



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ
ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ
DEVELOPING COMPUTATIONAL MODEL FOR
CALCULATING HEATING AND
COOLING LOADS FOR BUILDINGS

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κωνσταντίνος Παπανικολάου

Επιβλέπων: Χρίστος Τζιβανίδης-Λέκτορας Ε.Μ.Π
Επιμέλεια: Μ. Γρ. Βραχόπουλος-Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
Επιστημονικός Συνεργάτης Ε.Μ.Π

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012



Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί αρκετά και ανταγωνιστικά λογισμικά προγράμματα τα οποία υπολογίζουν θερμικά και ψυκτικά φορτία κτιρίου. Στόχος αυτής της διατριβής είναι η δημιουργία ενός υπολογιστικού μοντέλου, κάτι αντίστοιχο του οποίου δεν υπάρχει, για τον υπολογισμό θερμικών και ψυκτικών φορτίων παντρεμένο με την γεωθερμία. Τι εννοούμε? Τη διαστασιολόγηση της Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας (ΓΑΘ), του γεωεναλλάκτη, των αριθμό των γεωτρήσεων και της αντλίας κυκλοφορίας ανάλογα με τα φορτία του κτιρίου και των υλικών του υπεδάφους.

Το πρόγραμμα που αναπτύχθηκε ονομάζεται L&G (από το Loads & Geothermal) και η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται είναι Microsoft Office Access σε συνδυασμό με τη Visual Basic, ούτως ώστε να είναι πιο εύχρηστο και απλουστευμένο προς το χρήστη. Η μεθοδολογία υπολογισμού που αναπτύσσεται πίσω από το πρόγραμμα είναι η Cooling Loads Temperature Difference (CLTD-method) και η DIN 4701/77 για τα ψυκτικά και θερμικά φορτία αντίστοιχα.

Abstract

The last few years several and equally competitive software programs have developed which calculate heating and cooling loads of the building. The goal of this thesis is to create a computer model, which similar of it does not exist till date, and which calculates heating and cooling loads married with geothermal energy. What does that mean? That is the sizing of geothermal heat pump (GSHP), the heat exchanger, the number of wells and pump traffic as loads of the building and subsoil material.

The program developed is called L & G (from Loads & Geothermal) and the programming language used is Microsoft Office Access in conjunction with Visual Basic for an easy and simplified for the user interface. The calculation methodology developed behind the project is the Cooling Loads Temperature Difference (CLTD-method) and DIN 4701/77 for the cooling and heating loads respectively.

Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία χωρίζεται σε δυο μέρη. Το πρώτο μέρος αναφέρεται στο θεωρητικό κομμάτι στο οποίο στηρίζεται το δεύτερο μέρος το οποίο είναι το λειτουργικό.

Αναλυτικά στο πρώτο κεφάλαιο του πρώτου μέρους αναφέρεται η λεπτομερής μεθοδολογία υπολογισμού των ψυκτικών φορτίων δηλαδή πως υπολογίζονται τα φορτία των οροφών, των τοίχων, των υαλοπινάκων, τα φορτία από τους ανθρώπους, το φωτισμό και από την ανανέωση και διείσδυση αέρα καθώς και η αναλυτική μεθοδολογία για τον υπολογισμό των θερμικών φορτίων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια θεωρητική περιγραφή για την γεωθερμία στο οποίο περιέχει τους τύπους των γεωθερμικών συστημάτων, την λειτουργία των Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ) καθώς τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της Γεωθερμίας.

Το δεύτερο μέρος γίνεται αναφορά στο λειτουργικό μέρος της διπλωματικής εργασίας δηλαδή στην επεξήγηση της λειτουργίας του λογισμικού προγράμματος ώστε ο χρήστης να μπορεί να κατανοήσει τη σωστή λειτουργία και τις δυνατότητες του προγράμματος καθώς και τη σωστή εισαγωγή των δεδομένων . Στο τέλος γίνεται μια αναφορά στις προοπτικές του προγράμματος.

Περιεχόμενα

A- ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Φορτία.....	
1.1 Εισαγωγή.....	5
1.2 Ψυκτικά Φορτία.....	8
1.2.1 Φορτία Οροφών.....	9
1.2.2 Φορτία Τοίχων.....	14
1.2.3 Φορτία από Ακτινοβολία και Αγωγή μέσα από Υαλοπίνακες.....	20
1.2.4 Φορτία από Εσωτερικά τοιχώματα.....	28
1.2.5 Φορτία από Εσωτερικές πηγές.....	29
1.2.6 Φορτίο από Ανθρώπους.....	34
1.2.7 Φορτίο από ανανέωση και διείσδυση αέρα στο χώρο.....	37
1.3 Θερμικά Φορτία.....	40
1.3.1 Απώλειες θερμοπερατότητας.....	40
1.3.2 Απώλειες διείσδυσης αέρα ή αερισμού.....	41
2. Γεωθερμία.....	
2.1 Ορισμός γεωθερμίας.....	44
2.1.1 Αβαθής Γεωθερμία.....	46
2.2 Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας (Ground Coupled Source Pumps).	47
2.2.1 Γενικά για τις Αντλίες Θερμότητας.....	47
2.2.2 ΓΑΘ Συνδεδεμένες με το Υπέδαφος (Ground Coupled Heat Pumps)....	50
2.2.3 Κάθετα Συστήματα ΓΑΘ Κλειστού Κυκλώματος.....	51
2.2.4 Οριζόντια Συστήματα ΓΑΘ Κλειστού Κυκλώματος.....	52
2.2.5 Παράγοντες που Επηρεάζουν την Αποδοτικότητα μιας εγκατάστασης ΓΑΘ.....	52
2.3 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα.....	53

B-ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Ανάπτυξη Δομής Λογισμικού L&G.....	
1.1. Εισαγωγή στο Πρόγραμμα.....	56
1.2. Επιλογή Έργου/Δημιουργία νέου.....	56
1.3. Εισαγωγή Δεδομένων.....	58
1.3.1. Ψυκτικά/Θερμικά Φορτία.....	58



1.3.1.1.	Φορτία Φωτισμού.....	60
1.3.1.2.	Φορτία από Ανθρώπους.....	61
1.3.1.3.	Φορτία Ανανέωσης Αέρα	61
1.3.1.4.	Φορτία Τοίχων και Υαλοπινάκων.....	62
1.3.1.5.	Φορτία Οροφής.....	64
1.4.	Γεωθερμία	65
1.5.	Αποτελέσματα.....	67
1.6.	Διαχείριση.....	67
2.	Εφαρμογή.....	68
3.	Συμπεράσματα.....	90
	Βιβλιογραφία.....	92



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία δεν θα ήταν δυνατό να υλοποιηθεί χωρίς την βοήθεια ορισμένων ανθρώπων τους οποίους ήθελα να ευχαριστήσω.

Καταρχάς θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αγαπημένο μου θείο Χρύση ο οποίος με έφερε σε επαφή με τον κ. Μ. Γρ. Βραχόπουλο – καθηγητή ΤΕΙ Χαλκίδας, Δρ Μηχανολόγο Μηχανικό, Επιστημονικό Συνεργάτη Ε.Μ.Π. ο οποίος με την καθοδήγησή του, την γνώση και την πείρα του στη Γεωθερμική Ενέργεια συνέβαλε καθοριστικά στην ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας τον οποίο και ευχαριστώ από καρδιάς.

Ευχαριστώ τον καθηγητή μου κ. Χρ. Τζιβανίδη - Λέκτορα Ε.Μ.Π για την επιστημονική εποπτεία του.

Από τα βάθη της ψυχής μου θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και τα αδέρφια μου που ήταν πάντοτε αρωγοί και συμπαραστάτες της προσπάθειάς μου καθώς και όλους τους φίλους για την ψυχολογική υποστήριξή τους.

Τέλος θέλω να απευθύνω ένα μεγάλο ευχαριστώ στο Πανάγαθο ΘΕΟ που με αξίωσε να φοιτήσω και να αποπερατώσω τις σπουδές μου στο Ε.Μ.Π. ένα εξαιρετο Πανεπιστήμιο με εξαιρετους καθηγητές επιστήμονες καθώς και συμφοιτητές με αρχές και ιδανικά.

Κωνσταντίνος Παπανικολάου

Οκτώβριος 2012

A- ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΦΟΡΤΙΑ

1.1 Εισαγωγή

Υπό τον όρο φορτίο, ορίζεται ουσιαστικά το πόσο θερμότητας, αισθητό και λανθάνον, που πρέπει να αφαιρεθεί, αντίθετα να προστεθεί κατά το χειμώνα, από ένα χώρο με σκοπό αυτός να διατηρηθεί ή να οδηγηθεί στις επιθυμητές συνθήκες άνεσης.

Ουσιαστικά υπό τον όρο φορτίο δεν καλύπτονται απαιτήσεις καθαρότητας, θορύβου κ.λπ., παρά μόνο οι άμεσα ενεργειακές (θερμικές) απαιτήσεις.

Η ύπαρξη των φορτίων μπορεί να οφείλεται σε εξωτερικούς παράγοντες, όπως είναι η θερμοκρασία περιβάλλοντος και η ηλιακή ακτινοβολία, σε εσωτερικούς παράγοντες όπως είναι οι δραστηριότητες που αναπτύσσονται στον χώρο, η ύπαρξη φωτισμού, κινητήρων και συσκευών, και τέλος το «βάρος» του χώρου και τα υλικά το οποίο περιέχονται σε αυτόν και άλλα. Για συνήθεις χρήσεις κτηρίων, καθοριστικός παράγοντας στην ανάπτυξη των φορτίων είναι το περιβάλλον το οποίο δρα με δυο τρόπους στις συνθήκες του κτηρίου, κατ' αρχάς με την ανάπτυξη θερμοκρασιακού δυναμικού που προέρχεται από την θερμοκρασιακή του κατάσταση και από το μέγεθος της ηλιοφάνειας και κατά δεύτερο από την απαίτηση εισόδου αέρα περιβάλλοντος στους χώρους για την ανανέωση του (φρεσκάρισμα). Το δεύτερο σκέλος είναι απαραίτητο για κάθε χώρο σε διάφορα ποσοστά που οφείλονται κυρίως στην χρήση του χώρου.

Κατά την περίοδο του χειμώνα γίνεται αναφορά στην έννοια **θερμικό φορτίο** που ορίζει την απαίτηση του χώρου σε θερμική ενέργεια για την κάλυψη των θερμικών διαρροών που δημιουργούνται λόγω του ψυχρού περιβάλλοντος. Αντίθετα κατά την περίοδο του θέρους γίνεται αναφορά στον όρο **ψυκτικό φορτίο** που ορίζεται από την απαίτηση αφαίρεσης θερμότητας από τον χώρο με σκοπό την κάλυψη των εισροών θερμότητας που δημιουργούνται λόγω του θερμού περιβάλλοντος αλλά και των αναπτυσσόμενων και παραγόμενων εντός του χώρου ποσοτήτων θερμότητας.

Η διάκριση αυτή ουσιαστικά δεν ορίζει ούτε ορίζεται από την διαδικασία υπολογισμού των φορτίων κάθε εποχής, ορίζει όμως την εικόνα και τα αίτια της ύπαρξης των φορτίων.

Χαρακτηριστικά μεγέθη, τα οποία συντελούν στην ανάπτυξη των φορτίων ορίζονται τα παρακάτω:

Θερμικό κέρδος, ορίζεται το ποσό θερμότητας που εισέρχεται ή παράγεται μέσα στο χώρο στην μονάδα του χρόνου από οποιαδήποτε πηγή και είναι το αίτιο της δημιουργίας των

ψυκτικών φορτίων κατά το θέρος ή της μείωσης των θερμικών φορτίων το χειμώνα.

Θερμικό φορτίο, ορίζεται ως ο ρυθμός παραγωγής ή διάθεσης θερμότητας στο χώρο με σκοπό την δημιουργία των επιθυμητών συνθηκών άνεσης.

Ψυκτικό φορτίο χώρου, ορίζεται ως ο ρυθμός αφαίρεσης θερμότητας από το χώρο με σκοπό την δημιουργία και διατήρηση των επιθυμητών συνθηκών άνεσης.

Θερμοχωρητικότητα χώρου ή δρώσα θερμοχωρητικότητα, ορίζεται ως ο παράγοντας αδράνειας του χώρου για την διατήρηση της πρότερης κατάστασης (προηγούμενων συνθηκών) ή αλλιώς η αντίσταση του χώρου στην επίτευξη της μεταβολής των συνθηκών αυτών. Η θερμοχωρητικότητα του χώρου αποκτά σημαντικό ρόλο σε περιπτώσεις περιοδικής (μερικής χρονικά) χρήσης του χώρου όπου οι εγκαταστάσεις κλιματισμού λειτουργούν για πεπερασμένο χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αντίθετα ο ρόλος της είναι μηδενικός ή ασήμαντος κατά τη συνεχή χρήση του χώρου όπου οι εγκαταστάσεις κλιματισμού παρεμβαίνουν συνεχώς στην διατήρηση των επιθυμητών συνθηκών άνεσης στον χώρο.

Φορτίο στοιχείου (συσκευής), ορίζεται η θερμική (αντίστοιχα ψυκτική) ισχύς της συσκευής που θα χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη των φορτίων του χώρου και η οποία λαμβάνει υπόψη της πέραν των φορτίων του χώρου, την αδράνεια του χώρου και της εγκατάστασης κλιματισμού και την γήρανση της εγκατάστασης με στόχο την επί μακρό χρονικό διάστημα (τουλάχιστον 20 ετών) αποδοτική λειτουργία του συστήματος.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά μεγέθη ορίζουν επακριβώς τις αιτίες και τα αποτελέσματα των παρεμβάσεων για την δημιουργία των επιθυμητών συνθηκών άνεσης. Κατά τη χειμερινή περίοδο το θερμικό κέρδος του χώρου, ως συμπληρωματική θερμότητα βοηθά (μειώνει) τα θερμικά φορτία του χώρου και της συσκευής, αντίθετα κατά τη θερινή περίοδο ως αίτιο δημιουργίας φορτίου επιβαρύνει τα ψυκτικά φορτία του χώρου και της συσκευής.

Χαρακτηριστική διάκριση στην συμπεριφορά των εγκαταστάσεων κατά τις δυο περιόδους, χειμώνας και θέρος, είναι η σταθερότητα των φορτίων. Κατά το χειμώνα και ειδικότερα τις βεβαρημένες ημέρες παρουσιάζεται ομοιομορφία στην θερμική απαίτηση κατά τη διάρκεια της ημέρας εφόσον η διακύμανση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος είναι σχετικά μικρή ($\pm 2 \div 4\text{K}$) και η ηλιοφάνεια περιορισμένη. Αντίθετα κατά το θέρος παρουσιάζεται έντονη ανομοιομορφία στα ψυκτικά φορτία κατά τη διάρκεια της ημέρας (σε συνήθεις κατασκευές) εφόσον η διακύμανση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος είναι έντονη ($\pm 10 \div 14\text{K}$) και η ηλιοφάνεια στην μέγιστή έντασή της. Είναι χαρακτηριστικό ότι κατά τη διάρκεια του θερινού κλιματισμού υπάρχει η πιθανότητα σε χώρους να παρουσιάζεται κατά τη διάρκεια μιας ημέρας ανάγκη ψύξης και στη συνέχεια απαίτηση θέρμανσης, ειδικά κατά τις νυκτερινές ώρες όπου η θερμοκρασία περιβάλλοντος μειώνεται η δε ηλιοφάνεια μηδενίζεται.

Οι παράγοντες που επιδρούν στον υπολογισμό των φορτίων είναι πολλοί και συνδέονται μεταξύ τους με τρόπο που συχνά ο ακριβής υπολογισμός των φορτίων που δημιουργούνται είναι δύσκολος. Πολλοί από τους παράγοντες των φορτίων μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου και μάλιστα με τρόπο ώστε ο υπολογισμός της συνισταμένης τιμής για κάθε χώρο ή και για όλο το κτήριο να χρειάζεται εφαρμογή ειδικής μεθοδολογίας.

Ο κλιματισμός επεμβαίνει στον χώρο (ή στους χώρους) κάθε χρονική στιγμή για όλη τη διάρκεια του έτους και πρέπει να έχει την ικανότητα η εγκατάστασή του να ελέγχει και να δημιουργεί κάθε στιγμή τις επιθυμητές συνθήκες. Σε συστήματα με ζώνες (συστήματα που κλιματίζουν περιοχές των κτηρίων) η κάθε ζώνη έχει ανεξάρτητο έλεγχο της θερμοκρασίας και είναι δυνατόν την ίδια στιγμή, άλλες ζώνες να θερμαίνουν τους χώρους στους οποίους επιδρούν ενώ άλλες να τους ψύχουν.

Μπορεί να γίνει διάκριση σε μερικούς από τους ρυθμούς θερμότητας οι οποίοι μεταβάλλονται κατά την διάρκεια του έτους.

- α. Θερμικό κέρδος χώρου
- β. Ψυκτικό φορτίο χώρου
- γ. Ρυθμός απομάκρυνσης της θερμότητας από τον χώρο
- δ. Φορτίο ψυκτικού στοιχείου (συσκευής).

Για ακριβή εξέταση των στοιχείων του χώρου που πρόκειται να κλιματιστεί, είναι απαραίτητο να λαμβάνονται υπόψη οι εξής συνιστώσες:

1. Ο προσανατολισμός του κτηρίου και η θέση του χώρου σ' αυτό.
2. Οι διαστάσεις του χώρου.
3. Τα υλικά κατασκευής του χώρου, το μέγεθος αυτών και η σχετική θέση τους στον χώρο.
4. Η χρήση του χώρου.
5. Το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται ο χώρος (τρόπος με τον οποίο υπάρχει το κτήριο στην περιοχή).
6. Τα ανοίγματα που έχει ο χώρος.
7. Οι συσκευές που υπάρχουν στο χώρο ή τον επηρεάζουν.
8. Ο αερισμός του χώρου.

1.2 Ψυκτικά Φορτία

Η ASHRAE δημοσίευσε τη μέθοδο της θερμοκρασιακής διαφοράς ψυκτικού φορτίου (Cooling load temperature difference method, CLTD), με την οποία υπολογίζεται άμεσα η τιμή του ψυκτικού φορτίου CL σε (Watt) από τη σχέση :

$$CL = U A (CLTD) \text{ Watt} \quad (1)$$

όπου: A: η επιφάνεια τοιχώματος ή οροφής σε m²

CLTD: η θερμοκρασιακή διαφορά ψυκτικού φορτίου σε °C

CL: Το ψυκτικό φορτίο σε Watt

Στην πραγματικότητα η σχέση 1 μέσω του παράγοντα CLTD μετατρέπεται το θερμικό κέρδος (HG) σε ψυκτικό φορτίο το οποίο μπορεί να εκφραστεί και μέσω της σχέσης:

$$CL = CLF \cdot HG \text{ Watt} \quad (2)$$

όπου: CLF: ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου.

1.2.1 Φορτία Οροφών

Στον Πίνακα 1 δίνονται οι τιμές της CLTD για οροφές.

Αναφορά στον πίνακα 1 (οροφές)

- α. Ο πίνακας αναφέρεται στην 21η Ιούλη και για 40° Βόρειο γεωγραφικό πλάτος. Αντίστοιχοι πίνακες έχουν εκδοθεί για άλλα γεωγραφικά πλάτη και αναφέρονται αναλυτικά στα αντίστοιχα ASHRAE Transactions
- β. Αναφέρεται σε επίπεδη και σκουρόχρωμη επιφάνεια οροφής (με μεγάλη δηλαδή απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας).
- γ. Αναφέρεται σε εσωτερική θερμοκρασία χώρου $T_x=25,5^{\circ}\text{C}$.
- δ. Αναφέρεται σε μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία $T_o=35^{\circ}\text{C}$.
- ε. Αναφέρεται σε μέση ημερήσια τιμή εξωτερικής θερμοκρασίας $T_{o,m}=29,4^{\circ}\text{C}$.
- στ. Αναφέρεται σε μέση ημερήσια διακύμανση θερμοκρασία περιβάλλοντος $\Delta T_o=11,2\text{ K}$.
- ζ. Αναφέρεται σε τιμή του συντελεστή συναγωγιμότητας (μεταφοράς θερμότητας) για εξωτερικό αέρα $h_o=16,9\text{ W/m}^2\text{ K}$.
- η. Αναφέρεται σε τιμή του συντελεστή συναγωγιμότητας για αέρα χώρου $h_i=8,3\text{ W/m}^2\text{ K}$.

Οι συμβολισμοί του τύπου της οροφής για κάθε τιμή τους (1-13) στον πίνακα 1, αναπτύσσονται στον πίνακα 1α. Όταν γίνεται αναφορά σε διαφορετικές συνθήκες από αυτές της κατασκευής του πίνακα 1, η τιμή της διαφοράς CLTD που χρησιμοποιείται εξάγεται από τη σχέση:

$$(\text{CLTD})_{\text{corr}} = \{[(\text{CLTD})_{\text{πίνακα}} + \Delta] \cdot k_o + (25.5 - T_i) + (T_o - 29.4)\} \cdot f \quad (3)$$

όπου:

(CLTD)_{πίνακα} : η τιμή του CLTD από τον πίνακα 1

Δ : η διόρθωση για το γεωγραφικό πλάτος και το μήνα, μέγεθος που λαμβάνεται από τον πίνακα 2, για οριζόντια επιφάνεια.

k_o : συντελεστής προσαρμογής χρώματος (απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας, παίρνει την τιμή 1 όταν γίνεται αναφορά σε σκουρόχρωμα ή ανοικτού χρώματος κτήρια που ανήκουν σε βιομηχανικές περιοχές, 0.83 για τοίχους μόνιμως μέσου χρώματος (αγροτική περιοχή) και την τιμή 0.5 για ανοιχτόχρωμα κτήρια σε αγροτικές περιοχές.

T_i : η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου σε °C

T_o : η μέση τιμή της εξωτερικής θερμοκρασίας σε °C

f : ο συντελεστής ροής του αέρα από οροφή, παίρνει την τιμή 1 όταν δεν υπάρχει ροή και την τιμή 0.75 όταν υπάρχει ροή από την οροφή (πχ αεραγωγοί, κλπ).

Πίνακας 1. Θερμοκρασιακές διαφορές ψυκτικού φορτίου για οροφές (CLTD)

α/α	Ειδική Μάζα kg/m ²	U W/m ² K	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
Χωρίς Σκίαση																										
1	34	1.209	0	-1	-2	-2	-3	-2	3	11	19	21	34	40	43	44	43	39	33	25	11	10	7	5	3	1
2	39	0.965	3	2	0	-1	-2	-2	-1	2	8	15	22	29	35	39	41	41	39	35	29	21	15	11	8	5
3	88	1.209	5	3	1	0	-1	-2	-2	1	5	11	17	23	31	36	39	40	40	31	32	25	19	14	10	7
4	142	1.170	7	5	3	2	0	-1	0	2	6	11	17	23	28	33	36	37	37	34	30	25	20	16	12	10
5	44	0.619	2	0	-2	-3	-4	-4	-4	-2	3	9	15	22	27	32	35	36	35	32	27	20	14	10	6	3
6	117	0.897	12	10	7	5	3	2	1	0	2	4	8	13	18	24	29	33	35	36	35	32	28	24	19	16
7	63	0.738	16	13	11	9	7	6	4	3	4	5	8	11	15	19	23	27	29	31	31	30	27	25	22	19
8	151	0.715	20	17	14	12	10	8	6	5	4	4	5	7	11	14	18	22	25	28	30	30	29	27	25	22
9	254	0.61	14	12	10	8	17	5	4	4	6	8	11	15	18	22	25	28	29	30	29	27	24	21	19	16
10	63	0.528	18	15	13	11	9	8	6	5	5	5	7	10	13	17	21	24	27	28	29	29	27	25	23	20
11	366	0.602	19	17	15	14	12	11	9	8	7	8	8	10	12	15	18	20	22	24	25	26	25	24	22	21
12	366	1.090	18	16	14	12	11	10	9	8	8	9	10	12	15	17	20	22	24	25	25	25	24	22	20	19
13	83	0.602	21	20	18	17	15	14	13	11	10	9	9	9	10	12	14	16	18	20	22	23	24	24	23	12
Με Σκίαση																										
1	44	0.761	1	9	-1	-2	-3	-3	0	5	13	20	28	35	40	43	43	41	37	31	23	15	10	7	5	3
2	49	0.653	11	8	6	5	3	2	1	2	4	7	12	17	22	27	31	33	35	34	32	28	24	20	17	14
3	97	0.761	10	8	6	4	2	1	0	0	2	6	10	16	21	27	31	34	36	36	34	30	26	21	17	13
4	148	0.744	16	14	13	11	10	8	7	7	8	9	11	14	17	19	22	24	25	26	26	25	23	21	20	18
5	49	0.471	14	11	9	7	5	4	3	3	4	6	10	14	18	23	27	30	31	32	31	29	26	22	19	16
6	127	0.619	18	15	13	11	9	7	6	4	4	4	6	9	12	16	20	24	27	29	30	30	28	26	23	20
7	73	0.548	19	18	16	14	13	12	10	9	8	8	9	10	12	14	17	19	21	23	24	25	24	23	22	21
8	161	0.528	22	20	18	16	15	13	11	10	9	8	8	8	9	11	14	16	19	21	23	25	25	25	24	23
9	259	0.727	17	16	15	14	13	13	12	11	11	11	12	13	15	16	18	19	20	21	21	21	21	20	19	18
10	73	0.409	19	18	17	16	14	13	12	11	10	10	10	11	12	14	16	18	19	21	22	23	23	22	22	21
11	376	0.466	17	16	16	15	15	14	13	13	13	12	12	13	13	14	15	16	16	17	18	18	19	18	18	18
12	376	0.710	16	16	15	15	14	13	13	12	12	12	12	13	14	15	16	17	18	18	19	19	19	18	18	18
13	93	0.465	20	19	19	18	17	16	15	14	14	13	12	12	12	12	13	14	15	16	18	19	20	20	20	20

Σημείωση - Παρατήρηση

Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται ενδεικτική τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (θερμικής αγωγιμότητας, συναγωγιμότητας και ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος) U σε W/m^2K για κάθε τύπο οροφής (που αναφέρονται στον πίνακα 1α). Η τιμή αυτή είναι ενδεικτική και χρησιμοποιείται μόνο όταν γίνεται αναφορά σε οροφές παρόμοιες με αυτές του πίνακα, δηλαδή να εμφανίζουν όμοια ή παραπλήσια τιμή στην πυκνότητα ρ και στην θερμοχωρητικότητα C .

Για άλλες περιπτώσεις είναι απαραίτητο να γίνει ο υπολογισμός της τιμής U .

Πίνακας 1α. "Εξήγηση των συμβολισμών (αριθμήσεων), χαρακτηρισμού οροφών"

α/α	Είδος - Υλικό οροφής
1	Χαλύβδινη λαμαρίνα με μόνωση πάχους 25mm
2	Ξύλινη (με πάχος 25mm) και με μόνωση πάχους 25mm
3	Από μπετόν πάχους 100mm
4	Από μπετόν πάχους 50mm και μόνωση πάχους 25mm
5	Ξύλινη (με πάχος 25mm) και με μόνωση πάχους 50mm
6	Από μπετόν πάχους 150mm
7	Ξύλινη (με πάχος 63mm) και με μόνωση πάχους 25mm
8	Από μπετόν πάχους 200mm
9	Από μπετόν πάχους 100mm και μόνωση πάχους 25mm
10	Ξύλινη (με πάχος 63mm) και με μόνωση πάχους 50mm
11	Οροφή με τaráτσα
12	Από μπετόν πάχους 150mm και μόνωση πάχους 25mm
13	Ξύλινη (με πάχος 100mm) και μόνωση πάχους 25mm

Πίνακας 2. "Διορθωτικός συντελεστής Δ (για το γεωγραφικό πλάτος και το μήνα) που χρησιμοποιείται στη διόρθωση της τιμής του CLTD για τοίχους και οροφές. Για Νότιο γεωγραφικό πλάτος αναστρέφονται οι μήνες"

ΒΟΡ. ΓΕΩΓ. ΠΛΑΤΟΣ	Μήνας	B	BBA BBΔ	BA BΔ	ABA ΔBΔ	A Δ	ANA ΔNΔ	NA NΔ	NNA NNΔ	N	ΟΡΙΖ.
0	ΔΕΚ	-1.6	-2.7	-2.7	-2.7	-1.1	0.0	1.6	3.3	5.0	-0.5
"	ΓΕΝ-ΝΟΕ	-1.6	-2.7	-2.2	-2.2	-0.5	0.0	1.1	2.2	3.8	-0.5
"	ΦΛΕ-ΟΚΤ	-1.6	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	-0.5	0.0	-0.5	3.8	0.0
"	ΜΑΡ-ΣΕΠ	-1.6	0.0	0.5	-0.5	-0.5	-1.6	-1.6	-2.7	-4.4	0.0
"	ΑΠΡ-ΑΥΓ	2.7	2.2	1.6	0.0	-1.1	-2.7	-3.3	-4.4	-4.4	-1.1
"	ΜΑΗ-ΙΟΥ	5.3	3.8	2.7	0.0	-1.6	-3.8	-4.4	-5.0	-4.4	-2.2
"	ΙΟΥΝ	6.6	5.0	2.7	0.0	-1.6	-3.8	-5.0	-5.5	-4.4	-2.7
8	ΔΕΚ	-1.6	-3.3	-3.3	-3.3	-1.6	0.0	2.2	4.4	6.6	-2.7



”	ΓΕΝ-ΝΟΕ	-1.6	-2.7	-3.3	-2.7	-1.1	0.0	1.6	3.3	5.5	-2.2
”	ΦΛΕ-ΟΚΤ	-1.6	-2.2	-1.6	-0.5	-0.5	0.5	0.5	1.1	2.2	-0.5
”	ΜΑΡ-ΣΕΠ	-1.6	-1.1	-0.5	-0.5	-0.5	-1.1	-1.1	-1.6	-2.2	0.0
”	ΑΠΡ-ΑΥΓ	1.1	1.1	1.1	0.0	-0.5	-2.2	-2.7	-3.8	-3.8	-0.5
”	ΜΑΗ-ΙΟΛ	3.8	2.7	2.2	0.0	-1.1	-2.7	-3.8	-5.0	-3.8	-1.1
”	ΙΟΥΝ	5.0	3.3	2.2	0.0	-1.1	-3.3	-4.4	-5.0	-3.8	-1.1
16	ΔΕΚ	-2.2	-3.3	-4.4	-4.4	-2.2	-0.5	2.2	5.0	7.2	-5.0
”	ΓΕΝ-ΝΟΕ	-2.2	-3.3	-3.8	-3.8	-2.2	-0.5	2.2	4.4	6.6	-3.8
”	ΦΛΕ-ΟΚΤ	-1.6	-2.7	-2.7	-2.2	-1.1	0.0	1.1	2.7	3.8	-0.5
”	ΜΑΡ-ΣΕΠ	-1.6	-1.6	-1.1	-1.1	-0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	-0.5
”	ΑΠΡ-ΑΥΓ	-0.5	0.0	-0.5	-0.5	-0.5	-1.6	-1.6	-2.7	-3.3	0.0
”	ΜΑΗ-ΙΟΛ	2.2	1.6	1.6	0.0	-0.5	-2.2	-2.7	-3.8	-3.8	0.0
”	ΙΟΥΝ	3.3	2.2	2.2	0.5	-0.5	-2.2	-3.3	-4.4	-3.8	0.0
24	ΔΕΚ	-2.7	-3.3	-5.0	-5.5	-3.8	-1.6	1.6	5.0	7.2	-7.2
”	ΓΕΝ-ΝΟΕ	-2.2	-3.8	-4.4	-5.0	-3.3	-1.6	1.6	5.0	7.2	-6.1
”	ΦΛΕ-ΟΚΤ	-2.2	-3.3	-3.3	-3.3	-1.6	-0.5	1.6	3.8	5.5	-3.8
”	ΜΑΡ-ΣΕΠ	-1.6	-2.7	-1.6	-1.6	-0.5	-0.5	0.5	1.1	2.2	-1.6
”	ΑΠΡ-ΑΥΓ	-1.1	-2.2	0.0	-0.5	-0.5	-1.1	-0.5	-1.1	-1.6	0.0
”	ΜΑΗ-ΙΟΛ	-0.5	1.1	1.1	0.0	0.0	-1.6	-1.6	-2.7	-3.3	0.5
”	ΙΟΥΝ	1.6	1.6	1.6	0.5	0.0	-1.6	-2.2	-3.3	-3.3	0.5
32	ΔΕΚ	-2.7	-3.8	-5.5	-6.1	-4.4	-2.7	1.1	5.0	6.6	-9.4
”	ΓΕΝ-ΝΟΕ	-2.7	-3.8	-5.0	-6.1	-4.4	-2.2	1.1	5.0	6.6	-8.3
”	ΦΛΕ-ΟΚΤ	-2.2	-3.3	-3.8	-4.4	-2.2	-1.1	2.2	4.4	6.1	-5.5
”	ΜΑΡ-ΣΕΠ	-1.6	-2.2	-2.2	-2.2	-1.1	-0.5	1.6	2.7	3.8	-2.7
”	ΑΠΡ-ΑΥΓ	-1.1	-1.1	-0.5	-1.1	0.0	-0.5	0.0	0.5	0.5	-0.5
”	ΜΑΗ-ΙΟΛ	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	-0.5	-0.5	-1.6	-1.6	0.5
”	ΙΟΥΝ	0.5	1.1	1.1	0.5	0.0	-1.1	-1.1	-2.2	-2.2	1.1
40	ΔΕΚ	-3.3	-4.4	-5.5	-7.2	-5.5	-3.8	0.0	3.8	5.5	-11.6
”	ΓΕΝ-ΝΟΕ	-2.7	-3.8	-5.0	-6.6	-5.0	-3.3	0.5	4.4	6.1	-10.5
”	ΦΛΕ-ΟΚΤ	-2.2	-3.8	-4.4	-5.0	-3.3	-1.6	1.6	4.4	6.6	-7.7
”	ΜΑΡ-ΣΕΠ	-2.2	-2.7	-2.7	-3.3	-1.6	0.5	2.2	3.8	5.5	-4.4
”	ΑΠΡ-ΑΥΓ	-1.1	-1.6	-1.1	-1.1	0.0	0.0	1.1	1.6	2.2	1.6
”	ΜΑΗ-ΙΟΛ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5
”	ΙΟΥΝ	0.5	0.5	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	-0.5	-0.5	1.1
48	ΔΕΚ	-3.3	-4.4	-6.1	-7.7	-7.2	-5.5	-1.6	1.1	3.3	-13.8
”	ΓΕΝ-ΝΟΕ	-3.3	-4.4	-6.1	-7.2	-6.1	-4.4	-0.5	2.7	4.4	-13.3
”	ΦΛΕ-ΟΚΤ	-2.7	-3.8	-5.5	-6.1	-4.4	-2.7	0.5	4.4	6.1	-10.0
”	ΜΑΡ-ΣΕΠ	-2.2	-3.3	-3.3	-3.8	-2.2	-0.5	2.2	4.4	6.1	-6.1
”	ΑΠΡ-ΑΥΓ	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-0.5	0.0	2.2	3.3	3.8	-2.7
”	ΜΑΗ-ΙΟΛ	0.0	-0.5	0.0	0.0	0.5	0.5	1.6	1.6	2.2	0.0
”	ΙΟΥΝ	0.5	0.5	1.1	0.5	1.1	0.5	1.1	1.1	1.6	1.1



56	ΔΕΚ	-3.8	-5.0	-6.6	-8.8	-8.8	-7.7	-5.0	-2.7	-1.6	-15.5
"	ΓΕΝ-ΝΟΕ	-3.3	-4.4	-6.1	-8.3	-7.7	-6.6	-3.3	-0.5	1.1	-15.0
"	ΦΛΕ-ΟΚΤ	-3.3	-4.4	-5.5	-6.6	-5.5	-3.8	0.0	3.3	5.0	-12.2
"	ΜΑΡ-ΣΕΠ	-2.7	-3.3	-3.8	-4.4	-2.7	-1.1	2.2	4.4	6.6	-8.3
"	ΑΠΡ-ΑΥΓ	-1.6	-2.2	-2.2	-2.2	-0.5	0.5	2.7	3.8	5.0	-4.4
"	ΜΑΗ-ΙΟΛ	0.0	0.5	1.1	0.5	1.6	1.6	2.2	2.7	3.3	0.5
"	ΙΟΥΝ	1.1	0.5	1.1	0.5	1.6	1.6	2.2	2.7	3.3	0.5
64	ΔΕΚ	-3.8	-5.0	-6.6	-8.8	-9.4	-10.0	-8.8	-7.7	-6.6	-16.6
"	ΓΕΝ-ΝΟΕ	-3.3	-5.0	-6.6	-8.8	-8.8	-8.8	-7.2	-5.5	-4.4	-16.1
"	ΦΛΕ-ΟΚΤ	-3.3	-4.4	-6.1	-7.7	-7.2	-5.5	-2.2	0.5	2.2	-14.4
"	ΜΑΡ-ΣΕΠ	-2.7	-3.8	-5.0	-5.5	-3.8	-2.2	1.1	3.8	6.1	-11.1
"	ΑΠΡ-ΑΥΓ	-1.6	-2.2	-2.2	-2.2	-0.5	0.5	2.7	5.0	6.1	-6.1
"	ΜΑΗ-ΙΟΛ	0.5	0.0	0.5	0.0	1.6	2.2	3.3	4.4	5.5	-1.6
"	ΙΟΥΝ	1.1	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	3.3	3.8	5.0	0.0

1.2.2 Φορτία Τοίχων

Οι τιμές CLTD του πίνακα 3 έχουν υπολογιστεί για τις ίδιες συνθήκες με αυτές του πίνακα 1. Για διαφορετικές συνθήκες η ορθή τιμή του $CLTD_{corr}$ υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$(CLTD)_{corr} = [(CLTD)_{\text{πίνακα}} + \Delta] \cdot k_o + (25.5 - T_i) + (T_o - 29.4) \quad (4)$$

όπου:

(CLTD)_{πίνακα}: η τιμή του CLTD από τον πίνακα 3

Δ: η διόρθωση για το γεωγραφικό πλάτος και το μήνα, μέγεθος που λαμβάνεται από τον πίνακα 2, για οριζόντια επιφάνεια.

k_o: συντελεστής προσαρμογής χρώματος (απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας), παίρνει την τιμή 1 όταν γίνεται αναφορά σε σκουρόχρωμα ή ανοικτού χρώματος κτήρια που ανήκουν σε βιομηχανικές περιοχές, 0.83 για τοίχους μονίμως μέσου χρώματος (αγροτική περιοχή) και την τιμή 0.5 για ανοιχτόχρωμα κτήρια σε αγροτικές περιοχές.

T_i: η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου σε °C

T_o: η μέση τιμή της εξωτερικής θερμοκρασίας σε °C

Πίνακας 3. "Θερμοκρασιακές διαφορές του ψυκτικού φορτίου CLTD τοίχων"

ΠΡΟΣ	Ωρα																								ΔΤ			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	max	min	max	δ
Group A Walls																												
B	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	2	6	8	2	
BA	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	11	11	22	8	11	3
A	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	13	14	14	14	14	14	22	10	14	4
NA	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	13	13	13	13	13	22	10	13	3
N	11	11	11	11	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	9	9	10	10	11	11	11	11	23	8	11	3
NΔ	14	14	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	10	9	9	10	10	10	11	12	13	13	14	14	24	9	14	5
Δ	15	15	15	14	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	11	11	12	13	14	14	15	1	10	15	5
BΔ	12	12	11	11	11	11	10	10	10	9	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	10	11	11	11	1	8	12	4



Group B Walls																												
B	8	8	8	7	7	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	6	6	7	7	8	8	8	8	8	24	5	8	3
BA	11	10	10	9	9	8	7	7	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	11	12	13	12	11	11	21	7	12	5
A	13	13	12	11	10	10	9	8	8	9	9	10	12	13	13	14	14	15	15	15	15	14	14	20	8	15	7	
NA	13	12	12	11	10	10	9	8	8	8	8	9	10	11	12	13	14	14	14	14	14	14	14	21	8	14	6	
N	12	11	11	10	9	9	8	7	7	6	6	6	6	7	8	9	10	11	11	12	12	12	12	23	6	12	6	
NA	15	15	14	13	13	12	11	10	9	9	8	8	7	7	8	9	10	11	13	14	15	15	16	16	24	7	16	9
Δ	16	16	15	14	14	13	12	11	10	9	9	8	8	7	7	8	9	11	12	14	15	16	16	17	24	8	17	9
BA	13	12	12	11	11	10	9	9	8	7	7	7	6	6	7	7	8	8	9	11	12	13	13	24	8	13	7	
Group C Walls																												
B	9	8	7	7	6	5	5	4	4	4	4	4	5	5	6	6	7	8	9	9	9	10	9	9	22	4	10	6
BA	10	10	9	8	7	6	6	6	6	7	8	10	10	11	12	12	12	13	13	13	13	12	12	11	20	6	13	7
A	13	12	11	10	9	8	7	7	8	9	11	13	14	15	16	16	17	17	16	16	16	15	14	13	18	7	17	10
NA	13	12	11	10	9	8	7	6	7	7	9	10	12	14	15	16	16	16	16	16	16	15	14	13	19	6	16	10
N	12	11	10	9	8	7	6	6	5	5	5	5	6	8	9	11	12	13	14	14	14	14	13	12	20	5	14	9
NA	16	15	14	12	11	10	9	8	7	7	6	6	6	7	8	10	12	14	16	18	18	18	18	17	22	6	18	12
Δ	17	16	15	14	12	11	10	9	8	7	7	7	7	7	8	9	11	13	16	18	19	20	19	18	22	7	20	13
BA	14	13	12	11	10	9	8	7	6	6	5	5	6	6	6	7	9	10	12	14	15	15	15	22	5	15	10	
Group D Walls																												
B	8	7	7	6	5	4	3	3	3	3	4	4	5	6	6	7	8	9	10	11	11	10	10	9	21	3	11	8
BA	9	8	7	6	5	5	4	4	6	8	10	11	12	13	13	13	14	14	14	13	13	12	11	10	19	4	14	10
A	1	10	8	7	6	5	5	5	7	10	13	15	17	18	18	18	18	18	17	17	16	15	13	12	16	5	18	13
NA	1	10	9	7	6	5	5	5	7	10	12	14	16	17	18	18	18	17	17	16	15	14	12	17	5	18	13	
N	1	10	8	7	6	5	4	4	3	3	4	5	7	9	11	13	15	16	16	16	15	14	13	12	19	3	16	13
NA	1	14	12	10	9	8	6	5	5	4	4	3	5	7	9	12	15	18	20	21	21	20	19	17	21	4	21	17
Δ	1	15	13	12	10	9	7	6	5	5	5	5	6	6	8	10	13	17	20	22	23	22	21	19	21	5	23	18
BA	1	12	11	9	8	7	6	5	4	4	4	4	5	6	7	8	10	12	15	17	18	17	16	15	22	4	18	14
Group E Walls																												
B	7	6	5	4	3	2	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	10	11	12	12	11	10	9	8	20	2	12	10
BA	7	6	5	4	3	2	3	5	8	11	13	14	14	14	14	15	14	14	13	12	11	9	8	16	2	15	13	
A	8	7	6	5	4	3	3	6	10	15	18	20	21	21	20	19	18	18	17	15	14	12	11	9	13	3	21	18
NA	8	7	6	5	4	3	3	4	7	10	14	17	19	20	20	20	19	18	17	16	14	13	11	10	15	3	20	17
N	8	7	6	5	4	3	2	2	2	3	5	7	10	14	16	18	19	18	17	16	14	13	11	10	17	2	19	17
NA	1	10	8	7	6	4	4	3	3	3	4	5	7	10	14	18	21	24	25	24	22	19	17	14	19	3	25	22
Δ	1	12	10	8	6	5	4	3	3	4	4	5	6	8	11	15	20	24	27	27	25	22	19	16	20	3	27	14
BA	1	9	8	6	5	4	3	3	3	3	4	5	6	7	9	11	14	18	21	21	20	18	15	13	20	3	21	18

Group F Walls																												
B	5	4	3	2	1	1	1	2	3	4	5	6	8	9	11	12	12	13	13	13	11	9	7	6	19	1	13	12
BA	5	4	3	2	1	1	3	8	13	16	17	16	16	15	15	15	15	14	13	12	10	9	7	6	11	1	17	16
A	5	4	3	2	2	1	4	9	16	21	24	25	24	22	20	19	18	17	15	13	11	10	8	7	12	1	25	24
NA	5	4	3	2	2	1	2	6	10	15	20	23	24	23	22	20	19	17	16	14	12	10	8	7	13	1	24	23
N	5	4	3	2	2	1	1	1	2	4	7	11	15	19	21	22	21	19	17	15	12	10	8	7	16	1	22	21
NΔ	8	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	6	10	14	20	24	28	30	29	25	20	16	13	10	18	1	30	29
Δ	9	7	5	4	3	2	2	2	2	3	4	6	8	11	16	22	27	32	33	30	24	19	15	12	19	2	33	31
BΔ	8	6	4	3	2	2	1	1	2	3	4	6	7	9	12	15	19	24	26	24	20	16	12	10	19	1	26	25
Group G Walls																												
B	2	1	0	0	0	1	4	5	5	7	8	10	12	13	13	14	14	15	12	8	6	5	4	3	18	0	15	15
BA	2	1	1	0	0	5	15	20	22	20	16	15	15	15	15	14	12	10	8	6	5	4	3	9	0	22	22	
A	2	1	1	0	0	6	17	26	30	31	28	22	19	17	17	16	15	13	11	8	7	5	4	3	10	0	31	31
NA	2	1	1	0	0	3	10	18	24	27	28	27	23	20	18	16	15	13	11	8	7	6	4	3	11	0	28	28
N	2	1	1	0	0	0	1	3	7	12	17	22	25	26	24	21	17	14	11	8	7	5	4	3	14	0	26	26
NΔ	3	2	2	1	0	0	1	3	4	6	9	14	21	28	33	35	34	29	20	13	10	7	6	4	16	0	35	35
Δ	4	3	2	1	1	1	1	3	5	6	8	10	15	23	31	37	40	37	27	16	11	8	6	5	17	1	40	39
BΔ	3	2	1	1	0	0	1	3	4	6	8	10	12	15	20	26	31	31	23	14	10	7	5	4	18	0	31	31

Στους πίνακες 4 και 5 δίνονται χαρακτηριστικά στοιχεία για την κατασκευή τοίχων και οροφών, όπως και για τα υλικά κατασκευής αυτών.

Στον πίνακα 6, παρουσιάζονται τα ποσοστά της ημερήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας ανάλογα με την ώρα.

Πίνακας 4. "Είδος και ομάδες τοίχων"

ΟΜΑΔΑ και ΕΙΔΟΣ ΤΟΙΧΟΥ		M	U
Εξωτερικός τοίχος από δύο τούβλα (πάχους S=101.6mm) Με κενό αέρα		405	2.033
D	Από κοινά τούβλα	439	2.356
C	Με κενό αέρα ή μόνωση (S=25.4mm) και κοινά τούβλα	439	0.987-1.709
B	Μόνωση (S=50.8mm) και κοινά τούβλα	430	0.630
B	Από κοινά τούβλα (S=203.2mm)	635	1.714
A	Μόνωση ή κενό αέρα και τούβλα κοινά (S=203.2mm)	635	0.874- 1.379
Εξωτερικός τοίχος με τούβλα από βαρύ μπετόν (S=101.6mm)			
C	Με κενό αέρα και μπετόν (S=50.8mm)	459	1.987
B	Μόνωση (S=50.8mm) και μπετόν (S=101.6mm)	474	0.658
A	Κενό αέρα ή μόνωση και μπετόν (S=203.2mm)	698-928	0.625-0.636
Εξωτερικός τοίχος με πλάκες από ελαφρύ ή βαρύ μπετόν			
E	Πλάκες (S=101.6mm)	303	1.811
D	Κενό αέρα ή μόνωση και πλάκες (S=101.6mm)	303	0.868-1.397
D	Πλάκες (S=203.2mm)	342	1.555

C	Κενό αέρα ή μόνωση (S=25.4mm) και πλάκες (S=203.2mm)	356-434	1.255-1.561
B	Μόνωση (S=50.8mm) και πλάκες (S=203.2mm)	434	0.545-0.607
Εξωτερικός τοίχος από πυρότουβλα (S=101.6mm)			
D	Πυρότουβλα (S=101.6mm)	347	2.163
D	Κενό αέρα και πυρότουβλα (S=101.6mm)	347	1.595
C	Μόνωση και πυρότουβλα (S=101.6mm)	347	0.959
C	Πυρότουβλα (S=203.2mm)	469	1.591
B	Κενό αέρα ή μόνωση (S=25.4mm) και πυρότουβλα (S=203.2)	469	0.806-1.255
A	Μόνωση (S=50.8mm) και πυρότουβλα (S=203.2mm)	474	0.551
Εξωτερικός τοίχος από βαρύ μπετόν και φινίρισμα			
E	Μπετόν (S=101.6mm)	308	3.321
D	Μπετόν (S=101.6mm) και μόνωση (S=25.4mm)	308	1.136
C	Μπετόν (S=101.6mm) και μόνωση (S=50.8mm)	308	0.675
C	Μπετόν (S=203.2mm)	532	2.782
B	Μπετόν (S=203.2mm) και μόνωση (S=25.4mm)	537	1.061
A	Μπετόν (S=203.2mm) και μόνωση (S=50.8mm)	537	0.653
B	Μπετόν (S=304.8mm)	762	2.390
A	Μπετόν (S=304.8mm) και μόνωση	762	0.642
Εξωτερικός τοίχος από πλάκες μπετόν (ελαφρύ ή βαρύ) και φινίρισμα			
F	Πλάκες (S=101.6mm) και κενό αέρα ή μόνωση	142	0.914-1.493
D	Πλάκες (S=101.6mm) και μόνωση (S=50.8mm)	142-181	0.596-0.647
D	Πλάκες (S=203.2mm)	229-249	1.669-2.282
E	Πλάκες (S=203.2mm) και κενό αέρα ή μόνωση	200-278	0.846-0.982

Εξωτερικός τοίχος από πυρότουβλα και φινίρισμα			
F	Πυρότουβλα (S=101.6mm)	190	2.379
F	Πυρότουβλα (S=101.6mm) και κενό αέρα	190	1.720
E	Πυρότουβλα (S=101.6mm) και μόνωση (S=25.4mm)	190	0.993
Εξωτερικός τοίχος από πυρότουβλα και φινίρισμα			
D	Πυρότουβλα (S=101.6mm) και μόνωση (S=50.8mm)	195	0.625
D	Πυρότουβλα (S=203.2mm)	308	1.681
C	Πυρότουβλα (S=203.2mm) και μόνωση αέρα (S=25.4mm) ή κενό	308	0.857-1.312
B	Πυρότουβλα (S=203.2mm) και μόνωση (S=50.8mm)	308	0.562
Μεταλλικός τοίχος			
G	Με ή χωρίς κενό αέρα και μόνωση (S=25.4ή50.8ή76.2mm)	24-29	0.516-1.306
Σκελετός τοίχου			
G	Με μόνωση από (S=25.4mm έως S=76.2mm)	78	0.459-1.010

όπου : **S**: πάχος mm,
M: ειδική μάζα (kg/m^2),
U: συντελεστής αγωγής και συναγωγής σε ($\text{W/m}^2\text{K}$),
(A.B.C.D.E.F.G): ομάδες - κατηγορίες τοίχων.

Πίνακας 5. "Ιδιότητες υλικών κατασκευής τοίχων και οροφών"

ΕΙΔΟΣ	S	λ	ρ	C	R	M
Αντίσταση κενού αέρα					0.160	
Αντίσταση αέρα εσωτερικής επιφάνειας					0.121	
Αντίσταση αέρα κάτω από το ταβάνι					0.176	
Αντίσταση αέρα εξωτερικής επιφάνειας					0.059	
Φινίρισμα	25	0.692	1858	0.233	0.036	47.2
Τούβλο από σκυρόδεμα συμπαγές	100	1.298	2082	0.256	0.078	211.4
Εξωτερικά τούβλα	100	1.332	2002	0.256	0.076	203.1
Πυρότουβλα	100	0.571	1121	0.233	0.178	113.7
Πυρότουβλα	200	0.571	1121	0.233	0.356	227.9
Τούβλα κοινά	100	0.727	1922	0.233	0.280	195.3
Τούβλα κοινά	200	0.727	1922	0.233	0.280	360.9
Ηχομονωτικά τούβλα	16	0.061	480	0.233	0.311	9.2
Πλάκες από ελαφρύ μπετόν	100	0.381	608	0.233	0.266	62.0
Πλάκες από ελαφρύ μπετόν	200	0.571	608	0.233	0.356	124.0
Πλάκες από ελαφρύ μπετόν με μόνωση	200	0.588	849	0.233	0.348	172.8
Πλάκες από ελαφρύ μπετόν με μόνωση	300	0.675	897	0.233	0.456	273.4
Ελαφρύ μπετόν	100	0.173	640	0.233	0.586	64.9
Ελαφρύ μπετόν	150				0.088	97.6
Ελαφρύ μπετόν	200				1.174	130.3
Βαρύ μπετόν	50	1.730	2242	0.233	0.029	114.2
Βαρύ μπετόν	100				0.059	227.2
Βαρύ μπετόν	150				0.088	341.7
Βαρύ μπετόν	200				0.117	455.9
Βαρύ μπετόν	300				0.176	683.5
Μόνωση	25	0.043	32	0.233	0.586	0.8
Μόνωση	50				1.176	1.6
Μόνωση	75				1.766	2.4
Μόνωση (συμπιεσμένη)	25	0.043	91	0.233	0.586	2.3
Μόνωση (συμπιεσμένη)	50				1.176	4.6
Μόνωση (συμπιεσμένη)	75				1.761	6.9
Μόνωση (συμπιεσμένη)	100				2.396	9.3
Μόνωση (συμπιεσμένη)	125				2.934	11.6
Μόνωση (συμπιεσμένη)	150	0.043	91	0.233	3.520	13.9
Ξύλο	25	0.116	592	0.699	0.209	15.0
Ξύλο	50				0.421	30.2
Ξύλο	62				0.525	37.6
Ξύλο	75				0.631	45.2
Ξύλο	100				0.838	60.0
Λαμαρίνα (μεταλλική ή αλουμινίου)	1.5	45.0	7689	0.116	3*10 ²	11.7
Μεμβράνη σκουριάς	13	1.143	881	0.465		
Φινίρισμα (χονδρό)	13	0.415	1249	0.302	0.031	15.9
Κετσές (τσόχα)	10	0.190	1121	0.465		
Στόκος (από γύψο)	19	0.727	1601	0.233	0.026	30.5
Σκουριά και πέτρα	13	1.436	881	0.465	0.009	11.2
Μεμβράνη και τσόχα	10	0.190	1121	0.465	0.050	10.7

όπου: S:πάχος(mm),
C:ειδική θερμότητα (kJ/kg K),
k:θερμική αγωγιμότητα (W/m K),
R:ειδική θερμική αντίσταση (m²K/W),
ρ:πυκνότητα (kg/m³),
M:ειδική μάζα (kg/m²).

Πίνακας 6. "Ποσοστά ημερήσιας διακύμανσης, %"

Ωρα	%	Ωρα	%	Ωρα	%	Ωρα	%
1	87	7	93	13	11	19	34
2	92	8	84	14	3	20	47
3	96	9	71	15	0	21	58
4	99	10	56	16	3	22	68
5	100	11	39	17	10	23	76
6	98	12	23	17	21	24	82

1.2.3 Ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία και αγωγή, μέσα από υαλοπίνακες

Στα σύγχρονα οικοδομικά συγκροτήματα, ένα μεγάλο τμήμα από τα τοιχώματα καλύπτεται από υαλοπίνακες. Αυτό κάνει αρκετά μεγάλη τη συμβολή της ηλιακής ακτινοβολίας στο ολικό θερμικό κέρδος των χώρων και το ψυκτικό φορτίο αυτών.

Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τον υπολογισμό αυτών των μεγεθών είναι:

- α. Η επιφάνεια των υαλοπινάκων.
- β. Ο προσανατολισμός αυτών.
- γ. Τα μετεωρολογικά χαρακτηριστικά και η ηλιακή θέση κάθε στιγμή.

Συχνά η στιγμή εμφάνισης του μέγιστου ψυκτικού φορτίου από ηλιακή ακτινοβολία, συμπίπτει και με την εμφάνιση μεγάλων εσωτερικών φορτίων.

Για τη μετάδοση θερμότητας μέσα από υαλοπίνακες και γενικά για την ηλιακή ακτινοβολία, θα γίνει εκτενέστερη αναφορά στο 4ο κεφάλαιο. Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα απαραίτητα για τον υπολογισμό του θερμικού κέρδους και του ψυκτικού φορτίου του χώρου που οφείλεται στους υαλοπίνακες. Η τιμή του συνολικού θερμικού κέρδους μέσα από υαλοπίνακες για κάποια στιγμή υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\boxed{\text{(Συνολικό θερμικό κέρδος)}} = \boxed{\text{(Θερμικό κέρδος από αγωγή)}} + \boxed{\text{(Θερμικό κέρδος από ηλιακή ακτινοβολία)}} \quad (5)$$

Είναι σημαντικό ότι το μεγάλο μέρος της θερμότητας που δέχονται οι υαλοπίνακες, μπαίνει στον κλιματιζόμενο χώρο και αποτελεί ουσιαστικά ένα αισθητό φορτίο στην εγκατάσταση. Άλλο ποσοστό από την ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από τους υαλοπίνακες και τα άλλα στοιχεία του χώρου. Το μέγεθος αυτού του ποσοστού είναι ανάλογο με τη γωνία πρόσπτωσης και το είδος του υαλοπίνακα.

Αν αναλυθεί η σχέση (5) κατασκευάζεται η σχέση:

$$\boxed{\text{(Συνολικό θερμικό κέρδος)}} = \boxed{\text{(θερμικό κέρδος από αγωγή)}} + \boxed{\text{(Ακτινοβολία που διέρχεται από υαλοπίνακες)}} + \boxed{\text{(Ροή απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας από εσωτερικό χώρο)}} \quad (6)$$

Οι όροι ακτινοβολία και απορρόφηση αυτής υπάρχουν μόνο όταν ο υαλοπίνακας δέχεται ηλιακή ακτινοβολία.

1.2.3.a Θερμικό κέρδος και ψυκτικό φορτίο υαλοπινάκων από αγωγή.

Το θερμικό κέρδος υαλοπίνακα από αγωγή HG_u (Heat gain) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$HG_u = U \cdot A \cdot (T_o - T_i) \text{ Watt} \quad (7)$$

όπου: **U**: συντελεστής μετάδοσης θερμότητας με αγωγή, συναγωγή και ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος για υαλοπίνακα (W/m^2K)

A: Επιφάνεια υαλοπίνακα (m^2)

T_o: Θερμοκρασία περιβάλλοντος ($^{\circ}C$)

T_i: Επιθυμητή (εσωτερική) θερμοκρασία χώρου ($^{\circ}C$)

Αν εφαρμοστεί η μέθοδος της μέσης θερμοκρασιακής διαφοράς ψυκτικού φορτίου CLTD, το ψυκτικό φορτίο που αντιστοιχεί στο θερμικό κέρδος της σχέσης (7) είναι:

$$CL_u = U \cdot A \cdot CLTD \text{ Watt} \quad (8)$$

Οι τιμές της CLTD για υαλοπίνακες λαμβάνονται από τον πίνακα 7, για κάθε ώρα του 24ωρου.

Στον πίνακα 7 ισχύουν οι συνθήκες αναφοράς του πίνακα 1. Μπορεί όμως αυτός να χρησιμοποιηθεί με ικανοποιητική προσέγγιση και για εξωτερικές θερμοκρασίες (περιβάλλοντος) που κυμαίνονται μεταξύ $34-39^{\circ}C$, όπως και για ημερήσιες διακυμάνσεις θερμοκρασίας μεταξύ $9-19 K$, όταν υφίσταται όμως μέση ημερήσια θερμοκρασία περίπου $29,4^{\circ}C$.

Στην περίπτωση που η εσωτερική θερμοκρασία δεν είναι $25,5^{\circ}C$, η μέση εξωτερική ημερήσια θερμοκρασία δεν είναι $29,4^{\circ}C$, (ή ισχύουν και οι δυο μετατοπίσεις), τότε προσεγγίζεται η τιμή της CLTD από τη σχέση:

$$CLTD = (CLTD)_{\pi} + (25,5 - T_i) + (T_o - 29,4) \quad (9)$$

όπου: (CLTD)π: η τιμή CLTD από τον πίνακα 7

Πίνακας 7. "Θερμοκρασιακές διαφορές ψυκτικού φορτίου CLTD για αγωγή από υαλοπίνακες"

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
CLTD °C	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	2	4	5	7	7	8	8	7	7	6	4	3	2	2	1

1.2.3.b Ηλιακό θερμικό και ψυκτικό κέρδος από υαλοπίνακα

Το ηλιακό θερμικό κέρδος υαλοπίνακα SHG_u (Solar heat gain), οφείλεται όπως προαναφέρθηκε στην διείσδυση και απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας, και είναι φυσικό να ληφθεί υπόψη κατά τους υπολογισμούς, εφόσον ο υαλοπίνακας δέχεται ηλιακή ακτινοβολία.

Η ASHRAE έχει αναπτύξει μέθοδο υπολογισμού του SHG_u , στην οποία χρησιμοποιεί έναν υαλοπίνακα αναφοράς (πρότυπο) με πάχος 3mm και καθορισμένες ιδιότητες.

Πίνακας 8. "Παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους $SHGF_u$ για υαλοπίνακες που δέχονται ηλιακή ακτινοβολία σε (W/m^2), για βόρεια γεωγραφικά πλάτη"

	BBA	BA	ABA	A	ANA	NA	NNA				BBA	BA	ABA	A	ANA	NA	NNA													
	B	BBΔ	BΔ	ΔBΔ	Δ	ΔNΔ	NΔ	NNΔ	N	OP	B	BBΔ	BΔ	ΔBΔ	Δ	ΔNΔ	NΔ	NNΔ	N	OP	B	BBΔ	BΔ	ΔBΔ	Δ	ΔNΔ	NΔ	NNΔ	N	OP
20°											24°																			
ΓΕΝ	91	91	151	435	634	767	798	735	675	731	85	85	129	404	599	757	798	760	716	675	85	85	129	404	599	757	798	760	716	675
ΦΛΕ	98	98	278	546	713	770	751	634	549	830	95	95	252	521	694	770	767	672	606	786	95	95	252	521	694	770	767	672	606	786
ΜΑΡ	107	155	416	631	748	745	650	480	363	896	107	142	391	615	738	748	675	530	432	868	107	142	391	615	738	748	675	530	432	868
ΑΠΡ	120	290	524	672	719	656	498	287	185	905	117	278	502	659	719	669	533	338	237	893	117	278	502	659	719	669	533	338	237	893
ΜΑΗ	148	388	581	685	685	581	391	170	133	893	136	369	562	675	688	599	416	211	145	890	136	369	562	675	688	599	416	211	145	890
ΙΟΝ	186	426	596	681	663	546	341	142	133	880	174	401	581	675	669	565	369	174	136	880	174	401	581	675	669	565	369	174	136	880
ΙΟΛ	151	391	574	672	669	565	375	167	136	877	142	366	555	663	672	584	407	205	145	877	142	366	555	663	672	584	407	205	145	877
ΑΥΓ	126	287	511	650	694	631	480	278	180	883	120	274	492	640	694	644	511	325	227	874	120	274	492	640	694	644	511	325	227	874
ΣΕΠ	114	145	401	603	710	710	628	467	360	868	110	133	375	584	700	710	650	514	423	839	110	133	375	584	700	710	650	514	423	839
ΟΚΤ	101	101	274	527	685	745	729	618	536	814	98	98	249	502	666	748	741	653	590	770	98	98	249	502	666	748	741	653	590	770
ΝΟΕ	91	91	151	429	622	754	786	722	665	726	85	85	133	398	590	745	786	748	707	672	85	85	133	398	590	745	786	748	707	672
ΔΕΚ	85	85	110	385	590	751	801	760	713	685	82	82	91	353	568	738	779	779	748	628	82	82	91	353	568	738	779	779	748	628
28°											32°																			
ΓΕΝ	79	79	110	369	577	741	792	779	751	618	76	76	191	331	552	722	786	789	776	555	76	76	191	331	552	722	786	789	776	555
ΦΛΕ	91	91	227	495	672	770	776	707	653	738	85	85	205	470	647	761	782	732	697	685	85	85	205	470	647	761	782	732	697	685
ΜΑΡ	104	129	366	596	729	748	697	574	495	836	101	117	338	577	716	748	716	615	555	795	101	117	338	577	716	748	716	615	555	795
ΑΠΡ	114	265	476	647	719	681	562	391	297	877	114	252	461	631	716	691	590	445	363	855	114	252	461	631	716	691	590	445	363	855
ΜΑΗ	126	363	543	667	691	615	454	262	183	883	120	350	536	656	694	628	489	312	233	874	120	350	536	656	694	628	489	312	233	874
ΙΟΝ	161	394	562	667	672	581	404	207	155	877	139	385	555	656	675	596	439	262	189	871	139	385	555	656	675	596	439	262	189	871
ΙΟΛ	129	360	536	656	678	599	442	252	180	870	126	350	527	643	678	612	473	303	227	861	126	350	527	643	678	612	473	303	227	861
ΑΥΓ	120	262	470	628	694	653	543	379	287	858	117	249	445	615	691	663	571	429	350	836	117	249	445	615	691	663	571	429	350	836
ΣΕΠ	107	120	350	565	691	713	672	558	486	808	104	110	325	546	678	716	688	596	540	770	104	110	325	546	678	716	688	596	540	770
ΟΚΤ	95	95	224	476	644	745	751	685	637	722	88	88	199	451	615	738	754	710	678	672	88	88	199	451	615	738	754	710	678	672
ΝΟΕ	82	82	110	363	571	732	779	767	741	615	76	76	91	325	546	710	773	776	767	552	76	76	91	325	546	710	773	776	767	552
ΔΕΚ	75	76	76	312	543	716	782	792	776	565	69	69	69	265	511	688	776	795	795	498	69	69	69	265	511	688	776	795	795	498

	36°										40°									
	B	BBΔ	ΒΔ	ΔΒΔ	Δ	ΔΝΔ	ΝΔ	ΝΝΔ	N	OP	B	BBΔ	ΒΔ	ΔΒΔ	Δ	ΔΝΔ	ΝΔ	ΝΝΔ	N	OP
GEN	69	69	76	284	524	691	779	795	795	489	63	63	63	233	486	647	760	795	801	420
ΦΛΕ	82	82	180	439	615	754	782	754	732	628	76	76	158	407	587	738	776	770	760	568
ΜΑΡ	95	104	312	555	704	751	732	650	606	751	91	91	293	533	688	751	745	681	650	704
ΑΠΡ	110	240	454	618	710	697	618	492	426	127	107	224	441	599	707	704	640	536	486	795
ΜΑΗ	120	338	530	644	694	644	521	366	293	858	117	322	521	637	694	656	552	420	357	836
ΙΟΝ	148	372	552	647	678	612	473	312	243	861	151	357	543	647	681	628	508	366	300	842
ΙΟΥ	123	338	521	634	681	628	508	357	284	846	120	322	514	625	681	641	536	681	344	827
ΑΥΓ	114	237	435	599	688	669	596	476	413	811	110	224	426	584	681	675	618	536	470	779
ΣΕΠ	98	98	300	527	663	719	704	631	590	726	95	95	274	505	640	716	713	659	631	678
ΟΚΤ	85	85	177	420	590	726	754	729	710	615	79	79	154	388	568	710	751	745	738	558
ΝΟΕ	69	69	76	274	514	678	767	782	782	486	63	63	63	230	476	634	748	782	789	416
ΔΕΚ	63	63	63	218	476	644	760	798	801	429	57	57	57	189	476	593	732	786	798	357
44°											48°									
GEN	54	57	54	202	640	596	732	782	795	344	47	47	47	367	372	552	681	754	773	268
ΦΛΕ	69	69	136	369	562	716	776	782	779	505	63	63	114	325	530	681	764	786	789	435
ΜΑΡ	85	85	274	511	665	745	751	707	688	650	82	82	252	486	644	738	754	732	719	593
ΑΠΡ	104	208	429	557	697	707	663	577	540	757	98	192	416	568	691	710	678	612	587	713
ΜΑΗ	114	303	511	634	691	667	577	467	416	811	110	306	498	631	290	675	606	514	473	779
ΙΟΝ	148	341	533	647	678	640	540	416	363	823	145	347	521	644	678	650	568	467	423	795
ΙΟΥ	117	303	502	624	678	650	565	454	404	801	117	302	492	618	675	659	590	498	461	770
ΑΥΓ	107	208	416	568	675	678	637	558	521	745	104	192	404	549	665	681	656	593	568	704
ΣΕΠ	88	88	252	480	625	713	716	681	667	628	85	141	227	454	290	704	719	704	694	574
ΟΚΤ	73	73	133	350	540	685	748	757	754	495	66	66	110	303	508	653	735	760	764	42
ΝΟΕ	57	57	57	202	426	587	716	770	782	344	47	47	492	164	363	543	669	738	757	268
ΔΕΚ	47	47	47	155	363	552	685	757	776	281	41	41	41	114	287	492	615	710	735	205
52°											56°									
GEN	41	41	41	123	290	486	609	700	726	196	32	32	32	66	233	398	533	612+	647	126
ΦΛΕ	57	57	91	268	492	637	741	779	789	363	50	50	66	224	439	581	704	754	770	287
ΜΑΡ	76	76	230	457	618	726	754	751	745	533	69	69	205	429	584	707	751	760	760	470
ΑΠΡ	95	172	404	558	678	707	694	644	628	667	88	183	388	546	665	704	704	672	663	615
ΜΑΗ	79	309	486	625	685	685	628	552	527	741	114	312	470	615	678	688	650	590	571	700
ΙΟΝ	142	350	508	637	675	663	593	511	480	764	167	350	505	628	672	672	618	549	530	729
ΙΟΥ	114	308	480	612	672	669	615	540	514	735	117	309	414	606	667	675	634	577	558	697
ΑΥΓ	101	177	391	533	656	681	669	622	609	656	95	177	375	521	640	681	678	650	640	609
ΣΕΠ	79	79	205	429	574	688	719	719	716	514	73	73	183	398	540	665	650	726	729	454
ΟΚΤ	60	60	88	252	467	606	710	751	757	360	50	50	63	215	416	555	672	722	738	287
ΝΟΕ	41	41	41	123	284	480	596	685	710	196	32	32	32	66	227	385	521	599	631	126
ΔΕΚ	32	32	32	60	230	401	543	628	659	133	22	22	22	22	148	290	426	502	540	73

Το ηλιακό θερμικό κέρδος αυτού του πρότυπου υαλοπίνακα ονομάζεται παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους SHGF_u, (Solar Heat Gain Factor) και έχει μονάδες ροής θερμότητας (W/m²). Η μέγιστη τιμή του παράγοντα ηλιακού θερμικού κέρδους SHGF_u, για κάθε μήνα δίνεται στους πίνακες 8 και 9, σαν συνάρτηση του γεωγραφικού πλάτους και του προσανατολισμού που έχει ο υαλοπίνακας.

Βασικό μέγεθος για τον υπολογισμό και για διάφορους τύπους από υαλοπίνακες όπως και με τις αντίστοιχες συσκευές σκίασης είναι ο συντελεστής σκίασης SC (Shading coefficient), εκφράζεται δε σαν το λόγο:

$$SC = \frac{SHG_v}{SHGF_v} \quad (10)$$

Όταν είναι γνωστή η τιμή του συντελεστή σκίασης SC, λόγω της διαφορετικότητας του υαλοπίνακα το ηλιακό θερμικό κέρδος υαλοπίνακα SHG_v, υπολογίζεται από τη σχέση 10.

Για τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου του υαλοπίνακα που οφείλεται στο SHG_v, πρέπει να γίνει χρήση του παράγοντα ψυκτικού φορτίου CLF (Cooling load factor), που λαμβάνει υπόψη του τη συσσώρευση της θερμότητας στα δομικά υλικά και στα άλλα στοιχεία της επίπλωσης του χώρου. Στους πίνακες 10 και 11, δίνονται οι τιμές του CLF για υαλοπίνακες χωρίς εσωτερική σκίαση και με εσωτερική σκίαση αντίστοιχα.

Το ψυκτικό φορτίο από ηλιακή ακτινοβολία μέσα από υαλοπίνακες, υπολογίζεται από τη σχέση:

$$CL_{v,n} = A \cdot (SC) \cdot (SHGF_v)_{max} \cdot CLF \quad \text{Watt} \quad (11)$$

όπου: **(SHGF_v)_{max}**: η μέγιστη τιμή του παράγοντα ηλιακού θερμικού κέρδους σε (W/m²), για τον υαλοπίνακα.

CLF: ο παράγοντας ψυκτικού φορτίου για υαλοπίνακα. Αν δεν υπάρχει εσωτερική σκίαση χρησιμοποιούνται τιμές του πίνακα 10 ενώ αν υπάρχει τιμές από τον πίνακα 11.

Σημείωση: Αν ο υαλοπίνακας έχει εξωτερική σκίαση τότε ο παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους για γεωγραφικά πλάτη από 0-24 καθώς και για οριζόντιο προσανατολισμό λαμβάνονται από τον πίνακα 9, ενώ για γεωγραφικά πλάτη από 24 και πάνω λαμβάνονται οι τιμές για Βόρειο προσανατολισμό από τον πίνακα 8.

Πίνακας 9. "Παράγοντας θερμικού κέρδους SHGF_v από ηλιακή ακτινοβολία για υαλοπίνακες με εξωτερική σκίαση σε (W/m²)"

Όλα τα πλάτη										
	BBA	BA	ABA	A	ANA	NA	NNA			
	B	BBA	BA	ΔBA	Δ	ΔNA	NΔ	NNA	N	OP
ΓΕΝ	98	98	98	101	107	114	117	117	120	50
ΦΛΕ	107	107	107	110	114	117	120	120	123	50
ΜΑΡ	114	114	117	120	123	126	126	123	123	60
ΑΠΡ	126	126	130	133	133	133	129	126	126	76
ΜΑΗ	137	139	142	145	142	136	129	126	126	88
ΙΟΝ	142	145	148	148	145	139	129	126	126	98
ΙΟΥ	142	142	145	148	148	142	133	129	129	98
ΑΥΓ	133	133	136	142	145	142	136	133	133	88
ΣΕΠ	117	117	120	126	129	133	133	129	129	73
ΟΚΤ	107	107	107	114	120	123	126	126	126	60
ΝΟΕ	101	101	101	101	107	114	120	120	123	54
ΔΕΚ	95	95	95	98	101	107	114	117	117	47



Πίνακας 10. "Παράγοντας ψυκτικού φορτίου CLF, για υαλοπίνακες χωρίς εσωτερική σκίαση, για βόρεια γεωγραφικά πλάτη"

ΠΡΟΣ ΚΑΤ		ΩΡΑ																							
ΔΩΜ		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 (**)	E	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.75	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20
	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.11	0.27
	B	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.49	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.72	0.72	0.70	0.70	0.75	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.78
BBA	E	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.26	0.43	0.47	0.44	0.41	0.40	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.30	0.26	0.20	0.16	0.13	0.10	0.08	0.07
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.24	0.38	0.42	0.39	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.34	0.33	0.30	0.27	0.22	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	B	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.26	0.39	0.42	0.39	0.36	0.35	0.34	0.54	0.33	0.32	0.31	0.28	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
BA	E	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08
	B	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
ABA	E	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.21	0.40	0.52	0.57	0.53	0.45	0.39	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.18	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.20	0.35	0.45	0.49	0.47	0.41	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.23	0.20	0.17	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
	B	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.22	0.36	0.46	0.49	0.45	0.38	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
A	E	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.50	0.42	0.37	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08
	B	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.20	0.34	0.45	0.49	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
ANA	E	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.17	0.34	0.49	0.58	0.61	0.57	0.48	0.41	0.36	0.32	0.28	0.24	0.20	0.16	0.13	0.10	0.09	0.07	0.06
	M	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.16	0.31	0.43	0.51	0.54	0.51	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.22	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09
	B	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.19	0.32	0.43	0.50	0.52	0.49	0.41	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11
NA	E	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	B	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
NNA	E	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.15	0.29	0.43	0.55	0.63	0.64	0.60	0.52	0.45	0.40	0.35	0.29	0.23	0.18	0.15	0.12	0.10	0.08
	M	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.08	0.16	0.26	0.38	0.48	0.55	0.57	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12
	B	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.12	0.19	0.29	0.40	0.49	0.54	0.55	0.51	0.44	0.39	0.35	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13
N	E	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14
	B	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.11	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.37	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
NNA	E	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.06	0.09	0.11	0.15	0.19	0.27	0.39	0.52	0.62	0.67	0.65	0.58	0.46	0.36	0.28	0.23	0.19	0.15	0.12
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.25	0.35	0.46	0.55	0.59	0.59	0.53	0.44	0.35	0.30	0.25	0.22	0.19	0.16
	B	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.21	0.27	0.37	0.46	0.53	0.57	0.55	0.49	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16
NA	E	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18
	B	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.3	0.25	0.21	0.19	0.17
Δ	E	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	B	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16
ΔBA	E	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.16	0.40	0.53	0.63	0.62	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.24	0.35	0.47	0.55	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	B	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.25	0.36	0.46	0.53	0.52	0.38	0.30	0.24	0.20	0.18	0.16
BΔ	E	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.42	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.54	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16
	B	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.18	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15
BBA	E	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.27	0.29	0.30	0.33	0.44	0.57	0.62	0.44	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.10	0.12	0.15	0.18	0.21	0.23	0.26	0.27	0.28	0.31	0.39	0.51	0.56	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	B	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.23	0.25	0.26	0.28	0.28	0.31	0.38	0.49	0.53	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16
OPIZ	E	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.07	0.14	0.24	0.36	0.48	0.58	0.68	0.72	0.74	0.73	0.67	0.59	0.47	0.37	0.29	0.24	0.19	0.16	0.13
	M	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.61	0.67	0.66	0.62	0.56	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18
	B	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.28	0.36	0.45	0.52	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19

Σημείωση: Τα Ε,Μ,Β αντίστοιχου σε ελαφρά (50.8mm μπετόν και 146 kg/m³ κάλυψη επιφάνειας, από επίπλωση), μέσου βάρους (101.6mm και 341kg/m³) και βαριά (152.4mm και 635 kg/m³) κατασκευή χώρου, αντίστοιχα.

Πίνακας 11. "Παράγοντας ψυκτικού φορτίου CLF, για υαλοπίνακες με εσωτερική σκίαση, για βόρεια γεωγραφικά πλάτη"

ΠΡΟΣ	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	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.73	0.66	0.65	0.73	0.80	0.86	0.89	0.89	0.86	0.82	0.75	0.78	0.91	0.24	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10
BBA	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.64	0.77	0.62	0.42	0.37	0.37	0.37	0.36	0.35	0.32	0.28	0.23	0.17	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
BA	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.56	0.76	0.74	0.58	0.37	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
ABA	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.52	0.76	0.80	0.71	0.52	0.31	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.15	0.11	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
A	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.47	0.72	0.80	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.11	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03
ANA	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.41	0.67	0.79	0.80	0.72	0.54	0.34	0.27	0.24	0.21	0.19	0.15	0.12	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03
NA	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.30	0.57	0.74	0.81	0.79	0.68	0.49	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18	0.13	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
NNA	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.12	0.31	0.54	0.72	0.81	0.81	0.71	0.54	0.38	0.32	0.27	0.22	0.16	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04
N	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.09	0.16	0.23	0.38	0.58	0.75	0.83	0.80	0.68	0.50	0.35	0.27	0.19	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
NNΔ	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.09	0.14	0.18	0.22	0.27	0.43	0.63	0.78	0.84	0.80	0.66	0.46	0.25	0.13	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06
NΔ	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.11	0.14	0.16	0.19	0.22	0.38	0.59	0.75	0.83	0.81	0.69	0.45	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06
ΔNΔ	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.23	0.44	0.64	0.78	0.84	0.78	0.55	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06
Δ	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.31	0.53	0.72	0.82	0.81	0.61	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
ΔBΔ	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18	0.22	0.43	0.65	0.80	0.84	0.66	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
BΔ	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.07	0.11	0.14	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.82	0.69	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
BBA	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.11	0.17	0.22	0.26	0.30	0.32	0.33	0.34	0.34	0.39	0.61	0.82	0.76	0.17	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
ΟΡΙΖ	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.12	0.27	0.44	0.59	0.72	0.81	0.85	0.85	0.81	0.71	0.58	0.42	0.25	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06

1.2.4 Ψυκτικά φορτία από εσωτερικά τοιχώματα

Μεταξύ γειτονικών χώρων πολλές φορές αναπτύσσεται θερμοκρασιακή διαφορά. Αυτή μπορεί να προέρχεται από διαφορετικές θερμοκρασιακές απαιτήσεις, μεταξύ των γειτονικών χώρων (άλλες οι επιθυμητές συνθήκες για κάθε χώρο) ή γιατί ο κλιματιζόμενος χώρος γειτονεύει με χώρο που δεν κλιματίζεται και είναι φυσικό στον χώρο αυτό να επικρατούν συνθήκες διαφορετικές από αυτές του κλιματιζόμενου χώρου και του περιβάλλοντος. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι ποσό θερμότητας μεταφέρεται μέσα από τα τοιχώματα των χώρων που γειτονεύουν (με αγωγή) και η ροή αυτή θερμότητας δημιουργεί αντίστοιχο θερμικό κέρδος και ψυκτικό φορτίο, που πρέπει να αντιμετωπίσει η εγκατάσταση. Το ποσό θερμότητας υπολογίζεται από τη σχέση:

$$HG = U \cdot A \cdot (T_v - T_i) \quad [\text{Watt}] \quad (12)$$

όπου: T_v : η μέση θερμοκρασία του αέρα στο γειτονικό χώρο.

Σημείωση: Η τιμή της θερμοκρασίας T_v , είναι εξαρτημένη από τις συνθήκες που επικρατούν στο γειτονικό χώρο. Συνήθως η διαφορά θερμοκρασίας ($T_v - T_i$) με ικανοποιητική προσέγγιση μπορεί να λαμβάνεται γύρω στους 3 K μικρότερη από τη διαφορά ($T_o - T_i$) (περιβάλλοντος με χώρο).

Το ψυκτικό φορτίο στην περίπτωση αυτή είναι ίσο με το θερμικό κέρδος που προσδιορίζεται από την σχέση 13, δηλαδή:

$$CL = HG \quad [\text{Watt}] \quad (13)$$

Για πατώματα που βρίσκονται πάνω στο έδαφος (άμεσα), το ψυκτικό θεωρείται μηδενικό ($Q=0$).

1.2.5 Ψυκτικά φορτία από εσωτερικές πηγές

Ψυκτικά φορτία από φωτισμό

Το ψυκτικό φορτίο που προέρχεται από το φωτισμό του χώρου, πολλές φορές είναι τόσο σημαντικό, που μπορεί να μεταβάλει τελείως τη θερμική κατάσταση του χώρου.

Για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων από φώτα πρέπει να είναι γνωστά τα εξής:

- Τη χρήση του χώρου.
- Οι ώρες λειτουργίας των φώτων.

Η ακτινοβολία που προέρχεται από τα φώτα σε ένα χώρο απορροφάται από τα στοιχεία του χώρου (τοίχους, πατώματα, επίπλωση κλπ), με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας αυτών. Είναι φυσικό ένα τμήμα από τη θερμότητα που απορροφάται να μεταφέρεται με συναγωγή στον αέρα του χώρου.

Το θερμικό αυτό κέρδος στο χώρο δημιουργεί αισθητό φορτίο που υπολογίζεται από τη σχέση:

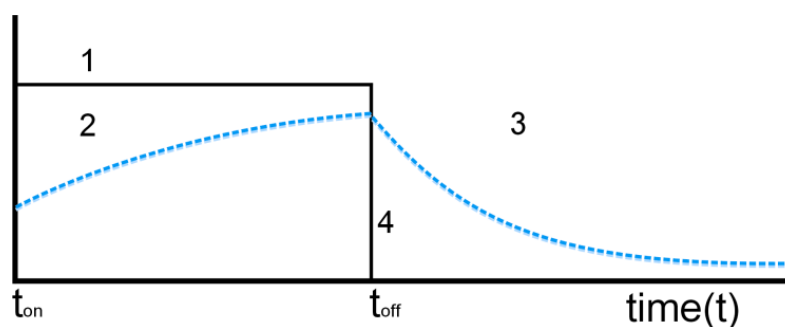
$$HG_{\phi} = p \cdot f_x \cdot f_r \quad [\text{Watt}] \quad (14)$$

όπου: p : η ηλεκτρική ισχύς των λαμπτήρων σε (Watt)

f_x : ο συντελεστής χρήσης των φώτων, δηλαδή το ποσοστό των εν χρήσει λαμπτήρων κάθε στιγμή

f_r : ο συντελεστής του τύπου λαμπτήρων. Για λαμπτήρες πυράκτωσης έχει την τιμή $f_r=1$ ενώ για φθορισμού την τιμή $f_r=1,2$.

Η επίδραση της απορρόφησης θερμότητας, από το φωτισμό, καθώς και της αποβολής της στον χώρο παρουσιάζεται υπό μορφή διαγράμματος στο σχήμα 1



Σχήμα 1 "Επίδραση θερμικής συσσώρευσης στο ψυκτικό φορτίο του χώρου, λόγω φωτισμού"

- όπου:
- 1: Θερμικό κέρδος, ευθεία (—)
 - 2: Αποθηκευμένη θερμότητα, περιοχή μεταξύ ευθείας και καμπύλης (--)
 - 3: Ψυκτικό φορτίο, καμπύλη(--)
 - 4: Απόδοση της αποθηκευμένης θερμότητας, περιοχή μεταξύ καμπύλης (--) και άξονα χρόνου
- t_{av} : Σημείο, (χρόνος) ανάμματος των φώτων
 $t_{σβ}$: Χρόνος σβησίματος των φώτων

Το ψυκτικό φορτίο του χώρου, από φωτισμό ($CL_{φ}$), υπολογίζεται από τη σχέση:

$$CL_{φ} = (HG_{φ}) \cdot CLF_{φ} \quad \text{Watt} \quad (15)$$

όπου: $CLF_{φ}$: ο παράγοντας ψυκτικού φορτίου από φώτα.

Ο παράγοντας ψυκτικού φορτίου από τα φώτα $CLF_{φ}$ δίνεται σαν συνάρτηση των τιμών των συντελεστών:

- α : συντελεστής επίδρασης απορροφητικότητας φωτισμού, για διάφορους τύπους επίπλωσης, φωτιστικών και αερισμού, πίνακας 12.
- β : συντελεστής υλικών κατασκευής κυκλοφορίας (συναγωγής) του αέρα σε αυτούς, πίνακα 13.

Με βάση τις τιμές των συντελεστών α και β και ανάλογα με το χρόνο λειτουργίας των φώτων στον χώρο, λαμβάνεται η τιμή του $CLF_{φ}$ από τους πίνακες 14, 15, 16, και 17 που αντιστοιχούν σε χρόνους λειτουργίας 8, 10, 12, 14, αντίστοιχα.

Πίνακας 12. "Οι τιμές του συντελεστή απορροφητικότητας α για διαφόρους τύπους από επιπλώσεις, φωτιστικών και αερισμού"

Τύπος φώτων	Αερισμός φώτων	Επίπλωση	α
Φώτα σε μη εξαερίζομενη εσοχή	Χαμηλός αερισμός φώτων με αέρα παροχής ($V=2.5 \text{ lit/s}$)	Επίπλωση με μεγάλο βάρος	0.45
Φώτα σε μη εξαερίζομενη εσοχή	Μέση ή υψηλή στάθμη αερισμού χώρου με αέρα παροχής ($V=2.5 \text{ lit/sec}$)	Συνηθισμένη επίπλωση	0.55
Φώτα με εξαερισμό	Μέση ή υψηλή στάθμη αερισμού με ανεμιστήρα πηνίου (Fan coil) ή με μονάδα επαγωγικού τύπου, και παροχή μέσα από το ταβάνι ή από τον τοίχο, ($V=2.5 \text{ lit/s}$), και επιστροφή μέσα από το κενό ταβανιού - φωτός	Συνηθισμένη επίπλωση με ή χωρίς χαλί	0.65
Φώτα με εξαερισμό ή ελεύθερα	Επιστροφή από αγωγούς διαμέσου του κρεμασμένου φωτός στη ροή του αέρα	Για κάθε τύπο επίπλωσης	0.75.

Πίνακας 13. "Οι τιμές του συντελεστή συναγωγής β για διάφορα υλικά κατασκευής χώρου και διάφορους ρυθμούς της κυκλοφορίας του αέρα"

Υλικά κατασκευής χώρου	Τύπος παροχής και επιστροφής			
	X	M	Y	ΠΥ
Ξύλινο πάτωμα με ($S=50 \text{ mm}$) και ($M=50$)	B	A	A	A
Πάτωμα από μπετόν με ($S=76 \text{ mm}$) και ($M=195.3$)	B	B	B	A
Πάτωμα από μπετόν με ($S=152.4 \text{ mm}$) και ($M=366.2$)	C	C	C	B
Πάτωμα από μπετόν με ($S=203.2 \text{ mm}$) και ($M=585.8$)	C	C	D	D
Πάτωμα από μπετόν με ($S=304.8 \text{ mm}$) και ($M=781.1$)	D	D	D	D

όπου **S**: πάχος τοιχώματος,

M: ειδική μάζα σε (kg/m^2)

Σημείωση. Όταν τα πατώματα είναι καλυμμένα με χαλί ή πλαστικό δάπεδο ή είναι από κεραμικά πλακάκια λαμβάνεται ο συμβολισμός της επόμενης δεξιάς κάθετης.

Αντιστοιχία:

X: χαμηλή κυκλοφορία αέρα με συντελεστή συναγωγής $\beta=2,27 \text{ W/m}^2\text{K}$.

M: μέση κυκλοφορία αέρα με $\beta=3,41 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Y: υψηλή κυκλοφορία αέρα με $\beta=4,54 \text{ W/m}^2\text{K}$.

ΠΥ: πολύ υψηλή κυκλοφορία αέρα με $\beta=6,81 \text{ W/m}^2\text{K}$

Πίνακας 14. «Τιμές του παράγοντα ψυκτικού φορτίου CLFφ από φωτισμό, για 8ωρη λειτουργία φώτων»

		ΩΡΑ																							
α	β	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0.45	A	0.02	0.46	0.57	0.65	0.72	0.77	0.82	0.85	0.88	0.46	0.37	0.30	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02
	B	0.07	0.51	0.56	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08
	C	0.11	0.55	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12
	D	0.14	0.58	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.22	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15
0.55	A	0.01	0.56	0.65	0.72	0.77	0.82	0.85	0.88	0.90	0.37	0.30	0.24	0.19	0.16	0.13	0.10	0.08	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
	B	0.06	0.60	0.64	0.68	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
	C	0.09	0.63	0.66	0.68	0.70	0.71	0.73	0.75	0.76	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10
	D	0.11	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.72	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12
0.65	A	0.01	0.66	0.73	0.78	0.82	0.86	0.88	0.91	0.93	0.29	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01
	B	0.04	0.69	0.72	0.75	0.77	0.80	0.82	0.84	0.85	0.22	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
	C	0.07	0.72	0.73	0.75	0.76	0.78	0.79	0.80	0.82	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07
	D	0.09	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.77	0.78	0.79	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
0.75	A	0.01	0.76	0.80	0.84	0.87	0.90	0.92	0.93	0.95	0.21	0.17	0.13	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
	B	0.03	0.78	0.80	0.82	0.84	0.85	0.87	0.88	0.89	0.15	0.14	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
	C	0.05	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05
	D	0.06	0.81	0.82	0.82	0.83	0.83	0.84	0.84	0.85	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

Πίνακας 15. «Τιμές του παράγοντα ψυκτικού φορτίου CLFφ από φωτισμό, για 10ωρη λειτουργία φώτων»

		ΩΡΑ																							
α	β	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0.45	A	0.03	0.47	0.58	0.66	0.73	0.78	0.82	0.86	0.88	0.91	0.93	0.49	0.39	0.32	0.26	0.21	0.17	0.13	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04
	B	0.10	0.54	0.59	0.63	0.66	0.70	0.73	0.76	0.78	0.80	0.82	0.39	0.35	0.32	0.28	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11
	C	0.15	0.59	0.61	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	0.73	0.75	0.76	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16
	D	0.18	0.62	0.63	0.64	0.66	0.67	0.68	0.69	0.69	0.70	0.71	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.19	0.19
0.55	A	0.02	0.57	0.65	0.72	0.78	0.82	0.85	0.88	0.91	0.92	0.94	0.40	0.32	0.26	0.21	0.17	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03
	B	0.05	0.62	0.66	0.69	0.73	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.85	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09
	C	0.12	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74	0.75	0.77	0.78	0.79	0.81	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13
	D	0.15	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.73	0.74	0.75	0.76	0.76	0.22	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15
0.65	A	0.02	0.66	0.73	0.78	0.83	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.31	0.25	0.20	0.16	0.13	0.11	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02
	B	0.06	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.89	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07
	C	0.09	0.74	0.75	0.77	0.78	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10
	D	0.11	0.76	0.77	0.77	0.78	0.79	0.79	0.80	0.81	0.81	0.82	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12
0.75	A	0.01	0.76	0.81	0.84	0.88	0.90	0.92	0.93	0.95	0.96	0.97	0.22	0.18	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
	B	0.04	0.79	0.81	0.83	0.85	0.86	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
	C	0.07	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.89	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07
	D	0.08	0.83	0.83	0.84	0.84	0.85	0.85	0.86	0.86	0.87	0.87	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09

Πίνακας 16 «Τιμές του παράγοντα ψυκτικού φορτίου CLFφ από φωτισμό, για 12ωρη λειτουργία φώτων»

		ΩΡΑ																							
α	β	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0.45	A	0.05	0.49	0.59	0.67	0.73	0.78	0.83	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.51	0.41	0.33	0.27	0.22	0.19	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06
	B	0.13	0.57	0.61	0.65	0.69	0.72	0.75	0.77	0.79	0.82	0.83	0.85	0.87	0.43	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15
	C	0.19	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.73	0.74	0.76	0.77	0.79	0.80	0.81	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20
	D	0.22	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.74	0.75	0.76	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23
0.55	A	0.04	0.58	0.66	0.73	0.78	0.82	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.42	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05
	B	0.11	0.65	0.68	0.72	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.85	0.86	0.88	0.89	0.35	0.32	0.28	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12
	C	0.15	0.69	0.71	0.73	0.75	0.76	0.78	0.79	0.80	0.81	0.83	0.84	0.85	0.30	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16
	D	0.18	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.76	0.77	0.78	0.78	0.79	0.80	0.80	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23	0.22	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19
0.65	A	0.03	0.67	0.74	0.79	0.83	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04
	B	0.09	0.73	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.85	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.27	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
	C	0.12	0.76	0.78	0.79	0.80	0.81	0.83	0.84	0.85	0.86	0.86	0.87	0.88	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13
	D	0.14	0.79	0.79	0.80	0.80	0.81	0.82	0.82	0.83	0.83	0.84	0.84	0.85	0.20	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15
0.75	A	0.02	0.77	0.81	0.85	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03
	B	0.06	0.81	0.82	0.84	0.86	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.94	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07
	C	0.09	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.88	0.89	0.90	0.90	0.91	0.91	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09
	D	0.10	0.85	0.85	0.86	0.86	0.86	0.87	0.87	0.88	0.88	0.88	0.89	0.89	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11

Πίνακας 17 «Τιμές του παράγοντα ψυκτικού φορτίου CLFφ από φωτισμό, για 14ωρη λειτουργία φώτων»

		ΩΡΑ																							
α	β	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0.45	A	0.07	0.51	0.61	0.68	0.74	0.79	0.83	0.87	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.53	0.42	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14	0.12	0.09
	B	0.18	0.61	0.65	0.68	0.72	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.85	0.86	0.88	0.89	0.90	0.46	0.41	0.37	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20
	C	0.24	0.67	0.69	0.71	0.73	0.74	0.76	0.77	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.41	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25
	D	0.26	0.71	0.72	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.78	0.79	0.80	0.80	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28
0.55	A	0.06	0.69	0.68	0.74	0.79	0.83	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.43	0.35	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.09	0.08
	B	0.15	0.68	0.71	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.85	0.86	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.38	0.34	0.31	0.27	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16
	C	0.19	0.73	0.75	0.76	0.78	0.79	0.80	0.81	0.83	0.84	0.85	0.86	0.86	0.87	0.88	0.34	0.32	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21
	D	0.22	0.76	0.77	0.77	0.78	0.79	0.79	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.83	0.83	0.84	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23
0.65	A	0.05	0.69	0.75	0.80	0.84	0.87	0.89	0.92	0.93	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.34	0.27	0.22	0.17	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06
	B	0.11	0.75	0.78	0.80	0.82	0.64	0.85	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13
	C	0.15	0.79	0.80	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.86	0.87	0.88	0.89	0.89	0.90	0.91	0.26	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16
	D	0.17	0.81	0.82	0.82	0.83	0.83	0.84	0.84	0.85	0.85	0.86	0.86	0.87	0.87	0.87	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.18
0.75	A	0.03	0.78	0.82	0.86	0.88	0.91	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.24	0.19	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.04
	B	0.08	0.82	0.84	0.86	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09
	C	0.11	0.85	0.86	0.87	0.88	0.88	0.89	0.90	0.90	0.91	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
	D	0.12	0.87	0.87	0.87	0.88	0.88	0.89	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90	0.91	0.91	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13

1.2.6 "Ψυκτικό φορτίο από ανθρώπους"

Είναι γνωστό ότι ο άνθρωπος, είναι πηγή θερμότητας και είναι φυσικό να προσθέτει θερμικό κέρδος στον χώρο. Το θερμικό κέρδος που προσθέτει το ανθρώπινο σώμα στον χώρο, εξαρτάται από:

- α. Το μέγεθος του ανθρώπου
- β. Τη δραστηριότητα του ανθρώπου στο χώρο
- γ. Το φύλλο και η ηλικία του ανθρώπου
- δ. Το είδος ενδυμασίας και οι συνθήκες του χώρου

Συνήθως, δεν είναι γνωστοί οι περισσότεροι από τους πιο πάνω παράγοντες, όταν εκτελείται η μελέτη της εγκατάστασης. Για το λόγο αυτό λαμβάνονται υποθετικές μέσες παράμετροι ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση του χώρου.

Για τον υπολογισμό δύναται να θεωρηθεί γνωστός ο μέσος μέγιστος αριθμός ανθρώπων στον χώρο και η χρονική στιγμή που εμφανίζεται αυτός ο αριθμός, συγκριτικά με το χρόνο εμφάνισης των άλλων φορτίων στο χώρο.

Η θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα μεταφέρεται στο χώρο με τους γνωστούς τρόπους μετάδοσης (ακτινοβολία, αγωγή και συναγωγή) και προσθέτει στον χώρο αισθητό και λανθάνον θερμικό κέρδος. Στον πίνακα 18 δίνονται αυτά τα ποσά θερμότητας ανά άνθρωπο για διάφορες περιπτώσεις.

Το λανθάνον θερμικό κέρδος από το ανθρώπινο σώμα θεωρείται ολόκληρο, σαν στιγμιαίο ψυκτικό φορτίο, ενώ το αισθητό δεν έχει άμεση εμφάνιση στον χώρο, λόγω του ότι το μεγαλύτερο τμήμα αυτού γύρω στο 70%), μεταδίδεται με μορφή ακτινοβολίας και απορροφάται πρώτα από τα στοιχεία του χώρου και στη συνέχεια μεταφέρεται με συναγωγή σ' αυτόν. Είναι αναγκαίο λοιπόν για τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου από ανθρώπους CL_A , να γίνεται χρήση του παράγοντα ψυκτικού φορτίου CLF_A . Τιμές του CLF_A λαμβάνονται από τον πίνακα 19.

Αν η εγκατάσταση δε λειτουργεί σε 24ωρη βάση ή όταν ο χώρος έχει μεγάλη πυκνότητα ανθρώπων (θέατρα, γήπεδα μπάσκετ κλπ) τότε οι τιμές του CLF_A λαμβάνονται ίσες με τη μονάδα ($CLF_A=1$).

Το ψυκτικό (αισθητό και λανθάνον) υπολογίζεται από τις σχέσεις:

$$CL_{A,S} = N \cdot (HG_{A,S}) \cdot (CLF_A) \quad [\text{Watt}] \quad (16)$$

και $CL_{A,L} = N \cdot (HG_{A,L}) \quad [\text{Watt}] \quad (17)$

όπου N: ο αριθμός των ανθρώπων στο χώρο

Πίνακας 18. "Θερμικό κέρδος από ανθρώπους σε χώρο που κλιματίζεται"

ΒΑΘΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ	Ολική θερμότητα	Ολική εφαρ.	Αισθ. Λαν.	
		Ενήλ.Αρρέν.		Watt	
		Watt	Watt	Watt	
Ξεκούραση ανάπαυση	Θέατρο κινηματογρ.	115	100	60	40
Καθισμένος ή πολύ ελαφ. γραφική εργασία	Γραφεία Ξενοδ.κ.λ	140	120	65	55
Καθισμένος τρώει	Εστιατόρια	150	170°	75	95
Σε γραφομηχανή	Γραφεία Ξενοδ.κ.λ	185	150	75	75
Όρθιος ελαφρά δουλειά ή αργό περπάτημα	Καταστήματα Τράπεζες κ.λπ	235	185	90	95
Δουλειά με ελαφρύ σκύψιμο	Εργοστάσια	255	230	100	130
Περπάτημα ή ελαφρά δουλειά σε μηχάνημα	Εργοστάσια	305	305	100	205
Bowling ²	Στη πίστα	350	280	100	180
Μέτριος χορός	Αίθουσα χορού	400	375	120	255
Βαριά δουλειά	Εργοστάσια	470	470	165	300
Βαριά δουλειά Αθλητισ.	Γυμναστήρια	585	525	185	340

Πίνακας 19. “Παράγων ψυκτικού φορτίου CLF_A για το αισθητό θερμικό κέρδος από ανθρώπους”

Σύνολο	Ωρα εισόδου στο χώρο																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0
2	0.49	0.58	0.17	0.13	0.1	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.49	0.59	0.66	0.71	0.27	0.21	0.16	0.14	0.11	0.1	0.06	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01
6	0.5	0.6	0.67	0.72	0.76	0.79	0.34	0.26	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.1	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
8	0.51	0.61	0.67	0.72	0.76	0.8	0.82	0.84	0.38	0.3	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13	0.12	0.1	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04
10	0.53	0.62	0.69	0.74	0.77	0.8	0.83	0.85	0.87	0.89	0.42	0.34	0.28	0.23	0.2	0.17	0.15	0.13	0.11	0.1	0.09	0.08	0.07	0.06
12	0.55	0.64	0.7	0.75	0.79	0.81	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.45	0.36	0.3	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
14	0.58	0.66	0.72	0.77	0.8	0.83	0.85	0.87	0.89	0.9	0.91	0.92	0.93	0.94	0.47	0.38	0.31	0.26	0.23	0.2	0.17	0.15	0.13	0.11
16	0.62	0.7	0.75	0.79	0.82	0.85	0.87	0.88	0.9	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.49	0.39	0.33	0.28	0.24	0.2	0.18	0.16
18	0.66	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.9	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.5	0.4	0.33	0.28	0.24	0.21

1.2.7 "Ψυκτικό φορτίο από ανανέωση και διείσδυση αέρα στον χώρο"

Για να επιτευχθεί ευχάριστη και υγιεινή διαμονή των ανθρώπων στον κλιματιζόμενο χώρο, είναι αναγκαίο να τροφοδοτηθεί αυτός, με ποσότητα νωπού αέρα. Η ποσότητα αυτή εξαρτάται από:

- α. Το πλήθος των ανθρώπων που βρίσκονται στον χώρο
- β. Το κάπνισμα των ανθρώπων του χώρου
- γ. Τη χρήση του χώρου

Σε μερικές περιπτώσεις, είναι αναγκαίο, ανεξάρτητα από το πλήθος των ανθρώπων που βρίσκονται στον χώρο, να προσαχθεί σ' αυτόν μεγάλη ποσότητα νωπού αέρα (χώροι νοσοκομείων, ρυπογόνοι χώροι εργοστασίων κλπ). Στις περιπτώσεις αυτές, σαν παράμετρος για τον υπολογισμό του απαραίτητου αέρα στον χώρο, χρησιμοποιείται το μέγεθος αυτού (όγκος χώρου) και όχι το πλήθος των ανθρώπων που βρίσκεται σ' αυτόν.

Παρατηρείται λοιπόν ότι η ανανέωση του αέρα στον χώρο είναι αναγκαίο μέγεθος και προϋπολογίζεται με βάση της απαιτήσεις του κάθε χώρου. Υπάρχει όμως και ποσότητα αέρα που εισέρχεται στον χώρο ανεξάρτητα από τη θέλησή (από χαραμάδες και ανοίγματα), αυτός είναι ο αέρας διείσδυσης. Η διείσδυση αέρα στο χώρο εμφανίζεται όταν σ' αυτόν επικρατεί πίεση που δεν είναι ικανή να αντισταθμίσει την πίεση και ροή του αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον στον χώρο.

Οι συνηθισμένες τιμές για την ανανέωση του αέρα στον χώρο είναι:

- α. για χώρους με κάπνισμα

$$v = 0,012 \div 0,020 \quad \text{m}^3 \text{αέρα/sec και άτομο} \quad (18)$$

- β. για χώρους χωρίς κάπνισμα

$$v = 0,0025 \cdot 10^{-3} \div 0,0035 \cdot 10^{-3} \quad \text{m}^3 \text{αέρα/sec και άτομο} \quad (19)$$

Υπάρχουν φυσικά και ακραίες περιπτώσεις απαιτήσεων, όπως $v=5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \text{αέρα/sec και άτομο}$, για υποβρύχια¹ και 6 έως 20 αλλαγές αέρα την ώρα για χειρουργεία.

Τα απαραίτητα μεγέθη, ανανέωσης αέρα στους χώρους, εμφανίζουν ποικιλία, ανάλογα με το χώρο. Οι τιμές των αναγκών αυτών φαίνονται στον πίνακα 20. Το θερμικό κέρδος που δημιουργείται λόγω της παροχής νωπού αέρα (ανανέωσης ή διείσδυσης) στον χώρο, είναι ίσο και με το ψυκτικό φορτίο που εμφανίζεται στο χώρο και αυτό γιατί υπάρχει άμεση παραλαβή της θερμότητας αυτής από τον αέρα του χώρου

Για να υπολογισθούν τα ψυκτικά φορτία από ανανέωση και διείσδυση αέρα στον χώρο, και για κανονικές συνθήκες (ατμοσφαιρική πίεση 101,325 kPa, και επίπεδο θάλασσας), χρησιμοποιούνται οι προσεγγιστικές σχέσεις:

$$\alpha. \dot{Q}_T = 1.2 \cdot 10^{+3} \cdot Q(\Delta h) \quad [\text{Watt}] \quad (20)$$

$$\beta. \dot{Q}_S = 1.23 \cdot 10^{+3} \cdot Q(\Delta T) \quad [\text{Watt}] \quad (21)$$

$$\gamma. \dot{Q}_L = 3.01 \cdot Q(\Delta W) \quad [\text{Watt}] \quad (22)$$

όπου: **Q**: η παροχή όγκου του νωπού αέρα σε m³/s

Δh: η διαφορά της ειδικής ενθαλπίας, μεταξύ αέρα του χώρου και αέρα του περιβάλλοντος σε (kJ/kg_{ξα})

ΔT: η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ χώρου και περιβάλλοντος σε (K).

ΔW: η διαφορά του λόγου υγρασίας μεταξύ του αέρα του χώρου και του αέρα του περιβάλλοντος σε (kgw/ kg_{ξα}).

Σημείωση: Αν γίνεται αναφορά για υψόμετρο 1500m (δηλαδή ατμοσφαιρική πίεση 84.15 kPa), οι συντελεστές των σχέσεων 20, 21 και 22 γίνονται αντίστοιχα $1 \cdot 10^{-3}$, $1.03 \cdot 10^{-3}$ και 2.5

Πίνακας 20. "Απαραίτητες ποσότητες νωπού αέρα για διάφορες περιπτώσεις"

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΚΑΠΝΙΣΜΑ	Ανά άτομο m ² /sec		Ανά m ² πατώματ.
		*10 ⁻³		
		απαρ. min		min.
Διαμέρισμα Μέσο	Λίγο	10	5	-
Διαμέρισμα Πολυτ.	Λίγο	10	5	-
Τράπεζα	Κατά περπτωσηση	5	3.5	-
Κουρεία	Συχνά	7	5	-
Ινστιτούτα αισθητικής	Κατά περπτωσηση	5	3.5	-
Αίθουσες συνεδριάσ.	Πολύ βαρύ	24	10-14	6.25
Μπαράκια	Πολύ βαρύ	19	12	-
Διάδρομοι				1.25
Τμήμ.κατ.	Καθόλου	3.5	2.5	0.25
Γρ.διευθ.	Πάρα πολύ	24	14	-
Φαρμακεία	Συχνά	5	3.5	-
Εργοστάσ.	Καθόλου	5	3.5	0.25
Γραφ.κηδ.	Καθόλου	5	3.5	-
Χώρ.στάθ.	Καθόλου	-	-	5.00
Νοσοκομεία		-	-	-
α Χειρουργ.	Καθόλου	-	-	10.00
β Ιδιαίτεροι χώροι	Καθόλου	14	12	1.65
γ Θάλαμοι	Καθόλου	10	5	-
Ξενοδοχ.	Πολύ	14	12	1.65
Εστιατόρια		-	-	20.00
Σαλόνι		-	-	10.00
Εργαστήρια	Λίγο	10	7	-
Γραφεία		-	-	-
α Γενικό	Λίγο	7	5	1.25
β Ιδιωτικό	Καθόλου	12	7	1.25
γ Ιδιωτικό	Συχνά	14	12	1.25
Εστιατόρια		-	-	-
α Καφετέριες	Συχνά	6	5	-
β Φαγάδικα	Συχνά	7	6	-
Αίθ.διδασκαλίας	Καθόλου	-	-	-
Μαγαζιά λιανικής	Καθόλου	5	3.5	-
Θέατρα	Καθόλου	3.5	2.5	-
Θέατρα	Λίγο	7	5	-
Τουαλέτες με εξαερ.		-	-	10.00

1.3 Θερμικά Φορτία

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΤΑ DIN 4701/77.

Οι θερμικές απώλειες ενός κτηρίου συνίστανται από τις απώλειες θερμοπερατότητας και τις απώλειες διείσδυσης αέρα ή αερισμού.

1.3.1 Απώλειες θερμοπερατότητας

Αυτές προέρχονται από το κέλυφος του κτηρίου δηλ. τους τοίχους, τα ανοίγματα, τα δάπεδα, τις οροφές κα. Οι απώλειες θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_o = U \cdot A \cdot (T_i - T_a) \quad (W) \quad (23)$$

όπου:

- U ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$) είναι ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας του στοιχείου. Στην μελέτη θερμικών απωλειών ο k μπορεί να ληφθεί μεγαλύτερος από αυτόν που έχει υπολογιστεί στην μελέτη θερμομόνωσης με γνώμονα την γήρανση της μόνωσης με την πάροδο του χρόνου. Το ποσοστό αύξησης μπορεί να φτάσει το 50%.
- A (m^2) είναι το εμβαδόν του στοιχείου.
- T_i ($^\circ C$) είναι η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου. Ο πίνακας εσωτερικών θερμοκρασιών υπολογισμού ανάλογα με την χρήση του χώρου, παρατίθεται στον Πιν.1.3.1.
- T_a ($^\circ C$) είναι η θερμοκρασία στην εξωτερικής πλευρά του στοιχείου,

Πίνακας.1.3.1. Θερμοκρασίες χώρων ενδιαιτήσεως

Χώροι	$^\circ C$
1. Κατοικίες Καθημερινά, Υπνοδωμάτια, Κουζίνες Προθάλαμοι, Διάδρομοι, WC Κλιμακοστάσια Λουτρά	20 15 10 32
2. Καταστήματα και Γραφεία Καταστήματα, Γραφεία, Εστιατόρια, δωμάτια ξενοδοχείων Κλιμακοστάσια, διάδρομοι, WC	20 15

3. Εκπαιδευτικά κτήρια	
Αίθουσες Διδασκαλίας	20
Χώροι Εργαστηρίων	15 έως 18
Αμφιθέατρα	18
Κλειστά Γυμναστήρια	15
Αίθουσες λουτρών, αποδυτήρια	22
Διάδρομοι, κλιμακοστάσια, κλειστές αίθουσες διαλειμμάτων, WC	5 έως 10
Διάδρομοι, κλιμακοστάσια και WC νηπιαγωγείων	15
Ιατρεία	24
Χώροι διαφυλάξεως οργάνων και βεστιάρια	15

Για τον υπολογισμό των απωλειών λόγω θερμοπερατότητας ενός στοιχείου υπολογίζονται και οι προσαυξήσεις.

Αυτές είναι:

1. Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού (Z_H). Το Z_H παίρνει τις ακόλουθες τιμές:

- -5 για N, ΝΔ, ΝΑ
- +5 για Β, ΒΔ, ΒΑ
- 0 για Δ και Α

2. Προσαύξηση λόγω διακοπής λειτουργίας.

Ο συντελεστής προσαύξησης λόγω διακοπής λειτουργίας (Z_D) υπολογίζεται:

- Με βάση την τιμή D από τον τύπο: $D = Q_o / (F_{ges} \cdot \Delta t)$, όπου F_{ges} η συνολική επιφάνεια που περιβάλλει τον χώρο και ΔT η διαφορά θερμοκρασίας ($T_i - T_a$).
- Με βάση τις ώρες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης.

Τιμές του (Z_D) δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1.3.2. Υπολογισμός συντελεστή προσαύξησης λόγω διακοπής λειτουργίας (Z_D)

Τρόπος Λειτουργίας	Z_D			
0 ώρες διακοπής	7	7	7	7
8-12 ώρες διακοπής	20	15	15	15
12-16 ώρες διακοπής	30	25	20	15
Τιμή D	0.1 - 0.29	0.30 - 0.69	0.70 - 1.49	> 1,50

Επομένως οι απώλειες θερμοπερατότητας (με τις προσαυξήσεις) είναι:

$$Q_T = Q_o (1 + Z_H + Z_D) = Q_o \times Z \quad (24)$$

1.3.2 Απώλειες διείσδυσης αέρα ή αερισμού (Q_L)

Αυτές προέρχονται από την εναλλαγή αέρα με το εξωτερικό περιβάλλον. Υπολογίζονται :

1. Στην περίπτωση που υπάρχει εξαερισμός, $Q_L = V \rho c (T_i - T_a)$ (kW), όπου:

- V ο όγκος εισερχομένου αέρα σε m^3/s
- ρ η πυκνότητα του αέρα σε kg/m^3
- c η ειδική θερμότητα του αέρα σε $kJ/kg \text{ } ^\circ C$
- $(T_i - T_a)$ η διαφορά εσωτερικής - εξωτερικής θερμοκρασίας

2. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει εξαερισμός, τότε υπολογίζονται οι απώλειες από τις χαραμάδες οι οποίες οφείλονται στην διαφορά εσωτερικής – εξωτερικής πίεσης που προκαλεί την διείσδυση του αέρα. Ο τύπος υπολογισμού των απωλειών από τις χαραμάδες είναι:

$$Q_L = \Sigma Q A_i, \quad (25)$$

όπου:

$$Q A_i = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z_f \quad (26)$$

για κάθε άνοιγμα.

Οι παράμετροι της παραπάνω σχέσης είναι:

- α : Συντελεστής διείσδυσης αέρα ανοίγματος
- Σl : Συνολική περίμετρος ανοίγματος (σε m)
- R : Συντελεστής διεισδυτικότητας.
- H : Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης
- Δt : Διαφορά θερμοκρασίας (σε βαθμούς $^\circ C$)
- Z_f : Συντελεστής γωνιακών παραθύρων (στην περίπτωση γωνιακών παραθύρων παίρνει την τιμή 1.2 αντί της κανονικής τιμής 1).

Πίνακας. 1.3.3. Συντελεστές διείσδυσης αέρα ανοιγμάτων α

Είδος Ανοίγματος		α
Άνοιγμα ξύλινο ή πλαστικό	Απλό	3,0
	Διπλό	2,0
Άνοιγμα μεταλλικό	Απλό	1,5
	Διπλό	1,2
Εσωτερική πόρτα	Στεγανή	1,5
	Μη στεγανή	4,0

Πίνακας. 1.3.4. Τιμές χαρακτηριστικών αριθμών κτηρίου H ανάλογα με την θέση και την ανεμόπτωση

Τοποθεσία	Θέση	Άνεμος(m/sec)	Συνεχόμενο Κτήριο	Μεμονωμένο Κτήριο
Συνήθης	Προστατευμένη	4	0,24	0,34
	Εκτεθειμένη	6	0,41	0,58
	Πολύ Εκτεθειμένη	8	0,60	0,84
Ευάλωτη σε ανέμους	Προστατευμένη	6	0,41	0,58
	Εκτεθειμένη	8	0,60	0,84
	Πολύ Εκτεθειμένη	0	0,82	1,14
	Εξαιρετικά Εκτεθειμένη	2	1,04	1,45

Πίνακας. 1.3.5. Συντελεστές διεισδυτικότητας ανοίγματος R

Υλικό Παραθύρου	Εσωτερικές Πόρτες	Επιφάνεια Παραθύρου/Εσωτερική Πόρτα	R
	Μη Στεγανές	< 3,0	0,9
Ξύλο ή πλαστικό	Στεγανές	< 1,5	0,9
	Μη Στεγανές	< 6,0	0,9
Μέταλλο	Στεγανές	< 2,5	0,9
	Μη Στεγανές	Από 3,0 έως 9,0	0,7
Ξύλο ή πλαστικό	Στεγανές	Από 1,5 έως 3,0	0,7
	Μη Στεγανές	Από 6,0 έως 20,0	0,7
Μέταλλο	Στεγανές	Από 2,5 έως 6,0	0,7

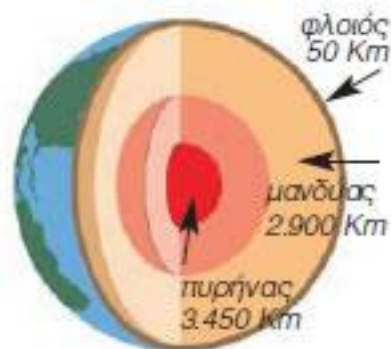
Το σύνολο των θερμικών απωλειών ενός χώρου υπολογίζεται από το άθροισμα των θερμικών απωλειών από θερμοπερατότητα και από διείσδυση αέρα όλων των στοιχείων που περιβάλλουν τον χώρο, δηλ.

$$Q_{OL} = \Sigma (Q_T + Q_L) \quad (27)$$

2. ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

2.1 Ορισμός γεωθερμίας

Γεωθερμία ή Γεωθερμική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης με μορφή νερών, ατμών, αερίων ή μειγμάτων αυτών ή ακόμη και ως ενέργεια από τα πετρώματα και αποτελεί μία σημαντική Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας (Α.Π.Ε.) Είναι η φυσική ενέργεια της γης που διαρρέει το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια.



Εικόνα 2.1. Ο φλοιός, ο μανδύας και ο πυρήνας της γης.

Η μετάδοση θερμότητας πραγματοποιείται με δύο τρόπους:

- α) Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια με ρυθμό $0,04 - 0,06 \text{ W/m}^2$
- β) Με ρεύματα μεταφοράς που περιορίζονται όμως στις ζώνες κοντά στα σύνορα των λιθοσφαιρών πλακών, λόγω ηφαιστειακών και υδροθερμικών φαινομένων.

Οι πρώτες μετρήσεις με θερμομέτρο έγιναν κατά πάσα πιθανότητα το 1740 σε ένα ορυχείο κοντά στο Belfort της Γαλλίας (Bullard, 1965). Ήδη από το 1870, για τη μελέτη της θερμικής κατάστασης του εσωτερικού της γης χρησιμοποιούνταν κάποιες προχωρημένες για την εποχή επιστημονικές μέθοδοι, ενώ η θερμική κατάσταση που διέπει τη γη, η θερμική ισορροπία και εξέλιξή της κατανοήθηκαν καλύτερα τον 20ο αιώνα, με την ανακάλυψη του ρόλου της ραδιενεργής θερμότητα.

Η θερμότητα που περιέχεται στο εσωτερικό της γης αποτελεί την γεωθερμική ενέργεια και είναι τόσο μεγάλη, ώστε μπορεί να θεωρηθεί πρακτικά ανεξάντλητη μορφή ενέργειας για τα ανθρώπινα μέτρα. Η τεχνολογία για την άντληση γεωθερμικής ενέργειας διαφοροποιείται σε ρηχή γεωθερμική σε σχετικά χαμηλές θεοκρασίες, και σε βαθιά γεωθερμική στις υψηλότερες θεοκρασίες.

Αβαθής γεωθερμική ενέργεια είναι η αποθηκευμένη σε μορφή θερμότητας ενέργεια του φλοιού της γης, σε βάθη έως 150 m. και με θερμοκρασίες υπεδάφους έως 18°C . Αυτή η ενέργεια προέρχεται από την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας (σχεδόν το 50% από τη συνολική ποσότητα που φθάνει στη Γη) από τη γήινη επιφάνεια και που στα γεωγραφικά πλάτη της εύκρατης ζώνης κάτω από κάποιο βάθος παραμένει περίπου σταθερή ($10-18^\circ\text{C}$) καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Η σταθερή και μόνιμη αυτή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί, το χειμώνα για θέρμανση νερού κεντρικής θέρμανσης έως

50°C, το θέρος για ψύξη νερού κλιματισμού έως 10°C, όπως επίσης και για ζεστό νερό χρήσης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Η άντληση της ενέργειας από τα βαθύτερα στρώματα της Γης, η λεγόμενη βαθιά γεωθερμική ενέργεια, απαιτεί τη διάνοιξη πηγαδιών σε μεγάλο βάθος. Τα πιθανά θερμά υπόγεια ύδατα μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.

Συχνά γίνεται διάκριση ανάμεσα στα γεωθερμικά συστήματα όπου το κυρίαρχο ρευστό είναι το νερό στην υγρή φάση και σε εκείνα όπου το κυρίαρχο ρευστό είναι ο ατμός. Στα συστήματα όπου επικρατεί το νερό, η υγρή φάση είναι αυτή που ελέγχει συνεχώς την πίεση. Μέσα στη φάση αυτή μπορεί να περιέχονται και κάποια αέρια με τη μορφή μικρών φυσαλίδων. Αυτά τα γεωθερμικά συστήματα, των οποίων οι θερμοκρασίες κυμαίνονται από 125°C μέχρι 225°C, είναι τα πλέον συνηθισμένα παγκοσμίως. Ανάλογα με τις συνθήκες πίεσης και θεοκρασίας, μπορούν να παράγουν θερμό νερό, μίγμα νερού και ατμού, υγρό ατμό, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις ξηρό ατμό. Στα συστήματα όπου το κυρίαρχο ρευστό είναι ο ατμός, το υγρό νερό και ο ατμός συνήθως συνυπάρχουν στον ταμιευτήρα, με τον ατμό να ελέγχει συνεχώς την πίεση.

Ένας άλλος διαχωρισμός των γεωθερμικών συστημάτων είναι αυτός που βασίζεται στην κατάσταση ισορροπίας στον ταμιευτήρα σύμφωνα με τον οποίο λαμβάνονται υπόψη η κυκλοφορία των ρευστών του ταμιευτήρα και ο μηχανισμός μεταφοράς της θερμότητας. Στα δυναμικά συστήματα ο ταμιευτήρας τροφοδοτείται συνεχώς με νερό, το οποίο θερμαίνεται. Στη συνέχεια, ο ταμιευτήρας αποφορτίζεται, είτε γιατί το θερμό ρευστό ανέβηκε μέχρι την επιφάνεια είτε γιατί άρχισε να γεμίζει τους υδατοπερατούς υπόγειους σχηματισμούς. Η θερμότητα μεταφέρεται στο σύστημα μέσω του μηχανισμού της συναγωγής και της κυκλοφορίας του ρευστού. Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει συστήματα τόσο υψηλής (>150 °C) όσο και χαμηλής (<100 °C) θερμοκρασίας. Στα στατικά συστήματα, γνωστά και ως στάσιμα ή συστήματα αποθήκευσης, παρατηρείται ελάχιστη ή καμία τροφοδοσία του ταμιευτήρα και η μεταφορά θερμότητας γίνεται μόνο με τη βοήθεια του μηχανισμού αγωγής.

Οι περιοχές της γης όπου υπάρχουν γεωθερμικά ρευστά (δηλαδή νερό, αέρια ή μίγμα νερού και αερίων) σε ικανοποιητική ποσότητα, θερμοκρασία και βάθος ονομάζονται γεωθερμικά πεδία. Ανάλογα με το θερμοκρασιακό επίπεδό τους διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

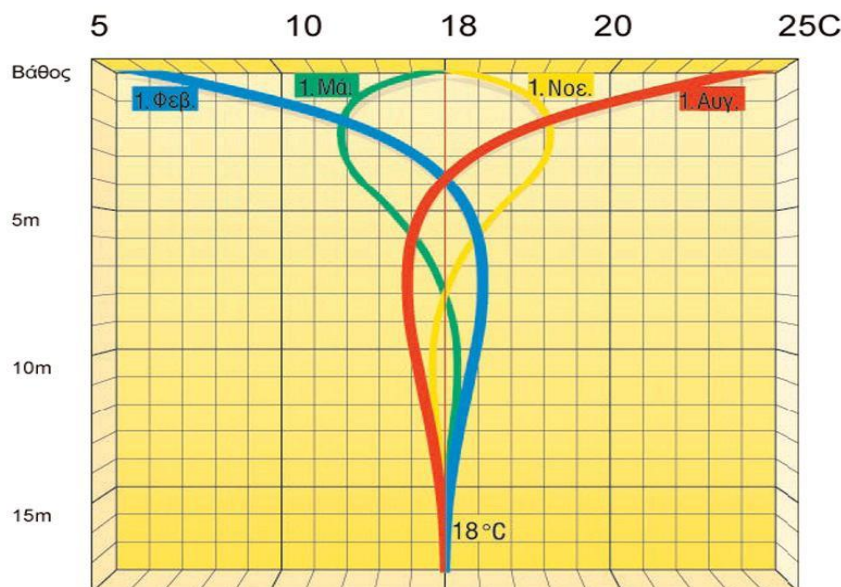
- i. Υψηλής Ενθαλπίας (>150 °C) που χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρισμού.
- ii. Μέσης Ενθαλπίας (80 έως 150 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων καθώς και μερικές φορές και για την παραγωγή ηλεκτρισμού (π.χ. με κλειστό κύκλωμα ψυκτικού μέσου που έχει χαμηλό σημείο ζέσεως).
- iii. Χαμηλής Ενθαλπίας (25 έως 80°C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για θέρμανση θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες, για παραγωγή γλυκού νερού.

Η ενθαλπία, η οποία σε γενικές γραμμές θεωρείται ότι είναι ανάλογη της θερμοκρασίας, χρησιμοποιείται για να εκφράσει την περιεχόμενη θερμική ενέργεια των ρευστών και δίνει μια γενική εικόνα της ενεργειακής αξία του.

2.1.1 Αβαθής Γεωθερμία

Ως αβαθής γεωθερμία χαρακτηρίζεται η μορφή της γεωθερμικής ενέργειας κατά την οποία ενέργεια λαμβάνεται (ή απορρίπτεται) από μικρά βάθη με την χρήση αντλιών θερμότητας. Τα συστήματα αυτά συχνά καλούνται γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (ΓΑΘ). Η ανάκτηση της θερμότητας επιτυγχάνεται με την ανακυκλοφορία νερού σε κλειστές υδροφόρες ή ξηρές γεωτρήσεις ή σε ρηχές επιφάνειες εδάφους/πετρωμάτων, καθώς και με την απευθείας χρήση νερών. Η τεχνική βασίζεται στο γεγονός ότι η θερμοκρασία του υπεδάφους μένει σχεδόν αμετάβλητη σε βάθος μεγαλύτερο από 6 m, ενώ και στα 2m δεν μεταβάλλεται σημαντικά.

Θα μπορούσαμε δε να πούμε ότι σε βάθος από 6 μ. έως 100 μ. η θερμοκρασία παραμένει σταθερή και είναι περίπου ίση με την μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα για τον συγκεκριμένο τόπο. Στην χώρα μας αυτό σημαίνει ότι σε τέτοιο βάθος η θερμοκρασία βρίσκεται ανάμεσα στους 16-20°C. Για την Αθήνα, η θερμοκρασία αυτή είναι 18°C.



Εικόνα 2.2. Μέσες Θερμοκρασίες Εδάφους

Αυτή η ενέργεια προέρχεται από την απορρόφηση-αποθήκευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας (σχεδόν το 50% απ' τη συνολική ποσότητα που φθάνει στη Γη) απ' τη γήινη επιφάνεια, και όπου στα γεωγραφικά πλάτη της εύκρατης ζώνης κάτω από κάποιο βάθος παραμένει περίπου σταθερή (10-20°C), καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Η διατήρηση της θερμοκρασίας αυτής οφείλεται στο γεγονός ότι κατά την διάρκεια του καλοκαιριού ο ήλιος ζεσταίνει την επιφάνεια του εδάφους, το οποίο απορροφά σε βάθος την θερμότητα που του παρέχεται, ενώ στη διάρκεια του χειμώνα η ίδια επιφάνεια ψύχεται και αφαιρεί θερμότητα από εκείνη που είχε συσσωρευτεί στο υπέδαφος. Αυτό όμως γίνεται πολύ αργά και με μεγάλη διαφορά φάσης, έτσι ώστε ενώ στην επιφάνεια του εδάφους η θερμοκρασία παρουσιάζει σημαντική διακύμανση, όσο προχωρούμε σε βάθος η διακύμανση αυτή στη διάρκεια ενός έτους γίνεται μικρότερη και ουσιαστικά κάτω από τα 6 μ. σχεδόν εξαφανίζεται. Με τον τρόπο αυτό αποκαθίσταται μια κατάσταση ισορροπίας

στο επίπεδο των 16-20°C.

Έτσι το θέρος, όπου η θερμοκρασία του εδάφους είναι μικρότερη από εκείνη του περιβάλλοντος, το σύστημα απάγει την θερμότητα του χώρου στο έδαφος, ενώ αντίστροφα, τον χειμώνα, το σύστημα μεταφέρει θερμότητα από το έδαφος στον χώρο. Άρα η σταθερή και μόνιμη αυτή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί, το μεν χειμώνα για θέρμανση νερού κεντρικής θέρμανσης έως 50°C, το δε θέρος για ψύξη νερού κλιματισμού έως 10°C, όπως επίσης και για ζεστό νερό χρήσης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Η εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας μπορεί να γίνει με την χρήση Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ) και δικτύου σωληνώσεων εντός του υπεδάφους. Με τον τρόπο αυτό, χρησιμοποιώντας ένα οριζόντιο ή κατακόρυφο δίκτυο από υπόγειους σωλήνες, η αντλία θερμότητας μπορεί είτε να δροσίσει είτε να θερμάνει το κτήριο, διοχετεύοντας νερό σε σωληνώσεις που καλύπτουν όλο το δάπεδο ή τους τοίχους.

Η αβαθής γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη όλον τον χρόνο και δεν εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες της ατμόσφαιρας. Πλεονεκτεί έναντι της κάθε αυτού γεωθερμίας στο ότι βρίσκεται διαθέσιμη και εκμεταλλεύσιμη παντού, είναι αρκετά εύκολη στην αξιοποίησή της και μπορεί να συνδυαστεί και με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως π.χ. με την ηλιακή.

2.2 Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας (Ground Source Heat Pumps)

2.2.1 Γενικά για τις Αντλίες Θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας (ΑΘ) είναι θερμικές μηχανές οι οποίες λειτουργούν με βάση τη μεταφορά ή την άντληση θερμότητας (με τη μορφή ψύξης ή θέρμανσης) από μια δεξαμενή θερμότητας (αέρας περιβάλλοντος, δεξαμενή νερού, υπόγεια νερά, λίμνη, έδαφος) προς ένα χώρο, μέσω ενός κύκλου εξάτμισης και συμπύκνωσης ενός εργαζόμενου μέσου, με κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Σημαντικό χαρακτηριστικό τους είναι η δυνατότητα λειτουργίας τόσο για την παραγωγή θέρμανσης όσο και την παραγωγή ψύξης. Έτσι, με μία κεντρική μονάδα μπορεί να αντικατασταθεί ένας αριθμός άλλων θερμικών συσκευών, για θέρμανση και ψύξη, οδηγώντας σε ολοκληρωμένες λύσεις κλιματισμού.

Επιπλέον, οι αντλίες θερμότητας έχουν πολύ καλύτερη ενεργειακή απόδοση από άλλα συστήματα θέρμανσης. Και ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι απλός: αντί να καταναλώνει καύσιμα, αυτό που κάνει είναι να "μεταφέρει τη θερμότητα". Για το λόγο αυτό οι αντλίες θερμότητας είναι μέχρι πέντε φορές περισσότερο αποδοτικές, από πλευράς ενέργειας, από άλλα συστήματα θέρμανσης.

Οι Αντλίες Θερμότητας απορροφούν περίπου το 75% της απαιτούμενης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη από το περιβάλλον. Το υπόλοιπο 25% το παίρνουμε με την μορφή της ηλεκτρικής ενέργειας και έτσι πετυχαίνουμε θερμική άνεση 100% .

Λειτουργία ψύξης (θέρος) : Η αντλία θερμότητας «αντλεί» θερμότητα από το εσωτερικό του κτηρίου και την απορρίπτει σε εξωτερική "δεξαμενή" θερμότητας (αέρας, έδαφος, νερό). Όσο μικρότερη είναι η θερμοκρασία της εξωτερικής δεξαμενής θερμότητας τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοση της

αντλίας θερμότητας.

Λειτουργία θέρμανσης (χειμώνας): Η αντλία θερμότητας «αντλεί» θερμότητα από εξωτερική πηγή θερμότητας (αέρας, έδαφος, νερό) και την προσάγει στο εσωτερικό του κτηρίου. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία της εξωτερικής πηγής θερμότητας τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοση της αντλίας θερμότητας.

Η συνοπτική λειτουργία μιας αντλίας θερμότητας έγκειται στις παρακάτω διαδικασίες:

1. Αντιψυκτικό υγρό κυκλοφορεί σε ένα σωλήνα (συλλέκτη) και απορροφά θερμότητα (ενέργεια) από το έδαφος, το νερό ή τον αέρα.

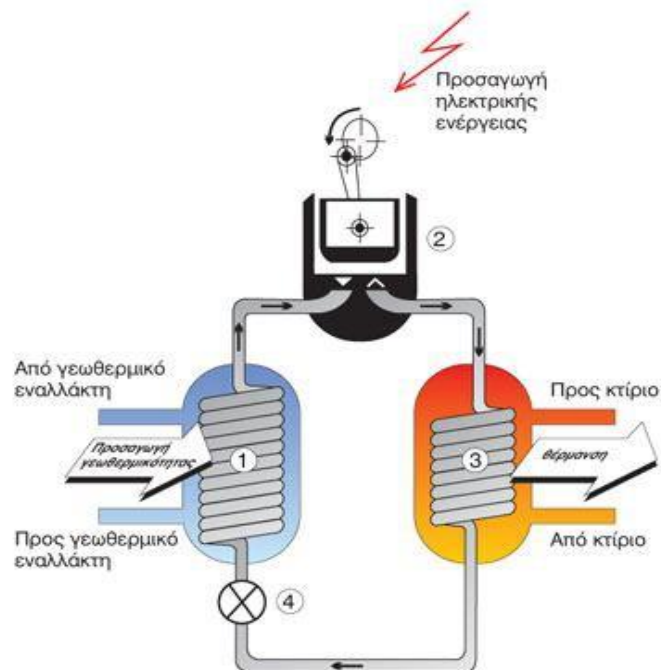
2. Στην αντλία θερμότητας υπάρχει ένας εναλλάκτης που καλείται ατμοποιητής. Εκεί μεταφέρεται η ενέργεια (θερμότητα) από το αντιψυκτικό υγρό στο ψυκτικό υγρό (μέσο). Αυτό έχοντας χαμηλό σημείο ζέσης (εξατμίζεται στους 5-10°C), εξατμίζεται και κυκλοφορεί σε ένα κλειστό κύκλωμα.

3. Στον συμπιεστή με τη βοήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας συμπιέζεται το αέριο πλέον ψυκτικό μέσο, με στόχο την ανύψωση της πίεσης και θερμοκρασίας του.

4. Το αέριο ψυκτικό μέσο συμπυκνώνεται αποδίδοντας την θερμοκρασία του στον κλιματιζόμενο χώρο, όταν έρχεται σε επαφή με το νερό κυκλοφορίας θέρμανσης του κτηρίου, διαμέσου ενός εναλλάκτη θερμότητας. Το θερμό νερό μεταβιβάζεται στο κτήριο με στόχο τη θέρμανση του, ενώ το υγρό πια ψυκτικό μέσο εκτονώνεται στην βαλβίδα εκτόνωσης για τη πτώση της πίεσης του.

5. Το ψυκτικό υγρό μεταφέρεται πάλι στον ατμοποιητή και η διαδικασία επαναλαμβάνεται. Η επανάληψη του κύκλου δημιουργεί τη συνεχή θέρμανση του κτηρίου.

6. Στην θερινή λειτουργία, αντιστρέφεται ο κύκλος του ψυκτικού δια της βαλβίδας αντιστροφής, με αποτέλεσμα το έδαφος, το νερό ή ο αέρας να αποτελεί τον αποδέκτη της θερμότητας, ενώ το κτήριο την πηγή ενέργειας (ατμοποιητής).



ΕΙΚΟΝΑ 2.3: Αρχή λειτουργίας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας

Για την ενεργειακή αξιολόγηση των αντλιών θερμότητας χρησιμοποιείται ο βαθμός απόδοσης COP (Coefficient of Performance) που είναι ο λόγος της αποδιδόμενης θερμότητας προς την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια.

Έτσι μία αντλία θερμότητας που έχει $COP = 4$, μεταφέρει 4kW θερμικής ισχύος για κάθε 1 kW καταναλισκόμενης ισχύος. Στις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας ο συντελεστής αυτός κυμαίνεται από 3 μέχρι 5. Δηλαδή ένας καυστήρας ορυκτών καυσίμων μπορεί να είναι 78-95% αποδοτικός, ενώ μια γεωθερμική αντλία θερμότητας είναι 300% -500%. Οι σύγχρονες αντλίες θερμότητας έχουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης ($COP = 4\sim 6$). Η αυξημένη τιμή του είναι επιθυμητή γιατί σημαίνει ότι τόσο πιο αποδοτική ενεργειακά είναι η χρήση της αντλίας αφού παράγεται μεγαλύτερο θερμικό φορτίο σε σχέση με το ηλεκτρικό έργο που προσφέρουμε στον συμπιεστή. Ο βαθμός απόδοσης μίας αντλίας εξαρτάται από τις θερμοκρασίες περιβάλλοντος και χώρου, και γενικά ισχύει ότι όσο μικρότερη είναι η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του μέσου από το οποίο αντλείται η θερμότητα και της θερμοκρασίας του μέσου στο οποίο απορρίπτεται η θερμότητα, τόσο υψηλότερος είναι ο βαθμός απόδοσης.

Για την απόδοση της αντλίας κατά τη λειτουργία σε ψύξη χρησιμοποιείται συχνά και ο λόγος ενεργειακής απόδοσης EER (Energy Efficient Ratio) που είναι ο λόγος της αποδιδόμενης ψύξης προς την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια.

Συνήθεις τιμές για τον συντελεστή αυτόν είναι από 10 μέχρι 17 αλλά μπορούν να φτάσουν ακόμα και το 20 για μεγάλες εφαρμογές.

Μία αντλία θερμότητας θεωρείται ότι έχει ικανοποιητική απόδοση, εάν $EER > 5.6$ και $COP > 3.9$

Κατηγορίες Γεωθερμικών Αντλιών Ανάλογα με την Δεξαμενή Θερμότητας που Λειτουργούν.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (ΓΑΘ) χωρίζονται σε 3 κατηγορίες με κριτήριο την δεξαμενή θερμότητας με την οποία λειτουργούν. Έτσι έχουμε :

- A.** ΓΑΘ που λειτουργούν με υπόγεια νερά (ground water open loop heat pumps) με θερμοκρασία μικρότερη των 25°C.
- B.** ΓΑΘ που λειτουργούν με επιφανειακά νερά (surface water heat pumps).
- Γ.** ΓΑΘ που είναι συνδεδεμένες με το υπέδαφος (ground coupled heat pumps).

Όταν αξιοποιείται το νερό γεώτρησης ή πηγαδιού ή λίμνης η ποταμού ή της θάλασσα χρησιμοποιείται γεωεναλλάκτης ανοιχτού κυκλώματος. Όταν αξιοποιείται το υπέδαφος χρησιμοποιείται ο γεωεναλλάκτης κλειστού κυκλώματος, σε κατακόρυφο ή οριζόντιο σύστημα.

Όπως γίνεται κατανοητό οι δυο πρώτες κατηγορίες αναφέρονται σε περιπτώσεις όπου υπάρχει ταμιευτήρας νερού σε κάποιο βάθος κάτω από το έδαφος είτε επιφανειακά νερά σε χαμηλή θερμοκρασία κοντά στην εγκατάσταση. Έτσι οι δυο αυτές περιπτώσεις δεν θα μας απασχολήσουν αλλά θα ασχοληθούμε μόνο με τις ΓΑΘ που είναι συνδεδεμένες με το υπέδαφος.

2.2.2 ΓΑΘ Συνδεδεμένες με το Υπέδαφος (Ground Coupled Heat Pumps)

Τα συστήματα αυτά συχνά καλούνται ΓΑΘ κλειστού κυκλώματος και αποτελούνται ουσιαστικά από σύστημα κύκλου συμπίεσης ατμών, το οποίο είναι συνδεδεμένο με υπεδάφιο εναλλάκτη (εδάφους-νερού) που βρίσκεται θαμμένος στο έδαφος. Η θερμοκρασία του εδάφους όπως έχουμε προαναφέρει μένει σχεδόν αμετάβλητη σε βάθος μεγαλύτερο από 6m προσεγγίζοντας τη μέση ετήσια θερμοκρασία της ατμόσφαιρας, ενώ ακόμα και σε βάθος 2m η θερμοκρασία του εδάφους αποκρίνεται στην θερμοκρασία του περιβάλλοντος χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις, με καθυστέρηση ορισμένης χρονικής περιόδου. Σε αυτά τα βάθη η αποθηκευμένη ενέργεια του εδάφους προέρχεται βασικά από την ηλιακή ακτινοβολία και μόνο ένα μικρό ποσοστό (2-3%) προέρχεται από την θερμότητα της γης. Βέβαια η θερμότητα σε βάθη μεγαλύτερα από 15 m προέρχεται μόνο από την γεωθερμία.

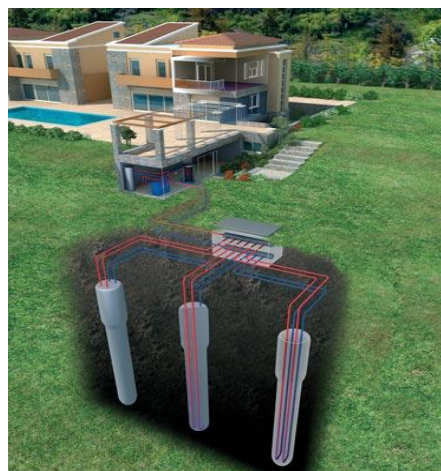
Το πλέον χρησιμοποιούμενο σύστημα είναι μία αντλία θερμότητας νερού-αέρα, στον ατμοποιητή της οποίας κυκλοφορεί σε κλειστό κύκλωμα (συχνά υπό πίεση) νερό ή νερό με αντιψυκτικό διάλυμα. Βέβαια για τη λειτουργία της αντλίας για παραγωγή ψύξης το θέρους, το υγρό του κλειστού κυκλώματος διέρχεται μέσα από το συμπυκνωτή.

Το υγρό αυτό απορροφά θερμότητα από το έδαφος στην διάρκεια του χειμώνα και απορρίπτει θερμότητα σε αυτό στην διάρκεια του καλοκαιριού. Ως αντιψυκτικά χρησιμοποιούνται οι γλυκόλες (αιθυλένο- και προπυλένο-γλυκόλη), το χλωριούχο ασβέστιο, το οξικό κάλιο κ.α.

Τα συστήματα ΓΑΘ κλειστού κυκλώματος διαχωρίζονται περαιτέρω σε κάθετα και οριζόντια ανάλογα με την γεωμετρία του υπόγειου εναλλάκτη.

2.2.3 Κάθετα Συστήματα ΓΑΘ Κλειστού Κυκλώματος

Τα κάθετα συστήματα αποτελούνται συνήθως από ένα ζεύγος σωληνώσεων μικρής διαμέτρου (20-40 mm) από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HPDE) που τοποθετείται συνήθως σε μία ή περισσότερες κατακόρυφες γεωτρήσεις το εσωτερικό των οποίων γεμίζεται εν συνεχεία από στερεό υλικό.



Εικόνα 2.4 κατακόρυφου συστήματος ΓΑΘ κλειστού κυκλώματος

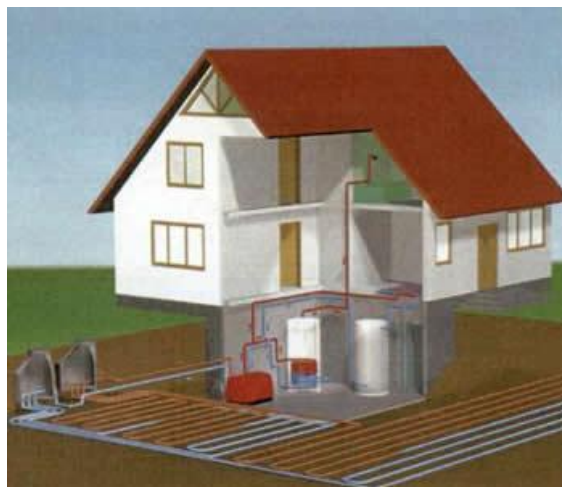
Το ζεύγος των σωληνώσεων είναι συνδεδεμένο με θερμοκόλληση στο κάτω άκρο σχηματίζοντας U. Εκτός από αυτό το σχήμα έχουν εφαρμοστεί και άλλες γεωμετρίες, με σκοπό την αύξηση της επιφάνειας του υπόγειου εναλλάκτη όπως τα διπλά ζεύγη σωληνώσεων και η σπειροειδής τοποθέτηση του πλαστικού αγωγού.

Το βάθος των γεωτρήσεων ποικίλλει από 15 μέχρι και 200m , ανάλογα με το υλικό των σωληνώσεων και την αντοχή τους σε πίεση – θερμοκρασία, με τις συνθήκες , το κόστος διάτρησης και τις ενεργειακές ανάγκες του κτηρίου. Οι πιο πάνω παράμετροι ρυθμίζουν και τον αριθμό των γεωτρήσεων. Η οριζόντια απόσταση μεταξύ των γεωτρήσεων είναι μικρή (2-3 m) επειδή η επίδραση της μιας γεώτρησης στην άλλη είναι ελάχιστη. Έτσι μπορούμε να έχουμε μεγάλη πύκνωση των γεωτρήσεων και επομένως, εξασφάλιση σημαντικών ποσοτήτων θερμότητας σε μικρό χώρο. Η παροχή θερμότητας στον υπόγειο εναλλάκτη προέρχεται από διάφορες πηγές, από την γεωθερμική ροή θερμότητας, από αγωγή σε οριζόντιο επίπεδο και από την ανοδική πορεία του υπόγειου νερού, αν υπάρχει.

Η απόδοση που επιτυγχάνεται κυμαίνεται μεταξύ 40 - 70 W/m² ανάλογα με την σύσταση του υπεδάφους. Οι κατακόρυφοι γεωεναλλάκτες εφαρμόζονται σε εγκαταστάσεις με περιορισμένο περιβάλλοντα χώρο και για βραχώδη εδάφη. Η απόδοση τους παρουσιάζει σταθερότητα και η λειτουργία της αντλίας θερμότητας είναι ομαλή καθ' όλο το έτος. Το κόστος κατασκευής είναι σχετικά μεγαλύτερο σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους και οδηγεί την εγκατάσταση σε απόσβεση σε 6 έως 9 έτη. Τα πλεονεκτήματα των κάθετων συστημάτων είναι ότι απαιτούν μικρότερο χώρο, λιγότερες σωληνώσεις και μικρότερη παροχή ενέργειας στην αντλία, ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν πολύ αποδοτικά. Στα μειονεκτήματα των συστημάτων αυτών θα μπορούσε να αναφερθεί το υψηλό αρχικό κόστος που προέρχεται από την διαθεσιμότητα του κατάλληλου εξοπλισμού αλλά και έμπυχου δυναμικού που απαιτείται για την κατασκευή ενός τέτοιου έργου.

2.2.4 Οριζόντια Συστήματα ΓΑΘ Κλειστού Κυκλώματος

Στα οριζόντια συστήματα οι σωληνώσεις PE τοποθετούνται οριζόντια στο έδαφος σε ορισμένο βάθος και με διάφορες γεωμετρίες.



Εικόνα 2.5: Αρχή συστήματος ΓΑΘ με χρήση οριζόντιου κυκλώματος αγωγών

Το δίκτυο των αγωγών τοποθετείται σε βάθος 1-2 m ή και βαθύτερα αν το επιτρέπει το κόστος των εκσκαφών. Η εκσκαφή μπορεί να γίνει με τη μορφή ορυγμάτων, συνήθως πλάτους 20-60 cm ή με τη μορφή της ολικής απομάκρυνσης του εδάφους. Μετά την τοποθέτηση του δικτύου των σωληνώσεων, ο χώρος καλύπτεται με το χώμα της εκσκαφής. Τα συστήματα αυτά χωρίζονται σε τρεις ομάδες: μονής σωλήνωσης, πολλαπλής σωλήνωσης και σπειροειδούς σωλήνωσης. Τα συστήματα μονής σωλήνωσης τοποθετούνται σε στενά αυλάκια τουλάχιστον 1-2m βαθιά. Αυτά τα συστήματα απαιτούν τον μεγαλύτερο χώρο για την εγκατάστασή τους. Τα συστήματα πολλαπλής σωλήνωσης συνίστανται στην τοποθέτηση συνήθως 2 ή 4 σωληνώσεων σε ένα αυλάκι κι έτσι μειώνεται ο χώρος που απαιτείται. Οι σωλήνες απέχουν μεταξύ τους 30-70cm. Με τη χρήση πολλαπλών σωληνώσεων μπορεί το μήκος των αυλακώσεων να μειωθεί, όμως πρέπει να αυξηθεί το συνολικό μήκος των σωληνώσεων για να υπερνικηθούν οι θερμικές επιδράσεις που υπάρχουν ανάμεσα στις γειτονικές σωληνώσεις.

Τα συστήματα σπειροειδών σωληνώσεων μειώνουν ακόμα περισσότερο την απαιτούμενη επιφάνεια. Τα μήκη των αυλακώσεων σε αυτή την περίπτωση είναι μόνο το 20-30% του μήκους για μονές σωληνώσεις, όμως πάλι πρέπει να αυξηθεί σημαντικά το μήκος των σωληνώσεων για να υπερνικηθούν οι θερμικές επιδράσεις που υπάρχουν ανάμεσα στις γειτονικές σωληνώσεις.

Κύριο πλεονέκτημα των οριζόντιων συστημάτων σε σύγκριση με τα κάθετα είναι το μικρότερο κόστος εγκατάστασης, (η απόσβεση της γίνεται σε 2 έως 4 έτη) και η ευκολία κατασκευής. Η απόδοση του γεωεναλλάκτη αυτού κυμαίνεται μεταξύ 20 - 35 W/m² ανάλογα με την σύσταση του εδάφους εγκατάστασης. Σοβαρός περιορισμός είναι η ανάγκη ύπαρξης ικανού χώρου για την τοποθέτηση των υπεδάφινων σωληνώσεων, γεγονός που περιορίζει την χρήση αυτών των συστημάτων σε εξοχικές κατοικίες. Οι κατακόρυφες γεωτρήσεις πάντως καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο (έτσι μπορούν να εγκατασταθούν σε περιοχές με πολλά κτήρια) και είναι περισσότερο αποδοτικές, γιατί η θερμοκρασία του υπεδάφους είναι περισσότερο σταθερή σε μεγαλύτερα βάθη αφού δεν έχουμε την εποχική διακύμανση των θερμοκρασιών και των θερμικών χαρακτηριστικών που έχουμε στο βάθος των 2m.

2.2.5 Παράγοντες που Επηρεάζουν την Αποδοτικότητα της εγκατάστασης ΓΑΘ

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοτικότητα μιας εγκατάστασης ΓΑΘ κλειστού κυκλώματος είναι :

- A.** Το κλίμα
- B.** Οι θερμικές ιδιότητες του υπεδάφους
- Γ.** Το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας
- Δ.** Το κόστος ανόρυξης της γεώτρησης ή της εκσκαφής των ορυγμάτων
- Ε.** Οι τυχόν επιδοτήσεις και τα κίνητρα για την εγκατάσταση μονάδων εξοικονόμησης ενέργειας

Είναι φανερό ότι η αύξηση των ΓΑΘ στον κόσμο και οι τεχνολογική πρόοδος των τελευταίων χρόνων έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους εγκατάστασης.

Έτσι στην μελέτη για το στρατόπεδο επιλέγεται ως λύση η εγκατάσταση ενός κάθετου συστήματος ΓΑΘ κλειστού κυκλώματος για την παραγωγή ψύξης και θέρμανσης.

2.3 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί μία καθαρή μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον, ιδιαίτερα όταν συγκρίνεται με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, με ελάχιστες έως μηδαμινές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εκμετάλλευσή της. Ακόμη και όταν υπάρχουν κάποιες περιορισμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αυτές μπορούν πάντοτε να αντιμετωπισθούν με τη χρήση της τεχνολογίας.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της γεωθερμικής ενέργειας είναι:

- Είναι διαθέσιμη μέρα και νύχτα όλο το χρόνο και δεν επηρεάζεται από καιρικές συνθήκες.
- Προσφέρεται έτοιμη σαν θερμικό προϊόν. Δεν μπορεί να μεταφερθεί μακριά, άρα θα πρέπει να αξιοποιηθεί επί τόπου από τις παραγωγικές δυνάμεις.
- Αναπτύσσεται σε πεδινές περιοχές με άριστες συνθήκες αξιοποίησης στη σύγχρονη γεωργία, αγροτοβιομηχανία, ιχθυοκαλλιέργεια, αστικές και βιομηχανικές χρήσεις κλπ.
- Μπορεί να συμβάλλει στην αγροτουριστική και οικοτουριστική ανάπτυξη.
- Λόγω της αυξημένη θερμικής ροής της περιοχής μπορεί να γίνει χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας.

Συγκεκριμένα τα περιβαλλοντικά οφέλη της γεωθερμικής ενέργειας είναι:

- Συνεχόμενη παροχή ενέργειας με υψηλό συντελεστή λειτουργίας >90%.
- Μικρό λειτουργικό κόστος, αν και το κόστος εγκατάστασης είναι σημαντικά αυξημένο σε σχέση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας.
- Δεν παράγει επικίνδυνα αέρια καύσης (CO_2 , NO_x , SO_2 κλπ), ούτε σωματίδια, ούτε τέφρα, ούτε καπνό.
- Μικρή απαίτηση γης για την αξιοποίηση της (εγκατάσταση μονάδας, χώρος γεωτρήσεων, σωληνώσεις μεταφοράς κτλ) συγκριτικά με αυτή που απαιτείται από ατμοηλεκτρικούς, υδροηλεκτρικούς σταθμούς κτλ.
- Συμβολή στην επίτευξη των στόχων της Λευκής Βίβλου της Ε.Ε. και του πρωτόκολλου του Κιότο.
- Συμβολή στη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης μιας χώρας, με τον περιορισμό εισαγωγών

ορυκτών καυσίμων.

Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας συναντά ορισμένα βασικά προβλήματα τα οποία θα πρέπει να λυθούν ικανοποιητικά για την οικονομική εκμετάλλευση αυτής της μορφής ενέργειας. Τα προβλήματα αυτά, που σχετίζονται άμεσα με την ιδιάζουσα χημική σύσταση των περισσότερων γεωθερμικών ρευστών, είναι :

- Ο σχηματισμός επικαθίσεων σε κάθε σχεδόν επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το γεωθερμικό ρευστό.
- Η διάβρωση των μεταλλικών επιφανειών.
- Ορισμένες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις, όπως διάθεση των ρευστών μετά τη χρήση τους και εκπομπές τοξικών αερίων κυρίως του υδρόθειου.

Ο σχηματισμός επικαθίσεων σε γεωθερμικές μονάδες μπορεί να ελεγχθεί σε κάποιο βαθμό, αν όχι ολοκληρωτικά, με μια πληθώρα τεχνικών και μεθόδων. Μερικές τυπικές πρακτικές είναι οι εξής:

- Ο σωστός σχεδιασμός της μονάδας και η επιλογή των κατάλληλων συνθηκών λειτουργίας της.
- Η ρύθμιση του pH του ρευστού.
- Η προσθήκη χημικών ουσιών (αναστολέων δημιουργίας επικαθίσεων).
- Η απομάκρυνση των σχηματιζόμενων στερεών με χημικά ή φυσικά μέσα στη διάρκεια προγραμματισμένων ή όχι διακοπών λειτουργίας της μονάδας.

Οι δυνατότητες ελέγχου της διάβρωσης στις γεωθερμικές μονάδες επικεντρώνονται στα εξής:

- Επιλογή του κατάλληλου υλικού κατασκευής.
- Επικάλυψη των μεταλλικών επιφανειών με ανθεκτικά στη διάβρωση στρώματα.
- Προσθήκη αναστολέων διάβρωσης.
- Σωστός σχεδιασμός της μονάδας.

Η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται ήπια μορφή ενέργειας, σε σύγκριση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, χωρίς βέβαια οι επιπτώσεις από την εκμετάλλευση της να είναι συχνά αμελητέες. Τα προβλήματα από τη διάθεση των ρευστών που χρησιμοποιούνται για άμεσες χρήσεις (ρευστά μέσης και χαμηλής ενθαλπίας) είναι κατά κανόνα ηπιότερα, σχεδόν μηδενικά, από ότι των ρευστών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (ρευστά υψηλής ενθαλπίας). Θα πρέπει να τονιστεί ότι στην περίπτωση που εφαρμόζεται η άμεση επανεισαγωγή των γεωθερμικών ρευστών στον ταμειυτήρα οι επιπτώσεις είναι ελάχιστες.

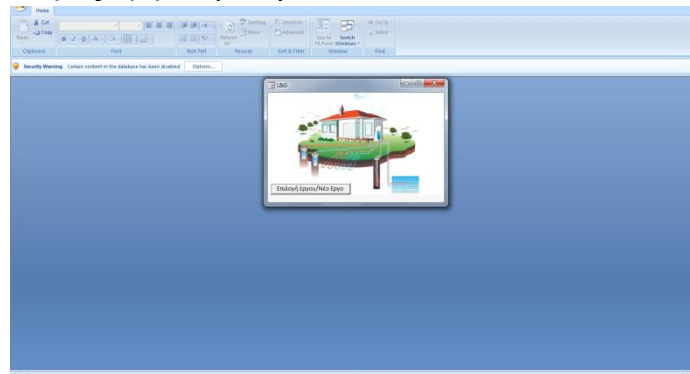
Β-ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Ανάπτυξη Δομής Λογισμικού L&G

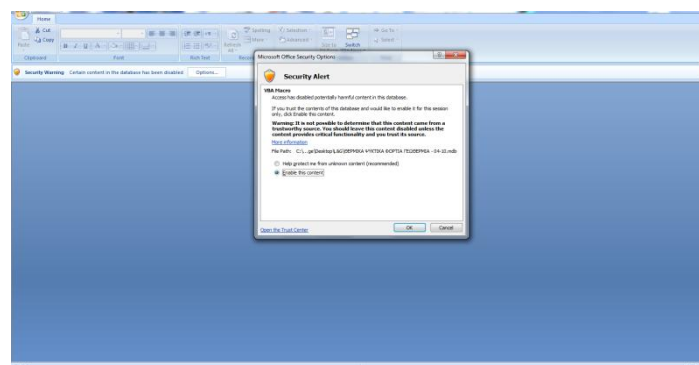
1.1. Εισαγωγή στο Πρόγραμμα

Ανοίγουμε το πρόγραμμα και εμφανίζεται στην οθόνη μας η εικόνα 1.1. Για να λειτουργήσει το πρόγραμμα πρέπει πρώτα να ακολουθήσουμε την πιο κάτω διαδικασία:

‘Security Warning’ → Options → Enable this content (βλέπε. Εικόνα 1.2) → Ok
Αφού επιλέξουμε Ok μας εμφανίζει την εικόνα 1.3

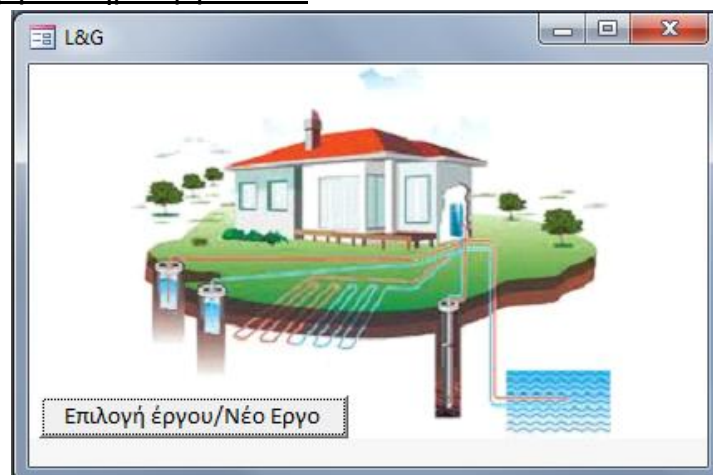


Εικόνα 1.1. Μορφή εισόδου στο πρόγραμμα



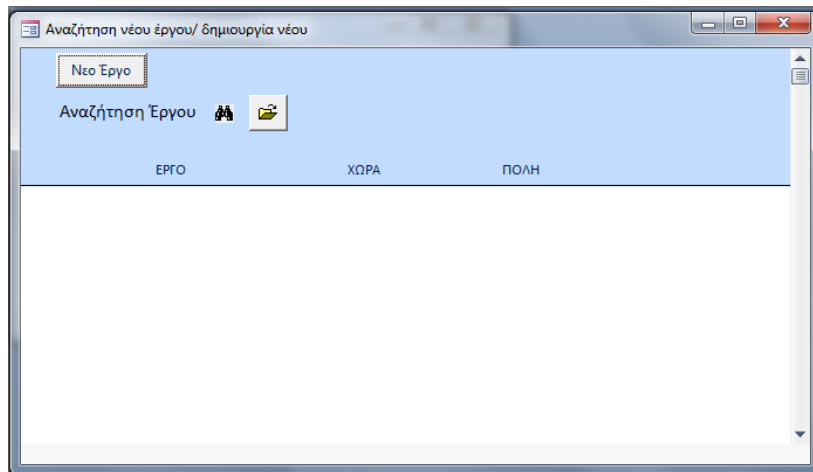
Εικόνα 1.2 Enable this content

1.2. Επιλογή Έργου/Δημιουργία νέου

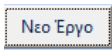




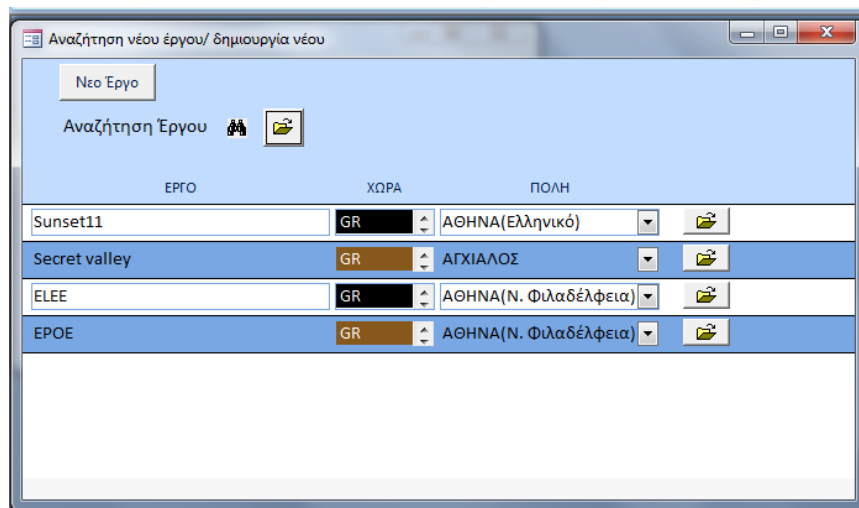
Εικόνα 1.3 Φόρμα Επιλογή Έργου/Νέο Έργο

Αφού πατήσουμε στο κουμπί 'Επιλογή Έργου/ Νέου Έργο μας εμφανίζει την Εικόνα 1.4.



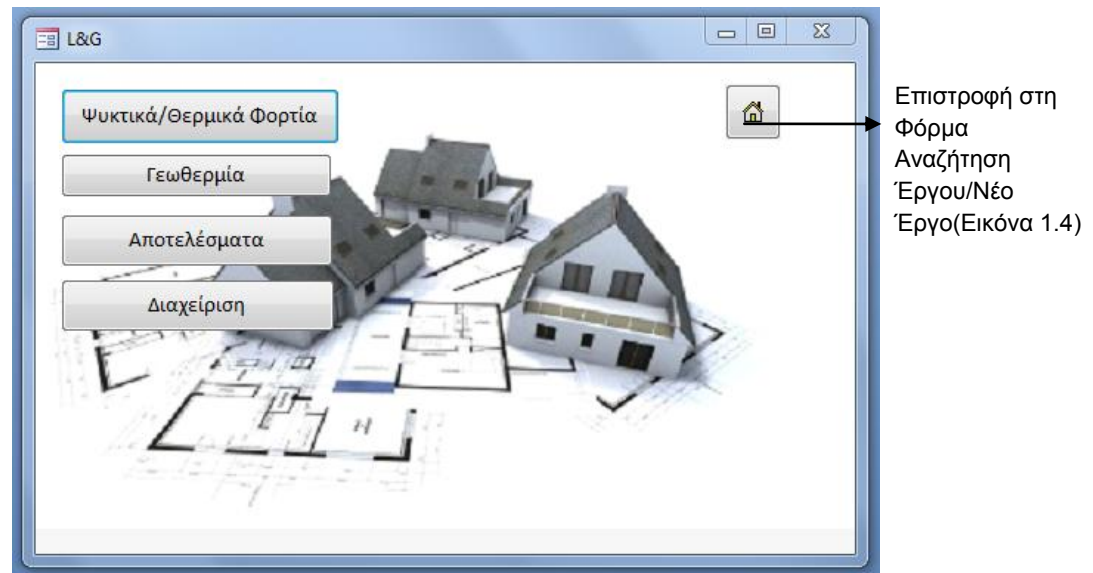
Εικόνα 1.4 Φόρμα Αναζήτηση Έργου/Νέο Έργο

-  → Δημιουργία νέου Έργου
-  → Αναζήτηση Έργου
-  → Ανοιγμα Παλιών Έργων(βλέπε εικ.1.5)



Εικόνα 1.5 Φόρμα Ανοιγμα Παλιών Έργων

Αφού επιλέξουμε τι θέλουμε μας οδηγά στην εικόνα 1.6



Εικόνα 1.6 Φόρμα Ψυκτικά/Θερμικά Φορτία-Γεωθερμία-Αποτελέσματα-Διαχείριση

- A. Ψυκτικά/Θερμικά Φορτία: Εισαγωγή Δεδομένων και Υπολογισμός Ψυκτικών και Θερμικών Φορτίων
- B. Γεωθερμία: Εισαγωγή Δεδομένων και Υπολογισμός στοιχείων για Γεωθερμία
- Γ. Αποτελέσματα: Αποτελέσματα για τα Ψυκτικά/Θερμικά Φορτία και Γεωθερμία
- Δ. Διαχείριση : Εισαγωγή νέων Πόλεων, ανοιγμάτων, εσωτερικών τοίχων, εξωτερικών τοίχων, τύπων λαμπτήρων και υπολογισμός U-value

1.3. Εισαγωγή Δεδομένων








1.3.1. Ψυκτικά/Θερμικά Φορτία

Εδώ γίνεται η εισαγωγή των δεδομένων του κτηρίου για τον υπολογισμό των Θερμικών και Ψυκτικών Φορτίων. Η κύρια Φόρμα είναι αυτή που φαίνεται στην εικόνα 1.7 όπου πρώτα εισάγουμε το όνομα του έργου την Χώρα και την Πόλη στην οποία βρισκόμαστε (Ελλάδα ή Κύπρο) και μετά τα επίπεδα, τους χώρους και τα φορτία για κάθε χώρο.

Επεξήγηση συμβόλων:



Αποθήκευση έργου για να εξαχθούν τα αποτελέσματα καλό είναι να γίνεται συχνά αποθήκευση

-  → Μεταφορά στη πρώτη εγγραφή
-  → Μεταφορά στη προηγούμενη εγγραφή
-  → Μεταφορά στη επόμενη εγγραφή
-  → Μεταφορά στη τελευταία εγγραφή
-  → Νέα εγγραφή
-  → Διαγραφή εγγραφής
-  → Βιβλιοθήκες (ανοίγοντας τις βιβλιοθήκες και πατώντας διπλό κλικ με το mouse στην τιμή την οποία θέλετε εισάγετε αυτόματα)

Τιμές για τον Χαρακτηριστικό Αριθμό Κτιρίου Η

Τοποθεσία	Θύση	Ταχύτητα Ανέμου	Συντελεστής Κτιρίου	Μικροκλιμα Κτιρίου
Προστατευόμενη		4 m/sec	0.34	0.34
Συνήθης	Εκτεθειμένη Ν, ΝΕ, Ε	6 m/sec	0.41	0.58
Συνήθης	Πολύ Εκτεθειμένη	8 m/sec	0.6	0.84
Υποκείμενη σε Ανέμους	Προστατευόμενη	6 m/sec	0.41	0.58
Υποκείμενη σε Ανέμους	Εκτεθειμένη Ν, ΝΕ, Ε	8 m/sec	0.6	0.84
Υποκείμενη σε Ανέμους	Πολύ Εκτεθειμένη	0 m/sec	0.82	1.14
Υποκείμενη σε Ανέμους	Πάρα Πολύ Εκτεθειμένη	2 m/sec	1.04	1.45

διπλό κλικ με το mouse στον αριθμό

Θερμικά και Ψυκτικά Φορτία

ΟΝΟΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: _____ ΧΩΡΑ: _____ ΠΟΛΗ: _____ Save

Τιμές για τον Χαρακτηριστικό Αριθμό Κτιρίου Η: _____

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: _____

Συνολικός Αριθμός Οροφών: 0

ΧΩΡΟΙ ΟΝΟΜΑ _____ ΕΜΒΑΔΟ (m²): _____

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: 25 ΥΓΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: _____

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 20 ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: _____

Ώρες διακοπής Θέρμανσης: _____

Συνολικός Αριθμός Δωματίων: 0

ΦΩΤΙΣΜΟΣ | ΑΝΘΡΩΠΟΙ | ΑΝΑΝΕΩΣΗΣ ΑΕΡΑ | ΤΟΙΧΟΙ | ΟΡΟΦΗ | ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Ώρα Έναρξης: 0

Ώρες Λειτουργίας: _____

Συντελεστής Χρήσης Φώτων: Show/Hide

Συντελεστής Απορροφητικότητας (α): 0 Επιλογή Συντελεστής (α): _____

Συντελεστής Συναγωγής (β): _____

Τύπος Παροχής και Επιστροφής: _____

Επιλογή λαμπτήρων: Show/Hide

Θερμικό Κέρδος Λαμπτήρων: _____ Υπολογισμός

Records: 1 of 1

Εικόνα 1.7 Φόρμα Ψυκτικά/Θερμικά Φορτία

Αφού εισάγουμε τα δεδομένα του χώρου προχωράμε στην εισαγωγή των δεδομένων για τα φορτία φωτισμού, ανθρώπων, ανανέωσης αέρα, τοίχων, οροφών και συσκευών.

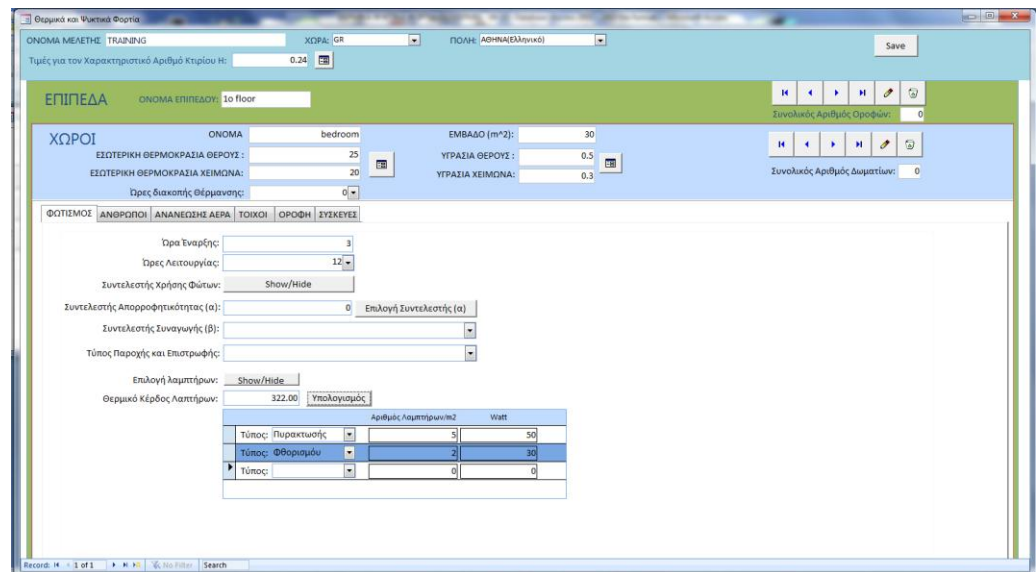
1.3.1.1. Φορτία Φωτισμού

Τοποθετούμε στην ώρα έναρξης την ώρα που θέτονται σε λειτουργία τα φώτα πχ για η ώρα 08:00 θα βάλουμε 8, για η ώρα 20:00 θα βάλουμε 20 και η ώρα 00:00 θα βάλουμε 0.

Για της ώρες λειτουργίας επιλέγουμε από τη λίστα που έχει εκεί. Μόλις εισάγουμε τα δύο πιο πάνω δεδομένα γίνετε αυτόματα ένας πίνακας για τις αντίστοιχες ώρες λειτουργίας των φώτων όπου πατώντας το 'Show/Hide' εμφανίζετε ο πίνακας για τις αντίστοιχες ώρες, μαζί με το συντελεστή χρήσης ο οποίος παίρνει αυτόματα τιμή 1 για κάθε ώρα και ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να τον αλλάξει (βλέπε Εικόνα 1.7) Στην επιλογή των λαμπτήρων πατάμε στο 'Show/Hide' για να εισάγουμε των τύπο, τον αριθμό των λαμπτήρων ή τα τετραγωνικά μέτρα που έχουμε και τα αντίστοιχα Watt για κάθε λαμπτήρα ή τα Watt/m^2 . Μετά πρέπει να πατήσει το κουμπί 'Υπολογισμός' για να γίνει ο υπολογισμός του Θερμικού κέρδους των λαμπτήρων (βλέ. Εικόνα 1.8). Τέλος ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εισάγει νέο τύπο λαμπτήρα (πχ led) πηγαίνοντας στη Διαχείριση, Τύποι Λαμπτήρων.

Ωρα	Συντελεστής Χρήσης
1	1.0
2	1.0
3	1.0
4	1.0
5	1.0
6	1.0
7	1.0
8	1.0
9	1.0
10	1.0
11	1.0
12	1.0
13	1.0
14	1.0
15	1.0
16	1.0
17	1.0
18	1.0
19	1.0
20	1.0
21	1.0
22	1.0
23	1.0
24	1.0

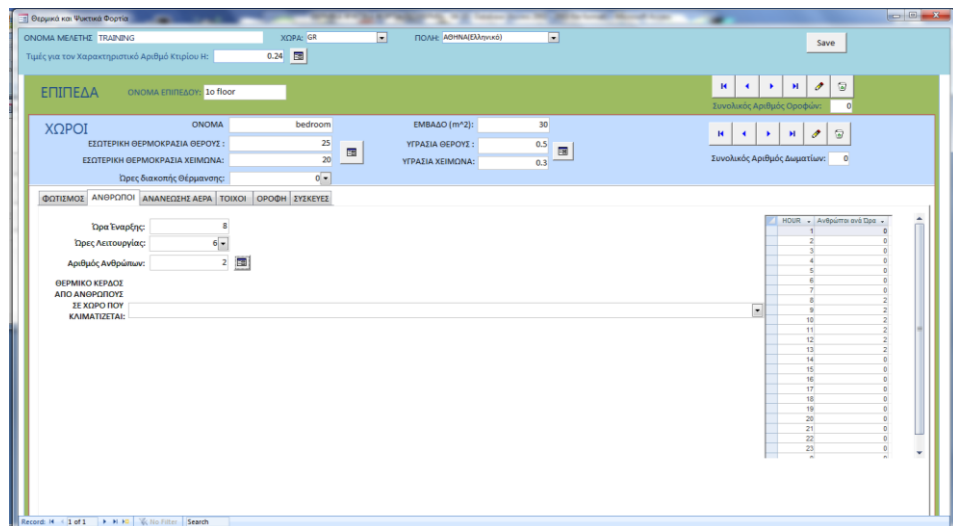
Εικόνα 1.7 Φορτία Φωτισμού (Συντελεστής Χρήσης Φώτων)



Εικόνα 1.8 Φορτία Φωτισμού (Επιλογή Λαμπτήρων)

1.3.1.2. Φορτία από Ανθρώπους

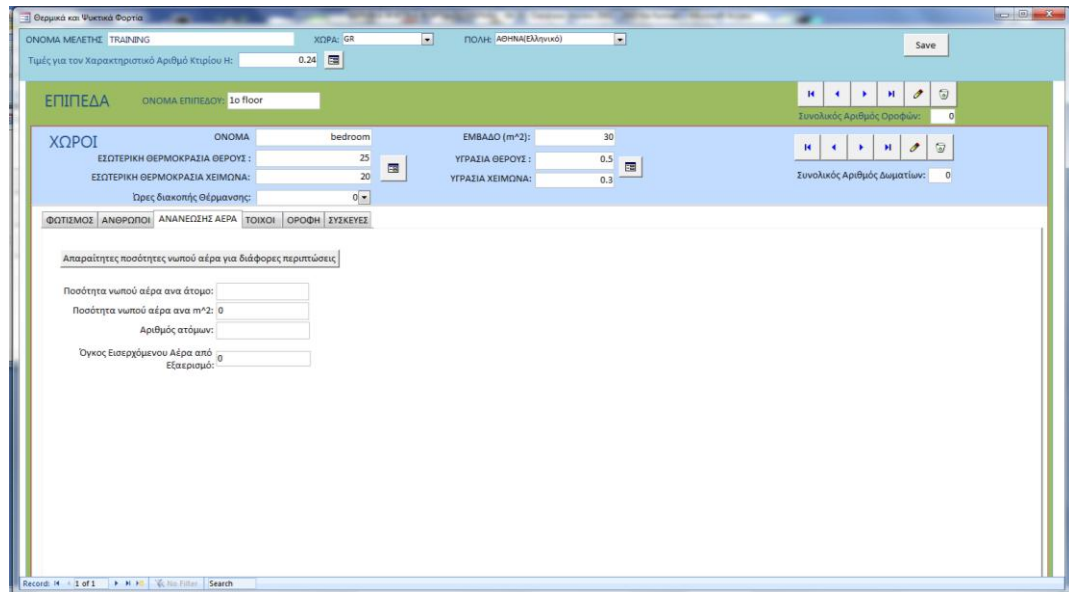
Εδώ γίνεται αντίστοιχα όπως στα φορτία φωτισμού. Εισάγουμε την ώρα εισόδου, τις ώρες παραμονής των ανθρώπων και τον αριθμό των ανθρώπων. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αλλάξει για κάθε ώρα τον αριθμό των ανθρώπων πατώντας στο κουμπί () Μετά ο χρήστης επιλέγει το θερμικό κέρδος από τους ανθρώπους ανάλογα με την απασχόληση τους.



Εικόνα 1.9 Φορτία Από Ανθρώπους

1.3.1.3. Φορτία Ανανέωσης Αέρα

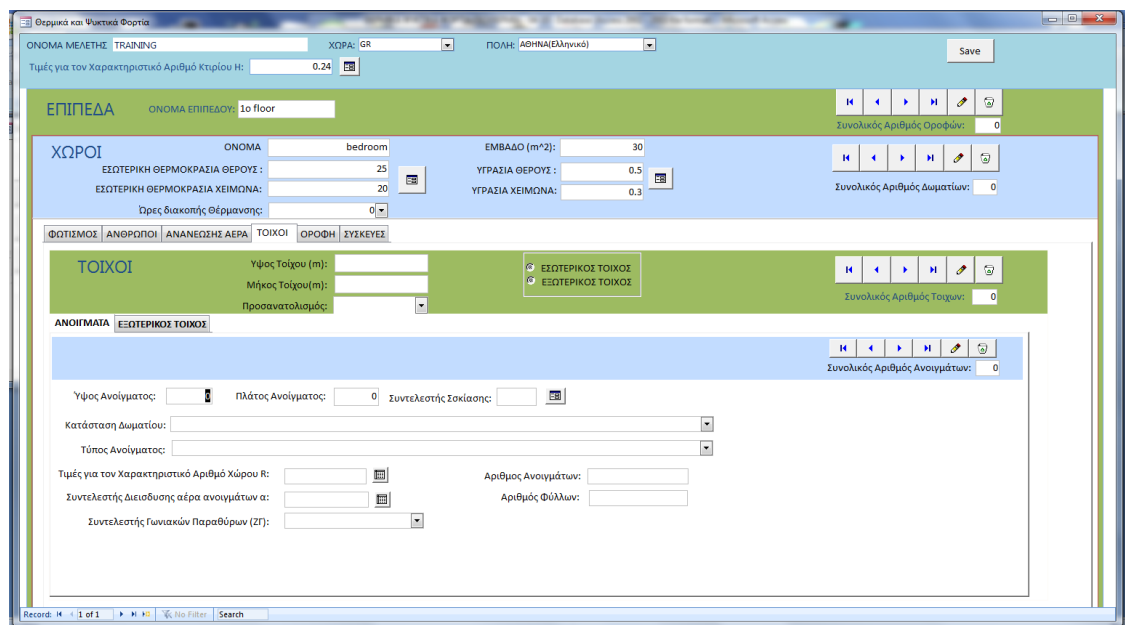
Εδώ ο χρήστης έχει βιβλιοθήκη όπου μπορεί να επιλέξει τις Απαραίτητες ποσότητες νωπού αέρα για διάφορες περιπτώσεις πατώντας στη τιμή που θέλει. Ο χρήστης πρέπει να συμπληρώσει ένα από τα δύο ή Ποσότητα νωπού αέρα ανά άτομο ή ανά m^2 . Στον Όγκο εισερχόμενου αέρα από εξαερισμό τοποθετείτε τιμή μόνο αν υπάρχει εξαερισμός αλλιώς μπαίνει τιμή 0 ή κενό.



Εικόνα 1.10 Φορτία Ανανέωσης Αέρα

1.3.1.4. Φορτία Τοίχων και Υαλοπινάκων

Πρώτα ο χρήστης εισάγει τις διαστάσεις του τοίχου, επιλέγει προσανατολισμό και μετά επιλέγει αν ο τοίχος είναι εξωτερικός ή εσωτερικός. Με τα σύμβολα μπορεί ο χρήστης να προσθέσει και να αφαιρέσει τοίχο ή υαλοπίνακα. (βλ. Εικόνα 1.11)

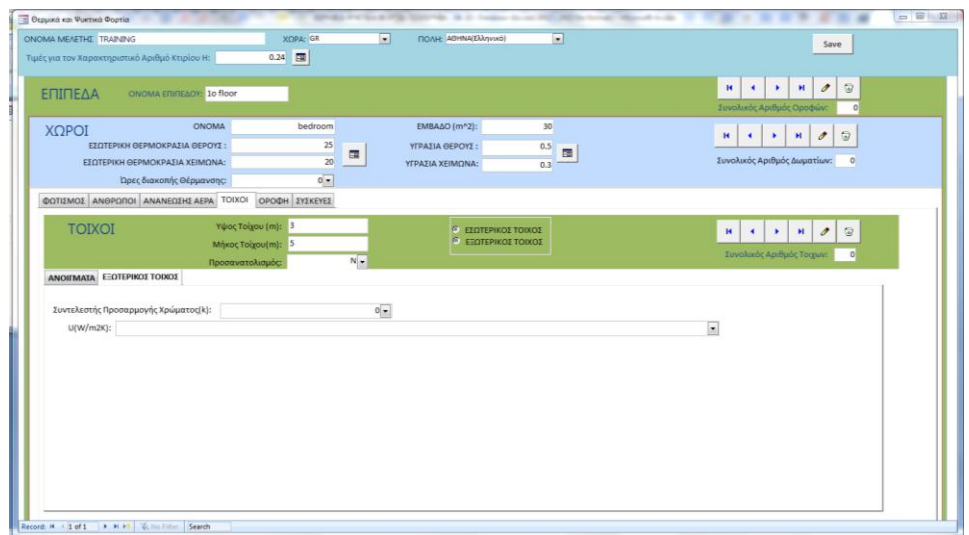


Εικόνα 1.11 Φορτία Υαλοπινάκων και Τοίχων

- **Φορτία Υαλοπινάκων**
Γίνετε η εισαγωγή πρώτα των διαστάσεων των υαλοπινάκων και μετά ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του παραθύρου γίνονται οι κατάλληλες επιλογές.
Στον Αριθμό ανοιγμάτων βάζουμε πόσα παράθυρα έχουμε τα ίδια αλλιώς κάνουμε νέα εγγραφή. Αν έχουμε δυο παράθυρα ίδια με δυο φύλλα το καθένα βάζουμε:

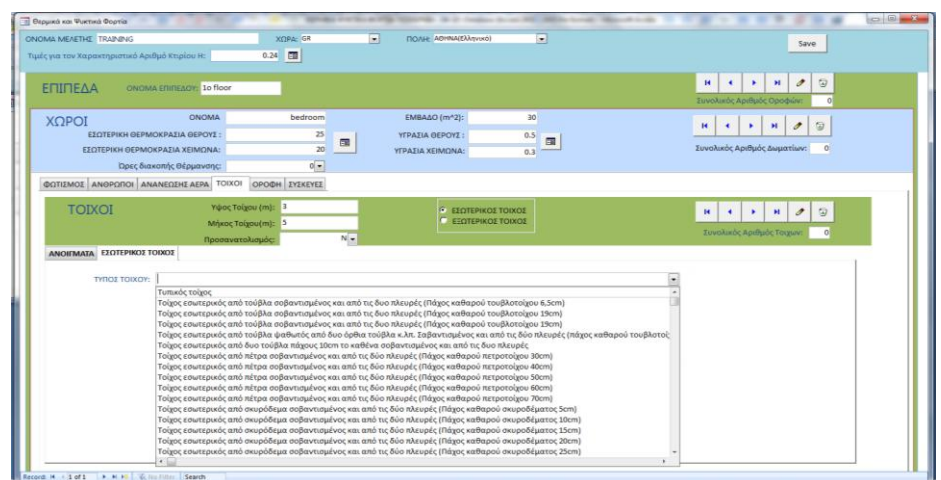
$$\begin{aligned} \text{Αριθμός ανοιγμάτων} &= 2 \\ \text{Αριθμός Φύλλων} &= 4 \end{aligned}$$

- **Φορτία Εξωτερικών Τοίχων**
Εισάγουμε μόνο το συντελεστή προσαρμογής χρώματος και το είδος του τοίχου.



Εικόνα 1.12 Φορτία Εξωτερικών Τοίχων

- **Φορτία Εσωτερικών Τοίχων**
Εισάγουμε μόνο το είδος του τοίχου



Εικόνα 1.13 Φορτία Εσωτερικών Τοίχων

1.3.1.5. Φορτία Οροφής

Εδώ γίνονται οι επιλογές για την οροφή. Σημείωση: η οροφή είναι μόνο για το τελευταίο επίπεδο του κτηρίου γιατί θεωρούμε ότι τα ενδιάμεσα επίπεδα είναι κλιματιζόμενα.

Θερμικά και Ψυκτικά Φορτία

ΟΝΟΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: TRAINING ΧΩΡΑ: GR ΠΟΛΗ: ΑΘΗΝΑ(Ελλάδα)

Τιμές για τον Χαρακτηριστικό Αριθμό Κτηρίου H: 0.24 Save

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1st floor

ΧΩΡΟΙ ΟΝΟΜΑ: bedroom ΕΜΒΑΔΟ (m²): 30

ΕΙΣΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: 25 ΥΓΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: 0.5

ΕΙΣΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 20 ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 0.3

Πιες διακοπής Θέρμανσης: 0

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΑΕΡΑ ΤΟΙΧΟΙ ΟΡΟΦΗ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Με Σκίαση-Χωρίς Σκίαση: ΜΕ ΣΚΙΑΣΗ

Συντελεστής Προσαρμογής Χρώματος(κ): 1

Συντελεστής Ροής του Αέρα από Οροφή (f): Υπάρχει ροή από την οροφή

Δομή Οροφής: Χαλύβδινη λαμαρίνα με μόνωση πάχους 25mm

Εικόνα 1.14 Φορτία Οροφής

1.3.1.6. Φορτία από Συσκευές

Ο χρήστης επιλέγει ανάλογα με τι συσκευές έχει στο χώρο του και τοποθετεί ανάλογα την ισχύ. (υπάρχουν ενδεικτικές βιβλιοθήκες όπου μπορεί να προσθέσει ανάλογα) Αν υπάρχουν διάφορες συσκευές τότε ο χρήστης κάνει νέα εγγραφή.

Θερμικά και Ψυκτικά Φορτία

ΟΝΟΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: TRAINING ΧΩΡΑ: GR ΠΟΛΗ: ΑΘΗΝΑ(Ελλάδα)

Τιμές για τον Χαρακτηριστικό Αριθμό Κτηρίου H: 0.24 Save

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1st floor

ΧΩΡΟΙ ΟΝΟΜΑ: bedroom ΕΜΒΑΔΟ (m²): 30

ΕΙΣΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: 25 ΥΓΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: 0.5

ΕΙΣΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 20 ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 0.3

Πιες διακοπής Θέρμανσης: 0

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΑΕΡΑ ΤΟΙΧΟΙ ΟΡΟΦΗ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Για συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας: 57.00 Συσκευές ανά επιφάνεια

Με απορροφητήρα Χωρίς απορροφητήρα

Για ηλεκτρική Συσκευή	0.00 (Watt)	Χωρίς απορροφητήρα	0.00 (Watt)	Ηλεκτρικές Συσκευές
Για συσκευή με Χρήση Καυσίμου	0.00 (Watt)	Χωρίς απορροφητήρα	0.00 (Watt)	Συσκευές Καυσίμου

Εικόνα 1.15 Φορτία Από Συσκευές

Μόλις τελειώσει όλη η καταχώρηση των δεδομένων **πρέπει** να γίνει **Save**.

1.3.2. Γεωθερμία

Το πρόγραμμα της Γεωθερμίας (βλέπε εικόνα 1.16) φέρνει αυτόματα τα μέγιστα θερμικά και Ψυκτικά φορτία από του πρόγραμμα Θερμικά/Ψυκτικά Φορτία (βλέπε εικόνα 1.17)

Βιβλιοθήκη με τις αποδόσεις κάθε εδάφους

Βιβλιοθήκη με τις αποδόσεις κάθε εδάφους

Βιβλιοθήκη με τα είδη των ρευστών που κινούνται στους γεωεναλλάκτες

Ενδεικτικές τιμές για το συντελεστή C ανάλογα με το υλικό

Εικόνα 1.16 Φόρμα Γεωθερμίας(Κατακόρυφος)

Εικόνα 1.17 Μέγιστο Ψυκτικό και θερμικό Φορτίο

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μοιράσει το φορτίο του, δίνοντας του τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει μια ή περισσότερες Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας (ΓΑΘ) για να καλύψει το συνολικό φορτίο του. Μετά πρέπει να επιλεγεί η κατάλληλη ΓΑΘ από τη βιβλιοθήκη όπου ο χρήστης μπορεί να εισάγει όσες θέλει.

Υπάρχουν δυο είδη γεωθερμίας Ανοικτού και κλειστού (Κατακόρυφος, οριζόντιος) τύπου. Εδώ το πρόγραμμα υπολογίζει και για τους δυο τύπους. Ο χρήστης επιλέγει από τις βιβλιοθήκες το είδος του εδάφους, τη διάμετρο και το είδος του ρευστού που θα κινείται στο γεωεναλλάκτη.

Κλειστού Τύπου

Κατακόρυφος

Καθορίζει πόσο βάθος θέλει να είναι η γεώτρηση του ή πόσες γεωτρήσεις θέλει να κάνει για να του βγάλει τα αντίστοιχα αποτελέσματα για μονό U ή διπλού U. Για να

βγάλει αποτελέσματα πρέπει να πατηθεί το κουμπί 'Refresh' . Θέλουμε ο αριθμός Reynolds να είναι μεγαλύτερος από 4000($2000 < Re < 4000$ στρωτή ροη) γιατί οι ιδιότητες μεταφορά θερμότητας αλλάζουν δραστικά κατά τη μετάβαση από γραμμική σε τυρβώδη ροή, οπότε ο χρήστης πρέπει να αλλάζει τη διάμετρο μέχρι να το πετύχει, και αφού βρει πια είναι η κατάλληλη διάμετρος μπορεί να βρει και την αντλία που μπορεί να χρησιμοποιήσει για να κυκλοφορεί το νερό στον εναλλάκτη. Επίσης δηλώνει το μήκος των σωληνώσεων δικτύου τη διάμετρο για να συνυπολογιστούν στις συνολικές απώλειες.

Οριζόντιος

Αντίστοιχα ο χρήστης επιλέγει όπως και στο κατακόρυφο τα δεδομένα και του βγάζει τα αποτελέσματα πατώντας το κουμπί 'Refresh'.

The screenshot shows the 'Γεωθερμία' software interface for horizontal flow analysis. The window title is 'Γεωθερμία'. The main title is 'Ανάλυση Φορτίων'. There are input fields for 'Ψυκτικά Φορτία Κτιρίου' and 'Θερμικά Φορτία Κτιρίου' in [Watt]. A 'Refresh' button and navigation icons are present. The interface is divided into several sections:

- Φορτία:** 'Φορτιο Ψύξης' and 'Φορτιο Θέρμανσης' with input fields. Below them are radio buttons for 'Κατακόρυφος', 'Οριζόντιος', and 'Ανοικτού'.
- Απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς:** 'Απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς σε κύκλο Ψύξης (W)' and 'Απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς σε κύκλο Θέρμανσης (W)' with input fields. 'EER' and 'COP' are also shown.
- Παραμέτρους:** 'Απόδοση Εδάφους' [W/m], 'Διάμετρος Σωλήνα:' [mm] (value: 0.00), 'ΔΤ:' [°C], 'Αριθμός Παράλληλων κυκλωμάτων:' and 'Hazen-Williams Coefficient (C):'. 'Πυκνότητα Ρευστού:' [kg/m³], 'Cp Ρευστού (J/kg °C):' [J/kg °C], 'Ιξώδες Ρευστού:' [Pa·s], and 'Βαθμός Απόδοσης Αντλίας:'.
- Σωληνώσεις Δικτύου:** 'Μήκος:' [m], 'Διάμετρος:' [mm], and 'Hazen-Williams Coefficient (C):'. A button for 'Ενδεικτικές Τιμές Συντελεστή C' is also present.
- Αποτελέσματα:** 'Μέγιστο Φορτίο:' [Watt], 'Παροχή Όγκου:' [l/s] and [l/h], 'Ταχύτητα Ρευστού:' [m/s], 'Παροχή Ρευστού:' [kg/s], and 'Re:'. Below this are 'Μήκος Γεωεναλλακτη:' [m], 'Κάλυψη Γεωεναλλακτη:' [m²], 'Απώλειες Σωλήνωσης:' [kPa/m], 'Απώλειες Σωλήνωσης Δικτύου:' [kPa/m], 'Ολικές Απώλειες Δικτύου:' [mΣΥ], 'Ολικές Απώλειες:' [mΣΥ], 'Ισχύς Αντλίας:' [kW], 'eer:', and 'cop:'.

At the bottom, there is a status bar with 'Record: 1 of 1' and a search field.

Εικόνα 1.18 Φόρμα Γεωθερμίας(Οριζόντιος)

Ανοικτού Τύπου

The screenshot shows a software window titled 'Γεωθερμία'. At the top, there are dropdown menus for 'Ψυκτικά Φορτία Κτιρίου' and 'Θερμικά Φορτία Κτιρίου', both with '[Watt]' units. Below this is the 'Ανάλυση Φορτίων' section, which has tabs for 'Κατακόρυφος', 'Οριζόντιος', and 'Ανοικτού'. The 'Ανοικτού' tab is active. It contains several input fields: 'Φορτίο ψύξης' and 'Φορτίο θέρμανσης', 'Απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς σε κύκλο Ψύξης (W)' and 'Απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς σε κύκλο Θέρμανσης (W)', 'Bathos Γεώτρησης' [m], 'ΔT' [°C], 'Διάμετρος Σωλήνα' [mm] (set to 0.00), 'Hazen-Williams Coefficient (C)', 'Πυκνότητα Ρευστού' [kg/m³], 'Cp Ρευστού' [J/kg K], 'Ιξώδες Ρευστού' [Pa·s], and 'Βαθμός Απόδοσης Αντλίας'. A 'Refresh' button is present. Below the input fields is the 'Αποτελέσματα' (Results) section, which displays: 'Μέγιστο Φορτίο' [Watt], 'Ταχύτητα Ρευστού' [m/s], 'Παροχή Ρευστού' [kg/s], 'Re', 'Παροχή Όγκου' [l/s], 'Ισχύς Αντλίας' [kW], 'Απώλειες Σωλήνωσης' [kPa/m], and 'Ολικό Ύψος' [mN]. At the bottom, there is a status bar showing 'Record: 1 of 1' and a search box.

Εικόνα 1.18 Φόρμα Γεωθερμίας(Ανοικτού Τύπου)

1.4. Αποτελέσματα

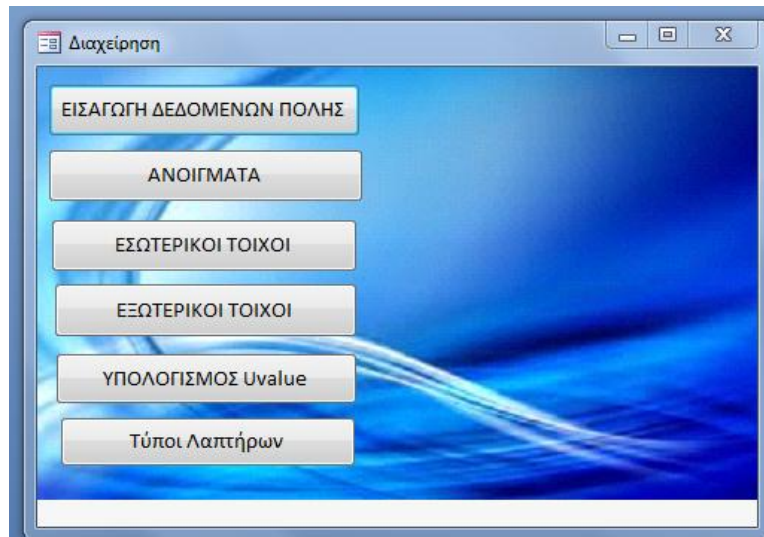
Εδώ μπορεί ο χρήστης να δει τα αποτελέσματα του (βλ. Εικόνα 1.19) όπου μπορεί να τα τυπώσει, να τα εξάγει σε pdf, excel, word.



Εικόνα 1.19 Αποτελέσματα

1.5. Διαχείριση

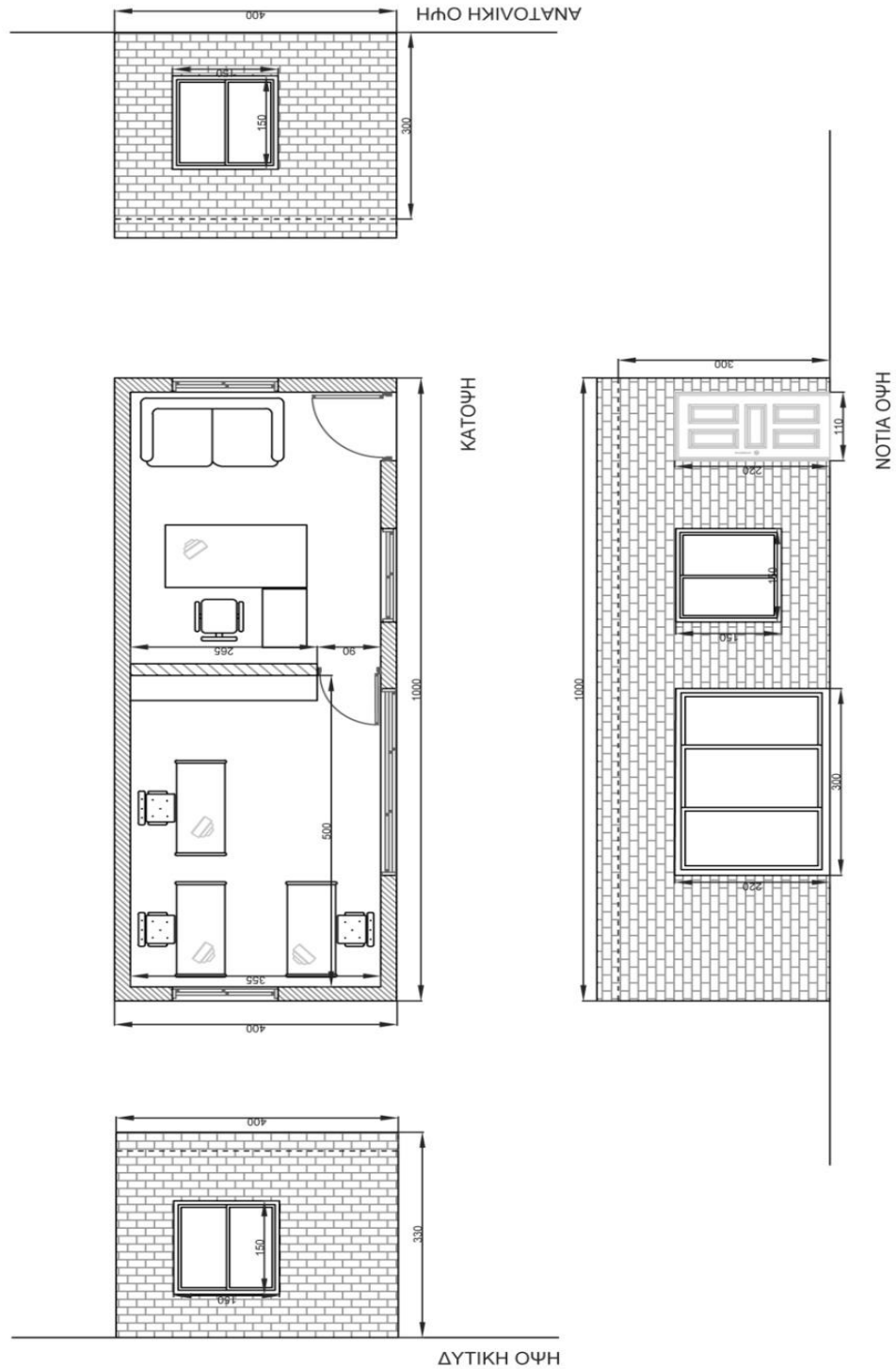
Εδώ ο χρήστης μπορεί να εισάγει ή να αλλάξει τα δεδομένα του όπως είναι Εισαγωγή νέων Πόλεων, ανοιγμάτων, εσωτερικών τοίχων, εξωτερικών τοίχων, τύπων λαμπτήρων και υπολογισμός U-value.



Επίσης έχει τη δυνατότητα να υπολογίσει νέο U-Value και να το εισάγει στα δεδομένα του.

2. Εφαρμογή

Γίνεται μια απλή εφαρμογή σε ένα γραφείο του 1^ο Ορόφου ενός κτιρίου που βρίσκεται στην Αθήνα(Ελληνικό).



1. Υπολογισμός Φορτίων

Χώρος: Υποδοχή

Δεδομένα:

Εμβαδό: 15.12 m²

Εσωτερική Θερμοκρασία Θέρους: 25°C

Εσωτερική Θερμοκρασία Χειμώνα: 20°C

Υγρασία Θέρους: 45 %

Υγρασία Χειμώνα: 35 %

Φορτία Φωτισμού (Εικόνα 2.1)

Ώρα έναρξης: 08:00

Ώρες Λειτουργίας: 8 ώρες

Συντελεστής Χρήσης Φώτων: 1

Συντελεστής Απορροφητικότητας (α): 0.55

Τύπος Παροχής και Επιστροφής : Μέση Κυκλοφορία Αέρα με $\beta=3,41 \text{ W/m}^2\text{K}$

Υλικά Κατασκευής Χώρου: Πάτωμα από μπετόν με (S=76mm) και (M=195.3)

Λαμπτήρες: 5 λαμπτήρες Πυράκτωσης των 50Watt ο ένας

Θερμικά και Ψυκτικά Φορτία

ΟΝΟΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΧΩΡΑ: GR ΠΟΛΗ: ΑΘΗΝΑ(Ελληνικά) Save

Τιμές για τον Χαρακτηριστικό Αριθμό Κτιρίου H: 0.34

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος

Συνολικός Αριθμός Οροφών: 1

ΧΩΡΟΙ ΟΝΟΜΑ: Υποδοχή ΕΜΒΑΔΟ (m²): 15.12

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: 25 ΥΓΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: 0.45

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 20 ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 0.35

Ώρες διακοπής Θέρμανσης: 12-16

Συνολικός Αριθμός Δωματίων: 1

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΑΕΡΑ ΤΟΙΧΟΙ ΟΡΟΦΗ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Ώρα Έναρξης: 8

Ώρες Λειτουργίας: 8

Συντελεστής Χρήσης Φώτων: Show/Hide

Συντελεστής Απορροφητικότητας (α): 0.55 Επιλογή Συντελεστής (α)

Συντελεστής Συναγωγής (β): μέση κυκλοφορία αέρα με $\beta=3,41 \text{ W/m}^2\text{K}$

Τύπος Παροχής και Επιστροφής: Πάτωμα από μπετόν με (S=76mm) και (M=195.3)

Επιλογή λαμπτήρων: Show/Hide

Θερμικό Κέρδος Λαμπτήρων: 250.00 Υπολογισμός

Αριθμός Λαμπτήρων ή m2	Watt ή Watt/m2
Τύπος: Πυρακτώσης	5 50
* Τύπος:	0 0

Ώρα	Συντελεστής Χρήσης
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	0
17	0
18	0
19	0
20	0
21	0
22	0
23	0

Record: 1 of 1 No Filter Search

Εικόνα 2.1 Φορτία Φωτισμού

Φορτία Από Ανθρώπους (Εικόνα 2.2)

Ώρα έναρξης: 08:00

Ώρες Λειτουργίας: 8 ώρες

Αριθμός Ανθρώπων: 2

Θερμικό Κέρδος από ανθρώπους σε χώρο που κλιματίζεται Καθισμένος ή πολύ ελαφριά γραφική εργασία

Θερμικά και Ψυκτικά Φορτία

ΟΝΟΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΧΩΡΑ: GR ΠΟΛΗ: ΑΘΗΝΑ(Ελληνικό) Save

Τιμές για τον Χαρακτηριστικό Αριθμό Κτιρίου Η: 0.34

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος Συνολικός Αριθμός Οροφών: 1

ΧΩΡΟΙ ΟΝΟΜΑ Υποδοχή ΕΜΒΑΔΟ (m²): 15.12
ΕΙΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: 25 ΥΓΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: 0.45
ΕΙΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 20 ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 0.35
Ώρες διακοπής Θέρμανσης: 12-16 Συνολικός Αριθμός Δωματιών: 1

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΗΣ ΑΕΡΑ ΤΟΙΧΟΙ ΟΡΟΦΗ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Ώρα Έναρξης: 8
Ώρες Λειτουργίας: 8
Αριθμός Ανθρώπων: 2

ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟ ΑΝΘΡΩΠΟΥΣ ΣΕ ΧΩΡΟ ΠΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΖΕΤΑΙ: Καθισμένος ή πολύ ελαφ. γραφική εργασία

Record: 1 of 1 No Filter Search

Εικόνα 2.2 Φορτία Από Ανθρώπους

Φορτία Ανανέωσης Αέρα (Εικόνα 2.3)

Ποσότητα νωπού Αέρα ανά Άτομο: 12l/s

Αριθμός Ατόμων: 2

Δεν υπάρχει εξαερισμός

Θερμικά και Ψυκτικά Φορτία

ΟΝΟΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΧΩΡΑ: GR ΠΟΛΗ: ΑΘΗΝΑ(Ελληνικά) Save

Τιμές για τον Χαρακτηριστικό Αριθμό Κτιρίου H: 0.34

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος Συνολικός Αριθμός Οροφών: 1

ΧΩΡΟΙ ΟΝΟΜΑ Υποδοχή ΕΜΒΑΔΟ (m²): 15.12
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: 25 ΥΓΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: 0.45
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 20 ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 0.35
Ώρες διακοπής θέρμανσης: 12-16 Συνολικός Αριθμός Δωματίων: 1

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΗΣ ΑΕΡΑ ΤΟΙΧΟΙ ΟΡΟΦΗ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Απαραίτητες ποσότητες νωπού αέρα για διάφορες περιπτώσεις

Ποσότητα νωπού αέρα ανά άτομο: 12
Ποσότητα νωπού αέρα ανά m²: 0
Αριθμός ατόμων: 2
Όγκος Εισερχόμενου Αέρα από Εξαερισμό: 0

Record: 1 of 1 No Filter Search

Εικόνα 2.3 Φορτία Ανανέωσης Αέρα

Φορτία Οροφής

Δεν έχουμε γιατί θεωρούμε ότι ο χώρος από πάνω κλιματίζεται

Φορτία Από Συσκευές

Έχουμε ένα Η/Υ 250 Watt

Φορτία τοίχων

Βόρειος Τοίχος (Εξωτερικός)

Ύψος: 3 m

Μήκος: 4.26 m

Συντελεστής Προσαρμογής Χρώματος (κ): 1

Τοίχος: Εξωτερικός τοίχος από δύο τούβλα (πάχους $S=101.6\text{mm}$) Με κενό αέρα ή μόνωση ($S=25.4\text{mm}$)

U: $1.709\text{ W/m}^2\text{K}$

Δεν υπάρχουν ανοίγματα

Νότιος Τοίχος(Εξωτερικός)

Ύψος: 3 m

Μήκος: 4.26 m

Συντελεστής Προσαρμογής Χρώματος (κ): 1

Τοίχος: Εξωτερικός τοίχος από δύο τούβλα (πάχους $S=101.6\text{mm}$) Με κενό αέρα ή μόνωση ($S=25.4\text{mm}$)

U: $1.709\text{ W/m}^2\text{K}$

Ανοίγματα

- 1 Παράθυρο μεταλλικό απλό χωρίς εξώφυλλο (1.50m x 1.50m)
- Πόρτα εξωτερική από φυσικό η συνθετικό ξύλο (2.20 m x 1.10m)

Ανατολικός Τοίχος

Ύψος: 3 m

Μήκος: 3.55 m

Τοίχος: Εξωτερικός τοίχος από δύο τούβλα (πάχους $S=101.6\text{mm}$) Με κενό αέρα ή μόνωση ($S=25.4\text{mm}$)

U: $1.709\text{ W/m}^2\text{K}$

Ανοίγματα

- 1 Παράθυρο μεταλλικό απλό χωρίς εξώφυλλο (1.50m x 1.50m)

Χώρος: Γραφείο

Δεδομένα:

Εμβαδό: 15.75 m²

Εσωτερική Θερμοκρασία Θέτους: 25°C

Εσωτερική Θερμοκρασία Χειμώνα: 20°C

Υγρασία Θέτους: 45 %

Υγρασία Χειμώνα: 35 %

Φορτία Φωτισμού (Εικόνα 2.4)

Ωρα έναρξης: 08:00

Ωρες Λειτουργίας: 8 ώρες

Συντελεστής Χρήσης Φώτων: 1

Συντελεστής Απορροφητικότητας (α): 0.55

Τύπος Παροχής και Επιστροφής : Μέση Κυκλοφορία Αέρα με $\beta=3,41 \text{ W/m}^2\text{K}$

Υλικά Κατασκευής Χώρου: Πάτωμα από μπετόν με (S=76mm) και (M=195.3)

Λαμπτήρες: 5 λαμπτήρες Πυράκτωσης των 50Watt ο ένας

Θερμικά και Ψυκτικά Φορτία

ΟΝΟΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΧΩΡΑ: GR ΠΟΛΗ: ΑΘΗΝΑ(Ελληνικά)

Τιμές για τον Χαρακτηριστικό Αριθμό Κτιρίου H: 0.34

Save

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Οροφος

Συνολικός Αριθμός Οροφών: 1

ΧΩΡΟΙ ΟΝΟΜΑ: Γραφείο ΕΜΒΑΔΟ (m²): 17.75

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΘΕΤΟΥΣ: 25 ΥΓΡΑΣΙΑ ΘΕΤΟΥΣ: 0.45

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 20 ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 0.35

Συνολικός Αριθμός Δωματίων: 2

Ώρες διακοπής Θέρμανσης: 12-16

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΗΣ ΑΕΡΑ ΤΟΙΧΟΙ ΟΡΟΦΗ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Ωρα έναρξης: 8

Ώρες λειτουργίας: 8

Συντελεστής Χρήσης Φώτων: Show/Hide

Συντελεστής Απορροφητικότητας (α): 0.55 Επιλογή Συντελεστής (α)

Συντελεστής Συναγωγής (β): μέση κυκλοφορία αέρα με $\beta=3,41 \text{ W/m}^2\text{K}$

Τύπος Παροχής και Επιστροφής: Πάτωμα από μπετόν με (S=76mm) και (M=195.3)

Επιλογή λαμπτήρων: Show/Hide

Θερμικό Κέρδος Λαμπτήρων: 250.00 Υπολογισμός

Αριθμός Λαμπτήρων ή m ²		Watt ή Watt/m ²
Τύπος:	Πυρακτώσης	5 50
* Τύπος:		0 0

Ωρα	Συντελεστής Χρήσης
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	0
17	0
18	0
19	0
20	0
21	0
22	0
23	0

Record: 1 of 1

Εικόνα 2.4 Φορτία Φωτισμού

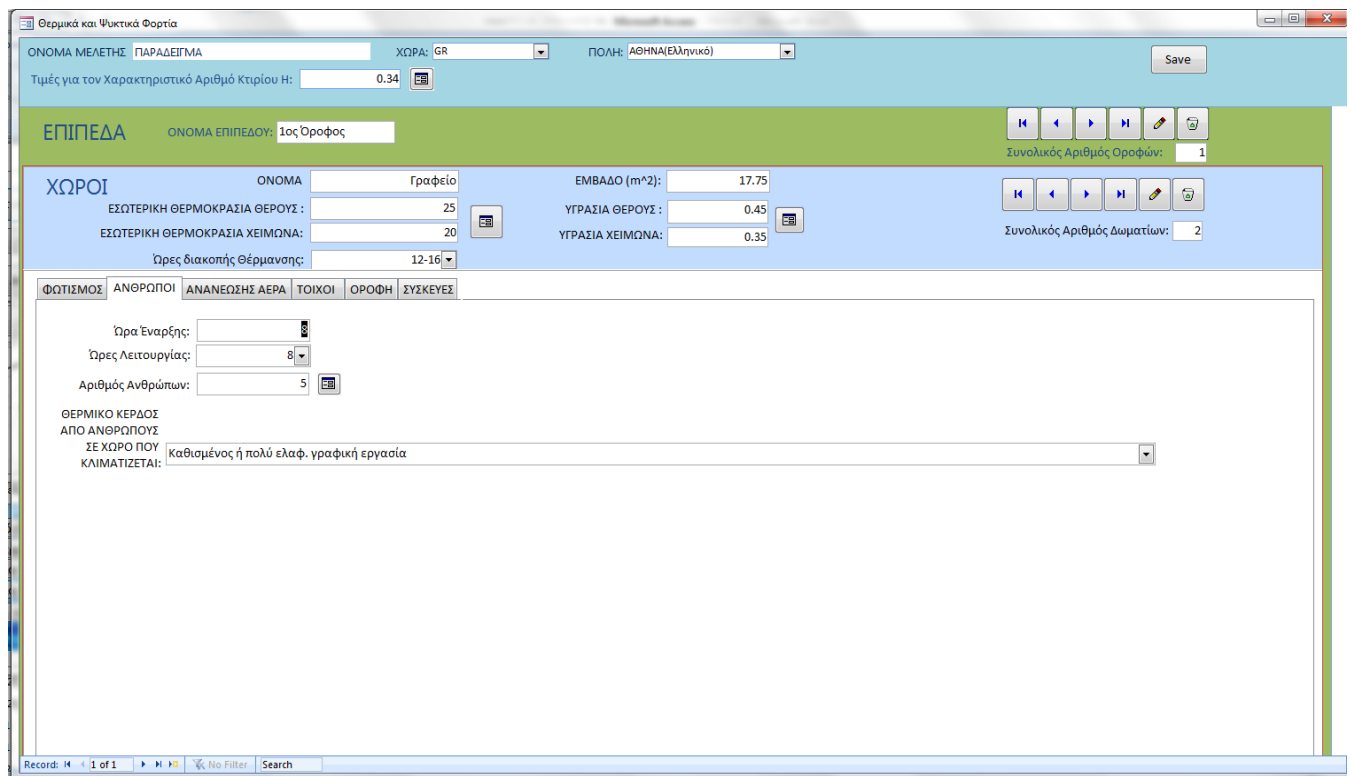
Φορτία Από Ανθρώπους (Εικόνα 2.5)

Ώρα έναρξης: 08:00

Ώρες Λειτουργίας: 8 ώρες

Αριθμός Ανθρώπων: 5

Θερμικό Κέρδος από ανθρώπους σε χώρο που κλιματίζεται Καθισμένος ή πολύ ελαφριά γραφική εργασία



Θερμικά και Ψυκτικά Φορτία

ΟΝΟΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΧΩΡΑ: GR ΠΟΛΗ: ΑΘΗΝΑ(Ελληνικό) Save

Τιμές για τον Χαρακτηριστικό Αριθμό Κτιρίου H: 0.34

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος Συνολικός Αριθμός Οροφών: 1

ΧΩΡΟΙ ΟΝΟΜΑ: Γραφείο ΕΜΒΑΔΟ (m²): 17.75

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: 25 ΥΓΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: 0.45

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 20 ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 0.35

Ώρες διακοπής Θέρμανσης: 12-16 Συνολικός Αριθμός Δωματίων: 2

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΣ ΑΕΡΑ ΤΟΙΧΟΙ ΟΡΟΦΗ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Ώρα Έναρξης: 8

Ώρες Λειτουργίας: 8

Αριθμός Ανθρώπων: 5

ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟ ΑΝΘΡΩΠΟΥΣ ΣΕ ΧΩΡΟ ΠΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΖΕΤΑΙ: Καθισμένος ή πολύ ελαφ. γραφική εργασία

Record: 1 of 1 No Filter Search

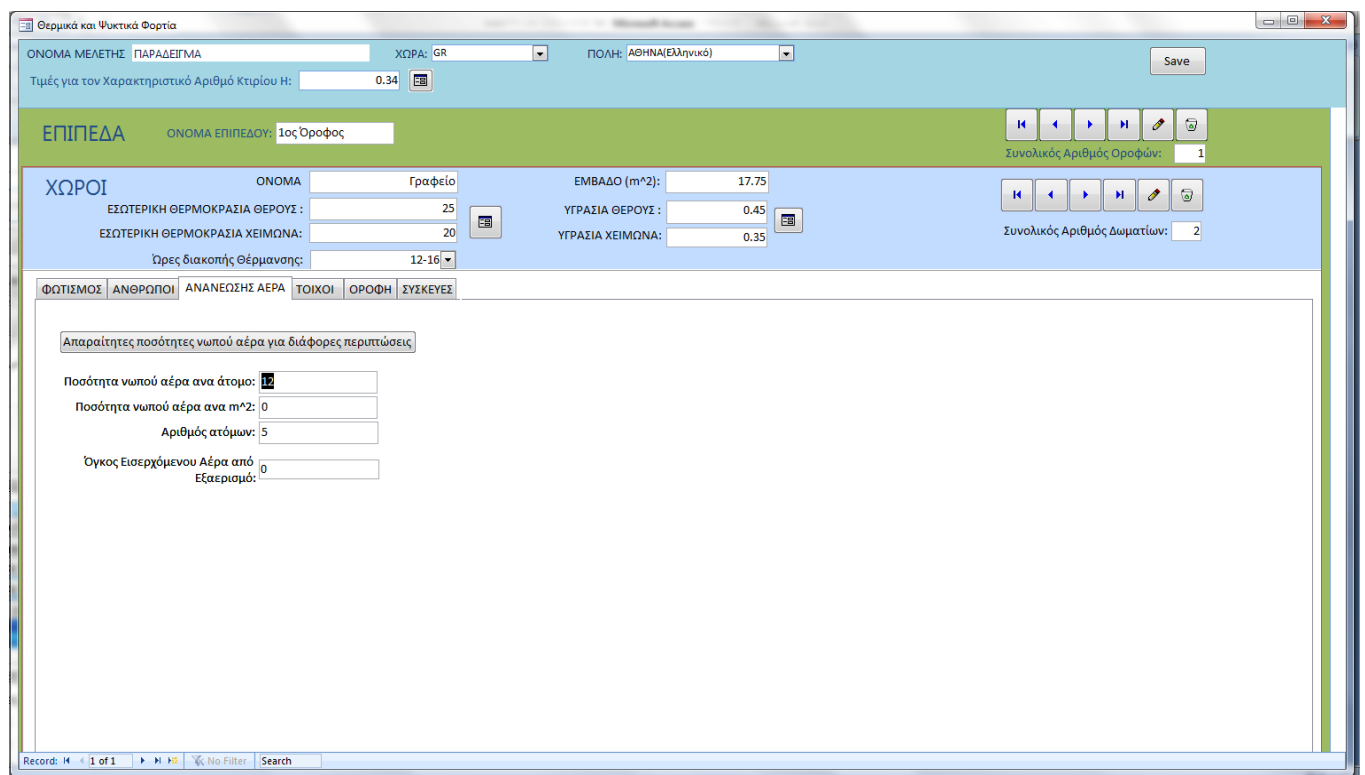
Εικόνα 2.5 Φορτία Από Ανθρώπους

Φορτία Ανανέωσης Αέρα (Εικόνα 2.6)

Ποσότητα νωπού Αέρα ανά Άτομο: 12l/s

Αριθμός Ατόμων: 5

Δεν υπάρχει εξαερισμός



Θερμικά και Ψυκτικά Φορτία

ΟΝΟΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΧΩΡΑ: GR ΠΟΛΗ: ΑΘΗΝΑ(Ελληνικό) Save

Τιμές για τον Χαρακτηριστικό Αριθμό Κτιρίου H: 0.34

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος

Συνολικός Αριθμός Οροφών: 1

ΧΩΡΟΙ ΟΝΟΜΑ: Γραφείο ΕΜΒΑΔΟ (m²): 17.75

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: 25 ΥΓΡΑΣΙΑ ΘΕΡΟΥΣ: 0.45

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 20 ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ: 0.35

Ώρες διακοπής θέρμανσης: 12-16

Συνολικός Αριθμός Δωματίων: 2

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΗΣ ΑΕΡΑ ΤΟΙΧΟΙ ΟΡΟΦΗ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Απαραίτητες ποσότητες νωπού αέρα για διάφορες περιπτώσεις

Ποσότητα νωπού αέρα ανα άτομο: 12

Ποσότητα νωπού αέρα ανα m²: 0

Αριθμός ατόμων: 5

Όγκος Εισερχόμενου Αέρα από Εξαερισμό: 0

Record: 1 of 1 No Filter Search

Εικόνα 2.6 Φορτία Ανανέωσης Αέρα

Φορτία Οροφής

Δεν έχουμε γιατί θεωρούμε ότι ο χώρος από πάνω κλιματίζεται

Φορτία Από Συσκευές

Έχουμε τρεις Η/Υ 250 Watt ο καθένας

Φορτία τοίχων

Βόρειος Τοίχος (Εξωτερικός)

Ύψος: 3 m

Μήκος: 5 m

Συντελεστής Προσαρμογής Χρώματος (κ): 1

Τοίχος: Εξωτερικός τοίχος από δύο τούβλα (πάχους $S=101.6\text{mm}$) Με κενό αέρα ή μόνωση ($S=25.4\text{mm}$)

U: $1.709 \text{ W/m}^2\text{K}$

Δεν υπάρχουν ανοίγματα

Νότιος Τοίχος(Εξωτερικός)

Ύψος: 3 m

Μήκος: 5 m

Συντελεστής Προσαρμογής Χρώματος (κ): 1

Τοίχος: Εξωτερικός τοίχος από δύο τούβλα (πάχους $S=101.6\text{mm}$) Με κενό αέρα ή μόνωση ($S=25.4\text{mm}$)

U: $1.709 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ανοίγματα

- Μπαλκονόπορτα με τζαμαρία διπλή(τρία φύλλα) (2.20m x 3.00m)

Δυτικός Τοίχος

Ύψος: 3 m

Μήκος: 3.55 m

Τοίχος: Εξωτερικός τοίχος από δύο τούβλα (πάχους $S=101.6\text{mm}$) Με κενό αέρα ή μόνωση ($S=25.4\text{mm}$)

U: $1.709 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ανοίγματα

- 1 Παράθυρο μεταλλικό απλό χωρίς εξώφυλλο (1.50m x 1.50m)

Αποτελέσματα

- Μηνιαία Ψυκτικά Φορτία

ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος
ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ: Υποδοχή
ΜΗΝΑΣ: Απρίλιος

ΩΡΑ	Θαυνογμάτων	Ψέψ. τοιχού	Θερμότης	Θαυθρόπων	Θαυνοπ. αερα	Θαυψ. τοιχού	Θφωτισμού	Θαυσκευών	Θολικό	
0	-241.93	-255.29	0.00	0.00	-492.09	-290.96	0.00	125	-1155.27	
1	-275.93	-255.29	0.00	0.00	-503.88	-298.69	0.00	125	-1208.78	
2	-333.31	-405.46	0.00	0.00	-515.67	-306.42	0.00	125	-1435.85	
3	-386.21	-555.63	0.00	0.00	-525.10	-312.60	0.00	125	-1654.53	
4	-410.37	-655.74	0.00	0.00	-532.17	-317.23	0.00	125	-1790.52	
5	-410.37	-805.91	0.00	0.00	-534.53	-318.78	0.00	125	-1944.59	
6	-147.30	-956.08	0.00	0.00	-529.81	-315.69	0.00	125	-1823.88	
7	139.93	-1056.19	0.00	0.00	-518.02	-307.96	0.00	125	-1617.25	
8	422.79	-1106.25	0.00	176.30	-496.80	-294.05	15.00	125	-1158.02	
9	620.64	-1106.25	0.00	189.30	-466.15	-273.96	150.00	125	-761.42	
10	771.96	-1056.19	0.00	197.10	-430.79	-250.77	160.00	125	-483.70	
11	875.96	-956.08	0.00	203.60	-390.71	-224.50	170.00	125	-196.72	
12	902.90	-855.97	0.00	208.80	-352.98	-199.77	177.50	125	5.49	
13	956.81	-705.80	0.00	214.00	-324.69	-181.22	185.00	125	269.10	
14	885.23	-555.63	0.00	216.60	-305.83	-168.86	190.00	125	386.51	
15	816.45	-405.46	0.00	219.20	-298.75	-164.22	197.50	125	489.72	
16	670.61	-305.35	0.00	0.00	-305.83	-168.86	0.00	125	15.58	
17	525.55	-155.18	0.00	0.00	-322.33	-179.68	0.00	125	-6.64	
18	413.70	-55.06	0.00	0.00	-348.27	-196.68	0.00	125	-61.30	
19	244.49	-5.01	0.00	0.00	-378.92	-216.77	0.00	125	-231.21	
20	76.05	-5.01	0.00	0.00	-409.57	-236.86	0.00	125	-450.39	
21	-25.17	-5.01	0.00	0.00	-435.50	-253.86	0.00	125	-594.55	
22	-116.55	-5.01	0.00	0.00	-459.08	-269.32	0.00	125	-724.96	
23	-174.71	-155.18	0.00	0.00	-477.94	-281.69	0.00	125	-964.51	
									MAX LOAD	489.72

ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος
ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ: Υποδοχή
ΜΗΝΑΣ: Μάιος

ΩΡΑ	Θαυνογμάτων	Ψέψ. τοιχού	Θερμότης	Θαυθρόπων	Θαυνοπ. αερα	Θαυψ. τοιχού	Θφωτισμού	Θαυσκευών	Θολικό	
0	-119.88	390.44	0.00	0.00	-233.43	-206.49	0.00	125	-44.35	
1	-148.39	390.44	0.00	0.00	-245.80	-214.61	0.00	125	-93.36	
2	-202.89	240.27	0.00	0.00	-258.18	-222.72	0.00	125	-318.52	
3	-250.57	90.10	0.00	0.00	-268.08	-229.21	0.00	125	-532.77	
4	-271.85	-10.01	0.00	0.00	-275.51	-234.08	0.00	125	-666.46	
5	-271.85	-160.18	0.00	0.00	-277.99	-235.70	0.00	125	-820.73	
6	-18.49	-310.35	0.00	0.00	-273.04	-232.46	0.00	125	-709.33	
7	256.16	-410.46	0.00	0.00	-260.66	-224.34	0.00	125	-514.30	
8	522.28	-460.52	0.00	176.30	-238.38	-209.74	15.00	125	-70.06	
9	697.66	-460.52	0.00	189.30	-206.19	-188.64	150.00	125	306.60	
10	817.63	-410.46	0.00	197.10	-169.06	-164.30	160.00	125	555.91	
11	886.90	-310.35	0.00	203.60	-126.97	-136.71	170.00	125	811.47	
12	887.21	-210.24	0.00	208.80	-87.36	-110.74	177.50	125	990.17	
13	926.76	-60.07	0.00	214.00	-57.65	-91.27	185.00	125	1241.77	
14	856.50	90.10	0.00	216.60	-37.85	-78.28	190.00	125	1362.06	
15	804.18	240.27	0.00	219.20	-30.42	-73.42	197.50	125	1482.31	
16	682.90	340.38	0.00	0.00	-37.85	-78.28	0.00	125	1032.15	
17	556.92	490.55	0.00	0.00	-55.18	-89.64	0.00	125	1027.65	
18	464.15	590.67	0.00	0.00	-82.41	-107.50	0.00	125	989.91	
19	316.88	640.72	0.00	0.00	-114.59	-128.59	0.00	125	839.42	
20	164.91	640.72	0.00	0.00	-146.78	-149.69	0.00	125	634.16	
21	74.66	640.72	0.00	0.00	-174.01	-167.54	0.00	125	498.84	
22	-8.35	640.72	0.00	0.00	-198.77	-183.77	0.00	125	374.84	
23	-58.15	490.55	0.00	0.00	-218.57	-196.75	0.00	125	142.08	
									MAX LOAD	1482.31



ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος
ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ: Υποδοχή
ΜΗΝΑΣ: Ιούλιος

ΩΡΑ	Θανοισμάτων	Θέρ. τοίχου	Θοροφής	Θαυθρόπων	Θαυανθ. αερα	Θεσω. τοίχου	Θφωτισμού	Θαυσκευών	Θολικό
0	18.41	1073.71	0.00	0.00	13.23	-120.44	0.00	125	1109.92
1	-7.53	1073.71	0.00	0.00	0.41	-128.85	0.00	125	1062.75
2	-60.61	923.54	0.00	0.00	-12.41	-137.25	0.00	125	838.27
3	-105.98	773.37	0.00	0.00	-22.67	-143.97	0.00	125	625.75
4	-125.85	673.26	0.00	0.00	-30.36	-149.02	0.00	125	493.04
5	-125.85	523.09	0.00	0.00	-32.92	-150.70	0.00	125	338.63
6	120.74	372.92	0.00	0.00	-27.79	-147.33	0.00	125	443.53
7	387.19	272.81	0.00	0.00	-14.97	-138.93	0.00	125	631.09
8	643.85	222.75	0.00	176.30	8.10	-123.80	15.00	125	1067.20
9	808.41	222.75	0.00	189.30	41.44	-101.95	150.00	125	1434.94
10	914.53	272.81	0.00	197.10	79.90	-76.74	160.00	125	1672.59
11	969.49	372.92	0.00	203.60	123.49	-48.16	170.00	125	1916.33
12	959.21	473.03	0.00	208.80	164.51	-21.27	177.50	125	2086.78
13	993.15	623.20	0.00	214.00	195.28	-1.10	185.00	125	2334.53
14	924.20	773.37	0.00	216.60	215.79	12.35	190.00	125	2457.31
15	879.60	923.54	0.00	219.20	223.48	17.39	197.50	125	2585.71
16	769.76	1023.66	0.00	0.00	215.79	12.35	0.00	125	2146.55
17	652.64	1173.83	0.00	0.00	197.84	0.58	0.00	125	2149.89
18	568.75	1273.94	0.00	0.00	169.64	-17.91	0.00	125	2119.42
19	431.77	1324.00	0.00	0.00	136.31	-39.76	0.00	125	1977.31
20	287.51	1324.00	0.00	0.00	102.97	-61.61	0.00	125	1777.87
21	202.41	1324.00	0.00	0.00	74.77	-80.10	0.00	125	1646.07
22	123.38	1324.00	0.00	0.00	49.13	-96.91	0.00	125	1524.60
23	77.57	1173.83	0.00	0.00	28.62	-110.36	0.00	125	1294.66

MAX LOAD 2585.71

ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος
ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ: Υποδοχή
ΜΗΝΑΣ: Ιούλιος

ΩΡΑ	Θανοισμάτων	Θέρ. τοίχου	Θοροφής	Θαυθρόπων	Θαυανθ. αερα	Θεσω. τοίχου	Θφωτισμού	Θαυσκευών	Θολικό
0	72.17	1276.44	0.00	0.00	65.17	-114.76	0.00	125	1424.02
1	44.45	1276.44	0.00	0.00	47.48	-126.35	0.00	125	1367.02
2	-9.53	1126.27	0.00	0.00	29.80	-137.94	0.00	125	1133.60
3	-56.68	976.10	0.00	0.00	15.65	-147.22	0.00	125	912.86
4	-77.44	875.99	0.00	0.00	5.04	-154.17	0.00	125	774.42
5	-77.44	725.82	0.00	0.00	1.51	-156.49	0.00	125	618.40
6	170.93	575.65	0.00	0.00	8.58	-151.86	0.00	125	728.31
7	440.05	475.54	0.00	0.00	26.26	-140.26	0.00	125	926.59
8	701.17	425.48	0.00	176.30	58.09	-119.40	15.00	125	1381.64
9	872.86	425.48	0.00	189.30	104.07	-89.26	150.00	125	1777.45
10	989.67	475.54	0.00	197.10	157.12	-54.48	160.00	125	2049.94
11	1057.10	575.65	0.00	203.60	217.24	-15.07	170.00	125	2333.52
12	1056.62	675.76	0.00	208.80	273.83	22.02	177.50	125	2539.54
13	1095.91	825.93	0.00	214.00	316.27	49.85	185.00	125	2811.96
14	1026.96	976.10	0.00	216.60	344.56	68.39	190.00	125	2947.62
15	977.01	1126.27	0.00	219.20	355.17	75.35	197.50	125	3075.50
16	859.16	1226.39	0.00	0.00	344.56	68.39	0.00	125	2623.50
17	735.80	1376.56	0.00	0.00	319.80	52.16	0.00	125	2609.33
18	645.67	1476.67	0.00	0.00	280.90	26.66	0.00	125	2554.90
19	501.56	1526.73	0.00	0.00	234.93	-3.48	0.00	125	2384.74
20	351.96	1526.73	0.00	0.00	188.95	-33.62	0.00	125	2159.01
21	263.29	1526.73	0.00	0.00	150.05	-59.12	0.00	125	2005.94
22	181.59	1526.73	0.00	0.00	114.68	-82.30	0.00	125	1865.69
23	133.11	1376.56	0.00	0.00	86.39	-100.85	0.00	125	1620.21

MAX LOAD 3075.50



ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος
ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ: Υποδοχή
ΜΗΝΑΣ: Αύγουστος

ΩΡΑ	Θαλασσομαγνητική	Δεξ. τοίχου	Οροφής	Διαβρώτων	Θαλασσομαγνητική	Θαλασσομαγνητική	Οροφής	Θαλασσομαγνητική	Θαλασσομαγνητική
0	147.52	1531.73	0.00	0.00	130.46	-67.23	0.00	125	1867.47
1	114.69	1531.73	0.00	0.00	117.19	-75.93	0.00	125	1812.69
2	58.16	1381.56	0.00	0.00	103.93	-84.62	0.00	125	1584.03
3	5.91	1231.39	0.00	0.00	93.32	-91.58	0.00	125	1364.04
4	-17.40	1131.28	0.00	0.00	85.36	-96.79	0.00	125	1227.45
5	-17.40	981.11	0.00	0.00	82.71	-98.53	0.00	125	1072.89
6	236.07	830.94	0.00	0.00	88.02	-95.05	0.00	125	1184.97
7	512.85	730.83	0.00	0.00	101.28	-86.36	0.00	125	1383.59
8	786.72	680.77	0.00	176.30	125.15	-70.71	15.00	125	1838.23
9	978.82	680.77	0.00	189.30	159.63	-48.11	150.00	125	2235.42
10	1126.25	730.83	0.00	197.10	199.42	-22.02	160.00	125	2516.57
11	1229.40	830.94	0.00	203.60	244.51	7.53	170.00	125	2810.99
12	1256.99	931.05	0.00	208.80	286.95	35.36	177.50	125	3021.65
13	1311.59	1081.22	0.00	214.00	318.78	56.22	185.00	125	3291.81
14	1242.64	1231.39	0.00	216.60	340.00	70.13	190.00	125	3415.76
15	1177.38	1381.56	0.00	219.20	347.96	75.35	197.50	125	3523.95
16	1036.56	1481.68	0.00	0.00	340.00	70.13	0.00	125	3053.37
17	895.35	1631.85	0.00	0.00	321.43	57.96	0.00	125	3031.59
18	787.35	1731.96	0.00	0.00	292.26	38.83	0.00	125	2975.40
19	622.83	1782.02	0.00	0.00	257.77	16.23	0.00	125	2803.85
20	457.92	1782.02	0.00	0.00	223.29	-6.38	0.00	125	2581.85
21	359.05	1782.02	0.00	0.00	194.12	-25.50	0.00	125	2434.68
22	269.69	1782.02	0.00	0.00	167.59	-42.89	0.00	125	2301.41
23	213.56	1631.85	0.00	0.00	146.37	-56.80	0.00	125	2059.98

MAX LOAD 3523.95

ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος
ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ: Υποδοχή
ΜΗΝΑΣ: Σεπτέμβριος

ΩΡΑ	Θαλασσομαγνητική	Δεξ. τοίχου	Οροφής	Διαβρώτων	Θαλασσομαγνητική	Θαλασσομαγνητική	Οροφής	Θαλασσομαγνητική	Θαλασσομαγνητική
0	63.02	1051.19	0.00	0.00	-30.88	-130.45	0.00	125	1077.88
1	24.50	1051.19	0.00	0.00	-43.56	-138.76	0.00	125	1018.38
2	-34.45	901.02	0.00	0.00	-56.23	-147.06	0.00	125	788.27
3	-93.23	750.85	0.00	0.00	-66.37	-153.71	0.00	125	562.54
4	-118.97	650.74	0.00	0.00	-73.97	-158.69	0.00	125	424.10
5	-118.97	500.57	0.00	0.00	-76.51	-160.36	0.00	125	269.74
6	126.91	350.40	0.00	0.00	-71.44	-157.03	0.00	125	373.84
7	398.52	250.28	0.00	0.00	-58.76	-148.73	0.00	125	566.32
8	677.07	200.23	0.00	176.30	-35.95	-133.77	15.00	125	1023.87
9	890.27	200.23	0.00	189.30	-3.00	-112.17	150.00	125	1439.62
10	1076.83	250.28	0.00	197.10	35.02	-87.25	160.00	125	1756.98
11	1231.43	350.40	0.00	203.60	78.10	-59.00	170.00	125	2099.53
12	1301.53	450.51	0.00	208.80	118.66	-32.42	177.50	125	2349.58
13	1379.84	600.68	0.00	214.00	149.07	-12.48	185.00	125	2641.11
14	1315.04	750.85	0.00	216.60	169.35	0.81	190.00	125	2767.65
15	1232.71	901.02	0.00	219.20	176.95	5.80	197.50	125	2858.18
16	1065.87	1001.13	0.00	0.00	169.35	0.81	0.00	125	2362.16
17	904.33	1151.30	0.00	0.00	151.61	-10.82	0.00	125	2321.42
18	776.00	1251.42	0.00	0.00	123.73	-29.10	0.00	125	2247.05
19	588.72	1301.47	0.00	0.00	90.78	-50.70	0.00	125	2055.27
20	406.73	1301.47	0.00	0.00	57.83	-72.30	0.00	125	1818.74
21	296.48	1301.47	0.00	0.00	29.95	-90.57	0.00	125	1662.33
22	199.01	1301.47	0.00	0.00	4.60	-107.19	0.00	125	1522.89
23	134.76	1151.30	0.00	0.00	-15.68	-120.48	0.00	125	1274.90

MAX LOAD 2858.18



Έργο: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ Χώρα: GR Πόλη: ΑΘΗΝΑ(Ελληνικά)

ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος
ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ: Γραφείο
ΜΗΝΑΣ: Απρίλιος

ΩΡΑ	Θαυνομάτων	Δεξ. τοιχού	Οροφής	Θαμβρώπων	Θαυνοκ. αερα	Δεσμ. τοιχού	Θφωτισμού	Θαυνοκ. αερα	Θολικό
0	110.90	-5.43	0.00	0.00	-1230.22	0.00	0.00	375	-749.76
1	33.51	-59.78	0.00	0.00	-1259.69	0.00	0.00	375	-910.96
2	-46.38	-222.82	0.00	0.00	-1289.17	0.00	0.00	375	-1183.37
3	-150.65	-385.86	0.00	0.00	-1312.74	0.00	0.00	375	-1474.25
4	-203.66	-494.55	0.00	0.00	-1330.43	0.00	0.00	375	-1653.64
5	-217.98	-711.94	0.00	0.00	-1336.32	0.00	0.00	375	-1891.23
6	-154.90	-874.97	0.00	0.00	-1324.53	0.00	0.00	375	-1979.41
7	-67.45	-983.67	0.00	0.00	-1295.06	0.00	0.00	375	-1971.18
8	95.63	-1092.36	0.00	440.75	-1242.01	0.00	15.00	375	-1407.99
9	346.17	-1201.05	0.00	473.25	-1165.38	0.00	150.00	375	-1022.02
10	679.90	-1255.40	0.00	492.75	-1076.97	0.00	160.00	375	-624.72
11	1089.26	-1255.40	0.00	509.00	-976.76	0.00	170.00	375	-88.90
12	1412.93	-1255.40	0.00	522.00	-882.45	0.00	177.50	375	349.58
13	1698.86	-1146.70	0.00	535.00	-811.72	0.00	185.00	375	835.43
14	1870.66	-1038.01	0.00	541.50	-764.56	0.00	190.00	375	1174.58
15	1937.39	-874.97	0.00	548.00	-746.88	0.00	197.50	375	1436.03
16	1889.79	-711.94	0.00	0.00	-764.56	0.00	0.00	375	788.29
17	1792.48	-494.55	0.00	0.00	-805.83	0.00	0.00	375	867.11
18	1578.89	-277.17	0.00	0.00	-870.66	0.00	0.00	375	806.06
19	1113.60	-5.43	0.00	0.00	-947.29	0.00	0.00	375	535.88
20	770.41	103.26	0.00	0.00	-1023.92	0.00	0.00	375	224.75
21	545.80	157.60	0.00	0.00	-1088.76	0.00	0.00	375	-10.35
22	374.20	266.30	0.00	0.00	-1147.70	0.00	0.00	375	-132.20
23	243.80	103.26	0.00	0.00	-1194.86	0.00	0.00	375	-472.80

MAX LOAD 1436.03

ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος
ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ: Γραφείο
ΜΗΝΑΣ: Μάιος

ΩΡΑ	Θαυνομάτων	Δεξ. τοιχού	Οροφής	Θαμβρώπων	Θαυνοκ. αερα	Δεσμ. τοιχού	Θφωτισμού	Θαυνοκ. αερα	Θολικό
0	163.47	695.63	0.00	0.00	-583.56	0.00	0.00	375	650.54
1	99.55	641.29	0.00	0.00	-614.51	0.00	0.00	375	501.32
2	26.65	478.25	0.00	0.00	-645.45	0.00	0.00	375	234.44
3	-64.15	315.21	0.00	0.00	-670.21	0.00	0.00	375	-44.15
4	-110.16	206.52	0.00	0.00	-688.78	0.00	0.00	375	-217.43
5	-124.22	-10.87	0.00	0.00	-694.97	0.00	0.00	375	-455.05
6	-74.35	-173.91	0.00	0.00	-682.59	0.00	0.00	375	-555.85
7	-6.57	-282.60	0.00	0.00	-651.64	0.00	0.00	375	-565.82
8	123.90	-391.29	0.00	440.75	-595.94	0.00	15.00	375	-32.59
9	322.14	-499.99	0.00	473.25	-515.48	0.00	150.00	375	304.92
10	577.96	-554.33	0.00	492.75	-422.65	0.00	160.00	375	628.73
11	896.47	-554.33	0.00	509.00	-317.43	0.00	170.00	375	1078.71
12	1148.44	-554.33	0.00	522.00	-218.41	0.00	177.50	375	1450.20
13	1393.96	-445.64	0.00	535.00	-144.14	0.00	185.00	375	1899.19
14	1562.60	-336.95	0.00	541.50	-94.62	0.00	190.00	375	2237.53
15	1664.74	-173.91	0.00	548.00	-76.06	0.00	197.50	375	2535.27
16	1672.21	-10.87	0.00	0.00	-94.62	0.00	0.00	375	1941.72
17	1618.36	206.52	0.00	0.00	-137.95	0.00	0.00	375	2061.93
18	1450.85	423.90	0.00	0.00	-206.03	0.00	0.00	375	2043.72
19	1041.80	695.63	0.00	0.00	-286.49	0.00	0.00	375	1825.95
20	740.06	804.32	0.00	0.00	-366.94	0.00	0.00	375	1552.44
21	543.18	858.67	0.00	0.00	-435.02	0.00	0.00	375	1341.83
22	392.31	967.36	0.00	0.00	-496.92	0.00	0.00	375	1237.76
23	282.38	804.32	0.00	0.00	-546.43	0.00	0.00	375	915.27

MAX LOAD 2535.27



ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος

ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ: Γραφείο

ΜΗΝΑΣ: Ιούνιος

ΩΡΑ	Ρανουγμάτων	Ξεξ. τοιχού	Οροφής	Ρανθρώπων	Ραναν. αερα	Ξεσω. τοιχού	Αφωτισμού	Ρυθσκειών	Οολικό
0	253.50	1437.46	0.00	0.00	33.08	0.00	0.00	375	2099.03
1	195.82	1383.11	0.00	0.00	1.03	0.00	0.00	375	1954.96
2	126.31	1220.07	0.00	0.00	-31.02	0.00	0.00	375	1690.36
3	41.75	1057.03	0.00	0.00	-56.66	0.00	0.00	375	1417.12
4	-0.87	948.34	0.00	0.00	-75.90	0.00	0.00	375	1246.57
5	-14.66	730.96	0.00	0.00	-82.31	0.00	0.00	375	1008.99
6	29.22	567.92	0.00	0.00	-69.49	0.00	0.00	375	902.65
7	88.16	459.23	0.00	0.00	-37.43	0.00	0.00	375	884.95
8	204.07	350.53	0.00	440.75	20.26	0.00	15.00	375	1405.61
9	378.91	241.84	0.00	473.25	103.59	0.00	150.00	375	1722.59
10	600.16	187.49	0.00	492.75	199.74	0.00	160.00	375	2015.14
11	878.38	187.49	0.00	509.00	308.71	0.00	170.00	375	2428.59
12	1098.37	187.49	0.00	522.00	411.28	0.00	177.50	375	2771.64
13	1325.16	296.19	0.00	535.00	488.20	0.00	185.00	375	3204.54
14	1490.64	404.88	0.00	541.50	539.48	0.00	190.00	375	3541.50
15	1606.51	567.92	0.00	548.00	558.71	0.00	197.50	375	3853.63
16	1636.56	730.96	0.00	0.00	539.48	0.00	0.00	375	3281.99
17	1600.87	948.34	0.00	0.00	494.61	0.00	0.00	375	3418.82
18	1454.17	1165.73	0.00	0.00	424.10	0.00	0.00	375	3418.99
19	1072.47	1437.46	0.00	0.00	340.77	0.00	0.00	375	3225.69
20	790.52	1546.15	0.00	0.00	257.43	0.00	0.00	375	2969.10
21	606.91	1600.50	0.00	0.00	186.92	0.00	0.00	375	2769.33
22	465.94	1709.19	0.00	0.00	122.82	0.00	0.00	375	2672.95
23	365.63	1546.15	0.00	0.00	71.54	0.00	0.00	375	2358.32

MAX LOAD 3853.63

ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος

ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ: Γραφείο

ΜΗΝΑΣ: Ιούλιος

ΩΡΑ	Ρανουγμάτων	Ξεξ. τοιχού	Οροφής	Ρανθρώπων	Ραναν. αερα	Ξεσω. τοιχού	Αφωτισμού	Ρυθσκειών	Οολικό
0	311.85	1657.56	0.00	0.00	162.92	0.00	0.00	375	2507.33
1	249.76	1603.21	0.00	0.00	118.71	0.00	0.00	375	2346.68
2	178.05	1440.17	0.00	0.00	74.50	0.00	0.00	375	2067.72
3	89.08	1277.14	0.00	0.00	39.13	0.00	0.00	375	1780.35
4	44.24	1168.44	0.00	0.00	12.61	0.00	0.00	375	1600.29
5	30.45	951.06	0.00	0.00	3.77	0.00	0.00	375	1360.28
6	78.75	788.02	0.00	0.00	21.45	0.00	0.00	375	1263.22
7	144.31	679.33	0.00	0.00	65.66	0.00	0.00	375	1264.29
8	271.25	570.64	0.00	440.75	145.23	0.00	15.00	375	1817.87
9	463.75	461.94	0.00	473.25	260.17	0.00	150.00	375	2184.12
10	711.48	407.60	0.00	492.75	392.80	0.00	160.00	375	2539.63
11	1020.60	407.60	0.00	509.00	543.10	0.00	170.00	375	3025.31
12	1264.87	407.60	0.00	522.00	684.57	0.00	177.50	375	3431.54
13	1504.90	516.29	0.00	535.00	790.67	0.00	185.00	375	3906.86
14	1670.39	624.98	0.00	541.50	861.40	0.00	190.00	375	4263.27
15	1773.01	788.02	0.00	548.00	887.93	0.00	197.50	375	4569.46
16	1783.20	951.06	0.00	0.00	861.40	0.00	0.00	375	3970.66
17	1732.06	1168.44	0.00	0.00	799.51	0.00	0.00	375	4075.02
18	1569.91	1385.83	0.00	0.00	702.25	0.00	0.00	375	4032.99
19	1170.55	1657.56	0.00	0.00	587.31	0.00	0.00	375	3790.42
20	875.36	1766.25	0.00	0.00	472.37	0.00	0.00	375	3488.98
21	682.93	1820.60	0.00	0.00	375.11	0.00	0.00	375	3253.64
22	535.33	1929.29	0.00	0.00	286.70	0.00	0.00	375	3126.32
23	428.40	1766.25	0.00	0.00	215.97	0.00	0.00	375	2785.62

MAX LOAD 4569.46



ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος

ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ: Γραφείο

ΜΗΝΑΣ: Αύγουστος

ΩΡΑ	Θανογμάτων	Ξεψ. τοιγού	Οροφής	Θαμβρώπων	Θαλασσ. αέρα	Θεσω. τοιγού	Θφωτισμού	Θαυσκευών	Ολοικό
0	415.38	1934.72	0.00	0.00	326.14	0.00	0.00	375	3051.24
1	340.64	1880.38	0.00	0.00	292.98	0.00	0.00	375	2889.01
2	262.61	1717.34	0.00	0.00	259.83	0.00	0.00	375	2614.78
3	161.00	1554.30	0.00	0.00	233.30	0.00	0.00	375	2323.60
4	109.84	1445.61	0.00	0.00	213.41	0.00	0.00	375	2143.86
5	96.05	1228.22	0.00	0.00	206.78	0.00	0.00	375	1906.05
6	156.99	1065.19	0.00	0.00	220.04	0.00	0.00	375	1817.22
7	241.51	956.49	0.00	0.00	253.20	0.00	0.00	375	1826.20
8	400.05	847.80	0.00	440.75	312.88	0.00	15.00	375	2391.48
9	643.12	739.11	0.00	473.25	399.08	0.00	150.00	375	2779.56
10	966.69	684.76	0.00	492.75	498.55	0.00	160.00	375	3177.75
11	1364.29	684.76	0.00	509.00	611.28	0.00	170.00	375	3714.34
12	1678.08	684.76	0.00	522.00	717.38	0.00	177.50	375	4154.72
13	1956.03	793.45	0.00	535.00	796.95	0.00	185.00	375	4641.44
14	2121.52	902.15	0.00	541.50	850.00	0.00	190.00	375	4980.17
15	2186.22	1065.19	0.00	548.00	869.90	0.00	197.50	375	5241.80
16	2139.52	1228.22	0.00	0.00	850.00	0.00	0.00	375	4592.75
17	2044.15	1445.61	0.00	0.00	803.59	0.00	0.00	375	4668.34
18	1837.75	1662.99	0.00	0.00	730.64	0.00	0.00	375	4606.39
19	1387.84	1934.72	0.00	0.00	644.44	0.00	0.00	375	4342.00
20	1054.72	2043.42	0.00	0.00	558.23	0.00	0.00	375	4031.37
21	837.01	2097.76	0.00	0.00	485.29	0.00	0.00	375	3795.06
22	670.45	2206.46	0.00	0.00	418.98	0.00	0.00	375	3670.89
23	544.57	2043.42	0.00	0.00	365.93	0.00	0.00	375	3328.91
								MAX LOAD	5241.80

ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: 1ος Όροφος

ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ: Γραφείο

ΜΗΝΑΣ: Σεπτέμβριος

ΩΡΑ	Θανογμάτων	Ξεψ. τοιγού	Οροφής	Θαμβρώπων	Θαλασσ. αέρα	Θεσω. τοιγού	Θφωτισμού	Θαυσκευών	Ολοικό
0	393.12	1413.00	0.00	0.00	-77.21	0.00	0.00	375	2103.91
1	303.90	1358.66	0.00	0.00	-108.89	0.00	0.00	375	1928.66
2	219.44	1195.62	0.00	0.00	-140.57	0.00	0.00	375	1649.49
3	103.34	1032.58	0.00	0.00	-165.92	0.00	0.00	375	1345.00
4	45.77	923.89	0.00	0.00	-184.93	0.00	0.00	375	1159.73
5	32.81	706.50	0.00	0.00	-191.26	0.00	0.00	375	923.05
6	109.07	543.46	0.00	0.00	-178.59	0.00	0.00	375	848.95
7	216.99	434.77	0.00	0.00	-146.91	0.00	0.00	375	879.85
8	415.08	326.08	0.00	440.75	-89.88	0.00	15.00	375	1482.03
9	721.09	217.38	0.00	473.25	-7.51	0.00	150.00	375	1929.22
10	1140.74	163.04	0.00	492.75	87.54	0.00	160.00	375	2419.07
11	1650.57	163.04	0.00	509.00	195.26	0.00	170.00	375	3062.87
12	2051.53	163.04	0.00	522.00	296.65	0.00	177.50	375	3585.72
13	2372.96	271.73	0.00	535.00	372.68	0.00	185.00	375	4112.38
14	2528.48	380.42	0.00	541.50	423.38	0.00	190.00	375	4438.78
15	2533.93	543.46	0.00	548.00	442.38	0.00	197.50	375	4640.28
16	2404.60	706.50	0.00	0.00	423.38	0.00	0.00	375	3909.47
17	2246.88	923.89	0.00	0.00	379.02	0.00	0.00	375	3924.78
18	1986.44	1141.27	0.00	0.00	309.32	0.00	0.00	375	3812.03
19	1486.03	1413.00	0.00	0.00	226.94	0.00	0.00	375	3500.98
20	1112.77	1521.69	0.00	0.00	144.57	0.00	0.00	375	3154.03
21	868.57	1576.04	0.00	0.00	74.87	0.00	0.00	375	2894.47
22	681.93	1684.73	0.00	0.00	11.50	0.00	0.00	375	2753.17
23	535.14	1521.69	0.00	0.00	-39.19	0.00	0.00	375	2392.65
								MAX LOAD	4640.28

• Μηνιαία Θερμικά Φορτία

Επίπεδο: 1ος Όροφος

Χώρος: Γραφείο

<u>Μήνας:</u>	Δεκέμβριος	Απώλειες Αερισμού:	108.52 Watt
		Απώλειες Θερμοπερατότητας:	1375.91 Watt
		Ολικές Θερμικές Απώλειες	1484.43 Watt
<u>Μήνας:</u>	Ιανουάριος	Απώλειες Αερισμού:	124.24 Watt
		Απώλειες Θερμοπερατότητας:	1575.25 Watt
		Ολικές Θερμικές Απώλειες	1699.49 Watt
<u>Μήνας:</u>	Μάρτιος	Απώλειες Αερισμού:	110.82 Watt
		Απώλειες Θερμοπερατότητας:	1405.08 Watt
		Ολικές Θερμικές Απώλειες	1515.90 Watt
<u>Μήνας:</u>	Νοέμβριος	Απώλειες Αερισμού:	83.98 Watt
		Απώλειες Θερμοπερατότητας:	1064.75 Watt
		Ολικές Θερμικές Απώλειες	1148.73 Watt
<u>Μήνας:</u>	Οκτώβριος	Απώλειες Αερισμού:	53.69 Watt
		Απώλειες Θερμοπερατότητας:	680.66 Watt
		Ολικές Θερμικές Απώλειες	734.35 Watt
<u>Μήνας:</u>	Φεβρουάριος	Απώλειες Αερισμού:	120.03 Watt
		Απώλειες Θερμοπερατότητας:	1521.77 Watt
		Ολικές Θερμικές Απώλειες	1641.79 Watt

Χώρος: Υποδοχή

<u>Μήνας:</u>	Δεκέμβριος	Απώλειες Αερισμού:	183.15 Watt
		Απώλειες Θερμοπερατότητας:	1661.04 Watt
		Ολικές Θερμικές Απώλειες	1844.20 Watt
<u>Μήνας:</u>	Ιανουάριος	Απώλειες Αερισμού:	209.69 Watt
		Απώλειες Θερμοπερατότητας:	1911.77 Watt
		Ολικές Θερμικές Απώλειες	2121.46 Watt
<u>Μήνας:</u>	Μάρτιος	Απώλειες Αερισμού:	187.04 Watt
		Απώλειες Θερμοπερατότητας:	1697.73 Watt
		Ολικές Θερμικές Απώλειες	1884.77 Watt
<u>Μήνας:</u>	Νοέμβριος	Απώλειες Αερισμού:	141.73 Watt
		Απώλειες Θερμοπερατότητας:	1269.67 Watt
		Ολικές Θερμικές Απώλειες	1411.41 Watt
<u>Μήνας:</u>	Οκτώβριος	Απώλειες Αερισμού:	90.61 Watt
		Απώλειες Θερμοπερατότητας:	786.57 Watt
		Ολικές Θερμικές Απώλειες	877.18 Watt
<u>Μήνας:</u>	Φεβρουάριος	Απώλειες Αερισμού:	202.57 Watt
		Απώλειες Θερμοπερατότητας:	1844.50 Watt
		Ολικές Θερμικές Απώλειες	2047.07 Watt

- Μηνιαία Ολικά

Έργο: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Μήνας	Ψυκτικά Φορτία Ανα Μήνα
-------	-------------------------

Απρίλιος	1925.75 [Watt]
Μάιος	4017.58 [Watt]
Ιούνιος	6439.35 [Watt]
Ιούλιος	7644.96 [Watt]
Αύγουστος	8765.75 [Watt]
Σεπτέμβριος	7498.46 [Watt]
Avg	6048.64 [Watt]
Min	1925.75 [Watt]
Max	8765.75 [Watt]

Μήνας	Θερμικά Φορτία Ανα Μήνα
-------	-------------------------

Ιανουάριος	3820.95 [Watt]
Φεβρουάριος	3688.86 [Watt]
Μάρτιος	3400.68 [Watt]
Οκτώβριος	1611.53 [Watt]
Νοέμβριος	2560.14 [Watt]
Δεκέμβριος	3328.63 [Watt]
Avg	3068.46 [Watt]
Min	1611.53 [Watt]
Max	3820.95 [Watt]

2. Κάλυψη των φορτίων με Γεωθερμία

Μέγιστο Ψυκτικό Φορτίο: 8765.75 Watt

Μέγιστο Θερμικό Φορτίο: 3820.95 Watt

Για να καλύψουμε τα φορτία μας επιλέγουμε Γ.Α.Θ με τα εξής χαρακτηριστικά

Κατασκευαστής Αντλίας Θερμότητας	Prana
Προϊόν	BWR MTD2 0025
Ισχύς Αντλίας σε κύκλο θέρμανσης (W)	7300.00
Απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς σε κύκλο Θέρμανσης (W)	1800.00
Βαθμός απόδοσης Αντλίας σε κύκλο Θέρμανσης (COP)	4.06
Ισχύς Αντλίας σε κύκλο Ψύξης (W)	9600.00
Απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς σε κύκλο Ψύξης (W)	2000.00
Βαθμός απόδοσης Αντλίας σε κύκλο Ψύξης (EER)	4.80

Κατακόρυφος

Πέτρωμα : κανονικό στρώμα βράχου (διαποτισμένο ίζημα) ($k=1,5\sim 3,0$ W/mK) 60W/m

ΔT : 5°C

Είδος Ρευστού: Νερό

- Μονού U

Επιλέγουμε βάθος 100m και αριθμό γεωτρήσεων 2. Κάνουμε δοκιμές για διάφορες διαμέτρους για να πετύχουμε $Re > 4000$ για να έχουμε τυρβώδη ροή. Έτσι προκύπτει ότι θα έχουμε για διαμέτρους 40mm. Βάζουμε το μήκος, διάμετρο και συντελεστή C(εξαρτάτε από το υλικό της σωλήνωσης) των σωληνώσεων δικτύου για να υπολογίσουμε τις απώλειες. Έτσι προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα όπως φαίνονται στην εικόνα 2.7.

- Διπλού U

Με τον ίδιο τρόπο όπως και στο Μονό επιλέγουμε βάθος 80m και αριθμό γεωτρήσεων 1. Κάνουμε δοκιμές για διάφορες διαμέτρους για να πετύχουμε $Re > 4000$ για να έχουμε τυρβώδη ροή. Έτσι προκύπτει ότι θα έχουμε για διαμέτρους 32mm. Βάζουμε το μήκος, διάμετρο και συντελεστή C(εξαρτάτε από το υλικό της σωλήνωσης) των σωληνώσεων δικτύου για να υπολογίσουμε τις απώλειες. Έτσι προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα όπως φαίνονται στην εικόνα 2.8.

Γεωθερμία

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ψυκτικά Φορτία Κτιρίου: 8765.75 [Watt]
Θερμικά Φορτία Κτιρίου: 3820.95 [Watt]

Ανάλυση Φορτίων

Refresh

Φορτίο Ψύξης: 8765.75
Φορτίο Θέρμανσης: 3820.95

Απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς σε κύκλο Ψύξης (W): 2000.00 EER: 4.80
Απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς σε κύκλο Θέρμανσης (W): 1800.00 COP: 4.06

Κατακόρυφος Οριζόντιος Ανοιχτού

Απόδοση Εδάφους: 60 [W/m] ΔΤ: 5.00 [°C]
Πυκνότητα Ρευστού: 999.55 [kg/m³]
Cp Ρευστού: 4186.80 [J/kg K]
Ιξώδες Ρευστού: 8.94E-04 [Pas]

Μονού U Διπλού U

Διάμετρος Σωλήνα		Coefficient (C)		Σωληνώσεις Δικτύου	
Βάθος:	100.00 [m]	40.00 [mm]	140.00	Μήκος:	10.00 [m]
Αριθμός Γεωτρήσεων:	2	32.00 [mm]	140.00	Διάμετρος:	32.00 [mm]
Βαθ. Απόδοσης Αντλίας:	0.75			Coefficient (C):	150.00

Ενδεικτικές Τιμές Συντελεστή C

Μέγιστο Φορτίο: 10765.75 [Watt]
Ταχύτητα Ρευστού: 0.41 [m/s]
Παροχή Ρευστού: 0.51 [kg/s]
Παροχή Όγκου: 0.0005 [l/s]
1.85 [l/h]

Με δεδομένο Βάθος Γεώτρησης		Με δεδομένο Αριθμό Γεωτρήσεων	
Re:	5102.48 [m]	Re:	5722.09
Μήκος Γεωεναλλακτη:	179.43	Μήκος Γεωεναλλακτη:	179.43 [m]
Αριθμός Γεωτρήσεων:	1.79	Βάθος Γεώτρησης:	89.71 [m]
Απώλειες Σωλήνωσης:	1.99E-02 [kPa/m]	Απώλειες Σωλήνωσης:	0.048 [kPa/m]
Απώλειες Σωλήνωσης Δικτύου:	1.53E-01 [kPa/m]	Απώλειες Σωλήνωσης Δικτύου:	1.53E-01 [kPa/m]
Ολικές Απώλειες Δικτύου:	0.16 [mΣΥ]	Ολικές Απώλειες Δικτύου:	0.16 [mΣΥ]
Ολικές Απώλειες:	0.56 [mΣΥ]	Ολικές Απώλειες:	1.04 [mΣΥ]
Ισχύς Αντλίας:	0.001 [kW]	Ισχύς Αντλίας:	0.001 [kW]
eer:	4.38	eer:	4.38
cop:	2.12	cop:	2.12

Record: 1 of 1 No Filter Search

Εικόνα 2.7 Κατακόρυφος Μονού U

Γεωθερμία

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ψυκτικά Φορτία Κτιρίου: 8765.75 [Watt]
Θερμικά Φορτία Κτιρίου: 3820.95 [Watt]

Ανάλυση Φορτίων

Refresh

Φορτίο Ψύξης: 8765.75
Φορτίο Θέρμανσης: 3820.95

Απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς σε κύκλο Ψύξης (W): 2000.00
Απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς σε κύκλο Θέρμανσης (W): 1800.00

EER: 4.80
COP: 4.06

Κατακόρυφος: Οριζόντιος, Ανοιχτού

Απόδοση Εδάφους: 60 [W/m]
ΔT: 5.00 [°C]

Πυκνότητα Ρευστού: 999.55 [kg/m³]
Cp Ρευστού: 4186.80 [J/kg K]
Ιξώδες Ρευστού: 8.94E-04 [Pas]

Μονού U, Διπλού U

Διάμετρος Σωλήνα Coefficient (C)

Βάθος: 80.00 [m], 32.00 [mm], 140.00 [mm]
Αριθμός Γεωτρήσεων: 1, 32.00 [mm], 140.00 [mm]
Βαθ. Απόδοσης Αντλίας: 0.75

Σωληνώσεις Δικτύου

Μήκος: 10.00 [m]
Διάμετρος: 32.00 [mm]
Coefficient (C): 140.00

Ενδεικτικές Τιμές Συντελεστή C

Μέγιστο Φορτίο: 10765.75 [Watt]
Ταχύτητα Ρευστού: 0.41 [m/s]

Παροχή Ρευστού: 0.51 [kg/s]
Παροχή Όγκου: 0.0005 [l/s], 1.85 [l/h]

Με δεδομένο Βάθος Γεώτρησης		Με δεδομένο Αριθμό Γεωτρήσεων	
Re:	5102.48 [m]	Re:	5722.09
Μήκος Γεωεναλλακτη:	179.43	Μήκος Γεωεναλλακτη:	179.43 [m]
Αριθμός Γεωτρήσεων:	1.79	Βάθος Γεώτρησης:	89.71 [m]
Απώλειες Σωλήνωσης:	1.99E-02 [kPa/m]	Απώλειες Σωλήνωσης:	0.048 [kPa/m]
Απώλειες Σωλήνωσης Δικτύου:	1.53E-01 [kPa/m]	Απώλειες Σωλήνωσης Δικτύου:	1.53E-01 [kPa/m]
Ολικές Απώλειες Δικτύου:	0.16 [mΣΥ]	Ολικές Απώλειες Δικτύου:	0.16 [mΣΥ]
Ολικές Απώλειες:	0.56 [mΣΥ]	Ολικές Απώλειες:	1.04 [mΣΥ]
Ισχύς Αντλίας:	0.001 [kW]	Ισχύς Αντλίας:	0.001 [kW]
eer:	4.38	eer:	4.38
cop:	2.12	cop:	2.12

Record: 1 of 1

Εικόνα 2.8 Κατακόρυφος Διπλού U

Οριζόντιος

Επιλέγουμε απόδοση εδάφους 15W/m, το ρευστό που θα χρησιμοποιήσουμε είναι νερό, κάνουμε δοκιμές με τη διάμετρο του γεωεναλλακτη για να πετύχουμε $Re > 4000$ για να έχουμε τυρβώδη ροή. Έτσι προκύπτει ότι θα έχουμε για διαμέτρους 32mm. Βάζουμε το μήκος, διάμετρο και συντελεστή C (εξαρτάτε από το υλικό της σωλήνωσης) των σωληνώσεων δικτύου για να υπολογίσουμε τις απώλειες. Έτσι προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα όπως φαίνονται στην εικόνα 2.9.

Γεωθερμία ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ψυκτικά Φορτία Κτιρίου: 8765.75 [Watt]
Θερμικά Φορτία Κτιρίου: 3820.95 [Watt]

Ανάλυση Φορτίων

Φορτίο Ψύξης: 8765.75
Φορτίο Θέρμανσης: 3820.95

Απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς σε κύκλο Ψύξης (W): 2000.00 EER: 4.80
Απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς σε κύκλο Θέρμανσης (W): 1800.00 COP: 4.06

Κατακόρυφος Οριζόντιος Ανοιχτού

Απόδοση Εδάφους: 15 [W/m]
Διάμετρος Σωλήνα: 32.00 [mm]
ΔT: 5.00 [oC]
Αριθμός Παράλληλων κυκλωμάτων: 5
Hazen-Williams Coefficient (C): 140.00

Πυκνότητα Ρευστού: 999.55 [kg/m³]
Cp Ρευστού (J/kg oC): 4186.80 [J/kg oC]
Ιξώδες Ρευστού: 8.94E-04 [Pas]
Βαθμός Απόδοσης Αντλίας: 0.75

Σωληνώσεις Δικτύου
Μήκος: 10.00 [m]
Διάμετρος: 32.00 [mm]
Hazen-Williams Coefficient (C): 140.00
Ενδεικτικές Τιμές Συντελεστή C

Αποτελέσματα

Μέγιστο Φορτίο: 10765.75 [Watt]
Παροχή Όγκου: 0.0005 [l/s] 1.85 [l/h]
Ταχύτητα Ρευστού: 0.13 [m/s]
Παροχή Ρευστού: 0.514 [kg/s]
Re: 4577.67

Μήκος Γεωεναλλακτη: 717.72 [m]
Κάλυψη Γεωεναλλακτη: 179.43 [m²]
Απώλειες Σωλήνωσης: 8.85E-03 [kPa/m]
Απώλειες Σωλήνωσης Δικτύου: 1.74E-01 [kPa/m]
Ολικές Απώλειες Δικτύου: 0.18 [mΣΥ]

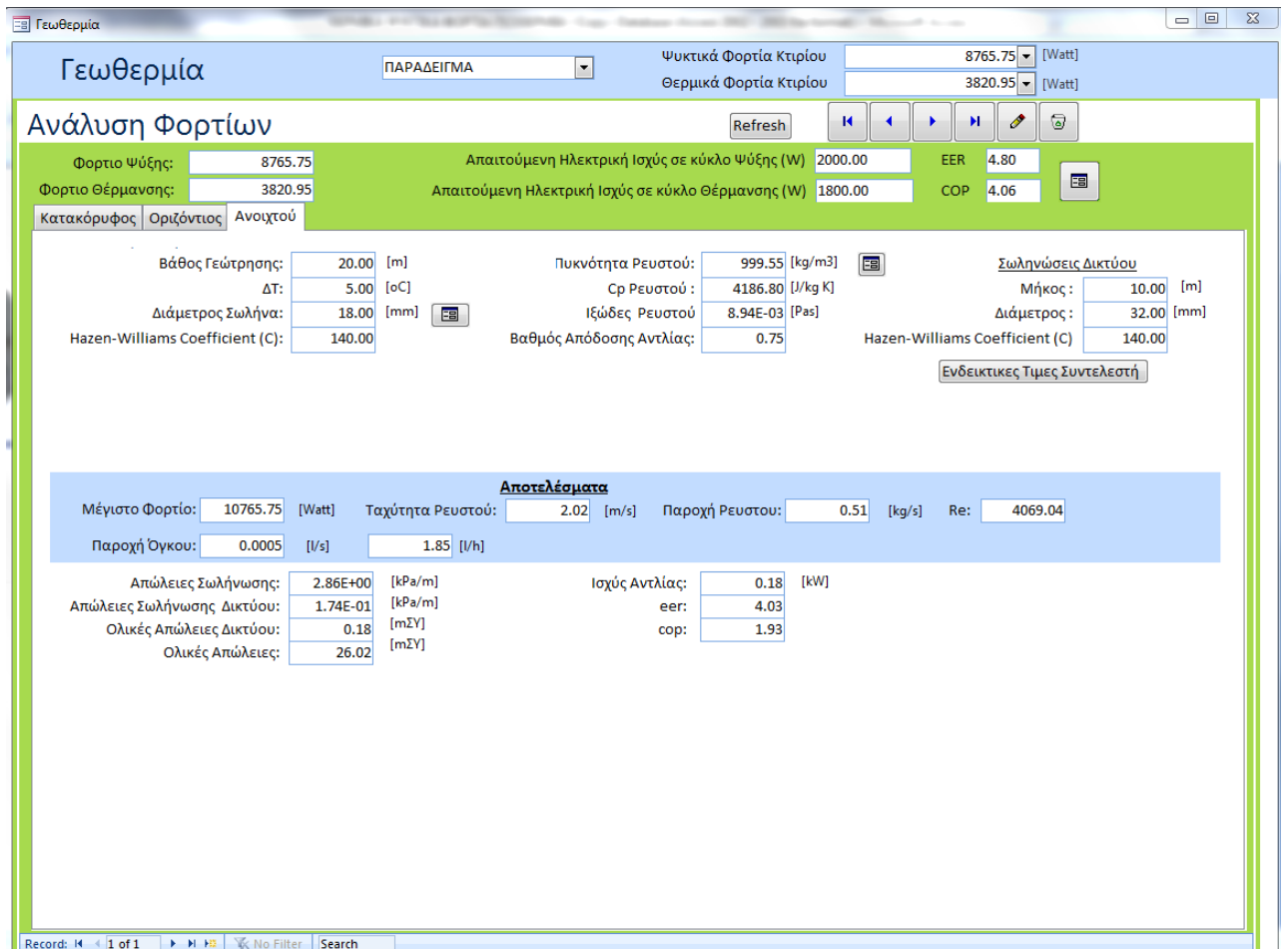
Ολικές Απώλειες: 0.31 [mΣΥ]
Ισχύς Αντλίας: 0.0004 [kW]
eer: 4.38
cop: 2.12

Record: 1 of 1 No Filter Search

Εικόνα 2.9 Οριζόντιος

Ανοικτού

Δηλώνουμε το βάθος της πηγής(εδώ είναι 20m), το είδος του ρευστού είναι νερό, η $\Delta T: 5^{\circ}C$ και τέλος δηλώνουμε τα χαρακτηριστικά της σωλήνωσης του δικτύου. Έτσι προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα όπως φαίνονται στην εικόνα 2.10



Γεωθερμία ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ψυκτικά Φορτία Κτιρίου: 8765.75 [Watt]
Θερμικά Φορτία Κτιρίου: 3820.95 [Watt]

Ανάλυση Φορτίων Refresh

Φορτίο Ψύξης: 8765.75 Απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς σε κύκλο Ψύξης (W): 2000.00 EER: 4.80
Φορτίο Θέρμανσης: 3820.95 Απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς σε κύκλο Θέρμανσης (W): 1800.00 COP: 4.06

Κατακόρυφος Οριζόντιος **Ανοικτού**

Βάθος Γεώτρησης:	20.00 [m]	Πυκνότητα Ρευστού:	999.55 [kg/m ³]	Σωληνώσεις Δικτύου	
ΔT :	5.00 [oC]	Cr Ρευστού :	4186.80 [J/kg K]	Μήκος :	10.00 [m]
Διάμετρος Σωλήνα:	18.00 [mm]	Ιξώδες Ρευστού :	8.94E-03 [Pas]	Διάμετρος :	32.00 [mm]
Hazen-Williams Coefficient (C):	140.00	Βαθμός Απόδοσης Αντλίας:	0.75	Hazen-Williams Coefficient (C)	140.00

Ενδεικτικές Τιμές Συντελεστή

Αποτελέσματα

Μέγιστο Φορτίο: 10765.75 [Watt] Ταχύτητα Ρευστού: 2.02 [m/s] Παροχή Ρευστού: 0.51 [kg/s] Re: 4069.04
Παροχή Όγκου: 0.0005 [l/s] 1.85 [l/h]

Απώλειες Σωλήνωσης:	2.86E+00 [kPa/m]	Ισχύς Αντλίας:	0.18 [kW]
Απώλειες Σωλήνωσης Δικτύου:	1.74E-01 [kPa/m]	eer:	4.03
Ολικές Απώλειες Δικτύου:	0.18 [mΣV]	cop:	1.93
Ολικές Απώλειες:	26.02 [mΣV]		

Record: 1 of 1 No Filter Search

Εικόνα 2.10 Οριζόντιος

Έτσι βλέπουμε τα αποτελέσματα και για τα τρία είδη γεωτρήσεων και αποφασίζουμε πια είναι η πιο συμφέρουσα εγκατάσταση.

3. Συμπεράσματα

Η γεωθερμική ενέργεια, σε οποιοδήποτε μορφή παρουσιάζει σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα. Συγκρινόμενη ακόμη με τις άλλες ΑΠΕ, η γεωθερμία δεν υστερεί σε περιβαλλοντικά οφέλη. Η ηλεκτροπαραγωγή από γεωθερμία ανταγωνίζεται επιτυχώς την ηλεκτροπαραγωγή από πετρέλαιο ντίζελ. Η γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη 24 ώρες την ημέρα, 365 ημέρες το χρόνο, σε αντίθεση με άλλες ΑΠΕ (αιολική, ηλιακή, κύματα). Οι οποίες δεν μπορούν να παρέχουν συνεχώς ενέργεια και η χρήση τους προϋποθέτει αξιόπιστες τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας. Οι γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχουν συντελεστή αξιοποίησης μέχρι και 90%, ενώ ο συντελεστής αξιοποίησης μιας υδροηλεκτρικής μονάδας ανέρχεται μέχρι 70% και για τις ηλιακές και αιολικές μονάδες κυμαίνεται μεταξύ 20 και 35%. Η γεωθερμία παρουσιάζει και υψηλό δείκτη διαθεσιμότητας (ποσοστό του χρόνου στον οποίο λειτουργεί η μονάδα στην ονομαστική της ισχύ) της τάξης του 90%.

Η θερμότητα που παράγεται από γεωθερμικά ρευστά είναι σημαντικά φθηνότερη από εκείνη που παράγεται από την καύση πετρελαίου θέρμανσης, ακόμη και από εκείνη που παράγεται από την καύση φυσικού αερίου.

Αν και το κόστος παγίων είναι σημαντικά αυξημένο σε σχέση και με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, το λειτουργικό κόστος των γεωθερμικών μονάδων είναι σχεδόν μηδαμινό ή αρκετά μικρότερα από τις άλλες μορφές ενέργειας.

Λόγω της σταθερότητας της θερμοκρασίας του εδάφους σε μερικά μέτρα βάθος, καθόλη τη διάρκεια του έτους και λόγω της μικρής διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του εδάφους και των εσωτερικών χώρων, η χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας για θέρμανση και κλιματισμό έχει 30% μικρότερο κόστος λειτουργίας από τα καλύτερα αερόψυκτα συστήματα, κόστος συντήρησης μόλις το 1/3 εκείνου των συμβατικών συστημάτων θέρμανσης-κλιματισμού και σημαντικά μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, που ανέρχεται σε 25-30 χρόνια.

Τα κοινωνικά οφέλη από τη χρήση γεωθερμικών συστημάτων προέρχονται από το γεγονός ότι η γεωθερμία αποτελεί ανανεώσιμη και εγχώρια μορφή ενέργειας. Τέτοια οφέλη είναι η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και ανάπτυξη σε τοπικό επίπεδο για την εγκατάσταση των γεωθερμικών μονάδων καθώς και η μείωση της εξάρτησης της κοινωνίας από εισαγόμενα καύσιμα σε γενικότερο επίπεδο.

Ένα σύστημα χρήσης της γεωθερμικής ενέργειας για θερμικές εφαρμογές, εφόσον έχει σχεδιαστεί και υλοποιηθεί σωστά, δεν υποβαθμίζει το περιβάλλον. Επομένως, τα περιβαλλοντικά οφέλη από τη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας είναι σημαντικό και εντοπίζονται στην αποφυγή έκλυσης σημαντικών ποσοτήτων των διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και άλλων αέριων ρύπων που εκλύονται από την καύση συμβατικών καυσίμων.

Όσον αφορά στις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, αυτές καταναλώνουν 30% λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από τα καλύτερα αερόψυκτα συστήματα με αντίστοιχη μείωση εκπομπών διοξειδίου του

άνθρακα (CO₂) στους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η αντίστοιχη μείωση εκπομπών CO₂ από ένα σύστημα συμβατικών καυσίμων(πετρέλαιο θέρμανσης ή φυσικό αέριο) ανέρχεται σε 30% περίπου.

Με όλα αυτά που έχουν προαναφερθεί πιστεύω ότι το πρόγραμμα θα μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη και εκπλήρωση περισσότερων έργων με τη χρήση της γεωθεμίας για μια καλύτερη και αποδοτικότερη εγκατάσταση και πάνω από όλα φιλική προς το περιβάλλον.

Το πρόγραμμα αναπτύσσεται από την οπτική γωνία του μηχανολόγου μηχανικού και στοχεύει στην πλήρη εξυπηρέτηση του, το οποίο είναι σε ένα περιβάλλον πολύ φιλικό για το χρήστη, πολύ εύκολο στη χρήση και λειτουργία του, προσδίδοντας του έτσι αρκετά θετικά προνόμια έναντι άλλων προγραμμάτων. Το πρόγραμμα αυτό θα δώσει στους χρήστες τη δυνατότητα να αποκτήσουν εμπειρία και γνώση πάνω στην αβαθή κανονική γεωθερμία δίνοντας έτσι τη δυνατότητα να προωθήσουν αυτή την Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας.

Το πρόγραμμα έχει κτιστεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να γίνονται πολύ εύκολα μετατροπές και προσθήκες δίδοντας του έτσι τη δυνατότητα να αναπτυχθεί και να εξελιχτεί για περισσότερες δυνατότητες. Είναι ένα δυναμικό πρόγραμμα δηλαδή μπορεί να παρέχει απεριόριστο αριθμό έργων, επιπέδων και χώρων και επίσης μπορεί να συνδεθεί με οποιοδήποτε άλλο πρόγραμμα βάσης δεδομένων πχ Crystal Reports. Επίσης έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί με μεγάλους διακομιστές βάσεων Δεδομένων (server) πχ Oracles Servers ακόμα και με διαδικτυακές βάσεις δεδομένων πχ MySQL και Open Database Connectivity (ODBC). Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του προγράμματος είναι ότι δεν χρειάζεται να γίνει εγκατάσταση και όλα τα δεδομένα του και όλα τα έργα που δημιουργεί ο χρήστης είναι εγγεγραμμένα σε ένα αρχείο μόνο. Λόγο αυτού το πρόγραμμα είναι εύκολο στη μεταφορά(πχ USB).

Τα αποτελέσματα (reports) του προγράμματος μπορούν εξαχθούν σε xml, excel, doc, pdf files. Επίσης με τις κατάλληλες γνώσεις μπορούν να κτιστούν reports που να συγκρίνουν δυο ή περισσότερα έργα και με την παρουσία γραφικών παραστάσεων.

Θα μπορεί να έχει τη δυνατότητα να αναπτύξει τη μέθοδο του ωριαία βήματος για τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων για την παραμετροποίηση της συμπεριφοράς γεωθερμικής αντλίας θερμότητας σε ωριαία βάση παραγωγής.

Επίσης θα μπορεί να υπολογίζει την ενέργεια την οποία θα καταναλώνει το κτίριο έτσι ώστε να γίνεται μια τεχνοοικονομική μελέτη για το συνολικό κόστος της εγκατάστασης και λειτουργίας της και το χρόνο απόσβεσης της εν λόγω επένδυσης.

Έχω πλήρη γνώση στο πως θα εξελίξω το πρόγραμμα και να το προσαρμόσω σύμφωνα με τις ανάγκες κάποιου άλλου χρήστη.

Βιβλιογραφία

1. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας : www.cres.gr
2. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας: <http://www.rae.gr/>
3. Περιοδικό για την Ενέργεια: <http://www.energypoint.gr/>
4. Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ: http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/TOTEE_P
5. Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας, Εφαρμογές : <http://www.geoexchange.gr/faq.php>
6. Αντλίες Θερμότητας Sieline: http://sieline.gr/pages/gr/products/heat_pumps.php
7. Online Κοινότητα Τεχνικών: <http://www.texnikos.gr/blog/?p=9>
8. Εταιρεία Γεωθερμικού Κλιματισμού Energy Homes: <http://www.energyhomes.gr/material/pages/nrginfo/geoantlies.html>
9. Ίδρυμα Ενέργειας Κύπρου: <http://www.cie.org.cy/#arxiki>
10. Εταιρεία Z & X Mechanical Installation : <http://www.zxcyprusrenewableenergy.com/>
11. Διαδικτυακή Κοινότητα Ελλήνων Μηχανικών: <http://www.michanikos.gr/>
12. Διδακτορική Διατριβή Προσδιορισμός χαρακτηριστικών των γεωθερμικών πηγών με χρήση μοντέλων για βέλτιστη αξιοποίηση τους. Εφαρμογές στον ελληνικό χώρο.
<http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/0984#page/1/mode/2up>
13. Μεθοδολογία θερμικών Φορτίων: <http://www.4m.gr/support/webhelpapol/methodgen.htm>
14. Βιβλίο Κλιματισμός του Καθηγητή Α. Αντωνόπουλου Ε.Μ.Π
15. Εταιρεία Θερμογκαζ: <http://www.xn--mxadgaohu3b7d.com/>
16. Εταιρεία Geothermy argyriadis : <http://www.geothermy.gr/geothermy.php>
17. Εταιρεία Γεωτρήσεων Gaia drill: <http://www.gaiadrill.gr/el/CNT/geothermia.aspx>
18. Εταιρεία tm: <http://www.tmltd.gr/geotherm/geotherm.htm>
19. <http://www.geoexchange.gr/geothermia.php>
20. International geothermal association: <http://www.geothermal-energy.org/>
21. Εταιρεία Daikin: <http://www.daikinac.com/commercial/home.asp>
22. Διαδικτυακή Πύλη για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: www.aenaon.net