

ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΗΧ
709



Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών

Τμήμα Μηχανολογίας

**“ Τεχνοοικονομική ανάλυση συστήματος
κλιματισμού – δροσισμού - Ζ.Ν.Χ. και
κολυμβητικής δεξαμενής με αντλία θερμότητας
και ηλιακών συλλεκτών ”**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΕΤΣΑΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ

ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΝΑΖΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ



Πειραιάς, Νοέμβριος 2012

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εν λόγω πτυχιακή εργασία με τίτλο, «Τεχνοοικονομική ανάλυση συστήματος κλιματισμού – δροσισμού - Ζ.Ν.Χ. και κολυμβητικής δεξαμενής με αντλία θερμότητας και ηλιακών συλλεκτών», περιγράφεται ολοκληρωμένο σύστημα θέρμανσης και ψύξης μονοκατοικίας, με πισίνα, στην περιοχή της Φιλοθέης, εμβαδού 177m², πέντε επιπέδων. Η θέρμανση και ψύξη επιτυγχάνεται με συνδυασμό χρήσης ηλεκτρικού ρεύματος και της ηλιακής ενέργειας.

Η εργασία αποτελείται από θεωρητικό και υπολογιστικό μέρος. Στο θεωρητικό μέρος γίνεται αναφορά στο ενδοδαπέδιο σύστημα, στις αντλίες θερμότητας, στα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας (fan coil) καθώς και στην ηλιακή ενέργεια και στο σύστημα Combi.

Στο υπολογιστικό μέρος εκπονούνται όλες οι απαραίτητες μελέτες για την σωστή επιλογή, κατασκευή και λειτουργία ολοκληρωμένου συστήματος ψύξης-θέρμανσης, με σκοπό την παροχή των ιδανικότερων συνθηκών άνεσης με την ελάχιστη δυνατή χρήση ενέργειας.

Τέλος παρουσιάζεται τεχνοοικονομική ανάλυση, όπου διαπιστώνεται ότι ο συνδυασμός χρήσης νέων τεχνολογιών σε συνδυασμό με εναλλακτικές μορφές ενέργειας, παρότι είναι ακριβότερο το κόστος εγκατάστασής τους, αποσβένεται σε μικρό χρονικό διάστημα, εξαιτίας της μικρότερης κατανάλωσης ενέργειας.

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ABSTRACT

The scope of this diploma thesis titled, "Techno-economical analysis of air-conditioning and cooling systems-hot water use and swimming pool with heating pump and solar collectors" is to describe a complete system of heating and cooling of a five-level 177m² detached house, with swimming pool, in the area of Filothei. The heating and cooling is achieved by combining the use of electrical power and solar energy.

This thesis is constituted of theoretical and calculation part. The theoretical part refers to the underfloor system, the heating pumps, fan coil units as well as solar energy and Combi system.

The calculation part is based on the preparation of all the necessary studies for the correct choice, construction and operation of a complete system of heating and cooling, in order to achieve the ideal conditions of comfort at the minimum possible use of energy.

Finally, the techno-economical analysis is being presented, where we clearly observe that the combination of the use of new technology combined with the alternative forms of energy, even though the cost of installation is more expensive, it is easily gained back in a short period of time, because of the smaller consumption of energy.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	02
Περίληψη στην Αγγλική γλώσσα	03
Περιεχόμενα	04

ΜΕΡΟΣ Ι

3. Εισαγωγή	08
4. Ανάγκες Θέρμανσης – Συνθήκες Άνεσης	09
5. Ενδοδαπέδιο Σύστημα Θέρμανσης	11
5.1. Ορισμός	11
5.2. Ιστορική Αναφορά	11
5.3. Πλεονεκτήματα της Ενδοδαπέδιας Θέρμανσης	12
5.4. Μειονεκτήματα της Ενδοδαπέδιας Θέρμανσης	13
5.5. Μελέτη και Κατασκευή.....	13
5.6. Λειτουργία	17
6. Ενδοδαπέδιο Σύστημα Ψύξης	19
6.1. Προϋποθέσεις	19
6.2. Λειτουργία του Συστήματος	19
7. Συστήματα Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας – Fan Coils	20
7.1. Ορισμός	20
7.2. Πλεονεκτήματα	20
8. Αντλία Θερμότητας	21
8.1. Ορισμός	21
8.2. Αρχή Λειτουργίας	21
8.3. Κύκλος Ψύξης	22
8.4. Βαθμός Απόδοσης (COP)	24
8.5. Κατηγορίες	25

8.6. Πλεονεκτήματα των αντλιών θερμότητας αέρα – νερού	25
9. Ηλιακά Συστήματα – Συστήματα Combi	27
9.1. Εισαγωγή	27
9.2. Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα	28
9.3. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα	29
9.4. Συστήματα Combi	29

ΜΕΡΟΣ II

10. Μελέτη Υπολογισμού Θερμικών Απωλειών	32
10.1. Εισαγωγή	32
10.2. Παραδοχές και Κανόνες Υπολογισμών	34
10.3. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων	34
11. Μελέτη Υπολογισμού Ψυκτικών Φορτίων	40
11.1. Εισαγωγή	40
11.2. Παραδοχές και Κανόνες Υπολογισμού	40
11.3. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων	48
12. Μελέτη Υπολογισμού Ενδοδαπέδιας Εγκατάστασης	70
12.1. Εισαγωγή	70
12.2. Παραδοχές και Κανόνες Υπολογισμού	70
12.3. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων	72
13. Μελέτη Υπολογισμού Εγκατάστασης Fan Coils	79
13.1. Εισαγωγή	79
13.2. Παραδοχές και Κανόνες Υπολογισμού	79
13.3. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων	80
14. Μελέτη Υπολογισμού Δικτύου Αεραγωγών	85
14.1. Εισαγωγή	85
14.2. Παραδοχές και Κανόνες Υπολογισμού	85
14.3. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων	87
15. Μελέτη Υπολογισμού Ζεστών Νερών Χρήσης	91

16. Μελέτη Υπολογισμού Θέρμανσης Κολυμβητικής Δεξαμενής	92
17. Μελέτη Υπολογισμού Ενεργειακού Οφέλους Ηλιακής Ενέργειας	93
18. Σχεδιασμός Συστήματος	95
18.1. Εισαγωγή	95
18.2. Περιγραφή του συστήματος	95
18.3. Λειτουργία του συστήματος	96
19. Υπολογισμός Κόστους Συστημάτων	98
19.1. Σύστημα α. Λέβητας – καυστήρας πετρελαίου	98
19.2. Σύστημα β. Αντλία θερμότητας	98
19.3. Μηχανοστάσιο	99
19.4. Ενδοδαπέδιο Σύστημα	100
19.5 Ηλιακό Σύστημα Βεβιασμενης κυκλοφορίας	100
19.6 Εναλλάκτης κολυμβητικής δεξαμενής	101
19.7 Κλιματισμός	101
19.8 Συνολικό κόστος εγκατεστημένου συστήματος	102
20. Υπολογισμός Ενεργειακού Κόστους	103
20.1. Ενδοδαπέδιας Θέρμανσης	104
20.2. Ζεστών Νερών Χρήσης	106
20.3. Θέρμανση κολυμβητικής δεξαμενής	107
20.4. Ετήσιου Θερμικού	108
20.5. Παραγόμενης Ηλιακής ενέργειας	108
20.6. Υπολογισμός ετήσιου κόστους δροσισμού – κλιματισμού	110
21. Οικονομική Αξιολόγηση Επένδυσης	112
21.1 Μέθοδος κόστους στον κύκλο ζωής	112
21.2 Μέθοδος NPV (καθαρής παρούσας αξίας)	114
22. Βελτιστοποίηση εγκατεστημένου συστήματος	117
22.1. Αντικατάσταση της αντλία θερμότητας με γεωθερμική αντλίας με κατακόρυφο κλειστό κύκλωμα γεωεναλλάκτη	117

22.2. Αύξηση της συνεισφοράς του ηλιακού συστήματος βεβιασμένης κυκλοφορίας στο σύστημα θέρμανσης	118
23. Γενικά σχόλια και συμπεράσματα	121
24. Βιβλιογραφία	123
Παράρτημα 1: Κατόψεις Συστήματος Θέρμανσης.....	
Παράρτημα 2. Κατόψεις Συστημάτος Κλιματισμού.....	
Παράρτημα 3: Κάθετο Διάγραμμα Μηχανολογικού Εξοπλισμού.....	

ΜΕΡΟΣ Ι

3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια η επιστήμη και η τεχνολογία έχει στραφεί προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στην εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να στραφεί το ενδιαφέρον προς την ανακάλυψη νέων πηγών ενέργειας και νέων τεχνολογιών. Μια από τις πιο γνωστές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η ηλιακή ενέργεια, η οποία συναντάται από την θέρμανση νερού μέχρι και την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Στην εργασία πραγματοποιείται η τεχνοοικονομική μελέτη για την κατασκευή συστήματος θέρμανσης – κλιματισμού σε οικία με γνώμονα την άνεση αλλά και τη μέγιστη οικονομική χρηματική ωφέλεια του ιδιόκτητη. Οι δύο κύριες πηγές ενέργειας μας θα είναι η ηλιακή μέσω των ηλιακών συλλεκτών και η παραγόμενη ενέργεια μέσω των αντλιών θερμότητας.

Τους χειμερινούς μήνες οι ηλιακοί συλλέκτες θα παράγουν ζεστό νερό χρήσης, το οποίο θα συλλέγεται σε δοχείο αδρανείας (buffer) και στη συνέχεια με την βοήθεια της αντλίας θερμότητας θα θερμαίνεται στην επιθυμητή θερμοκρασία και θα προσάγεται στο ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης αλλά και στο δοχείο του boiler για την θέρμανση των ζεστών νερών χρήσης.

Τους καλοκαιρινούς μήνες οι ηλιακοί συλλέκτες θα παράγουν ζεστό νερό για να τροφοδοτούν το boiler και η περίσσια θερμότητα θα παρέχεται για την θέρμανση της πισίνας. Η αντλία θερμότητας θα παράγει κρύο νερό ώστε να πετύχουμε δροσισμό του ενδοδαπέδιου συστήματος και στους χώρους όπου απαιτείται χαμηλότερη θερμοκρασία θα ενεργοποιούνται τα fan coil του εκάστοτε χώρου για την επιθυμητή θερμοκρασία.

Όλα τα παραπάνω συστήματα θα τα διαχειρίζεται ένα σύστημα αντιστάθμισης, το οποίο με τα κατάλληλα αισθητήρια αλλά και το σωστό προγραμματισμό θα αποφέρει τη μέγιστη άνεση με την μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.

4. ΑΝΑΓΚΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΕΣΗΣ

Η σχεδίαση ενός συστήματος θέρμανσης-ψύξης είναι κάτι πολύ περισσότερο από την εγκατάσταση ενός σώματος καλοριφέρ με ένα θερμοστάτη. Οι περισσότερες εγκαταστάσεις θέρμανσης-ψύξης σήμερα είναι σχεδιασμένες και βασιζόμενες περισσότερο στο κριτήριο της ελάχιστης κατανάλωσης ενέργειας για την λειτουργία τους και λιγότερο για να δημιουργούν συνθήκες άνεσης για τους ανθρώπους που βρίσκονται μέσα στο κτίριο. Οι επικρατέστερες μέθοδοι υπολογισμού ενός συστήματος ψύξης-θέρμανσης οδηγούν στην πραγματικότητα σε παραπλανητικά αποτελέσματα και σπατάλη ενέργειας. Η μέθοδος του ελέγχου του συστήματος μόνο με βάση την θερμοκρασία του αέρα οδηγεί σε μεγάλη σπατάλη ενέργειας γιατί έχει αντίκτυπο μόνο στο 24% των αισθητηρίων του σώματος. Αυτό γιατί το σώμα μας δεν αντιλαμβάνεται την πραγματική θερμοκρασία ενός χώρου, αλλά αυτό που καλείται «αισθητή θερμοκρασία».

Ο ανθρώπινος οργανισμός αισθάνεται την θερμική ακτινοβολία από και προς επιφάνειες και το γεγονός αυτό συμβάλει στην διαμόρφωση του αισθήματος θέρμανσης και άνεσης. Επειδή είναι πολύ εύκολο να μετρήσουμε την θερμοκρασία του αέρα, συχνά την χρησιμοποιούμε ως κριτήριο άνεσης. Σε ιδανικές συνθήκες, μία θερμοκρασία αέρος της τάξης των 18-20°C θεωρείται εξαιρετική από την πλειοψηφία των ανθρώπων. Όμως, συχνά υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ της πραγματικής θερμοκρασίας του αέρα και την αίσθηση που αυτή προκαλεί στους ανθρώπους.

Αυτό ονομάζουμε «αισθητή θερμοκρασία» και είναι ένας συνδυασμός πολλών παραγόντων, όπως:

- η ανταλλαγή θερμότητας με ψυχρές – θερμές επιφάνειες
- η θερμοκρασία του αέρα
- η υγρασία
- η κίνηση ρευμάτων αέρα

Υπό κανονικές συνθήκες, οι άνθρωποι αισθάνονται άνετα με μία σχετική υγρασία από 30-70%. Η κίνηση του αέρα ή αλλιώς ροή του αέρα μπορεί να έχει

σημαντική επιρροή στην αισθητή θερμοκρασία του χώρου. Όλοι μας έχουμε μια εμπειρία από την ανακούφιση που έχουμε με την χρήση ανεμιστήρα τις ζεστές μέρες του καλοκαιριού. Αυτό πρέπει να μελετάται και να συνυπολογίζεται σε κάθε νέο κτίριο. Μία καλή κατασκευή πρέπει να μένει ανεπηρέαστη από εξωτερικούς ανέμους, και οι πόρτες και τα παράθυρα δεν πρέπει να αφήνουν εισόδους για την διέλευση του αέρα. Επίσης θα πρέπει να αποφεύγεται η μεγάλη θερμοκρασιακή διαφορά των εσωτερικών τοίχων του κτιρίου ώστε να μην δημιουργούνται ρεύματα αέρα.

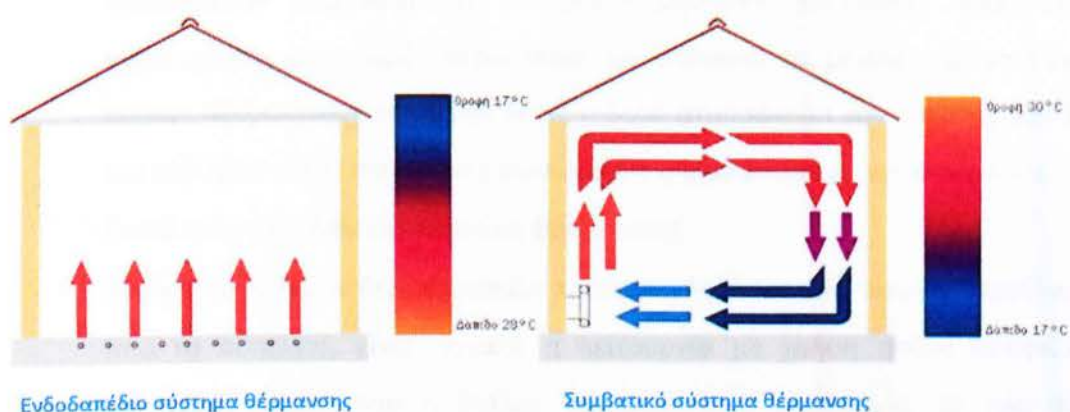
Για αυτό άλλωστε και τα σώματα του καλοριφέρ τοποθετούνται κάτω από τα παράθυρα, ώστε να εξισορροπούν από απώλειες κουφώματα και εισροή αέρα, αλλά και να αντισταθμίζουν την χαμηλότερη θερμοκρασία του εσωτερικού τοίχου με τη θερμότητα που παράγουν.

Μέθοδοι υπολογισμού: Αυτό είναι ένα πολύ αμφιλεγόμενο θέμα. Πολλές μέθοδοι υπολογισμού θα έπρεπε να έχουν αντικατασταθεί εδώ και πολλά χρόνια. Η πλειοψηφία των συστημάτων θέρμανσης στην Ελλάδα παρουσιάζουν πλεονάζουσα θέρμανση τις ζεστές μέρες του χειμώνα με αποτέλεσμα την σπατάλη ενέργειας, ενώ συχνά τα ίδια συστήματα παρουσιάζουν ανεπάρκεια τις πολύ κρύες μέρες. Η αντιστάθμιση του συστήματος θέρμανσης είναι ανύπαρκτη στο 80% των εγκαταστάσεων, όπως και η ισορροπία μεταξύ της θερμοκρασίας αέρα, επιφανειών, υγρασίας και ροής αέρα καθώς και ο υπολογισμός της θερμοχωρητικότητας του κτιρίου για την μελέτη της συμπεριφοράς του στις καιρικές αλλαγές.

5. ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

5.1. Ορισμός

Η ενδοδαπέδια θέρμανση ή δαπεδοθέρμανση όπως αλλιώς ονομάζεται, αποτελεί έναν σύγχρονο τρόπο θέρμανσης των κατοικιών και πάσης φύσεως κτιρίων ή εγκαταστάσεων. Είναι μια αξιόπιστη και αποτελεσματική μορφή θέρμανσης που συνδυάζει συνθήκες θερμικής άνεσης και οικονομικής λειτουργίας. Στο σύστημα αυτό, ζεστό νερό κυκλοφορεί μέσα σε κύκλωμα σωληνώσεων που είναι ενσωματωμένο στο δάπεδο του χώρου, μετατρέποντας το ίδιο το δάπεδο σε θερμαντικό σώμα. Η μετάδοση της θερμότητας πραγματοποιείται με ακτινοβολία από το δάπεδο προς τον θερμαινόμενο χώρο, από τα χαμηλότερα στρώματα προς τα υψηλότερα σε όλη την επιφάνεια του χώρου χωρίς ισχυρά ρεύματα. Επιτυγχάνεται με αυτόν τον τρόπο η επιθυμητή διαστρωμάτωση της θερμοκρασίας.



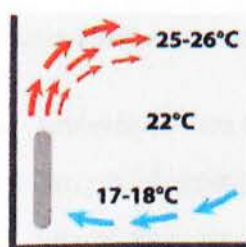
5.2. Ιστορική αναφορά

Η ενδοδαπέδια θέρμανση μπορεί να θεωρείται από πολλούς καινοτομία στο πεδίο των εφαρμογών θέρμανσης, αποτελεί όμως τεχνική που εμφανίζεται για πρώτη φορά στην αρχαιότητα και συγκεκριμένα κατά τη Ρωμαϊκή εποχή. Πρόκειται όμως, τότε για κανάλια μέσα στο δάπεδο, από όπου διερχόταν ζεστός αέρας με βασική καύσιμη ύλη τα καυσόξυλα. Αργότερα, το σύστημα ξεχάστηκε και οι πρώτες προσπάθειες για την επαναφορά του συναντιούνται στις αρχές του αιώνα μας. Στέφονται, όμως, με αποτυχία καθώς οι προς χρήση σωλήνες ήταν μεταλλικοί και διαβρώνονταν εύκολα. Στη δεκαετία του 1970 η ανάπτυξη της βιομηχανίας των

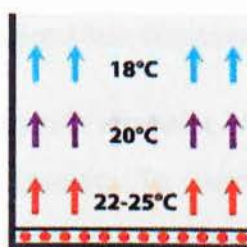
πλαστικών σωλήνων και των μονωτικών υλικών επιτρέπουν την επιτυχημένη εφαρμογή του συστήματος της ενδοδαπέδιας θέρμανσης, όπως το ξέρουμε σήμερα.

5.3. Πλεονεκτήματα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης

- Έχουμε ομοιόμορφη κατανομή θερμότητας στον χώρο, χωρίς θερμοκρασιακές διαφορές, αφού οι σωληνώσεις καλύπτουν όλη την



Συμβατικό σύστημα



Ενδοδαπέδιο Σύστημα

επιφάνεια του δαπέδου και η θερμότητα διαχέεται στο χώρο μέσω ακτινοβολίας 70-75% και μεταφοράς 25-30%.

- Μειωμένο λειτουργικό κόστος λόγω χαμηλότερης θερμοκρασίας προσαγωγής του νερού (35-45°C έναντι 70-80°C των κοινών θερμαντικών σωμάτων) και με σχεδόν μηδενικές απώλειες. Λόγω της ομοιόμορφης κατανομής θερμότητας εξαλείφουμε τα μειονεκτήματα των κοινών θερμαντικών σωμάτων όπως η ξηρή ατμόσφαιρα και η σκόνη, αλλά και σεβόμαστε την ανθρώπινη φυσιολογία η οποία απαιτεί κρύο κεφάλι και ζεστά πόδια με ιδανική κατανομή θερμότητας.
- Λόγω χαμηλότερων θερμοκρασιών προσαγωγής του νερού, που απαιτούνται από το σύστημα, είναι δυνατή η λειτουργία με χρήση ήπιων μορφών ενέργειας, όπως είναι η αντλία θερμότητας, η γεωθερμία, τα ηλιακά συστήματα καθώς και ο συνδυασμός τους, με απώτερο σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας λόγω χαμηλότερης εκπομπής καυσαερίων και σεβασμό προς το περιβάλλον.
- Εξοικονόμηση χώρου αφού αποφεύγουμε τη τοποθέτηση θερμαντικών σωμάτων.
- Λόγω της υποχρεωτικής θερμομόνωσης των δαπέδων, εκτός από την αποτροπή απωλειών θερμότητας προς τα κάτω, προσφέρει και αρκετή ηχομόνωση.
- Το ενδοδαπέδιο σύστημα μας επιτρέπει πέρα της θέρμανσης του δαπέδου να επιτύχουμε και τον δροσισμό του.

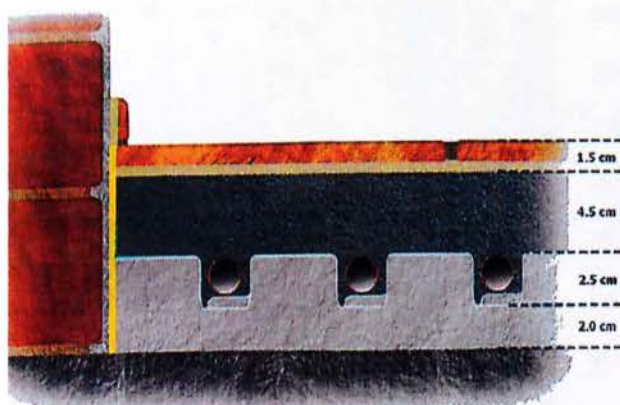
- Το κόστος κατασκευής του ενδοδαπέδιου συστήματος είναι μεγαλύτερο από αυτό των κοινών θερμαντικών σωμάτων, αλλά το κόστος αυτό μπορεί να αποσβεστεί βραχυπρόθεσμα διότι έχουμε μειωμένη κατανάλωση καυσίμου πάνω από 30%, πολύ χαμηλό κόστος συντήρησης και μηδενικό κόστος όσο αναφορά την αντικατάσταση των θερμαντικών σωμάτων αλλά και της κτιριακής συντήρησης αποφεύγοντας μαυρίσματα σε τοίχους και κουρτίνες.

5.4. Μειονεκτήματα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης

- Δεν ενδείκνυται για εξοχικές κατοικίες λόγω χαμηλής απόκρισης στην άμεση ζήτηση θερμικής ενέργειας. Το μειονέκτημα αυτό όμως μπορεί να ξεπεραστεί, με την χρήση τηλεφωνικής εντολής για τη ενεργοποίηση της θέρμανσης κάποιες ώρες πριν την επιθυμητή στιγμή.
- Μειωμένη η δυνατότητα επέμβασης σε περίπτωση βλάβης των σωληνώσεων εντός του πατώματος

5.5. Μελέτη και κατασκευή της ενδοδαπέδιας θέρμανσης

Για την κατασκευή κάθε είδους μηχανολογικού συστήματος και της σωστής λειτουργίας του απαιτείται μελέτη από εξειδικευμένο προσωπικό. Έτσι και στην ενδοδαπέδια θέρμανση η μελέτη και η σχεδίαση του συστήματος εκπονείται από έμπειρους μηχανολόγους βάσει των μονώσεων, των κατασκευαστικών ιδιαιτεροτήτων του κτιρίου, αλλά και των απαιτήσεων και αναγκών θέρμανσης του πελάτη.



Τομή Δαπέδου με εγκατεστημένη δαπεδοθέρμανση

Η θέρμανση δαπέδου τοποθετείται μετά τα επιχρίσματα (σοβάδες) και οπωσδήποτε πριν από τις δαπεδοστρώσεις των χώρων. Προσθέτει στο τελικό πάχος του δαπέδου 8-9cm και εξισορροπεί τις διαφορές πάχους των διαφόρων τελικών επιστρώσεων

σε πίεση και κάμψη, το κάνει να στεγνώνει γρηγορότερα και να συνεργάζεται καλύτερα με το σωλήνα. Το θερμοπετόν, εκτός του ότι καλύπτει τις σωληνώσεις της θέρμανσης δαπέδου και δημιουργεί οριζόντιο δάπεδο έτοιμο να δεχτεί τη δαπεδόστρωση, αποτελεί και το υλικό όπου συσσωρεύεται η θερμότητα και αποδίδεται μετά στο χώρο με ακτινοβολία θερμαίνοντάς τον.

Μετά το πέρας της κατασκευής πρέπει να εκτελεστούν κάποιες εργασίες-οδηγίες όπου αναγράφονται παρακάτω ώστε να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.

- Το θερμοπετόν (γέμισμα του δαπέδου) επιτρέπεται να πατηθεί μετά από 48 ώρες από τη χύτευσή του. Δεν επιτρέπεται το στέγνωμα του θερμοπετόν να γίνεται με εφαρμογή οποιασδήποτε μορφής θέρμανσης.
- Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο στέγνωμα του θερμοπετόν την πρώτη εβδομάδα της χύτευσής του, προστατεύοντάς το από τη ζέστη ή άμεση ηλιακή ακτινοβολία και από τα ρεύματα αέρα.. Τα ρεύματα που δημιουργούνται από τα ανοικτά κουφώματα οδηγούν σε πρόωρη αφυδάτωση του θερμοπετόν και εν συνεχεία ρηγμάτωση του).
- Αν οι υπαίθριοι χώροι (βεράντες κλπ.) δεν έχουν υγρομονωθεί μέχρι τη χύτευση του γεμίσματος του δαπέδου της δαπεδοθέρμανσης και υπάρχει κίνδυνος εισροής νερών ή υγρασίας από τον εξωτερικό χώρο μέσω των μαρμαροποδιών στον εσωτερικό χώρο, τότε πρέπει να ληφθεί ειδική μέριμνα ώστε αυτό να αποφευχθεί με την τοποθέτηση π.χ. επιπλέον φύλλου νάιλον στη θέση της μαρμαροποδιάς ή με άλλο πρόσφορο τρόπο.
- Ο αρμός διαστολής (περιμετρικός και ενδιάμεσος) εκτείνεται σε όλο το ύψος της κατασκευής του δαπέδου μέχρι και την τελική δαπεδόστρωση. Δεν αφαιρείται ούτε αποκόπτεται παρά μόνο μετά την αρμολόγηση του κυρίως δαπέδου. Μετά την αρμολόγηση οι αρμοί διαστολής καλύπτονται με ειδικό σιλικονούχο εύκαμπτο υλικό σφράγισης. Ειδικά, στους περιμετρικούς τοίχους ο αρμός αποκόπτεται μετά την τοποθέτηση της δαπεδόστρωσης (πλακάκι, μάρμαρο, ξύλο κλπ.) και πριν την τοποθέτηση του σοβατεπιού. Ο περιμετρικός αυτός αρμός διαστολής



Περιμετρική Ταινία

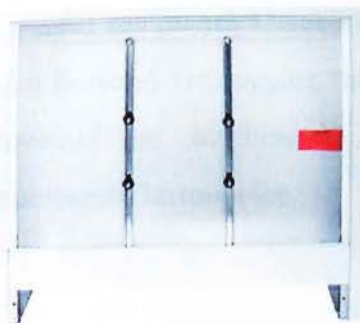
καλύπτεται όπως προαναφέρθηκε με το ειδικό σιλικονούχο υλικό σφράγισης και μετά ακολουθεί η τοποθέτηση του σοβατεπιού.

- Η τοποθέτηση οποιουδήποτε είδους δαπεδόστρωσης πρέπει να γίνει αφού περάσει περίπου 1 μήνας τουλάχιστον μετά τη χύτευση του θερμομετόν.
- Στις υποχρεώσεις του τεχνίτη τελικής επένδυσης είναι το τρίψιμο της τσιμεντοκονιάς τοπικά στα σημεία των αρμών διαστολής και περιμετρικά του θερμομετόν (όπου χρειάζεται) και η υγραμέτρησή του (για ξύλινα δάπεδα).
- Σε συγκεκριμένα σημεία έχουν προβλεφθεί αρμοί ξήρανσης. Οι αρμοί ξήρανσης χρησίμευσαν στον έλεγχο της φυσικής ξήρανσης του θερμομετόν (αποφυγή ανεξέλεγκτων ρωγμών). Οι αρμοί ξήρανσης δεν είναι απαραίτητο να τηρηθούν στην τελική επένδυση. Μαζί όμως με οποιοσδήποτε άλλες ανεπιθύμητες ρωγμές πρέπει να σφραγισθούν, δημιουργώντας σταθερή σύνδεση.
- Σε περίπτωση που παραδόθηκε γέμισμα θερμομετόν και απαιτείται τσιμεντοκονία:
 - Αποφεύγουμε τη χρήση άμμου θαλάσσης, χρησιμοποιώντας κατάλληλα υλικά. (προτιμητέα η άμμος ποταμού)
 - Εξασφαλίζουμε την σωστή πρόσφυση.
 - Φροντίζουμε να τηρηθούν ο περιμετρικός αρμός και οι αρμοί διαστολής.
- Εκτός από τα σημεία όπου έχει γίνει ήδη πρόβλεψη, καμία άλλη επέμβαση δεν επιτρέπεται χωρίς έγκριση (χτίσιμο σταθερής κατασκευής πάνω στο θερμομετόν, τρύπημα ή κόψιμο θερμομετόν).
- Ειδικά, στην περίπτωση δαπεδόστρωσης με ξύλινο κολλητό δάπεδο και αφού περάσουν τουλάχιστον 28 ημέρες το σύστημα πρέπει να τίθεται σε λειτουργία.
- Η πρώτη έναυση γίνεται ως εξής :
Κατά την πρώτη ημέρα λειτουργίας εφαρμόζουμε θερμοκρασία προσαγωγής ίση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η θέρμανση συνεχίζεται αδιάκοπα με αύξηση της θερμοκρασίας ανά ημέρα κατά 5°C μέχρις ότου φθάσουμε τη

θερμοκρασία των 45°C. Σε αυτήν τη θερμοκρασία παραμένει το σύστημα της δαπεδοθέρμανσης για 6-7 ημέρες τουλάχιστον, φροντίζοντας να αερίζονται καλά οι χώροι. Στο τέλος της διαδικασίας χαμηλώνουμε τη θερμοκρασία προσαγωγής κατά 5°C κάθε ημέρα μέχρι να φθάσουμε θερμοκρασία νερού



Συλλέκτης προσαγωγής και επιστροφής νερού



Πίνακας Διανομής



Ηλεκτροθερμικοί κινητήρες για την λειτουργία της αυτονομίας στους χώρους

προσαγωγής ίση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Τώρα πλέον ο προγραμματισμός της ξήρανσης δεν γίνεται χειροκίνητα αλλά μέσω των εξελεγμένων αυτοματισμών.

Ανάλογα με το είδος της δαπεδόστρωσης δίνονται στους τεχνίτες οδηγίες για την τοποθέτηση καθώς και των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν.

5.6. Λειτουργία

Ζεστό νερό θερμοκρασίας 35-45°C προσάγεται σε σύστημα συλλεκτοδιανομίων, δοκιμασμένοι σε πίεση 12atm με ειδικές ρυθμιστικές βαλβίδες και είναι τοποθετημένοι σε μεταλλικό πίνακα. Από εκεί το ζεστό νερό διανέμεται μέσα στους πλαστικούς σωλήνες οι οποίοι καλύπτουν ολόκληρη την επιφάνεια του δαπέδου του θερμαινόμενου χώρου και βρίσκονται θαμμένοι μέσα στο θερμοπετόν. Κατ' αυτόν τον τρόπο συσσωρεύεται θερμότητα στο θερμοπετόν, το οποίο ανυψώνει τη θερμοκρασία του περίπου στους 28°C και ακτινοβολώντας θερμαίνει στο χώρο.

Η λειτουργία των διαφόρων δωματίων όπου έχει εγκατασταθεί θέρμανση δαπέδου και η επίτευξη ή όχι ίσης θερμοκρασίας σε αυτά, γίνεται χρησιμοποιώντας ζεύγη

διακοπών ρύθμισης παροχής και πίεσης τοποθετημένα στους συλλέκτες της θέρμανσης δαπέδου.

