδος λειτουργίας	16
1.2.2 Σχετική υγρασία εσωτερικών χώρων	16
1.2.3 Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικών χώρων	17
1.2.4 Στάθμη φωτισμού	17
1.2.5 Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης	18
1.2.6 Χρήστες κτιρίου ή θερμικής ζώνης	18
1.2.7 Εξοπλισμός κτιρίου ή θερμικής ζώνης	19
1.3 Θερμομόνωση κτιρίου	20
1.3.1 Θερμομονωτική επάρκεια δομικών στοιχείων	20
1.3.2 Θερμομονωτική επάρκεια κτιρίου	22
1.3.3 Θερμομονωτική επάρκεια διαφανών δομικών στοιχείων	22
1.4 Ενεργειακή απόδοση κτιρίου	23
1.4.1 Χρήση τεε – κενακ για διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης κτιρίου	23
1.4.2 Αποτελέσματα διερεύνησης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου και αξιολόγηση	27
1.4.3 Απαιτούμενες επεμβάσεις – προτάσεις βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης	28

2. Διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης κτιρίου "Β"

2.1 Γενική περιγραφή κτιρίου "Β"	31
2.1.1 Τοπογραφία κτιρίου "Β"	31
2.1.2 Χρήση κτιρίου "Β"	32
2.1.3 Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για την βελτίωση του μικροκλίματος του κτιρίου "Β"	35
2.1.4 Θερμομόνωση κτιρίου "Β"	35
2.1.5 Ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα κτιρίου "Β"	35
2.1.6 Συγκέντρωση δεδομένων κτιρίου "Β" σε πίνακα	37
2.1.7 Παραδοχές	38
2.2 Συνθήκες λειτουργίας κτιρίου	39
2.2.1 Ωράριο και περίοδος λειτουργίας	39
2.2.2 Σχετική υγρασία εσωτερικών χώρων	39
2.2.3 Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικών χώρων	40
2.2.4 Στάθμη φωτισμού	40
2.2.5 Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης	41
2.2.6 Χρήστες κτιρίου ή θερμικής ζώνης	41
2.2.7 Εξοπλισμός κτιρίου ή θερμικής ζώνης	42
2.3 Θερμομόνωση κτιρίου	43
2.3.1 Θερμομονωτική επάρκεια δομικών στοιχείων	43
2.3.2 Θερμομονωτική επάρκεια κτιρίου	45
2.3.3 Θερμομονωτική επάρκεια διαφανών δομικών στοιχείων	45

2.4 Ενεργειακή απόδοση κτιρίου	46
2.4.1 Χρήση τεε – κενακ για διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης κτιρίου	46
2.4.2 Αποτελέσματα διερεύνησης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου και αξιολόγηση	50
2.4.3 Απαιτούμενες επεμβάσεις – προτάσεις βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης	51
3. Διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης κτιρίου "Γ"	
3.1 Γενική περιγραφή κτιρίου "Γ"	54
3.1.1 Τοπογραφία κτιρίου "Γ"	54
3.1.2 Χρήση κτιρίου "Γ"	55
3.1.3 Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για την βελτίωση του μικροκλίματος του κτιρίου "Γ"	62
3.1.4 Θερμομόνωση κτιρίου "Γ"	62
3.1.5 Ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα κτιρίου "Γ"	62
3.1.6 Συγκέντρωση δεδομένων κτιρίου "Γ" σε πίνακα	64
3.1.7 Παραδοχές	65
3.2 Συνθήκες λειτουργίας κτιρίου	66
3.2.1 Ωράριο και περίοδος λειτουργίας	66
3.2.2 Σχετική υγρασία εσωτερικών χώρων	67
3.2.3 Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικών χώρων	67
3.2.4 Στάθμη φωτισμού	68
3.2.5 Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης	68
3.2.6 Χρήστες κτιρίου ή θερμικής ζώνης	68
3.2.7 Εξοπλισμός κτιρίου ή θερμικής ζώνης	69
3.3 Θερμομόνωση κτιρίου	70
3.3.1 Θερμομονωτική επάρκεια δομικών στοιχείων	70
3.3.2 Θερμομονωτική επάρκεια κτιρίου	72
3.3.3 Θερμομονωτική επάρκεια διαφανών δομικών στοιχείων	72
3.4 Ενεργειακή απόδοση κτιρίου	73
3.4.1 Χρήση τεε – κενακ για διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης κτιρίου	73
3.4.2 Αποτελέσματα διερεύνησης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου και αξιολόγηση	77
3.4.3 Απαιτούμενες επεμβάσεις – προτάσεις βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης	78
4. Διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης κτιρίου "Δ"	
4.1 Γενική περιγραφή κτιρίου "Δ"	81
4.1.1 Τοπογραφία κτιρίου "Δ"	81
4.1.2 Χρήση κτιρίου "Δ"	82
4.1.3 Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για την βελτίωση του μικροκλίματος του κτιρίου "Δ"	89
4.1.4 Θερμομόνωση κτιρίου "Δ"	89
4.1.5 Ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα κτιρίου "Δ"	89
4.1.6 Συγκέντρωση δεδομένων κτιρίου "Δ" σε πίνακα	91
4.1.7 Παραδοχές	92
4.2 Συνθήκες λειτουργίας κτιρίου	93
4.2.1 Ωράριο και περίοδος λειτουργίας	93
4.2.2 Σχετική υγρασία εσωτερικών χώρων	94
4.2.3 Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικών χώρων	94
4.2.4 Στάθμη φωτισμού	94
4.2.5 Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης	95
4.2.6 Χρήστες κτιρίου ή θερμικής ζώνης	95
4.2.7 Εξοπλισμός κτιρίου ή θερμικής ζώνης	96
4.3 Θερμομόνωση κτιρίου	97
4.3.1 Θερμομονωτική επάρκεια δομικών στοιχείων	97

4.3.2	Θερμομονωτική επάρκεια κτιρίου	99
4.3.3	Θερμομονωτική επάρκεια διαφανών δομικών στοιχείων	99
4.4	Ενεργειακή απόδοση κτιρίου	100
4.4.1	Χρήση τεε – κενακ για διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης κτιρίου	100
4.4.2	Αποτελέσματα διερεύνησης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου και αξιολόγηση	104
4.4.3	Απαιτούμενες επεμβάσεις – προτάσεις βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης	105
5.	Διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης κτιρίου "Ε"	
5.1	Γενική περιγραφή κτιρίου "Ε"	108
5.1.1	Τοπογραφία κτιρίου "Ε"	108
5.1.2	Χρήση κτιρίου "Ε"	109
5.1.3	Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για την βελτίωση του μικροκλίματος του κτιρίου "Ε"	116
5.1.4	Θερμομόνωση κτιρίου "Ε"	116
5.1.5	Ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα κτιρίου "Ε"	116
5.1.6	Συγκέντρωση δεδομένων κτιρίου "Ε" σε πίνακα	118
5.1.7	Παραδοχές	119
5.2	Συνθήκες λειτουργίας κτιρίου	120
5.2.1	Ωράριο και περίοδος λειτουργίας	120
5.2.2	Σχετική υγρασία εσωτερικών χώρων	121
5.2.3	Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικών χώρων	121
5.2.4	Στάθμη φωτισμού	122
5.2.5	Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης	122
5.2.6	Χρήστες κτιρίου ή θερμικής ζώνης	122
5.2.7	Εξοπλισμός κτιρίου ή θερμικής ζώνης	123
5.3	Θερμομόνωση κτιρίου	124
5.3.1	Θερμομονωτική επάρκεια δομικών στοιχείων	124
5.3.2	Θερμομονωτική επάρκεια κτιρίου	126
5.3.3	Θερμομονωτική επάρκεια διαφανών δομικών στοιχείων	126
5.4	Ενεργειακή απόδοση κτιρίου	127
5.4.1	Χρήση τεε – κενακ για διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης κτιρίου	127
5.4.2	Αποτελέσματα διερεύνησης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου και αξιολόγηση	131
5.4.3	Απαιτούμενες επεμβάσεις – προτάσεις βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης	132
6.	Διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης κτιρίου "Ζ"	
6.1	Γενική περιγραφή κτιρίου "Ζ"	135
6.1.1	Τοπογραφία κτιρίου "Ζ"	135
6.1.2	Χρήση κτιρίου "Ζ"	136
6.1.3	Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για την βελτίωση του μικροκλίματος του κτιρίου "Ζ"	143
6.1.4	Θερμομόνωση κτιρίου "Ζ"	143
6.1.5	Ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα κτιρίου "Ζ"	143
6.1.6	Συγκέντρωση δεδομένων κτιρίου "Ζ" σε πίνακα	145
6.1.7	Παραδοχές	146
6.2	Συνθήκες λειτουργίας κτιρίου	147
6.2.1	Ωράριο και περίοδος λειτουργίας	147
6.2.2	Σχετική υγρασία εσωτερικών χώρων	148
6.2.3	Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικών χώρων	148
6.2.4	Στάθμη φωτισμού	149
6.2.5	Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης	149
6.2.6	Χρήστες κτιρίου ή θερμικής ζώνης	149
6.2.7	Εξοπλισμός κτιρίου ή θερμικής ζώνης	150

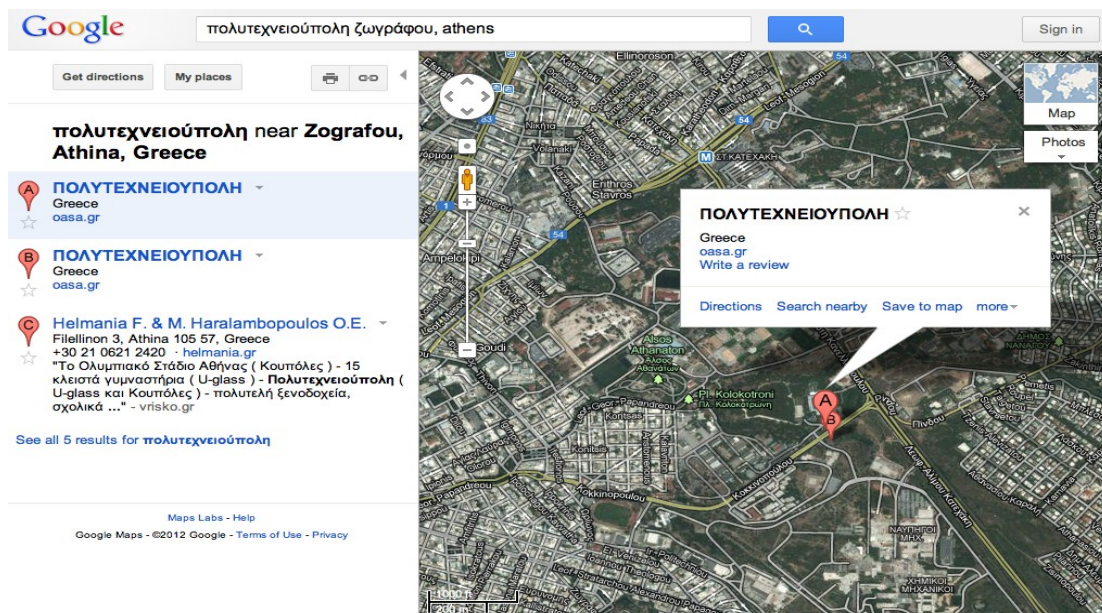
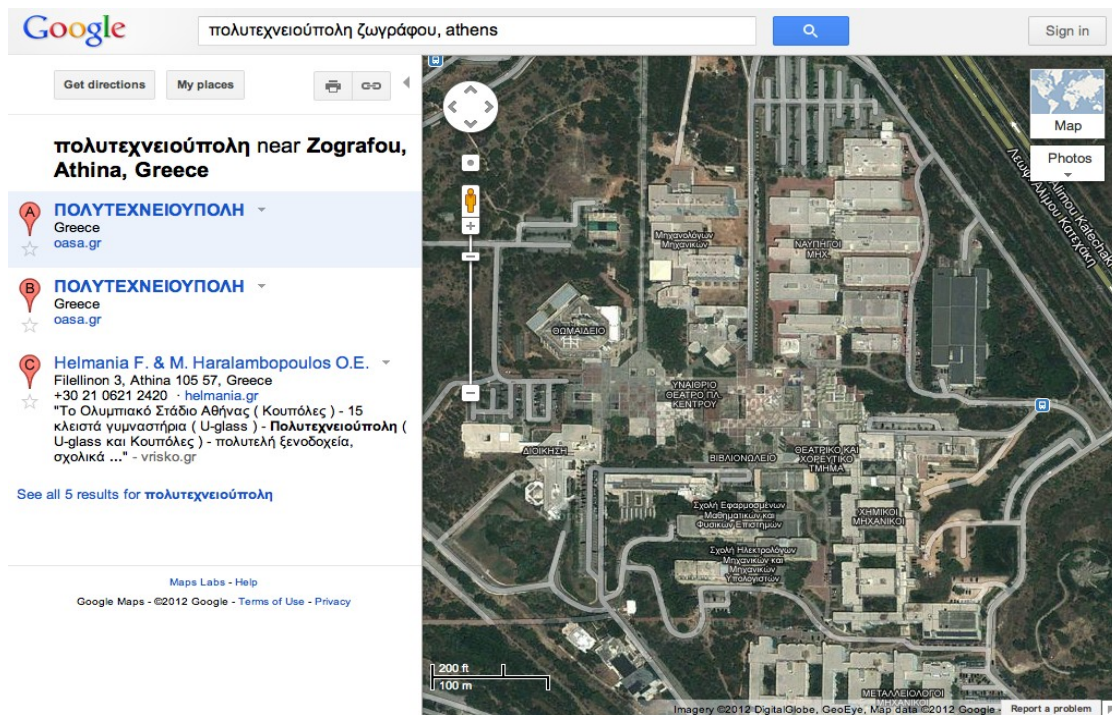
6.3 Θερμομόνωση κτιρίου	151
6.3.1 Θερμομονωτική επάρκεια δομικών στοιχείων	151
6.3.2 Θερμομονωτική επάρκεια κτιρίου	153
6.3.3 Θερμομονωτική επάρκεια διαφανών δομικών στοιχείων	153
6.4 Ενεργειακή απόδοση κτιρίου	154
6.4.1 Χρήση τεε – κενακ για διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης κτιρίου	154
6.4.2 Αποτελέσματα διερεύνησης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου και αξιολόγηση	158
6.4.3 Απαιτούμενες επεμβάσεις – προτάσεις βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης	159
7. Συμπεράσματα διερεύνησης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων "Α – Ζ" και κοινές επεμβάσεις που μπορούν να εφαρμοστούν για βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης	162
8. Βιβλιογραφία	163

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "Α"

Σε αυτήν την ενότητα γίνεται μια αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη κτιρίου, σχετικά με την θέση του, τη χρήση του, τον περιβάλλοντα χώρο του, την θερμομόνωση του και τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα όπου το κτίριο αυτό περιλαμβάνει. Μετά το πέρας αυτής της περιγραφής ακολουθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας με ό,τι εμπεριέχεται στο κτίριο "Α" και τις παραδοχές που έγιναν για την διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του.

1.1.1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ "Α"

Το υπό μελέτη κτίριο βρίσκεται στη περιοχή του Ζωγράφου κοντά στο κέντρο της Αθήνας στο νομό Αττικής. Σας παραθέτω εικόνες από τον δορυφόρο με την ακριβή τοποθεσία του υπό μελέτη κτιρίου.



Το οικόπεδο στο οποίο βρίσκεται το υπό μελέτη κτίριο είναι τετραγωνικού σχήματος. Το οικόπεδο είναι ενδιάμεσο και βρίσκεται σε σχετικά αραιοδομημένο αστικό περιβάλλον εντός της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Λόγω των μεγάλων οικοπέδων και του μικρού συντελεστή δόμησης τα κτίρια τριγύρω είναι μέχρι τεσσάρων ορόφων. Στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν παλιές, αλλά και νεότερες κτιριακές κατασκευές, κυρίως κτίρια Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η χωροθέτηση του κτιρίου που μελετάται έχει γίνει ώστε να είναι όσο δυνατή η καλύτερη εκμετάλλευση του νότιου προσανατολισμού. Όπως φαίνεται και στον ακόλουθο πίνακα το υπό μελέτη κτίριο ανήκει στην "B" κλιματική ζώνη.

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

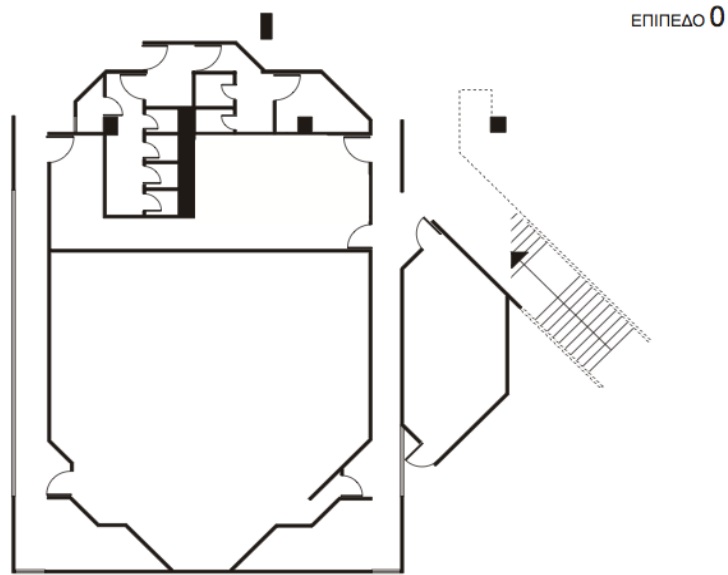
1.1.2 ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "Α"

Πρόκειται για κτίριο με ισόγειο και έναν όροφο. Όλα τα επίπεδα θα έχουν κύρια χρήση Αίθουσες Διδασκαλίας Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Εκτός από τους χώρους κύριας χρήσης, η κεντρική είσοδος του κτιρίου, οι διάδρομοι, οι τουαλέτες, οι αποθήκες καθώς και το κλιμακοστάσιο σε όλους τους ορόφους θα θεωρηθούν μη θερμαινόμενοι χώροι.

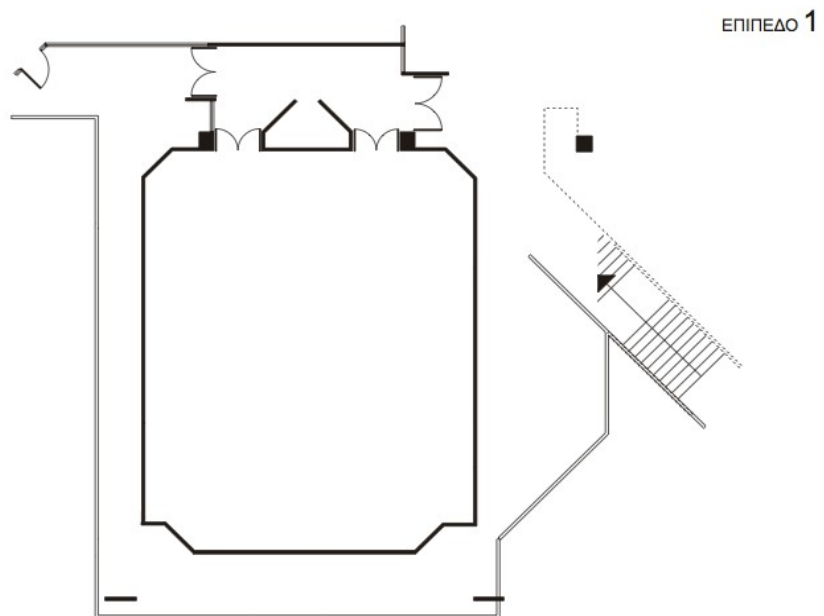
Το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις χρήσεις του και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Η βασική κατηγορία του κτιρίου και η χρήση του φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.

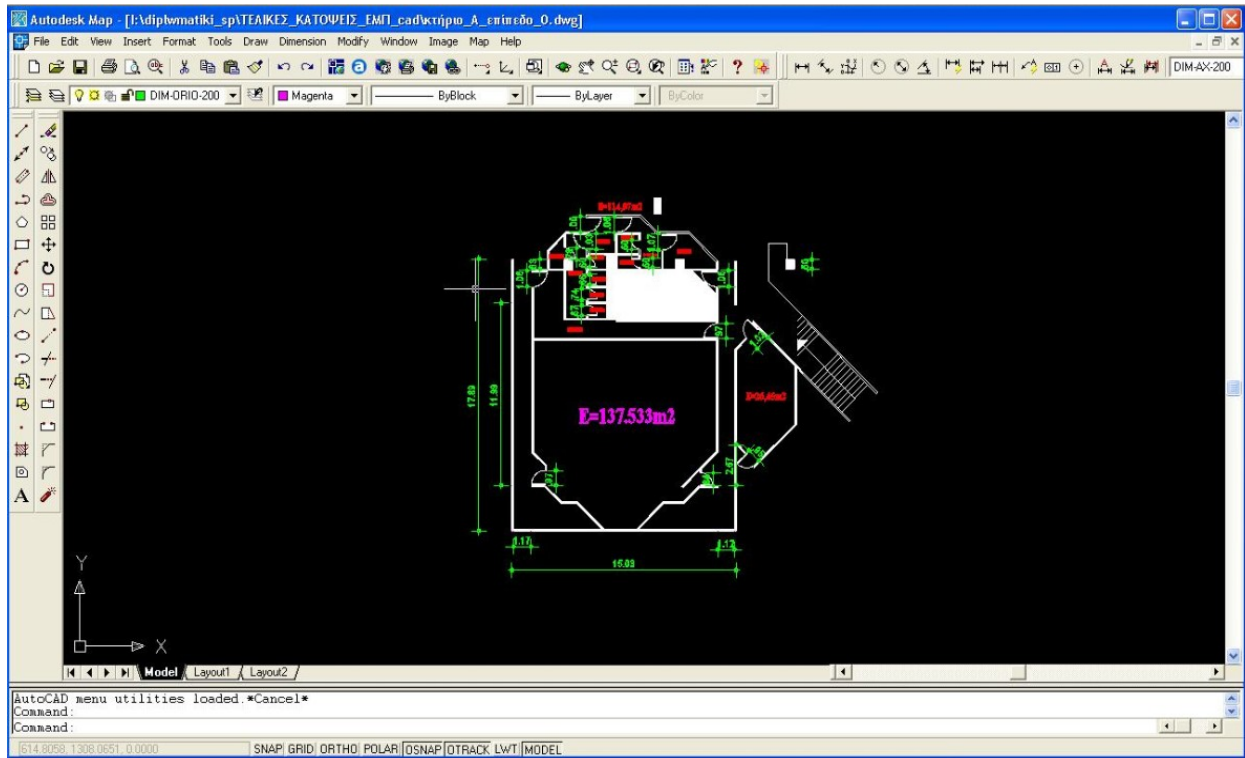
Στην επόμενη σελίδα φαίνονται οι κατόψεις του κτιρίου. Σημειώστε πως οι κατόψεις αυτές ελήφθησαν σε αρχείο τύπου PDF και τις μετατράπηκαν σε αρχεία τύπου DWG μέσω του προγράμματος Corel ώστε να μπορεί να σχεδιαστεί και να μετρηθεί κάθε διάσταση μέσω του προγράμματος σχεδίασης Autocad 2002. Σας παραθέτω λοιπόν τις κατόψεις του υπό μελέτη κτιρίου σε μορφή PDF όπως τα έλαβα καθώς και σε μορφή DWG όπως τα μετέτρεψα. Θα ήθελα να αναφέρω πως στα ακόλουθα σχέδια με το ροζ χρώμα συμβολίζονται οι θερμικές ζώνες ενώ με το κόκκινο οι μη θερμαινόμενοι χώροι του υπό μελέτη κτιρίου.



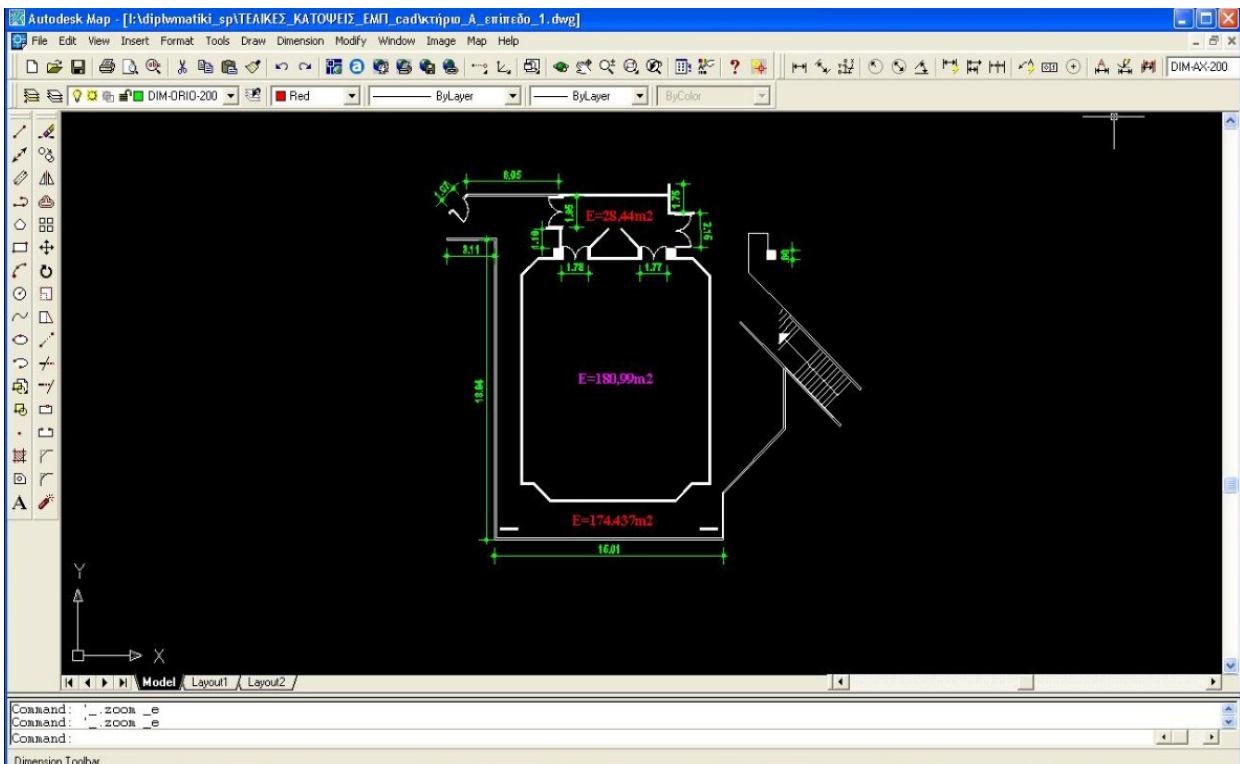
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



ΚΑΤΟΨΗ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG



ΚΑΤΟΨΗ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG

1.1.3 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ "Α"

Σε όλες τις πλευρές του κτιρίου έχουν τοποθετηθεί δενδρύλλια (**Κωνοφόρο αιθαλής**) και στην πρασιά γκαζόν που βοηθούν πολύ στην βελτίωση του μικροκλίματος. Δεν βοηθούν όμως στην σκίαση, λόγω του χαμηλού τους ύψους και της μεγάλης απόστασης από το κτίριο (έχω θεωρήσει ότι το ύψος φτάνει τα 2 μέτρα). Σε αντίθετη περίπτωση το δέντρο μπορεί να ξεπεράσει τα 5 μέτρα και να βοηθήσει στον σκιασμό τουλάχιστον του ισογείου. Έτσι όσον αφορά τον περιβάλλοντα χώρο το υπό μελέτη κτίριο δεν σκιάζεται από φυσικά τοπία και φυσικά εμπόδια.

1.1.4 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "Α"

Από όλα τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου προκύπτει ότι το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει θερμομόνωση σε όλα τα δομικά του στοιχεία. Όπως θα αναλυθεί και σε επόμενο κεφάλαιο το κτίριο που μελετώ οφείλει λόγω του ότι η Άδεια Κατασκευής του είναι το έτος 1995 να υπακούει στον Κ.Θ.Κ. (Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων) και όχι στον Κ.ΕΝ.Α.Κ αφού ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. αναφέρεται σε κτίρια των οποίων η άδεια είναι μετά το 2010. Για την θερμομόνωση των δομικών στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν διάφορα υλικά, όπως διογκωμένη πολυστερόλη 3 cm, μαστίχη θειοσόλη, γαλβανισμένη λαμαρίνα, λινάτσα, roofmate 3cm. και επίχρισμα.

1.1.5 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ "Α"

Ως γνωστόν όταν αναφερόμαστε στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα που διαθέτει ένα κτίριο εννοούμε τις εγκαταστάσεις που το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει σχετικά με την θέρμανση, την ψύξη, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, τον φωτισμό, την ύπαρξη συστημάτων εξαερισμού ή καμινάδων, την ύπαρξη ανεμιστήρων οροφής, παθητικών ηλιακών συστημάτων και Φ/Β πάρκων, αντλιών κυκλοφορίας και τέλος, ανελκυστήρων. Το υπό μελέτη κτίριο, σύμφωνα με τα Ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του διαθέτει τα ακόλουθα συστήματα:

α) Θέρμανση – Ψύξη - Ζεστό Νερό Χρήσης

Για την παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως είναι εγκατεστημένη αερόψυκτη αντλία θερμότητας **INTERKLIMA 98.000 kcal/h** με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

Fan RPM	1000
Air Flow (m ³ /h)	36000
Ext. Static Pressure (Pa)	0
Refrigerant Charge (kg)	42
Refrigerant Type	R22
Power Supply	380V/3/50Hz
Unit Type	CHI042H00
Cooling Capacity (KW)	147
Heating Capacity (KW)	157
Compressor Power (KW)	2 * 30
Normal Operat. Current (A)	2 * 56

Το δίκτυο διανομής του ψυχρού και του θερμού μέσου έχει μικρές απώλειες και οι τερματικές μονάδες είναι Fan coils. Το ζεστό νερό που παράγεται αποθηκεύεται σε δεξαμενή και είναι τύπου άμεσης κατανάλωσης. Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ και η ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.

β) Φωτισμός

Για τον φωτισμό του υπό μελέτη κτιρίου, παρατηρώντας τα ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του, προκύπτει πως κάθε επίπεδο διαθέτει δικό του ανεξάρτητο ηλεκτρολογικό πίνακα και πως είναι διαφορετική η εγκατεστημένη ισχύς ανά επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, το κτίριο στα σχέδια φαίνεται να αποτελείται από **22 φωτιστικά σώματα** στο ισόγειο. Το κάθε φωτιστικό σώμα αποτελείται από 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς για το ισόγειο είναι: $22 * 4 * 20 = 1.760 \text{ Watt}$ ή **1,76 Kw**. Αντίστοιχα, στο πρώτο επίπεδο το υπό μελέτη κτίριο αποτελείται από **23 φωτιστικά σώματα**. Το κάθε φωτιστικό σώμα αποτελείται από 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς για τον πρώτο όροφο είναι: $23 * 4 * 20 = 1.840 \text{ Watt}$ ή **1,84 Kw**.

γ) Συστήματα εξαερισμού - Καμινάδες

Το υπό μελέτη κτίριο δεν διαθέτει θυρίδες εξαερισμού ή κάποιο ολοκληρωμένο σύστημα εξαερισμού αφού κατά την κατασκευή του έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα ώστε να γίνεται φυσικός αερισμός, δροσισμός και εξαερισμός και να μην χρειάζεται επιπλέον σύστημα εξαερισμού. Ακόμα, το παρόν κτίριο δεν διαθέτει ούτε καμινάδες αφού δεν διαθέτει λεβητοστάσιο ώστε να κάνει χρήση κάποιου λέβητα πετρελαίου ή φυσικού αερίου, ούτε υπάρχει κάποιο είδος τζακιού στο κτίριο.

δ) Ανεμιστήρες Οροφής

Στο κτίριο που εξετάζουμε δεν διαθέτει ανεμιστήρες οροφής αφού επιτυγχάνεται φυσικός δροσισμός και συμπληρωματικά λειτουργεί η αντλία θερμότητας που προανέφερα.

ε) Παθητικά Ηλιακά Συστήματα – Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Στο υπό μελέτη κτίριο δεν υπάρχει οποιοδήποτε Ηλιακό Σύστημα εγκατεστημένο. Επίσης, δεν έχει γίνει εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου για εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας με σκοπό την κάλυψη ορισμένων ή όλων των αναγκών του κτιρίου σε ηλεκτρικό ρεύμα.

στ) Αντλίες Κυκλοφορίας

Το υπό διερεύνηση κτίριο διαθέτει **3 κυκλοφορητές WILO** για την ανακυκλοφορία ρευστού το οποίο παράγει θέρμανση – ψύξη – ζεστό νερό χρήσεως. Το μοντέλο κάθε κυκλοφορητή φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

WILO	IPN 40/160 – 0,55/4
WILO	IPN 50/250 – 2,20/4
WILO	IPN 80/125 – 3,00/2

ζ) Ανελκυστήρες

Το υπό διερεύνηση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ δεν διαθέτει ανελκυστήρα αφού αποτελείται από δύο μόλις επίπεδα (ισόγειο και πρώτος όροφος) και υπάρχουν μικρά κλιμακοστάσια που συνδέουν αυτά τα δύο επίπεδα.

1.1.6 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ "Α" ΣΕ ΠΙΝΑΚΑ

Όπως προανέφερα και στην εισαγωγική παράγραφο αυτής της ενότητας θα σας παρουσιάσω έναν συγκεντρωτικό πίνακα με ότι περιέχει το υπό εξέταση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ.

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΑΘΗΝΑ (ΝΟΜΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ)
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΖΩΝΗ Β
ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ – ΓΡΑΦΕΙΑ
ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΠΕΔΩΝ	ΔΥΟ (ΙΣΟΓΕΙΟ, ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ)
ΠΛΗΘΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ	ΔΥΟ (ΜΙΑ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΜΙΑ ΣΤΟΝ ΠΡΩΤΟ ΟΡΟΦΟ)
ΠΛΗΘΟΣ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ	ΔΥΟ (ΕΝΑΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΑΣ ΣΤΟΝ ΠΡΩΤΟ ΟΡΟΦΟ)
ΕΙΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ & ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β
ΕΙΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΒΑΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ (ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ 260 KJ/m²K)
ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ (ΓΙΑ ΟΛΑ)
ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΟΧΙ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΟΧΙ
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΟΧΙ
ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ	ΟΧΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ - ΚΑΜΙΝΑΔΕΣ	ΟΧΙ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΟΡΟΦΗΣ	ΟΧΙ
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	ΝΑΙ
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	ΝΑΙ
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	ΝΑΙ
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	ΝΑΙ
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	ΟΧΙ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 157Kw INTERKLIMA 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΨΥΞΗ	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 147 Kw INTERKLIMA 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ INTERKLIMA 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.

ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ	3 WILO
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 1,76 Kw στο ισόγειο ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 1,84 Kw στον πρώτο
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΝΑΙ
ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	80.00%
ΤΡΟΠΟΣ ΕΝΑΥΣΗΣ – ΣΒΕΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ
ΕΙΔΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ	ΜΟΝΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ
ΠΛΑΙΣΙΟ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
ΥΠΑΡΞΗ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ	ΝΑΙ

1.1.7 ΠΑΡΑΛΟΧΕΣ

Η συγκεκριμένη διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου βασίστηκε σε στοιχεία τα οποία έδιναν την γενική εικόνα του κτιρίου. Τα στοιχεία αυτά τα σύλλεξα από το γραφείο μελετών της Πρυτανείας του ΕΜΠ όπου και αρχειοθετούνται τα σχέδια του υπό μελέτη κτιρίου. Για να είναι δυνατή η σωστή εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης έγιναν κάποιες παραδοχές. Οι βασικές παραδοχές είναι οι εξής:

- Το κτίριο που θα μελετηθεί αποτελείται από δύο επίπεδα, ένα ισόγειο και έναν όροφο. Το κτίριο διαθέτει μία θερμική ζώνη στο ισόγειο και μία θερμική ζώνη στον πρώτο όροφο.
- Το ισόγειο έχει ύψος 3.60 m ενώ ο όροφος έχει ύψος 3 m. (μετρημένο από πλάκα σε πλάκα).
- Οι τρεις από τις τέσσερις πλευρές του κτιρίου δεν εφάπτονται με άλλο κτίριο.
- Λόγω του ότι το κτίριο δεν είναι νεόδμητο θεωρούμε όλοι οι συντελεστές θερμοπερατότητας δεν ανταποκρίνονται στα όρια που θέτει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. παρά μόνο στον Κ.Θ.Κ..
- Το κτίριο είναι τοποθετημένο ανάμεσα στον προαύλιο χώρο της Πολυτεχνειούπολης και χαρακτηρίζεται ως ενδιάμεσο. Δεν υπάρχουν τριγύρω φυσικά εμπόδια ή φυσικά τοπία τα οποία να συνεισφέρουν στην σκίαση του κτιρίου.
- Όλα τα παράθυρα είναι ίδιας κατασκευής με ίδια U. Επίσης όλα τα παράθυρα είναι ανοιγόμενα με φεγγίτη σταθερό ενώ υπάρχουν μερικά που είναι μη ανοιγόμενα κυρίως στους μη θερμαινόμενους χώρους.
- Η κεντρική πόρτα είναι από γυαλί και αλουμίνιο .
- Το δάπεδο είναι σε επαφή με το χώμα.
- Η κατηγορία διατάξεων ελέγχου των αυτοματισμών ορίστηκε ως "B" για λόγους άνεσης και εξοικονόμησης ενέργειας.
- Το κτίριο δε διαθέτει καμία θυρίδα εξαερισμού καθώς η ανανέωση του αέρα γίνεται μέσω των παραθύρων, ενώ δε διαθέτει επίσης ούτε ανεμιστήρες οροφής ούτε καμινάδες.
- Οι θερμικές απώλειες αλλά και τα ψυκτικά φορτία του κτιρίου έχουν υπολογιστεί βάση των δομικών στοιχείων και των συντελεστών θερμοπερατότητας που έχουν χρησιμοποιηθεί στην διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
- Για τον υπολογισμό στην ενεργειακή μελέτη έχουν χρησιμοποιηθεί οι πίνακες του κεφαλαίου 4 της TOTEE 20701-1/2010 (Προδιαγραφές Εγκαταστάσεων).
- Τέλος για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης και τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα του T.E.E. – Κ.ΕΝ.Α.Κ., το Corel και το σχεδιαστικό πρόγραμμα Autocad 2002.

1.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

1.2.1 ΩΡΑΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στον ακόλουθο πίνακα διακρίνεται η χρήση του κτιρίου και οι βασικές ώρες λειτουργίας του ανάλογα με την καθορισμένη χρήση. Πιο συγκεκριμένα, το υπό μελέτη κτίριο αποτελεί εκπαιδευτικό ίδρυμα και για προσδιορισμό της χρήσης των θερμικών ζωνών του αναφέρεται ότι θα είναι αίθουσες διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Οι ώρες λειτουργίας του κτιρίου είναι 13 ώρες/ημέρα. Οι ημέρες λειτουργίας του κτιρίου είναι 5 ημέρες/εβδομάδα. Η περίοδος λειτουργίας είναι 10 μήνες/έτος

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο	8	5	8 (Οκτ.-Μαΐ.)
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευσης	8	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)
	Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	13	5	10
	Φροντιστήριο, ωδείο	7	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)

Για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτηρίου, λαμβάνονται συγκεκριμένες περιόδους για την θέρμανση και ψύξη ανάλογα την κλιματική ζώνη:

- Για την Ζώνη Α και Β η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1^η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου.
- Για την Ζώνη Γ και Δ η περίοδος θέρμανσης είναι από την 15 Οκτωβρίου μέχρι και τις 30 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από την 1^η Ιουνίου μέχρι και τις 31 Αυγούστου.

1.2.2 ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Για το βέλτιστο έλεγχο των εσωτερικών συνθηκών στα κτήρια, εγκαθίστανται συστήματα κλιματισμού, στα οποία εκτός της θερμοκρασίας του αέρα, ελέγχεται και ρυθμίζεται και η σχετική του υγρασία. Εξάιρεση αποτελούν τα τοπικά και ημικεντρικά συστήματα κλιματισμού (αντλίες θερμότητας άμεσης εξάτμισης, διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου, τοπικές και ημικεντρικές), που συνήθως χρησιμοποιούνται σε κατοικίες και σε μικρής σχετικά κλίμακας εφαρμογές. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο έλεγχος των τιμών της σχετικής υγρασίας είναι δυνατός μόνο σε λειτουργία ψύξης.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45

1.2.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΝΩΠΟΣ ΑΕΡΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Για την εξασφάλιση συνθηκών υγιεινής στο εσωτερικό κάθε κτηρίου και κάθε ανεξάρτητου τμήματος κτηρίου απαιτείται η ανανέωση του αέρα, δηλαδή η αντικατάσταση μέρους του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος. Οι απαιτήσεις νωπού αέρα καθορίζονται ανάλογα με:

- τη χρήση του κτηρίου,
- τον πληθυσμό των χρηστών και
- την παραγωγή ρύπων λόγω χρήσης του κτηρίου, που σε γενική προσέγγιση είναι αντίστοιχη της χρήσης του κτηρίου.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι υπολογισμού της απαραίτητης ποσότητας νωπού αέρα σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 15251:2007. Για τις ανάγκες υπολογισμού του αερισμού σε μελέτες εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, ο πιο εύχρηστος τρόπος υπολογισμού της ανανέωσης αέρα είναι βάσει των ελάχιστων ποσοτήτων που απαιτούνται σύμφωνα με τα εξής δύο κριτήρια:

- την εξασφάλιση των συνθηκών υγιεινής για τους χρήστες και
- την ελάχιστη ανανέωση βάσει του όγκου και της χρήσης του κτηρίου.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	50	22	11,00

1.2.4 ΣΤΑΘΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την εκτέλεση εργασιών, χωρίς φαινόμενα που δημιουργούν οπτική δυσφορία ή/και κόπωση.

Σε όλους τους κυρίως χώρους υπάρχουν ανοίγματα τα οποία προσφέρουν επαρκή φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος θα υπάρχουν μεγάλα ανοίγματα. Το ποσοστό του φυσικού φωτισμού σύμφωνα με τις διατάξεις της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 καλύπτει το 80%.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m ²]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	9,1	0,8

1.2.5 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Η ζήτηση ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) σε ένα κτήριο ή σε ένα ανεξάρτητο (λειτουργικά) τμήμα του εξαρτάται από τη χρήση του κτηρίου (ή του τμήματος) αλλά και σε σημαντικό βαθμό από τον ανθρώπινο παράγοντα. Έτσι, κάθε κτήριο, ανάλογα με τη γενική του χρήση αλλά και τις συνήθειες των χρηστών του, παρουσιάζει διαφορετική κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	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]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	7	3,50	0,76

1.2.6 ΧΡΗΣΤΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ Ή ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Κάθε άτομο ανάλογα τη δραστηριότητα του, εκλύει θερμότητα υπό τη μορφή αισθητού και λανθάνοντος φορτίου. Το αισθητό φορτίο οφείλεται στην ακτινοβολία του σώματός του και τη μεταφορά θερμότητας από το σώμα του στον αέρα. Η αναλογία ακτινοβολίας / μεταφοράς είναι περίπου 50-50% και φυσικά εξαρτάται από την ένδυση και τη δραστηριότητα του ατόμου. Ωστόσο, για τους απλούς υπολογισμούς στο πλαίσιο της εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, η αναλογία αυτή δεν επηρεάζει ουσιαστικά και συνήθως δεν υπεισέρχεται στους υπολογισμούς. Το λανθάνον φορτίο οφείλεται στην αναπνοή και στην εφίδρωση κάθε ανθρώπου και είναι τόσο μεγαλύτερο, όσο αυξάνεται η δραστηριότητα του ατόμου.

Ο συνυπολογισμός της έκλυσης θερμότητας στα φορτία του κτηρίου θα πρέπει να γίνεται βάσει συντελεστή ετεροχρονισμού (μέσου συντελεστή παρουσίας χρηστών), μέσω του οποίου αντιστοιχίζεται η πραγματική –κατά μέσο όρο– παρουσία των ατόμων στους χώρους, κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ημέρας. Ακόμη καλύτερα, σε αναλυτικότερους υπολογισμούς μπορούν να χρησιμοποιούνται «προφίλ» ετεροχρονισμού ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και την ώρα της ημέρας.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημ. επιφάνειας [W/m ²]	Μέσος συντελεστής παρουσίας
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	80	40	0,32

1.2.7 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ Ή ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Η εκλυόμενη θερμική ισχύς από ηλεκτρικό –κατά το πλείστον– εξοπλισμό (ηλεκτρικές συσκευές) αλλά και δευτερευόντως από άλλες συσκευές, είναι η τρίτη βασική κατηγορία εσωτερικών κερδών στα κτήρια. Αυτή η ισχύς εκλύεται με ακτινοβολία και μεταφορά όπως συμβαίνει και με τις άλλες κατηγορίες εσωτερικών κερδών, σε αναλογία που εξαρτάται από το είδος της συσκευής. Η αναλογία των τμημάτων ακτινοβολίας - μεταφοράς δεν επηρεάζει ιδιαίτερα και δεν υπεισέρχεται σε απλουστευμένους υπολογισμούς. Στη συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών αυτά τα κέρδη εισέρχονται στο χώρο υπό τη μορφή αισθητής θερμότητας.

Λόγω της αύξησης των εφαρμογών ηλεκτρικών συσκευών και ειδικότερα της πληροφορικής και των επικοινωνιών, τα εσωτερικά κέρδη από συσκευές είναι ιδιαίτερα σημαντικά, κυρίως σε χρήσεις κτηρίων εμπορικών και διοικητικών δραστηριοτήτων (γραφεία, υπηρεσίες κ.ά.).

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m ²]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m ²]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	5	0,15	0,75	0,32

1.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

1.3.1 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 3.1α:

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

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 3.1 β:

FV (m ⁻¹)	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U _m) σε [W/m ² .K]			
	Ζώνη A	Ζώνη B	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

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

- Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του Κ.Θ.Κ..
- Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου U_m και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα επιτρεπόμενα όρια.

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων, όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

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

όπου:

d_j : το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j ,

λ_j : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j ,

R_i και R_a : οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου και

R_s : η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w δίνεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

όπου:

U_f : ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

U_g : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

A_f : το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

A_g : το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

L_g : το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και

Ψ_g : ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:

$$U \leq U_{\delta,\sigma,\max}$$

όπου:

U : ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου και

$U_{\delta,\sigma,\max}$: η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο.

1.3.2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα, απαιτείται και το κτίριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμικής διαπερατότητας του κτηρίου δίνεται από τη σχέση:

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

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

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

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

Όπου $U_{m,max}$ είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου.

1.3.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το κτήριο θα λειτουργήσει ως αίθουσες διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ., για τη Β κλιματική ζώνη τα κουφώματα που έχουν τοποθετηθεί οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Για όλα τα κουφώματα του κτιρίου επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f=6.000 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, όπως προκύπτει από τις τομές και τις όψεις του κτιρίου και μέσου πλάτους πλαισίου 84 mm. Θα φέρουν υαλοπίνακα (εσωτερική παρειά εξωτερικού υαλοπίνακα) και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που χρησιμοποιείται είναι $U_g=6.00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ όπως προκύπτει από τα σχέδια. Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F_f	Υαλοπίνακας μονός	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμφιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο Αέρα 12 mm
			[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0

1.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

1.4.1 ΧΡΗΣΗ ΤΕΕ – ΚΕΝΑΚ ΓΙΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να σας παρουσιάσω την βηματική διαδικασία που ακολουθήθηκε μέσω του προγράμματος T.E.E. – Κ.ΕΝ.Α.Κ. για την συμπλήρωση των απαιτούμενων στοιχείων ώστε να βγει ολοκληρωμένη η μελέτη μου και να καταλήξει, αφού την τρέξει το πρόγραμμα, να λάβει τα τελικά αποτελέσματα και να σχολιαστεί έπειτα η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Σας παραθέτω λοιπόν τα print screen από την διερεύνηση της ενεργειακής αποδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και το πως κατέληξα στην ενεργειακή κατηγορία που ανήκει το κτίριο.

Αρχικά, παρουσιάζεται ο διαχωρισμός των θερμικών ζωνών του κτιρίου από τους μη θερμαινόμενους χώρους καθώς και γενικά στοιχεία για το κτίριο. Στο βήμα αυτό ορίζονται γενικές πληροφορίες για το κτίριο που μας ζητάει το πρόγραμμα ώστε να δημιουργηθεί το πλάνο του κτιρίου. Διαχωρίζονται οι θερμικές ζώνες κάθε επιπέδου του κτιρίου, ορίζονται οι μη θερμαινόμενοι χώροι, τα εμβαδά και ο όγκος που θερμαίνεται και ψύχεται σε κάθε θερμική ζώνη. Επίσης, στο σημείο αυτό εισάγονται γενικές πληροφορίες όπως ποια στοιχεία συλλέξαμε για την διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου π.χ. σχέδια πολεοδομίας, άδεια κατασκευής, συμβόλαια, φύλλα συντήρησης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και πληροφορίες από τον υπεύθυνο του κτιρίου.

Μελέτη Εκτέλεση Ενεργειακή Αποδοτικότητα Εισαγωγή Προβολή Βοήθεια

Γενικά στοιχεία κτιρίου

Εισαγωγή στοιχείων

Χρήση κτιρίου:

ΚΑΕΚ:

Όνομα ιδιοκτήτη:

Ιδιοκτησιακό καθεστώς:

Ταχυδρομική διεύθυνση:

Στοιχεία επικοινωνίας υπεύθυνου:

Όνοματεπώνυμο:

Τηλέφωνο / Φαξ:

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:

Πολεοδομικό γραφείο έκδοσης οικοδομικής άδειας	Έτος	Αριθμός	Έτος ολοκλήρωσης	Τύπος

Κλιματολογικά δεδομένα

Αθήνα (N. Φαιδρα)

Υψόμετρο πάνω από 500 (m)

Ζώνη: Ζώνη Β

Πηγές δεδομένων

Αρχιτεκτονικά σχέδια Φύλλο Συντήρησης Λέβητα Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Λέβητα

Η/Μ Σχέδια Φύλλο Συντήρησης Συστήματος Κλιματισμού Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Θέρμανσης

Τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Κλιματισμού

Δελτία αποστολής ή τιμολόγια αγοράς υλικών Πληροφορίες από Ιδιοκτήτη/Διαχειριστή

ιογιασικό ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © ΤΕΕ 2010

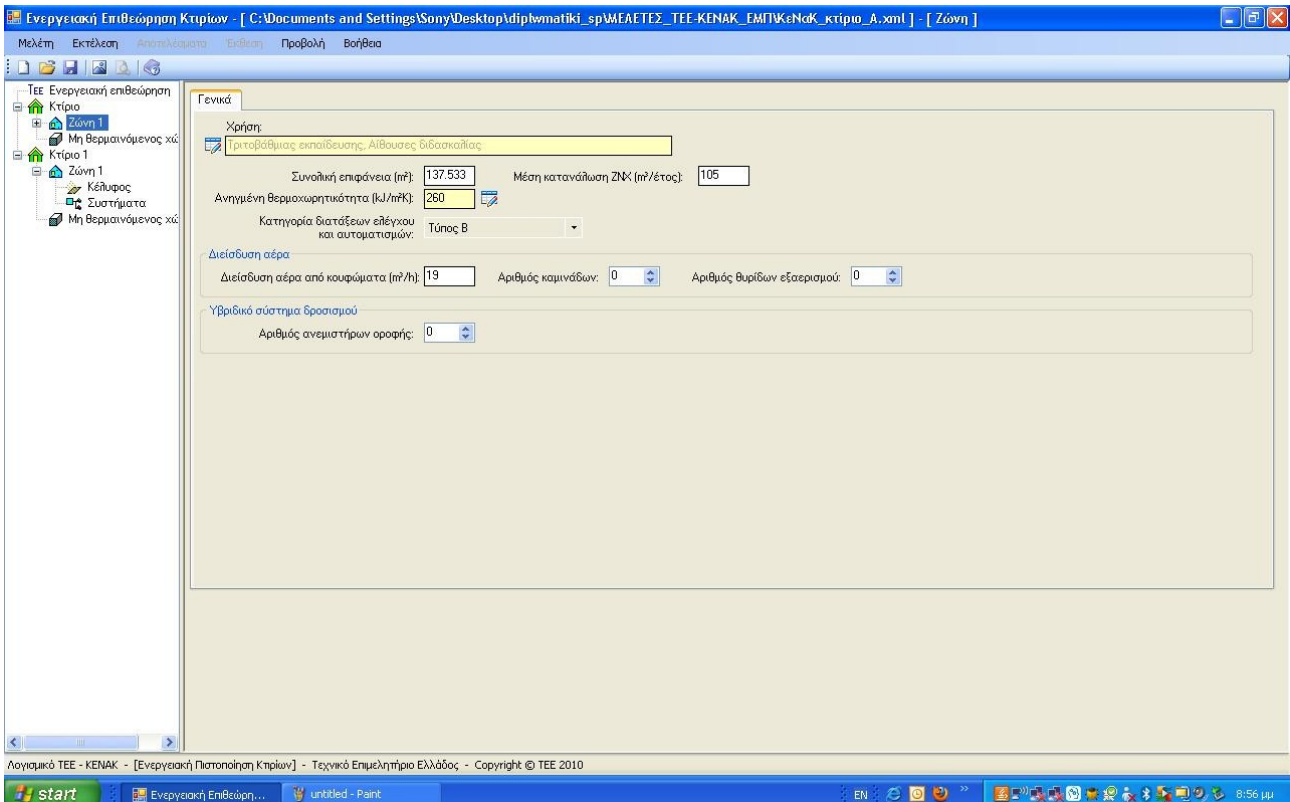
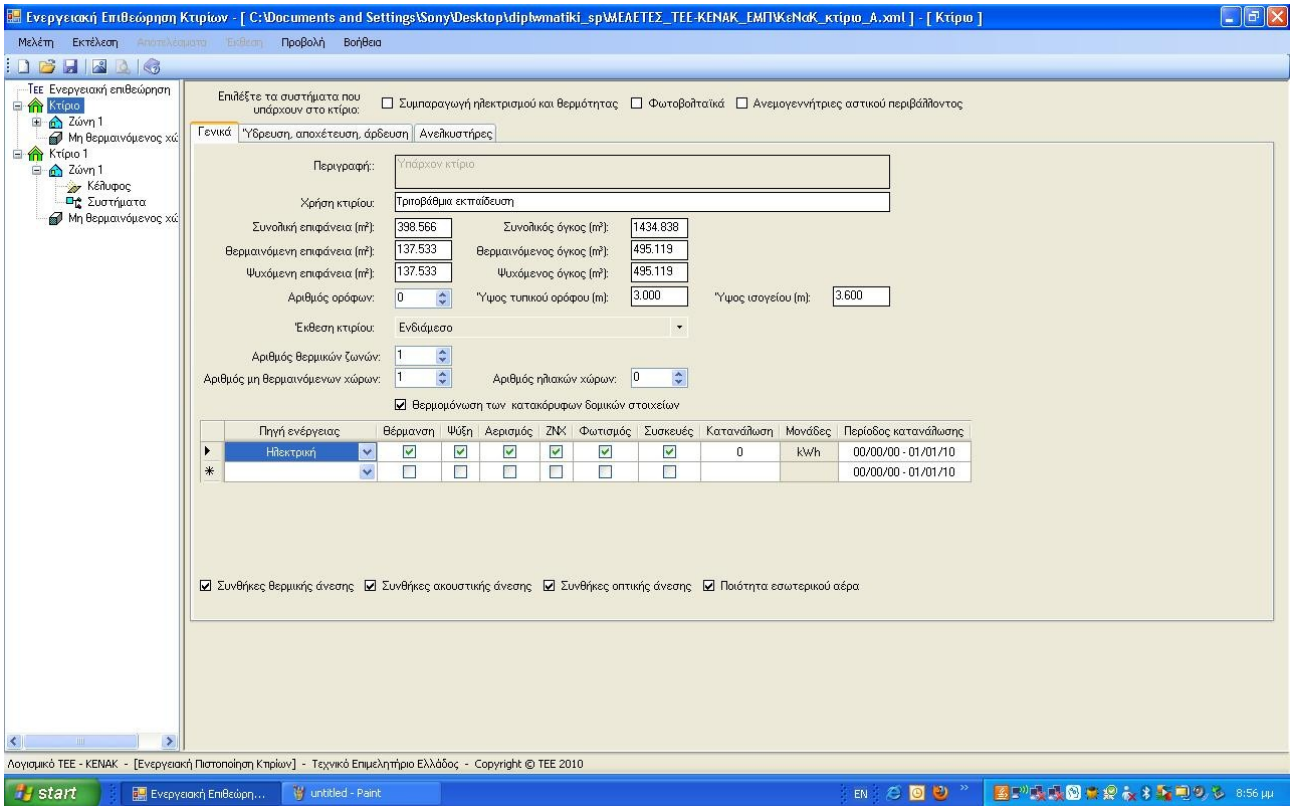
Ενεργειακή Επιθεώρη...

EN

8:54 μμ

Έπειτα ακολουθεί μια συνοπτική εικόνα του προσδιορισμού της χρήσης κάθε θερμικής ζώνης κάθε επιπέδου του κτιρίου και φυσικά ακριβής τοποθέτηση του εμβαδού της ζώνης, του ύψους της και του όγκου της. Στο βήμα αυτό εκτός από όλα τα απαραίτητα που θα εισαχθούν στο πρόγραμμα θα γίνει αναφορά πως η θερμική ζώνη έχει συνθήκες οπτικής, θερμικής και ακουστικής άνεσης. Επίσης, θα υπολογιστεί η διείσδυση αέρα από κουφώματα και χαραμάδες. Ο υπολογισμός της διείσδυσης αέρα γίνεται και για τους μη θερμαινόμενους χώρους και για τις θερμικές ζώνες. Επιλέγεται η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα του κτιρίου για βαριά κατασκευή. Παράλληλα,

αναφέρεται πως η έκθεση του κτιρίου είναι ενδιάμεση και πως δεν υπάρχουν ηλιακοί χώροι στο κτίριο. Τέλος, επιλέγεται η πηγή ενέργειας που είναι η ηλεκτρική για θέρμανση, ψύξη, παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, φωτισμό, αερισμό και συσκευές.



Στο σημείο αυτό, έχοντας ολοκληρώσει την συμπλήρωση των ανωτέρω βασικών για το πρόγραμμα στοιχείων, ήρθε η στιγμή να συμπληρωθεί ότι απαιτείται για το κέλυφος της θερμικής ζώνης, δηλαδή, από ποιους τοίχους, ποια παράθυρα και ποιες πόρτες αποτελείται, τι προσανατολισμό έχουν οι πόρτες, τα παράθυρα και οι τοίχοι, τα εμβαδά τους, τον συντελεστή θερμοπερατότητας, την απορροφητικότητα και την ανακλαστικότητα και τέλος, τις σκιάσεις που προκύπτουν από πλευρικές προεξοχές, προβόλους και φυσικά τοπία ή εμπόδια. Ακόμα, ορίζεται ο αριθμός των εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών και η ύπαρξη ή όχι παθητικών ηλιακών συστημάτων. Η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα και απαιτητική μιας και δεν επιτρέπει περιθώρια λάθους. Αυτή η διαδικασία προσδιορισμού των στοιχείων του κελύφους της θερμικής ζώνης και του μη θερμαινόμενου χώρου επαναλαμβάνεται για κάθε θερμική ζώνη και για κάθε μη θερμαινόμενο χώρο του κάθε επιπέδου του υπό μελέτη κτιρίου και χωρίζεται σε προσδιορισμό των διαφανών επιφανειών, των αδιαφανών επιφανειών και των επιφανειών που έρχονται σε επαφή με το έδαφος.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία που υπάρχουν στην ζώνη: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

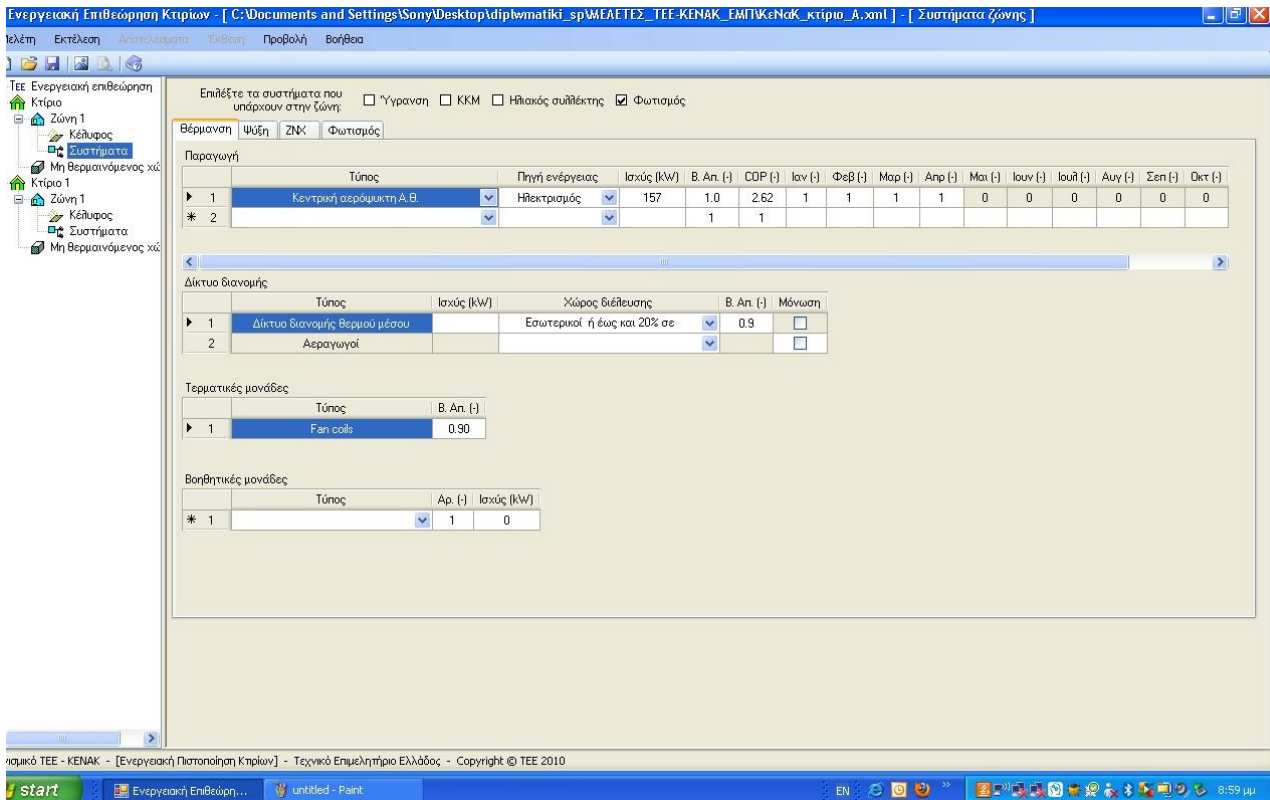
Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

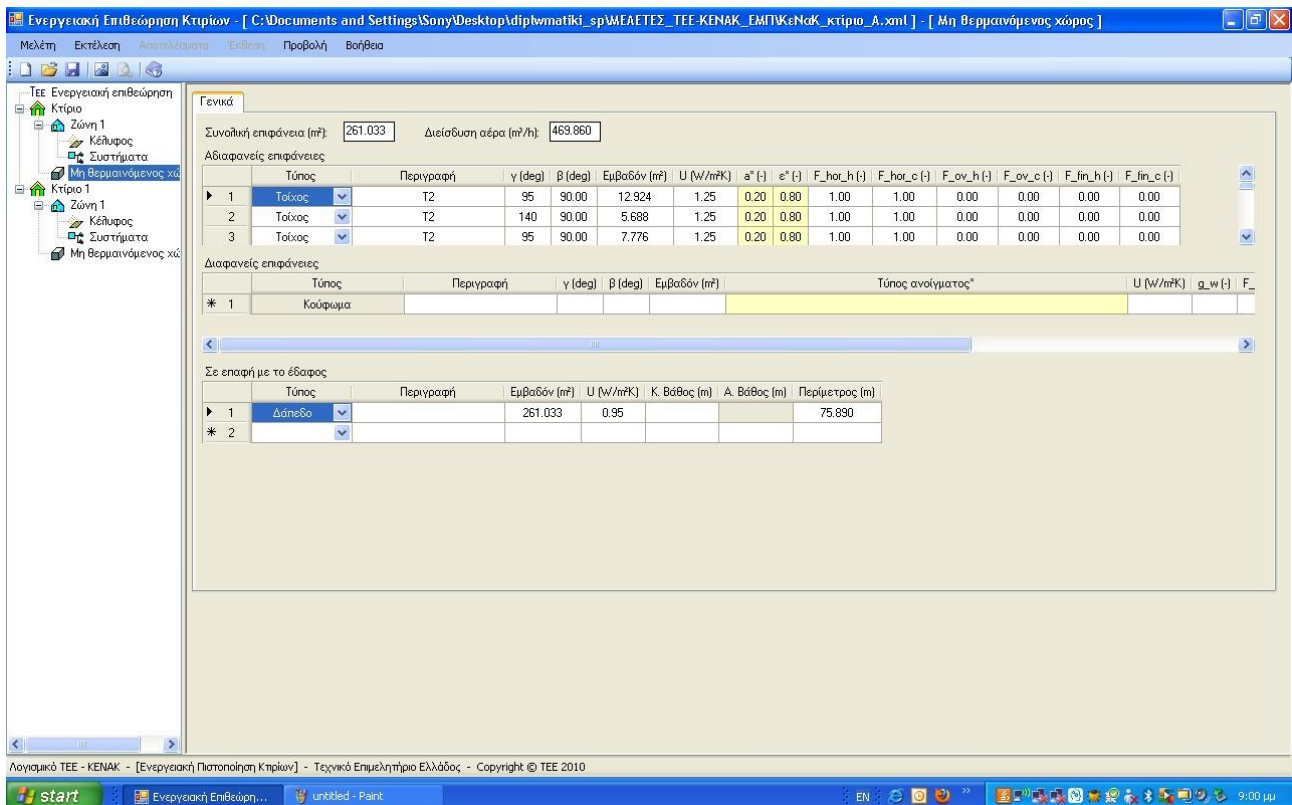
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	Τοίχος	T2	95	90,00	44.820	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Τοίχος	T2	185	90,00	26.892	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Τοίχος	T2	225	90,00	6.156	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Πόρτα	A1	185	90,00	2.880	6,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Τοίχος	T2	225	90,00	5.400	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Τοίχος	T2	275	90,00	4.896	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Τοίχος	T2	225	90,00	9.144	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Τοίχος	T2	275	90,00	8.820	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
9	Τοίχος	T2	325	90,00	9.252	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Τοίχος	T2	275	90,00	3.780	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Τοίχος	T2	325	90,00	5.508	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Πόρτα	A1	5	90,00	2.400	6,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Τοίχος	T2	325	90,00	4.464	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Τοίχος	T2	5	90,00	27.036	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15														

Λογισμικό TEE - KENAK - [Energetiki Epitheworisi Ktirion] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © TEE 2010

Αφού ολοκληρώθηκε και αυτό το στάδιο με επιτυχία, τώρα το πρόγραμμα μας καλεί να του αποδώσουμε πληροφορίες που αφορούν τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του υπό εξέταση κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα, στο βήμα αυτό ορίζεται με ποιό τρόπο επιτυγχάνεται η θέρμανση, η ψύξη, η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στην θερμική ζώνη, τι συστήματα υπάρχουν για τον φωτισμό (μόνο στις κατοικίες δεν εισάγουμε στοιχεία για τον φωτισμό) της θερμικής ζώνης. Αφού συμπληρωθούν όλα τα δεδομένα που προκύπτουν από τα σχέδια του κτιρίου ορίζεται η περίοδος χρήσης των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων κατά την διάρκεια του έτους και το είδος των τερματικών μονάδων και τις απώλειες που έχουν. Ακόμα, μπορούμε αν έχουμε επαρκείς πληροφορίες για το κτίριο να συμπληρώσουμε ότι γνωρίζουμε για το σύστημα ύδρευσης, άρδευσης, αποχέτευσης, πυρόσβεσης και την ύπαρξη ή όχι ανελκυστήρων.

