

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέμα:
**«ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΑ»**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ :	ΜΠΙΝΙΑΡΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2012

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της εκπόνησης πτυχιακής εργασίας στη Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών του τμήματος Ηλεκτρολογίας ,με θέμα «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ- ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΣΕ ΟΙΚΙΑ»,με εισηγητή τον κ.Φραγκιαδάκη Μιχαήλ.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη παρουσίαση της γεωθερμικής ενέργειας, παρουσιάζονται οι θεωρίες για την προέλευση, την εκμετάλλευση, τις χρήσεις καθώς και τα προβλήματα από την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας.

Το δεύτερο κεφάλαιο που ακολουθεί αναφέρεται στην εκμετάλλευση των γεωθερμικών πόρων με σκοπό την εφαρμογή τους σε εφαρμογές. Επίσης εξετάζεται η οικονομικότητα των λύσεων αυτών καθώς και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των εφαρμογών αυτών.

Το τρίτο κεφάλαιο διερευνά τις θερμικές εφαρμογές της γεωθερμίας, αναφέρεται στην θέρμανση και ψύξη με τη χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, εξετάζει την αρχή λειτουργίας σε κάθε περίπτωση καθώς επίσης και την σύζευξή της με την κεντρική θέρμανση.

Το τέταρτο κεφάλαιο εισάγει τον αναγνώστη σε κάποιες γενικές πληροφορίες των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας σχετικά με τις προδιαγραφές τους ενώ στη συνέχεια παρουσιάζει λεπτομερώς την αρχή λειτουργίας των αντλιών θερμότητας σε συστήματα υπόγειας σύζευξης ανοιχτού-κλειστού βρόγχου. Στο τέλος του κεφαλαίου γίνεται αναφορά στις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας θαλάσσης, στα ενεργειακά οφέλη και τη δαπάνη απόσβεσης τους.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται εκτενής ανάλυση της μελέτης εφαρμογής της πτυχιακής εργασίας. Παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά της οικίας στην οποία θα γίνει η μελέτη εφαρμογής καθώς και αποτελέσματα από τις μελέτες για το συγκεκριμένο κτήριο. Επίσης γίνεται διαστασιολόγηση του συστήματος γεωθερμίας με οριζόντιο εναλλάκτη.

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση της Εξοικονόμησης Ενέργειας η οποία επιτυγχάνεται με τη χρήση της Γεωθερμίας για τη θέρμανση και ψύξη της οικίας έναντι ενός συμβατικού τύπου (πετρέλαιο) σύστημα. Υπάρχουν 2 σενάρια κάλυψης των αναγκών της κατοικίας. Παρουσιάζονται στοιχεία για την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και την εξοικονόμηση κόστους λειτουργίας για κάθε σενάριο.

Τέλος, στο πρώτο παράρτημα περιλαμβάνονται οι μελέτες Θερμικών και Ψυκτικών φορτίων της κατοικίας

Στο δεύτερο παράρτημα περιλαμβάνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας της εταιρείας CIAT.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
1. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	7
1.1 Εισαγωγή	7
1.1.1 Σύντομο ιστορικό της γεωθερμίας	7
1.1.2 Σημερινό καθεστώς της γεωθερμίας	10
1.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα	13
1.2.1 Πεδία χαμηλής ενθαλπίας	13
1.2.2 Πεδία υψηλής και μέσης ενθαλπίας	13
1.2.3 Συμπεράσματα	14
2. ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	15
2.1 Εκμετάλλευση των γεωθερμικών πόρων	16
2.1.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	17
2.1.2 Θερμικές εφαρμογές	19
2.1.3 Οικονομική Προσέγγιση	26
2.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	28
2.2.1 Πηγές ρύπανσης	29
2.3 Παρόν και μέλλον της γεωθερμίας	31
3. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	35
3.1 Εισαγωγή	36
3.2 Αντλία θερμότητας	36
3.2.1 Τι είναι η αντλία θερμότητας (Α/Θ)	37
3.2.2 Αρχή λειτουργίας	37
3.2.3 Λειτουργία μιας ΑΘ στις δύο περιπτώσεις: θέρμανσης και ψύξης	38
3.2.4 Κατηγορίες αντλιών θερμότητας	39
3.2.5 Οι πηγές θερμότητας	40
3.3 Εφαρμογές αντλιών θερμότητας	40
3.3.1 Διαιρούμενη Μονάδα (SPIT) αντλίας θερμότητας	40
3.3.2 Διάφορες άλλες εφαρμογές	41
3.4 Αντλία θερμότητας με θέρμανση δαπέδου	43
3.4.1 Αντλία θερμότητας και γεωθερμία	44
3.4.2 Αντλία θερμότητας συζευγμένη με κεντρική θέρμανση	45
3.5 Οικονομική ανάλυση αντλίας θερμότητας	45
3.5.1 Συμπεράσματα	46

4. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	48
4.1 Προδιαγραφές γεωθερμικών αντλιών θερμότητας	50
4.2 Τρόπος λειτουργίας των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας	50
4.3 Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας υπόγειας σύζευξη	51
4.3.1 Εισαγωγή	52
4.3.2 Συστήματα ανοικτού βρόχου	52
4.3.2 Συστήματα κλειστού βρόχου	53
4.3.4 Συστήματα άμεσης εκτόνωσης	54
4.4 Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας Θαλάσσης	56
4.5 Παράμετροι μελέτης γεωθερμικών αντλιών θερμότητας	58
4.6 Οφέλη εξοικονόμησης ενέργειας από τη χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας	59
4.7 Μη ενεργειακά οφέλη από τη χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας	59
4.8 Μειονεκτήματα από τη χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας	59
4.9 Δαπάνη και περίοδος απόσβεσης γεωθερμικών αντλιών θερμότητας	60
5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΜΙΑΣ ΤΥΠΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	62
5.1 Χαρακτηριστικά τυπικής κατοικίας	63
5.2 Θερμικά & ψυκτικά φορτία- Καταναλώσεις	70
5.3 Τρόπος λειτουργίας Γεωθερμίας με οριζοντίου δικτύου	72
5.4 Διαστασιολόγηση γεωθερμικού συστήματος Οριζοντίου εναλλάκτη	76
6. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΣΤΗΝ ΤΥΠΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ	82
6.1.Σενάριο 1- Χρήση γεωθερμίας για την κάλυψη των αναγκών της κατοικίας	83
6.2. Σενάριο 2- Χρήση συμβατικού συστήματος (πετρελαίου & σπλιτ) για την κάλυψη των αναγκών της κατοικίας	86
6.3. Σύγκριση Σεναρίου 1 & 2	88
6.3.1 Εξοικονόμηση ενέργειας	88
6.3.2 Εξοικονόμηση κόστους λειτουργίας	90
6.4 Συμπεράσματα	92

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	93
Μελέτη θερμικών Απωλειών	
Μελέτη Ψυκτικών Φορτίων	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	200
Χαρακτηριστικά Γεωθερμικής αντλίας θερμότητα της εταιρείας CIAT	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ	203
Χαρακτηριστικά Οριζόντιου Γεωθερμικού Εναλλάκτη της εταιρείας REHAU	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	206

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της εργασίας είναι η προώθηση των τεχνολογιών των γεωθερμικών Α/Θ.

ΣΤΟΧΟΙ

- Η μελέτη των διαφόρων μεθόδων των τεχνολογιών των γεωθερμικών Α/Θ.

- Η ανάδειξη των ωφελειών από τη χρήση των γεωθερμικών Α/Θ μέσω σύγκρισης με συστήματα συμβατικού τύπου

- Η διαστασιολόγηση ενός συστήματος γεωθερμίας με γεωθερμική αντλία θερμότητας και οριζόντιο εναλλάκτη.

1

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- 1.1.1 Σύντομο ιστορικό της γεωθερμίας
- 1.1.2 Σημερινό καθεστώς της γεωθερμίας

1.2 Η ΦΥΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

- 1.2.1 Η θερμική μηχανή της γης
- 1.2.2 Γεωθερμικά συστήματα
- 1.2.3 Ορισμοί και ταξινόμηση των γεωθερμικών πόρων

1.3 Η ΦΥΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

- 1.3.1 Η θερμική μηχανή της γης
- 1.3.2 Γεωθερμικά συστήματα
- 1.3.3 Ορισμοί και ταξινόμηση των γεωθερμικών πόρων

1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας και η γεωθερμική ενέργεια είναι η θερμότητα που περιέχεται στο εσωτερικό της γης, η οποία προκαλεί τη δημιουργία διαφόρων γεωλογικών φαινομένων σε παγκόσμια κλίμακα. Συνήθως όμως, ο όρος «γεωθερμική ενέργεια» χρησιμοποιείται σήμερα για να δηλώσει εκείνο το τμήμα της γήινης θερμότητας που μπορεί να ανακτηθεί και να αξιοποιηθεί από τον άνθρωπο, και με την έννοια αυτή θα χρησιμοποιήσουμε τον όρο από τώρα και στο εξής.

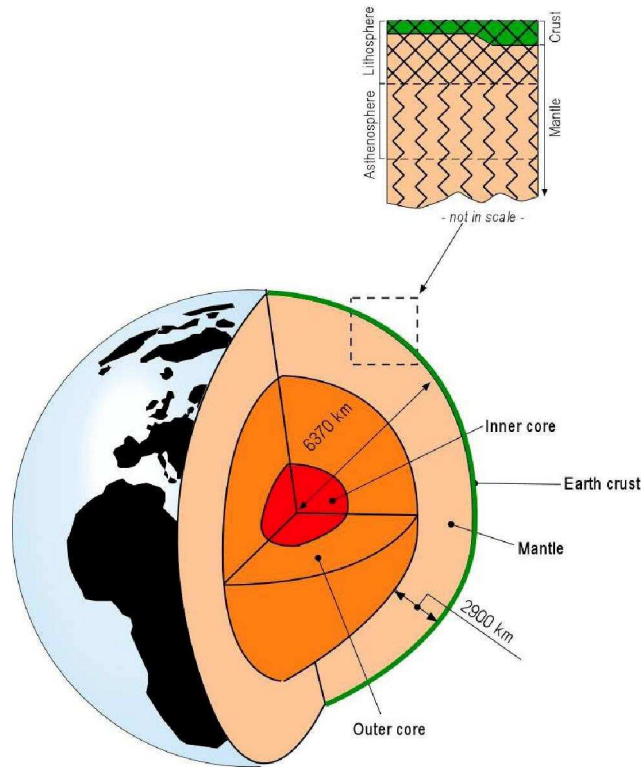
1.1.1 Σύντομο ιστορικό της γεωθερμίας

Η παρουσία ηφαιστείων, θερμών πηγών και άλλων επιφανειακών εκδηλώσεων θερμότητας είναι αυτή που οδήγησε τους προγόνους μας στο συμπέρασμα ότι το εσωτερικό της γης είναι ζεστό. Όμως, μόνο κατά την περίοδο μεταξύ του 16^{ου} και 17^{ου} αιώνα, όταν δηλαδή κατασκευάστηκαν τα πρώτα μεταλλεία που ανορύχθηκαν σε βάθος μερικών εκατοντάδων μέτρων κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, οι άνθρωποι, με τη βοήθεια κάποιων απλών φυσικών παρατηρήσεων, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η θερμοκρασία της γης αυξάνεται με το βάθος.

Οι πρώτες μετρήσεις με θερμομέτρο έγιναν κατά πάσα πιθανότητα το 1740, σε ένα ορυχείο κοντά στο Belfort της Γαλλίας (Bullard, 1965). Ήδη από το 1870, για τη μελέτη της θερμικής κατάστασης του εσωτερικού της γης χρησιμοποιούνταν κάποιες προχωρημένες για την εποχή επιστημονικές μέθοδοι, ενώ η θερμική κατάσταση που διέπει τη γη, η θερμική ισορροπία και εξέλιξη της κατανοήθηκαν καλύτερα τον 20^ο αιώνα, με την ανακάλυψη του ρόλου της «ραδιενεργής θερμότητας». Πράγματι, σε όλα τα σύγχρονα πρότυπα (μοντέλα) της θερμικής κατάστασης του εσωτερικού της γης πρέπει να συμπεριλαμβάνεται η θερμότητα που συνεχώς παράγεται από τη διάσπαση των μακράς διάρκειας ζωής ραδιενεργών ισότοπων του ουρανίου (U^{238} , U^{235}), του θορίου (Th^{232}) και του καλίου (K^{40}), τα οποία βρίσκονται στο εσωτερικό της γης (Lubimova, 1968). Εκτός από τη ραδιενεργό θερμότητα, δρουν αθροιστικά, σε απροσδιόριστες όμως ποσότητες, και άλλες δυναμικές πηγές θερμότητας, όπως είναι η «αρχέγονη ενέργεια» από την εποχή δημιουργίας και μεγέθυνσης του πλανήτη. Μέχρι τη δεκαετία του 1980 τα μοντέλα αυτά δεν βασίζονταν σε κάποιες ρεαλιστικές θεωρίες. Τότε όμως αποδείχθηκε ότι αφενός δεν υπάρχει ισοζύγιο μεταξύ της ραδιενεργής θερμότητας που δημιουργείται στο εσωτερικό της γης και της θερμότητας που διαφεύγει από τη γη προς στο διάστημα, και αφετέρου ότι ο πλανήτης μας ψύχεται με αργό ρυθμό και στο εσωτερικό του.

Ως μια γενική ιδέα της φύσης και της κλίμακας του εμπλεκόμενου φαινομένου, μπορεί να αναφερθεί η λεγόμενη «θερμική ισορροπία», όπως διατυπώθηκε από τους Stacey and Loper (1988). Σύμφωνα με αυτήν, η ολική ροή θερμότητας από τη γη (αγωγή, συναγωγή και ακτινοβολία) εκτιμάται ότι ανέρχεται στα 42×10^{12} W. Από αυτά, 8×10^{12} W προέρχονται από το φλοιό, που αντιπροσωπεύει μόνο το 2% του συνολικού όγκου της γης αλλά είναι πλούσιος σε ραδιενεργά ισότοπα, $32,3 \times 10^{12}$ W προέρχονται από το μανδύα, ο οποίος αντιπροσωπεύει το 82% του συνολικού όγκου της γης, και $1,7 \times 10^{12}$ W προέρχονται από τον πυρήνα, ο οποίος αντιπροσωπεύει το 16% του συνολικού όγκου της γης και δεν περιέχει ραδιενεργά ισότοπα (βλέπε Σχήμα 1, ένα σχήμα της εσωτερικής δομής της γης). Αφού η ραδιενεργή θερμότητα του μανδύα εκτιμάται σε 22×10^{12} W, η μείωση της θερμότητας στο συγκεκριμένο τμήμα της γης είναι $10,3 \times 10^{12}$ W. Σύμφωνα με πιο πρόσφατες εκτιμήσεις και υπολογισμούς, που βασίζονται σε μεγαλύτερο αριθμό δεδομένων, η ολική θερμική ροή της γης είναι περίπου 6% υψηλότερη από τις τιμές που χρησιμοποίησαν οι Stacey and Loper το 1988. Ούτως ή άλλως όμως, η διαδικασία ψύξης παραμένει αργή. Η θερμοκρασία του μανδύα δεν έχει μειωθεί περισσότερο από 300-350°C τα τελευταία 3 δισεκατομμύρια χρόνια, παραμένοντας περίπου στους 4000°C στη βάση του. Έχει υπολογιστεί ότι το συνολικό θερμικό περιεχόμενο της γης (για θερμοκρασίες πάνω από τη μέση επιφανειακή των 15°C) είναι της τάξης των $12,6 \times 10^{24}$ MJ και του φλοιού $5,4 \times 10^{21}$ MJ (Armstead, 1983).

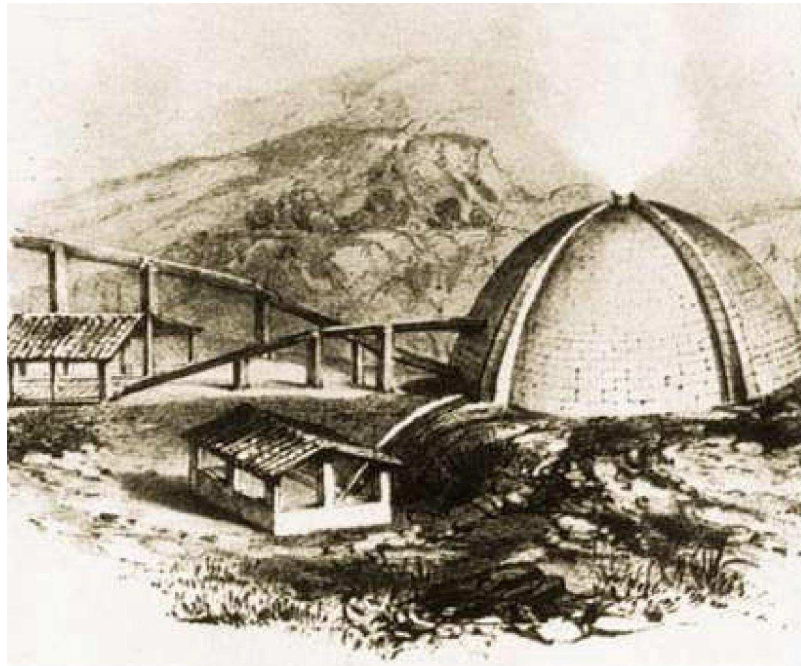
Όπως λοιπόν προκύπτει από τα παραπάνω, η θερμική ενέργεια της γης είναι απέραντη, όμως μόνο τμήμα αυτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί τελικά από τον άνθρωπο. Μέχρι σήμερα η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έχει περιοριστεί σε περιοχές όπου οι γεωλογικές συνθήκες επιτρέπουν σε ένα μέσο (νερό σε υγρή ή αέρια φάση) να «μεταφέρει» τη θερμότητα από τις βαθιές θερμές ζώνες στην επιφάνεια ή κοντά σε αυτήν. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται οι *γεωθερμικοί πόροι* (geothermal resources). Πιθανώς, στο άμεσο μέλλον, νέες πρωτοποριακές τεχνικές θα μας προσφέρουν καινούργιες προοπτικές στον τομέα αυτόν.



Σχήμα 1

Ο Φλοιός, ο Μανδύας και ο Πυρήνας της γης. Πάνω δεξιά : τομή του φλοιού και του ανώτερου μανδύα

Σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης ζωής οι πρακτικές εφαρμογές προηγούνται της επιστημονικής έρευνας και της τεχνολογικής ανάπτυξης. Η γεωθερμία αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα του φαινομένου αυτού. Αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου των γεωθερμικών ρευστών γινόταν ήδη από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα. Εκείνη την περίοδο, στην Τοσκάνη της Ιταλίας, και συγκεκριμένα στην περιοχή του Larderello, λειτουργούσε μια χημική βιομηχανία για την παραγωγή βορικού οξέος από τα βοριούχα θερμά νερά που ανέβλυζαν από φυσικές πηγές ή αντλούνταν από ρηχές γεωτρήσεις. Η παραγωγή του βορικού οξέος γινόταν με εξάτμιση των βοριούχων νερών μέσα σε σιδερένιους «λέβητες», χρησιμοποιώντας ως καύσιμη ύλη ξύλα από τα κοντινά δάση. Το 1827, ο Francesco Larderel, ιδρυτής της βιομηχανίας αυτής, αντί να καίγονται ξύλα από τα διαρκώς αποψιλούμενα δάση της περιοχής, ανέπτυξε ένα σύστημα για τη χρήση της θερμότητας των βοριούχων ρευστών στη διαδικασία εξάτμισης (Σχήμα 2).



Σχήμα 2

Η καλυμμένη «λιμνούλα» (covered lagoon), που χρησιμοποιούνταν κατά το πρώτο μισό του 19^{ου} αιώνα στην περιοχή του Larderello, για τη συλλογή των βοριούχων υδάτων και την παραγωγή βορικού οξέος.

Η εκμετάλλευση της μηχανικής ενέργειας του φυσικού ατμού ξεκίνησε περίπου την ίδια περίοδο. Ο γεωθερμικός ατμός χρησιμοποιήθηκε για την ανέλκυση των ρευστών, αρχικά με κάποιους πρωτόγονους αέριους ανυψωτήρες και στη συνέχεια με παλινδρομικές και φυγοκεντρικές αντλίες και βαρούλκα. Ανάμεσα στο 1850 και 1875, οι εγκαταστάσεις του Larderello κατείχαν το μονοπώλιο παραγωγής βορικού οξέος στην Ευρώπη. Μεταξύ του 1910 και του 1940, στην περιοχή αυτή της Τοσκάνης ο χαμηλής πίεσης ατμός άρχισε να χρησιμοποιείται για τη θέρμανση βιομηχανικών κτιρίων, κατοικιών και θερμοκηπίων. Εν τω μεταξύ, ολοένα και περισσότερες χώρες άρχισαν να αναπτύσσουν τους γεωθερμικούς τους πόρους σε βιομηχανική κλίμακα. Το 1892, το πρώτο γεωθερμικό σύστημα τηλε-θέρμανσης (district heating) τέθηκε σε λειτουργία στο Boise του Άινταχο των Η.Π.Α.. Το 1928, μια άλλη πρωτοπόρος χώρα στην εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας, η Ισλανδία, ξεκίνησε επίσης την εκμετάλλευση των γεωθερμικών ρευστών (κυρίως θερμών νερών) για τη θέρμανση κατοικιών.

Το 1904, έγινε η πρώτη απόπειρα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικό ατμό, και πάλι στο Larderello της Ιταλίας (Σχήμα 3).



Σχήμα 3
Η μηχανή που χρησιμοποιήθηκε στο Larderello το 1904 κατά την πρώτη πειραματική απόπειρα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικό ατμό. Διακρίνεται επίσης ο εφευρέτης της, πρίγκηπας Piero Ginori Conti.

Η επιτυχία της αυτής πειραματικής προσπάθειας έδωσε μια ξεκάθαρη ένδειξη για τη βιομηχανική αξία της γεωθερμικής ενέργειας και σηματοδότησε την έναρξη μιας μορφής εκμετάλλευσης, που επρόκειτο έκτοτε να αναπτυχθεί σημαντικά. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο Larderello αποτέλεσε πράγματι μια εμπορική επιτυχία. Το 1942, η εγκατεστημένη γεωθερμική ηλεκτρική ισχύς ανερχόταν στα 127.650 kWe. Σύντομα, πολλές χώρες ακολούθησαν το παράδειγμα της Ιταλίας. Το 1919 κατασκευάστηκαν οι πρώτες γεωθερμικές γεωτρήσεις στο Beppu της Ιαπωνίας, ενώ το 1921 ακολούθησαν εκείνες στο The Geysers της Καλιφόρνιας των ΗΠΑ. Το 1958 ένα μικρό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τέθηκε σε λειτουργία στη Νέα Ζηλανδία, ένα άλλο στο Μεξικό το 1959, στις ΗΠΑ το 1960 και ακολούθησαν πολλά άλλα σε διάφορες χώρες.

1.1.2 Η γεωθερμία Σήμερα.

Μετά το 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο, η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας έγινε ελκυστική σε πολλές χώρες, επειδή ήταν ανταγωνιστική ως προς άλλες μορφές ενέργειας. Επιπλέον, η ενέργεια αυτή δε χρειαζόταν να εισαχθεί από άλλες χώρες, όπως συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα ενώ σε πολλές περιπτώσεις αποτελούσε τον μοναδικό διαθέσιμο εγχώριο ενεργειακό πόρο. Στον Πίνακα 1 αναφέρονται οι χώρες που χρησιμοποιούν τη γεωθερμική ενέργεια για παραγωγή ηλεκτρισμού, καθώς και η εγκατεστημένη γεωθερμική ηλεκτρική ισχύς: 1995 (6.833 MWe), 2000 (7.974 MWe)

και η αύξηση μεταξύ των ετών 1995-2000 (Huttner, 2001). Στον ίδιο Πίνακα φαίνεται επίσης η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στις αρχές του 2003 (9.028 MWe). Η εγκατεστημένη γεωθερμική ηλεκτρική ισχύς στις αναπτυσσόμενες χώρες το 1995 και το 2000 αντιπροσωπεύει αντίστοιχα το 38% και το 47% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος παγκοσμίως.

Πίνακας 1.
Εγκατεστημένη θερμική ισχύς σε παγκόσμια κλίμακα, από το 1995 έως το 2000
(Huttrer, 2001) και στις αρχές του 2003.