Το λεβητοστάσιο όπου θα παρασκευαστεί το ζεστό νερό που θα τροφοδοτεί το σύστημα της θέρμανσης δαπέδου, δε διαφέρει από το λεβητοστάσιο ενός συμβατικού συστήματος θέρμανσης με σώματα, ούτε απαιτεί ειδικότερο τεχνίτη. Λόγω ότι η θέρμανση δαπέδου λειτουργεί με νερό χαμηλότερης θερμοκρασίας θα πρέπει να προβλεφθεί μία τρίοδη βάννα η οποία θα τροφοδοτείται από το νερό του λέβητα και από το νερό επιστροφής του ενδοδαπέδιου, θα κάνει ανάμειξη και θα δίνει στους συλλέκτες του συστήματος την επιθυμητή θερμοκρασία προσαγωγής νερού. Στην περίπτωση μας θα συνδυαστεί και με σύστημα αντιστάθμισης εξωτερικής θερμοκρασίας που θα συμβάλλει στην οικονομικότερη λειτουργία του συστήματος θέρμανσης.

Για την σωστή λειτουργία του συστήματος απαιτείται να αποφεύγουμε την συχνή διακοπή λειτουργίας της θέρμανσης δαπέδου διότι το σύστημα λειτουργεί οικονομικότερα αυξάνοντας την διάρκεια λειτουργίας και μειώνοντας την θερμοκρασία λειτουργίας.

6. ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ

6.1. Προϋποθέσεις

Εάν σε ένα κτίριο που έχουμε κατασκευάσει ενδοδαπέδια θέρμανση κυκλοφορήσουμε ψυχρό νερό στις σωληνώσεις των κυκλωμάτων του δαπέδου τότε ψύχουμε το δάπεδο και σαν αποτέλεσμα αυτού επιτυγχάνουμε δροσισμό - ψύξη των χώρων του κτιρίου. Δηλαδή με το ίδιο σύστημα έχουμε ενδοδαπέδια θέρμανση και ψύξη του κτιρίου (δαπεδοθέρμανση και δαπεδοψύξη). Άρα σε κτίριο με θέρμανση δαπέδου με μικρό επιπλέον κόστος που αντιστοιχεί στην αγορά ενός ψύκτη αέρα-νερού και στους επιπλέον αυτοματισμούς και αισθητήρια που απαιτούνται αποκτάμε και ψύξη - δροσισμό του κτιρίου με όλα τα πλεονεκτήματα που ισχύουν στα συστήματα θέρμανσης δαπέδου. Στην περίπτωση που χρησιμοποιούμε αντλία θερμότητας στην εγκατάσταση θέρμανσης μας σαν πηγή θερμικής ενέργειας τότε το κόστος μας και για ψύξη - δροσισμό είναι σημαντικά μικρότερο και αντιστοιχεί μόνο στο κόστος των αυτοματισμών και των αισθητηρίων.

6.2. Λειτουργία του Συστήματος

Το σύστημα ψύξης δαπέδου λειτουργεί με θερμοκρασίες προσαγωγής ψυχρού νερού από 14-16°C. Οι αντίστοιχες θερμοκρασίες επιστροφής είναι από 3-5°C βαθμούς υψηλότερες. Στην ψύξη δαπέδου υπάρχει ο περιορισμός στην τελική θερμοκρασία δαπέδου, η οποία πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποφεύγεται το φαινόμενο υγροποιήσεων στο δάπεδο. Η ελάχιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία του τελικού δαπέδου είναι 20-21°C τιμή που περιορίζει την μέση απόδοση του συστήματος στα 35-50Watt/m², αποτρέπει όμως το φαινόμενο των υγροποιήσεων.

Εάν το κτίριο μας είναι σχετικά ενεργοβόρο και η τοποθεσία του έχει μεγάλες θερμοκρασίες το καλοκαίρι τότε το ενδοδαπέδιο σύστημα θα επιτύχει τον δροσισμό του κτιρίου αλλά όχι την ψύξη αυτού σε αυτές τις κλιματολογικές συνθήκες. Τότε θα αναγκαστούμε να συμπληρώσουμε την προσδιδόμενη ψύξη στους χώρους του κτιρίου με την τοποθέτηση μονάδων fan coil.

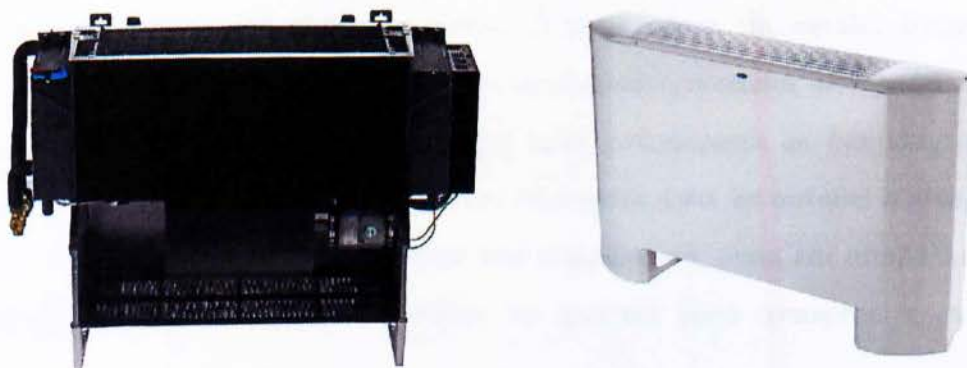
7. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ - FAN COILS

7.1. Ορισμός

Τα Fan Coils η αλλιώς σύστημα σωμάτων εξαναγκασμένης κυκλοφορίας είναι εσωτερικές μονάδες που μεταφέρουν την θερμότητα ή την ψύξη στους διάφορους χώρους μέσω της τροφοδοσίας τους με νερό κατάλληλης θερμοκρασίας. Το σύστημα αυτό ενδείκνυται τόσο για κατοικίες όσο και για κτίρια επαγγελματικά, συνδυαζόμενο με συμπληρωματικές εφαρμογές αερισμού και εξαερισμού.

7.2. Πλεονεκτήματα

- Μικρότερο κόστος
- Αποτελεσματικότητα, ικανοποίηση των απαιτήσεων του χρήστη άμεσα
- Συνδυάζεται και με αντλία θερμότητας καθώς το νερό που χρειάζεται είναι έως 50°C.
- Υπάρχουν διάφορες κατασκευαστικές μορφές των τερματικών μονάδων έτσι ώστε να προσαρμόζονται στο χώρο (δαπέδου, δαπέδου κρυφά, καναλάτα, οροφής κτλ.)



Fan Coil 42NS της Carrier, εμφανούς και κρυφού τύπου

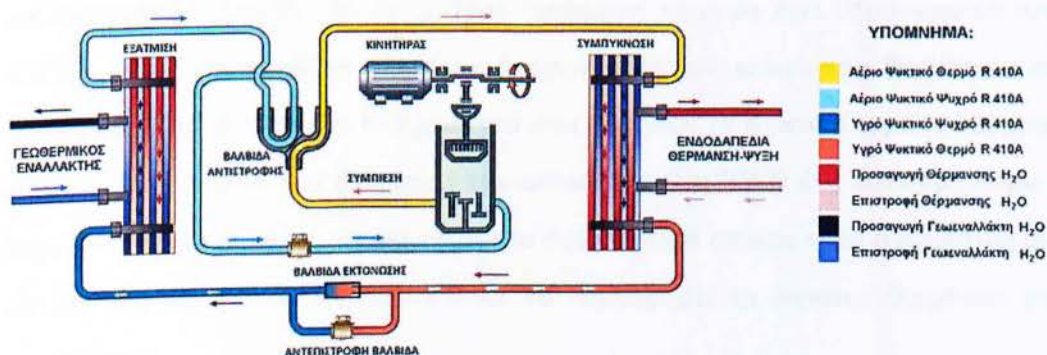
8. ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

8.1. Ορισμός

Η αντλία θερμότητας είναι μία συσκευή η οποία έχει την ικανότητα να απορροφά (να αντλεί) θερμότητα από μία πηγή χαμηλής θερμοκρασίας και να τη μεταφέρει σε έναν αποδέκτη υψηλότερης θερμοκρασίας. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ενός κύκλου εξάτμισης και συμπύκνωσης ενός εργαζόμενου μέσου, με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με τα κοινά κλιματιστικά γνωστά και ως air-condition. Η διαφορά μεταξύ μιας αντλίας θερμότητας και ενός κοινού κλιματιστικού είναι ότι η αντλία θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη λειτουργώντας βάσει του ίδιου βασικού ψυκτικού κύκλου, αλλάζοντας κάθε φορά ανάλογα με τη ζήτηση ψύξης ή θέρμανσης τον ρόλο του εξατμιστή και του συμπυκνωτή.

8.2. Αρχή Λειτουργίας

Ο τρόπος λειτουργίας της αντλίας θερμότητας βασίζεται στον ψυκτικό κύκλο, με τη διαφορά ότι ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας που δαπανάται για την λειτουργία του ψυκτικού κύκλου αντλείται από το περιβάλλον, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό ενέργειας από το ηλεκτρικό ρεύμα. Ο ανεμιστήρας της αντλίας αντλεί αέρα από το περιβάλλον και τον διοχετεύει στον εξατμιστή, ο οποίος απορροφά τη θερμότητα του περιβάλλοντος. Η θερμότητα αυτή μεταφέρεται σε ένα κλειστό κύκλωμα ψυκτικού υγρού και οδηγείται στον συμπιεστή ώστε να αυξηθεί η πίεση και η θερμοκρασία του. Έπειτα, οδηγείται στο συμπυκνωτή, όπου και αποβάλλει όλη τη θερμότητα που έχει αποθηκεύσει. Το ψυκτικό μέσο μεταφέρεται στη

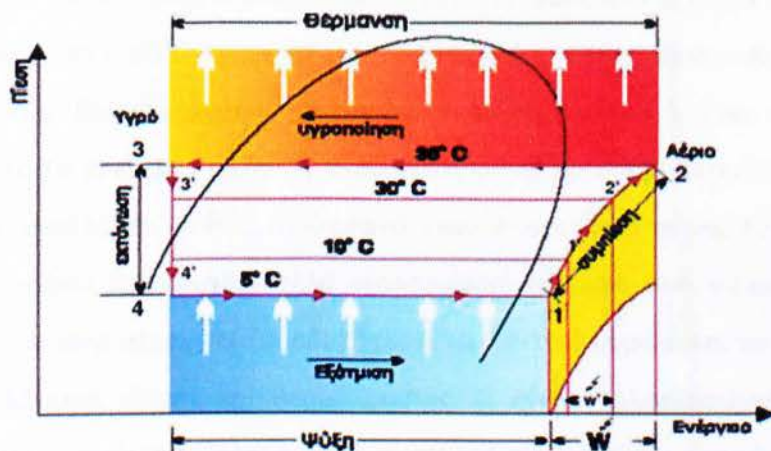


Διάγραμμα λειτουργίας ψυκτικού υγρού

βαλβίδα εκτόνωσης όπου και εκτονώνεται για να επιστρέψει στον εξατμιστή και να επαναλάβει την ίδια διαδικασία. Η διαδικασία αυτή συντελείται στη περίπτωση της θέρμανσης και της παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, ενώ για να επιτευχθεί ο δροσισμός η λειτουργία αντιστρέφεται.

8.3. Κύκλος Ψύξης

Ο κύκλος ψύξης χρησιμοποιεί ένα υγρό, που ονομάζεται ψυκτικό υγρό, για να μεταφέρει θερμότητα από ένα μέρος σε ένα άλλο. Το κλειδί για το πως λειτουργεί το σύστημα είναι η ιδιότητα που έχει το ψυκτικό υγρό να βράζει σε πολύ μικρότερη θερμοκρασία από ότι το νερό. Για παράδειγμα το ψυκτικό υγρό που συνήθως χρησιμοποιείται, βράζει στους 5 – 10°C ενώ το νερό βράζει στους 100°C.

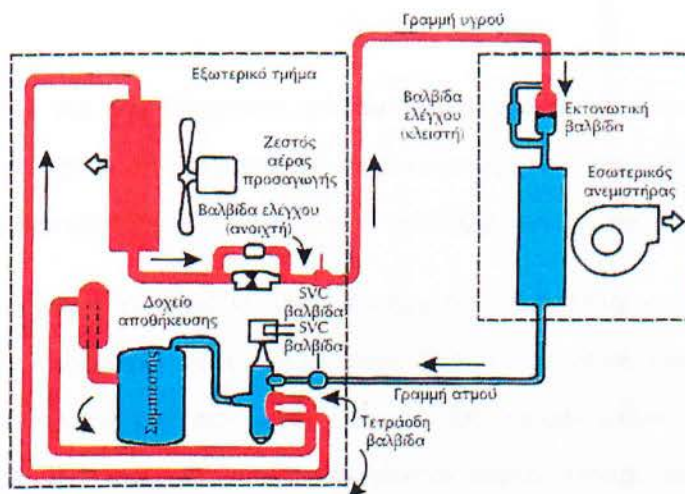


Λιάγραμμα ψυκτικού υγρού

Η λειτουργία του κύκλου ψύξης για θέρμανση και ψύξη είναι:

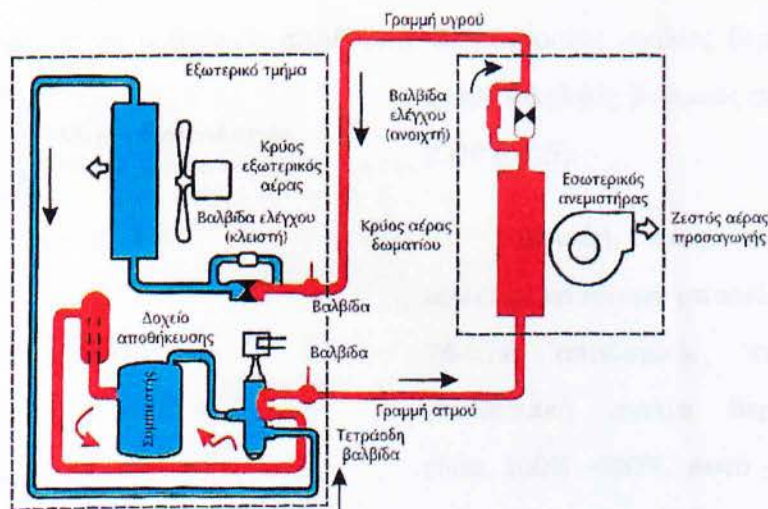
Ψύξη

Το ψυκτικό υγρό το οποίο εισέρχεται στην σπείρα εισόδου που λειτουργεί ως εξατμιστής εξατμίζει το υγρό. Στον εξατμιστή το υγρό έχει θερμοκρασία από 4,5°C ως 10°C και χωρίς να αλλάξει η θερμοκρασία του, απορροφά θερμότητα και αλλάζει από υγρό σε αέριο. Η θερμότητα που εξατμίζει το ψυκτικό υγρό προέρχεται από τον θερμό αέρα του δωματίου την οποία παραλαμβάνει ένα κύκλωμα αέρα ή νερού. Το αέριο ψυκτικό μετακινείται στο συμπιεστή ο οποίος είναι ουσιαστικά μια αντλία που ανυψώνει την πίεση ώστε να κυκλοφορεί το ψυκτικό διαμέσου του συστήματος.



Κύκλος ψύξης για ψύξη

Η αύξηση της πίεσης από το συμπιεστή προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του ψυκτικού. Καθώς φεύγει από το συμπιεστή το ψυκτικό είναι ένα ζεστό αέριο θερμοκρασίας 40°C - 50°C , που στη συνέχεια ρέει στον συμπυκνωτή. Καθώς συμπυκνώνεται, δίνει θερμότητα σε ένα άλλο κύκλωμα νερού ή αέρα, ψύχεται και υγροποιείται. Το κύκλωμα νερού ή αέρα είναι ικανό να πάρει θερμότητα από τις σπείρες του εναλλάκτη. Καθώς το ψυκτικό υγρό φεύγει από το συμπυκνωτή είναι πλέον υγρό αφού έχει ψυχθεί αλλά εξακολουθεί να είναι υπό υψηλή πίεση. Η βαλβίδα εκτόνωσης στραγγαλίζει αδιαβατικά το ψυκτικό υγρό ώστε να περάσει σε χώρο χαμηλότερης πίεσης και θερμοκρασίας. Ο κύκλος ολοκληρώνεται όταν το ψυχρό ψυκτικό υγρό επανέρχεται στον εξατμιστή για να πάρει θερμότητα από το δωμάτιο όντας υγρό.



Κύκλος ψύξης για θέρμανση

Θέρμανση

Ο κύκλος για την θέρμανση χώρου περιλαμβάνει τα ίδια στάδια με τον κύκλο ψύξης με την μόνη διαφορά ότι στην συγκεκριμένη περίπτωση το στοιχείο που εκτελούσε την ατμοποίηση εδώ εκτελεί την συμπύκνωση και το αντίστροφο.

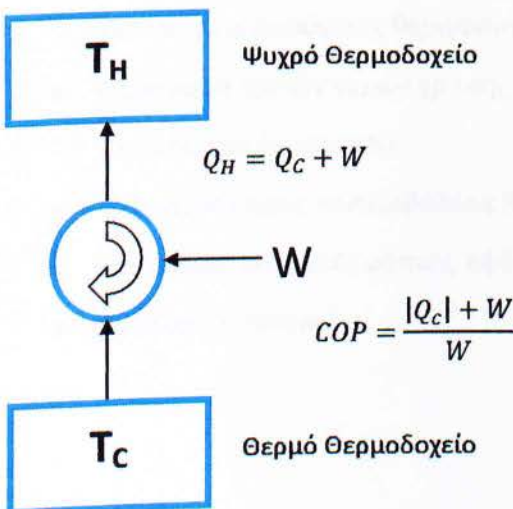
Με λίγα λόγια το ψυκτικό υγρό εισέρχεται στην σπείρα εισόδου η οποία αυτή τη φορά λειτουργεί ως συμπυκνωτής. Εκεί το ψυκτικό υγρό έχει χαμηλή θερμοκρασία και είναι υπό την μορφή υγρού. Έπειτα οδηγείται στον συμπιεστή όπου αυξάνεται η θερμοκρασία του και γίνεται αέριο. Ύστερα περνάει από τον εξατμιστή και από τις σπείρες του εξατμιστή προσδίδει την θερμότητα του σε ένα κύκλωμα νερού ή αέρα που επιθυμούμε. Ο κύκλος ολοκληρώνεται όταν το ζεστό ψυκτικό υγρό επανέρχεται στον συμπυκνωτή και ψύχεται και υγροποιείται.

8.4. Βαθμός Απόδοσης (COP)

Οι αντλίες θερμότητας βαθμονομούνται σύμφωνα με το συντελεστή ενεργειακής απόδοσης (COP: Coefficient of Performance), που είναι η αποδιδόμενη ενέργεια από την αντλία προς την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Είναι ο επιστημονικός τρόπος προσδιορισμού της ενέργειας που το σύστημα παράγει σε σχέση με αυτή που χρησιμοποιεί. 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. Οι σύγχρονες αντλίες θερμότητας

έχουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης (COP = 4~5).

Δηλαδή ένας καυστήρας ορυκτών καυσίμων μπορεί να είναι 78-95% αποδοτικός, ενώ μια γεωθερμική αντλία θερμότητας είναι 400% -600%. Αυτό σημαίνει οικονομικότερη λειτουργία σε



σχέση με όλα τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης. Σε αυτό συντελεί, καθώς χρησιμοποιείται από τον συμπιεστή, ο έλεγχος inverter όπου παρέχει την ακριβή θερμική ισχύ που απαιτείται σε κάθε δεδομένη στιγμή. Αυτό σημαίνει ότι καταναλώνει μόνο τη συγκεκριμένη ενέργεια που απαιτείται.

8.5. Κατηγορίες

Οι αντλίες θερμότητας έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας. Ανάλογα με την επιλογή της πηγής άντλησης ενέργειας διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Αέρας – Νερού
- Νερού – Νερού
- Αέρα – Αέρα

8.6. Πλεονεκτήματα των αντλιών θερμότητας αέρα – νερού

- Αυξημένος συντελεστής απόδοσης (COP έως 4), δηλαδή καταναλώνοντας 1kW ηλεκτρικής ενέργειας, παράγονται έως 4kW χρηστικής ενέργειας, για θέρμανση ή δροσισμό.



Αυτό σημαίνει ότι επιτυγχάνεται η οικονομικότερη λειτουργία σε σχέση με όλα τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης. Στις γεωθερμικές αντλίες ο COP είναι μεγαλύτερος.

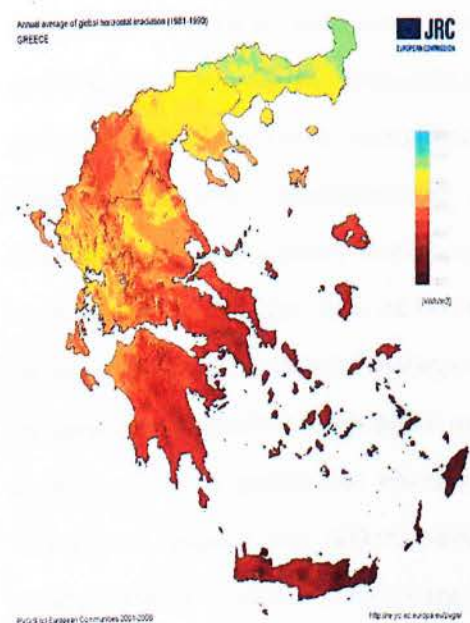
- Θέρμανση και δροσισμός με μία μόνο μονάδα. Αντιστρέφοντας τον κύκλο λειτουργίας παράγεται θέρμανση ή δροσισμός αντίστοιχα.
- Παραγωγή ζεστών νερών χρήσης για όλη τη διάρκεια του έτους, και κατά την περίοδο του δροσισμού.
- Φιλικότητα προς το περιβάλλον (ψυκτικό υγρό R-410A).
- Μηδενικές εκπομπές ρύπων, εφόσον δεν υπάρχει καύση.
- Αθόρυβη λειτουργία.

- Μικρό μέγεθος για να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε μηχανοστάσιο και επιπλέον κέρδος χώρου εξαιτίας της έλλειψης δεξαμενής αποθήκευσης καυσίμου.
- Εφαρμογές αντλιών θερμότητας
- Ξενοδοχειακές μονάδες, βιομηχανικά κτίρια, επαγγελματικά κτίρια, κατοικίες και γενικότερα σε όλους τους τύπους κτιρίων.

9. ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ COMBI

9.1. Εισαγωγή

Ο ήλιος εκπέμπει τεράστια ποσότητα ενέργειας ημερησίως. Η ηλιακή ενέργεια εμφανίζεται με την μορφή ακτινοβολίας και είναι μια μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας. Η ακτινοβολία του ήλιου, μας δίνει φως, θερμαίνει τα αντικείμενα στα οποία προσπίπτει και αλλάζει τις ιδιότητες των ημιαγωγών παράγοντας ηλεκτρικό ρεύμα.



Μέση ηλιακή ακτινοβολία στην Ελλάδα

Σε κάθε περιοχή της Ελλάδας μπορεί να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά η ηλιακή ενέργεια. Η ετήσια ηλιακή ακτινοβολία κυμαίνεται μεταξύ 1200–1900kWh/m². Το θερμικό ηλιακό σύστημα αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση νερού χρήσης και κατ' επιλογή για την υποστήριξη της θέρμανσης. Τα ηλιακά συστήματα για τη θέρμανση νερού είναι οικονομικά ως προς την κατανάλωση ενέργειας και φιλικά προς το περιβάλλον και χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο.

Με τις εγκαταστάσεις θερμικών ηλιακών συστημάτων μπορεί να αξιοποιηθεί σημαντικό μέρος της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή θερμότητας επιτυγχάνοντας πολύτιμη εξοικονόμηση καυσίμων και μείωση των εκπομπών ρύπων που επιβαρύνουν αισθητά το περιβάλλον μας. Την θερμότητα αυτή μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε αμέσως ή να την αποθηκεύσουμε με τεχνητά μέσα και να την χρησιμοποιήσουμε όταν την χρειαστούμε. Τα ηλιακά συστήματα διακρίνονται σε παθητικά και ενεργητικά συστήματα.

9.2. Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι όλα όσα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, και στη συνέχεια τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε νερό, σε αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η πλέον διαδεδομένη εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, οι γνωστοί σε όλους ηλιακοί θερμοσίφωνες.

Ένας τυπικός ηλιακός θερμοσίφοντας ζεστού νερού αποτελείται από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, ένα δοχείο αποθήκευσης της θερμότητας και σωληνώσεις. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα μεταφέρεται στο δοχείο αποθήκευσης. Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες τοποθετούνται συνήθως στην οροφή του κτιρίου, με νότιο προσανατολισμό και κλίση 30-60° ως προς τον ορίζοντα, ώστε να μεγιστοποιηθεί το ποσό της ακτινοβολίας που συλλέγεται ετησίως. Πέρα από την οικιακή χρήση, η οποία είναι και η πιο διαδεδομένη σήμερα, ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε απαιτείται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης. Έτσι, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ψύξης, για τον κλιματισμό χώρων και άλλες εφαρμογές, εμφανίζεται ως μία από τις πολλά υποσχόμενες προοπτικές, λόγω της αυξημένης ηλιακής ακτινοβολίας ακριβώς την εποχή που απαιτούνται τα ψυκτικά φορτία.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελούνται από δύο βασικά μέρη:

- Το τμήμα συλλογής (οι ηλιακοί συλλέκτες, η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας).
- Το τμήμα αποθήκευσης (η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού) που συνήθως διαθέτει και ηλεκτρική αντίσταση με θερμοστάτη, για να μπορεί να παράγεται ζεστό νερό και σε περιόδους μικρής ή μηδενικής ηλιοφάνειας.

Τα ενεργητικά συστήματα διακρίνονται σε δύο είδη ανάλογα με το κύκλωμα κυκλοφορίας του θερμαινόμενου μέσου:

- Ανοιχτού κυκλώματος: απευθείας θέρμανση του νερού χρήσης
- Κλειστού κυκλώματος: έμμεση θέρμανση του νερού χρήσης με χρήση εναλλάκτη θερμότητας.

9.3. Παθητικά ηλιακά συστήματα

Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα είναι δομικά στοιχεία ενός κτιρίου που λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσιζουν τα κτίρια. Χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

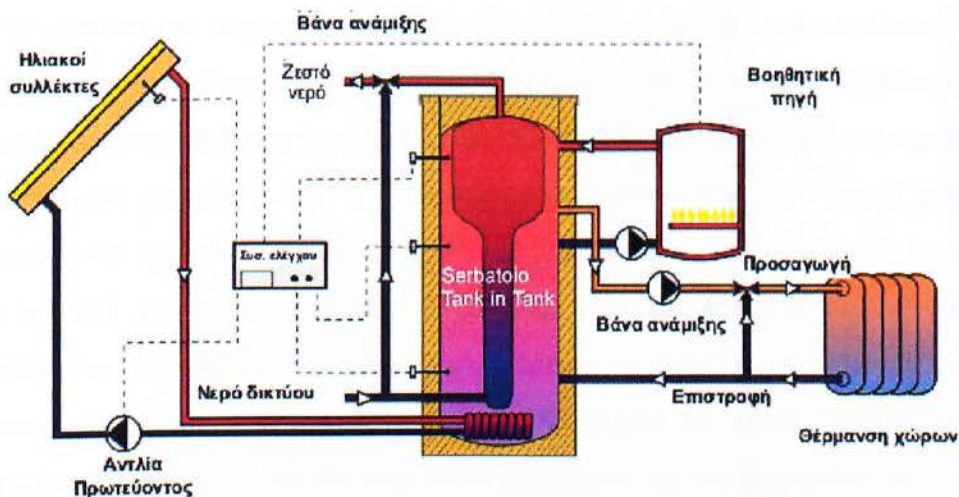
- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
- Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Για την εφαρμογή των παθητικών ηλιακών συστημάτων σε ένα κτίριο θα πρέπει να έχει γίνει βιοκλιματικός αρχιτεκτονικός σχεδιασμός από τον αρχιτέκτονα μηχανικό.

9.4. Συστήματα Combi

Μια άλλη εφαρμογή που έχει εξαπλωθεί στην Ευρωπαϊκή αγορά είναι ο συνδυασμός παραγωγής ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης χώρων με ενεργητικά ηλιακά συστήματα, γνωστά και ως συστήματα Combi. Η χρήση των συστημάτων αυτών στις ελληνικές κλιματικές συνθήκες για τη θέρμανση χώρων, θεωρείται τεχνικά αλλά και οικονομικά αποδοτική, αν συνδυαστεί με την κατάλληλη μελέτη-κατασκευή του κτιρίου (καλή μόνωση, εκμετάλλευση των παθητικών ηλιακών ωφελειών, κ.λπ.) και τη συνεργασία του χρήστη. Μπορεί να εξοικονομήσει συμβατική ενέργεια σε νέα ή παλιά κτίρια, στα οποία έχουν ληφθεί όλα τα εφικτά μέτρα για την ελαχιστοποίηση των απωλειών και τη μεγιστοποίηση της οικονομικότητας της εγκατάστασης.

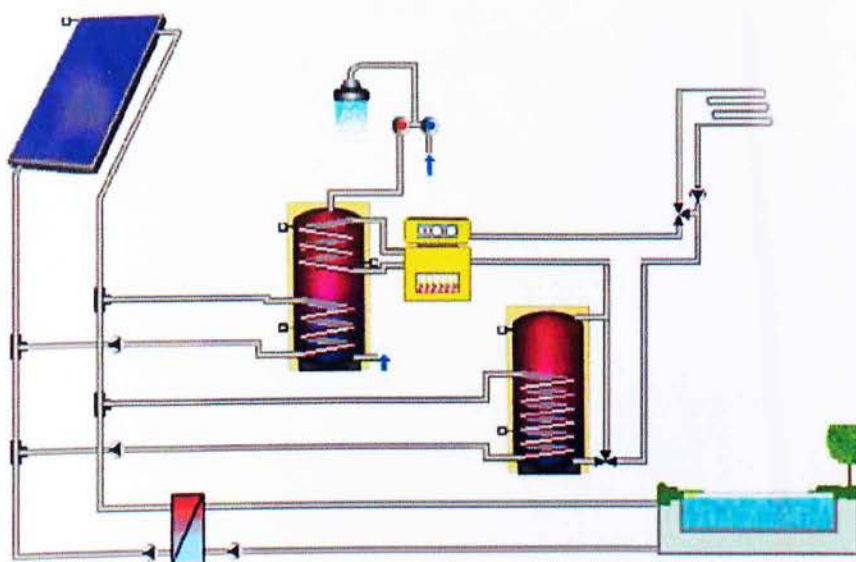
Γενικά τα συστήματα αυτά αποτελούνται από το κύκλωμα των ηλιακών συλλεκτών (παραγωγή ενέργειας), το θερμοδοχείο αδρανείας (αποθήκευση ενέργειας), ένα σύστημα βοηθητικής ενέργειας (ηλεκτρικός λέβητας, λέβητας



Σύστημα Combi – Tank in Tank

πετρελαίου - αερίου - βιομάζας, αντλία θερμότητας), ένα σύστημα θέρμανσης (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια, fan coils) και ένα σύστημα ελέγχου. Η ιδανική εφαρμογή του συστήματος είναι για συστήματα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών (ενδοδαπέδια, fan coils), ενώ για θέρμανση με θερμαντικά σώματα αναμένεται μια μείωση της απόδοσης κατά 10 - 15%.

Η αρχή λειτουργίας του συστήματος είναι ίδια με αυτή ενός κεντρικού συστήματος ηλιακών για θέρμανση ζεστού νερού χρήσης. Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπεται στους ηλιακούς συλλέκτες σε θερμική ενέργεια και μεταφέρεται μέσω συστήματος σωληνώσεων σε ειδικό προς αποθήκευση θερμοδοχείο. Από το θερμοδοχείο αυτό καλύπτονται τόσο οι ανάγκες σε ζεστό νερό



Σύστημα Combi – 2 Θερμοδοχεία

χρήσης όσο και σε θέρμανση. Αν η αποθηκευμένη ενέργεια από τα ηλιακά δεν επαρκεί, τότε και μόνον τίθεται σε λειτουργία η βοηθητική πηγή ενέργειας προς κάλυψη της υπολειπόμενης ενέργειας. Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται μεγάλη εξοικονόμηση καυσίμων και η θέρμανση των χώρων και του νερού χρήσης επιτυγχάνεται με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον. Ένα από τα βασικά στοιχεία ενός σωστού συστήματος ηλιακής θέρμανσης είναι το θερμοδοχείο, το οποίο αποτελεί την "καρδιά" του συστήματος και πρέπει να είναι ειδικά μελετημένο και κατασκευασμένο για τον σκοπό αυτό. Το θερμοδοχείο θα πρέπει να είναι καλά μονωμένο και κυρίως να βοηθά στην διαστρωμάτωση της θερμοκρασίας του νερού στο εσωτερικό του.

Η διαστρωμάτωση του δοχείου έχει ως αποτέλεσμα την μέγιστη απόδοση του συστήματος, τον περιορισμό των θερμικών απωλειών και την μέγιστη συλλογή ενέργειας από τους ηλιακούς συλλέκτες.

Τα συστήματα Combi έχουν ήδη εισχωρήσει στην ευρωπαϊκή αγορά και στην Ελλάδα, οι συνθήκες για την εφαρμογή τους είναι πολύ ευνοϊκές καθώς μπορούν να καλύψουν φορτίο ίσο με 30 - 50% μόνο με τα ηλιακά και 100% σε συνδυασμό με βιομάζα.