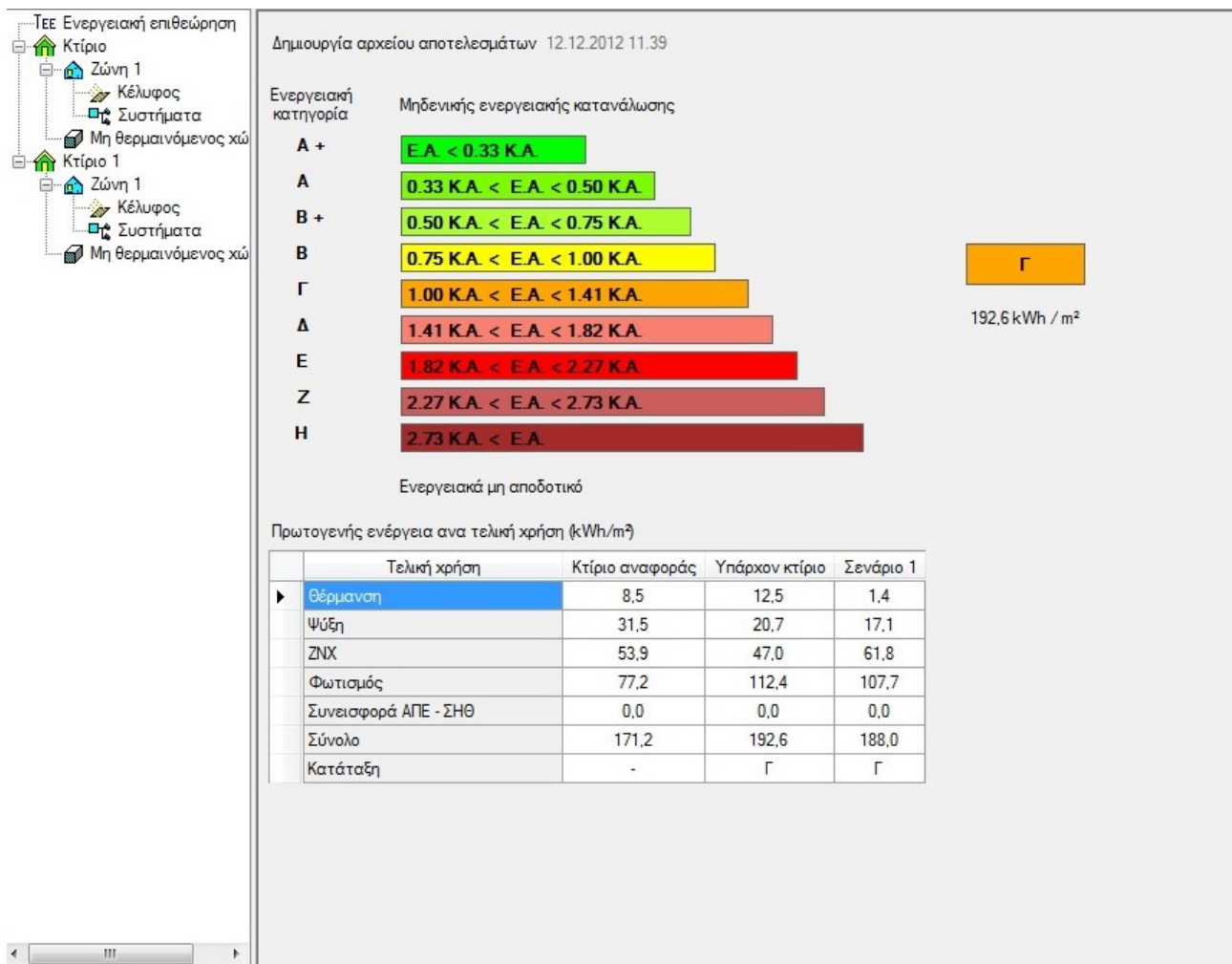


Τελειώνοντας και αυτή την δύσκολη διαδικασία, μας απομένει ο πλήρης προσδιορισμός του μη θερμαινόμενου χώρου. Στο σημείο αυτό ορίζονται οι διαφανείς επιφάνειες, οι αδιαφανείς επιφάνειες, οι επιφάνειες που είναι σε επαφή με το έδαφος και η διείσδυση του αέρα.



1.4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της διερεύνησης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου "Α" της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ προήλθαν έπειτα από την εκτέλεση του προγράμματος **Τ.Ε.Ε. - Κ.Ε.Ν.Α.Κ.** και αφού συμπληρώθηκαν όλες οι απαραίτητες παράμετροι όπου το πρόγραμμα απαιτούσε για την ολοκλήρωση της μελέτης. Για μήνες έγινε παράλληλη χρήση των προγραμμάτων **Τ.Ε.Ε. - Κ.Ε.Ν.Α.Κ. & Autocad** για να ελαχιστοποιηθεί η όποια πιθανότητα λάθους στους υπολογισμούς, ενώ πολύ χρήσιμες φάνηκαν οι **Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.** που ελήφθησαν από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος διότι σε αρκετά στοιχεία δεν είχα κάποια σαφή εικόνα από τα αρχιτεκτονικά και τα ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια που ελήφθησαν για το υπό εξέταση κτίριο και έτσι οι παραδοχές που έγιναν βασίστηκαν σε δεδομένα από τους πίνακες των τεσσάρων **Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.**. Ολοκληρώνοντας λοιπόν την συμπλήρωση κάθε δεδομένου στο πρόγραμμα και πατώντας το πλήκτρο "**ΕΚΤΕΛΕΣΗ**" το πρόγραμμα αυτόματα εκτελείται και έπειτα από μερικά δευτερόλεπτα μας ανοίγει το παράθυρο των αποτελεσμάτων που σας παραθέτω ως ακολούθως:



Όπως προκύπτει από το πρόγραμμα **T.E.E. - Κ.Ε.Ν.Α.Κ.**, το υπο μελέτη κτίριο ανήκει στην **ενεργειακή κατηγορία "Γ"**. Το υπό εξέταση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ χαρακτηρίζεται ως **ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ**. Το έτος κατασκευής, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, η τεχνογνωσία της τότε εποχής είναι βασικά στοιχεία που συνετέλεσαν σε αυτήν την πλέον χαμηλή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Με εφαρμογή πιο σύγχρονης τεχνολογίας και των κατάλληλων ενεργειακών επεμβάσεων που θα προταθούν παρακάτω θα μπορούσε το κτίριο να ανέβει σε μια καλύτερη ενεργειακή βαθμίδα και να μετατραπεί σε ένα ενεργειακά αποδοτικότερο κτίριο από ότι είναι σήμερα.

1.4.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του υπό μελέτη κτιρίου, φαίνεται να ανήκει στην **ενεργειακή κατηγορία "Γ"**, άρα δεν ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις του **Κ.Ε.Ν.Α.Κ.** για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση ή μικρότερη με την αντίστοιχη του κτιρίου αναφοράς.

Σύμφωνα με τη μελέτη σκοπιμότητας εξετάστηκαν οι εξής εναλλακτικές λύσεις για την κάλυψη των θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου καθώς επίσης και η αντικατάσταση των κουφωμάτων ώστε να μειωθεί η ετήσια κατανάλωση.

Σενάριο 1: Η περίπτωση αντικατάστασης της ήδη υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** που έχει **COP = 2.95**, με μια πιο σύγχρονη και **COP > 3.50**, όπου θα γινόταν παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως όπως συμβαίνει και με την ήδη υπάρχουσα αντλία θερμότητας. Οικονομικά όμως κρίνεται μη βιώσιμη μια τέτοια εφαρμογή αφού η αγορά της υπάρχουσας αντλίας θερμότητας έγινε εντός της δεκαετίας, είναι σε πολύ καλή κατάσταση και η συντήρηση της γίνεται τακτικά και επομένως, δεν θα συνέφερε η αγορά μιας νέας που θα αποσβέσει σχετικά αργά.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Γ

Σενάριο 2: Ακόμα, μελετάται η περίπτωση τοποθέτησης **Φ/Β συστήματος** στην οροφή του κτιρίου. Λόγω της ιδιαιτερότητας του κτιρίου θεωρήθηκε ότι θα εγκατασταθεί ένα σύστημα ισχύος **20 KWp**. Η συγκεκριμένη πρόταση κρίνεται βιώσιμη αφού χαμηλώνει πολύ το ετήσιο λειτουργικό κόστος με την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας σε μπαταρίες. Η αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάλυψη των απαιτήσεων σε ηλεκτρικό ρεύμα της αντλίας θερμότητας ή του φωτισμού. Βέβαια, στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί η αποθηκευμένη ενέργεια στην κάλυψη των αναγκών της υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** θα μειωθεί κατά πολύ η ετήσια κατανάλωση. Επομένως γίνεται γρήγορη απόσβεση και επιτυγχάνεται μεγάλη απόδοση.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Β

Σενάριο 3: Επιπρόσθετα ανάμεσα στα σενάρια που παρατίθενται θεωρήθηκε σε ένα από αυτά ότι τοποθετούνται νέα **αλουμίνια με διπλούς υαλοπίνακες**. Η συγκεκριμένη κίνηση βοηθάει αρκετά και μειώνεται η ετήσια κατανάλωση. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η επιλογή ανοιγμάτων με καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας από τον ελάχιστο που θέτει ο κανονισμός βοηθάει αρκετά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Για την ακρίβεια σε περίπτωση που επιλέγαμε την λύση ανοιγμάτων με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{max} = 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και διατηρώντας την υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως το κτίριο θα ήταν ενεργειακά αποδοτικότερο.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Β

Σενάριο 4: Συμπληρωματικά εξετάστηκε ο συνδιασμός των σεναρίων 2 και 3, δηλαδή διατήρηση της υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως, τοποθέτηση **Φ/Β Συστήματος 20 Kwp** και τοποθέτηση νέων **αλουμινίων με διπλούς υαλοπίνακες**. Η συγκεκριμένη κίνηση βοηθάει αρκετά και μειώνεται η ετήσια κατανάλωση. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η επιλογή ανοιγμάτων με καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας από τον ελάχιστο που θέτει ο κανονισμός βοηθάει αρκετά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Για την ακρίβεια σε περίπτωση που επιλέγαμε την λύση ανοιγμάτων με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{max} = 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και διατηρώντας την υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως και εγκαθιστώντας **Φ/Β σύστημα 20 Kwp** για την κάλυψη των αναγκών της αντλίας θερμότητας το κτίριο θα ήταν ενεργειακά αποδοτικότερο.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B+

Σενάριο 5: Ένα διαφορετικό σενάριο που εξετάστηκε ήταν να εγκατασταθεί ένας **λέβητας συμπίκνωσης αερίου με βαθμό απόδοσης 0,98** και **καύσιμο φυσικό αέριο**, για την παραγωγή θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσεως ενώ θα λειτουργούσε η ήδη υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή ψύξης και δροσισμού. Στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου όπως διαπιστώνεται από την **Εταιρία Παροχής Αερίου (Ε.Π.Α. Αττικής)** υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης με το φυσικό αέριο. Ήδη υπάρχουν κτίρια εντός της Πολυτεχνειακής κοινότητας που κάνουν χρήση αυτού του καυσίμου. Στην δεδομένη στιγμή, που γίνεται η διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, δεν θα συνέφερε να γίνει μια τέτοια εγκατάσταση αφού απαιτείται λεβητοστάσιο ενώ τα σχέδια και οι άδειες του κτιρίου δεν προβλέπουν χώρο λεβητοστασίου. Παράλληλα, είναι ιδιαίτερα υψηλό το κόστος σύνδεσης με το δίκτυο του φυσικού αερίου αφού ο αγωγός δεν περνά ακριβώς μπροστά από το υπό μελέτη κτίριο και έτσι θα χρειαζόνταν πολλά χρήματα για να γίνει επέκταση και τελικά σύνδεση του κτιρίου με το φυσικό αέριο. Όλα αυτά μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η λύση αυτή κρίνεται μη βιώσιμη οικονομικά.

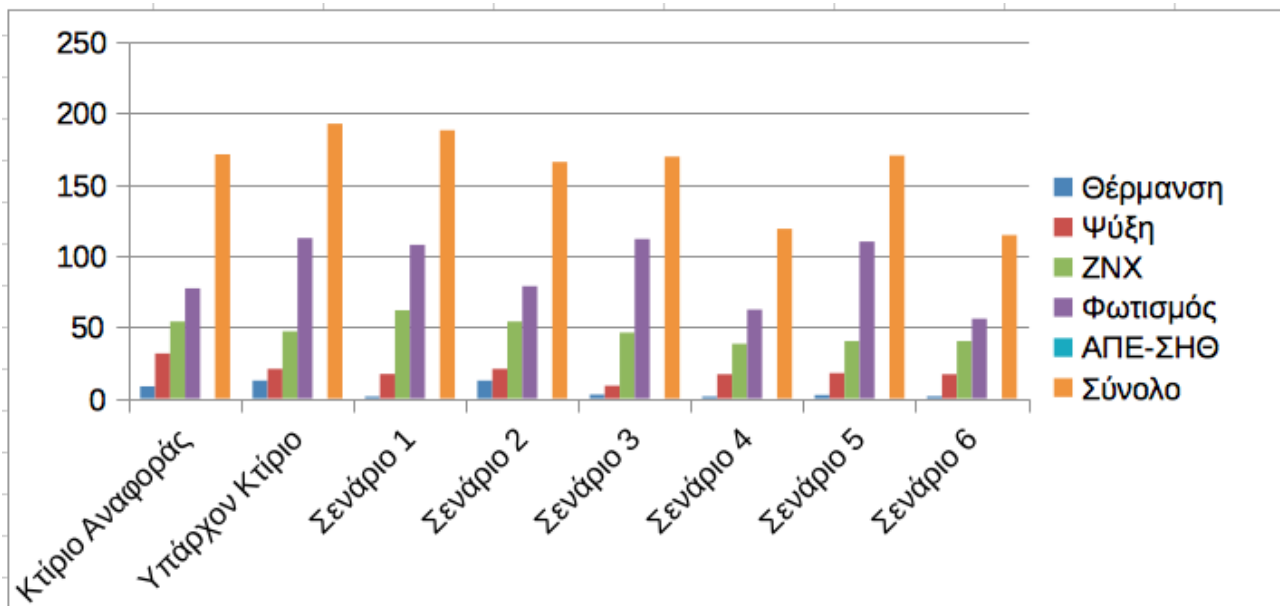
Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B

Σενάριο 6: Τέλος, το συνθετότερο σενάριο που εξετάστηκε ήταν να εγκατασταθεί ένας **λέβητας συμπίκνωσης αερίου με βαθμό απόδοσης 0,99** και **καύσιμο φυσικό αέριο**, για την παραγωγή θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσεως ενώ θα λειτουργούσε η ήδη υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή ψύξης και δροσισμού, παράλληλα, θα γινόταν αντικατάσταση των κουφωμάτων με καινούργια και **διπλούς υαλοπίνακες** και $U_{max} = 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και τέλος, εγκατάσταση **Φ/Β συστήματος 20 Kwp** για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό για τον φωτισμό του κτιρίου, τις διάφορες ηλεκτρικές συσκευές και τους υπολογιστές. Όλα αυτά μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η λύση αυτή κρίνεται μη βιώσιμη οικονομικά.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: A

Τελική Χρήση	Κτίριο Αναφοράς	Υπάρχον Κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6
Θέρμανση	8.5	12.5	1.4	12.5	2.7	1.4	2.4	1.5
Ψύξη	31.5	20.7	17.1	20.7	8.9	16.9	17.7	16.9
ZNX	53.9	47	61.8	53.9	46.1	38.3	40.2	40.2
Φωτισμός	77.2	112.4	107.7	78.7	111.8	62.3	110	55.9
ΑΠΕ - ΣΗΘ	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	171.2	192.6	188	165.8	169.5	118.9	170.3	114.5
Κατάταξη	-	Γ	Γ	B	B	B+	B	A

Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση



Διάγραμμα πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα πράγματι σε κάθε εξεταζόμενο σενάριο εκτός από το πρώτο, όπου μελετάται η αντικατάσταση της υπάρχουσας αντλίας θερμότητας με μια νέα και μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, υπάρχει μια άνοδος στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου, δηλαδή μια βελτίωση στην εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά δεν είναι κάθε λύση βιώσιμη. Το μόνο σενάριο που κρίνεται βιώσιμο είναι αυτό της εγκατάστασης Φ/Β συστήματος στην οροφή του κτιρίου. Μάλιστα αν θεωρηθεί ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα χρησιμοποιηθεί για ιδιοκατανάλωση τότε έτσι και αλλιώς τα χρήματα που θα δίνονταν στην Δ.Ε.Η. για την εξόφληση των λογαριασμών του ηλεκτρικού ρεύματος για μια δεκαετία, μπορούν να αποδίδονται για την εξόφληση μιας ολοκληρωμένης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης που από την πρώτη ημέρα λειτουργίας της θα ξεκινήσει την διαδικασία απόσβεσης των κεφαλαίων που χρησιμοποιήθηκαν. Με μια γενικότερη εικόνα των σεναρίων που εξετάστηκαν προκύπτει ότι το υπό μελέτη κτίριο θα μπορούσε να καταταγεί μέχρι και **ενεργειακή κατηγορία "Α"** αλλά το κόστος για να γίνει κάτι τέτοιο είναι απαγορευτικό δεδομένου ότι η απόσβεση των κεφαλαίων μπορεί να πάρει πολλές δεκαετίες.

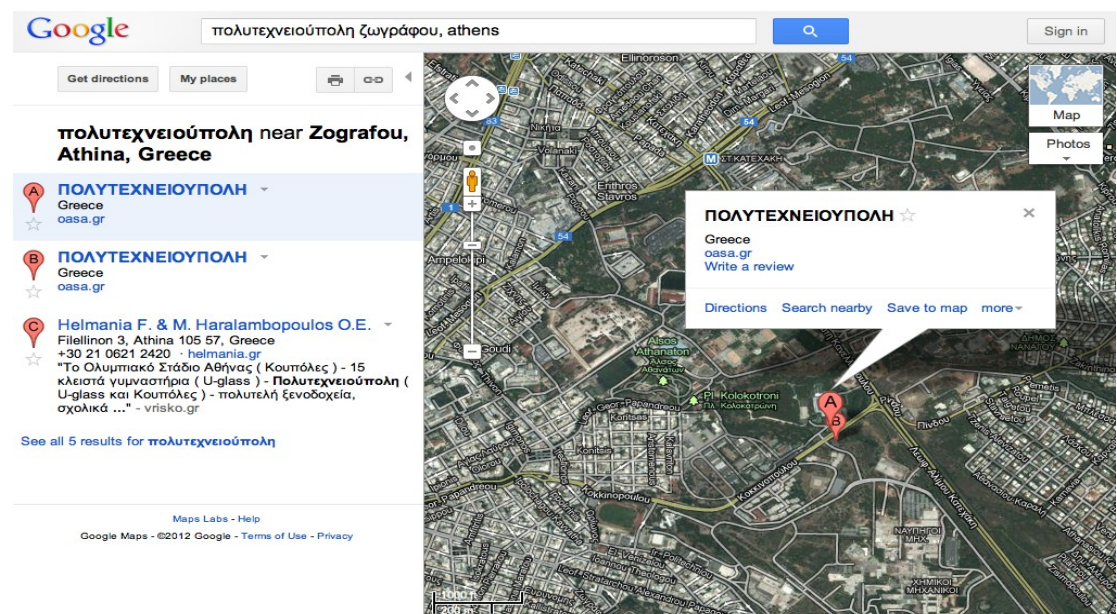
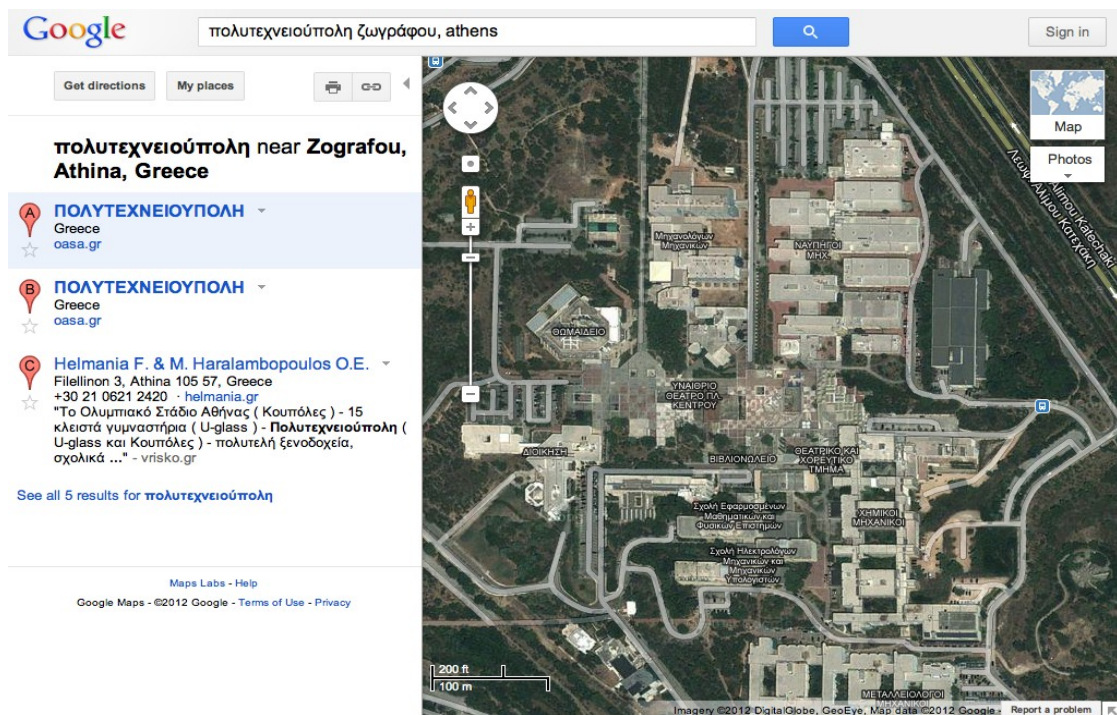
Ο κανονισμός προβλέπει τα καινούρια κτίρια να κατατάσσονται ενεργειακά τουλάχιστον στην **κατηγορία "Β"**. Στην συγκεκριμένη μελέτη στόχος ήταν να διερευνήσουμε σε ποια ενεργειακή κατηγορία εντάσσεται το παρόν κτίριο και να προταθούν σενάρια για την βελτίωση της ενεργειακής του ταυτότητας. Αυτό είναι εύκολο να επιτευχθεί με καλύτερα ανοίγματα, εκμετάλλευση των λεβήτων συμπύκνωσης και σίγουρα με μια καλή μόνωση. Μέχρι εκεί οι λύσεις που χρησιμοποιούμε για την «άνοδο» του κτιρίου από "Γ" σε "Β", "Β+" ή και "Α" δεν κρίνονται βιώσιμες. Η δυσκολία έγκειται στην περαιτέρω βελτίωση του κτιρίου και η ένταξη του στην **κατηγορία "Α"**, που σε λίγα χρόνια θα είναι και το μίνιμουμ. Σε αυτή την περίπτωση σίγουρα θα πρέπει να υιοθετηθούν λύσεις που συμπεριλαμβάνουν: εγκατάσταση ΑΠΕ, καλύτερους αυτοματισμούς, αξιοποίηση των λεβήτων συμπύκνωσης, μελέτη φωτισμού των κτιρίων καθώς και βελτίωση του σχεδιασμού του κτιρίου με ένταξη του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην μελέτη και στον σχεδιασμό των κτιρίων.

2.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "B"

Σε αυτήν την ενότητα γίνεται μια αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη κτιρίου, σχετικά με την θέση του, τη χρήση του, τον περιβάλλοντα χώρο του, την θερμομόνωση του και τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα όπου το κτίριο αυτό περιλαμβάνει. Μετά το πέρας αυτής της περιγραφής ακολουθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας με ότι εμπεριέχεται στο υπό μελέτη κτίριο και τις παραδοχές που έγιναν για την διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

2.1.1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ "B"

Το υπό μελέτη κτίριο βρίσκεται στη περιοχή του Ζωγράφου κοντά στο κέντρο της Αθήνας στο νομό Αττικής. Σας παραθέτω εικόνες από τον δορυφόρο με την ακριβή τοποθεσία του υπό μελέτη κτιρίου.



Το οικόπεδο στο οποίο βρίσκεται το υπό μελέτη κτίριο είναι τετραγωνικού σχήματος. Το οικόπεδο είναι ενδιάμεσο και βρίσκεται σε σχετικά αραιοδομημένο αστικό περιβάλλον εντός της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Λόγω των μεγάλων οικοπέδων και του μικρού συντελεστή δόμησης τα κτίρια τριγύρω είναι μέχρι τεσσάρων ορόφων. Στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν παλιές, αλλά και νεότερες κτιριακές κατασκευές, κυρίως κτίρια Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο έχει γίνει ώστε να είναι όσο δυνατή η καλύτερη εκμετάλλευση του νότιου προσανατολισμού. Όπως φαίνεται και στον ακόλουθο πίνακα το υπό μελέτη ανήκει στην "B" κλιματική ζώνη.

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

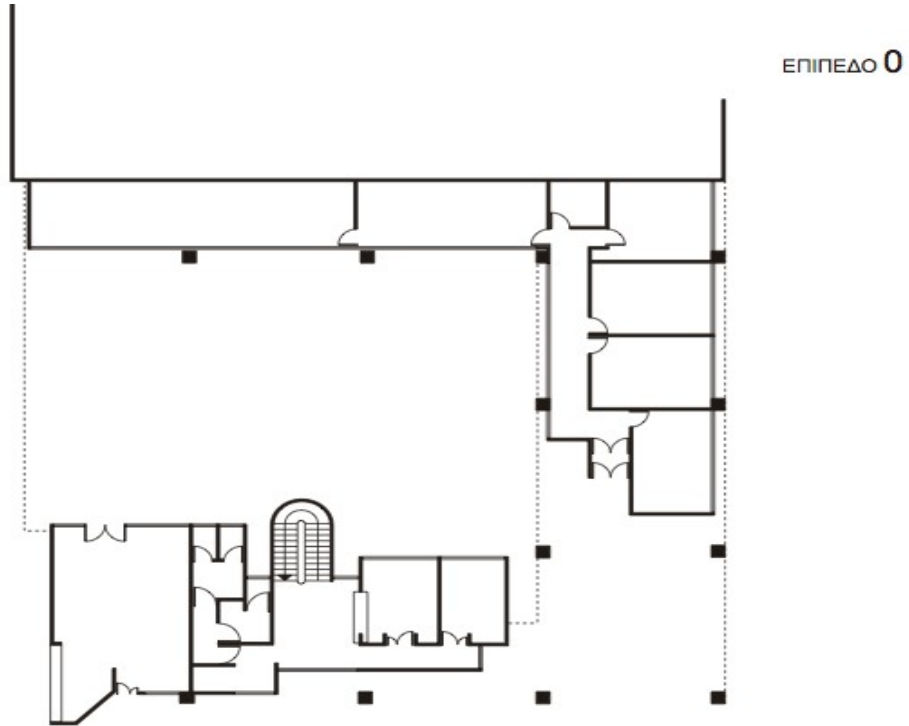
2.1.2 ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "B"

Πρόκειται για κτίριο με ισόγειο και έναν όροφο. Όλα τα επίπεδα θα έχουν κύρια χρήση Αίθουσες Διδασκαλίας Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Εκτός από τους χώρους κύριας χρήσης, η κεντρική είσοδος του κτιρίου, οι διάδρομοι, οι τουαλέτες, οι αποθήκες καθώς και το κλιμακοστάσιο σε όλους τους ορόφους θα θεωρηθούν μη θερμαινόμενοι χώροι.

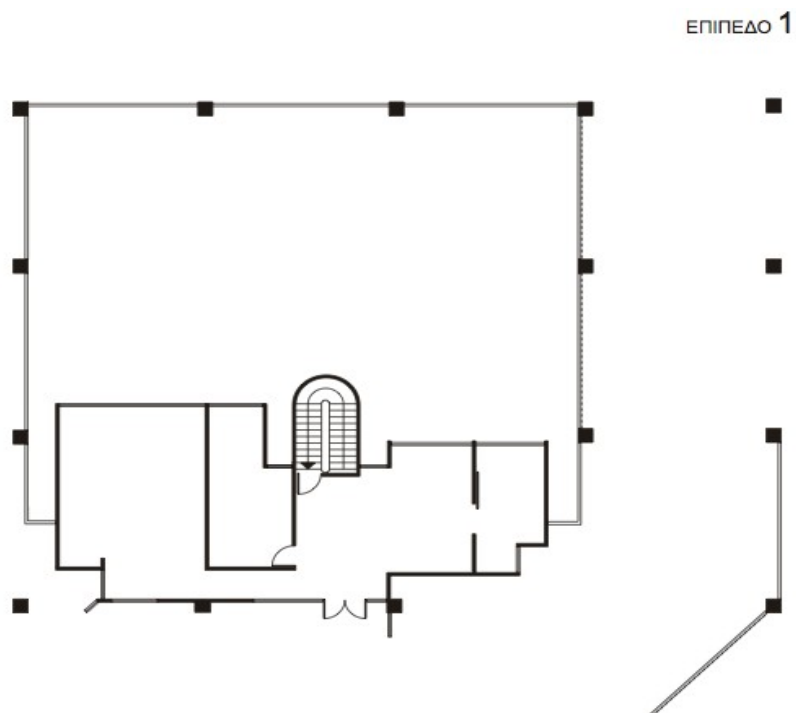
Το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις χρήσεις του και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Η βασική κατηγορία του κτιρίου και η χρήση του φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.

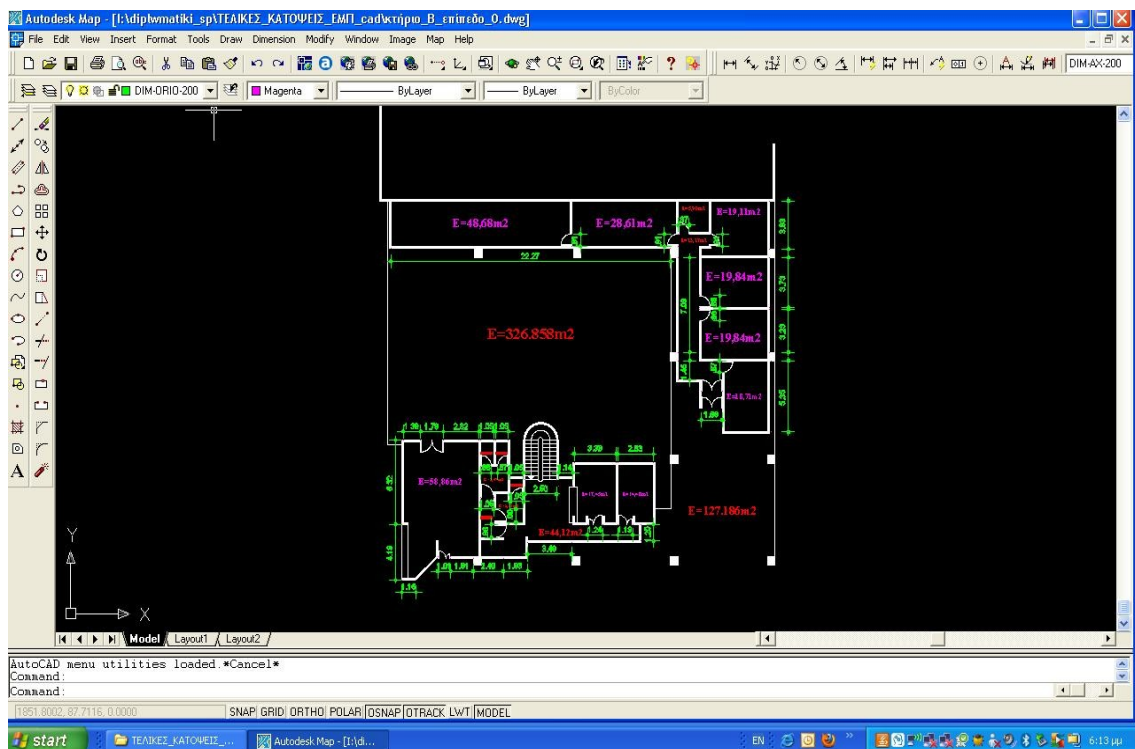
Στην επόμενη σελίδα φαίνονται οι κατόψεις του κτιρίου. Σημειώστε πως οι κατόψεις αυτές ελήφθησαν σε αρχείο τύπου PDF και τις μετατράπηκαν σε αρχεία τύπου DWG μέσω του προγράμματος Corel ώστε να μπορεί να σχεδιαστεί και να μετρηθεί κάθε διάσταση μέσω του προγράμματος σχεδίασης Autocad 2002. Σας παραθέτω λοιπόν τις κατόψεις του υπό μελέτη κτιρίου σε μορφή PDF όπως τα έλαβα καθώς και σε μορφή DWG όπως τα μετέτρεψα. Θα ήθελα να αναφέρω πως στα ακόλουθα σχέδια με το ροζ χρώμα συμβολίζονται οι θερμικές ζώνες ενώ με το κόκκινο οι μη θερμαινόμενοι χώροι του υπό μελέτη κτιρίου.



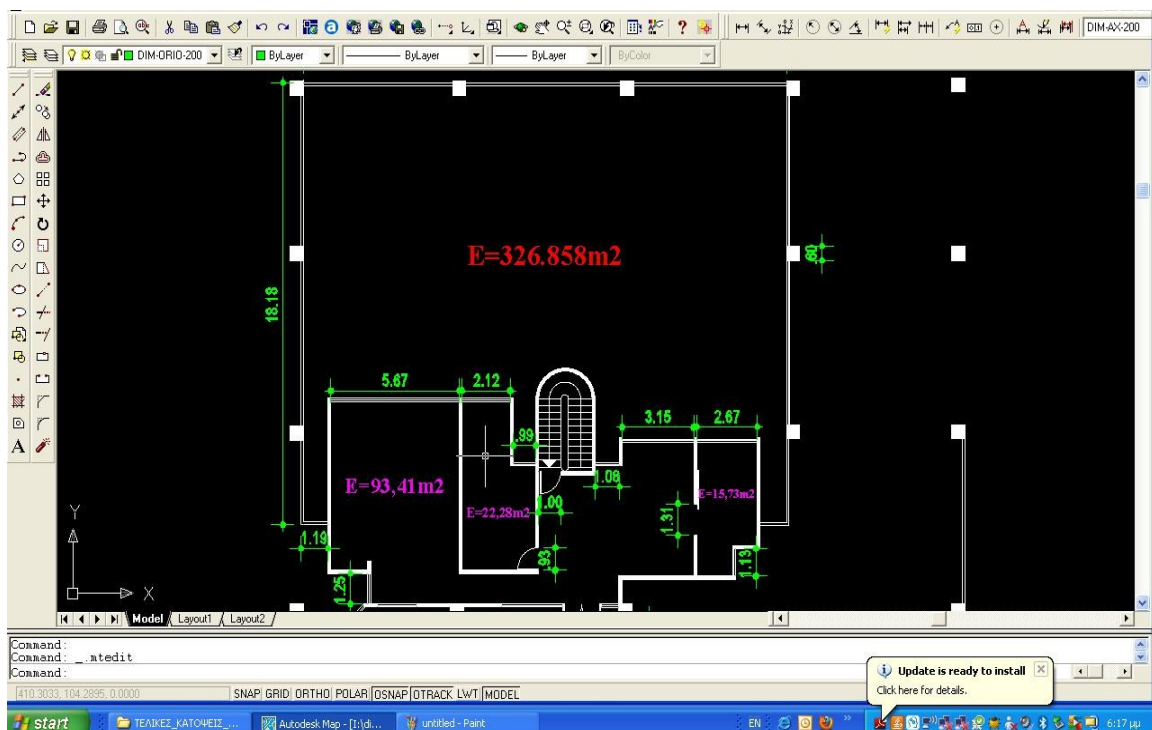
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ ΡΔΕ



ΚΑΤΟΨΗ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ ΡΔΕ



ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG



ΚΑΤΟΨΗ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG

2.1.3 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ "B"

Σε όλες τις πλευρές του κτιρίου έχουν τοποθετηθεί δενδρύλλια (**Κωνοφόρο αειθαλές**) και στην πρασιά γκαζόν που βοηθούν πολύ στην βελτίωση του μικροκλίματος. Δεν βοηθούν όμως στην σκίαση, λόγω του χαμηλού τους ύψους και της μεγάλης απόστασης από το κτίριο (έχω θεωρήσει ότι το ύψος φτάνει τα 2 μέτρα). Σε αντίθετη περίπτωση το δέντρο μπορεί να ξεπεράσει τα 5 μέτρα και να βοηθήσει στον σκιασμό τουλάχιστον του ισογείου. Έτσι όσον αφορά τον περιβάλλοντα χώρο το υπό μελέτη κτίριο δεν σκιάζεται από φυσικά τοπία και φυσικά εμπόδια.

2.1.4 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "B"

Από όλα τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου προκύπτει ότι το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει θερμομόνωση σε όλα τα δομικά του στοιχεία. Όπως θα αναλυθεί και σε επόμενο κεφάλαιο το κτίριο που μελετώ οφείλει λόγω του ότι η Άδεια Κατασκευής του είναι το έτος 1995 να υπακούει στον Κ.Θ.Κ. (Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων) και όχι στον Κ.ΕΝ.Α.Κ αφού ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. αναφέρεται σε κτίρια των οποίων η άδεια είναι μετά το 2010. Για την θερμομόνωση των δομικών στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν διάφορα υλικά, όπως διογκωμένη πολυστερόλη 3 cm, μαστίχη θειοσόλη, γαλβανισμένη λαμαρίνα, λινάτσα, roofmate 3cm. και επίχρισμα.

2.1.5 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ "B"

Ως γνωστόν όταν αναφερόμαστε στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα που διαθέτει ένα κτίριο εννοούμε τις εγκαταστάσεις που το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει σχετικά με την θέρμανση, την ψύξη, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, τον φωτισμό, την ύπαρξη συστημάτων εξαερισμού ή καμινάδων, την ύπαρξη ανεμιστήρων οροφής, παθητικών ηλιακών συστημάτων και Φ/Β πάρκων, αντλιών κυκλοφορίας και τέλος, ανελκυστήρων. Το υπό μελέτη κτίριο, σύμφωνα με τα Ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του διαθέτει τα ακόλουθα συστήματα:

α) Θέρμανση – Ψύξη - Ζεστό Νερό Χρήσης

Για την παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως είναι εγκατεστημένη αερόψυκτη αντλία θερμότητας **INTERKLIMA 98.000 kcal/h** με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

Fan RPM	1000
Air Flow (m ³ /h)	36000
Ext. Static Pressure (Pa)	0
Refrigerant Charge (kg)	42
Refrigerant Type	R22
Power Supply	380V/3/50Hz
Unit Type	CHI042H00
Cooling Capacity (KW)	147
Heating Capacity (KW)	157
Compressor Power (KW)	2 * 30
Normal Operat. Current (A)	2 * 56

Το δίκτυο διανομής του ψυχρού και του θερμού μέσου έχει μικρές απώλειες και οι τερματικές μονάδες είναι Fan coils. Το ζεστό νερό που παράγεται αποθηκεύεται σε δεξαμενή και είναι τύπου άμεσης κατανάλωσης. Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ και η ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.

β) Φωτισμός

Για τον φωτισμό του υπό μελέτη κτιρίου, παρατηρώντας τα ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του, προκύπτει πως κάθε επίπεδο διαθέτει δικό του ανεξάρτητο ηλεκτρολογικό πίνακα και πως είναι διαφορετική η εγκατεστημένη ισχύς ανά επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, το κτίριο στα σχέδια φαίνεται να αποτελείται από **25 φωτιστικά σώματα** στο ισόγειο. Το κάθε φωτιστικό σώμα αποτελείται από 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς για το ισόγειο είναι: $25 * 4 * 20 = 2.000 \text{ Watt}$ ή **2,00 Kw**. Αντίστοιχα, στο πρώτο επίπεδο το υπό μελέτη κτίριο αποτελείται από **30 φωτιστικά σώματα**. Το κάθε φωτιστικό σώμα αποτελείται από 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς για τον πρώτο όροφο είναι: $30 * 4 * 20 = 2.400 \text{ Watt}$ ή **2,40 Kw**.

γ) Συστήματα εξαερισμού - Καμινάδες

Το υπό μελέτη κτίριο δεν διαθέτει θυρίδες εξαερισμού ή κάποιο ολοκληρωμένο σύστημα εξαερισμού αφού κατά την κατασκευή του έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα ώστε να γίνεται φυσικός αερισμός, δροσισμός και εξαερισμός και να μην χρειάζεται επιπλέον σύστημα εξαερισμού. Ακόμα, το παρόν κτίριο δεν διαθέτει ούτε καμινάδες αφού δεν διαθέτει λεβητοστάσιο ώστε να κάνει χρήση κάποιου λέβητα πετρελαίου ή φυσικού αερίου, ούτε υπάρχει κάποιο είδος τζακιού στο κτίριο.

δ) Ανεμιστήρες Οροφής

Στο κτίριο που εξετάζουμε δεν διαθέτει ανεμιστήρες οροφής αφού επιτυγχάνεται φυσικός δροσισμός και συμπληρωματικά λειτουργεί η αντλία θερμότητας που προανέφερα.

ε) Παθητικά Ηλιακά Συστήματα – Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Στο υπό μελέτη κτίριο δεν υπάρχει οποιοδήποτε Ηλιακό Σύστημα εγκατεστημένο. Επίσης, δεν έχει γίνει εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου για εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας με σκοπό την κάλυψη ορισμένων ή όλων των αναγκών του κτιρίου σε ηλεκτρικό ρεύμα.

στ) Αντλίες Κυκλοφορίας

Το υπό διερεύνηση κτίριο διαθέτει **3 κυκλοφορητές WILO** για την ανακυκλοφορία ρευστού το οποίο παράγει θέρμανση – ψύξη – ζεστό νερό χρήσεως. Το μοντέλο κάθε κυκλοφορητή φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

WILO	IPN 40/160 – 0,55/4
WILO	IPN 50/250 – 2,20/4
WILO	IPN 80/125 – 3,00/2

ζ) Ανελκυστήρες

Το υπό διερεύνηση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ δεν διαθέτει ανελκυστήρα αφού αποτελείται από δύο μόλις επίπεδα (ισόγειο και πρώτος όροφος) και υπάρχουν μικρά κλιμακοστάσια που συνδέουν αυτά τα δύο επίπεδα.

2.1.6 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ "B" ΣΕ ΠΙΝΑΚΑ

Όπως προανέφερα και στην εισαγωγική παράγραφο αυτής της ενότητας θα σας παρουσιάσω έναν συγκεντρωτικό πίνακα με ότι περιέχει το υπό εξέταση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ.

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΑΘΗΝΑ (ΝΟΜΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ)
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΖΩΝΗ Β
ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ – ΓΡΑΦΕΙΑ
ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΠΕΔΩΝ	ΔΥΟ (ΙΣΟΓΕΙΟ, ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ)
ΠΛΗΘΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ	ΠΕΝΤΕ (ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΜΙΑ ΣΤΟΝ ΠΡΩΤΟ ΟΡΟΦΟ)
ΠΛΗΘΟΣ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ	ΔΥΟ (ΕΝΑΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΑΣ ΣΤΟΝ ΠΡΩΤΟ ΟΡΟΦΟ)
ΕΙΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ & ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β
ΕΙΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΒΑΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ (ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ 260 KJ/m²K)
ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ (ΓΙΑ ΟΛΑ)
ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΟΧΙ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΟΧΙ
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΟΧΙ
ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ	ΟΧΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ - ΚΑΜΙΝΑΔΕΣ	ΟΧΙ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΟΡΟΦΗΣ	ΟΧΙ
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	ΝΑΙ
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	ΝΑΙ
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	ΝΑΙ
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	ΝΑΙ
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	ΟΧΙ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 157Kw INTERKLIMA 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΨΥΞΗ	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 147 Kw INTERKLIMA 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ INTERKLIMA 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.

ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΤΡΟΠΟΣ ΕΝΑΥΣΗΣ – ΣΒΕΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΕΙΔΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΟ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΥΠΑΡΞΗ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ	3 WILO ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 2,00 Kw στο ισόγειο ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 2,40 Kw στον πρώτο ΝΑΙ 80.00% ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΜΟΝΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ ΝΑΙ
--	--

2.1.7 ΠΑΡΑΛΟΧΕΣ

Η συγκεκριμένη διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου βασίστηκε σε στοιχεία τα οποία έδιναν την γενική εικόνα του κτιρίου. Τα στοιχεία αυτά τα σύλλεξα από το γραφείο μελετών της Πρυτανείας του ΕΜΠ όπου και αρχειοθετούνται τα σχέδια του υπό μελέτη κτιρίου. Για να είναι δυνατή η σωστή εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης έγιναν κάποιες παραδοχές. Οι βασικές παραδοχές είναι οι εξής:

- Το κτίριο που θα μελετηθεί αποτελείται από δύο επίπεδα, ένα ισόγειο και έναν όροφο. Το κτίριο διαθέτει τέσσερις θερμικές ζώνες στο ισόγειο και μία θερμική ζώνη στον πρώτο όροφο.
- Το ισόγειο έχει ύψος 3.60 m ενώ ο όροφος έχει ύψος 3 m. (μετρημένο από πλάκα σε πλάκα).
- Οι τρεις από τις τέσσερις πλευρές του κτιρίου δεν εφάπτονται με άλλο κτίριο.
- Λόγω του ότι το κτίριο δεν είναι νεόδμητο θεωρούμε όλοι οι συντελεστές θερμοπερατότητας δεν ανταποκρίνονται στα όρια που θέτει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. παρά μόνο στον Κ.Θ.Κ..
- Το κτίριο είναι τοποθετημένο ανάμεσα στον προαύλιο χώρο της Πολυτεχνειούπολης και χαρακτηρίζεται ως ενδιάμεσο. Δεν υπάρχουν τριγύρω φυσικά εμπόδια ή φυσικά τοπία τα οποία να συνεισφέρουν στην σκίαση του κτιρίου.
- Όλα τα παράθυρα είναι ίδιας κατασκευής με ίδια U. Επίσης όλα τα παράθυρα είναι ανοιγόμενα με φεγγίτη σταθερό ενώ υπάρχουν μερικά που είναι μη ανοιγόμενα κυρίως στους μη θερμαινόμενους χώρους.
- Η κεντρική πόρτα είναι από γυαλί και αλουμίνιο .
- Το δάπεδο είναι σε επαφή με το χώμα.
- Η κατηγορία διατάξεων ελέγχου των αυτοματισμών ορίστηκε ως "B" για λόγους άνεσης και εξοικονόμησης ενέργειας.
- Το κτίριο δε διαθέτει καμία θυρίδα εξαερισμού καθώς η ανανέωση του αέρα γίνεται μέσω των παραθύρων, ενώ δε διαθέτει επίσης ούτε ανεμιστήρες οροφής ούτε καμινάδες.
- Οι θερμικές απώλειες αλλά και τα ψυκτικά φορτία του κτιρίου έχουν υπολογιστεί βάση των δομικών στοιχείων και των συντελεστών θερμοπερατότητας που έχουν χρησιμοποιηθεί στην διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
- Για τον υπολογισμό στην ενεργειακή μελέτη έχουν χρησιμοποιηθεί οι πίνακες του κεφαλαίου 4 της TOTEE 20701-1/2010 (Προδιαγραφές Εγκαταστάσεων).
- Τέλος για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης και τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα του T.E.E. – Κ.ΕΝ.Α.Κ., το Corel και το σχεδιαστικό πρόγραμμα Autocad 2002.

2.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

2.2.1 ΩΡΑΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στον ακόλουθο πίνακα διακρίνεται η χρήση του κτιρίου και οι βασικές ώρες λειτουργίας του ανάλογα με την καθορισμένη χρήση. Πιο συγκεκριμένα, το υπό μελέτη κτίριο αποτελεί εκπαιδευτικό ίδρυμα και για προσδιορισμό της χρήσης των θερμικών ζωνών του αναφέρεται ότι θα είναι αίθουσες διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Οι ώρες λειτουργίας του κτιρίου είναι 13 ώρες/ημέρα. Οι ημέρες λειτουργίας του κτιρίου είναι 5 ημέρες/εβδομάδα. Η περίοδος λειτουργίας είναι 10 μήνες/έτος

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο	8	5	8 (Οκτ.-Μαΐ.)
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευσης	8	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)
	Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	13	5	10
	Φροντιστήριο, ωδείο	7	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)

Για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτηρίου, λαμβάνονται συγκεκριμένες περιόδους για την θέρμανση και ψύξη ανάλογα την κλιματική ζώνη:

- Για την Ζώνη Α και Β η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1^η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου.
- Για την Ζώνη Γ και Δ η περίοδος θέρμανσης είναι από την 15 Οκτωβρίου μέχρι και τις 30 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από την 1^η Ιουνίου μέχρι και τις 31 Αυγούστου.

2.2.2 ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Για το βέλτιστο έλεγχο των εσωτερικών συνθηκών στα κτήρια, εγκαθίστανται συστήματα κλιματισμού, στα οποία εκτός της θερμοκρασίας του αέρα, ελέγχεται και ρυθμίζεται και η σχετική του υγρασία. Εξάιρεση αποτελούν τα τοπικά και ημικεντρικά συστήματα κλιματισμού (αντλίες θερμότητας άμεσης εξάτμισης, διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου, τοπικές και ημικεντρικές), που συνήθως χρησιμοποιούνται σε κατοικίες και σε μικρές σχετικά κλίμακας εφαρμογές. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο έλεγχος των τιμών της σχετικής υγρασίας είναι δυνατός μόνο σε λειτουργία ψύξης.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45

2.2.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΝΩΠΟΣ ΑΕΡΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Για την εξασφάλιση συνθηκών υγιεινής στο εσωτερικό κάθε κτηρίου και κάθε ανεξάρτητου τμήματος κτηρίου απαιτείται η ανανέωση του αέρα, δηλαδή η αντικατάσταση μέρους του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος. Οι απαιτήσεις νωπού αέρα καθορίζονται ανάλογα με:

- τη χρήση του κτηρίου,
- τον πληθυσμό των χρηστών και
- την παραγωγή ρύπων λόγω χρήσης του κτηρίου, που σε γενική προσέγγιση είναι αντίστοιχη της χρήσης του κτηρίου.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι υπολογισμού της απαραίτητης ποσότητας νωπού αέρα σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 15251:2007. Για τις ανάγκες υπολογισμού του αερισμού σε μελέτες εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, ο πιο εύχρηστος τρόπος υπολογισμού της ανανέωσης αέρα είναι βάσει των ελάχιστων ποσοτήτων που απαιτούνται σύμφωνα με τα εξής δύο κριτήρια:

- την εξασφάλιση των συνθηκών υγιεινής για τους χρήστες και
- την ελάχιστη ανανέωση βάσει του όγκου και της χρήσης του κτηρίου.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	50	22	11,00

2.2.4 ΣΤΑΘΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την εκτέλεση εργασιών, χωρίς φαινόμενα που δημιουργούν οπτική δυσφορία ή/και κόπωση.

Σε όλους τους κυρίως χώρους υπάρχουν ανοίγματα τα οποία προσφέρουν επαρκή φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος θα υπάρχουν μεγάλα ανοίγματα. Το ποσοστό του φυσικού φωτισμού σύμφωνα με τις διατάξεις της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 καλύπτει το 80%.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m ²]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	9,1	0,8

2.2.5 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Η ζήτηση ζεστού νερού χρήσης (Z.N.X.) σε ένα κτήριο ή σε ένα ανεξάρτητο (λειτουργικά) τμήμα του εξαρτάται από τη χρήση του κτηρίου (ή του τμήματος) αλλά και σε σημαντικό βαθμό από τον ανθρώπινο παράγοντα. Έτσι, κάθε κτήριο, ανάλογα με τη γενική του χρήση αλλά και τις συνήθειες των χρηστών του, παρουσιάζει διαφορετική κατανάλωση Z.N.X.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	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]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	7	3,50	0,76

2.2.6 ΧΡΗΣΤΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ Ή ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Κάθε άτομο ανάλογα τη δραστηριότητα του, εκλύει θερμότητα υπό τη μορφή αισθητού και λανθάνοντος φορτίου. Το αισθητό φορτίο οφείλεται στην ακτινοβολία του σώματός του και τη μεταφορά θερμότητας από το σώμα του στον αέρα. Η αναλογία ακτινοβολίας / μεταφοράς είναι περίπου 50-50% και φυσικά εξαρτάται από την ένδυση και τη δραστηριότητα του ατόμου. Ωστόσο, για τους απλούς υπολογισμούς στο πλαίσιο της εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, η αναλογία αυτή δεν επηρεάζει ουσιαστικά και συνήθως δεν υπεισέρχεται στους υπολογισμούς. Το λανθάνον φορτίο οφείλεται στην αναπνοή και στην εφίδρωση κάθε ανθρώπου και είναι τόσο μεγαλύτερο, όσο αυξάνεται η δραστηριότητα του ατόμου.

Ο συνυπολογισμός της έκλυσης θερμότητας στα φορτία του κτηρίου θα πρέπει να γίνεται βάσει συντελεστή ετεροχρονισμού (μέσου συντελεστή παρουσίας χρηστών), μέσω του οποίου αντιστοιχίζεται η πραγματική –κατά μέσο όρο– παρουσία των ατόμων στους χώρους, κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ημέρας. Ακόμη καλύτερα, σε αναλυτικότερους υπολογισμούς μπορούν να χρησιμοποιούνται «προφίλ» ετεροχρονισμού ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και την ώρα της ημέρας.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημ. επιφάνειας [W/m ²]	Μέσος συντελεστής παρουσίας
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	80	40	0,32

2.2.7 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ Ή ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Η εκλυόμενη θερμική ισχύς από ηλεκτρικό –κατά το πλείστον– εξοπλισμό (ηλεκτρικές συσκευές) αλλά και δευτερευόντως από άλλες συσκευές, είναι η τρίτη βασική κατηγορία εσωτερικών κερδών στα κτήρια. Αυτή η ισχύς εκλύεται με ακτινοβολία και μεταφορά όπως συμβαίνει και με τις άλλες κατηγορίες εσωτερικών κερδών, σε αναλογία που εξαρτάται από το είδος της συσκευής. Η αναλογία των τμημάτων ακτινοβολίας - μεταφοράς δεν επηρεάζει ιδιαίτερα και δεν υπεισέρχεται σε απλουστευμένους υπολογισμούς. Στη συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών αυτά τα κέρδη εισέρχονται στο χώρο υπό τη μορφή αισθητής θερμότητας.

Λόγω της αύξησης των εφαρμογών ηλεκτρικών συσκευών και ειδικότερα της πληροφορικής και των επικοινωνιών, τα εσωτερικά κέρδη από συσκευές είναι ιδιαίτερα σημαντικά, κυρίως σε χρήσεις κτηρίων εμπορικών και διοικητικών δραστηριοτήτων (γραφεία, υπηρεσίες κ.ά.).

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m ²]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m ²]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	5	0,15	0,75	0,32

2.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

2.3.1 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακατασκευασμένου κτηρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 3.1α:

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

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 3.1 β:

F/V (m ⁻¹)	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U _m) σε [W/m ² .K]			
	Ζώνη A	Ζώνη B	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

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

- Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του Κ.Θ.Κ..
- Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου U_m και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα επιτρεπόμενα όρια.

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων, όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

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

όπου:

d_j : το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j ,

λ_j : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j ,

R_i και R_a : οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου και

R_s : η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w δίνεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

όπου:

U_f : ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

U_g : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

A_f : το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

A_g : το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

L_g : το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και

Ψ_g : ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:

$$U \leq U_{\delta,\sigma,\max}$$

όπου:

U : ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου και

$U_{\delta,\sigma,\max}$: η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο.

2.3.2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα, απαιτείται και το κτίριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμικής διαπερατότητας του κτηρίου δίνεται από τη σχέση:

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

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

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

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

Όπου $U_{m,max}$ είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου.

2.3.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το κτήριο θα λειτουργήσει ως αίθουσες διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ., για τη Β κλιματική ζώνη τα κουφώματα που έχουν τοποθετηθεί οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Για όλα τα κουφώματα του κτιρίου επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f=6.000 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, όπως προκύπτει από τις τομές και τις όψεις του κτιρίου και μέσου πλάτους πλαισίου 84 mm. Θα φέρουν υαλοπίνακα (εσωτερική παρειά εξωτερικού υαλοπίνακα) και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που χρησιμοποιείται είναι $U_g=6.00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ όπως προκύπτει από τα σχέδια. Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

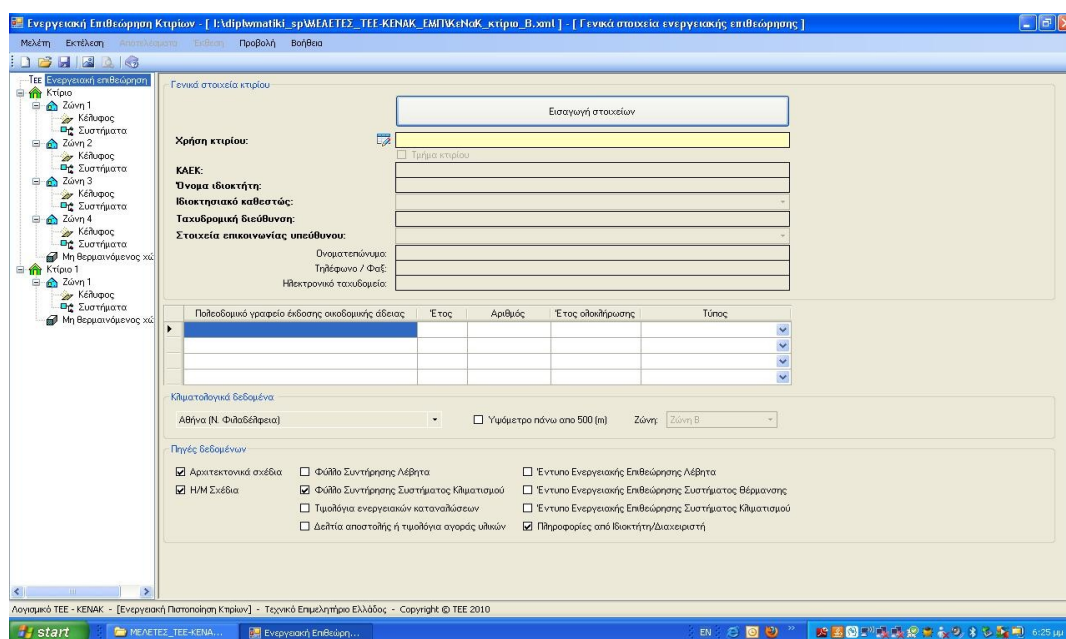
Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F_f	Υαλοπίνακας μονός	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμφιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο Αέρα 12 mm
			[%]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0

2.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

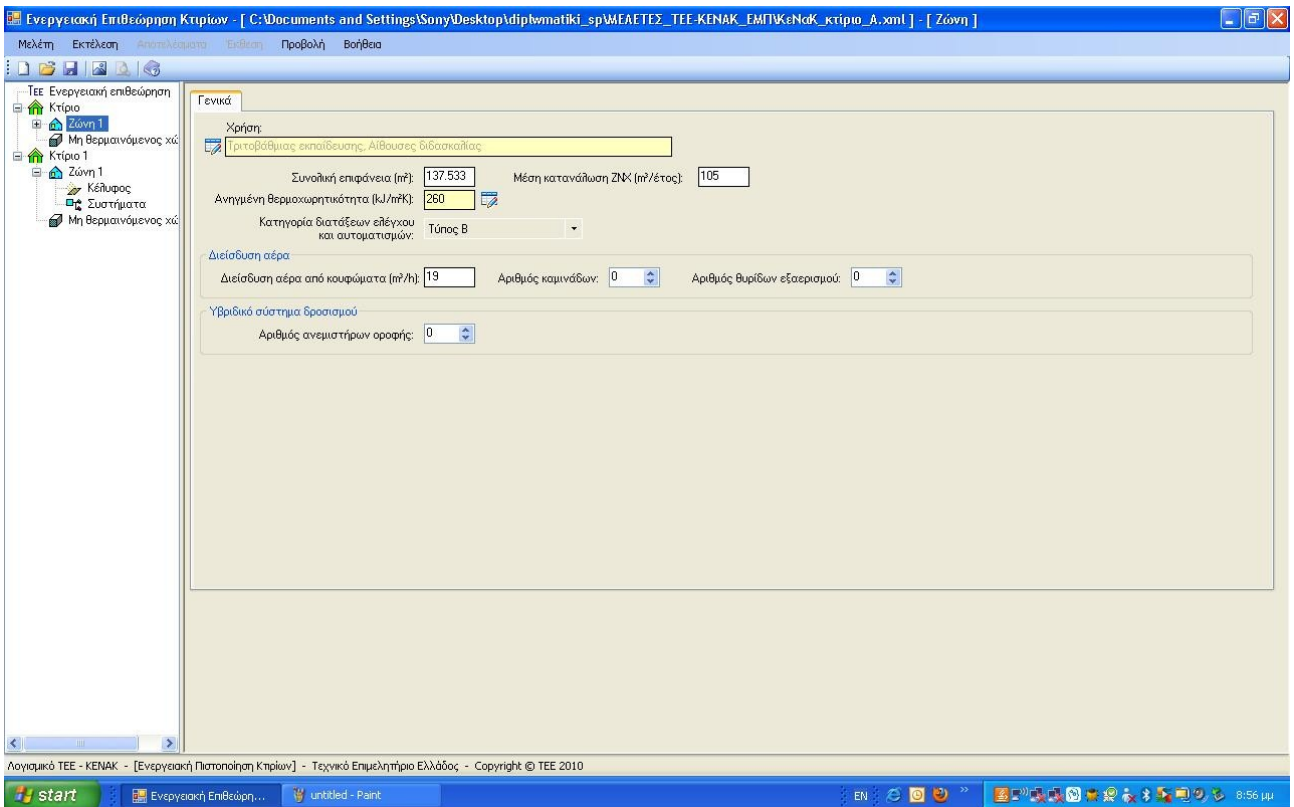
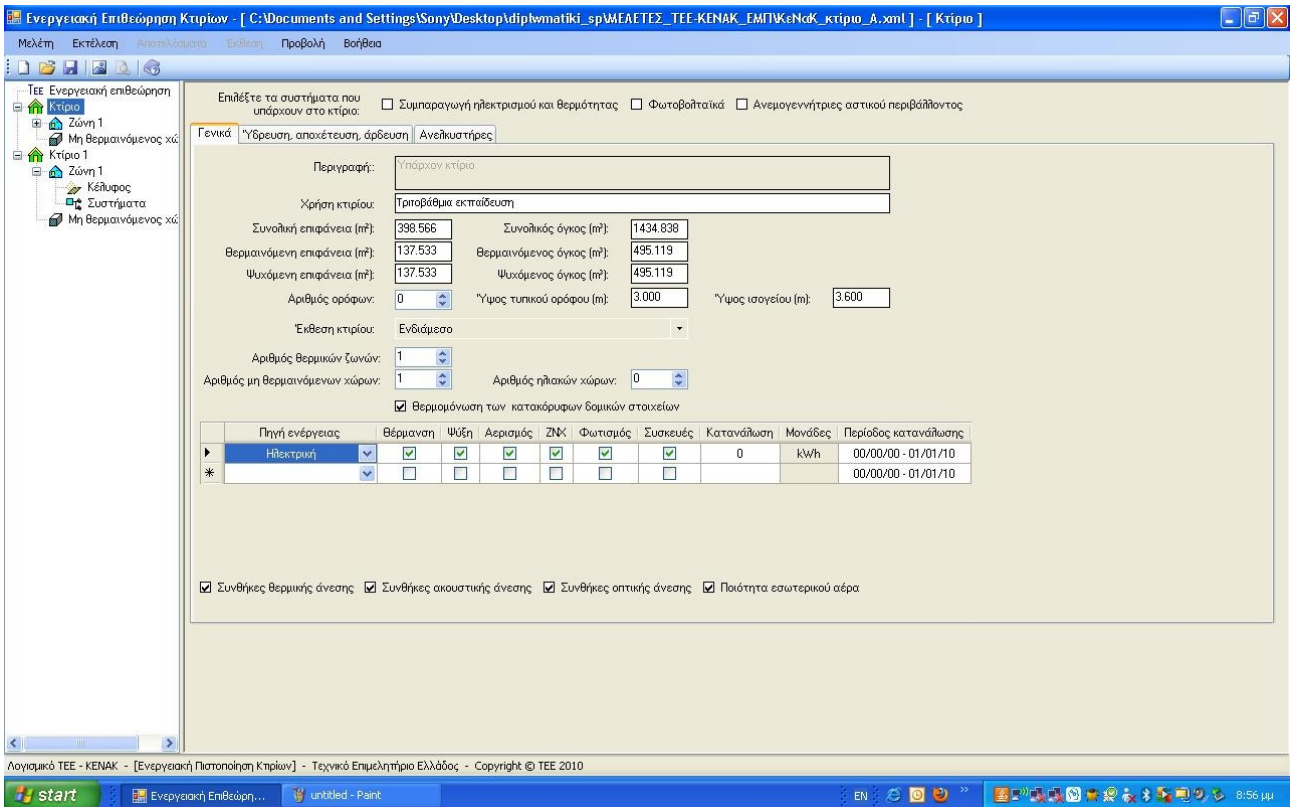
2.4.1 ΧΡΗΣΗ ΤΕΕ – ΚΕΝΑΚ ΓΙΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να σας παρουσιάσω την βηματική διαδικασία που ακολουθήθηκε μέσω του προγράμματος **Τ.Ε.Ε. – Κ.Ε.Ν.Α.Κ.** για την συμπλήρωση των απαιτούμενων στοιχείων ώστε να βγει ολοκληρωμένη η μελέτη μου και να καταλήξει, αφού την τρέξει το πρόγραμμα, να λάβει τα τελικά αποτελέσματα και να σχολιαστεί έπειτα η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Σας παραθέτω λοιπόν τα print screen από την διερεύνηση της ενεργειακής αποδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και το πως κατέληξα στην ενεργειακή κατηγορία που ανήκει το κτίριο.

Αρχικά, παρουσιάζεται ο διαχωρισμός των θερμικών ζωνών του κτιρίου από τους μη θερμαινόμενους χώρους καθώς και γενικά στοιχεία για το κτίριο. Στο βήμα αυτό ορίζονται γενικές πληροφορίες για το κτίριο που μας ζητάει το πρόγραμμα ώστε να δημιουργηθεί το πλάνο του κτιρίου. Διαχωρίζονται οι θερμικές ζώνες κάθε επιπέδου του κτιρίου, ορίζονται οι μη θερμαινόμενοι χώροι, τα εμβαδά και ο όγκος που θερμαίνεται και ψύχεται σε κάθε θερμική ζώνη. Επίσης, στο σημείο αυτό εισάγονται γενικές πληροφορίες όπως ποια στοιχεία συλλέξαμε για την διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου π.χ. σχέδια πολεοδομίας, άδεια κατασκευής, συμβόλαια, φύλλα συντήρησης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και πληροφορίες από τον υπεύθυνο του κτιρίου.