Country	1995 (MW _e)	2000 (MW _e)	1995 -2000 (increase in MW)	% increase (1995- 2000)	2003 (MW _e)
Argentina	0.67	-	-	-	-
Australia	0.15	0.15	-	-	0.15
Austria	-	-	-	-	1.25
China	28.7	29.1	0.39	1.35	28.1
Costa	55	142.	87.5	159	162.
EI	105	161	56	53.3	161
Ethiopia	-	7	-	-	7
France	4.2	4.2	-	-	15
German	-	-	-	-	0.23
Guatem	-	33.4	33.4	-	29
Iceland	50	170	120	240	200
Indonesi	309.	589.	279.	90.3	807
Italy	631.	785	153.	24.3	790.
Japan	413.	546.	133.	32.2	560.
Kenya	45	45	-	-	121
Mexico	753	755	2	0.3	953
New	286	437	151	52.8	421.
Nicaragu	70	70	-	-	77.5
Papua	-	-	-	-	6
Philippin	1227	1909	682	55.8	1931
Portugal	5	16	11	220	16
Russia	11	23	-	-	73
Thailand	0.3	0.3	-	-	0.3
Turkey	20.4	20.4	-	-	20.4
USA	2816	2228	-	-	2020
Total	6833	7972	172	16.7	8402.

Η χρησιμοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες παρουσιάζει ενδιαφέρουσες τάσεις με το χρόνο. Μεταξύ των ετών 1975 και 1979 η εγκατεστημένη γεωθερμική ηλεκτρική ισχύς σ' αυτές τις χώρες αυξήθηκε από 75 σε 462 MWe. Στο τέλος της επόμενης πενταετίας (1984) έφτασε στα 1.495 MWe, παρουσιάζοντας ένα ρυθμό αύξησης κατά τη διάρκεια των δύο αυτών περιόδων 500% και 223% αντίστοιχα (Dickson and Fanelli, 1988). Στα επόμενα 16 χρόνια, από το 1984 έως το 2000, υπήρξε μια περαιτέρω αύξηση της τάξης του 150%.

Η γεωθερμική ενέργεια συμμετέχει σημαντικά στο ενεργειακό ισοζύγιο αρκετών περιοχών. Για παράδειγμα, το 2001 η ηλεκτρική ενέργεια που παράχθηκε από γεωθερμικούς πόρους αντιπροσώπευε το 27% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας στις Φιλιππίνες, το 12,4 % στην Κένυα, το 11,4% στην Κόστα Ρίκα και το 4,3% στο Ελ Σαλβαδόρ.

Όσον αφορά τις μη-ηλεκτρικές ή άμεσες εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας, ο Πίνακας 2 δίνει την εγκατεστημένη ισχύ (15.145 MW_e) και την ενεργειακή παραγωγή και χρήση (190.699 TJ) σε παγκόσμια κλίμακα για το έτος 2000. Κατά τη διάρκεια του έτους αυτού, άμεσες χρήσεις (direct uses) της γεωθερμίας καταγράφηκαν σε 58 χώρες, σε σύγκριση με τις 28 το 1995 και τις 24 το 1985. Ο

αριθμός των χωρών αυτών είναι πολύ πιθανόν να έχει αυξηθεί από το 2000, όπως φυσικά και το ύψος της εγκατεστημένης ισχύος και της ενεργειακής χρήσης.

Η πιο συνηθισμένη μη-ηλεκτρική χρήση της γεωθερμίας παγκόσμια είναι οι αντλίες θερμότητας (heat-pumps) (34,80%) και ακολουθούν η λουτροθεραπεία (26,2%), η θέρμανση χώρων (21,62%), η θέρμανση θερμοκηπίων (8,22%), οι υδατοκαλλιέργειες (3,93%) και οι βιομηχανικές χρήσεις (3,13%) (Lund and Freeston, 2001).

Πίνακας 2.

Μη-ηλεκτρικές χρήσεις της ηλεκτρικής ενέργειας ανά τον κόσμο (2000): εγκατεστημένη ισχύς (σε MW_t) και ενεργειακή χρήση (σε TJ/έτος) (Lund and Freeston, 2001).

Country	Power (MW _t)	Energy (TJ/έτος)
Algeria	100	1586
Argentina	25,7	
Armenia	1	15
Australia	34,4	351
Austria	255,3	1609
Belgium	3,9	107
Bulgaria	107,2	1637
Canada Caribbean	377,6	1023
Islands	0,1	1
Chile	0,4	7
China	2282	37 908
Colombia	13,3	266
Croatia	113,9	555
Czech Republic	12,5	128
Denmark	7,4	75
Egypt	1	15
Finland	80,5	484
France	326	4895
Georgia	250	6307
Germany	397	1568
Greece	57,1	385
Guatemala	4,2	117
Honduras	0,7	17
Hungary	472,7	4086
Iceland	1469	20170
India	80	2517
Indonesia	2,3	43
Israel	63,3	1713
Italy	325,8	3774
Japan	1167	26933
Jordan	153,3	1540
Kenya	1,3	10
Korea	35,8	753
Lithuania	21	599

Country	Power	Energy
Norway	6	32
Peru	2,4	49
Macedonia	81,2	510
Mexico	164,2	3919
Nepal	1,1	22
Netherlands	10,8	57
New Zealand	307,9	7081
Phillipines	1	25
Poland	68,5	275
Portugal	5,5	35
Romania	152,4	2871
Russia	308,2	6144
Serbia	80	2375
Slovak Republic	132,3	2118
Slovenia	42	705
Sweden	377	4128
Switzerland	547,3	2386
Thailand	0,7	15
Tunisia	23,1	201
Turkey	820	15756
United Kingdom	2,9	21
USA	3766	20302
Venezuela	0,7	14
Yemen	1	15
TOTAL	15145	190699

1.2 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

1.2.1 Πεδία χαμηλής ενθαλπίας

Η Ελλάδα διαθέτει ένα μεγάλο αριθμό επιβεβαιωμένων γεωθερμικών πεδίων χαμηλής ενθαλπίας που είναι διεσπαρμένα σε ολόκληρη σχεδόν τη χώρα, αλλά και αρκετές περιοχές με γεωθερμικό ενδιαφέρον, οι οποίες όμως δεν έχουν ακόμα διερευνηθεί σε ικανοποιητικό βαθμό. Το βεβαιωμένο δυναμικό ανέρχεται σε 300 MW θερμικής ενέργειας (MW_{th}), ενώ το πιθανό στα 700 MW_{th} .

Για την ανάπτυξη των εφαρμογών της γεωθερμικής ενέργειας στη χώρα μας ισχύει ο νόμος 1475/84, όπως τροποποιήθηκε με το Άρθρο 8 του Νόμου 2244/94. Σύμφωνα με αυτόν, το δικαίωμα χρήσης των γεωθερμικών πεδίων χαμηλής ενθαλπίας ανήκει στο Δημόσιο και μπορεί, υπό ορισμένες προϋποθέσεις, να εκχωρηθεί σε ιδιώτες. Οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης μπορούν να εκμεταλλεύονται τα γεωθερμικά πεδία είτε εγκαθιστώντας εφαρμογές για ίδια χρήση, είτε πουλώντας την παραγόμενη ενέργεια σε ιδιώτες. Σήμερα, οι εφαρμογές της γεωθερμίας χαμηλής ενθαλπίας στην Ελλάδα περιορίζονται στη θέρμανση θερμοκηπίων, αν και κατά καιρούς έχουν γίνει πιλοτικές εφαρμογές υδατοκαλλιεργειών και ξήρανσης βαμβακιού.

1.2.2 Πεδία υψηλής και μέσης ενθαλπίας

Γεωθερμικά πεδία υψηλής και μέσης ενθαλπίας έχουν εντοπισθεί στο ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου και, ειδικότερα, στα νησιωτικά συμπλέγματα της Μήλου, Σαντορίνης και Νίσυρου. Από τις έρευνες προέκυψε ότι το συνολικό γεωθερμικό δυναμικό είναι της τάξεως των 180 W_{th} (120 W_{th} στη Μήλο και 60 W_{th} στη Νίσυρο). Γεωθερμικά πεδία αυτού του είδους εντοπίζονται, πέραν του ηφαιστειακού τόξου του Αιγαίου, και στη νήσο Λέσβο, όπου, μέχρι σήμερα, έχει επιβεβαιωθεί η ύπαρξη γεωθερμικών ρευστών υψηλής ενθαλπίας στην περιοχή της Αργέννου.

Η ΔΕΗ εγκατέστησε το 1985 μια πειραματική μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ισχύος 2 MW, για την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας υψηλής ενθαλπίας της Μήλου, η οποία λειτούργησε για κάποιο διάστημα, μέχρι το 1989. Η εκμετάλλευση των γεωθερμικών πεδίων υψηλής ενθαλπίας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από ιδιώτες μπορεί να γίνει μόνο μετά από σχετική άδεια από το κράτος. Επιπλέον, το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα πρέπει υποχρεωτικά να πωλείται στη ΔΕΗ, σε τιμές που καθορίζονται από την εταιρεία.

1.2.3 Συμπεράσματα

Η χρήση της Γεωθερμίας μπορεί να αποβεί πολύ προσοδοφόρα στο επίπεδο του χρήστη, λόγω της χαμηλού κόστους ενέργειας που προσφέρει. Παράλληλα, σε επίπεδο εθνικής οικονομίας, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση συναλλάγματος, μέσω της μείωσης των εισαγωγών πετρελαίου, καθώς και εξοικονόμηση φυσικών πόρων, κυρίως με την ελάττωση της κατανάλωσης των εγχώριων αποθεμάτων λιγνίτη. Από την άλλη μεριά, σε μια εποχή που τα περιβαλλοντικά προβλήματα καθημερινώς οξύνονται, οι πηγές ενέργειας που δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον, όπως είναι η Γεωθερμία, συμβάλλουν σε μια καθαρότερη και υγιεινότερη ατμόσφαιρα, στην άμβλυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου, καθώς και στον περιορισμό της όξινης βροχής.

Η Γεωθερμία, αποτελώντας μία ανανεώσιμη και καθαρή πηγή ενέργειας, είναι πολύτιμη για τις περιοχές που έχουν την τύχη να τη διαθέτουν. Η τεχνολογία αξιοποίησης της είναι πλέον ώριμη, χωρίς τα προβλήματα της πρώτης περιόδου. Αυτό έρχεται ως αποτέλεσμα της προόδου της σχετικής έρευνας και της συσσώρευσης πολυετούς εμπειρίας. Η συστηματική εκμετάλλευση της μπορεί να επιφέρει στη χώρα μας σημαντικά οικονομικά, συναλλαγματικά αλλά και περιβαλλοντικά οφέλη, αρκεί οι δυνατότητες αυτές, αλλά και οι νέες τεχνολογίες, που δεν επηρεάζουν καθόλου τον τόπο εγκατάστασης των απαιτούμενων μονάδων εκμετάλλευσης, να γνωστοποιηθούν ευρέως, με κύριους αποδέκτες τους κατοίκους πολλών περιοχών της χώρας μας, στις οποίες είναι διαθέσιμη η ενεργειακή αυτή πηγή.

2

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ & ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

2.1 ΕΚΜΕΤΑΛΕΥΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

- 2.1.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- 2.2.2 Θερμικές εφαρμογές
- 2.3.3 Οικονομική Προσέγγιση

2.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

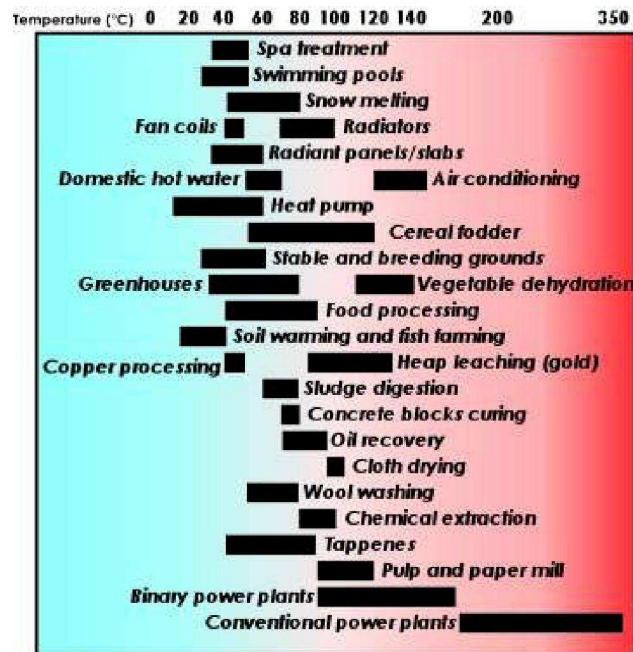
- 2.2.1 Πηγές ρύπανσης

2.3 ΠΑΡΟΝ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ

2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

2.1 ΕΚΜΕΤΑΛΕΥΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι η πιο σημαντική μορφή αξιοποίησης των γεωθερμικών πόρων υψηλής θερμοκρασίας (>150°C). Οι μέσης και χαμηλής θερμοκρασίας πόροι (<150°C) είναι κατάλληλοι για πολλούς και διαφορετικούς τύπους εφαρμογών. Το κλασικό διάγραμμα του Lindal (Lindal, 1973) (Σχήμα 10), το οποίο δείχνει τις πιθανές χρήσεις των γεωθερμικών ρευστών σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία τους, ισχύει ακόμη μέχρι σήμερα. Στο διάγραμμα όμως αυτό θα πρέπει να προστεθεί η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε εγκαταστάσεις δυαδικού κύκλου (binary cycle) από ρευστά που έχουν θερμοκρασία μεγαλύτερη από 85°C. Πρέπει επίσης να σημειωθεί, ότι το κατώτατο όριο των 20°C μπορεί να ξεπεραστεί, αλλά μόνο υπό ορισμένες συνθήκες και κυρίως με τη χρήση των αντλιών θερμότητας. Το διάγραμμα του Lindal δίνει έμφαση σε δύο σημαντικές παραμέτρους που αφορούν στην αξιοποίηση των γεωθερμικών πόρων (Gudmundsson, 1988): (α) με διαδοχικές και συνδυασμένες εφαρμογές μπορούν να αυξηθούν οι πιθανότητες επιτυχούς έκβασης και η αποτελεσματικότητα των γεωθερμικών προγραμμάτων και (β) η θερμοκρασία των ρευστών μπορεί να περιορίσει τις πιθανές χρήσεις. Παρόλα αυτά, το πεδίο εφαρμογών μπορεί να διευρυνθεί εάν ο σχεδιασμός ενός προγράμματος είναι τέτοιος ώστε να μπορεί να προσαρμόζεται κατά περίπτωση.



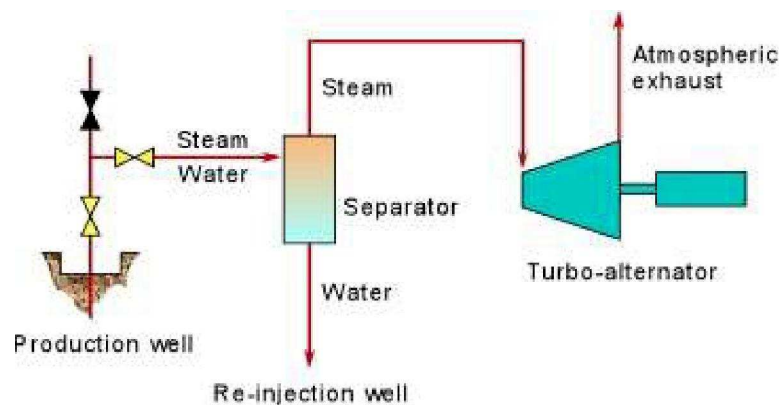
Σχήμα 10
Το διάγραμμα του Lindal
(Lindal, 1973)

2.1.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικά ρευστά λαμβάνει χώρα σε μονάδες που λειτουργούν είτε με συμβατικούς ατμοστρόβιλους ή με δυαδικό κύκλο, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του γεωθερμικού πόρου.

Οι συμβατικοί ατμοστρόβιλοι απαιτούν ρευστά που έχουν θερμοκρασίες τουλάχιστον 150°C. Η μονάδα μπορεί να λειτουργεί με συμπυκνωτές, όπου η πίεση διατηρείται συνεχώς σε χαμηλά επίπεδα (condensing type) ή χωρίς (back pressure type), οπότε γίνεται διάθεση του ατμού στην ατμόσφαιρα. Ο τύπος με ατμοστρόβιλους ατμοσφαιρικής εκτόνωσης είναι απλούστερος και φθηνότερος. Ο ατμός που έρχεται, είτε απευθείας από γεωτρήσεις που παράγουν ξηρό ατμό, είτε από γεωτρήσεις με υγρό ατμό αφού γίνει ο διαχωρισμός του νερού, περνά από τον ατμοστρόβιλο και στη συνέχεια απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα (Σχήμα 11).

Σε μια τέτοια μονάδα, η κατανάλωση ατμού (με ίδια πίεση εισόδου) ανά παραγόμενη κιλοβατώρα είναι περίπου διπλάσια από αυτήν σε μια μονάδα με συμπυκνωτές. Όμως, οι ατμοστρόβιλοι ατμοσφαιρικής εκτόνωσης είναι εξαιρετικά χρήσιμοι σε πιλοτικές ή εφεδρικές μονάδες, σε περιπτώσεις μικρών παροχών από μεμονωμένες γεωτρήσεις, καθώς και στην παραγωγή ηλεκτρισμού στη φάση των δοκιμών παραγωγής των γεωτρήσεων κατά την ανάπτυξη του πεδίου. Χρησιμοποιούνται επίσης στις περιπτώσεις όπου ο ατμός περιέχει μεγάλες ποσότητες μη συμπυκνώσιμων αερίων (>12% κατά βάρος). Οι μονάδες διάθεσης του ατμού στην ατμόσφαιρα κατασκευάζονται και εγκαθίστανται πολύ γρήγορα και μπορούν να τεθούν σε λειτουργία μέσα σε περίπου 13-14 μήνες από την ημερομηνία παραγγελίας τους. Τέτοιου είδους μονάδες είναι συνήθως διαθέσιμες σε μικρά μεγέθη (2,5-5 Mwe).



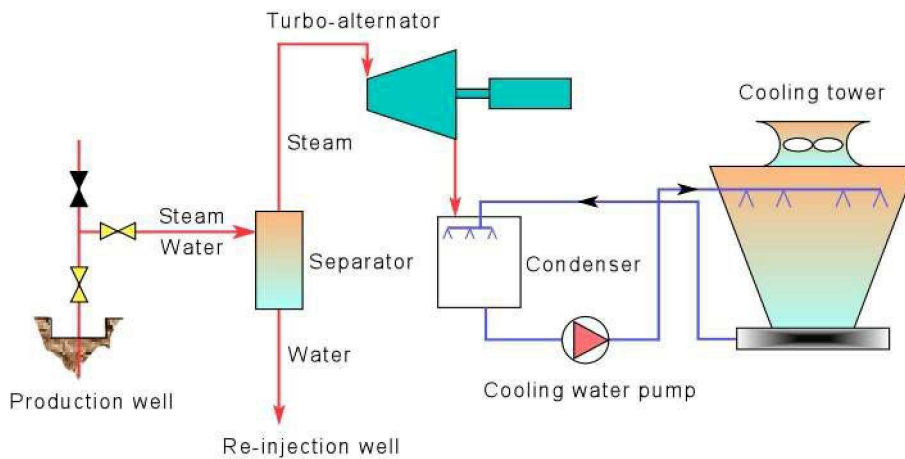
Σχήμα 11

Σκαρίφημα γεωθερμικής μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με διάθεση του ατμού απευθείας στην ατμόσφαιρα. Η ροή του γεωθερμικού ρευστού σημειώνεται με κόκκινο χρώμα.

Οι μονάδες με συμπυκνωτές, εξαιτίας του ότι συνοδεύονται από περισσότερο βοηθητικό εξοπλισμό, είναι πιο περίπλοκες στο σχεδιασμό τους από τις προηγούμενες, και αυτές που είναι μεγαλύτερης ισχύος χρειάζονται διπλάσιο χρόνο κατασκευής και εγκατάστασης. Όμως, η κατανάλωση ατμού είναι περίπου μισή σε σχέση με την περίπτωση των ατμοστρόβιλων ατμοσφαιρικής εκτόνωσης. Οι πιο συνηθισμένες εγκαταστάσεις με συμπυκνωτές έχουν ισχύ 55-60 Mwe, όμως πρόσφατα κατασκευάστηκαν και έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται μονάδες με ισχύ 110 Mwe (Σχήμα 12).

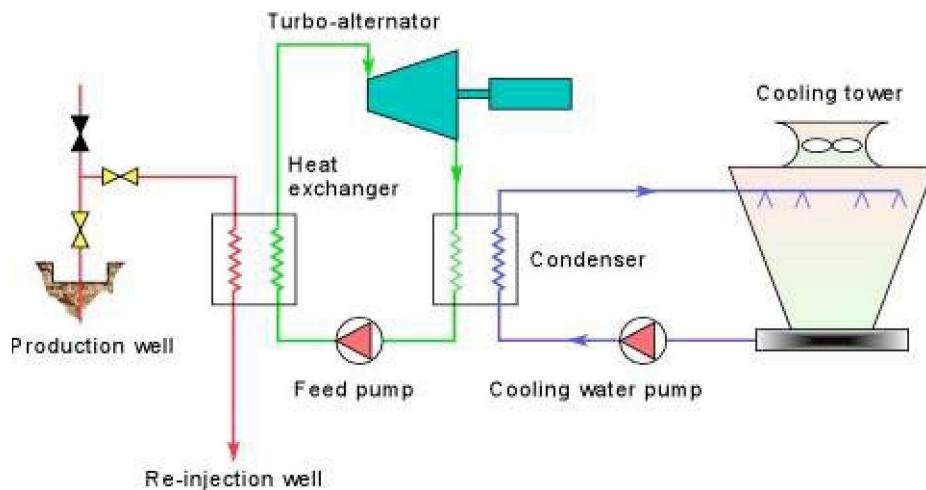
Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ρευστά χαμηλής-μέσης θερμοκρασίας και από το υψηλής θερμοκρασίας νερό που εξέρχεται από τους διαχωριστές στα γεωθερμικά πεδία

υγρής φάσης, σημειώνει αξιόλογη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, κυρίως εξαιτίας της προόδου που επιτεύχθηκε στην τεχνολογία των δυαδικών ρευστών. Σε τέτοιου τύπου εγκαταστάσεις χρησιμοποιείται ένα δευτερεύον –συνήθως οργανικό-ρευστό (ισο-πεντάνιο), το οποίο έχει χαμηλό σημείο ζέσεως και υψηλή τάση ατμών σε χαμηλές θερμοκρασίες, αν συγκριθεί με τον υδάτινο ατμό. Το δευτερεύον ρευστό χρησιμοποιείται μέσα σε ένα συμβατικό οργανικό κύκλο Rankine (OCR) ως εξής: το γεωθερμικό ρευστό προσφέρει θερμότητα στο δευτερεύον υγρό μέσω εναλλακτών θερμότητας, οπότε το τελευταίο εξατμίζεται. Ο ατμός που παράγεται κινεί έναν κανονικό στρόβιλο αξονικής ροής, στη συνέχεια ψύχεται και συμπυκνώνεται, οπότε ο κύκλος αρχίζει ξανά (Σχήμα 13).



Σχήμα 12

Σκαρίφημα μιας γεωθερμικής μονάδας ηλεκτρικής ενέργειας με συμπυκνωτές. Η ροή των ρευστών υψηλής θερμοκρασίας σημειώνεται με κόκκινο χρώμα, ενώ του νερού ψύξης με μπλε.



Σχήμα 13

Σκαρίφημα μιας γεωθερμικής μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με δυαδικό κύκλο. Το γεωθερμικό ρευστό σημειώνεται με το κόκκινο χρώμα, το δευτερεύον ρευστό με πράσινο και το νερό ψύξης με μπλε.

Εάν γίνει σωστή επιλογή του δευτερεύοντος ρευστού, τα δυαδικά συστήματα μπορούν να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο ώστε να αξιοποιούν γεωθερμικά ρευστά με θερμοκρασία που κυμαίνεται μεταξύ 85-170°C. Το ανώτερο όριο εξαρτάται από τη θερμική σταθερότητα του οργανικού ρευστού και το κατώτατο όριο από οικονομικοτεχνικούς παράγοντες: κάτω από αυτή τη θερμοκρασία, εξαιτίας του μεγέθους και της ικανότητας των απαιτούμενων

εναλλακτών, το όλο πρόγραμμα ίσως κατέληγε ασύμφορο από οικονομική άποψη. Εκτός από τις περιπτώσεις χαμηλής-μέσης ενθαλπίας, τα δυαδικά συστήματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν εκεί όπου η εφαρμογή του κύκλου εκτόνωσης των ρευστών (flashing) θα πρέπει να αποφεύγεται (π.χ. για την αποφυγή απόφραξης των γεωτρήσεων). Στην περίπτωση αυτή, μπορούν να χρησιμοποιηθούν υποβρύχιες αντλίες, ώστε να ρευστά να παραμένουν υπό σταθερή πίεση και σε υγρή φάση, ενώ η ενέργεια μπορεί να λαμβάνεται από το ρευστό κυκλοφορίας με τη βοήθεια του δυαδικού συστήματος.