ΜΕΡΟΣ II

10. ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

10.1. Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία DIN 4701 και τις 2421/86 (μέρος 1 & 2) και 2427/86 ΤΟΤΕΕ, ενώ ακόμα χρησιμοποιήθηκαν και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- α. Erlaeterungen zur DIN 4701/83, mit Beispielen, Werner-Verlag
- β. Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik
- γ. Rietschel, Raiss, Heiz und Klimatechnik, Springer-Verlag
- δ. Κεντρικές Θερμάνσεις, Β. Σελλούντος
- ε. Εγχειρίδιο για τον Μηχανικό Θερμάνσεων Garms/Pfeifer (ΤΕΕ)

10.2. Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών

Με βάση το DIN 4701, οι θερμικές απώλειες ενός χώρου συνίστανται από:

1. Απώλειες θερμοπερατότητας Q_o , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά στοιχεία (τοιχοί, ανοίγματα, δάπεδα, οροφές κλπ).
2. Απώλειες λόγω προσαυξήσεων.
3. Απώλειες αερισμού χώρου Q_L .

A. Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_o = k \times f \times (t_i - t_a) = \frac{F \times ((t_i - t_a))}{1/k} \text{ σε } W \text{ ή } \frac{kcal}{h} \text{ όπου}$$

- Q_o : Απώλειες θερμότητας
- F : Επιφάνεια του δομικού τμήματος m^2
- k : Συντελεστής θερμοπερατότητας $W/m^2 K$ (ή $Kcal/m^2 K$)
- $1/k$: Αντίσταση θερμοπερατότητας σε $m^2 K/W$
- t_i : Θερμοκρασία χώρου σε $^{\circ}C$
- t_a : Θερμοκρασία εξωτερικού αέρα σε $^{\circ}C$

B. Οι προσαυξήσεις υπολογίζονται % και διακρίνονται σε:

- i. Προσαύξηση Z_H την επίδραση του προσανατολισμού.
($Z_H=-5$ για Ν, ΝΔ, ΝΑ, $Z_H=+5$ για Β, ΒΔ, ΒΑ και $Z_H=0$ για Δ και Α)
- ii. Προσαύξηση $Z_U+Z_A=Z_D$ διακοπής λειτουργίας και ψυχρών εξωτερικών τοίχων (στο DIN 4701/83 αγνοείται ο συντελεστής Z_U). Η προσαύξηση Z_D προσδιορίζεται με βάση το $D=Q_o/(F_{ges} \times \Delta t)$, όπου F_{ges} η συνολική επιφάνεια που περιβάλλει τον χώρο, και τις ώρες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, σύμφωνα με τον πίνακα:

Z_D για DIN77	Τιμές για D		
	0.1-0.29	0.30-0.69	0.70-1.49
Τρόπος Λειτουργίας	0.1-0.29	0.30-0.69	0.70-1.49
0 ώρες διακοπής	7	7	7
8-12 ώρες διακοπής	20	15	15
12-16 ώρες διακοπής	30	25	20

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

Επομένως οι θερμικές απαιτήσεις μαζί με τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = Q_0 \times Z$$

Γ. Οι απώλειες αερισμού Q_L υπολογίζονται εναλλακτικά:

- i. από την σχέση που υπολογίζει τον απαιτούμενο αερισμό:

$$Q_L = V_0 \times \rho \times c \times (t_i - t_a) \text{ σε W όπου:}$$

- V : Όγκος εισερχομένου αέρα σε m^3/s
- c : Ειδική θερμότητα του αέρα σε $kJ/g K$
- ρ : Πυκνότητα του αέρα σε kg/m^3

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

$$Q = \Sigma \times Q \times A_i \text{ όπου}$$

$Q \times A_i = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z_r$ για κάθε άνοιγμα όπου:

- α : Συντελεστής διείσδυσης αέρα
- Σl : Συνολική περίμετρος ανοίγματος (σε m)

- R: Συντελεστής διεισδυτικότητας (στο DIN4701/83 ορίζεται ο συντελεστής r).
- H: Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης (στο DIN 4701/83 ο συντελεστής H προσαυξάνεται αυτόματα για ύψος πάνω από 10m σύμφωνα με το συντελεστή ϵ_{GA}).
- Δt : Διαφορά θερμοκρασίας (σε βαθμούς °C).
- Z_r : Συντελεστής γωνιακών παραθύρων (στην περίπτωση γωνιακών παραθύρων παίρνει την τιμή 1, 2 αντί της κανονικής 1).

Δ. Το τελικό σύνολο των θερμικών απωλειών είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L$$

10.3. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται πινακοποιημένα ως εξής:

1. Στο επάνω μέρος του πίνακα παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία που έχουν απώλειες από θερμοπερατότητα με τα χαρακτηριστικά τους. Οι στήλες του πίνακα αντιστοιχούν στα ακόλουθα μεγέθη:
 - Είδος στοιχείου (πχ. T= Τοίχος, A= Άνοιγμα, O= Οροφή, Δ= Δάπεδο)
 - Προσανατολισμός
 - Πάχος
 - Μήκος
 - Ύψος ή Πλάτος
 - Επιφάνεια
 - Αριθμός όμοιων επιφανειών
 - Συνολική Επιφάνεια
 - Συντελεστής k
 - Διαφορά θερμοκρασίας Δt
 - Καθαρές θερμικές απώλειες
2. Στο κάτω μέρος του πίνακα συμπληρώνονται οι προσαυξήσεις και οι απώλειες αερισμού, με πλήρη ανάλυση.

Στοιχεία Κτιρίου

Πόλη	Αθήνα - Αστεροσκοπείο
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	0
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	5
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	2
Μεθοδολογία Υπολογισμού	DIN77
Σύστημα Μονάδων	Watt

Τυπικά Στοιχεία – Εξωτερικοί Τοίχοι

Εξ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Εξωτερικών Τοίχων
T1	Διπλός Δρομικός Μόνωση 4cm	0.64
T2	Δοκός 20cm Μόνωση 5cm	0.65

Τυπικά Στοιχεία – Εσωτερικοί Τοίχοι

Εσ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Εσωτερικών Τοίχων
E1	Εσωτερική τοιχοποιία 10	1.74

Τυπικά Στοιχεία – Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Οροφών
O1	Ταράτσα Μονωμένη-Μπετόν Κλίσης	0.55

Τυπικά Στοιχεία – Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Δαπέδων
Δ1	Δάπεδο Μαρμ. σε Έδαφος Μόνωση 5cm	0.60
Δ2	Δάπεδο Μαρμ. σε Έδαφος Αμόνωτο	2.47
Δ3	Δάπεδο Μαρμ. σε Pilotis Μόνωση 5cm	0.63

Τυπικά Στοιχεία – Ανοίγματα

Ανοίγματα	Περιγραφή	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντ. k (Watt/m ² K) Ανοιγμάτων	Συντ. α	Φύλλα
A1	Διπλό διακένου 12mm			3.49	1.5	

(μεταλλικό πλαίσιο)					
A2					
A...					
A10					
A11	Άνοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.1	2.2	3.49	3.0
A12	Άνοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	0.9	2.2	3.49	3.0

Επίπεδο 2 / Χώρος 1 / ΚΟΥΖΙΝΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφανειών	Συνολική Επιφάνεια (m ²)	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m ²)	Επιφάνεια Υπολογισμού (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² ·K)	Διαφορά Θερμοκρασίας (°C)	Καθαρές Απώλειες (Watt)
T1	B			4.2	2.9	12.18	1	12.18	7.50	4.68	0.64	20.00	59.90
T2	B	A		0.45	2.4	1.08	1	1.08		1.08	0.65	20.00	14.04
T2	B	A		1.8	2.4	4.32	1	4.32		4.32	0.65	20.00	56.16
T2	B	A		4.2	0.5	2.10	1	2.10		2.10	0.65	20.00	27.30
T1	NA			1.0	2.9	2.90	1	2.90	1.10	1.880	0.64	20.00	23.04
T2	NA	A		0.25	2.4	0.60	1	0.60		0.60	0.65	20.00	7.80
T2	NA	A		1.0	0.5	0.50	1	0.50		0.50	0.65	20.00	6.50
T1	BA			2.4	2.9	6.96	1	6.96	6.96		0.64	20.00	
A1	BA	α		2.4	2.4	5.76	1	5.76		5.76	3.49	20.00	402.0
T2	BA	A		2.4	0.5	1.2	1	1.2		1.20	0.65	20.00	15.60
T1	N			5.5	2.9	15.95	1	15.95	5.15	10.80	0.64	20.00	138.2
T2	N	A		1.0	2.4	2.4	1	2.4		2.40	0.65	20.00	31.20
T2	N	A		5.5	0.5	2.75	1	2.75		2.75	0.65	20.00	35.75
T2	Δ			1.0	2.9	2.9	1	2.9		2.90	0.65	20.00	37.70
E1	E			1.8	2.9	5.22	1	5.22		5.22	1.74	10.00	90.83

Απώλειες θερμοπερατότητας: $Q_o = 946$

Συνολική Προσαύξηση: $Z_D + Z_H = 12\%$ 114

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού: $Z_H = 5$

T2	N	A	3.5	0.5	1.75	1	1.75	1.75	0.65	20.00	22.75
A12	E	α	0.9	2.2	1.98	1	1.98	1.98	3.49	10.00	69.10
O1			7.1	1.0	7.10	1	7.10	7.10	0.55	20.00	78.10

Απώλειες θερμοπερατότητας: $Q_o = 668$

Συνολική Προσαύξηση: $Z_D + Z_H = 12\%$ 80

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού: $Z_H = 5$

Προσαύξηση λόγω διακοπών: $Z_D = 7$

$$D = \frac{Q_o}{F_{ges} \times \Delta_t} = \frac{668}{102.8 \times 20} = 0.32$$

Συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας $Q_T = Q_o \times (1 + Z_D + Z_H) = 748$

Απώλειες Χαραμάδων: $Q_L = \Sigma Q_{Ai} (Q_{Ai} = a \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta_t \times Z\Gamma) = 120,6$

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου: $H = 0.6$

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου: R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων: $Z\Gamma = 1$

Απώλειες από εναλλαγές αέρα $Q_L = V \times p \times c \times \Delta t = 122,4$

Όγκος χώρου: $V = 12.1 \times 1 \times 3.0 = 36$

Αριθμός εναλλαγών Αέρα ανά ώρα $n = 0.5$

Σύνολο θερμικών απωλειών $Q_{oA} = Q_T + Q_L = 991$

Με τον ίδιο τρόπο υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες και για τους υπόλοιπους χώρους και παρουσιάζονται συνοπτικά στο παρακάτω πίνακα:

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (kW)

ΕΠΙΠΕΔΟ 1			ΕΠΙΠΕΔΟ 2		
1	ΞΕΝΩΝΑΣ	0,911	1	ΚΟΥΖΙΝΑ	1,896
2	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 1.8	0,182	2	ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	4,915
3	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 1.4	0,864	3	WC	0,189
4	WC	0,233	4	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	0,466
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ 1		2,189	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ 2		7,466

ΕΠΙΠΕΔΟ 3			ΕΠΙΠΕΔΟ 4		
1	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	2,716	1	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2.2	0,911
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ 3		2,716	2	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2.5	0,522
			3	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2.6	0,841
			4	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2.4	1,255
			5	ΛΟΥΤΡΟ 2.1	0,399
			6	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 2.3	0,575
ΕΠΙΠΕΔΟ 5			7	JACUZZI	0,597
1	ΓΡΑΦΕΙΟ 3.1	0,427	8	ΛΟΥΤΡΟ 2.8	0,487
2	ΓΡΑΦΕΙΟ 3.2	0,484			
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ 5		0,911	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ 4		5,697

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ: 18,979 kW

11. ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

11.1. Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία Carrier, ακολουθώντας επίσης τις οδηγίες της 2425/86 TOTEE και χρησιμοποιώντας και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- α. Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik
- β. VDI Kuehlstregeln, VDI 2078
- γ. Carrier Handbook of Air Conditioning System Design
- δ. Αερισμός και Κλιματισμός Κ. Λέφα

11.2. Παραδοχές και κανόνες υπολογισμού

Ακολουθώντας πιστά την Carrier, το ψυκτικό φορτίο (ή θερμικό κέρδος) ενός χώρου προκύπτει από το άθροισμα των φορτίων που οφείλονται στις ακόλουθες αιτίες:

A. Εξωτερικοί τοίχοι

$$Q_i = K \times A \times D_{tei} \text{ όπου:}$$

- Q_i : Το φορτίο κατά την ώρα i
- i : Οι ώρες της ημέρας
- K : Θερμική αγωγιμότητα τοίχου
- A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου
- D_{tei} : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για την ώρα i

Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά παίρνεται από πίνακες ανάλογα με το βάρος του τοίχου και τον προσανατολισμό του. Οι τιμές του πίνακα 1 διορθώνονται σύμφωνα με συντελεστή διόρθωσης (υπολογίζεται από τον πίνακα 4 σύμφωνα με την ημερήσια διακύμανση και τη διαφορά της εξωτερικής θερμοκρασίας στις 3μμ του υπολογιζόμενου μήνα από τη θερμοκρασία χώρου) και το χρώμα του τοίχου.

- για σκούρο χρώμα:

$$D_{tei} = (D_{tem i} + D)$$

- για ενδιάμεσο χρώμα:

$$D_{tei} = 0.78 \times (D_{temi} + D) + 0.22 \times (D_{tesi} + D)$$

- για ανοικτό χρώμα:

$$D_{tei} = 0.55 \times (D_{temi} + D) + 0.45 \times (D_{tesi} + D), \text{ όπου:}$$

- D: Ο συντελεστής διόρθωσης τοίχων
- D_{temi} : Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά ανάλογα με τον προσανατολισμό και το βάρος, για τοίχο εκτεθειμένο σε ήλιο
- D_{tesi} : Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά από πίνακα, ανάλογα με το βάρος, για τοίχο σκιασμένο (Βόρειος προσανατολισμός)

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

$$Q_i = (K \times D_{tei} \times R_e) + (K \times (D_{tesi} + D) \times R_{es}), \text{ όπου:}$$

- R_e : Επιφάνεια εκτεθειμένη στον ήλιο
- R_{es} : Σκιασμένη επιφάνεια

B. Οροφές

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

Γ. Εσωτερικοί τοίχοι

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

$$Q_i = K \times A \times D_{ti} \text{ όπου:}$$

- Q_i : Το φορτίο κατά την ώρα i
- i : Οι ώρες της ημέρας 8πμ-6μμ
- K : Θερμική αγωγιμότητα τοίχου
- A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου

- D_{ti} : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά σε μη κλιματιζόμενους χώρους για την ώρα i

Δ. Δάπεδα

Τα φορτία από τα δάπεδα υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q = K \times A \times D_t \text{ όπου:}$$

- Q : Το υπολογιζόμενο φορτίο
- K : Η θερμική αγωγιμότητα του δαπέδου
- A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του δαπέδου
- D_t : Η διαφορά της θερμοκρασίας του κλιματιζόμενου χώρου από τη θερμοκρασία εδάφους (θεωρείται σταθερή)

Ε. Ανοίγματα

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

$$Q_i = Q_{ki} + Q_{ai} \text{ όπου:}$$

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

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

$$Q_{ki} = K \times A \times D_{ti} \text{ όπου:}$$

- i : Οι ώρες της ημέρας
- K : Η θερμική αγωγιμότητα του ανοίγματος
- A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος
- D_{ti} : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για αγωγιμότητα ανοιγμάτων κατά την ώρα i .

Ο υπολογισμός της ισοδύναμης θερμοκρασιακής διαφοράς για αγωγιμότητα ανοιγμάτων (D_{ti}) αναφέρεται αναλυτικά στα γενικά στοιχεία της μελέτης. Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της επιφάνειας του ανοίγματος με το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό τζάμι διορθωμένο κατά τους απαραίτητους συντελεστές:

$$Q_{ai} = \left(A \times D_i \times E_{Sout\ i} \times E_{sin} \times S1 \times S2 \times \left(1 + \left(A_t \times \frac{0.007}{300} \right) \right) \right. \\ \times \left(1 + \left((19.5 - T_{adp}) \times \frac{0.005}{4} \right) \right) \left. \right) \\ + \left(A \times D_{esi} \times (1 - E_{Sout\ i}) \times E_{sin} \times S1 \times S2 \right. \\ \times \left(1 + \left(A_t \times \frac{0.007}{300} \right) \right) \times \left(1 + \left((19.5 - T_{adp}) \times \frac{0.005}{4} \right) \right) \left. \right) \text{όπου:}$$

- i: Οι ώρες της ημέρας 8πμ-6μμ
- A: Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος
- D_i : Το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό τζάμι, για τον δοθέντα προσανατολισμό
- D_{esi} : Το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό σκιασμένο τζάμι (βόρειος προσανατολισμός)
- $E_{Sout\ i}$: Ο συντελεστής εξωτερικής σκίασης
- E_{sin} : Ο συνολικός συντελεστής για ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από τζάμια με ή χωρίς μηχανισμό σκίασης
- S1: Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από το πλαίσιο του ανοίγματος. Έχει τιμή 1 για τζάμια με ξύλινο πλαίσιο και 1.17 για τζάμια χωρίς πλαίσιο ή μεταλλικό πλαίσιο
- S2: Συντελεστής που εξαρτάται από την ύπαρξη ή όχι ομίχλης. Έχει τιμή 1 για περιοχή χωρίς ομίχλη και τιμή 0.90 για περιοχή με ομίχλη
- A_t : Το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται το κτίριο
- T_{adp} : Η τιμή του σημείου δρόσου

ΣΤ. Φορτία φωτισμού

Τα θερμικά κέρδη λόγω φωτισμού υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$\begin{aligned}
 q_{tot} &= q_{c,\theta} + q_{r,\theta} \\
 &= (q_{t,\theta} \times C_p) + R_p \\
 &\quad \times (r_0 \times q_{r,\theta} + r_1 \times q_{r,\theta-1} + \dots + r_{23} \times q_{r,\theta-23}) \text{ όπου:}
 \end{aligned}$$

- $q_{t,\theta}$: $q_\theta \times L_c \times H_{c,\theta}$
- $q_{r,\theta}$: $q_{t,\theta} \times R_p$
- q_θ : Φορτίο φωτισμού ανά ώρα θ
- L_c : Συντελεστής φωτισμού
- $H_{c,\theta}$: Ετεροχρονισμός ανά ώρα θ
- R_p, C_p : Ποσοστό ακτινοβολών και μεταγωγικών θερμικών κερδών.
- r_0, r_1, \dots : Συντελεστές ακολουθίας ακτινοβολίας

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

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

2. Υπολογισμός φορτίων ατόμων

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

$$\begin{aligned}
 Q_{ai} &= \sum_{j=1}^k F_j a_j \times N_{ji} \\
 Q_{li} &= \sum_{j=1}^k F_j \times N_{ji} \text{ όπου:}
 \end{aligned}$$

- Q_{ai} : Το αισθητό φορτίο από τα άτομα την ώρα i
- Q_{li} : Το λανθάνον φορτίο από τα άτομα την ώρα i
- j : Ο τύπος βαθμού ενεργητικότητας των ατόμων σύμφωνα με τον πίνακα της Carrier.
- F_{aj} : Το αισθητό φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας j που εξαρτάται από την θερμοκρασία ξηρού βολβού του χώρου
- F_{lj} : Το λανθάνον φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας j . Εξαρτάται από την θερμοκρασία ξηρού βολβού του χώρου
- N_{ji} : Ο αριθμός των ατόμων βαθμού ενεργητικότητας j που βρίσκονται στο χώρο κατά την ώρα i

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

ΒΑΘΜΟΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΤΟΜΩΝ	Αισθητά και Λανθάνοντα Φορτία (σε Kcal/h) ανάλογα με εσωτερική θερμοκρασία χώρου									
	T=23.5		T=24.5		T=25.5		T=26.5		T=27.5	
	A	Λ	A	Λ	A	Λ	A	Λ	A	Λ
Καθισμένοι σε ακινησία	60	26	56	30	52	34	48	38	44	52
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία	64	39	59	44	55	48	50	53	46	57
Καθισμένοι, τρώγοντας	76	69	70	75	65	80	60	85	55	90
Δουλειά Γραφείου	76	54	70	60	65	65	60	70	55	75
Ιπτάμενοι ή περπατώντας αργά	90	70	83	77	77	83	71	89	65	95
Καθιστική εργασία (Εργοστάσιο)	100	98	93	105	86	112	79	119	73	125
Ελαφρά εργασία (Εργοστάσιο)	100	160	93	167	86	174	79	181	73	187
Μέτριος Χορός	120	202	111	211	103	219	95	227	87	235
Βαριά εργασία (Εργοστάσιο)	165	240	153	252	142	263	131	274	121	284
Βαριά εργασία (Γυμναστήριο)	187	263	173	277	160	290	147	303	135	315

Η. Φορτία συσκευών

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

$$Q_a = \left(\sum_{j=1}^k F a_j \times N_j \right) + Q_1$$

$$Q_l = \left(\sum_{j=1}^k F l_j \times N_j \right) + Q_2 \text{ όπου:}$$

- Q_a : Το συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές
- Q_l : Το συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές
- j : Ο τύπος της συσκευής σύμφωνα με τον πίνακα 7
- $F a_j$: Το αισθητό φορτίο μιας συσκευής τύπου j
- $F l_j$: Το λανθάνον φορτίο μιας συσκευής τύπου j
- N_j : Ο αριθμός των συσκευών τύπου j που λειτουργούν στο χώρο
- Q_1 : Συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες
- Q_2 : Συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες

Ειδικότερα, τα θερμικά κέρδη για τις διάφορες Συσκευές (σε kcal/h), λαμβάνονται από τον ακόλουθο πίνακα:

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

Θ. Φορτία από χαραμάδες

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

$$Q_i = \left(\sum_{j=1}^n P_j \times a_j \times b \right) + D_{ti} \text{ όπου:}$$

– Q_i : Το συνολικό φορτίο από χαραμάδες την ώρα i

– P_j : Η περίμετρος του ανοίγματος j

– n : Ο αριθμός των ανοιγμάτων

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

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

D_{ti} : Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού κατά την ώρα i

I. Αερισμός

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

$$Q_{ai} = 0.29 \times V \times n \times D_{ti}$$

$$Q_{li} = 0.71 \times V \times n \times D_g \text{ όπου:}$$

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

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

– V : Ο όγκος του χώρου

– n : Ο αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα

– D_{ti} : Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού κατά την ώρα i

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

11.3. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

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

I. Πίνακας Δομικών Στοιχείων, οι στήλες του οποίου είναι οι εξής:

- Είδος Επιφάνειας (πχ. T= Τοίχος κλπ)
- Προσανατολισμός
- Μήκος (m)
- Πλάτος (m)
- Επιφάνεια (m^2)
- Αριθμός Όμοιων Επιφανειών
- Συνολική Επιφάνεια (m^2)
- Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m^2)
- Επιφάνεια Υπολογισμού (m^2)
- Συντελεστής Εσωτερικής Σκίασης
- Υπαρξη Εξωτερικής Σκίασης

II. Φορτία του παραπάνω πίνακα ανά επιφάνεια και ώρα (btu/h, w, ή kcal/h)

III. Πρόσθετα Φορτία ανά ώρα (btu/h, w, ή kcal/h)

- Φωτισμού
- Ατόμων
- Συσκευών

IV. Συνολικά Φορτία Χώρου ανά ώρα (kbtu/h, kW, ή Mcal/h)

V. Φορτία Αερισμού ανά ώρα (και μέγιστο) (kbtu/h, kW, ή kcal/h)

1. Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται οι γεωμετρικές διαστάσεις των

- στοιχείων, καθώς επίσης και ενδείξεις σχετικές με πιθανές σκιάσεις σε αυτά.
2. Στην δεύτερη ομάδα παρουσιάζονται τα ψυκτικά φορτία όπως υπολογίστηκαν για κάθε στοιχείο, σύμφωνα με τους παραπάνω κανόνες υπολογισμών 1-5.
 3. Η τρίτη ομάδα περιέχει τα φορτία που οφείλονται σε πρόσθετες αιτίες, δηλαδή στον φωτισμό, τα άτομα, συσκευές και χαραμάδες (κανόνες 6-9), και αναλύονται σε αισθητό, λανθάνον και συνολικό φορτίο.
 4. Στην τελευταία ομάδα παρουσιάζονται τα σύνολα των φορτίων ανά ώρα, και ξεχωριστά για αισθητό και λανθάνον, αλλά και συνολικά, καθώς επίσης και τα φορτία αερισμού.

Ανάλογη παρουσίαση έχουν και τα φύλλα υπολογισμών συστημάτων, στα οποία συγκεντρώνονται τα φορτία των χώρων που αντιστοιχούν στο σύστημα, αναλυόμενα στις διάφορες αιτίες. Στα φύλλα αυτά εμφανίζεται και ο αερισμός. Τέλος, οι συντελεστές σκίασης παρουσιάζονται σε ξεχωριστά φύλλα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 0. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΝΑ ΩΡΑ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ

Διακ./	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
5	-4.7	-4.1	-3.5	-3.2	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-0.8	-1.1
7.5	-6.2	-5.4	-4.7	-3.8	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-0.8	-1.1
10.0	-7.4	-6.3	-5.2	-4.0	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-1.0	-1.5
12.5	-8.4	-6.9	-5.5	-4.2	-2.8	-1.6	-0.5	0.0	-0.5	-1.1	-1.7
15.0	-9.4	-7.9	-6.5	-4.8	-3.0	-1.8	-0.5	0.0	-0.5	-1.2	-1.9
17.5	-10.5	-8.8	-7.0	-5.3	-3.5	-2.0	-0.5	0.0	-0.5	-1.5	-2.6
20.0	-12.0	-10.0	-8.0	-6.1	-4.1	-2.3	-0.5	0.0	-0.5	-2.0	-3.4
22.5	-13.5	-11.3	-9.0	-6.8	-4.5	-2.5	-0.5	0.0	-0.5	-2.2	-3.9
25.0	-14.5	-12.0	-9.5	-7.0	-4.5	-2.8	-1.1	0.0	-1.1	-2.8	-4.5

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Προσανατολισμός:			BA								
B 100	12.2	12.8	13.3	10.6	7.8	7.2	6.7	7.2	7.8	7.8	7.8
A 300	-1.1	2.8	13.3	12.2	11.1	8.3	5.5	6.1	6.7	7.2	7.8
P 500	2.2	2.2	2.2	5.5	8.9	8.3	7.8	6.7	5.5	6.1	6.7
H 700	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	5.6	7.8	8.9	7.8	6.7	5.6
Προσανατολισμός:			A								
B 100	16.7	18.3	20.0	19.4	17.8	11.1	6.7	7.2	7.8	7.8	7.8
A 300	0.0	11.7	16.7	17.2	17.2	10.6	7.8	7.2	6.7	7.2	7.8
P 500	3.3	4.4	7.8	11.1	13.3	13.9	3.3	11.1	10.0	8.9	7.8
H 700	5.6	5.0	4.9	5.0	5.6	8.3	10.0	10.6	10.0	9.4	8.9
Προσανατολισμός:			NA								
B 100	7.2	10.6	14.4	15.0	15.6	14.4	13.3	10.6	8.9	8.3	7.8
A 300	0.0	7.2	11.1	13.3	15.6	14.4	13.9	11.7	10.0	8.3	7.8
P 500	3.3	3.3	3.3	6.1	8.9	9.4	10.0	10.6	10.0	8.4	7.8
H 700	4.4	4.4	4.4	3.9	3.3	6.1	7.8	8.3	8.9	10.1	8.9
Προσανατολισμός:			N								
B 100	-2.2	0.5	2.2	7.8	12.2	15.0	16.7	15.6	14.4	11.1	8.9

A 300	-2.2	-1.7	-1.1	3.9	6.7	11.1	13.3	13.9	14.4	12.8	11.1
P 500	1.1	1.1	1.1	1.7	2.2	4.4	6.7	8.3	8.0	10.0	10.0
H 700	3.3	2.8	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.9	6.5	7.2	7.8
Προσανατολισμός:			ΝΔ								
B 100 -2.2	-1.1	0.0	2.2	3.3	10.6	14.4	18.9	22.2	22.8	23.3	
A 300	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	4.4	6.7	13.3	17.8	19.4	20.0
P 500	3.3	2.8	2.2	2.8	3.3	3.9	4.4	6.7	7.8	10.6	12.2
H 700	4.4	4.4	4.4	3.9	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.0	5.5
Προσανατολισμός:		Δ									
B 100	-2.2	-1.1	0.0	1.7	3.3	7.8	11.1	17.8	22.2	25.0	32.2
A 300	0.0	0.0	0.0	1.1	2.2	3.9	5.5	10.6	14.4	18.9	22.2
P 500	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.5	6.7	9.4	11.1
H 700	5.5	5.0	4.4	4.4	4.4	5.0	5.5	5.5	5.5	6.1	6.7
Προσανατολισμός:		ΒΔ									
B 100	-2.2	-1.1	0.0	1.7	3.3	5.6	6.7	10.6	13.3	18.3	22.2
A 300	-2.2	-1.7	-1.1	0.0	1.1	3.3	4.4	5.5	6.7	11.7	16.7
P 500	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.8	3.3	5.0	6.7
H 700	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4
Προσανατολισμός:		Β									
B 100	-2.2	-1.7	-1.1	0.5	2.2	4.4	5.5	6.7	7.8	7.2	6.7
A 300	-2.2	-1.7	-1.1	-0.5	0.0	1.7	3.3	4.4	5.5	6.1	6.7
P 500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	1.7	2.2	2.8	2.8
H 700	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	1.7	2.2

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΟΡΟΦΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΟΡΟΦΗ:											
50											
A 200											
P 300											
H 400											
	6.1	6.1	6.7	7.2	8.9	12.2	14.4	15.6	17.8	19.4	20.6
ΟΡΟΦΗ:											
50											
A 200											
P 300											
H 400											
	-1.1	-1.1	-1.1	1.1	2.8	3.9	5.5	6.7	7.8	8.3	8.9
ΟΡΟΦΗ:											
50											
A 200											
P 300											
H 400											
	0.0	1.1	2.2	5.5	8.9	10.6	12.2	11.1	10.0	8.9	7.8
ΟΡΟΦΗ:											
50											
A 200											
P 300											
H 400											
	0.0	1.1	2.2	4.4	6.7	8.3	10.0	9.4	8.9	8.3	7.8
ΟΡΟΦΗ:											
50											
A 200											
P 300											
H 400											
	-0.5	-0.5	0.0	1.1	2.8	5.0	7.2	7.8	7.8	7.8	7.8
ΟΡΟΦΗ:											
50											
A 200											
P 300											
H 400											
	-1.1	-1.1	-1.1	0.0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7	7.2	7.8
ΟΡΟΦΗ:											
50											
A 200											
P 300											
H 400											
	-2.2	-1.1	0.0	1.1	3.3	5.0	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7
ΟΡΟΦΗ:											
50											
A 200											
P 300											
H 400											
	-2.2	-1.1	0.0	1.1	3.3	5.0	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7
ΟΡΟΦΗ:											
50											
A 200											
P 300											
H 400											
	-2.2	-1.7	-1.1	0.0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7	7.2	6.7
ΟΡΟΦΗ:											
50											
A 200											
P 300											
H 400											
	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	0.0	1.1	2.2	3.8	4.4	5.0	5.5
ΟΡΟΦΗ:											
50											
A 200											
P 300											
H 400											
	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	0.0	1.1	2.2	3.8	4.4	5.0	5.5

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (Kcal/h m²)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:											
20 ΑΠΡ.											
ΒΑ	222	124	43	38	38	38	38	35	29	21	8
Α	433	393	273	122	38	38	38	35	29	21	8
ΝΑ	374	396	377	290	179	67	38	35	29	21	8
Ν	65	138	241	263	276	263	241	138	65	21	8
ΝΔ	29	35	38	67	179	290	377	396	374	284	130
Δ	29	35	38	38	38	122	273	393	439	398	227
ΒΔ	29	35	38	38	38	38	43	124	222	276	284
Β	29	35	38	38	38	38	35	35	29	21	19

ΟΡΙΖ.	271	406	501	556	580	556	501	406	271	127	24
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:	21 ΜΑΙΟΥ										
ΒΑ	234	179	70	38	38	38	38	35	32	27	13
Α	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13
ΝΑ	322	339	298	222	113	40	38	35	32	27	13
Ν	35	70	119	170	187	170	119	70	35	27	13
ΝΔ	32	35	38	40	113	222	298	339	322	260	146
Δ	32	35	38	38	38	116	265	390	444	436	320
ΒΔ	32	35	38	38	38	38	70	179	284	344	287
Β	32	35	38	38	38	38	38	35	32	38	65
ΟΡΙΖ.	341	463	550	610	631	610	550	463	341	198	65
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:	21 ΙΟΥΝ.										
ΒΑ	303	198	81	38	38	38	38	35	32	27	16
Α	439	385	257	119	38	38	38	35	32	27	16
ΝΑ	295	301	268	192	92	38	38	35	32	27	16
Ν	32	51	94	119	146	119	94	51	32	27	16
ΝΔ	32	35	38	38	92	192	258	301	295	238	138
Δ	32	35	38	38	38	119	257	385	439	436	341
ΒΔ	32	35	38	38	38	38	81	198	303	360	320
Β	32	35	38	38	38	38	38	35	32	54	86
ΟΡΙΖ.	363	485	569	629	642	629	569	485	363	222	84
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:	23 ΙΟΥΛ.										
ΒΑ	234	179	70	38	38	38	38	35	32	27	13
Α	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13
ΝΑ	322	339	298	222	113	40	38	35	32	27	13
Ν	35	70	119	170	187	170	119	70	35	27	13
ΝΔ	32	35	38	40	113	222	298	339	322	260	146
Δ	32	35	38	38	38	116	265	390	444	436	320
ΒΔ	32	35	38	38	38	38	70	179	284	344	287
Β	32	35	38	38	38	38	38	35	32	38	65
ΟΡΙΖ.	341	463	550	610	631	610	550	463	341	198	65
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:	24 ΑΥΓ.										
ΒΑ	222	124	43	38	38	38	38	35	29	21	8
Α	433	393	273	122	38	38	38	35	29	21	8
ΝΑ	374	396	377	290	179	67	38	35	29	21	8
Ν	65	138	241	263	276	263	241	138	65	21	8
ΝΔ	29	35	38	67	179	290	377	396	374	284	130
Δ	29	35	38	38	38	122	273	393	439	398	227
ΒΔ	29	35	38	38	38	38	43	124	222	276	184
Β	29	35	38	38	38	38	35	35	29	21	19
ΟΡΙΖ.	271	406	501	556	580	556	501	406	271	127	24
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:	22 ΣΕΠΤ.										
ΒΑ	157	70	35	35	38	35	35	32	24	13	0
Α	404	377	268	122	38	35	35	32	24	13	0
ΝΑ	390	439	425	360	244	111	38	32	24	13	0
Ν	119	219	298	330	379	330	298	219	119	32	0
ΝΔ	24	32	38	111	244	360	425	439	390	257	0
Δ	24	32	35	35	38	122	268	377	404	314	0
ΒΔ	24	32	35	35	38	35	35	70	157	128	0
Β	24	32	35	35	38	35	35	32	24	13	0
ΟΡΙΖ.	181	336	414	477	496	477	414	336	181	57	0

ΠΙΝΑΚΑΣ 5. ΗΛΙΑΚΟ ΥΨΟΣ ΚΑΙ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ (ΣΕ ΜΟΙΡΕΣ)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
20 ΑΠΡ. Ηλ.Υψ.	31	41	51	59	62	59	51	41	30	19	7
Αζιμ.	101	113	129	151	179	210	232	247	259	270	279
21 ΜΑΙΟΥ Ηλ.Υψ.	36	47	58	67	70	66	57	46	35	23	12
Αζιμ.	93	105	120	145	178	219	242	257	268	277	286
21 ΙΟΥΝ. Ηλ.Υψ.	37	49	60	69	73	69	60	49	38	26	15

Αζιμ.	89	100	114	137	179	221	245	260	270	280	288
23 ΙΟΥΛ.											
Ηλ.Υψ.	35	46	57	66	71	67	59	48	37	25	14
Αζιμ.	91	102	116	139	176	215	240	255	267	276	285
24 ΑΥΓ.											
Ηλ.Υψ.	30	41	51	59	62	60	52	42	31	20	8
Αζιμ.	100	112	127	149	179	209	231	247	259	270	279
22 ΣΕΠΤ.											
Ηλ.Υψ.	24	34	43	48	50	47	41	32	21	10	0
Αζιμ.	112	124	140	160	177	205	224	239	251	261	271

ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ (CLF) ΧΩΡΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΣΚΙΑΣΗ

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
BA	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21
A	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21
NA	0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25
N	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36
ND	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53
Δ	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55
BΔ	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.54
B	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79
ΟΡΙΖ.	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.56	0.47

ΠΙΝΑΚΑΣ 8. ΑΠΟΛΑΒΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΜΕΣΩ ΤΖΑΜΙΩΝ ΑΠΟ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ/ ΩΡΑ (Kcal/h)

ΤΥΠΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ :	1										
	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
BA	263.8	201.8	78.9	42.8	42.8	42.8	42.8	39.5	36.1	30.4	14.7
A	500.6	439.7	298.8	130.8	42.8	42.8	42.8	39.5	36.1	30.4	14.7
NA	363.0	382.2	336.0	250.3	127.4	45.1	42.8	39.5	36.1	30.4	14.7
N	39.5	78.9	134.2	191.7	210.8	191.7	134.2	78.9	39.5	30.4	14.7
ND	36.1	39.5	42.8	45.1	127.4	250.3	336.0	382.2	363.0	293.1	164.6
Δ	36.1	39.5	42.8	42.8	42.8	130.8	298.8	439.7	500.6	491.6	360.8
BΔ	36.1	39.5	42.8	42.8	42.8	42.8	78.9	201.8	320.2	387.9	323.6
B	36.1	39.5	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	39.5	36.1	42.8	73.3
ΤΥΠΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ :	11										
	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
BA	250.6	191.7	75.0	40.7	40.7	40.7	40.7	37.5	34.3	28.9	13.9
A	475.4	417.6	283.7	124.2	40.7	40.7	40.7	37.5	34.3	28.9	13.9
NA	344.8	363.0	319.1	237.7	121.0	42.8	40.7	37.5	34.3	28.9	13.9
N	37.5	75.0	127.4	182.0	200.2	182.0	127.4	75.0	37.5	28.9	13.9
ND	34.3	37.5	40.7	42.8	121.0	237.7	319.1	363.0	344.8	278.4	156.3
Δ	34.3	37.5	40.7	40.7	40.7	124.2	283.7	417.6	475.4	466.8	342.6
BΔ	34.3	37.5	40.7	40.7	40.7	40.7	75.0	191.7	304.1	368.3	307.3
B	34.3	37.5	40.7	40.7	40.7	40.7	40.7	37.5	34.3	40.7	69.6
ΤΥΠΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ :	12										
	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
BA	250.6	191.7	75.0	40.7	40.7	40.7	40.7	37.5	34.3	28.9	13.9
A	475.4	417.6	283.7	124.2	40.7	40.7	40.7	37.5	34.3	28.9	13.9
NA	344.8	363.0	319.1	237.7	121.0	42.8	40.7	37.5	34.3	28.9	13.9
N	37.5	75.0	127.4	182.0	200.2	182.0	127.4	75.0	37.5	28.9	13.9
ND	34.3	37.5	40.7	42.8	121.0	237.7	319.1	363.0	344.8	278.4	156.3
Δ	34.3	37.5	40.7	40.7	40.7	124.2	283.7	417.6	475.4	466.8	342.6
BΔ	34.3	37.5	40.7	40.7	40.7	40.7	75.0	191.7	304.1	368.3	307.3
B	34.3	37.5	40.7	40.7	40.7	40.7	40.7	37.5	34.3	40.7	69.6

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ημερομηνία	Μέγιστη Θερμοκρασία	Διακύμανση (°C)
23 Ιουλίου	35.7	13.3
24 Αυγούστου	34.5	12.7

Υψόμετρο (m)	: 153
Περιοχή με ομίχλη (1:ναι 2:όχι)	: 2
Πόλη	: Αθήνα
Εσωτερική υγρασία (%)	: 50
Εξωτερική υγρασία (%)	: 39
Εξωτερική θερμοκρασία (°C)	: 26
Διαφορά $T_{εξ} - T_{μη\ κλιματ.χώρων}$ (°C)	: 5
Διαφορά $T_{Εδάφους} - T_{Εσωτερική}$ (°C)	: -5
Αριθμός επιπέδων κτιρίου (1 – 15)	: 5
Τυπικό ύψος επιπέδου (m)	: 2.9
Σύστημα μονάδων	: Watt
Μεθοδολογία	: Carrier

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΕΞΩΤ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ 24ΩΡΟ (23 ΙΟΥΛ.)

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΔΙΟΡΘΩΣΗ D.B.	-8.7	-7.3	-5.8	-4.3	-2.9	-1.7	-0.5	0.0	-0.5	-1.1	-1.8
ΔΙΟΡΘ. ΕΞΩΤ. ΘΕΡΜ.	27.0	28.4	29.9	31.4	32.8	34.0	35.2	35.7	35.2	34.6	33.9
ΔΤ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ	1.0	2.4	3.9	5.4	6.8	8.0	9.2	9.7	9.2	8.6	7.9
ΔΤ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ	-4.0	-2.6	-1.1	0.4	1.8	3.0	4.2	4.7	4.2	3.6	2.9

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ (23 ΙΟΥΛ.) : 0.37

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Εξ. Τοίχοι

Εξωτερικοί Τοίχοι	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. κ Kcal/m ² hc Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m ²	Χρώμα
T1	Διπλός Δρομικός Μόνωση 4cm	C	G1	17	0.64	300	
T2	Δοκός 20cm Μόνωση 5cm	B	G13	22	0.65	500	
T3							
...							
T11							

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Εσωτερικοί Τοίχοι

Εσωτερικοί Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. κ Kcal/m ² hc Εσωτερικών Τοίχων Δαπέδων
E1	Εσωτερική τοιχοποιία 10	1.74

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. κ Kcal/m ² hc Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m ²	Χρώμα
O1	Ταράτσα Μονωμένη-Μπετόν Κλίσης	5	10	18	0.55	100	
O2							
O3							
O4							
O5							

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. κ Kcal/m ² hc Εσωτερικών Τοίχων Δαπέδων
Δ1	Δαπ. Μαρμ.σε Έδαφος Μόνωση 5cm	0.60
Δ2	Δαπ. Μαρμ.σε Έδαφος Αμόνωτο	2.47
Δ3	Δαπ. Μαρμ.σε Pilotis Μόν. 5cm	0.63

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Ανοίγματα

Ανοίγματα	Περιγραφή	Πλάτος (m)	Υψος (m)	Συντ. κ Kcal/m ² hc Ανοιγμάτων	Συντ. Τζαμ.	Ειδ. Πλαίσ.	Συντ. α
A1	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)			3.49	0.90	2	1.5
A2							
A...							
A10							
A11	Άνοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.1	2.2	3.49		1	3.0
A12	Άνοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	0.9	2.2	3.49		1	3.0

Επίπεδο 3 , Χώρος 1 / ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ-ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	κ (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T1	B	0.64	4.2	2.9	12.18	1	12.18	5.40	6.78			
T2	B	0.65	0.45	2.4	1.08	1	1.08		1.08			
T2	B	0.65	1.8	2.4	4.32	1	4.32		4.32			

T2	B	0.65	4.2	0.5	2.10	1	2.10		2.10	
T1	BA	0.64	5.3	2.9	15.37	1	15.37	15.37		
A1	BA	3.49	2.9	2.4	6.96	1	6.96		6.96	
T2	BA	0.65	2.4	2.4	5.76	1	5.76		5.76	
T2	BA	0.65	5.3	0.5	2.65	1	2.65		2.65	
T1	N	0.64	10.	2.9	29.00	1	29.00	12.76	16.24	
T2	N	0.65	0.45	2.4	1.08	1	1.08		1.08	
T2	N	0.65	1.0	2.4	2.40	1	2.40		2.40	
T2	N	0.65	1.7	2.4	4.08	1	4.08		4.08	
T2	N	0.65	10.4	0.5	5.20	1	5.20		5.20	
T2	Δ	0.65	1.0	2.9	2.90	1	2.90		2.90	
T1	Δ	0.64	4.35	2.9	12.62	1	12.62	8.91	3.71	
A1	Δ	3.49	1.0	2.3	2.30	1	2.30		2.30	0.51
T2	Δ	0.65	1.5	2.4	3.60	1	3.60		3.60	
T2	Δ	0.65	0.35	2.4	0.84	1	0.84		0.84	
T2	Δ	0.65	4.35	0.5	2.17	1	2.17		2.17	
E1	E	1.74	4.3	2.9	12.47	1	12.47	1.98	10.49	
A12	E	3.49	0.9	2.2	1.98	1	1.98		1.98	
Δ2	E	2.47	16.3	1.0	16.30	1	16.30		16.30	
O1		0.55	2.1	1.0	2.10	1	2.10		2.10	

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	6.78	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	1.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	4.32	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	2.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	6.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	5.76	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	2.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	16.24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	1.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	2.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	4.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	5.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	2.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

T1	3.71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	2.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	3.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	2.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	10.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A12	1.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ2	16.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O1	2.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία ανά Επιφάνεια και Ώρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	6.78	-10	-7	-4	-1	2	11	19	25	31	34	37
T2	1.08	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3
T2	4.32	1	1	1	1	1	3	5	7	9	11	11
T2	2.10	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	5
T1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	6.96	2591	2031	880	572	615	650	684	666	619	545	374
T2	5.76	9	9	9	21	33	31	30	27	23	26	28
T2	2.65	4	4	4	10	15	14	14	12	11	12	13
T1	16.24	-23	-17	-9	41	70	117	143	152	160	146	131
T2	1.08	1	1	1	1	2	3	5	6	6	7	7
T2	2.40	2	2	2	3	4	7	11	14	13	16	16
T2	4.08	4	4	4	5	7	12	19	23	23	28	28
T2	5.20	5	5	5	7	8	16	24	29	29	36	36
T2	2.90	7	7	7	7	7	8	9	11	14	19	22
T1	3.71	-0	-0	0	3	6	11	15	27	36	47	55
A1	2.30	75	95	115	130	144	315	632	893	999	977	733
T2	3.60	8	8	8	8	8	10	11	14	17	23	27
T2	0.84	2	2	2	2	2	2	3	3	4	5	6
T2	2.17	5	5	5	5	5	6	7	9	10	14	16
E1	10.49	-88	-56	-25	8	40	66	92	103	92	78	64
A12	1.98	-33	-21	-9	3	15	25	35	39	35	30	24
Δ2	16.30	-194	-124	-54	17	89	146	203	227	203	172	142
O1	2.10	-1	-0	2	6	11	16	21	24	28	29	28

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1.25	444	555

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	666	599	533	533	533	666	666	666	666	666	666

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι, Ελαφρά εργασία	70	45	8	560	360	920

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	672	605	538	538	538	605	672	672	672	672	672
Φορτίο Λανθάνον	432	389	346	346	346	389	432	432	432	432	432
Σύνολο	1104	994	883	883	883	994	1104	1104	1104	1104	1104

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Οθόνη Υπολογιστή μεγάλη	80	0	1	80	0	80

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
---------------	------	------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------

Φωτισμός	666	599	533	533	533	666	666	666	666	666	666
Άτομα (Αισθητό)	672	605	538	538	538	605	672	672	672	672	672
Άτομα (Λανθάνον)	432	389	346	346	346	389	432	432	432	432	432
Άτομα (Σύνολο)	1104	994	883	883	883	994	1104	1104	1104	1104	1104
Συσκευές (Αισθητό)	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (kWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	3.80	3.25	2.11	2.02	2.25	2.84	3.42	3.75	3.80	3.70	3.24
Λανθάνον	0.43	0.39	0.35	0.35	0.35	0.39	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
Σύνολο	4.23	3.64	2.46	2.36	2.60	3.23	3.85	4.18	4.23	4.13	3.67

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	23.77	58.95	94.13	129.98	165.84	194.51	223.18	235.31	223.18	207.85	192.52
Λανθάνον	-113.23	-62.61	-8.35	47.15	98.58	137.50	196.29	221.17	196.29	164.86	134.51
Σύνολο	-89.45	-3.66	85.77	177.13	264.42	332.01	419.48	456.48	419.48	372.71	327.03

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 235, Λανθάνον: 221, Συνολικός όγκος αέρα: 59.94 m³/h

Επίπεδο 4 / Χώρος 1 / ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2.2

Είδ. Επιφ.	Προσαν	k (W/m ² K)	Μήκ. (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Πραβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T1	A	0.64	2.45	2.0	4.90	1	4.90	2.40	2.50			
A1	A	3.49	1.2	2.0	2.40	1	2.40		2.40	0.67	ΣΚΙΑ	
T2	A	0.65	2.4	2.0	4.80	1	4.80		4.80			
T1	B	0.64	0.8	2.0	1.60	1	1.60	0.50	1.10			
T2	B	0.65	0.25	2.0	0.50	1	0.50		0.50			
T1	N	0.64	2.25	2.0	4.50	1	4.50	0.90	3.60			
T2	N	0.65	0.45	2.0	0.90	1	0.90		0.90			
T1	N	0.64	3.5	4.0	14.00	1	14.00	4.15	9.85			
T2	N	0.65	1.0	2.4	2.40	1	2.40		2.40			

T2	N	0.65	3.5	0.5	1.75	1	1.75	1.75
E1	E	1.74	2.4	2.9	6.96	1	6.96	1.98 4.98
A12	E	3.49	0.9	2.2	1.98	1	1.98	1.98
O1		0.55	7.1	1.0	7.10	1	7.10	7.10

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

δ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	2.40	0.76	0.63	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	4.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	3.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	9.85	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	2.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	1.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	4.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A12	1.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O1	7.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία ανά Επιφάνεια και Ώρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	2.50	-0	18	25	26	26	17	14	13	13	14	15
A1	2.40	979	751	403	161	176	187	199	196	182	193	263
T2	4.80	11	14	24	34	40	42	12	35	32	30	26
T1	1.10	-2	-1	-1	-0	0	2	3	4	5	5	6
T2	0.50	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
T1	3.60	-5	-4	-2	9	15	26	32	34	35	32	29
T2	0.90	1	1	1	1	1	3	4	5	5	6	6
T1	9.85	-14	-10	-6	25	42	71	87	92	97	88	79
T2	2.40	2	2	2	3	4	7	11	14	13	16	16
T2	1.75	2	2	2	2	3	5	8	10	10	12	12
E1	4.98	-42	-27	-12	4	19	31	44	49	44	37	31
A12	1.98	-33	-21	-9	3	15	25	35	39	35	30	24
O1	7.10	-5	-1	6	21	38	54	70	82	93	96	96

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1.25	121	151.25

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτία	182	163	145	145	145	182	182	182	182	182	182

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος, Ελαφρά εργασία	70	45	2	140	90	230

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	168	151	134	134	134	151	168	168	168	168	168
Φορτίο Λανθάνον	108	97	86	86	86	97	108	108	108	108	108
Σύνολο	276	248	221	221	221	248	276	276	276	276	276

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Οθόνη Υπολογιστή μεγάλη	80	0	1	80	0	80
Οθόνη Υπολογιστή μικρή	55	0	1	55	0	55
Υπολογιστής	55	0	1	55	0	55

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	182	163	145	145	145	182	182	182	182	182	182
Άτομα (Αισθητό)	168	151	134	134	134	151	168	168	168	168	168
Άτομα (Λανθάνον)	108	97	86	86	86	97	108	108	108	108	108
Άτομα (Σύνολο)	276	248	221	221	221	248	276	276	276	276	276
Συσκευές (Αισθητό)	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (kWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	1.47	1.27	0.94	0.80	0.89	1.03	1.10	1.15	1.14	1.14	1.18
Λανθάνον	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Σύνολο	1.58	1.36	1.03	0.88	0.97	1.13	1.20	1.26	1.25	1.25	1.29

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	7.20	17.85	28.50	39.36	50.22	58.90	67.58	71.25	67.58	62.94	58.30
Λανθάνον	-34.29	-18.96	-2.53	14.28	29.85	41.64	59.44	66.97	59.44	49.92	40.73
Σύνολο	-27.09	-1.11	25.97	53.64	80.07	100.53	127.02	138.22	127.02	112.86	99.03

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 71, Λανθάνον: 67, Συνολικός όγκος αέρα: 18.15 m³/h

Συνολικά Φορτία Χώρων ανά Ώρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
	ΕΠΙΠΕΔΟ 1			ΧΩΡΟΣ 1			ΞΕΝΩΝΑΣ				
Αισθητό	0.90	0.97	1.06	1.18	1.31	1.48	1.58	1.63	1.58	1.56	1.61
Λανθάνον	0.16	0.15	0.13	0.13	0.13	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Σύνολο	1.06	1.12	1.18	1.31	1.44	1.63	1.74	1.79	1.74	1.72	1.77
	ΕΠΙΠΕΔΟ 2			ΧΩΡΟΣ 1			ΚΟΥΖΙΝΑ				

Αισθητό	4.96	4.54	3.63	3.52	3.69	3.95	4.13	4.17	4.11	4.01	3.82
Λανθάνον	0.46	0.43	0.41	0.41	0.41	0.43	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Σύνολο	5.41	4.97	4.04	3.93	4.10	4.39	4.59	4.63	4.56	4.47	4.28
ΕΠΙΠΕΔΟ 2			ΧΩΡΟΣ 2				ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ				
Αισθητό	2.27	2.66	3.06	3.40	3.74	4.12	4.44	4.42	6.27	8.15	8.81
Λανθάνον	0.32	0.29	0.26	0.26	0.26	0.29	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
Σύνολο	2.59	2.95	3.32	3.66	4.00	4.41	4.76	4.74	6.60	8.47	9.13
ΕΠΙΠΕΔΟ 3			ΧΩΡΟΣ 1				ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ - ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ				
Αισθητό	3.8	3.25	2.11	2.02	2.25	2.84	3.42	3.75	3.80	3.70	3.24
Λανθάνον	0.43	0.39	0.35	0.35	0.35	0.39	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
Σύνολο	4.23	3.64	2.46	2.36	2.60	3.23	3.85	4.18	4.23	4.13	3.67
ΕΠΙΠΕΔΟ 4			ΧΩΡΟΣ 1				ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2.2				
Αισθητό	1.47	1.27	0.94	0.80	0.89	1.03	1.10	1.15	1.14	1.14	1.18
Λανθάνον	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Σύνολο	1.58	1.36	1.03	0.88	0.97	1.13	1.20	1.26	1.25	1.25	1.29
ΕΠΙΠΕΔΟ 4			ΧΩΡΟΣ 2				ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2.5				
Αισθητό	0.62	0.64	0.66	0.70	0.75	0.84	0.89	0.91	0.90	0.91	0.98
Λανθάνον	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Σύνολο	0.73	0.73	0.74	0.79	0.83	0.94	1.00	1.02	1.01	1.02	1.09
ΕΠΙΠΕΔΟ 4			ΧΩΡΟΣ 3				ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2.6				
Αισθητό	0.69	0.73	0.77	0.85	0.92	1.05	1.13	1.16	1.15	1.17	1.31
Λανθάνον	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Σύνολο	0.80	0.83	0.86	0.93	1.01	1.14	1.24	1.27	1.25	1.28	1.42
ΕΠΙΠΕΔΟ 4			ΧΩΡΟΣ 3				ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2.4				
Αισθητό	0.61	0.77	0.97	1.26	1.48	1.69	1.75	1.74	1.67	1.65	1.66
Λανθάνον	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.1	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Σύνολο	0.72	0.87	1.06	1.35	1.56	1.79	1.86	1.84	1.78	1.76	1.77
ΕΠΙΠΕΔΟ 5			ΧΩΡΟΣ 1				ΓΡΑΦΕΙΟ 3.1				
Αισθητό	0.59	0.58	0.52	0.48	0.47	0.52	0.51	0.56	0.57	0.57	0.56
Λανθάνον	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Σύνολο	0.64	0.62	0.57	0.53	0.52	0.57	0.57	0.61	0.62	0.62	0.61
ΕΠΙΠΕΔΟ 5			ΧΩΡΟΣ 2				ΓΡΑΦΕΙΟ 3.2				
Αισθητό	0.35	0.34	0.33	0.36	0.38	0.45	0.49	0.52	0.54	0.56	0.58
Λανθάνον	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Σύνολο	0.40	0.39	0.38	0.40	0.42	0.49	0.55	0.57	0.59	0.62	0.64

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΧΩΡΙΣ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
23 ΙΟΥΛ.	18	17	16	16	17	20	21	22	24	25	26
24 ΑΥΓ.	17	16	15	15	17	19	20	22	23	24	21

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
23 ΙΟΥΛ.											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: 7	7	6	6	7	9	10	11	12	14	14
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 16	16	14	15	16	18	19	20	22	23	24
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -1	-0	-0	0	0	1	1	1	1	1	1
ΣΥΝΟΛΟ	: 18	17	16	17	19	21	23	24	26	27	27
24 ΑΥΓ.											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: 6	5	5	5	7	8	9	10	12	12	10
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 15	14	13	14	15	17	19	20	21	22	19
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -1	-0	-0	0	0	0	1	1	1	1	0
ΣΥΝΟΛΟ	: 16	15	15	16	18	20	22	23	25	25	22

ΦΟΡΤΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ (KW)

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: -0	-0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	: 1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 2											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: 2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	: 5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 3											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: 1	2	2	3	3	3	4	4	6	7	8
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 2	3	3	3	4	4	4	4	6	8	9
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	: 3	3	3	4	4	5	5	5	7	9	9
23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 4											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: 2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 4	3	2	2	2	3	3	4	4	4	3
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	: 4	4	3	3	3	4	4	5	5	4	4
23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 5											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: -0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	: 1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 6											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: 1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1

ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	: 2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 7											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	: 1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: -0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	: 1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 2											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: 2	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 5	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	: 5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4

24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 3

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: 1	2	2	3	3	3	3	4	6	7	5
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 2	2	3	3	3	4	4	5	7	8	6
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	: 2	3	3	3	4	4	5	5	7	8	7

24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 4

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: 2	1	0	1	1	1	2	2	2	2	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 4	2	2	2	2	3	3	4	4	3	3
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	: 4	3	2	2	3	3	4	4	4	4	3

24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 5

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: -0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 1	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	: 1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3

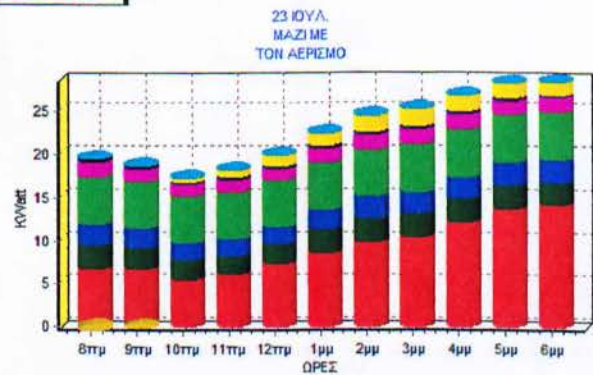
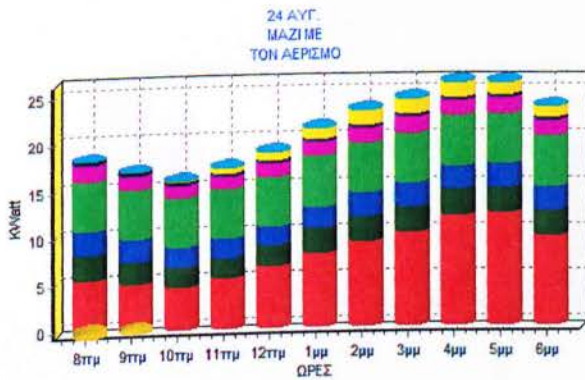
24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 6

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

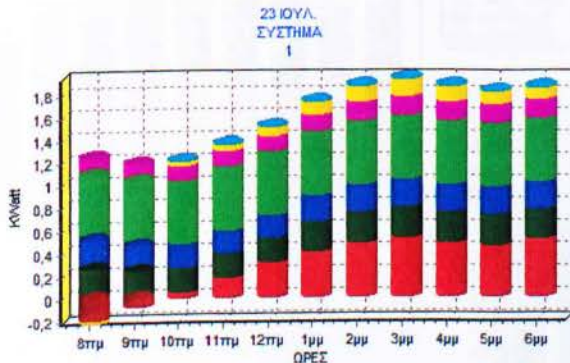
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: 1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											

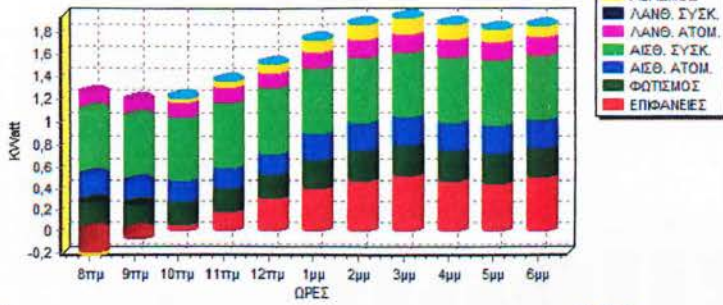
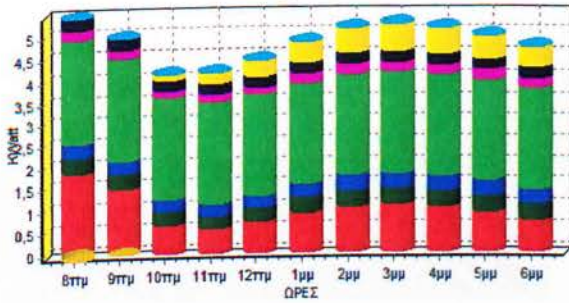
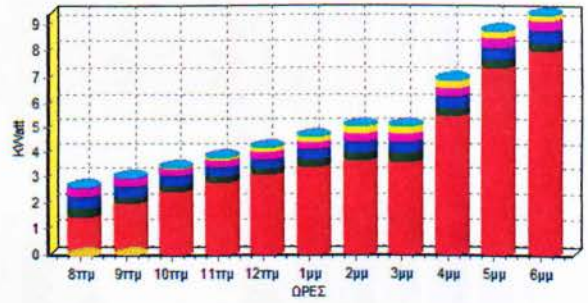
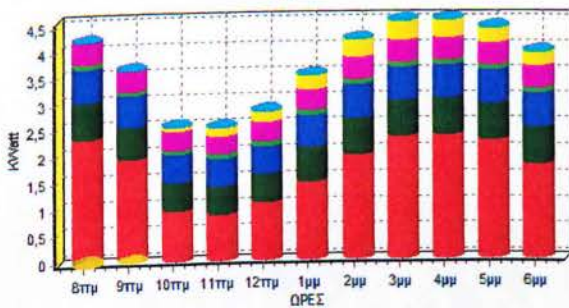
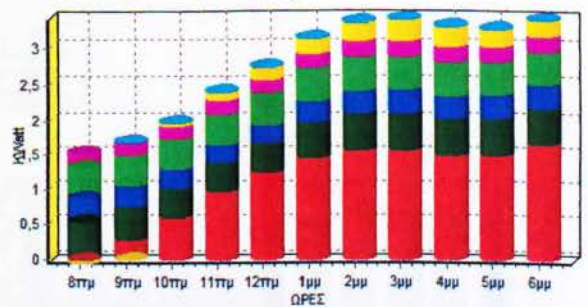
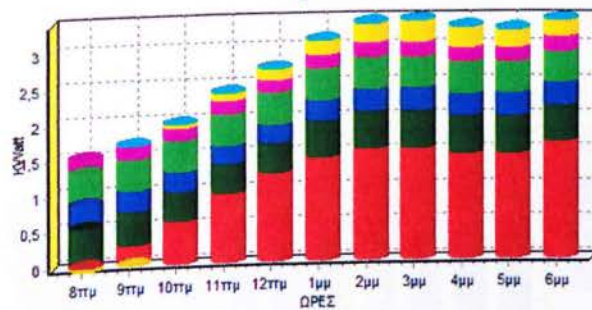
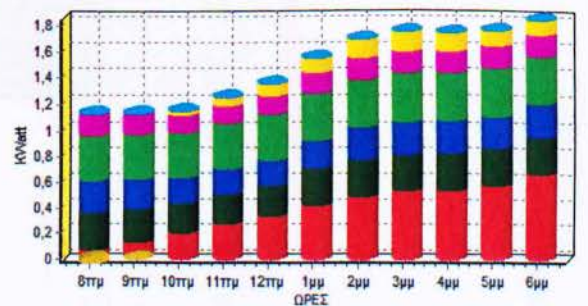
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	: 2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2
24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 7											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	: 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	: 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	: -0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	: 1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2

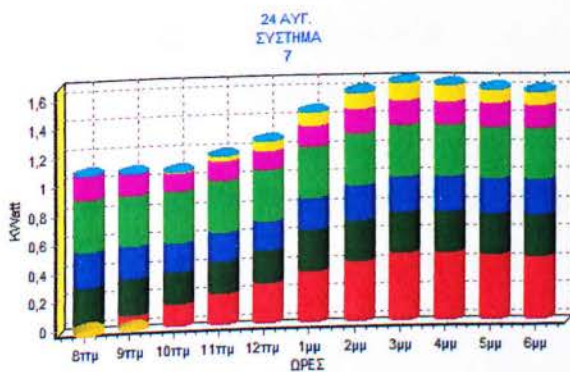
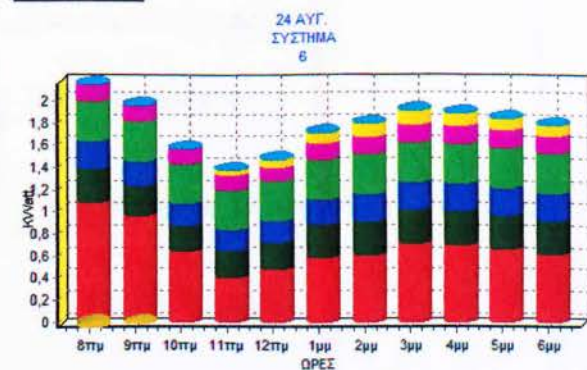
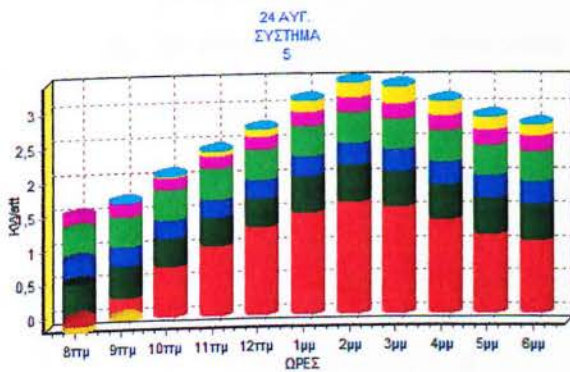
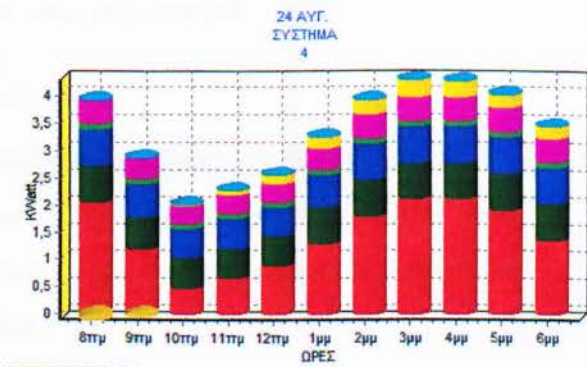
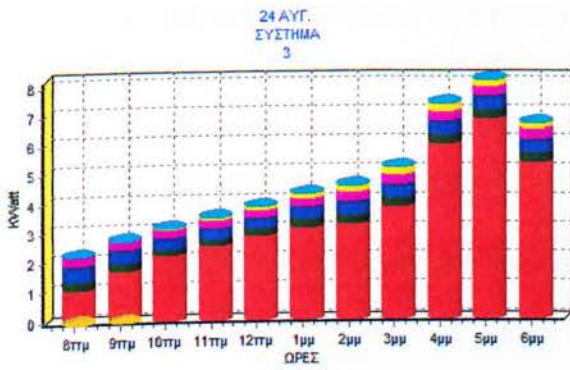
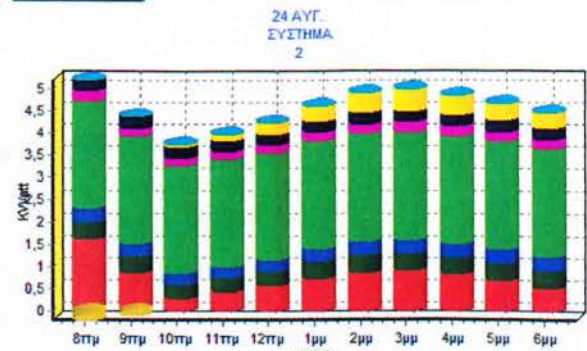
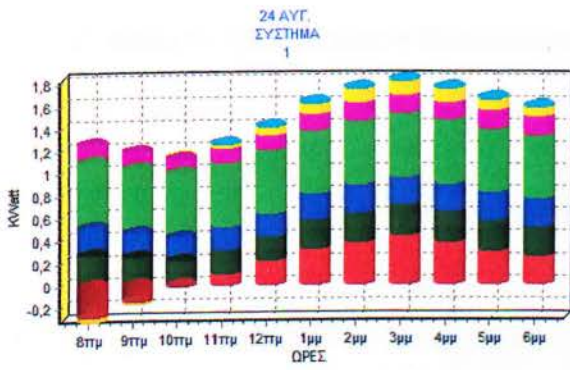
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΑΕΡΙΣΜΟ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ



23 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
123 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
223 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
323 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
423 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
523 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
523 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
7



12. ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

12.1. Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με το πρότυπο, ενώ ακόμα χρησιμοποιήθηκαν και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- α. Πρότυπο EN 1264 2001
- β. Erlaeterungen zur DIN 4701/83, mit Beispielen, Werner-Verlag
- γ. Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik,
- δ. Rietschel, Raiss, Heiz und Klimatechnik, Springer-Verlag
- ε. Θέρμανση δαπέδου με ζεστό νερό στα κτίρια, Μ. Παπαδόπουλος (ΤΕΕ)
- στ. Εγχειρίδιο για τον Μηχανικό θερμάνσεων Garms/Pfeifer (ΤΕΕ)

12.2. Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών

- A. Ακολουθείται η μέθοδος της μη σταθερής και ίδιας για όλα τα κυκλώματα θερμοκρασιακής πτώσης του νερού, η οποία είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα. Η εξισορρόπηση των τριβών στα κυκλώματα επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ρυθμιστικών βαλβίδων.
- B. Οι υπολογισμοί στα κυκλώματα γίνονται αναλυτικά με την βοήθεια των σχέσεων:

$$Q = \frac{\pi \times D^2}{4} V \text{ (εξίσωση συνέχειας)}$$

$$J = \frac{\Delta h}{L} = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2 \times g} \text{ (εξίσωση Darcy)}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \times \left(\frac{k}{3.7 \times D} + \frac{2.51}{Re \times \sqrt{\lambda}} \right) \text{ (εξίσωση Colebrook)}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} \text{ (αριθμός Reynolds), όπου}$$

- Q: Παροχή σε m³/h
- D: Εσωτερική διάμετρος σε m
- V: Μέση ταχύτητα σε m/s
- J: Απώλειες πίεσης ανά μονάδα μήκους σε m/m
- Δh: Απώλειες πίεσης σε m
- L: Μήκος αγωγού σε m

- λ : Συντελεστής τριβής
- k : Απόλυτη τραχύτητα σωλήνα σε mm
- Re : Αριθμός Reynolds
- v : Ιξώδες νερού σε m^2/sec

Γ. Οι υπολογισμοί των μεγεθών των κυκλωμάτων δαπεδοθέρμανσης γίνονται με τη βοήθεια των σχέσεων:

$$q_{fb} = Q_n / A_{fb}, t_{fb} = \left(q_{fb} / a_{ges} \right) + t_1, R_A = d_a + \left(\frac{2}{m} \times ar \cosh z \right)$$

$$z = \frac{2}{3 \times \left(a_c / k_c \right) \times (t_{db} - t_1) + 2 \times K_b \times (t_1 - t_a) - (t_h - t_1)}$$

$$m = 0.45 \times v \times (k_b + k_c) / \lambda_b \times d_a$$

$$K_b = \frac{k_b}{k_b + k_c}, K_c = \frac{k_c}{k_b + k_c},$$

$$l = \frac{100}{(R_A \times 100)} \times A_{fb}$$

$$q_{de} = (t_h - t_a) \times k_b, \quad \text{όπου}$$

- q_{fb} : Πυκνότητα θερμороής προς τα πάνω (W/m^2)
- Q_n : Θερμικό φορτίο χωρίς απώλειες δαπέδου (W)
- A_{fb} : Επιφάνεια δαπέδου (m^2)
- t_{fb} : Μέση θερμοκρασία επιφανείας δαπέδου ($^{\circ}C$)
- a_{ges} : Συντ. μετάβασης θερμότητας για θερμάνσεις επιφανειών ($W / m^2 K$)
- l : Μήκος του σωλήνα στο κύκλωμα (m)
- d_a : Διάμετρος σωλήνα (m)
- a_c : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την κάτω ακμή του σωλήνα έως την πάνω πλευρά του δαπέδου ($W / m^2 K$)
- k_c : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την πάνω ακμή του σωλήνα έως την πάνω πλευρά του δαπέδου ($W / m^2 K$)

- k_b : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την κάτω ακμή του σωλήνα έως την κάτω πλευρά του δαπέδου ($W / m^2 K$)
- t_a : Θερμοκρασία χώρου κάτωθεν θερμαινόμενου ($^{\circ}C$)
- t_h : Θερμοκρασία θερμαντικού μέσου ($^{\circ}C$)
- t_i : Θερμοκρασία χώρου ($^{\circ}C$)
- λ_b : Συντ. θερμοαγωγιμότητας του υλικού μεταξύ των σωλήνων ($W/ m K$)
- R_A : Απόσταση σωλήνων (m)

Δ. Οι τριβές στα εξαρτήματα (γωνίες, ταφ, κρουνοί κλπ) κάθε κυκλώματος δικτύου υπολογίζονται με την σχέση:

$$J = \frac{1}{2} \times \Sigma \zeta \times \rho \times V^2, \quad \text{όπου}$$

- $\Sigma \zeta$: Συνολική αντίσταση των εξαρτημάτων του κλάδου
- ρ : Πυκνότητα νερού

12.3. Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών στα κυκλώματα και τις κεντρικές στήλες παρουσιάζονται σε πίνακα, οι στήλες του οποίου αντιστοιχούν στα παρακάτω μεγέθη:

- Αριθμός Κυκλώματος
- Μήκος Σωλήνα Κυκλώματος (m)
- Συνολικό Μήκος (m)
- Φορτίο Κυκλώματος (Mcal/h ή w)
- Πτώση Θερμοκρασίας ($^{\circ}C$)
- Παροχή Νερού (m^3/h)
- Διάμετρος Σωλήνα (mm)
- Ταχύτητα Νερού (m/s)
- Τριβές Εξαρτημάτων (mΥΣ)
- Στραγγαλισμός (mΥΣ)
- Τριβές Σωληνώσεων (mΥΣ)
- Ολική Τριβή (mΥΣ)

1. Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε κύκλωμα κάποιας στήλης και συμβολίζεται με τον α/α της στήλης και του κυκλώματος, παρεμβάλλοντας τελεία "." (πχ. 1.2 σημαίνει στήλη 1, κύκλωμα 2).
2. Οι κεντρικές στήλες συμβολίζονται απλά με έναν α/α, πχ. 1 για την στήλη 1, 2 για την στήλη 2 κ.ο.κ.
3. Τμήματα σωλήνων που συνδέουν δύο στήλες δίνονται με τους αριθμούς των στηλών παρεμβάλλοντας παύλα (-), πχ.1-2.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών των κυκλωμάτων παρουσιάζονται σε πίνακα, οι στήλες του οποίου αντιστοιχούν στα παρακάτω μεγέθη:

- Χώρος που θερμαίνεται
- Φορτίο χώρου
- Επιφάνεια δαπέδου (m^2).
- Θερμοκρασία χώρου ($^{\circ}C$).
- Θερμοκρασία κάτω χώρου ($^{\circ}C$).
- Συντελεστής θερμοπερατότητας πάνω (w/m^2K)
- Συντελεστής θερμοπερατότητας κάτω (w/m^2K)
- Πυκνότητα θερμοροής ($Mcal/hm^2$)
- Θερμοκρασία επιφάνειας δαπέδου ($^{\circ}C$)
- Υπολειπόμενη θερμική ισχύς ($Mcal/h$)
- Απόσταση σωλήνων RA (cm)
- Πυκνότητα θερμοροής προς τα κάτω ($Mcal/hm^2$)

Στοιχεία Δικτύου

Θερμοκρασία Νερού Προσαγωγής ($^{\circ}C$)	50
Τύπος Σωλήνων Κεντρικής Στήλης	Χαλκοσωλήνας κεντρικής θέρμανσης
Τραχύτητα Σωλήνων Κεντρικής Στήλης (μm)	1.5
Τύπος Σωλήνων Κυκλωμάτων	Πλαστικός
Τραχύτητα Σωλήνων Κυκλωμάτων (μm)	6
Απόσταση Σωλήνων στα Κυκλώματα RA (cm)	20
ΣΖ Εξαρτημάτων Κεντρικών Σωλήνων	1.5
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου	4
Σύστημα Μονάδων	KWatt

Γεωδαιτικό ύψος κτιρίου σε σχέση με το επίπεδο της θάλασσας	153
Αναλυτικός υπολογισμός περιεχόμενου νερού	1

Επίπεδο: 1 Υπολογισμοί Σωληνώσεων Ενδοδαπέδιας Κεντρικής Θέρμανσης

Αριθμός Κυκλώματος	Μήκος Σωλήνα στο Κύκλωμα (m)	Μήκ. Σωλ. Πρ. & Επιστ. στο Κύκλωμα (m)	Μήκος Σωλήνα (m)	Φορτίο Κυκλώμ. (KWatt)	Πτώση Θερμοκρασίας °C	Παροχή Νερού m ³ /h	Διάμετρος Σωλήνα mm	Ταχύτητα Νερού m/s	Τριβές Εξαρτ. mΥΣ	Στρα γγαλ. mΥΣ	Τριβές Σωλήνων mΥΣ	Ολικές Τριβές mΥΣ
1.1	44.00	10.0	54.00	1.009	11.81	0.074	Φ17	0.154	0.007	3.534	0.210	3.751
1.2	8.750	6.0	14.75	0.201	11.59	0.015	Φ17	0.031	0.000	3.747	0.004	3.751
1.3	13.20	10.0	23.20	0.258	10.82	0.021	Φ17	0.043	0.001	3.740	0.011	3.751
1.4	82.00	2.0	84.00	0.956	4.071	0.202	Φ17	0.424	0.055	1.821	1.875	3.751
1			11.0	17.79		3.037	DN54	0.403	0.012		0.040	0.052

Επίπεδο: 2 Υπολογισμοί Σωληνώσεων Ενδοδαπέδιας Κεντρικής Θέρμανσης

Αριθμός Κυκλώματος	Μήκος Σωλήνα στο Κύκλωμα (m)	Μήκ. Σωλ. Πρ. & Επιστ. στο Κύκλωμα (m)	Μήκος Σωλήνα (m)	Φορτίο Κυκλώμ. (KWatt)	Πτώση Θερμοκρασίας °C	Παροχή Νερού m ³ /h	Διάμετρος Σωλήνα mm	Ταχύτητα Νερού m/s	Τριβές Εξαρτ. mΥΣ	Στρα γγαλ. mΥΣ	Τριβές Σωλήνων mΥΣ	Ολικές Τριβές mΥΣ
1.1	131.0	1.0	132.0	1.439	6.825	0.182	Φ17	0.380	0.044	1.241	2.438	3.723
1.2	53.00	9.0	62.00	0.549	9.825	0.048	Φ17	0.101	0.003	3.603	0.117	3.723
1.3	117.8		117.8	1.771	6.264	0.244	Φ17	0.510	0.080		3.643	3.723
1.4	60.00	5.0	65.00	0.553	3.254	0.147	Φ17	0.307	0.029	2.869	0.825	3.723
1.5	26.00	7.0	33.00	0.310	2.336	0.114	Φ17	0.239	0.017	3.433	0.273	3.723
1.6	20.00		20.00	0.209	9.339	0.019	Φ17	0.040	0.000	3.714	0.008	3.723
1.7	46.00		46.00	0.516	5.727	0.078	Φ17	0.163	0.008	3.519	0.196	3.723
1			6.0	15.37		2.725	DN54	0.362	0.010		0.018	0.028

Επίπεδο: 3 Υπολογισμοί Σωληνώσεων Ενδοδαπέδιας Κεντρικής Θέρμανσης

Αριθμός Κυκλώματος	Μήκος Σωλήνα στο Κύκλωμα (m)	Μήκ. Σωλ. Πρ. & Επιστ. στο Κύκλωμα (m)	Μήκος Σωλήνα (m)	Φορτίο Κυκλώμ. (kWatt)	Πτώση Θερμοκρασίας °C	Παροχή Νερού m ³ /h	Διάμετρος Σωλήνα mm	Ταχύτητα Νερού m/s	Τριβές Εξαρτ. mΥΣ	Στρα γγαλ. mΥΣ	Τριβές Σωληνών mΥΣ	Ολικές Τριβές mΥΣ
1.1	67.00	2.0	69.00	1.218	6.469	0.162	Φ17	0.340	0.035	2.595	1.046	3.676
1.2	82.00	8.0	90.00	0.941	3.977	0.204	Φ17	0.427	0.056	1.585	2.035	3.676
1.3	91.00	0.5	91.50	0.996	6.503	0.132	Φ17	0.276	0.023	2.684	0.969	3.676
1.4	68.00	4.0	72.00	0.443	2.082	0.183	Φ17	0.384	0.045	2.280	1.351	3.676
1			6.0	10.02		1.893	DN42	0.427	0.014		0.033	0.047

Επίπεδο : 4 Υπολογισμοί Σωληνώσεων Ενδοδαπέδιας Κεντρικής Θέρμανσης

Αριθμός Κυκλώματος	Μήκος Σωλήνα στο Κύκλωμα (m)	Μήκ. Σωλ. Πρ. & Επιστ. στο Κύκλωμα (m)	Μήκος Σωλήνα (m)	Φορτίο Κυκλώμ. (kWatt)	Πτώση Θερμοκρασίας °C	Παροχή Νερού m ³ /h	Διάμετρος Σωλήνα mm	Ταχύτητα Νερού m/s	Τριβές Εξαρτ. mΥΣ	Στρα γγαλ. mΥΣ	Τριβές Σωληνών mΥΣ	Ολικές Τριβές mΥΣ
1.1	103.0	3.0	106.0	1.097	7.429	0.127	Φ17	0.266	0.022	2.551	1.056	3.628
1.2	29.67	5.0	34.67	0.611	11.34	0.046	Φ17	0.097	0.003	3.564	0.062	3.628
1.3	63.33	2.0	65.33	0.931	6.453	0.124	Φ17	0.260	0.021	2.983	0.624	3.628
1.4	93.33	6.0	99.33	1.389	5.797	0.207	Φ17	0.432	0.057	1.273	2.298	3.628
1.5	34.00		34.00	0.221	1.582	0.120	Φ17	0.252	0.019	3.301	0.307	3.628
1.6	55.00		55.00	0.636	3.007	0.182	Φ17	0.382	0.045	2.561	1.022	3.628
1.7	44.00	16.0	60.00	0.277	3.523	0.068	Φ17	0.142	0.006	3.420	0.202	3.628
1.8	40.00	21.0	61.00	0.254	2.863	0.076	Φ17	0.160	0.008	3.368	0.252	3.628
1.9	19.67	15.0	34.67	0.473	3.471	0.117	Φ17	0.246	0.019	3.309	0.300	3.628
1.10	28.00	22.0	50.00	0.536	3.193	0.145	Φ17	0.303	0.028	2.978	0.622	3.628
1			6.0	6.425		1.212	DN35	0.394	0.012		0.036	0.048

Επίπεδο : 1 Υπολογισμοί Μεγεθών Κυκλωμάτων Ενδο. Κεντρικής Θέρμανσης

Αριθμός Κυκλώματος	Θερμοκρασιακός Χώρος	Φορτίο Χώρου (KWatt)	Επιφάνεια διαπέδου (m ²)	Θερμοκρασία Χώρου	Θερμ. Χ. Κάτ. Θερμ. (°C)	Συντ. Θερ. Αντ. πρ. Πάνω m ² /W	Συντ. Θερ. πρ. ΚάτωW/m ² K	Πυκν. Θ/ροής (KWatt/m ²)	Μέση Θ. Επ. Διαπ. °C	Υπολ. Θερ. ισχ. (KWatt)	Απόστ. Σωλ. RA (cm)	Πυκν. Θ. Πρ. Κάτω (KWatt/m ²)
1.1	1.1	0.911	17.60	20	20	0.15	0.45	0.052	25.11		40	0.006
1.2	1.2	0.182	3.5	20	20	0.15	0.45	0.052	25.14		40	0.006
1.3	1.4	0.233	3.3	20	20	0.15	0.45	0.071	26.78		25	0.008
1.4	1.3	0.864	8.2	20	20	0.15	0.45	0.105	29.64		10	0.011

Επίπεδο : 2 Υπολογισμοί Μεγεθών Κυκλωμάτων Ενδ. Κεντρικής Θέρμανσης

Αριθμός Κυκλώματος	Θερμοκρασιακός Χώρος	Φορτίο Χώρου (KWatt)	Επιφάνεια διαπέδου (m ²)	Θερμοκρασία Χώρου	Θερμ. Χ. Κάτ. Θερμ. (°C)	Συντ. Θερ. Αντ. πρ. Πάνω m ² /W	Συντ. Θερ. πρ. ΚάτωW/m ² K	Πυκν. Θ/ροής (KWatt/m ²)	Μέση Θ. Επ. Διαπ. °C	Υπολ. Θερ. ισχ. (KWatt)	Απόστ. Σωλ. RA (cm)	Πυκν. Θ. Πρ. Κάτω (KWatt/m ²)
1.1	2.1	1.300	13.1	20	20	0.15	0.45	0.099	29.15		10	0.011
1.2	2.1	0.496	5.3	20	20	0.15	0.45	0.094	28.69		10	0.010
1.3	2.2	1.600	17.67	20	20	0.15	0.45	0.091	28.45		15	0.010
1.4	2.2	0.500	4.5	20	20	0.15	0.45	0.111	30.09		7.5	0.012
1.5	2.2	0.280	2.6	20	20	0.15	0.45	0.108	29.82		10	0.011
1.6	2.3	0.189	2.0	20	20	0.15	0.45	0.095	28.77		10	0.010
1.7	2.4	0.466	4.6	20	20	0.15	0.45	0.101	29.31		10	0.011

Επίπεδο: 3 Υπολογισμοί Μεγεθών Κυκλωμάτων Ενδ. Κεντρικής Θέρμανσης

Αριθμός Κυκλώματος	Θερμοκρασιακός Χώρος	Φορτίο Χώρου (KWatt)	Επιφάνεια διαπέδου (m ²)	Θερμοκρασία Χώρου	Θερμ. Χ. Κάτ. Θερμ. (°C)	Συντ. Θερ. Αντ. πρ. Πάνω m ² /W	Συντ. Θερ. πρ. ΚάτωW/m ² K	Πυκν. Θ/ροής (KWatt/m ²)	Μέση Θ. Επ. Διαπ. °C	Υπολ. Θερ. ισχ. (KWatt)	Απόστ. Σωλ. RA (cm)	Πυκν. Θ. Πρ. Κάτω (KWatt/m ²)
1.1	3.1	1.100	13.4	20	20	0.15	0.45	0.082	27.75		20	0.009
1.2	3.1	0.850	8.2	20	20	0.15	0.45	0.104	29.50		10	0.011

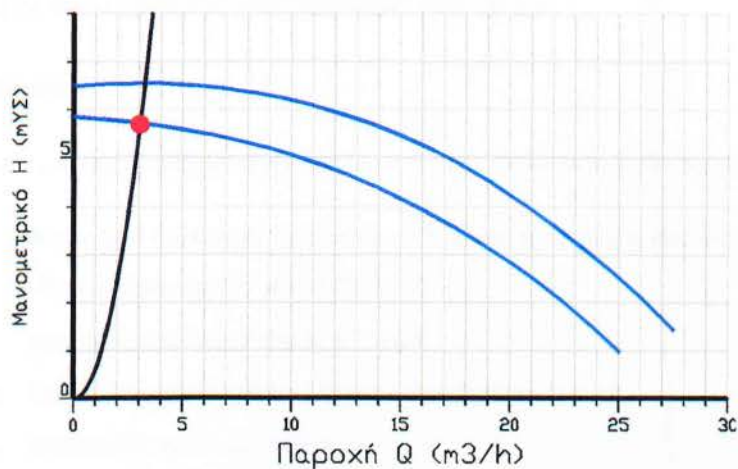
1.3	3.1	0.900	9.1	20	20	0.15	0.45	0.099	29.12	10	0.011
1.4	3.1	0.400	3.4	20	20	0.15	0.45	0.118	30.62	5	0.013

Επίπεδο: 4 Υπολογισμοί Μεγεθών Κυκλωμάτων Ενδ. Κεντρικής Θέρμανσης

Αριθμός Κυκλώματος	Θερμοκρασιακός Χώρος	Φορτίο Χώρου (KWatt)	Επιφάνεια διαπέδου (m ²)	Θερμοκρασία Χώρου	Θερμ. Χ. Κάτ. Θερμ. (°C)	Συντ. Θερ. Αντ. πρ. Πάνω m ² /W	Συντ. Θερ. πρ. ΚάτωW/m ² K	Πυκν. Θ/ροής (KWatt/m ²)	Μέση Θ. Επ. Διαπ. °C	Υπολ. Θερ. Ισχ. (KWatt)	Απόστ. Σώλ. RA (cm)	Πυκν. Θ. Πρ. Κάτω (KWatt/m ²)
1.1	4.1	0.991	10.3	20	20	0.15	0.45	0.096	28.91	10	0.010	
1.2	4.2	0.552	8.9	20	20	0.15	0.45	0.062	26.03	30	0.007	
1.3	4.3	0.841	9.5	20	20	0.15	0.45	0.089	28.28	15	0.009	
1.4	4.4	1.255	14.0	20	20	0.15	0.45	0.090	28.37	15	0.010	
1.5	4.5	0.200	1.7	20	20	0.15	0.45	0.118	30.62	5	0.013	
1.6	4.6	0.575	5.5	20	20	0.15	0.45	0.105	29.57	10	0.011	
1.7	4.7	0.250	2.2	20	20	0.15	0.45	0.114	30.30	5	0.012	
1.8	4.8	0.230	2.0	20	20	0.15	0.45	0.115	30.41	5	0.012	
1.9	5.1	0.427	5.9	20	20	0.15	0.45	0.072	26.93	30	0.008	
1.10	5.2	0.484	5.6	20	20	0.15	0.45	0.086	28.11	20	0.009	

Υπολογισμός Κυκλοφορητή

Επιλογή Κυκλοφορητή	
Παροχή Νερού (m ³ /h)	3.037
Τριβές Δικτύου	3.803
Τριβές Λέβητα (~0.1)	0.03
Τριβές Διόδου (~0.25)	0.25
Τριβές Βαλβίδας Αντεπιστροφής (~0.2)	0.2
Λοιπές Τριβές	1.4
Μανομετρικό Ύψος Μ.Υ.Σ.	5.683
Τύπος Κυκλοφορητή που Επιλέγεται	WILO TOP-S 50/7
Μέγεθος	226x280x304 (mm)
Παροχή	27.5 m ³ /h
Μανομετρικό Ύψος	6.5 ΜΥΣ
Ισχύς Κινητήρα	350 W
Ηλεκτρικά Δεδομένα	1.25A - 400V - 2700n



Υπολογισμός Ασφαλιστικού

Επιλογή Κλειστού Δοχείου Διαστολής	
Θερμοκρασία Προσαγωγής Νερού t_v (°C)	50
Θερμοκρασία Επιστροφής Νερού t_r (°C)	44.14225
Μέση Θερμοκρασία Λειτουργίας $t_m=(t_v+t_r)/2$ (°C)	47.07112
Στατική Πίεση Εγκατάστασης P_A (bar)	1.0
Τελική Πίεση Εγκατάστασης $P_E=P_A+0.7$ (bar)	1.7
Συντελεστής Διαστολής A_f	0.0121
Συντελεστής Προσαύξησης Περιεχόμενου Νερού (%)	20
Περιεχόμενο Νερό στο Σύστημα V_s (l)	388.49
Η Διαστολή του Νερού είναι $V_A = A_f \times V_s$ (l)	4.70
Ελάχιστος Όγκος Δοχείου Διαστολής $V_N=(P_E+1) \times V_A / (P_E - P_A)$ (l)	18.13
Εκλέγεται Κλειστό Δοχείο Διαστολής	REFLEX 25 N
Χωρητικότητα Δοχείου Διαστολής (l)	25lt/3.00bar

13. ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ FAN COILS

13.1. Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη βασίζεται στην Ashrae και στην ακόλουθη βιβλιογραφία:

- α. Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik
- β. VDI Kuehlstregeln, VDI 2078
- γ. Αερισμός και Κλιματισμός Κ. Λέφα
- δ. Carrier Handbook of Air Conditioning System Design
- ε. ASHRAE Handbook of Systems
- στ. ASHRAE Handbook of Equipment

13.2. Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών

Η επιλογή διατομής σωλήνα σε κάποιο τμήμα δικτύου γίνεται δεδομένης της παροχής και με περιορισμό για την ταχύτητα. Ειδικότερα, οι υπολογισμοί γίνονται με βάση τα παρακάτω:

- A.** Οι παροχές στα τμήματα που καταλήγουν σε μονάδες Fan Coils καθορίζονται από την απόδοση των Fan Coils σύμφωνα με τους πίνακες ή τα διαγράμματα του κατασκευαστή, για τις αντίστοιχες συνθήκες θερμοκρασιών περιβάλλοντος, νερού κλπ. Η διατομή του σωλήνα θα επιλεγεί με βάση την παροχή για την δυσμενέστερη ώρα (δηλαδή την μέγιστη παροχή).
- B.** Οι παροχές αθροίζονται στους κόμβους (διακλαδώσεις) του δικτύου.
- Γ.** Οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς είναι:

$$Q = \frac{\pi \times D^2}{4} \times V \quad (\text{Εξίσωση συνέχειας})$$

$$J = \frac{\Delta h}{L} = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (\text{Εξίσωση Darcy})$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}} \right) \quad (\text{Εξίσωση Reynolds}) \quad \text{όπου:}$$

- Q: Παροχή σε m³/h
- D: Εσωτερική διάμετρος σε m

- V: Μέση ταχύτητα σε m/s
- J: Απώλειες πίεσης ανά μονάδα μήκους σε m/m
- Δh: Απώλειες πίεσης σε m
- L: Μήκος αγωγού σε m
- λ: Συντελεστής τριβής
- κ: Απόλυτη τραχύτητα σωλήνα σε mm
- Re: Αριθμός Reynolds
- v: Ιξώδες νερού σε m²/sec

Δ. Οι τριβές στα εξαρτήματα (γωνίες, ταυ, κρουνοί κλπ) κάθε τμήματος του δικτύου υπολογίζονται με την σχέση:

$$J = \frac{1}{2} \sum \zeta \times \rho \times V^2 \quad \text{όπου:}$$

- Σζ: Συνολική αντίσταση των εξαρτημάτων του κλάδου
- ρ: Πυκνότητα νερού

Η πτώση πίεσης μέσα σε κάθε μονάδα FCU, υπολογίζεται αναλυτικά, με βάση την χαρακτηριστική του αντίσταση ζ που δίνει ο κατασκευαστής και την παραπάνω σχέση.

13.3. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών του δικτύου παρουσιάζονται σε πίνακα, οι στήλες του οποίου αντιστοιχούν στα παρακάτω μεγέθη της μορφής:

- i. Τμήμα δικτύου
- ii. Μήκος τμήματος (m)
- iii. Φορτίο FCU (Kcal/h ή w ή Kbtu/h)
- iv. Διαφορά Θερμοκρασίας Δt (°C)
- v. Παροχή Νερού (m³/h)
- vi. Διάμετρος Σωλήνα (mm)

- vii. Ταχύτητα Νερού (m/s)
- viii. Συνολική αντίσταση εξαρτημάτων ΣΖ
- ix. Τριβή Εξαρτημάτων (mΥΣ)
- x. Τριβή Σωληνώσεων (mΥΣ)
- xi. Ολική Τριβή Τμήματος (mΥΣ)

Κάθε τμήμα δικτύου συμβολίζεται με την αρίθμηση των κόμβων του παρεμβάλλοντας τελεία (.) πχ. 1.2 το τμήμα ανάμεσα στους κόμβους 1 και 2.

1. περίπτωση κλασσικού δικτύου: τα μήκη των σωλήνων είναι διπλάσια (περιλαμβάνουν και τις επιστροφές) και τα εξαρτήματα διπλά.
2. περίπτωση αντεπιστροφής (reverse return): παρουσιάζεται το δίκτυο της προσαγωγής κανονικά και της επιστροφής χωριστά. Στα τμήματα επιστροφής αντί για τελείες παρεμβάλλονται παύλες (πχ. τμήμα 4-7).

Στοιχεία Δικτύου

Θερμοκρασία Νερού (°C)	7
Διαφορά Θερμοκρασίας Μονάδων FC (°C)	5
Τύπος Κύριου Σωλήνα	Χαλκοσωλήνας Ευθύγραμμος
Συντ. Τραχύτητας Κύριου Σωλήνα (μm)	1.5
Τύπος Δευτερεύοντος Σωλήνα	Χαλκοσωλήνας Ευθύγραμμος
Συντ. Τραχύτητας Δευτερεύοντος Σωλήνα (μm)	1.5
Σύστημα Μονάδων	KWatt
Αναλυτικός υπολογισμός περιεχόμενου νερού	1

Υπολογισμού Σωληνώσεων Fan Coils

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Σωλήνα (m)	Φαράδιο FC (KWatt)	Διαφορά Θερμοκρασ. (°C)	Παροχή Νερού (m ³ /h)	Τύπος Σωλήνα	Διάμ. Σωλήνα (mm)	Ταχ. Νερού (m/s)	ΣΖ Εξάρτημ.	Τριβ. ΕΣ/FC (mΥΣ)	Τριβές Σωλην. (mΥΣ)	Ολικές Τριβές (mΥΣ)
1.2	7.0			5.232	K	DN50	0.740	9.200	0.257	0.093	0.350
2.3	1.0	1.975	4.24	0.402	K	DN15	0.555	3.600	1.499	0.034	1.532

2.4	12.0			4.830	K	DN50	0.683	2.600	0.062	0.139	0.201
4.5	12.0	5.367	4.92	0.940	K	DN20	0.831	6.600	0.825	0.616	1.441
4.6	6.0			3.890	K	DN40	0.905			0.155	0.155
6.7	3.0			2.570	K	DN32	0.888	6.000	0.241	0.096	0.337
7.8	10.0	9.401	4.971	1.630	K	DN25	0.923	6.600	0.287	0.466	0.752
7.9	9.0	4.651	4.265	0.940	K	DN20	0.831	6.600	0.825	0.462	1.286
6.10	6.0			1.320	K	DN25	0.747			0.193	0.193
10.11	8.0	3.581	5.98	0.516	K	DN15	0.713	6.600	1.365	0.417	1.782
10.12	6.0			0.804	K	DN20	0.711			0.234	0.234
12.13	10.0			0.804	K	DN20	0.711	2.600	0.067	0.390	0.457
13.14	12.0	2.228	4.78	0.402	K	DN15	0.555	6.600	0.720	0.406	1.125
13.15	7.0	1.862	3.99	0.402	K	DN15	0.556	3.600	1.504	0.237	1.741

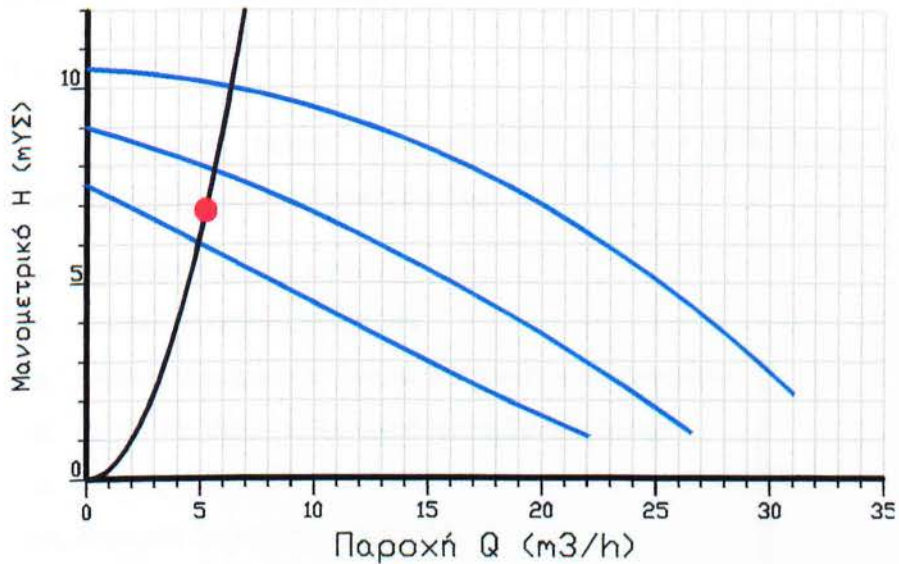
Υπολογισμού Μονάδων Fan Coils

Τμήμα Δικτύου	Κλιματ. Χώρος	Αισθ. Φορτ. Χώρου (KWatt)	Λανθ.ν Φορτ. Χώρου (KWatt)	Θερμ. Εισ. Νερού (°C)	Διαφορά Θερμοκρ. (°C)	Παροχή Νερού (m ³ /h)	Είδος Μονάδας FC	Ταχύτητα Ανεμιστήρα FC	Αποδ. Αισθ. Φορτίο (KWatt)	Αποδ. Λανθ. Φορτίο (KWatt)
1.2						5.232				
2.3	1.1	1.724	0.251	7	4.24	0.402	FCU300	2	1.986	0.795
2.4						4.830				
4.5	2.1	4.552	0.815	7	4.92	0.940	FCU800	2	4.754	1.633
4.6						3.890				
6.7						2.570				
7.8	2.2	8.966	0.435	7	4.971	1.630		2		
7.9	3.1	4.023	0.628	7	4.265	0.940	FCU800	2	4.969	1.844
6.10						1.320				
10.11	4.3	3.217	0.364	7	5.98	0.516	FCU600	2	3.644	1.232
10.12						0.804				
12.13						0.804				
13.14	5.1	2.075	0.153	7	4.78	0.402	FCU400	2	2.660	1.046
13.15	5.2	1.645	0.217	7	3.99	0.402	FCU300	2	1.998	0.839

Χώροι – Μονάδες Fan Coils

Τμήμα Δικτύου	Α/Α Επιπέδου	Α/Α Χώρου	Όνομ. Χώρου	Αισθ. Φορτ. Χώρου (KWatt)	Αισθ. ν. Φορτ. Χώρου (KWatt)	Είδος Μονάδας FC	Αποδ. Αισθ. Φορτίο (KWatt)	Αποδ. Αισθ. Φορτίο (KWatt)
2.3	1	1	ΞΕΝΩΝΑΣ	1.724	0.251	FCU300	1.986	0.795
4.5	2	1	ΚΟΥΖΙΝΑ	4.552	0.815	FCU800	4.754	1.633
7.8	2	2	ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	8.966	0.435			
7.9	3	1	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ-ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	4.023	0.628	FCU800	4.969	1.844
10.11	4	3	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2.6	3.217	0.364	FCU600	3.644	1.232
13.14	5	1	ΓΡΑΦΕΙΟ 3.1	2.075	0.153	FCU400	2.660	1.046
13.15	5	2	ΓΡΑΦΕΙΟ 3.2	1.645	0.217	FCU300	1.998	0.839

Α/Α Κυκλοφορητή	1
Παροχή Νερού Q (m ³ /h)	5.232
Δυσμενέστερος Κλάδος	1..15
Τριβές Δικτύου (mΥΣ)	3.331
Συντελεστής C (C=ΔP/Q ²) Τριβών Ψυκτικού Συγκροτήματος (mΥΣ)/(m ³ /h) ²	0.070
Συντελεστής C (C=ΔP/Q ²) Τριβών Τριόδου (mΥΣ)/(m ³ /h) ²	0.005
Συντελεστής C (C=ΔP/Q ²) Τριβών Βαλβίδας Αντεπιστροφής (mΥΣ)/(m ³ /h) ²	0.004
Συντελεστής C (C=ΔP/Q ²) Υπόλοιπων Τριβών (mΥΣ)/(m ³ /h) ²	0.05
Μανομετρικό Υ (mΥΣ)	6.862223
Τύπος Αντλίας που Επιλέγεται	WILO TOP-S 50/10
Μέγεθος	230x280x310 (mm)
Παροχή	31 m ³ /h
Μανομετρικό Υψος	10.4 ΜΥΣ
Ισχύς Κινητήρα	450 W
Ηλεκτρικά Δεδομένα	1.75A - 400V - 2600n



Υπολογισμός Ασφαλιστικού

Επιλογή Κλειστού Δοχείου Διαστολής	
Θερμοκρασία Προσαγωγής Νερού t_n (°C)	7
Θερμοκρασία Επιστροφής Νερού t_r (°C)	12
Μέση Θερμοκρασία Λειτουργίας $t_m = (t_n+t_r)/2$ (°C)	9.5
Στατική Πίεση Εγκατάστασης P_A (bar)	1.5
Τελική Πίεση Εγκατ. $P_E = P_A + 0.7$ (bar)	2.2
Συντελεστής Διαστολής A_f	0.0004
Περιεχόμενο Νερό στο Σύστημα V_s (l)	200.45
Η Διαστολή του Νερού είναι $V_A = A_f \times V_s$ (l)	0.08
Ελάχιστος Όγκος Δοχείου Διαστολής $V_N = (P_E+1) \times V_A / (P_E - P_A)$ (l)	0.37
Επιλέγεται Κλειστό Δοχείο Διαστολής	REFLEX 25 N
Χωρητικότητα Δοχείου Διαστολής (l)	25lt/3bar
Άλλα Χαρακτηριστικά	

14. ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

14.1. Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία Ashrae, χρησιμοποιώντας και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- α. ASHRAE Handbook of Fundamentals
- β. ASHRAE Handbook of Systems
- γ. ASHRAE Standards for Natural and Mechanical Ventilation
- δ. Carrier Handbook of Air Conditioning System Design
- ε. Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik,
- στ. Αερισμός και Κλιματισμός Κ. Λέφα

14.2. Παραδοχές & Κανόνες Υπολογισμών

- A. Οι υπολογισμοί βασίζονται εναλλακτικά στις ακόλουθες μεθοδολογίες:
 - Ίσων Ταχυτήτων (ίση ταχύτητα αέρα σε κάθε τμήμα του δικτύου).
 - Ίσων Τριβών (equal friction) στην οποία οι τριβές του αέρα ανά μονάδα μήκους είναι σταθερές και το δίκτυο όσο πιο συμμετρικό γίνεται
 - Ανάκτησης της στατικής πίεσης, όπου η εκλογή των διαστάσεων σε ένα κλάδο γίνεται έτσι, ώστε η αύξηση της στατικής πίεσης (ανάκτηση εξαιτίας μείωσης στην ταχύτητα) σε κάθε κόμβο ή στόμιο να αντισταθμίζει ακριβώς την απώλεια τριβής στο αμέσως επόμενο τμήμα της διαδρομής.
- B. Ο υπολογισμός της παροχής του αέρα στον αεραγωγό υπολογίζεται εναλλακτικά:

1. είτε με βάση την προσεγγιστική σχέση:

$$P = \frac{Q_f}{0.29 \times \Delta t} \quad \text{όπου:}$$

- P: Παροχή Αέρα (m³/h)
- Qf: Αισθητό φορτίο χώρου (Kcal/h, w, ή Kbtu/h)

– Δt: Διαφορά θερμοκρασίας αέρα προσαγωγής με αέρα επιστροφής (του χώρου)

2. είτε με αναλυτικούς ψυχομετρικούς υπολογισμούς, από τους οποίους προκύπτει το P με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια.

Γ. Οι απώλειες τριβών δικτύου αεραγωγών οφείλονται:

1. Στις απώλειες τριβών του υλικού των αεραγωγών:

$$\Delta\rho = \lambda \frac{l \times \rho}{d \times 2} w^2 \text{ σε } N/m^2$$

2. Στις απώλειες τριβών λόγω εξαρτημάτων (γωνίες, ταφ κλπ)

$$Z = \frac{\rho}{2} \times z \times w^2 \text{ σε } N/m^2 \text{ όπου:}$$

- λ: Συντελεστής Τριβής
- ρ: Πυκνότητα Αέρα (kg/m^3)
- d: Διατομή Αγωγού (m^2)
- w: Ταχύτητα Αέρα (σε m/s)
- ζ: Συντελεστής τριβής Εξαρτήματος

Δ. Η Ισοδύναμη Διάμετρος κυκλικού αγωγού d προκύπτει από την σχέση:

$$d = 1.3 \times \frac{(ab)^{0.625}}{(a+b)^{0.625}} \text{ όπου } a, b \text{ οι διαστάσεις ορθογώνιου αγωγού.}$$

Ε. Ο θόρυβος των στομών υπολογίζεται από την προσεγγιστική σχέση (Hubert):

$$L = 10 + 10/g_F + 30/g_\zeta + 60/g_u \text{ σε } dB, \text{ όπου:}$$

- F: Επιφάνεια στομίου (m^2)
- ζ: Συντελεστής αντίστασης
- u: Ταχύτητα αέρα (m/s)

ΣΤ. Τα Βεληνεκή των στομών προσδιορίζονται από την σχέση:

$$L = \sigma \times \sqrt{u} \times vF, \text{ όπου:}$$

- F: Επιφάνεια στομίου (m^2)
- u: ταχύτητα αέρα (m/s)

$\sigma = 2 \text{ B}/(m1\nu m)$ χαρακτηριστικός συντελεστής του στομίου, που βρίσκεται από τα διαγράμματα των κατασκευαστών.

14.3. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών του δικτύου παρουσιάζονται σε πίνακα, οι στήλες του οποίου αντιστοιχούν στα παρακάτω μεγέθη:

- Τμήμα Δικτύου
 - Μήκος Αγωγού (m)
 - Παροχή Αέρα (m^3/h)
 - Είδος Αγωγού (ορθογωνικός, κυκλικός)
 - Πλάτος Αγωγού (ή Διάμετρος) (mm)
 - Ύψος Αγωγού (mm)
 - Ταχύτητα Αέρα (m/s)
 - Τριβή ανά m (mmΥΣ)
 - Αντίσταση Σζ Εξαρτημάτων
 - Τριβή Εξαρτημάτων (mmΥΣ)
 - Τριβή Αγωγού (mmΥΣ)
 - Ολική Τριβή (mmΥΣ)
- i. Κάθε τμήμα του δικτύου προσαγωγής συμβολίζεται με την αρίθμηση των κόμβων του παρεμβάλλοντας τελεία (.) πχ. 1.2.
 - ii. Κάθε τμήμα του δικτύου απαγωγής συμβολίζεται με την αρίθμηση των κόμβων του παρεμβάλλοντας παύλα (-) πχ. 3-4.

Στον πίνακα υπολογισμού των στομιών εμφανίζονται σε στήλες τα παρακάτω μεγέθη:

- Τμήμα Δικτύου
- Κλιματιζόμενος χώρος
- Φορτίο Χώρου (Mcal/h, w, kbtu/h)

- Παροχή Αέρα (m^3/h)
- Είδος Στομίου
- Πλάτος Στομίου (mm)
- Ύψος Στομίου (mm)
- Θόρυβος Στομίου (dB)
- Βεληνεκές

Στοιχεία Δικτύου

Θερμοκρασία Αέρα Προσαγωγής (°C)	16
Επιθυμητή Θερμοκρασία Χώρων (°C)	25
Υλικό Αεραγωγών	Λαμαρίνα
Συντελεστής Τραχύτητας Αεραγωγών (μm)	150
Υλικό Δευτερευόντων Αεραγωγών	Εύκαμπτος
Συντελεστής Τραχύτητας Δευτερευόντων Αεραγωγών (μm)	4600
Σύστημα Μονάδων	Mcal/h
Τρόπος Υπολογισμού	Ισες Πιέσεις

Υπολογισμός Δικτύου Αεραγωγών

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Αγωγού (m)	Παροχή Αέρα (m^3/h)	Τύπος Αεραγωγού	Είδος Αεραγωγού	Πλάτος Αεραγ. (mm)	Ύψος Αεραγ. (mm)	Ταχυτ. Αέρα (m/s)	Τριβή ανά m (mmΥ/m)	Σξ. Εξαρτημάτων	Z Στομίου	Τριβές Εξαφτ. (mmΥΣ)	Τριβές Αγωγίων (mmΥΣ)	Ολική Τριβή (mmΥΣ)
1.2		385.0	Δ	ΚΥΚ.	250.0		2.18	0.06		9.91	0.57	0.00	0.57
1-2		385.0	Δ	ΚΥΚ.	250.0		2.18	0.06		6.49	0.56	0.00	0.56
1.3		900.0	Δ	ΚΥΚ.	300.0		3.54	0.11		9.91	0.42	0.00	0.42
1-3		900.0	Δ	ΚΥΚ.	300.0		3.54	0.11		6.49	0.43	0.00	0.43
1.4		859.5	Δ	ΚΥΚ.	300.0		3.38	0.10		9.91	0.38	0.00	0.38
1.5		859.5	Δ	ΚΥΚ.	300.0		3.38	0.10		9.91	0.38	0.00	0.38
1-4		859.5	Δ	ΚΥΚ.	300.0		3.38	0.10		6.49	0.47	0.00	0.47
1-5		859.5	Δ	ΚΥΚ.	300.0		3.38	0.10		6.49	0.47	0.00	0.47

1.6	900.0	Δ	ΚΥΚ.	300.0		3.54	0.11	9.91	0.42	0.00	0.42
1-6	900.0	Δ	ΚΥΚ.	300.0		3.54	0.11	6.49	0.43	0.00	0.43
1.7	178.6	Δ	ΚΥΚ.	150	250	2.81	0.19	9.91	0.74	0.00	0.74
1.8	178.6	Δ	ΚΥΚ.	150	250	2.81	0.19	9.91	0.74	0.00	0.74
1.9	178.6	Δ	ΚΥΚ.	150	250	2.81	0.19	9.91	0.74	0.00	0.74
1-7	357.2	Δ	ΚΥΚ.	200	250	3.16	0.16	6.49	0.61	0.00	0.61
1-8	178.6	Δ	ΚΥΚ.	150	250	2.81	0.19	6.49	0.70	0.00	0.70
1.10	385.0	Δ	ΚΥΚ.	250.0		2.18	0.06	9.91	0.57	0.00	0.57
1-10	385.0	Δ	ΚΥΚ.	250.0		2.18	0.06	6.49	0.56	0.00	0.56
1.11	385.0	Δ	ΚΥΚ.	250.0		2.18	0.06	9.91	0.57	0.00	0.57
1-11	385.0	Δ	ΚΥΚ.	250.0		2.18	0.06	6.49	0.56	0.00	0.56

Υπολογισμοί Στομών Αεραγωγών

Τμήμα Δικτύου	Κλιματ. Χώρος	Φορτίο Χώρου (Mcal/h)	Παροχή Αέρα (m ³ /h)	Τύπος Στομίου	Μήκος Στομίου (mm)	Πλάτος Στομίου (mm)	Θόρυβος Στομίου (dB)	Βεληνεκές Α Στομίου (m)	Βεληνεκές Β Στομίου (m)
1.2			385.0	OK4	550.0	200.0	29.57	5.52	
1-2			385.0	TE	450.0	200.0	28.40	0.00	
1.3			900.0	OK4	750.0	400.0	29.91	7.81	
1-3			900.0	TE	600.0	400.0	29.23	0.00	
1.4			859.5	OK4	750.0	400.0	28.71	7.46	
1.5			859.5	OK4	750.0	400.0	28.71	7.46	
1-4			859.5	TE	550.0	400.0	29.92	0.00	
1-5			859.5	TE	550.0	400.0	29.92	0.00	
1.6			900.0	OK4	750.0	400.0	29.91	7.81	
1-6			900.0	TE	600.0	400.0	29.23	0.00	
1.7			178.6	OK4	300.0	150.0	28.96	4.00	
1.8			178.6	OK4	300.0	150.0	28.96	4.00	
1.9			178.6	OK4	300.0	150.0	28.96	4.00	
1-7			357.2	TE	400.0	200.0	29.01	0.00	
1-8			178.6	TE	250.0	150.0	27.40	0.00	
1.10			385.0	OK4	550.0	200.0	29.57	5.52	
1-10			385.0	TE	450.0	200.0	28.40	0.00	
1.11			385.0	OK4	550.0	200.0	29.57	5.52	
1-11			385.0	TE	450.0	200.0	28.40	0.00	

Χώροι – Στόμα Αεραγωγών

Τμήμα	A/A	A/A	Ονομασία	Τύπος	Μήκος	Πλάτος
-------	-----	-----	----------	-------	-------	--------

Δικτύου	Επιπέδου	Χώρου	Χώρου	Στομίου	Στομίου (mm)	Στομίου (mm)
1.2				OK4	550.0	200.0
1-2				TE	450.0	200.0
1.3				OK4	750.0	400.0
1-3				TE	600.0	400.0
1.4				OK4	750.0	400.0
1.5				OK4	750.0	400.0
1-4				TE	550.0	400.0
1-5				TE	550.0	400.0
1.6				OK4	750.0	400.0
1-6				TE	600.0	400.0
1.7				OK4	300.0	150.0
1.8				OK4	300.0	150.0
1.9				OK4	300.0	150.0
1-7				TE	400.0	200.0
1-8				TE	250.0	150.0
1.10				OK4	550.0	200.0
1-10				TE	450.0	200.0
1.11				OK4	550.0	200.0
1-11				TE	450.0	200.0

15. ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΖΕΣΤΩΝ ΝΕΡΩΝ ΧΡΗΣΗΣ

Ο ΕΛΟΤ EN 15316.03.01 ορίζει ενδεικτικές τιμές ΕΕ απαίτησης ζεστού νερού. Ανα άτομο με μέση ζήτηση 50lt, πλυντήριο ρούχων 30lt, πλυντήριο πιάτων 20lt. Για να υπολογίσουμε την ετήσια απαίτηση για τα ζεστά νερά χρήσης θα χρησιμοποιήσουμε το παρακάτω τύπο:

$$Q = m \times \frac{\rho \times c}{3600} \times \Delta t, \text{ όπου}$$

- Q: Απαιτούμενη ποσότητα θερμότητας σε kW
- m: Μάζα νερού, l/ημέρα
- c: Ειδική θερμότητα νερού (=4,18 kJ/kgK)
- Δt αύξηση της θερμοκρασίας

Μέση θερμοκρασία δικτύου νερού (°C) για την Αθήνα σύμφωνα με ΕΛΟΤ 1291^[24]

1 ^{ος}	2 ^{ος}	3 ^{ος}	4 ^{ος}	5 ^{ος}	6 ^{ος}	7 ^{ος}	8 ^{ος}	9 ^{ος}	10 ^{ος}	11 ^{ος}	12 ^{ος}
11,3	10,9	11,8	14,3	17,7	21,6	24,7	25,7	24,2	21,1	16,9	13,5

Η ζητούμενη ποσότητα για την οικία μας είναι: 350lt/ημέρα, η θερμοκρασία νερού του Μαΐου είναι: 17,7°C, η επιθυμητή θερμοκρασία του ζεστού νερού: 45°C, η ημερήσια ενεργειακή απαίτηση σε Z.N.X είναι:

$$Q = m \times \frac{\rho \times c}{3600} \times \Delta t = 350 \times \frac{1 \times 4,18}{3600} \times 27,3 = 11,09 \text{ kw}$$

Οπότε η ενεργειακή απαίτηση Z.N.X για τον Μάιο: $Q \times 31 \text{ days} \Rightarrow 343,92 \text{ kWh}$

Με τον ίδιο τρόπο υπολογίζονται οι ενεργειακές απαιτήσεις όλων των υπόλοιπων μηνών. Η ετήσια ενεργειακή απαίτηση ζεστών νερών χρήσης ανέρχεται στις 3.989,82 kWh.

Ενεργειακή απαίτηση Z.N.X (kWh)

1 ^{ος}	2 ^{ος}	3 ^{ος}	4 ^{ος}	5 ^{ος}	6 ^{ος}	7 ^{ος}	8 ^{ος}	9 ^{ος}	10 ^{ος}	11 ^{ος}	12 ^{ος}
424,54	401,87	418,25	374,27	343,92	285,3	255,75	243,13	253,5	301,09	291,37	396,83

16. ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

Το παρακάτω υπολογιστικό φύλλο υπολογίζει τις ωριαίες απώλειες της πισίνας (μετάβασης, αγωγιμότητας, ακτινοβολίας, εξάτμισης) καθώς και το αρχικό φορτίο αρχικής θέρμανσης σε 36 ώρες το μήνα Απρίλιο.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ				ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ		
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΙΣΙΝΑΣ ΤΡΙΓΩΝΙΚΟΥ ΣΧΗΜΑΤΟΣ				ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		
Βάση 1 ^η τριγώνου	5,99	m	Απώλειες λόγω θερμοκρασίας διαφοράς νερού και περιβάλλοντος			
Βάση 2 ^η τριγώνου	4,68	m	$Q_{\mu} = k\alpha \times (\theta_{\text{επιθ}} - \theta_{\text{π}}) \times F$	735	Kcal/h	
Ρηχό	1,2	m				
Βαθύ	2	m	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ			
Μέσο βάθος	1,8	m	Απώλειες προς το έδαφος ή προς τον περιμετρικό διάδρομο			
				$Q_{\alpha\gamma} = F_{\text{εδαφ}} \times k(\theta_{\text{επιθ}} - \theta_{\text{εδ}}) + F_{\pi} \times k(\theta_{\text{επιθ}} - \theta_{\text{εδ}})$	1.134	Kcal/h
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ						
Δυσμενέστερος μήνας	ΑΠΡΙΛΙΟΣ			ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		
Επιφάνεια πισίνας	F	14,01	m ²	Απώλειες λόγω ακτινοβολίας της θερμικής επιφάνειας του νερού		
Όγκος πισίνας	V	25	m ³	$Q_{\text{ακτνερο}} = c \times F \times (T_{\text{επιθ}}/100)^4 - (T_{\text{ο}} \times 100)^4 =$	701 Kcal/h	
Παράπλευρη επιφάνεια	F _{πσφ}	24,55	m ²			
Επιφάνεια πυθμένα	F _π	14,01	m ²	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ		
Επιθυμητός χρόνος αρχικής θέρμανσης	h	36	h	$\sigma = (25 + 19) \times U_{\text{ατν}}$	59,2	
				$W = \sigma \times (\chi'' - \chi') \times F$	10	kgf
Θερμοκρασία περιβάλλοντος	Θ _κ	15,5	°C	$Q_{\text{ελ}} = W \times r$	5.907 Kcal/h	
Επιθυμητή θερμοκρασία νερού	Θ _{επιθ}	26	°C			
Φυσική θερμοκρασία νερού	Θ _ν	14,3	°C	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΩΡΙΑΙΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ		
Θερμοκρασία εδαφους	Θ _{εδ}	17,6	°C	Δυσμενέστερης συνθήκης		
Θερμοκρασία περιμετρικής διαδρομής	Θ _{εχ}	17,6	°C	8.478 Kcal/h		
Συντελεστής θερμικής μεταβολής αέρα Ανεμο 1m/sec	K _α	5	kcal /Cm ² h	ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΑΡΧΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ		
Συντελεστής θερμικής μεταβολής τοίχου	K	3,5	kcal /Cm ² h	Θεωρούμε ότι η πισίνα θερμαίνεται το μήνα Απρίλιο με μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος		
Ταχύτητα ανέμου	U _{αν}	1,8	m/sec	Θερμοκ. περιβαλ. για τον επιθυμητό μήνα.	θ _{π=} 15,5 °C	
Συντελεστής ακτινοβολία νερού	c	5,5	kcal/hm ² Κ4	$Q = V \times (\theta_{\text{ισθ}} - \theta_{\text{π}})/h$	7.355 Kcal/h	
				ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ		
Απόλυτη θερμοκρασία θερμικής επιφάνειας νερού σε °Κ	T _{επιθ}	298	°Κ	Συνολικές ωριαίες απώλειες * 0,55		
				12.017 Kcal/h		
				ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ		
				$W_{\text{εναλλάκτη}} = 1,2 \times Q_{\text{ολ}}$		
				14.421 Kcal/h		
				ΕΠΙΛΟΓΗ ΛΕΒΗΤΑ		
Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης	r	580	kcal/h	$Q_{\text{λέβητα}} = 1,25 \times W_{\text{εναλλάκτη}}$		
				18.026 Kcal/h		
Απόλυτη υγρασία	χ''	0,0203				
	χ'	0,0081				

17. ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΟΦΕΛΟΥ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Για να υπολογίσουμε το ενεργειακό όφελος του ηλιακού μας συστήματος θα πρέπει να υπολογίσουμε την ενέργεια που μας αποφέρει.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΟΙΧΕΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΦΙΛΟΘΗΣ

Στοιχεία κτιρίου	ΠΕΤΙΑ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ - ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
Παρουσίαση	Παρουσίαση
Διεύθυνση	
Γλώσσα	Ελληνικά - Ελληνικά
Εγγυητής Χωριστή	Εγγυητής - Αργείος
Συντάκτης έκθεσης	Επιχειρησιακή

Συνθήκες αναφοράς περιβάλλοντος

Επιλέξτε τοπικό ή κλιματικό δεδομένο

Ομοειδικολογικών δεδομένων

Φιλόθη Αττικής

Δεδομένα

Μονάδα	Ποσότητα αερίων αερίων	Ταυτότητα έργου	Πηγή
Τελεσίπλοιο φάτος	38.9	38.9	
Τελεσίπλοιο μέγιστο	23.7	23.7	
Υψηλότερο	107	107	NASA
Προσμετρημένο φάτος, φάτος υψόμετρο	3.1		Εξωτερικό
Προσμετρημένο φάτος, φάτος υψόμετρο	33.8		Εξωτερικό
Πάχος (διακρίσιμη θερμοκρασία κλιματικού)	13.2		NASA

Μήνας	Θερμοκρασία αέρα %	Σχετική υγρασία %	Ήλιος ανά ώρα εκπομπή kWh/m ² /hr	Ατμοσφαιρική πίεση kPa	Ταχύτητα ανέμου m/s	Θερμοκρασία εδάφους %
Ιανουάριος	4.3	70.0%	2.91	99.2	1.9	10.9
Φεβρουάριος	8.8	71.0%	3.50	99.9	2.2	11.4
Μάρτιος	11.7	68.0%	4.20	99.0	2.7	13.8
Απρίλιος	15.5	62.0%	4.90	98.8	3.8	17.0
Μάιος	20.2	58.0%	5.24	98.8	4.8	22.6
Ιούνιος	24.6	52.0%	5.45	98.8	5.8	27.3
Ιούλιος	27.0	48.0%	5.60	98.7	6.2	29.5
Αυγούστος	26.6	49.0%	5.70	98.7	6.2	29.2
Σεπτέμβριος	23.3	54.0%	5.80	98.9	5.8	26.1
Οκτώβριος	18.5	64.0%	4.40	99.3	4.8	21.3
Νοεμβρίου	14.4	73.0%	3.58	99.3	3.3	18.0
Δεκεμβρίου	11.1	73.0%	2.88	99.2	2.1	12.2
Έτησιο	17.7	62.3%	4.50	99.0	4.3	23.9
Πηγή	Εξωτερικό	Εξωτερικό	Επιλεγμένο από τον χρήστη	Εξωτερικό	Εξωτερικό	NASA



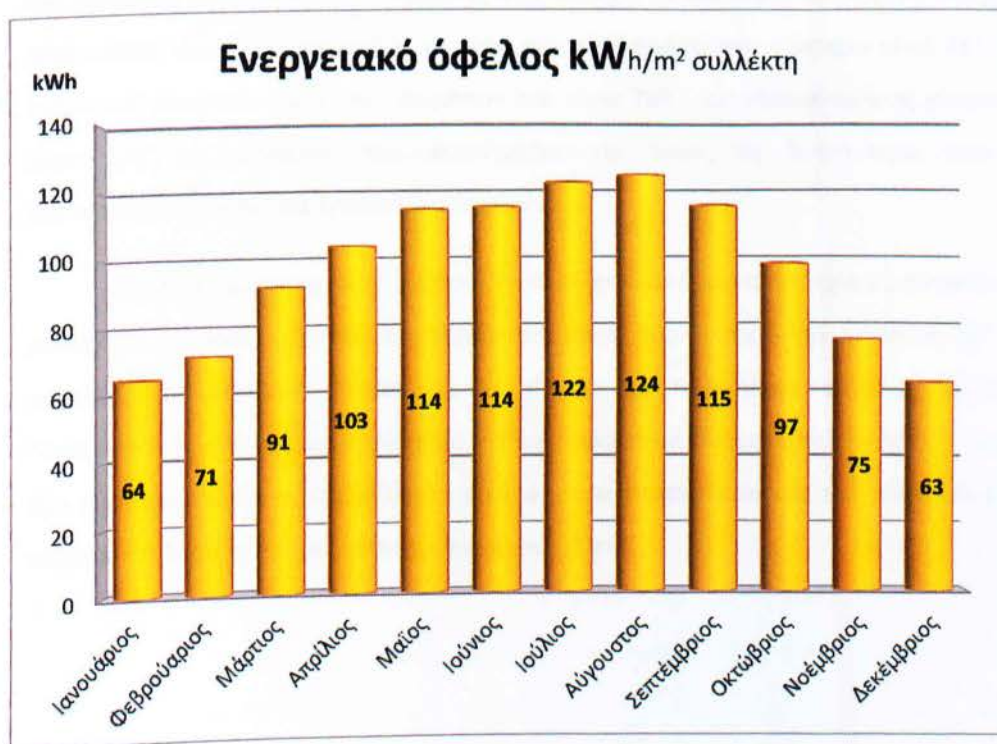
RETScreen Plus 10.0/2012

© Minister of Natural Resources Canada 1987-2012

ΠΗΓΗ: Βάση το προγράμματος της RETScreen – Υπουργείο Φυσικών Πόρων Καναδά

Ο παρακάτω πίνακας είναι κατασκευασμένος σύμφωνα με το παραπάνω πίνακα που προκύπτει από το πρόγραμμα της Ret Screen του Υπουργείου Φυσικών Πόρων του Καναδά σε συνεργασία με τη NASA.

Περίοδος	Μήνα	Ημέρες	Ηλιακή Ακτινοβολία kWh/m ²		Απολαβή Θερμότητας ανά συλλέκτη kWh/m ²
			Ανά ημέρα	Ανά μήνα	Ανά μήνα
Χειμερινοί Μήνες	Ιανουάριος	31	2,97	92,07	64,45
	Φεβρουάριος	29	3,50	101,50	71,05
	Μάρτιος	31	4,20	130,20	91,14
	Οκτώβριος	31	4,49	139,19	97,43
	Νοέμβριος	30	3,58	107,40	75,18
	Δεκέμβριος	31	2,88	89,29	62,50
	Σύνολο	183	21,62	659,57	461,699
Καλοκαιρινοί Μήνες	Απρίλιος	30	4,90	147,00	102,90
	Μάιος	31	5,24	162,44	113,71
	Ιούνιος	30	5,45	163,50	114,45
	Ιούλιος	31	5,60	173,60	121,52
	Αύγουστος	31	5,70	176,70	123,69
	Σεπτέμβριος	30	5,46	163,8	114,66
	Σύνολο	183	32,62	987,04	690,93



18. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ & ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

18.1. Εισαγωγή

Έχοντας ολοκληρώσει τις παραπάνω μελέτες είμαστε σε θέση όπου μπορούμε να επιλέξουμε και να σχεδιάσουμε το σύστημα που θα εγκαταστήσουμε στην οικία μας. Το σύστημα που θα επιλέξουμε θα πρέπει να καλύπτει όλες τις σύγχρονες ανάγκες άνεσης, να έχουμε οικονομικά οφέλη και να σέβεται το περιβάλλον.

18.2. Σχεδιασμός του συστήματος

Σαν πηγή ενέργειας θα χρησιμοποιήσουμε μια αντλία θερμότητας ισχύος 32kW και με βαθμό απόδοσης $COP \approx 4,5$ ενώ σε ένα σύστημα θέρμανσης λέβητα-καυστήρα κυμαίνεται κοντά στο 92,5% καθώς σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε-20701-1/2010 δεν επιτρέπεται να είναι παρακάτω. Πέρα από το μεγάλο ετήσιο οικονομικό όφελος η αντλία θερμότητας χρησιμοποιείται και το καλοκαίρι για ψύξη – δροσισμό.

Η επιθυμητή θερμοκρασία θα διοχετεύεται στους εσωτερικούς χώρους της οικίας μας μέσω ενδοδαπέδιου συστήματος. Η επιλογή αυτή έγινε λόγω της ομοιόμορφης κατανομής θερμοκρασίας που παρέχει το σύστημα, της χαμηλότερης ενεργειακής κατανάλωσης καθώς το νερό που κυκλοφορεί στο σύστημα είναι 45°C έναντι των κοινών θερμαντικών σωμάτων που είναι 70°C, της εξοικονόμησης χώρου λόγω του μη εμφανούς του συστήματος και τέλος τη δυνατότητα τους καλοκαιρινούς μήνες για δροσισμό του χώρου.

Όλο το παραπάνω σύστημα θα υποστηρίζεται από μία συστοιχία 15 ηλιακών συλλεκτών, οι οποίοι θα τοποθετηθούν στη στέγη του σπιτιού και σε κλίση 53°, συνολικής συλλεκτικής επιφάνειας 30m² και με υδραυλική σύνδεση κατά “Tichelmann” ώστε να διασφαλίζεται η ίδια παροχή σε όλους τους συλλέκτες. Το όλο σύστημα εξοικονομεί μεγάλα ποσά ενέργειας εκμεταλεύοντας μια ενέργεια η οποία είναι δωρεάν και σε αφθονία στο περιβάλλον.

Για τα ζεστά νερά χρήσης έχει επιλεγεί ένα boiler τριπλής ενέργειας (ηλιακή ενέργεια, ηλεκτρική αντίσταση, αντλία θερμότητας) χωρητικότητας 250lt ώστε να εξασφαλίσουμε ζεστά νερά χρήσης όλο το χρόνο.

Για την ψύξη των χώρων μας θα εγκαταστήσουμε σώματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας fan coils τα οποία θα τροφοδοτούνται με νερό από την ήδη εγκατεστημένη αντλία θερμότητας. Τα fan coils θα ψύχουν τους χώρους που απαιτούνται υποστηρίζοντας το ενδοδαπέδιο σύστημα δροσισμού.

Η κολυμβητική δεξαμενή θα θερμαίνεται το μήνα Απρίλιο μέσω του εναλλάκτη πισίνας με ενέργεια από την αντλία θερμότητας υποστηριζόμενη από το ηλιακό σύστημα.

Όλα τα παραπάνω συστήματα θα ελέγχονται από ηλεκτρολογικό πίνακα με ψηφιακή αντιστάθμιση η οποία με τα κατάλληλα αισθητήρια θερμοκρασίας, τους απαραίτητους αυτοματισμούς, εξαρτήματα και τέλος τον σωστό προγραμματισμό θα αποφέρουν στο χρήστη όλα τα πλεονεκτήματα εγκατάστασης του συνδυασμού των παραπάνω συστημάτων, με σκοπό την πλήρη και σωστή λειτουργία του όλου συστήματος.

18.3. Λειτουργία του συστήματος

Θα αναλύσουμε την λειτουργία του παραπάνω συστήματος τους χειμερινούς μήνες αλλά και τους καλοκαιρινούς καθώς το σύστημα μας θα δουλεύει όλο το χρόνο.

Τους χειμερινούς μήνες το ζεστό νερό που θα παράγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες θα αποθηκεύεται σε δοχεία αδρανείας και στη συνέχεια η αντλία θερμότητας θα αυξάνει τη θερμοκρασία του νερού ώστε να τροφοδοτεί τα ζεστά νερά χρήσης μέσω του boiler αλλά και το ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης. Δηλαδή το ηλιακό σύστημα θα υποβοηθά ενεργειακά το ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης αλλά και τα ζεστά νερά χρήσης. Το μήνα Απρίλιο, όπου η θέρμανση δεν είναι απαραίτητη, το νερό που θα παράγεται από την αντλία θερμότητας υποβοηθούμενη από το ηλιακό σύστημα θα προσάγεται στην κολυμβητική δεξαμενή μέσω του εναλλάκτη της.

Τους καλοκαιρινούς μήνες που δεν απαιτείται θέρμανση το ηλιακό σύστημα θα υποβοηθά ενεργειακά τα ζεστά νερά χρήσης μέσω του boiler. Στην περίπτωση που το boiler δεν έχει την επιθυμητή θερμοκρασία για τα ζεστά νερά χρήσης θα λειτουργεί η ηλεκτρική αντίσταση ώστε να καλύψει τη διαφορά θερμοκρασίας που υπάρχει. Αυτό θα συμβαίνει σε εξαιρετικές περιπτώσεις και σε ημέρες χωρίς καθόλου ηλιοφάνεια κάτι σπάνιο για την χώρα μας. Η υπόλοιπη παραγόμενη ενέργεια από τον ήλιο θα προσάγεται στην πισίνα μέσω του εναλλάκτη πισίνας. Η αντλία θερμότητας θα αντιστρέψει το κύκλο λειτουργίας της και θα παράγει κρύο νερό και θα τροφοδοτείται από εκεί ο δροσισμός του πατώματος αλλά και τα fan coils.

Το ενδοδαπέδιο σύστημα θα είναι αυτόνομο σε κάθε επίπεδο με ρύθμιση της επιθυμητής θερμοκρασίας. Θα υπάρχει δυνατότητα απομόνωσης χώρου σε περίπτωση μη χρησιμοποίησης του. Τους χειμερινούς μήνες θα προσάγεται ζεστό νερό 35 - 50° C για την θέρμανση του δαπέδου ενώ το καλοκαίρι θα επιτυγχάνεται δροσισμός με θερμοκρασίες προσαγωγής νερού στους 14 - 16°C. Στην περίπτωση που ο ενδοδαπέδιος δροσισμός δεν ικανοποιεί το χρήστη θα υπάρχει η δυνατότητα ενεργοποίησης του fan Coil του εκάστοτε χώρου και ρύθμιση του στην επιθυμητή θερμοκρασία.

19. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Παρακάτω θα υπολογίσουμε τα συστήματα που θα εγκαταστήσουμε στην οικίας μας. Θα υπολογίσουμε επίσης και το κόστος του ευρέως γνωστού συστήματος λέβητα - καυστήρα πετρελαίου ώστε να μπορούμε να το συγκρίνουμε με αυτό της αντλίας θερμότητας και να δούμε τα οικονομικά οφέλη της. Αναλύονται το κόστος του μηχανοστασίου που είναι κοινό, των ηλιακών συλλεκτών, του ενδοδαπέδιου συστήματος, του κλιματισμού μέσω των fan coils καθώς και του εναλλάκτη της κολυμβητικής δεξαμενής.

19.1. Σύστημα Α. Λέβητας καυστήρας πετρελαίου

- Λέβητας χυτοσίδηρος ισχύος 38.000kcal/h, με στοιχεία χυτοσιδηρά μεγάλης μηχανικής αντοχής, με περιβλήματα από χαλυβδοέλασμα βαμμένα με πούδρα σε φούρνο θερμοκρασίας 200°C και μόνωση από υαλοβάμβακα.
- Καυστήρας πετρελαίου 38.000kcal/h
- Ηλεκτρομαγνητική πετρελαίου
- Φίλτρο πετρελαίου
- Δεξαμενή πετρελαίου από χαλύβδινο έλασμα ή πλαστική χωρητικότητας 2m³ και δείκτης στάθμης πετρελαίου
- Καμινάδα δύο τοιχωμάτων από ανοξείδωτο χάλυβα με ενδιάμεση μόνωση πετροβάμβακα και εσωτερική/ εξωτερική διάμετρο Φ150/200, στηρίγματα βαρέως τύπου και ανοξείδωτη απόληξη βαρέως τύπου
- Εγκατάσταση όλων των ανωτέρω
- Εγκατάσταση της σωλήνωσης πετρελαίου της δεξαμενής με το σύστημα ακροφυσίου πλήρωσης
- Ρύθμιση καυστήρα, μέτρηση καυσαερίων και βαθμού αποδόσεως και εκκίνηση του συστήματος

6.025€

19.2. Σύστημα Β. Αντλία θερμότητας

- Αερόψυκτη αντλία θερμότητας ψύξης – θέρμανσης μέγιστης θερμικής 13.400€

ισχύος 32kW διαιρούμενου τύπου με υδραυλικό κιτ με όλα τα προσυγκροτημένα υλικά υδραυλικού συστήματος

- Εγκατάσταση και υδραυλική σύνδεση της αντλίας θερμότητας
- Εγκατάσταση ψυκτικών σωληνώσεων από την αντλία θερμότητας έως την υδραυλική μονάδα

19.3. Μηχανοστάσιο

- Boiler ζεστού νερού τριπλής ενέργειας 250lt με ενισχυμένο εναλλάκτη
- Κυκλοφορητές θέρμανσης, δικτύου boiler κ.λπ.
- Κλειστά δοχεία διαστολής
- Αυτόματος πληρώσεως με μανόμετρο
- Βαλβίδες Ασφαλείας
- Θερμοστάτες, ψηφιακοί χρονοθερμοστάτες, θερμοστάτης διπλός εμφαπίσεως, υδροστάτες επαφής ασφαλείας, κ.λπ.
- Ηλεκτροβάνες επιπέδων
- Ειδική ψηφιακή αντιστάθμιση με πληθώρα προγραμμάτων
- Τρίοδη αναλογική βάννα με το σερβομοτέρ της
- Ειδικό αισθητήριο επαφής ροής νερού
- Ειδικό αισθητήριο εξωτερικού περιβάλλοντος
- Εγκατάσταση λεβητοστάσιου (εγκατάσταση και υδραυλική σύνδεση όλων των ανωτέρω μηχανημάτων, υλικών και μικροϋλικών που απαιτούνται)
- Εγκατάσταση κεντρικών σωληνώσεων της θέρμανσης
- Εγκατάσταση collector και ρυθμιστικών βανών εντός τυποποιημένων μεταλλικών ερμαρίων
- Προμήθεια και εγκατάσταση ηλεκτρικού πίνακα αυτοματισμών με τα απαραίτητα ρελλαί, ασφάλειες, διακόπτες κ.λπ.
- Ηλεκτρική σύνδεση μηχανημάτων κυκλοφορητών κ.λπ.
- Ηλεκτρική σύνδεση ηλεκτροβανών και θερμοστατών επιπέδων
- Ηλεκτρική σύνδεση συστήματος αντιστάθμισης

9.225€

19.4. Ενδοδαπέδιο σύστημα

- Θερμομόνωση με σκληρές πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης πυκνότητας 30kg/m^3 και πάχους 3cm. Περιμετρικά κάθε χώρου για τις διαστολές του συστήματος θα τοποθετηθεί ελαστικό περιθώριο από αφρώδες πολυαιθυλένιο πάχους 7mm και ύψους 15cm.
- Ειδικό μορφοστήριγμα για στήριξη των σωληνώσεων
- Θερμοελαστικός σωλήνας διαμέτρου 17x2mm από ακτινοδικτυωμένο πολυαιθυλένιο τύπου PE-XC με φράγμα οξυγόνου πέντε στρώσεων. Πλέξιμο σωλήνα σε σχήμα σαλιγκαριού για όμοια απόδοση του συστήματος σε όλη την επιφάνεια του δαπέδου
- Συλλέκτες με ρυθμιστικούς διακόπτες προσαγωγών και επιστροφών, αυτόματα εξαεριστικά και διακόπτες εκκένωσης. Δέσιμο σωλήνα με ορειχάλκινο ρακόρ ειδικής κατασκευής και υψηλής ποιότητας. Οι αναχωρήσεις και οι επιστροφές στους συλλέκτες εισάγονται με ειδικές πλαστικές καμπύλες για εξασφάλισης καμπυλότητας.
- Θερμοπετόν (γαρμπυλόδεμα) πάχους 6,5cm περιεκτικότητας 350kg τσιμέντο/ m^3 βελτιωμένο με ειδικό γαλάκτωμα (ρευστοποιητής)
- Εργασία εγκατάστασης όλων των ανωτέρω καθώς και εργασία ανάμιξης και χύτευσης του γεμίματος του δαπέδου

11.950€

19.5. Ηλιακό σύστημα βεβιασμένης κυκλοφορίας

- Δεκαπέντε (15) συλλέκτες επιλεκτικής βαφής με επίστρωση τιτανίου των 2m^2 έκαστος (συνολικής επιφάνειας 30m^2) με άθραυστο κρύσταλλο και σε κλίση 53°
- Δύο (2) Buffer χωρητικότητας 750lt έκαστο
- Εγκατάσταση και υδραυλική σύνδεση των ηλιακών συλλεκτών και των buffer με όλα τα απαραίτητα υλικά και μικροϋλικά (τρίοδες αναλογικές βάνες με σερβομοτέρ, διαφορικό θερμοστάτη, ειδικά εξαεριστικά, Solar, βάνες, ανεπίστροφες, βαλβίδες ασφαλείας, κλειστό δοχείο διαστολής,

16.850€

κυκλοφορητές, αυτόματος πληρώσεως, χάλκινοι μονωμένοι σωλήνες

- Προμήθεια, τοποθέτηση αυτοματισμών και ηλεκτρολογική σύνδεση όλων των απαραίτητων αισθητηρίων και εξαρτημάτων για την αυτοματοποίηση της λειτουργίας του συστήματος.
- Αντιψυκτικό υγρό στο κύκλωμα των ηλιακών

19.6. Εναλλάκτης κολυμβητικής δεξαμενής

- Ειδικός πλακοειδής εναλλάκτης, αντοχής σε χλωριωμένα ύδατα
- Δίκτυο σωληνώσεων από χαλκοσωλήνα από το λεβητοστάσιο έως την θέση του εναλλάκτη στο μηχανοστάσιο της πισίνας
- Κυκλοφορητής δευτερεύοντος κυκλώματος (λέβητας – εναλλάκτης), κατάλληλης παροχής και μανομετρικού (μονοφασικός)
- Υδραυλική σύνδεση όλων των ανωτέρω
- Σύστημα αυτοματισμού που περιλαμβάνει: ηλεκτροβάννα – αισθητήρια – σερβοκινητήρα 3.200€
- Ηλεκτρονικό ψηφιακό αισθητήριο αποστάσεως
- Πλήρης αυτοματισμός με ηλεκτρικό πίνακα αυτοματισμού
- Ρυθμίσεις θερμοκρασιών ύδατος πρωτεύοντος – δευτερεύοντος κυκλώματος και παράδοση του συστήματος σε λειτουργία
- Εγκατάσταση όλων των ανωτέρω

19.7. Κλιματισμός

Μονάδες fan coil

- FCU 1: $Q_{\psi}=2,34\text{KW}$, $Q_{\theta}=2,87\text{KW}$, FCU 2: $Q_{\psi}=5,50\text{KW}$, $Q_{\theta}=7,28\text{KW}$
FCU 3: $Q_{\psi}=8,29\text{KW}$, $Q_{\theta}=13,1\text{KW}$, FCU 4: $Q_{\psi}=5,50\text{KW}$, $Q_{\theta}=7,28\text{KW}$
FCU 5: $Q_{\psi}=3,00\text{KW}$, $Q_{\theta}=3,68\text{KW}$, FCU 6: $Q_{\psi}=2,34\text{KW}$, $Q_{\theta}=2,87\text{KW}$
FCU 7: $Q_{\psi}=2,34\text{KW}$, $Q_{\theta}=2,87\text{KW}$ 9.850€
- Εγκατάσταση και υδραυλική σύνδεση όλων των παραπάνω μονάδων
- Εγκατάσταση δικτύου σωληνώσεων από μονωμένες χαλκοσωλήνες

- κατάλληλων διατομών και με προσυμφωνημένες οδεύσεις από το μηχανοστάσιο στις τοπικές μονάδες κλιματισμού
- Κατασκευή και εγκατάσταση όλων των απαραίτητων αεραγωγών από γαλβανισμένη λαμαρίνα ορθογωνικής διατομής, των plenums και μεταλλικών κουτιών στομίων (προσαγωγής & επιστροφής) με εξωτερική μόνωση (φρελέν), καθώς και όλων των απαραίτητων ευκάμπτων μονωμένων αεραγωγών για την διανομή του κλιματιζόμενου αέρα στους χώρους σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης.
 - Κατασκευή και σύνδεση των μονάδων με δίκτυο αποχέτευσης συμπυκνωμάτων
 - Προμήθεια και σύνδεση όλων των απαραίτητων αυτοματισμών για την λειτουργία της αντλία θερμότητας σε ψύξη. Προμήθεια και εγκατάσταση αυτοματισμού που περιλαμβάνει αισθητήριο δρόσου στο δίκτυο σωλήνων ώστε να αποτρέπει τη δημιουργία συμπυκνωμάτων κατά το δροσισμό
 - Ηλεκτρικές συνδέσεις όλων των μηχανημάτων και των χειριστηρίων τους.

19.8. Συνολικό κόστος εγκατεστημένου συστήματος οικίας

Κόστος εγκατεστημένων συστημάτων	
Αντλία θερμότητας	13.400€
Μηχανοστάσιο	9.225€
Ενδοδαπέδιο σύστημα	11.950€
Εναλλάκτης κολυμβητικής δεξαμενής	3.200€
Κλιματισμός	9.850€
Ηλιακό σύστημα βεβιασμένης κυκλοφορίας	25.850€
Συνολικό κόστος	64.475€

20. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ

Ο παρακάτω πίνακας αποτυπώνει συνολικά τις ανάγκες ενέργειας όλης της οικίας και για όλη τη διάρκεια του χρόνου που έχουν προκύψει από τις παραπάνω μελέτες, οι οποίες υπενθυμίζουμε ότι είναι υπολογισμένες υπό τις δυσμενέστερες συνθήκες. Βάσει των ενεργειακών απαιτήσεων θα υπολογίσουμε το κόστος ενέργειας παραγόμενη με σύστημα α. Λέβητα - καυστήρα και β. Αντλία θερμότητας.

Ετήσια θερμική ενεργειακή απαίτηση	kWh
Ενδοδαπέδια θέρμανση	32.137
Ζεστά νερά χρήσης	3.989,82
Θέρμανση πισίνας	7.407,08

Για να υπολογίσουμε το ενεργειακό κόστος κάθε συστήματος θα χρησιμοποιήσουμε τους δύο παρακάτω τύπους:

1. Για σύστημα α. Λέβητα – καυστήρα πετρελαίου

$$E.K.\theta_{A'} = \frac{\text{Παραγόμενη ενέργεια}}{\text{Θερμογόνος δύναμη καυσίμου} \times \text{βαθμός απόδοσης λέβητα}} \times \text{τιμή καυσίμου}$$

$$E.K.\theta_{A'} = \frac{X \text{ (kwh)}}{\frac{11,9 \text{ kwh}}{\text{lt}} \times 92,5\%} \times 1,40 \text{ €/lt}$$

Ετήσιος βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης είναι η ενέργεια (θερμότητα) που παράγει ο λέβητας, μείον τις απώλειες των καυσαερίων (απώλεια θερμότητας από καπνοδόχο), τις θερμικές απώλειες του λέβητα (θερμότητα που εκπέμπεται από το λέβητα στο περιβάλλον), τις απώλειες από τις σωληνώσεις και τις απώλειες διακοπής λειτουργίας της εγκατάστασης. Η θερμογόνος δύναμη πετρελαίου είναι: $11,9 \text{ kwh/lt}$.

2. Για σύστημα β. Αντλία θερμότητας

$$E.K.\theta_{B'} = \frac{\text{Παραγόμενη ενέργεια}}{\text{COP αντλίας θερμότητας}} \times \text{τιμή ρεύματος} \Rightarrow E.K.\theta_{B'} = \frac{X \text{ (kwh)}}{4,54} \times 0,15\text{€}$$

Ο ετήσιος βαθμός απόδοσης της αντλίας μας για θέρμανση είναι: $COP = 4,54$.

20.1. Ενδοδαπέδιας θέρμανσης

Θα υπολογίσουμε το ετήσιο κόστος θέρμανσης με πηγή ενέργειας σύστημα α. Λέβητα – καυστήρα πετρελαίου και σύστημα β. Αντλίας θερμότητας καθώς και της συντήρησης των συστημάτων. Σύμφωνα με την μελέτη των θερμικών απωλειών της οικίας με χρήση ενδοδαπέδιου συστήματος είναι 18,9kW. Η ετήσια απαίτηση θέρμανσης (Οκτώβριος – Μάρτιος) της οικίας μας είναι 32.137kWh.

Συνθήκες Λειτουργίας			
Χώρα	Ελλάδα	Περιοχή	Φιλοθέη
Περίοδος Θέρμανσης		Εξωτερική Θερμοκρασία	
1 Οκτωβρίου – 31 Μαρτίου		Ελάχιστη: 1,6°C	Μέγιστη: 36,4°C
24ώρη, 7 μέρες την βδομάδα		Θερμοκρασία Thermo Off: 20°C	
Τιμή Πετρελαίου	1,40€/lt	Τιμή Ρεύματος	0,15€/kWh
Θερμογόνος δύναμη Πετρελαίου	11,9kWh/lt	Βαθμός Απόδοσης	COP = 4,54
Βαθμός Απόδοσης Λέβητα	92,5%	Αντλίας	

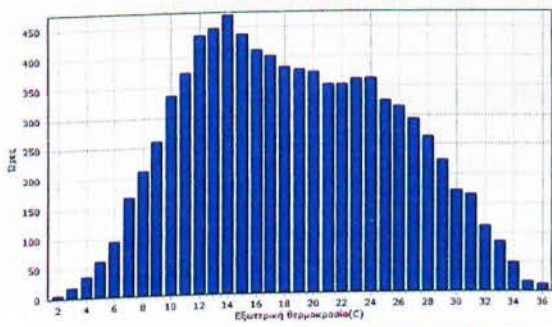
Το ετήσιο κόστος θέρμανσης για το σύστημα α και β υπολογίζεται ως εξής:

$$E. K. \theta_{\text{ΛΕΒΗΤΑΣ-ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ}} = \left(\frac{32.137}{11,9 \times 0,925} \right) \times 1,40 = 4.087,39\text{€}$$

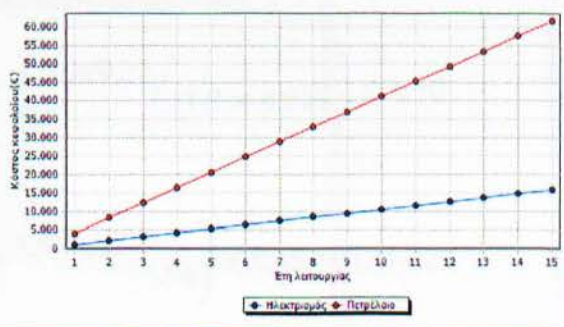
$$E. K. \theta_{\text{ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ}} = \left(\frac{32.137}{4,54} \right) \times 0,15 = 1.061,80\text{€}$$



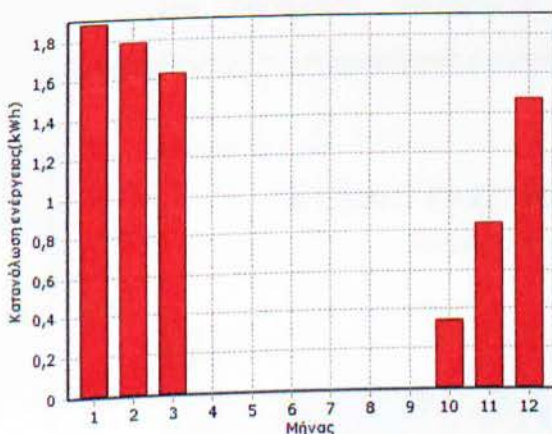
Το γράφημα που ακολουθεί αποτυπώνει το κόστος ενδοδαπέδιας θέρμανσης. Παρακάτω απεικονίζονται γραφήματα τα οποία έχουν προέλθει από το υπολογιστικό πρόγραμμα Estia της Toshiba.



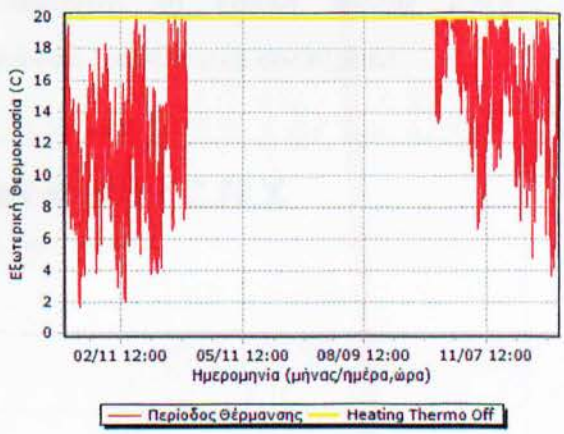
Γράφημα ετήσια συνθήκη θερμοκρασίας περιβάλλοντος



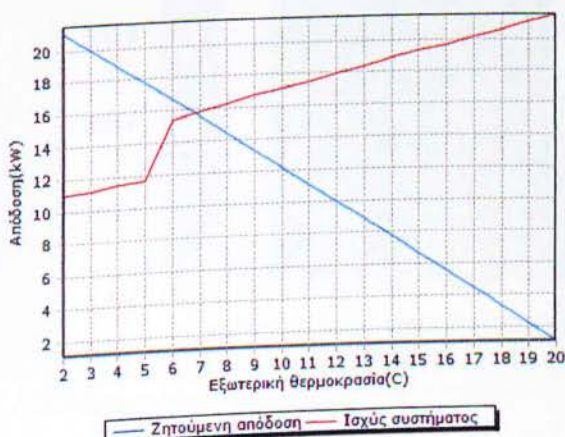
Γράφημα κόστους κεφαλαίου



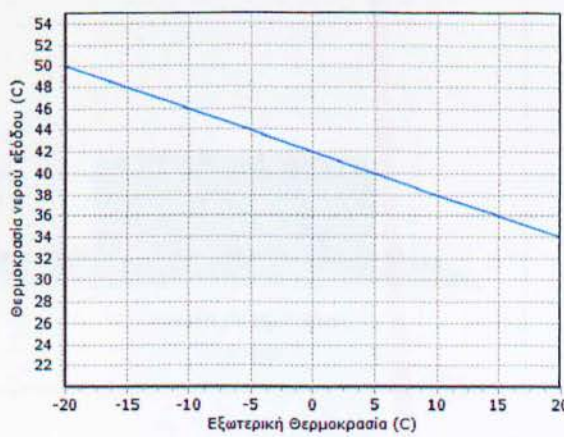
Γράφημα μηνιαίας κατανάλωσης ισχύος



Γράφημα μεταβολής ετήσιας θερμοκρασίας



Γράφημα ισχύος



Γράφημα αυτόματης καμπύλης

Πηγή: Πρόγραμμα Estia της Toshiba

Υπολογισμός Ενεργειακού Κόστους

20.2. Ζεστών νερών χρήσης

Θα υπολογίσουμε το ετήσιο κόστος ζεστών νερών χρήσης με σύστημα α. Λέβητα – καυστήρα πετρελαίου και σύστημα β. Αντλίας θερμότητας.

Σύμφωνα με την μελέτη υπολογισμού ζεστών νερών χρήσεως η ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζ.Ν.Χ της οικίας μας είναι 3.989,82kWh.

Τα ετήσια κόστη ενέργειας ΖΝ.Χ υπολογίζονται ως εξής:

$$E. K. Z. N. X_{\text{ΛΕΒΗΤΑΣ-ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ}} = \left(3.989,82 / 11,9 \times 0,925 \right) \times 1,40$$

$$= 507,45\text{€}$$

$$E. K. Z. N. X_{\text{ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ}} = \left(3.989,82 / 4,54 \right) \times 0,15 = 131,82\text{€}$$

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται το ετήσιο κόστος Ζ.Ν.Χ υπολογίζοντας την παραγόμενη ενέργεια από δύο διαφορετικά συστήματα.



20.3. Θέρμανσης κολυμβητικής δεξαμενής

Θα υπολογίσουμε το κόστος θέρμανσης της κολυμβητικής δεξαμενής το μήνα Απρίλιο με πηγή ενέργειας σύστημα Α. Λέβητα – καυστήρα πετρελαίου και σύστημα Β. Αντλίας θερμότητας.

Σύμφωνα με την μελέτη υπολογισμού θέρμανσης της κολυμβητικής δεξαμενής για τις πρώτες 36 ώρες η ενεργειακή απαίτηση θα είναι 18,41kW/h και αφού θα έχουμε επιτύχει την επιθυμητή θερμοκρασία νερού, η ενεργειακή απαίτηση θα ανέρχεται σε 9,86kW/h για την διατήρηση της θερμοκρασίας του νερού. Η συνολική ενεργειακή απαίτηση για το μήνα Απρίλιο ανέρχεται σε 7.407,08kWh.

Το ετήσιο κόστη ενέργειας θέρμανσης πισίνας υπολογίζονται ως εξής:

$$Ε.Κ.Θ ΠΙΣΙΝΑΣ_{ΛΕΒΗΤΑΣ-ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ} = \left(\frac{7.407,08}{11,9 \times 0,925} \right) \times 1,40 = 942,08\text{€}$$

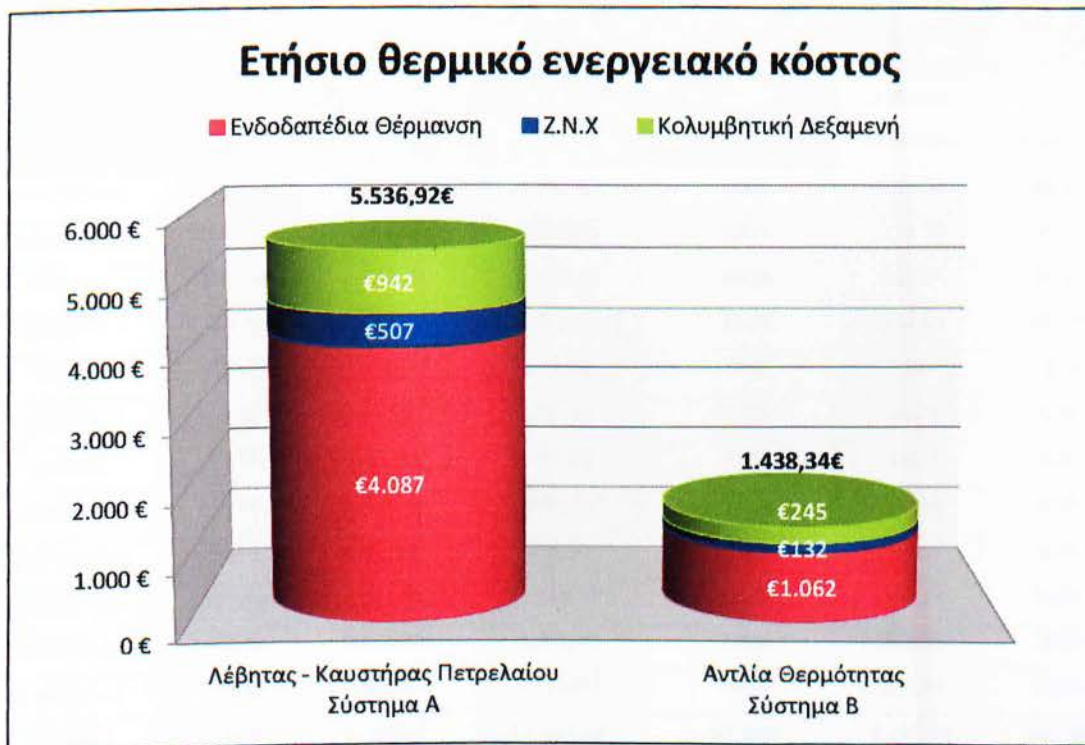
$$Ε.Κ.Θ ΠΙΣΙΝΑΣ_{ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ} = \left(\frac{7.407,08}{4,54} \right) \times 0,15 = 244,73\text{€}$$

Το υπολογιζόμενο ετήσιο κόστος θέρμανσης της πισίνας παραγόμενο από τα δύο συστήματα απεικονίζεται στο παρακάτω γράφημα.



20.4. Ετήσιου θερμικού

Στο γράφημα που ακολουθεί αποτυπώνεται το συνολικό κόστος για τη θερμική ενέργεια που απαιτεί η οικία μας έχοντας υπολογίσει παραπάνω τα κόστη για κάθε σύστημα ξεχωριστά και για την κάλυψη όλων των θερμικών απαιτήσεων.



Παρατηρούμε ότι το κόστος για το σύστημα A είναι περίπου 4 φορές υψηλότερο από αυτό του συστήματος B. Για να είμαστε ακριβής το σύστημα A είναι 384,9% πιο κοστοβόρο από το σύστημα B.

20.5. Παραγόμενης ηλιακής ενέργειας

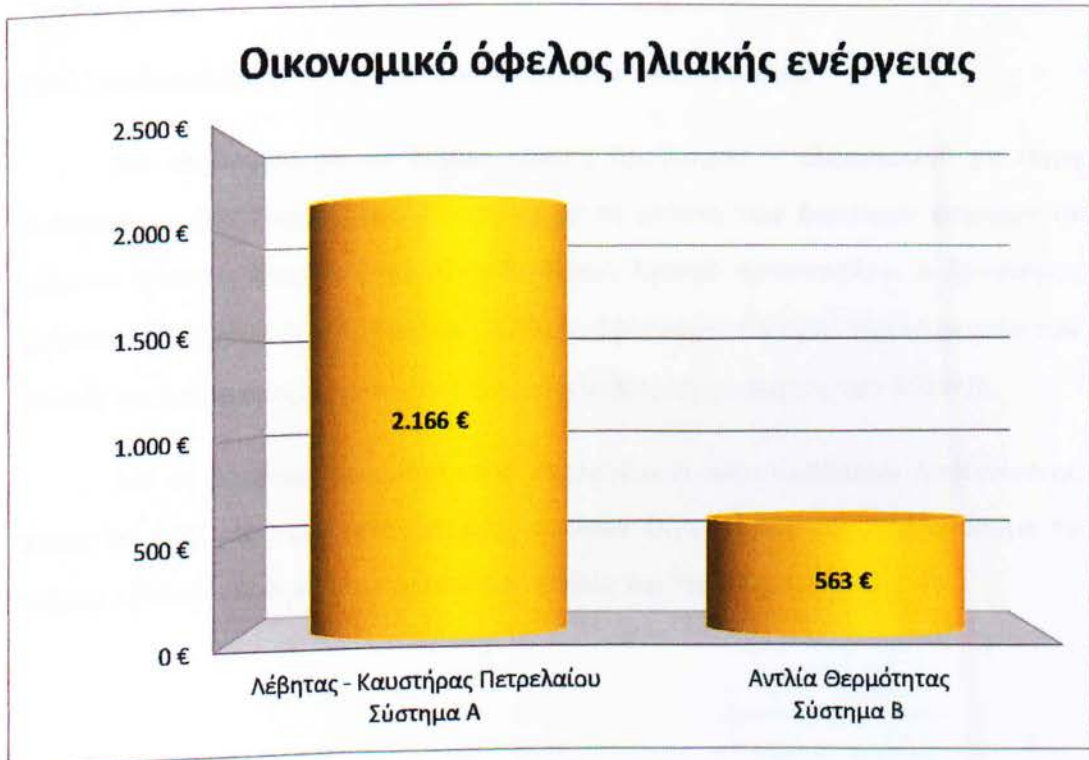
Για να υπολογίσουμε το οικονομικό όφελος του ηλιακού μας συστήματος υπολογίζουμε το ενεργειακό όφελος που μας αποφέρει η συστοιχία των 15 συλλεκτών συνολικής συλλεκτικής επιφάνειας 30m². Κατόπιν θα υπολογίζουμε το κόστος που θα παρήγαμε αυτήν την ενέργεια, μόνο όμως της εκμεταλλεύσιμης, με πηγή ενέργειας σύστημα A. Λέβητα – καυστήρα πετρελαίου και σύστημα B. Αντλίας θερμότητας. Το οικονομικό όφελος θα υπολογιστεί ανά μήνα:

$$O. O. H. E_{\text{ΛΕΒΗΤΑ-ΚΑΥΣΤΗΡΑ}} \text{ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ} = \left(\frac{1.933,50}{11,9 \times 0,925} \right) \times 1,40 = 245.91\text{€}$$

$$Ο.Ο.Η.Σ_{ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ} = \left(\frac{1.933,5}{4,54} \right) \times 0,15 = 63,88€$$

Με τον ίδιο τρόπο υπολογίζονται τα κόστη για όλους του μήνες

Μήνας	Θερμική ενεργειακή απαίτηση οικίας (kWh)	Παραγόμενη Ηλιακή Ενέργεια (kWh)	Εκμετάλλευση Ηλιακή Ενέργεια (kWh)	Ποσοστιαία εκμετάλλευση ηλιακής ενέργειας	Οικονομικό όφελος ηλιακής ενέργειας στην περίπτωση παραγωγής της με σύστημα (€)	
					Λέβητας Καυστήρας	Αντλία Θερμότητας
					Ιανουάριος	8.121,23
Φεβρουάριος	7.814,26	2.131,50	2.131,50	100%	271,10	70,42
Μάρτιος	6.935,91	2.734,20	2.734,20	100%	347,75	90,34
Απρίλιος	7.781,32	3.087,00	3.087,00	100%	392,62	101,99
Μάιος	343,92	3.411,30	343,92	10%	43,74	11,36
Ιούνιος	285,30	3.433,50	285,30	8,3%	36,29	9,43
Ιούλιος	255,75	3.645,60	255,75	7,4%	32,53	8,45
Αύγουστος	243,13	3.710,70	243,13	6,6%	30,92	8,03
Σεπτέμβριος	253,50	3.439,80	253,50	7,4%	32,24	8,38
Οκτώβριος	1.629,39	2.922,90	1.629,39	55,7%	207,24	53,83
Νοέμβριος	3.651,92	2.255,40	2.255,40	100%	286,86	74,52
Δεκέμβριος	6.218,24	1.875,00	1.875,00	100%	238,47	61,95
Σύνολο	43.533,87	34.580,4	17.027,59	57,33%	2.165,67	562,59



Το παραπάνω γράφημα απεικονίζει την παραγόμενη ηλιακή ενέργεια κατά τους χειμερινούς και καλοκαιρινούς μήνες καθώς το ποσό της εκμεταλλεύσιμης (αναρροφούμενης) παραγόμενης ηλιακής ενέργειας από το εγκατεστημένο σύστημα μας. Αποτυπώνεται ακόμα το όφελος της παραγόμενης ηλιακής ενέργειας με δύο διαφορετικά συστήματα



20.6. Υπολογισμός ετήσιου κόστους δροσισμού - κλιματισμού

Θα υπολογίσουμε το ετήσιο κόστος δροσισμού – κλιματισμού με πηγή ενέργειας αντλία θερμότητας. Σύμφωνα με τη μελέτη των ψυκτικών φορτίων τα μέγιστα ψυκτικά φορτία είναι 27kW/h. Όπως έχουμε προαναφέρει ο δροσισμός καλύπτει κατά μέσο όρο 45Watt/m², οπότε ο δροσισμός θα καλύπτει το φορτίο των 8kW/h και ο κλιματισμός μέσω των fan coils το υπόλοιπο φορτίο των 19kW/h.

Με τη βοήθεια προγράμματος υπολογισμού καταναλώσεων πασίγνωστης εταιρείας εμπορίας και εγκατάστασης αντλιών θερμότητας θα υπολογίσουμε το ετήσιο κόστος ενδοδαπέδιου δροσισμού καθώς και του κλιματισμού.

Συνθήκες Λειτουργίας			
Χώρα	Ελλάδα	Περιοχή	Φιλοθέη
Περίοδος Δροσισμού		Περίοδος Κλιματισμού	
1 Ιουνίου – 15 Σεπτεμβρίου		1 Ιουλίου – 31 Αυγούστου	
24ώρη, 7 μέρες την βδομάδα		~ 12 ώρες ανά ημέρα	
Απαίτηση ισχύς συστήματος	8,0 kW/h	Απαίτηση ισχύς συστήματος	19,0 kW/h
Ετήσια απαίτηση δροσισμού	4.454,4 kWh	Ετήσια απαίτηση κλιματισμού	5.768,0 kWh
Ετήσιο κόστος δροσισμού	161,39€	Ετήσιο κόστος κλιματισμού	208,98€
Βαθμός απόδοσης αντλίας: COP= 4,14			

Το ετήσιο κόστος δροσισμού – κλιματισμού υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Ετήσιο Κόστος Δροσισμού} = \left(\frac{4.454,4}{4,14} \right) \times 0,15 = 161,39\text{€}$$

$$\text{Ετήσιο Κόστος Κλιματισμού} = \left(\frac{5.768,0}{4,14} \right) \times 0,15 = 208,98\text{€}$$

Παρακάτω αποτυπώνεται γράφημα με το ετήσιο κόστος ενδοδαπέδιου δροσισμού και ετήσιο κόστος κλιματισμού της οικίας μας. Παρατηρούμε ότι το συνολικό κόστος σε ετήσια βάση ανέρχεται στα 370,37€.



21. Αξιολόγηση Επένδυσης

21.1 Μέθοδος κόστους στον κύκλο ζωής

Η μέθοδος που θα χρησιμοποιήσουμε για να αξιολογήσουμε την επένδυσή μας είναι η μέθοδος του κόστους του κύκλου ζωής (LCC). Είναι η ευρύτερα αποδεκτή μέθοδος για την εκτίμηση του οικονομικού όφελους των έργων εξοικονόμησης ενέργειας κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση δύο τουλάχιστον εναλλακτικών επιλογών για ένα δεδομένο έργο. Η βασική διαδικασία υπολογισμού της μεθόδου LCC είναι σχετικά απλή, αφού μ' αυτήν επιχειρείται ο καθορισμός της οικονομικής αποδοτικότητας των διάφορων εναλλακτικών λύσεων. Για κάθε εναλλακτική επιλογή υπολογίζεται τα συνολικά κόστη για όλη της διάρκεια ζωής του εκάστοτε έργου. Είναι σύνηθες στις αναλύσεις που αφορούν ενεργειακά έργα να χρησιμοποιείται ένα προεξοφλητικό επιτόκιο (θ), στο οποίο συμπεριλαμβάνονται οι επιδράσεις του πληθωρισμού και της φορολογίας οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

Το προεξοφλητικό επιτόκιο υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο: $\theta = \frac{i+\lambda}{1+\lambda}$, όπου το i είναι ο μέσος όρος των επιτοκίων 2001-2011 και λ ο ετήσιος πληθωρισμός ($i=8\%$ και $\lambda=3,4$ Πηγή: Τράπεζα της Ελλάδος). Η απλή παρούσα αξία του κόστους στον κύκλο ζωής μιας επένδυσης θα υπολογιστεί από τον τύπο: $LCC = \sum_{k=0}^N CF_k * SPPW(d, k)$, όπου: $SPPW(d, k) = (1 + \theta)^{-k}$ και CF_k οι χρηματοροές.

	1 ^η περίπτωση	2 ^η περίπτωση
	α. Λέβητας – καυστήρας πετρελαίου	β. Αντλία θερμότητας + ηλιακό σύστημα
Αρχική Επένδυση		
Κόστος Εγκατάστασης (μελέτη, προμήθεια, εγκατάσταση, σύνδεση)	15.250€	39.475€
Ετήσια Λειτουργικά Κόστη		
Κόστος Θερμικής Λειτουργίας	5.536,92€	875,75€
Κόστος Συντήρησης	80€	50€

Στην δική μας περίπτωση θα αξιολογήσουμε δύο εναλλακτικές περιπτώσεις: 1^η περίπτωση: σύστημα α. λέβητα – καυστήρα πετρελαίου και 2^η περίπτωση: σύστημα β. αντλία θερμότητας σε συνδυασμό με ηλιακό σύστημα βεβαιωμένης κυκλοφορίας. Τα υπόλοιπα συστήματα (ενδοδαπέδιο σύστημα, εναλλάκτης κολυμβητικής δεξαμενής και τα fan coils) αφορούν συστήματα προσαγωγής και όχι παραγωγής ενέργειας, άρα και δεν υπολογίζουμε.

Η διάρκεια ζωής των παραπάνω συστημάτων είναι τουλάχιστον 15 έτη. Το προεξοφλητικό επιτόκιο υπολογίζεται ως εξής: $\theta = \frac{8\%+3.4\%}{1+3.4\%} = 4,45\%$. Ο παράγοντας παρούσας αξίας απλής πληρωμής 1^{ου} έτους $SPPW_1 = (1 + 4,45\%)^{-1} = 0,957$. Η απλή παρούσα αξία του κόστους στον κύκλο ζωής του 1^{ου} έτους είναι: $LCC_1 = 15.250 + (5.616,90 \times 0,957)$. Με τον παραπάνω τρόπο υπολογίζουμε το κόστος στον κύκλο ζωής για μια 15ετία.

Έτος	1 ^η περίπτωση σύστημα α.	2 ^η περίπτωση σύστημα β.
0	15.250,00 €	39.475,00 €
1	20.627,66 €	40.361,32 €
2	25.776,27 €	41.209,89 €
3	30.705,60 €	42.022,32 €
4	35.424,96 €	42.800,14 €
5	39.943,32 €	43.544,83 €
6	44.269,23 €	44.257,81 €
7	48.410,89 €	44.940,42 €
8	52.376,14 €	45.593,95 €
9	56.172,50 €	46.219,65 €
10	59.807,17 €	46.818,69 €
11	63.287,03 €	47.392,23 €
12	66.618,67 €	47.941,33 €
13	69.808,40 €	48.467,05 €
14	72.862,28 €	48.970,37 €
15	75.786,09 €	49.452,26 €

Κόστος Κύκλου ζωής Επένδυσης σε βάθος 15ετίας

1η περίπτωση: σύστημα α. Λέβητας - καυστήρας πετρελαίου

2η περίπτωση: σύστημα β. Αντλία θερμότητας - Ηλιακό σύστημα βεβιασμένης κυκλοφορίας



Συνεπώς βλέπουμε ότι το κόστος για το 2^η περίπτωση είναι χαμηλότερο. Παρακάτω παρουσιάζεται γράφημα όπου απεικονίζεται η πορεία του κόστους του κύκλου ζωής και τις δύο περιπτώσεις.

Βλέπουμε ότι από το 6^ο έτος το κόστος της 2^{ης} περίπτωσης, όπου είναι αυτή που επιλέγουμε, είναι μικρότερο από αυτό της 1^{ης} περίπτωσης. Το 15^ο έτος η επένδυση μας στο σύστημα β. έχει αποφέρει 26.334€ σε σχέση εάν επενδύαμε στο σύστημα α. Αν αναλογιστεί κανείς ότι τα παραπάνω συστήματα έχουν το ελάχιστο 25έτη ζωής μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η επιλογής μας ήταν ορθή και η επένδυση μας θα καταστεί κερδοφόρα. Υπενθυμίζουμε ότι η αντλία θερμότητας χρησιμοποιείτε και το καλοκαίρι για δροσισμό-κλιματισμό του χώρου ενώ με το σύστημα α. θα έπρεπε να προμηθευτούμε επιπλέον μηχανήματα (Chiller).

21.2. Μέθοδος NPV (καθαρής παρούσας αξίας)

Η μέθοδος NPV βασίζεται στην απλή παραδοχή: Αν η σημερινή αξία των προβλεπόμενων καθαρών ταμειακών ροών που θα έχουμε από μια επένδυση είναι

μεγαλύτερη από το κόστος της, τότε η επένδυση πρέπει να πραγματοποιηθεί. Αν αντίθετα είναι μικρότερη, τότε πρέπει να απορριφθεί. Η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) μιας επένδυσης είναι η διαφορά μεταξύ της παρούσας αξίας των καθαρών ταμειακών ροών της επένδυσης, προεξοφλημένων στο παρόν με επιτόκιο θ και του αρχικού κεφαλαίου K_0 που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί η επένδυση σήμερα.

$$ΚΠΑ = \sum_{t=1}^n \frac{KTP_t}{(1+\theta)^t} - K_0, \text{ όπου:}$$

- K_0 είναι το αρχικό κεφάλαιο της επένδυσης
- KTP είναι η ετήσια θετική η αρνητική ταμειακή ροή του έτους $t=0, 1, 2, \dots, n$
- θ είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο

Για να αξιολογήσουμε την επένδυση μας σύμφωνα με την μέθοδο NPV θα λάβουμε υπόψη μας σαν αρχικό κεφάλαιο επένδυσης την διαφορά του κόστους εγκατάστασης των συστημάτων α , β και σαν θετική ταμειακή ροή την εξοικονόμηση του κόστους λειτουργίας του συστήματος β . έναντι του συστήματος α . Θα υπολογίσουμε την καθαρή παρούσα αξία για 15 χρόνια με επιτόκιο 4,45%. Οπότε ο τύπος θα είναι της μορφής: $NPV = \sum_{t=1}^{15} \frac{4.691,15\text{€}}{(1+4,45\%)^t} - 24.225,00\text{€}$.

$$NPV = -24.225,00\text{€} + \frac{4.691,15}{(1 + 0,0445)^1} + \frac{4.691,15}{(1 + 0,0445)^2} + \dots + \frac{4.691,15}{(1 + 0,0445)^{15}}$$

$$\Rightarrow NPV = 25.212,20\text{€}$$

Η καθαρή παρούσα αξία κάνοντας του υπολογισμούς για την 15ετία είναι θετική και στα 25.212,20€. Η επένδυση με προεξοφλητικό επιτόκιο 4,45% θεωρείται κερδοφόρα αφού όχι μόνο αποσβένει το αρχικό της κεφάλαιο αλλά παρουσιάζει κέρδος 25.212,20€.

Για να υπολογίσουμε με ποιο επιτόκιο η επένδυση μας θα ήταν στο σημείο 0 θα χρησιμοποιούσαμε τη μέθοδο του εσωτερικού βαθμού απόδοσης (IRR). Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης ορίζεται ως το προεξοφλητικό επιτόκιο που εξισώνει την παρούσα αξία των ετήσιων ταμειακών ροών μιας επένδυσης, με το αρχικό της κόστος, δηλαδή το επιτόκιο που μηδενίζει την καθαρή παρούσα αξία της

επένδυσης. Δηλαδή ο IRR φανερώνει την απόδοση μιας επένδυσης.

$$IRR: \sum_{t=1}^n \frac{KTP_t}{(1+IRR)^t} - K_o = 0$$

$$IRR = -24.225,00 + \frac{4.691,15}{(1+IRR)^1} + \frac{4.691,15}{(1+IRR)^2} + \dots + \frac{4.691,15}{(1+IRR)^{15}} = 0 \Rightarrow IRR = 17,68\%$$

Άρα αν το προεξοφλητικό επιτόκιο ήταν 17,68% η επένδυση μας θα βρισκόταν στο νεκρό σημείο (δηλαδή ούτε κέρδος, ούτε ζημία).

22. ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Για να βελτιστοποιήσουμε το υπάρχον εγκατεστημένο σύστημα στο απώτερο μέλλον, ώστε να έχουμε μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας,, υπάρχουν διάφοροι τρόποι που οφείλουμε να εξετάσουμε

22.1. Αντικατάσταση της αντλίας θερμότητας με γεωθερμική αντλία θερμότητας με κατακόρυφο κλειστό κύκλωμα γεωεναλλάκτη

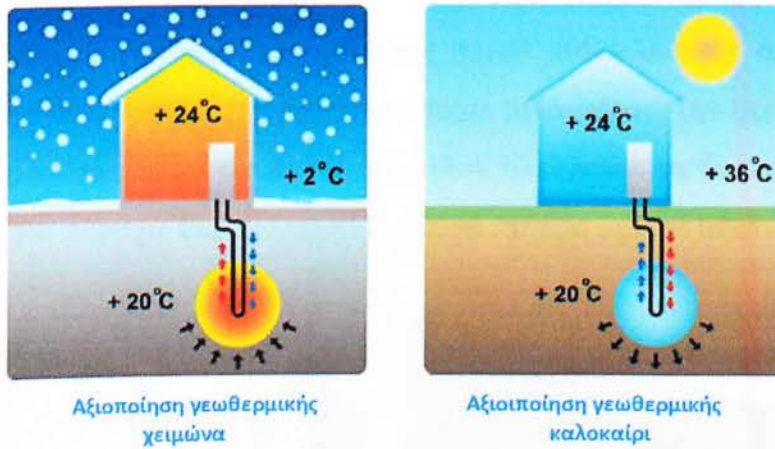
Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας αποτελούν μια τυποποιημένη, φιλική προς το περιβάλλον και αξιόπιστη τεχνολογία για θέρμανση, ψύξη και παροχή ζεστού νερού χρήσης, η οποία εμφανίζει σημαντικά οικονομικά πλεονεκτήματα. Η φιλοσοφία λειτουργίας ενός γεωθερμικού συστήματος βασίζεται στη σταθερή θερμοκρασία του εδάφους ($12-14^{\circ}\text{C}$) και του επιφανειακού ή υπόγειου υδροφόρου οριζοντα, με αποτέλεσμα τον κλιματισμό της εγκατάστασης, για θέρμανσης ή δροσισμό. Το γεωθερμικό σύστημα μεταφέρει τη θερμότητα από τον κλιματιζόμενο χώρο στην χαμηλότερη θερμοκρασία της γης.

Το χειμώνα το μίγμα νερού-γλυκόλης του εξωτερικού κυκλώματος γεωεναλλάκτη απορροφά την αποθηκευμένη ενέργεια του εδάφους και με τη



Απεικόνιση συστήματος γεωθερμίας με κατακόρυφο και οριζόντιο κύκλωμα γεωεναλλάκτη

βοήθεια της αντλίας πετυχαίνουμε θερμοκρασίες νερού 35-45°C, αρκετές για τη λειτουργία της δαπεδοθέρμανσης. Το καλοκαίρι, το σύστημα ακολουθεί την αντίστροφη διαδικασία, δηλαδή απάγει θερμότητα από το κτίριο και τη μεταφέρει στο γεωεναλλάκτη.



Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η γεωθερμική αντλία θερμότητας να έχει καλύτερο βαθμό απόδοσης (COP) από μια κοινή αντλία θερμότητας, συνεπώς πολύ χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, άρα οικονομικότερη λειτουργία.

Υπάρχουν διάφορες μορφές γεωθερμίας, οριζόντιο σύστημα, κατακόρυφο σύστημα, ανοιχτό σύστημα. Στην περίπτωση μας θα επιλέξουμε το κατακόρυφο σύστημα το οποίο τοποθετείται σε μεγαλύτερο βάθος [κλειστό κύκλωμα] και όταν ο εξωτερικός χώρος δεν επαρκεί για τη δημιουργία οριζόντιου δικτύου. Στην περίπτωση αυτή εγκαθίστανται ζευγάρια σωληνώσεων τα οποία βυθίζονται σε γεώτρηση 60-100 μέτρων για να δεσμεύσουν την ενέργεια που απαιτείται για την λειτουργία θέρμανσης και δροσισμού

22.2. Αύξηση της συνεισφοράς του ηλιακού συστήματος βεβαιωμένης κυκλοφορίας στο σύστημα θέρμανσης

Ένας άλλος τρόπος για βελτιστοποίηση του υπάρχοντος συστήματος είναι να αυξήσουμε την επιφάνεια (m²) των ηλιακών συλλεκτών έτσι ώστε να έχουμε μεγαλύτερη απολαβή θερμότητας άρα περισσότερες παραγόμενες kWh σε ημερήσια βάση. Δηλαδή αυξάνουμε την συνεισφορά του ηλιακού συστήματος στο

εγκατεστημένο σύστημα θέρμανσης μειώνοντας την ενέργεια που καταναλώνει η αντλία θερμότητας.

Ένας επιπλέον τρόπος για να αυξήσουμε την συνεισφορά του ηλιακού μας συστήματος στο σύστημα θέρμανσης είναι να αντικαταστήσουμε την συστοιχία των επίπεδων επιλεκτικών ηλιακών με ηλιακούς συλλέκτες κενού.

Οι ηλιακοί συλλέκτες με σωλήνες κενού αποτελούνται από διπλούς γυάλινους σωλήνες μεταξύ των οποίων υπάρχει κενό αέρος. Την θερμότητα που συλλέγει την μεταφέρει με την βοήθεια φύλλων αλουμινίου σε ένα χάλκινο αυλό (heat pipe), που περιέχει ένα ανόργανο μη τοξικό πτητικό ρευστό (εξατμίζεται στους



Ηλιακοί κυλινδρικοί συλλέκτες κενού

25°C). Το ρευστό αυτό λόγω της θερμότητας που συλλέγει ο σωλήνας κενού μετατρέπεται σε υπέρθερμο ατμό, ανεβαίνει στην πάνω πλευρά του αυλού που είναι τοποθετημένος μέσα στον εναλλάκτη θερμότητας και ζεσταίνει το νερό χρήσης. Το ρευστό μεταφέροντας την θερμότητα στο νερό συμπυκνώνεται και κατεβαίνει στην κάτω πλευρά του αυλού όπου επαναλαμβάνεται η διαδικασία.

Οι συλλέκτες κενού μας παρέχουν τα εξής πλεονεκτήματα σε σχέση με τους κοινούς επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες:

- Ένας συλλέκτης κενού παράγει ετησίως 850kWh/m² έναντι ενός επίπεδου επιλεκτικού συλλέκτη που παράγει 700kWh/m².
- Δεν έχουμε κυκλοφορία νερού στον συλλέκτη με αποτέλεσμα να μην παγώνει το νερό χρήσης την νύχτα.

- Λόγω του κλειστού κυκλώματος και της μικρής ποσότητας νερού που περνάει μέσα από τον εναλλάκτη μειώνουμε την ισχύ των κυκλοφορητών και έχουμε χαμηλότερο λειτουργικό κόστος.
- Οι σωλήνες κενού είναι κυλινδρικές με αποτέλεσμα οι ακτίνες του ηλίου να πέφτουν κάθετα καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας και όχι μόνο το μεσημέρι όπως συμβαίνει στους επίπεδους συμβατικούς συλλέκτες καθώς εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία περιμετρικά.
- Προσφέρει υψηλότερη απόδοση από έναν κλασσικό επίπεδο συλλέκτη, ειδικά σε περίοδο ψύχους ή σκίασης που ο κλασσικός συλλέκτης δεν μπορεί να αποδώσει πρακτικά καθόλου.
- Διεθνείς μετρήσεις ενεργειακής απόδοσης των ηλιακών σωλήνων κενού δείχνουν ότι αποδίδουν περίπου 35 % περισσότερη ενέργεια από τους κοινούς επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες.
- Το μεγαλύτερο θερμοκρασιακό εύρος και η αποδοτική λειτουργία του όλο το χρόνο το καθιστούν ιδανικό για ενεργειακά συστήματα υποβοήθησης θέρμανσης και εξοικονόμησης ενέργειας.

23. ΓΕΝΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε σύγχρονο ολοκληρωμένο σύστημα θέρμανσης και ψύξης οικίας με εμβαδόν θερμαινόμενης επιφάνειας 177m² και χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας. Η οικία βρίσκεται στην περιοχή της Αθήνας με γεωγραφικό πλάτος 38,02°. Εγκαταστάθηκαν 15 ηλιακοί επίπεδοι επιλεκτικοί συλλέκτες των 2m² έκαστος και σε κλίση 53°, οι οποίοι υποβοηθάνε ενεργειακά την αερόψυκτη αντλία θερμότητας αέρος νερού ισχύος 32kW. Με τα παραπάνω συστήματα εξασφαλίζουμε θέρμανση μέσω του εγκατεστημένου ενδοδαπέδιου συστήματος το οποίο λειτουργεί και το καλοκαίρι σε λειτουργία δροσισμού, ζεστά νερά χρήσης, θέρμανση της κολυμβητικής δεξαμενής καθώς και ψύξη του χώρου μέσω των μηχανημάτων εξαναγκασμένης κυκλοφορίας fan coil. Όλα αυτά συνδυάζονται αρμονικά για να εξασφαλίσουν σύγχρονες ανάγκες άνεσης στο χώρο μέσω των απαραίτητων εγκατεστημένων ψηφιακών αυτοματισμών.

Η αντλία θερμότητας αέρος – νερού είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιεί την ηλεκτρική ενέργεια το οποίο έχει γίνει ευρέως γνωστό τα τελευταία χρόνια λόγω της κατακόρυφης αύξησης της τιμής του πετρελαίου. Με απλά λόγια είναι μια συσκευή η οποία απορροφά θερμότητα από μια πηγή θερμοκρασίας και την μεταφέρει σε ένα αποδέκτη υψηλότερης θερμοκρασίας. Επιτύχαμε με την εγκατάσταση της τεράστια μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας (περίπου το ¼ έναντι συμβατικών συστημάτων), απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα και σεβασμό στο περιβάλλον. Η συστοιχία ηλιακών συλλεκτών που εγκαταστάθηκε υποβοηθά ενεργειακά την αντλία θερμότητας εξασφαλίζοντας περίπου το 35-40% των θερμικών ενεργειακών απαιτήσεων της οικίας μας. Με το συνδυασμό των δύο παραπάνω συστημάτων επιτύχαμε να παράγουμε 43.533,92kWh θερμικής ενέργειας καταλώνοντας μόνο 5.838,39kWh ηλεκτρικής ενέργειας, ποσό το οποίο αντιστοιχεί στο 22,03% της συνολικής θερμικής απαίτησης. Συνεπώς το ετήσιο κόστος για την κάλυψη των θερμικών αναγκών ανέρχεται στο ποσό των 875,75€, 384,9% μειωμένο κόστος έναντι κάλυψη αναγκών με καύση πετρελαίου.

Η θερμική ενέργεια προσάγεται στην οικίας μας μέσω του ενδοδαπέδιου συστήματος το οποίο προσφέρει τις ιδανικότερες συνθήκες άνεσης και οικονομικής

λειτουργίας. Η λειτουργία του είναι αδιάκοπη και αξιοποιεί όλο το δάπεδο σαν θερμαντικό σώμα επιτυγχάνοντας ομοιόμορφη κατανομή θερμότητας σε όλους τους χώρους της κατοικίας. Συνδυάστηκε ιδανικά με την αντλία θερμότητας καθώς το νερό που κυκλοφορεί στο δάπεδο είναι 35-45°C. Του καλοκαιρινούς μήνες το νερό που κυκλοφορεί στο δάπεδο είναι δροσερό καθώς η αντλία θερμότητας αντιστρέφει το κύκλο της και προσάγει δροσερό νερό εξασφαλίζοντας το δροσισμό του. Τέλος η επιπλέον ψύξη των χώρων εξασφαλίστηκε μέσω της τοποθέτησης των fan coil που εκμεταλλευόμενα την ήδη εγκατεστημένη αντλία θερμότητας χρησιμοποιούν το ήδη ψυχρό νερό για τη λειτουργία τους προσφέροντας αποτελεσματικό δροσισμό και οικονομική λειτουργία. Το ετήσιο κόστος δροσισμού – κλιματισμού ανέρχεται στα 370,73€.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι αποτελεί ιδανική λύση με γνώμονα την κάλυψη αναγκών του κτιρίου, την οικονομικότερη δυνατή λειτουργία του συστήματος, την ανεξάρτηση από την προμήθεια του καυσίμου αλλά και το σεβασμό προς το περιβάλλον.

24. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αντωνόπουλος Α. Κίμων: Θερμικά – Ηλιακά Συστήματα, Μέρος πρώτο, Αθήνα 2004
2. Ιωάννης Κ. Καλδέλλης: Διαχείριση της αιολικής ενέργειας, Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε, Αθήνα 2005
3. Ιωάννης Κ. Καλδέλλης & Κοσμάς Α. Καββαδίας: Υπολογιστικές εφαρμογές ήπιων μορφών ενέργειας, Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε, Αθήνα 2005
4. Αναστασιάδης Π. Σπύρος: Υπολογισμός Ψυκτικών Μονάδων, Εφαρμογές και Συμπιεστές Ψύξης, Εκδόσεις «Τεχνικών –Επιστημονικών Βιβλίων», Αθήνα 1998
5. Δημήτρης Αλ. Κατσαπρακάκης, Ηλιακή Ενέργεια - Ηλιακοί συλλέκτες, Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας, Τ.Ε.Ι Κρήτης, Ιούνιος 2012
6. Γιώργος Μουτούσης, Ηλιοθερμικά Συστήματα από το σχεδιασμό στην Εγκατάσταση, Μάρτιος 2012
7. «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε Οικιστικά Σύνολα», ΚΑΠΕ 2003
8. «Περιγραφή συστημάτων “Combi”» – παρουσίαση εφαρμογών» , Δ. Χασάπης, ΚΑΠΕ
9. «Προσομοίωση Ηλιακά Υποβοηθούμενης Αντλίας Θερμότητας», Μ. Χρηματοπούλου, ΕΜΠ, Αθήνα 2009.
10. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών», Έκδ. Α'.
11. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού», Έκδοση Α'.
12. <http://www.europeangreencities.com>
13. <http://www.fme.aegean.gr>
14. <http://www.bankofgreece.gr>
15. <http://www.tmltd.gr>
16. <http://www.iene.gr>
17. <http://www.carrier.gr>
18. <http://energyhomes.gr>
19. <http://www.thermogeia.gr>

20. <http://www.sieline.gr>
21. <http://el.wikipedia.org>
22. <http://www.cres.gr>
23. <http://www.en-ergon.com>
24. <http://www.ydravlikos.gr>
25. <http://www.makrhs.gr>
26. <http://www.mgavrielatos.gr>
27. <http://www.daikin.gr>
28. <http://www.thermansi-klimatismos.gr>
29. <http://www.infloorsystem.gr>
30. <http://www.idealklima.gr>
31. <http://www.thermogeia.gr>
32. <http://www.dapedotherm.gr>
33. <http://www.koubarakis.gr>
34. <http://www.gusgas.gr>
35. <http://www.idealtherm.gr>
36. <http://www.stoapeiro.gr/>
37. <http://www.koubarakis.gr>
38. <http://www.technotec.gr>
39. <http://www.gasclimattica.gr>
40. <http://www.ydravlikos.gr>