Έπειτα ακολουθεί μια συνοπτική εικόνα του προσδιορισμού της χρήσης κάθε θερμικής ζώνης κάθε επιπέδου του κτιρίου και φυσικά ακριβής τοποθέτηση του εμβαδού της ζώνης, του ύψους της και του όγκου της. Στο βήμα αυτό εκτός από όλα τα απαραίτητα που θα εισαχθούν στο πρόγραμμα θα γίνει αναφορά πως η θερμική ζώνη έχει συνθήκες οπτικής, θερμικής και ακουστικής άνεσης. Επίσης, θα υπολογιστεί η διείσδυση αέρα από κουφώματα και χαραμάδες. Ο υπολογισμός της διείσδυσης αέρα γίνεται και για τους μη θερμαινόμενους χώρους και για τις θερμικές ζώνες. Επιλέγεται η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα του κτιρίου για βαριά κατασκευή. Παράλληλα, αναφέρεται πως η έκθεση του κτιρίου είναι ενδιάμεση και πως δεν υπάρχουν ηλιακοί χώροι στο κτίριο. Τέλος, επιλέγεται η πηγή ενέργειας που είναι η ηλεκτρική για θέρμανση, ψύξη, παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, φωτισμό, αερισμό και συσκευές.



Στο σημείο αυτό, έχοντας ολοκληρώσει την συμπλήρωση των ανωτέρω βασικών για το πρόγραμμα στοιχείων, ήρθε η στιγμή να συμπληρωθεί ότι απαιτείται για το κέλυφος της θερμικής ζώνης, δηλαδή, από ποιους τοίχους, ποια παράθυρα και ποιες πόρτες αποτελείται, τι προσανατολισμό έχουν οι πόρτες, τα παράθυρα και οι τοίχοι, τα εμβαδά τους, τον συντελεστή θερμοπερατότητας, την απορροφητικότητα και την ανακλαστικότητα και τέλος, τις σκιάσεις που προκύπτουν από πλευρικές προεξοχές, προβόλους και φυσικά τοπία ή εμπόδια. Ακόμα, ορίζεται ο αριθμός των εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών και η ύπαρξη ή όχι παθητικών ηλιακών συστημάτων. Η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα και απαιτητική μιας και δεν επιτρέπει περιθώρια λάθους. Αυτή η διαδικασία προσδιορισμού των στοιχείων του κελύφους της θερμικής ζώνης και του μη θερμαινόμενου χώρου επαναλαμβάνεται για κάθε θερμική ζώνη και για κάθε μη θερμαινόμενο χώρο του κάθε επιπέδου του υπό μελέτη κτιρίου και χωρίζεται σε προσδιορισμό των διαφανών επιφανειών, των αδιαφανών επιφανειών και των επιφανειών που έρχονται σε επαφή με το έδαφος.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία που υπάρχουν στην ζώνη: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

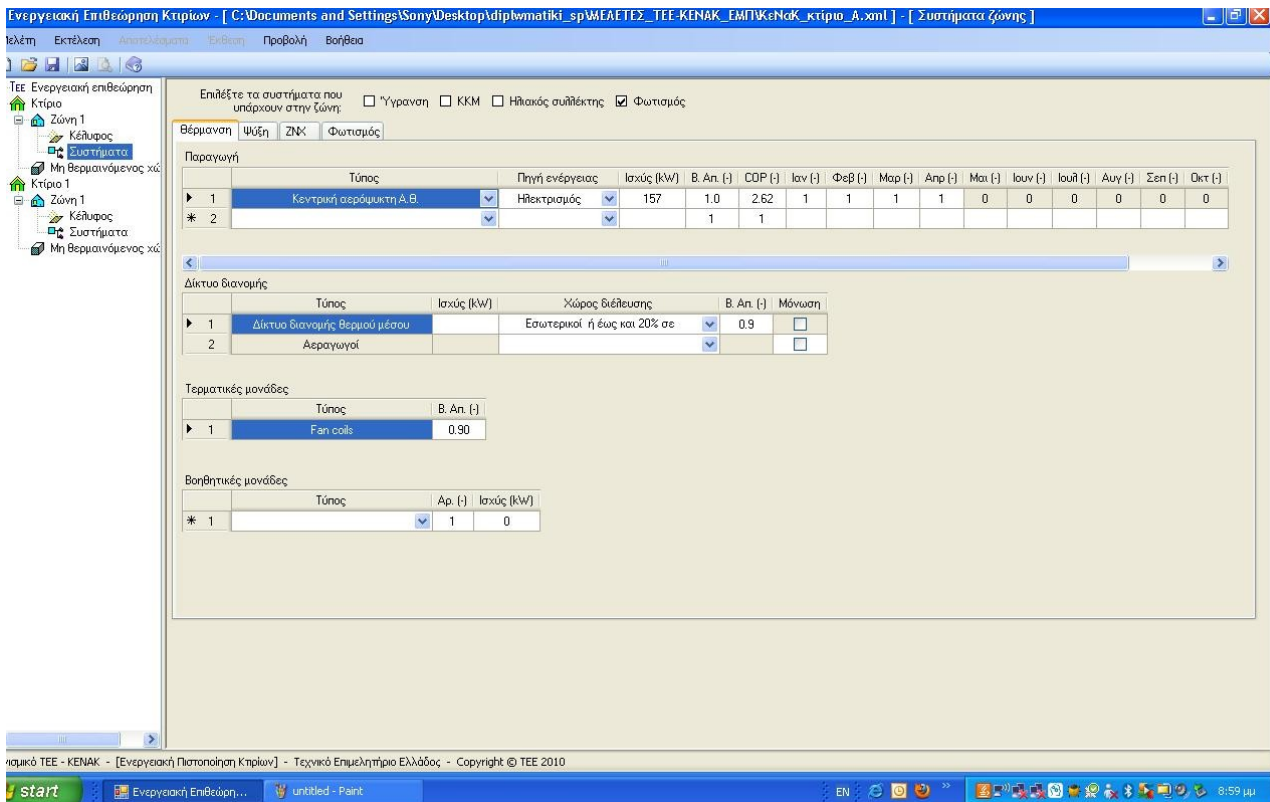
Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

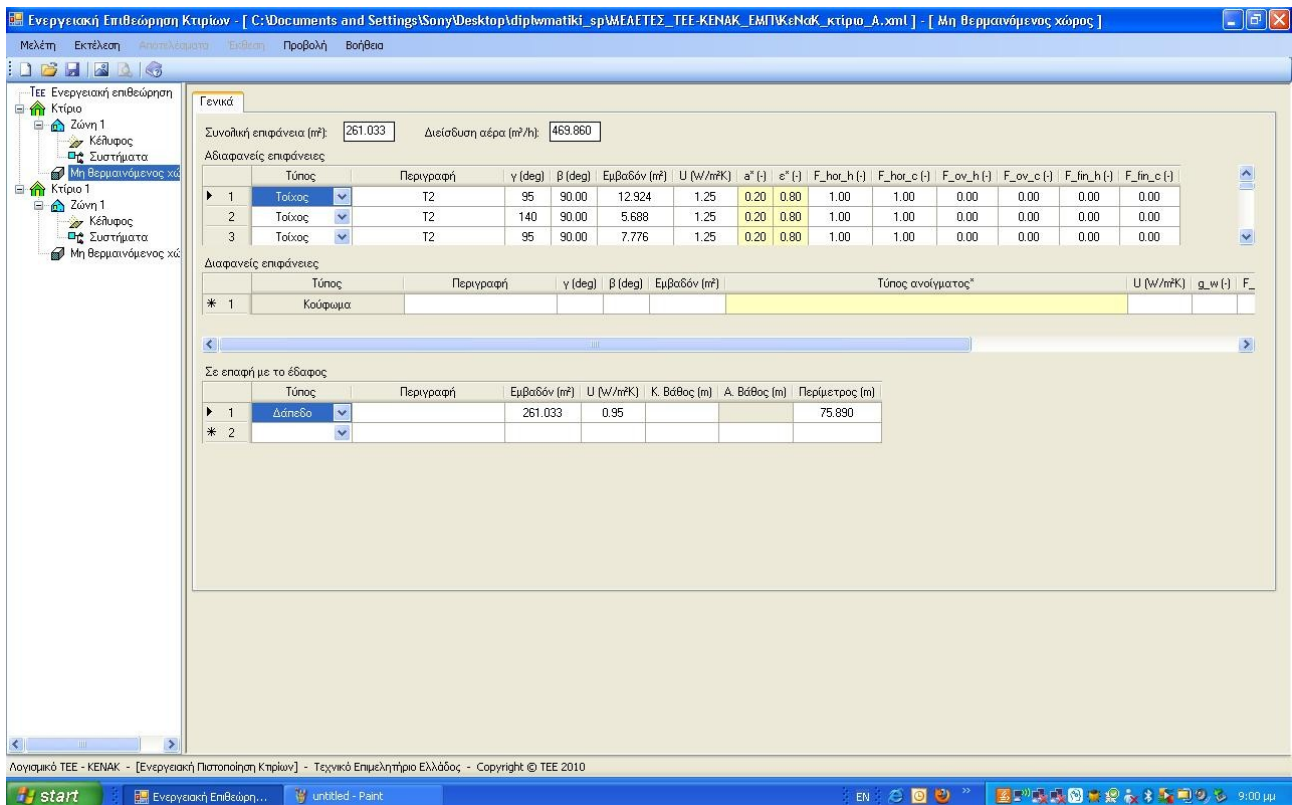
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	Τοίχος	T2	95	90,00	44.820	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Τοίχος	T2	185	90,00	26.892	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Τοίχος	T2	225	90,00	6.156	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Πόρτα	A1	185	90,00	2.880	6,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Τοίχος	T2	225	90,00	5.400	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Τοίχος	T2	275	90,00	4.896	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Τοίχος	T2	225	90,00	9.144	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Τοίχος	T2	275	90,00	8.820	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
9	Τοίχος	T2	325	90,00	9.252	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Τοίχος	T2	275	90,00	3.780	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Τοίχος	T2	325	90,00	5.508	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Πόρτα	A1	5	90,00	2.400	6,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Τοίχος	T2	325	90,00	4.464	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Τοίχος	T2	5	90,00	27.036	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15														

Λογισμικό TEE - KENAK - [Energetiki Epitheworisi Ktirion] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © TEE 2010

Αφού ολοκληρώθηκε και αυτό το στάδιο με επιτυχία, τώρα το πρόγραμμα μας καλεί να του αποδώσουμε πληροφορίες που αφορούν τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του υπό εξέταση κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα, στο βήμα αυτό ορίζεται με ποιό τρόπο επιτυγχάνεται η θέρμανση, η ψύξη, η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στην θερμική ζώνη, τι συστήματα υπάρχουν για τον φωτισμό (μόνο στις κατοικίες δεν εισάγουμε στοιχεία για τον φωτισμό) της θερμικής ζώνης. Αφού συμπληρωθούν όλα τα δεδομένα που προκύπτουν από τα σχέδια του κτιρίου ορίζεται η περίοδος χρήσης των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων κατά την διάρκεια του έτους και το είδος των τερματικών μονάδων και τις απώλειες που έχουν. Ακόμα, μπορούμε αν έχουμε επαρκείς πληροφορίες για το κτίριο να συμπληρώσουμε ότι γνωρίζουμε για το σύστημα ύδρευσης, άρδευσης, αποχέτευσης, πυρόσβεσης και την ύπαρξη ή όχι ανελκυστήρων.

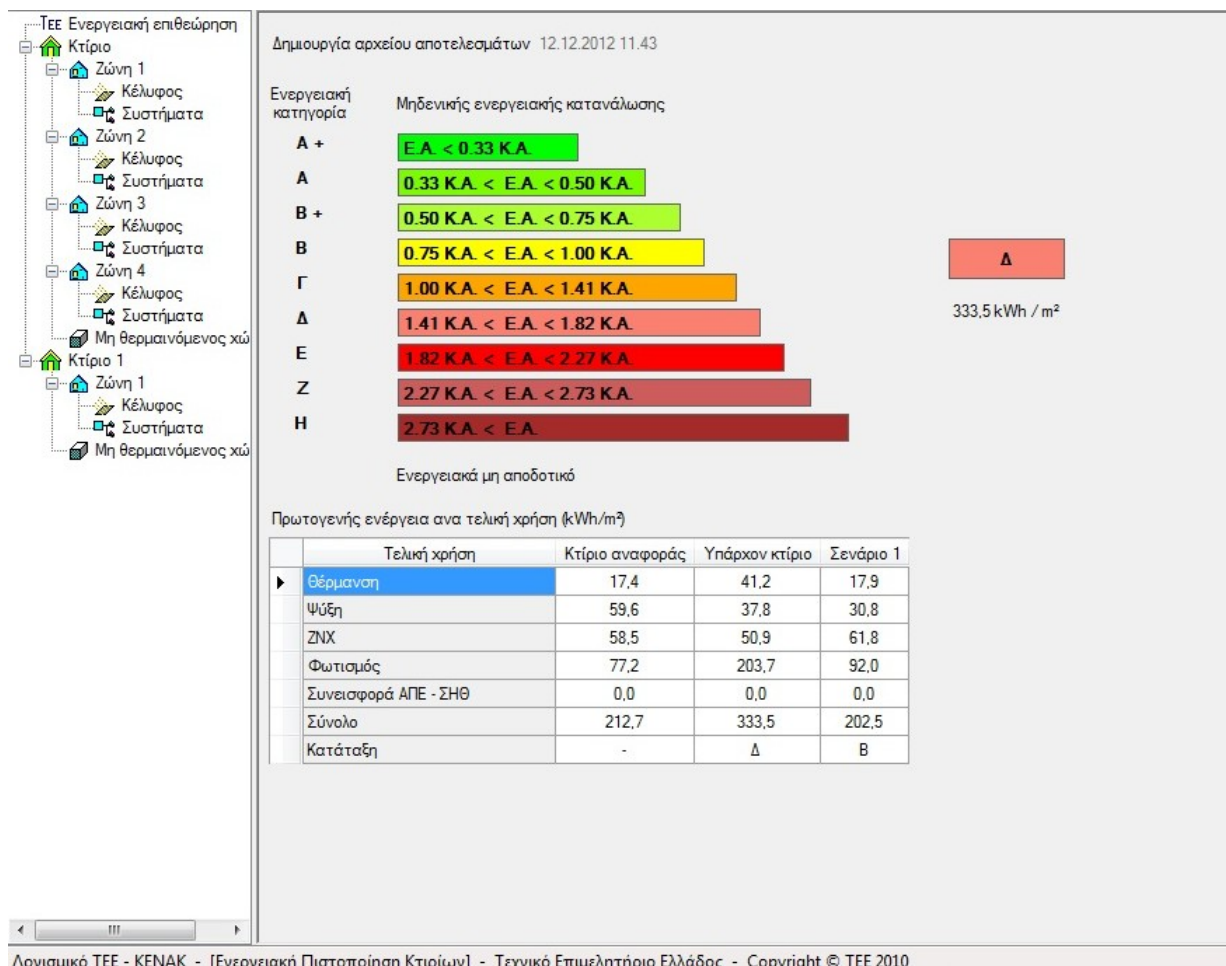


Τελειώνοντας και αυτή την δύσκολη διαδικασία, μας απομένει ο πλήρης προσδιορισμός του μη θερμαινόμενου χώρου. Στο σημείο αυτό ορίζονται οι διαφανείς επιφάνειες, οι αδιαφανείς επιφάνειες, οι επιφάνειες που είναι σε επαφή με το έδαφος και η διείσδυση του αέρα.



2.4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της διερεύνησης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου "B" της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ προήλθαν έπειτα από την εκτέλεση του προγράμματος T.E.E. - K.EN.A.K. και αφού συμπληρώθηκαν όλες οι απαραίτητες παράμετροι όπου το πρόγραμμα απαιτούσε για την ολοκλήρωση της μελέτης. Για μήνες έγινε παράλληλη χρήση των προγραμμάτων T.E.E. - K.EN.A.K. & Autocad για να ελαχιστοποιηθεί η όποια πιθανότητα λάθους στους υπολογισμούς, ενώ πολύ χρήσιμες φάνηκαν οι T.O.T.E.E. που ελήφθησαν από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος διότι σε αρκετά στοιχεία δεν είχα κάποια σαφή εικόνα από τα αρχιτεκτονικά και τα ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια που ελήφθησαν για το υπό εξέταση κτίριο και έτσι οι παραδοχές που έγιναν βασίστηκαν σε δεδομένα από τους πίνακες των τεσσάρων T.O.T.E.E.. Ολοκληρώνοντας λοιπόν την συμπλήρωση κάθε δεδομένου στο πρόγραμμα και πατώντας το πλήκτρο "ΕΚΤΕΛΕΣΗ" το πρόγραμμα αυτόματα εκτελείται και έπειτα από μερικά δευτερόλεπτα μας ανοίγει το παράθυρο των αποτελεσμάτων που σας παραθέτω ως ακολούθως:



Όπως προκύπτει από το πρόγραμμα **T.E.E. - Κ.Ε.Ν.Α.Κ.**, το υπο μελέτη κτίριο ανήκει στην **ενεργειακή κατηγορία "Δ"**. Το υπό εξέταση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ χαρακτηρίζεται ως **ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ**. Το έτος κατασκευής, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, η τεχνογνωσία της τότε εποχής είναι βασικά στοιχεία που συνετέλεσαν σε αυτήν την πλέον χαμηλή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Με εφαρμογή πιο σύγχρονης τεχνολογίας και των κατάλληλων ενεργειακών επεμβάσεων που θα προταθούν παρακάτω θα μπορούσε το κτίριο να ανέβει σε μια καλύτερη ενεργειακή βαθμίδα και να μετατραπεί σε ένα ενεργειακά αποδοτικότερο κτίριο από ότι είναι σήμερα.

2.4.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του υπό μελέτη κτιρίου, φαίνεται να ανήκει στην **ενεργειακή κατηγορία "Δ"**, άρα δεν ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις του **Κ.Ε.Ν.Α.Κ.** για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση ή μικρότερη με την αντίστοιχη του κτιρίου αναφοράς.

Σύμφωνα με τη μελέτη σκοπιμότητας εξετάστηκαν οι εξής εναλλακτικές λύσεις για την κάλυψη των θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου καθώς επίσης και η αντικατάσταση των κουφωμάτων ώστε να μειωθεί η ετήσια κατανάλωση.

Σενάριο 1: Η περίπτωση αντικατάστασης της ήδη υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** που έχει **COP = 2.95**, με μια πιο σύγχρονη και **COP > 3.50**, όπου θα γινόταν παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως όπως συμβαίνει και με την ήδη υπάρχουσα αντλία θερμότητας. Οικονομικά όμως κρίνεται μη βιώσιμη μια τέτοια εφαρμογή αφού η αγορά της υπάρχουσας αντλίας θερμότητας έγινε εντός της δεκαετίας, είναι σε πολύ καλή κατάσταση και η συντήρηση της γίνεται τακτικά και επομένως, δεν θα συνέφερε η αγορά μιας νέας που θα αποσβέσει σχετικά αργά.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B

Σενάριο 2: Ακόμα, μελετάται η περίπτωση τοποθέτησης **Φ/Β συστήματος** στην οροφή του κτιρίου. Λόγω της ιδιαιτερότητας του κτιρίου θεωρήθηκε ότι θα εγκατασταθεί ένα σύστημα ισχύος **20 KWp**. Η συγκεκριμένη πρόταση κρίνεται βιώσιμη αφού χαμηλώνει πολύ το ετήσιο λειτουργικό κόστος με την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας σε μπαταρίες. Η αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάλυψη των απαιτήσεων σε ηλεκτρικό ρεύμα της αντλίας θερμότητας ή του φωτισμού. Βέβαια, στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί η αποθηκευμένη ενέργεια στην κάλυψη των αναγκών της υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** θα μειωθεί κατά πολύ η ετήσια κατανάλωση. Επομένως γίνεται γρήγορη απόσβεση και επιτυγχάνεται μεγάλη απόδοση.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B

Σενάριο 3: Επιπρόσθετα ανάμεσα στα σενάρια που παρατίθενται θεωρήθηκε σε ένα από αυτά ότι τοποθετούνται νέα **αλουμίνια με διπλούς υαλοπίνακες**. Η συγκεκριμένη κίνηση βοηθάει αρκετά και μειώνεται η ετήσια κατανάλωση. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η επιλογή ανοιγμάτων με καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας από τον ελάχιστο που θέτει ο κανονισμός βοηθάει αρκετά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Για την ακρίβεια σε περίπτωση που επιλέγαμε την λύση ανοιγμάτων με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{max} = 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και διατηρώντας την υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως το κτίριο θα ήταν ενεργειακά αποδοτικότερο.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B

Σενάριο 4: Συμπληρωματικά εξετάστηκε ο συνδιασμός των σεναρίων 2 και 3, δηλαδή διατήρηση της υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως, τοποθέτηση **Φ/Β Συστήματος 20 Kwp** και τοποθέτηση νέων **αλουμινίων με διπλούς υαλοπίνακες**. Η συγκεκριμένη κίνηση βοηθάει αρκετά και μειώνεται η ετήσια κατανάλωση. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η επιλογή ανοιγμάτων με καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας από τον ελάχιστο που θέτει ο κανονισμός βοηθάει αρκετά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Για την ακρίβεια σε περίπτωση που επιλέγαμε την λύση ανοιγμάτων με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{max} = 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και διατηρώντας την υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως και εγκαθιστώντας **Φ/Β σύστημα 20 Kwp** για την κάλυψη των αναγκών της αντλίας θερμότητας το κτίριο θα ήταν ενεργειακά αποδοτικότερο.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B+

Σενάριο 5: Ένα διαφορετικό σενάριο που εξετάστηκε ήταν να εγκατασταθεί ένας **λέβητας συμπίκνωσης αερίου με βαθμό απόδοσης 0,98** και **καύσιμο φυσικό αέριο**, για την παραγωγή θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσεως ενώ θα λειτουργούσε η ήδη υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή ψύξης και δροσισμού. Στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου όπως διαπιστώνεται από την **Εταιρία Παροχής Αερίου (Ε.Π.Α. Αττικής)** υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης με το φυσικό αέριο. Ήδη υπάρχουν κτίρια εντός της Πολυτεχνειακής κοινότητας που κάνουν χρήση αυτού του καυσίμου. Στην δεδομένη στιγμή, που γίνεται η διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, δεν θα συνέφερε να γίνει μια τέτοια εγκατάσταση αφού απαιτείται λεβητοστάσιο ενώ τα σχέδια και οι άδειες του κτιρίου δεν προβλέπουν χώρο λεβητοστασίου. Παράλληλα, είναι ιδιαίτερα υψηλό το κόστος σύνδεσης με το δίκτυο του φυσικού αερίου αφού ο αγωγός δεν περνά ακριβώς μπροστά από το υπό μελέτη κτίριο και έτσι θα χρειαζόνταν πολλά χρήματα για να γίνει επέκταση και τελικά σύνδεση του κτιρίου με το φυσικό αέριο. Όλα αυτά μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η λύση αυτή κρίνεται μη βιώσιμη οικονομικά.

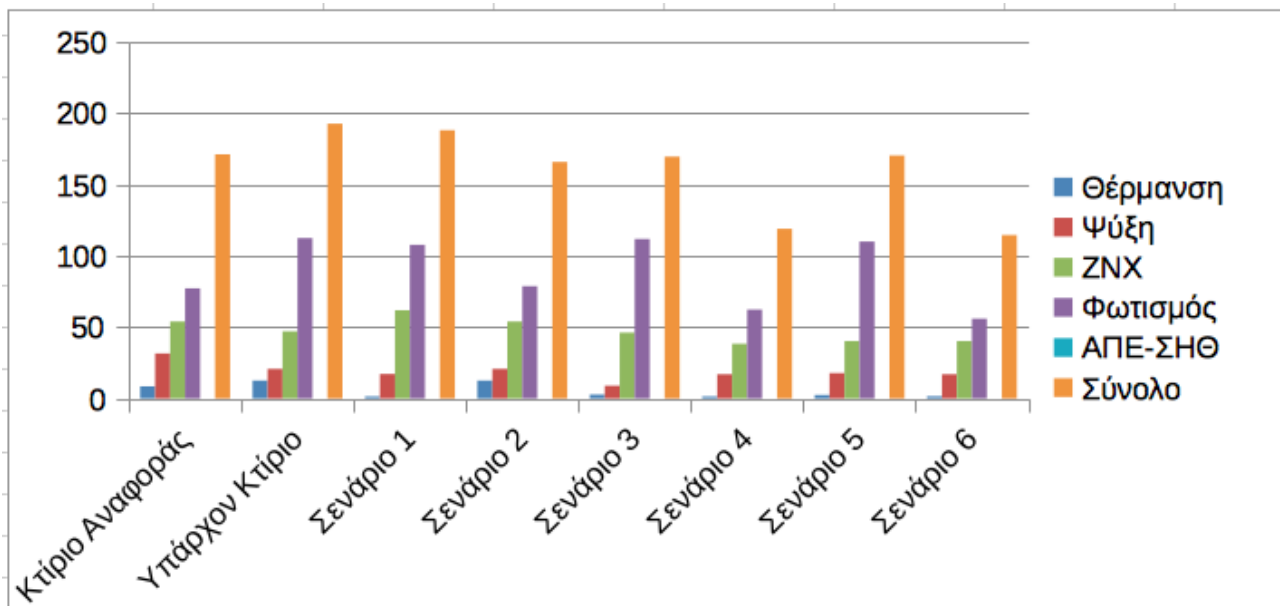
Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B

Σενάριο 6: Τέλος, το συνθετότερο σενάριο που εξετάστηκε ήταν να εγκατασταθεί ένας **λέβητας συμπίκνωσης αερίου με βαθμό απόδοσης 0,99** και **καύσιμο φυσικό αέριο**, για την παραγωγή θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσεως ενώ θα λειτουργούσε η ήδη υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή ψύξης και δροσισμού, παράλληλα, θα γινόταν αντικατάσταση των κουφωμάτων με καινούργια και **διπλούς υαλοπίνακες** και $U_{max} = 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και τέλος, εγκατάσταση **Φ/Β συστήματος 20 Kwp** για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό για τον φωτισμό του κτιρίου, τις διάφορες ηλεκτρικές συσκευές και τους υπολογιστές. Όλα αυτά μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η λύση αυτή κρίνεται μη βιώσιμη οικονομικά.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: A

Τελική Χρήση	Κτίριο Αναφοράς	Υπάρχον Κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6
Θέρμανση	17.4	41.2	17.9	12.5	2.7	1.4	2.4	1.5
Ψύξη	59.6	37.8	30.8	20.7	8.9	16.9	17.7	16.9
ZNX	58.5	50.9	61.8	53.9	46.1	38.3	40.2	40.2
Φωτισμός	77.2	203.7	92	78.7	111.8	62.3	110	55.9
ΑΠΕ - ΣΗΘ	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	212.7	333.5	202.5	165.8	169.5	118.9	170.3	114.5
Κατάταξη	-	Δ	B	B	B	B+	B	A

Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση



Διάγραμμα πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα πράγματι σε κάθε εξεταζόμενο σενάριο εκτός από το πρώτο, όπου μελετάται η αντικατάσταση της υπάρχουσας αντλίας θερμότητας με μια νέα και μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, υπάρχει μια άνοδος στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου, δηλαδή μια βελτίωση στην εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά δεν είναι κάθε λύση βιώσιμη. Το μόνο σενάριο που κρίνεται βιώσιμο είναι αυτό της εγκατάστασης Φ/Β συστήματος στην οροφή του κτιρίου. Μάλιστα αν θεωρηθεί ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα χρησιμοποιηθεί για ιδιοκατανάλωση τότε έτσι και αλλιώς τα χρήματα που θα δίνονταν στην Δ.Ε.Η. για την εξόφληση των λογαριασμών του ηλεκτρικού ρεύματος για μια δεκαετία, μπορούν να αποδίδονται για την εξόφληση μιας ολοκληρωμένης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης που από την πρώτη ημέρα λειτουργίας της θα ξεκινήσει την διαδικασία απόσβεσης των κεφαλαίων που χρησιμοποιήθηκαν. Με μια γενικότερη εικόνα των σεναρίων που εξετάστηκαν προκύπτει ότι το υπό μελέτη κτίριο θα μπορούσε να καταταγεί μέχρι και **ενεργειακή κατηγορία "Α"** αλλά το κόστος για να γίνει κάτι τέτοιο είναι απαγορευτικό δεδομένου ότι η απόσβεση των κεφαλαίων μπορεί να πάρει πολλές δεκαετίες.

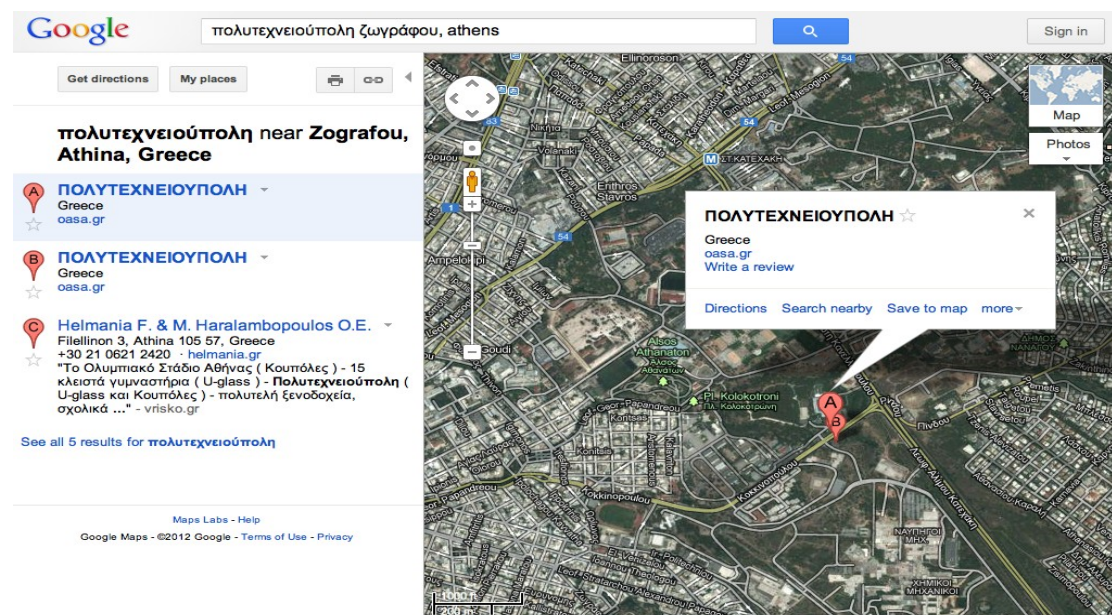
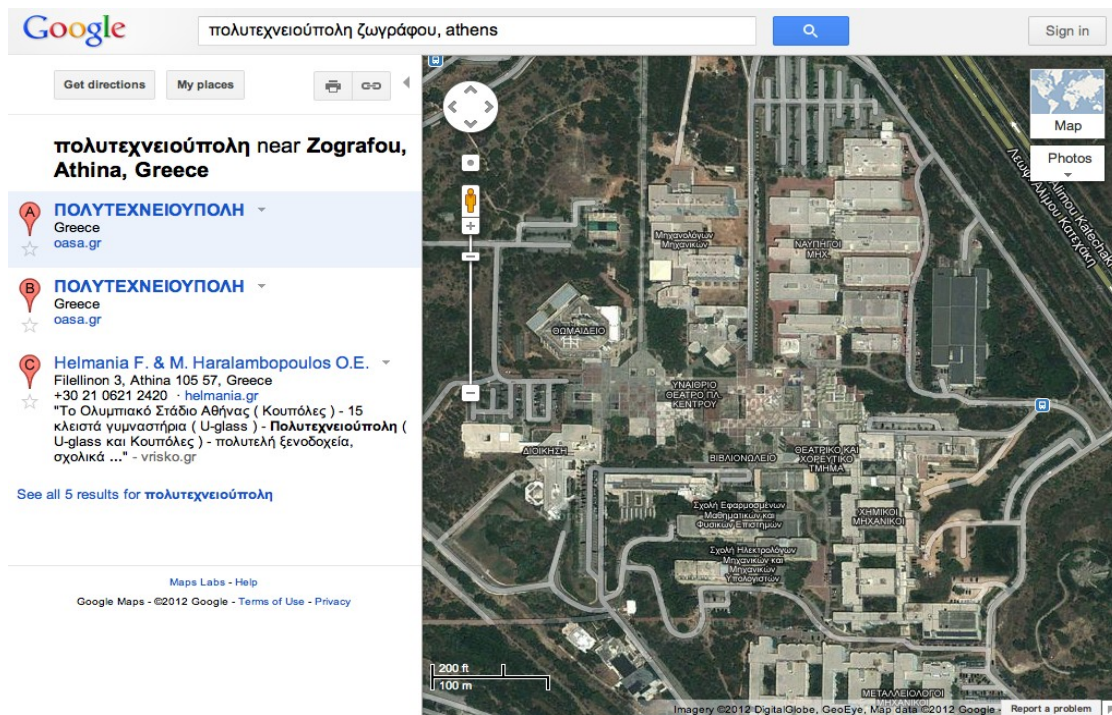
Ο κανονισμός προβλέπει τα καινούρια κτίρια να κατατάσσονται ενεργειακά τουλάχιστον στην **κατηγορία "Β"**. Στην συγκεκριμένη μελέτη στόχος ήταν να διερευνήσουμε σε ποια ενεργειακή κατηγορία εντάσσεται το παρόν κτίριο και να προταθούν σενάρια για την βελτίωση της ενεργειακής του ταυτότητας. Αυτό είναι εύκολο να επιτευχθεί με καλύτερα ανοίγματα, εκμετάλλευση των λεβήτων συμπύκνωσης και σίγουρα με μια καλή μόνωση. Μέχρι εκεί οι λύσεις που χρησιμοποιούμε για την «άνοδο» του κτιρίου από "Δ" σε "Β", "Β+" ή και "Α" δεν κρίνονται βιώσιμες. Η δυσκολία έγκειται στην περεταίρω βελτίωση του κτιρίου και η ένταξη του στην **κατηγορία "Α"**, που σε λίγα χρόνια θα είναι και το μίνιμουμ. Σε αυτή την περίπτωση σίγουρα θα πρέπει να υιοθετηθούν λύσεις που συμπεριλαμβάνουν: εγκατάσταση ΑΠΕ, καλύτερους αυτοματισμούς, αξιοποίηση των λεβήτων συμπύκνωσης, μελέτη φωτισμού των κτιρίων καθώς και βελτίωση του σχεδιασμού του κτιρίου με ένταξη του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην μελέτη και στον σχεδιασμό των κτιρίων.

3.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "Γ"

Σε αυτήν την ενότητα γίνεται μια αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη κτιρίου, σχετικά με την θέση του, τη χρήση του, τον περιβάλλοντα χώρο του, την θερμομόνωση του και τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα όπου το κτίριο αυτό περιλαμβάνει. Μετά το πέρας αυτής της περιγραφής ακολουθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας με ότι εμπεριέχεται στο υπό μελέτη κτίριο και τις παραδοχές που έγιναν για την διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

3.1.1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ "Γ"

Το υπό μελέτη κτίριο βρίσκεται στη περιοχή του Ζωγράφου κοντά στο κέντρο της Αθήνας στο νομό Αττικής. Σας παραθέτω εικόνες από τον δορυφόρο με την ακριβή τοποθεσία του υπό μελέτη κτιρίου.



Το οικόπεδο στο οποίο βρίσκεται το υπό μελέτη κτίριο είναι τετραγωνικού σχήματος. Το οικόπεδο είναι ενδιάμεσο και βρίσκεται σε σχετικά αραιοδομημένο αστικό περιβάλλον εντός της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Λόγω των μεγάλων οικοπέδων και του μικρού συντελεστή δόμησης τα κτίρια τριγύρω είναι μέχρι τεσσάρων ορόφων. Στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν παλιές, αλλά και νεότερες κτιριακές κατασκευές, κυρίως κτίρια Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο έχει γίνει ώστε να είναι όσο δυνατή η καλύτερη εκμετάλλευση του νότιου προσανατολισμού. Όπως φαίνεται και στον ακόλουθο πίνακα το υπό μελέτη ανήκει στην "B" κλιματική ζώνη.

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

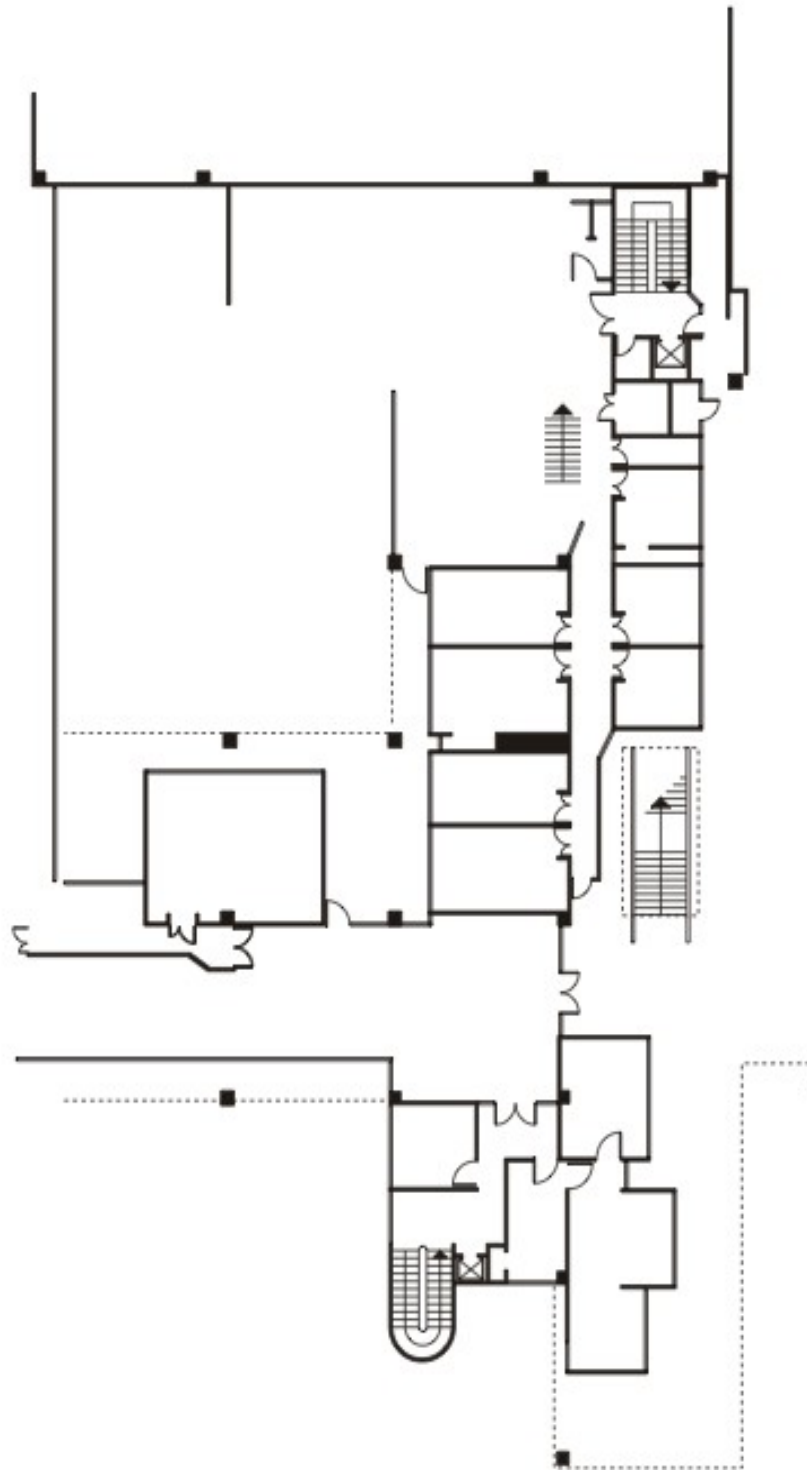
3.1.2 ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "Γ"

Πρόκειται για κτίριο με ισόγειο και έναν όροφο. Όλα τα επίπεδα θα έχουν κύρια χρήση Αίθουσες Διδασκαλίας Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Εκτός από τους χώρους κύριας χρήσης, η κεντρική είσοδος του κτιρίου, οι διάδρομοι, οι τουαλέτες, οι αποθήκες καθώς και το κλιμακοστάσιο σε όλους τους ορόφους θα θεωρηθούν μη θερμαινόμενοι χώροι.

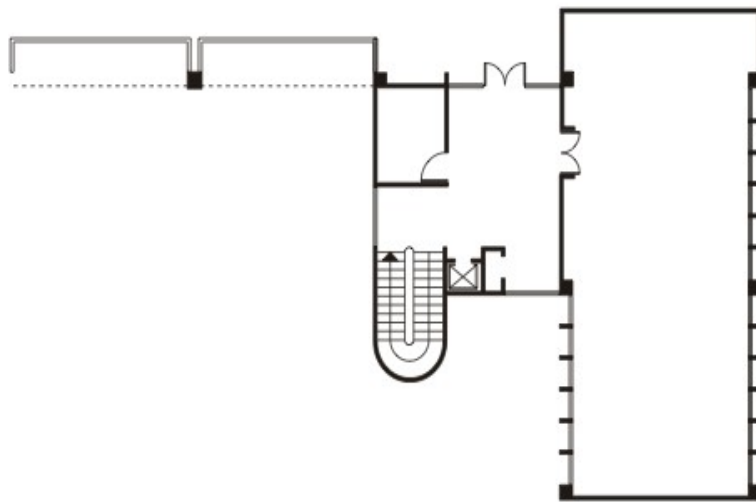
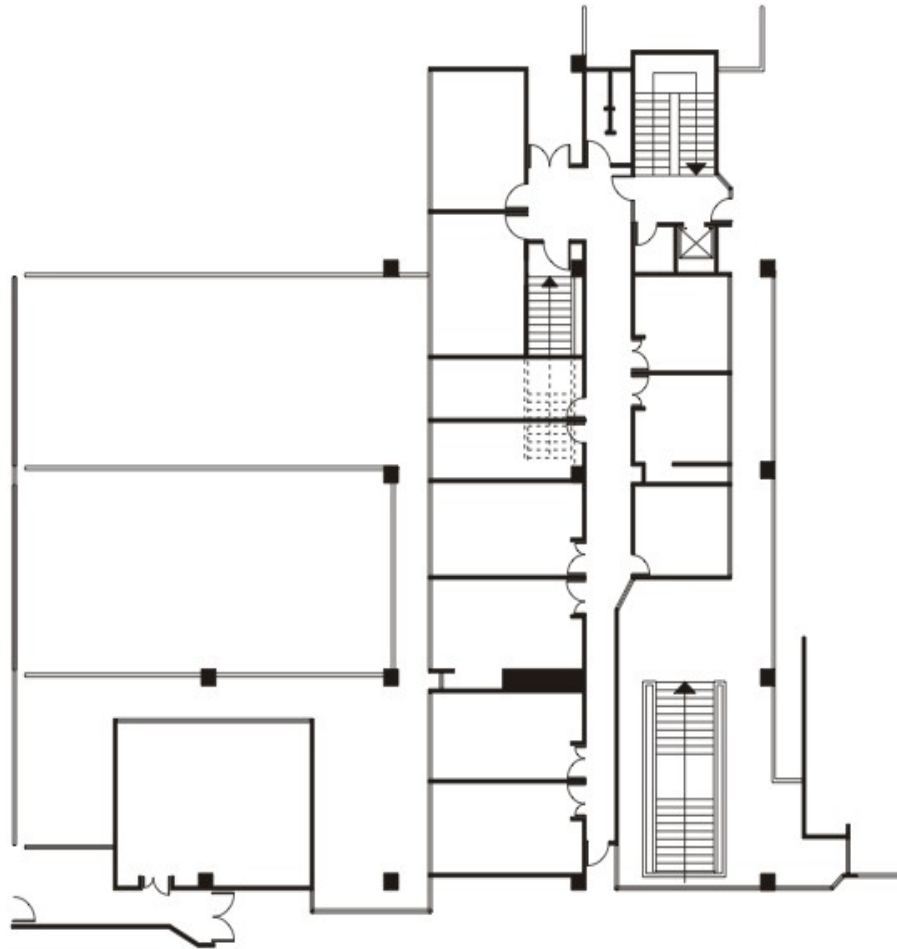
Το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις χρήσεις του και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Η βασική κατηγορία του κτιρίου και η χρήση του φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.

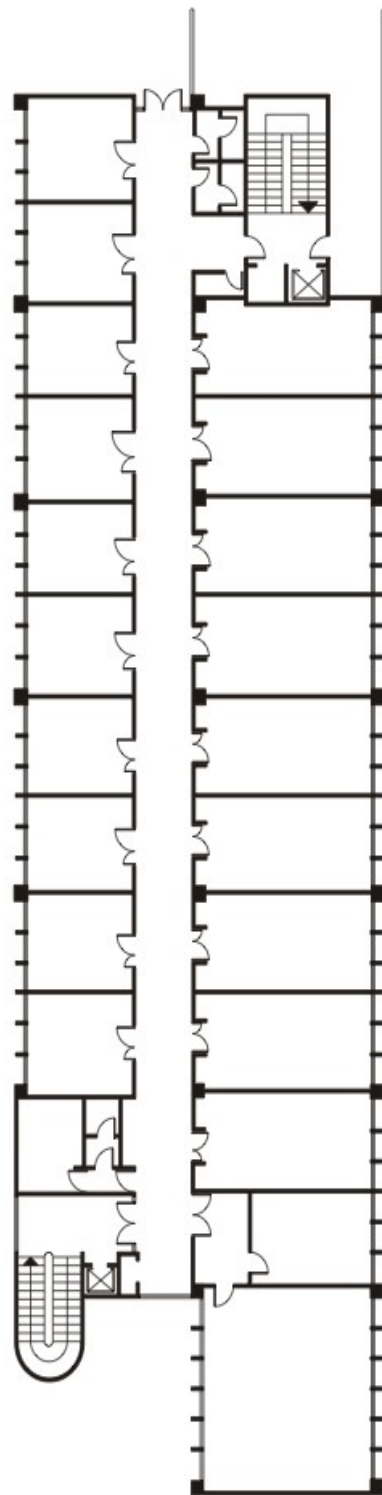
Στην επόμενη σελίδα φαίνονται οι κατόψεις του κτιρίου. Σημειώστε πως οι κατόψεις αυτές ελήφθησαν σε αρχείο τύπου PDF και τις μετατράπηκαν σε αρχεία τύπου DWG μέσω του προγράμματος Corel ώστε να μπορεί να σχεδιαστεί και να μετρηθεί κάθε διάσταση μέσω του προγράμματος σχεδίασης Autocad 2002. Σας παραθέτω λοιπόν τις κατόψεις του υπό μελέτη κτιρίου σε μορφή PDF όπως τα έλαβα καθώς και σε μορφή DWG όπως τα μετέτρεψα. Θα ήθελα να αναφέρω πως στα ακόλουθα σχέδια με το ροζ χρώμα συμβολίζονται οι θερμικές ζώνες ενώ με το κόκκινο οι μη θερμαινόμενοι χώροι του υπό μελέτη κτιρίου.



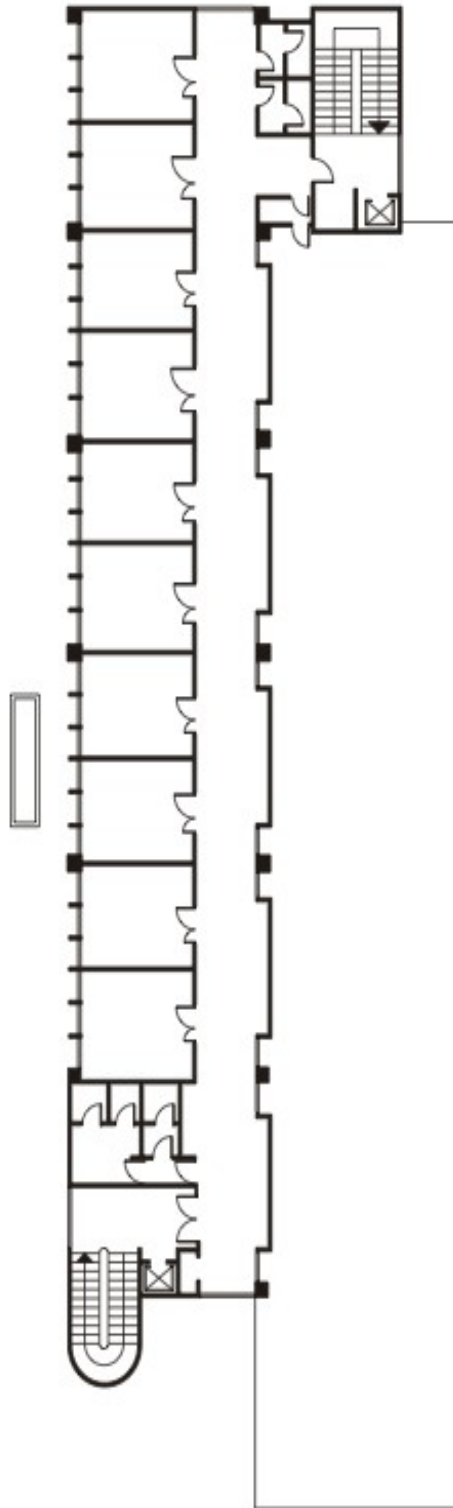
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



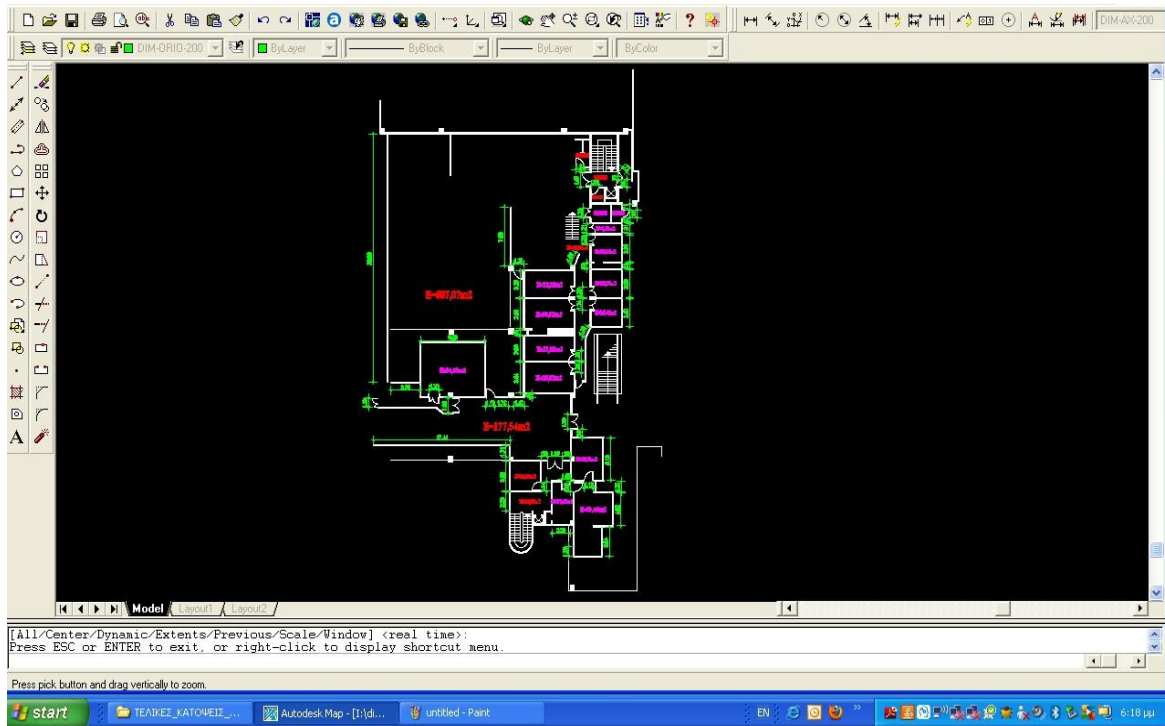
ΚΑΤΟΨΗ ΠΡΩΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



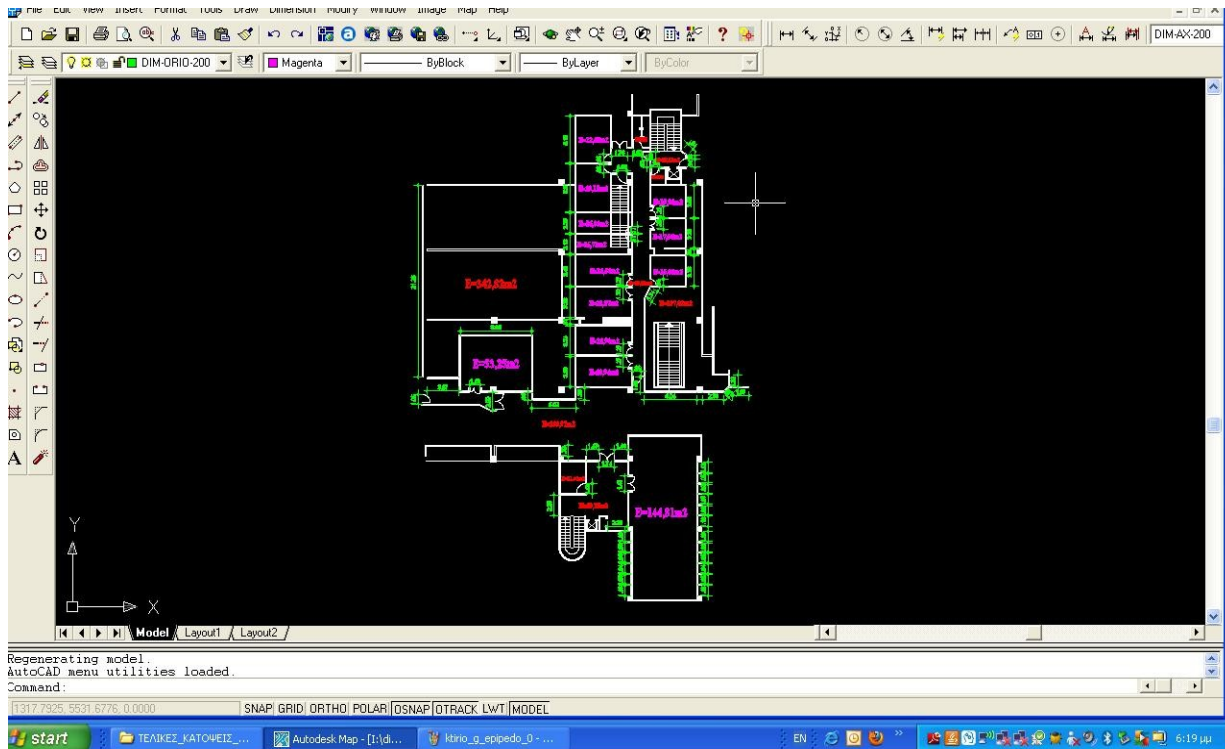
ΚΑΤΟΨΗ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



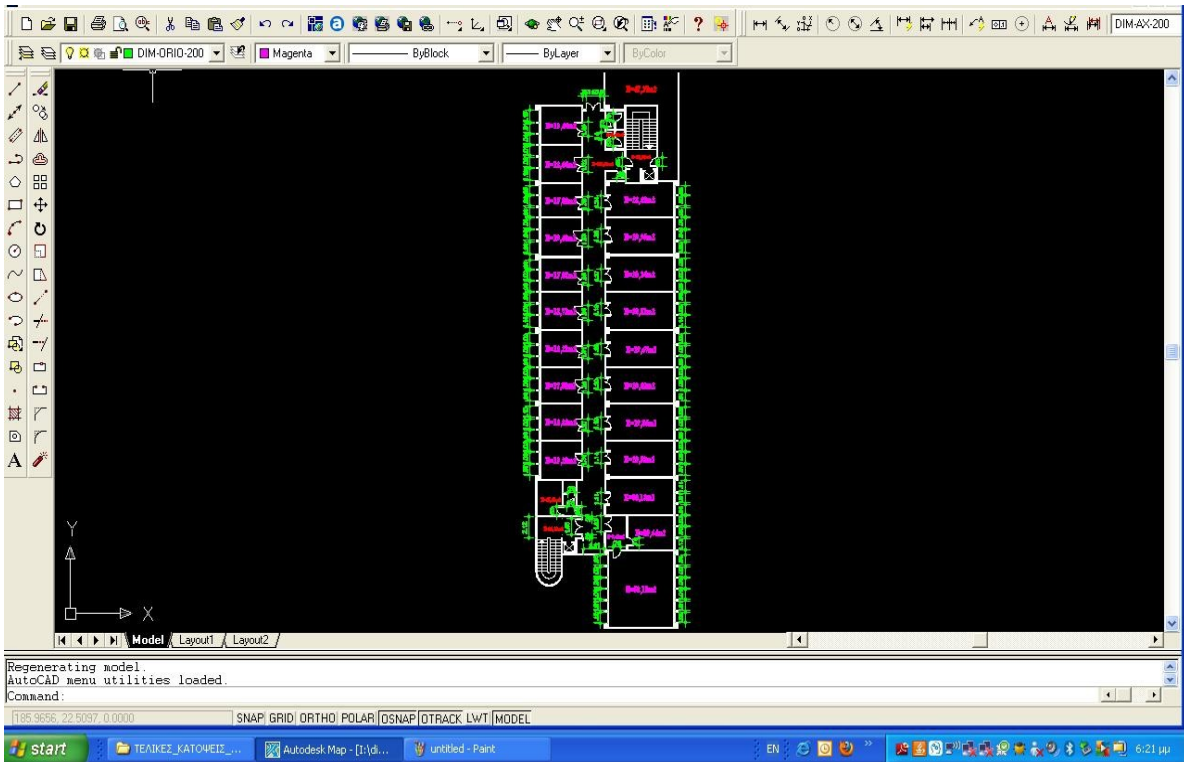
ΚΑΤΟΨΗ ΤΡΙΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



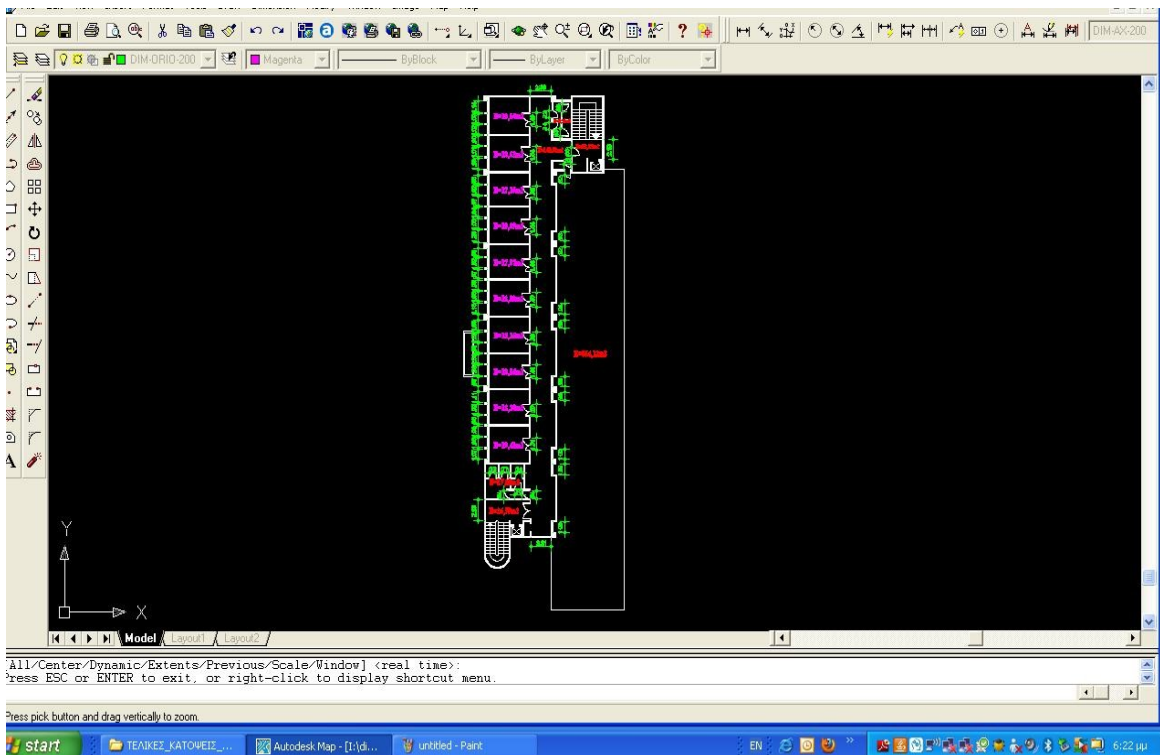
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG



ΚΑΤΟΨΗ ΠΡΩΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG



ΚΑΤΟΨΗ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG



ΚΑΤΟΨΗ ΤΡΙΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG

3.1.3 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ "Γ"

Σε όλες τις πλευρές του κτιρίου έχουν τοποθετηθεί δενδρύλλια (**Κωνοφόρο αειθαλές**) και στην πρασιά γκαζόν που βοηθούν πολύ στην βελτίωση του μικροκλίματος. Δεν βοηθούν όμως στην σκίαση, λόγω του χαμηλού τους ύψους και της μεγάλης απόστασης από το κτίριο (έχω θεωρήσει ότι το ύψος φτάνει τα 2 μέτρα). Σε αντίθετη περίπτωση το δέντρο μπορεί να ξεπεράσει τα 5 μέτρα και να βοηθήσει στον σκιασμό τουλάχιστον του ισογείου. Έτσι όσον αφορά τον περιβάλλοντα χώρο το υπό μελέτη κτίριο δεν σκιάζεται από φυσικά τοπία και φυσικά εμπόδια.

3.1.4 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "Γ"

Από όλα τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου προκύπτει ότι το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει θερμομόνωση σε όλα τα δομικά του στοιχεία. Όπως θα αναλυθεί και σε επόμενο κεφάλαιο το κτίριο που μελετώ οφείλει λόγω του ότι η Άδεια Κατασκευής του είναι το έτος 1995 να υπακούει στον Κ.Θ.Κ. (Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων) και όχι στον Κ.ΕΝ.Α.Κ αφού ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. αναφέρεται σε κτίρια των οποίων η άδεια είναι μετά το 2010. Για την θερμομόνωση των δομικών στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν διάφορα υλικά, όπως διογκωμένη πολυστερόλη 3 cm, μαστίχη θειοσόλη, γαλβανισμένη λαμαρίνα, λινάτσα, roofmate 3cm. και επίχρισμα.

3.1.5 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ "Γ"

Ως γνωστόν όταν αναφερόμαστε στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα που διαθέτει ένα κτίριο εννοούμε τις εγκαταστάσεις που το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει σχετικά με την θέρμανση, την ψύξη, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, τον φωτισμό, την ύπαρξη συστημάτων εξαερισμού ή καμινάδων, την ύπαρξη ανεμιστήρων οροφής, παθητικών ηλιακών συστημάτων και Φ/Β πάρκων, αντλιών κυκλοφορίας και τέλος, ανελκυστήρων. Το υπό μελέτη κτίριο, σύμφωνα με τα Ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του διαθέτει τα ακόλουθα συστήματα:

α) Θέρμανση – Ψύξη - Ζεστό Νερό Χρήσης

Για την παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως είναι εγκατεστημένη αερόψυκτη αντλία θερμότητας **INTERKLIMA 98.000 kcal/h** με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

Fan RPM	1000
Air Flow (m ³ /h)	36000
Ext. Static Pressure (Pa)	0
Refrigerant Charge (kg)	42
Refrigerant Type	R22
Power Supply	380V/3/50Hz
Unit Type	CHI047H00
Cooling Capacity (KW)	147
Heating Capacity (KW)	157
Compressor Power (KW)	2 * 30
Normal Operat. Current (A)	2 * 56

Το δίκτυο διανομής του ψυχρού και του θερμού μέσου έχει μικρές απώλειες και οι τερματικές μονάδες είναι Fan coils. Το ζεστό νερό που παράγεται αποθηκεύεται σε δεξαμενή και είναι τύπου άμεσης κατανάλωσης. Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ και η ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.

β) Φωτισμός

Για τον φωτισμό του υπό μελέτη κτιρίου, παρατηρώντας τα ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του, προκύπτει πως κάθε επίπεδο διαθέτει δικό του ανεξάρτητο ηλεκτρολογικό πίνακα και πως είναι διαφορετική η εγκατεστημένη ισχύς ανά επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, το κτίριο στα σχέδια φαίνεται να αποτελείται από **25 φωτιστικά σώματα** στο ισόγειο. Το κάθε φωτιστικό σώμα αποτελείται από 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς για το ισόγειο είναι: $25 * 4 * 20 = 2.000 \text{ Watt}$ ή **2,00 Kw**. Αντίστοιχα, στο πρώτο επίπεδο το υπό μελέτη κτίριο αποτελείται από **31 φωτιστικά σώματα**. Το κάθε φωτιστικό σώμα αποτελείται από 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς για τον πρώτο όροφο είναι: $31 * 4 * 20 = 2.500 \text{ Watt}$ ή **2,50 Kw**. Στο δεύτερο όροφο υπάρχουν **46 φωτιστικά σώματα** με 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς στο δεύτερο όροφο είναι: $46 * 4 * 20 = 3.680 \text{ Watt}$ ή **3,68 Kw**. Τέλος, στον τρίτο και τελευταίο όροφο υπάρχουν **28 φωτιστικά σώματα** με 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Έτσι, η εγκατεστημένη ισχύς στον τρίτο όροφο είναι: $28 * 4 * 20 = 2.250 \text{ Kw}$ ή **2,25 KW**.

γ) Συστήματα εξαερισμού - Καμινάδες

Το υπό μελέτη κτίριο δεν διαθέτει θυρίδες εξαερισμού ή κάποιο ολοκληρωμένο σύστημα εξαερισμού αφού κατά την κατασκευή του έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα ώστε να γίνεται φυσικός αερισμός, δροσισμός και εξαερισμός και να μην χρειάζεται επιπλέον σύστημα εξαερισμού. Ακόμα, το παρόν κτίριο δεν διαθέτει ούτε καμινάδες αφού δεν διαθέτει λεβητοστάσιο ώστε να κάνει χρήση κάποιου λέβητα πετρελαίου ή φυσικού αερίου, ούτε υπάρχει κάποιο είδος τζακιού στο κτίριο.

δ) Ανεμιστήρες Οροφής

Στο κτίριο που εξετάζουμε δεν διαθέτει ανεμιστήρες οροφής αφού επιτυγχάνεται φυσικός δροσισμός και συμπληρωματικά λειτουργεί η αντλία θερμότητας που προανέφερα.

ε) Παθητικά Ηλιακά Συστήματα – Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Στο υπό μελέτη κτίριο δεν υπάρχει οποιοδήποτε Ηλιακό Σύστημα εγκατεστημένο. Επίσης, δεν έχει γίνει εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου για εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας με σκοπό την κάλυψη ορισμένων ή όλων των αναγκών του κτιρίου σε ηλεκτρικό ρεύμα.

στ) Αντλίες Κυκλοφορίας

Το υπό διερεύνηση κτίριο διαθέτει **3 κυκλοφορητές WILO** για την ανακυκλοφορία ρευστού το οποίο παράγει θέρμανση – ψύξη – ζεστό νερό χρήσεως. Το μοντέλο κάθε κυκλοφορητή φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

WILO	IPN 40/224 – 1, 1/4
WILO	IPN 65/160 – 0,75/4
WILO	IPN 65/224 – 3/4
WILO	IPN 80/125 – 3/4

ζ) Ανελκυστήρες

Το υπό διερεύνηση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ διαθέτει 2 όμοιους ανελκυστήρες αφού αποτελείται από τέσσερα επίπεδα (ισόγειο, πρώτος, δεύτερος & τρίτος όροφος) και υπάρχουν μικρά κλιμακοστάσια που συνδέουν αυτά τα δύο επίπεδα. Οι ανελκυστήρες είναι υδραυλικοί και το μοτέρ έχει ισχύ **8 Hp** ή **11 Kw**. έκαστο.

3.1.6 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ "Γ" ΣΕ ΠΙΝΑΚΑ

Όπως προανέφερα και στην εισαγωγική παράγραφο αυτής της ενότητας θα σας παρουσιάσω έναν συγκεντρωτικό πίνακα με ότι περιέχει το υπό εξέταση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ.

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΑΘΗΝΑ (ΝΟΜΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ)
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΖΩΝΗ Β
ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ – ΓΡΑΦΕΙΑ
ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΠΕΔΩΝ	ΤΕΣΣΕΡΑ (ΙΣΟΓΕΙΟ, ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ, ΔΕΥΤΕΡΟΣ & ΤΡΙΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ)
ΠΛΗΘΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ	ΕΝΤΕΚΑ (ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΣΤΟΝ ΠΡΩΤΟ ΟΡΟΦΟ, ΔΥΟ ΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΟΡΟΦΟ ΚΑΙ ΜΙΑ ΣΤΟΝ ΤΡΙΤΟ ΟΡΟΦΟ))
ΠΛΗΘΟΣ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ	ΤΕΣΣΕΡΙΣ (ΕΝΑΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΑΣ ΣΤΟΝ ΠΡΩΤΟ ΟΡΟΦΟ, ΕΝΑΣ ΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΚΑΙ ΤΕΛΟΣ, ΕΝΑΣ ΣΤΟΝ ΤΡΙΤΟ ΟΡΟΦΟ)
ΕΙΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ & ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β
ΕΙΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΒΑΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ (ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ 260 KJ/m²K)
ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ (ΓΙΑ ΟΛΑ)
ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΟΧΙ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΟΧΙ
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΟΧΙ
ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ	ΝΑΙ (2 υδραυλικοί με ισχύ 11 Kw έκαστος)

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ - ΚΑΜΙΝΑΔΕΣ	OXI
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΟΡΟΦΗΣ	OXI
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	NAI
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	NAI
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	NAI
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	NAI
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	OXI
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 157Kw INTERKLIMA 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΨΥΞΗ	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 147 Kw INTERKLIMA 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ INTERKLIMA 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ	4 WILO
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 2,00 Kw στο ισόγειο ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 2,50 Kw στον πρώτο ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 3,68 Kw στον δεύτερο ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 2,25 Kw στον τρίτο
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	NAI
ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	80.00%
ΤΡΟΠΟΣ ΕΝΑΥΣΗΣ – ΣΒΕΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ
ΕΙΔΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ	ΜΟΝΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ
ΠΛΑΙΣΙΟ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
ΥΠΑΡΞΗ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ	NAI

3.1.7 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Η συγκεκριμένη διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου βασίστηκε σε στοιχεία τα οποία έδιναν την γενική εικόνα του κτιρίου. Τα στοιχεία αυτά τα σύλλεξα από το γραφείο μελετών της Πρυτανείας του ΕΜΠ όπου και αρχειοθετούνται τα σχέδια του υπό μελέτη κτιρίου. Για να είναι δυνατή η σωστή εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης έγιναν κάποιες παραδοχές. Οι βασικές παραδοχές είναι οι εξής:

- Το κτίριο που θα μελετηθεί αποτελείται από τέσσερα επίπεδα, ένα ισόγειο και τρεις οροφούς. Το κτίριο διαθέτει τέσσερις θερμικές ζώνες στο ισόγειο, τέσσερις θερμικές ζώνες στον πρώτο όροφο, δύο θερμικές ζώνες στον δεύτερο όροφο και μία θερμική ζώνη στον τρίτο όροφο.
- Το ισόγειο έχει ύψος 3.60 m ενώ κάθε όροφος έχει ύψος 3 m. (μετρημένο από πλάκα σε πλάκα).
- Οι δύο από τις τέσσερις πλευρές του κτιρίου δεν εφάπτονται με άλλο κτίριο.
- Λόγω του ότι το κτίριο δεν είναι νεόδμητο θεωρούμε όλοι οι συντελεστές θερμοπερατότητας δεν ανταποκρίνονται στα όρια που θέτει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. παρά μόνο στον Κ.Θ.Κ..
- Το κτίριο είναι τοποθετημένο ανάμεσα στον προαύλιο χώρο της Πολυτεχνειούπολης και χαρακτηρίζεται ως ενδιάμεσο. Δεν υπάρχουν τριγύρω φυσικά εμπόδια ή φυσικά τοπία

τα οποία να συνεισφέρουν στην σκίαση του κτιρίου.

- Όλα τα παράθυρα είναι ίδιας κατασκευής με ίδια U. Επίσης όλα τα παράθυρα είναι ανοιγόμενα με φεγγίτη σταθερό ενώ υπάρχουν μερικά που είναι μη ανοιγόμενα κυρίως στους μη θερμαινόμενους χώρους.
- Η κεντρική πόρτα είναι από γυαλί και αλουμίνιο .
- Το δάπεδο είναι σε επαφή με το χώμα.
- Η κατηγορία διατάξεων ελέγχου των αυτοματισμών ορίστηκε ως "B" για λόγους άνεσης και εξοικονόμησης ενέργειας.
- Το κτίριο δε διαθέτει καμία θυρίδα εξαερισμού καθώς η ανανέωση του αέρα γίνεται μέσω των παραθύρων, ενώ δε διαθέτει επίσης ούτε ανεμιστήρες οροφής ούτε καμινάδες.
- Οι θερμικές απώλειες αλλά και τα ψυκτικά φορτία του κτιρίου έχουν υπολογιστεί βάση των δομικών στοιχείων και των συντελεστών θερμοπερατότητας που έχουν χρησιμοποιηθεί στην διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
- Για τον υπολογισμό στην ενεργειακή μελέτη έχουν χρησιμοποιηθεί οι πίνακες του κεφαλαίου 4 της TOTEE 20701-1/2010 (Προδιαγραφές Εγκαταστάσεων).
- Τέλος για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης και τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα του T.E.E. – K.EN.A.K., το Corel και το σχεδιαστικό πρόγραμμα Autocad 2002.

3.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

3.2.1 ΩΡΑΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στον ακόλουθο πίνακα διακρίνεται η χρήση του κτιρίου και οι βασικές ώρες λειτουργίας του ανάλογα με την καθορισμένη χρήση. Πιο συγκεκριμένα, το υπό μελέτη κτίριο αποτελεί εκπαιδευτικό ίδρυμα και για προσδιορισμό της χρήσης των θερμικών ζωνών του αναφέρεται ότι θα είναι αίθουσες διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Οι ώρες λειτουργίας του κτιρίου είναι 13 ώρες/ημέρα. Οι ημέρες λειτουργίας του κτιρίου είναι 5 ημέρες/εβδομάδα. Η περίοδος λειτουργίας είναι 10 μήνες/έτος.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο	8	5	8 (Οκτ.-Μαΐ.)
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	8	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)
	Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	13	5	10
	Φροντιστήριο, ωδείο	7	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)

Για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτηρίου, λαμβάνονται συγκεκριμένες περίοδοι για την θέρμανση και ψύξη ανάλογα την κλιματική ζώνη:

- Για την Ζώνη Α και Β η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1^η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου.
- Για την Ζώνη Γ και Δ η περίοδος θέρμανσης είναι από την 15 Οκτωβρίου μέχρι και τις 30 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από την 1^η Ιουνίου μέχρι και τις 31 Αυγούστου.

3.2.2 ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Για το βέλτιστο έλεγχο των εσωτερικών συνθηκών στα κτήρια, εγκαθίστανται συστήματα κλιματισμού, στα οποία εκτός της θερμοκρασίας του αέρα, ελέγχεται και ρυθμίζεται και η σχετική του υγρασία. Εξαιρέση αποτελούν τα τοπικά και ημικεντρικά συστήματα κλιματισμού (αντλίες θερμότητας άμεσης εξάτμισης, διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου, τοπικές και ημικεντρικές), που συνήθως χρησιμοποιούνται σε κατοικίες και σε μικρής σχετικά κλίμακας εφαρμογές. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο έλεγχος των τιμών της σχετικής υγρασίας είναι δυνατός μόνο σε λειτουργία ψύξης.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45

3.2.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΝΩΠΟΣ ΑΕΡΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Για την εξασφάλιση συνθηκών υγιεινής στο εσωτερικό κάθε κτηρίου και κάθε ανεξάρτητου τμήματος κτηρίου απαιτείται η ανανέωση του αέρα, δηλαδή η αντικατάσταση μέρους του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος. Οι απαιτήσεις νωπού αέρα καθορίζονται ανάλογα με:

- τη χρήση του κτηρίου,
- τον πληθυσμό των χρηστών και
- την παραγωγή ρύπων λόγω χρήσης του κτηρίου, που σε γενική προσέγγιση είναι αντίστοιχη της χρήσης του κτηρίου.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι υπολογισμού της απαραίτητης ποσότητας νωπού αέρα σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 15251:2007. Για τις ανάγκες υπολογισμού του αερισμού σε μελέτες εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, ο πιο εύχρηστος τρόπος υπολογισμού της ανανέωσης αέρα είναι βάσει των ελάχιστων ποσοτήτων που απαιτούνται σύμφωνα με τα εξής δύο κριτήρια:

- την εξασφάλιση των συνθηκών υγιεινής για τους χρήστες και
- την ελάχιστη ανανέωση βάσει του όγκου και της χρήσης του κτηρίου.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	50	22	11,00

3.2.4 ΣΤΑΘΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την εκτέλεση εργασιών, χωρίς φαινόμενα που δημιουργούν οπτική δυσφορία ή/και κόπωση.

Σε όλους τους κυρίως χώρους υπάρχουν ανοίγματα τα οποία προσφέρουν επαρκή φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος θα υπάρχουν μεγάλα ανοίγματα. Το ποσοστό του φυσικού φωτισμού σύμφωνα με τις διατάξεις της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 καλύπτει το 80%.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m ²]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	9,1	0,8

3.2.5 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Η ζήτηση ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) σε ένα κτήριο ή σε ένα ανεξάρτητο (λειτουργικά) τμήμα του εξαρτάται από τη χρήση του κτηρίου (ή του τμήματος) αλλά και σε σημαντικό βαθμό από τον ανθρώπινο παράγοντα. Έτσι, κάθε κτήριο, ανάλογα με τη γενική του χρήση αλλά και τις συνήθειες των χρηστών του, παρουσιάζει διαφορετική κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	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]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	7	3,50	0,76

3.2.6 ΧΡΗΣΤΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ Ή ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Κάθε άτομο ανάλογα τη δραστηριότητα του, εκλύει θερμότητα υπό τη μορφή αισθητού και λανθάνοντος φορτίου. Το αισθητό φορτίο οφείλεται στην ακτινοβολία του σώματός του και τη μεταφορά θερμότητας από το σώμα του στον αέρα. Η αναλογία ακτινοβολίας / μεταφοράς είναι περίπου 50-50% και φυσικά εξαρτάται από την ένδυση και τη δραστηριότητα του ατόμου. Ωστόσο, για τους απλούς υπολογισμούς στο πλαίσιο της εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, η αναλογία αυτή δεν επηρεάζει ουσιαστικά και συνήθως δεν υπεισέρχεται στους υπολογισμούς. Το λανθάνον φορτίο οφείλεται στην αναπνοή και στην εφίδρωση κάθε ανθρώπου και είναι τόσο μεγαλύτερο, όσο αυξάνεται η δραστηριότητα του ατόμου.

Ο συνυπολογισμός της έκλυσης θερμότητας στα φορτία του κτηρίου θα πρέπει να γίνεται βάσει συντελεστή ετεροχρονισμού (μέσου συντελεστή παρουσίας χρηστών), μέσω του οποίου αντιστοιχίζεται η πραγματική –κατά μέσο όρο– παρουσία των ατόμων στους χώρους, κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ημέρας. Ακόμη καλύτερα, σε αναλυτικότερους υπολογισμούς μπορούν να χρησιμοποιούνται «προφίλ» ετεροχρονισμού ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και την ώρα της ημέρας.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημ. επιφάνειας [W/m ²]	Μέσος συντελεστής παρουσίας
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	80	40	0,32

3.2.7 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ Ή ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Η εκλυόμενη θερμική ισχύς από ηλεκτρικό –κατά το πλείστον– εξοπλισμό (ηλεκτρικές συσκευές) αλλά και δευτερευόντως από άλλες συσκευές, είναι η τρίτη βασική κατηγορία εσωτερικών κερδών στα κτήρια. Αυτή η ισχύς εκλύεται με ακτινοβολία και μεταφορά όπως συμβαίνει και με τις άλλες κατηγορίες εσωτερικών κερδών, σε αναλογία που εξαρτάται από το είδος της συσκευής. Η αναλογία των τμημάτων ακτινοβολίας - μεταφοράς δεν επηρεάζει ιδιαίτερα και δεν υπεισέρχεται σε απλουστευμένους υπολογισμούς. Στη συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών αυτά τα κέρδη εισέρχονται στο χώρο υπό τη μορφή αισθητής θερμότητας.

Λόγω της αύξησης των εφαρμογών ηλεκτρικών συσκευών και ειδικότερα της πληροφορικής και των επικοινωνιών, τα εσωτερικά κέρδη από συσκευές είναι ιδιαίτερα σημαντικά, κυρίως σε χρήσεις κτηρίων εμπορικών και διοικητικών δραστηριοτήτων (γραφεία, υπηρεσίες κ.ά.).

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m ²]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m ²]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	5	0,15	0,75	0,32

3.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

3.3.1 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακατασκευασμένου κτηρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 3.1α:

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

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 3.1 β:

F/V (m ⁻¹)	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U _m) σε [W/m ² .K]			
	Ζώνη A	Ζώνη B	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

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

- Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του Κ.Θ.Κ..
- Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου U_m και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα επιτρεπόμενα όρια.

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων, όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

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

όπου:

d_j : το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j ,

λ_j : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j ,

R_i και R_a : οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου και

R_s : η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w δίνεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

όπου:

U_f : ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

U_g : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

A_f : το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

A_g : το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

L_g : το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και

Ψ_g : ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:

$$U \leq U_{\delta,\sigma,\max}$$

όπου:

U : ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου και

$U_{\delta,\sigma,\max}$: η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο.

3.3.2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα, απαιτείται και το κτίριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμικής διαπερατότητας του κτηρίου δίνεται από τη σχέση:

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

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

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

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

Όπου $U_{m,max}$ είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου.

3.3.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το κτήριο θα λειτουργήσει ως αίθουσες διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ., για τη Β κλιματική ζώνη τα κουφώματα που έχουν τοποθετηθεί οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Για όλα τα κουφώματα του κτιρίου επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f=6.000 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, όπως προκύπτει από τις τομές και τις όψεις του κτιρίου και μέσου πλάτους πλαισίου 84 mm. Θα φέρουν υαλοπίνακα (εσωτερική παρειά εξωτερικού υαλοπίνακα) και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που χρησιμοποιείται είναι $U_g=6.00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ όπως προκύπτει από τα σχέδια. Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

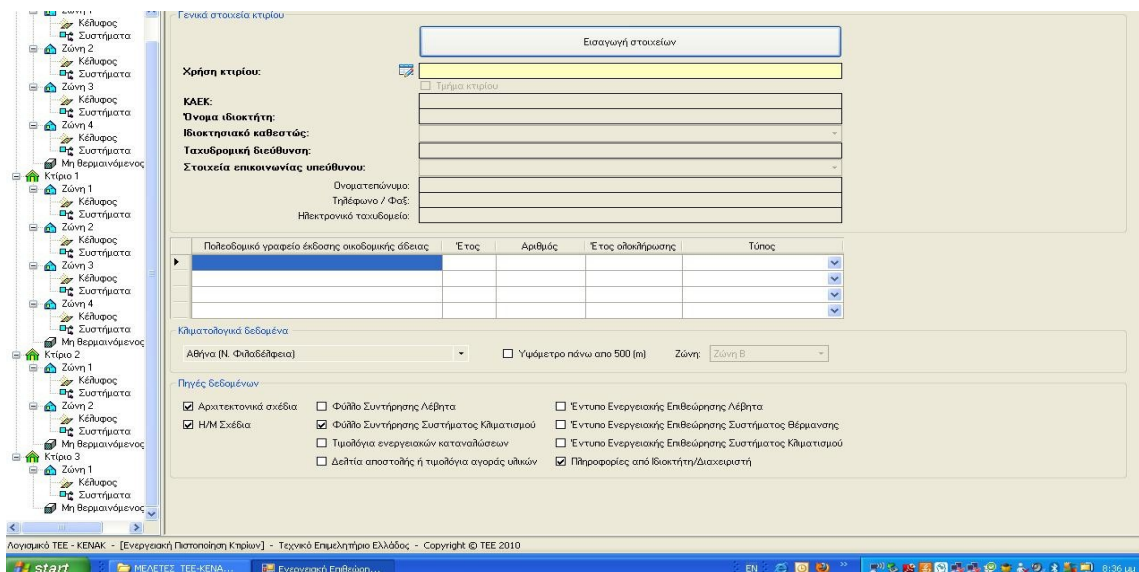
Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F_f	Υαλοπίνακας μονός	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμφιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο Αέρα 12 mm
			[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0

3.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

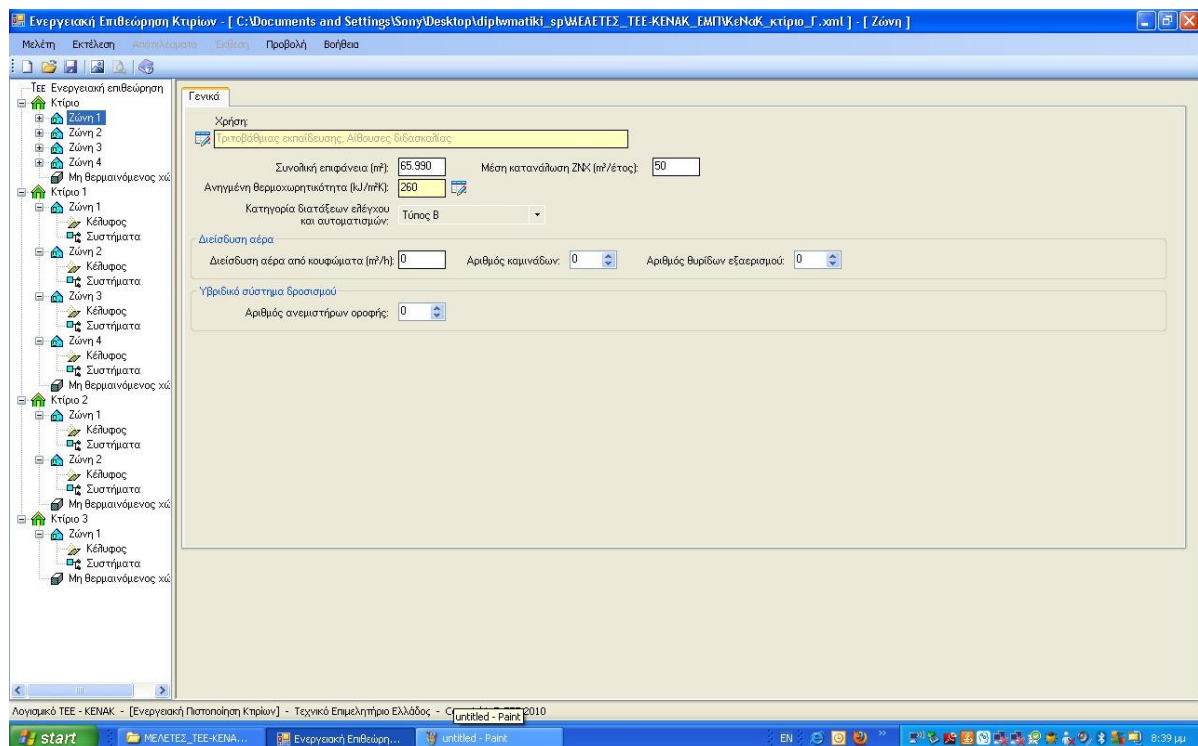
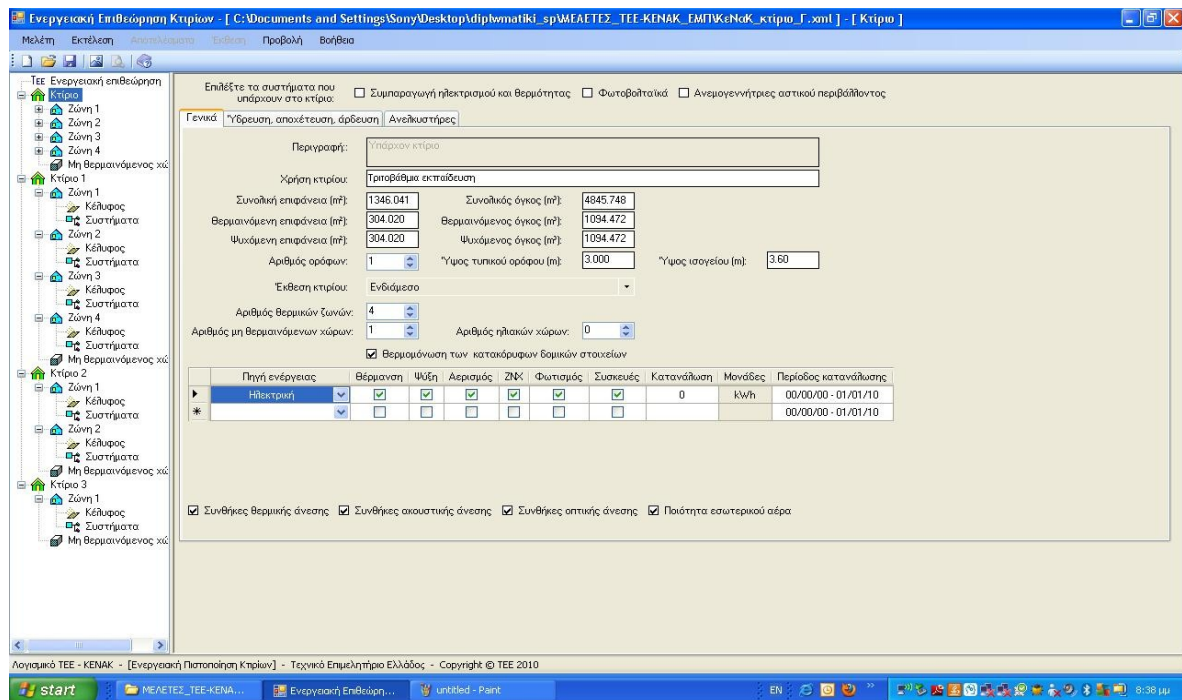
3.4.1 ΧΡΗΣΗ ΤΕΕ – ΚΕΝΑΚ ΓΙΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να σας παρουσιάσω την βηματική διαδικασία που ακολουθήθηκε μέσω του προγράμματος T.E.E. – Κ.ΕΝ.Α.Κ. για την συμπλήρωση των απαιτούμενων στοιχείων ώστε να βγει ολοκληρωμένη η μελέτη μου και να καταλήξει, αφού την τρέξει το πρόγραμμα, να λάβει τα τελικά αποτελέσματα και να σχολιαστεί έπειτα η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Σας παραθέτω λοιπόν τα print screen από την διερεύνηση της ενεργειακής αποδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και το πως κατέληξα στην ενεργειακή κατηγορία που ανήκει το κτίριο.

Αρχικά, παρουσιάζεται ο διαχωρισμός των θερμικών ζωνών του κτιρίου από τους μη θερμαινόμενους χώρους καθώς και γενικά στοιχεία για το κτίριο. Στο βήμα αυτό ορίζονται γενικές πληροφορίες για το κτίριο που μας ζητάει το πρόγραμμα ώστε να δημιουργηθεί το πλάνο του κτιρίου. Διαχωρίζονται οι θερμικές ζώνες κάθε επιπέδου του κτιρίου, ορίζονται οι μη θερμαινόμενοι χώροι, τα εμβαδά και ο όγκος που θερμαίνεται και ψύχεται σε κάθε θερμική ζώνη. Επίσης, στο σημείο αυτό εισάγονται γενικές πληροφορίες όπως ποια στοιχεία συλλέξαμε για την διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου π.χ. σχέδια πολεοδομίας, άδεια κατασκευής, συμβόλαια, φύλλα συντήρησης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και πληροφορίες από τον υπεύθυνο του κτιρίου.

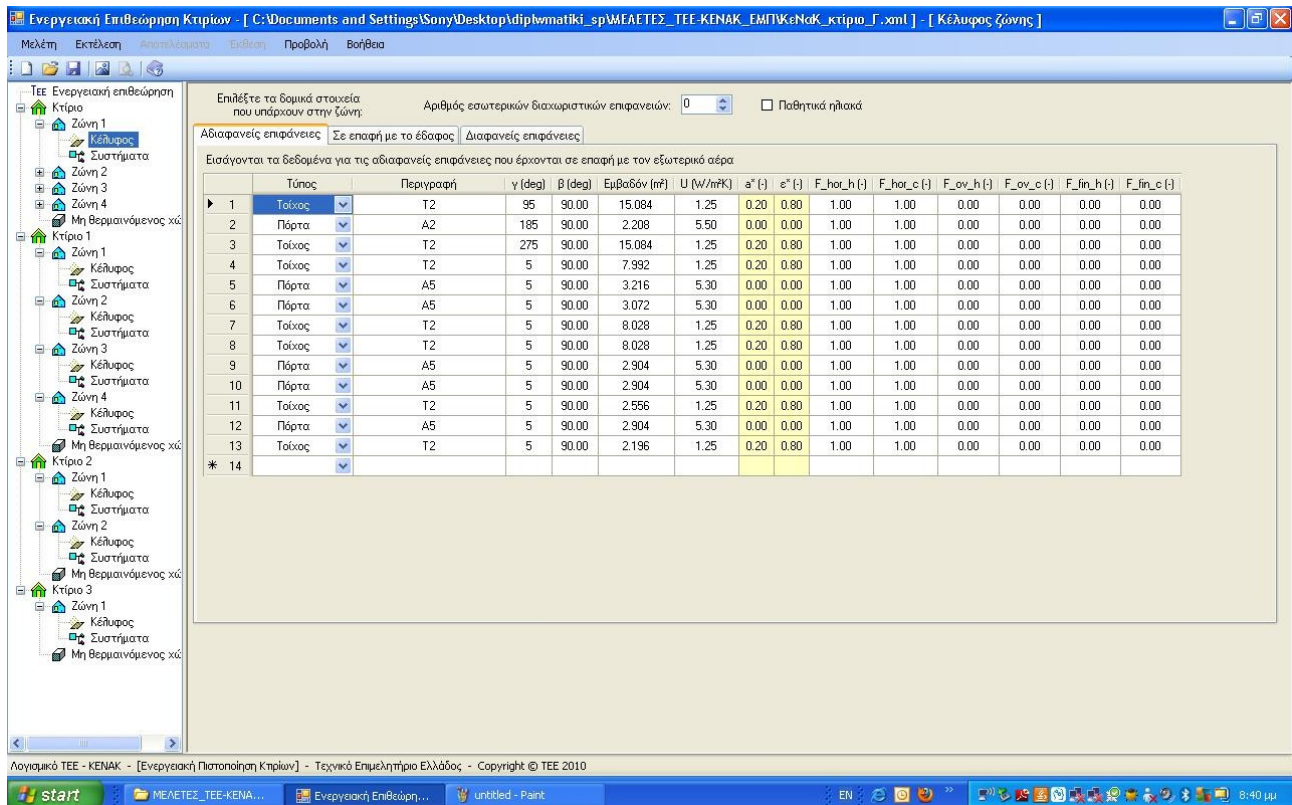


Έπειτα ακολουθεί μια συνοπτική εικόνα του προσδιορισμού της χρήσης κάθε θερμικής ζώνης κάθε επιπέδου του κτιρίου και φυσικά ακριβής τοποθέτηση του εμβαδού της ζώνης, του ύψους της και του όγκου της. Στο βήμα αυτό εκτός από όλα τα απαραίτητα που θα εισαχθούν στο πρόγραμμα θα γίνει αναφορά πως η θερμική ζώνη έχει συνθήκες οπτικής, θερμικής και ακουστικής άνεσης. Επίσης, θα υπολογιστεί η διείσδυση αέρα από κουφώματα και χαραμάδες. Ο υπολογισμός της διείσδυσης αέρα γίνεται και για τους μη θερμαινόμενους χώρους και για τις θερμικές ζώνες. Επιλέγεται η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα του κτιρίου για βαριά κατασκευή. Παράλληλα, αναφέρεται πως η έκθεση του κτιρίου είναι ενδιάμεση και πως δεν υπάρχουν ηλιακοί χώροι στο κτίριο. Τέλος, επιλέγεται η πηγή ενέργειας που είναι η ηλεκτρική για θέρμανση, ψύξη, παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, φωτισμό, αερισμό και συσκευές.

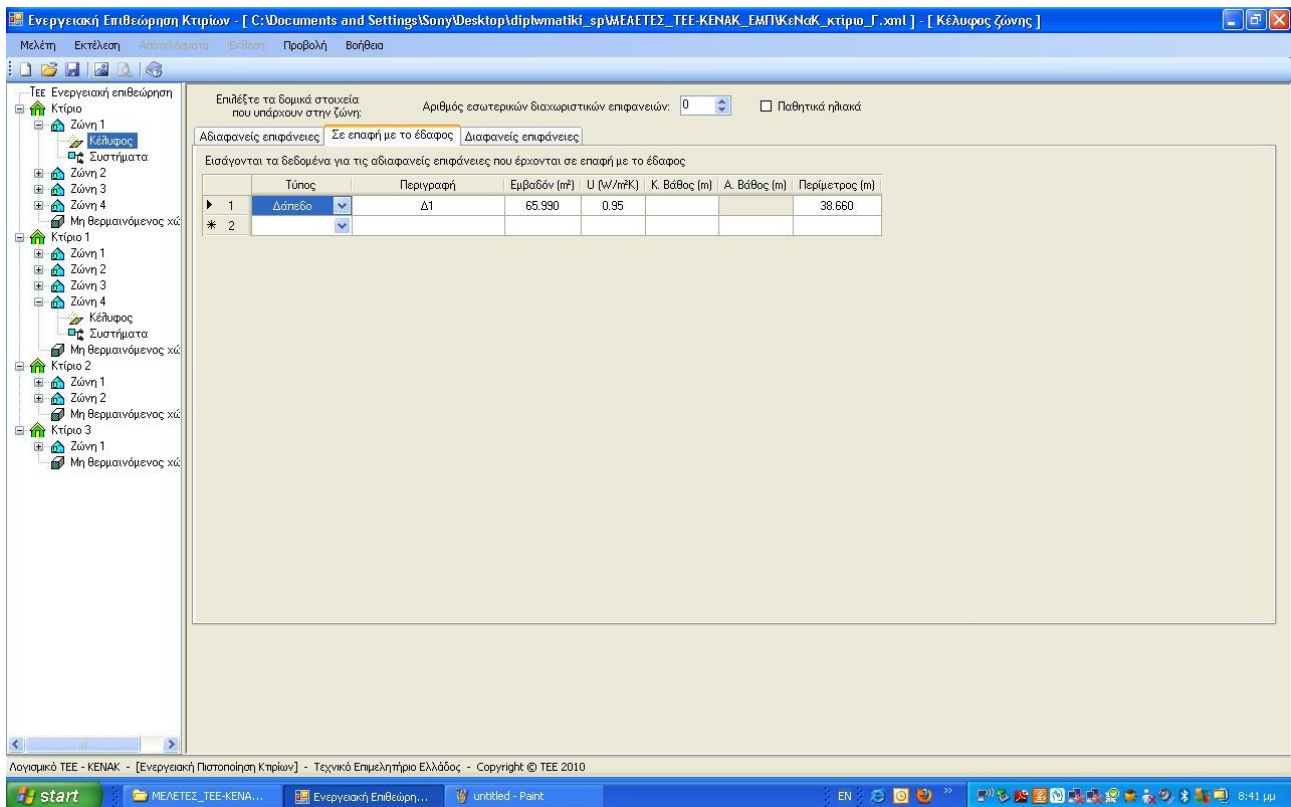


Στο σημείο αυτό, έχοντας ολοκληρώσει την συμπλήρωση των ανωτέρω βασικών για το πρόγραμμα στοιχείων, ήρθε η στιγμή να συμπληρωθεί ότι απαιτείται για το κέλυφος της θερμικής ζώνης, δηλαδή, από ποιους τοίχους, ποια παράθυρα και ποιες πόρτες αποτελείται, τι προσανατολισμό έχουν οι πόρτες, τα παράθυρα και οι τοίχοι, τα εμβαδά τους, τον συντελεστή θερμοπερατότητας, την απορροφητικότητα και την ανακλαστικότητα και τέλος, τις σκιάσεις που προκύπτουν από πλευρικές προεξοχές, προβόλους και φυσικά τοπία ή εμπόδια. Ακόμα, ορίζεται ο αριθμός των εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών και η ύπαρξη ή όχι παθητικών ηλιακών συστημάτων. Η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα και απαιτητική μιας και δεν επιτρέπει περιθώρια λάθους. Αυτή η διαδικασία προσδιορισμού των στοιχείων του κελύφους της θερμικής ζώνης και του μη θερμαινόμενου χώρου επαναλαμβάνεται για κάθε θερμική ζώνη και για κάθε μη

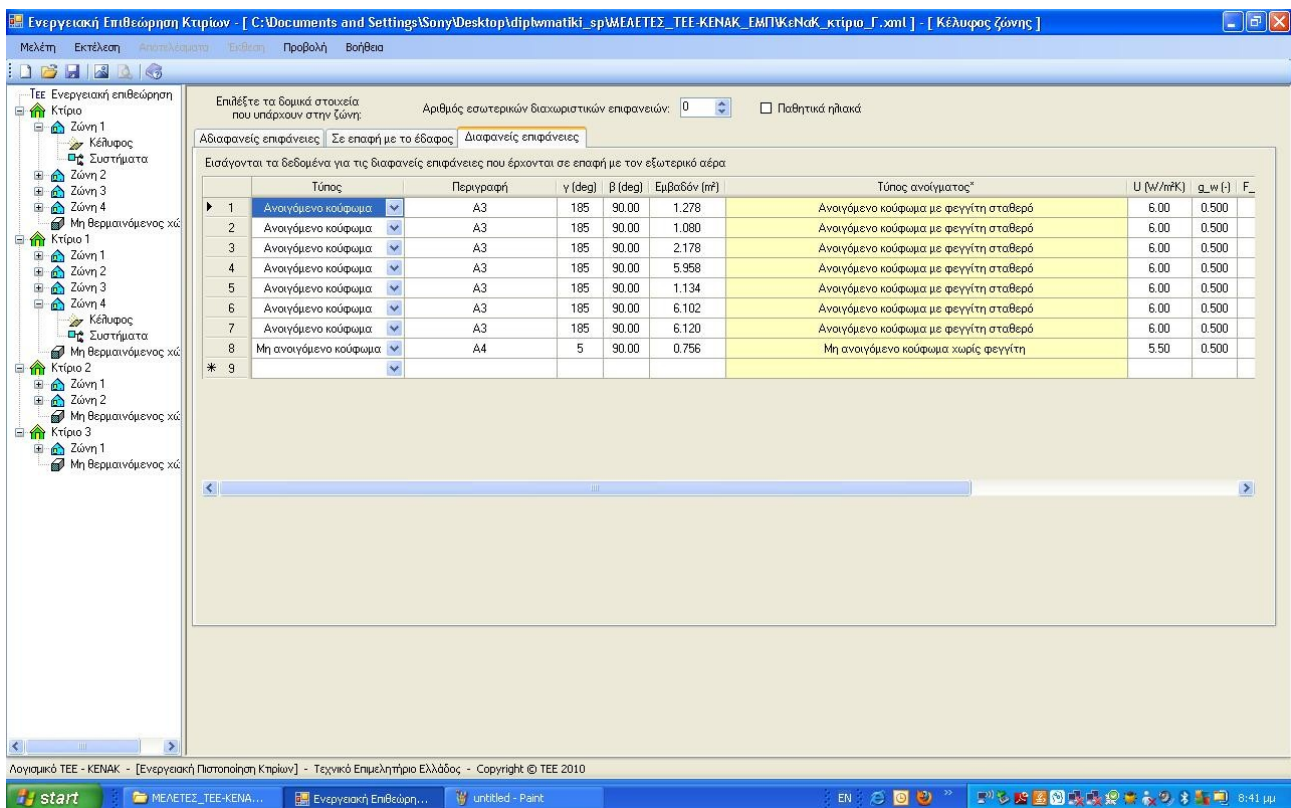
θερμαινόμενο χώρο του κάθε επιπέδου του υπό μελέτη κτιρίου και χωρίζεται σε προσδιορισμό των διαφανών επιφανειών, των αδιαφανών επιφανειών και των επιφανειών που έρχονται σε επαφή με το έδαφος.



Αφού ολοκληρώθηκε και αυτό το στάδιο με επιτυχία, τώρα το πρόγραμμα μας καλεί να του αποδώσουμε πληροφορίες που αφορούν τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του υπό εξέταση κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα, στο βήμα αυτό ορίζεται με ποιό τρόπο επιτυγχάνεται η θέρμανση, η ψύξη, η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στην θερμική ζώνη, τι συστήματα υπάρχουν για τον φωτισμό (μόνο στις κατοικίες δεν εισάγουμε στοιχεία για τον φωτισμό) της θερμικής ζώνης. Αφού συμπληρωθούν όλα τα δεδομένα που προκύπτουν από τα σχέδια του κτιρίου ορίζεται η περίοδος χρήσης των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων κατά την διάρκεια του έτους και το είδος των θερματικών μονάδων και τις απώλειες που έχουν. Ακόμα, μπορούμε αν έχουμε επαρκείς πληροφορίες για το κτίριο να συμπληρώσουμε ότι γνωρίζουμε για το σύστημα ύδρευσης, άρδευσης, αποχέτευσης, πυρόσβεσης και την ύπαρξη ή όχι ανελκυστήρων.

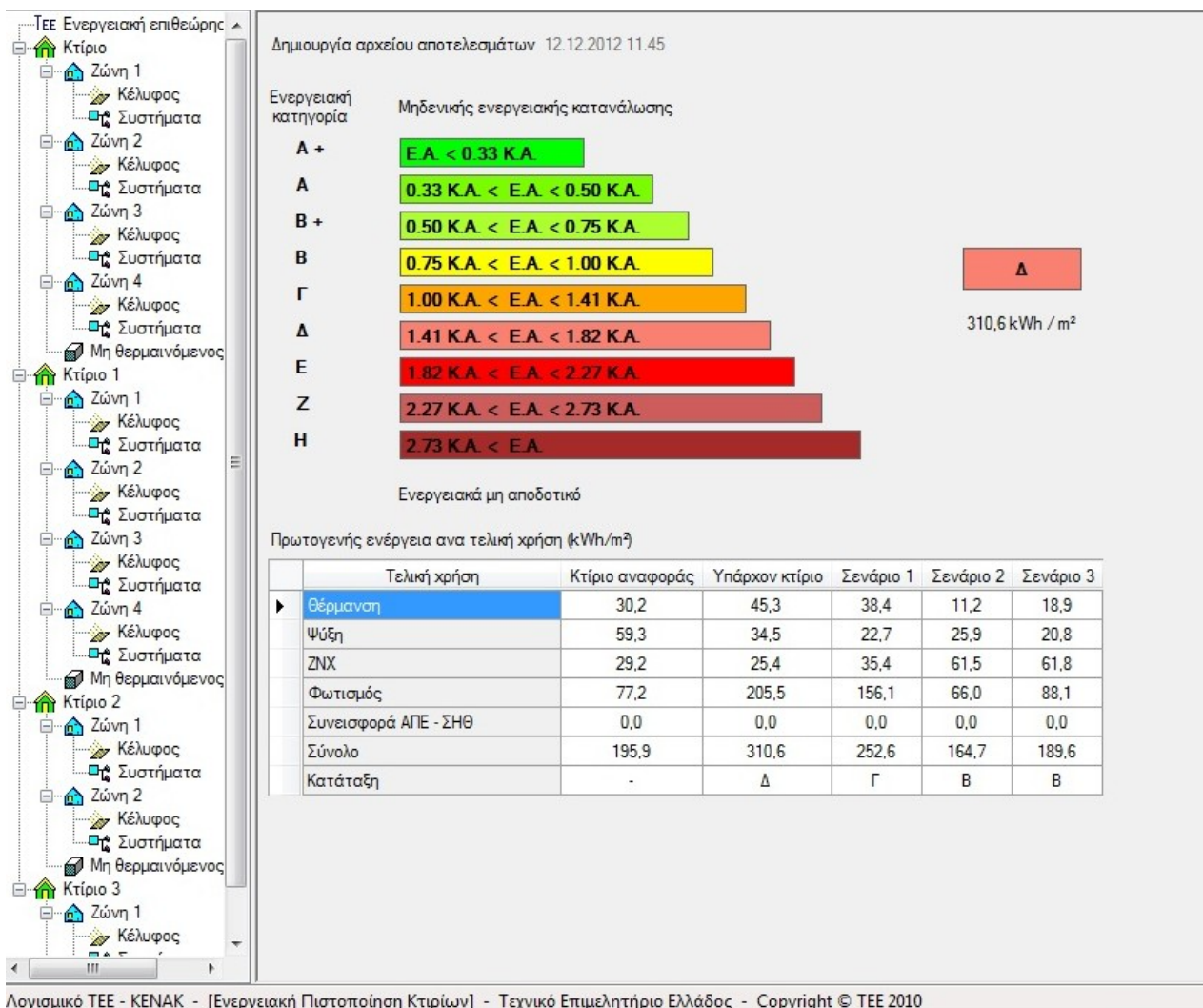


Τελειώνοντας και αυτή την δύσκολη διαδικασία, μας απομένει ο πλήρης προσδιορισμός του μη θερμαινόμενου χώρου. Στο σημείο αυτό ορίζονται οι διαφανείς επιφάνειες, οι αδιαφανείς επιφάνειες, οι επιφάνειες που είναι σε επαφή με το έδαφος και η διεύθυνση του αέρα.



3.4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της διερεύνησης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου "Γ" της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ προήλθαν έπειτα από την εκτέλεση του προγράμματος T.E.E. - K.EN.A.K. και αφού συμπληρώθηκαν όλες οι απαραίτητες παράμετροι όπου το πρόγραμμα απαιτούσε για την ολοκλήρωση της μελέτης. Για μήνες έγινε παράλληλη χρήση των προγραμμάτων T.E.E. - K.EN.A.K. & Autocad για να ελαχιστοποιηθεί η όποια πιθανότητα λάθους στους υπολογισμούς, ενώ πολύ χρήσιμες φάνηκαν οι T.O.T.E.E. που ελήφθησαν από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος διότι σε αρκετά στοιχεία δεν είχα κάποια σαφή εικόνα από τα αρχιτεκτονικά και τα ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια που ελήφθησαν για το υπό εξέταση κτίριο και έτσι οι παραδοχές που έγιναν βασίστηκαν σε δεδομένα από τους πίνακες των τεσσάρων T.O.T.E.E.. Ολοκληρώνοντας λοιπόν την συμπλήρωση κάθε δεδομένου στο πρόγραμμα και πατώντας το πλήκτρο "ΕΚΤΕΛΕΣΗ" το πρόγραμμα αυτόματα εκτελείται και έπειτα από μερικά δευτερόλεπτα μας ανοίγει το παράθυρο των αποτελεσμάτων που σας παραθέτω ως ακολούθως:



Όπως προκύπτει από το πρόγραμμα **T.E.E. - Κ.Ε.Ν.Α.Κ.**, το υπο μελέτη κτίριο ανήκει στην **ενεργειακή κατηγορία "Δ"**. Το υπό εξέταση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ χαρακτηρίζεται ως **ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ**. Το έτος κατασκευής, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, η τεχνογνωσία της τότε εποχής είναι βασικά στοιχεία που συνετέλεσαν σε αυτήν την πλέον χαμηλή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Με εφαρμογή πιο σύγχρονης τεχνολογίας και των κατάλληλων ενεργειακών επεμβάσεων που θα προταθούν παρακάτω θα μπορούσε το κτίριο να ανέβει σε μια καλύτερη ενεργειακή βαθμίδα και να μετατραπεί σε ένα ενεργειακά αποδοτικότερο κτίριο από ότι είναι σήμερα.

3.4.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του υπό μελέτη κτιρίου, φαίνεται να ανήκει στην **ενεργειακή κατηγορία "Δ"**, άρα δεν ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις του **Κ.Ε.Ν.Α.Κ.** για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση ή μικρότερη με την αντίστοιχη του κτιρίου αναφοράς.

Σύμφωνα με τη μελέτη σκοπιμότητας εξετάστηκαν οι εξής εναλλακτικές λύσεις για την κάλυψη των θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου καθώς επίσης και η αντικατάσταση των κουφωμάτων ώστε να μειωθεί η ετήσια κατανάλωση.

Σενάριο 1: Η περίπτωση αντικατάστασης της ήδη υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** που έχει **COP = 2.95**, με μια πιο σύγχρονη και **COP > 3.50**, όπου θα γινόταν παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως όπως συμβαίνει και με την ήδη υπάρχουσα αντλία θερμότητας. Οικονομικά όμως κρίνεται μη βιώσιμη μια τέτοια εφαρμογή αφού η αγορά της υπάρχουσας αντλίας θερμότητας έγινε εντός της δεκαετίας, είναι σε πολύ καλή κατάσταση και η συντήρηση της γίνεται τακτικά και επομένως, δεν θα συνέφερε η αγορά μιας νέας που θα αποσβέσει σχετικά αργά.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Γ

Σενάριο 2: Ακόμα, μελετάται η περίπτωση τοποθέτησης **Φ/Β συστήματος** στην οροφή του κτιρίου. Λόγω της ιδιαιτερότητας του κτιρίου θεωρήθηκε ότι θα εγκατασταθεί ένα σύστημα ισχύος **20 KWp**. Η συγκεκριμένη πρόταση κρίνεται βιώσιμη αφού χαμηλώνει πολύ το ετήσιο λειτουργικό κόστος με την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας σε μπαταρίες. Η αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάλυψη των απαιτήσεων σε ηλεκτρικό ρεύμα της αντλίας θερμότητας ή του φωτισμού. Βέβαια, στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί η αποθηκευμένη ενέργεια στην κάλυψη των αναγκών της υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** θα μειωθεί κατά πολύ η ετήσια κατανάλωση. Επομένως γίνεται γρήγορη απόσβεση και επιτυγχάνεται μεγάλη απόδοση.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Β

Σενάριο 3: Επιπρόσθετα ανάμεσα στα σενάρια που παρατίθενται θεωρήθηκε σε ένα από αυτά ότι τοποθετούνται νέα **αλουμίνια με διπλούς υαλοπίνακες**. Η συγκεκριμένη κίνηση βοηθάει αρκετά και μειώνεται η ετήσια κατανάλωση. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η επιλογή ανοιγμάτων με καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας από τον ελάχιστο που θέτει ο κανονισμός βοηθάει αρκετά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Για την ακρίβεια σε περίπτωση που επιλέγαμε την λύση ανοιγμάτων με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{max} = 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και διατηρώντας την υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως το κτίριο θα ήταν ενεργειακά αποδοτικότερο.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Β

Σενάριο 4: Συμπληρωματικά εξετάστηκε ο συνδιασμός των σεναρίων 2 και 3, δηλαδή διατήρηση της υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως, τοποθέτηση **Φ/Β Συστήματος 20 Kwp** και τοποθέτηση νέων **αλουμινίων με διπλούς υαλοπίνακες**. Η συγκεκριμένη κίνηση βοηθάει αρκετά και μειώνεται η ετήσια κατανάλωση. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η επιλογή ανοιγμάτων με καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας από τον ελάχιστο που θέτει ο κανονισμός βοηθάει αρκετά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Για την ακρίβεια σε περίπτωση που επιλέγαμε την λύση ανοιγμάτων με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{max} = 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και διατηρώντας την υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως και εγκαθιστώντας **Φ/Β σύστημα 20 Kwp** για την κάλυψη των αναγκών της αντλίας θερμότητας το κτίριο θα ήταν ενεργειακά αποδοτικότερο.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B+

Σενάριο 5: Ένα διαφορετικό σενάριο που εξετάστηκε ήταν να εγκατασταθεί ένας **λέβητας συμπίκνωσης αερίου με βαθμό απόδοσης 0,98** και **καύσιμο φυσικό αέριο**, για την παραγωγή θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσεως ενώ θα λειτουργούσε η ήδη υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή ψύξης και δροσισμού. Στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου όπως διαπιστώνεται από την **Εταιρία Παροχής Αερίου (Ε.Π.Α. Αττικής)** υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης με το φυσικό αέριο. Ήδη υπάρχουν κτίρια εντός της Πολυτεχνειακής κοινότητας που κάνουν χρήση αυτού του καυσίμου. Στην δεδομένη στιγμή, που γίνεται η διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, δεν θα συνέφερε να γίνει μια τέτοια εγκατάσταση αφού απαιτείται λεβητοστάσιο ενώ τα σχέδια και οι άδειες του κτιρίου δεν προβλέπουν χώρο λεβητοστασίου. Παράλληλα, είναι ιδιαίτερα υψηλό το κόστος σύνδεσης με το δίκτυο του φυσικού αερίου αφού ο αγωγός δεν περνά ακριβώς μπροστά από το υπό μελέτη κτίριο και έτσι θα χρειαζόνταν πολλά χρήματα για να γίνει επέκταση και τελικά σύνδεση του κτιρίου με το φυσικό αέριο. Όλα αυτά μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η λύση αυτή κρίνεται μη βιώσιμη οικονομικά.

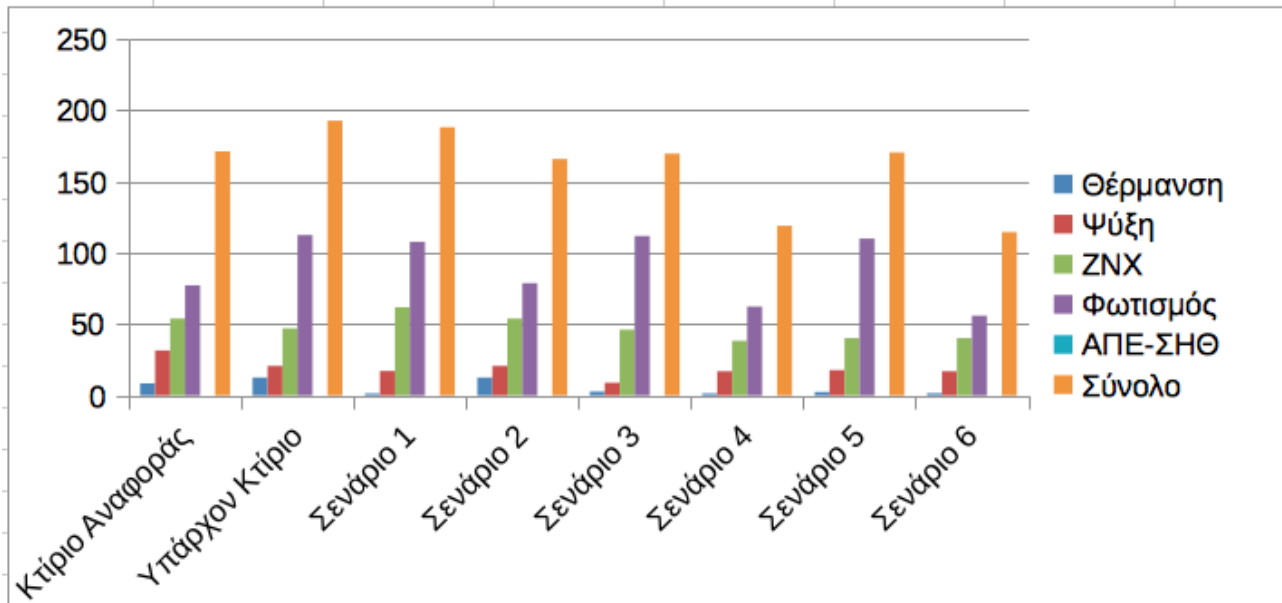
Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B

Σενάριο 6: Τέλος, το συνθετότερο σενάριο που εξετάστηκε ήταν να εγκατασταθεί ένας **λέβητας συμπίκνωσης αερίου με βαθμό απόδοσης 0,99** και **καύσιμο φυσικό αέριο**, για την παραγωγή θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσεως ενώ θα λειτουργούσε η ήδη υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή ψύξης και δροσισμού, παράλληλα, θα γινόταν αντικατάσταση των κουφωμάτων με καινούργια και **διπλούς υαλοπίνακες** και $U_{max} = 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και τέλος, εγκατάσταση **Φ/Β συστήματος 20 Kwp** για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό για τον φωτισμό του κτιρίου, τις διάφορες ηλεκτρικές συσκευές και τους υπολογιστές. Όλα αυτά μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η λύση αυτή κρίνεται μη βιώσιμη οικονομικά.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: A

Τελική Χρήση	Κτίριο Αναφοράς	Υπάρχον Κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6
Θέρμανση	30.2	45.3	38.4	11.2	18.9	1.4	2.4	1.5
Ψύξη	59.3	34.5	22.7	25.9	20.8	16.9	17.7	16.9
ZNX	29.2	25.4	35.4	61.5	61.8	38.3	40.2	40.2
Φωτισμός	77.2	205.5	156.1	66	88.1	62.3	110	55.9
ΑΠΕ - ΣΗΘ	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	195.9	310.6	252.6	164.7	189.6	118.9	170.3	114.5
Κατάταξη	-	Δ	Γ	B	B	B+	B	A

Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση



Διάγραμμα πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα πράγματι σε κάθε εξεταζόμενο σενάριο εκτός από το πρώτο, όπου μελετάται η αντικατάσταση της υπάρχουσας αντλίας θερμότητας με μια νέα και μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, υπάρχει μια άνοδος στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου, δηλαδή μια βελτίωση στην εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά δεν είναι κάθε λύση βιώσιμη. Το μόνο σενάριο που κρίνεται βιώσιμο είναι αυτό της εγκατάστασης Φ/Β συστήματος στην οροφή του κτιρίου. Μάλιστα αν θεωρηθεί ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα χρησιμοποιηθεί για ιδιοκατανάλωση τότε έτσι και αλλιώς τα χρήματα που θα δίνονταν στην Δ.Ε.Η. για την εξόφληση των λογαριασμών του ηλεκτρικού ρεύματος για μια δεκαετία, μπορούν να αποδίδονται για την εξόφληση μιας ολοκληρωμένης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης που από την πρώτη ημέρα λειτουργίας της θα ξεκινήσει την διαδικασία απόσβεσης των κεφαλαίων που χρησιμοποιήθηκαν. Με μια γενικότερη εικόνα των σεναρίων που εξετάστηκαν προκύπτει ότι το υπό μελέτη κτίριο θα μπορούσε να καταταγεί μέχρι και **ενεργειακή κατηγορία "Α"** αλλά το κόστος για να γίνει κάτι τέτοιο είναι απαγορευτικό δεδομένου ότι η απόσβεση των κεφαλαίων μπορεί να πάρει πολλές δεκαετίες.

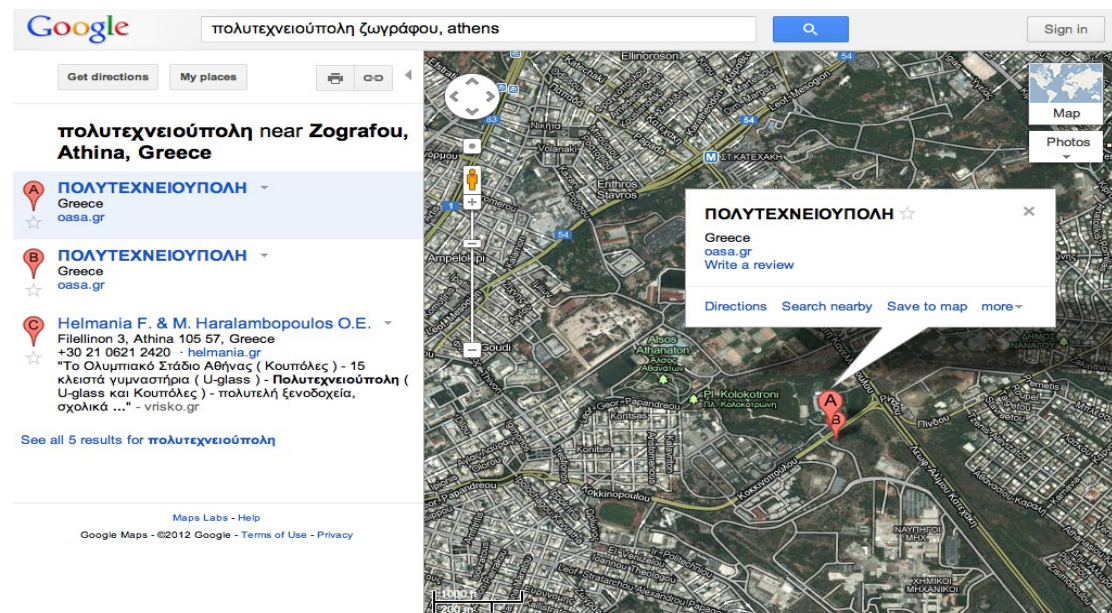
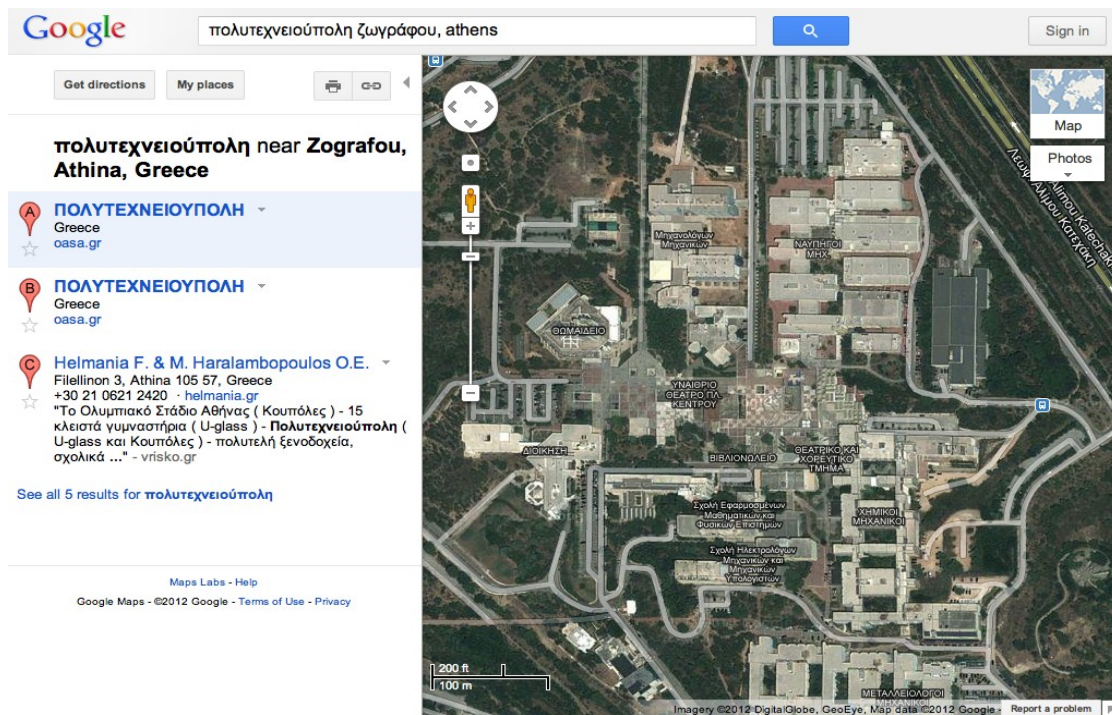
Ο κανονισμός προβλέπει τα καινούρια κτίρια να κατατάσσονται ενεργειακά τουλάχιστον στην **κατηγορία "Β"**. Στην συγκεκριμένη μελέτη στόχος ήταν να διερευνήσουμε σε ποια ενεργειακή κατηγορία εντάσσεται το παρόν κτίριο και να προταθούν σενάρια για την βελτίωση της ενεργειακής του ταυτότητας. Αυτό είναι εύκολο να επιτευχθεί με καλύτερα ανοίγματα, εκμετάλλευση των λεβήτων συμπύκνωσης και σίγουρα με μια καλή μόνωση. Μέχρι εκεί οι λύσεις που χρησιμοποιούμε για την «άνοδο» του κτιρίου από "Δ" σε "Γ", "Β", "Β+" ή και "Α" δεν κρίνονται βιώσιμες. Η δυσκολία έγκειται στην περαιτέρω βελτίωση του κτιρίου και η ένταξη του στην **κατηγορία "Α"**, που σε λίγα χρόνια θα είναι και το μίνιμουμ. Σε αυτή την περίπτωση σίγουρα θα πρέπει να υιοθετηθούν λύσεις που συμπεριλαμβάνουν: εγκατάσταση ΑΠΕ, καλύτερους αυτοματισμούς, αξιοποίηση των λεβήτων συμπύκνωσης, μελέτη φωτισμού των κτιρίων καθώς και βελτίωση του σχεδιασμού του κτιρίου με ένταξη του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην μελέτη και στον σχεδιασμό των κτιρίων.

4.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "Δ"

Σε αυτήν την ενότητα γίνεται μια αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη κτιρίου, σχετικά με την θέση του, τη χρήση του, τον περιβάλλοντα χώρο του, την θερμομόνωση του και τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα όπου το κτίριο αυτό περιλαμβάνει. Μετά το πέρας αυτής της περιγραφής ακολουθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας με ότι εμπεριέχεται στο υπό μελέτη κτίριο και τις παραδοχές που έγιναν για την διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

4.1.1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ "Δ"

Το υπό μελέτη κτίριο βρίσκεται στη περιοχή του Ζωγράφου κοντά στο κέντρο της Αθήνας στο νομό Αττικής. Σας παραθέτω εικόνες από τον δορυφόρο με την ακριβή τοποθεσία του υπό μελέτη κτιρίου.



Το οικόπεδο στο οποίο βρίσκεται το υπό μελέτη κτίριο είναι τετραγωνικού σχήματος. Το οικόπεδο είναι ενδιάμεσο και βρίσκεται σε σχετικά αραιοδομημένο αστικό περιβάλλον εντός της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Λόγω των μεγάλων οικοπέδων και του μικρού συντελεστή δόμησης τα κτίρια τριγύρω είναι μέχρι τεσσάρων ορόφων. Στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν παλιές, αλλά και νεότερες κτιριακές κατασκευές, κυρίως κτίρια Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο έχει γίνει ώστε να είναι όσο δυνατή η καλύτερη εκμετάλλευση του νότιου προσανατολισμού. Όπως φαίνεται και στον ακόλουθο πίνακα το υπό μελέτη ανήκει στην "B" κλιματική ζώνη.

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

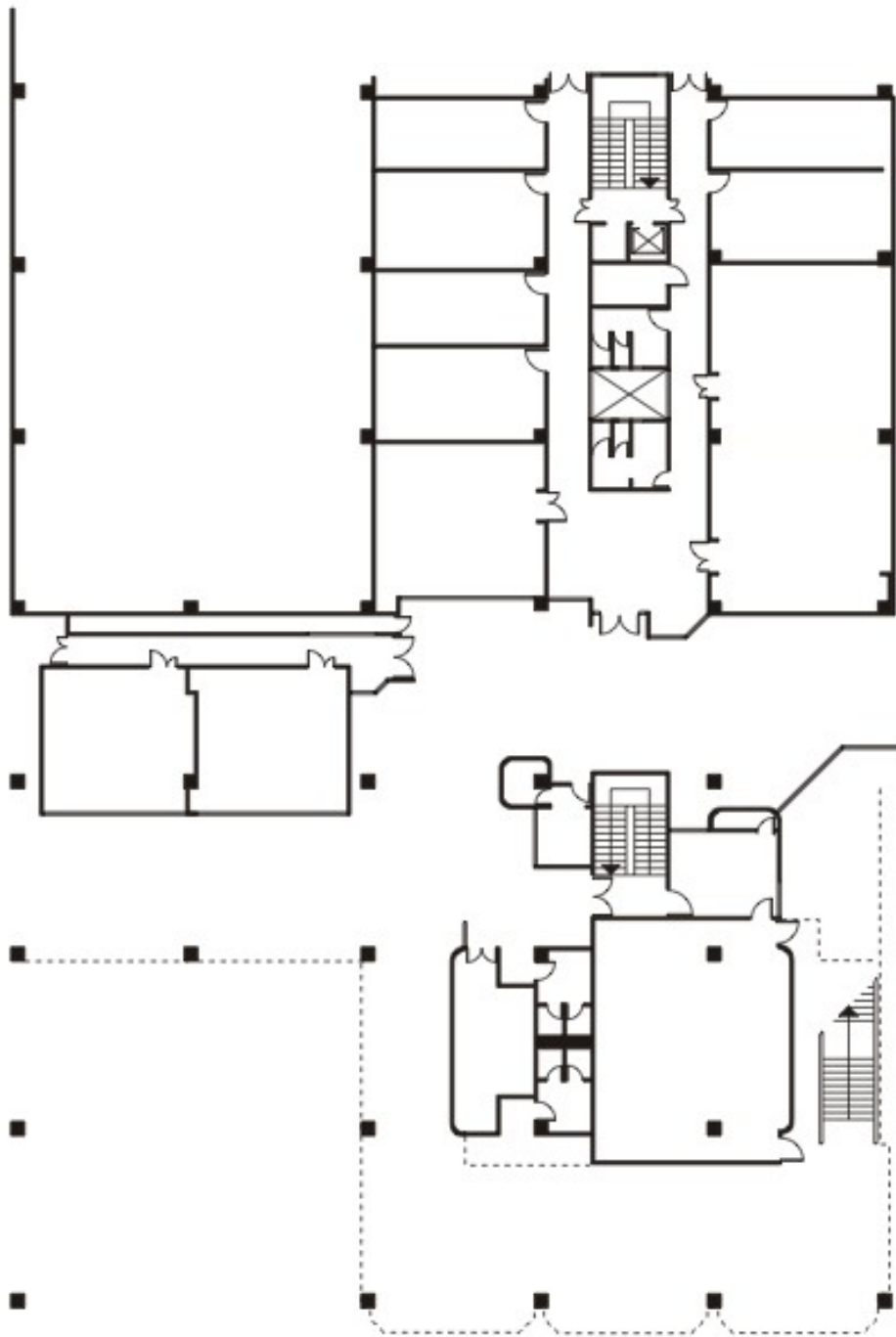
4.1.2 ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "Δ"

Πρόκειται για κτίριο με ισόγειο και έναν όροφο. Όλα τα επίπεδα θα έχουν κύρια χρήση Αίθουσες Διδασκαλίας Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Εκτός από τους χώρους κύριας χρήσης, η κεντρική είσοδος του κτιρίου, οι διάδρομοι, οι τουαλέτες, οι αποθήκες καθώς και το κλιμακοστάσιο σε όλους τους ορόφους θα θεωρηθούν μη θερμαινόμενοι χώροι.

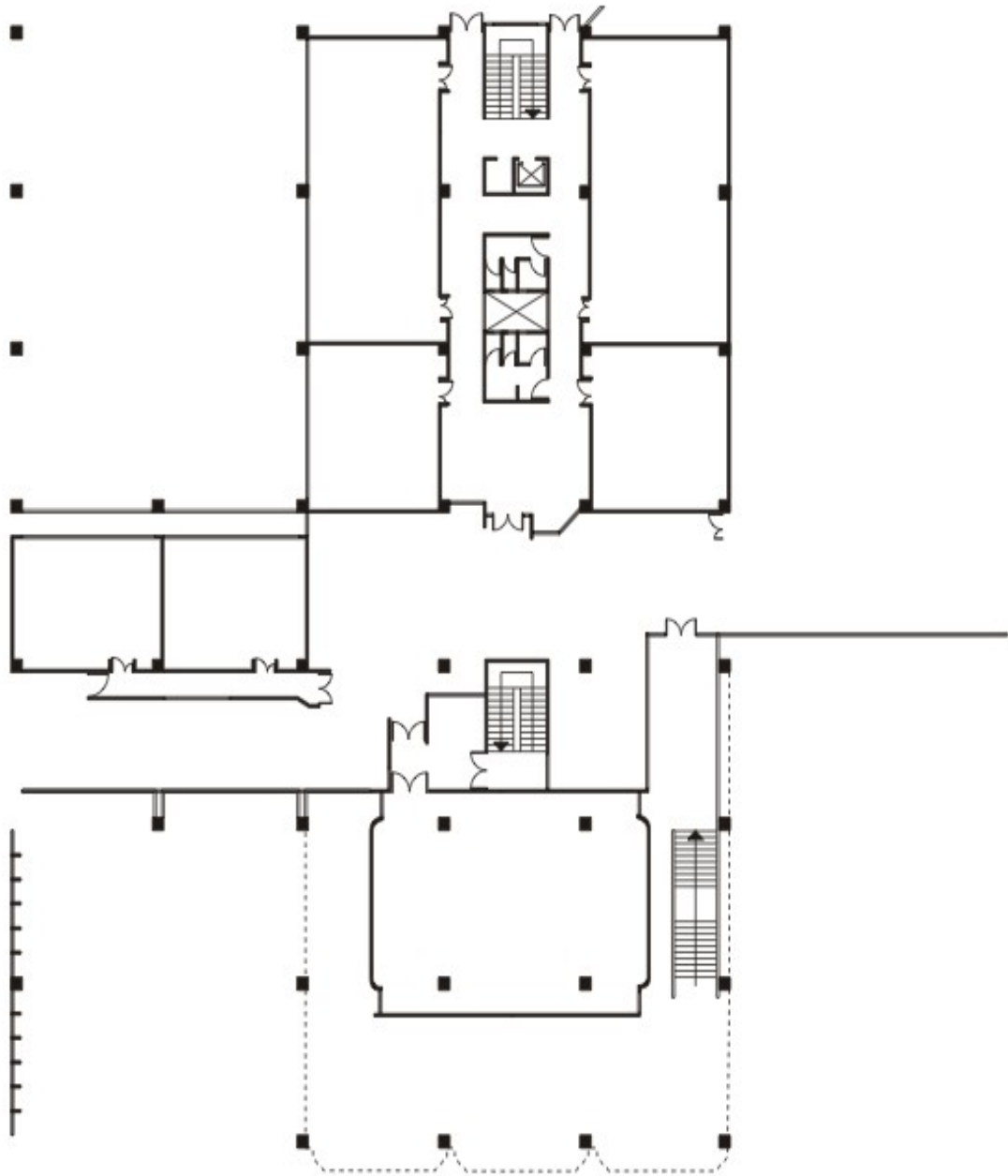
Το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις χρήσεις του και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Η βασική κατηγορία του κτιρίου και η χρήση του φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.

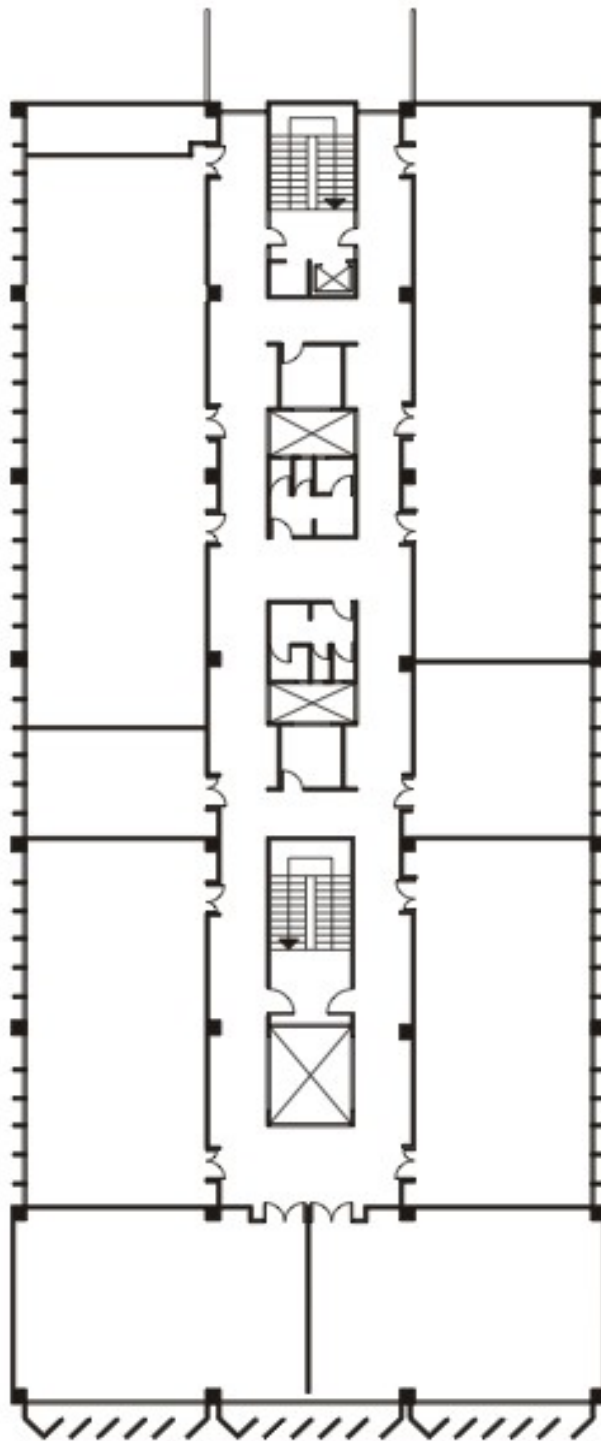
Στην επόμενη σελίδα φαίνονται οι κατόψεις του κτιρίου. Σημειώστε πως οι κατόψεις αυτές ελήφθησαν σε αρχείο τύπου PDF και τις μετατράπηκαν σε αρχεία τύπου DWG μέσω του προγράμματος Corel ώστε να μπορεί να σχεδιαστεί και να μετρηθεί κάθε διάσταση μέσω του προγράμματος σχεδίασης Autocad 2002. Σας παραθέτω λοιπόν τις κατόψεις του υπό μελέτη κτιρίου σε μορφή PDF όπως τα έλαβα καθώς και σε μορφή DWG όπως τα μετέτρεψα. Θα ήθελα να αναφέρω πως στα ακόλουθα σχέδια με το ροζ χρώμα συμβολίζονται οι θερμικές ζώνες ενώ με το κόκκινο οι μη θερμαινόμενοι χώροι του υπό μελέτη κτιρίου.



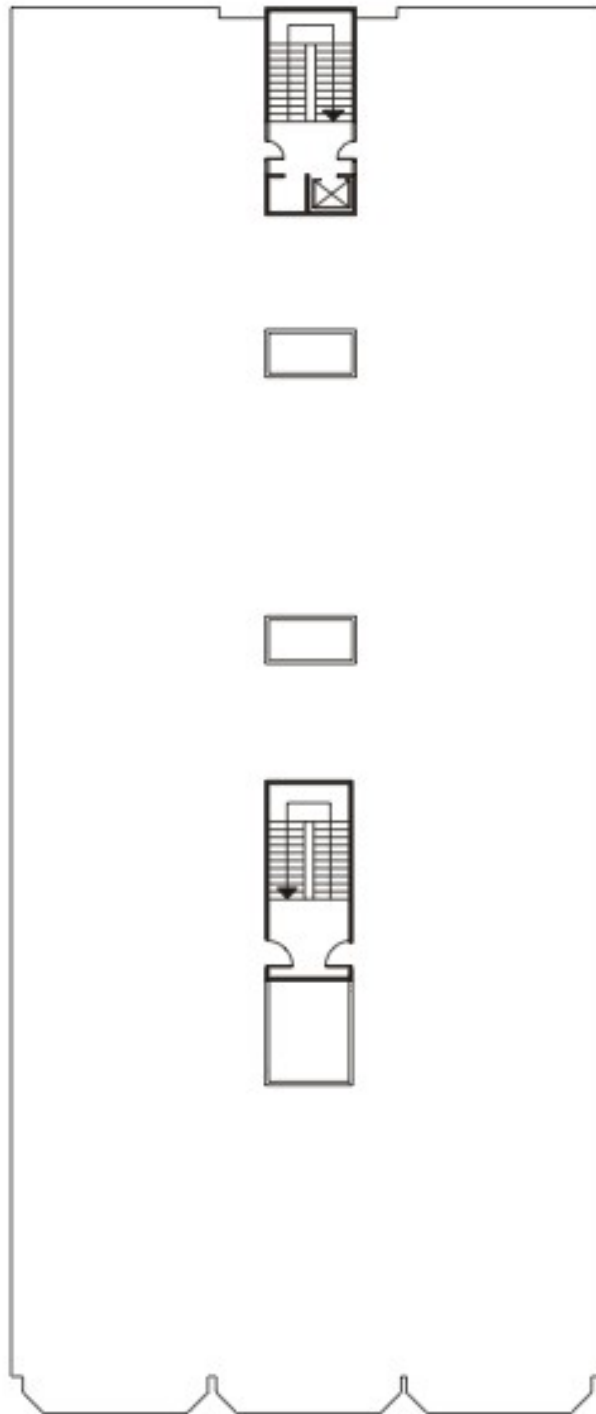
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



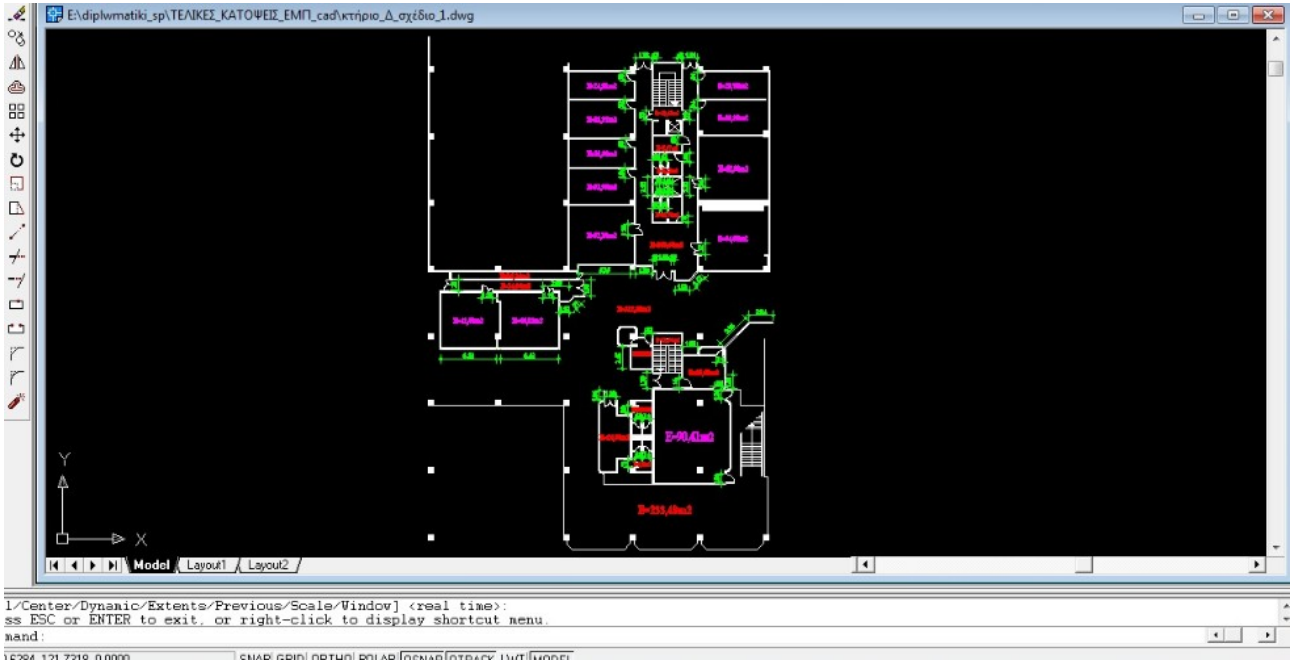
ΚΑΤΟΨΗ ΠΡΩΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



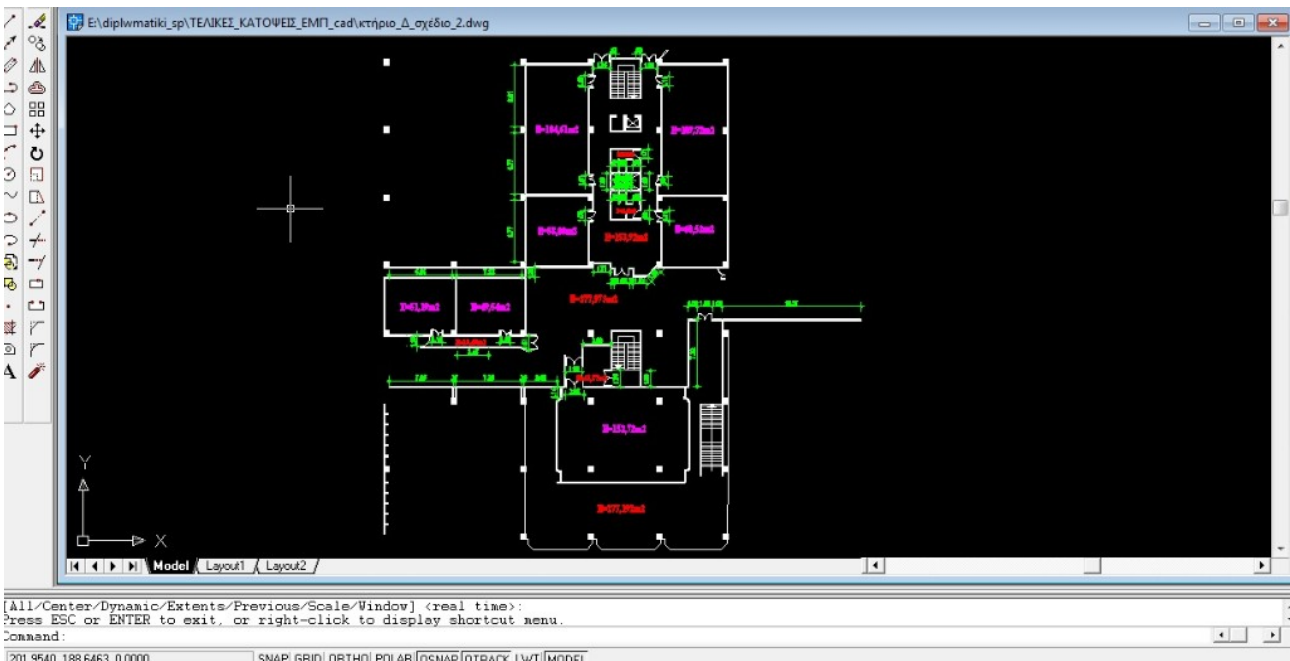
ΚΑΤΟΨΗ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



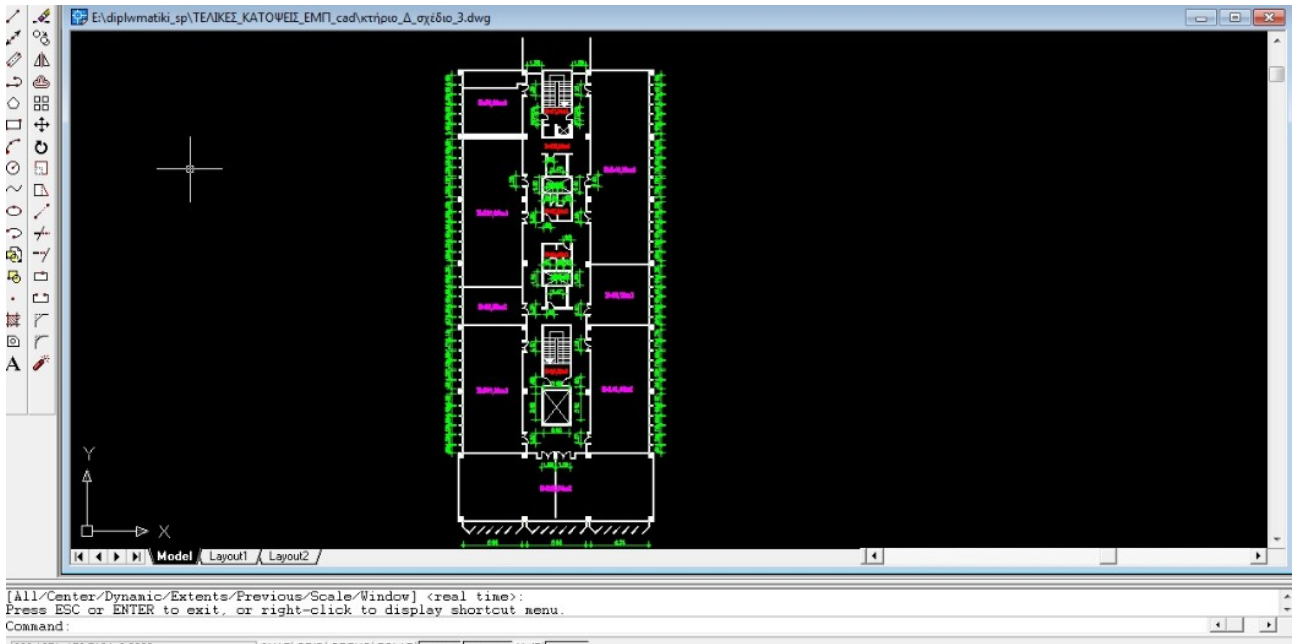
ΚΑΤΟΨΗ ΤΡΙΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



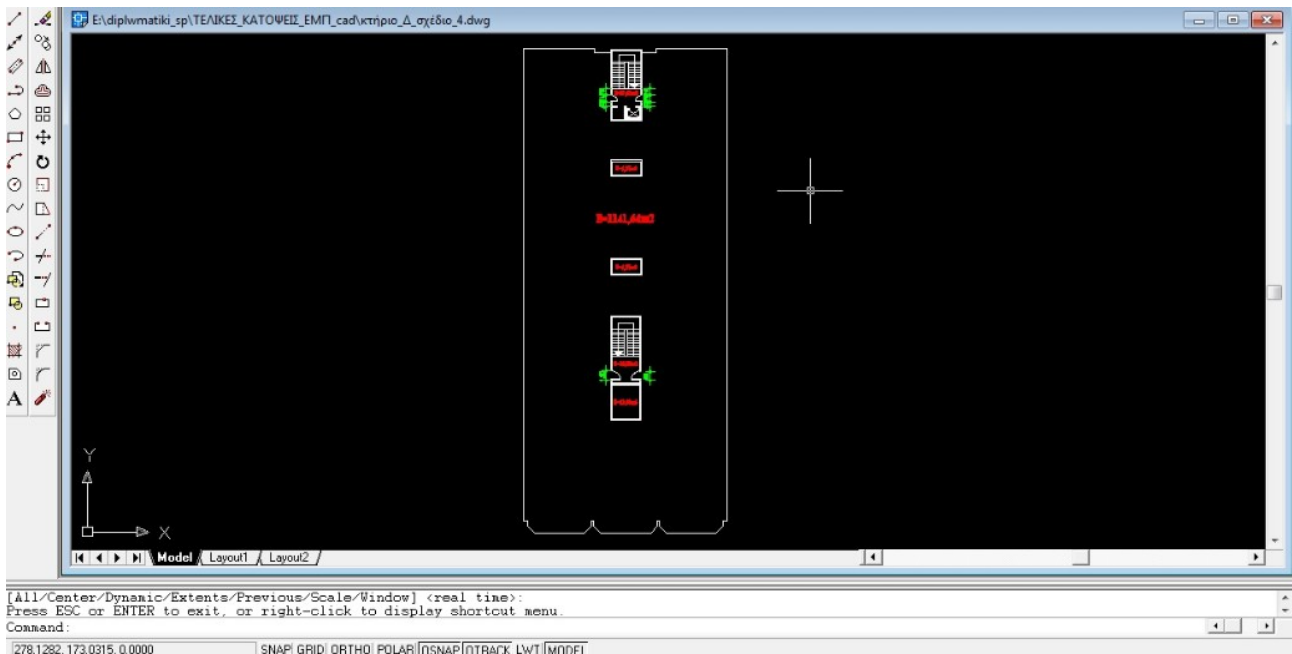
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG



ΚΑΤΟΨΗ ΠΡΩΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG



ΚΑΤΟΨΗ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG



ΚΑΤΟΨΗ ΤΡΙΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG

4.1.3 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ "Δ"

Σε όλες τις πλευρές του κτιρίου έχουν τοποθετηθεί δενδρύλλια (**Κωνοφόρο αιθαλής**) και στην πρασιά γκαζόν που βοηθούν πολύ στην βελτίωση του μικροκλίματος. Δεν βοηθούν όμως στην σκίαση, λόγω του χαμηλού τους ύψους και της μεγάλης απόστασης από το κτίριο (έχω θεωρήσει ότι το ύψος φτάνει τα 2 μέτρα). Σε αντίθετη περίπτωση το δέντρο μπορεί να ξεπεράσει τα 5 μέτρα και να βοηθήσει στον σκιασμό τουλάχιστον του ισογείου. Έτσι όσον αφορά τον περιβάλλοντα χώρο το υπό μελέτη κτίριο δεν σκιάζεται από φυσικά τοπία και φυσικά εμπόδια.

4.1.4 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "Δ"

Από όλα τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου προκύπτει ότι το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει θερμομόνωση σε όλα τα δομικά του στοιχεία. Όπως θα αναλυθεί και σε επόμενο κεφάλαιο το κτίριο που μελετώ οφείλει λόγω του ότι η Άδεια Κατασκευής του είναι το έτος 1995 να υπακούει στον Κ.Θ.Κ. (Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων) και όχι στον Κ.ΕΝ.Α.Κ αφού ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. αναφέρεται σε κτίρια των οποίων η άδεια είναι μετά το 2010. Για την θερμομόνωση των δομικών στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν διάφορα υλικά, όπως διογκωμένη πολυστερόλη 3 cm, μαστίχη θειοσόλη, γαλβανισμένη λαμαρίνα, λινάτσα, roofmate 3cm. και επίχρισμα.

4.1.5 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ "Δ"

Ως γνωστόν όταν αναφερόμαστε στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα που διαθέτει ένα κτίριο εννοούμε τις εγκαταστάσεις που το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει σχετικά με την θέρμανση, την ψύξη, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, τον φωτισμό, την ύπαρξη συστημάτων εξαερισμού ή καμινάδων, την ύπαρξη ανεμιστήρων οροφής, παθητικών ηλιακών συστημάτων και Φ/Β πάρκων, αντλιών κυκλοφορίας και τέλος, ανελκυστήρων. Το υπό μελέτη κτίριο, σύμφωνα με τα Ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του διαθέτει τα ακόλουθα συστήματα:

α) Θέρμανση – Ψύξη - Ζεστό Νερό Χρήσης

Για την παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως είναι εγκατεστημένες δύο αερόψυκτες αντλίες θερμότητας **INTERKLIMA 98.000 kcal/h** με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

Fan RPM	1000
Air Flow (m ³ /h)	36000
Ext. Static Pressure (Pa)	0
Refrigerant Charge (kg)	42
Refrigerant Type	R22
Power Supply	380V/3/50Hz
Unit Type	CHI047H00
Cooling Capacity (KW)	147
Heating Capacity (KW)	157
Compressor Power (KW)	2 * 30

Το δίκτυο διανομής του ψυχρού και του θερμού μέσου έχει μικρές απώλειες και οι τερματικές μονάδες είναι Fan coils. Το ζεστό νερό που παράγεται αποθηκεύεται σε δεξαμενή και είναι τύπου άμεσης κατανάλωσης. Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ και η ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.

β) Φωτισμός

Για τον φωτισμό του υπό μελέτη κτιρίου, παρατηρώντας τα ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του, προκύπτει πως κάθε επίπεδο διαθέτει δικό του ανεξάρτητο ηλεκτρολογικό πίνακα και πως είναι διαφορετική η εγκατεστημένη ισχύς ανά επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, το κτίριο στα σχέδια φαίνεται να αποτελείται από **25 φωτιστικά σώματα** στο ισόγειο. Το κάθε φωτιστικό σώμα αποτελείται από 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς για το ισόγειο είναι: $25 * 4 * 20 = 2.000 \text{ Watt}$ ή **2,00 Kw**. Αντίστοιχα, στο πρώτο επίπεδο το υπό μελέτη κτίριο αποτελείται από **31 φωτιστικά σώματα**. Το κάθε φωτιστικό σώμα αποτελείται από 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς για τον πρώτο όροφο είναι: $31 * 4 * 20 = 2.500 \text{ Watt}$ ή **2,50 Kw**. Στο δεύτερο όροφο υπάρχουν **46 φωτιστικά σώματα** με 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς στο δεύτερο όροφο είναι: $46 * 4 * 20 = 3.680 \text{ Watt}$ ή **3,68 Kw**. Τέλος, στον τρίτο και τελευταίο όροφο υπάρχουν **28 φωτιστικά σώματα** με 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Έτσι, η εγκατεστημένη ισχύς στον τρίτο όροφο είναι: $28 * 4 * 20 = 2.250 \text{ Kw}$ ή **2,25 KW**.

γ) Συστήματα εξαερισμού - Καμινάδες

Το υπό μελέτη κτίριο δεν διαθέτει θυρίδες εξαερισμού ή κάποιο ολοκληρωμένο σύστημα εξαερισμού αφού κατά την κατασκευή του έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα ώστε να γίνεται φυσικός αερισμός, δροσισμός και εξαερισμός και να μην χρειάζεται επιπλέον σύστημα εξαερισμού. Ακόμα, το παρόν κτίριο δεν διαθέτει ούτε καμινάδες αφού δεν διαθέτει λεβητοστάσιο ώστε να κάνει χρήση κάποιου λέβητα πετρελαίου ή φυσικού αερίου, ούτε υπάρχει κάποιο είδος τζακιού στο κτίριο.

δ) Ανεμιστήρες Οροφής

Στο κτίριο που εξετάζουμε δεν διαθέτει ανεμιστήρες οροφής αφού επιτυγχάνεται φυσικός δροσισμός και συμπληρωματικά λειτουργεί η αντλία θερμότητας που προανέφερα.

ε) Παθητικά Ηλιακά Συστήματα – Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Στο υπό μελέτη κτίριο δεν υπάρχει οποιοδήποτε Ηλιακό Σύστημα εγκατεστημένο. Επίσης, δεν έχει γίνει εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου για εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας με σκοπό την κάλυψη ορισμένων ή όλων των αναγκών του κτιρίου σε ηλεκτρικό ρεύμα.

στ) Αντλίες Κυκλοφορίας

Το υπό διερεύνηση κτίριο διαθέτει **3 κυκλοφορητές WILO** για την ανακυκλοφορία ρευστού το οποίο παράγει θέρμανση – ψύξη – ζεστό νερό χρήσεως. Το μοντέλο κάθε κυκλοφορητή φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

WILO	IPN 40/180 – 4/2
WILO	IPN 50/224 – 1,5/4
WILO	IPN 65/224 – 3/4
WILO	IPN 80/224 – 4/4

ζ) Ανελκυστήρες

Το υπό διερεύνηση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ διαθέτει 2 όμοιους ανελκυστήρες αφού αποτελείται από τέσσερα επίπεδα (ισόγειο, πρώτος, δεύτερος & τρίτος όροφος) και υπάρχουν μικρά κλιμακοστάσια που συνδέουν αυτά τα δύο επίπεδα. Οι ανελκυστήρες είναι υδραυλικοί και το μοτέρ έχει ισχύ **8 Hp** ή **11 Kw**. έκαστο.

4.1.6 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ "Δ" ΣΕ ΠΙΝΑΚΑ

Όπως προανέφερα και στην εισαγωγική παράγραφο αυτής της ενότητας θα σας παρουσιάσω έναν συγκεντρωτικό πίνακα με ότι περιέχει το υπό εξέταση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ.

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΑΘΗΝΑ (ΝΟΜΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ)
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΖΩΝΗ Β
ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ – ΓΡΑΦΕΙΑ
ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΠΕΔΩΝ	ΤΕΣΣΕΡΑ (ΙΣΟΓΕΙΟ, ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ, ΔΕΥΤΕΡΟΣ & ΤΡΙΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ)
ΠΛΗΘΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ	ΕΝΝΙΑ (ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΣΤΟΝ ΠΡΩΤΟ ΟΡΟΦΟ, ΜΙΑ ΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΟΡΟΦΟ ΚΑΙ ΚΑΜΙΑ ΣΤΟΝ ΤΡΙΤΟ ΟΡΟΦΟ))
ΠΛΗΘΟΣ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ	ΤΕΣΣΕΡΙΣ (ΕΝΑΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΑΣ ΣΤΟΝ ΠΡΩΤΟ ΟΡΟΦΟ, ΕΝΑΣ ΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΚΑΙ ΤΕΛΟΣ, ΕΝΑΣ ΣΤΟΝ ΤΡΙΤΟ ΟΡΟΦΟ)
ΕΙΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ & ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β
ΕΙΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΒΑΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ (ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ 260 KJ/m²K)
ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ (ΓΙΑ ΟΛΑ)
ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΟΧΙ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΟΧΙ
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΟΧΙ
ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ	ΝΑΙ (2 υδραυλικοί με ισχύ 11 Kw έκαστος)

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ - ΚΑΜΙΝΑΔΕΣ	OXI
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΟΡΟΦΗΣ	OXI
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	NAI
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	NAI
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	NAI
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	NAI
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	OXI
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	2 ΑΕΡΟΨΥΚΤΕΣ ΑΝΤΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 157Kw INTERKLIMA 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΨΥΞΗ	2 ΑΕΡΟΨΥΚΤΕΣ ΑΝΤΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 147 Kw INTERKLIMA 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ	2 ΑΕΡΟΨΥΚΤΕΣ ΑΝΤΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ INTERKLIMA 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ	4 WILO
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 2,00 Kw στο ισόγειο ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 2,50 Kw στον πρώτο ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 3,68 Kw στον δεύτερο ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 2,25 Kw στον τρίτο
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	NAI
ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	80.00%
ΤΡΟΠΟΣ ΕΝΑΥΣΗΣ – ΣΒΕΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ
ΕΙΔΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ	ΜΟΝΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ
ΠΛΑΙΣΙΟ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
ΥΠΑΡΞΗ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ	NAI

4.1.7 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Η συγκεκριμένη διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου βασίστηκε σε στοιχεία τα οποία έδιναν την γενική εικόνα του κτιρίου. Τα στοιχεία αυτά τα σύλλεξα από το γραφείο μελετών της Πρυτανείας του ΕΜΠ όπου και αρχειοθετούνται τα σχέδια του υπό μελέτη κτιρίου. Για να είναι δυνατή η σωστή εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης έγιναν κάποιες παραδοχές. Οι βασικές παραδοχές είναι οι εξής:

- Το κτίριο που θα μελετηθεί αποτελείται από τέσσερα επίπεδα, ένα ισόγειο και τρεις ορόφους. Το κτίριο διαθέτει τέσσερις θερμικές ζώνες στο ισόγειο, τέσσερις θερμικές ζώνες στον πρώτο όροφο, μία θερμική ζώνη στο δεύτερο όροφο και καμία στον τρίτο όροφο.
- Το ισόγειο έχει ύψος 3.60 m ενώ οι όροφοι έχουν ύψος 3 m. (μετρημένο από πλάκα σε πλάκα).
- Οι δύο από τις τέσσερις πλευρές του κτιρίου δεν εφάπτονται με άλλο κτίριο.
- Λόγω του ότι το κτίριο δεν είναι νεόδμητο θεωρούμε όλοι οι συντελεστές θερμοπερατότητας δεν ανταποκρίνονται στα όρια που θέτει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. παρά μόνο στον Κ.Θ.Κ..
- Το κτίριο είναι τοποθετημένο ανάμεσα στον προαύλιο χώρο της Πολυτεχνειούπολης και χαρακτηρίζεται ως ενδιάμεσο. Δεν υπάρχουν τριγύρω φυσικά εμπόδια ή φυσικά τοπία

τα οποία να συνεισφέρουν στην σκίαση του κτιρίου.

- Όλα τα παράθυρα είναι ίδιας κατασκευής με ίδια U. Επίσης όλα τα παράθυρα είναι ανοιγόμενα με φεγγίτη σταθερό ενώ υπάρχουν μερικά που είναι μη ανοιγόμενα κυρίως στους μη θερμαινόμενους χώρους.
- Η κεντρική πόρτα είναι από γυαλί και αλουμίνιο .
- Το δάπεδο είναι σε επαφή με το χώμα.
- Η κατηγορία διατάξεων ελέγχου των αυτοματισμών ορίστηκε ως "B" για λόγους άνεσης και εξοικονόμησης ενέργειας.
- Το κτίριο δε διαθέτει καμία θυρίδα εξαερισμού καθώς η ανανέωση του αέρα γίνεται μέσω των παραθύρων, ενώ δε διαθέτει επίσης ούτε ανεμιστήρες οροφής ούτε καμινάδες.
- Οι θερμικές απώλειες αλλά και τα ψυκτικά φορτία του κτιρίου έχουν υπολογιστεί βάση των δομικών στοιχείων και των συντελεστών θερμοπερατότητας που έχουν χρησιμοποιηθεί στην διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
- Για τον υπολογισμό στην ενεργειακή μελέτη έχουν χρησιμοποιηθεί οι πίνακες του κεφαλαίου 4 της TOTEE 20701-1/2010 (Προδιαγραφές Εγκαταστάσεων).
- Τέλος για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης και τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα του T.E.E. – K.EN.A.K., το Corel και το σχεδιαστικό πρόγραμμα Autocad 2002.

4.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

4.2.1 ΩΡΑΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στον ακόλουθο πίνακα διακρίνεται η χρήση του κτιρίου και οι βασικές ώρες λειτουργίας του ανάλογα με την καθορισμένη χρήση. Πιο συγκεκριμένα, το υπό μελέτη κτίριο αποτελεί εκπαιδευτικό ίδρυμα και για προσδιορισμό της χρήσης των θερμικών ζωνών του αναφέρεται ότι θα είναι αίθουσες διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Οι ώρες λειτουργίας του κτιρίου είναι 13 ώρες/ημέρα. Οι ημέρες λειτουργίας του κτιρίου είναι 5 ημέρες/εβδομάδα. Η περίοδος λειτουργίας είναι 10 μήνες/έτος.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο	8	5	8 (Οκτ.-Μαΐ.)
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευσης	8	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)
	Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	13	5	10
	Φροντιστήριο, ωδείο	7	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)

Για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτηρίου, λαμβάνονται συγκεκριμένες περίοδοι για την θέρμανση και ψύξη ανάλογα την κλιματική ζώνη:

- Για την Ζώνη Α και Β η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1^η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου.
- Για την Ζώνη Γ και Δ η περίοδος θέρμανσης είναι από την 15 Οκτωβρίου μέχρι και τις 30 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από την 1^η Ιουνίου μέχρι και τις 31 Αυγούστου.

4.2.2 ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Για το βέλτιστο έλεγχο των εσωτερικών συνθηκών στα κτήρια, εγκαθίστανται συστήματα κλιματισμού, στα οποία εκτός της θερμοκρασίας του αέρα, ελέγχεται και ρυθμίζεται και η σχετική του υγρασία. Εξαιρέση αποτελούν τα τοπικά και ημικεντρικά συστήματα κλιματισμού (αντλίες θερμότητας άμεσης εξατμίσης, διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου, τοπικές και ημικεντρικές), που συνήθως χρησιμοποιούνται σε κατοικίες και σε μικρής σχετικά κλίμακας εφαρμογές. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο έλεγχος των τιμών της σχετικής υγρασίας είναι δυνατός μόνο σε λειτουργία ψύξης.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45

4.2.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΝΩΠΟΣ ΑΕΡΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Για την εξασφάλιση συνθηκών υγιεινής στο εσωτερικό κάθε κτηρίου και κάθε ανεξάρτητου τμήματος κτηρίου απαιτείται η ανανέωση του αέρα, δηλαδή η αντικατάσταση μέρους του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος. Οι απαιτήσεις νωπού αέρα καθορίζονται ανάλογα με:

- τη χρήση του κτηρίου,
- τον πληθυσμό των χρηστών και
- την παραγωγή ρύπων λόγω χρήσης του κτηρίου, που σε γενική προσέγγιση είναι αντίστοιχη της χρήσης του κτηρίου.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι υπολογισμού της απαραίτητης ποσότητας νωπού αέρα σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 15251:2007. Για τις ανάγκες υπολογισμού του αερισμού σε μελέτες εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, ο πιο εύχρηστος τρόπος υπολογισμού της ανανέωσης αέρα είναι βάσει των ελάχιστων ποσοτήτων που απαιτούνται σύμφωνα με τα εξής δύο κριτήρια:

- την εξασφάλιση των συνθηκών υγιεινής για τους χρήστες και
- την ελάχιστη ανανέωση βάσει του όγκου και της χρήσης του κτηρίου.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	50	22	11,00

4.2.4 ΣΤΑΘΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την εκτέλεση εργασιών, χωρίς φαινόμενα που δημιουργούν οπτική δυσφορία ή/και κόπωση.

Σε όλους τους κυρίως χώρους υπάρχουν ανοίγματα τα οποία προσφέρουν επαρκή φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος θα υπάρχουν μεγάλα ανοίγματα. Το ποσοστό του φυσικού φωτισμού σύμφωνα με τις διατάξεις της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 καλύπτει το 80%.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m ²]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	9,1	0,8

4.2.5 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Η ζήτηση ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) σε ένα κτήριο ή σε ένα ανεξάρτητο (λειτουργικά) τμήμα του εξαρτάται από τη χρήση του κτηρίου (ή του τμήματος) αλλά και σε σημαντικό βαθμό από τον ανθρώπινο παράγοντα. Έτσι, κάθε κτήριο, ανάλογα με τη γενική του χρήση αλλά και τις συνήθειες των χρηστών του, παρουσιάζει διαφορετική κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	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]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	7	3,50	0,76

4.2.6 ΧΡΗΣΤΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ Ή ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Κάθε άτομο ανάλογα τη δραστηριότητα του, εκλύει θερμότητα υπό τη μορφή αισθητού και λανθάνοντος φορτίου. Το αισθητό φορτίο οφείλεται στην ακτινοβολία του σώματός του και τη μεταφορά θερμότητας από το σώμα του στον αέρα. Η αναλογία ακτινοβολίας / μεταφοράς είναι περίπου 50-50% και φυσικά εξαρτάται από την ένδυση και τη δραστηριότητα του ατόμου. Ωστόσο, για τους απλούς υπολογισμούς στο πλαίσιο της εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, η αναλογία αυτή δεν επηρεάζει ουσιαστικά και συνήθως δεν υπεισέρχεται στους υπολογισμούς. Το λανθάνον φορτίο οφείλεται στην αναπνοή και στην εφίδρωση κάθε ανθρώπου και είναι τόσο μεγαλύτερο, όσο αυξάνεται η δραστηριότητα του ατόμου.

Ο συνυπολογισμός της έκλυσης θερμότητας στα φορτία του κτηρίου θα πρέπει να γίνεται βάσει συντελεστή ετεροχρονισμού (μέσου συντελεστή παρουσίας χρηστών), μέσω του οποίου αντιστοιχίζεται η πραγματική –κατά μέσο όρο– παρουσία των ατόμων στους χώρους, κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ημέρας. Ακόμη καλύτερα, σε αναλυτικότερους υπολογισμούς μπορούν να χρησιμοποιούνται «προφίλ» ετεροχρονισμού ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και την ώρα της ημέρας.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημ. επιφάνειας [W/m ²]	Μέσος συντελεστής παρουσίας
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	80	40	0,32

4.2.7 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ Ή ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Η εκλυόμενη θερμική ισχύς από ηλεκτρικό –κατά το πλείστον– εξοπλισμό (ηλεκτρικές συσκευές) αλλά και δευτερευόντως από άλλες συσκευές, είναι η τρίτη βασική κατηγορία εσωτερικών κερδών στα κτήρια. Αυτή η ισχύς εκλύεται με ακτινοβολία και μεταφορά όπως συμβαίνει και με τις άλλες κατηγορίες εσωτερικών κερδών, σε αναλογία που εξαρτάται από το είδος της συσκευής. Η αναλογία των τμημάτων ακτινοβολίας - μεταφοράς δεν επηρεάζει ιδιαίτερα και δεν υπεισέρχεται σε απλουστευμένους υπολογισμούς. Στη συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών αυτά τα κέρδη εισέρχονται στο χώρο υπό τη μορφή αισθητής θερμότητας.

Λόγω της αύξησης των εφαρμογών ηλεκτρικών συσκευών και ειδικότερα της πληροφορικής και των επικοινωνιών, τα εσωτερικά κέρδη από συσκευές είναι ιδιαίτερα σημαντικά, κυρίως σε χρήσεις κτηρίων εμπορικών και διοικητικών δραστηριοτήτων (γραφεία, υπηρεσίες κ.ά.).

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m ²]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m ²]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	5	0,15	0,75	0,32

4.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

4.3.1 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακατασκευασμένου κτηρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 3.1α:

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

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 3.1 β:

F/V (m ⁻¹)	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U _m) σε [W/m ² .K]			
	Ζώνη A	Ζώνη B	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

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

- Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του Κ.Θ.Κ..
- Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου U_m και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα επιτρεπόμενα όρια.

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων, όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

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

όπου:

d_j : το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j ,

λ_j : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j ,

R_i και R_a : οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου και

R_s : η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w δίνεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

όπου:

U_f : ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

U_g : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

A_f : το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

A_g : το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

L_g : το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και

Ψ_g : ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:

$$U \leq U_{\delta,\sigma,\max}$$

όπου:

U : ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου και

$U_{\delta,\sigma,\max}$: η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο.

4.3.2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα, απαιτείται και το κτίριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμικής διαπερατότητας του κτηρίου δίνεται από τη σχέση:

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

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

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

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

Όπου $U_{m,max}$ είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου.

4.3.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το κτήριο θα λειτουργήσει ως αίθουσες διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ., για τη Β κλιματική ζώνη τα κουφώματα που έχουν τοποθετηθεί οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Για όλα τα κουφώματα του κτιρίου επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f=6.000 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, όπως προκύπτει από τις τομές και τις όψεις του κτιρίου και μέσου πλάτους πλαισίου 84 mm. Θα φέρουν υαλοπίνακα (εσωτερική παρειά εξωτερικού υαλοπίνακα) και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που χρησιμοποιείται είναι $U_g=6.00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ όπως προκύπτει από τα σχέδια. Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

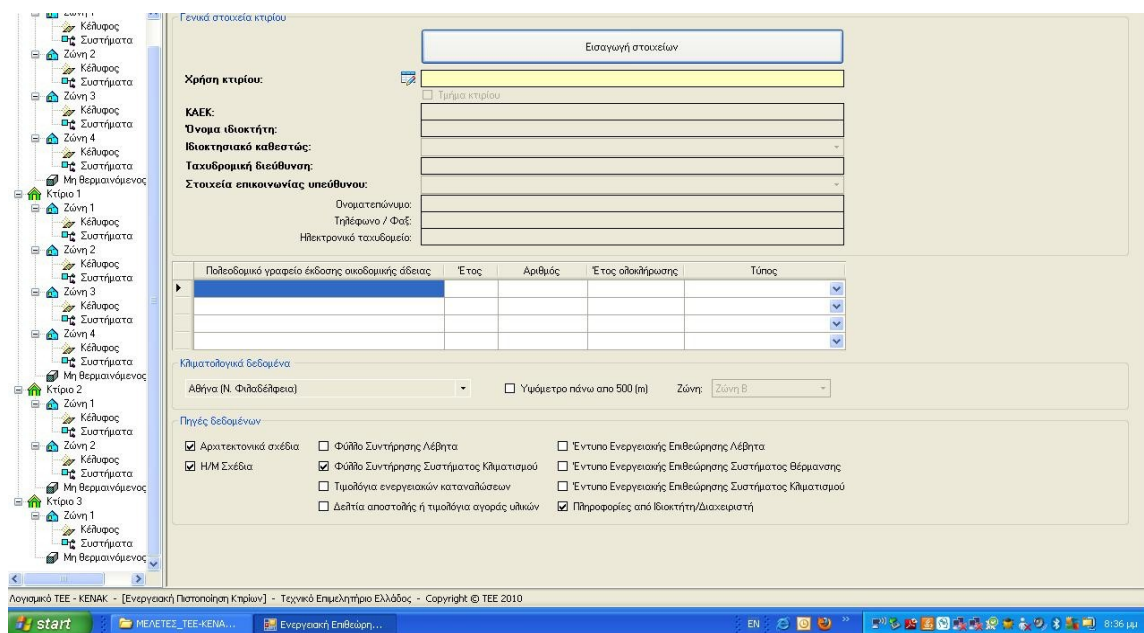
Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F_f	Υαλοπίνακας μονός	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμφιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο Αέρα 12 mm
			[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0

4.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

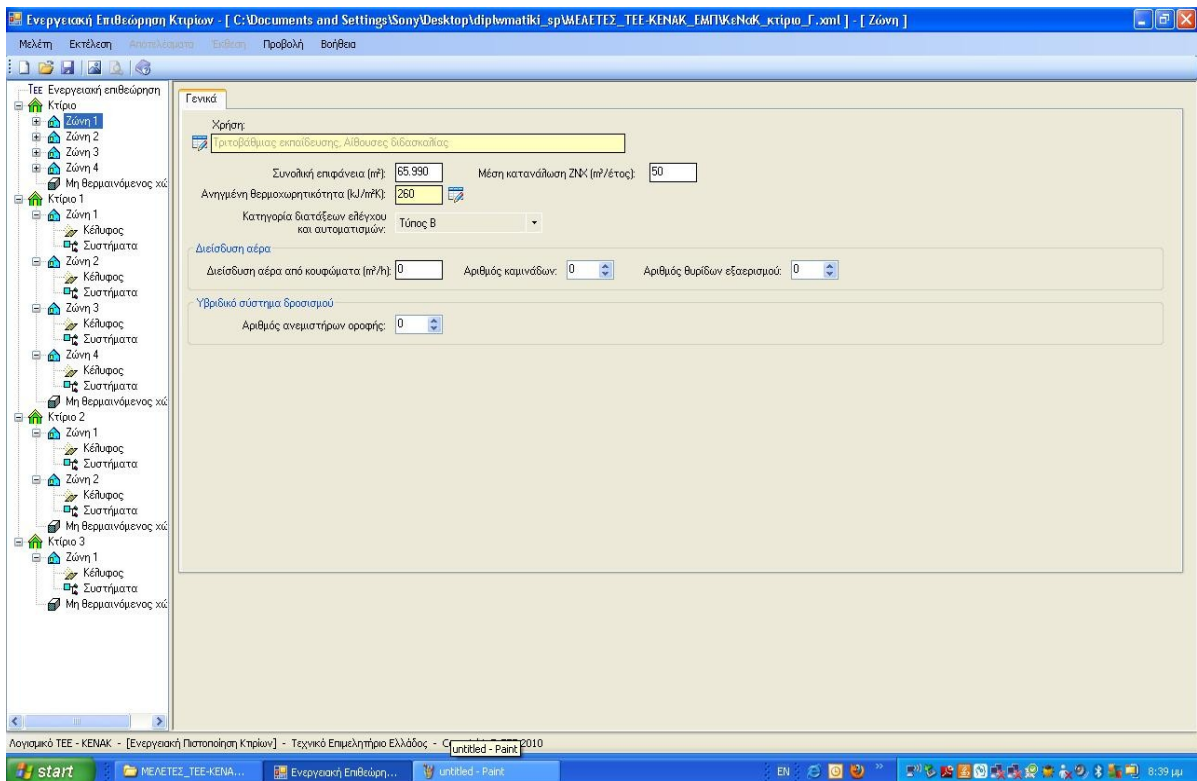
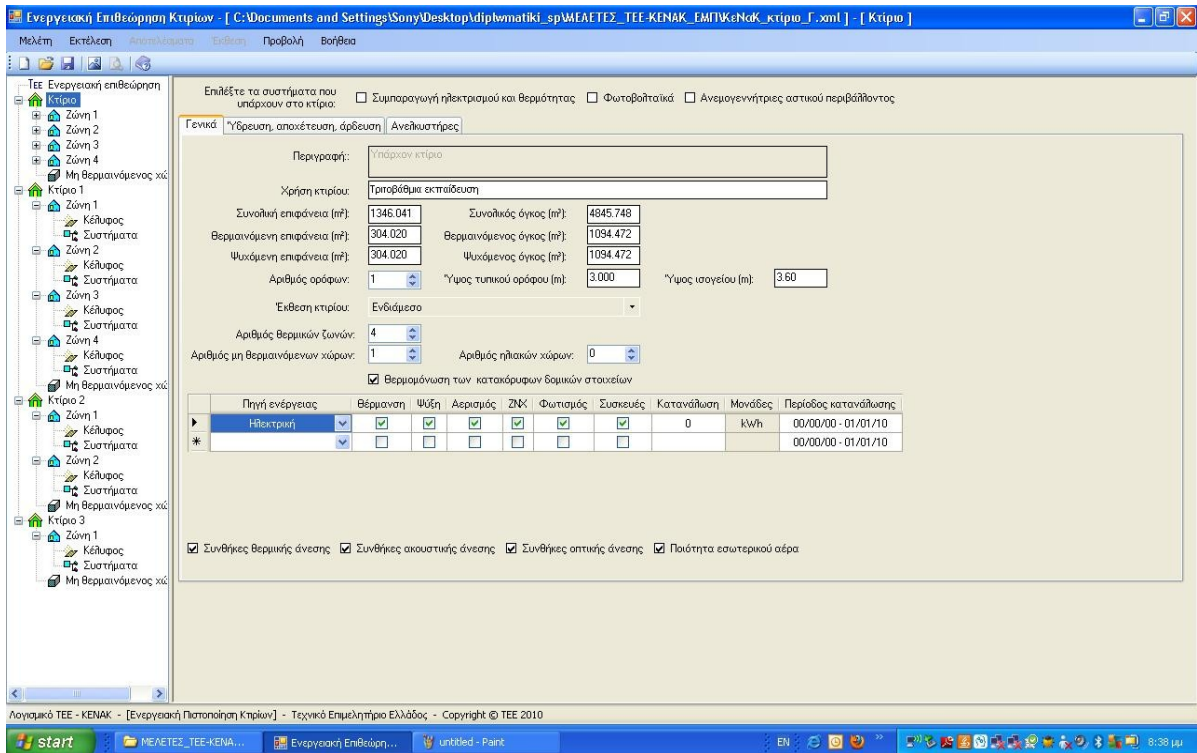
4.4.1 ΧΡΗΣΗ ΤΕΕ – ΚΕΝΑΚ ΓΙΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να σας παρουσιάσω την βηματική διαδικασία που ακολουθήθηκε μέσω του προγράμματος T.E.E. – Κ.ΕΝ.Α.Κ. για την συμπλήρωση των απαιτούμενων στοιχείων ώστε να βγει ολοκληρωμένη η μελέτη μου και να καταλήξει, αφού την τρέξει το πρόγραμμα, να λάβει τα τελικά αποτελέσματα και να σχολιαστεί έπειτα η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Σας παραθέτω λοιπόν τα print screen από την διερεύνηση της ενεργειακής αποδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και το πως κατέληξα στην ενεργειακή κατηγορία που ανήκει το κτίριο.

Αρχικά, παρουσιάζεται ο διαχωρισμός των θερμικών ζωνών του κτιρίου από τους μη θερμαινόμενους χώρους καθώς και γενικά στοιχεία για το κτίριο. Στο βήμα αυτό ορίζονται γενικές πληροφορίες για το κτίριο που μας ζητάει το πρόγραμμα ώστε να δημιουργηθεί το πλάνο του κτιρίου. Διαχωρίζονται οι θερμικές ζώνες κάθε επιπέδου του κτιρίου, ορίζονται οι μη θερμαινόμενοι χώροι, τα εμβαδά και ο όγκος που θερμαίνεται και ψύχεται σε κάθε θερμική ζώνη. Επίσης, στο σημείο αυτό εισάγονται γενικές πληροφορίες όπως ποια στοιχεία συλλέξαμε για την διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου π.χ. σχέδια πολεοδομίας, άδεια κατασκευής, συμβόλαια, φύλλα συντήρησης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και πληροφορίες από τον υπεύθυνο του κτιρίου.



Έπειτα ακολουθεί μια συνοπτική εικόνα του προσδιορισμού της χρήσης κάθε θερμικής ζώνης κάθε επιπέδου του κτιρίου και φυσικά ακριβής τοποθέτηση του εμβαδού της ζώνης, του ύψους της και του όγκου της. Στο βήμα αυτό εκτός από όλα τα απαραίτητα που θα εισαχθούν στο πρόγραμμα θα γίνει αναφορά πως η θερμική ζώνη έχει συνθήκες οπτικής, θερμικής και ακουστικής άνεσης. Επίσης, θα υπολογιστεί η διείσδυση αέρα από κουφώματα και χαραμάδες. Ο υπολογισμός της διείσδυσης αέρα γίνεται και για τους μη θερμαινόμενους χώρους και για τις θερμικές ζώνες. Επιλέγεται η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα του κτιρίου για βαριά κατασκευή. Παράλληλα, αναφέρεται πως η έκθεση του κτιρίου είναι ενδιάμεση και πως δεν υπάρχουν ηλιακοί χώροι στο κτίριο. Τέλος, επιλέγεται η πηγή ενέργειας που είναι η ηλεκτρική για θέρμανση, ψύξη, παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, φωτισμό, αερισμό και συσκευές.



Στο σημείο αυτό, έχοντας ολοκληρώσει την συμπλήρωση των ανωτέρω βασικών για το πρόγραμμα στοιχείων, ήρθε η στιγμή να συμπληρωθεί ότι απαιτείται για το κελύφος της θερμικής ζώνης, δηλαδή, από ποιους τοίχους, ποια παράθυρα και ποιες πόρτες αποτελείται, τι προσανατολισμό έχουν οι πόρτες, τα παράθυρα και οι τοίχοι, τα εμβαδά τους, τον συντελεστή θερμοπερατότητας, την απορροφητικότητα και την ανακλαστικότητα και τέλος, τις σκιάσεις που προκύπτουν από πλευρικές προεξοχές, προβόλους και φυσικά τοπία ή εμπόδια. Ακόμα, ορίζεται ο αριθμός των εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών και η ύπαρξη ή όχι παθητικών ηλιακών συστημάτων. Η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα και απαιτητική μιας και δεν επιτρέπει περιθώρια λάθους. Αυτή η διαδικασία προσδιορισμού των στοιχείων του κελύφους της θερμικής ζώνης και του μη θερμαινόμενου χώρου επαναλαμβάνεται για κάθε θερμική ζώνη και για κάθε μη θερμαινόμενο χώρο του κάθε επιπέδου του υπό μελέτη κτιρίου και χωρίζεται σε προσδιορισμό των διαφανών επιφανειών, των αδιαφανών επιφανειών και των επιφανειών που έρχονται σε επαφή με το έδαφος.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία που υπάρχουν στην ζώνη: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

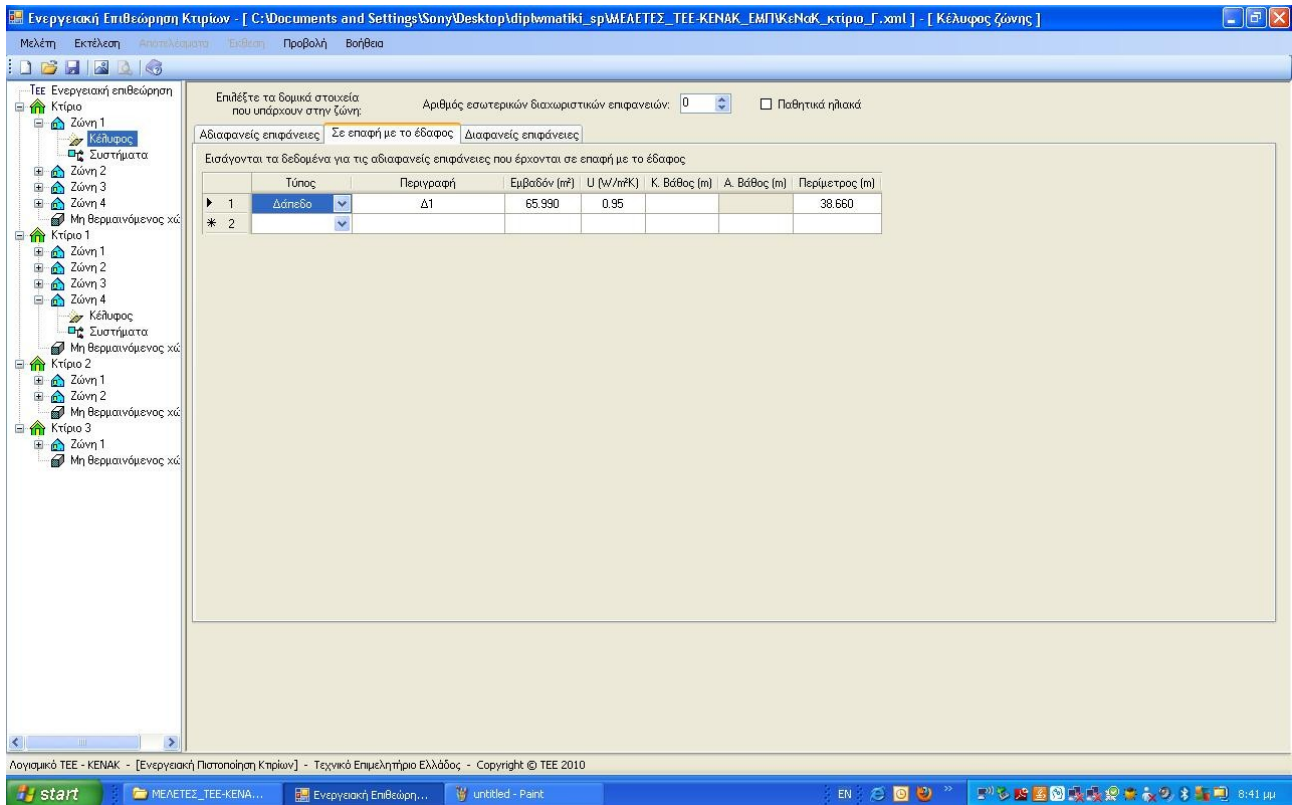
Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

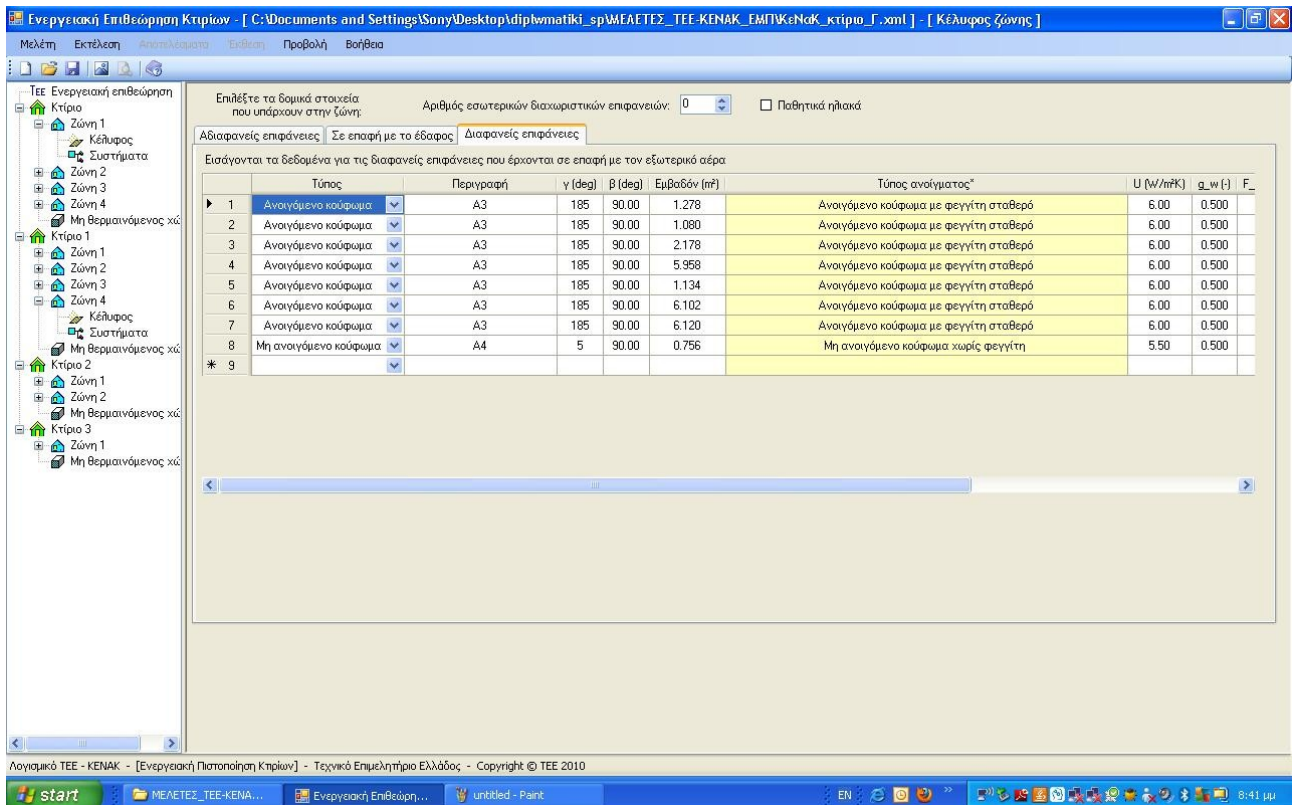
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	α^+ (-)	ϵ^+ (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	Τοίχος	T2	95	90,00	15,084	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Πόρτα	A2	185	90,00	2,208	5,50	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Τοίχος	T2	275	90,00	15,084	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Τοίχος	T2	5	90,00	7,992	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Πόρτα	A5	5	90,00	3,216	5,30	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Πόρτα	A5	5	90,00	3,072	5,30	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Τοίχος	T2	5	90,00	8,028	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Τοίχος	T2	5	90,00	8,028	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Πόρτα	A5	5	90,00	2,904	5,30	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Πόρτα	A5	5	90,00	2,904	5,30	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Τοίχος	T2	5	90,00	2,556	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Πόρτα	A5	5	90,00	2,904	5,30	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Τοίχος	T2	5	90,00	2,196	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
* 14														

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

Αφού ολοκληρώθηκε και αυτό το στάδιο με επιτυχία, τώρα το πρόγραμμα μας καλεί να του αποδώσουμε πληροφορίες που αφορούν τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του υπό εξέταση κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα, στο βήμα αυτό ορίζεται με ποιό τρόπο επιτυγχάνεται η θέρμανση, η ψύξη, η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στην θερμική ζώνη, τι συστήματα υπάρχουν για τον φωτισμό (μόνο στις κατοικίες δεν εισάγουμε στοιχεία για τον φωτισμό) της θερμικής ζώνης. Αφού συμπληρωθούν όλα τα δεδομένα που προκύπτουν από τα σχέδια του κτιρίου ορίζεται η περίοδος χρήσης των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων κατά την διάρκεια του έτους και το είδος των τερματικών μονάδων και τις απώλειες που έχουν. Ακόμα, μπορούμε αν έχουμε επαρκείς πληροφορίες για το κτίριο να συμπληρώσουμε ότι γνωρίζουμε για το σύστημα ύδρευσης, άρδευσης, αποχέτευσης, πυρόσβεσης και την ύπαρξη ή όχι ανελκυστήρων.

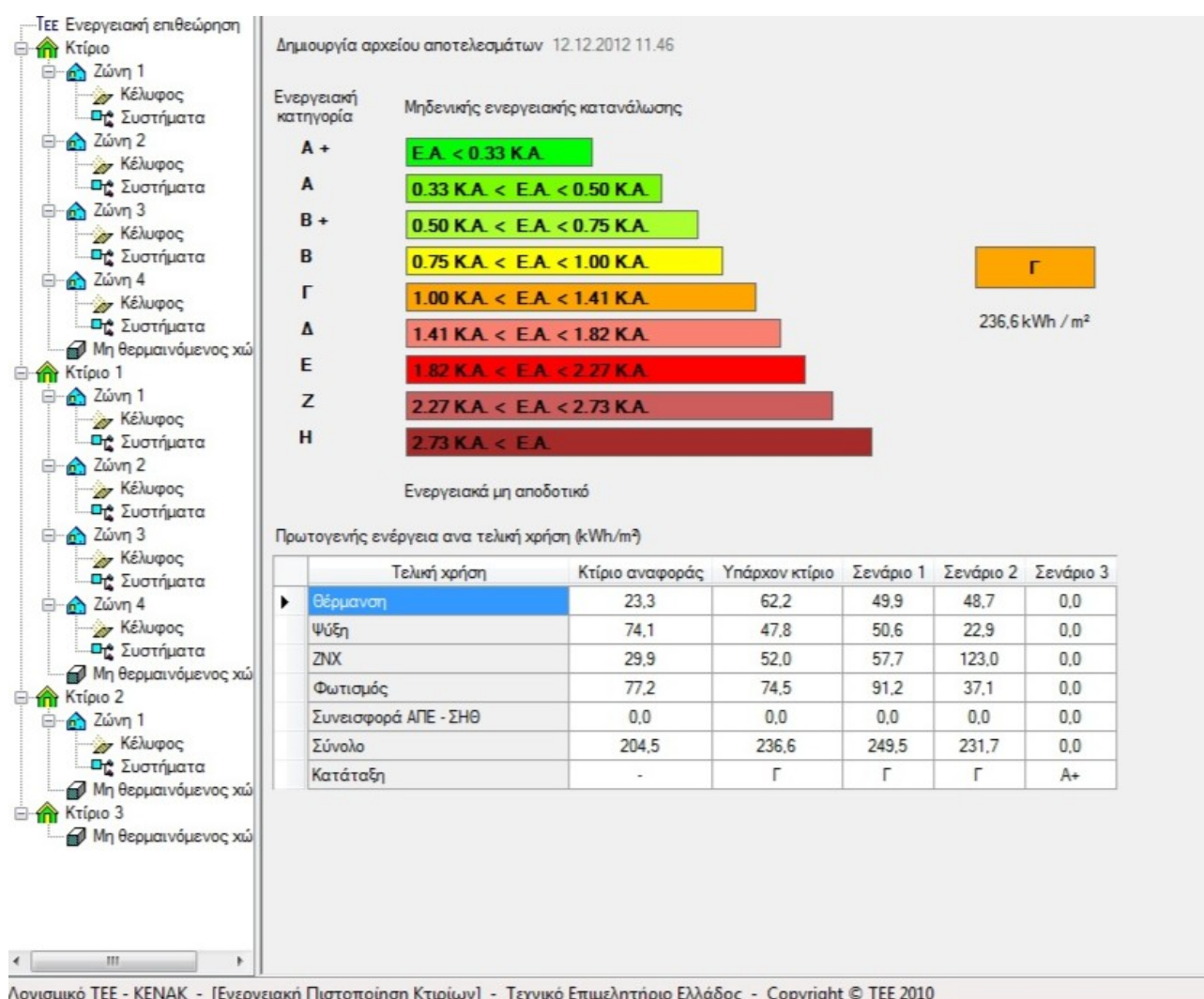


Τελειώνοντας και αυτή την δύσκολη διαδικασία, μας απομένει ο πλήρης προσδιορισμός του μη θερμαινόμενου χώρου. Στο σημείο αυτό ορίζονται οι διαφανείς επιφάνειες, οι αδιαφανείς επιφάνειες, οι επιφάνειες που είναι σε επαφή με το έδαφος και η διεύθυνση του αέρα.



4.4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της διερεύνησης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου "Δ" της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ προήλθαν έπειτα από την εκτέλεση του προγράμματος **T.E.E. - K.EN.A.K.** και αφού συμπληρώθηκαν όλες οι απαραίτητες παράμετροι όπου το πρόγραμμα απαιτούσε για την ολοκλήρωση της μελέτης. Για μήνες έγινε παράλληλη χρήση των προγραμμάτων **T.E.E. - K.EN.A.K. & Autocad** για να ελαχιστοποιηθεί η όποια πιθανότητα λάθους στους υπολογισμούς, ενώ πολύ χρήσιμες φάνηκαν οι **T.O.T.E.E.** που ελήφθησαν από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος διότι σε αρκετά στοιχεία δεν είχα κάποια σαφή εικόνα από τα αρχιτεκτονικά και τα ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια που ελήφθησαν για το υπό εξέταση κτίριο και έτσι οι παραδοχές που έγιναν βασίστηκαν σε δεδομένα από τους πίνακες των τεσσάρων **T.O.T.E.E.** Ολοκληρώνοντας λοιπόν την συμπλήρωση κάθε δεδομένου στο πρόγραμμα και πατώντας το πλήκτρο "**ΕΚΤΕΛΕΣΗ**" το πρόγραμμα αυτόματα εκτελείται και έπειτα από μερικά δευτερόλεπτα μας ανοίγει το παράθυρο των αποτελεσμάτων που σας παραθέτω ως ακολούθως:



Όπως προκύπτει από το πρόγραμμα **T.E.E. - Κ.Ε.Ν.Α.Κ.**, το υπο μελέτη κτίριο ανήκει στην **ενεργειακή κατηγορία "Γ"**. Το υπό εξέταση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ χαρακτηρίζεται ως **ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ**. Το έτος κατασκευής, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, η τεχνογνωσία της τότε εποχής είναι βασικά στοιχεία που συνετέλεσαν σε αυτήν την πλέον χαμηλή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Με εφαρμογή πιο σύγχρονης τεχνολογίας και των κατάλληλων ενεργειακών επεμβάσεων που θα προταθούν παρακάτω θα μπορούσε το κτίριο να ανέβει σε μια καλύτερη ενεργειακή βαθμίδα και να μετατραπεί σε ένα ενεργειακά αποδοτικότερο κτίριο από ότι είναι σήμερα.

4.4.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του υπό μελέτη κτιρίου, φαίνεται να ανήκει στην **ενεργειακή κατηγορία "Γ"**, άρα δεν ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις του **Κ.Ε.Ν.Α.Κ.** για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση ή μικρότερη με την αντίστοιχη του κτιρίου αναφοράς.

Σύμφωνα με τη μελέτη σκοπιμότητας εξετάστηκαν οι εξής εναλλακτικές λύσεις για την κάλυψη των θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου καθώς επίσης και η αντικατάσταση των κουφωμάτων ώστε να μειωθεί η ετήσια κατανάλωση.

Σενάριο 1: Η περίπτωση αντικατάστασης της ήδη υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** που έχει **COP = 2.95**, με μια πιο σύγχρονη και **COP > 3.50**, όπου θα γινόταν παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως όπως συμβαίνει και με την ήδη υπάρχουσα αντλία θερμότητας. Οικονομικά όμως κρίνεται μη βιώσιμη μια τέτοια εφαρμογή αφού η αγορά της υπάρχουσας αντλίας θερμότητας έγινε εντός της δεκαετίας, είναι σε πολύ καλή κατάσταση και η συντήρηση της γίνεται τακτικά και επομένως, δεν θα συνέφερε η αγορά μιας νέας που θα αποσβέσει σχετικά αργά.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Γ

Σενάριο 2: Ακόμα, μελετάται η περίπτωση τοποθέτησης **Φ/Β συστήματος** στην οροφή του κτιρίου. Λόγω της ιδιαιτερότητας του κτιρίου θεωρήθηκε ότι θα εγκατασταθεί ένα σύστημα ισχύος **20 KWp**. Η συγκεκριμένη πρόταση κρίνεται βιώσιμη αφού χαμηλώνει πολύ το ετήσιο λειτουργικό κόστος με την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας σε μπαταρίες. Η αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάλυψη των απαιτήσεων σε ηλεκτρικό ρεύμα της αντλίας θερμότητας ή του φωτισμού. Βέβαια, στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί η αποθηκευμένη ενέργεια στην κάλυψη των αναγκών της υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** θα μειωθεί κατά πολύ η ετήσια κατανάλωση. Επομένως γίνεται γρήγορη απόσβεση και επιτυγχάνεται μεγάλη απόδοση.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Γ

Σενάριο 3: Επιπρόσθετα ανάμεσα στα σενάρια που παρατίθενται θεωρήθηκε σε ένα από αυτά ότι τοποθετούνται νέα **αλουμίνια με διπλούς υαλοπίνακες**. Η συγκεκριμένη κίνηση βοηθάει αρκετά και μειώνεται η ετήσια κατανάλωση. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η επιλογή ανοιγμάτων με καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας από τον ελάχιστο που θέτει ο κανονισμός βοηθάει αρκετά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Για την ακρίβεια σε περίπτωση που επιλέγαμε την λύση ανοιγμάτων με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{max} = 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και διατηρώντας την υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως το κτίριο θα ήταν ενεργειακά αποδοτικότερο.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Β

Σενάριο 4: Συμπληρωματικά εξετάστηκε ο συνδιασμός των σεναρίων 2 και 3, δηλαδή διατήρηση της υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως, τοποθέτηση **Φ/Β Συστήματος 20 Kwp** και τοποθέτηση νέων **αλουμινίων με διπλούς υαλοπίνακες**. Η συγκεκριμένη κίνηση βοηθάει αρκετά και μειώνεται η ετήσια κατανάλωση. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η επιλογή ανοιγμάτων με καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας από τον ελάχιστο που θέτει ο κανονισμός βοηθάει αρκετά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Για την ακρίβεια σε περίπτωση που επιλέγαμε την λύση ανοιγμάτων με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{max} = 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και διατηρώντας την υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως και εγκαθιστώντας **Φ/Β σύστημα 20 Kwp** για την κάλυψη των αναγκών της αντλίας θερμότητας το κτίριο θα ήταν ενεργειακά αποδοτικότερο.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B+

Σενάριο 5: Ένα διαφορετικό σενάριο που εξετάστηκε ήταν να εγκατασταθεί ένας **λέβητας συμπίκνωσης αερίου με βαθμό απόδοσης 0,98** και **καύσιμο φυσικό αέριο**, για την παραγωγή θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσεως ενώ θα λειτουργούσε η ήδη υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή ψύξης και δροσισμού. Στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου όπως διαπιστώνεται από την **Εταιρία Παροχής Αερίου (Ε.Π.Α. Αττικής)** υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης με το φυσικό αέριο. Ήδη υπάρχουν κτίρια εντός της Πολυτεχνειακής κοινότητας που κάνουν χρήση αυτού του καυσίμου. Στην δεδομένη στιγμή, που γίνεται η διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, δεν θα συνέφερε να γίνει μια τέτοια εγκατάσταση αφού απαιτείται λεβητοστάσιο ενώ τα σχέδια και οι άδειες του κτιρίου δεν προβλέπουν χώρο λεβητοστασίου. Παράλληλα, είναι ιδιαίτερα υψηλό το κόστος σύνδεσης με το δίκτυο του φυσικού αερίου αφού ο αγωγός δεν περνά ακριβώς μπροστά από το υπό μελέτη κτίριο και έτσι θα χρειαζόνταν πολλά χρήματα για να γίνει επέκταση και τελικά σύνδεση του κτιρίου με το φυσικό αέριο. Όλα αυτά μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η λύση αυτή κρίνεται μη βιώσιμη οικονομικά.

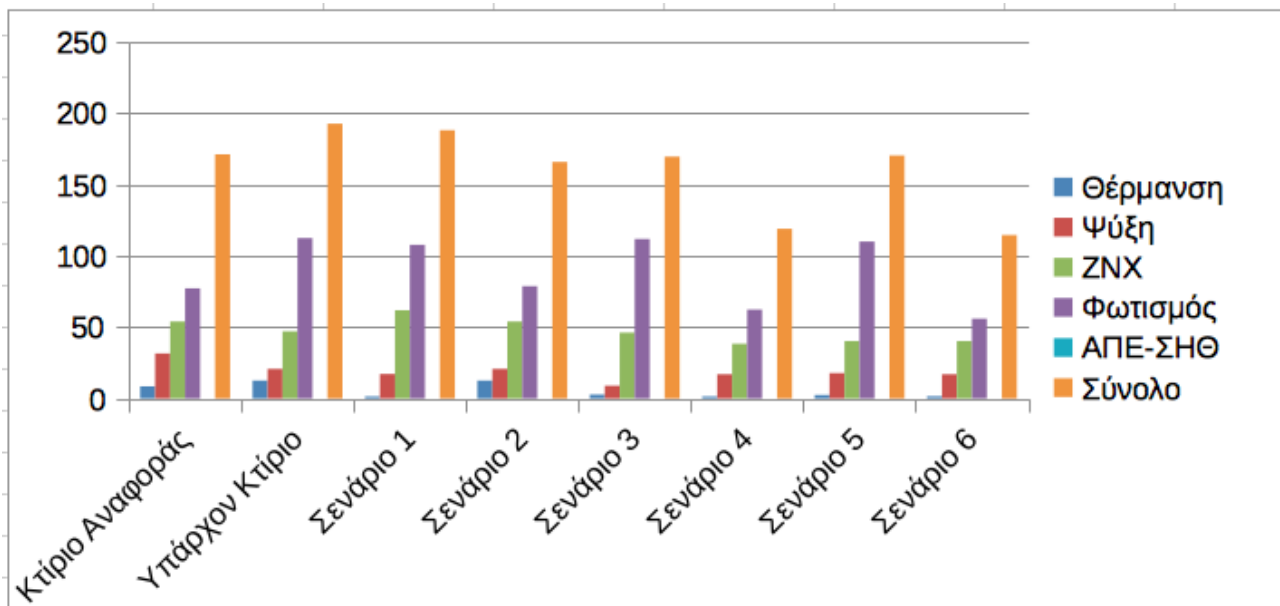
Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B

Σενάριο 6: Τέλος, το συνθετότερο σενάριο που εξετάστηκε ήταν να εγκατασταθεί ένας **λέβητας συμπίκνωσης αερίου με βαθμό απόδοσης 0,99** και **καύσιμο φυσικό αέριο**, για την παραγωγή θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσεως ενώ θα λειτουργούσε η ήδη υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή ψύξης και δροσισμού, παράλληλα, θα γινόταν αντικατάσταση των κουφωμάτων με καινούργια και **διπλούς υαλοπίνακες** και $U_{max} = 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και τέλος, εγκατάσταση **Φ/Β συστήματος 20 Kwp** για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό για τον φωτισμό του κτιρίου, τις διάφορες ηλεκτρικές συσκευές και τους υπολογιστές. Όλα αυτά μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η λύση αυτή κρίνεται μη βιώσιμη οικονομικά.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: A

Τελική Χρήση	Κτίριο Αναφοράς	Υπάρχον Κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6
Θέρμανση	23.3	62.2	49.9	48.7	18.9	1.4	2.4	1.5
Ψύξη	74.1	47.8	50.6	22.9	20.8	16.9	17.7	16.9
ZNX	29.9	52	57.7	123	61.8	38.3	40.2	40.2
Φωτισμός	77.2	74.5	91.2	37.1	88.1	62.3	110	55.9
ΑΠΕ - ΣΗΘ	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	204.5	236.6	249.5	231.7	189.6	118.9	170.3	114.5
Κατάταξη	-	Γ	Γ	Γ	B	B+	B	A

Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση



Διάγραμμα πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα πράγματι σε κάθε εξεταζόμενο σενάριο εκτός από το πρώτο, όπου μελετάται η αντικατάσταση της υπάρχουσας αντλίας θερμότητας με μια νέα και μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, υπάρχει μια άνοδος στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου, δηλαδή μια βελτίωση στην εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά δεν είναι κάθε λύση βιώσιμη. Το μόνο σενάριο που κρίνεται βιώσιμο είναι αυτό της εγκατάστασης Φ/Β συστήματος στην οροφή του κτιρίου. Μάλιστα αν θεωρηθεί ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα χρησιμοποιηθεί για ιδιοκατανάλωση τότε έτσι και αλλιώς τα χρήματα που θα δίνονταν στην Δ.Ε.Η. για την εξόφληση των λογαριασμών του ηλεκτρικού ρεύματος για μια δεκαετία, μπορούν να αποδίδονται για την εξόφληση μιας ολοκληρωμένης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης που από την πρώτη ημέρα λειτουργίας της θα ξεκινήσει την διαδικασία απόσβεσης των κεφαλαίων που χρησιμοποιήθηκαν. Με μια γενικότερη εικόνα των σεναρίων που εξετάστηκαν προκύπτει ότι το υπό μελέτη κτίριο θα μπορούσε να καταταγεί μέχρι και **ενεργειακή κατηγορία "Α"** αλλά το κόστος για να γίνει κάτι τέτοιο είναι απαγορευτικό δεδομένου ότι η απόσβεση των κεφαλαίων μπορεί να πάρει πολλές δεκαετίες.

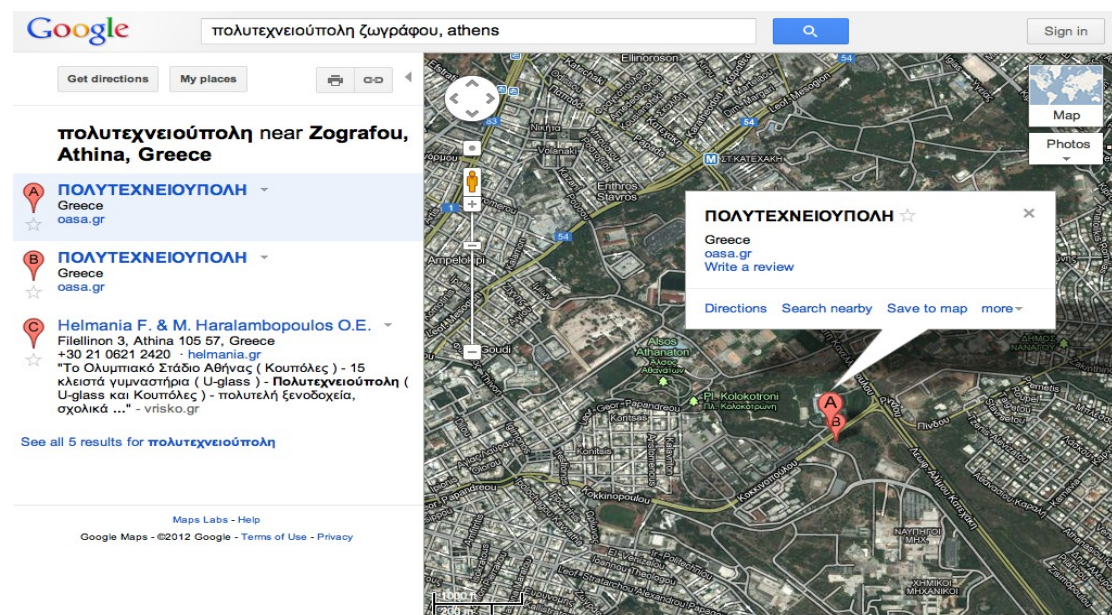
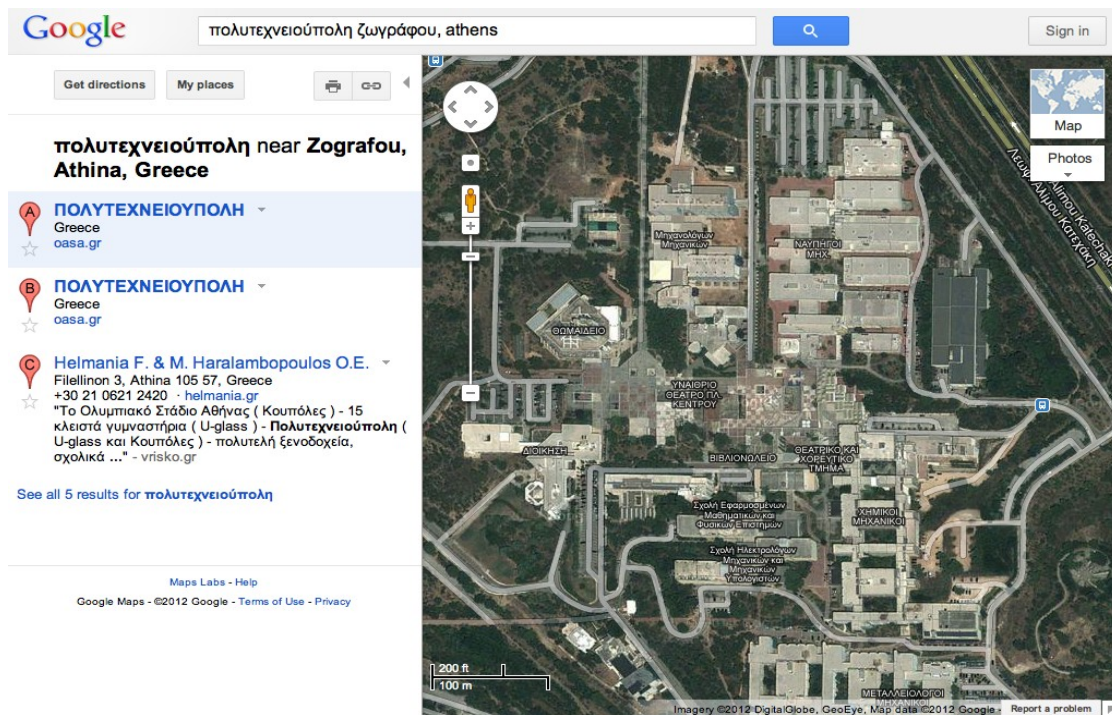
Ο κανονισμός προβλέπει τα καινούρια κτίρια να κατατάσσονται ενεργειακά τουλάχιστον στην **κατηγορία "Β"**. Στην συγκεκριμένη μελέτη στόχος ήταν να διερευνήσουμε σε ποια ενεργειακή κατηγορία εντάσσεται το παρόν κτίριο και να προταθούν σενάρια για την βελτίωση της ενεργειακής του ταυτότητας. Αυτό είναι εύκολο να επιτευχθεί με καλύτερα ανοίγματα, εκμετάλλευση των λεβήτων συμπύκνωσης και σίγουρα με μια καλή μόνωση. Μέχρι εκεί οι λύσεις που χρησιμοποιούμε για την «άνοδο» του κτιρίου από "Γ" σε "Β", "Β+" ή και "Α" δεν κρίνονται βιώσιμες. Η δυσκολία έγκειται στην περαιτέρω βελτίωση του κτιρίου και η ένταξη του στην **κατηγορία "Α"**, που σε λίγα χρόνια θα είναι και το μίνιμουμ. Σε αυτή την περίπτωση σίγουρα θα πρέπει να υιοθετηθούν λύσεις που συμπεριλαμβάνουν: εγκατάσταση ΑΠΕ, καλύτερους αυτοματισμούς, αξιοποίηση των λεβήτων συμπύκνωσης, μελέτη φωτισμού των κτιρίων καθώς και βελτίωση του σχεδιασμού του κτιρίου με ένταξη του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην μελέτη και στον σχεδιασμό των κτιρίων.

5.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "Ε"

Σε αυτήν την ενότητα γίνεται μια αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη κτιρίου, σχετικά με την θέση του, τη χρήση του, τον περιβάλλοντα χώρο του, την θερμομόνωση του και τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα όπου το κτίριο αυτό περιλαμβάνει. Μετά το πέρας αυτής της περιγραφής ακολουθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας με ότι εμπεριέχεται στο υπό μελέτη κτίριο και τις παραδοχές που έγιναν για την διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

5.1.1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ "Ε"

Το υπό μελέτη κτίριο βρίσκεται στη περιοχή του Ζωγράφου κοντά στο κέντρο της Αθήνας στο νομό Αττικής. Σας παραθέτω εικόνες από τον δορυφόρο με την ακριβή τοποθεσία του υπό μελέτη κτιρίου.



Το οικόπεδο στο οποίο βρίσκεται το υπό μελέτη κτίριο είναι τετραγωνικού σχήματος. Το οικόπεδο είναι ενδιάμεσο και βρίσκεται σε σχετικά αραιοδομημένο αστικό περιβάλλον εντός της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Λόγω των μεγάλων οικοπέδων και του μικρού συντελεστή δόμησης τα κτίρια τριγύρω είναι μέχρι τεσσάρων ορόφων. Στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν παλιές, αλλά και νεότερες κτιριακές κατασκευές, κυρίως κτίρια Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο έχει γίνει ώστε να είναι όσο δυνατή η καλύτερη εκμετάλλευση του νότιου προσανατολισμού. Όπως φαίνεται και στον ακόλουθο πίνακα το υπό μελέτη ανήκει στην "B" κλιματική ζώνη.

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

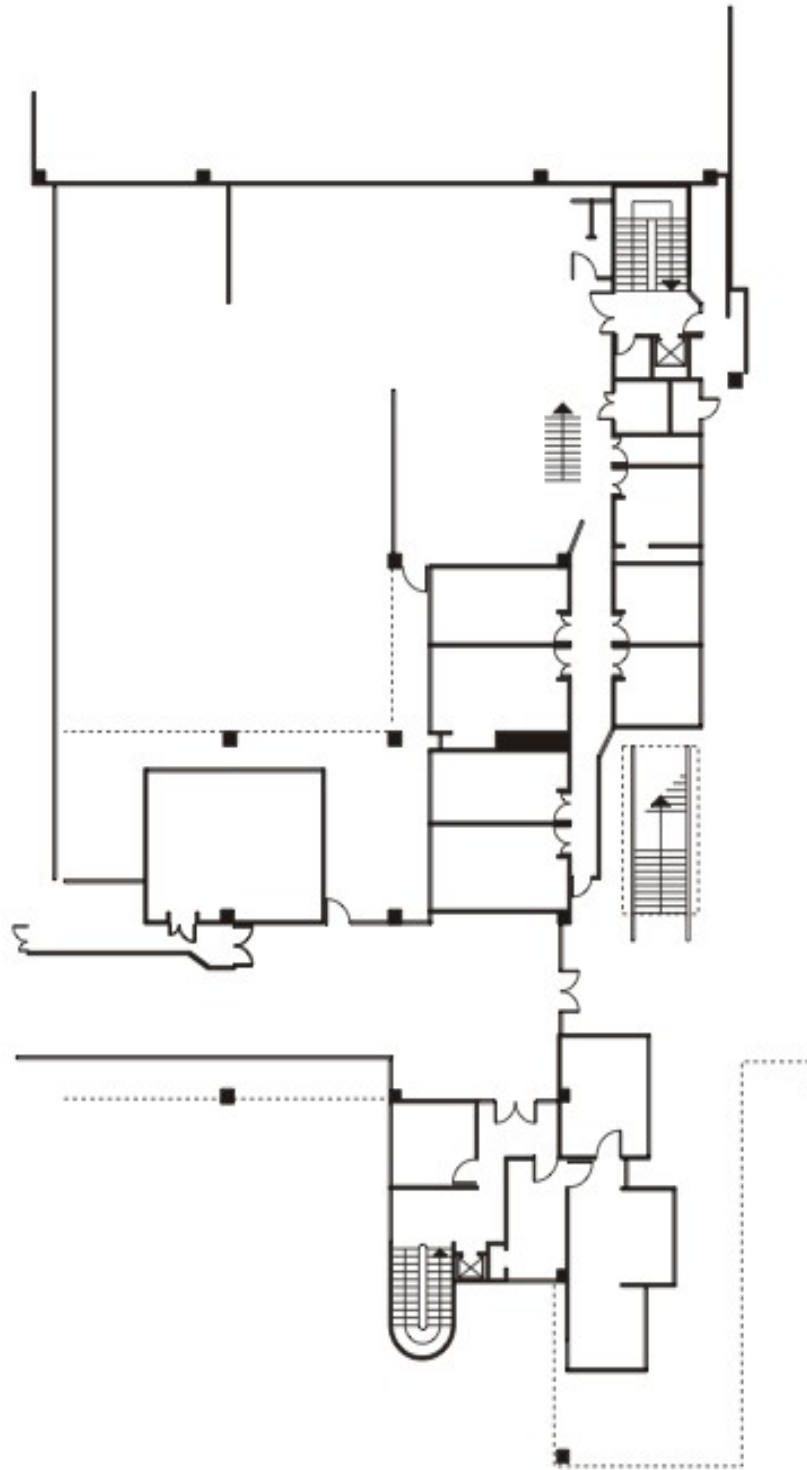
5.1.2 ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "Ε"

Πρόκειται για κτίριο με ισόγειο και έναν όροφο. Όλα τα επίπεδα θα έχουν κύρια χρήση Αίθουσες Διδασκαλίας Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Εκτός από τους χώρους κύριας χρήσης, η κεντρική είσοδος του κτιρίου, οι διάδρομοι, οι τουαλέτες, οι αποθήκες καθώς και το κλιμακοστάσιο σε όλους τους ορόφους θα θεωρηθούν μη θερμαινόμενοι χώροι.

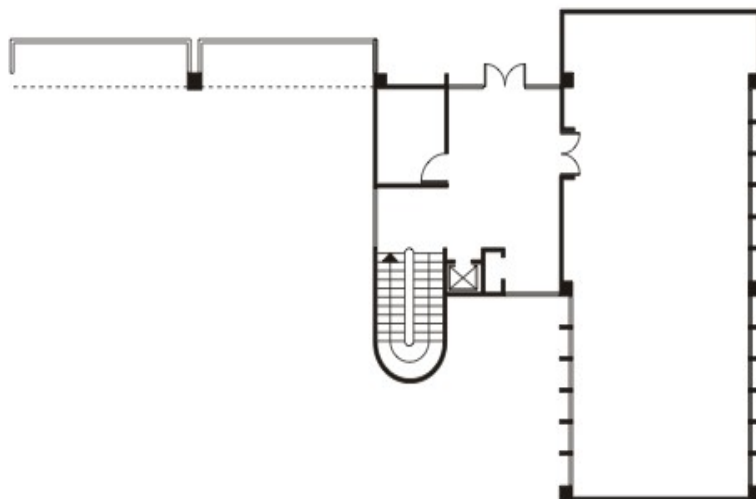
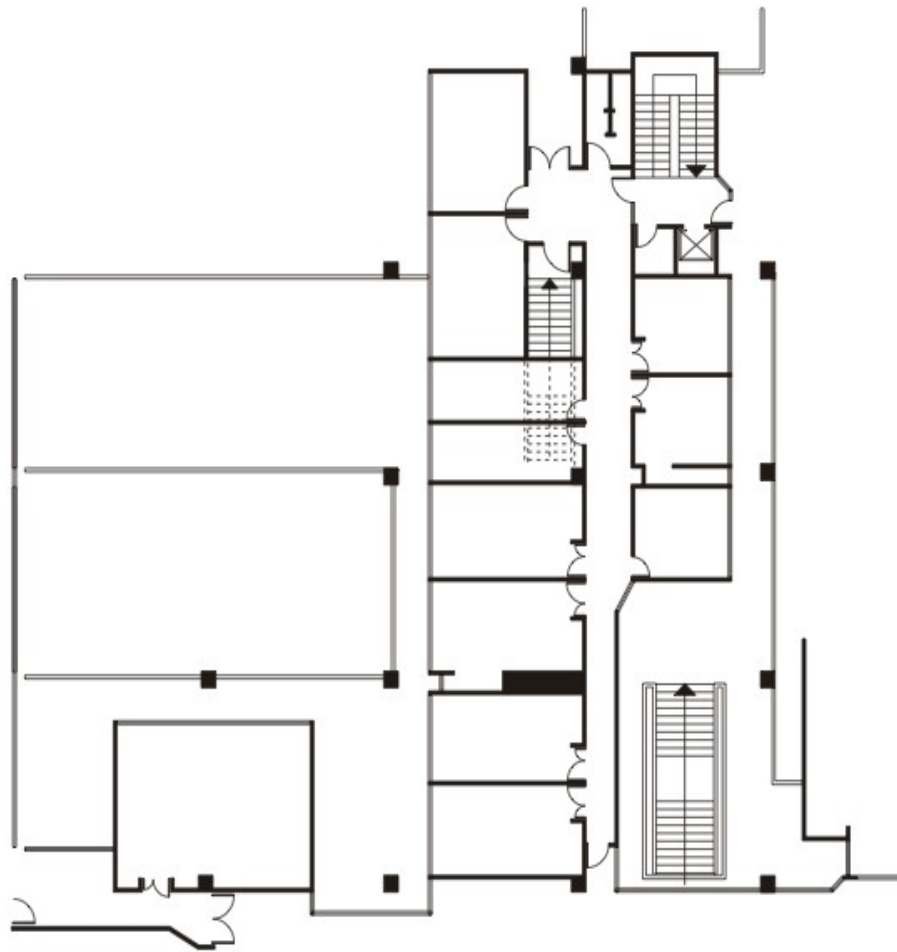
Το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις χρήσεις του και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Η βασική κατηγορία του κτιρίου και η χρήση του φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.

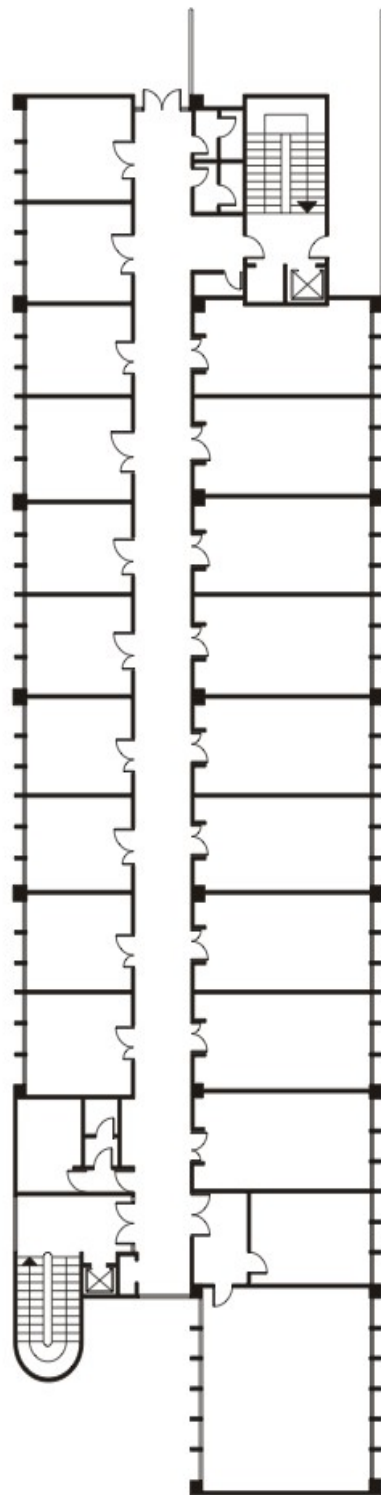
Στην επόμενη σελίδα φαίνονται οι κατόψεις του κτιρίου. Σημειώστε πως οι κατόψεις αυτές ελήφθησαν σε αρχείο τύπου PDF και τις μετατράπηκαν σε αρχεία τύπου DWG μέσω του προγράμματος Corel ώστε να μπορεί να σχεδιαστεί και να μετρηθεί κάθε διάσταση μέσω του προγράμματος σχεδίασης Autocad 2002. Σας παραθέτω λοιπόν τις κατόψεις του υπό μελέτη κτιρίου σε μορφή PDF όπως τα έλαβα καθώς και σε μορφή DWG όπως τα μετέτρεψα. Θα ήθελα να αναφέρω πως στα ακόλουθα σχέδια με το ροζ χρώμα συμβολίζονται οι θερμικές ζώνες ενώ με το κόκκινο οι μη θερμαινόμενοι χώροι του υπό μελέτη κτιρίου.



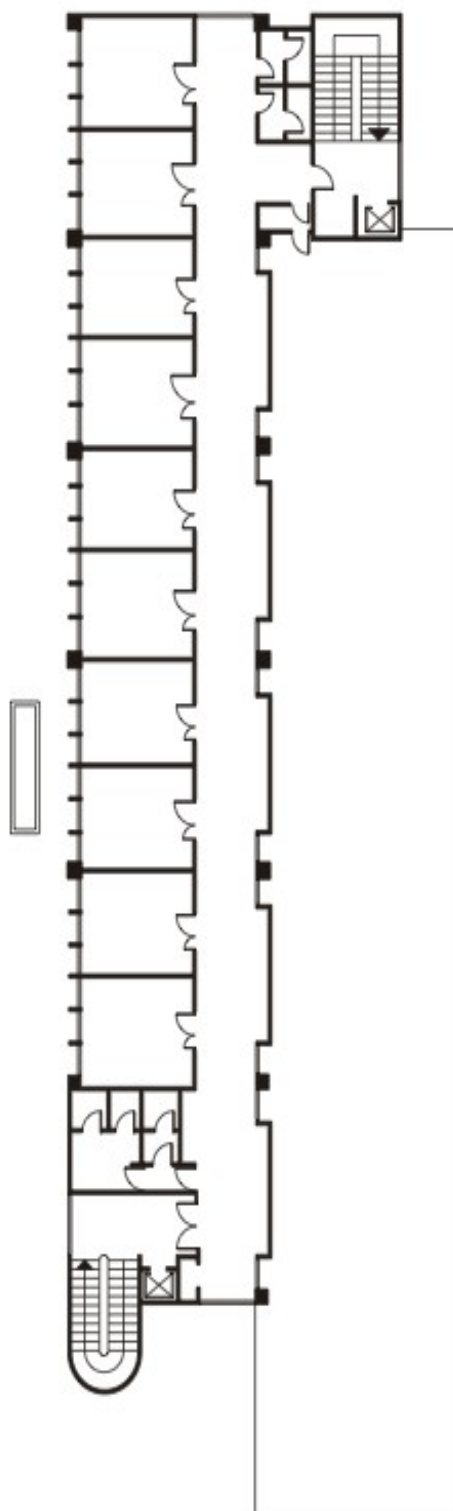
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



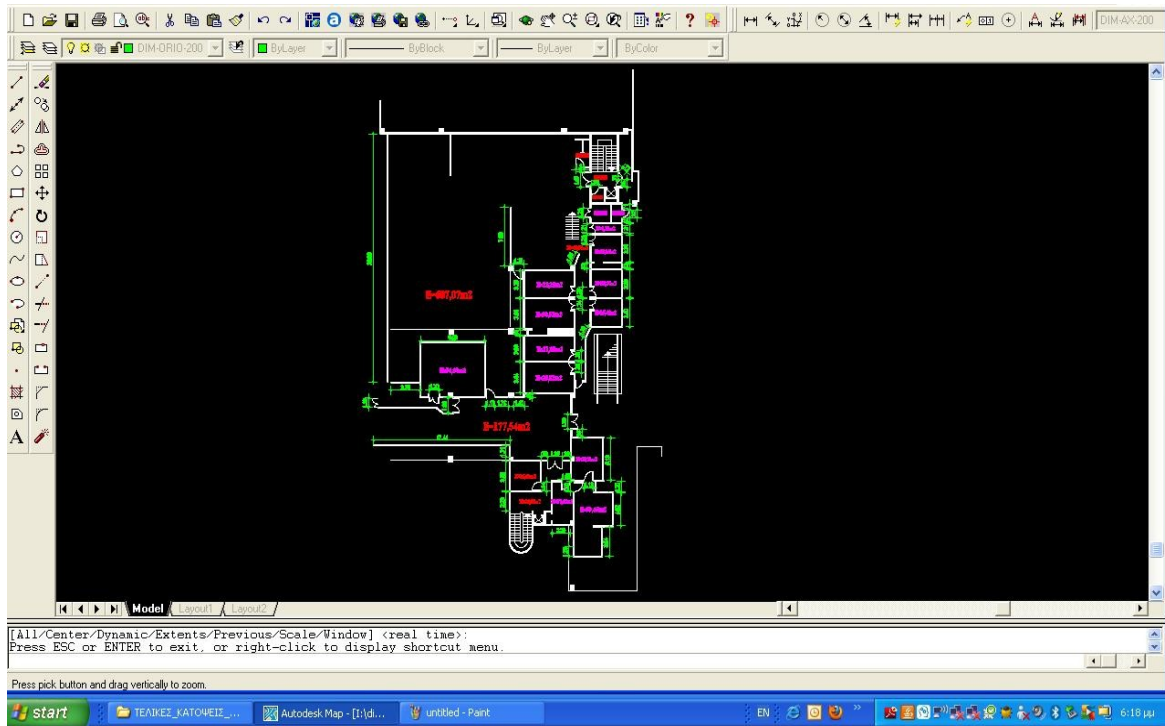
ΚΑΤΟΨΗ ΠΡΩΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



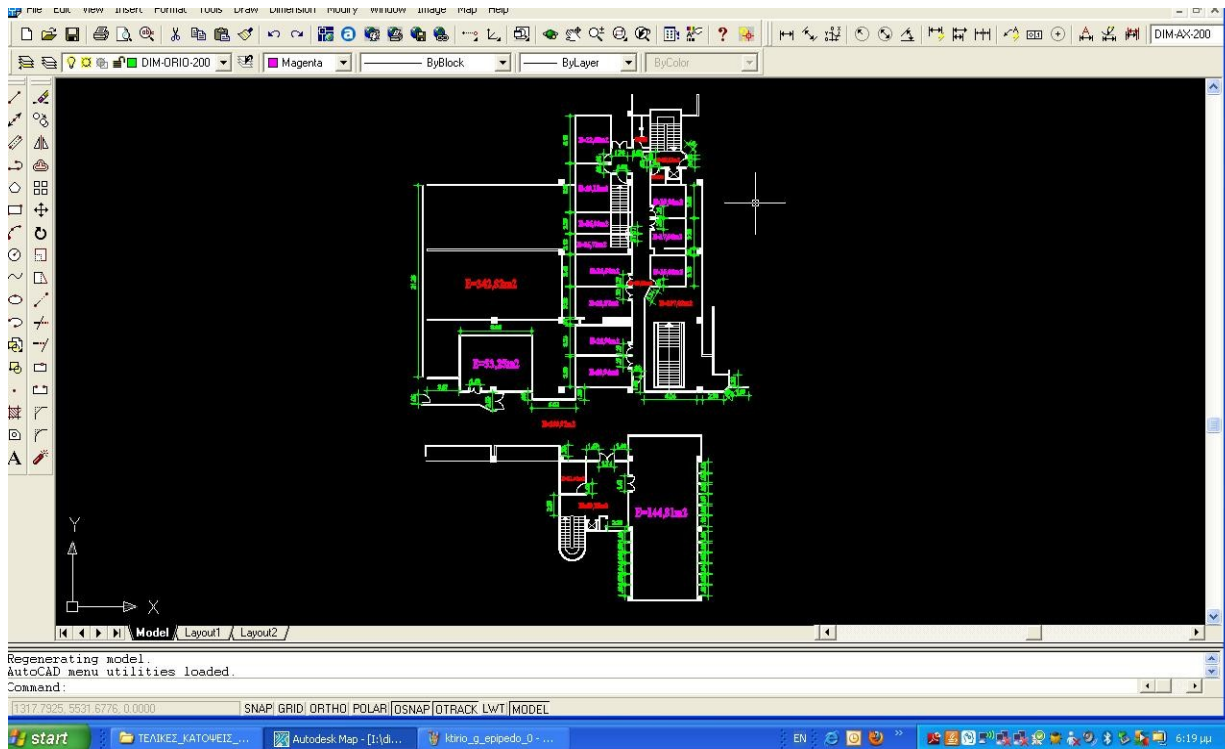
ΚΑΤΟΨΗ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



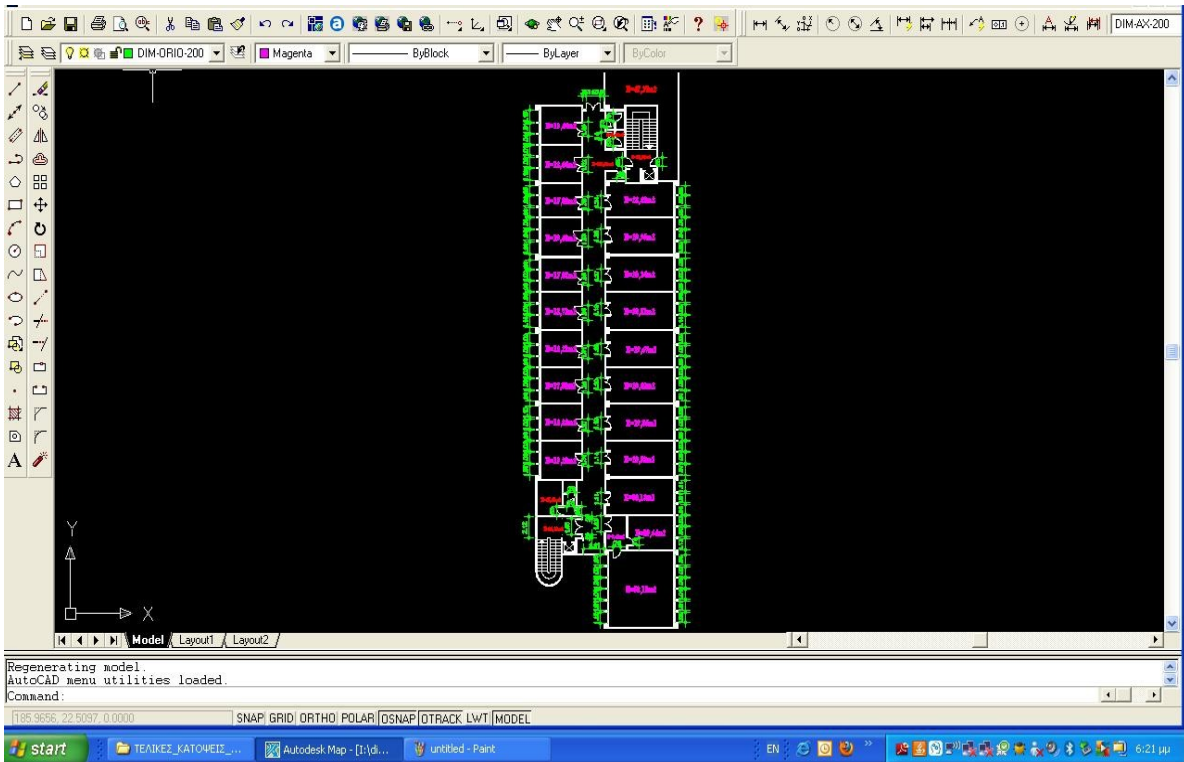
ΚΑΤΟΨΗ ΤΡΙΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



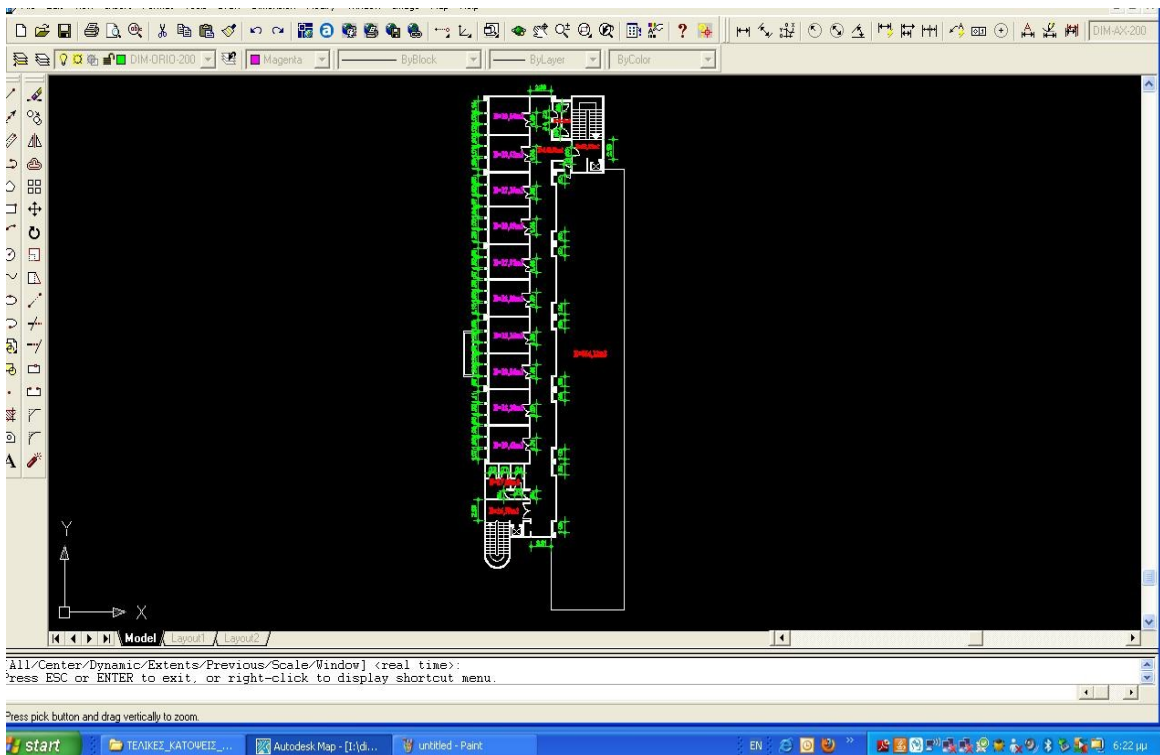
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG



ΚΑΤΟΨΗ ΠΡΩΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG



ΚΑΤΟΨΗ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG



ΚΑΤΟΨΗ ΤΡΙΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG

5.1.3 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ "Ε"

Σε όλες τις πλευρές του κτιρίου έχουν τοποθετηθεί δενδρύλλια (**Κωνοφόρο αιθαλής**) και στην πρασιά γκαζόν που βοηθούν πολύ στην βελτίωση του μικροκλίματος. Δεν βοηθούν όμως στην σκίαση, λόγω του χαμηλού τους ύψους και της μεγάλης απόστασης από το κτίριο (έχω θεωρήσει ότι το ύψος φτάνει τα 2 μέτρα). Σε αντίθετη περίπτωση το δέντρο μπορεί να ξεπεράσει τα 5 μέτρα και να βοηθήσει στον σκιασμό τουλάχιστον του ισογείου. Έτσι όσον αφορά τον περιβάλλοντα χώρο το υπό μελέτη κτίριο δεν σκιάζεται από φυσικά τοπία και φυσικά εμπόδια.

5.1.4 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "Ε"

Από όλα τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου προκύπτει ότι το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει θερμομόνωση σε όλα τα δομικά του στοιχεία. Όπως θα αναλυθεί και σε επόμενο κεφάλαιο το κτίριο που μελετώ οφείλει λόγω του ότι η Άδεια Κατασκευής του είναι το έτος 1995 να υπακούει στον Κ.Θ.Κ. (Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων) και όχι στον Κ.ΕΝ.Α.Κ αφού ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. αναφέρεται σε κτίρια των οποίων η άδεια είναι μετά το 2010. Για την θερμομόνωση των δομικών στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν διάφορα υλικά, όπως διογκωμένη πολυστερόλη 3 cm, μαστίχη θειοσόλη, γαλβανισμένη λαμαρίνα, λινάτσα, roofmate 3cm. και επίχρισμα.

5.1.5 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ "Ε"

Ως γνωστόν όταν αναφερόμαστε στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα που διαθέτει ένα κτίριο εννοούμε τις εγκαταστάσεις που το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει σχετικά με την θέρμανση, την ψύξη, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, τον φωτισμό, την ύπαρξη συστημάτων εξαερισμού ή καμινάδων, την ύπαρξη ανεμιστήρων οροφής, παθητικών ηλιακών συστημάτων και Φ/Β πάρκων, αντλιών κυκλοφορίας και τέλος, ανελκυστήρων. Το υπό μελέτη κτίριο, σύμφωνα με τα Ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του διαθέτει τα ακόλουθα συστήματα:

α) Θέρμανση – Ψύξη - Ζεστό Νερό Χρήσης

Για την παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως είναι εγκατεστημένη αερόψυκτη αντλία θερμότητας **INTERKLIMA 98.000 kcal/h** με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

Fan RPM	1000
Air Flow (m ³ /h)	36000
Ext. Static Pressure (Pa)	0
Refrigerant Charge (kg)	42
Refrigerant Type	R22
Power Supply	380V/3/50Hz
Unit Type	CHI047H00
Cooling Capacity (KW)	147
Heating Capacity (KW)	157
Compressor Power (KW)	2 * 30
Normal Operat. Current (A)	2 * 56

Το δίκτυο διανομής του ψυχρού και του θερμού μέσου έχει μικρές απώλειες και οι τερματικές μονάδες είναι Fan coils. Το ζεστό νερό που παράγεται αποθηκεύεται σε δεξαμενή και είναι τύπου άμεσης κατανάλωσης. Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ και η ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.

β) Φωτισμός

Για τον φωτισμό του υπό μελέτη κτιρίου, παρατηρώντας τα ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του, προκύπτει πως κάθε επίπεδο διαθέτει δικό του ανεξάρτητο ηλεκτρολογικό πίνακα και πως είναι διαφορετική η εγκατεστημένη ισχύς ανά επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, το κτίριο στα σχέδια φαίνεται να αποτελείται από **25 φωτιστικά σώματα** στο ισόγειο. Το κάθε φωτιστικό σώμα αποτελείται από 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς για το ισόγειο είναι: $25 * 4 * 20 = 2.000 \text{ Watt}$ ή **2,00 Kw**. Αντίστοιχα, στο πρώτο επίπεδο το υπό μελέτη κτίριο αποτελείται από **31 φωτιστικά σώματα**. Το κάθε φωτιστικό σώμα αποτελείται από 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς για τον πρώτο όροφο είναι: $31 * 4 * 20 = 2.500 \text{ Watt}$ ή **2,50 Kw**. Στο δεύτερο όροφο υπάρχουν **46 φωτιστικά σώματα** με 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς στο δεύτερο όροφο είναι: $46 * 4 * 20 = 3.680 \text{ Watt}$ ή **3,68 Kw**. Τέλος, στον τρίτο και τελευταίο όροφο υπάρχουν **28 φωτιστικά σώματα** με 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Έτσι, η εγκατεστημένη ισχύς στον τρίτο όροφο είναι: $28 * 4 * 20 = 2.250 \text{ Kw}$ ή **2,25 KW**.

γ) Συστήματα εξαερισμού - Καμινάδες

Το υπό μελέτη κτίριο δεν διαθέτει θυρίδες εξαερισμού ή κάποιο ολοκληρωμένο σύστημα εξαερισμού αφού κατά την κατασκευή του έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα ώστε να γίνεται φυσικός αερισμός, δροσισμός και εξαερισμός και να μην χρειάζεται επιπλέον σύστημα εξαερισμού. Ακόμα, το παρόν κτίριο δεν διαθέτει ούτε καμινάδες αφού δεν διαθέτει λεβητοστάσιο ώστε να κάνει χρήση κάποιου λέβητα πετρελαίου ή φυσικού αερίου, ούτε υπάρχει κάποιο είδος τζακιού στο κτίριο.

δ) Ανεμιστήρες Οροφής

Στο κτίριο που εξετάζουμε δεν διαθέτει ανεμιστήρες οροφής αφού επιτυγχάνεται φυσικός δροσισμός και συμπληρωματικά λειτουργεί η αντλία θερμότητας που προανέφερα.

ε) Παθητικά Ηλιακά Συστήματα – Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Στο υπό μελέτη κτίριο δεν υπάρχει οποιοδήποτε Ηλιακό Σύστημα εγκατεστημένο. Επίσης, δεν έχει γίνει εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου για εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας με σκοπό την κάλυψη ορισμένων ή όλων των αναγκών του κτιρίου σε ηλεκτρικό ρεύμα.

στ) Αντλίες Κυκλοφορίας

Το υπό διερεύνηση κτίριο διαθέτει **3 κυκλοφορητές WILO** για την ανακυκλοφορία ρευστού το οποίο παράγει θέρμανση – ψύξη – ζεστό νερό χρήσεως. Το μοντέλο κάθε κυκλοφορητή φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

WILO	IPN 40/224 – 1, 1/4
WILO	IPN 65/160 – 0,75/4
WILO	IPN 65/224 – 3/4
WILO	IPN 80/125 – 3/4

ζ) Ανελκυστήρες

Το υπό διερεύνηση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ διαθέτει 2 όμοιους ανελκυστήρες αφού αποτελείται από τέσσερα επίπεδα (ισόγειο, πρώτος, δεύτερος & τρίτος όροφος) και υπάρχουν μικρά κλιμακοστάσια που συνδέουν αυτά τα δύο επίπεδα. Οι ανελκυστήρες είναι υδραυλικοί και το μοτέρ έχει ισχύ **8 Hp** ή **11 Kw**. έκαστο.

5.1.6 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ "Ε" ΣΕ ΠΙΝΑΚΑ

Όπως προανέφερα και στην εισαγωγική παράγραφο αυτής της ενότητας θα σας παρουσιάσω έναν συγκεντρωτικό πίνακα με ότι περιέχει το υπό εξέταση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ.

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΑΘΗΝΑ (ΝΟΜΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ)
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΖΩΝΗ Β
ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ – ΓΡΑΦΕΙΑ
ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΠΕΔΩΝ	ΤΕΣΣΕΡΑ(ΙΣΟΓΕΙΟ, ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ, ΔΕΥΤΕΡΟΣ & ΤΡΙΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ)
ΠΛΗΘΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ	ΕΝΤΕΚΑ (ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΣΤΟΝ ΠΡΩΤΟ ΟΡΟΦΟ, ΔΥΟ ΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΟΡΟΦΟ ΚΑΙ ΜΙΑ ΣΤΟΝ ΤΡΙΤΟ ΟΡΟΦΟ))
ΠΛΗΘΟΣ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ	ΤΕΣΣΕΡΙΣ (ΕΝΑΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΑΣ ΣΤΟΝ ΠΡΩΤΟ ΟΡΟΦΟ, ΕΝΑΣ ΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΚΑΙ ΤΕΛΟΣ, ΕΝΑΣ ΣΤΟΝ ΤΡΙΤΟ ΟΡΟΦΟ)
ΕΙΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ & ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β
ΕΙΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΒΑΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ (ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ 260 KJ/m²K)
ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ (ΓΙΑ ΟΛΑ)
ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΟΧΙ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΟΧΙ
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΟΧΙ
ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ	ΝΑΙ (2 υδραυλικοί με ισχύ 11 Kw έκαστος)

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ - ΚΑΜΙΝΑΔΕΣ	OXI
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΟΡΟΦΗΣ	OXI
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	NAI
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	NAI
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	NAI
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	NAI
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	OXI
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 157Kw INTERKLIMA 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΨΥΞΗ	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 147 Kw INTERKLIMA 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ INTERKLIMA 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ	4 WILO
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 2,00 Kw στο ισόγειο ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 2,50 Kw στον πρώτο ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 3,68 Kw στον δεύτερο ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 2,25 Kw στον τρίτο
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	NAI
ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	80.00%
ΤΡΟΠΟΣ ΕΝΑΥΣΗΣ – ΣΒΕΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ
ΕΙΔΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ	ΜΟΝΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ
ΠΛΑΙΣΙΟ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
ΥΠΑΡΞΗ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ	NAI

5.1.7 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Η συγκεκριμένη διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου βασίστηκε σε στοιχεία τα οποία έδιναν την γενική εικόνα του κτιρίου. Τα στοιχεία αυτά τα σύλλεξα από το γραφείο μελετών της Πρυτανείας του ΕΜΠ όπου και αρχειοθετούνται τα σχέδια του υπό μελέτη κτιρίου. Για να είναι δυνατή η σωστή εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης έγιναν κάποιες παραδοχές. Οι βασικές παραδοχές είναι οι εξής:

- Το κτίριο που θα μελετηθεί αποτελείται από τέσσερα επίπεδα, ένα ισόγειο και τρεις ορόφους. Το κτίριο διαθέτει τέσσερις θερμικές ζώνες στο ισόγειο, τέσσερις θερμικές ζώνες στον πρώτο όροφο, δύο θερμικές ζώνες στο δεύτερο όροφο και μία θερμική ζώνη στον τρίτο όροφο.
- Το ισόγειο έχει ύψος 3.60 m ενώ οι όροφοι έχουν ύψος 3 m. (μετρημένο από πλάκα σε πλάκα).
- Οι δύο από τις τέσσερις πλευρές του κτιρίου δεν εφάπτονται με άλλο κτίριο.
- Λόγω του ότι το κτίριο δεν είναι νεόδμητο θεωρούμε όλοι οι συντελεστές θερμοπερατότητας δεν ανταποκρίνονται στα όρια που θέτει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. παρά μόνο στον Κ.Θ.Κ..
- Το κτίριο είναι τοποθετημένο ανάμεσα στον προαύλιο χώρο της Πολυτεχνειούπολης και χαρακτηρίζεται ως ενδιάμεσο. Δεν υπάρχουν τριγύρω φυσικά εμπόδια ή φυσικά τοπία

τα οποία να συνεισφέρουν στην σκίαση του κτιρίου.

- Όλα τα παράθυρα είναι ίδιας κατασκευής με ίδια U. Επίσης όλα τα παράθυρα είναι ανοιγόμενα με φεγγίτη σταθερό ενώ υπάρχουν μερικά που είναι μη ανοιγόμενα κυρίως στους μη θερμαινόμενους χώρους.
- Η κεντρική πόρτα είναι από γυαλί και αλουμίνιο .
- Το δάπεδο είναι σε επαφή με το χώμα.
- Η κατηγορία διατάξεων ελέγχου των αυτοματισμών ορίστηκε ως "B" για λόγους άνεσης και εξοικονόμησης ενέργειας.
- Το κτίριο δε διαθέτει καμία θυρίδα εξαερισμού καθώς η ανανέωση του αέρα γίνεται μέσω των παραθύρων, ενώ δε διαθέτει επίσης ούτε ανεμιστήρες οροφής ούτε καμινάδες.
- Οι θερμικές απώλειες αλλά και τα ψυκτικά φορτία του κτιρίου έχουν υπολογιστεί βάση των δομικών στοιχείων και των συντελεστών θερμοπερατότητας που έχουν χρησιμοποιηθεί στην διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
- Για τον υπολογισμό στην ενεργειακή μελέτη έχουν χρησιμοποιηθεί οι πίνακες του κεφαλαίου 4 της TOTEE 20701-1/2010 (Προδιαγραφές Εγκαταστάσεων).
- Τέλος για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης και τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα του T.E.E. – K.EN.A.K., το Corel και το σχεδιαστικό πρόγραμμα Autocad 2002.

5.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

5.2.1 ΩΡΑΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στον ακόλουθο πίνακα διακρίνεται η χρήση του κτιρίου και οι βασικές ώρες λειτουργίας του ανάλογα με την καθορισμένη χρήση. Πιο συγκεκριμένα, το υπό μελέτη κτίριο αποτελεί εκπαιδευτικό ίδρυμα και για προσδιορισμό της χρήσης των θερμικών ζωνών του αναφέρεται ότι θα είναι αίθουσες διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Οι ώρες λειτουργίας του κτιρίου είναι 13 ώρες/ημέρα. Οι ημέρες λειτουργίας του κτιρίου είναι 5 ημέρες/εβδομάδα. Η περίοδος λειτουργίας είναι 10 μήνες/έτος.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο	8	5	8 (Οκτ.-Μαΐ.)
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευσης	8	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)
	Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	13	5	10
	Φροντιστήριο, ωδείο	7	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)

Για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτηρίου, λαμβάνονται συγκεκριμένες περιόδους για την θέρμανση και ψύξη ανάλογα την κλιματική ζώνη:

- Για την Ζώνη Α και Β η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1^η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου.
- Για την Ζώνη Γ και Δ η περίοδος θέρμανσης είναι από την 15 Οκτωβρίου μέχρι και τις 30 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από την 1^η Ιουνίου μέχρι και τις 31 Αυγούστου.

5.2.2 ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Για το βέλτιστο έλεγχο των εσωτερικών συνθηκών στα κτήρια, εγκαθίστανται συστήματα κλιματισμού, στα οποία εκτός της θερμοκρασίας του αέρα, ελέγχεται και ρυθμίζεται και η σχετική του υγρασία. Εξάιρεση αποτελούν τα τοπικά και ημικεντρικά συστήματα κλιματισμού (αντλίες θερμότητας άμεσης εξάτμισης, διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου, τοπικές και ημικεντρικές), που συνήθως χρησιμοποιούνται σε κατοικίες και σε μικρές σχετικά κλίμακας εφαρμογές. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο έλεγχος των τιμών της σχετικής υγρασίας είναι δυνατός μόνο σε λειτουργία ψύξης.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45

5.2.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΝΩΠΟΣ ΑΕΡΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Για την εξασφάλιση συνθηκών υγιεινής στο εσωτερικό κάθε κτηρίου και κάθε ανεξάρτητου τμήματος κτηρίου απαιτείται η ανανέωση του αέρα, δηλαδή η αντικατάσταση μέρους του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος. Οι απαιτήσεις νωπού αέρα καθορίζονται ανάλογα με:

- τη χρήση του κτηρίου,
- τον πληθυσμό των χρηστών και
- την παραγωγή ρύπων λόγω χρήσης του κτηρίου, που σε γενική προσέγγιση είναι αντίστοιχη της χρήσης του κτηρίου.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι υπολογισμού της απαραίτητης ποσότητας νωπού αέρα σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 15251:2007. Για τις ανάγκες υπολογισμού του αερισμού σε μελέτες εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, ο πιο εύχρηστος τρόπος υπολογισμού της ανανέωσης αέρα είναι βάσει των ελάχιστων ποσοτήτων που απαιτούνται σύμφωνα με τα εξής δύο κριτήρια:

- την εξασφάλιση των συνθηκών υγιεινής για τους χρήστες και
- την ελάχιστη ανανέωση βάσει του όγκου και της χρήσης του κτηρίου.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	50	22	11,00

5.2.4 ΣΤΑΘΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την εκτέλεση εργασιών, χωρίς φαινόμενα που δημιουργούν οπτική δυσφορία ή/και κόπωση.

Σε όλους τους κυρίως χώρους υπάρχουν ανοίγματα τα οποία προσφέρουν επαρκή φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος θα υπάρχουν μεγάλα ανοίγματα. Το ποσοστό του φυσικού φωτισμού σύμφωνα με τις διατάξεις της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 καλύπτει το 80%.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m ²]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	9,1	0,8

5.2.5 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Η ζήτηση ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) σε ένα κτήριο ή σε ένα ανεξάρτητο (λειτουργικά) τμήμα του εξαρτάται από τη χρήση του κτηρίου (ή του τμήματος) αλλά και σε σημαντικό βαθμό από τον ανθρώπινο παράγοντα. Έτσι, κάθε κτήριο, ανάλογα με τη γενική του χρήση αλλά και τις συνήθειες των χρηστών του, παρουσιάζει διαφορετική κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	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]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	7	3,50	0,76

5.2.6 ΧΡΗΣΤΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ Ή ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Κάθε άτομο ανάλογα τη δραστηριότητα του, εκλύει θερμότητα υπό τη μορφή αισθητού και λανθάνοντος φορτίου. Το αισθητό φορτίο οφείλεται στην ακτινοβολία του σώματός του και τη μεταφορά θερμότητας από το σώμα του στον αέρα. Η αναλογία ακτινοβολίας / μεταφοράς είναι περίπου 50-50% και φυσικά εξαρτάται από την ένδυση και τη δραστηριότητα του ατόμου. Ωστόσο, για τους απλούς υπολογισμούς στο πλαίσιο της εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, η αναλογία αυτή δεν επηρεάζει ουσιαστικά και συνήθως δεν υπεισέρχεται στους υπολογισμούς. Το λανθάνον φορτίο οφείλεται στην αναπνοή και στην εφίδρωση κάθε ανθρώπου και είναι τόσο μεγαλύτερο, όσο αυξάνεται η δραστηριότητα του ατόμου.

Ο συνυπολογισμός της έκλυσης θερμότητας στα φορτία του κτηρίου θα πρέπει να γίνεται βάσει συντελεστή ετεροχρονισμού (μέσου συντελεστή παρουσίας χρηστών), μέσω του οποίου αντιστοιχίζεται η πραγματική –κατά μέσο όρο– παρουσία των ατόμων στους χώρους, κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ημέρας. Ακόμη καλύτερα, σε αναλυτικότερους υπολογισμούς μπορούν να χρησιμοποιούνται «προφίλ» ετεροχρονισμού ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και την ώρα της ημέρας.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημ. επιφάνειας [W/m ²]	Μέσος συντελεστής παρουσίας
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	80	40	0,32

5.2.7 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ Ή ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Η εκλυόμενη θερμική ισχύς από ηλεκτρικό –κατά το πλείστον– εξοπλισμό (ηλεκτρικές συσκευές) αλλά και δευτερευόντως από άλλες συσκευές, είναι η τρίτη βασική κατηγορία εσωτερικών κερδών στα κτήρια. Αυτή η ισχύς εκλύεται με ακτινοβολία και μεταφορά όπως συμβαίνει και με τις άλλες κατηγορίες εσωτερικών κερδών, σε αναλογία που εξαρτάται από το είδος της συσκευής. Η αναλογία των τμημάτων ακτινοβολίας - μεταφοράς δεν επηρεάζει ιδιαίτερα και δεν υπεισέρχεται σε απλουστευμένους υπολογισμούς. Στη συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών αυτά τα κέρδη εισέρχονται στο χώρο υπό τη μορφή αισθητής θερμότητας.

Λόγω της αύξησης των εφαρμογών ηλεκτρικών συσκευών και ειδικότερα της πληροφορικής και των επικοινωνιών, τα εσωτερικά κέρδη από συσκευές είναι ιδιαίτερα σημαντικά, κυρίως σε χρήσεις κτηρίων εμπορικών και διοικητικών δραστηριοτήτων (γραφεία, υπηρεσίες κ.ά.).

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m ²]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m ²]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	5	0,15	0,75	0,32

5.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

5.3.1 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακατασκευασμένου κτηρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 3.1α:

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

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 3.1 β:

F/V (m ⁻¹)	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U _m) σε [W/m ² .K]			
	Ζώνη A	Ζώνη B	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

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

- Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του Κ.Θ.Κ..
- Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου U_m και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα επιτρεπόμενα όρια.

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων, όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

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

όπου:

d_j : το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j ,

λ_j : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j ,

R_i και R_a : οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου και

R_s : η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w δίνεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

όπου:

U_f : ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

U_g : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

A_f : το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

A_g : το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

L_g : το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και

Ψ_g : ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:

$$U \leq U_{\delta,\sigma,\max}$$

όπου:

U : ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου και

$U_{\delta,\sigma,\max}$: η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο.

5.3.2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα, απαιτείται και το κτίριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμικής διαπερατότητας του κτηρίου δίνεται από τη σχέση:

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

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

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

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

Όπου $U_{m,max}$ είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου.

5.3.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το κτήριο θα λειτουργήσει ως αίθουσες διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ., για τη Β κλιματική ζώνη τα κουφώματα που έχουν τοποθετηθεί οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Για όλα τα κουφώματα του κτιρίου επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f=6.000 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, όπως προκύπτει από τις τομές και τις όψεις του κτιρίου και μέσου πλάτους πλαισίου 84 mm. Θα φέρουν υαλοπίνακα (εσωτερική παρειά εξωτερικού υαλοπίνακα) και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που χρησιμοποιείται είναι $U_g=6.00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ όπως προκύπτει από τα σχέδια. Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F_f	Υαλοπίνακας μόνος	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμφιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο Αέρα 12 mm
			[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	[$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0

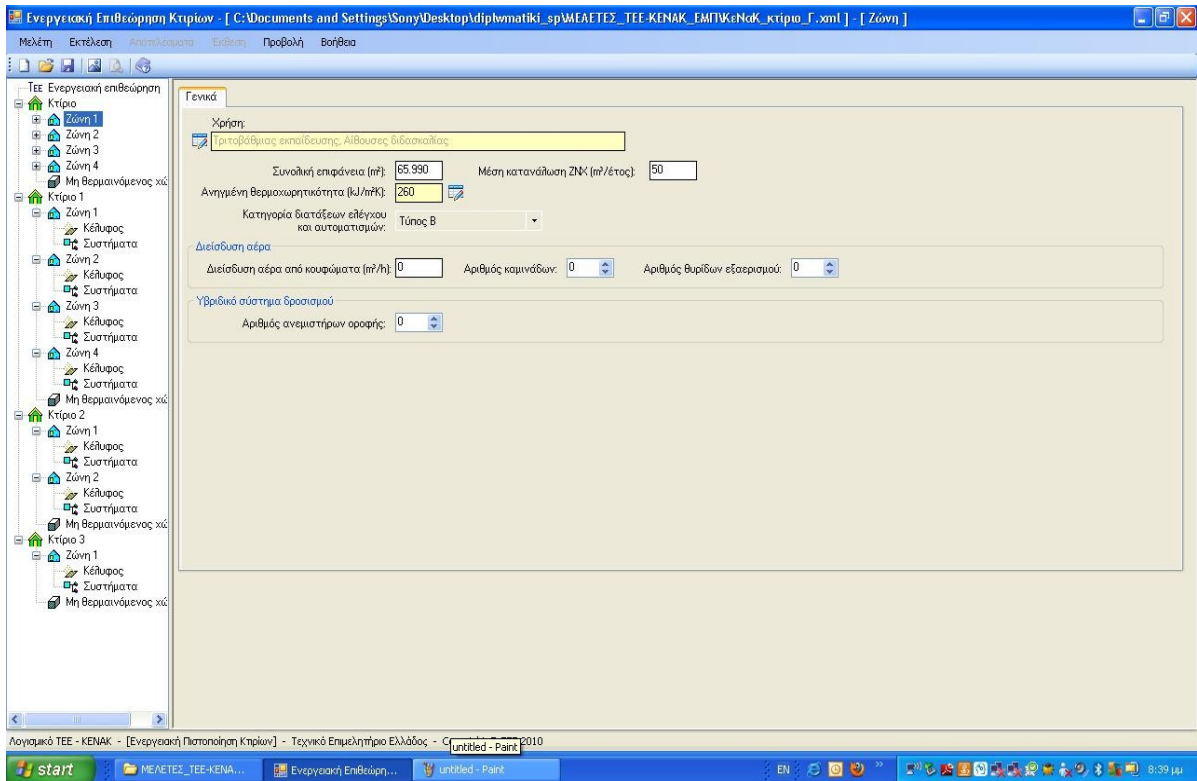
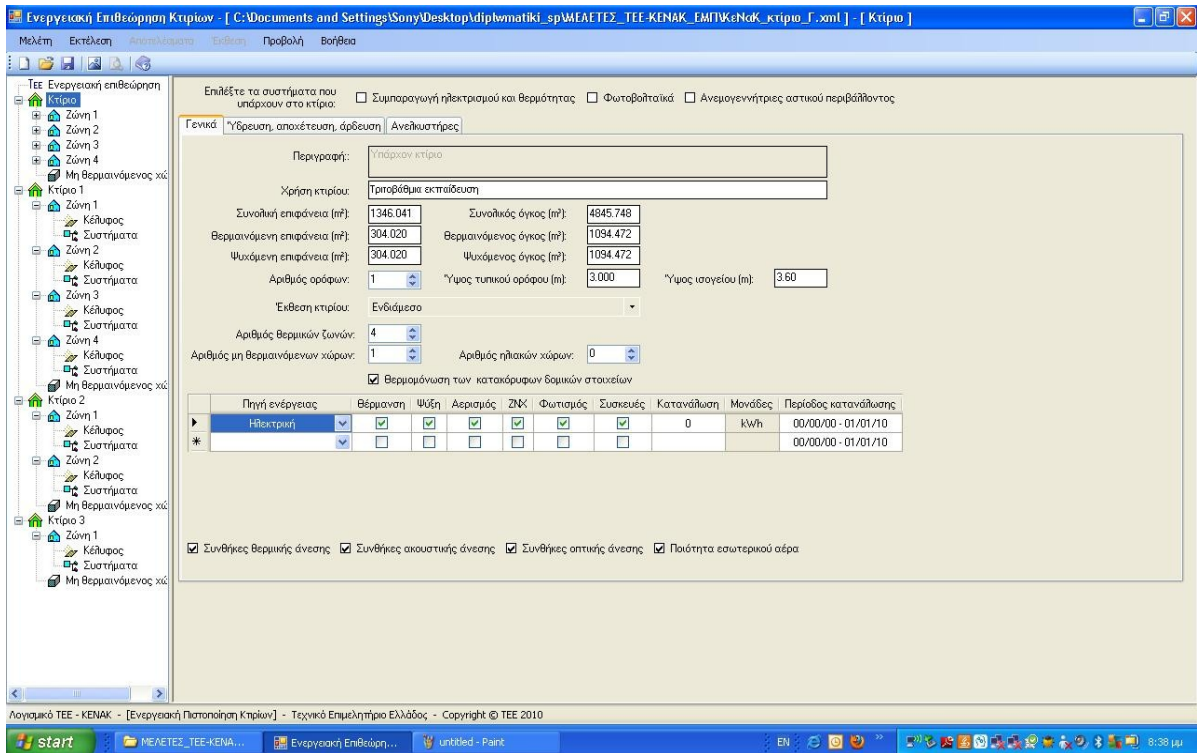
5.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

5.4.1 ΧΡΗΣΗ ΤΕΕ – ΚΕΝΑΚ ΓΙΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να σας παρουσιάσω την βηματική διαδικασία που ακολουθήθηκε μέσω του προγράμματος T.E.E. – Κ.ΕΝ.Α.Κ. για την συμπλήρωση των απαιτούμενων στοιχείων ώστε να βγει ολοκληρωμένη η μελέτη μου και να καταλήξει, αφού την τρέξει το πρόγραμμα, να λάβει τα τελικά αποτελέσματα και να σχολιαστεί έπειτα η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Σας παραθέτω λοιπόν τα print screen από την διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και το πως κατέληξα στην ενεργειακή κατηγορία που ανήκει το κτίριο.

Αρχικά, παρουσιάζεται ο διαχωρισμός των θερμικών ζωνών του κτιρίου από τους μη θερμαινόμενους χώρους καθώς και γενικά στοιχεία για το κτίριο. Στο βήμα αυτό ορίζονται γενικές πληροφορίες για το κτίριο που μας ζητάει το πρόγραμμα ώστε να δημιουργηθεί το πλάνο του κτιρίου. Διαχωρίζονται οι θερμικές ζώνες κάθε επιπέδου του κτιρίου, ορίζονται οι μη θερμαινόμενοι χώροι, τα εμβαδά και ο όγκος που θερμαίνεται και ψύχεται σε κάθε θερμική ζώνη. Επίσης, στο σημείο αυτό εισάγονται γενικές πληροφορίες όπως ποια στοιχεία συλλέξαμε για την διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου π.χ. σχέδια πολεοδομίας, άδεια κατασκευής, συμβόλαια, φύλλα συντήρησης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και πληροφορίες από τον υπεύθυνο του κτιρίου.

Έπειτα ακολουθεί μια συνοπτική εικόνα του προσδιορισμού της χρήσης κάθε θερμικής ζώνης κάθε επιπέδου του κτιρίου και φυσικά ακριβής τοποθέτηση του εμβαδού της ζώνης, του ύψους της και του όγκου της. Στο βήμα αυτό εκτός από όλα τα απαραίτητα που θα εισαχθούν στο πρόγραμμα θα γίνει αναφορά πως η θερμική ζώνη έχει συνθήκες οπτικής, θερμικής και ακουστικής άνεσης. Επίσης, θα υπολογιστεί η διείσδυση αέρα από κουφώματα και χαραμάδες. Ο υπολογισμός της διείσδυσης αέρα γίνεται και για τους μη θερμαινόμενους χώρους και για τις θερμικές ζώνες. Επιλέγεται η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα του κτιρίου για βαριά κατασκευή. Παράλληλα, αναφέρεται πως η έκθεση του κτιρίου είναι ενδιάμεση και πως δεν υπάρχουν ηλιακοί χώροι στο κτίριο. Τέλος, επιλέγεται η πηγή ενέργειας που είναι η ηλεκτρική για θέρμανση, ψύξη, παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, φωτισμό, αερισμό και συσκευές.



Στο σημείο αυτό, έχοντας ολοκληρώσει την συμπλήρωση των ανωτέρω βασικών για το πρόγραμμα στοιχείων, ήρθε η στιγμή να συμπληρωθεί ότι απαιτείται για το κέλυφος της θερμικής ζώνης, δηλαδή, από ποιους τοίχους, ποια παράθυρα και ποιες πόρτες αποτελείται, τι προσανατολισμό έχουν οι πόρτες, τα παράθυρα και οι τοίχοι, τα εμβαδά τους, τον συντελεστή θερμοπερατότητας, την απορροφητικότητα και την ανακλαστικότητα και τέλος, τις σκιάσεις που προκύπτουν από πλευρικές προεξοχές, προβόλους και φυσικά τοπία ή εμπόδια. Ακόμα, ορίζεται ο αριθμός των εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών και η ύπαρξη ή όχι παθητικών ηλιακών συστημάτων. Η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα και απαιτητική μιας και δεν επιτρέπει περιθώρια λάθους. Αυτή η διαδικασία προσδιορισμού των στοιχείων του κελύφους της θερμικής ζώνης και του μη θερμαινόμενου χώρου επαναλαμβάνεται για κάθε θερμική ζώνη και για κάθε μη θερμαινόμενο χώρο του κάθε επιπέδου του υπό μελέτη κτιρίου και χωρίζεται σε προσδιορισμό των διαφανών επιφανειών, των αδιαφανών επιφανειών και των επιφανειών που έρχονται σε επαφή με το έδαφος.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία που υπάρχουν στην ζώνη. Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

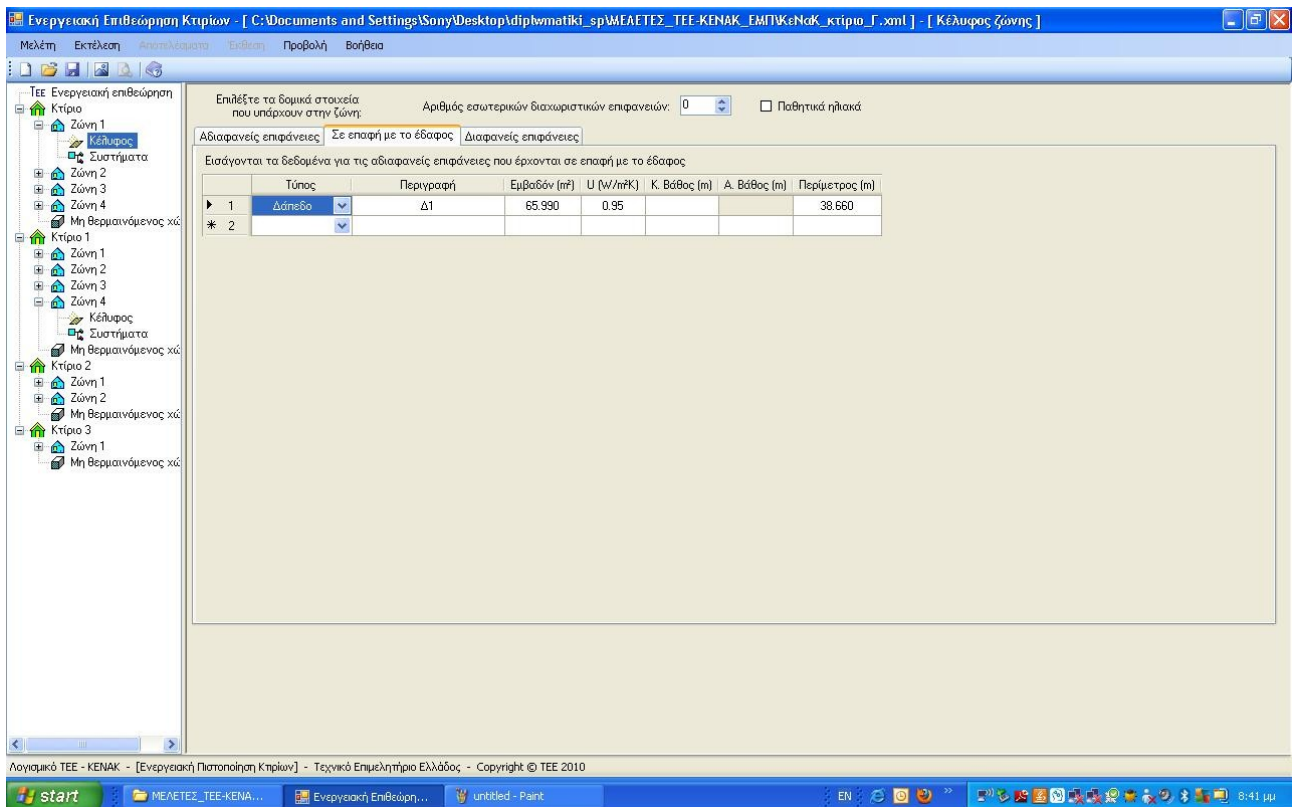
Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

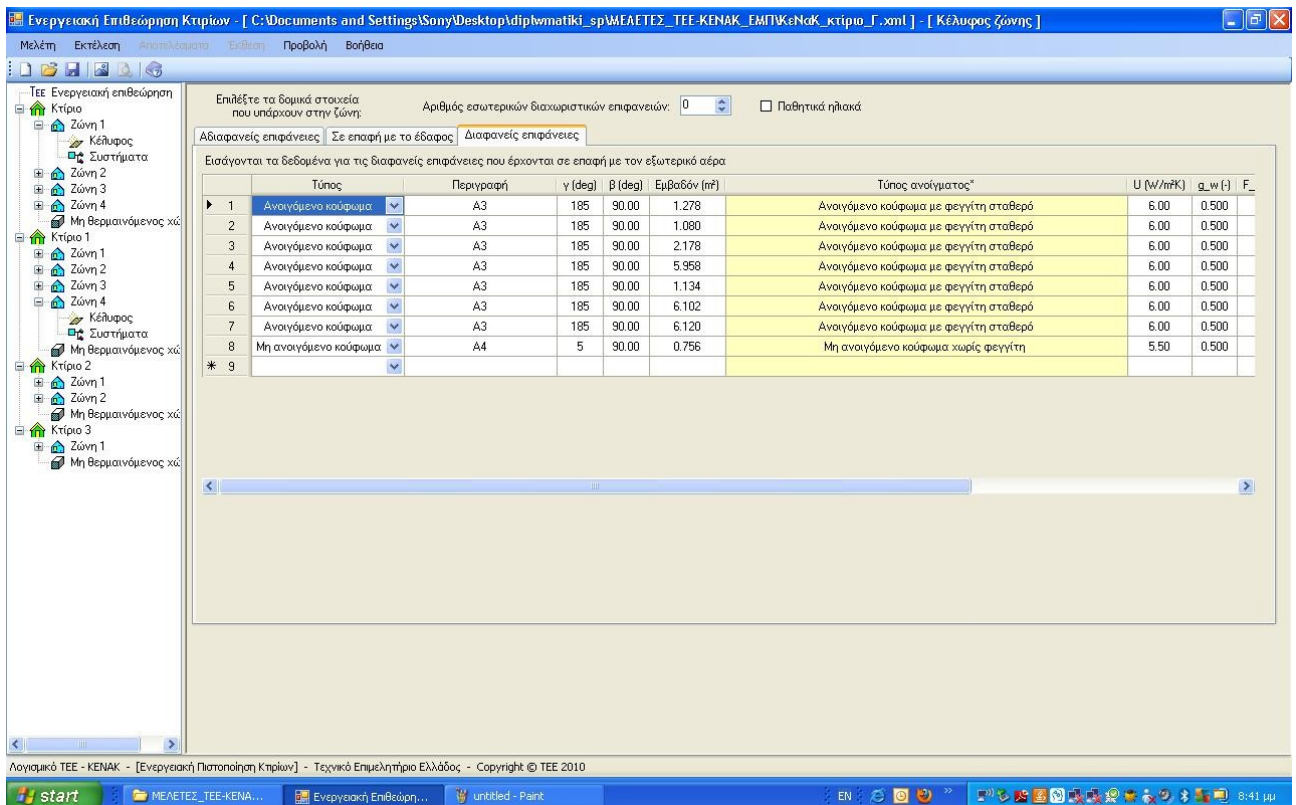
Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a ⁺ (+)	a ⁻ (-)	F _{hor_h} (-)	F _{hor_c} (-)	F _{ov_h} (-)	F _{ov_c} (-)	F _{fin_h} (-)	F _{fin_c} (-)
1	Τοίχος	T2	95	90,00	15,084	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
2	Πόρτα	A2	185	90,00	2,208	5,50	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
3	Τοίχος	T2	275	90,00	15,084	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
4	Τοίχος	T2	5	90,00	7,992	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
5	Πόρτα	A5	5	90,00	3,216	5,30	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
6	Πόρτα	A5	5	90,00	3,072	5,30	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
7	Τοίχος	T2	5	90,00	8,028	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
8	Τοίχος	T2	5	90,00	8,028	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
9	Πόρτα	A5	5	90,00	2,904	5,30	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
10	Πόρτα	A5	5	90,00	2,904	5,30	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
11	Τοίχος	T2	5	90,00	2,556	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
12	Πόρτα	A5	5	90,00	2,904	5,30	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
13	Τοίχος	T2	5	90,00	2,196	1,25	0,20	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
* 14	Τοίχος	T2											

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

Αφού ολοκληρώθηκε και αυτό το στάδιο με επιτυχία, τώρα το πρόγραμμα μας καλεί να του αποδώσουμε πληροφορίες που αφορούν τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του υπό εξέταση κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα, στο βήμα αυτό ορίζεται με ποιό τρόπο επιτυγχάνεται η θέρμανση, η ψύξη, η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στην θερμική ζώνη, τι συστήματα υπάρχουν για τον φωτισμό (μόνο στις κατοικίες δεν εισάγουμε στοιχεία για τον φωτισμό) της θερμικής ζώνης. Αφού συμπληρωθούν όλα τα δεδομένα που προκύπτουν από τα σχέδια του κτιρίου ορίζεται η περίοδος χρήσης των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων κατά την διάρκεια του έτους και το είδος των θερματικών μονάδων και τις απώλειες που έχουν. Ακόμα, μπορούμε αν έχουμε επαρκείς πληροφορίες για το κτίριο να συμπληρώσουμε ότι γνωρίζουμε για το σύστημα ύδρευσης, άρδευσης, αποχέτευσης, πυρόσβεσης και την ύπαρξη ή όχι ανελκυστήρων.

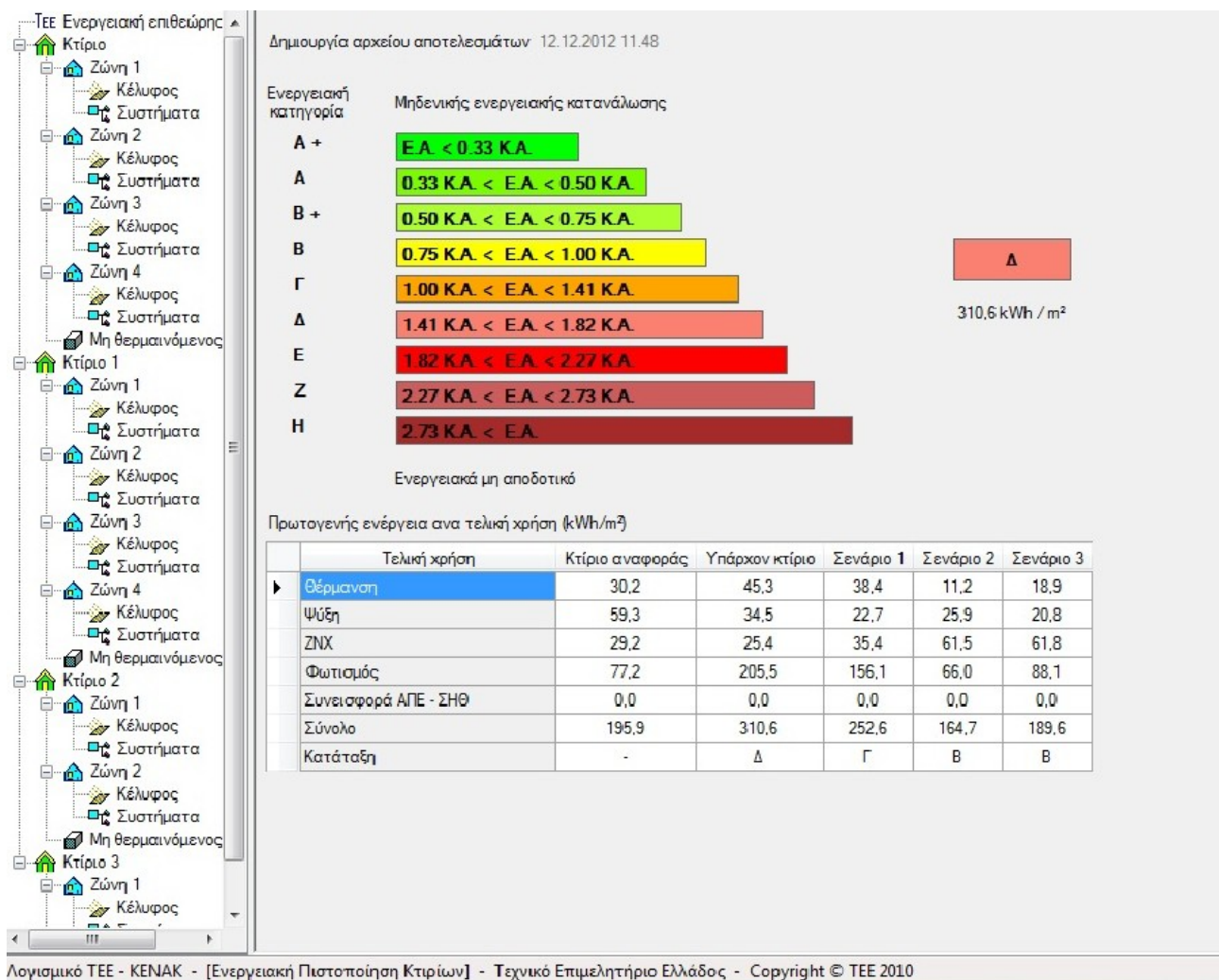


Τελειώνοντας και αυτή την δύσκολη διαδικασία, μας απομένει ο πλήρης προσδιορισμός του μη θερμαινόμενου χώρου. Στο σημείο αυτό ορίζονται οι διαφανείς επιφάνειες, οι αδιαφανείς επιφάνειες, οι επιφάνειες που είναι σε επαφή με το έδαφος και η διεύθυνση του αέρα.



5.4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της διερεύνησης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου "Ε" της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ προήλθαν έπειτα από την εκτέλεση του προγράμματος **Τ.Ε.Ε. - Κ.Ε.Ν.Α.Κ.** και αφού συμπληρώθηκαν όλες οι απαραίτητες παράμετροι όπου το πρόγραμμα απαιτούσε για την ολοκλήρωση της μελέτης. Για μήνες έγινε παράλληλη χρήση των προγραμμάτων **Τ.Ε.Ε. - Κ.Ε.Ν.Α.Κ. & Autocad** για να ελαχιστοποιηθεί η όποια πιθανότητα λάθους στους υπολογισμούς, ενώ πολύ χρήσιμες φάνηκαν οι **Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.** που ελήφθησαν από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος διότι σε αρκετά στοιχεία δεν είχα κάποια σαφή εικόνα από τα αρχιτεκτονικά και τα ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια που ελήφθησαν για το υπό εξέταση κτίριο και έτσι οι παραδοχές που έγιναν βασίστηκαν σε δεδομένα από τους πίνακες των τεσσάρων **Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.** Ολοκληρώνοντας λοιπόν την συμπλήρωση κάθε δεδομένου στο πρόγραμμα και πατώντας το πλήκτρο "**ΕΚΤΕΛΕΣΗ**" το πρόγραμμα αυτόματα εκτελείται και έπειτα από μερικά δευτερόλεπτα μας ανοίγει το παράθυρο των αποτελεσμάτων που σας παραθέτω ως ακολούθως:



Όπως προκύπτει από το πρόγραμμα **T.E.E. - Κ.Ε.Ν.Α.Κ.**, το υπο μελέτη κτίριο ανήκει στην **ενεργειακή κατηγορία "Δ"**. Το υπό εξέταση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ χαρακτηρίζεται ως **ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ**. Το έτος κατασκευής, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, η τεχνογνωσία της τότε εποχής είναι βασικά στοιχεία που συνετέλεσαν σε αυτήν την πλέον χαμηλή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Με εφαρμογή πιο σύγχρονης τεχνολογίας και των κατάλληλων ενεργειακών επεμβάσεων που θα προταθούν παρακάτω θα μπορούσε το κτίριο να ανέβει σε μια καλύτερη ενεργειακή βαθμίδα και να μετατραπεί σε ένα ενεργειακά αποδοτικότερο κτίριο από ότι είναι σήμερα.

5.4.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του υπό μελέτη κτιρίου, φαίνεται να ανήκει στην **ενεργειακή κατηγορία "Δ"**, άρα δεν ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις του **Κ.Ε.Ν.Α.Κ.** για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση ή μικρότερη με την αντίστοιχη του κτιρίου αναφοράς.

Σύμφωνα με τη μελέτη σκοπιμότητας εξετάστηκαν οι εξής εναλλακτικές λύσεις για την κάλυψη των θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου καθώς επίσης και η αντικατάσταση των κουφωμάτων ώστε να μειωθεί η ετήσια κατανάλωση.

Σενάριο 1: Η περίπτωση αντικατάστασης της ήδη υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** που έχει **COP = 2.95**, με μια πιο σύγχρονη και **COP > 3.50**, όπου θα γινόταν παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως όπως συμβαίνει και με την ήδη υπάρχουσα αντλία θερμότητας. Οικονομικά όμως κρίνεται μη βιώσιμη μια τέτοια εφαρμογή αφού η αγορά της υπάρχουσας αντλίας θερμότητας έγινε εντός της δεκαετίας, είναι σε πολύ καλή κατάσταση και η συντήρηση της γίνεται τακτικά και επομένως, δεν θα συνέφερε η αγορά μιας νέας που θα αποσβέσει σχετικά αργά.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Γ

Σενάριο 2: Ακόμα, μελετάται η περίπτωση τοποθέτησης **Φ/Β συστήματος** στην οροφή του κτιρίου. Λόγω της ιδιαιτερότητας του κτιρίου θεωρήθηκε ότι θα εγκατασταθεί ένα σύστημα ισχύος **20 KWp**. Η συγκεκριμένη πρόταση κρίνεται βιώσιμη αφού χαμηλώνει πολύ το ετήσιο λειτουργικό κόστος με την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας σε μπαταρίες. Η αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάλυψη των απαιτήσεων σε ηλεκτρικό ρεύμα της αντλίας θερμότητας ή του φωτισμού. Βέβαια, στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί η αποθηκευμένη ενέργεια στην κάλυψη των αναγκών της υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** θα μειωθεί κατά πολύ η ετήσια κατανάλωση. Επομένως γίνεται γρήγορη απόσβεση και επιτυγχάνεται μεγάλη απόδοση.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Β

Σενάριο 3: Επιπρόσθετα ανάμεσα στα σενάρια που παρατίθενται θεωρήθηκε σε ένα από αυτά ότι τοποθετούνται νέα **αλουμίνια με διπλούς υαλοπίνακες**. Η συγκεκριμένη κίνηση βοηθάει αρκετά και μειώνεται η ετήσια κατανάλωση. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η επιλογή ανοιγμάτων με καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας από τον ελάχιστο που θέτει ο κανονισμός βοηθάει αρκετά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Για την ακρίβεια σε περίπτωση που επιλέγαμε την λύση ανοιγμάτων με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{max} = 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και διατηρώντας την υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως το κτίριο θα ήταν ενεργειακά αποδοτικότερο.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Β

Σενάριο 4: Συμπληρωματικά εξετάστηκε ο συνδιασμός των σεναρίων 2 και 3, δηλαδή διατήρηση της υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως, τοποθέτηση **Φ/Β Συστήματος 20 Kwp** και τοποθέτηση νέων **αλουμινίων με διπλούς υαλοπίνακες**. Η συγκεκριμένη κίνηση βοηθάει αρκετά και μειώνεται η ετήσια κατανάλωση. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η επιλογή ανοιγμάτων με καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας από τον ελάχιστο που θέτει ο κανονισμός βοηθάει αρκετά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Για την ακρίβεια σε περίπτωση που επιλέγαμε την λύση ανοιγμάτων με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{max} = 3.0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ και διατηρώντας την υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως και εγκαθιστώντας **Φ/Β σύστημα 20 Kwp** για την κάλυψη των αναγκών της αντλίας θερμότητας το κτίριο θα ήταν ενεργειακά αποδοτικότερο.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B+

Σενάριο 5: Ένα διαφορετικό σενάριο που εξετάστηκε ήταν να εγκατασταθεί ένας **λέβητας συμπίκνωσης αερίου με βαθμό απόδοσης 0,98** και **καύσιμο φυσικό αέριο**, για την παραγωγή θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσεως ενώ θα λειτουργούσε η ήδη υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή ψύξης και δροσισμού. Στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου όπως διαπιστώνεται από την **Εταιρία Παροχής Αερίου (Ε.Π.Α. Αττικής)** υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης με το φυσικό αέριο. Ήδη υπάρχουν κτίρια εντός της Πολυτεχνειακής κοινότητας που κάνουν χρήση αυτού του καυσίμου. Στην δεδομένη στιγμή, που γίνεται η διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, δεν θα συνέφερε να γίνει μια τέτοια εγκατάσταση αφού απαιτείται λεβητοστάσιο ενώ τα σχέδια και οι άδειες του κτιρίου δεν προβλέπουν χώρο λεβητοστασίου. Παράλληλα, είναι ιδιαίτερα υψηλό το κόστος σύνδεσης με το δίκτυο του φυσικού αερίου αφού ο αγωγός δεν περνά ακριβώς μπροστά από το υπό μελέτη κτίριο και έτσι θα χρειαζόνταν πολλά χρήματα για να γίνει επέκταση και τελικά σύνδεση του κτιρίου με το φυσικό αέριο. Όλα αυτά μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η λύση αυτή κρίνεται μη βιώσιμη οικονομικά.

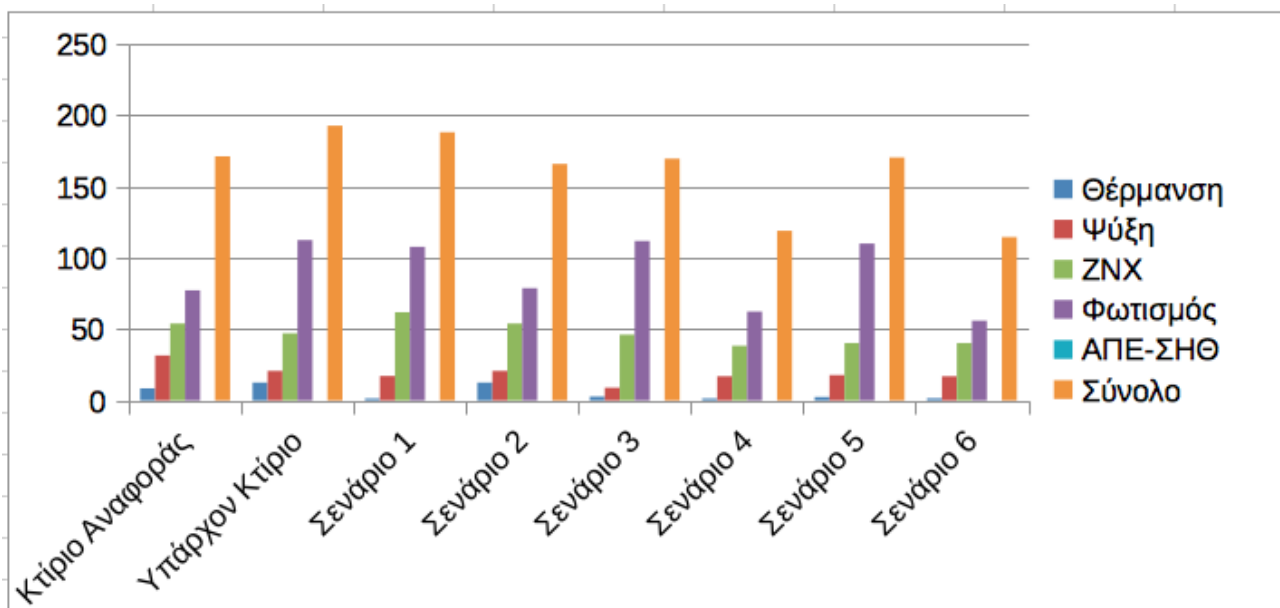
Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B

Σενάριο 6: Τέλος, το συνθετότερο σενάριο που εξετάστηκε ήταν να εγκατασταθεί ένας **λέβητας συμπίκνωσης αερίου με βαθμό απόδοσης 0,99** και **καύσιμο φυσικό αέριο**, για την παραγωγή θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσεως ενώ θα λειτουργούσε η ήδη υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή ψύξης και δροσισμού, παράλληλα, θα γινόταν αντικατάσταση των κουφωμάτων με καινούργια και **διπλούς υαλοπίνακες** και $U_{max} = 3.0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ και τέλος, εγκατάσταση **Φ/Β συστήματος 20 Kwp** για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό για τον φωτισμό του κτιρίου, τις διάφορες ηλεκτρικές συσκευές και τους υπολογιστές. Όλα αυτά μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η λύση αυτή κρίνεται μη βιώσιμη οικονομικά.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: A

Τελική Χρήση	Κτίριο Αναφοράς	Υπάρχον Κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6
Θέρμανση	30.2	45.3	38.4	11.2	18.9	1.4	2.4	1.5
Ψύξη	59.3	34.5	22.7	25.9	20.8	16.9	17.7	16.9
ZNX	29.2	25.4	35.4	61.5	61.8	38.3	40.2	40.2
Φωτισμός	77.2	205.5	156.1	66	88.1	62.3	110	55.9
ΑΠΕ - ΣΗΘ	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	195.9	310.6	252.6	164.7	189.6	118.9	170.3	114.5
Κατάταξη	-	Δ	Γ	B	B	B+	B	A

Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση



Διάγραμμα πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα πράγματι σε κάθε εξεταζόμενο σενάριο εκτός από το πρώτο, όπου μελετάται η αντικατάσταση της υπάρχουσας αντλίας θερμότητας με μια νέα και μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, υπάρχει μια άνοδος στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου, δηλαδή μια βελτίωση στην εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά δεν είναι κάθε λύση βιώσιμη. Το μόνο σενάριο που κρίνεται βιώσιμο είναι αυτό της εγκατάστασης Φ/Β συστήματος στην οροφή του κτιρίου. Μάλιστα αν θεωρηθεί ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα χρησιμοποιηθεί για ιδιοκατανάλωση τότε έτσι και αλλιώς τα χρήματα που θα δίνονταν στην Δ.Ε.Η. για την εξόφληση των λογαριασμών του ηλεκτρικού ρεύματος για μια δεκαετία, μπορούν να αποδίδονται για την εξόφληση μιας ολοκληρωμένης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης που από την πρώτη ημέρα λειτουργίας της θα ξεκινήσει την διαδικασία απόσβεσης των κεφαλαίων που χρησιμοποιήθηκαν. Με μια γενικότερη εικόνα των σεναρίων που εξετάστηκαν προκύπτει ότι το υπό μελέτη κτίριο θα μπορούσε να καταταγεί μέχρι και **ενεργειακή κατηγορία "Α"** αλλά το κόστος για να γίνει κάτι τέτοιο είναι απαγορευτικό δεδομένου ότι η απόσβεση των κεφαλαίων μπορεί να πάρει πολλές δεκαετίες.

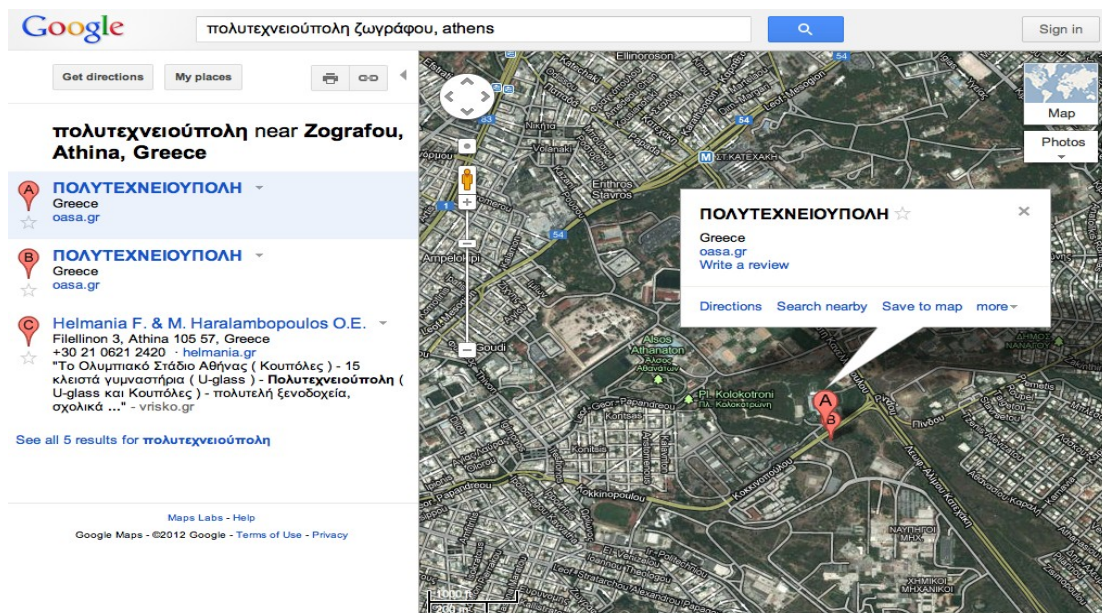
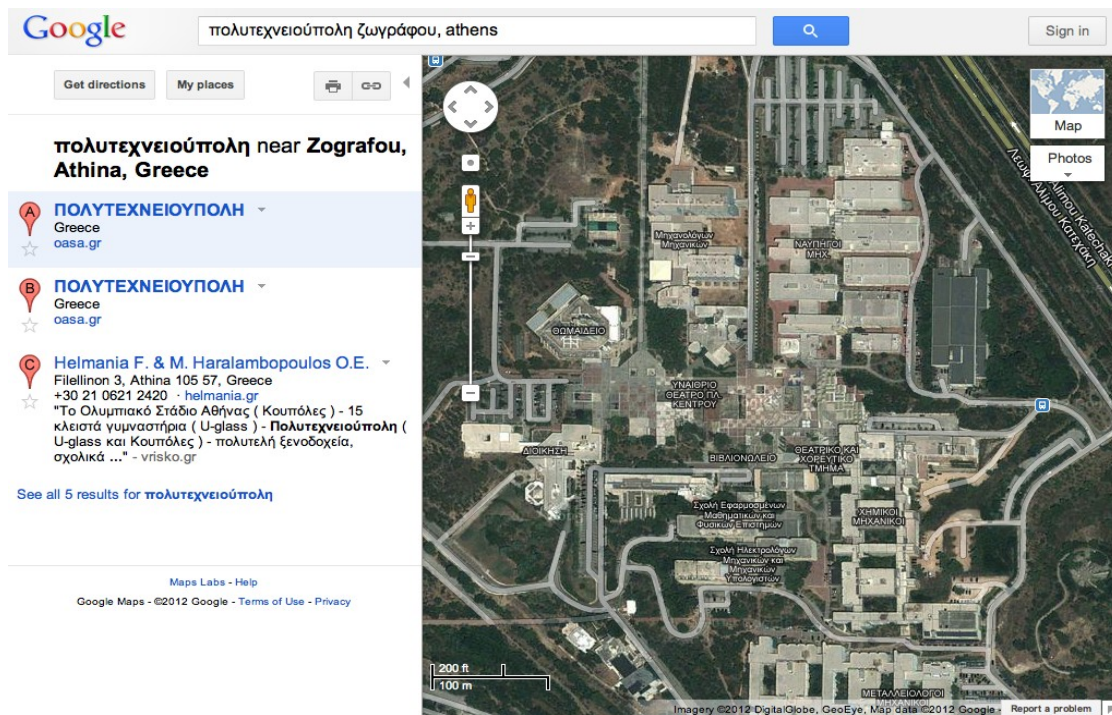
Ο κανονισμός προβλέπει τα καινούρια κτίρια να κατατάσσονται ενεργειακά τουλάχιστον στην **κατηγορία "Β"**. Στην συγκεκριμένη μελέτη στόχος ήταν να διερευνήσουμε σε ποια ενεργειακή κατηγορία εντάσσεται το παρόν κτίριο και να προταθούν σενάρια για την βελτίωση της ενεργειακής του ταυτότητας. Αυτό είναι εύκολο να επιτευχθεί με καλύτερα ανοίγματα, εκμετάλλευση των λεβήτων συμπύκνωσης και σίγουρα με μια καλή μόνωση. Μέχρι εκεί οι λύσεις που χρησιμοποιούμε για την «άνοδο» του κτιρίου από "Δ" σε "Γ", "Β", "Β+" ή και "Α" δεν κρίνονται βιώσιμες. Η δυσκολία έγκειται στην περαιτέρω βελτίωση του κτιρίου και η ένταξη του στην **κατηγορία "Α"**, που σε λίγα χρόνια θα είναι και το μίνιμουμ. Σε αυτή την περίπτωση σίγουρα θα πρέπει να υιοθετηθούν λύσεις που συμπεριλαμβάνουν: εγκατάσταση ΑΠΕ, καλύτερους αυτοματισμούς, αξιοποίηση των λεβήτων συμπύκνωσης, μελέτη φωτισμού των κτιρίων καθώς και βελτίωση του σχεδιασμού του κτιρίου με ένταξη του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην μελέτη και στον σχεδιασμό των κτιρίων.

6.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "Z"

Σε αυτήν την ενότητα γίνεται μια αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη κτιρίου, σχετικά με την θέση του, τη χρήση του, τον περιβάλλοντα χώρο του, την θερμομόνωση του και τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα όπου το κτίριο αυτό περιλαμβάνει. Μετά το πέρας αυτής της περιγραφής ακολουθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας με ότι εμπεριέχεται στο υπό μελέτη κτίριο και τις παραδοχές που έγιναν για την διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

6.1.1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ "Z"

Το υπό μελέτη κτίριο βρίσκεται στη περιοχή του Ζωγράφου κοντά στο κέντρο της Αθήνας στο νομό Αττικής. Σας παραθέτω εικόνες από τον δορυφόρο με την ακριβή τοποθεσία του υπό μελέτη κτιρίου.



Το οικόπεδο στο οποίο βρίσκεται το υπό μελέτη κτίριο είναι τετραγωνικού σχήματος. Το οικόπεδο είναι ενδιάμεσο και βρίσκεται σε σχετικά αραιοδομημένο αστικό περιβάλλον εντός της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Λόγω των μεγάλων οικοπέδων και του μικρού συντελεστή δόμησης τα κτίρια τριγύρω είναι μέχρι τεσσάρων ορόφων. Στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν παλιές, αλλά και νεότερες κτιριακές κατασκευές, κυρίως κτίρια Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο έχει γίνει ώστε να είναι όσο δυνατή η καλύτερη εκμετάλλευση του νότιου προσανατολισμού. Όπως φαίνεται και στον ακόλουθο πίνακα το υπό μελέτη ανήκει στην "B" κλιματική ζώνη.

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

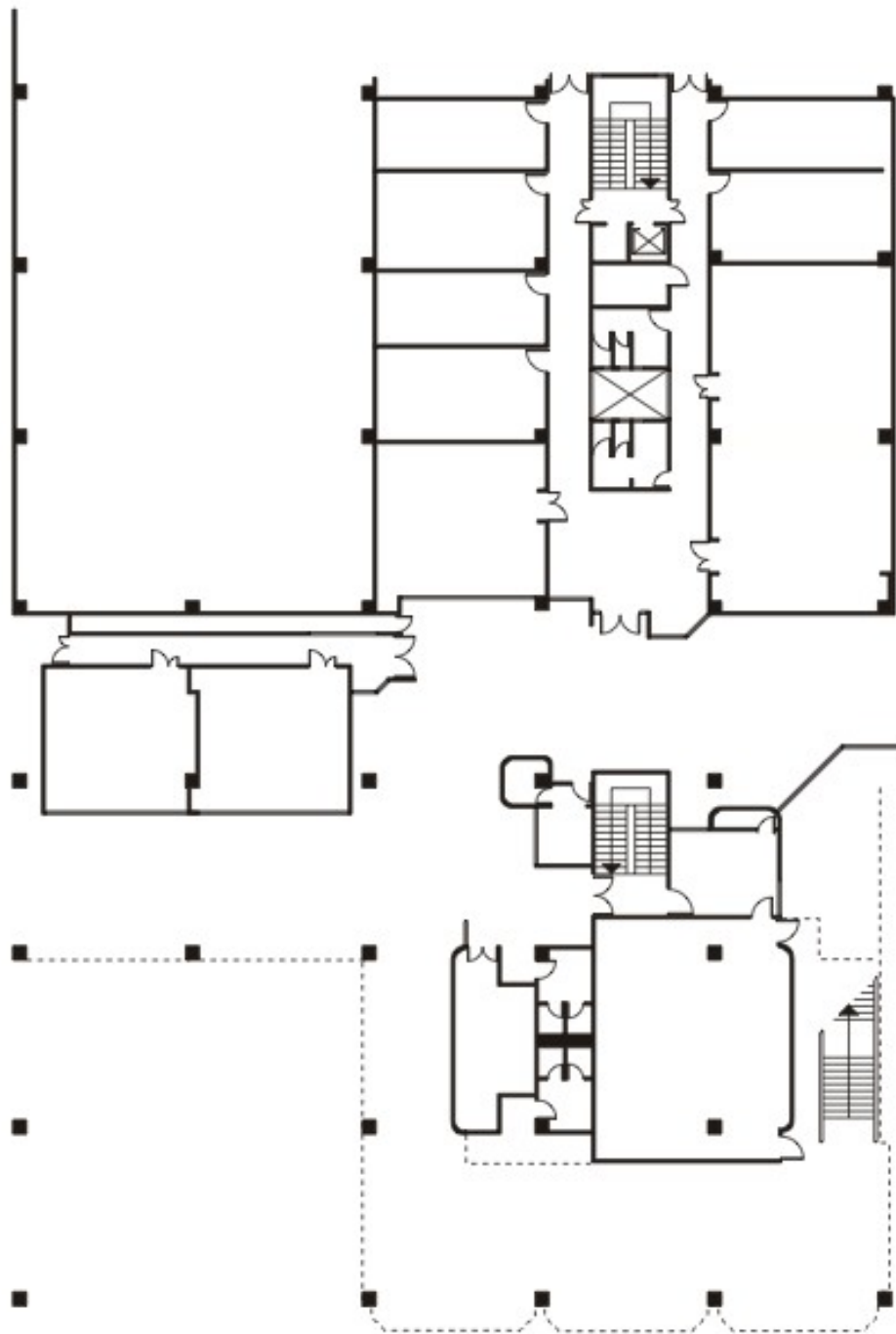
6.1.2 ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "Ζ"

Πρόκειται για κτίριο με ισόγειο και έναν όροφο. Όλα τα επίπεδα θα έχουν κύρια χρήση Αίθουσες Διδασκαλίας Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Εκτός από τους χώρους κύριας χρήσης, η κεντρική είσοδος του κτιρίου, οι διάδρομοι, οι τουαλέτες, οι αποθήκες καθώς και το κλιμακοστάσιο σε όλους τους ορόφους θα θεωρηθούν μη θερμαινόμενοι χώροι.

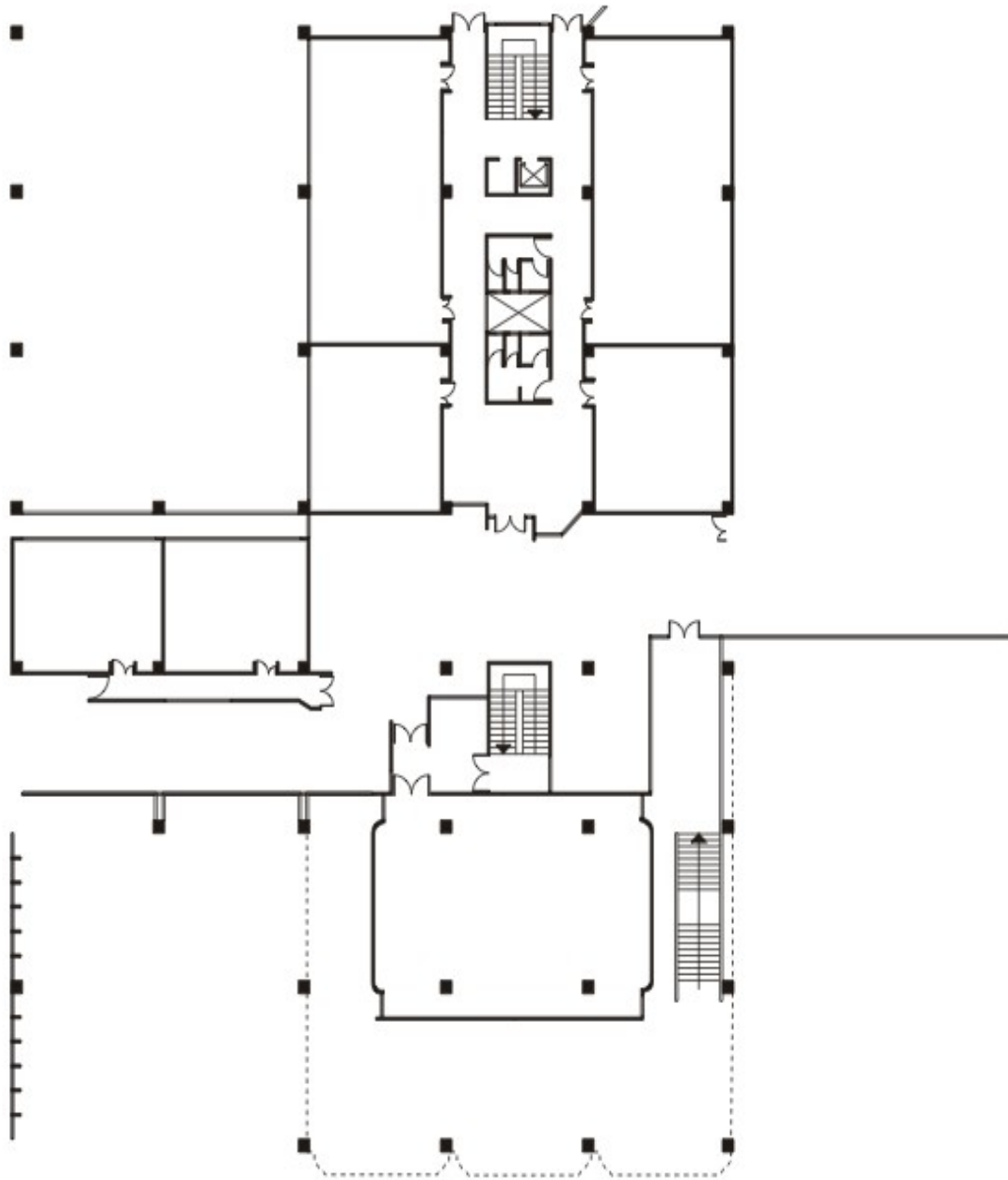
Το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις χρήσεις του και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Η βασική κατηγορία του κτιρίου και η χρήση του φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.

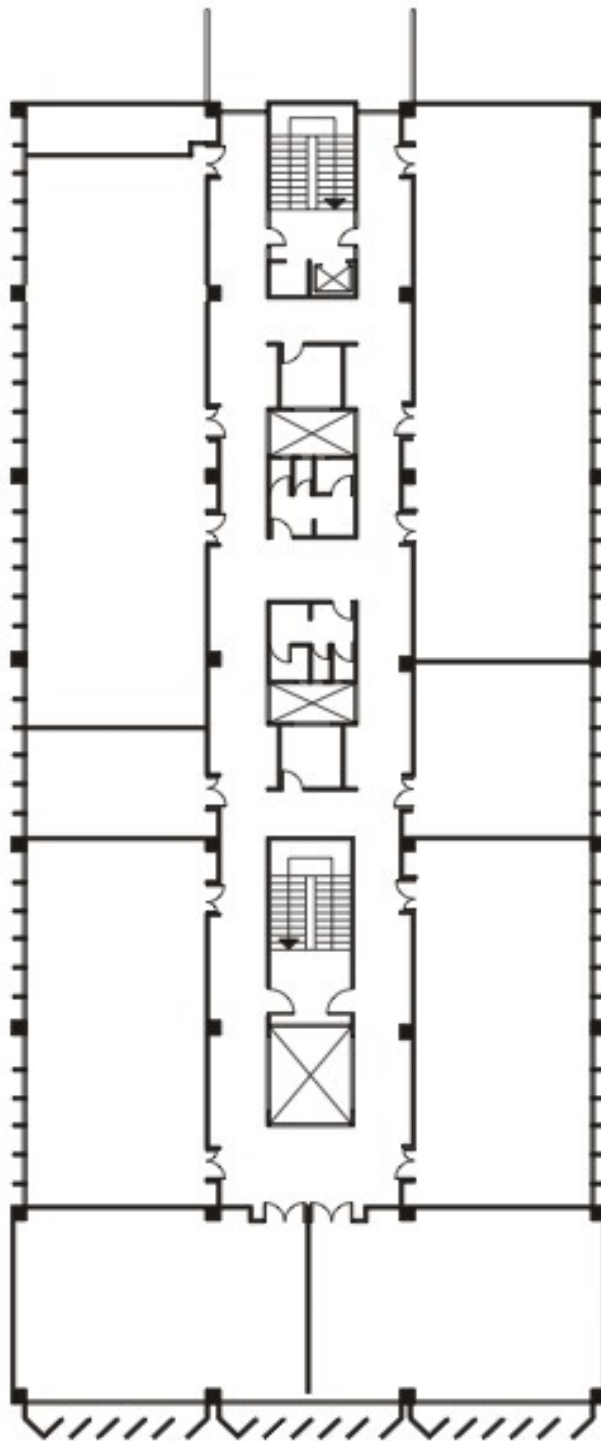
Στην επόμενη σελίδα φαίνονται οι κατόψεις του κτιρίου. Σημειώστε πως οι κατόψεις αυτές ελήφθησαν σε αρχείο τύπου PDF και τις μετατράπηκαν σε αρχεία τύπου DWG μέσω του προγράμματος Corel ώστε να μπορεί να σχεδιαστεί και να μετρηθεί κάθε διάσταση μέσω του προγράμματος σχεδίασης Autocad 2002. Σας παραθέτω λοιπόν τις κατόψεις του υπό μελέτη κτιρίου σε μορφή PDF όπως τα έλαβα καθώς και σε μορφή DWG όπως τα μετέτρεψα. Θα ήθελα να αναφέρω πως στα ακόλουθα σχέδια με το ροζ χρώμα συμβολίζονται οι θερμικές ζώνες ενώ με το κόκκινο οι μη θερμαινόμενοι χώροι του υπό μελέτη κτιρίου.



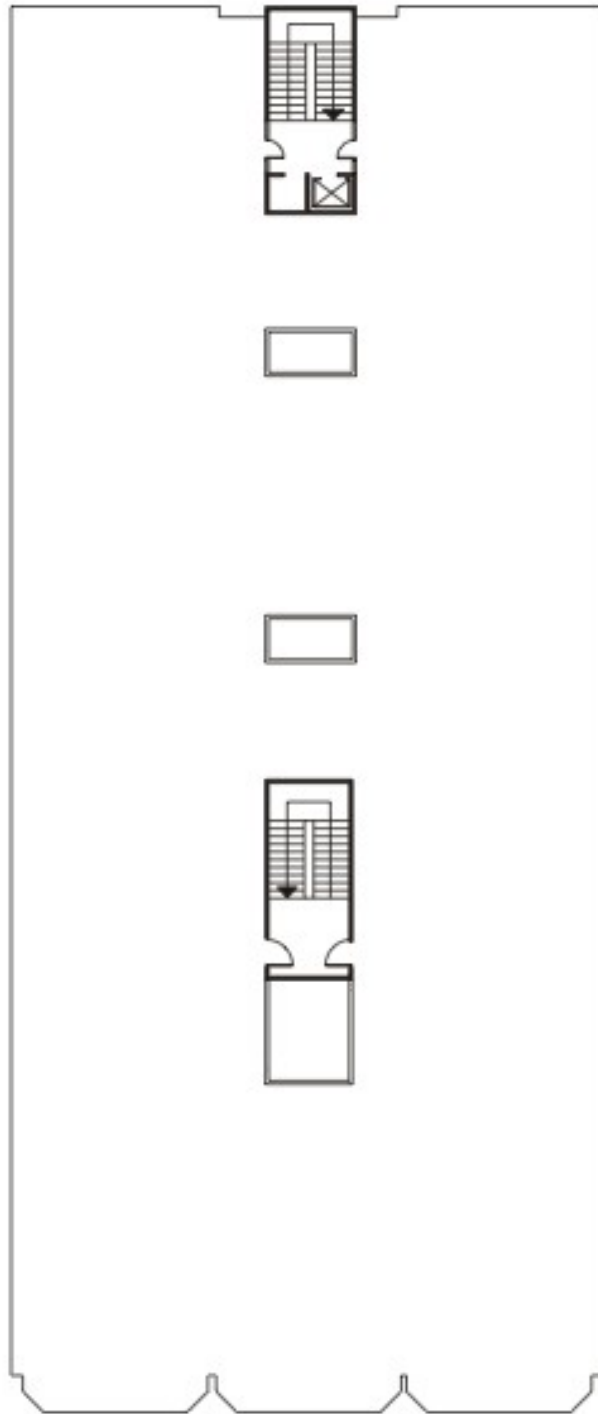
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



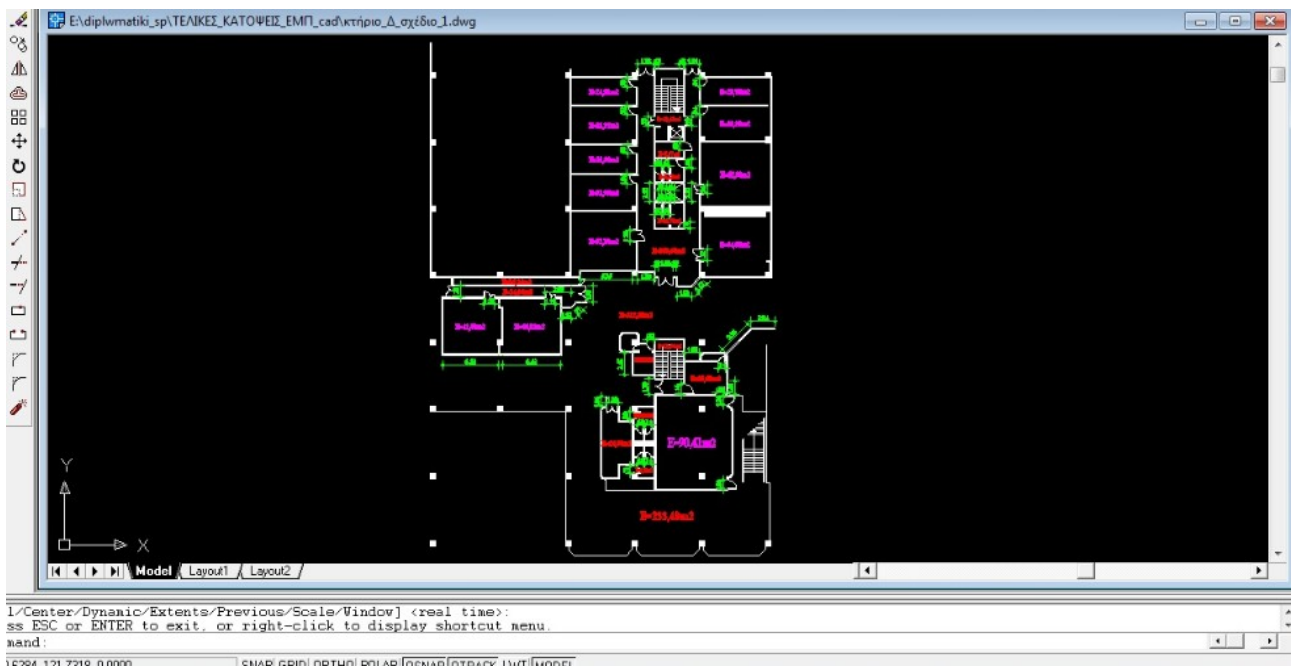
ΚΑΤΟΨΗ ΠΡΩΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



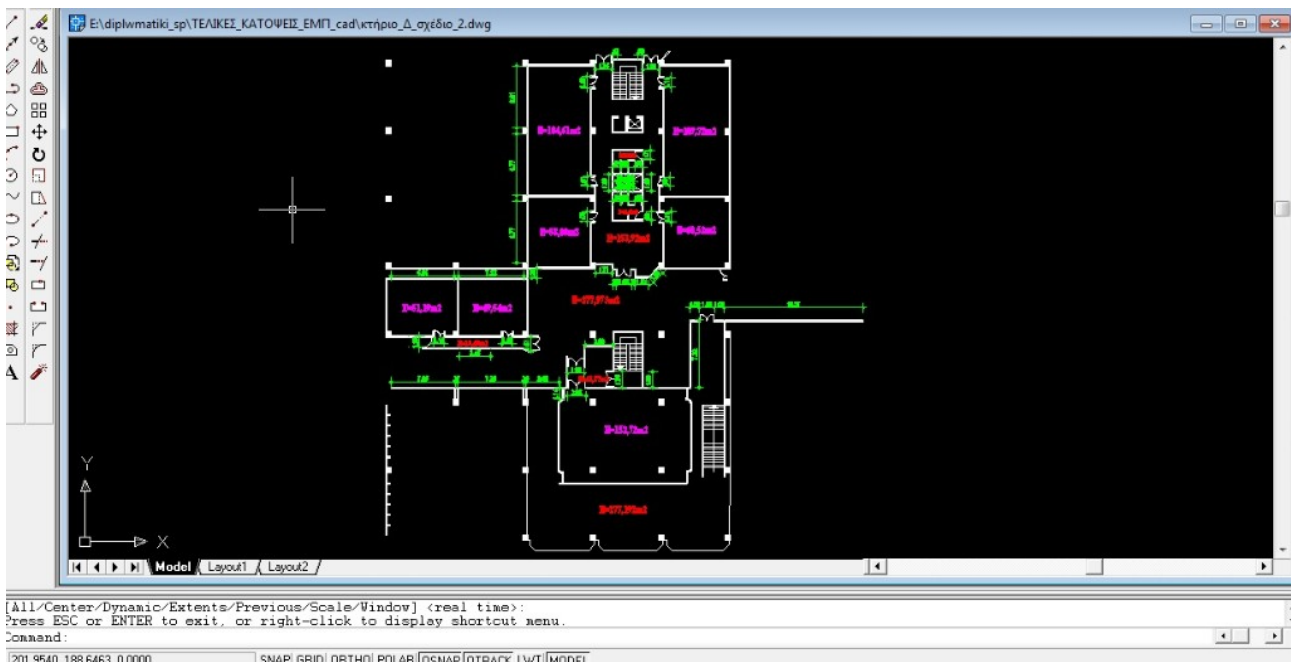
ΚΑΤΟΨΗ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ PDF



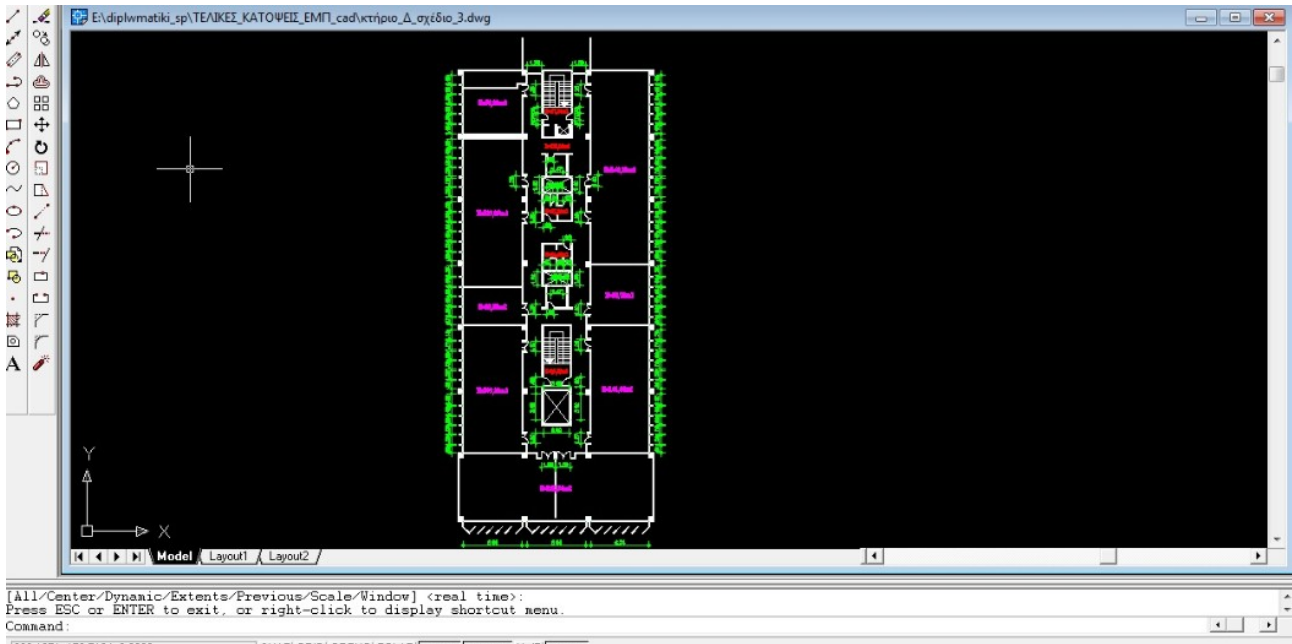
ΚΑΤΟΨΗ ΤΡΙΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ ΡΔΕ



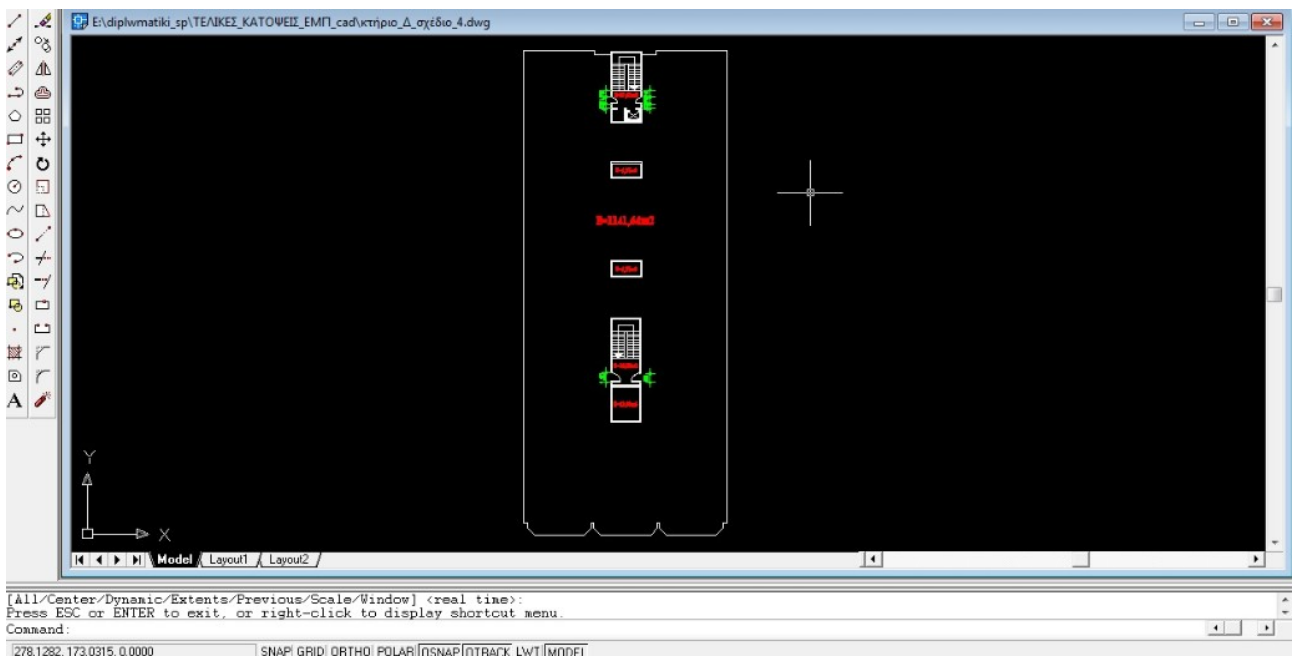
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG



ΚΑΤΟΨΗ ΠΡΩΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG



ΚΑΤΟΨΗ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG



ΚΑΤΟΨΗ ΤΡΙΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DWG

6.1.3 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ "Ζ"

Σε όλες τις πλευρές του κτιρίου έχουν τοποθετηθεί δενδρύλλια (**Κωνοφόρο αειθαλές**) και στην πρασιά γκαζόν που βοηθούν πολύ στην βελτίωση του μικροκλίματος. Δεν βοηθούν όμως στην σκίαση, λόγω του χαμηλού τους ύψους και της μεγάλης απόστασης από το κτίριο (έχω θεωρήσει ότι το ύψος φτάνει τα 2 μέτρα). Σε αντίθετη περίπτωση το δέντρο μπορεί να ξεπεράσει τα 5 μέτρα και να βοηθήσει στον σκιασμό τουλάχιστον του ισογείου. Έτσι όσον αφορά τον περιβάλλοντα χώρο το υπό μελέτη κτίριο δεν σκιάζεται από φυσικά τοπία και φυσικά εμπόδια.

6.1.4 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ "Ζ"

Από όλα τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου προκύπτει ότι το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει θερμομόνωση σε όλα τα δομικά του στοιχεία. Όπως θα αναλυθεί και σε επόμενο κεφάλαιο το κτίριο που μελετώ οφείλει λόγω του ότι η Άδεια Κατασκευής του είναι το έτος 1995 να υπακούει στον Κ.Θ.Κ. (Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων) και όχι στον Κ.ΕΝ.Α.Κ αφού ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. αναφέρεται σε κτίρια των οποίων η άδεια είναι μετά το 2010. Για την θερμομόνωση των δομικών στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν διάφορα υλικά, όπως διογκωμένη πολυστερόλη 3 cm, μαστίχη θειοσόλη, γαλβανισμένη λαμαρίνα, λινάτσα, roofmate 3cm. και επίχρισμα.

6.1.5 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ "Ζ"

Ως γνωστόν όταν αναφερόμαστε στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα που διαθέτει ένα κτίριο εννοούμε τις εγκαταστάσεις που το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει σχετικά με την θέρμανση, την ψύξη, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, τον φωτισμό, την ύπαρξη συστημάτων εξαερισμού ή καμινάδων, την ύπαρξη ανεμιστήρων οροφής, παθητικών ηλιακών συστημάτων και Φ/Β πάρκων, αντλιών κυκλοφορίας και τέλος, ανελκυστήρων. Το υπό μελέτη κτίριο, σύμφωνα με τα Ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του διαθέτει τα ακόλουθα συστήματα:

α) Θέρμανση – Ψύξη - Ζεστό Νερό Χρήσης

Για την παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως είναι εγκατεστημένες **δύο αερόψυκτες αντλίες θερμότητας FYROGENIS 98.000 kcal/h** με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

Fan RPM	1000
Air Flow (m ³ /h)	36000
Ext. Static Pressure (Pa)	0
Refrigerant Charge (kg)	42
Refrigerant Type	R22
Power Supply	380V/3/50Hz
Unit Type	FAWH 662 – SH/48 R.T.
Cooling Capacity (KW)	197
Heating Capacity (KW)	222
Compressor Power (KW)	2 * 30

Το δίκτυο διανομής του ψυχρού και του θερμού μέσου έχει μικρές απώλειες και οι τερματικές μονάδες είναι Fan coils. Το ζεστό νερό που παράγεται αποθηκεύεται σε δεξαμενή και είναι τύπου άμεσης κατανάλωσης. Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ και η ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.

β) Φωτισμός

Για τον φωτισμό του υπό μελέτη κτιρίου, παρατηρώντας τα ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του, προκύπτει πως κάθε επίπεδο διαθέτει δικό του ανεξάρτητο ηλεκτρολογικό πίνακα και πως είναι διαφορετική η εγκατεστημένη ισχύς ανά επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, το κτίριο στα σχέδια φαίνεται να αποτελείται από **25 φωτιστικά σώματα** στο ισόγειο. Το κάθε φωτιστικό σώμα αποτελείται από 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς για το ισόγειο είναι: $25 * 4 * 20 = 2.000 \text{ Watt}$ ή **2,00 Kw**. Αντίστοιχα, στο πρώτο επίπεδο το υπό μελέτη κτίριο αποτελείται από **31 φωτιστικά σώματα**. Το κάθε φωτιστικό σώμα αποτελείται από 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς για τον πρώτο όροφο είναι: $31 * 4 * 20 = 2.500 \text{ Watt}$ ή **2,50 Kw**. Στο δεύτερο όροφο υπάρχουν **46 φωτιστικά σώματα** με 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως 20 Watt έκαστος. Επομένως, η εγκατεστημένη ισχύς στο δεύτερο όροφο είναι: $46 * 4 * 20 = 3.680 \text{ Watt}$ ή **3,68 Kw**. Τέλος, στον τρίτο και τελευταίο όροφο υπάρχουν **28 φωτιστικά σώματα** με 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 20 Watt έκαστος. Έτσι, η εγκατεστημένη ισχύς στον τρίτο όροφο είναι: $28 * 4 * 20 = 2.250 \text{ Kw}$ ή **2,25 KW**.

γ) Συστήματα εξαερισμού - Καμινάδες

Το υπό μελέτη κτίριο δεν διαθέτει θυρίδες εξαερισμού ή κάποιο ολοκληρωμένο σύστημα εξαερισμού αφού κατά την κατασκευή του έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα ώστε να γίνεται φυσικός αερισμός, δροσισμός και εξαερισμός και να μην χρειάζεται επιπλέον σύστημα εξαερισμού. Ακόμα, το παρόν κτίριο δεν διαθέτει ούτε καμινάδες αφού δεν διαθέτει λεβητοστάσιο ώστε να κάνει χρήση κάποιου λέβητα πετρελαίου ή φυσικού αερίου, ούτε υπάρχει κάποιο είδος τζακιού στο κτίριο.

δ) Ανεμιστήρες Οροφής

Στο κτίριο που εξετάζουμε δεν διαθέτει ανεμιστήρες οροφής αφού επιτυγχάνεται φυσικός δροσισμός και συμπληρωματικά λειτουργεί η αντλία θερμότητας που προανέφερα.

ε) Παθητικά Ηλιακά Συστήματα – Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Στο υπό μελέτη κτίριο δεν υπάρχει οποιοδήποτε Ηλιακό Σύστημα εγκατεστημένο. Επίσης, δεν έχει γίνει εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου για εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας με σκοπό την κάλυψη ορισμένων ή όλων των αναγκών του κτιρίου σε ηλεκτρικό ρεύμα.

στ) Αντλίες Κυκλοφορίας

Το υπό διερεύνηση κτίριο διαθέτει **3 κυκλοφορητές WILO** για την ανακυκλοφορία ρευστού το οποίο παράγει θέρμανση – ψύξη – ζεστό νερό χρήσεως. Το μοντέλο κάθε κυκλοφορητή φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

WILO	IPN 50/200 – 1,1/4
WILO	IPN 80/160 – 1,1/4
WILO	IPN 80/224 – 4/4

ζ) Ανελκυστήρες

Το υπό διερεύνηση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ διαθέτει 2 όμοιους ανελκυστήρες αφού αποτελείται από τέσσερα επίπεδα (ισόγειο, πρώτος, δεύτερος & τρίτος όροφος) και υπάρχουν μικρά κλιμακοστάσια που συνδέουν αυτά τα δύο επίπεδα. Οι ανελκυστήρες είναι υδραυλικοί και το μοτέρ έχει ισχύ **8 Hp ή 11 Kw**. έκαστο.

6.1.6 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ "Ζ" ΣΕ ΠΙΝΑΚΑ

Όπως προανέφερα και στην εισαγωγική παράγραφο αυτής της ενότητας θα σας παρουσιάσω έναν συγκεντρωτικό πίνακα με ότι περιέχει το υπό εξέταση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ.

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΑΘΗΝΑ (ΝΟΜΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ)
ΚΑΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΖΩΝΗ Β
ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ – ΓΡΑΦΕΙΑ
ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΠΕΔΩΝ	ΤΕΣΣΕΡΑ (ΙΣΟΓΕΙΟ, ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ, ΔΕΥΤΕΡΟΣ & ΤΡΙΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ)
ΠΛΗΘΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ	ΕΝΝΙΑ (ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΣΤΟΝ ΠΡΩΤΟ ΟΡΟΦΟ, ΜΙΑ ΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΟΡΟΦΟ ΚΑΙ ΚΑΜΙΑ ΣΤΟΝ ΤΡΙΤΟ ΟΡΟΦΟ))
ΠΛΗΘΟΣ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ	ΤΕΣΣΕΡΙΣ (ΕΝΑΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΑΣ ΣΤΟΝ ΠΡΩΤΟ ΟΡΟΦΟ, ΕΝΑΣ ΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΚΑΙ ΤΕΛΟΣ, ΕΝΑΣ ΣΤΟΝ ΤΡΙΤΟ ΟΡΟΦΟ)
ΕΙΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ & ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β
ΕΙΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΒΑΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ (ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ 260 KJ/m²K)
ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ (ΓΙΑ ΟΛΑ)
ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΟΧΙ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΟΧΙ
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΟΧΙ
ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ	ΝΑΙ (2 υδραυλικοί με ισχύ 11 Kw έκαστος)
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ - ΚΑΜΙΝΑΔΕΣ	ΟΧΙ

ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΟΡΟΦΗΣ	OXI
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	ΝΑΙ
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	ΝΑΙ
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	ΝΑΙ
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ	ΝΑΙ
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	OXI
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	2 ΑΕΡΟΨΥΚΤΕΣ ΑΝΤΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 222 Kw FYROGENIS 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΨΥΞΗ	2 ΑΕΡΟΨΥΚΤΕΣ ΑΝΤΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 197 Kw FYROGENIS 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ	2 ΑΕΡΟΨΥΚΤΕΣ ΑΝΤΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ FYROGENIS 98.000kcal/h – CHI 042H00/42 R.T.
ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ	3 WILO
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 2,00 Kw στο ισόγειο ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 2,50 Kw στον πρώτο ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 3,68 Kw στον δεύτερο ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 2,25 Kw στον τρίτο
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΝΑΙ
ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	80.00%
ΤΡΟΠΟΣ ΕΝΑΥΣΗΣ – ΣΒΕΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ
ΕΙΔΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ	ΜΟΝΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ
ΠΛΑΙΣΙΟ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
ΥΠΑΡΞΗ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ	ΝΑΙ

6.1.7 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Η συγκεκριμένη διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου βασίστηκε σε στοιχεία τα οποία έδιναν την γενική εικόνα του κτιρίου. Τα στοιχεία αυτά τα σύλλεξα από το γραφείο μελετών της Πρυτανείας του ΕΜΠ όπου και αρχειοθετούνται τα σχέδια του υπό μελέτη κτιρίου. Για να είναι δυνατή η σωστή εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης έγιναν κάποιες παραδοχές. Οι βασικές παραδοχές είναι οι εξής:

- Το κτίριο που θα μελετηθεί αποτελείται από τέσσερα επίπεδα, ένα ισόγειο και τρεις ορόφους. Το κτίριο διαθέτει τέσσερις θερμικές ζώνες στο ισόγειο, τέσσερις θερμικές ζώνες στον πρώτο όροφο, μία θερμική ζώνη στο δεύτερο όροφο και καμία στον τρίτο όροφο.
- Το ισόγειο έχει ύψος 3.60 m ενώ οι όροφοι έχουν ύψος 3 m. (μετρημένο από πλάκα σε πλάκα).
- Οι δύο από τις τέσσερις πλευρές του κτιρίου δεν εφάπτονται με άλλο κτίριο.
- Λόγω του ότι το κτίριο δεν είναι νεόδμητο θεωρούμε όλοι οι συντελεστές θερμοπερατότητας δεν ανταποκρίνονται στα όρια που θέτει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. παρά μόνο στον Κ.Θ.Κ..
- Το κτίριο είναι τοποθετημένο ανάμεσα στον προαύλιο χώρο της Πολυτεχνειούπολης και χαρακτηρίζεται ως ενδιάμεσο. Δεν υπάρχουν τριγύρω φυσικά εμπόδια ή φυσικά τοπία τα οποία να συνεισφέρουν στην σκίαση του κτιρίου.

- Όλα τα παράθυρα είναι ίδιας κατασκευής με ίδια U. Επίσης όλα τα παράθυρα είναι ανοιγόμενα με φεγγίτη σταθερό ενώ υπάρχουν μερικά που είναι μη ανοιγόμενα κυρίως στους μη θερμαινόμενους χώρους.
- Η κεντρική πόρτα είναι από γυαλί και αλουμίνιο .
- Το δάπεδο είναι σε επαφή με το χώμα.
- Η κατηγορία διατάξεων ελέγχου των αυτοματισμών ορίστηκε ως "B" για λόγους άνεσης και εξοικονόμησης ενέργειας.
- Το κτίριο δε διαθέτει καμία θυρίδα εξαερισμού καθώς η ανανέωση του αέρα γίνεται μέσω των παραθύρων, ενώ δε διαθέτει επίσης ούτε ανεμιστήρες οροφής ούτε καμινάδες.
- Οι θερμικές απώλειες αλλά και τα ψυκτικά φορτία του κτιρίου έχουν υπολογιστεί βάση των δομικών στοιχείων και των συντελεστών θερμοπερατότητας που έχουν χρησιμοποιηθεί στην διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
- Για τον υπολογισμό στην ενεργειακή μελέτη έχουν χρησιμοποιηθεί οι πίνακες του κεφαλαίου 4 της TOTEE 20701-1/2010 (Προδιαγραφές Εγκαταστάσεων).
- Τέλος για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης και τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα του T.E.E. – K.EN.A.K., το Corel και το σχεδιαστικό πρόγραμμα Autocad 2002.

6.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

6.2.1 ΩΡΑΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στον ακόλουθο πίνακα διακρίνεται η χρήση του κτιρίου και οι βασικές ώρες λειτουργίας του ανάλογα με την καθορισμένη χρήση. Πιο συγκεκριμένα, το υπό μελέτη κτίριο αποτελεί εκπαιδευτικό ίδρυμα και για προσδιορισμό της χρήσης των θερμικών ζωνών του αναφέρεται ότι θα είναι αίθουσες διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Οι ώρες λειτουργίας του κτιρίου είναι 13 ώρες/ημέρα. Οι ημέρες λειτουργίας του κτιρίου είναι 5 ημέρες/εβδομάδα. Η περίοδος λειτουργίας είναι 10 μήνες/έτος.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο	8	5	8 (Οκτ.-Μαΐ.)
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευσης	8	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)
	Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	13	5	10
	Φροντιστήριο, ωδείο	7	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)

Για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτηρίου, λαμβάνονται συγκεκριμένες περίοδοι για την θέρμανση και ψύξη ανάλογα την κλιματική ζώνη:

- Για την Ζώνη Α και Β η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1^η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου.
- Για την Ζώνη Γ και Δ η περίοδος θέρμανσης είναι από την 15 Οκτωβρίου μέχρι και τις 30 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από την 1^η Ιουνίου μέχρι και τις 31 Αυγούστου.

6.2.2 ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Για το βέλτιστο έλεγχο των εσωτερικών συνθηκών στα κτήρια, εγκαθίστανται συστήματα κλιματισμού, στα οποία εκτός της θερμοκρασίας του αέρα, ελέγχεται και ρυθμίζεται και η σχετική του υγρασία. Εξαιρέση αποτελούν τα τοπικά και ημικεντρικά συστήματα κλιματισμού (αντλίες θερμότητας άμεσης εξάτμισης, διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου, τοπικές και ημικεντρικές), που συνήθως χρησιμοποιούνται σε κατοικίες και σε μικρής σχετικά κλίμακας εφαρμογές. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο έλεγχος των τιμών της σχετικής υγρασίας είναι δυνατός μόνο σε λειτουργία ψύξης.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45

6.2.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΝΩΠΟΣ ΑΕΡΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Για την εξασφάλιση συνθηκών υγιεινής στο εσωτερικό κάθε κτηρίου και κάθε ανεξάρτητου τμήματος κτηρίου απαιτείται η ανανέωση του αέρα, δηλαδή η αντικατάσταση μέρους του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος. Οι απαιτήσεις νωπού αέρα καθορίζονται ανάλογα με:

- τη χρήση του κτηρίου,
- τον πληθυσμό των χρηστών και
- την παραγωγή ρύπων λόγω χρήσης του κτηρίου, που σε γενική προσέγγιση είναι αντίστοιχη της χρήσης του κτηρίου.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι υπολογισμού της απαραίτητης ποσότητας νωπού αέρα σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 15251:2007. Για τις ανάγκες υπολογισμού του αερισμού σε μελέτες εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, ο πιο εύχρηστος τρόπος υπολογισμού της ανανέωσης αέρα είναι βάσει των ελάχιστων ποσοτήτων που απαιτούνται σύμφωνα με τα εξής δύο κριτήρια:

- την εξασφάλιση των συνθηκών υγιεινής για τους χρήστες και
- την ελάχιστη ανανέωση βάσει του όγκου και της χρήσης του κτηρίου.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	50	22	11,00

6.2.4 ΣΤΑΘΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την εκτέλεση εργασιών, χωρίς φαινόμενα που δημιουργούν οπτική δυσφορία ή/και κόπωση.

Σε όλους τους κυρίως χώρους υπάρχουν ανοίγματα τα οποία προσφέρουν επαρκή φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος θα υπάρχουν μεγάλα ανοίγματα. Το ποσοστό του φυσικού φωτισμού σύμφωνα με τις διατάξεις της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 καλύπτει το 80%.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m ²]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	9,1	0,8

6.2.5 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Η ζήτηση ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) σε ένα κτήριο ή σε ένα ανεξάρτητο (λειτουργικά) τμήμα του εξαρτάται από τη χρήση του κτηρίου (ή του τμήματος) αλλά και σε σημαντικό βαθμό από τον ανθρώπινο παράγοντα. Έτσι, κάθε κτήριο, ανάλογα με τη γενική του χρήση αλλά και τις συνήθειες των χρηστών του, παρουσιάζει διαφορετική κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	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]
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	7	3,50	0,76

6.2.6 ΧΡΗΣΤΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ Ή ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Κάθε άτομο ανάλογα τη δραστηριότητα του, εκλύει θερμότητα υπό τη μορφή αισθητού και λανθάνοντος φορτίου. Το αισθητό φορτίο οφείλεται στην ακτινοβολία του σώματός του και τη μεταφορά θερμότητας από το σώμα του στον αέρα. Η αναλογία ακτινοβολίας / μεταφοράς είναι περίπου 50-50% και φυσικά εξαρτάται από την ένδυση και τη δραστηριότητα του ατόμου. Ωστόσο, για τους απλούς υπολογισμούς στο πλαίσιο της εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, η αναλογία αυτή δεν επηρεάζει ουσιαστικά και συνήθως δεν υπεισέρχεται στους υπολογισμούς. Το λανθάνον φορτίο οφείλεται στην αναπνοή και στην εφίδρωση κάθε ανθρώπου και είναι τόσο μεγαλύτερο, όσο αυξάνεται η δραστηριότητα του ατόμου.

Ο συνυπολογισμός της έκλυσης θερμότητας στα φορτία του κτηρίου θα πρέπει να γίνεται βάσει συντελεστή ετεροχρονισμού (μέσου συντελεστή παρουσίας χρηστών), μέσω του οποίου αντιστοιχίζεται η πραγματική –κατά μέσο όρο– παρουσία των ατόμων στους χώρους, κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ημέρας. Ακόμη καλύτερα, σε αναλυτικότερους υπολογισμούς μπορούν να χρησιμοποιούνται «προφίλ» ετεροχρονισμού ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και την ώρα της ημέρας.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημ. επιφάνειας [W/m ²]	Μέσος συντελεστής παρουσίας
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	80	40	0,32

6.2.7 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ Ή ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Η εκλυόμενη θερμική ισχύς από ηλεκτρικό –κατά το πλείστον– εξοπλισμό (ηλεκτρικές συσκευές) αλλά και δευτερευόντως από άλλες συσκευές, είναι η τρίτη βασική κατηγορία εσωτερικών κερδών στα κτήρια. Αυτή η ισχύς εκλύεται με ακτινοβολία και μεταφορά όπως συμβαίνει και με τις άλλες κατηγορίες εσωτερικών κερδών, σε αναλογία που εξαρτάται από το είδος της συσκευής. Η αναλογία των τμημάτων ακτινοβολίας - μεταφοράς δεν επηρεάζει ιδιαίτερα και δεν υπεισέρχεται σε απλουστευμένους υπολογισμούς. Στη συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών αυτά τα κέρδη εισέρχονται στο χώρο υπό τη μορφή αισθητής θερμότητας.

Λόγω της αύξησης των εφαρμογών ηλεκτρικών συσκευών και ειδικότερα της πληροφορικής και των επικοινωνιών, τα εσωτερικά κέρδη από συσκευές είναι ιδιαίτερα σημαντικά, κυρίως σε χρήσεις κτηρίων εμπορικών και διοικητικών δραστηριοτήτων (γραφεία, υπηρεσίες κ.ά.).

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m ²]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m ²]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	5	0,15	0,75	0,32

6.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

6.3.1 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακατασκευασμένου κτηρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 3.1α:

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

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 3.1 β:

F/V (m ⁻¹)	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U _m) σε [W/m ² .K]			
	Ζώνη A	Ζώνη B	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

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

- Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του Κ.Θ.Κ..
- Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου U_m και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα επιτρεπόμενα όρια.

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων, όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

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

όπου:

d_j : το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j ,

λ_j : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j ,

R_i και R_a : οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου και

R_s : η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w δίνεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

όπου:

U_f : ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

U_g : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

A_f : το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

A_g : το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

L_g : το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και

Ψ_g : ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:

$$U \leq U_{\delta,\sigma,\max}$$

όπου:

U : ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου και

$U_{\delta,\sigma,\max}$: η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο.

6.3.2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα, απαιτείται και το κτίριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμικής διαπερατότητας του κτηρίου δίνεται από τη σχέση:

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

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

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

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

Όπου $U_{m,max}$ είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου.

6.3.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το κτήριο θα λειτουργήσει ως αίθουσες διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ., για τη Β κλιματική ζώνη τα κουφώματα που έχουν τοποθετηθεί οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Για όλα τα κουφώματα του κτιρίου επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f=6.000 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, όπως προκύπτει από τις τομές και τις όψεις του κτιρίου και μέσου πλάτους πλαισίου 84 mm. Θα φέρουν υαλοπίνακα (εσωτερική παρειά εξωτερικού υαλοπίνακα) και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που χρησιμοποιείται είναι $U_g=6.00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ όπως προκύπτει από τα σχέδια. Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F_f	Υαλοπίνακας μόνος	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμφιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο Αέρα 12 mm
			[%]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0

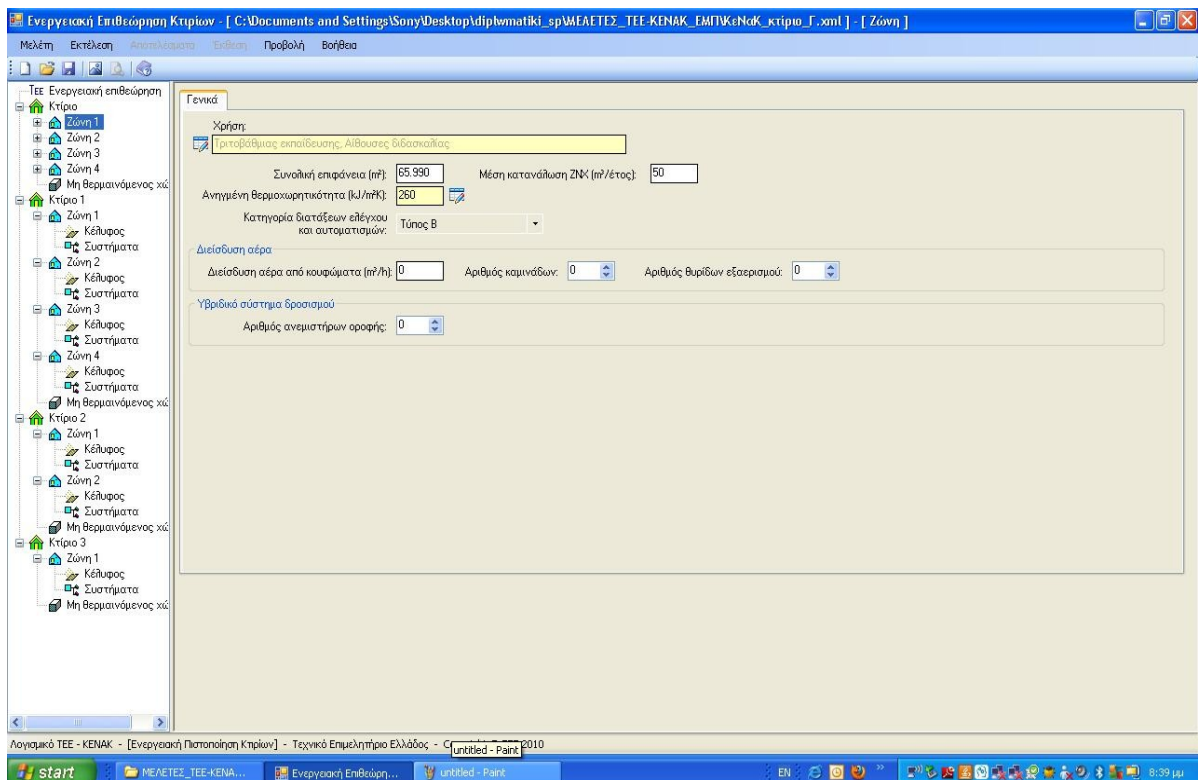
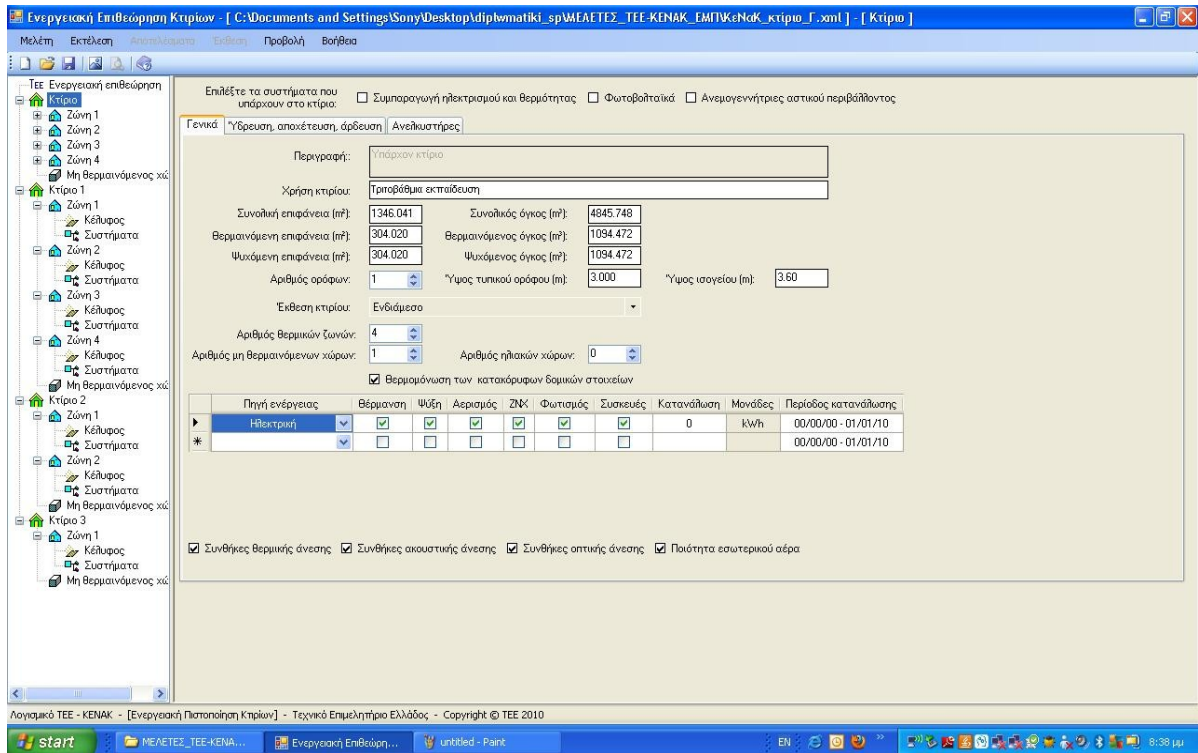
6.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

6.4.1 ΧΡΗΣΗ ΤΕΕ – ΚΕΝΑΚ ΓΙΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να σας παρουσιάσω την βηματική διαδικασία που ακολουθήθηκε μέσω του προγράμματος T.E.E. – Κ.ΕΝ.Α.Κ. για την συμπλήρωση των απαιτούμενων στοιχείων ώστε να βγει ολοκληρωμένη η μελέτη μου και να καταλήξει, αφού την τρέξει το πρόγραμμα, να λάβει τα τελικά αποτελέσματα και να σχολιαστεί έπειτα η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Σας παραθέτω λοιπόν τα print screen από την διερεύνηση της ενεργειακής αποδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και το πως κατέληξα στην ενεργειακή κατηγορία που ανήκει το κτίριο.

Αρχικά, παρουσιάζεται ο διαχωρισμός των θερμικών ζωνών του κτιρίου από τους μη θερμαινόμενους χώρους καθώς και γενικά στοιχεία για το κτίριο. Στο βήμα αυτό ορίζονται γενικές πληροφορίες για το κτίριο που μας ζητάει το πρόγραμμα ώστε να δημιουργηθεί το πλάνο του κτιρίου. Διαχωρίζονται οι θερμικές ζώνες κάθε επιπέδου του κτιρίου, ορίζονται οι μη θερμαινόμενοι χώροι, τα εμβαδά και ο όγκος που θερμαίνεται και ψύχεται σε κάθε θερμική ζώνη. Επίσης, στο σημείο αυτό εισάγονται γενικές πληροφορίες όπως ποια στοιχεία συλλέξαμε για την διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου π.χ. σχέδια πολεοδομίας, άδεια κατασκευής, συμβόλαια, φύλλα συντήρησης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και πληροφορίες από τον υπεύθυνο του κτιρίου.

Έπειτα ακολουθεί μια συνοπτική εικόνα του προσδιορισμού της χρήσης κάθε θερμικής ζώνης κάθε επιπέδου του κτιρίου και φυσικά ακριβής τοποθέτηση του εμβαδού της ζώνης, του ύψους της και του όγκου της. Στο βήμα αυτό εκτός από όλα τα απαραίτητα που θα εισαχθούν στο πρόγραμμα θα γίνει αναφορά πως η θερμική ζώνη έχει συνθήκες οπτικής, θερμικής και ακουστικής άνεσης. Επίσης, θα υπολογιστεί η διείσδυση αέρα από κουφώματα και χαραμάδες. Ο υπολογισμός της διείσδυσης αέρα γίνεται και για τους μη θερμαινόμενους χώρους και για τις θερμικές ζώνες. Επιλέγεται η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα του κτιρίου για βαριά κατασκευή. Παράλληλα, αναφέρεται πως η έκθεση του κτιρίου είναι ενδιάμεση και πως δεν υπάρχουν ηλιακοί χώροι στο κτίριο. Τέλος, επιλέγεται η πηγή ενέργειας που είναι η ηλεκτρική για θέρμανση, ψύξη, παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, φωτισμό, αερισμό και συσκευές.

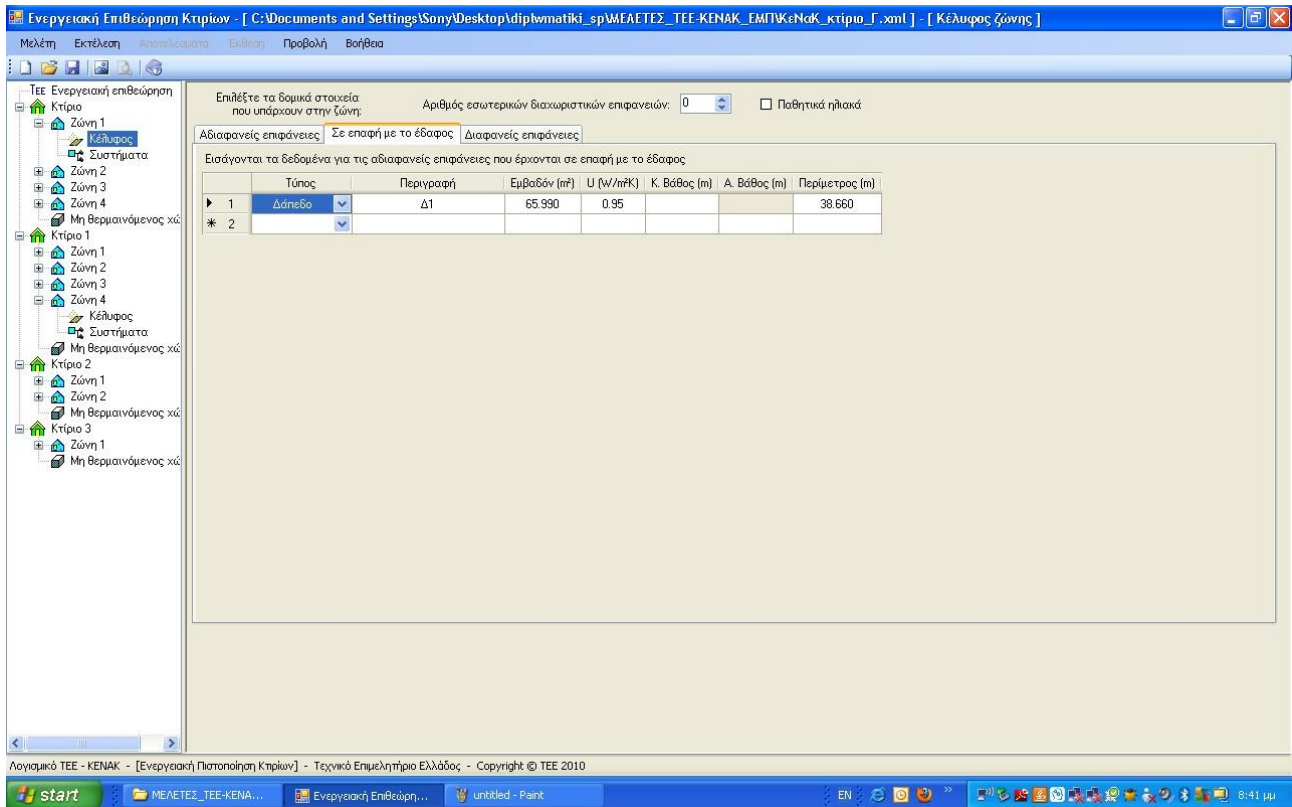


Στο σημείο αυτό, έχοντας ολοκληρώσει την συμπλήρωση των ανωτέρω βασικών για το πρόγραμμα στοιχείων, ήρθε η στιγμή να συμπληρωθεί ότι απαιτείται για το κέλυφος της θερμικής ζώνης, δηλαδή, από ποιους τοίχους, ποια παράθυρα και ποιες πόρτες αποτελείται, τι προσανατολισμό έχουν οι πόρτες, τα παράθυρα και οι τοίχοι, τα εμβαδά τους, τον συντελεστή θερμοπερατότητας, την απορροφητικότητα και την ανακλαστικότητα και τέλος, τις σκιάσεις που προκύπτουν από πλευρικές προεξοχές, προβόλους και φυσικά τοπία ή εμπόδια. Ακόμα, ορίζεται ο αριθμός των εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών και η ύπαρξη ή όχι παθητικών ηλιακών συστημάτων. Η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα και απαιτητική μιας και δεν επιτρέπει περιθώρια λάθους. Αυτή η διαδικασία προσδιορισμού των στοιχείων του κελύφους της θερμικής ζώνης και του μη θερμαινόμενου χώρου επαναλαμβάνεται για κάθε θερμική ζώνη και για κάθε μη θερμαινόμενο χώρο του κάθε επιπέδου του υπό μελέτη κτιρίου και χωρίζεται σε προσδιορισμό των διαφανών επιφανειών, των αδιαφανών επιφανειών και των επιφανειών που έρχονται σε επαφή με το έδαφος.

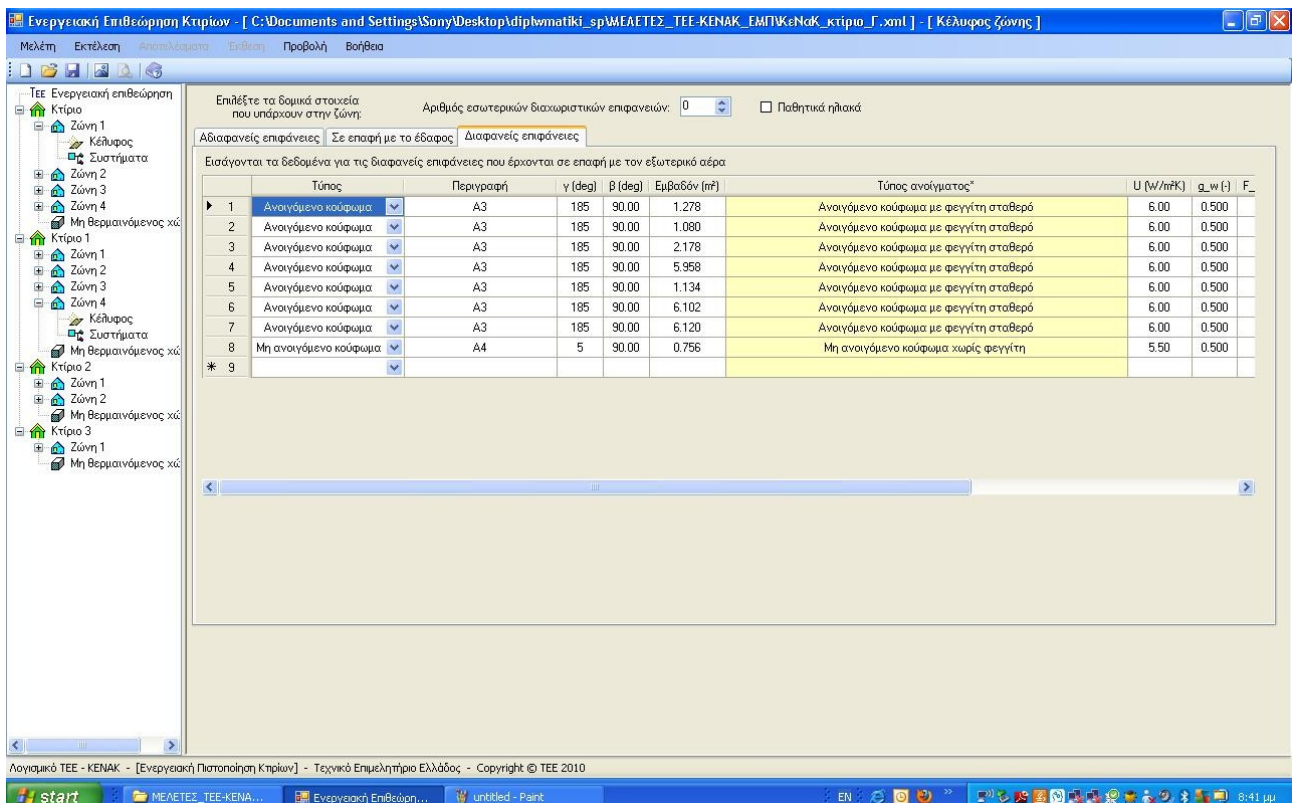
The screenshot shows the TEE software interface for defining building envelope elements. The main window displays a table with the following columns: Τύπος (Type), Περιγραφή (Description), γ (deg), β (deg), Εμβαδόν (m²), U (W/m²K), α* (+), α* (-), F_hor_h (+), F_hor_c (-), F_ov_h (+), F_ov_c (-), F_fin_h (+), and F_fin_c (-). The table lists 14 elements, including walls (Τοίχος) and doors/windows (Πόρτα). The interface also includes a tree view on the left showing the project structure and a top menu bar with options like Μελέτη, Εκτέλεση, and Βοήθεια.

Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	U (W/m²K)	α* (+)	α* (-)	F_hor_h (+)	F_hor_c (-)	F_ov_h (+)	F_ov_c (-)	F_fin_h (+)	F_fin_c (-)
Τοίχος	T2	95	90.00	15.084	1.25	0.20	0.80	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Πόρτα	A2	185	90.00	2.208	5.50	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τοίχος	T2	275	90.00	15.084	1.25	0.20	0.80	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τοίχος	T2	5	90.00	7.992	1.25	0.20	0.80	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Πόρτα	A5	5	90.00	3.216	5.30	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Πόρτα	A5	5	90.00	3.072	5.30	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τοίχος	T2	5	90.00	8.028	1.25	0.20	0.80	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τοίχος	T2	5	90.00	8.028	1.25	0.20	0.80	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Πόρτα	A5	5	90.00	2.904	5.30	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Πόρτα	A5	5	90.00	2.904	5.30	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τοίχος	T2	5	90.00	2.556	1.25	0.20	0.80	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Πόρτα	A5	5	90.00	2.904	5.30	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τοίχος	T2	5	90.00	2.196	1.25	0.20	0.80	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
*													

Αφού ολοκληρώθηκε και αυτό το στάδιο με επιτυχία, τώρα το πρόγραμμα μας καλεί να του αποδώσουμε πληροφορίες που αφορούν τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του υπό εξέταση κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα, στο βήμα αυτό ορίζεται με ποιό τρόπο επιτυγχάνεται η θέρμανση, η ψύξη, η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στην θερμική ζώνη, τι συστήματα υπάρχουν για τον φωτισμό (μόνο στις κατοικίες δεν εισάγουμε στοιχεία για τον φωτισμό) της θερμικής ζώνης. Αφού συμπληρωθούν όλα τα δεδομένα που προκύπτουν από τα σχέδια του κτιρίου ορίζεται η περίοδος χρήσης των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων κατά την διάρκεια του έτους και το είδος των θερματικών μονάδων και τις απώλειες που έχουν. Ακόμα, μπορούμε αν έχουμε επαρκείς πληροφορίες για το κτίριο να συμπληρώσουμε ότι γνωρίζουμε για το σύστημα ύδρευσης, άρδευσης, αποχέτευσης, πυρόσβεσης και την ύπαρξη ή όχι ανελκυστήρων.

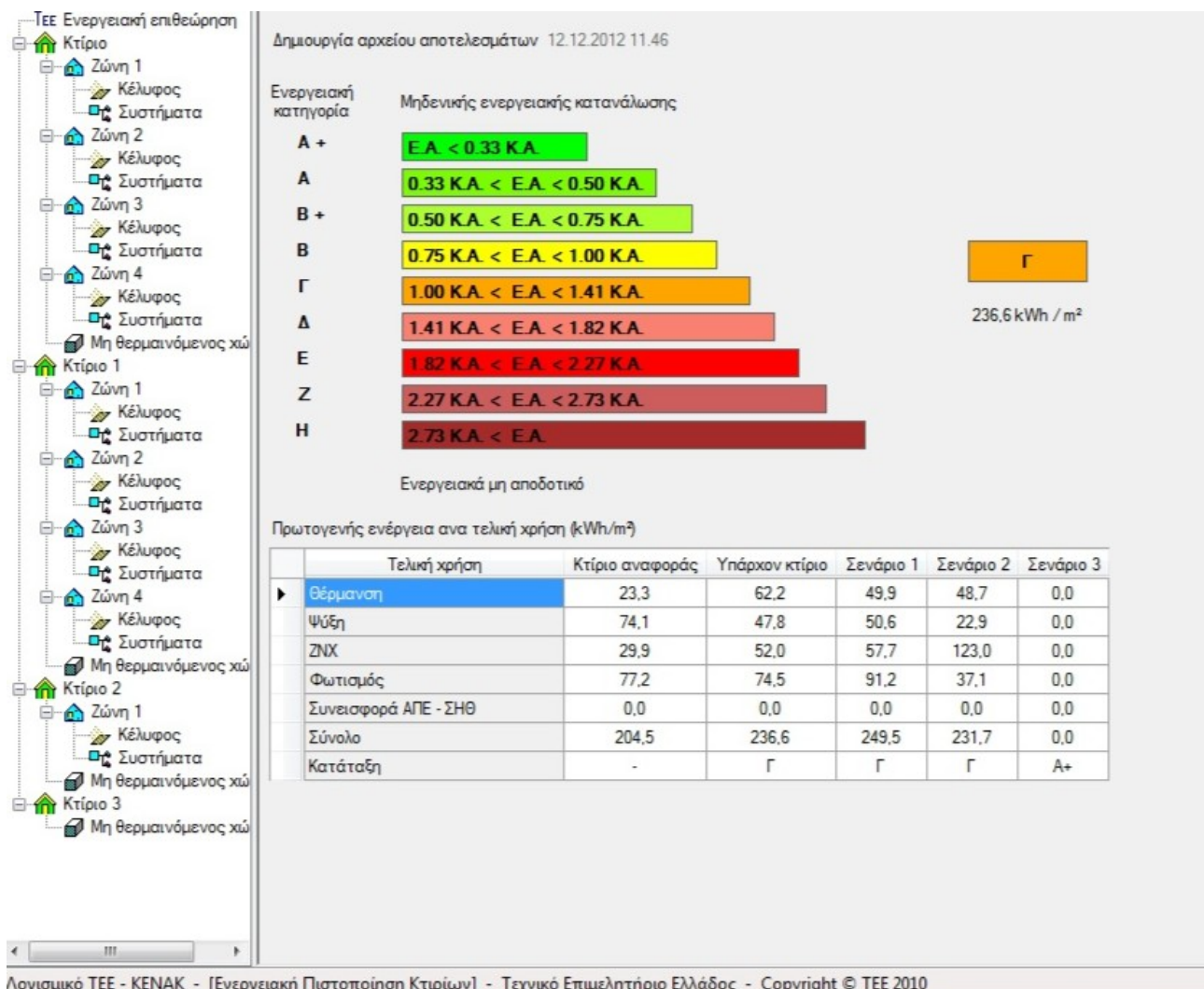


Τελειώνοντας και αυτή την δύσκολη διαδικασία, μας απομένει ο πλήρης προσδιορισμός του μη θερμαινόμενου χώρου. Στο σημείο αυτό ορίζονται οι διαφανείς επιφάνειες, οι αδιαφανείς επιφάνειες, οι επιφάνειες που είναι σε επαφή με το έδαφος και η διεύθυνση του αέρα.



6.4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της διερεύνησης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου "Ζ" της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ προήλθαν έπειτα από την εκτέλεση του προγράμματος Τ.Ε.Ε. - Κ.Ε.Ν.Α.Κ. και αφού συμπληρώθηκαν όλες οι απαραίτητες παράμετροι όπου το πρόγραμμα απαιτούσε για την ολοκλήρωση της μελέτης. Για μήνες έγινε παράλληλη χρήση των προγραμμάτων Τ.Ε.Ε. - Κ.Ε.Ν.Α.Κ. & Autocad για να ελαχιστοποιηθεί η όποια πιθανότητα λάθους στους υπολογισμούς, ενώ πολύ χρήσιμες φάνηκαν οι Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. που ελήφθησαν από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος διότι σε αρκετά στοιχεία δεν είχα κάποια σαφή εικόνα από τα αρχιτεκτονικά και τα ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια που ελήφθησαν για το υπό εξέταση κτίριο και έτσι οι παραδοχές που έγιναν βασίστηκαν σε δεδομένα από τους πίνακες των τεσσάρων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.. Ολοκληρώνοντας λοιπόν την συμπλήρωση κάθε δεδομένου στο πρόγραμμα και πατώντας το πλήκτρο "ΕΚΤΕΛΕΣΗ" το πρόγραμμα αυτόματα εκτελείται και έπειτα από μερικά δευτερόλεπτα μας ανοίγει το παράθυρο των αποτελεσμάτων που σας παραθέτω ως ακολούθως:



Όπως προκύπτει από το πρόγραμμα **T.E.E. - Κ.Ε.Ν.Α.Κ.**, το υπο μελέτη κτίριο ανήκει στην **ενεργειακή κατηγορία "Γ"**. Το υπό εξέταση κτίριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ χαρακτηρίζεται ως **ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ**. Το έτος κατασκευής, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, η τεχνογνωσία της τότε εποχής είναι βασικά στοιχεία που συνετέλεσαν σε αυτήν την πλέον χαμηλή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Με εφαρμογή πιο σύγχρονης τεχνολογίας και των κατάλληλων ενεργειακών επεμβάσεων που θα προταθούν παρακάτω θα μπορούσε το κτίριο να ανέβει σε μια καλύτερη ενεργειακή βαθμίδα και να μετατραπεί σε ένα ενεργειακά αποδοτικότερο κτίριο από ότι είναι σήμερα.

6.4.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του υπό μελέτη κτιρίου, φαίνεται να ανήκει στην **ενεργειακή κατηγορία "Γ"**, άρα δεν ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις του **Κ.Ε.Ν.Α.Κ.** για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση ή μικρότερη με την αντίστοιχη του κτιρίου αναφοράς.

Σύμφωνα με τη μελέτη σκοπιμότητας εξετάστηκαν οι εξής εναλλακτικές λύσεις για την κάλυψη των θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου καθώς επίσης και η αντικατάσταση των κουφωμάτων ώστε να μειωθεί η ετήσια κατανάλωση.

Σενάριο 1: Η περίπτωση αντικατάστασης της ήδη υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** που έχει **COP = 2.95**, με μια πιο σύγχρονη και **COP > 3.50**, όπου θα γινόταν παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως όπως συμβαίνει και με την ήδη υπάρχουσα αντλία θερμότητας. Οικονομικά όμως κρίνεται μη βιώσιμη μια τέτοια εφαρμογή αφού η αγορά της υπάρχουσας αντλίας θερμότητας έγινε εντός της δεκαετίας, είναι σε πολύ καλή κατάσταση και η συντήρηση της γίνεται τακτικά και επομένως, δεν θα συνέφερε η αγορά μιας νέας που θα αποσβέσει σχετικά αργά.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Γ

Σενάριο 2: Ακόμα, μελετάται η περίπτωση τοποθέτησης **Φ/Β συστήματος** στην οροφή του κτιρίου. Λόγω της ιδιαιτερότητας του κτιρίου θεωρήθηκε ότι θα εγκατασταθεί ένα σύστημα ισχύος **20 KWp**. Η συγκεκριμένη πρόταση κρίνεται βιώσιμη αφού χαμηλώνει πολύ το ετήσιο λειτουργικό κόστος με την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας σε μπαταρίες. Η αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάλυψη των απαιτήσεων σε ηλεκτρικό ρεύμα της αντλίας θερμότητας ή του φωτισμού. Βέβαια, στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί η αποθηκευμένη ενέργεια στην κάλυψη των αναγκών της υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** θα μειωθεί κατά πολύ η ετήσια κατανάλωση. Επομένως γίνεται γρήγορη απόσβεση και επιτυγχάνεται μεγάλη απόδοση.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Γ

Σενάριο 3: Επιπρόσθετα ανάμεσα στα σενάρια που παρατίθενται θεωρήθηκε σε ένα από αυτά ότι τοποθετούνται νέα **αλουμίνια με διπλούς υαλοπίνακες**. Η συγκεκριμένη κίνηση βοηθάει αρκετά και μειώνεται η ετήσια κατανάλωση. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η επιλογή ανοιγμάτων με καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας από τον ελάχιστο που θέτει ο κανονισμός βοηθάει αρκετά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Για την ακρίβεια σε περίπτωση που επιλέγαμε την λύση ανοιγμάτων με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{max} = 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και διατηρώντας την υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως το κτίριο θα ήταν ενεργειακά αποδοτικότερο.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Β

Σενάριο 4: Συμπληρωματικά εξετάστηκε ο συνδιασμός των σεναρίων 2 και 3, δηλαδή διατήρηση της υπάρχουσας **αντλίας θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως, τοποθέτηση **Φ/Β Συστήματος 20 Kwp** και τοποθέτηση νέων **αλουμινίων με διπλούς υαλοπίνακες**. Η συγκεκριμένη κίνηση βοηθάει αρκετά και μειώνεται η ετήσια κατανάλωση. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η επιλογή ανοιγμάτων με καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας από τον ελάχιστο που θέτει ο κανονισμός βοηθάει αρκετά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Για την ακρίβεια σε περίπτωση που επιλέγαμε την λύση ανοιγμάτων με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{max} = 3.0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ και διατηρώντας την υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως και εγκαθιστώντας **Φ/Β σύστημα 20 Kwp** για την κάλυψη των αναγκών της αντλίας θερμότητας το κτίριο θα ήταν ενεργειακά αποδοτικότερο.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B+

Σενάριο 5: Ένα διαφορετικό σενάριο που εξετάστηκε ήταν να εγκατασταθεί ένας **λέβητας συμπίκνωσης αερίου με βαθμό απόδοσης 0,98** και **καύσιμο φυσικό αέριο**, για την παραγωγή θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσεως ενώ θα λειτουργούσε η ήδη υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή ψύξης και δροσισμού. Στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου όπως διαπιστώνεται από την **Εταιρία Παροχής Αερίου (Ε.Π.Α. Αττικής)** υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης με το φυσικό αέριο. Ήδη υπάρχουν κτίρια εντός της Πολυτεχνειακής κοινότητας που κάνουν χρήση αυτού του καυσίμου. Στην δεδομένη στιγμή, που γίνεται η διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, δεν θα συνέφερε να γίνει μια τέτοια εγκατάσταση αφού απαιτείται λεβητοστάσιο ενώ τα σχέδια και οι άδειες του κτιρίου δεν προβλέπουν χώρο λεβητοστασίου. Παράλληλα, είναι ιδιαίτερα υψηλό το κόστος σύνδεσης με το δίκτυο του φυσικού αερίου αφού ο αγωγός δεν περνά ακριβώς μπροστά από το υπό μελέτη κτίριο και έτσι θα χρειαζόνταν πολλά χρήματα για να γίνει επέκταση και τελικά σύνδεση του κτιρίου με το φυσικό αέριο. Όλα αυτά μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η λύση αυτή κρίνεται μη βιώσιμη οικονομικά.

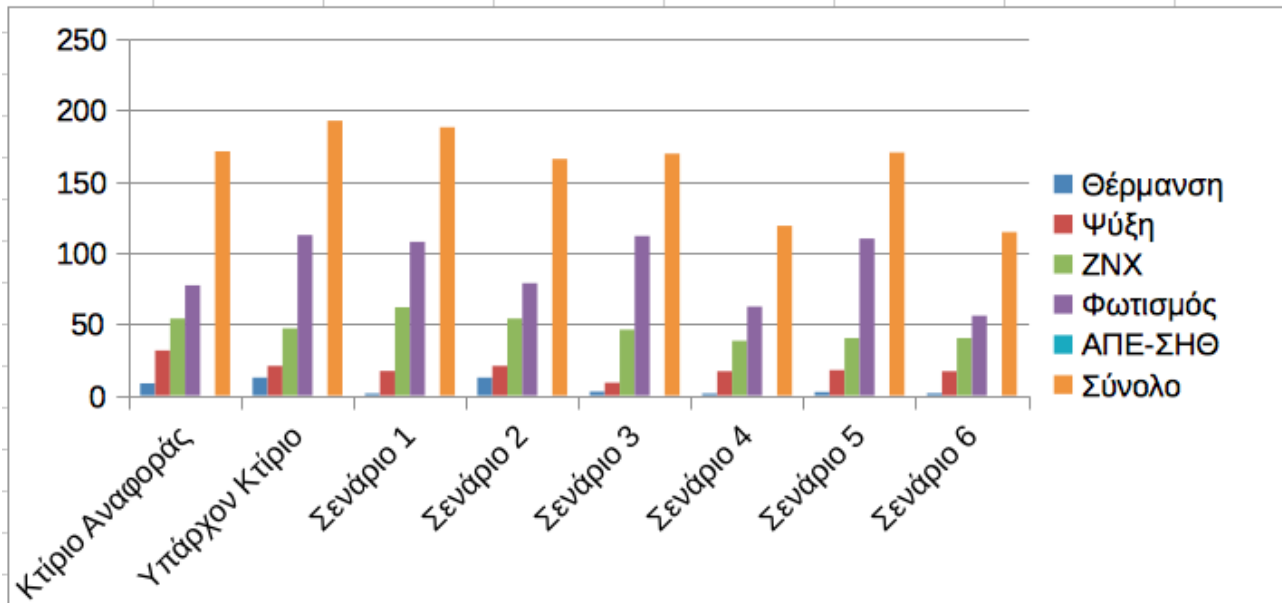
Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B

Σενάριο 6: Τέλος, το συνθετότερο σενάριο που εξετάστηκε ήταν να εγκατασταθεί ένας **λέβητας συμπίκνωσης αερίου με βαθμό απόδοσης 0,99** και **καύσιμο φυσικό αέριο**, για την παραγωγή θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσεως ενώ θα λειτουργούσε η ήδη υπάρχουσα **αντλία θερμότητας** για παραγωγή ψύξης και δροσισμού, παράλληλα, θα γινόταν αντικατάσταση των κουφωμάτων με καινούργια και **διπλούς υαλοπίνακες** και $U_{max} = 3.0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ και τέλος, εγκατάσταση **Φ/Β συστήματος 20 Kwp** για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό για τον φωτισμό του κτιρίου, τις διάφορες ηλεκτρικές συσκευές και τους υπολογιστές. Όλα αυτά μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η λύση αυτή κρίνεται μη βιώσιμη οικονομικά.

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: A

Τελική Χρήση	Κτίριο Αναφοράς	Υπάρχον Κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6
Θέρμανση	23.3	62.2	49.9	48.7	18.9	1.4	2.4	1.5
Ψύξη	74.1	47.8	50.6	22.9	20.8	16.9	17.7	16.9
ZNX	29.9	52	57.7	123	61.8	38.3	40.2	40.2
Φωτισμός	77.2	74.5	91.2	37.1	88.1	62.3	110	55.9
ΑΠΕ - ΣΗΘ	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	204.5	236.6	249.5	231.7	189.6	118.9	170.3	114.5
Κατάταξη	-	Γ	Γ	Γ	B	B+	B	A

Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση



Διάγραμμα πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα πράγματι σε κάθε εξεταζόμενο σενάριο εκτός από το πρώτο, όπου μελετάται η αντικατάσταση της υπάρχουσας αντλίας θερμότητας με μια νέα και μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, υπάρχει μια άνοδος στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου, δηλαδή μια βελτίωση στην εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά δεν είναι κάθε λύση βιώσιμη. Το μόνο σενάριο που κρίνεται βιώσιμο είναι αυτό της εγκατάστασης Φ/Β συστήματος στην οροφή του κτιρίου. Μάλιστα αν θεωρηθεί ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα χρησιμοποιηθεί για ιδιοκατανάλωση τότε έτσι και αλλιώς τα χρήματα που θα δίνονταν στην Δ.Ε.Η. για την εξόφληση των λογαριασμών του ηλεκτρικού ρεύματος για μια δεκαετία, μπορούν να αποδίδονται για την εξόφληση μιας ολοκληρωμένης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης που από την πρώτη ημέρα λειτουργίας της θα ξεκινήσει την διαδικασία απόσβεσης των κεφαλαίων που χρησιμοποιήθηκαν. Με μια γενικότερη εικόνα των σεναρίων που εξετάστηκαν προκύπτει ότι το υπό μελέτη κτίριο θα μπορούσε να καταταγεί μέχρι και **ενεργειακή κατηγορία "Α"** αλλά το κόστος για να γίνει κάτι τέτοιο είναι απαγορευτικό δεδομένου ότι η απόσβεση των κεφαλαίων μπορεί να πάρει πολλές δεκαετίες.

Ο κανονισμός προβλέπει τα καινούρια κτίρια να κατατάσσονται ενεργειακά τουλάχιστον στην **κατηγορία "Β"**. Στην συγκεκριμένη μελέτη στόχος ήταν να διερευνήσουμε σε ποια ενεργειακή κατηγορία εντάσσεται το παρόν κτίριο και να προταθούν σενάρια για την βελτίωση της ενεργειακής του ταυτότητας. Αυτό είναι εύκολο να επιτευχθεί με καλύτερα ανοίγματα, εκμετάλλευση των λεβήτων συμπύκνωσης και σίγουρα με μια καλή μόνωση. Μέχρι εκεί οι λύσεις που χρησιμοποιούμε για την «άνοδο» του κτιρίου από "Γ" σε "Β", "Β+" ή και "Α" δεν κρίνονται βιώσιμες. Η δυσκολία έγκειται στην περαιτέρω βελτίωση του κτιρίου και η ένταξη του στην **κατηγορία "Α"**, που σε λίγα χρόνια θα είναι και το μίνιμουμ. Σε αυτή την περίπτωση σίγουρα θα πρέπει να υιοθετηθούν λύσεις που συμπεριλαμβάνουν: εγκατάσταση ΑΠΕ, καλύτερους αυτοματισμούς, αξιοποίηση των λεβήτων συμπύκνωσης, μελέτη φωτισμού των κτιρίων καθώς και βελτίωση του σχεδιασμού του κτιρίου με ένταξη του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην μελέτη και στον σχεδιασμό των κτιρίων.

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ "Α – Ζ" ΚΑΙ ΚΟΙΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΕΦΑΡΜΟΣΤΟΥΝ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΤΟΥΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα του προγράμματος Τ.Ε.Ε. - Κ.Ε.Ν.Α.Κ., τα κτίρια που εξετάστηκαν ανήκουν κυρίως στις ενεργειακές κατηγορίες "Γ" & "Δ". Αυτό παρατηρήθηκε και στα έξι κτίρια και έχει ως συνέπεια να προτείνονται ορισμένα σενάρια που θα μπορούσαν να αναβαθμίσουν ενεργειακά τα υπό διερεύνηση κτίρια. Πιο συγκεκριμένα, στα σενάρια που προτάθηκαν για αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των συγκεκριμένων κτιρίων ήταν η αντικατάσταση της υπάρχουσας αντλίας θερμότητας με μία πιο σύγχρονη και με μεγαλύτερο COP. Αυτό ήταν ένα σενάριο που ενώ συντελούσε στην αναβάθμιση τουλάχιστον κατά μία βαθμίδα την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων, εντούτοις, δεν κρίθηκε βιώσιμη λύση λόγω του αυξημένου κόστους προμήθειας και τοποθέτησης των αντλιών θερμότητας και φυσικά είχαμε μεγάλο χρονικό εύρος απόσβεσης. Έτσι, προτάθηκε το δεύτερο σενάριο όπου ήταν πιο ρεαλιστικό, πιο εφικτό από θέμα κόστους αλλά και πιο μικρό χρόνο απόσβεσης. Το σενάριο αυτό ήταν η τοποθέτηση φωτοβολταϊκού συστήματος στην οροφή του κτιρίου για κάλυψη των αναγκών του κάθε κτιρίου σε ηλεκτρικό ρεύμα. Παρόλα αυτά, τα κτίρια που εξετάζονται φάνηκαν να ανεβαίνουν ενεργειακή κατάταξη με αυτό το σενάριο και να διατηρούν τον ακριβό εξοπλισμό που ήδη διαθέτουν επί σειρά ετών. Στο τρίτο σενάριο μελετήθηκε η αντικατάσταση των κουφωμάτων των κτιρίων με πιο σύγχρονα, με διπλούς υαλοπίνακες. Η συγκεκριμένη κίνηση βοηθάει αρκετά και μειώνεται η ετήσια κατανάλωση. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η επιλογή ανοιγμάτων με καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας από τον ελάχιστο που θέτει ο κανονισμός βοηθάει αρκετά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Ακολούθησαν και άλλα σενάρια όπως, η κάλυψη των αναγκών του κτιρίου σε θέρμανση μέσω λέβητα συμπύκνωσης φυσικού αερίου, ή και συνδιαστικά σενάρια όπως τοποθέτηση νέων αλουμινίων και φωτοβολταϊκών συστημάτων μαζί. Από όλα τα σενάρια που μελετήθηκαν, το πλέον ικανό να εφαρμοστεί από κοινού σε όλα τα κτίρια που εξετάζονται για αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων "Α – Ζ" και φυσικά οικονομικά βιώσιμο και με μικρό χρόνο απόσβεσης είναι το εξής: Διατήρηση της υπάρχουσας αντλίας θερμότητας για παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως. Ακόμα, παράλληλα προτείνεται η αντικατάσταση των κουφωμάτων με νέα πιο σύγχρονα, με διπλούς υαλοπίνακες και μικρότερη από την σημερινή θερμοπερατότητα. Τέλος, στο σενάριο αυτό προβλέπεται και η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για κάλυψη ορισμένων αναγκών σε ηλεκτρικό ρεύμα ενώ με την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στη Δ.Ε.Η. ο χρονικός ορίζοντας απόσβεσης της επένδυσης μειώνεται μιας και τα έσοδα από την πώληση της παραγόμενης ενέργειας θα την αναγάγουν σε οικονομικά βιώσιμη επένδυση. Συμπερασματικά, τα κτίρια "Α – Ζ" της σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών είναι αρκετά ενεργοβόρα και επιδέχονται βελτιώσεις. Τα διάφορα σενάρια μελετήθηκαν ξεχωριστά αλλά και συνδιαστικά. Η πιο εφικτή, αποτελεσματική, βιώσιμη επέμβαση στα κτίρια μόλις παρουσιάστηκε παραπάνω. Εφαρμόζοντας αυτό το σενάριο και διατηρώντας τον υπάρχοντα εξοπλισμό τα κτίρια όλα θα ανέβουν τουλάχιστον 2 ενεργειακές βαθμίδες και θα χαρακτηρίζονται ως "**Ενεργειακά Αποδοτικά**".

8 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A) ΒΙΒΛΙΑ – ΑΡΘΡΑ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

- Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.), Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής Δ6/Β οικ. 5825/09-04-2010 (Φ.Ε.Κ. Β'407), Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα 2010
- Τεχνική Οδηγία 20701-1/2010 "Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και της έκδοσης του πιστοποιητικού της ενεργειακής απόδοσης (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 1)", Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα 2010
- Τεχνική Οδηγία 20701-2/2010 "Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2)", Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα 2010
- Τεχνική Οδηγία 20701-3/2010 "Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών περιοχών (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 3)", Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα 2010
- Τεχνική Οδηγία 20701-4/2010 "Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης & εγκαταστάσεων κλιματισμού (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 4)", Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα 2010
- Διευκρυνήσεις Τεχνικών Οδηγιών (Διευκρυνήσεις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.), Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα 2011
- Αρχιτεκτονικά Σχέδια Κτιρίων "Α – Ε", Μέρος 1ο, Τμήμα Μελετών – Πρυτανεία ΕΜΠ, Αθήνα 1995
- Αρχιτεκτονικά Σχέδια Κτιρίου "Ζ", Μέρος 1ο, Τμήμα Μελετών – Πρυτανεία ΕΜΠ, Αθήνα 1995
- Ηλεκτρομηχανολογικά Σχέδια Κτιρίων "Α – Ε", Μέρος 2ο, Τμήμα Μελετών – Πρυτανεία ΕΜΠ, Αθήνα 1994
- Ηλεκτρομηχανολογικά Σχέδια Κτιρίου "Ζ", Μέρος 2ο, Τμήμα Μελετών – Πρυτανεία ΕΜΠ, Αθήνα 1998
- Φύλλα συντήρησης των αντλιών θερμότητας και των αντλιών ανακυκλοφορίας των Κτιρίων "Α – Ζ", Πολυδύναμη Μονάδα ΕΜΠ, Αθήνα 2011
- Αντωνόπουλος Κίμων, Κλιματισμός (Μέρος 1ο), ΕΜΠ, Αθήνα 2007
- Διπλωματική Εργασία με θέμα: "Επίδραση Θερμομόνωσης Στην Ενεργειακή Απόδοση Κατοικιών" Του Συναδέλφου Μηχανικού Κυρίου Αριστόδημου Τσιλιβάκου, Αθήνα 2011

B) ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- www.tee.gr
- www.ypeka.gr
- www.interklima.gr
- www.fyrogenis.gr