Τα δυαδικά συστήματα κατασκευάζονται συνήθως σε μικρές αρθρωτές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, των οποίων η ισχύς ποικίλλει από μερικές εκατοντάδες kWe έως λίγα Mwe. Τέτοια συστήματα εντούτοις έχουν τη δυνατότητα να κατασκευάζονται σε συστοιχία ώστε τελικά να δημιουργούνται μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνολικής ισχύος κάποιων δεκάδων Mwe. Το κόστος τους εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες, ιδιαίτερα όμως από τη θερμοκρασία των παραγόμενων ρευστών, η οποία επηρεάζει το μέγεθος των στρόβιλων, των εναλλακτών και του συστήματος ψύξης. Το συνολικό μέγεθος των εγκαταστάσεων δεν επηρεάζει κατά πολύ το ειδικό κόστος, καθώς μια σειρά αρθρωτών μονάδων συνδέονται μεταξύ τους, για να επιτευχθεί τελικά μεγαλύτερη συνολική ισχύς.

Η τεχνολογία των δυαδικών συστημάτων είναι ένα οικονομικά συμφέρον και αξιόπιστο μέσο για τη μετατροπή σε ηλεκτρική της ενέργειας των ρευστών ενός γεωθερμικού συστήματος υγρής φάσης με θερμοκρασία μικρότερη από 170°C.

Ένας νέος τύπος δυαδικών συστημάτων, ο επονομαζόμενος κύκλος Kalina που αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1990, χρησιμοποιεί ως δευτερεύον ρευστό εργασίας ένα μίγμα νερού-αμμωνίας. Το ρευστό αυτό εκτονώνεται σε υπέρθερμες συνθήκες όταν διέρχεται από το στρόβιλο υψηλής πίεσης και στη συνέχεια επαναθερμαίνεται πριν εισέλθει στο στρόβιλο χαμηλής πίεσης. Μετά τη δεύτερη εκτόνωση, οι κορεσμένοι ατμοί μεταφέρονται σε ένα θερμαντήρα και ακολούθως συμπυκνώνονται σε έναν υδρόψυκτο συμπυκνωτή. Ο κύκλος Kalina είναι πιο αποτελεσματικός από τα υπάρχοντα OCR δυαδικά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά είναι πολύ πιο περίπλοκος.

Μικρές «κινητές», συμβατικές ή όχι, μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, θα μπορούσαν όχι μόνο να συμβάλλουν στη μείωση του κινδύνου μερικής αποτυχίας των νέων γεωτρήσεων, αλλά κυρίως να βοηθήσουν στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών απομονωμένων περιοχών. Το βιοτικό επίπεδο απομονωμένων κοινοτήτων θα μπορούσε να βελτιωθεί σημαντικά εάν υπήρχε η δυνατότητα να βασιστούν σε τοπικούς ενεργειακούς πόρους. Η ηλεκτρική ενέργεια θα διευκόλυνε

πολλές, φαινομενικά απλοϊκές, αλλά, εξαιρετικά σημαντικές εργασίες, όπως η άντληση νερού για άρδευση και η ψύξη φρούτων και λαχανικών για συντήρηση σε μεγάλο χρονικό διάστημα.

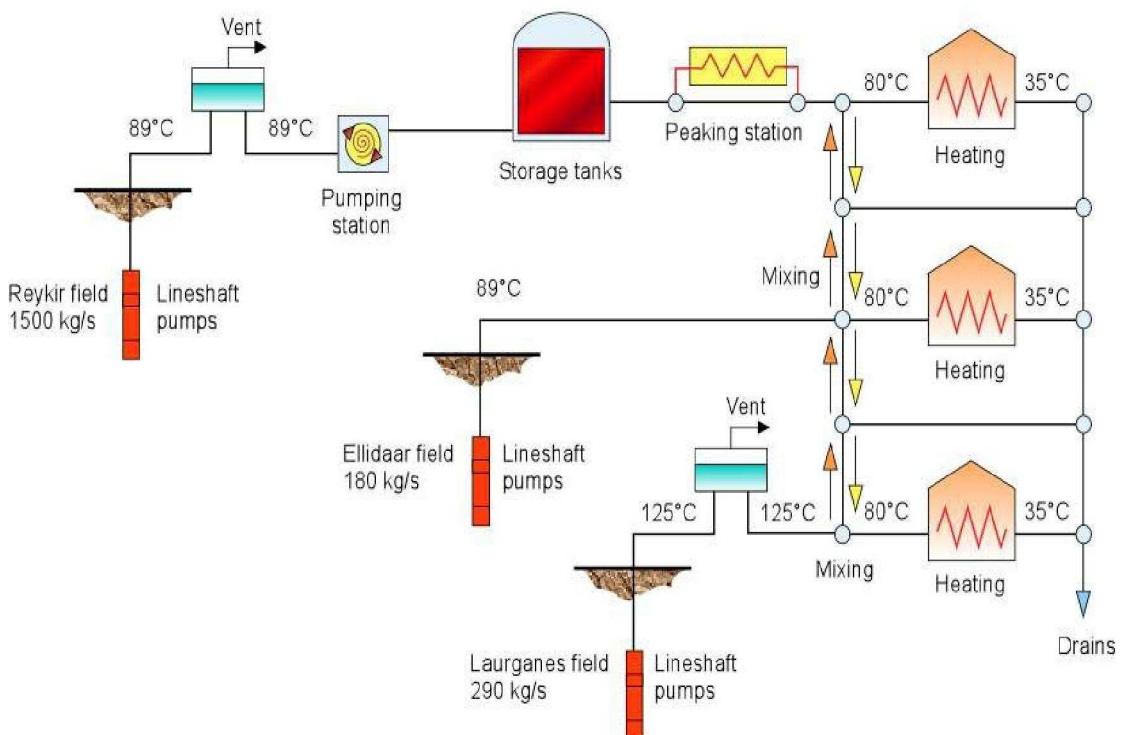
Η διευκόλυνση που παρέχουν οι «κινητές» μονάδες γίνεται περισσότερο εμφανής στις περιοχές που δεν έχουν άμεση πρόσβαση σε συμβατικά καύσιμα, και στις κοινότητες για τις οποίες το κόστος σύνδεσής τους με το εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο είναι εξαιρετικά υψηλό, έστω και αν υπάρχουν γραμμές υψηλής τάσης σε κοντινές αποστάσεις. Τα έξοδα που απαιτούνται για την εξυπηρέτηση αυτών των μικρών κοινοτήτων είναι απαγορευτικά, καθώς οι μετασχηματιστές που χρειάζεται να εγκατασταθούν και να συνδεθούν με δίκτυα υψηλής τάσης κοστίζουν περισσότερο από 675.000 δολάρια ΗΠΑ ο καθένας, ενώ η πιο απλή μορφή τοπικής διανομής ηλεκτρισμού στα 11 kV, με τη χρήση ξύλινων στύλων, κοστίζει το λιγότερο 20.000 δολ.ΗΠΑ/χλμ. (τιμή δολλαρίου 1994). Για σύγκριση, το κόστος κεφαλαίου (δολ.ΗΠΑ 1998) ενός δυαδικού συστήματος είναι της τάξης των 1500-2500 δολ.ΗΠΑ/εγκατεστημένο kWe, μη συμπεριλαμβανομένων των γεωτρητικών δαπανών. Οι απαιτήσεις για ηλεκτρική

ισχύ ανά άτομο στις περιοχές εκτός δικτύου θα κυμαίνεται μεταξύ 0,2 kWe στις λιγότερο ανεπτυγμένες και 1,0 kWe ή περισσότερο στις ανεπτυγμένες περιοχές. Μία μονάδα ισχύος 100 kWe θα μπορούσε να εξυπηρετήσει 100-500 άτομα, ενώ αντίστοιχα μια μονάδα 1 Mwe 1000-5000 άτομα (Entingh et al., 1994).

2.1.2 Θερμικές εφαρμογές

Οι άμεσες χρήσεις της θερμότητας των γεωθερμικών ρευστών για θέρμανση είναι οι παλαιότερες, οι πιο πολύπλευρες και οι πλέον συνηθισμένες μορφές αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας (Πίνακας 2). Η λουτροθεραπεία, η θέρμανση χώρων και η τηλεθέρμανση, οι αγροτικές εφαρμογές, οι υδατοκαλλιέργειες και κάποιες βιομηχανικές χρήσεις είναι οι πιο γνωστές μορφές χρήσεις, όμως οι αντλίες θερμότητας αποτελούν την πιο διαδεδομένη μορφή αξιοποίησης (12,5 % της συνολικής χρήσης της γεωθερμικής ενέργειας κατά το έτος 2000). Υπάρχουν φυσικά και κάποιοι άλλοι μικρότερης κλίμακας τρόποι εκμετάλλευσης της γεωθερμίας, οι οποίοι όμως δεν είναι τόσο συνηθισμένοι.

Η θέρμανση χώρων και η τηλεθέρμανση (space and district heating) παρουσίασαν μεγάλη ανάπτυξη στην Ισλανδία, όπου η συνολική ισχύς του γεωθερμικού συστήματος τηλεθέρμανσης ανέρχονταν στα τέλη του 1999 σε περίπου 1200 MWt (Σχήμα 14). Αποτελούν επίσης ιδιαίτερα διαδεδομένες εφαρμογές και στις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης, καθώς και τις Η.Π.Α., Κίνα, Ιαπωνία, Γαλλία, κλπ.



Σχήμα 14

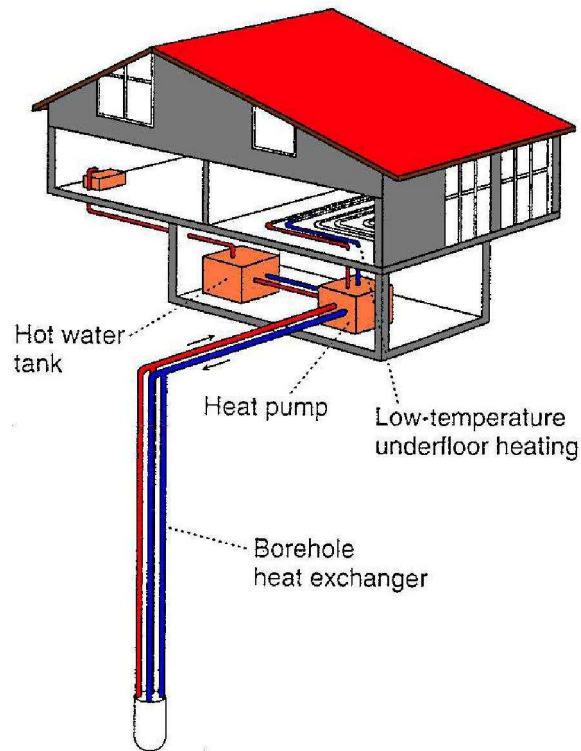
Απλοποιημένο διάγραμμα ροής του συστήματος τηλεθέρμανσης του Reykjavik (Από Gudmundsson, 1988)

Τα γεωθερμικά συστήματα τηλεθέρμανσης είναι έντασης κεφαλαίου, δηλαδή απαιτούν μεγάλα αρχικά κεφάλαια. Το κύριο κόστος αφορά την αρχική επένδυση για την κατασκευή των γεωτρήσεων παραγωγής και επανεισαγωγής, την αγορά των συστημάτων άντλησης και μεταφοράς των ρευστών, την κατασκευή των δικτύων και των σωληνώσεων, την προμήθεια του εξοπλισμού ελέγχου και παρακολούθησης των εγκαταστάσεων, την κατασκευή των σταθμών διανομής και των δεξαμενών αποθήκευσης. Παρόλα αυτά, τα λειτουργικά έξοδα, τα οποία αφορούν στην ενέργεια που καταναλώνεται για την άντληση των ρευστών, τη συντήρηση του συστήματος και τη διαχείριση της εγκατάστασης, είναι σημαντικά μικρότερα σε σύγκριση με αυτά μιας συμβατικής μονάδας. Ένας κρίσιμος παράγοντας για τον υπολογισμό του αρχικού κόστους του συστήματος είναι η πυκνότητα του θερμικού φορτίου ή, αλλιώς, οι απαιτήσεις σε θέρμανση δια την επιφάνεια που καλύπτει η περιοχή που πρόκειται να θερμανθεί. Η υψηλή θερμική πυκνότητα καθορίζει την οικονομική βιωσιμότητα-σκοπιμότητα του έργου τηλεθέρμανσης, αφού το δίκτυο διανομής απορροφά μεγάλα κεφάλαια. Κάποια οικονομικά οφέλη θα μπορούσαν να προκύψουν από το συνδυασμό θέρμανσης και ψύξης σε περιοχές όπου οι κλιματικές συνθήκες

επιτρέπουν τέτοιες εφαρμογές. Ο συντελεστής φορτίου σε ένα τέτοιο σύστημα ψύξης-θέρμανσης θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος από αυτόν που αντιστοιχεί μόνο στη θέρμανση, και η τιμή της ενεργειακής μονάδας πρέπει να είναι κατά συνέπεια χαμηλότερη (Gudmundsson, 1988).

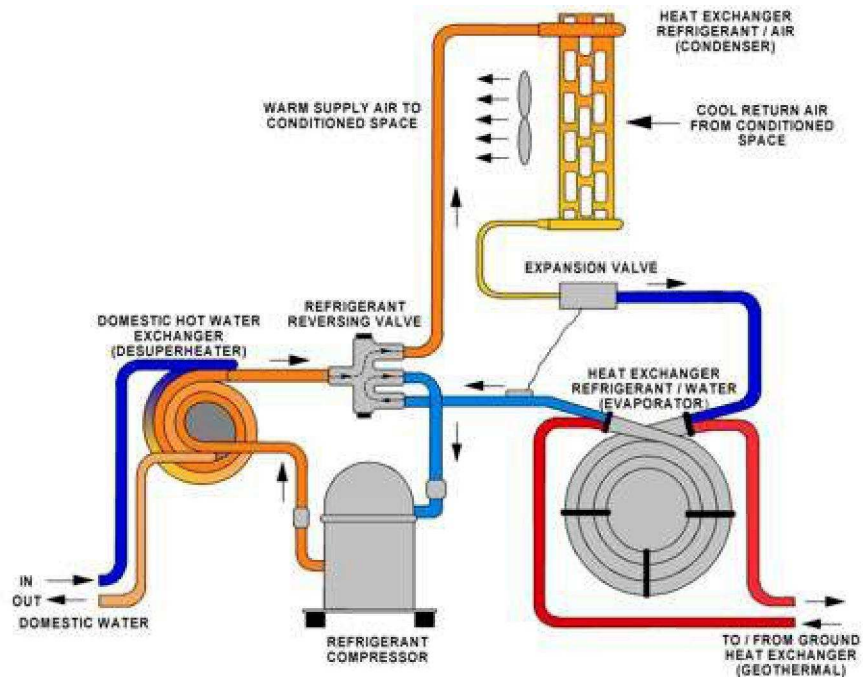
Η ψύξη χώρων αποτελεί μια αρκετά εφικτή και βιώσιμη επιλογή, στην περίπτωση όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν μηχανές απορρόφησης, οι οποίες βρίσκονται εύκολα στο εμπόριο και η τεχνολογία τους είναι ευρέως γνωστή. Ο κύκλος της απορρόφησης είναι μια διαδικασία που χρησιμοποιεί ως πηγή ενέργειας τη θερμότητα έναντι του ηλεκτρισμού. Η ψύξη επιτυγχάνεται με τη χρήση δύο υγρών: ενός ψυκτικού, το οποίο κυκλοφορεί, εξατμίζεται και συμπυκνώνεται, και ενός δευτερεύοντος ρευστού ή απορροφητικού (absorbent). Για εφαρμογές πάνω από 0°C, ο κύκλος χρησιμοποιεί βρωμίδιο του λιθίου ως απορροφητικό και νερό ως ψυκτικό υγρό. Για εφαρμογές κάτω από τους 0°C χρησιμοποιείται ο κύκλος αμμωνίας/νερού, με την αμμωνία στο ρόλο του ψυκτικού και του νερού στο ρόλο του απορροφητικού μέσου. Τα γεωθερμικά ρευστά παρέχουν την απαιτούμενη ενέργεια για την κίνηση αυτών των μηχανών, όμως η αποτελεσματικότητά τους μειώνεται όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες των 105°C.

Ο γεωθερμικός κλιματισμός (θέρμανση και ψύξη) χώρων άρχισε να αναπτύσσεται σημαντικά από τη δεκαετία του 1980, ακολουθώντας την εμφάνιση και την ευρεία διάδοση των *αντλιών θερμότητας (heat pumps)*. Οι πολλοί διαθέσιμοι τύποι αντλιών θερμότητας επιτρέπουν την απόληψη και χρήση με οικονομικό τρόπο του θερμικού περιεχομένου των σωμάτων χαμηλής θερμοκρασίας, όπως είναι το έδαφος ή οι ρηχοί υδροφόροι, τεχνητές ή φυσικές συγκεντρώσεις νερού (ponds), κλπ. (Santer, 2001) (Σχήμα 15).



Σχήμα 15
Γήινοι εναλλάκτες θερμότητας

Όπως είναι γνωστό, οι αντλίες θερμότητας είναι μηχανές που κατευθύνουν τη θερμότητα αντίθετα από τη διεύθυνση που θα ακολουθούσε με φυσικό τρόπο, δηλαδή την εξαναγκάζουν να κατευθυνθεί από ένα ψυχρό μέσο σε ένα άλλο θερμότερο. Οι αντλίες θερμότητας δεν είναι τίποτε περισσότερο από συσκευές που λειτουργούν όπως τα κοινά ψυγεία (Rafferty, 1997). Κάθε ψυκτική συσκευή (air-condition, ψυγείο, καταψύκτης κλπ.) παίρνει θερμότητα από ένα χώρο που πρέπει να παραμείνει σε χαμηλή θερμοκρασία και την απελευθερώνει σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Η μόνη διαφορά της αντλίας θερμότητας από μια ψυκτική μονάδα είναι το τελικό αποτέλεσμα, δηλαδή η θέρμανση στην πρώτη περίπτωση και η ψύξη στη δεύτερη. Μια άλλη διαφορά εντοπίζεται στην αντιστρέψιμη λειτουργία πολλών αντλιών θερμότητας, δηλαδή στην ικανότητά τους να παρέχουν τόσο ψύξη όσο και θέρμανση στο χώρο. Βέβαια, για τη λειτουργία των αντλιών θερμότητας απαιτείται δαπάνη ενέργειας, ενώ η χρήση τους ενδείκνυται κατά κύριο λόγο σε περιοχές κατάλληλων κλιματικών συνθηκών, οπότε για να είναι θετική η ενεργειακή ισορροπία πρέπει να προηγηθεί ένας σωστός σχεδιασμός (Σχήμα 16).



Σχήμα 16

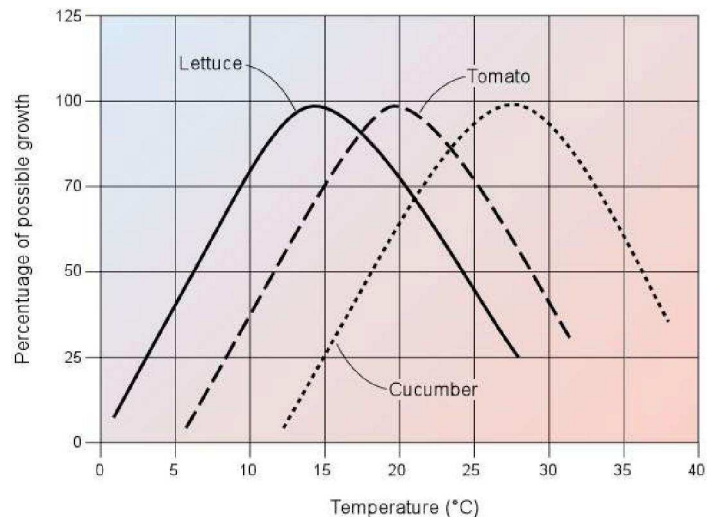
Σχηματικό διάγραμμα μιας αντλίας θερμότητας που χρησιμοποιείται για θέρμανση

Συστήματα γεωθερμικών αντλιών θερμότητας κλειστού κυκλώματος που είναι συνδεδεμένες με το υπέδαφος (ground-coupled) και αντλιών επιφανειακού ή επεδάφιου νερού (ground-water) βρίσκονται σήμερα εγκατεστημένα σε 27 χώρες, με συνολική θερμική ισχύ που ανήλθε σε 6.875 MWt κατά το έτος 2000. Η πλειοψηφία των εγκαταστάσεων βρίσκεται στις ΗΠΑ (4.800 MWt), την Ελβετία (500 MWt), τη Σουηδία (377 MWt), τον Καναδά (360 MWt), τη Γερμανία (344 MWt) και την Αυστρία (228 MWt) (Lund, 2001). Για τη λειτουργία των συστημάτων αυτών χρησιμοποιούνται ρηχί υδροφόροι οριζόντες ή εδάφη και υπόγεια πετρώματα, με θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ 5-30°C.

Οι αγροτικές εφαρμογές της γεωθερμίας συνίστανται κυρίως στις ανοικτές καλλιέργειες και τη θέρμανση θερμοκηπίων. Το θερμό νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις ανοικτές καλλιέργειες για την άρδυσή τους και/ή τη θέρμανση του εδάφους. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της άρδευσης με χλιαρό νερό εντοπίζεται στο γεγονός ότι, για να επιτευχθεί κάποια αξιόλογη μεταβολή της θερμοκρασίας του εδάφους θα πρέπει οι μεγάλες ποσότητες νερού να έχουν θερμοκρασία τόσο χαμηλή ώστε να μην προκαλούν ζημιές στις αρδευόμενες καλλιέργειες. Πιθανή λύση αυτού του προβλήματος θα ήταν η χρήση υπεδάφιων αρδευτικών συστημάτων σε συνδυασμό με ένα υπόγειο σύστημα σωλήνωσης, το οποίο θα λειτουργεί ως το μέσο

θέρμανσης του εδάφους. Η θέρμανση του εδάφους με υπεδάφιους σωλήνες χωρίς την ύπαρξη του αρδευτικού συστήματος θα προκαλούσε μείωση της θερμικής αγωγιμότητάς του, εξαιτίας της μείωσης της υγρασίας γύρω από τους σωλήνες, και κατ' επέκταση θα οδηγούσε σε θερμική μόνωση. Η βέλτιστη λύση φαίνεται λοιπόν ότι θα ήταν ο συνδυασμός θέρμανσης εδάφους και άρδευσης. Η χημική σύσταση των γεωθερμικών νερών που χρησιμοποιούνται για άρδευση θα πρέπει να εξετάζεται και να παρακολουθείται προσεκτικά, ώστε να αποφεύγονται τυχόν βλαβερές συνέπειες στα φυτά. Ο θερμοκρασιακός έλεγχος στις ανοικτές καλλιέργειες έχει τα εξής πλεονεκτήματα: (α) αποτρέπει τις ζημιές λόγω χαμηλών θερμοκρασιών, παγετού, κλπ., (β) επεκτείνει την περίοδο ανάπτυξης των φυτών και δίνει σημαντική ώθηση στην παραγωγή, και (γ) αποστειρώνει το έδαφος (Barbier and Fanelli, 1977).

Η πιο συνηθισμένη γεωθερμική εφαρμογή στον αγροτικό τομέα είναι η *θέρμανση θερμοκηπίων*, η οποία αναπτύχθηκε ιδιαίτερα σε πολλές χώρες. Η εκτός εποχής καλλιέργεια κηπουρικών, οπωρικών και ανθοκομικών προϊόντων ή η ανάπτυξή τους σε περιοχές με μη ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες, μπορεί σήμερα να βασιστεί σε μια ευρέως εφαρμοσμένη τεχνολογία. Υπάρχουν ποικίλες λύσεις για την επίτευξη των βέλτιστων συνθηκών ανάπτυξης των φυτών, οι οποίες βασίζονται στη χρήση της καλύτερης θερμοκρασίας για το κάθε είδος (Σχήμα 17), στη σωστή ένταση του φωτός, στην ιδανική συγκέντρωση CO₂ μέσα στο θερμοκήπιο, στην κατάλληλη υγρασία του εδάφους και του αέρα και στην κίνηση του αέρα μέσα στα θερμοκήπια.



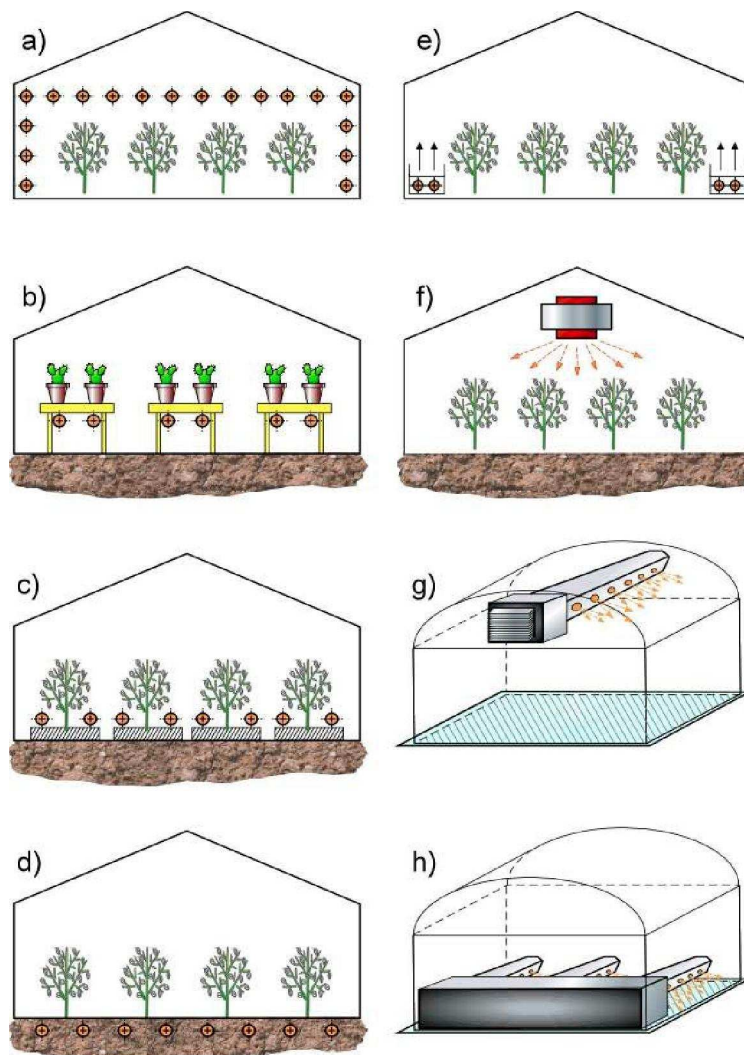
Σχήμα 17
Επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη κάποιων φυτών
(Beall and Samuels, 1971)

Το υλικό κάλυψης των τοιχωμάτων ενός θερμοκηπίου μπορεί να αποτελείται από γυαλί, fiberglass, πλάκες σκληρού πλαστικού ή πλαστικά φύλλα. Το γυαλί είναι το πλέον διαφανές υλικό και, σε σχέση με το πλαστικό, επιτρέπει σε μεγαλύτερο βαθμό τη διέλευση φωτός. Από την άλλη, το γυαλί προσφέρει μικρότερη θερμική μόνωση, είναι λιγότερο ανθεκτικό στην κρούση, είναι βαρύτερο και πολύ πιο ακριβό. Τα πιο απλά θερμοκήπια

κατασκευάζονται από μονά φύλλα πλαστικού, όμως τελευταίως χρησιμοποιούνται και διπλά στρώματα πλαστικών, μεταξύ των οποίων υπάρχει ένα κενό αέρος. Με το σύστημα αυτό μειώνονται οι θερμικές απώλειες από τα τοιχώματα σε ποσοστό μέχρι και 30-40%, οπότε αυξάνεται σημαντικά η απόδοση του θερμοκηπίου. Η θέρμανση ενός θερμοκηπίου μπορεί επίσης να επιτευχθεί με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα στους εναλλάκτες θερμότητας, στους σωλήνες ή τους αγωγούς θερμού νερού που βρίσκονται τοποθετημένοι μέσα ή πάνω στο έδαφος, στα θερμαντικά σώματα κατά μήκος των πλευρικών τοιχωμάτων και κάτω από τους πάγκους ή με συνδυασμό των παραπάνω μεθόδων (Σχήμα 18). Η χρήση των γεωθερμικών ρευστών για τη θέρμανση ενός θερμοκηπίου μειώνει σημαντικά τα λειτουργικά του έξοδα, τα οποία σε κάποιες περιπτώσεις φτάνουν το 35% του κόστους παραγωγής (οπωρικά, άνθη, διακοσμητικά φυτά και δενδρύλλια).

Η εκτροφή κτηνοτροφικών ειδών και οι υδρόβιοι οργανισμοί, όπως ακριβώς και τα φυτά, επωφελούνται σημαντικά από τις άριστες συνθήκες της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος χώρου, τόσο ως προς την ποιότητα όσο και ως προς την ποσότητα

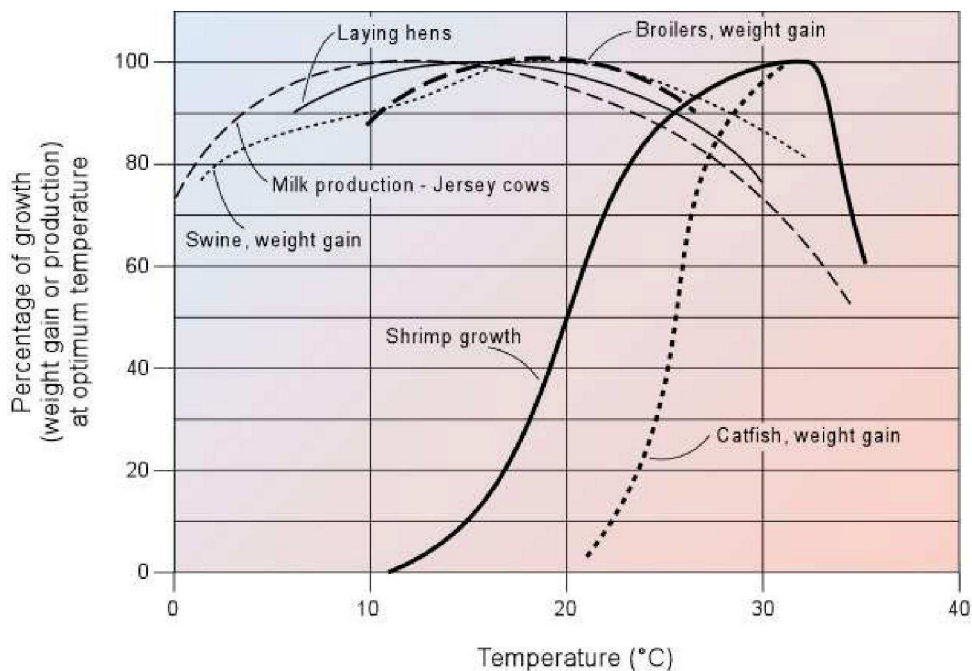
παραγωγής τους (Σχήμα 19). Σε πολλές περιπτώσεις τα γεωθερμικά νερά θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν ακόμη επικερδέστερα, μέσα από τη συνδυασμένη χρήση τους σε κτηνοτροφικές μονάδες και γεωθερμικά θερμοκήπια. Η ενέργεια που χρειάζεται για τη θέρμανση μιας μονάδας εκτροφής ζώων είναι περίπου το 50% αυτής που απαιτείται για ένα θερμοκήπιο ίδιας επιφάνειας, οπότε η κλιμακωτή χρήση των γεωθερμικών ρευστών θεωρείται ενδεδειγμένη. Η εκτροφή ζώων σε ένα περιβάλλον ελεγχόμενης θερμοκρασίας συνεισφέρει στη βελτίωση της υγείας τους, ενώ η χρήση των θερμών ρευστών θα μπορούσε να επεκταθεί στον καθαρισμό και την εξυγίανση των χώρων τους, αλλά και στην ξήρανση των αποβλήτων τους (Barbier and Fanelli, 1977).



Σχήμα 18

Συστήματα θέρμανσης σε γεωθερμικά θερμοκήπια.

- Εγκαταστάσεις θέρμανσης με φυσική κίνηση του αέρα (φυσική συναγωγή): (α) εναέριοι σωλήνες θέρμανσης (β) θέρμανση πάγκων (γ) σωλήνες θέρμανσης που είναι τοποθετημένοι χαμηλά (δ) θέρμανση εδάφους
- Εγκαταστάσεις θέρμανσης με εξαναγκασμένη κίνηση του αέρα (εξαναγκασμένη συναγωγή) (ε) πλευρική τοποθέτηση σωλήνων (στ) εναέριο αερόθερμα (ζ) αγωγοί τοποθετημένοι ψηλά (η) αγωγοί τοποθετημένοι χαμηλά (von Zabeltitz, 1986)



Σχήμα 19

Επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη ή παραγωγή ζώων που εκτρέφονται για κατανάλωση

Οι υδατοκαλλιέργειες, οι οποίες στην ουσία αποτελούν την ελεγχόμενη εκτροφή υδρόβιων οργανισμών, αποκτούν σήμερα ολοένα και μεγαλύτερη σπουδαιότητα σε παγκόσμιο επίπεδο, λόγω της αυξημένης ζήτησής τους στην αγορά. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας εκτροφής των ειδών αυτών είναι πολύ πιο σημαντικός σε σχέση με τα είδη που αναπτύσσονται στην ξηρά (θηλαστικά και πτηνά), όπως άλλωστε φαίνεται και στο Σχήμα 19, το οποίο δείχνει πόσο πιο διαφορετική είναι η τάση της καμπύλης ανάπτυξης των υδρόβιων ειδών. Διατηρώντας με τεχνητά μέσα τη θερμοκρασία σε βέλτιστα επίπεδα, καθίσταται δυνατή και η εκτροφή εξωτικών ειδών, η βελτίωση της παραγωγής ή ακόμη και ο διπλασιασμός του αναπαραγωγικού κύκλου σε μερικά είδη (Barbier and Fanelli, 1977). Τα είδη που κατά παράδοση εκτρέφονται σε τέτοιες μονάδες είναι: κυπρίνος, γατόψαρο, λαβράκια, κέφαλοι, χέλια, σολωμοί, μουρούνες, γαρίδες, αστακοί, καραβίδες, κάβουρες, στρείδια, μύδια, χτένια κλπ.

Οι υδατοκαλλιέργειες περιλαμβάνουν επίσης την εκτροφή κροκοδείλων και αλιγάτων, που αξιοποιούνται συνήθως ως τουριστικό αξιοθέατο αλλά και για την εκμετάλλευση του δέρματός τους, η οποία μπορεί να αποτελέσει μια πολύ επικερδή δραστηριότητα. Με βάση την εμπειρία από τις Η.Π.Α., φαίνεται ότι, διατηρώντας τη θερμοκρασία ανάπτυξής του σταθερή στους 30°C, ένας αλιγάτορας μπορεί να μεγαλώσει σε μήκος περίπου 2 μέτρα μέσα σε 3 χρόνια, ενώ εάν ζούσε σε φυσικές συνθήκες η αύξηση του μήκους του δεν θα ξεπερνούσε τα 1,20 μέτρα κατά την ίδια χρονική περίοδο. Τέτοια ερπετά εκτρέφονται εδώ και χρόνια σε ειδικές εγκαταστάσεις στο Κολοράντο και το Άινταχο των Η.Π.Α., ενώ παρόμοιες εφαρμογές σχεδιάζονται και στην Ισλανδία.

Οι θερμοκρασίες που απαιτούνται για τα υδρόβια είδη κυμαίνονται κατά βάση μεταξύ 20 και 30°C. Το μέγεθος των εγκαταστάσεων εξαρτάται από την αρχική θερμοκρασία των ρευστών, τη θερμοκρασία που απαιτείται στις δεξαμενές εκτροφής και από τις θερμικές απώλειες των τελευταίων.

Η καλλιέργεια της σπιρουλίνας (*Spirulina*) θεωρείται επίσης μια μορφή υδατοκαλλιέργειας. Λόγω της υψηλής διατροφικής του αξίας, αυτό το μονοκυτταρικό,

σπειροειδές και γαλάζιο-πράσινο φύκος, συχνά αποκαλείται «υπερ-τροφή». Επίσης, έχει προταθεί ως λύση στο πρόβλημα της ασιτίας στις φτωχότερες περιοχές του πλανήτη, όμως για την ώρα χαρακτηρίζεται στο εμπόριο απλά ως «συμπλήρωμα διατροφής». Η σπιρουλίνα καλλιεργείται σήμερα σε αρκετές τροπικές και υπο-τροπικές χώρες, σε λίμνες ή τεχνητές δεξαμενές, όπου επικρατούν ιδανικές συνθήκες για τη γρήγορη ανάπτυξή της (μέσα σε ένα ζεστό, αλκαλικό περιβάλλον, πλούσιο σε CO₂). Παρόλα αυτά, σε αρκετές χώρες των εύκρατων ζωνών η γεωθερμική ενέργεια έχει ήδη αξιοποιηθεί επιτυχώς σε τέτοιες υδατοκαλλιέργειες, για την ανάπτυξη της spirulina σε ετήσια βάση, παρέχοντας την απαραίτητη θερμότητα αλλά και το CO₂.

Τα γεωθερμικά ρευστά, σε ολόκληρο το θερμοκρασιακό τους εύρος, είτε πρόκειται για ατμό είτε για νερό, μπορούν να αξιοποιηθούν και σε βιομηχανικές εφαρμογές, όπως άλλωστε φαίνεται από το διάγραμμα του Lindal (Σχήμα 10). Οι διάφορες δυνατές μορφές αξιοποίησης περιλαμβάνουν θέρμανση κατά τη διεργασία, εξάτμιση, ξήρανση, απόσταξη, αποστείρωση, πλύσιμο, λιώσιμο πάγων και ανάκτηση αλάτων. Η χρήση της γεωθερμικής θερμότητας κατά τη βιομηχανική επεξεργασία διάφορων προϊόντων εφαρμόζεται σε 19 χώρες (Lund and Freeston, 2001), όπου οι εγκαταστάσεις είναι γενικά πολύ μεγάλες και η κατανάλωση ενέργειας υψηλή. Άλλα συγκεκριμένα παραδείγματα βιομηχανικών εφαρμογών είναι η εμφιάλωση νερού και ανθρακούχων ποτών, η παραγωγή χαρτιού, τμημάτων αυτοκινήτων, η ανάκτηση λαδιού, η παστερίωση γάλακτος, η χρήση στη βυρσοδεψία, η χημική ανάκτηση προϊόντων, η παραγωγή με διαχωρισμό του CO₂, η χρήση σε πλυντήρια, η ξήρανση γης διατόμων, η επεξεργασία πολτού και χαρτιού και η παραγωγή βορικών αλάτων και βορικού οξέος. Υπάρχουν επίσης εφαρμογές για χρήση των γεωθερμικών ρευστών χαμηλής θερμοκρασίας για λιώσιμο πάγου και αντιπαγετική προστασία

πεζοδρομίων, δρόμων και πλατειών, ως και σχέδια για τη διάλυση της ομίχλης σε κάποια αεροδρόμια. Στην Ιαπωνία λειτουργεί μια μικρή βιομηχανία που χρησιμοποιεί τις λευκαντικές ιδιότητες του υδρόθειου (H₂S) των γεωθερμικών νερών για την παραγωγή πρωτοποριακών και εξαιρετικής ποιότητας υφασμάτων για γυναικεία ρούχα. Στην ίδια χώρα, εφαρμόζεται σε πειραματικό στάδιο μια τεχνική για τη βιοτεχνική-βιομηχανική Παρασκευή ενός ελαφρού «γεωθερμικού ξύλου», το οποίο θεωρείται ιδιαίτερα κατάλληλο για ειδικές κατασκευές. Κατά την επεξεργασία του κανονικού ξύλου με το νερό μιας γεωθερμικής πηγής, τα πολυσακχαρίδιά του υφίστανται υδρόλυση, οπότε το υλικό γίνεται πιο πορώδες και συνεπώς ελαφρύτερο.

2.1.3 Οικονομική προσέγγιση

Τα στοιχεία που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κάθε φορά που γίνεται εκτίμηση του κόστους της εγκατάστασης ή της λειτουργίας μιας γεωθερμικής μονάδας, και της αξίας των «προϊόντων» της γεωθερμικής ενέργειας είναι πολύ περισσότερα και πιο σύνθετα σε σχέση με τις άλλες μορφές ενέργειας. Συνεπώς, θα πρέπει όλα αυτά τα στοιχεία να αξιολογούνται πολύ προσεκτικά πριν την εκπόνηση ενός γεωθερμικού προγράμματος.

Στο σημείο αυτό, μόνο κάποιες γενικές ενδείξεις μπορούν να αναφερθούν, οι οποίες σε συνδυασμό με τις πληροφορίες για τις τοπικές συνθήκες και την αξία των διαθέσιμων ρευστών, θα βοηθούσαν ίσως το μελλοντικό επενδυτή στη λήψη των σημαντικών αποφάσεων.

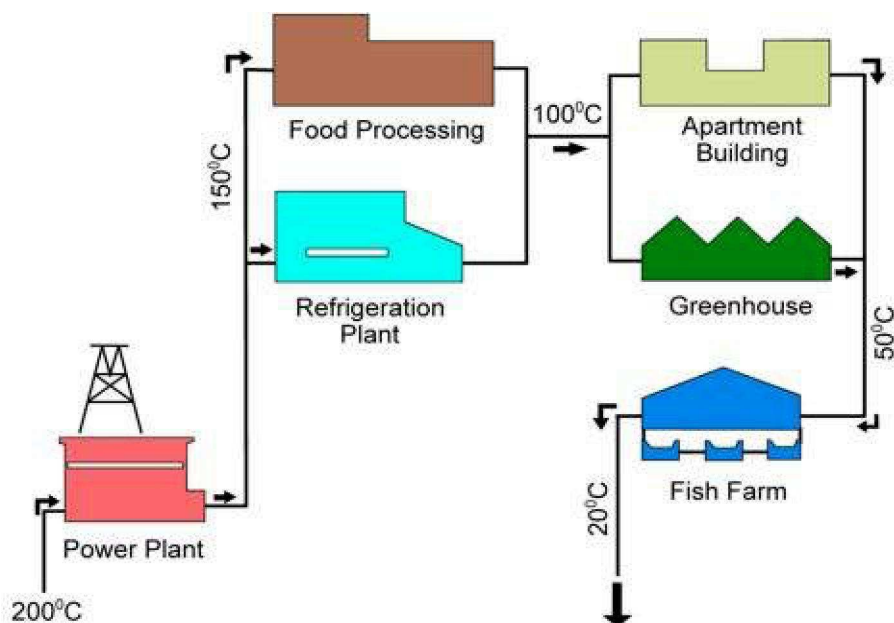
- Ένα σύστημα γεωθερμικού πόρου - εγκαταστάσεων (μονάδα εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας) αποτελείται από τις γεωθερμικές γεωτρήσεις, το δίκτυο μεταφοράς

των ρευστών, τη μονάδα παραγωγής ή χρήσης και συχνά το σύστημα επανεισαγωγής. Η αλληλεπίδραση όλων αυτών των στοιχείων θα πρέπει να αναλύεται προσεκτικά διότι βαρύνουν σε μεγάλο βαθμό το κόστος της αρχικής επένδυσης. Για παράδειγμα, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μια μονάδα ατμοσφαιρικής διάθεσης του ατμού αποτελεί την απλούστερη και φθηνότερη επιλογή συγκριτικά με μια μονάδα ίσης ισχύος που λειτουργεί με συμπύκνωση. Παρόλα αυτά, απαιτούνται σχεδόν διπλάσιες ποσότητες ατμού και συνεπώς διπλάσιος αριθμός γεωτρήσεων παραγωγής, κάτι που αυξάνει πολύ το αρχικό κόστος. Έτσι λοιπόν, παρόλο που οι γεωτρήσεις είναι ακριβές, η γεωθερμική μονάδα παραγωγής ηλεκτρισμού που λειτουργεί με συμπύκνωση αποδεικνύεται τελικά πιο φτηνή επιλογή, παρόλο που τελικά τις περισσότερες φορές η επιλογή της γίνεται για λόγους ανεξάρτητους του κόστους.

Τα γεωθερμικά ρευστά μπορούν να μεταφερθούν σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις μέσα σε θερμικά μονωμένους σωλήνες. Υπό ιδανικές συνθήκες το μήκος των σωληνώσεων μπορεί να φτάσει ακόμη και τα 60 km. Όμως, το κόστος των σωληνώσεων, του απαιτούμενου βοηθητικού εξοπλισμού (αντλίες, βαλβίδες, κλπ) και της συντήρησής τους, επιβαρύνουν πολύ τον προϋπολογισμό και μπορεί να ανεβάσουν σημαντικά το συνολικό λειτουργικό κόστος επένδυσης και λειτουργίας της εγκατάστασης. Οπότε, η απόσταση μεταξύ του πόρου (γεωτρήσεις) και της εφαρμογής (εγκαταστάσεις) θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη.

Το αρχικό κόστος επένδυσης μιας γεωθερμικής μονάδας εφαρμογής είναι συνήθως μεγαλύτερο, και σε κάποιες περιπτώσεις πολύ ανώτερο, από αυτό που απαιτείται για τη λειτουργία μιας αντίστοιχης μονάδας συμβατικών καυσίμων. Αντίθετα, η ενέργεια που καταναλώνεται σε μια γεωθερμική εγκατάσταση κοστίζει πολύ λιγότερο από τα συμβατικά καύσιμα και αντιστοιχεί συνήθως στο κόστος συντήρησης των διαφόρων επιμέρους τμημάτων της (σωληνώσεις βαλβίδες, αντλίες, εναλλάκτες θερμότητας κλπ.). Έτσι λοιπόν, οι υψηλότερες αρχικές δαπάνες λογικά αντισταθμίζονται από την εξοικονόμηση που γίνεται στην κατανάλωση ενέργειας. Ως εκ τούτου, το συνολικό σύστημα γεωθερμικού πόρου και εγκαταστάσεων θα πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να βρίσκεται σε λειτουργία για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα, ικανό για να γίνει απόσβεση της αρχικής επένδυσης, και, αν είναι δυνατό, ακόμη μεγαλύτερο.

Αξιοσημείωτα οικονομικά οφέλη μπορούν να προκύψουν από τη χρήση συνδυαστικών και ολοκληρωμένων συστημάτων που παρέχουν μεγαλύτερους συντελεστές απόδοσης (για παράδειγμα, συστήματα που συνδυάζουν ψύξη και θέρμανση χώρων) ή συστήματα διαδοχικής (κλιμακωτής) εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας, στα οποία οι εφαρμογές είναι συνδεδεμένες σε σειρά και η κάθε μια χρησιμοποιεί τα ρευστά που απορρίπτονται από την προηγούμενη (για παράδειγμα, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας -> θέρμανση θερμοκηπίων -> κτηνοτροφία) (Σχήμα 20).



Σχήμα 20
 Διαδοχική (κλιμακωτή) χρήση της γεωθερμικής ενέργειας

Για τη μείωση του κόστους συντήρησης και της πιθανότητας διακοπής της λειτουργίας της, η τεχνική πολυπλοκότητα μιας γεωθερμικής μονάδας δε θα πρέπει να ξεπερνά το βαθμό που αυτή θα είναι προσβάσιμη από το τοπικό τεχνικό προσωπικό και τους εύκολα διαθέσιμους ειδικούς. Οι πολύ εξειδικευμένοι τεχνικοί ή οι κατασκευαστές θα πρέπει να είναι απαραίτητοι μόνο για τις μεγάλης κλίμακας εργασίες συντήρησης ή στην περίπτωση εκτεταμένων ζημιών της μονάδας.

Τέλος, εάν η γεωθερμική εφαρμογή αφορά στην παραγωγή καταναλωτικών αγαθών, θα πρέπει να προηγηθεί μια προσεκτική και εμπειριστατωμένη έρευνα αγοράς, ώστε να εξασφαλιστεί η διάθεση αυτών των προϊόντων. Επίσης, θα πρέπει υποχρεωτικά να προϋπάρχουν ή να συμπεριληφθούν στον αρχικό προϋπολογισμό οι απαραίτητες υποδομές για την οικονομικά συμφέρουσα μεταφορά των προϊόντων από το σημείο παραγωγής στον καταναλωτή. Το πεδίο εφαρμογής των παραπάνω παρατηρήσεων καλύπτει όλες τις μορφές αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας και οποιεσδήποτε τοπικές συνθήκες, και γι αυτό έχουν έναν καθαρά ποιοτικό χαρακτήρα. Όσον αφορά στον αντικειμενικό υπολογισμό του ύψους της επένδυσης και του κόστους, προτείνεται το World Energy Assessment Report, που συντάχθηκε από το UNDP, το UN-DESA και το Παγκόσμιο Συμβούλιο Ενέργειας (World Energy Council) και το οποίο δημοσιεύτηκε το 2000. Τα στοιχεία του WEA παρατίθενται στους Πίνακες 4 και 5, στους οποίους γίνεται επίσης η σύγκριση ανάμεσα στη γεωθερμική ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές (Friedleifsson, 2001).

Πίνακας 4.
Ενεργειακό και επενδυτικό κόστος για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

Τρέχων ενεργειακό κόστος US¢/kWh	Ενδεχομεχόμενο μελλοντικό ενεργειακό κόστος US\$/kW	Ολικό επενδυτικό κόστος US¢/kWh
Βιομάζα 5 - 15	4 - 10	900 - 3000
Γεωθερμική ενέργεια 2 - 10	1 - 8	800 - 3000
Αιολική ενέργεια 5 - 13	3 - 10	1100 - 1700
Φωτοβολταικά 25 - 125	5 - 25	5000 - 10 000
Ηλιακοί συλλέκτες 12 - 18	4 - 10	3000 - 4000
Παλιρροιακά 8 - 15	8 - 15	1700 - 2500

Πίνακας 5.
Ενεργειακό και επενδυτικό κόστος για απευθείας χρήση θερμότητας από ανανεώσιμες πηγές

	Τρέχων ενεργειακό κόστος US¢/kWh	Ενδεχομεχόμενο μελλοντικό ενεργειακό κόστος US\$/kW	Ολικό επενδυτικό κόστος US¢/kWh
Βιομάζα (αιθανόλη)	1 - 5	1 - 5	250 - 750
Γεωθερμική ενέργεια	0.5 - 5	0.5 - 5	200 - 2000
Αιολική ενέργεια	5 - 13	3 - 10	1100 - 1700
Φωτοβολταικά	3 - 20	2 - 10	500 - 1700

2.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960, όταν το περιβάλλον ήταν περισσότερο «υγιές» και καθαρό σε σχέση με σήμερα και ο άνθρωπος είχε σαφώς λιγότερες γνώσεις σχετικά με οποιαδήποτε περιβαλλοντική απειλή, η γεωθερμική ενέργεια θεωρούνταν ακόμη ως μια «καθαρή ενέργεια». Στην πραγματικότητα όμως, δεν υπάρχει τρόπος παραγωγής ενέργειας ή μετατροπής της από μια μορφή σε άλλη για να χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο, που να μην προκαλεί κάποιες άμεσες ή έμμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ακόμη και η παλαιότερη και πιο απλούστερη μορφή παραγωγής θερμικής ενέργειας, δηλαδή η καύση του ξύλου, έχει καταστρεπτικές συνέπειες, ενώ η αποψίλωση των δασών, ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα τα τελευταία χρόνια, ξεκίνησε όταν οι πρόγονοί μας έκοψαν τα πρώτα δέντρα για να μαγειρέψουν την τροφή τους και να ζεστάνουν τα σπίτια τους. Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας έχει όντως κάποιο αντίκτυπο στο περιβάλλον, όμως δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι πρόκειται για μια από τις πλέον καθαρές και ελάχιστα έως καθόλου ρυπαντικές μορφές ενέργειας.

2.2.1 Πηγές ρύπανσης

Στις περισσότερες περιπτώσεις, ο βαθμός που μια γεωθερμική εκμετάλλευση επηρεάζει το περιβάλλον είναι ανάλογος με το μέγεθος και την κλίμακα της εκμετάλλευσης (Lunis and Breckenridge, 1991). Ο Πίνακας 6 δίνει συνοπτικά την πιθανότητα και τη σχετική σοβαρότητα των επιπτώσεων στο περιβάλλον από τη δημιουργία και λειτουργία μιας εγκατάστασης για άμεση χρήση της γεωθερμίας. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με δυαδικά συστήματα επηρεάζει το περιβάλλον με τον ίδιο τρόπο όπως οι άμεσες χρήσεις. Οι επιπτώσεις είναι δυνητικά περισσότερες στην περίπτωση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με μια συμβατική γεωθερμική μονάδα (χωρίς συμπυκνωτές) ή μονάδα με συμπυκνωτές, ειδικά όσον αφορά την ποιότητα του αέρα, όμως μπορεί να διατηρηθεί μέσα σε αποδεκτά όρια.

Πίνακας 6.

Πιθανότητα εμφάνισης και σοβαρότητα των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας.

Επίδραση	Πιθανότητα ύπαρξης	Συνέπειες
Ρύπανση αέρα	L	M
Ρύπανση επιφάνειας νερού	M	M
Υπόγεια ρύπανση	L	M
Κατακάθιση γης	L	L to M
Ηχορύπανση	H	L to M
Ρύπανση από τα αέρια	L	L to M
Διαβρωση αρχαιολογικών χαρακτηριστικών	L to M	M to H
Κοινωνικο-οικονομικά προβλήματα	L	L
Χημική ή Θερμική ρύπανση	L	M to H
Συμπαγή απόβλητα	M	M to H

L = Χαμηλή; M = Μεσαία; H= Υψηλή

Πηγή Πληροφοριών: Lunis and Breckenridge (1991)

Κάθε μεταβολή στο περιβάλλον θα πρέπει να αξιολογείται προσεκτικά, λαμβάνοντας υπόψη τους σχετικούς νόμους και κανονισμούς (οι οποίοι σε κάποιες χώρες είναι πολύ αυστηροί), αλλά και επειδή κάθε φαινομενικά ασήμαντη αλλαγή θα μπορούσε να προκαλέσει αλυσιδωτά φαινόμενα, των οποίων οι επιπτώσεις είναι δύσκολο να προβλεφθούν πλήρως και να αναλυθούν εκ των προτέρων. Για παράδειγμα, μια αύξηση της τάξης των 2-3°C στη θερμοκρασία ενός υδάτινου αποδέκτη, ως αποτέλεσμα της απόρριψης αποβλήτων από μια γεωθερμική εφαρμογή, θα μπορούσε να είναι επιβλαβές στο οικοσύστημά του. Οι φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί που είναι ευαίσθητοι στις θερμοκρασιακές μεταβολές σταδιακά θα εξαφανιζόταν, αφήνοντας τα μεγαλύτερα ψάρια χωρίς την πηγή τροφής τους. Επίσης, η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού θα μπορούσε να επηρεάσει αρνητικά την ανάπτυξη των αυγών άλλων τύπων ψαριών. Αν τα ψάρια αυτά αποτελούν βρώσιμο είδος και οικονομικό πόρο μιας κοινότητας ψαράδων, τότε η εξαφάνισή τους θα ήταν κρίσιμη για την επιβίωσή της.

Η πρώτη περιβαλλοντική επίπτωση που γίνεται αντιληπτή από τα πρώτα κίολας στάδια εφαρμογής ενός γεωθερμικού έργου, είναι οι *γεωτρήσεις*, ανεξάρτητα αν αυτές φτάνουν σε

μικρά βάθη και αποσκοπούν στη μέτρηση της γεωθερμικής βαθμίδας κατά το στάδιο έρευνας, ή αν είναι γεωτρήσεις έρευνας-παραγωγής. Η εγκατάσταση ενός γεωτρητικού συγκροτήματος, που περιλαμβάνει και όλο το βοηθητικό εξοπλισμό του, πολλές φορές απαιτεί τη διάνοιξη-επισκευή δρόμων για την πρόσβαση στο σημείο των γεωτρήσεων και την κατασκευή μιας γεωτρητικής εξέδρας και πλατείας. Η τελευταία καλύπτει μια επιφάνεια από 300-500 m², όταν το γεωτρήσιμο είναι μικρό και αυτοκινούμενο (μέγιστο βάθος γεωτρήσεων 300-700 m), και μέχρι 1200-1500 m² όταν είναι μέτριο έως μεγάλο (μέγιστο βάθος 2000 m). Οι εργασίες για την εγκατάσταση των γεωτρημάτων και την κατασκευή των γεωτρήσεων τροποποιούν ελαφρά την επιφανειακή μορφολογία της περιοχής ενώ δεν αποκλείεται η πιθανότητα πρόκλησης μικρών ζημιών στη χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής. Οι απότομες έξοδοι ρευστών μπορεί να προκαλέσουν ρύπανση των επιφανειακών υδάτων, γι' αυτό, εάν αναμένονται υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις, θα πρέπει να προβλεφθεί η εγκατάσταση συστήματος «αντικρηκτικού» μηχανισμού ασφάλειας ρευστών (blow-up preventers) (Lunis and Breckenridge, 1991). Επίσης, κατά τη διάρκεια κατασκευής των γεωτρήσεων ή των δοκιμών παραγωγής, υπάρχει κίνδυνος διαφυγής στην ατμόσφαιρα κάποιων ανεπιθύμητων αερίων. Σε κάθε περίπτωση, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τις γεωτρητικές εργασίες σταματούν με το πέρας αυτών.

Κατά το επόμενο στάδιο, η εγκατάσταση του δικτύου μεταφοράς των γεωθερμικών ρευστών και η κατασκευή των *εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης*, επηρεάζει επίσης την πανίδα, τη χλωρίδα και την επιφανειακή μορφολογία της περιοχής. Το τοπίο της περιοχής μπορεί να αλλάξει ελαφρώς, παρόλο που σε κάποιες περιπτώσεις, όπως στο Larderello, το δίκτυο των σωληνώσεων που διαπερνά την περιοχή και οι πύργοι ψύξης των εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχουν γίνει αναπόσπαστα τμήματα του τοπίου και αποτελούν πια ένα διάσημο τουριστικό αξιοθέατο της περιοχής.

Περιβαλλοντικά προβλήματα είναι δυνατόν να προκύψουν και στη φάση λειτουργίας μιας γεωθερμικής εγκατάστασης. Τα γεωθερμικά ρευστά (ατμός ή ζεστό νερό) συνήθως περιέχουν *αέρια*, όπως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), υδρόθειο (H₂S), αμμωνία (NH₃), μεθάνιο (CH₄) και ίχνη από άλλα αέρια, καθώς και *διαλυμένες χημικές ενώσεις*, των οποίων η συγκέντρωση συνήθως αυξάνει με τη θερμοκρασία. Για παράδειγμα, το χλωριούχο νάτριο (NaCl), το βόριο (B), το αρσενικό (As) και ο υδράργυρος (Hg) αποτελούν πηγές ρύπανσης αν διατεθούν στο επιφανειακό περιβάλλον. Κάποια γεωθερμικά ρευστά, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση οικισμών στην Ισλανδία, μπορεί να είναι καθαρά νερά, όμως κάτι τέτοιο αποτελεί μια σπάνια περίπτωση. Επίσης, όταν τα νερά απορρίπτονται από τις γεωθερμικές εγκαταστάσεις έχοντας υψηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με το περιβάλλον, τότε συνιστούν μια πιθανή πηγή θερμικής ρύπανσης.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να αποδειχθεί ένα σχετικά σημαντικό πρόβλημα κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με συμβατικές γεωθερμικές εγκαταστάσεις. Η εκπομπή υδρόθειου αποτελεί τη σημαντικότερη πηγή μόλυνσης. Το όριο οσμής για την παρουσία υδρόθειου στον αέρα είναι περίπου 5 p.p.b/k.ό., ενώ κάποιες φυσικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου παρατηρούνται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις (Weres, 1984). Παρόλα αυτά, υπάρχουν διάφορες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη μείωση των εκπομπών του αερίου αυτού, οπότε οι επιπτώσεις του συγκεκριμένου προβλήματος μπορούν να ελεγχθούν σχετικά εύκολα. Στα ρευστά που χρησιμοποιούνται σε ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί επίσης να βρεθεί διοξείδιο του άνθρακα, όμως, συγκριτικά με τις εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα, η απελευθέρωση CO₂ είναι κατά πολύ μικρότερη: 13 έως 380 gr για κάθε kWh ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από μια γεωθερμική εγκατάσταση αντιστοιχεί σε 1.042 gr/kWh που εκπέμπεται από τις εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν λιγνίτη, 906 gr/kWh από αυτές που χρησιμοποιούν πετρέλαιο και 453 gr/kWh από τις μονάδες φυσικού αερίου (Friedleifsson, 2001). Οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με δυαδικά συστήματα και οι εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης οικισμών μπορούν πιθανώς να δημιουργήσουν κάποια μικρότερα προβλήματα, τα οποία όμως μπορούν

να ξεπεραστούν με απλό τρόπο χρησιμοποιώντας κλειστά συστήματα που προλαμβάνουν οποιαδήποτε εκπομπή αερίων.

Η *διάθεση των χρησιμοποιηθέντων γεωθερμικών νερών (αλμολοίπων)* αποτελεί μια πιθανή πηγή χημικής ρύπανσης. Για το λόγο αυτό, τα γεωθερμικά ρευστά με σχετικά μεγάλη περιεκτικότητα σε χημικά στοιχεία όπως βόριο, φθόριο, αρσενικό, θα πρέπει να υφίστανται κάποιου είδους επεξεργασία ή να επανεισάγονται στον ταμειυτήρα ή και τα δύο. Τα γεωθερμικά ρευστά μέσης έως χαμηλής θερμοκρασίας που χρησιμοποιούνται στις περισσότερες εφαρμογές άμεσων χρήσεων περιέχουν γενικά πολύ χαμηλές ποσότητες χημικών στοιχείων, οπότε η διάθεσή τους πολύ σπάνια συνιστά κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα. Κάποια από αυτά μάλιστα, μπορούν συχνά, αφού υποστούν μια σχετική ψύξη, να διατεθούν ακόμη και σε κάποιον επιφανειακό υδάτινο αποδέκτη (Lunipis and Breckenridge, 1991). Η ψύξη των ρευστών μπορεί να γίνει μέσα σε ειδικές δεξαμενές ή τεχνητές λίμνες, ώστε να αποφεύγονται οι τυχόν μεταβολές στο οικοσύστημα των υδάτινων αποδεκτών (ποτάμια, λίμνες, ή και θάλασσα).

Υπάρχει η πιθανότητα η άντληση μεγάλων ποσοτήτων ρευστών από τους γεωθερμικούς ταμειυτήρες να προκαλέσει φαινόμενα *καθίζησης*, δηλαδή σταδιακής βύθισης της επιφάνειας του εδάφους. Αυτό αποτελεί ένα μη αναστρέψιμο φαινόμενο, αλλά σε καμία περίπτωση δεν είναι καταστροφικό, καθώς πρόκειται για μια αργή διαδικασία που συνήθως επηρεάζει και «κατανέμεται» σε μεγάλες επιφάνειες. Με το πέρασμα των χρόνων, η καθίζηση μπορεί να φτάσει σε μετρήσιμα επίπεδα, σε κάποιες περιπτώσεις ακόμη και σε κάποιες δεκάδες εκατοστών ή και μέτρων, οπότε θα πρέπει να παρακολουθείται συστηματικά, καθώς τότε υπάρχει η πιθανότητα να επηρεάσει τη σταθερότητα όχι μόνο των κτιριακών εγκαταστάσεων των γεωθερμικών μονάδων αλλά και όλων των άλλων κτιρίων στην περιοχή. Σε πολλές περιπτώσεις η καθίζηση μπορεί να αποτραπεί, ή να μειωθεί σημαντικά, με την επανεισαγωγή των χρησιμοποιηθέντων γεωθερμικών ρευστών στον ταμειυτήρα από τον οποίο προέρχονται.

Η απόληψη και/ή η επανεισαγωγή των γεωθερμικών ρευστών μπορεί να προκαλέσει ή να αυξήσει τη συχνότητα των *σεισμικών φαινομένων* σε κάποιες περιοχές. Όμως, πρόκειται για μικροσεισμικά γεγονότα, που μπορούν να γίνουν αντιληπτά μόνο από λεπτομερή καταγραφικά όργανα. Η εκμετάλλευση των γεωθερμικών πόρων είναι απίθανο να προκαλέσει μεγάλα σεισμικά συμβάντα, και μέχρι στιγμής τίποτε τέτοιο δεν έχει γίνει γνωστό σε κάποιο γεωθερμικό πεδίο.

Ο *θόρυβος* που συνδέεται με τη λειτουργία των γεωθερμικών εγκαταστάσεων, θα μπορούσε να αποτελέσει πρόβλημα μόνο στις εγκαταστάσεις που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Κατά τη φάση παραγωγής, πρόκειται για το θόρυβο που προκαλείται από τη μεταφορά του ατμού μέσα από τους σωλήνες και στην περιστασιακή απόρριψή του στο περιβάλλον. Όμως τα συγκεκριμένα επίπεδα θορύβου είναι συνήθως αποδεκτά. Στην εγκατάσταση ηλεκτροπαραγωγής, η κύρια πηγή θορύβου προέρχεται από τους ανεμιστήρες του πύργου ψύξης, τον εκτοξευτή ατμού και το βόμβο των ατμοστροβίλων (Brown, 2000). Ο θόρυβος που προκαλείται από τις εφαρμογές άμεσης χρήσης της γεωθερμίας είναι συνήθως αμελητέος.

2.3 ΠΑΡΟΝ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ

Οι ποσότητες θερμικής ενέργειας που υπάρχουν στο υπέδαφος είναι τεράστιες. Μια ομάδα ειδικών υπολόγισε το γεωθερμικό δυναμικό κάθε ηπείρου (Πίνακας 7), όσον αφορά τους πόρους υψηλής και χαμηλής θερμοκρασίας (International Geothermal Association, 2001).

Εάν αξιοποιηθεί σωστά, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο αρκετών χωρών. Σε κάποιες περιπτώσεις, ακόμη και μικρής κλίμακας γεωθερμικοί πόροι είναι αρκετοί για την επίλυση πολλών τοπικών προβλημάτων και ικανοί για την άνοδο του βιοτικού επιπέδου μικρών και απομονωμένων κοινοτήτων.

Τα δεδομένα που προέρχονται από τον Friedleifsson (2003) δίνουν μια γενική ιδέα για το ρόλο που κατέχει η γεωθερμία σε σχέση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 2.826 TWh από ΑΠΕ το 1998, το ποσοστό 92% προέρχεται από

υδροηλεκτρική ενέργεια, 5,5% από βιομάζα, 1,6% από γεωθερμική ενέργεια, 0,6% από αιολική ενέργεια, 0,05% από ηλιακή ενέργεια και 0,02 από παλιρροϊκή ενέργεια. Όσον αφορά τη θερμότητα, η βιομάζα κατέχει το 92% της συνολικής παραγωγής από ΑΠΕ, η γεωθερμική ενέργεια το 5% και η ηλιακή ενέργεια των 2%.

	Πηγές υψηλής θερμοκρασίας κατάλληλες για παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας		Πηγές χαμηλής θερμοκρασίας για Άμεση χρήση σε εκατομμύρια TJ/yr θερμότητας (μικρότερο όριο)
	Conventional technology in TWh/yr of electricity	Conventional and binary technology in TWh/yr of electricity	Συμβατική Τεχνολογία σε TWh/yr ηλεκτρισμού
Europe	1830	3700	> 370
Asia	2970	5900	> 320
Africa	1220	2400	> 240
North America	2800	5600	> 240
Latin America	1050	2100	> 110
Oceania	1050	2100	> 110
World potential	11 200	22 400	> 1400

*Πίνακας 7.
Γεωθερμικό δυναμικό στον πλανήτη
(International Geothermal
Association, 2001)*

3

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

3.2 ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

- 3.2.1 Αντλία θερμότητας
- 3.2.2 Αρχή λειτουργίας
- 3.2.3 Θέρμανση και ψύξη

3.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

- 3.3.1 Διατρούμενη μονάδα SPLIT
- 3.3.2 Άλλες εφαρμογές

3.4 ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ

- 3.4.1 Αντλία θερμότητας και γεωθερμία
- 3.4.2 Αντλία θερμότητας συζευγμένη με κεντρική θέρμανση

3.5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

- 3.5.1 Συμπεράσματα

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκμετάλλευση της αβαθούς γεωθερμίας γίνεται με τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, οι οποίες είναι συστήματα υδροψυκτων αντλιών θερμότητας σε συνδυασμό με εναλλάκτες θερμότητας εδάφους (κλειστό σύστημα) ή τροφοδοτούμενες από υδρογεώτρηση (ανοιχτό σύστημα). Οι εναλλάκτες εδάφους αποτελούνται από σωλήνα τοποθετημένο εντός του εδάφους, και μπορεί να είναι είτε σε οριζόντια διάταξη εντός τάφρου ή εκσκαφής, είτε σε κατακόρυφη διάταξη σε σχήμα U εντός γεωτρήσεων. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας τροφοδοτούν εσωτερικά συστήματα θέρμανσης χαμηλής θερμοκρασίας.

Χρησιμοποιούν τη γη σαν πηγή θερμότητας όταν παρέχουν θέρμανση, χρησιμοποιώντας νερό (με ή χωρίς αντιψυκτικό) ως το μέσον που μεταφέρει τη γήινη θερμότητα στον εξαμιστή της αντλίας θερμότητας. Τα ίδια συστήματα μπορούν να παρέχουν και ψύξη, χρησιμοποιώντας τη γη ως αποδέκτη θερμότητας.

Εφαρμογές και έρευνα εδώ και 50 χρόνια στις ΗΠΑ και σε χώρες της Κεντρικής Ευρώπης, έχουν οδηγήσει στην καθιέρωση των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας ως αξιόπιστη τεχνολογία. Σε λειτουργία για θέρμανση, μια τυπική γεωθερμική αντλία θερμότητας που είναι διαθέσιμη στο εμπόριο αξιοποιεί 3 μέρη γεωθερμική ενέργεια και 1 μέρος ηλεκτρική ενέργεια, προκειμένου να παρέχει 4 μέρη ωφέλιμης θερμότητας. Γι' αυτό το λόγο τα συστήματα αυτά καταναλώνουν 25%-50% λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από εκείνα των αερόψυκτων αντλιών θερμότητας.

Το βασικό πλεονέκτημα των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, απέναντι στα κλασικά γεωθερμικά συστήματα με απευθείας (χωρίς την παρεμβολή αντλίας θερμότητας) χρήση υπόγειων ρευστών, είναι ότι οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας μπορούν να εγκατασταθούν οπουδήποτε, χωρίς να απαιτείται η ύπαρξη υπόγειων υδροφόρων υψηλής θερμοκρασίας σε οικονομικό βάθος.

Παρόλο που η χρήση των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες σε χώρες όπως οι ΗΠΑ, Γερμανία, Σουηδία, Αυστρία, Ελβετία και αλλού, στη χώρα μας υπάρχουν μερικές μόνον, πιλοτικές κυρίως εφαρμογές. Μεγάλης κλίμακας διάδοση των τεχνολογιών αυτών για θέρμανση και κλιματισμό στη χώρα μας, θα συνέβαλε ουσιαστικά προς την εκπλήρωση των στόχων του πρωτοκόλλου του Κυότο, δηλαδή στη διάδοση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και στον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

3.2 ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

3.2.1 Τι είναι η αντλία θερμότητας (Α/Θ)

Αντλία θερμότητας είναι κάθε συσκευή που με οποιοδήποτε τρόπο, μηχανικό ή θερμικό, αντλεί θερμότητα από μια χαμηλή θερμοκρασιακή στάθμη και την αποδίδει σε μια υψηλή θερμοκρασιακή στάθμη καταναλώνοντας για αυτό το σκοπό ενέργεια, ηλεκτρική ή θερμική.

Πιο ειδικά, στην εμπορική ορολογία αντλία θερμότητας είναι η συσκευή, που έχει τη δυνατότητα επέμβασης στον ψυκτικό κύκλο του συστήματος, έτσι ώστε να δίνει άλλοτε ζεστό και άλλοτε κρύο αέρα, ανάλογα πάντα με τις κλιματιστικές ανάγκες του χώρου.

Μία αντλία θερμότητας εξάγει τη θερμότητα από μία πηγή και τη μεταφέρει σε μία λεκάνη, σε μεγαλύτερη θερμοκρασία. Με βάση αυτόν τον ορισμό, όλοι οι εξοπλισμοί ψύξης, συμπεριλαμβανομένων των κλιματιστικών και των ψυκτών, είναι αντλίες θερμότητας. Ωστόσο, από τεχνικής άποψης ο όρος «αντλία θερμότητας» αναφέρεται γενικά μόνο σε εξοπλισμό που θερμαίνει για συγκεκριμένο σκοπό και δεν χρησιμοποιείται μόνο για ψύξη. Οι αντλίες θερμότητας που παρέχουν θέρμανση και ψύξη, είναι ουσιαστικά κλιματιστικά ή ψύκτες με αναστρέψιμο κύκλο λειτουργίας.

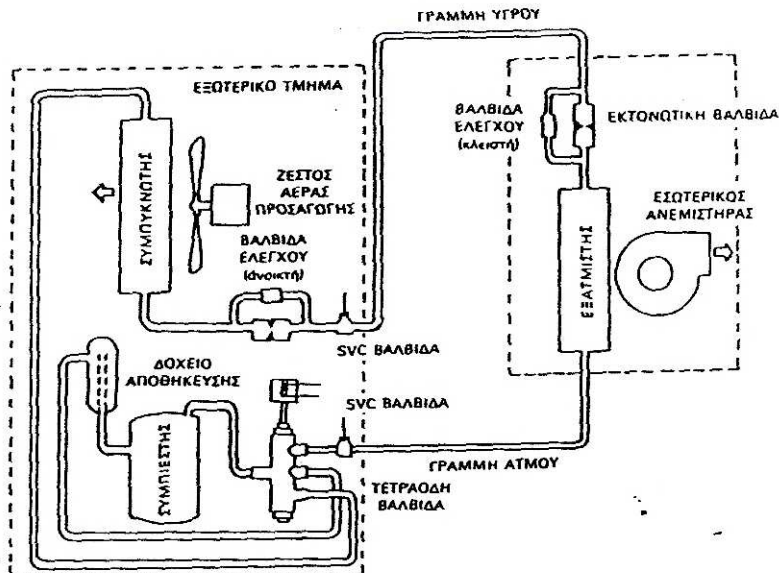
Είναι σε όλους γνωστό, ότι η θερμότητα έχει φυσική ροή από καταστάσεις υψηλότερων θερμοκρασιών σε αντίστοιχες χαμηλότερων θερμοκρασιών. Η ΑΘ έχει την ικανότητα να μεταφέρει τη θερμότητα αντίθετα από τη φυσική της ροή. Αντλεί δηλαδή θερμότητα – γι' αυτό ονομάζεται έτσι - από μια χαμηλότερη στάθμη θερμοκρασίας προς μια υψηλότερη. Την ίδια εξ' άλλου ικανότητα έχει και ένα ψυγείο, μόνο που στην περίπτωση της ΑΘ ενδιαφερόμαστε για την απορριπτόμενη θερμότητα και όχι για την παραγόμενη ψύξη στο στοιχείο του εξατμιστή.

3.2.2 Αρχή λειτουργίας

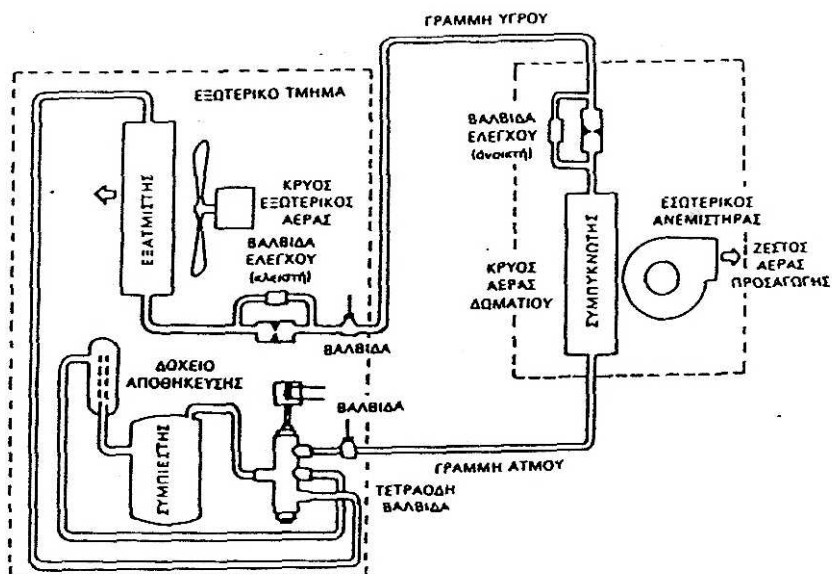
Η αρχή λειτουργίας της ΑΘ είναι η ίδια που εφαρμόζεται στα ψυγεία, όπου η θερμότητα μεταφέρεται από το χώρο του ψυγείου {+5 °C} στο χώρο του περιβάλλοντος (30 °C), ή στις κλιματιστικές συσκευές παραθύρου, όπου η θερμότητα μεταφέρεται από το δωμάτιο (20 °C) στο υπαίθρο (35 °C). Έτσι λοιπόν, αν ο χώρος Α είναι το εσωτερικό ενός κτιρίου και ο Β το περιβάλλον, η αντλία θερμότητας έχει τη δυνατότητα - με κατάλληλο χειρισμό - να μεταφέρει θερμότητα από το χώρο Α προς το χώρο Β (ΨΥΞΗ του κτιρίου) ή αντίστροφα από τον χώρο Β προς το χώρο Α (ΘΕΡΜΑΝΣΗ του κτιρίου).

Τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται μια αντλία θερμότητας είναι (Σχ. 3.2.2.α και 3.2.2.β):

1. Το τμήμα συμπιεστή-συμπυκνωτή, που απορρίπτει (ή απορροφά) θερμότητα στο (ή από) το περιβάλλον.
2. Το τμήμα ανεμιστήρα - εξατμιστή, που απορροφά (ή προσθέτει) θερμότητα από τον (ή στον) εσωτερικό χώρο.
3. Ο μηχανισμός αντιστροφής, που είναι μια τετράοδη βαλβίδα, που αναστρέφει τη ροή του ψυκτικού μέσου έτσι ώστε να έχουμε ψύξη ή θέρμανση, ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας.
4. Οι αυτοματισμοί για τον έλεγχο και λειτουργία του συστήματος θέρμανσης ή ψύξης.
5. Η συμπληρωματική ηλεκτρική αντίσταση, που αυξάνει τη θερμική απόδοση του συστήματος, όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή.



Σχήμα 21
Κύκλος αντλίας θερμότητας για ψύξη.



Σχήμα 22
Κύκλος αντλίας θερμότητας για θέρμανση.

3.2.3 Λειτουργία μιας ΑΘ στις δύο περιπτώσεις: θέρμανσης και ψύξης

Συχνά στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η ΑΘ "αντιστρέφει" η "αναστρέφει" τον κύκλο του ψυκτικού μέσου και ανάλογα με την περίπτωση ακολουθεί "ψυκτικό κύκλο" το καλοκαίρι η "θερμικό" ή "θερμαντικό" κύκλο το χειμώνα. Πρέπει να τονίσουμε ότι μια ΑΘ δουλεύει πάντα με ψυκτικό κύκλο και ποτέ με θερμικό. Το μόνο που αντιστρέφεται είναι ο ρόλος των στοιχείων του συμπυκνωτή και του εξατμιστή. Έτσι, το καλοκαίρι ο εξατμιστής είναι μέσα στο ψυχόμενο χώρο και μας ψύχει, ενώ το χειμώνα ο εξατμιστής είναι στον εξωτερικό χώρο και ψύχει το περιβάλλον. Αντί να κάνουμε λοιπόν εμείς τις μεταφορές των συσκευών εξατμιστή-συμπυκνωτή από το δωμάτιο μας στο μπαλκόνι, η ΑΘ με μια ειδική βαλβίδα αντιστρέφει τη ροή του ψυκτικού μέσου διατηρώντας φυσικό τον ψυκτικό κύκλο, στον οποίο συνεχίζεται κανονικά η προσφορά μηχανικού έργου.

Η μελέτη του κύκλου για ψύξη (Σχ. 3.2.2.α) μπορεί να γίνει ξεκινώντας από οποιοδήποτε σημείο του συστήματος. Ας αρχίσουμε λοιπόν από τη στιγμή που το ψυκτικό υγρό εισέρχεται στον εξατμιστή. Υπενθυμίζουμε εδώ ότι την ίδια λειτουργία έχουν και τα ψυγεία (οικιακά, επαγγελματικά, ψυκτικοί θάλαμοι, κ.α.).

Η είσοδος του ψυκτικού υγρού στον εξατμιστή ελέγχεται από μια εκτονωτική - στραγγαλιστική βαλβίδα. Η βαλβίδα αυτή ελαττώνει την πίεση του υγρού, το οποίο στη συνέχεια εξατμίζεται σε χαμηλή θερμοκρασία. Κατά την εξάτμιση, ποσά θερμότητας προσδίδονται στο υγρό που βρίσκεται σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία.

Το ψυκτικό υγρό έχει μετατραπεί σε αέριο, το οποίο αποκτά υψηλή πίεση και θερμοκρασία με τη βοήθεια του συμπιεστή.

Το συμπιεσμένο αέριο φθάνει στο συμπυκνωτή και προσδίδει ποσά θερμότητας στο μέσο συμπύκνωσης (αέρας ή νερό). Στο στάδιο αυτό το συμπιεσμένο αέριο υγροποιείται.

Το ψυκτικό υγρό φθάνει στην εκτονωτική βαλβίδα και ο κύκλος ξαναρχίζει.

Ο κύκλος θέρμανσης (Σχ. 3.2.2.β) περιλαμβάνει τα ίδια στάδια με αυτόν της ψύξης. Μόνο που στην περίπτωση αυτή ο εξατμιστής εργάζεται σε συμπυκνωτή και ο συμπυκνωτής σαν εξατμιστής. Η μετατροπή του κύκλου από τη φάση θέρμανσης στη φάση ψύξης γίνεται με τη βοήθεια τετράοδης βαλβίδας.

3.2.4 Κατηγορίες αντλιών θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας κατατάσσονται:

Ανάλογα με το μέσο που αντλείται και το μέσο που αποβάλλεται η θερμότητα, οι αντλίες θερμότητας χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- A) Αέρα - Αέρα (A - A),
- B) Αέρα - Νερού (A - N),
- Γ) Νερού - Νερού (N - N),
- Δ) Νερού - Αέρα (N - A),
- E) Εδάφους - Αέρα (E - A),
- Στ) Εδάφους - Νερού (E - N).

Ανάλογα με το είδος της κινητήριας μηχανής, οι αντλίες θερμότητας κατατάσσονται σε 3 κατηγορίες:

- I. Ηλεκτροκίνητοι συμπιεστές,
 - a) Συμπιεστές κινούμενοι από μηχανές εσωτερικής καύσης (πετρέλαιο, ατμός, αέριο, κ.λπ.),
 - b) Συμπιεστές απορρόφησης και προσρόφησης (θερμική ενέργεια χαμηλής και μέσης θερμοκρασίας).
- II. Ανάλογα με τη θέση των διαφόρων μηχανισμών της αντλίας θερμότητας, διακρίνουμε δύο κατηγορίες:
 - a) Ενιαίες ή αυτόνομες (COMPACT): όλοι οι μηχανισμοί βρίσκονται σε κοινό κέλυφος,
 - b) Διαιρούμενες (SPIT): ο συμπυκνωτής είναι ανεξάρτητος του υπόλοιπου συστήματος.
- III. Ανάλογα με τον τρόπο εναλλαγής της λειτουργίας των στοιχείων τους οι αντλίες θερμότητας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- a) Σταθερού κυκλώματος (Σ.Κ.) ψυκτικού μέσου: Η ροή του ψυκτικού μέσου διατηρείται σταθερή και αλλάζει η θέση των μέσων προσαγωγής ή απαγωγής της θερμότητας,
- b) Μεταβλητού κυκλώματος (Μ.Κ.) ψυκτικού μέσου: Γίνεται αναστροφή της ροής του ψυκτικού μέσου.

3.2.5 Οι πηγές θερμότητας

Υπάρχουν αρκετές πηγές θερμότητας, μερικές από τις οποίες στη συνέχεια θα μελετήσουμε χωριστά:

1. Ο αέρας

Το πλεονέκτημα της πηγής αυτής είναι ότι βρίσκεται σε αφθονία στη φύση. Αν η εξωτερική θερμοκρασία το χειμώνα είναι πολύ χαμηλή, η αντλία δεν μπορεί να αντλήσει αρκετή θερμότητα από τον αέρα. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα εφεδρικό συμβατικό σύστημα για να καλύπτει το φορτίο αιχμής. Το εφεδρικό σύστημα μπορεί να είναι λέβητας πετρελαίου ή αερίου, νυχτερινή ή ημερήσιο ηλεκτρική ενέργεια κ.λπ.

Ένα άλλο πρόβλημα είναι το πάγωμα του εξατμιστή, όταν η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα είναι μικρότερη από τους 2 °C. Όσο αυξάνεται η ποσότητα του δημιουργούμενου πάγου, τόσο μειώνεται η παροχή του αέρα που περνά από τον εξατμιστή. Αρχικό το πρόβλημα αυτό λύθηκε με ηλεκτρικές αντιστάσεις, που έλιωναν τον πάγο. Σήμερα όμως η πιο γνωστή μέθοδος είναι η αντιστροφή του κύκλου. Με τον τρόπο αυτό, όταν χρειαστεί απόψυξη, η τετράοδη βαλβίδα ενεργοποιείται και μπαίνει σε λειτουργία ο κύκλος σε φάση ψύξης, οπότε το ζεστό αέριο οδηγείται στον εξατμιστή και λιώνει τον πάγο. Κατά την απόψυξη ο εξωτερικός ανεμιστήρας σταματά να παρέχει κρύο αέρα, με αποτέλεσμα ο συμπιεστής να αντιμετωπίζει μόνο τα φορτία του πάγου. Ο εσωτερικός ανεμιστήρας είναι επίσης κλειστός.

2. Το νερό

Επειδή το νερό του δημόσιου δικτύου είναι ακριβό, συχνά προτιμάται νερό από ιδιωτικές αντλήσεις. Προκύπτουν βέβαια αρκετές δαπάνες λειτουργίας, όπως είναι η συντήρηση των αντλιών φρεάτων, οι αποχετεύσεις του απορριπτόμενου νερού κ.λπ. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί το νερό μιας λίμνης, ενός ποταμού ή ακόμα και το νερό της θάλασσας (έχει ήδη εφαρμοσθεί σε παραθαλάσσια ξενοδοχεία). Στην τελευταία περίπτωση πρέπει να μελετηθεί ιδιαίτερα ο τρόπος της υδροληψίας, γιατί αφενός μεν οι θαλάσσιοι οργανισμοί κλείνουν συχνά τις εισόδους των σωλήνων, αφετέρου δε η αναρρόφηση της άμμου με το νερό, προκαλεί προβλήματα φθοράς στις αντλίες και στους εναλλάκτες του συστήματος.

3. Το έδαφος

Η πηγή αυτή παρουσιάζει δύο βασικά προβλήματα:

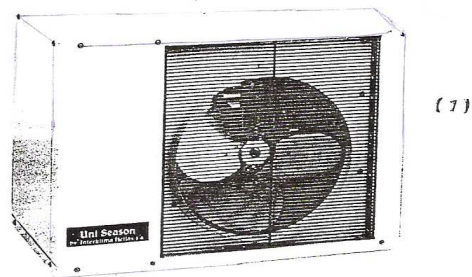
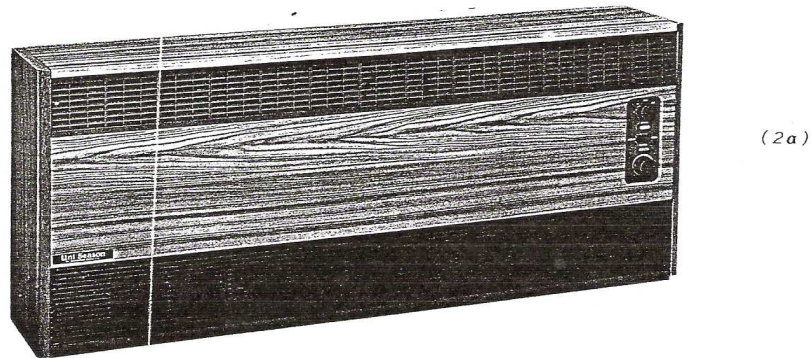
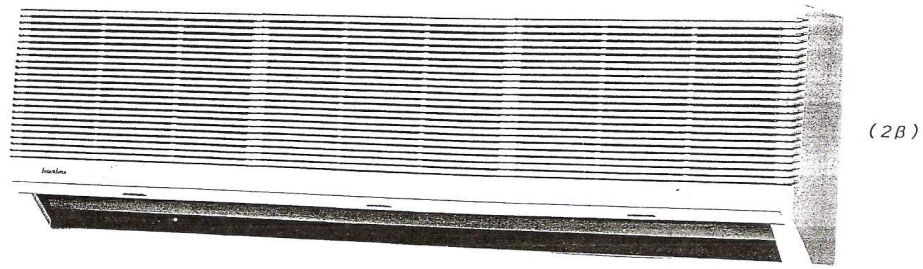
- α) Την συντήρηση του στοιχείου και την αντιμετώπιση της διάβρωσης και των διαρροών,
- β) Την απαιτούμενη μεγάλη έκταση για την παραλαβή και απόρριψη της θερμότητας στο έδαφος.

4. Ο ήλιος, η γεωθερμική ενέργεια κ.α.

3.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

3.3.1 Διαιρούμενη Μονάδα (SPIT) αντλίας θερμότητας

Το Σχήμα 3.2.6.1 παρουσιάζει ένα σύστημα αντλίας θερμότητας, όπου ο συμπυκνωτής (1) και ο εξατμιστής (2α, 2β) αποτελούν δύο ξεχωριστές και ανεξάρτητες μονάδες οι οποίες τοποθετούνται σε δύο διαφορετικούς χώρους που δεν επικοινωνούν.



Σχήμα 23
Αντλία θερμότητας μορφής SPLIT.

Αν λοιπόν αυτή η ΑΘ, τύπου SPIT, λειτουργεί σε κύκλωμα ψύξης (το καλοκαίρι), ο συμπυκνωτής (1) βρίσκεται στον εξωτερικό χώρο (μπαλκόνι). Ο εξατμιστής μπορεί να έχει τις εξής μορφές: την μορφή 2α δαπέδου ή τη μορφή 2β για τον τοίχο. Μπορεί επίσης να έχει τη μορφή μοντέλου για την οροφή. Ο χώρος στον οποίο λειτουργούν αυτές οι τρεις μορφές εξατμιστών είναι ο ψυχόμενος χώρος (π.χ. δωμάτιο ή γραφείο). Οι δύο ανεξάρτητες μονάδες του SPIT SYSTEM (δηλ. ο εξατμιστής και ο συμπυκνωτής) επικοινωνούν με τους σωλήνες κυκλοφορίας φρέον καθώς και με το καλώδιο τροφοδοσίας ηλεκτρισμού και ελέγχου λειτουργίας. Όπως είπαμε κιόλας, το χειμώνα ο ρόλος αυτών των μονάδων αντιστρέφεται: Η μονάδα (1) γίνεται εξατμιστής και η μονάδα (2α) γίνεται συμπυκνωτής, λειτουργεί δε μέσα στο δωμάτιο, θερμαίνοντας το.

3.3.2 Διάφορες άλλες εφαρμογές

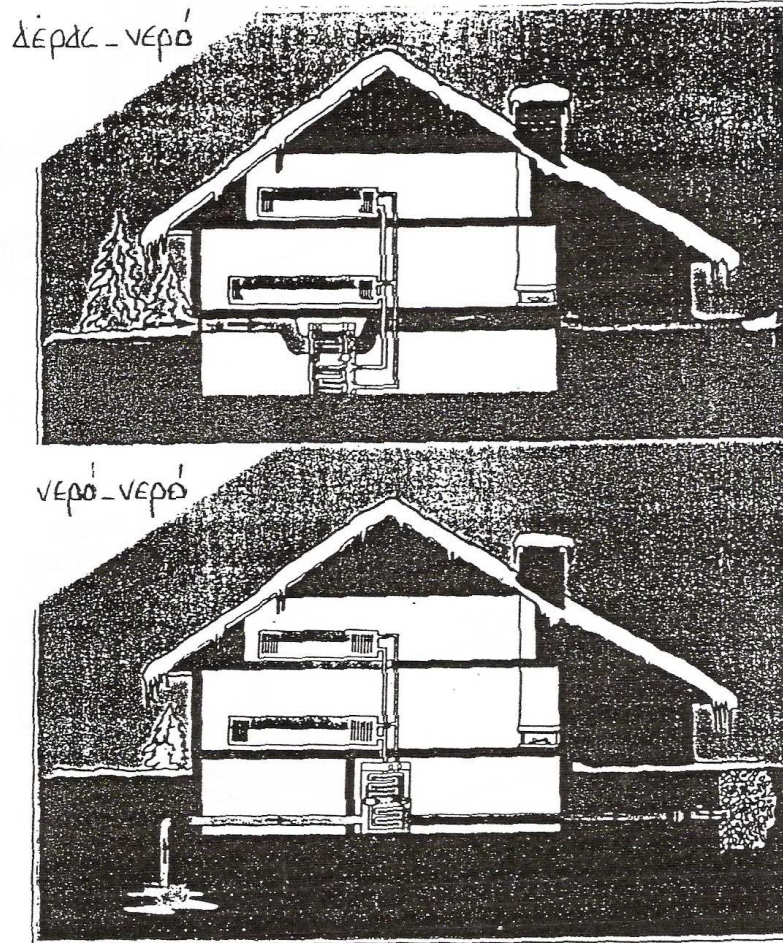
Στο Σχήμα 23 παρατηρούμε δύο βασικούς τύπους ΑΘ με δύο διαφορετικές πηγές θερμότητας, εγκατεστημένες στο ίδιο σπίτι:

1. ΑΘ αέρα/νερού.

Αντλεί θερμότητα από τον αέρα και θερμαίνει το νερό θέρμανσης που κυκλοφορεί στα σώματα.

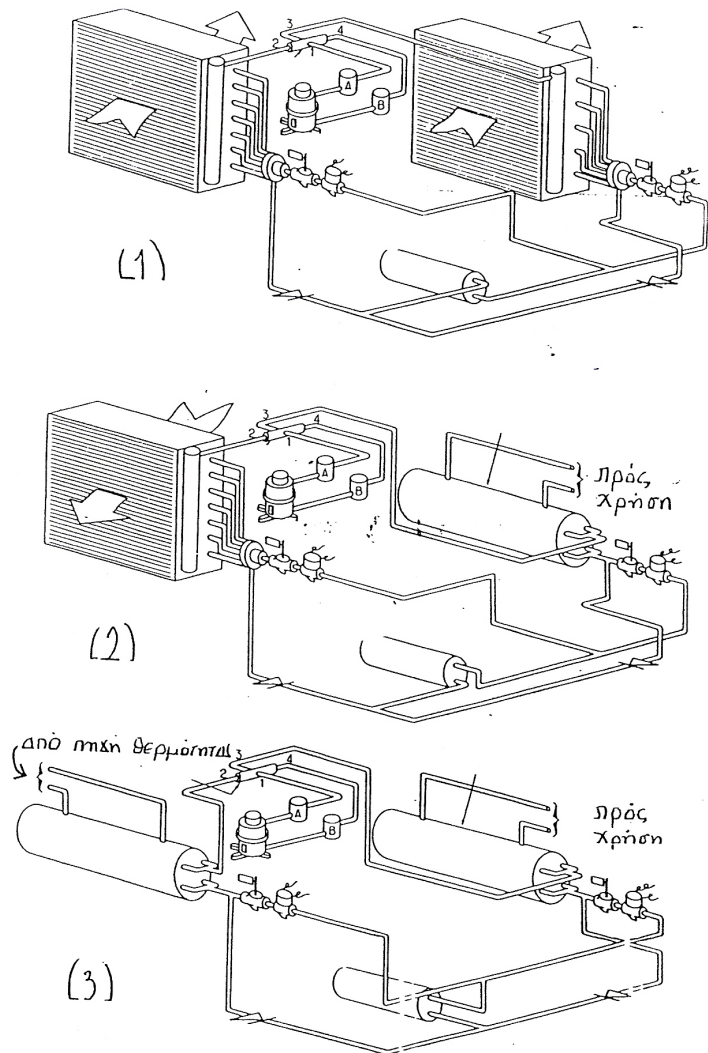
2. ΑΘ νερού/νερού.

Αντλεί θερμότητα από τον νερό μιας ιδιωτικής άντλησης και θερμαίνει το νερό θέρμανσης.



Σχήμα 24
Αντλίες θερμότητας αέρα / νερού και νερού / νερού.

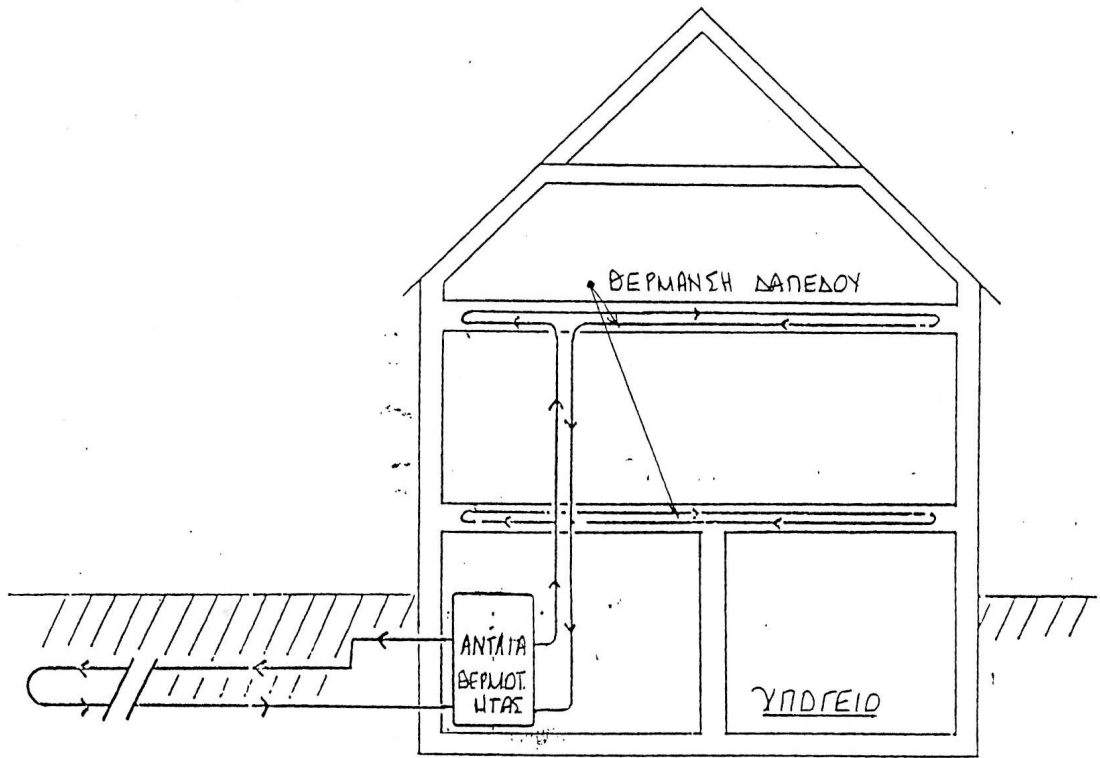
Μπορούμε να μελετήσουμε τώρα στο Σχήμα 24 τις σχηματικές παραστάσεις των ΑΘ αέρα/αέρα (1), αέρα/νερού (2) και νερού/νερού (3). Πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι το μειονέκτημα του αέρα σαν πηγή θερμότητας είναι η χαμηλή θερμοκρασία του το χειμώνα, η οποία μειώνει τον βαθμό απόδοσης COA της ΑΘ τη στιγμή που οι ανάγκες σε θέρμανση είναι αυξημένες. Ένα άλλο μειονέκτημα του αέρα είναι η υγρασία του που μπορεί να παγώσει μέσα στα πτερύγια του εξατμιστή κατά τη διάρκεια των ψυχρών ημερών του χειμώνα, με αποτέλεσμα να μειωθεί ή και να μηδενισθεί η ταχύτητα του αέρα κυκλοφορίας και να αυξηθεί πολύ η θερμική αντίσταση του εξατμιστή λόγω του στρώματος του πάγου.



Σχήμα 25
 Α/Θ (1) αέρα / αέρα,
 (2) αέρα / νερού, (3) νερού / νερού.

3.4 ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ

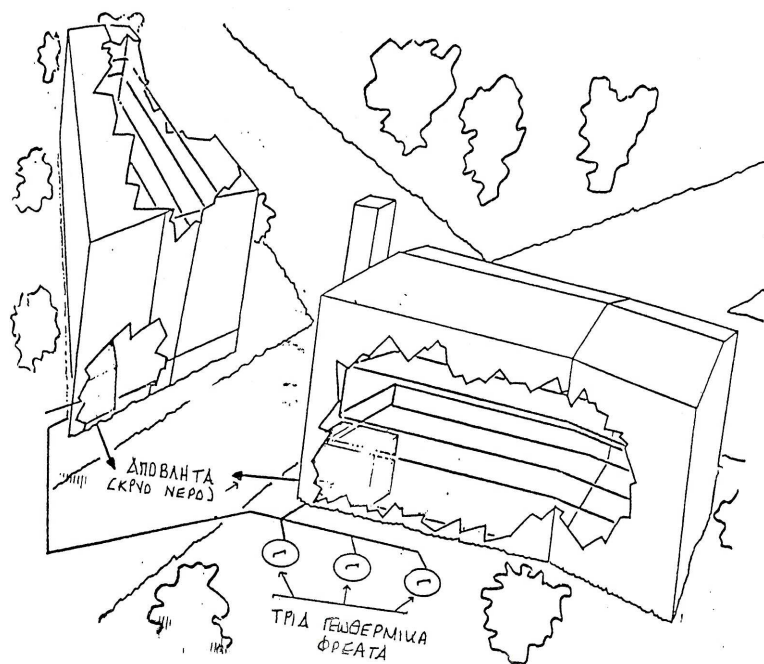
Εδώ όπως φαίνεται και στο Σχήμα 25 η αντλία θερμότητας αντλεί θερμότητα από το έδαφος και θερμαίνει νερό (π.χ. σε 40 °C) το οποίο στη συνέχεια κυκλοφορεί μέσα σε ένα ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης, που ως γνωστό διαχέει τη θερμότητα προς το θερμαινόμενο χώρο πιο εύκολα. Το έδαφος σαν πηγή θερμότητας έχει το πλεονέκτημα να διατηρεί ετησίως περίπου σταθερή θερμοκρασία.



Σχήμα 26
Αντλία θερμότητας με θέρμανση δαπέδου.

3.4.1 Αντλία θερμότητας και γεωθερμία

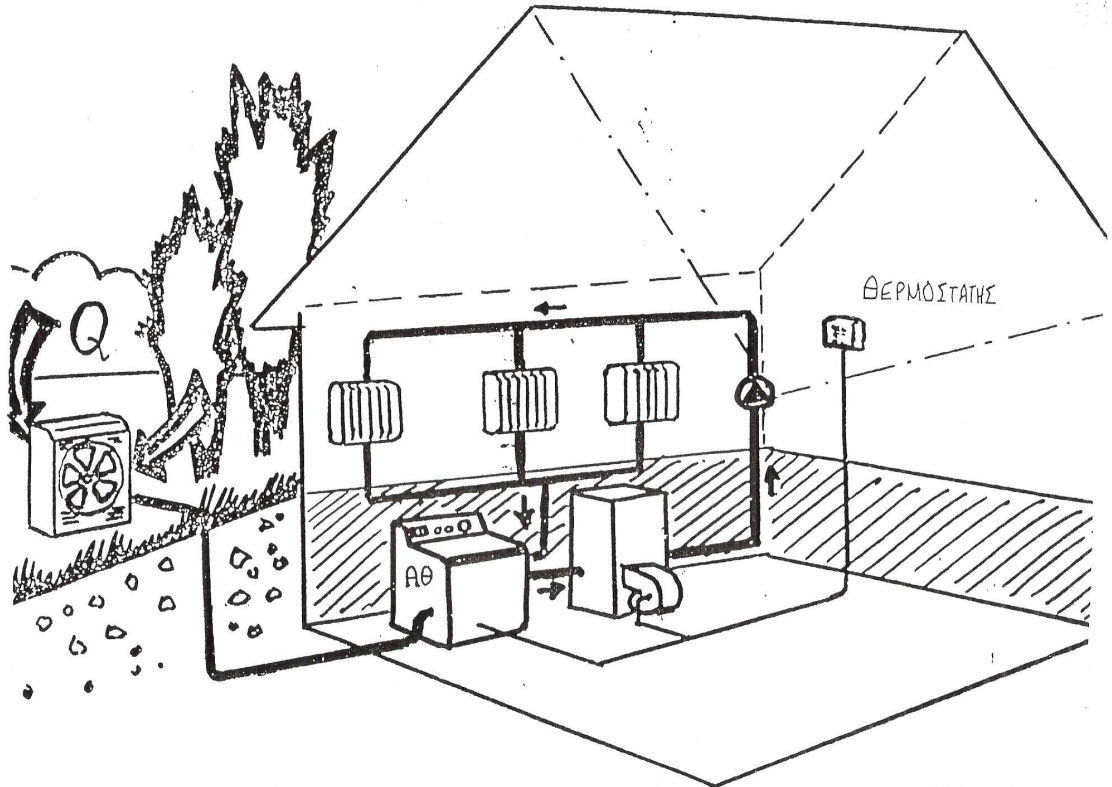
Εδώ όπως φαίνεται και στο Σχήμα 26 το μηχανοστάσιο των αντλιών θερμότητας που θερμαίνουν 2 πολυκατοικίες, αντλεί θερμική ενέργεια από τρεις γεωτρήσεις γεωθερμικού πεδίου. Η γεωθερμική ενέργεια θερμαίνει τον εξατμιστή του συστήματος των αντλιών θερμότητας.



Σχήμα 27
Αντλίες θερμότητας και γεωθερμία.[1]

3.4.2 Αντλία θερμότητας συζευγμένη με κεντρική θέρμανση

Εδώ όπως φαίνεται και στο Σχήμα 28 η αντλία θερμότητας έχει συνδεθεί εν σειρά με την κεντρική θέρμανση με σκοπό τη θέρμανση της κατοικίας. Η ΑΘ είναι συστήματος αέρα/νερού, λειτουργεί δε σαν φορτίο βάσης χωρίς η κεντρική θέρμανση να λειτουργεί. Όταν εμφανίζεται φορτίο αιχμής (π.χ. πολύ ψυχρή χειμωνιάτικη περίοδος), τότε η κεντρική θέρμανση μπαίνει σε λειτουργία για την κάλυψη του φορτίου αιχμής.



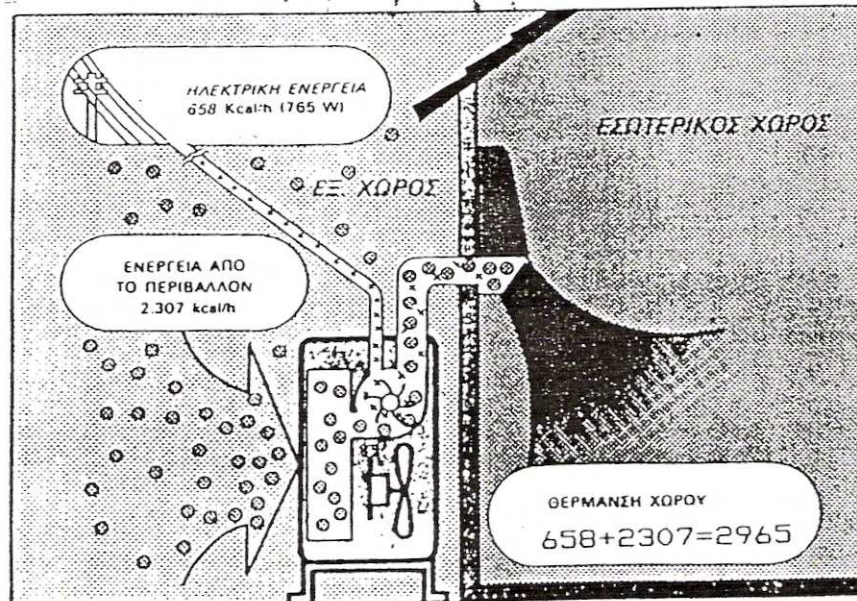
Σχήμα 28
Αντλία θερμότητας δίπλα σε κεντρική θέρμανση [1]

3.5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Εξοικονόμηση ενέργειας με τη χρήση ΑΘ.

Το Σχήμα 29. παρουσιάζει μια σχηματική παράσταση λειτουργίας αντλίας θερμότητας. Για το συγκεκριμένο παράδειγμα του σχήματος, η ΑΘ καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια (με το συμπιεστή ατμών R22) ίση με 658 Kcal / h, κερδίζει θερμότητα από το περιβάλλον (στον εξατμιστή, όπου η ροή θερμότητας προς την ΑΘ είναι αυθόρμητη) ίση με 2307 Kcal / h και αποδίδει στον θερμαινόμενο χώρο ενέργεια ίση με 2965 Kcal / h. Η απόδοση αυτής της θερμικής ενέργειας προς τον εσωτερικό χώρο γίνεται με τη βοήθεια του συμπυκνωτή. Διαπιστώνουμε ότι η ΑΘ του σχήματος έχει βαθμό πολλαπλασιασμού της ενέργειας ίσο με:

$$COA = \frac{2965}{658} = 4,5$$



Σχήμα 29
Σχηματική παράσταση λειτουργίας αντλίας θερμότητας.

Η ηλεκτρική ενέργεια δηλαδή που καταναλώνεται από την ΑΘ περίπου πενταπλασιάζεται όταν μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια με την βοήθεια της αντλίας θερμότητας. Η οικονομία ρεύματος είναι εμφανής, όταν συγκρίνουμε το σύστημα ΑΘ με μια απλή ηλεκτρική θερμάστρα, η οποία στην περίπτωση του παραδείγματος μας θα κατανάλωνε 2965 Kcal / h, για να καλύψει τις θερμικές ανάγκες του χώρου. Ενδιαφέρον θα έχει η σύγκριση της ΑΘ με ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης (καυστήρας υγρού ή αερίου καυσίμου).

Γενικά η αντλία θερμότητας εκμεταλλεύομενη ποσά θερμότητας του φυσικού περιβάλλοντος δίνει την οικονομικότερη λύση για τον κλιματισμό μεμονωμένων χώρων ή μικρών κτιρίων.

Ειδικότερα στη θέρμανση είναι οπωσδήποτε φθηνότερη από την θερμοσυσσώρευση και ανταγωνίζεται τις μικρές εγκαταστάσεις του κλασσικού καλοριφέρ.

Ο έντονος ανταγωνισμός μεγάλων κατασκευαστών έχει ήδη επιτύχει υψηλούς βαθμούς απόδοσης στις αντλίες θερμότητας.

3.5.1 Συμπεράσματα

1. Το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μιας αντλίας θερμότητας, είναι μεγαλύτερο από αυτό του συμβατικού καλοριφέρ.

2. Το κόστος λειτουργίας της ΑΘ εξαρτάται μόνο από την κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτό είναι αισθητά χαμηλότερο από το σημερινό κόστος λειτουργίας και συντήρησης μικρής εγκατάστασης καλοριφέρ, με αποτέλεσμα να ισοσκελίζεται σύντομα το μικτό κόστος (λειτουργίας και αρχικής εγκατάστασης) προς το αντίστοιχο του καλοριφέρ σε πολλές περιπτώσεις.

3. Η ΑΘ δεν συμβάλλει στην ρύπανση του περιβάλλοντος.

4. Η εγκατάσταση δεν απαιτεί μεγάλους χώρους.

5. Έχει την ικανότητα να ψύχει ή να θερμαίνει ένα χώρο, ανάλογο με τις απαιτήσεις του καταναλωτή πράγμα που βέβαια δεν προσφέρει το κοινό καλοριφέρ.

6. Για ήπια κλίματα, σαν της χώρας μας, η αντλία θερμότητας παρουσιάζει υψηλό συντελεστή απόδοσης COP. Σε μεγάλες εγκαταστάσεις αντλιών θερμότητας, η κίνηση δίνεται από μια μηχανή DIESEL. Στην περίπτωση αυτή, ο βαθμός απόδοσης μεταξύ της καύσης του πετρελαίου και της προσφερόμενης θερμικής ενέργειας της αντλίας θερμότητας, είναι σημαντικά υψηλότερος από αυτόν που περιλαμβάνει τις σοβαρές απώλειες παραγωγής και μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας από τους ΘΗΣ μέχρι την ηλεκτροκινούμενη αντλία θερμότητας.

7. Τα πλεονεκτήματα της αντλίας θερμότητας, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι εκμεταλλεύεται πάρα πολύ χαμηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος, δείχνουν πως θα αποτελέσει ένα σοβαρό αντίπαλο, για οποιοδήποτε άλλο σύστημα θέρμανσης στο μέλλον.

4

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

4.1 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

4.2 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

4.3 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΣΥΖΕΥΞΗΣ

- 4.3.1 Εισαγωγή
- 4.3.2 Συστήματα ανοιχτού βρόγχου
- 4.3.3 Συστήματα κλειστού βρόγχου
- 4.3.4 Συστήματα άμεσης εκτόνωσης

4.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΘΑΛΑΣΣΗΣ

4.5 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

4.6 ΟΦΕΛΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

4.7 ΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

4.8 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

4.9 ΔΑΠΑΝΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

4.1 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η αντλία θερμότητας μπορεί να:

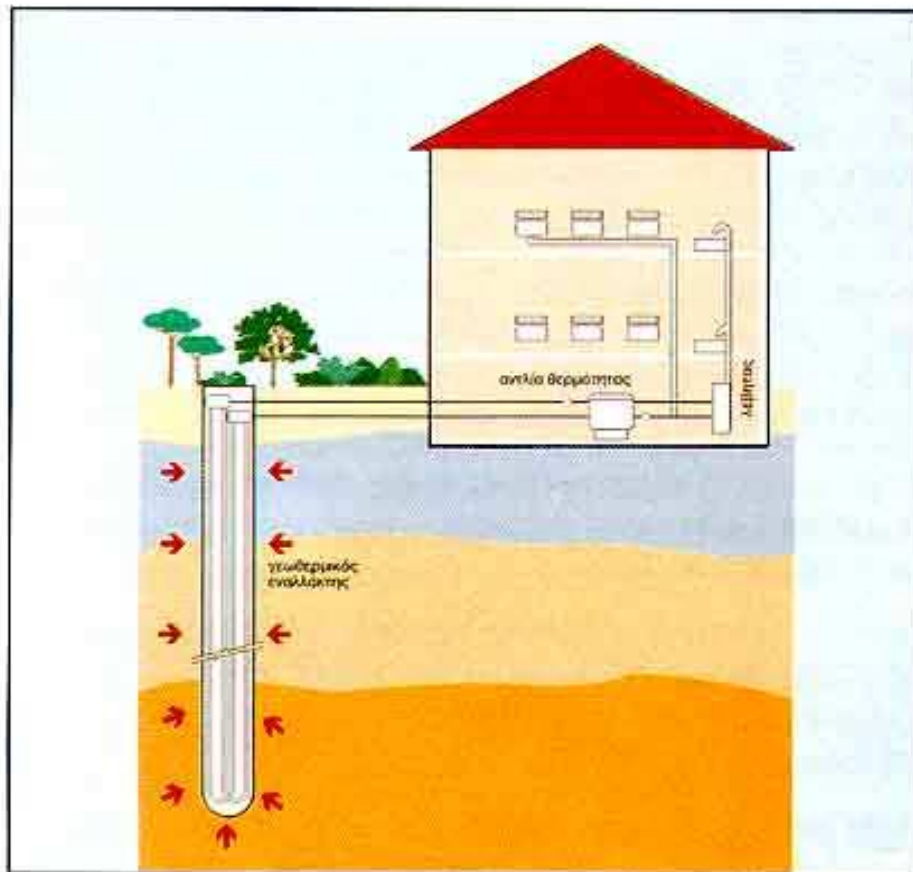
- είναι καναλάτη,
- αναστρέψιμη,
- τοπικά ελέγξιμη
- είναι ικανή να συμπυκνώνει με έξοδο συμπυκνωτή 50 °C, ώστε να είναι δυνατή ταυτόχρονη παραγωγή κλιματισμού και ζεστού νερού (το καλοκαίρι)
- είναι ικανή να λειτουργεί με είσοδο εξατμιστή 25 °C (υψηλή εξάτμιση), ώστε να είναι δυνατή η διασύνδεση στο ίδιο δίκτυο νερού ορισμένων Α/Θ σε λειτουργία θέρμανσης και άλλων Α/Θ σε λειτουργία ψύξης
- έχει υψηλή διαθέσιμη στατική πίεση αεραγωγών
- παρουσιάζει υψηλό EER με στόχο την εξοικονόμηση της απορροφούμενης ηλεκτρικής ενέργειας από το συμπιεστή (πχ περίπου 15)
- περιέχει ψυκτικό R407C (οδηγία EC 2037/2000 ,29-06-2000, L-144)

Το σημαντικότερο γεγονός είναι ότι η προσφερόμενη ενέργεια είναι περιβαλλοντικά καθαρή, απεριόριστα ανανεώσιμη και εξοικονομεί το 50% έως 60% της ενέργειας, που θα καταναλώνει η μονάδα για τη λειτουργία και τη συντήρησή της, χρησιμοποιώντας μόνο ηλεκτρική ενέργεια ή άλλα συμβατικά μέσα θέρμανσης.

Η εγκατάσταση του προαναφερόμενου γεωθερμικού συστήματος ψύξης-θέρμανσης (και παροχής θερμού νερού) στηρίζεται σε ένα λεπτομερή σχεδιασμό που θα περιλαμβάνει, εκτός από τις αντλίες θερμότητας, και εφεδρικό εξοπλισμό, τον εναλλάκτη γεωθερμικής επαφής.

Ειδικότερα για γήινους εναλλάκτες θερμότητας, αυτοί αποτελούν ένα κλειστό κύκλωμα νερού τοποθετημένο μέσα σε μια γεώτρηση ή μέσα σε οριζόντιες τάφρους και τροφοδοτούν την αντλία θερμότητας με νερό σταθερής θερμοκρασίας 14-18°C περίπου.

Μια εγκατάσταση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας συνδεδεμένη με σύστημα με γήινο εναλλάκτη θερμότητας [κατακόρυφος μέχρι βάθους 20-40 m (αποκαλούμενος και ως γεωθερμικός πάσσαλος) οριζόντιο μέσα σε τάφρο βάθους μέχρι 2 m ή μέσα σε μικρές γεωτρήσεις βάθους μέχρι 40 m] μπορεί να προσφέρει σε ένα κτίριο, σε οποιοδήποτε γεωγραφικό σημείο και αν βρίσκεται, ενέργεια για θέρμανση, δροσισμό και ζεστό νερό. Στην ουσία προσλαμβάνεται η υπεδαφική θερμότητα με τον κατάλληλα υπολογισμένο μηχανισμό (ρυθμός άντλησης, μήκος σωληνώσεων κλπ.) και προσφέρεται στον εξατμιστή ή τον συμπυκνωτή μίας αντλίας θερμότητας.



Σχήμα 30
 Γεωθερμικό σύστημα θέρμανσης – ψύξης κατοικίας με
 αντλία θερμότητας νερού και γεωθερμικό εναλλάκτη.

4.2 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

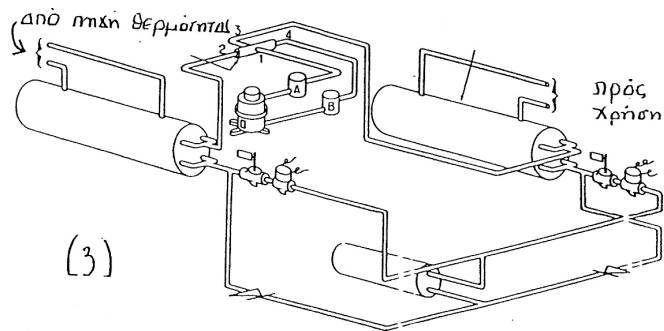
A. Το θέρμα

Για να απορρίψει την απορριπτόμενη από το συμπυκνωτή (ψυγείο) θερμότητά της, αυτή η Α/θ νερού-αέρα τροφοδοτείται από ρεύμα νερού. Το τελευταίο, λόγω της προστιθέμενης σ' αυτό θερμότητας, θερμαίνεται (πχ στους 45 οC) και έχει ανάγκη ψύξης για να επανέλθει στην κανονική του θερμοκρασία (40 οC) και για να εξασφαλίσει έτσι την απρόσκοπτη λειτουργία της Α/θ.

Η επιθυμητή ψύξη του κυκλώματος αυτού από 45 σε 40 οC γίνεται μέσω μιας γεωθερμικής επαφής:

- φρεατικού νερού στους 25 °C
- θαλασσινού νερού στους 18 °C (ή νερού ποταμών, λιμνών, κλπ)
- ενός γεωθερμικού πάσαλου, στον οποίο οι σωλήνες αποτελούν κλειστό κύκλωμα και ψύχονται από τη γη, αφού η θερμοκρασία της είναι περίπου 18 οC (η προσαρμογή των σωλήνων του κλειστού κυκλώματος νερού πάνω στον πάσαλο είναι συγκεκριμένη και δοκιμασμένη τεχνοτροπία και αποτελεί αντικείμενο ευρεσιτεχνιών).

- Ειδικότερα όταν υπάρχει γεωθερμικό νερό θερμοκρασίας άνω των 60 °C, υπάρχει δυνατότητα ψύξης χώρων, χωρίς τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για την κίνηση Α/θ, παρά μόνο με τη χρήση θερμικών αντλιών θερμότητας.



Σχήμα 31

Αρχή λειτουργίας των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας.

B. Το χειμώνα

Το χειμώνα, για τη θέρμανση του χώρου, τα φορτία θέρμανσης του χώρου καλύπτονται από την θερμαντική ικανότητα της ίδιας αντλίας (Α/Θ) θερμότητας νερού-αέρα αρκεί αυτή να είναι και αναστρέψιμη.

Για να αναρροφήσει την αναζητούμενη από τον εξατμιστή θερμότητα, η Α/Θ νερού-αέρα τροφοδοτείται από το ίδιο ρεύμα νερού. Το τελευταίο, λόγω της αναρροφούμενης απ' αυτό θερμότητας, ψύχεται (πχ στους 13 °C) και έχει ανάγκη θέρμανσης για να επανέλθει στην κανονική του θερμοκρασία (18 °C) και για να εξασφαλίσει έτσι την απρόσκοπτη λειτουργία της Α/Θ.

Η επιθυμητή θέρμανση του κυκλώματος αυτού από 13 σε 18 °C γίνεται μέσω της ίδιας γεωθερμικής επαφής:

- φρεατικού νερού στους 25 °C
- θαλασινού νερού στους 18 °C (ή νερού ποταμών, λιμνών, κλπ)
- του γεωθερμικού πάσσαλου, στον οποίο οι σωλήνες αποτελούν κλειστό κύκλωμα και θερμαίνονται από τη γη, αφού η θερμοκρασία της γης το χειμώνα είναι πάνω από 18 °C.
- Ειδικότερα όταν υπάρχει γεωθερμικό νερό θερμοκρασίας άνω των 45 °C, η δυνατότητα θέρμανσης χώρων είναι άμεση, χωρίς τη χρήση Α/Θ και ηλεκτρικής ενέργειας για την κίνηση των συμπιεστών τους.

4.3 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΣΥΖΕΥΞΗΣ

4.3.1 Εισαγωγή

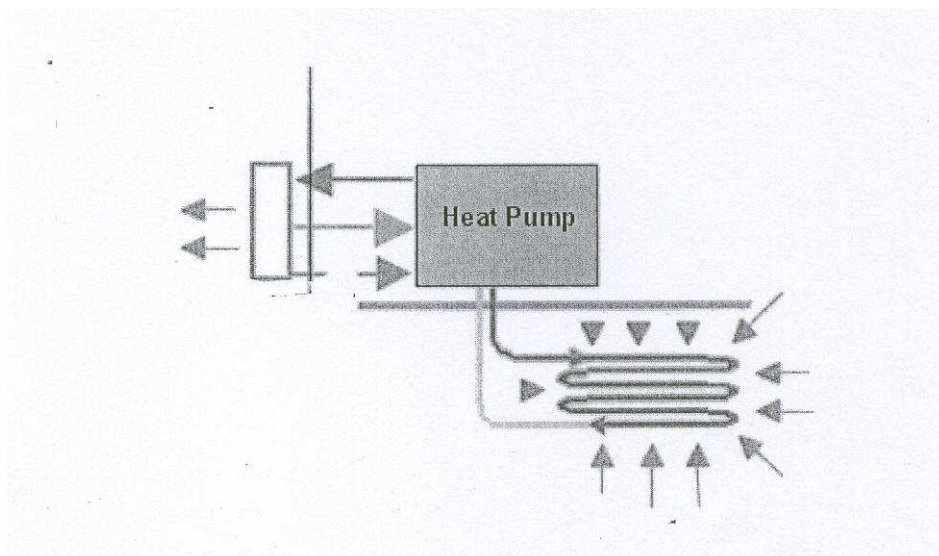
Οι αντλίες θερμότητας υπόγειας σύζευξης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κυρίως για λόγους θέρμανσης στα ξενοδοχεία (ζεστό νερό, πισίνες). Αυτός ο εξοπλισμός έχει ένα σαφές δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας αλλά ωστόσο, τα οφέλη πέρα από την εξοικονόμηση ενέργειας είναι επίσης ιδιαίτερα ενδιαφέροντα.

Μία αντλία θερμότητας υπόγειας σύζευξης χρησιμοποιεί τη θερμότητα που υπάρχει στη γη, κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, ως πηγή θερμότητας για την ανταλλαγή με την αντλία θερμότητας. Η θερμοκρασία της γης σε κάποιο βάθος είναι όλο το έτος σταθερή, γεγονός που εξασφαλίζει σταθερή λειτουργία με άριστη ενεργειακή απόδοση.

Η ίδια η αντλία θερμότητας αποτελεί ένα κλασικό σύστημα συμπίεσης με ένα συμπιεστή, έναν εξατμιστήρα, ένα συμπυκνωτή, μία βαλβίδα εκτόνωσης και άλλα εξαρτήματα ελέγχου και ρύθμισης. Η ιδιαιτερότητα του συστήματος υπόγειας σύζευξης είναι ότι ο εξατμιστήρας είναι θαμμένος μέσα στο έδαφος, γεγονός που επιφέρει μια σειρά οφέλη.

Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι συστημάτων υπόγειας σύζευξης :

- συστήματα ανοικτού βρόχου
- συστήματα κλειστού βρόχου
- συστήματα άμεσης εκτόνωσης



Σχήμα 32
Αρχή Σχεδιασμού.

Ο τύπος της υπόγειας σύζευξης που θα επιλεγεί, επηρεάζει την απόδοση του συστήματος της αντλίας θερμότητας, τις ενεργειακές απαιτήσεις της βοηθητικής άντλησης και το κόστος εγκατάστασης. Για τον λόγο αυτό, για την επιλογή του πλέον κατάλληλου τύπου υπόγειας σύζευξης σε μία συγκεκριμένη θέση πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη θέματα όπως, η γεωγραφική περιοχή, η διαθέσιμη οικοπεδική έκταση και το κόστος κύκλου ζωής.

4.3.2 Συστήματα ανοικτού βρόχου

Τα συστήματα ανοικτού βρόχου χρησιμοποιούν τα υπάρχοντα υπόγεια ύδατα ως μέσο άμεσης μεταφοράς θερμότητας. Βασικά αποτελούνται από φρέατα εξαγωγής και φρέατα επανεισαγωγής ή από επιφανειακά ύδατα. Τα ύδατα που αντλούνται από τα φρέατα εξαγωγής επιστρέφονται ξανά στη γη. Ωστόσο, πρέπει να ληφθούν υπόψη ορισμένες ειδικές παράμετροι, όπως η ποιότητα του νερού. Στα συστήματα ανοικτού βρόχου ο ανταλλακτήρας θερμότητας μεταξύ του ψυκτικού και του υπόγειου ύδατος μπορεί να σαπίσει, να σκουριάσει ή να μπλοκάρει. Επιπλέον πρέπει να υπάρχει επαρκής ποσότητα νερού (συνήθως 0,03 έως 0,05 l/s/kW).

Σε ιδανικές συνθήκες, τα συστήματα ανοικτού βρόχου μπορεί να είναι ο πιο οικονομικός τύπος από τα συστήματα υπόγειας σύζευξης. Ο σχεδιασμός είναι εύκολος, το κόστος εγκατάστασης χαμηλό και τα έξοδα λειτουργίας μπορεί να είναι πολύ χαμηλά, εφόσον το νερό αντλείται ήδη για άλλους λόγους όπως π.χ. την άρδευση. Ωστόσο, συνήθως δεν υπάρχει νερό σε αρκετές ποσότητες και οι κανονισμοί για την χρήση του νερού σε πολλές περιοχές είναι περιοριστικοί. Για το λόγο αυτό το σύστημα ανοικτού βρόχου χρησιμοποιείται σπανιότατα.

4.3.3 Συστήματα κλειστού βρόχου

Τα συστήματα κλειστού βρόχου αποτελούνται από ένα υπόγειο δίκτυο στεγανών, πλαστικών σωλήνων μεγάλης αντοχής που λειτουργούν ως ανταλλακτήρες θερμότητας. Οι σωλήνες είναι γεμάτοι με νερό ή με ένα διάλυμα νερού και αντιψυκτικού. Δεν υπάρχει επικοινωνία με τα υπόγεια ύδατα.

Από το υλικό των σωλήνων εξαρτάται η διάρκεια ζωής τους, το κόστος συντήρησης, η ισχύς της άντλησης, το κόστος κεφαλαίου και η απόδοση της αντλίας θερμότητας. Για το λόγο αυτό, το μέγεθος, η αντοχή και το υλικό των σωλήνων πρέπει να έχει μελετηθεί ειδικά για τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Γενικά χρησιμοποιούνται σωληνώσεις από πολυαιθυλένιο ή πολυβουτυλένιο υψηλής πυκνότητας και διάμετροι σωλήνων μεταξύ 20 και 40 mm. Τα υλικά

αυτά είναι εύκαμπτα και οι ενώσεις των σωλήνων μπορεί να γίνουν εύκολα με θερμική σύντηξη, προκειμένου να δημιουργηθούν δίκτυα στεγανά, που είναι αξιόπιστα, δεν παρουσιάζουν διαρροές και δεν χρειάζονται συντήρηση.

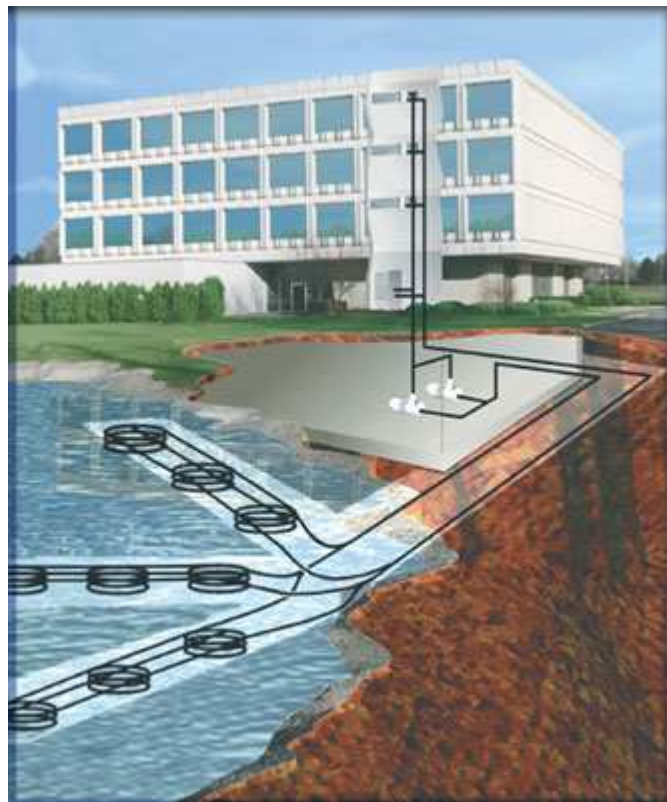
Υπάρχουν διάφοροι τρόποι διάταξης των κλειστών βρόχων αλλά οι πλέον συνηθισμένοι είναι η οριζόντια και η κάθετη διάταξη.

A. Οριζόντια διάταξη.

Εδώ οι σωλήνες τοποθετούνται μέσα σε ορύγματα βάθους 1,2 έως 3,0 μέτρων συνήθως. Το μήκος των ορυγμάτων κυμαίνεται από 9 έως 35 μέτρα ανά kW θερμικού δυναμικού, ανάλογα με τις συνθήκες του εδάφους και τον αριθμό των σωλήνων μέσα στο όρυγμα. Τα ορύγματα συνήθως απέχουν μεταξύ τους 2 έως 4 μέτρα. Οι σωλήνες πρέπει να τοποθετηθούν σε ένα υπόστρωμα άμμου στο πυθμένα του ορύγματος, μετά να καλυφθούν με μία στρώση άμμου 15 cm και στη συνέχεια τα ορύγματα κλείνονται με το χώμα που είχε εκσκαφθεί. Η εγκατάσταση πρέπει να «ποτιστεί» και να συμπιεστεί, προκειμένου να αποφευχθούν οι καθιζήσεις. Τα συστήματα κλειστού βρόχου μπορούν να κατασκευαστούν κάτω από επιφάνειες πρασίνου και χώρους στάθμευσης.

Για τη να βελτίωση της μεταφοράς της θερμότητας έχουν αναπτυχθεί κάποια νέα συστήματα. Η σπειροειδής περιέλιξη δημιουργείται τεντώνοντας μια σφικτή περιέλιξη σωληνώσεων πολυαιθυλενίου μικρής διαμέτρου και έτσι διαμορφώνεται μία εκτεταμένη περιέλιξη με διάμετρο περίπου 600 mm. Στη συνέχεια η σπείρα τοποθετείται σε ένα στενό όρυγμα ή οριζοντίως στον πυθμένα ενός πλατύτερου ορύγματος. Η επιφάνεια ανταλλαγής θερμότητας αποτελεί ουσιαστικά, με τον τρόπο αυτό, έναν κύλινδρο με διάμετρο αυτήν της σπειροειδούς περιέλιξης και το απαιτούμενο μήκος ορύγματος είναι πολύ πιο μικρό : τρεις με τέσσερις φορές μικρότερο από τη διάταξη με μονό σωλήνα.

Τα πλεονεκτήματα της οριζόντιας διάταξης είναι το πολύ χαμηλότερο κόστος για την εκσκαφή των ορυγμάτων και οι ευέλικτες εναλλακτικές λύσεις εγκατάστασης. Ωστόσο, χρειάζεται μεγαλύτερη επιφάνεια διαθέσιμου χώρου και το έδαφος υπόκειται σε μεγαλύτερες διακυμάνσεις θερμοκρασίας και ξηρασίας, καθώς βρίσκεται σχετικά κοντά στην επιφάνεια.

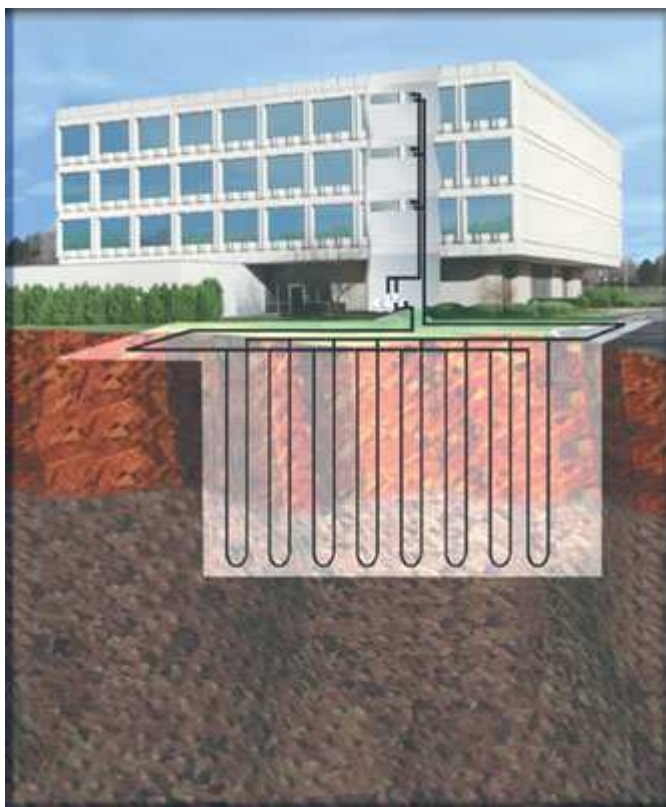


Σχήμα 33
Οριζόντια διάταξη.

B. Κάθετη διάταξη.

Εδώ ανοίγονται πηγάδια σε βάθος από 20 έως 100 μέτρα και μερικές φορές ακόμη πιο βαθιά. Οι αγωγοί κλειστού βρόχου εισάγονται στο κάθετο πηγάδι. Χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί ειδικός εξοπλισμός και σε πολύ βαθιές οπές ακόμη και το υλικό πλήρωσης των πηγαδιών πρέπει να αντληθεί μέχρι τον πυθμένα της οπής για να αποτελέσει μία ρευστή μάζα, που θα γεμίζει το κενό μεταξύ της επιφάνειας της οπής και του αγωγού. Το κατάλληλο υλικό ρευστής πλήρωσης θα πρέπει να επιλεγεί ανάλογα με τη θερμοκρασία και τις αναμενόμενες συνθήκες εργασίας. Οι χαρακτηριστικές απαιτήσεις μήκους είναι από 17 έως 52 μέτρα ανά kW θερμικού δυναμικού, ανάλογα με τις συνθήκες του εδάφους και της θερμοκρασίας. Τα πολλαπλά πηγάδια χρειάζονται συνήθως μια απόσταση μεταξύ τους από 3 έως 5 μέτρα.

Τα πλεονεκτήματα της κάθετης διάταξης είναι το μικρότερο μήκος των αγωγών, η χαμηλότερη ενέργεια άντλησης όλων των συστημάτων κλειστού βρόχου και η μικρότερη απαιτούμενη διαθέσιμη επιφάνεια. Η θερμοκρασία του εδάφους δεν αποτελεί καθόλου αντικείμενο εποχιακών διακυμάνσεων. Ωστόσο, το κόστος των γεωτρήσεων είναι πολύ μεγαλύτερο από το κόστος διάνοιξης οριζόντιων ορυγμάτων και απαιτούνται ειδικά μηχανήματα διάτρησης.



*Σχήμα 34
Κάθετη διάταξη.*

4.3.4 Συστήματα άμεσης εκτόνωσης

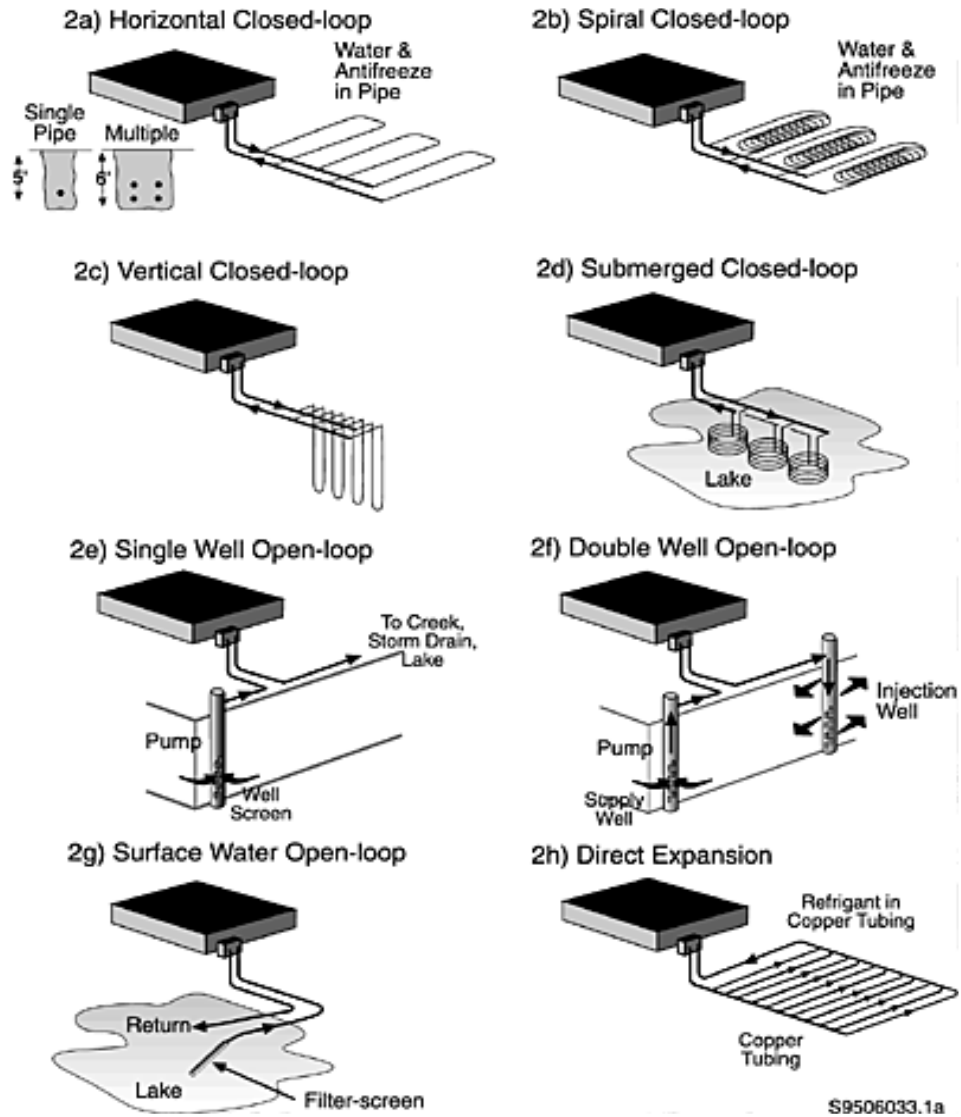
Τα συστήματα άμεσης εκτόνωσης δεν χρειάζονται ένα μέσο μεταφοράς θερμότητας και αντλία κυκλοφορίας. Οι χάλκινες σπείρες εγκαθίστανται μέσα στο έδαφος για να υπάρξει άμεση ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ ψυκτικού και εδάφους. Τα χαρακτηριστικά μεταφοράς θερμότητας και η απόδοση της αντλίας θερμότητας βελτιώνονται.

Οι σπείρες μπορούν να τοποθετηθούν μέσα στο έδαφος σε κάθετα ορύγματα ή σε πλατιά οριζόντια εκσκαφή. Τα κάθετα ορύγματα συνήθως απαιτούν επιφάνεια εδάφους 2,5 έως 4 τετραγωνικά μέτρα ανά kW θερμικού δυναμικού και βρίσκονται συνήθως σε βάθος 3 έως 4 μέτρα. Οι οριζόντιες εγκαταστάσεις απαιτούν επιφάνεια εδάφους 12 έως 15 τετραγωνικά μέτρα ανά kW θερμικού δυναμικού και βρίσκονται συνήθως σε 1,5 έως 3 μέτρα

βάθος.

Επειδή η υπόγεια σπείρα είναι μεταλλική, διαβρώνεται. Σε μερικές περιπτώσεις απαιτείται ένα καθοδικό σύστημα προστασίας. Το έδαφος υπόκειται σε μεγαλύτερες διακυμάνσεις θερμοκρασίας. Για τον λόγο αυτό, στα συστήματα άμεσης εκτόνωσης πρέπει να γίνει κατάλληλη μελέτη. Η χαμηλότερη θερμοκρασία στην υπόγεια σπείρα μπορεί να μετατρέψει την υγρασία του εδάφους σε πάγο.

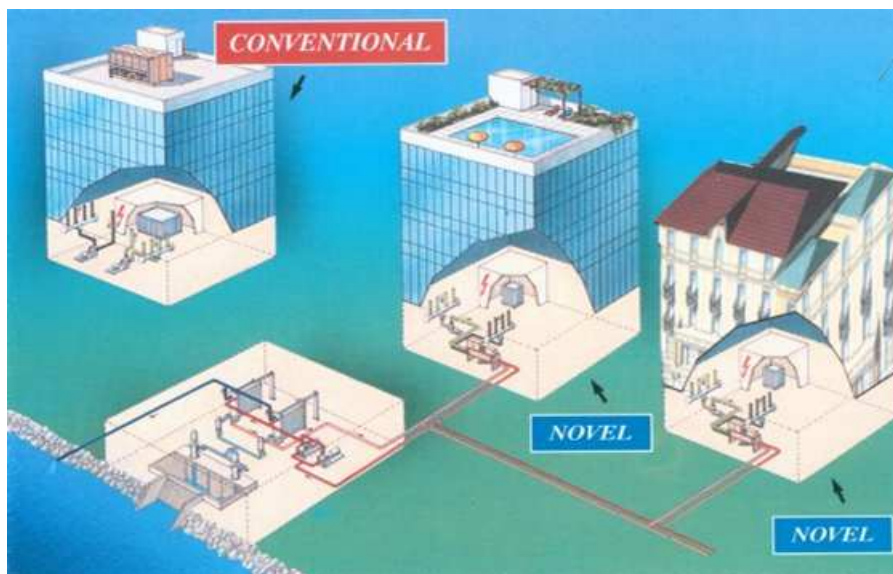
Άλλα μειονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι η μεγαλύτερη ποσότητα ψυκτικού που απαιτείται, η πιθανότητα διαρροής του ψυκτικού – που μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες – και το υψηλότερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης, λόγω του πιο εξειδικευμένου προσωπικού που απαιτείται.



Σχημα 35

Διάφορες διατάξεις συστημάτων αντλιών θερμότητας υπόγειας σύζευξης

4.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΘΑΛΑΣΣΗΣ



Σχήμα 36

Τυπική συνδεσμολογία μιας αντλίας θερμότητας θαλάσσης για την ψύξη/θέρμανση ξενοδοχείου.

Οι Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας Θαλάσσης (Σχ.4.4) είναι υδρόψυκτα κλιματιστικά μηχανήματα, συχνά χωρίς τετραοδική βαλβίδα, από τα οποία κάθε φορά εκμεταλλευόμαστε το κρύο νερό του εξατμιστή (για τον κλιματισμό χώρων) ή το ζεστό νερό του συμπυκνωτή (για τη θέρμανση χώρων). