

Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΕΝΟΣ ΟΙΚΗΜΑΤΟΣ ΜΕ
ΧΡΗΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ EQUEST**



Σπουδαστής Δημήτριος Μπικέρης

Επιβλέπων Καθηγητής: **Αλέξανδρος Καλαράκης**
Καθηγητής Εφαρμογών

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2014

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εν λόγω πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο Α.Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδος στη σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών στο τμήμα Μηχανολόγων Τ.Ε. Εκπονήθηκε μελέτη ενεργειακών αναγκών για ένα οίκημα το οποίο βρίσκεται στη βιομηχανική περιοχή της Πάτρας με τη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος eQuest καθώς και με τη μέθοδο Ashrae. Σκοπός της πτυχιακής είναι η ανάδειξη του αποτελεσματικότερου μεταξύ των δύο προαναφερθέντων τρόπων υπολογισμού ενεργειακών αναγκών.

Αρχικά έγινε ο υπολογισμός των ενεργειακών αναγκών και συγκεκριμένα των θερμικών κερδών του οικήματος που εξετάζεται με βάση τη μέθοδο Ashrae και στη συνέχεια έγινε ο ίδιος υπολογισμός με τη χρήση του eQuest με σκοπό να διαπιστωθεί ποιος από τους δύο τρόπους δίδει ασφαλέστερα αποτελέσματα με ταυτόχρονη ευκολία ως προς την χρήση τους.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κύριο Αλέξανδρο Καλαράκη Καθηγητή Εφαρμογών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε καθ'όλη την διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας μου. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον κ. Ιωάννη Καλογήρου Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. για την συμμετοχή στην επιτροπή και την βοήθεια του στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

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

Ο σπουδαστής

Μπικέρης Δημήτριος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία αναφέρεται στον υπολογισμό ενεργειακών αναγκών και συγκεκριμένα των θερμικών κερδών ενός οικήματος με δύο τρόπους υπολογισμού. Αρχικά ακολουθώντας την μέθοδο Ashrae και εν συνεχεία με την βοήθεια του υπολογιστικού προγράμματος eQuest.

Το θέμα της πτυχιακής αναπτύσσεται σε έξι κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο αποσαφηνίζονται οι έννοιες που υπεισέρχονται στην μελέτη ενεργειακών αναγκών ενός οικήματος.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μία περιγραφή του οικήματος που εξετάζεται, δηλαδή ορίζεται η τοποθεσία του, η χρήση του, οι διαστάσεις του, τα δομικά υλικά από τα οποία είναι κατασκευασμένο καθώς επίσης και οι χαρακτηριστικές ιδιότητες αυτών όπως ο συντελεστής θερμοπερατότητας, ο συντελεστής σκίασης των υαλοπινάκων κλπ.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά ο υπολογισμός των θερμικών κερδών του οικήματος που εξετάζεται με τη βοήθεια της μεθόδου Ashrae και στη συνέχεια ακολουθούν τα τελικά αποτελέσματα που αφορούν στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη περιγραφή του υπολογιστικού προγράμματος eQuest.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μελέτη ενεργειακών αναγκών με τη χρήση του eQuest εξηγώντας αναλυτικά βήμα προς βήμα τον τρόπο με τον οποίο μπορούμε να χειριζόμαστε το εν λόγω υπολογιστικό πρόγραμμα.

Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων που εξάγονται βάσει των δύο μεθόδων, αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του υπολογιστικού προγράμματος και τέλος παρουσιάζονται τα γενικά συμπεράσματα της εν λόγω πτυχιακής εργασίας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο υπολογισμός των ενεργειακών αναγκών οποιουδήποτε οικήματος μπορεί να γίνει είτε με την μέθοδο Ashrae είτε με τη χρήση υπολογιστικού προγράμματος. Τώρα όταν ο υπολογισμός αφορά σε ένα πολύπλοκης αρχιτεκτονικής οίκημα η μέθοδος Ashrae δυσκολεύει κατά πολύ γιατί πρέπει να λαμβάνονται υπόψη αρκετές διαφορετικές παράμετροι καθώς επίσης και να πραγματοποιούνται πολλές αριθμητικές πράξεις με αποτέλεσμα η εν λόγω μέθοδος να οδηγεί πολλές φορές σε λανθασμένα συμπεράσματα για την ενεργειακή συμπεριφορά των οικημάτων, για αυτό και δεν συνιστάται η εφαρμογή της.

Αντί αυτής της μεθόδου ενδείκνυται η χρήση κατάλληλων υπολογιστικών προγραμμάτων. Ορισμένα από αυτά είναι το eQuest (με το οποίο θα γίνουν και οι υπολογισμοί), το CanQuest, το **Ολοκληρωμένο Ενεργειακό Λογισμικό 4M-KENAK** καθώς και το λογισμικό B-KLIMA.

Η λεπτομερής ανάλυση του υπολογιστικού προγράμματος eQuest παρουσιάζεται στο τέταρτο κεφάλαιο.

Επισημάνονται τα εξής:

- § Το eQuest καθώς επίσης και το CanQuest είναι όμοια προγράμματα με μόνη διαφορά ότι το eQuest έχει στην βιβλιοθήκη του αρχεία καιρού για την Αμερική και τον Καναδά ενώ το CanQuest έχει στην βιβλιοθήκη του αρχεία καιρού μόνο για τον Καναδά.

- § Το πακέτο προγραμμάτων 4M-KENAK [10] συνιστά μία έγκυρη και ολοκληρωμένη λύση στο ενεργειακό λογισμικό, η οποία καλύπτει ολόκληρο το φάσμα των αναγκών στις μελέτες ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής πιστοποίησης κτιρίων. Στην πλήρη του έκταση, το Ολοκληρωμένο Λογισμικό 4M-KENAK αποτελείται από δύο υποσυστήματα-συνιστώσες οι οποίες είναι το Υπολογιστικό και το Σχεδιαστικό. Το υπολογιστικό τμήμα απαρτίζεται από τα κάτωθι προγράμματα:
 1. Πρόγραμμα Ενεργειακής Επιθεώρησης 4M-KENAK: Το συγκεκριμένο πρόγραμμα είναι βασισμένο στην Μηνιαία Μέθοδο EN ISO 13790:2008, εκτελεί όλους τους ενεργειακούς υπολογισμούς και παράγει μεταξύ άλλων τα απαιτούμενα έντυπα επιθεώρησης και ενεργειακής πιστοποίησης του υπό μελέτη κτιρίου.

2. Πρόγραμμα Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης 4M-KENAK: Το συγκεκριμένο πρόγραμμα είναι βασισμένο στην Ωριαία Μέθοδο EN ISO 13790:2008, πραγματοποιεί τους υπολογισμούς ενεργειακής ανάλυσης και παράγει το τεύχος της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης του κτιρίου.

Το πρώτο πρόγραμμα απευθύνεται κυρίως στους Ενεργειακούς Επιθεωρητές ενώ το δεύτερο απευθύνεται στους Μελετητές. Και τα δύο προγράμματα ακολουθούν κατά γράμμα το σχέδιο του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK), όπως ακριβώς αυτό δημοσιεύτηκε από την τεχνική επιτροπή KENAK του ΚΑΠΕ σύμφωνα με το Νόμο 3661/2008 και την Οδηγία 2002/91/ΕΚ.

§ Το λογισμικό B-KLIMA (Βιοκλιματικός-Ενεργειακός Σχεδιασμός) [9] είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον για ενεργειακές μελέτες που αποβλέπει στην ορθολογική χρήση της ενέργειας στα κτίρια και στοχεύει στην βελτιστοποίηση του ενεργειακού σχεδιασμού. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα μπορεί να λειτουργήσει είτε ανεξάρτητα, είτε σε συνεργασία με τα πακέτα FINE και IDEA δημιουργώντας έτσι τους παρακάτω δύο συνδυασμούς:

1. FINE-B-KLIMA: Ενεργειακός-Βιοκλιματικός Σχεδιασμός από την σκοπιά του Μηχανολόγου.
2. IDEA-B-KLIMA: Βιοκλιματικός-Ενεργειακός Σχεδιασμός από την σκοπιά του Αρχιτέκτονα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ - ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ.....	1
1.1	Θερμότητα και άλλες Μορφές Ενέργειας	1
1.2	Μηχανισμοί Μεταφοράς Θερμότητας	2
1.2.1	Αγωγή.....	2
1.2.2	Συναγωγή.....	3
1.2.3	Ακτινοβολία	4
1.3	Θερμικά Κέρδη Οικήματος	5
1.3.1	Κέρδη Συναγωγής μέσω της Εξωτερικής Δομής.....	5
1.3.2	Συναγωγή μέσω της Θύρας	7
1.3.3	Ηλιακή Ακτινοβολία μέσω Γυαλιού.....	7
1.3.4	Φωτισμός - Εξοπλισμός	7
1.3.5	Άνθρωποι	8
2.	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	9
2.1	Περιγραφή Οικήματος	9
2.2	Περιγραφή Δομικών Στοιχείων.....	11
2.2.1	Στέγη	11
2.2.2	Τοιχοποιία.....	11
2.2.3	Τζάμια	11
2.2.4	Κεντρική θύρα.....	11
2.2.5	Δάπεδο.....	11
2.3	Θερμοκρασίες Σχεδιασμού	12
3.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΒΑΣΗ ΜΕΘΟΔΟΥ Ashrae.....	13
3.1	Αρχικοί Υπολογισμοί – Μέγιστα Θερμικά Κέρδη	13
3.1.1	Υπολογισμός θερμικών κερδών λόγω συναγωγής.....	13
3.1.2	Υπολογισμός θερμικών κερδών λόγω ηλιακής ακτινοβολίας.....	18
3.2	Τελικοί Υπολογισμοί – Θερμικά Κέρδη κτιρίου	21
3.2.1	Υπολογισμοί Θερμικών Κερδών τον Ιούνιο στις 16:00	22
3.2.2	Υπολογισμοί Θερμικών Κερδών τον Ιούνιο στις 17:00.	27
3.2.3	Υπολογισμοί Θερμικών Κερδών τον Ιούνιο στις 18:00	32
3.2.4	Υπολογισμοί Θερμικών Κερδών τον Ιούνιο στις 19:00.	37

3.2.5	Υπολογισμοί Θερμικών Κερδών προερχόμενα από Ανθρώπους - Φωτισμό – Εξοπλισμό.....	43
3.2.6	Αποτελέσματα Μεθόδου Ashrae.	45
4.	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ eQuest	46
5.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ eQuest ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΑΣ	50
5.1	Λήψη Αρχείου Καιρού.....	50
5.2	Μετατροπή Αρχείου Καιρού.....	50
5.3	Υπολογισμός Θερμικών Κερδών με τη χρήση του EQUEST.....	54
5.3.1	Εισαγωγή Δεδομένων στο eQuest.....	54
5.3.2	Εξαγωγή αποτελεσμάτων από το eQuest.	85
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ.....	91
6.1	Σύγκριση Αποτελεσμάτων	91
6.2	Παρατηρήσεις.....	95
6.3	Συμπεράσματα.....	96
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	97
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α – Πίνακες Συντελεστών.....	98

1. ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ - ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ

1.1 ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ενέργεια, δηλαδή η ικανότητα παραγωγής έργου, μπορεί να λάβει διάφορες μορφές όπως κινητική λόγω κίνησης, δυναμική λόγω θέσης ή κατάστασης, ηλεκτρική, χημική, πυρηνική, θερμική, κλπ.

Η θερμική ενέργεια [2], [5] η οποία είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ενεργειακή συμπεριφορά των οικημάτων, είναι η μορφή ενέργειας που μεταφέρεται από ένα σύστημα σε ένα άλλο ως αποτέλεσμα διαφοράς θερμοκρασίας. Η μεταφορά της θερμικής ενέργειας πραγματοποιείται φυσιολογικά (χωρίς δαπάνη έργου) από το σύστημα με τη μεγαλύτερη θερμοκρασία προς το σύστημα με τη μικρότερη θερμοκρασία, με τη μεταφορά θερμότητας να σταματά όταν τα δύο συστήματα αποκτούν την ίδια θερμοκρασία.

Η μονάδα μέτρησης της ενέργειας στο Διεθνές Σύστημα Μετρήσεων (S.I.) είναι το Joule (J). Οι συνηθέστερες μονάδες μέτρησης της θερμικής ενέργειας στην πράξη είναι η calorie (cal), το Btu (British thermal unit) και τα πολλαπλάσια αυτών. Το Btu ορίζεται ως η ενέργεια που απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας 1 lb νερού στους 60°F και σε 1 atm πίεση, κατά 1°F.

Μεταξύ των μονάδων J, cal και Btu ισχύουν οι σχέσεις:

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

$$1 \text{ Btu} = 1055 \text{ J}$$

Το άθροισμα όλων των μορφών ενέργειας ενός συστήματος αποτελεί τη **συνολική ενέργεια E** αυτού. Οι μορφές ενέργειας που σχετίζονται με τη μοριακή δομή ενός συστήματος και το βαθμό της μοριακής δραστηριότητας ονομάζονται μικροσκοπικές μορφές ενέργειας και το άθροισμα αυτών ονομάζεται **εσωτερική ενέργεια** του συστήματος και συμβολίζεται με (U).

Η εσωτερική ενέργεια μπορεί να θεωρηθεί ως το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας των μορίων. Το τμήμα της εσωτερικής ενέργειας ενός συστήματος που σχετίζεται με την κινητική ενέργεια των μορίων ονομάζεται **αισθητή ενέργεια** ή **αισθητή θερμότητα**. Η μέση ταχύτητα και ο βαθμός δραστηριότητας των μορίων είναι ανάλογα της θερμοκρασίας συνεπώς σε υψηλότερες θερμοκρασίες τα μόρια θα διαθέτουν περισσότερη κινητική ενέργεια και ως αποτέλεσμα το σύστημα θα διαθέτει περισσότερη εσωτερική ενέργεια.

Η εσωτερική ενέργεια συσχετίζεται επίσης με τις δυνάμεις που ασκούνται ανάμεσα στα μόρια του συστήματος. Αυτές είναι οι δυνάμεις που συνδέουν τα μόρια μεταξύ τους και όπως είναι αναμενόμενο είναι πιο ισχυρές στα στερεά και

πιο αδύναμες στα αέρια. Εάν στα μόρια ενός στερεού ή ενός υγρού προστεθεί επαρκής ποσότητα ενέργειας αυτά είναι σε θέση να υπερνικήσουν αυτές τις μοριακές δυνάμεις και απλά θα αποσπαστούν μετατρέποντας το σύστημα σε αέριο. Αυτή είναι η διαδικασία μεταβολής φάσης και λόγω αυτής της πρόσθετης ενέργειας ένα σύστημα σε αέρια φάση βρίσκεται σε υψηλότερο επίπεδο εσωτερικής ενέργειας σε σχέση με εκείνο που σχετίζεται με την υγρή ή την στερεή φάση. Η εσωτερική ενέργεια που σχετίζεται με την φάση ενός συστήματος ονομάζεται **λανθάνουσα ενέργεια** ή **λανθάνουσα θερμότητα**.

1.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η θερμότητα μπορεί να μεταφερθεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους: **Αγωγή**, **Συναγωγή** και **Ακτινοβολία**. Όλοι οι τρόποι μεταφοράς θερμότητας απαιτούν την ύπαρξη μιας διαφοράς θερμοκρασίας και σε όλους αυτούς τους τρόπους η θερμότητα μεταφέρεται από το θερμότερο στο ψυχρότερο σώμα.

1.2.1 Αγωγή

Αγωγή ονομάζεται η μεταφορά ενέργειας από τα πιο ενεργητικά σωματίδια μίας ουσίας προς τα λιγότερο ενεργητικά ως αποτέλεσμα αλληλεπιδράσεων μεταξύ των σωματιδίων. Η Αγωγή μπορεί να πραγματοποιηθεί στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια.

Στα αέρια και στα υγρά, η Αγωγή οφείλεται στις κρούσεις και στη διάχυση μεταξύ των μορίων κατά τη διάρκεια της τυχαίας τους κίνησης.

Στα στερεά οφείλεται στο συνδυασμό των δονήσεων των μορίων σε ένα πλέγμα και στη μεταφορά ενέργειας από τα ελεύθερα ηλεκτρόνια.

Ένα παγωμένο κουτί αναψυκτικού σε ένα θερμό δωμάτιο τελικά ζεσταίνεται από το μηχανισμό της Αγωγής μέχρι τη θερμοκρασία του δωματίου ως αποτέλεσμα της μεταφοράς θερμότητας από το δωμάτιο προς το αναψυκτικό δια μέσου του μεταλλικού κουτιού.

Ο ρυθμός αγωγής θερμότητας μέσα από ένα μέσο εξαρτάται από τη γεωμετρία του μέσου, το πάχος του, το υλικό του μέσου καθώς και από τη διαφορά θερμοκρασίας στις δύο πλευρές του μέσου. Είναι γνωστό πως εάν ένα δοχείο με ζεστό νερό τυλιχθεί με υαλοβάμβακα (που αποτελεί μονωτικό υλικό) θα μειωθεί ο ρυθμός της απώλειας θερμότητας από το δοχείο. Όσο πιο παχύ είναι το μονωτικό στρώμα, τόσο πιο μικρή είναι η απώλεια θερμότητας. Επίσης γνωρίζουμε πως ένα δοχείο με ζεστό νερό χάνει θερμότητα με μεγαλύτερο βαθμό όταν η θερμοκρασία του δωματίου μέσα στο οποίο βρίσκεται το δοχείο ελαττωθεί. Επιπλέον, όσο μεγαλύτερο είναι το δοχείο τόσο πιο μεγάλη είναι η επιφάνεια του και επομένως και τόσο πιο μεγάλος ο ρυθμός απώλειας θερμότητας.

Ο μηχανισμός της αγωγής διέπεται από τον **Νόμο του Fourier για την αγωγή θερμότητας** και πήρε το όνομά της από τον J. Fourier ο οποίος ήταν και ο πρώτος που τον διατύπωσε στο σύγγραμμά του περί της μεταφοράς θερμότητας το 1822.

Ο Νόμος του Fourier για την αγωγή θερμότητας είναι ο εξής:

$$Q_{αγωγ.} = kA \frac{dT}{dx}$$

Πιο συγκεκριμένα για τους όρους που εμφανίζονται στον νόμο του Fourier για την αγωγή θερμότητας έχουμε:

- k = Θερμική Αγωγιμότητα του υλικού.
Η θερμική αγωγιμότητα k αποτελεί ένα μέτρο της ικανότητας του υλικού να άγει θερμότητα. Για παράδειγμα για το νερό και για το σίδηρο για θερμοκρασία δωματίου θα είναι $k=0,607 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ και $k=80,2 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ αντίστοιχα, γεγονός που υποδηλώνει ότι ο σίδηρος άγει τη θερμότητα σχεδόν 100 φορές πιο γρήγορα σε σχέση με το νερό. Η θερμική αγωγιμότητα ενός υλικού μπορεί να οριστεί ως ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας ανά μονάδα πάχους του υλικού ανά μονάδα επιφάνειας και ανά μονάδα διαφοράς θερμοκρασίας.
- A = Επιφάνεια μεταφοράς θερμότητας.
Η επιφάνεια μεταφοράς θερμότητας είναι πάντοτε κάθετη στη διεύθυνση της μεταφοράς θερμότητας.
- $\frac{dT}{dx}$ = Θερμοκρασιακή βαθμίδα.
Η θερμοκρασιακή βαθμίδα ορίζεται ως η κλίση της καμπύλης θερμοκρασίας σε ένα διάγραμμα T-χ (ο ρυθμός μεταβολής του T ως προς τη θέση χ).

1.2.2 Συναγωγή

Συναγωγή ονομάζεται ο τρόπος μεταφοράς της ενέργειας ανάμεσα σε μία στερεά επιφάνεια και στο γειτονικό υγρό ή αέριο που βρίσκεται σε κίνηση και περιλαμβάνει τη συνδυασμένη επίδραση της Αγωγής και της κίνησης του ρευστού. Όσο πιο γρήγορη είναι η κίνηση του ρευστού τόσο μεγαλύτερη είναι η μεταφορά της θερμότητας μέσω της Συναγωγής. Από την άλλη πλευρά, όταν δεν υπάρχει κίνηση ρευστού, η μεταφορά θερμότητας ανάμεσα στην επιφάνεια του στερεού και του γειτονικού ρευστού λαμβάνει χώρα με καθαρή Αγωγή. Η παρουσία της κίνησης του ρευστού ενισχύει τη μεταφορά θερμότητας ανάμεσα στη στερεά επιφάνεια και στο ρευστό, αλλά καθιστά πιο πολύπλοκο τον προσδιορισμό των ρυθμών μεταφοράς θερμότητας.

Παρά την πολυπλοκότητα της Συναγωγής ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας που σχετίζεται με αυτήν έχει βρεθεί να είναι ανάλογος με τη διαφορά

θερμοκρασίας και εκφράζεται ικανοποιητικά από το **νόμο της ψύξης του Newton** ως:

$$Q_{\text{συναγ.}} = h \times A \times (T_s - T_{\infty})$$

Πιο συγκεκριμένα για τους όρους που εμφανίζονται στο νόμο της ψύξης του Newton έχουμε:

- h = Συντελεστής Μεταφοράς Θερμότητας με Συναγωγή.
Ο εν λόγω συντελεστής είναι εκφρασμένος σε

$$W/m^2 \text{ } ^\circ K \text{ ή σε } Btu/h \text{ ft}^2 \text{ } ^\circ F$$

- A = Εμβαδόν της επιφάνειας μέσω της οποίας πραγματοποιείται η μεταφορά θερμότητας με συναγωγή.
- T_s = Επιφανειακή Θερμοκρασία.
- T_{∞} = Θερμοκρασία του ρευστού που βρίσκεται σε κάποια απόσταση από την επιφάνεια ώστε να μην επηρεάζεται πλέον από τη θερμοκρασία επιφάνειας.

1.2.3 Ακτινοβολία

Ακτινοβολία είναι η ενέργεια που εκπέμπεται από την ύλη με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (ή φωτονίων) ως αποτέλεσμα των μεταβολών στην ηλεκτρονική διαμόρφωση των ατόμων ή των μορίων. Σε αντίθεση με την Αγωγή και τη Συναγωγή, η μεταφορά ενέργειας με Ακτινοβολία δεν απαιτεί την παρουσία υλικού μέσου. Στην πραγματικότητα η μεταφορά ενέργειας με Ακτινοβολία είναι η πιο γρήγορη από όλες (με ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του φωτός) και δεν υφίσταται εξασθένηση στο κενό. Αυτός είναι ο τρόπος με τον οποίο φτάνει στη γη η ηλιακή ενέργεια.

Τώρα όταν μία επιφάνεια με ικανότητα εκπομπής (ϵ) και επιφάνεια (A) που βρίσκεται σε απόλυτη θερμοκρασία (T_s) περικλείεται πλήρως από μία πολύ μεγαλύτερη (ή μαύρη) επιφάνεια σε θερμοδυναμική ισορροπία ($T_{\text{περιβ.}}$) οι οποίες διαχωρίζονται από ένα αέριο (όπως ο αέρας) που δεν παρεμβαίνει στην ακτινοβολία, ο καθαρός ρυθμός μεταφοράς θερμότητας ανάμεσα σε αυτές τις δύο επιφάνειες δίδεται από τον τύπο:

$$Q_{\text{ακτιν.}} = \epsilon \times \sigma \times A \times (T_s^4 - T_{\text{περιβ.}}^4)$$

Όπου (σ) είναι η σταθερά του Stefan-Boltzmann και είναι ίση με:

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ K^4$$

$$\sigma = 0,1714 \cdot 10^{-8} \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ R^4$$

1.3 ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΟΙΚΗΜΑΤΟΣ

Τα θερμικά κέρδη [1],[3] ενός οικήματος διακρίνονται σε:

- **Εξωτερικά Θερμικά κέρδη** τα οποία με τη σειρά τους διακρίνονται σε:
 1. Άμεση και διαμέσου Αγωγής μεταφερόμενη ηλιακή ακτινοβολία από ηλιοφανή παράθυρα.
 2. Μεταφορά θερμότητας μέσω των τοιχωμάτων, θυρών, παραθύρων κ.λπ., λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού αέρα.
 3. Μεταφορά θερμότητας λόγω άμεσης προσβολής (υπερθερμάνσεως) ηλιοφανών τοιχωμάτων ή άλλων στοιχείων της οικοδομής.
 4. Θερμικά κέρδη τα οποία οφείλονται στην εισροή θερμού αέρα, δια των ανοιγμάτων και χαραμάδων του χώρου.
- **Εσωτερικά Θερμικά φορτία** τα οποία με τη σειρά τους διακρίνονται σε:
 1. Θερμικά κέρδη λόγω λειτουργίας του συστήματος ηλεκτροφωτισμού (θερμές πηγές φωτός).
 2. Θερμικά φορτία τα οποία οφείλονται στον φυσικό μεταβολισμό των ατόμων (ή άλλων ζώντων οργανισμών) που βρίσκονται στο χώρο.
 3. Θερμικά φορτία τα οποία προκαλούνται εξαιτίας της λειτουργίας θερμικών ή ηλεκτρικών ή ηλεκτρονικών μηχανών ή συσκευών στον χώρο που εξετάζεται.
 4. Θερμικά φορτία τα οποία δημιουργούνται από άτομα ή μηχανές λόγω δραστηριοτήτων ή διαδικασιών παραγωγής έργου.

Τα αναφερόμενα ως Θερμικά Κέρδη λόγω φυσικού μεταβολισμού και ανθρώπινης δραστηριότητας διαχωρίζονται (και εξετάζονται παρακάτω) ως κέρδη **αισθητής** και **λανθάνουσας** θερμότητας.

1.3.1 Κέρδη Συναγωγής μέσω της Εξωτερικής Δομής

Τα Κέρδη συναγωγής μέσω της εξωτερικής δομής δηλαδή της **στέγης**, των **τοιχών** καθώς επίσης και των **υαλοπινάκων** υπολογίζονται βάσει της ακόλουθης σχέσης:

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

Πιο συγκεκριμένα για τους όρους που εμφανίζονται στην (εξ. 3.1.α.) έχουμε:

- Q = καθαρό θερμικό κέρδος λόγω συναγωγής μέσω της στέγης, του τοίχου ή του γυαλιού.
- U = συντελεστής θερμοπερατότητας της στέγης, του τοίχου ή του γυαλιού.
Βάσει του KENAK ο συντελεστής θερμοπερατότητας δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες [Wh] η οποία διέρχεται σε 1 ώρα [h] μέσα από επιφάνεια 1m^2 της κατασκευής όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα που

βρίσκεται στη μία και στην άλλη πλευρά της κατασκευής είναι ένας βαθμός Kelvin [$^{\circ}\text{K}$] και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο εν λόγω συντελεστής είναι εκφρασμένος σε

$$\text{W/m}^2\text{ }^{\circ}\text{K} \text{ ή σε } \text{Btu/h ft}^2\text{ }^{\circ}\text{F}$$

- A = εμβαδόν της στέγης, του τοίχου ή του γυαλιού.
- CLTD_c = διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας, η οποία υπολογίζεται ως εξής:
$$\text{CLTD}_c = [(\text{CLTD} + \text{LM}) \times K + (78 - t_R) + (t_o - 85)] \times f \quad (\text{εξ. 3.1.β.})$$

Πιο συγκεκριμένα για τους όρους που εμφανίζονται στην (εξ. 3.1.β.) έχουμε:

1. CLTD_c = διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας
2. CLTD = θερμοκρασιακή διαφορά εκφρασμένη σε βαθμούς $^{\circ}\text{F}$. Από πίνακες της σχετικής βιβλιογραφίας [1],[3], λαμβάνεται για τους υπολογισμούς του μέγιστου θερμικού κέρδους η μέγιστη τιμή.
3. LM = διόρθωση για το γεωγραφικό πλάτος και το μήνα. Από πίνακες της σχετικής βιβλιογραφίας [1],[3], λαμβάνεται για τους υπολογισμούς του μέγιστου θερμικού κέρδους η μέγιστη τιμή
4. K = διόρθωση για το χρώμα της επιφάνειας
 $K=1$ για σκοτεινά χρώματα ή για βιομηχανικές περιοχές
 $K=0,5$ για ανοικτό χρώμα στέγης
 $K=0,65$ για ανοικτό χρώμα τοίχου
5. t_R = θερμοκρασία δωματίου
6. t_o = μέση θερμοκρασία σχεδιασμού (οι θερμοκρασίες εκφρασμένες σε βαθμούς $^{\circ}\text{F}$)
7. f = διόρθωση για τον εξαερισμό οροφής (για τη στέγη μόνο) $f= 0,75$
για ανεμιστήρα σε σοφίτα ή ψευδοροφή, διαφορετικά $f = 1$

Σημείωση: Η (εξ. 3.1.β.) χρησιμοποιείται αυτούσια (συμπεριλαμβανομένου και του παράγοντα f) μόνο στην περίπτωση της στέγης με τις τιμές του f που υποδεικνύονται ανωτέρω. Για τα υπόλοιπα εξωτερικά δομικά στοιχεία (τοίχους κ.λπ.) λαμβάνω την τιμή του f ίση με ένα (1).

Για τζάμια χρησιμοποιούνται τιμές της CLTD που επιλέγονται από την σχετική βιβλιογραφία, η (εξ. 3.1.β.) για την συγκεκριμένη περίπτωση γίνεται:

$$\text{CLTD}_c = \text{CLTD} + (78 - t_R) + (t_o - 85) \quad (\text{εξ. 3.1.β1.})$$

1.3.2 Συναγωγή μέσω της Θύρας

Τα κέρδη θερμότητας μέσω της θύρας υπολογίζονται βάσει της σχέσης:

$$Q = U \times A \times TD \quad (\text{εξ. 3.2.})$$

Πιο συγκεκριμένα για τους όρους που εμφανίζονται στην (εξ. 3.2.) έχουμε:

- Q = ρυθμός μετάδοσης θερμότητας.
- U = συντελεστής θερμοπερατότητας της θύρας.
- A = εμβαδόν της θύρας.
- TD = διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ περιβάλλοντος και εσωτερικού χώρου.

1.3.3 Ηλιακή Ακτινοβολία μέσω Γυαλιού

Το καθαρό θερμικό κέρδος το οποίο προέρχεται από την ακτινοβολούμενη ενέργεια από τον ήλιο υπολογίζεται βάσει του τύπου:

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF \quad (\text{εξ. 3.3.})$$

Πιο συγκεκριμένα για τους όρους που εμφανίζονται στην (εξ. 3.3.) έχουμε:

- Q = καθαρό ηλιακό θερμικό κέρδος ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού.
- $SHGF$ = μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους.
Από πίνακες της σχετικής βιβλιογραφίας [1],[3], λαμβάνεται για τους υπολογισμούς του μέγιστου θερμικού κέρδους η μέγιστη τιμή μεταξύ των μηνών κλιματισμού (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος).
- A = εμβαδόν τζαμιού εκφρασμένο σε ft^2 .
- SC = συντελεστής σκίασης τζαμιού.
- CLF = παράγοντας ψυκτικού φορτίου για το τζάμι.
Από πίνακες της σχετικής βιβλιογραφίας [1],[3], λαμβάνεται για τους υπολογισμούς του μέγιστου θερμικού κέρδους η μέγιστη τιμή.

1.3.4 Φωτισμός - Εξοπλισμός

Τα θερμικά κέρδη τα οποία προέρχονται από τον φωτισμό και τον εξοπλισμό υπολογίζονται βάσει του τύπου:

$$Q = 3,4 \times W \times BF \quad (\text{εξ. 3.4.})$$

Πιο συγκεκριμένα για τους όρους που εμφανίζονται στην (εξ. 3.4.) έχουμε:

- Q = καθαρό θερμικό κέρδος από τον φωτισμό.
- W = ισχύς φωτισμού σε Watt .
- BF = παράγοντας τύπου φωτισμού.

BF = 1,25 για φωτισμό κάνοντας χρήση λαμπτήρων φθορίου.

Η τιμή 3,4 μετατρέπει τα Watt σε Btu/h.

Σημείωση: Η (εξ. 3.4.) μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τον υπολογισμό των θερμικών κερδών προερχόμενα από τον εξοπλισμό με τον παράγοντα BF να παίρνει την τιμή ένα (1).

1.3.5 Άνθρωποι

Το θερμικό κέρδος το οποίο προέρχεται από τους ανθρώπους χωρίζεται σε **αισθητό** και **λανθάνον** θερμικό κέρδος.

Το **αισθητό** θερμικό κέρδος το οποίο προέρχεται από τους ανθρώπους υπολογίζεται βάσει του τύπου:

$$Q_s = q_s \times n \quad (\text{εξ. 3.5.α.})$$

Πιο συγκεκριμένα για τους όρους που εμφανίζονται στην (εξ. 3.5.α.) έχουμε:

- q_s = αισθητό θερμικό κέρδος ανά άτομο.
η τιμή του οποίου λαμβάνεται από την σχετική βιβλιογραφία [1],[3].
- n = αριθμός ανθρώπων.

Το **λανθάνον** θερμικό κέρδος το οποίο προέρχεται μόνο από τους ανθρώπους υπολογίζεται βάσει του τύπου:

$$Q_L = q_L \times n \quad (\text{εξ. 3.5.β.})$$

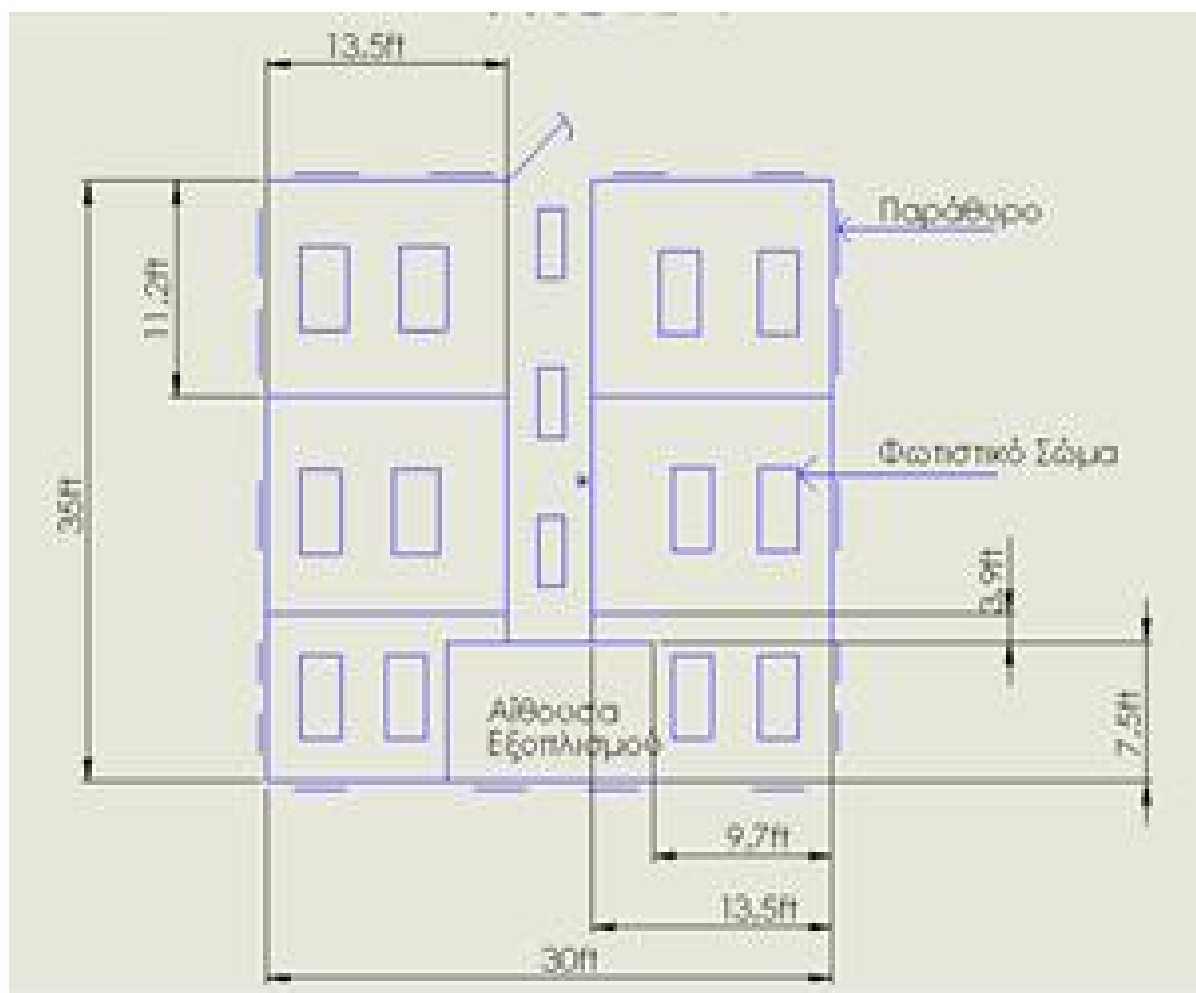
Πιο συγκεκριμένα για τους όρους που εμφανίζονται στην (εξ. 3.5.β) έχουμε:

- q_L = λανθάνοντα θερμικά κέρδη ανά άτομο.
Η τιμή του οποίου λαμβάνεται από την σχετική βιβλιογραφία [1],[3].
- n = αριθμός ανθρώπων.

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΙΚΗΜΑΤΟΣ

Το οίκημα που επιλέχθηκε [3] για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακών αναγκών είναι ένα συγκρότημα γραφείων **ελαφριάς κατασκευής** που είναι χωροθετημένο στην βιομηχανική περιοχή της Πάτρας. Λειτουργεί μόνο κατά τη θερινή περίοδο, με σκοπό να εξυπηρετεί τις ανάγκες των υπαλλήλων μίας Μονάδας διαλογής και τυποποίησης αγροτικών προϊόντων, η συγκομιδή των οποίων γίνεται στην περίοδο αυτή.



Σχήμα 2.1: Απεικόνιση κτιρίου

Η βόρεια πλευρά συμπίπτει με το πάνω μέρος του σχεδίου.

Με βάσει τα σχέδια της αρχιτεκτονικής μελέτης προκύπτουν:

- Το εν λόγω οίκημα είναι ισόγειο, ορθογωνικής διατομής με διαστάσεις κάτοψης 35×30 ft και ύψος 10 ft.

- Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το εμβαδό κάτοψης του κτιρίου είναι ίσο με:

$$A = 30 \times 35 = 1050 \text{ ft}^2 (=94,5\text{m}^2).$$

Σημείωση: 1 ft = 0,3 m → 1 ft² = 0,09 m².

- Το συγκρότημα αποτελείται από 6 γραφεία, 1 διάδρομο και ένα δωμάτιο εξοπλισμού. Διαθέτει 18 παράθυρα εμβαδού ίσου με 15ft² = 1,35m² (5,22×3,00 ft) έκαστο και μία κεντρική θύρα εμβαδού 35ft² = 3,15m² (5×7 ft).

Το εμβαδόν κάθε επιμέρους χώρου του οικήματος που εξετάζεται εμφανίζεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.1: εμβαδά επιμέρους χώρων

Χώρος	Εμβαδόν (ft ²)
Γραφείο 1	151,2(=13,6 m ²)
Γραφείο 2	151,2(=13,6 m ²)
Γραφείο 3	151,2(=13,6 m ²)
Γραφείο 4	151,2(=13,6 m ²)
Γραφείο 5	125,3(=11,28 m ²)
Γραφείο 6	125,3(=11,28 m ²)
Διάδρομος	121(=10,89 m ²)
Αίθουσα εξοπλισμού	82,5(=7,42 m ²)
Σύνολο	1050(=94,5 m²)

Η κεντρική θύρα και ο προσανατολισμός του οικήματος είναι βορινός.

Σημείωση: Βάσει των υφιστάμενων κανόνων ασφαλείας, για παρόμοιας χρήσης οικήματα η πυκνότητα των ανθρώπων είναι 1 **άνθρωπος/70ft²**, επομένως στο εν λόγω συγκρότημα μπορούν να βρίσκονται ταυτόχρονα 15 **άνθρωποι**.

Με βάσει την ηλεκτρολογική μελέτη προκύπτουν:

- Η ισχύς των συσκευών στην αίθουσα εξοπλισμού είναι ίση με 3000W.
- Στα γραφεία υπάρχουν 12 φωτιστικά με λαμπτήρες φθορισμού, ισχύος 200W έκαστο.
- Στο διάδρομο υπάρχουν 3 φωτιστικά με λαμπτήρες φθορισμού, ισχύος 100W έκαστο.

- Στην αίθουσα εξοπλισμού υπάρχει 1 φωτιστικό με λαμπτήρα φθορισμού, ισχύος 200W.

2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

2.2.1 Στέγη

Το υπό μελέτη οίκημα διαθέτει συμπαγή στέγη με μονωμένη ταράτσα και συντελεστή θερμοπερατότητας ίσο με:

$$U = 0,106 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F} \text{ ή } K = 0,6 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}.$$

2.2.2 Τοιχοποιία

Οι τοίχοι του υπό μελέτη οικήματος έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας ίσο με:

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}.$$

Βάσει της τιμής αυτής από τον πίνακα (Πίνακας Α8 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α) προκύπτει ότι οι τοίχοι είναι ομάδας C με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Τούβλο όψεως 4 in.
- 1 in μόνωση ή κενό αέρα και 4 in κοινό τούβλο.
- Μάζα 90 lb/ft² ή 243 kg/m².

2.2.3 Τζάμια

Τα τζάμια έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας ίσο με:

$$U=1,04 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

και συντελεστή σκίασης ίσο με:

$$SC = 0,9.$$

2.2.4 Κεντρική θύρα

Η κεντρική θύρα έχει συντελεστή θερμοπερατότητας ίσο με:

$$U = 0,45 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}.$$

2.2.5 Δάπεδο

Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με το έδαφος, είναι κατασκευασμένο από τσιμεντόπλακα πάχους 4 in. και δεν έχει μόνωση.

2.3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού δηλαδή, η θερμοκρασία κατά τη λειτουργία των γραφείων και η εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού, δηλαδή η θερμοκρασία κατά τη μη λειτουργία των γραφείων, είναι αντίστοιχα ίσες με:

$$t_R=78 \text{ } ^\circ\text{F} \text{ και } t_o=85 \text{ } ^\circ\text{F}$$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΒΑΣΗ ΜΕΘΟΔΟΥ Ashrae

3.1 ΑΡΧΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ – ΜΕΓΙΣΤΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ

Δίνεται στη συνέχεια ο αναλυτικός υπολογισμός των ενεργειακών αναγκών του υπό μελέτη οικήματος με τη μέθοδο Ashrae. Τα απαραίτητα μεγέθη για τους υπολογισμούς αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 2.

3.1.1 Υπολογισμός θερμικών κερδών λόγω συναγωγής

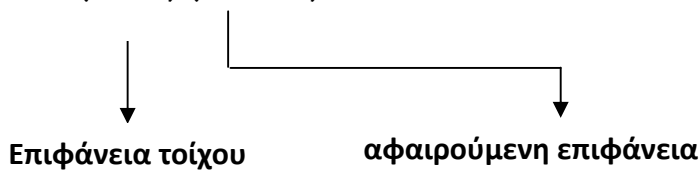
· **Βορινός τοίχος.**

Ο τοίχος αποτελεί εξωτερική δομή συνεπώς το ζητούμενο θερμικό κέρδος υπολογίζεται ως εξής:

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = (30 \times 10) - (4 \times 15 + 35) \rightarrow A = 205 \text{ ft}^2$$



Υπολογίζουμε το CLTD_c ως εξής:

$$CLTD_c = [(CLTD + LM) \times K + (78 - t_R) + (t_o - 85)] \times f \quad (\text{εξ. 3.1.β.})$$

$$CLTD = 17 \text{ } ^\circ\text{F}, \text{ στις } 21:00-23:00, \text{ από πίνακα (Πίνακας A1 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)}$$

$$LM = 1, \text{ τον Ιούνιο, από πίνακα (Πίνακας A2 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)}$$

$$K = 1, \text{ βρισκόμαστε σε βιομηχανική περιοχή}$$

$$t_R = 78 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$t_o = 85 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$f = 1 \text{ (διορθωτικός συντελεστής)}$$

Αντικαθιστώντας στην (εξ. 3.1.β.) προκύπτει ότι το CLTD_c είναι ίσο με:

$$CLTD_c = 18 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι το ζητούμενο θερμικό κέρδος του βορινού τοίχου είναι ίσο με:

$Q = 738 \text{ Btu/h}$ και εμφανίζεται τον Ιούνιο από τις 21:00 έως τις 23:00

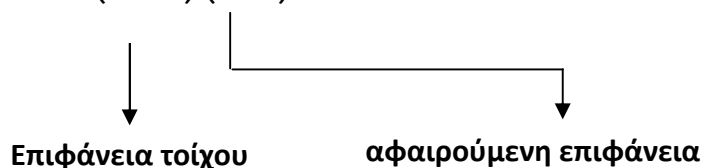
Ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία για τους υπόλοιπους τοίχους.

· **Ανατολικός τοίχος**

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = (35 \times 10) - (5 \times 15) \rightarrow A = 275 \text{ ft}^2$$



Με δεδομένα: $K = 1$, $f = 1$, $t_R = 78^\circ\text{f}$ και $t_o = 85^\circ\text{f}$,
η εξίσωση (εξ. 3.1.β.) μετασχηματίζεται σε:

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ.})$$

Σημείωση: Από το σημείο αυτό η εξίσωση (εξ. 3.1.γ.) αντικαθιστά την εξίσωση (εξ. 3.1.β.) για τον υπολογισμό του $CLTD_c$.

$$CLTD = 30 \text{ } ^\circ\text{F}, \text{ στις } 17:00-19:00$$

$$LM = 1, \text{ τον Ιούνιο}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ.) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:
 $CLTD_c = 31 \text{ } ^\circ\text{F}$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι το ζητούμενο θερμικό κέρδος του ανατολικού τοίχου είναι ίσο με:

$Q = 1705 \text{ Btu/h}$ και εμφανίζεται τον Ιούνιο από τις 17:00 έως τις 19:00

· **Δυτικός τοίχος**

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$A = 275 \text{ ft}^2$ (όμοιος με τον Ανατολικό τοίχο)

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$CLTD = 35 \text{ }^\circ\text{F}$, στις 21:00-23:00

$LM = 1$, τον Ιούνιο

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:
 $CLTD_c = 36 \text{ }^\circ\text{F}$

Αντικαθιστώντας στην (3.1.α.) προκύπτει ότι το ζητούμενο θερμικό κέρδος του δυτικού τοίχου είναι ίσο με:

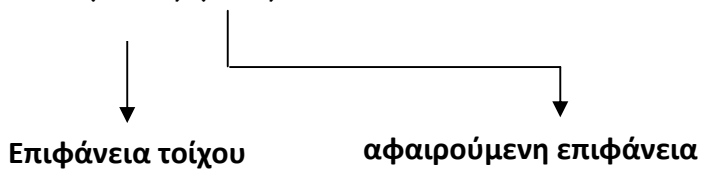
$Q = 1980 \text{ Btu/h}$ και εμφανίζεται τον Ιούνιο από τις 21:00 έως τις 23:00

· **Νότιος τοίχος**

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$

$$A = (30 \times 10) - (4 \times 15) \rightarrow A = 260 \text{ ft}^2$$



$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$CLTD = 26 \text{ }^\circ\text{F}$, στις 20:00

$LM = 4$, τον Αύγουστο

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:
 $CLTD_c = 30 \text{ }^\circ\text{F}$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι το ζητούμενο θερμικό κέρδος του νότιου τοίχου είναι ίσο με:

$Q = 1440 \text{ Btu/h}$ και εμφανίζεται τον Αύγουστο στις 20:00

· **Βορινό τζάμι**

Υπολογίζονται τα θερμικά κέρδη μέσω συναγωγής των υαλοπινάκων του οικήματός μου. Τα τζάμια ανήκουν στην εξωτερική δομή του κτιρίου επομένως τα ζητούμενα θερμικά κέρδη υπολογίζονται βάσει του τύπου:

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 1,04 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = (4 \times 15) \rightarrow A = 60 \text{ ft}^2$$

Το $CLTD_c$ τζαμιού υπολογίζεται βάσει της εξίσωσης (εξ. 3.1.β1):

$$CLTD_c = CLTD + (78 - t_R) + (t_o - 85) \text{ [με δεδομένα } t_R = 78^\circ\text{F και } t_o = 85^\circ\text{F]} \rightarrow CLTD_c = CLTD$$

Αντικαθιστώντας στην ανωτέρω σχέση προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:

$$CLTD_c = 14 \text{ } ^\circ\text{F}, \text{ από πίνακα (Πίνακας A5 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α).}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι το ζητούμενο θερμικό κέρδος του βορινού τζαμιού είναι ίσο με:

$Q = 873,6 \text{ Btu/h}$ και εμφανίζεται στις 16:00

Ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία για τα υπόλοιπα τζάμια.

· **Ανατολικό τζάμι**

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 1,04 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = (5 \times 15) \rightarrow A = 75 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD$$

$$CLTD = 14 \text{ } ^\circ\text{F}, \text{ στις 16:00 άρα και το } CLTD_c \text{ είναι ίσο με:}$$

$$CLTD_c = 14 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι το ζητούμενο θερμικό κέρδος του ανατολικού τζαμιού είναι ίσο με:

$$Q = 1092 \text{ Btu/h και εμφανίζεται στις 16:00}$$

· **Δυτικό τζάμι**

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 1,04 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = (5 \times 15) \rightarrow A = 75 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD$$

$CLTD = 14 \text{ } ^\circ\text{F}$, στις 16:00 άρα και το $CLTD_c$ είναι ίσο με:

$$CLTD_c = 14 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι το ζητούμενο θερμικό κέρδος του δυτικού τζαμιού είναι ίσο με:

$$Q = 1092 \text{ Btu/h και εμφανίζεται στις 16:00}$$

· **Νότιο τζάμι**

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 1,04 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = (4 \times 15) \rightarrow A = 60 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD$$

$CLTD = 14 \text{ } ^\circ\text{F}$, στις 16:00 άρα και το $CLTD_c$ είναι ίσο με:

$$CLTD_c = 14 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι το ζητούμενο θερμικό κέρδος του νότιου τζαμιού είναι ίσο με:

$$Q = 873,6 \text{ Btu/h και εμφανίζεται στις 16:00}$$

· **Στέγη**

Η στέγη αποτελεί εξωτερική δομή του υπό μελέτη οικήματος, συνεπώς τα ζητούμενα θερμικά κέρδη αυτής υπολογίζονται με την βοήθεια της παρακάτω σχέσης:

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,106 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 30 \times 35 \rightarrow A = 1050 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$CLTD = 46 \text{ } ^\circ\text{F, στις 20:00, από πίνακα (Πίνακας A3 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ A)}$$

$$LM = 2, \text{ τον Ιούνιο, από πίνακα (Πίνακας A2 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ A)}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ.) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:
 $CLTD_c = 48 \text{ } ^\circ\text{F}$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι το ζητούμενο θερμικό κέρδος της στέγης είναι ίσο με:

$$Q = 5342,4 \text{ Btu/h και εμφανίζεται τον Ιούνιο στις 20:00}$$

3.1.2 Υπολογισμός θερμικών κερδών λόγω ηλιακής ακτινοβολίας

Η άμεση και διαμέσου αγωγής μεταφερόμενη ηλιακή ακτινοβολία από ηλιοφανή παράθυρα υπολογίζεται με τη βοήθεια της παρακάτω εξίσωσης:

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF$$

· **Βορινό τζάμι**

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF \quad (\text{εξ. 3.3.})$$

SHGF = 48 Btu/h ft², τον Ιούνιο, από πίνακα (Πίνακας Α6 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

$$A = 60 \text{ ft}^2$$

SC = 0,9 (συντελεστής σκίασης των τζαμιών που χρησιμοποιούμε)

CLF = 0,92, στις 18:00, από πίνακα (Πίνακας Α7 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.3.) προκύπτει ότι το ζητούμενο ηλιακό θερμικό κέρδος του βορινού τζαμιού είναι ίσο με:

Q = 1324,8 Btu/h και εμφανίζεται τον Ιούνιο στις 18:00

Ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία για τα υπόλοιπα τζάμια.

· **Ανατολικό τζάμι**

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF \quad (\text{εξ. 3.3.})$$

SHGF = 216 Btu/h ft², τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο

$$A = 75 \text{ ft}^2$$

$$SC = 0,9$$

CLF = 0,8, στις 8:00

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.3.) προκύπτει ότι το ζητούμενο ηλιακό θερμικό κέρδος του ανατολικού τζαμιού είναι ίσο με:

Q = 6480 Btu/h και εμφανίζεται από τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο στις 18:00

· **Δυτικό τζάμι**

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF \quad (\text{εξ. 3.3.})$$

SHGF = 216 Btu/h ft², τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο

$$A = 75 \text{ ft}^2$$

$$SC = 0,9$$

$$CLF = 0,83, \text{ από τις 16:00 έως τις 17:00}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.3.) προκύπτει ότι το ζητούμενο ηλιακό θερμικό κέρδος του δυτικού τζαμιού είναι ίσο με:

$Q = 6723 \text{ Btu/h}$ και εμφανίζεται από τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο από τις 16:00 έως τις 17:00

· **Νότιο τζάμι**

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF \quad (\text{εξ. 3.3.})$$

SHGF = 149 Btu/h ft², τον Αύγουστο

$$A = 75 \text{ ft}^2$$

$$SC = 0,9$$

$$CLF = 0,84, \text{ στις 12:00}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.3.) προκύπτει ότι το ζητούμενο ηλιακό θερμικό κέρδος του νότιου τζαμιού είναι ίσο με:

$Q = 4693,5 \text{ Btu/h}$ και εμφανίζεται τον Αύγουστο στις 12:00

Συγκεντρωτικά όλα τα παραπάνω στοιχεία, δηλαδή οι αρχικοί υπολογισμοί θερμικών κερδών λόγω συναγωγής και λόγω ηλιακής ακτινοβολίας όλων των

δομικών στοιχείων και για όλους τους προσανατολισμούς είναι συγκεντρωμένα στους δύο παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 3.1.α: Θερμικά Κέρδη λόγω Συναγωγής.

ΣΥΝΑΓΩΓΗ	ΠΡΟΣ.	U [Btu/h ft ² °F]	A [ft ²]	CLTD _c [°F]	Q [Btu/h]	Χρόνος εμφάνισης
Τοίχοι	B	0,2	205	18	738	Ιούνιος, 21:00-23:00
	A	0,2	275	31	1705	Ιούνιος, 17:00-19:00
	Δ	0,2	275	36	1980	Ιούνιος, 21:00-23:00
	N	0,2	240	30	1440	Αύγουστος, 20:00
Τζάμια	B	1,04	60	14	873,6	16:00
	A	104	75	14	1092	16:00
	Δ	1,04	75	14	1092	16:00
	N	1,04	60	14	873,6	16:00
Στέγη		0,106	1050	48	5342,4	Ιούνιος, 18:00

Πίνακας 3.1.β: Ηλιακά Θερμικά Κέρδη

	ΠΡΟΣ.	SHGF [Btu/h ft ²]	A [ft ²]	SC	CLF	Q [Btu/h]	Χρόνος εμφάνισης
Τζάμια	B	48	60	0,5	0,92	1324,8	Ιούνιος, 18:00
	A	216	75	0,5	0,8	6480	Ιούνιος-Αύγουστος, 18:00
	Δ	216	75	0,5	0,83	6723	Ιούνιος-Αύγουστος, 16:00-17:00
	N	149	75	0,5	0,84	4693,5	Αύγουστος, 12:00

3.2 ΤΕΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ – ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Ο καθορισμός των συνολικών θερμικών κερδών δεν είναι πάντοτε αποτέλεσμα απλής αθροίσεως, των θερμικών κερδών των εκάστοτε δομικών στοιχείων, εξαιτίας του ότι δεν συμπίπτουν χρονικά (ανάλογα με τον προσανατολισμό). Κατά συνέπεια το ζητούμενο τελικό θερμικό φορτίο είναι αρκετά μικρότερο από το άθροισμα των επιμέρους μεγίστων θερμικών φορτίων.

Η εξαγωγή του τελικού θερμικού φορτίου του οικήματος προκύπτει με την βοήθεια της **Μεθόδου Επανάληψης των Υπολογισμών**, δηλαδή διαπιστώνεται από τα αποτελέσματα των αρχικών υπολογισμών ποιός ή ποιοι χρόνοι (μήνας και ώρα) συμβάλλουν περισσότερο στα θερμικά κέρδη και επαναλαμβάνονται οι υπολογισμοί για τους συγκεκριμένους χρόνους. Το ζητούμενο τελικό θερμικό κέρδος του οικήματος είναι η μέγιστη εκ των υπολογισθέντων τιμών, οι οποίες προέκυψαν βάσει της μεθόδου επαναλήψεως.

Από τους πίνακες, 3.1.α και 3.1.β παρατηρούμε ότι οι χρόνοι που συμβάλλουν περισσότερο στην αύξηση του θερμικού κέρδους είναι ο **Ιούνιος από**

τις 16:00 έως τις 20:00. Κατά συνέπεια η μέθοδος επανάληψης εφαρμόζεται για τους ανωτέρω χρόνους.

Οι υπολογισμοί που πρέπει να γίνουν αφορούν στα εξής:

- Θερμικά κέρδη μέσω συναγωγής προερχόμενα από τους τοίχους.
- Θερμικά κέρδη μέσω συναγωγής προερχόμενα από τα τζάμια.
- Ηλιακά θερμικά κέρδη προερχόμενα από τα τζάμια.

3.2.1 Υπολογισμοί Θερμικών Κερδών τον Ιούνιο στις 16:00

3.2.1.1 Θερμικά Κέρδη μέσω Συναγωγής προερχόμενα από τους τοίχους.

- Βορινός τοίχος

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 205 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$CLTD = 12 \text{ } ^\circ\text{F}, \text{ από πίνακα (Πίνακας A1 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ A)}$$

$$LM = 1, \text{ από πίνακα (Πίνακας A2 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ A)}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ.) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:

$$CLTD_c = 13 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

Θερμικό κέρδος Βορινού τοίχου τον Ιούνιο στις 16:00 είναι: $Q = 533 \text{ Btu/h}$.

Ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία για τους υπόλοιπους τοίχους.

- Ανατολικός τοίχος.

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 275 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$CLTD = 29 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$LM = 1$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ.) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:
 $CLTD_c = 30 \text{ } ^\circ\text{F}$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

Θερμικό κέρδος Ανατολικού τοίχου τον Ιούνιο στις 16:00 είναι: $Q = 1650 \text{ Btu/h}$.

· **Δυτικός τοίχος**

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 275 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$CLTD = 16 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$LM = 1$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ.) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:
 $CLTD_c = 17 \text{ } ^\circ\text{F}$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

Θερμικό κέρδος Δυτικού τοίχου τον Ιούνιο στις 16:00 είναι: $Q = 935 \text{ Btu/h}$.

· **Νότιος τοίχος.**

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 240 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ.})$$

$$CLTD = 20 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$LM = -1$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ.) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:
 $CLTD_c = 19 \text{ } ^\circ\text{F}$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

Θερμικό κέρδος Νότιου τοίχου τον Ιούνιο στις 16:00 είναι: $Q = 912 \text{ Btu/h.}$

Συνολικά Θερμικά Κέρδη Συναγωγής προερχόμενα από τους τοίχους τον Ιούνιο στις 16:00 είναι: $Q = 4030 \text{ Btu/h.}$

3.2.1.2 Θερμικά κέρδη μέσω συναγωγής προερχόμενα από τα τζάμια.

· **Βορινό τζάμι.**

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 1,04 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 60 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD$$

$CLTD = 14^{\circ}F$, από πίνακα (Πίνακας Α5 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α) επομένως το $CLTD_c$ είναι ίσο με:

$$CLTD_c = 14^{\circ}F$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

Θερμικό Κέρδος Βορινού τζαμιού τον Ιούνιο στις 16:00 είναι: $Q = 873,6 \text{ Btu/h}$.

Ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία για τα υπόλοιπα τζάμια.

- Ανατολικό τζάμι : $Q = 1092 \text{ Btu/h}$
- Δυτικό τζάμι : $Q = 1092 \text{ Btu/h}$
- Νότιο τζάμι : $Q = 873,6 \text{ Btu/h}$

Συνολικά Θερμικά Κέρδη Συναγωγής προερχόμενα από τα τζάμια τον Ιούνιο στις 16:00 είναι: $Q = 3931,2 \text{ Btu/h}$.

3.2.1.3 Ηλιακά Θερμικά Κέρδη προερχόμενα από τα Τζάμια.

- **Βορινό τζάμι.**

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF \quad (\text{εξ. 3.3.})$$

$SHGF = 48 \text{ Btu/h ft}^2$, από πίνακα (Πίνακας Α6 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

$$A = 60 \text{ ft}^2$$

$$SC = 0,9$$

$CLF = 0,87$, από πίνακα (Πίνακας Α7 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.3.) προκύπτει ότι:

Ηλιακό Θερμικό Κέρδος Βορινού τζαμιού τον Ιούνιο στις 16:00 είναι: $Q = 1252,8$ Btu/h.

Ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία για τα υπόλοιπα τζάμια.

- Ανατολικό τζάμι : $Q = 1377$ Btu/h
- Δυτικό τζάμι : $Q = 6723$ Btu/h
- Νότιο τζάμι : $Q = 1054,5$ Btu/h

Συνολικά Ηλιακά Θερμικά Κέρδη προερχόμενα από τα τζάμια τον Ιούνιο στις 16:00 είναι: $Q = 10407,3$ Btu/h.

3.2.1.4 Υπολογισμός Θερμικών Κερδών λόγω Συναγωγής μέσω της Στέγης.

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,106 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 1050 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$CLTD = 36 \text{ } ^\circ\text{F}, \text{ από πίνακα (Πίνακας A3 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ A)}$$

$$LM = 2, \text{ από πίνακα (Πίνακας A2 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ A)}$$

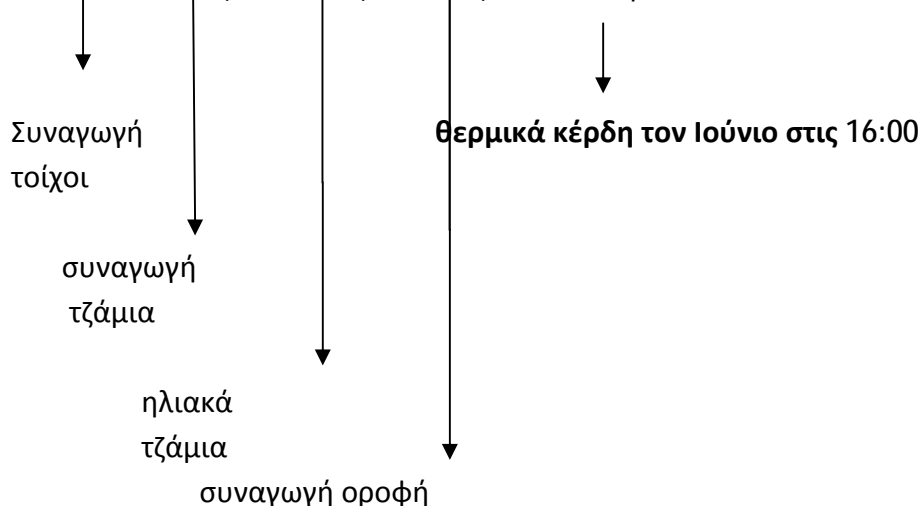
Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:
 $CLTD_c = 38 \text{ } ^\circ\text{F}$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α) προκύπτει ότι:

Θερμικό Κέρδος Στέγης λόγω Συναγωγής τον Ιούνιο στις 16:00 είναι:
 $Q = 4229,4$ Btu/h.

Τα συνολικά θερμικά κέρδη (Συναγωγής, Ηλιακά) του Ιουνίου στις 16:00 είναι ίσα με:

$$Q = 4030 + 3931,2 + 10407,3 + 4229,4 = 22597,9 \text{ Btu/h}$$



3.2.2 Υπολογισμοί Θερμικών Κερδών τον Ιούνιο στις 17:00.

3.2.2.1 Θερμικά Κέρδη μέσω Συναγωγής προερχόμενα από τους Τοίχους.

- Βορινός τοίχος.

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 205 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$CLTD = 13 \text{ } ^\circ\text{F}, \text{ από πίνακα (Πίνακας A1 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ A)}$$

$$LM = 1, \text{ από πίνακα (Πίνακας A2 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ A)}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:

$$CLTD_c = 14 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α) προκύπτει ότι:

*Θερμικό Κέρδος Βορινού τοίχου λόγω Συναγωγής τον Ιούνιο στις 17:00 είναι:
Q=574 Btu/h.*

Ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία για τους υπόλοιπους τοίχους.

· **Ανατολικός τοίχος.**

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 275 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$CLTD = 30 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$LM = 1$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:
 $CLTD_c = 31 \text{ } ^\circ\text{F}$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α) προκύπτει ότι:

*Θερμικό Κέρδος Ανατολικού τοίχου λόγω Συναγωγής τον Ιούνιο στις 17:00 είναι:
Q=1705 Btu/h.*

· **Δυτικός τοίχος**

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 275 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM$$

(εξ. 3.1.γ)

$$CLTD = 20 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$LM = 1$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:
 $CLTD_c = 21 \text{ } ^\circ\text{F}$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α) προκύπτει ότι:

*Θερμικό Κέρδος Δυτικού τοίχου λόγω Συναγωγής τον Ιούνιο στις 17:00 είναι:
 $Q = 1155 \text{ Btu/h.}$*

· **Νότιος τοίχος.**

$$Q = U \times A \times CLTD_c$$

(εξ. 3.1.α.)

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 240 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM$$

(εξ. 3.1.γ)

$$CLTD = 22 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$LM = -1$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:
 $CLTD_c = 21 \text{ } ^\circ\text{F}$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α) προκύπτει ότι:

*Θερμικό Κέρδος Νότιου τοίχου λόγω Συναγωγής τον Ιούνιο στις 17:00 είναι:
 $Q = 1008 \text{ Btu/h.}$*

Συνολικά Θερμικά Κέρδη Συναγωγής προερχόμενα από τους τοίχους τον Ιούνιο στις 17:00 είναι: $Q = 4442 \text{ Btu/h.}$

3.2.2.2 .Θερμικά Κέρδη λόγω Συναγωγής προερχόμενα από τα Τζάμια.

- **Βορινό τζάμι**

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 1,04 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 60 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD$$

CLTD=13 $^\circ\text{F}$, από πίνακα (**Πίνακας A5** § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α) επομένως το CLTD_c είναι ίσο με:

$$CLTD_c = 13 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α) προκύπτει ότι:

*Θερμικό Κέρδος Βορινού τζαμιού λόγω Συναγωγής τον Ιούνιο στις 17:00 είναι:
Q=811,2 Btu/h.*

Ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία για τα υπόλοιπα τζάμια.

- Ανατολικό τζάμι : $Q = 1014 \text{ Btu/h}$
- Δυτικό τζάμι : $Q = 1014 \text{ Btu/h}$
- Νότιο τζάμι : $Q = 811,2 \text{ Btu/h}$

Συνολικά Θερμικά Κέρδη Συναγωγής προερχόμενα από τα τζάμια τον Ιούνιο στις 17:00 είναι: $Q = 3650,4 \text{ Btu/h}$.

3.2.2.3 Ηλιακά Θερμικά Κέρδη προερχόμενα από τα Τζάμια.

- **Βορινό τζάμι.**

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF \quad (\text{εξ. 3.3.})$$

SHGF = 48 Btu/h ft², από πίνακα (Πίνακας Α6 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

$$A = 60 \text{ ft}^2$$

$$SC = 0,9$$

CLF = 0,8, από πίνακα (Πίνακας Α7 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.3.) προκύπτει ότι:

Ηλιακό Θερμικό Κέρδος Βορινού τζαμιού τον Ιούνιο στις 17:00 είναι:
 $Q = 1152 \text{ Btu/h.}$

Ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία για τα υπόλοιπα τζάμια.

- Ανατολικό τζάμι : $Q = 2268 \text{ Btu/h}$
- Δυτικό τζάμι : $Q = 6723 \text{ Btu/h}$
- Νότιο τζάμι : $Q = 826,5 \text{ Btu/h}$

Συνολικά Ηλιακά Θερμικά Κέρδη προερχόμενα από τα τζάμια τον Ιούνιο στις 17:00 είναι: $Q = 10969,5 \text{ Btu/h.}$

3.2.2.4 Υπολογισμός Θερμικών Κερδών λόγω Συναγωγής μέσω της Στέγης.

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,106 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 1050 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

CLTD = 40 °F, από πίνακα (Πίνακας Α3 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

LM = 2, από πίνακα (Πίνακας Α2 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

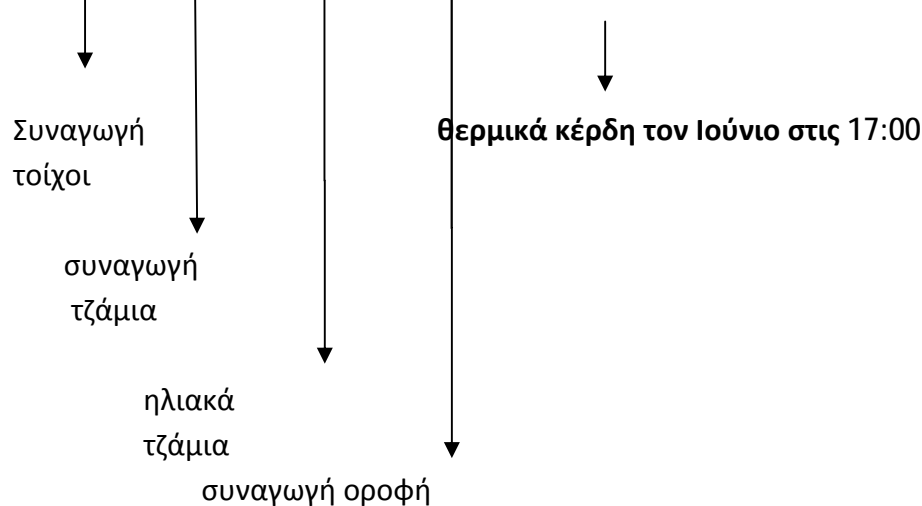
Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:
 $CLTD_c = 42 \text{ } ^\circ\text{F}$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

Θερμικό Κέρδος Στέγης τον Ιούνιο στις 17:00 είναι:
 $Q = 4674,6 \text{ Btu/h.}$

Τα συνολικά θερμικά κέρδη (Συναγωγής, Ηλιακά) του Ιουνίου στις 17:00 είναι ίσα με:

$$Q = 4442 + 3650,4 + 10969,5 + 4674,6 = 23735,9 \text{ Btu/h}$$



3.2.3 Υπολογισμοί Θερμικών Κερδών τον Ιούνιο στις 18:00

3.2.3.1 Θερμικά Κέρδη μέσω Συναγωγής προερχόμενα από τους Τοίχους.

- Βορινός τοίχος.

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 205 \text{ ft}^2$$

$$\text{CLTD}_c = \text{CLTD} + \text{LM} \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$\text{CLTD} = 14 \text{ }^\circ\text{F}, \text{ από πίνακα (Πίνακας A1 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ A)}$$

$$\text{LM} = 1, \text{ από πίνακα (Πίνακας A2 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ A)}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το CLTD_c είναι ίσο με:

$$\text{CLTD}_c = 15 \text{ }^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

Θερμικό Κέρδος Βορινού τοίχου λόγω Συναγωγής τον Ιούνιο στις 18:00 είναι:
 $Q=615 \text{ Btu/h}$.

Ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία για τους υπόλοιπους τοίχους.

· **Ανατολικός τοίχος.**

$$Q = U \times A \times \text{CLTD}_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$A = 275 \text{ ft}^2$$

$$\text{CLTD}_c = \text{CLTD} + \text{LM} \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$\text{CLTD} = 30 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\text{LM} = 1$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το CLTD_c είναι ίσο με:

$$\text{CLTD}_c = 31 \text{ }^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

Θερμικό Κέρδος Ανατολικού τοίχου λόγω Συναγωγής τον Ιούνιο στις 18:00 είναι:
 $Q=1705 \text{ Btu/h}$.

· **Δυτικός τοίχος**

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 275 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$CLTD = 24 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$LM = 1$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:
 $CLTD_c = 25 \text{ } ^\circ\text{F}$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

*Θερμικό Κέρδος Δυτικού τοίχου λόγω Συναγωγής τον Ιούνιο στις 18:00 είναι:
 $Q = 1375 \text{ Btu/h.}$*

· **Νότιος τοίχος.**

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 240 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$CLTD = 24 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$LM = -1$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:
 $CLTD_c = 23 \text{ } ^\circ\text{F}$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

*Θερμικό Κέρδος Νότιου τοίχου λόγω Συναγωγής τον Ιούνιο στις 18:00 είναι:
 $Q = 1104 \text{ Btu/h.}$*

Συνολικά Θερμικά Κέρδη λόγω Συναγωγής προερχόμενα από τους τοίχους τον Ιούνιο στις 18:00 είναι: $Q = 4799 \text{ Btu/h}$.

3.2.3.2 Θερμικά Κέρδη μέσω Συναγωγής προερχόμενα από τα Τζάμια.

· **Βορινό τζάμι.**

$$Q = U \times A \times \text{CLTD}_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 1,04 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 60 \text{ ft}^2$$

$$\text{CLTD}_c = \text{CLTD}$$

$\text{CLTD} = 12 \text{ } ^\circ\text{F}$, από πίνακα (Πίνακας A5 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α) επομένως το CLTD_c είναι ίσο με:

$$\text{CLTD}_c = 12 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

Θερμικό Κέρδος Βορινού τζαμιού λόγω Συναγωγής τον Ιούνιο στις 18:00 είναι:
 $Q = 748,8 \text{ Btu/h}$.

Ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία για τα υπόλοιπα τζάμια.

- Ανατολικό τζάμι : $Q = 936 \text{ Btu/h}$
- Δυτικό τζάμι : $Q = 936 \text{ Btu/h}$
- Νότιο τζάμι : $Q = 748,8 \text{ Btu/h}$

Συνολικά Θερμικά Κέρδη λόγω Συναγωγής προερχόμενα από τα τζάμια τον Ιούνιο στις 18:00 είναι: $Q = 3369,6 \text{ Btu/h}$.

3.2.3.3 Ηλιακά Θερμικά Κέρδη προερχόμενα από τα Τζάμια.

- Βορινό τζάμι.

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF \quad (\text{εξ. 3.3.})$$

SHGF = 48 Btu/h ft², από πίνακα (Πίνακας Α6 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

$$A = 60 \text{ ft}^2$$

$$SC = 0,9$$

CLF = 0,92, από πίνακα (Πίνακας Α7 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.3.) προκύπτει ότι:

Ηλιακό Θερμικό Κέρδος Βορινού τζαμιού τον Ιούνιο στις 18:00 είναι:
Q=1324,8 Btu/h.

Ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία για τα υπόλοιπα τζάμια.

- Ανατολικό τζάμι : Q = 810 Btu/h
- Δυτικό τζάμι : Q = 5103 Btu/h
- Νότιο τζάμι : Q = 570 Btu/h

Συνολικά Ηλιακά Θερμικά Κέρδη προερχόμενα από τα τζάμια τον Ιούνιο στις 18:00 είναι: Q = 7807,8 Btu/h.

3.2.3.4 Υπολογισμός Θερμικών Κερδών λόγω Συναγωγής μέσω της Στέγης.

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,106 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 1050 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

CLTD = 44 °F, από πίνακα (Πίνακας Α3 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

$$LM = 2$$

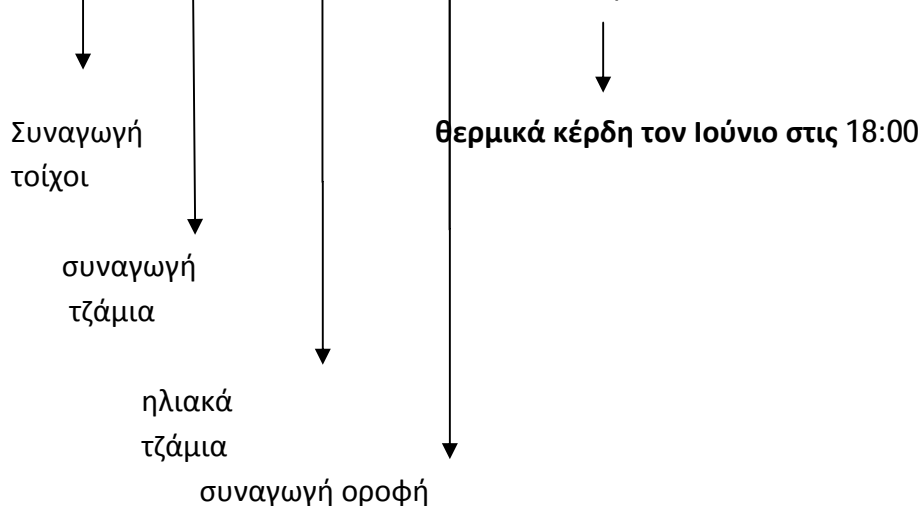
Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:
 $CLTD_c = 46 \text{ }^\circ\text{F}$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

Θερμικό Κέρδος Στέγης τον Ιούνιο στις 18:00 είναι:
 $Q = 5119,8 \text{ Btu/h.}$

Τα συνολικά θερμικά κέρδη (Συναγωγής, Ηλιακά) του Ιουνίου στις 18:00 είναι ίσα με:

$$Q = 4799 + 3369,6 + 7807,8 + 5119,8 = 21096,2 \text{ Btu/h}$$



3.2.4 Υπολογισμοί Θερμικών Κερδών τον Ιούνιο στις 19:00.

3.2.4.1 Θερμικά Κέρδη μέσω Συναγωγής προερχόμενα από τους Τοίχους.

- Βορινός τοίχος.

$$Q = U \times A \times CLTD_c$$

(εξ. 3.1.α.)

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 205 \text{ ft}^2$$

$$\text{CLTD}_c = \text{CLTD} + \text{LM} \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$\text{CLTD} = 15 \text{ } ^\circ\text{F}, \text{ από πίνακα (Πίνακας A1 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ A)}$$

$$\text{LM} = 1, \text{ από πίνακα (Πίνακας A2 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ A)}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το CLTD_c είναι ίσο με:

$$\text{CLTD}_c = 16 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

*Θερμικό Κέρδος Βορινού τοίχου λόγω συναγωγής τον Ιούνιο στις 19:00 είναι:
Q=656 Btu/h.*

Ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία για τους υπόλοιπους τοίχους.

· **Ανατολικός τοίχος.**

$$Q = U \times A \times \text{CLTD}_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 275 \text{ ft}^2$$

$$\text{CLTD}_c = \text{CLTD} + \text{LM} \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$\text{CLTD} = 30 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{LM} = 1$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το CLTD_c είναι ίσο με:

$$\text{CLTD}_c = 31 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

*Θερμικό Κέρδος Ανατολικού τοίχου λόγω συναγωγής τον Ιούνιο στις 19:00 είναι:
Q=1705 Btu/h.*

· Δυτικός τοίχος

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 275 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$CLTD = 29 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$LM = 1$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:

$$CLTD_c = 30 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

*Θερμικό Κέρδος Δυτικού τοίχου λόγω συναγωγής τον Ιούνιο στις 19:00 είναι:
Q=1650 Btu/h.*

· Νότιος τοίχος.

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 240 \text{ ft}^2$$

$$CLTD_c = CLTD + LM \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$CLTD = 24 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$LM = -1$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το $CLTD_c$ είναι ίσο με:

$$CLTD_c = 23 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

Θερμικό Κέρδος Νότιου τοίχου λόγω συναγωγής τον Ιούνιο στις 19:00 είναι:
 $Q=1104 \text{ Btu/h}$.

Συνολικά Ηλιακά Θερμικά Κέρδη λόγω Συναγωγής προερχόμενα από τους Τοίχους τον Ιούνιο στις 19:00 είναι: $Q = 5115 \text{ Btu/h}$.

3.2.4.2 Θερμικά Κέρδη μέσω Συναγωγής προερχόμενα από τα Τζάμια.

- **Βορινό τζάμι.**

$$Q = U \times A \times \text{CLTD}_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 1,04 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 60 \text{ ft}^2$$

$$\text{CLTD}_c = \text{CLTD}$$

CLTD = 10 $^\circ\text{F}$, από πίνακα (Πίνακας Α5 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ) επομένως το CLTD_c είναι ίσο με:

$$\text{CLTD}_c = 10 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

Θερμικό Κέρδος Βορινού τζαμιού λόγω συναγωγής τον Ιούνιο στις 19:00 είναι:
 $Q=624 \text{ Btu/h}$.

Ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία για τα υπόλοιπα τζάμια.

- Ανατολικό τζάμι : $Q = 780 \text{ Btu/h}$
- Δυτικό τζάμι : $Q = 780 \text{ Btu/h}$
- Νότιο τζάμι : $Q = 624 \text{ Btu/h}$

Συνολικά Θερμικά Κέρδη προερχόμενα από τα τζάμια λόγω Συναγωγής τον Ιούνιο στις 19:00 είναι: $Q = 2808 \text{ Btu/h}$.

3.2.4.3 Ηλιακά Θερμικά Κέρδη προερχόμενα από τα Τζάμια.

· **Βορινό τζάμι.**

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF \quad (\text{εξ. 3.3.})$$

$SHGF = 48 \text{ Btu/h ft}^2$, από πίνακα (Πίνακας Α6 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

$$A = 60 \text{ ft}^2$$

$$SC = 0,9$$

$CLF = 0,27$, από πίνακα (Πίνακας Α7 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.3.) προκύπτει ότι:

*Ηλιακό Θερμικό Κέρδος Βορινού τζαμιού τον Ιούνιο στις 19:00 είναι:
 $Q=388,8 \text{ Btu/h}$.*

Ακολουθείται η ανωτέρω διαδικασία για τα υπόλοιπα τζάμια.

- Ανατολικό τζάμι : $Q = 486 \text{ Btu/h}$
- Δυτικό τζάμι : $Q = 1539 \text{ Btu/h}$
- Νότιο τζάμι : $Q = 313,5 \text{ Btu/h}$

Συνολικά Ηλιακά Θερμικά Κέρδη προερχόμενα από τα τζάμια τον Ιούνιο στις 19:00 είναι: $Q = 2727,3 \text{ Btu/h}$.

3.2.4.4 Υπολογισμός Θερμικών Κερδών λόγω Συναγωγής μέσω της Στέγης.

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad (\text{εξ. 3.1.α.})$$

$$U = 0,106 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = 1050 \text{ ft}^2$$

$$\text{CLTD}_c = \text{CLTD} + \text{LM} \quad (\text{εξ. 3.1.γ})$$

$$\text{CLTD} = 45 \text{ } ^\circ\text{F}, \text{ από πίνακα (Πίνακας Α3 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)}$$

$$\text{LM} = 2, \text{ από τον πίνακα (Πίνακας Α2 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.γ) προκύπτει ότι το CLTD_c είναι ίσο με:

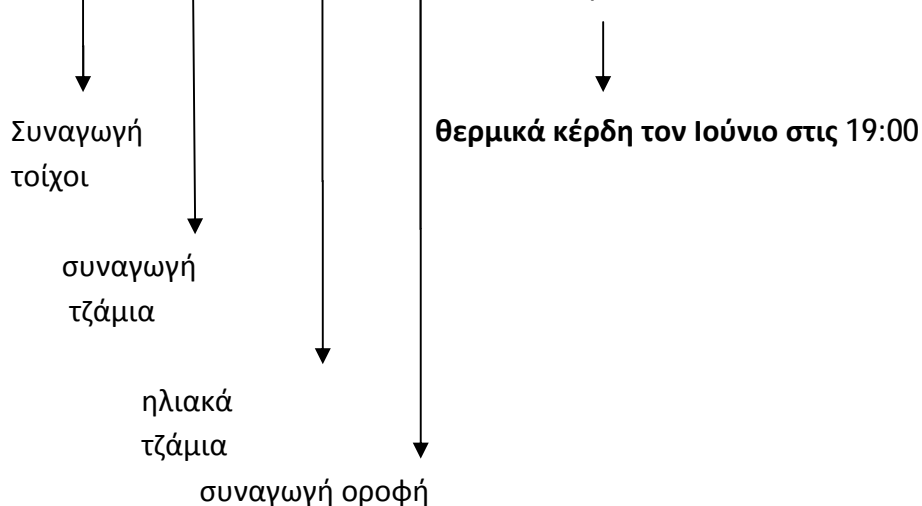
$$\text{CLTD}_c = 47 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.1.α.) προκύπτει ότι:

Θερμικό Κέρδος Στέγης λόγω Συναγωγής τον Ιούνιο στις 19:00 είναι:
 $Q = 5231,1 \text{ Btu/h}$.

Τα συνολικά θερμικά κέρδη (Συναγωγής, Ηλιακά) του Ιουνίου στις 19:00 είναι ίσα με:

$$Q = 5115 + 2808 + 2727,3 + 5231,1 = 15881,4 \text{ Btu/h}$$



Διαπιστώνεται ότι όσο περνά η ώρα τα συνολικά θερμικά κέρδη ελαττώνονται συνεπώς δεν έχει νόημα να επαναλάβουμε τους υπολογισμούς για τις 20:00.

Τα τελικά αποτελέσματα της μεθόδου επανάληψης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.2: Αποτελέσματα Μεθόδου Επανάληψης

Ιούνιος, Ώρα	Θερμικά κέρδη [Btu/h]
16:00	22597,9
17:00	23735,9
18:00	21096,2
19:00	15881,4

Από τον πίνακα 3.2 διαπιστώνεται ότι το σύνολο των θερμικών κερδών λόγω συναγωγής και ηλιακής ακτινοβολίας είναι ίσο με:

$Q = 23735,9 \text{ Btu/h}$ και εμφανίζεται τον Ιούνιο στις 17:00.

3.2.5 Υπολογισμοί Θερμικών Κερδών προερχόμενα από Ανθρώπους - Φωτισμό – Εξοπλισμό.

· Υπολογισμός Αισθητού Ανθρώπινου Θερμικού Κέρδους.

Τα συγκεκριμένα θερμικά κέρδη υπολογίζονται με τη βοήθεια της εξίσωσης:

$$Q_s = q_s \times n \quad (\text{εξ. 3.5.α.})$$

$$n = 15 \text{ άτομα}$$

$$q_s = 230 \text{ Btu/h, από πίνακα (Πίνακας A4 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.5.α.) προκύπτει ότι:

Αισθητό Ανθρώπινο Θερμικό Κέρδος είναι: $Q=3450 \text{ Btu/h}$.

· Υπολογισμός του Λανθάνοντος Ανθρώπινου Θερμικού Κέρδους.

Τα συγκεκριμένα θερμικά κέρδη υπολογίζονται με τη βοήθεια της σχέσης:

$$Q_L = q_L \times n \quad (\text{εξ. 3.5.α.})$$

$q_L = 190 \text{ Btu/h}$, από πίνακα (Πίνακας Α4 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

$n = 15$ άτομα

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.5.α.) προκύπτει ότι:

Λανθάνον Ανθρώπινο Θερμικό Κέρδος είναι: $Q=2850 \text{ Btu/h}$.

· **Υπολογισμός του Θερμικού Κέρδους λόγω Εξοπλισμού.**

Το συγκεκριμένο θερμικό κέρδος υπολογίζεται με τη βοήθεια της εξίσωσης:

$$Q = 3,4 \times W \times BF \quad (\text{εξ. 3.4.})$$

$$W = 3000 \text{ Watts}$$

$$BF = 1$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (εξ. 3.4.) προκύπτει ότι:

Θερμικό Κέρδος λόγω Εξοπλισμού είναι: $Q=10200 \text{ Btu/h}$.

· **Υπολογισμός του Θερμικού Κέρδους λόγω Φωτισμού.**

Όμοια με τον υπολογισμό του Θερμικού Κέρδους λόγω Εξοπλισμού, υπολογίζονται τα Θερμικά Κέρδη λόγω Φωτισμού.

1. **Φώτα διαδρόμου.**

$$W = 3 \times 100 = 300 \text{ Watts (υπάρχουν 3 φώτα στον διάδρομο)}$$

$$BF = 1,25 \text{ (έχω λάμπες φθορίου)}$$

$$Q = 300 \times 3,4 \times 1,25 = 1275 \text{ Btu/h}$$

2. **Φώτα γραφείων και αίθουσας εξοπλισμού.**

$W = 13 \times 200 = 2600 \text{ Watts}$ (υπάρχουν 12 φώτα στα γραφεία και 1 φωτιστικό στην αίθουσα εξοπλισμού)

$BF = 1,25$ (έχω λάμπες φθορίου)

$Q = 2600 \times 3,4 \times 1,25 = 10200 \text{ Btu/h}$

Θερμικό Κέρδος λόγω Φωτισμού είναι: $Q = 11475 \text{ Btu/h}$

3.2.6 Αποτελέσματα Μεθόδου Ashrae.

- **Ολικό Αισθητό Θερμικό Κέρδος που εμφανίζεται τον Ιούνιο στις 17:00:**

$Q = 23735,9 + 3450 + 10200 + 11475 = 48860,9 \text{ Btu/h}$

- **Ολικό Λανθάνον Θερμικό Κέρδος που εμφανίζεται τον Ιούνιο στις 17:00:**

$Q = 2850 \text{ Btu/h}$

- **Ολικό Μέγιστο Θερμικό Κέρδος που εμφανίζεται τον Ιούνιο στις 17:00:**

$Q = 48860,9 + 2850 = 51710,9 \text{ Btu/h}$

4. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ eQuest

Το λογισμικό eQuest [8],[11] είναι ένα εργαλείο εξομοίωσης κτιρίων το οποίο δημιουργήθηκε από την US DOE-2 (i.e. Department Of Energy) υπό την αιγίδα του υπουργείου ενέργειας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής. Είναι ένα σύγχρονο εργαλείο του 21^{ου} αιώνα μοναδικά εξελιγμένο έτσι ώστε να κάνει ανάλυση προσομοίωσης της απόδοσης ενός κτιρίου καθ' όλη τη διάρκεια της σχεδίασής του, δηλαδή από την αρχή μέχρι το πέρας αυτής. Έχει δημιουργηθεί σύμφωνα με το πρότυπο ASHRAE 140 και μας δίνει μία εικόνα για το ποσό της ενέργειας που δαπανάται ή αποθηκεύεται από το κτίριο που εξετάζεται. Οι χρήστες επομένως του συγκεκριμένου λογισμικού μπορούν να εξάγουν συμπεράσματα για την ενεργειακή συμπεριφορά του υπό μελέτη κτιρίου, βάσει των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από το εν λόγω λογισμικό.

Το eQuest είναι ένα εργαλείο το οποίο μπορεί να κάνει εικονική ή μηχανογραφημένη προσομοίωση ενός κτιρίου και εστιάζει στην κατανάλωση και στο κόστος ενέργειας και γενικότερα εστιάζει σε συσκευές/εγκαταστάσεις οι οποίες καταναλώνουν ενέργεια. Τέτοιες συσκευές/εγκαταστάσεις μπορεί να είναι η κλιματιστική μονάδα του κτιρίου, η εγκατάσταση φωτισμού του κτιρίου, η μονάδα παραγωγής ζεστού νερού κ.λπ. Η συγκεκριμένη προσέγγιση ονομάζεται energy-modeling simulation.

Το eQuest επίσης χρησιμοποιείται και για την εύρεση της χρονικής περιόδου στην οποία θα γίνει η απόσβεση της δαπάνης που αφορά μία εγκατάσταση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.). Τέτοιες εγκαταστάσεις μπορεί να είναι οι ηλιακοί συλλέκτες και τα φωτοβολταϊκά συστήματα, οι ανεμογεννήτριες και οι συσκευές υψηλής απόδοσης.

Κάθε σύστημα με επιμέρους ζώνες μπορεί να μοντελοποιηθεί από το eQuest.

Για την ορθή μοντελοποίηση ενός κτιρίου είναι απαραίτητο να εισάγουμε στο λογισμικό αυτό κατάλληλο αρχείο καιρού το οποίο να περιγράφει σε ετήσια βάση τις μετεωρολογικές συνθήκες της περιοχής στην οποία βρίσκεται το κτίριο που εξετάζουμε. Με την εξομοίωση μπορούμε να προβλέψουμε τις μελλοντικές ενεργειακές επιδόσεις του υπό εξέταση κτιρίου, καθώς επίσης και να γνωρίζουμε εκ των προτέρων το κόστος της εν λόγω κατασκευής.

Η διαδικασία προσομοίωσης ενός κτιρίου συνήθως χωρίζεται στις εξής κατηγορίες:

1. Φορτίο σχεδιασμού
2. Ενεργειακή ανάλυση

Σημείωση: Ενεργειακή μελέτη-προτυποποίηση (energy-modeling) πραγματοποιείται όταν η προσομοίωση κτιρίου σχετίζεται με την ενέργεια (απαιτούμενη ενέργεια ή την κατανάλωση ενέργειας).

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικότερα οι παράμετροι που αφορούν στο φορτίο σχεδιασμού και στην ενεργειακή ανάλυση.

§ Φορτίο σχεδιασμού.

Βασικές παράμετροι:

1. Φορτίο κλιματιστικής μονάδας
2. Ογκομετρικές απαιτήσεις της ροής του αέρα
3. Φορτίο εξοπλισμού
4. Απαιτούμενο φορτίο έτσι ώστε να έχω την επιθυμητή θερμοκρασία εισαγωγής του αέρα στον εσωτερικό χώρο
5. Ομοιότητες και διαφορές μεταξύ της επιλογής του εξοπλισμού για την θέρμανση και ψύξη ενός χώρου.

§ Ενεργειακή ανάλυση.

Βασικές παράμετροι:

1. Πρόβλεψη μηνιαίας κατανάλωσης ενέργειας καθώς επίσης και το κόστος αυτής
2. Πρόβλεψη ετήσιου κόστους ενέργειας
3. Πρόβλεψη της ετήσιας εκπομπής αιωρούμενων CO₂
4. Καθορισμός χρόνου ζωής διαφόρων συστημάτων

Κατά την εκκίνηση του eQuest λογισμικού εμφανίζονται οι παρακάτω δύο επιλογές:

§ Schematic Design Wizard

§ Design Development Wizard

Για τις παραπάνω επιλογές ισχύουν:

1. Schematic Design Wizard

Η εν λόγω επιλογή χρησιμοποιείται όταν έχω περιορισμένες πληροφορίες σχετικά με τη δομή του κτιρίου, τα εσωτερικά φορτία καθώς επίσης και τα HVAC systems δηλαδή τα συστήματα παραγωγής ζεστού νερού και αέρα.

2. Design Development Wizard

Η επιλογή αυτή χρησιμοποιείται κυρίως όταν έχω πολύπλοκης αρχιτεκτονικής δομής κτίρια, επίσης χρησιμοποιείται όταν είναι διαθέσιμες αναλυτικές πληροφορίες για τα εσωτερικά φορτία καθώς επίσης και για τα HVAC systems.

Η μοντελοποίηση με το eQuest λογισμικό γίνεται σε δύο στάδια.

Στο πρώτο στάδιο μοντελοποίησης δίνονται πληροφορίες για την εξωτερική πρόσοψη του κτιρίου η οποία αποτελείται από αδιαφανή τοιχώματα καθώς επίσης και διαφανή τζάμια για να γίνουν έτσι γνωστές οι καταναλώσεις ενέργειας οι οποίες οφείλονται στα θερμικά φορτία λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας.

Στο δεύτερο στάδιο μοντελοποίησης περιλαμβάνονται τα εξής:

- Παράμετροι που αφορούν τη δομή του κτιρίου (**Building Parameters**)
- Φορτία εσωτερικού χώρου (**Internal Loads**)
- Συστήματα παραγωγής ζεστού νερού (**Water Side HVAC**)
- Συστήματα παραγωγής ζεστού αέρα (**Air Side HVAC**)

Αναλύονται στη συνέχεια οι παραπάνω έννοιες:

- **Building Parameters**

Τα **Building Parameters** επιτρέπουν στον μελετητή να αλλάξει τα χαρακτηριστικά των τοίχων και των τζαμιών που μπορεί να είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας (**U**) τοίχων και τζαμιών, ο συντελεστής σκίασης των τζαμιών (**SC**) κ.λπ.

Επίσης ο μελετητής μπορεί να ορίσει χρονοδιαγράμματα στα οποία θα αναφέρεται ο ημερήσιος χρόνος λειτουργίας της εγκατάστασης του φωτισμού, των HVAC συστημάτων κ.λπ.

- **Internal Loads**

Τα **Internal Loads** επιτρέπουν στον μελετητή να ορίζει τα εσωτερικά φορτία του οικήματος με το οποίο ασχολείται.

- Water Site HVAC

Τα Water Site HVAC επιτρέπουν στον μελετητή να ορίζει τα χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής ζεστού νερού.

- Air Site HVAC

Τα Air Site HVAC επιτρέπουν στον μελετητή να ορίζει τα χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής ζεστού αέρα.

5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ eQuest ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΑΣ

5.1 ΛΗΨΗ ΑΡΧΕΙΟΥ ΚΑΙΡΟΥ

Στο περιβάλλον εργασίας του eQuest υπάρχουν προεπιλεγμένα τα αρχεία καιρού που περιγράφουν πλήρως τις μετεωρολογικές συνθήκες των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής καθώς επίσης και του Καναδά. Συνεπώς εάν ο χρήστης του εν λόγω προγράμματος επιθυμεί να μελετήσει την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτηρίου το οποίο βρίσκεται σε διαφορετική τοποθεσία από τις προεπιλεγμένες, πρέπει να κατεβάσει και να εισάγει στο υπολογιστικό πρόγραμμα το κατάλληλο αρχείο καιρού που αφορά στην περιοχή που βρίσκεται το κτίριο.

Όπως ήδη αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 2.1 το υπό μελέτη οίκημα βρίσκεται στη βιομηχανική περιοχή της Πάτρας, συνεπώς για να εξαχθούν συμπεράσματα για την ενεργειακή συμπεριφορά του με την βοήθεια του eQuest, πρέπει να εισαχθεί ένα αρχείο καιρού που να περιγράφει λεπτομερώς τα μετεωρολογικά δεδομένα της ευρύτερης περιοχής της Πάτρας. Τέτοιο αρχείο καιρού μπορεί να αναζητηθεί στην ιστοσελίδα του EnergyPlus Energy Simulation Software, όπου υπάρχουν αρχεία καιρού για περισσότερες από 2100 τοποθεσίες ανά τον κόσμο εκ των οποίων οι 3 αναφέρονται στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στις τοποθεσίες **Ανδραβίδα (που ανήκει στην ευρύτερη περιοχή της Πάτρας)**, Αθήνα και Θεσσαλονίκη.

Η λήψη του ζητούμενου αρχείου καιρού από την προαναφερθείσα ιστοσελίδα γίνεται ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

1. **Βήμα 1.**

Από το EnergyPlus Energy Simulation Software επιλέγονται τοποθεσίες που αφορούν στην Ευρώπη.

2. **Βήμα 2.**

Επιλέγονται τοποθεσίες που αφορούν στην Ελλάδα.

3. **Βήμα 3.**

Επιλέγεται το αρχείο καιρού της τοποθεσίας Ανδραβίδα.

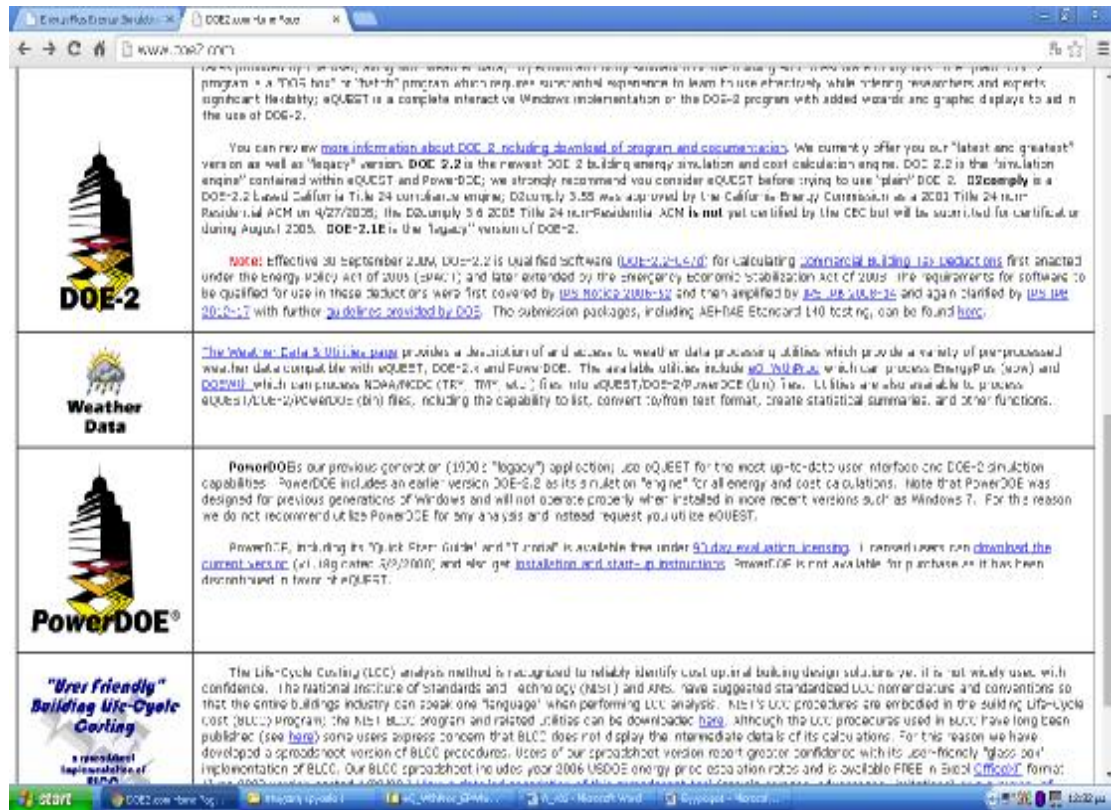
5.2 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΡΧΕΙΟΥ ΚΑΙΡΟΥ

Τα υποστηριζόμενα από το eQuest αρχεία είναι τύπου bin. Τα ληφθέντα από το EnergyPlus Energy Simulation Software αρχεία καιρού είναι διαφορετικού τύπου

επομένως είναι απαραίτητη η μετατροπή τους σε αρχεία τύπου bin. Η εν λόγω μετατροπή αρχείων καιρού γίνεται ως εξής:

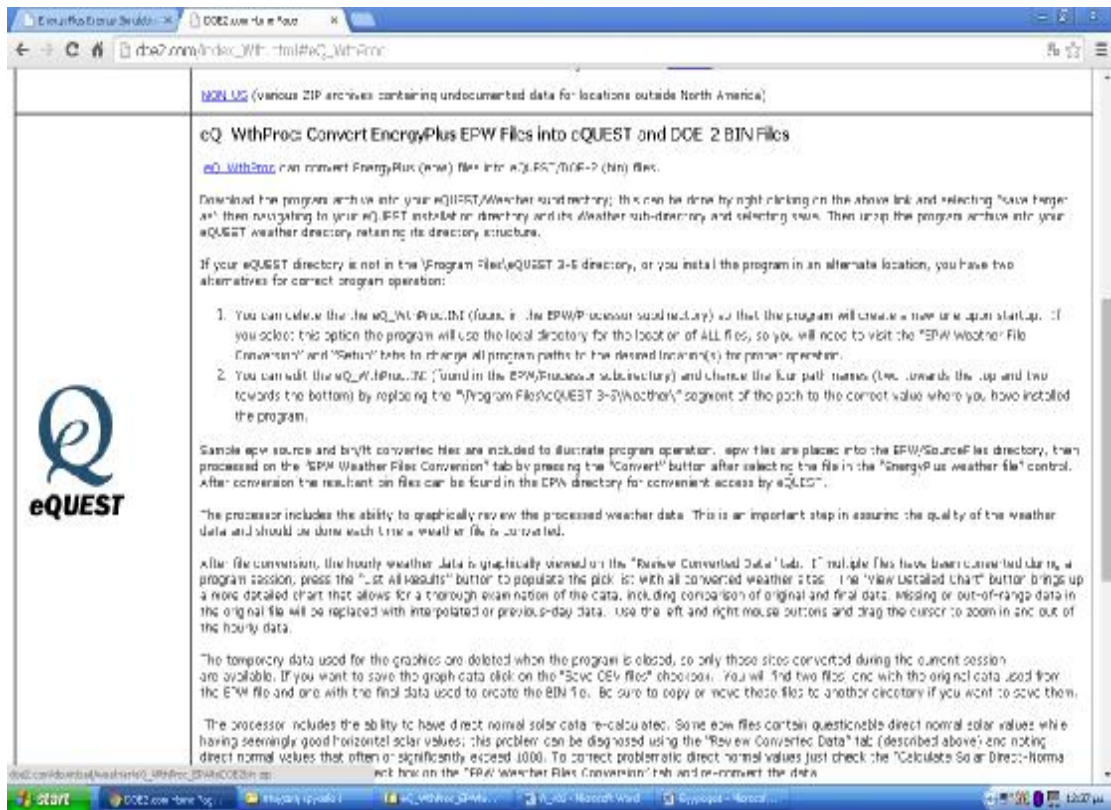
1. Βήμα 1.

Επισκεπτόμαστε την ιστοσελίδα www.doe2.com [8] και ανοίγουμε το link eQWthProc.



2. Βήμα 2.

Στο παραπάνω link αποθηκεύουμε το eQWthProc στην καρτέλα του eQuest.



3. Βήμα 3.

Το φάκελο με το όνομα EPW (που βρίσκεται στο link eQWthProc) τον αποθηκεύουμε στο eQuest 3-63 Data στο φάκελο Weather.

Σημείωση: Η έκδοση του eQuest με την οποία εργαζόμαστε είναι η 3-63, κατά συνέπεια η αποθήκευση πρέπει να γίνει στο eQuest 3-63 Data.

4. Βήμα 4.

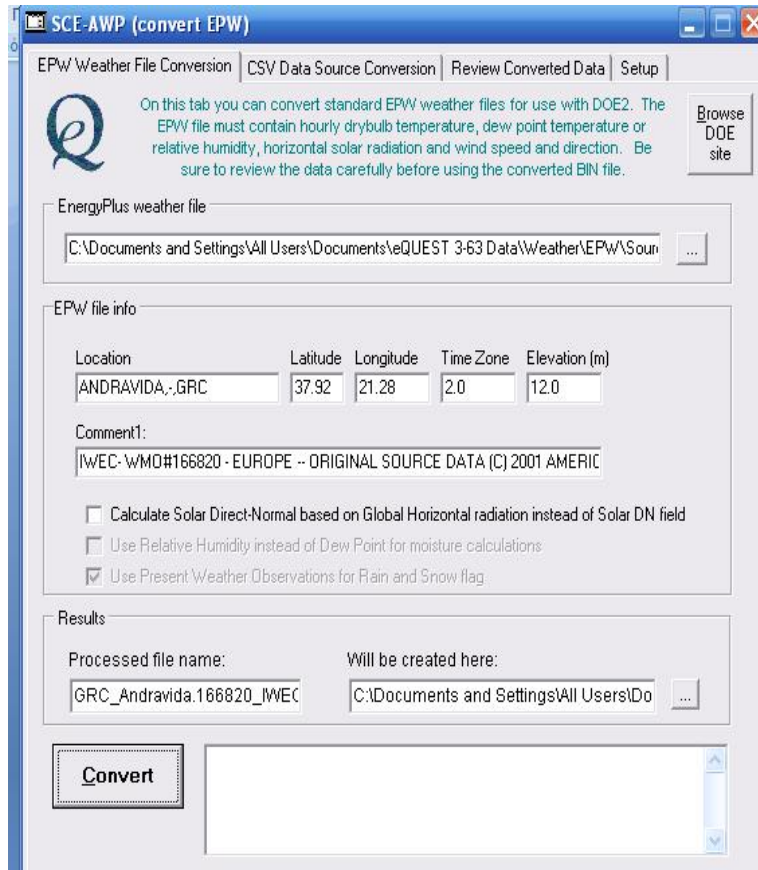
Στον φάκελο EPW υπάρχει ο φάκελος με το όνομα source files στον οποίο αποθηκεύουμε τα αρχεία καιρού της τοποθεσίας Ανδραβίδα.

5. Βήμα 5.

Στον φάκελο EPW υπάρχει επίσης ο φάκελος με το όνομα Processor. Στον εν λόγω φάκελο διαγράφουμε το eQ_WthProc.INI και ανοίγουμε το eQ_WthProc.exe.

6. Βήμα 6.

Με το άνοιγμα του eQ_WthProc.exe εμφανίζονται τα εξής:



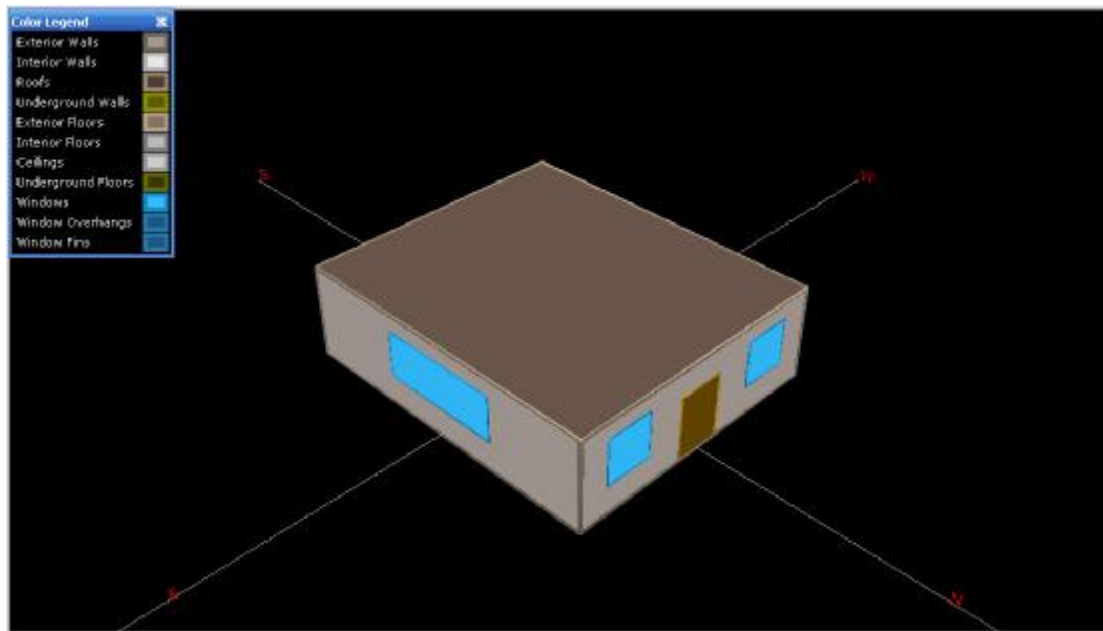
Επιλέγουμε λοιπόν στο EnergyPlus weather file το προς μετατροπή αρχείο καιρού και στη συνέχεια επιλέγουμε το Convert.

Επιτυγχάνεται με την παραπάνω διαδικασία η ζητούμενη μετατροπή αρχείων καιρού σε αρχεία τύπου bin.

5.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ EQUEST

5.3.1 Εισαγωγή Δεδομένων στο eQuest.

Το σχέδιο του υπό εξέταση κτιρίου προσαρμοσμένο στο υπολογιστικό πρόγραμμα eQuest εμφανίζεται παρακάτω:



Σχήμα 5.1: Απεικόνιση κτιρίου προσαρμοσμένο στο eQuest

Η εκπόνηση μελέτης υπολογισμού Θερμικών Κερδών ενός οικήματος με τη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος eQuest [7] γίνεται ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

Ü Βήμα 1.

Επιλέγουμε Schematic Design Wizard δεδομένου ότι οι πληροφορίες που αφορούν στη δομή του κτιρίου, στα εσωτερικά φορτία καθώς και στα HVAC systems, είναι περιορισμένες.

Ü Βήμα 2 → general information

The screenshot shows the 'General Information' screen of the eQUEST Schematic Design Wizard. The window title is 'eQUEST Schematic Design Wizard'. The screen is divided into several sections:

- Project Name:** *synolo grafiwn*
- Code Analysis:** *- none -*
- Building Type:** *Office Bldg, Mid-Rise*
- Location Set:** *User Selected*
- Weather File:** *GRC_Andravidia.166820*
- Jurisdiction:** *- other -*
- Utility:**
 - Electric:** *- file -*
 - Gas:** *- file -*
- Rate:**
 - Electric:** *- none -*
 - Gas:** *- none -*
- Area and Floors:**
 - Building Area:** *1.050* ft²
 - Number of Floors:** Above Grade: *1*, Below Grade: *0*
- Cooling and Heating:**
 - Cooling Equip:** *Evaporative Cooler*
 - Heating Equip:** *No Heating*
- Other Data:**
 - Analysis Year:** *2014*
 - Daylighting Controls:** *No*
 - Usage Details:** *Simplified Schedules*

At the bottom, there is a 'Wizard Screen' indicator showing '1 of 41', a 'Help' button, and navigation buttons for 'Previous Screen', 'Next Screen', and 'Finish'.

Όπως υποδεικνύεται από το όνομα (*general information*) στο συγκεκριμένο βήμα εισάγουμε γενικές πληροφορίες σχετικά με το υπό εξέταση οίκημα.

Οι γενικές πληροφορίες που αφορούν στο υπό μελέτη οίκημα είναι οι εξής:

1. [Project name] → εισάγουμε το όνομα του κτιρίου.
Στην συγκεκριμένη περίπτωση δίνουμε το όνομα *synolo grafiwn*.
2. [Building type] → εισάγουμε την χρήση του υπό μελέτη οικήματος.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση από τις διαθέσιμες επιλογές του eQuest διαλέγουμε το *Office Bldg, Mid-Rise* δεδομένου ότι το οίκημά είναι ένα συγκρότημα γραφείων.

3. [Location set]→ εισάγουμε την τοποθεσία στην οποία είναι χωροθετημένο το υπό μελέτη οίκημα.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, το οίκημά βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή της Πάτρας τοποθεσία η οποία δεν είναι ανήκει στις προεπιλεγμένες του eQuest επιλογές. Κατά συνέπεια επιλέγουμε την υπό εξέταση τοποθεσία (Πάτρα) μέσω της επιλογής *User Selected*.

4. [Weather File]→ εισάγουμε το αρχείο καιρού το οποίο περιγράφει πλήρως τις μετεωρολογικές συνθήκες της περιοχής που βρίσκεται το υπό μελέτη οίκημα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση επιλέγουμε το αρχείο καιρού τοποθεσίας Ανδραβίδας.

Σημείωση: Αρχείο καιρού το οποίο δεν είναι διαθέσιμο στις επιλογές του eQuest (όπως συμβαίνει και στην περίπτωση μας) για να γίνει δεκτό από το υπολογιστικό πρόγραμμα, είναι απαραίτητη η αποθήκευσή του στο Directory του Weather στο eQuest 3-63 Data. Κατά την εισαγωγή του εν λόγω αρχείου καιρού, το [Code Analysis] και το [Jurisdiction] συμπληρώνονται αυτόματα με none και other αντίστοιχα.

5. [Building Area]→ εισάγουμε το εμβαδόν κάτοψης του κτιρίου.
Στην συγκεκριμένη περίπτωση ($A = 30 \text{ ft} \times 35 \text{ ft} = 1050 \text{ ft}^2$).
6. [Number of Floors]→ εισάγουμε τον αριθμό ορόφων του υπό μελέτη οικήματος. Το συγκεκριμένο κτίριο είναι ισόγειο επομένως στο [Above Grade] (πάνω από το έδαφος) πληκτρολογούμε 1 (ένα) ενώ στο [Below Grade] (κάτω από το έδαφος) πληκτρολογούμε 0 (μηδέν).
7. [Cooling Equipment]→ επιλέγουμε το σύστημα ψύξης του υπό μελέτη οικήματος.
Στην συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιούμε κλιματιστικά και βάσει των επιλογών του eQuest επιλέγουμε τα *evaporative coolers*.
8. [Heating Equipment]→ επιλέγουμε το σύστημα θέρμανσης του υπό μελέτη οικήματος.
Με δεδομένο ότι το συγκρότημα γραφείων λειτουργεί μόνο κατά τη θερινή περίοδο, δεν απαιτείται θέρμανση, επομένως βάσει των επιλογών του eQuest διαλέγουμε το *No Heating*.

Ü Βήμα 3→Building Footprint.



Σε αυτό το βήμα εισάγουμε πληροφορίες σχετικά με την αρχιτεκτονική του κτιρίου και συγκεκριμένα:

1. [Footprint Shape]→ εισάγουμε το σχήμα κάτοψης του κτιρίου.
Στην συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε ορθογωνική κάτοψη επομένως βάσει των επιλογών του eQuest διαλέγουμε το *Rectangle*.

Σημείωση: Δεν χρειάζεται να δημιουργήσουμε το σχήμα κάτοψης του κτιρίου (επιλέγοντας custom στο Footprint Shape) δεδομένου ότι το υπό μελέτη οίκημα δεν είναι πολύπλοκης αρχιτεκτονικής.

2. [Zoning Pattern]→ εισάγουμε τις θερμικές ζώνες του κτιρίου.
Στην συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε μία θερμική ζώνη, επομένως βάσει των επιλογών του eQuest διαλέγουμε το *One Per Floor*.
3. [Building Orientation]→ εισάγουμε τον προσανατολισμό του κτιρίου.
Στην συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε βορινό προσανατολισμό, επομένως βάσει των επιλογών του eQuest διαλέγουμε το *north*.

4. [Footprint Dimensions]→ εισάγουμε τις διαστάσεις κάτοψης του κτιρίου.
Όπως φαίνεται και από το αντίστοιχο σχέδιο (βλέπε κεφάλαιο 2) έχουμε x1 ίσο με 30 ft και y1 ίσο με 35 ft.

5. [Floor Heights]→ εισάγουμε τα ύψη των ορόφων του κτιρίου.
Στην συγκεκριμένη περίπτωση το μέγιστο ύψος του κτιρίου δίνεται ίσο με 10Ft επομένως στο *Flr-To-Flr* συμπληρώνουμε 10.
Με δεδομένα: καθαρό πάχος πλάκας εξωτερικής οροφής ίσο με 15cm = 0,15m και πάχος θερμομόνωσης ίσο με 5cm = 0,05m προκύπτει συνολικό πάχος πλάκας ίσο με 0,2m = 0,66Ft. Από τα παραπάνω προκύπτει ωφέλιμο ύψος κτιρίου ίσο με 10Ft - 0,66Ft = 9,34Ft το οποίο και συμπληρώνουμε στο *Flr-To-Ceil*.

Ü Βήμα 4→Building Envelope Constructions.

The screenshot shows the 'Building Envelope Constructions' dialog box in the eQUEST Schematic Design Wizard. The dialog is organized into three main sections:

- Roof Surfaces:**
 - Construction: Custom, Layer-by-Layer Construct
 - Layer-by-Layer: Construction 1
- Above Grade Walls:**
 - Construction: Custom, Layer-by-Layer Construct
 - Layer-by-Layer: Construction 2
- Ground Floor:**
 - Exposure: Earth Contact
 - Interior Finish: Ceramic/Stone Tile
 - Construction: 4 in. Concrete
 - Ext/Cav Insul.: - no perimeter insulation -

At the bottom of the dialog, the 'Infiltration (Shell Tightness)' section displays: Perim: 0.038 CFM/ft2 (ext wall area) | Core: 0.001 CFM/ft2 (floor area). The wizard progress bar indicates '4 of 41' screens, and navigation buttons for Help, Previous Screen, Next Screen, and Finish are visible.

Στο βήμα 4 περιγράφουμε τα δομικά υλικά του κελύφους του κτιρίου.

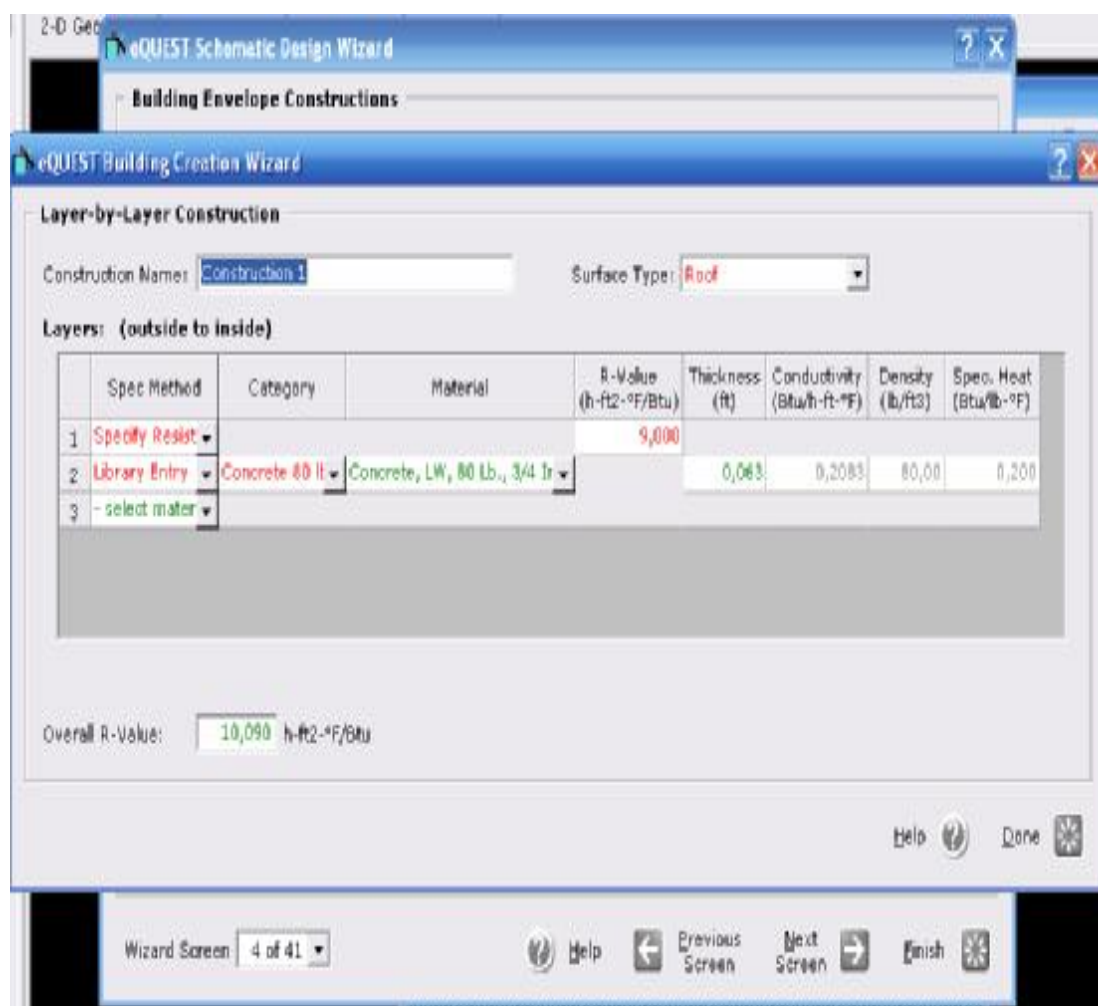
Ø Roof Surfaces.

Αρχικά εξετάζουμε την οροφή του κτιρίου (Roof Surfaces).

Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 2 (§ 2.2.1 Στέγη) η οροφή έχει συντελεστή θερμοπερατότητας ίσο με $U = 0,106 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$.

Από τον πίνακα (Πίνακας Α3 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α) και βάσει της τιμής του συντελεστή θερμοπερατότητας προκύπτει ότι έχουμε συμπαγή ταράτσα με μόνωση και μάζα ίση με 75 lb/ft^2 ή 202 kg/m^2 .

Σημειώνεται ότι στις επιλογές του eQuest δεν υπάρχει Στέγη με τα ανωτέρω χαρακτηριστικά, πρέπει επομένως να την εισάγουμε στο υπολογιστικό πρόγραμμα επιλέγοντας *Custom, Layer-by-layer Construction* στην επιλογή [Construction].



Από την επιλογή [Construction], έχοντας διαλέξει *Custom, Layer-by-layer Construction*, εμφανίζεται η παραπάνω οθόνη.

Παρακάτω εξηγείται η κατάλληλη ενημέρωση των πεδίων της οθόνης, προκειμένου να «δημιουργήσουμε» τα επιθυμητά χαρακτηριστικά της Στέγης.

1. [Surface Type]→ εισάγουμε το μέρος του κτιρίου για το οποίο γίνεται η περιγραφή των δομικών στοιχείων.

Ασχολούμαστε με την οροφή, επομένως στο [Surface Type] διαλέγουμε το *Roof*.

Σημείωση: Στο eQuest τα δομικά στοιχεία όλων των μερών του κελύφους περιγράφονται από έξω προς τα μέσα.

2. [Specify Method]→ το Specify Method παρέχει δύο επιλογές:

ü Specify Resistance.

Το [Specify Resistance] επιλέγεται όταν γνωρίζουμε το R-Value (Αντίσταση Θερμοδιαφυγής) του δομικού υλικού που θέλουμε να χαρακτηρίσουμε. Η Αντίσταση Θερμοδιαφυγής μετράται σε $h\ ft^2\ ^\circ F/Btu$ ή σε $m^2\ Kelvin/Watt$ και είναι το αντίστροφο του συντελεστή θερμοδιαφυγής.

Ο συντελεστής θερμοδιαφυγής δίνει την ποσότητα σε βατώρες η οποία ρέει σε μία ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια $1m^2$ και πάχος $d(m)$ όταν μεταξύ των δύο επιφανειών υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Kelvin και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση.

ü Library Entry.

Το [Library Entry] επιλέγεται όταν το δομικό υλικό που θέλουμε να χαρακτηρίσουμε υπάρχει στη βιβλιοθήκη του eQuest.

Στην περίπτωση μας ενεργούμε ως εξής:

- ü [Specify Resistance]→ γνωρίζοντας τον συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής (U), υπολογίζεται το R-Value αυτής από τον τύπο :

$$R-Value=1/U$$

Προκύπτει $R-Value = 1/0,106 = 9,34$.

Δεδομένου ότι το σύστημα δέχεται μόνο ακέραιες τιμές, καταχωρούμε την τιμή εννέα (9).

- ü [Library Entry]→ γνωρίζοντας τη μάζα της οροφής ($75lbs/ft^2$) επιλέγουμε υλικό του οποίου η μάζα να είναι όμοια ή να απέχει ελάχιστα από αυτής του δομικού υλικού της οροφής. Ένα τέτοιο υλικό είναι το *Concrete 80 lbs* το οποίο όπως δηλώνει και το όνομά του, έχει μάζα ίση με $80lbs/ft^2$ τιμή αρκετά κοντινή στη μάζα του δομικού υλικού που χρησιμοποιείται.

Ø Above Grade Walls.

Στην συνέχεια εξετάζουμε την τοιχοποιία του κτιρίου (Above Grade Walls)

Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 2 (§ 2.2.2 Τοιχοποιία) οι τοίχοι έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας ίσο με $U = 0,2 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$.

Από τον πίνακα (Πίνακας A8 § ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α) και βάσει της τιμής του συντελεστή θερμοπερατότητας προκύπτει ότι έχω τοίχους ομάδας C με:

1in μόνωση ή κενό αέρα και 4in κοινό τούβλο με μάζα τούβλου ίση με 90lbs/ft².

Σημειώνεται ότι στις επιλογές του eQuest δεν υπάρχει τοίχος με τα ανωτέρω χαρακτηριστικά πρέπει επομένως να τον εισάγουμε στο υπολογιστικό πρόγραμμα επιλέγοντας *Custom, Layer-by-layer Construction* στην επιλογή [Construction].



Από την επιλογή [Construction], έχοντας διαλέξει *Custom, Layer-by-layer Construction*, εμφανίζεται η παραπάνω οθόνη.

Παρακάτω εξηγείται η κατάλληλη ενημέρωση των πεδίων της οθόνης, προκειμένου να «δημιουργήσουμε» τα επιθυμητά χαρακτηριστικά της Τοιχοποιίας.

1. [Surface Type]→ εισάγουμε το μέρος του κτιρίου για το οποίο γίνεται η περιγραφή των δομικών στοιχείων.
Ασχολούμαστε με την τοιχοποιία επομένως στο [Surface Type] διαλέγουμε το *Vertical Exterior Wall*.
2. [Specify Resistance]→ γνωρίζοντας τον συντελεστή θερμοπερατότητας των τοίχων υπολογίζουμε και το R-Value αυτών το οποίο είναι ίσο με:
 $R\text{-Value} = 1/K = 1/0,2 = 5$, τιμή που πληκτρολογούμε.
3. [Library Entry]→ αρχικά επιλέγουμε σαν υλικό τον ασβέστη επομένως στην καρτέλα [Category] από τις διαθέσιμες επιλογές διαλέγουμε το *Asbestos Cement* και στην καρτέλα [Material] από τις διαθέσιμες επιλογές διαλέγουμε το *Asbestos-Cement Board, 1/8 in (AB01)*.
4. [Library Entry]→ το οίκημα έχει κοινό τούβλο όψεως 4inch επομένως στην καρτέλα [Category] από τις διαθέσιμες επιλογές διαλέγουμε το *Brick* και στην καρτέλα [Material] από τις διαθέσιμες επιλογές διαλέγουμε το *Common Brick, 4in (HF-C4)*.
5. [Library Entry]→ ο κάθε τοίχος κλείνει με ασβέστη επομένως στην καρτέλα [Category] από τις διαθέσιμες επιλογές διαλέγουμε το *Asbestos Cement* και στην καρτέλα [Material] από τις διαθέσιμες επιλογές διαλέγουμε το *Asbestos-Cement Board, 1/8 in (AB01)*.

Ø Ground Floor

Τέλος ασχολούμαστε με το δάπεδο του κτιρίου (Ground Floor).

Ground Floor

Exposure: **Earth Contact** Interior Finish: **Ceramic/Stone Tile**

Construction: **4 in. Concrete**

Ext/Cav Insul.: **- no perimeter insulation -**

Infiltration (Shell Tightness): Perim: 0.038 CFM/ft2 (ext wall area) | Core: 0.001 CFM/ft2 (floor area)

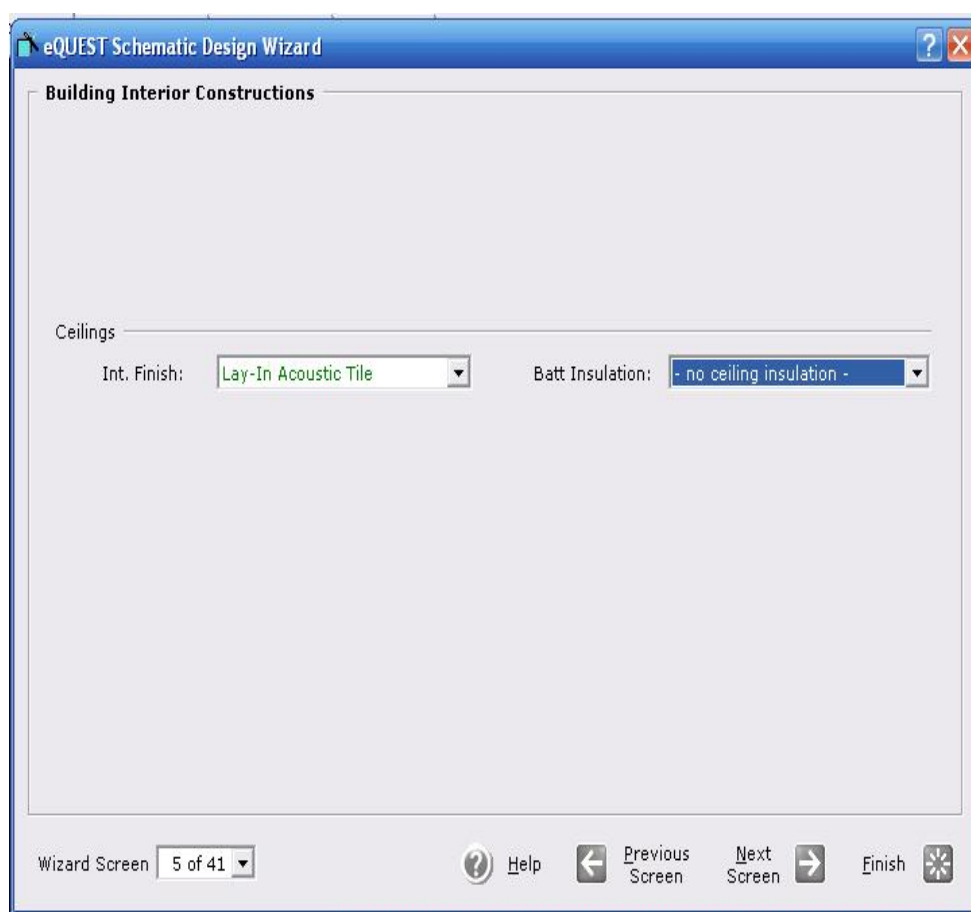
Wizard Screen 4 of 41

Help Previous Screen Next Screen Finish

Παρακάτω εξηγείται η κατάλληλη ενημέρωση των πεδίων της οθόνης, προκειμένου να «δημιουργήσουμε» τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του Δαπέδου.

1. [Exposure]→ ορίζουμε που βρίσκεται το δάπεδο του κτιρίου ως προς το έδαφος. Στην συγκεκριμένη περίπτωση το δάπεδο βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος επομένως από τις διαθέσιμες επιλογές, διαλέγουμε το *Earth Contact*.
2. [Construction]→ ορίζουμε την κατασκευή του δαπέδου. Στην συγκεκριμένη περίπτωση το δάπεδο είναι κατασκευασμένο από 4in. τσιμέντο επομένως, από τις διαθέσιμες επιλογές, διαλέγουμε το *4in. Concrete*.
3. [Ext/Cav Insulation]→ ορίζουμε εάν υφίσταται μόνωση δαπέδου. Στην συγκεκριμένη περίπτωση το δάπεδο δεν είναι μονωμένο επομένως, από τις διαθέσιμες επιλογές, διαλέγουμε το *No perimeter insulation*.

Ü Βήμα 5→ Building Interior Constructions.



Στο συγκεκριμένο βήμα ορίζουμε την κατασκευή του εσωτερικού χώρου του κτιρίου. Συγκεκριμένα:

1. [Int. Finish]→ ορίζουμε την κατασκευή του ταβανιού επιλέγοντας *Lay-in-Acoustic Tile*.
2. [Batt Insulation]→ ορίζουμε την μόνωση του ταβανιού.
Στην περίπτωση που εξετάζουμε δεν υπάρχει μόνωση επομένως από τις διαθέσιμες επιλογές διαλέγουμε το *no ceiling insulation*.

Ὡ Βήμα 6→ Exterior Doors.

Describe Up To 3 Door Types	
Door Type	# Doors by Orientation:
	North South East West
1: Opaque	1 0 0 0
2: - select another -	

Door Dimensions and Construction / Glass Definitions		
Ht (ft)	Wd (ft)	Construction -or- Glass Category and Glass Type
1: 7,0	5,0	Wood, Solid core Flush, 1-3/4 in.

Στο συγκεκριμένο βήμα περιγράφουμε τις εξωτερικές θύρες του κτιρίου. Συγκεκριμένα:

1. [Door Type]→ ορίζουμε τον τύπο της θύρας του οικήματος. Στην περίπτωση που εξετάζουμε γνωρίζουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας αυτής καθώς και το ότι είναι αδιαφανής επομένως από τις διαθέσιμες επιλογές εισάγουμε στο πρώτο [Door Type] το *Opaque*.
2. [Doors by Orientation]→ ορίζουμε το πλήθος θυρών σε κάθε προσανατολισμό. Στην περίπτωσή μας υφίσταται μία μόνο θύρα, η οποία έχει βορινό προσανατολισμό, επομένως πληκτρολογούμε το 1 (ένα) στο *North* και το 0 (μηδέν) στους υπόλοιπους προσανατολισμούς.

Σημείωση: Στο δεύτερο Door Type επιλέγουμε *select another* για να δηλώσουμε ότι έχουμε έναν και όχι πολλαπλούς τύπους θύρας.

3. [Door Dimensions and Construction/glass Definitions]→ ορίζουμε τις διαστάσεις της θύρας καθώς και τα υλικά κατασκευής αυτής.

Στην περίπτωση μας γνωρίζουμε ότι το εμβαδόν αυτής είναι ίσο με $A = 35 \text{ ft}^2$ ($5\text{ft} \times 7\text{ft}$) και ο συντελεστής θερμοπερατότητας της είναι ίσος με $U = 0,45 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$ ή $U = 2,61 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$.

Βάσει των ανωτέρω στοιχείων, της σχετικής βιβλιογραφίας καθώς και των διαθέσιμων επιλογών του υπολογιστικού προγράμματος eQuest που αφορούν τις θύρες πληκτρολογούμε τα εξής:

$$[\text{Ht}(\text{ft})] = 7$$

$$[\text{Wt}(\text{ft})] = 5$$

[Construction-or-Glass Category and Glass Type] = *Wood, Solid core flush, 1-3/4 in*

Ü Βήμα 7 → Exterior Windows.

Window Area Specification Method:

Describe Up To 3 Window Types

	Glass Category	Glass Type	Frame Type	Frame Wd (in)
1:	<input type="text" value="- specify proper"/>	<input type="text" value="U-Value=1.04 S.C.=0.94 VT=0.90"/>	<input type="text" value="Alum w/o Brk, Operable"/>	<input type="text" value="1,30"/>
2:	<input type="text" value="- select another"/>			

Window Dimensions, Positions and Quantities

	Typ Window Width (ft)*	Window Ht (ft)	Sill Ht (ft)	% Window (floor to ceiling, including frame):			
				North	South	East	West
1:	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="5,22"/>	<input type="text" value="3,00"/>	<input type="text" value="20,0"/>	<input type="text" value="20,0"/>	<input type="text" value="21,4"/>	<input type="text" value="21,4"/>

Estimated building-wide gross (flr-to-flr) % window is 19.4% and net (flr-to-ceiling) is 20.8%.

* - A window width of 0 results in one long window per facet (check adjoining box if window width is to take precedence over % window)

Wizard Screen

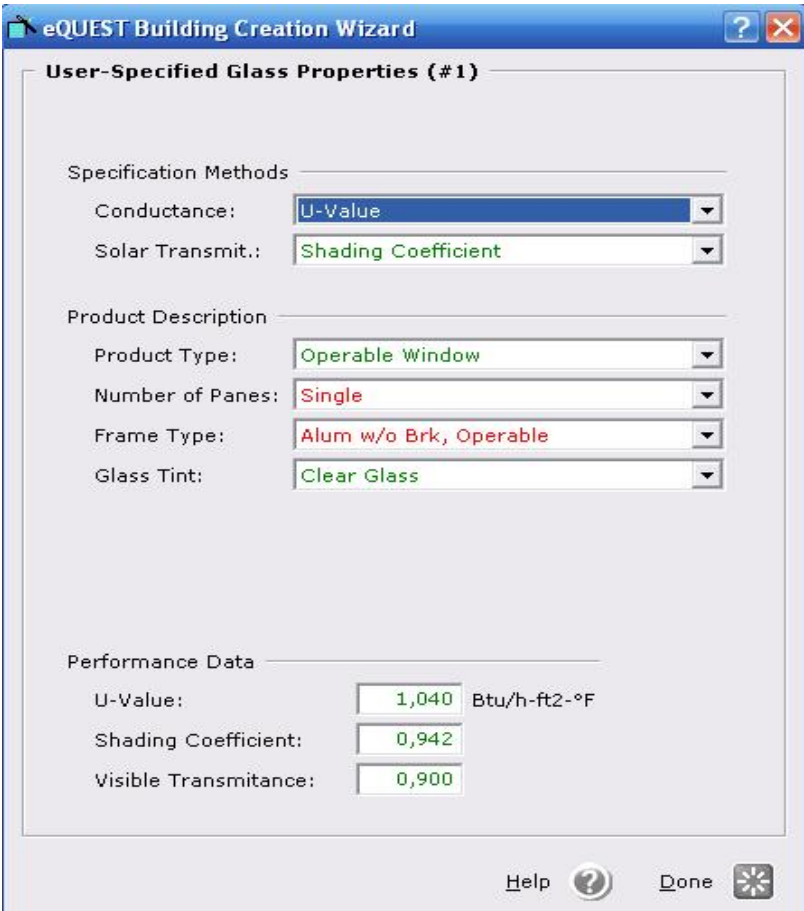
Στο συγκεκριμένο βήμα ορίζουμε τις διαστάσεις των εξωτερικών παραθύρων καθώς επίσης και τις ιδιότητες των τζαμιών τους.

Τα τζάμια που χρησιμοποιούνται στο κτίριο έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας ίσο με $U = 1,04 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$ και συντελεστή σκίασης ίσο με $S.C. = 0,9$.

Σημειώνεται ότι στις επιλογές του eQuest δεν υπάρχουν υαλοπίνακες με τα ανωτέρω χαρακτηριστικά επομένως πρέπει να τους εισάγουμε στο υπολογιστικό πρόγραμμα.

Ø User – Specified Glass Properties

Από την επιλογή [Glass Category], έχοντας διαλέξει *specify properties*, εμφανίζεται η παρακάτω οθόνη.



The screenshot shows the 'User-Specified Glass Properties (#1)' dialog box in eQUEST. It is divided into three sections: Specification Methods, Product Description, and Performance Data. In the Specification Methods section, 'U-Value' is selected for Conductance and 'Shading Coefficient' for Solar Transmittance. The Product Description section shows 'Operable Window' for Product Type, 'Single' for Number of Panes, 'Alum w/o Brk, Operable' for Frame Type, and 'Clear Glass' for Glass Tint. The Performance Data section displays the calculated values: U-Value: 1,040 Btu/h-ft2-°F, Shading Coefficient: 0,942, and Visible Transmittance: 0,900. The dialog box has a title bar with a question mark and a close button, and a footer with 'Help', a question mark icon, 'Done', and a close button.

Παρακάτω εξηγείται η κατάλληλη ενημέρωση των πεδίων της οθόνης, προκειμένου να «δημιουργήσουμε» τα επιθυμητά χαρακτηριστικά των εξωτερικών παραθύρων και τζαμιών.

1. [Conductance]→ γνωρίζοντας τον συντελεστή θερμοπερατότητας του τζαμιού επιλέγουμε ως [specification method] το *U-Value*.

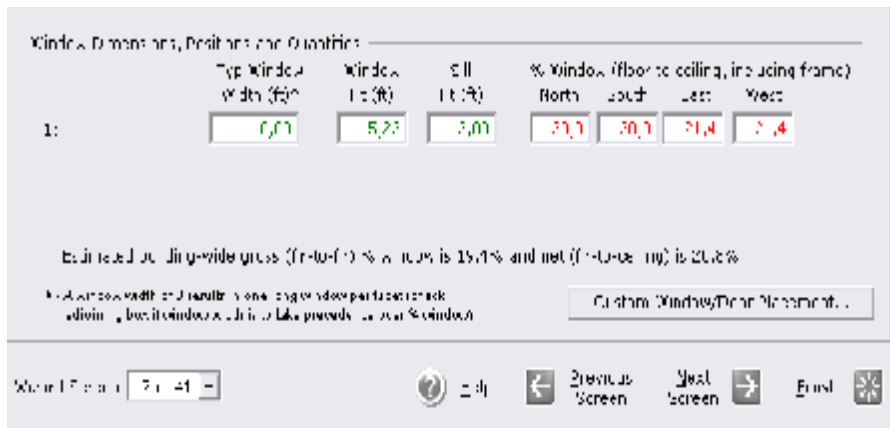
Σημείωση: Με την επιλογή του *U-Value* ως *specification method* η μοναδική επιλογή του [Solar Transmitt.] είναι το *Shading Coefficient*.

2. [Product Type]→ ορίζουμε τη χρήση του παραθύρου.
Στην περίπτωση μας επιλέγουμε *operable window*.
3. [Number of Panes]→ ορίζουμε τον αριθμό των υαλοπινάκων του παραθύρου.
Στην περίπτωση μας έχουμε μόνο τζάμι επομένως από τις διαθέσιμες επιλογές διαλέγουμε το *single*.
4. [Frame Type]→ επιλέγουμε το είδος του φινιρίσματος του παραθύρου.
Στην περίπτωση μας επιλέγουμε το *Alum w/o Brk, Operable* (η συνήθης επιλογή).
5. [Glass Tint]→ ορίζουμε το χρώμα του υαλοπίνακα.
Στην περίπτωση μας έχουμε διαφανές τζάμι επομένως από τις διαθέσιμες επιλογές διαλέγουμε το *Clear Glass*.
6. [U-Value]→ ορίζουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας του τζαμιού.
Στην περίπτωση μας έχουμε $U = 1,04 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$.
7. [Shading Coefficient]→ ορίζουμε τον συντελεστή σκίασης του τζαμιού.
Στην περίπτωση μας έχουμε $S.C. = 0,9$.
8. [Visible Transmittance]→ ορίζουμε τον συντελεστή διαπερατότητας του τζαμιού.
Στην περίπτωση μας ο συγκεκριμένος συντελεστής είναι ίσος με $0,9$.

Σημείωση: Ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει δικό του παράθυρο επιλέγοντας *Custom Window/Door Placement*.

Ø Window Dimensions, Positions and Quantities

Στη συνέχεια εισάγουμε τις διαστάσεις των παραθύρων καθώς και το ποσοστό κάλυψης τους στους τοίχους κάθε προσανατολισμού.



Τα παράθυρα που υπάρχουν στο υπό εξέταση οίκημα έχουν εμβαδό ίσο με $A = 15\text{ft}^2$ έκαστο και οι διαστάσεις τους είναι 5,22 ft συμπεριλαμβανομένου του φινιρίσματος και 3 ft. Στην παραπάνω οθόνη πληκτρολογούμε:

$$[\text{Window Ht(ft)}] = 5,22$$

$$[\text{Sill Ht(ft)}] = 3,00$$

Υπολογίζονται στη συνέχεια τα ποσοστά κάλυψης των παραθύρων στους τοίχους κάθε προσανατολισμού και τα αποτελέσματα εισάγονται στα αντίστοιχα % windows.

Υπολογισμοί:

ü Βοράς (North).

$60\text{ft}^2 \rightarrow$ επιφάνεια παραθύρων, (έχω 4 παράθυρα των 15ft^2 έκαστο).

$30 \times 10 = 300\text{ft}^2 \rightarrow$ επιφάνεια τοίχου

$$\text{Προκύπτει ποσοστό} = 60 \times \frac{100}{300} = \boxed{20\%}$$



Ποσοστό κάλυψης στον βορινό τοίχο.

ü **Νότος (South).**

$60 \text{ ft}^2 \rightarrow$ επιφάνεια παραθύρων, έχω 4 παράθυρα των 15 ft^2 έκαστο.

$30 \times 10 = 300 \text{ ft}^2 \rightarrow$ επιφάνεια τοίχου

$$\text{Προκύπτει ποσοστό} = 60 \times \frac{100}{300} = \boxed{20\%}$$



Ποσοστό κάλυψης στον νότιο τοίχο.

ü **Ανατολή (East).**

$75 \text{ ft}^2 \rightarrow$ επιφάνεια παραθύρων, έχω 5 παράθυρα των 15 ft^2 έκαστο.

$35 \times 10 = 350 \text{ ft}^2 \rightarrow$ επιφάνεια τοίχου

$$\text{Προκύπτει ποσοστό} = 75 \times \frac{100}{350} = \boxed{21,43\%}$$



Ποσοστό κάλυψης στον ανατολικό τοίχο.

ü **Δύση (West).**

$75 \text{ ft}^2 \rightarrow$ επιφάνεια παραθύρων, έχω 5 παράθυρα των 15 ft^2 έκαστο.

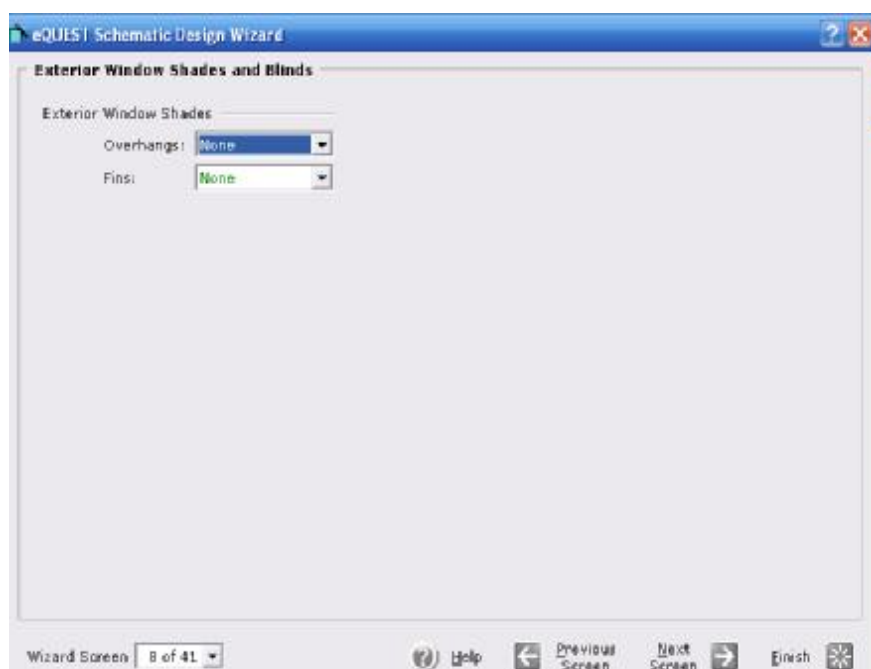
$35 \times 10 = 350 \text{ ft}^2 \rightarrow$ επιφάνεια τοίχου

$$\text{Προκύπτει ποσοστό} = 75 \times \frac{100}{350} = \boxed{21,43\%}$$



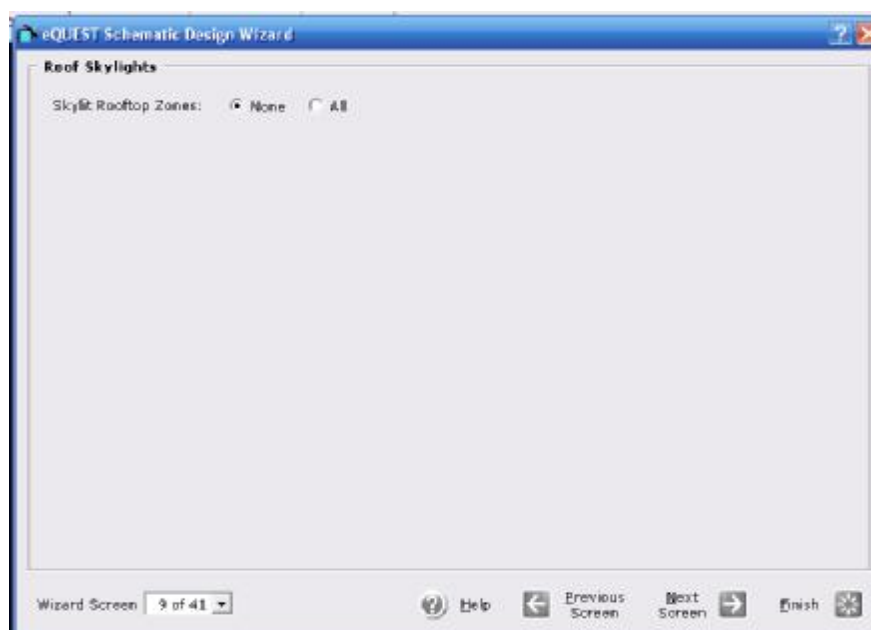
Ποσοστό κάλυψης στον δυτικό τοίχο.

Ü Βήμα 8 → Exterior Window Shades and Blinds.



Στο συγκεκριμένο βήμα ορίζουμε εάν τα παράθυρά έχουν προβόλους και περυγία. Στην περίπτωση που εξετάζουμε τα παράθυρα στερούνται προβόλων και περυγιών επομένως στις επιλογές [Overhangs] και [Fins] διαλέγουμε *None*.

Ü Βήμα 9 → Roof Skylights.



Στο συγκεκριμένο βήμα ορίζουμε εάν υπάρχουν φεγγίτες.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση δεν υπάρχουν φεγγίτες επομένως στην επιλογή [Skylight Rooftop Zones] διαλέγουμε *None*.

Σημείωση: Τα βήματα 10, 11 και 12 παραλείπονται αυτόματα από το eQuest λόγω έλλειψης φεγγιτών9999.

Ü Βήμα 13→ Activity Areas Allocation.

Area Type	Percent Area (%)	Design Max Occup (sf/person)	Design Ventilation (CFM/per)
1: Office (General)	14,4	70,0	15,00
2: Office (General)	14,4	70,0	15,00
3: Office (General)	14,4	70,0	15,00
4: Office (General)	14,4	70,0	15,00
5: Office (General)	11,9	70,0	15,00
6: Office (General)	11,9	70,0	15,00
7: Corridor	11,5	70,0	15,00
8: Mechanical/Electrical Room	7,1	70,0	15,00

Percent Area Sum: 100,0

Wizard Screen 13 of 41

Help Previous Screen Next Screen Finish

Στο βήμα αυτό προσδιορίζουμε τους επιμέρους χώρους του υπό εξέταση οικήματος. Συγκεκριμένα:

1. [Area Type]→ ορίζουμε τη χρήση κάθε επιμέρους χώρου του οικήματος.
2. [Percent Area (%)]→ ορίζουμε το ποσοστό κάθε επιμέρους χώρου ως προς το συνολικό εμβαδόν του υπό εξέταση οικήματος.
3. [Design Max Occupancy (sf/person)]→ ορίζουμε την ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια που αντιστοιχεί σε ένα άτομο για κάθε χώρο.

4. [Design Ventilation (CFM/per)]→ ορίζουμε τον απαιτούμενο εξαερισμό που απαιτείται για κάθε άτομο σε κάθε ξεχωριστό χώρο του οικήματος.

Ø Area Type

Το υπό μελέτη οίκημα αποτελείται από τους χώρους που εμφανίζονται παρακάτω με τους οποίους ενημερώνεται επίσης η καρτέλα [Area Type].

1. **Γραφείο 1** → επομένως από τις διαθέσιμες επιλογές του eQuest διαλέγουμε το *office (general)*.
2. **Γραφείο 2** → επομένως από τις διαθέσιμες επιλογές του eQuest διαλέγουμε το *office (general)*.
3. **Γραφείο 3** → επομένως από τις διαθέσιμες επιλογές του eQuest διαλέγουμε το *office (general)*.
4. **Γραφείο 4** → επομένως από τις διαθέσιμες επιλογές του eQuest διαλέγουμε το *office (general)*.
5. **Γραφείο 5** → επομένως από τις διαθέσιμες επιλογές του eQuest διαλέγουμε το *office (general)*.
6. **Γραφείο 6** → επομένως από τις διαθέσιμες επιλογές του eQuest διαλέγουμε το *office (general)*.
7. **Διάδρομος** → επομένως από τις διαθέσιμες επιλογές του eQuest διαλέγουμε το *corridor*.
8. **Αίθουσα εξοπλισμού** → επομένως από τις διαθέσιμες επιλογές του eQuest διαλέγουμε το *mechanical/electrical room*.

Ø Percent Area (%)

Υπολογίζουμε τα ποσοστά κάθε χώρου, που έχουν ορισθεί παραπάνω, σε σχέση με το συνολικό εμβαδόν του κτιρίου. Τα υπολογισθέντα αποτελέσματα πληκτρολογούνται στην καρτέλα [Percent Area (%)].

1. Γραφεία 1, 2, 3 και 4: Τα γραφεία 1, 2, 3 και 4 έχουν ίδιο εμβαδόν κάτοψης.

$$A = 13,5 \times 11,2 = 151,2 \text{ ft}^2 \Rightarrow \text{Επιφάνεια έκαστου γραφείου}$$

Το ζητούμενο ποσοστό έκαστου γραφείου επί του συνολικού χώρου (1050 ft²) είναι ίσο με:

$$\frac{151,2 \times 100}{1050} = 14,4\%$$

2. Γραφεία 5 και 6: Τα γραφεία 5 και 6 έχουν ίδιο εμβαδόν κάτοψης.

Το εμβαδόν του γραφείου 5, με βάσει το σχέδιο που παρατίθεται στο κεφάλαιο 2 προκύπτει ίσο με $A_1 + A_2$ όπου $A_1 = 9,7 \times 7,5 = 72,7 \text{ ft}^2$ και $A_2 = 13,5 \times 3,9 = 52,6 \text{ ft}^2$

Προκύπτει επομένως: $A = A_1 + A_2 = 72,7 + 52,6 = 125,3 \text{ ft}^2$ \Rightarrow Επιφάνεια έκαστου γραφείου.

Το ζητούμενο ποσοστό έκαστου γραφείου επί του συνολικού χώρου (1050 ft^2) είναι ίσο με:

$$\frac{125,3 \times 100}{1050} = 11,9\%$$

3. Διάδρομος (Corridor):

$A = 4,6 \times 26,3 = 121 \text{ ft}^2$ \Rightarrow Επιφάνεια Διαδρόμου

Το ζητούμενο ποσοστό του διαδρόμου επί του συνολικού χώρου (1050 ft^2) είναι ίσο με:

$$\frac{121 \times 100}{1050} = 11,5\%$$

4. Αίθουσα Εξοπλισμού (mechanical/electrical room):

$A = 11 \times 7,5 = 82,5 \text{ ft}^2$ \Rightarrow Επιφάνεια Αίθουσας Εξοπλισμού

Το ζητούμενο ποσοστό της Αίθουσας Εξοπλισμού επί του συνολικού χώρου (1050 ft^2) είναι ίσο με:

$$\frac{82,5 \times 100}{1050} = 7,1\%$$

Ø Design Max Occupancy

Βάσει των υφιστάμενων κανόνων ασφαλείας για παρόμοιας χρήσης οικήματα η ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια που αντιστοιχεί σε ένα άτομο για κάθε χώρο είναι ίση με 70 ft^2 .

Πληκτρολογούμε λοιπόν τη τιμή 70 ft^2 , για όλους τους επιμέρους χώρους, στην καρτέλα [Design Max Occupancy].

Ø Design Ventilation

Βάσει των υφιστάμενων κανόνων ασφαλείας για παρόμοιας χρήσης οικήματα ο απαιτούμενος εξαερισμός ανά άτομο είναι ίσος με 15 CFM .

Πληκτρολογούμε λοιπόν τη τιμή 15 CFM , για όλους τους επιμέρους χώρους, στην καρτέλα [Design Ventilation].

Ü Βήμα 14→ Occupied Loads by Activity Area.

Area Type	Percent Area (%)	Lighting (W/SqFt)	Task Lt (W/SqFt)	Plug Lds (W/SqFt)	Schedule Main Alt
1: Office (General)	14,4	2,64	0,20	1,50	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
2: Office (General)	14,4	2,64	0,20	1,50	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
3: Office (General)	14,4	2,64	0,20	1,50	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
4: Office (General)	14,4	2,64	0,20	1,50	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
5: Office (General)	11,9	3,20	0,20	1,50	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
6: Office (General)	11,9	3,20	0,20	1,50	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
7: Corridor	11,5	2,48	0,00	0,20	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
8: Mechanical/Electrical Room	7,1	2,42	0,00	36,36	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>

Στο συγκεκριμένο βήμα προσδιορίζουμε την ισχύ του φωτισμού και του εξοπλισμού σε κάθε χώρο του οικήματος. Το [Task Lt] δεν είναι εφαρμόσιμο στην περίπτωση μας.

1. [Lighting (W/Sqft)]→ ορίζουμε την ισχύ φωτισμού σε κάθε χώρο.
2. [Plug Lds (W/Sqft)]→ ορίζουμε την ισχύ εξοπλισμού σε κάθε χώρο.

Ø Lighting

Υπολογίζουμε την ισχύ φωτισμού σε κάθε χώρο και πληκτρολογούμε τα αποτελέσματα στην καρτέλα [Lighting].

1. Γραφεία 1, 2, 3 και 4: Τα γραφεία 1, 2, 3 και 4 έχουν ίδιο εμβαδόν κάτοψης.

$$A = 13,5 \times 11,2 = 151,2 \text{ ft}^2 \Rightarrow \text{Επιφάνεια έκαστου γραφείου}$$

Με δεδομένο ότι έχουμε 2 φώτα ισχύος 200W έκαστο, προκύπτει ότι η συνολική ισχύς είναι ίση με: $2 \times 200 = 400W$.

Επομένως το Lighting που υπολογίζεται από τον τύπο $\text{Lighting} = E/W$ προκύπτει για ένα γραφείο ίσο με:

$$\text{Lighting} = \frac{400}{151,2} = 2,64 \text{ W/ft}^2$$

2. Γραφεία 5 και 6: Τα γραφεία 5 και 6 έχουν ίδιο εμβαδόν κάτοψης.

$A = 125,3 \text{ ft}^2 \Rightarrow$ Επιφάνεια ένα γραφείου

Με δεδομένο ότι έχουμε 2 φώτα ισχύος 200W ένα, προκύπτει ότι η συνολική ισχύς είναι ίση με: $2 \times 200 = 400 \text{ W}$.

Επομένως το Lighting που υπολογίζεται από τον τύπο $\text{Lighting} = E/W$ προκύπτει για ένα γραφείο ίσο με:

$$\text{Lighting} = \frac{400}{125,3} = 3,2 \text{ W/ft}^2$$

3. Αίθουσα Εξοπλισμού:

$A = 82,5 \text{ ft}^2 \Rightarrow$ Επιφάνεια Αίθουσας Εξοπλισμού

Με δεδομένο ότι έχουμε 1 φως ισχύος 200W, προκύπτει ότι η ισχύς είναι ίση με 200W.

Επομένως το Lighting που υπολογίζεται από τον τύπο $\text{Lighting} = E/W$ προκύπτει ίσο με:

$$\text{Lighting} = \frac{200}{82,5} = 2,42 \text{ W/ft}^2$$

4. Διάδρομος:

$A = 121 \text{ ft}^2 \Rightarrow$ Επιφάνεια Διαδρόμου

Με δεδομένο ότι έχουμε 3 φώτα ισχύος 100W ένα, προκύπτει ότι η συνολική ισχύς είναι ίση με: $3 \times 100 \text{ W} = 300 \text{ W}$

Επομένως το Lighting που υπολογίζεται από τον τύπο $\text{Lighting} = E/W$ προκύπτει ίσο με:

$$\text{Lighting} = \frac{300}{121} = 2,48 \text{ W/ft}^2$$

Ø Plug Lds

Υπολογίζουμε την ισχύ εξοπλισμού σε κάθε χώρο και πληκτρολογούμε τα αποτελέσματα στην καρτέλα [Plug Lds].

Για όλους τους χώρους πλην της Αίθουσας Εξοπλισμού αφήνουμε τις προεπιλεγμένες τιμές του eQuest.

Για την Αίθουσα Εξοπλισμού και με δεδομένα:

$$A = 82,5 \text{ ft}^2$$

συνολική ισχύς εξοπλισμού ίση με 3000W

$$\text{Plug Lds} = W/\text{ft}^2$$

προκύπτει:

$$\text{Plug Lds} = \frac{3000}{82,5} = 36,36 \text{ W}/\text{ft}^2.$$

Û Βήμα 16→ Unoccupied Loads by Activity Area (% of occupied Load).

Area Type	Percent Area (%)	Occupancy (%)	Lighting (%)	Task Lt (%)	Plug Lds (%)
1: Office (General)	14,4	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="10,0"/>	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="20,0"/>
2: Office (General)	14,4	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="10,0"/>	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="20,0"/>
3: Office (General)	14,4	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="10,0"/>	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="20,0"/>
4: Office (General)	14,4	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="10,0"/>	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="20,0"/>
5: Office (General)	11,9	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="10,0"/>	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="20,0"/>
6: Office (General)	11,9	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="10,0"/>	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="20,0"/>
7: Corridor	11,5	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="40,0"/>	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="0,0"/>
8: Mechanical/Electrical Room	7,1	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="5,0"/>	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="20,0"/>

Wizard Screen 16 of 41

Help Previous Screen Next Screen Finish

Στο συγκεκριμένο βήμα προσδιορίζουμε το ποσοστό της ισχύος με το οποίο θα λειτουργούν τα φώτα (Lighting %) και ο εξοπλισμός (Plug Lds %) όταν το υπό μελέτη οίκημα είναι εκτός λειτουργίας. Συγκεκριμένα:

1. Γραφεία (1,2,3,4,5,6):

Με βάση την υφιστάμενη μελέτη κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ο φωτισμός των γραφείων λειτουργεί με το 10% της ισχύος του κατά τις ώρες μη λειτουργίας του συγκροτήματος γραφείων.

Πληκτρολογούμε την τιμή 10% στην καρτέλα [Lighting].

2. Αίθουσα εξοπλισμού:

Τις ώρες στις οποίες το κτίριο βρίσκεται εκτός λειτουργίας τα φώτα στην αίθουσα εξοπλισμού λειτουργούν με το 5% της ισχύος τους σύμφωνα με την μελέτη που αναφέρθηκε παραπάνω.

Πληκτρολογούμε την τιμή 5% στην καρτέλα [Lighting].

3. Διάδρομος:

Τις ώρες στις οποίες το κτίριο βρίσκεται εκτός λειτουργίας τα φώτα στο διάδρομο λειτουργούν με το 40% της ισχύος τους σύμφωνα με την μελέτη που αναφέρθηκε παραπάνω.

Πληκτρολογούμε την τιμή 40% στην καρτέλα [Lighting].

Αφήνουμε την καρτέλα [Plug Lds] ως έχει, δηλαδή διατηρούμε τα προεπιλεγμένα από το eQuest ποσοστά ισχύος του εξοπλισμού για κάθε χώρο στην περίπτωση όπου το κτίριο βρίσκεται εκτός λειτουργίας.

Ü Βήμα 17 → Main Schedule Information.

The screenshot shows the 'Main Schedule Information' window in the eQUEST Schematic Design Wizard. The window title is 'eQUEST Schematic Design Wizard'. The main content area is titled 'Main Schedule Information' and contains the following fields and controls:

- First (& Last) Season:** 01/01/14 - 12/31/14
- Has Second Season**
- Day 1:** A row of radio buttons for days of the week: Mo (selected), Tu, We, Th, Fr, Sa, Su, Hol, CD, HD.
- Day 2**
- Day 1** (sub-section):
 - Opens at:** 8 am (dropdown menu)
 - Closes at:** 5 pm (dropdown menu)
 - Occup %:** 100,0 % (text input)
 - Lites Ld %:** 90,0 % (text input)
 - Equip Ld %:** 90,0 % (text input)

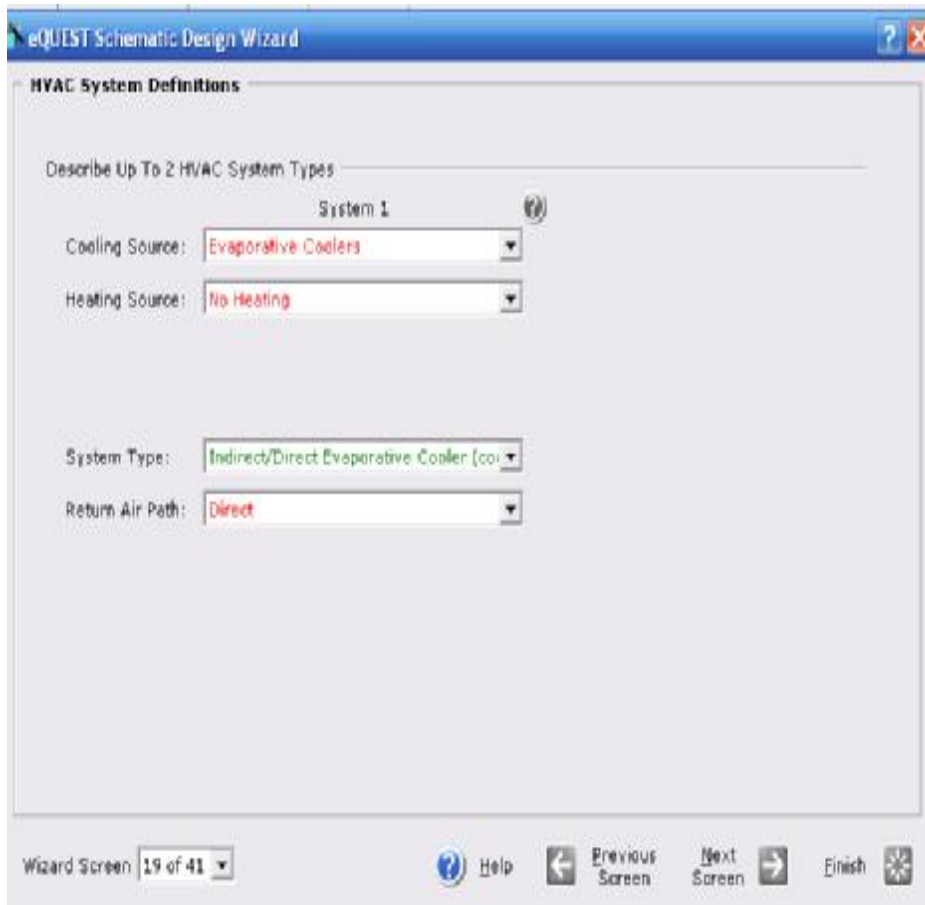
At the bottom of the window, there is a 'Wizard Screen' dropdown menu showing '17 of 41', a 'Help' button with a question mark icon, and navigation buttons: 'Previous Screen' (left arrow), 'Next Screen' (right arrow), and 'Finish' (star icon).

Στο συγκεκριμένο βήμα ορίζουμε το πρόγραμμα λειτουργίας του υπό εξέταση κτιρίου.

Στην περίπτωση που εξετάζεται το σύνολο γραφείων λειτουργεί 9 ώρες την ημέρα (από τις 8 am έως τις 5 pm), πέντε ημέρες την εβδομάδα (Mo, Tu, We, Th, Fr).

Σημείωση: Το βήμα 18 παραλείπεται αυτόματα από το eQuest, διότι θεωρούμε μία μόνο βάρδια λειτουργίας.

Ü Βήμα 19→ HVAC System Definitions.



Στο συγκεκριμένο βήμα προσδιορίζουμε τα συστήματα με τα οποία επιτυγχάνεται η θέρμανση και η ψύξη του κτιρίου. Συγκεκριμένα:

1. [Cooling Source]→ ορίζουμε το σύστημα με το οποίο επιτυγχάνεται η ψύξη του κτιρίου.
Στην υπό εξέταση περίπτωση χρησιμοποιούμε κλιματιστικό, επομένως από τις διαθέσιμες επιλογές του eQuest, διαλέγουμε το *Evaporative Coolers*.
2. [Heating Source]→ ορίζουμε το σύστημα με το οποίο επιτυγχάνεται η θέρμανση του κτιρίου.
Στην περίπτωσή μας δεν έχει έννοια να γίνει μελέτη θέρμανσης δεδομένου ότι το κτίριο λειτουργεί μόνο κατά τη θερινή περίοδο, επομένως από τις επιλογές του eQuest διαλέγουμε το *No Heating*.
3. [System Type]→ ορίζουμε τον τύπο του κλιματιστικού.
Από τις διαθέσιμες επιλογές του eQuest διαλέγουμε το *Indirect/Direct Evaporative Cooler (cooling only)* που θεωρείται η βέλτιστη επιλογή για την περίπτωσή μας.

4. [Return Air Path]→ ορίζουμε τον τρόπο επιστροφής του αέρα στον εσωτερικό χώρο.
Με δεδομένο ότι στο κτίριο μας η εισαγωγή αέρα είναι άμεση, από τις επιλογές του eQuest διαλέγουμε το *Direct*.

Ü Βήμα 20→ HVAC Zones: Temperatures and Air Flows.

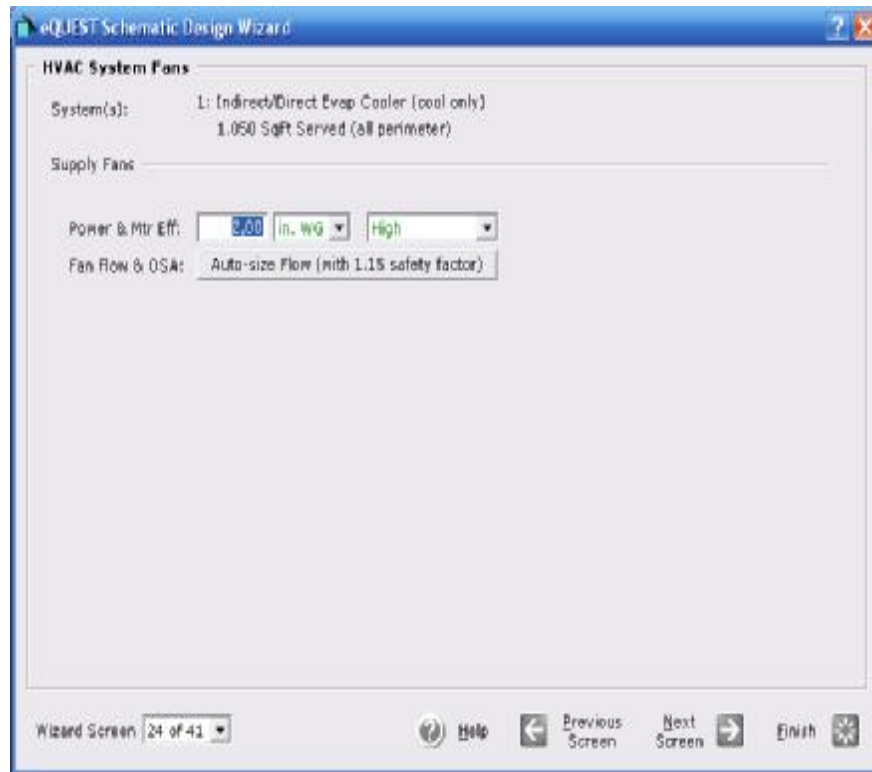
The screenshot shows the 'eQUEST Schematic Design Wizard' window. The title bar reads 'eQUEST Schematic Design Wizard'. The main window content is titled 'HVAC Zones: Temperatures and Air Flows'. Under 'System(s):', it displays '1: Indirect/Direct Evap Cooler (cool o...'. The 'Thermostat Setpoints' section is divided into 'Occupied' and 'Unoccupied' columns. For 'Cooling Setpoints', the values are 78,0 °F (Occupied) and 85,0 °F (Unoccupied). For 'Heating Setpoints', the values are 70,0 °F (Occupied) and 64,0 °F (Unoccupied). The 'Design Temperatures' section has 'Indoor' and 'Supply' columns. The 'Air Flows' section has a 'Minimum Design Flow' set to 0,50 cfm/ft2. At the bottom, there is a 'Wizard Screen' dropdown showing '20 of 41', a 'Help' button, and navigation buttons for 'Previous Screen', 'Next Screen', and 'Finish'.

Στο συγκεκριμένο βήμα ορίζουμε τις θερμοκρασίες σχεδιασμού του κλιματιστικού καθώς και τον απαιτούμενο εξαερισμό του. Συγκεκριμένα:

1. [Cooling Setpoints]→ ορίζουμε την θερμοκρασία σχεδιασμού του κλιματιστικού όταν το κτίριο βρίσκεται σε λειτουργία (occupied) καθώς και όταν αυτό βρίσκεται εκτός λειτουργίας (unoccupied).
Στην περίπτωσή μας επιλέγουμε θερμοκρασία σχεδιασμού 78⁰f και 85⁰f αντίστοιχα. Πληκτρολογούμε λοιπόν στο *Occupied* 78⁰f και στο *Unoccupied* 85⁰f.
2. [Air Flows]→ ορίζουμε τον απαιτούμενο εξαερισμό του κλιματιστικού.
Για το κλιματιστικό που επιλέχθηκε στην περίπτωσή μας από τη σχετική βιβλιογραφία, προκύπτει [Minimum Design Flow] = 0,5 cfm/ft² το οποίο και πληκτρολογώ στην αντίστοιχη καρτέλα.

Σημείωση: Τα βήματα 21, 22 και 23 παραλείπονται διότι δεν έχουμε ορίσει σύστημα θέρμανσης κτιρίου.

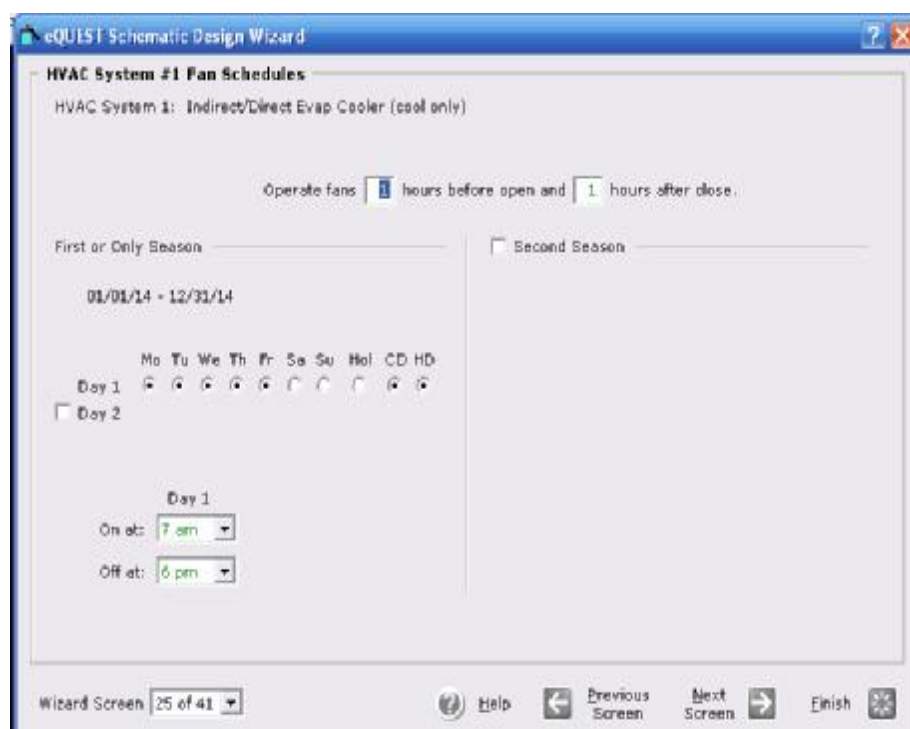
Û Βήμα 24→ HVAC System Fans.



Στο συγκεκριμένο βήμα ορίζουμε τα χαρακτηριστικά του ανεμιστήρα που χρησιμοποιεί το κλιματιστικό.

Στην περίπτωση μας αφήνουμε τις προεπιλεγμένες από το eQuest τιμές.

Ü Βήμα 25→ HVAC System # 1 Fan Schedules.



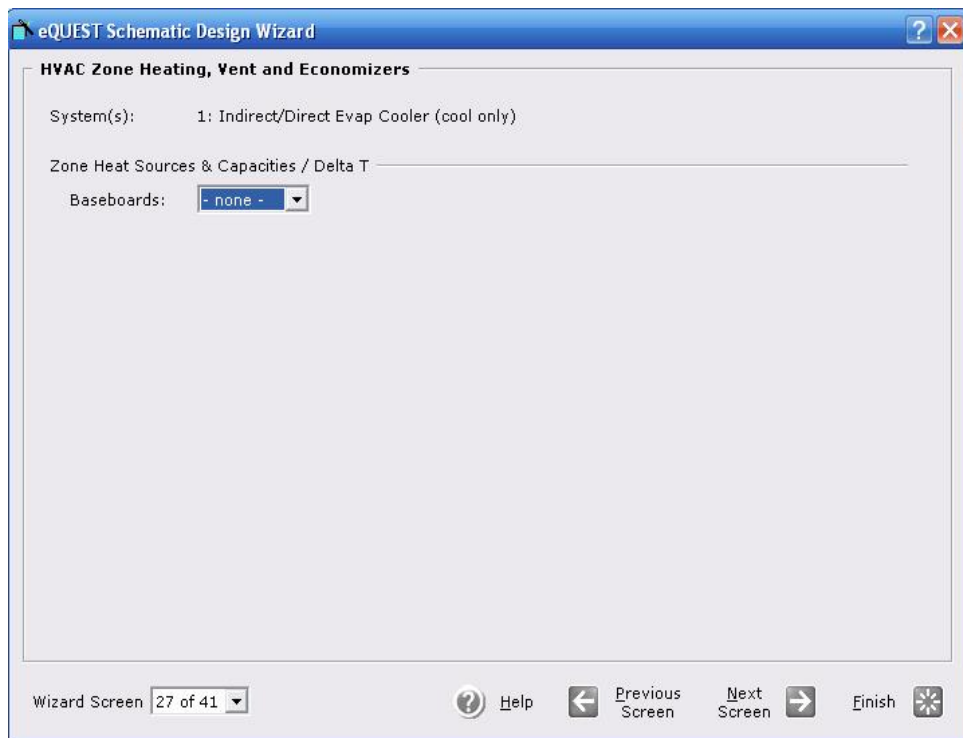
Στο συγκεκριμένο βήμα ορίζουμε το χρόνο λειτουργίας των ανεμιστήρων του κλιματιστικού πριν και μετά την λειτουργία του κτιρίου.

Στην υπό εξέταση περίπτωση, οι εν λόγω ανεμιστήρες θα λειτουργούν μία ώρα πριν και μία ώρα μετά την λειτουργία του κλιματιστικού (υποδείξεις κατασκευαστή). Πληκτρολογούμε λοιπόν τα εξής:

1. [Operate fans]→ *1 hour before open and 1 hour after close.*
2. [On at]→ *7 am.*
3. [Off at]→ *6 pm.*

Σημείωση: Το βήμα 26 παραλείπεται αυτόματα από το eQuest διότι δεν έχουμε δεύτερη βάρδια λειτουργίας.

Ü Βήμα 27→ HVAC Zone Heating, Vent and Economizers.

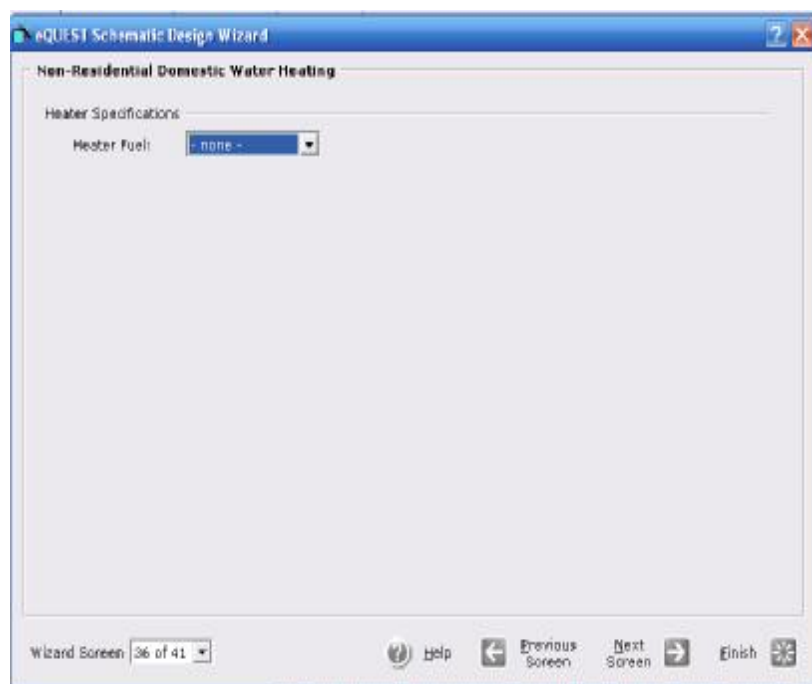


Στο βήμα αυτό ορίζουμε το είδος της ενδοδαπέδιας θερμομόνωσης.

Στην περίπτωση που εξετάζουμε, το δάπεδο στερείται θερμομόνωσης και επομένως στην επιλογή [Baseboards] διαλέγουμε το *none*.

Σημείωση: Τα βήματα από το 28 έως και το 35, παραλείπονται αυτόματα από το eQuest, διότι δεν έχουμε επιλέξει ενδοδαπέδια μόνωση.

Ü Βήμα 36→ Non-Residential Domestic Water Heating.



Στο συγκεκριμένο βήμα ορίζουμε τον τρόπο με τον οποίο επιτυγχάνεται η θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης (φυσικό αέριο ή ηλεκτρική ενέργεια).

Στην υπό εξέταση περίπτωση χρησιμοποιούμε ηλιακό θερμοσίφωνα. Επομένως στην επιλογή [Heater Fuel] διαλέγουμε *none*.

Σημείωση: Τα βήματα από το 37 έως και το 40, παραλείπονται αυτόματα από το eQuest, διότι δεν έχουμε ορίσει τον τρόπο θέρμανσης του ζεστού νερού χρήσης.

5.3.2 Εξαγωγή αποτελεσμάτων από το eQuest.

Η εξαγωγή αποτελεσμάτων από το υπολογιστικό πρόγραμμα eQuest πραγματοποιείται ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

Ü Βήμα 1→ Finish.



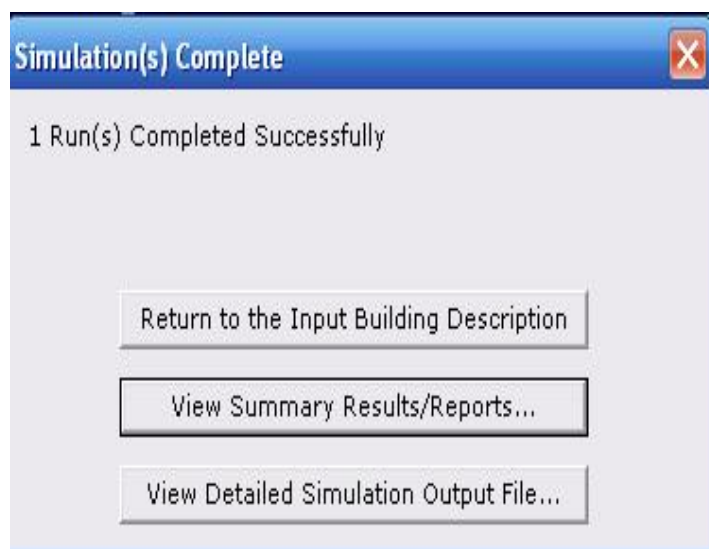
Στο τελευταίο βήμα εισαγωγής δεδομένων (στην περίπτωση μας το βήμα 36) επιλέγουμε το [finish] με σκοπό να εντοπίσουμε και να διορθώσουμε τυχόν σφάλματα που έχουν γίνει κατά την εισαγωγή δεδομένων.

Ü Βήμα 2→ Simulate Building Performance.



Εάν δεν υπάρχουν σφάλματα κατά την εισαγωγή δεδομένων, τότε επιλέγοντας το [Simulate Building Performance] επιτυγχάνεται η εξομοίωση του υπό εξέταση κτιρίου.

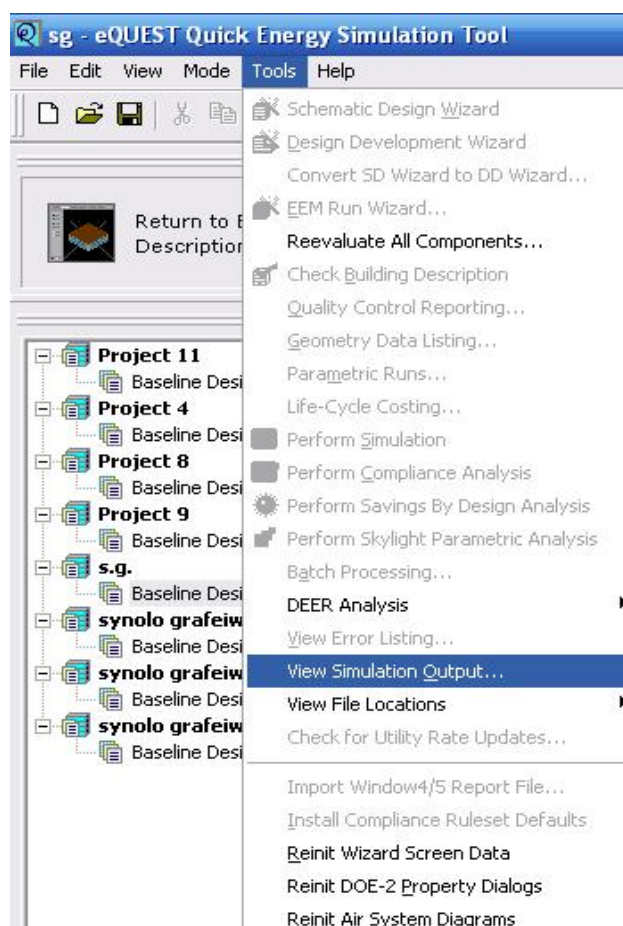
Ü Βήμα 3→ View Summary Results/Reports.



Με την επιλογή του [View Summary Results/Reports] εμφανίζονται τα αποτελέσματα της εξομοίωσης του υπό εξέταση κτιρίου.

Σημείωση: Η εμφάνιση του μηνύματος “1 Run(s) Completed Successfully” στην παραπάνω καρτέλα, δηλώνει ότι η εισαγωγή των δεδομένων του κτιρίου στο υπολογιστικό πρόγραμμα έχει γίνει με σωστό τρόπο.

Μετά την εξομοίωση του υπό εξέταση κτιρίου, τα ζητούμενα θερμικά φορτία του εμφανίζονται ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:



Από την παραπάνω οθόνη για την εμφάνιση των αποτελεσμάτων, ακολουθούμε την παρακάτω διαδρομή ενεργειών:

[Tools] à [View Simulation Output] à [Open]

Με την ολοκλήρωση των παραπάνω ενεργειών εμφανίζονται 58 σελίδες αποτελεσμάτων. Τα θερμικά φορτία όπου και μελετούμε εμφανίζονται στην 21 of 58 σελίδα του φύλλου αποτελεσμάτων.

Η εν λόγω σελίδα (21 of 58) εμφανίζεται παρακάτω.

sg - Baseline Design - D2SimViewer

File Edit View Window Help

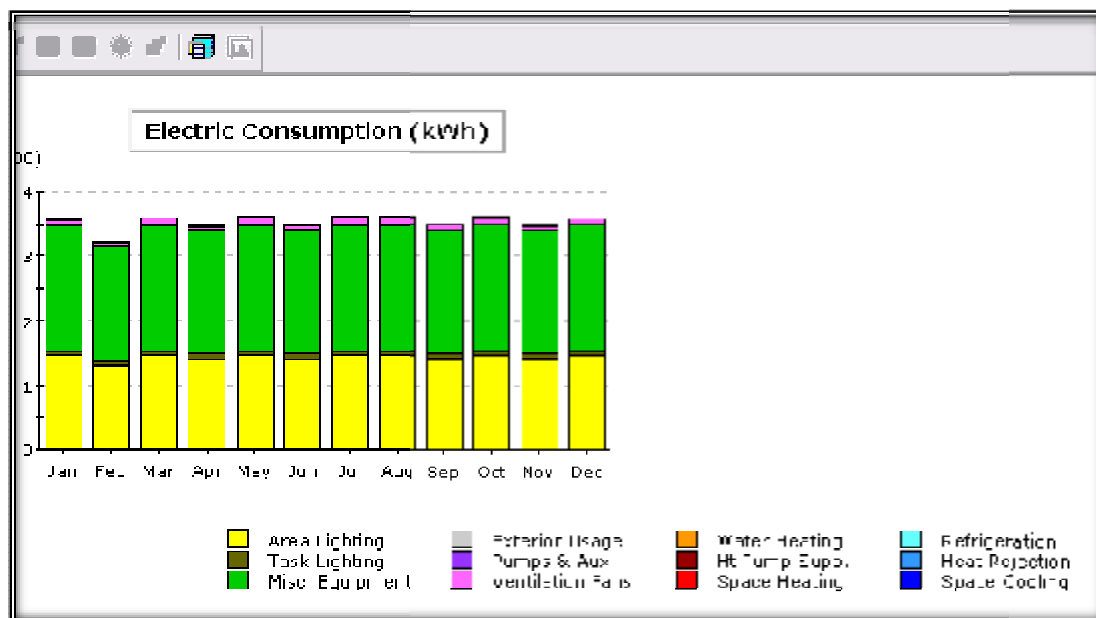
Report: ATTN Simulation Messages For Review Components

TIME	COOLING LOAD				HEATING LOAD			
	AUG 15 5PM				FEB 4 7AM			
DRY-BULB TEMP	97 F	36 C			30 F	-1 C		
WET-BULB TEMP	65 F	18 C			29 F	-2 C		
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	217 BTU/H.SQFT	604 W/M2			0 BTU/H.SQFT	0 W/M2		
WINDSPEED AT SPACE	13.7 MTS	6.1 M/S			3.3 MTS	1.7 M/S		
CLOUD AMOUNT 0 (CLEAR)=10	0				0			
	SENSIBLE (BTU/H)		LATENT (KW)		SENSIBLE (BTU/H)			
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	
WALL CONDUCTION	2.687	0.787	0.000	0.000	-3.734	-1.094		
ROOF CONDUCTION	3.929	1.151	0.000	0.000	-3.509	-1.028		
WINDOW GLASS+FRM COND	4.960	1.453	0.000	0.000	-6.665	-1.953		
WINDOW GLASS SOLAR	8.949	2.620	0.000	0.000	1.878	0.461		
DOOR CONDUCTION	0.384	0.113	0.000	0.000	-0.817	-0.181		
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
UNDERGROUND SURF COND	-0.147	-0.043	0.000	0.000	-1.081	-0.181		
OCCUPANTS TO SPACE	2.855	0.749	3.140	0.920	0.254	0.074		
LIGHT TO SPACE	6.777	1.986	0.000	0.000	1.647	0.483		
EQUIPMENT TO SPACE	10.795	3.163	0.000	0.000	2.525	0.740		
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
INFILTRATION	1.759	0.515	0.000	0.000	-2.084	-0.611		
TOTAL	42.670	12.802	3.140	0.920	-12.990	-3.430		
TOTAL / AREA	0.041	0.128	0.003	0.009	-0.012	-0.037		
TOTAL LOAD	45.809 KBTU/H	13.422 KW			-12.990 KBTU/H	-3.630 KW		
TOTAL LOAD / AREA	43.63 BTU/H.SQFT	137.535 W/M2			11.800 BTU/H.SQFT	37.217 W/M2		

Ready Page 21 of 88

Φύλο αποτελεσμάτων στο οποίο εμφανίζονται τα ζητούμενα θερμικά κέρδη του υπό εξέταση οικήματος.

Το υπολογιστικό πρόγραμμα eQuest πέραν του φύλλου αποτελεσμάτων εμφανίζει με την βοήθεια γραφήματος και την μηνιαία ηλεκτρική κατανάλωση του υπό μελέτη οικήματος, στην περίπτωση μας το εν λόγω γράφημα είναι:



Γράφημα 5: μηνιαία ηλεκτρική κατανάλωση οικήματος

Δίνονται στη συνέχεια οι μεταφράσεις των εννοιών που μας ενδιαφέρουν καθώς και τα αποτελέσματα εξομοίωσης του υπό μελέτη οικήματος.

Ø Μετάφραση εννοιών:

Cooling Load → Ψυκτικό Φορτίο (Θερμικό Κέρδος)

Sensible Cooling Load → Αισθητό Ψυκτικό Φορτίο (Αισθητό Θερμικό Κέρδος)

Latent Cooling Load → Λανθάνον Ψυκτικό Φορτίο (Λανθάνον Θερμικό Κέρδος)

Ø Αποτελέσματα εξομοίωσης:

- Û Θερμικά κέρδη λόγω συναγωγής προερχόμενα από τους τοίχους:
Τα εν λόγω θερμικά κέρδη είναι ίσα με: 2687 Btu/h.
- Û Θερμικά κέρδη λόγω συναγωγής προερχόμενα από τη στέγη:
Τα εν λόγω θερμικά κέρδη είναι ίσα με: 3929 Btu/h.
- Û Θερμικά κέρδη λόγω συναγωγής προερχόμενα από τα τζάμια:
Τα εν λόγω θερμικά κέρδη είναι ίσα με: 4960 Btu/h.
- Û Θερμικά κέρδη λόγω ηλιακής ακτινοβολίας προερχόμενα από τα τζάμια:
Τα εν λόγω θερμικά κέρδη είναι ίσα με: 8969 Btu/h.
- Û Θερμικά κέρδη προερχόμενα από τον φωτισμό:
Τα εν λόγω θερμικά κέρδη είναι ίσα με: 6777 Btu/h.
- Û Θερμικά κέρδη προερχόμενα από τον εξοπλισμό:
Τα εν λόγω θερμικά κέρδη είναι ίσα με: 10795 Btu/h.
- Û Λανθάνον θερμικό κέρδος προερχόμενο από τους ανθρώπους:
Τα εν λόγω θερμικά κέρδη είναι ίσα με: 3140 Btu/h.
- Û Αισθητό θερμικό κέρδος προερχόμενο από τους ανθρώπους:
Τα εν λόγω θερμικά κέρδη είναι ίσα με: 2555 Btu/h.
- Û Infiltration:
Τα εν λόγω θερμικά κέρδη είναι ίσα με: 1759 Btu/h.
- Û Ολικά θερμικά κέρδη (Αισθητό και Λανθάνον):
Τα εν λόγω θερμικά κέρδη είναι ίσα με: 45809 Btu/h.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

6.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Γίνεται στη συνέχεια η σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν εφαρμόζοντας τις δύο μεθόδους (Ashrae, eQuest).

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης εκφράζονται σε (%) ποσοστό.

Û Θερμικά κέρδη προερχόμενα από τους τοίχους.

Με τη **μέθοδο** Ashrae προέκυψαν θερμικά κέρδη ίσα με: 4442 Btu/h.

Με τη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος eQuest προέκυψαν θερμικά κέρδη ίσα με: 2687 Btu/h.

$$\text{Προκύπτει : } \frac{4442-2687}{4442} = 0,39 \times 100 = 39\%.$$

Διαπιστώνουμε επομένως ότι το αποτέλεσμα που εξάγεται με την εφαρμογή της μεθόδου Ashrae είναι κατά 39% μεγαλύτερο από το αντίστοιχο αποτέλεσμα του eQuest.

Û Θερμικά κέρδη προερχόμενα από τη στέγη.

Με τη **μέθοδο** Ashrae προέκυψαν θερμικά κέρδη ίσα με: 4674,6 Btu/h.

Με τη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος eQuest προέκυψαν θερμικά κέρδη ίσα με: 3929 Btu/h.

$$\text{Προκύπτει : } \frac{4674,6-3929}{4674,6} = 0,15 \times 100 = 15\%.$$

Διαπιστώνουμε επομένως ότι το αποτέλεσμα που εξάγεται με την εφαρμογή της μεθόδου Ashrae είναι κατά 15% μεγαλύτερο από το αντίστοιχο αποτέλεσμα του eQuest.

Û Θερμικά κέρδη λόγω συναγωγής προερχόμενα από τα τζάμια.

Με τη **μέθοδο** Ashrae προέκυψαν θερμικά κέρδη ίσα με: 3650,4 Btu/h.

Με τη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος eQuest προέκυψαν θερμικά κέρδη ίσα με: 4960 Btu/h.

$$\text{Προκύπτει : } \frac{4960-3650,4}{4960} = 0,26 \times 100 = 26\%.$$

Διαπιστώνουμε επομένως ότι το αποτέλεσμα που εξάγεται με την εφαρμογή της μεθόδου eQuest είναι κατά 26% μεγαλύτερο από το αντίστοιχο αποτέλεσμα της Ashrae.

Û Θερμικά κέρδη λόγω ηλιακής ακτινοβολίας προερχόμενα από τα τζάμια.

Με τη **μέθοδο** Ashrae προέκυψαν θερμικά κέρδη ίσα με: 10969,5 Btu/h.

Με τη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος eQuest προέκυψαν θερμικά κέρδη είναι ίσα: 8969 Btu/h.

$$\text{Προκύπτει : } \frac{10969,5-8969}{10969,5} = 0,18 \times 100 = 18\%$$

Διαπιστώνουμε επομένως ότι το αποτέλεσμα που εξάγεται με την εφαρμογή της μεθόδου Ashrae είναι κατά 18% μεγαλύτερο από το αντίστοιχο αποτέλεσμα του eQuest.

Û Θερμικά κέρδη προερχόμενα από τον φωτισμό.

Με τη **μέθοδο** Ashrae προέκυψαν θερμικά κέρδη ίσα με: 11475 Btu/h.

Με τη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος eQuest προέκυψαν θερμικά κέρδη ίσα με: 6777 Btu/h.

$$\text{Προκύπτει : } \frac{11475-6777}{11475} = 0,4 \times 100 = 40\%$$

Διαπιστώνουμε επομένως ότι το αποτέλεσμα που εξάγεται με την εφαρμογή της μεθόδου Ashrae είναι κατά 40% μεγαλύτερο από το αντίστοιχο αποτέλεσμα του eQuest.

Û Θερμικά κέρδη προερχόμενα από τον εξοπλισμό.

Με τη **μέθοδο** Ashrae προέκυψαν θερμικά κέρδη ίσα με: 10200 Btu/h.

Με τη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος eQuest προέκυψαν θερμικά κέρδη ίσα με: 10795 Btu/h.

$$\text{Προκύπτει : } \frac{10795-10200}{10795} = 0,055 \times 100 = 5,5\%$$

Διαπιστώνουμε επομένως ότι το αποτέλεσμα που εξάγεται με την εφαρμογή της μεθόδου eQuest είναι κατά 5,5% μεγαλύτερο από το αντίστοιχο αποτέλεσμα της Ashrae.

Û Αισθητό θερμικό κέρδος ανθρώπων.

Με τη **μέθοδο** Ashrae προέκυψαν θερμικά κέρδη ίσα με: 3450 Btu/h.

Με τη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος eQuest προέκυψαν θερμικά κέρδη ίσα με: 2555 Btu/h.

$$\text{Προκύπτει : } \frac{3450-2555}{3450} = 0,26 \times 100 = 26\%$$

Διαπιστώνουμε επομένως ότι το αποτέλεσμα που εξάγεται με την εφαρμογή της μεθόδου Ashrae είναι κατά 26% μεγαλύτερο από το αντίστοιχο αποτέλεσμα του eQuest.

Û Λανθάνον θερμικό κέρδος.

Με τη **μέθοδο** Ashrae προέκυψαν θερμικά κέρδη ίσα με: 2850 Btu/h.

Με τη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος eQuest προέκυψαν θερμικά κέρδη ίσα με: 3140 Btu/h.

$$\text{Προκύπτει : } \frac{3140-2850}{3140} = 0,092 \times 100 = 9,2\%$$

Διαπιστώνουμε επομένως ότι το αποτέλεσμα που εξάγεται με την εφαρμογή της μεθόδου eQuest είναι κατά 9,2% μεγαλύτερο από το αντίστοιχο αποτέλεσμα της Ashrae.

ΰ Συνολικά θερμικά κέρδη:

Με τη μέθοδο Ashrae προέκυψαν συνολικά θερμικά κέρδη ίσα με: 51711,5Btu/h.

Με τη χρήση του eQuest προέκυψαν συνολικά θερμικά κέρδη ίσα με: 45809 Btu/h.

$$\text{Προκύπτει: } \frac{51711-45809}{51711} = 0,114 \times 100 = 11,4\%$$

Διαπιστώνουμε επομένως ότι τα συνολικά θερμικά κέρδη υπολογισμένα βάσει της μεθόδου Ashrae είναι κατά 11,4% μεγαλύτερα από τα συνολικά θερμικά κέρδη που προκύπτουν με τη χρήση του eQuest.

Στον πίνακα που ακολουθεί παριστάνονται συγκεντρωτικά τα θερμικά κέρδη που προέκυψαν με την εφαρμογή των δύο μεθόδων καθώς και τα αποτελέσματα των μεταξύ τους διαφορών.

Πίνακας 6.1: Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα

Προέλευση Φορτίων	Ashrae [Btu/h]	eQuest [Btu/h]	Διαφορά (%)
Τοίχος, συναγωγή	4442,0	2687	39 (υπέρ Ashrae)
Στέγη	4674,6	3929	15 (υπέρ Ashrae)
Τζάμια, συναγωγή	3650,4	4960	26 (υπέρ eQuest)
Τζάμια, ηλιακά	10969,5	8969	18 (υπέρ Ashrae)
Φωτισμός	11475,0	6777	40 (υπέρ Ashrae)
Εξοπλισμός	10200,0	10795	5,5 (υπέρ eQuest)
Λανθάνον θερμικό κέρδος	2850,0	3140	9,2 (υπέρ eQuest)
Άνθρωποι Αισθητό θερμικό κέρδος	3450,0	2555	26 (υπέρ Ashrae)
Infiltration	*	1759	*
Σύνολο	51711,5	45809	11,4 (υπέρ Ashrae)

6.2 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

1. Με τη μέθοδο Ashrae προέκυψε ότι το μέγιστο ολικό θερμικό κέρδος εμφανίζεται τον Ιούνιο στις 17:00.
Κάνοντας χρήση του υπολογιστικού προγράμματος eQuest το αντίστοιχο φορτίο εμφανίζεται στις 15 Αυγούστου στις 17:00.
2. Το προερχόμενο θερμικό κέρδος λόγω Infiltration (*) εμφανίζεται σαν ξεχωριστή παράμετρος στο eQuest ενώ στη μέθοδο Ashrae το φορτίο αυτό είναι συνυπολογισμένο στα θερμικά κέρδη προερχόμενα από τους τοίχους και τα τζάμια.
Ο μη υπολογισμός του Infiltration σαν ξεχωριστή παράμετρο θερμικών κερδών στη μέθοδο Ashrae δικαιολογεί τις σχετικά μεγάλες ποσοστιαίες διαφορές που παρατηρούνται στη σύγκριση των θερμικών κερδών στους τοίχους και τα τζάμια.
Σημείωση: Επισημάνεται ότι η σύγκριση των αποτελεσμάτων των θερμικών κερδών για τοίχους και τζάμια έγινε χωρίς να λάβουμε υπόψη το φορτίο λόγω Infiltration (1759 Btu/h).
3. Το υπολογιστικό πρόγραμμα eQuest δεν παρέχει την δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει τον τύπο λαμπτήρα (π.χ. πυρακτώσεως, φθορισμού, neon, κλπ), επιλέγει αυτόματα τον βέλτιστο τύπο (μικρό θερμικό κέρδος). Με τη μέθοδο Ashrae υπολογίζονται τα θερμικά κέρδη φωτισμού βάσει του τύπου λαμπτήρα που χρησιμοποιείται.
Στην υπό εξέταση περίπτωση χρησιμοποιούμε λαμπτήρες φθορισμού οι οποίοι παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερα θερμικά κέρδη σε σχέση με τους λαμπτήρες που επιλέγονται αυτόματα από το eQuest.
Με βάση τα παραπάνω δικαιολογείται η διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων των θερμικών κερδών του φωτισμού (40% υπέρ της Ashrae).
4. Η μέθοδος Ashrae υπολογίζει το μέγιστο ολικό θερμικό κέρδος καθώς και το χρόνο εμφάνισής του εξετάζοντας όλα τα πιθανά σενάρια και επιλέγοντας το δυσμενέστερο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να την καθιστά χρονοβόρα και με αυξημένη την πιθανότητα υπολογιστικών σφαλμάτων.
Το υπολογιστικό πρόγραμμα eQuest μετά την κατάλληλη εισαγωγή δεδομένων εμφανίζει αυτόματα το μέγεθος του ολικού θερμικού κέρδους καθώς και το χρόνο εμφάνισής του.

5. Για την εφαρμογή της μεθόδου Ashrae εκτός των δεδομένων απαιτούνται οι σχετικοί μαθηματικοί τύποι και οι διορθωτικοί συντελεστές, από τη σχετική βιβλιογραφία.
Η χρήση του eQuest απαιτεί μόνο την εισαγωγή δεδομένων.
6. Το μέγιστο ολικό θερμικό κέρδος, υπολογισμένο με την μέθοδο Ashrae, είναι κατά 11,4 % μεγαλύτερο από το αντίστοιχο φορτίο που προκύπτει με την χρήση του υπολογιστικού προγράμματος eQuest.
Η εν λόγω διαφορά μειώνεται επιπλέον εάν οι υπολογισμοί για τα θερμικά κέρδη φωτισμού, στη μέθοδο Ashrae, γίνουν κάνοντας χρήση συντελεστών που αφορούν σε λαμπτήρες neon.

6.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Με την χρήση του υπολογιστικού προγράμματος eQuest απαιτείται σημαντικά λιγότερος χρόνος για τους υπολογισμούς και την εξαγωγή αποτελεσμάτων σε σχέση με την εφαρμογή της μεθόδου Ashrae.
2. Με την χρήση του eQuest ελαχιστοποιείται η πιθανότητα εξαγωγής λανθασμένων αποτελεσμάτων, δεδομένου ότι ο χρήστης δεν πραγματοποιεί κανενός είδους υπολογισμό.
Βασική απαίτηση του προγράμματος (όπως και όλων των λογισμικών) είναι η εισαγωγή των ορθών παραμέτρων στην αντίστοιχη επιλογή.
3. Έχοντας σαν σύστημα αναφοράς τα αποτελέσματα που προκύπτουν με την εφαρμογή της μεθόδου Ashrae και λαμβάνοντας υπόψη τις παρατηρήσεις (2,3 και 6) συμπεραίνουμε:
 - Û Η εφαρμογή του λογισμικού δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα ως προς την εκτίμηση του μέγιστου ολικού θερμικού κέρδους και επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί άφοβα, τουλάχιστον για μία πρώτη και γρήγορη εκτίμηση του εν λόγω φορτίου.
 - Û Το eQuest καλό είναι να μην προτιμάται για τον υπολογισμό των επιμέρους μέγιστων θερμικών κερδών τα οποία προέρχονται από τους τοίχους και τα τζάμια.
4. Λαμβάνοντας υπόψη την σχετική βιβλιογραφία [1] καθώς και την εμπειρία σε παρόμοιες μελέτες, διαπιστώνεται ότι τα εξαγόμενα από το eQuest αποτελέσματα ως προς την τιμή του μέγιστου ολικού θερμικού κέρδους καθώς και τον χρόνο εμφάνισής του είναι αντικειμενικότερα σε σχέση με τα αντίστοιχα μεγέθη που υπολογίζονται με την μέθοδο Ashrae.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βάιος Ηλίας Σελλούντος, Θέρμανση – Κλιματισμός Τόμος Α, Γ' Έκδοση 2002.
2. Yunus A.Cengel and Afshin J.Ghajar, Μεταφορά Μάζας και Θερμότητας 4^η Έκδοση.
3. Ιωάννης Καλογήρου, Σημειώσεις Εργαστηρίου Θέρμανση Ψύξη Κλιματισμός 2, Ακαδημαϊκό Έτος 2006 – 2007.
4. Decio Pescetti, Termodinamica, Piccim Editore – Padova 1975.
5. R.Resnick – D.Halliday, Fisica 1 3^a Edizione, Casa Editrice Ambrosiana – Milano 1982.
6. Vincenzo Lorenzelli, Fondamenti di Chimica 2^a Edizione, e.c.i.g. Genova 1981.
7. Syotimary Mathur, Dr. Vishal Garg, Beginners course on eQuest,
Web: www.lbpsaindia.Org.
8. Web: www.doe2.com.
9. Περιοδικό ΤΕΧΝΙΚΑ, Τεύχος 258, Οκτώβριος 2009.
10. Web: www.4m.gr.
11. Web: www.s-Khutwani.hubpages.com.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α – Πίνακες Συντελεστών.

- Û **Πίνακας Α1:** Διαφορές θερμοκρασίας θερμικών κερδών (CLTD) για τον υπολογισμό φορτίων για ηλιαζόμενους τοίχους [Σημειώσεις Καλογήρου].
- Û **Πίνακας Α2:** Διόρθωση (LM) για τον μήνα και τον προσανατολισμό για τοίχους και οροφές για βόρειο πλάτος 40° [Σελλούντος].
- Û **Πίνακας Α3:** Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά (CLTD) για υπολογισμούς θερμικού κέρδους σε επίπεδες οροφές [Σελλούντος].
- Û **Πίνακας Α4:** Θερμικό κέρδος λόγω ανθρώπων σε κλιματιζόμενο χώρο [Καλογήρου].
- Û **Πίνακας Α5:** Διαφορές θερμοκρασίας (CLTD) θερμικών κερδών για συναγωγή μέσω του γυαλιού [Καλογήρου].
- Û **Πίνακας Α6:** Μέγιστοι συντελεστές κέρδους ηλιακής θερμότητας για το γυαλί, Btu/h ft² για βόρεια πλάτη [Καλογήρου].
- Û **Πίνακας Α7:** Συντελεστής θερμικού κέρδους για τζάμια (CLF) για τζάμια με εσωτερική σκίαση (βόρειο πλάτος) [Καλογήρου].
- Û **Πίνακας Α8:** Περιγραφή τοίχων και κατάταξή τους (επιλογή) με τη μέθοδο Ashrae [Σελλούντος].

Πίνακας Α1: Διαφορές θερμοκρασίας θερμικών κερδών (CLTD) για τον υπολογισμό φορτίων για ηλιαζόμενους τοίχους

		Ηλιακός Χρόνος σε ώρες																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		Ομάδα Τοίχων C																							
B		15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	16
BA		19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17	19	20	21	22	22	23	23	23	23	20	21	20
A		22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24
NA		22	21	19	17	15	14	12	12	12	13	16	19	22	24	26	28	29	29	29	29	28	27	26	24
N		21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10	11	14	17	20	22	24	24	25	25	25	24	22
NA		29	27	25	22	20	18	18	15	13	12	11	11	11	13	15	18	22	26	29	32	33	33	32	31
Δ		31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	35	33
BA		25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	26	

Πίνακας Α2: Διόρθωση (LM) για τον μήνα και τον προσανατολισμό για τοίχους και οροφές για βόρειο πλάτος 40°

ΜΗΝΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ					ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ
	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	
Δεκέμβριος	-6	-10	-10	0	+7	-21
Ιανουάριος/Νοέμβριος	-5	-10	-9	+1	+8	-19
Φεβρουάριος/Οκτώβριος	-5	-8	-6	+3	+8	-14
Μάρτιος/Σεπτέμβριος	-4	-5	-3	+4	+7	-8
Απρίλιος/Αύγουστος	-1	-2	0	+2	+3	-3
Μάιος/Ιούλιος	0	0	0	0	+1	+1
Ιούνιος	+1	+1	+1	0	-1	+2

Πίνακας Α3: Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά (CLTD) για υπολογισμούς θερμικού κέρδους σε επίπεδες οροφές

Α/Α	ΕΙΔΟΣ ΣΤΕΓΗΣ	ΒΑΡΑ lb/ft ² (kg/m ²)	k Btu/hrft ² (F) (W/m ² K)	ΤΟΠΙΚΗ ΩΡΑ															
				6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
ΣΤΕΓΕΣ ΧΩΡΙΣ ΨΕΥΔΡΟΦΩΝ																			
1	Εμπροσθιά, πάχος 4", με μόνωση 1"	52 (140)	0,200 (1,12)	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	
2	Όμοιας, μόνωση 2"	52 (140)	0,123 (0,67)	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	
3	Εμπροσθιά, τσιρόπα με μόνωση	75 (202)	0,105 (0,58)	19	15	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	
4	Εμπροσθιά Ε', με 1" μόνωση	75 (202)	0,192 (1,08)	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	
5	Όμοιας με 2" μόνωση	75 (202)	0,117 (0,66)	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	
ΣΤΕΓΕΣ ΜΕ ΨΕΥΔΡΟΦΩΝ																			
6	Εμπροσθιά 4" με μόνωση 1"	53 (146)	0,123 (0,72)	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	36	38	38	
7	Όμοιας, μόνωση 2"	54 (148)	0,090 (0,50)	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	36	38	38	
8	Εμπροσθιά, τσιρόπα με μόνωση	77 (208)	0,082 (0,46)	25	24	23	22	22	22	23	23	25	26	28	31	29	32	33	
9	Εμπροσθιά Β' με 1" μόνωση	77 (208)	0,125 (0,70)	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	33	32	34	34	
10	Όμοιας με 2" μόνωση	77 (208)	0,088 (0,48)	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	33	32	34	34	

Πίνακας Α4: Θερμικό κέρδος λόγω ανθρώπων σε κλιματιζόμενο χώρο

ΒΑΘΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡ.	Τυπικές Περιπτώσεις	ΟΛ.Θερμ.Ενέργειων Ανθρώπων			ΟΛ.Θερμότητα			Αισθητή Θερμότητα			Λαμβάνουσα Θερμότητα		
		Watts	Btu/h	Kcal/hr	Watts	Btu/h	Kcal/hr	Watts	Btu/h	Kcal/hr	Watts	Btu/h	Kcal/hr
Κοιμημένα αναπονευτά	Κινηματοθήρα	115	400	100	100	350	90	60	210	35	40	140	30
Κοιμημένα και μερικές εργαζόμενα	Γραφείο, ξενοδοχεία	140	480	120	120	420	105	65	230	55	55	180	50
Κοιμημένα παράγωγα	Επισκόπια	150	520	130	170	580	145	75	255	60	55	325	80
Εργασία γραφείου	Γραφείο, ξενοδοχεία	195	640	180	150	510	130	75	255	60	75	255	65
Άσκηση ελαφριά ή βαριά (στον με βραδυ βυθιά)	Καταστήματα, τράπεζες	235	820	200	185	640	180	90	315	80	95	325	80
Ελαφριά εργασία	Εργοστάσια	255	890	220	230	780	195	100	345	90	130	435	110
Θέσπιση 5Km/h και ελαφριά εργασία	Εργοστάσια	305	1040	250	305	1040	280	100	345	90	205	695	170
Μηπόσημη	Χώρες Μπένινηκ	350	1200	300	280	960	240	100	345	90	160	615	150
Μονήρης χώρος	Dance hall	400	1380	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Βαρύ εργασία, και έντονη προσπάθεια	Εργοστάσια	470	1600	400	470	1600	400	165	555	140	300	1005	260
Γυμναστική	Γυμναστήρια	555	2000	500	585	1900	480	185	625	160	340	1185	290

Πίνακας Α5: Διαφορές θερμοκρασίας (CLTD) θερμικών κερδών για συναγωγή μέσω του γυαλιού

Ωρα	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
CLTD, F	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

Πίνακας Α6: Μέγιστοι συντελεστές κέρδους ηλιακής θερμότητας για το γυαλί, Btu/h ft² για βόρεια πλάτη

	ΒΒΑ	ΒΑ	ΑΒΑ	Α	ΑΝΑ	ΝΑ	ΝΜΑ			
	Β	ΒΒΔ	ΒΔ	ΔΒΔ	Δ	ΔΝΔ	ΝΔ	ΝΜΔ	Ν	ΟΡΙΖ.
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	20	20	20	74	154	205	241	252	254	133
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	24	24	50	129	186	234	246	244	241	180
ΜΑΡΤΙΟΣ	29	29	93	169	216	238	238	216	206	223
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	34	71	140	190	224	223	203	170	154	252
ΜΑΙΟΣ	37	102	165	202	220	208	175	133	113	265
ΙΟΥΝΙΟΣ	48	113	172	205	216	199	161	116	95	267
ΙΟΥΛΙΟΣ	38	102	163	198	216	203	170	123	109	262
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	35	71	135	185	216	214	196	165	149	247
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	30	87	160	203	227	226	209	200	215
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	25	25	49	123	180	225	238	235	234	177
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	20	20	20	73	151	201	237	245	250	132
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	18	18	18	60	135	188	232	249	253	113

Πίνακας Α7: Συντελεστής θερμικού κέρδους για τζάμια (CLF) για τζάμια με εσωτερική σκίαση (βόρειο πλάτος)

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜ ΟΣ ΤΖΑΜΙΟΥ	Είδος Κατασκευ ής	ΗΛΙΑΚΗ ΩΡΑ																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
B	Στοβελιό ← L Μπενιό ← M Βορειό ← H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		0,7	5	4	4	5	0	0,7	0,6	0,5	0,4	1	7	1	1	8	4	7	0	2	7	9	5	2	0	8
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,6	0,5	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,9	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0
BA	L M H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
A	L M H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
NA	L M H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
N	L M H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
NA	L M H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Δ	L M H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Πίνακας Α8: Περιγραφή τοίχων και κατάταξή τους (επιλογή) με τη μέθοδο *Ashrae*

ΚΩΔΙΚΟΣ ΟΜΑΔΑΣ	ΚΥΡΙΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΥΠΟΣΘΕΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΜΑΖΑ		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ		ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ
			kg/m ²	kg/m ³	Et/m ² F	W/m ² K	
C	Ταύβλα εφesus 4"	Κενό αέρα και ταύβλο άφευξ 4"	83	224	0,353	2,00	A0, A2, B1, E0
D		Καινό ταύβλο 4"	93	243	0,415	2,33	A0, A2, C4, E', E0
C		1" μόνωση ή κενό αέρα και 4" κοινό ταύβλο	93	243	0,174 - 0,301	0,93 - 1,69	A0, A2, C4, B', B2, E', E0
B		2" μόνωση και 4" κοινό ταύβλο	83	233	0,111	0,62	A0, A2, B3, C4, E1, E0
B		8" καινό ταύβλο	130	351	0,302	1,70	A0, A2, C6, E', E0
C	Ταύβλο εφesus 4"	Κενό αέρα και συμπαγές (π.χ. μπετόν) πάχους 2"	94	254	0,350	1,96	A0, A2, B1, C5, E1, E0
B		2" μόνωση και 4" συμπαγές	97	262	0,113	0,65	A0, A2, B3, C5, E1, E0
E	Συμπαγές τείχος με φινιρίσμα (π.χ. σοβάκιμα)	4" συμπαγές	63	170	0,583	3,29	A0, A1, C6, E', E0
D		4" συμπαγές και 1" ή 2" μόνωση	63	170	0,119 - 0,200	0,57 - 1,12	A0, A1, C6, B1/B2, E1, E0
C		8" συμπαγές	109	294	0,490	2,75	A0, A1, C10, E1, E0
B		3" συμπαγές + 1" ή 2" μόνωση	110	297	0,115 - 0,187	0,55 - 1,05	A0, A1, C10, B1/B2, E1, E0
B		12" συμπαγές	156	421	0,421	2,36	A0, A1, C11, E1, E0
A		12" συμπαγές + 1" ή 2" μόνωση	156	421	0,113	0,63	A0, C11, B3, A6, E0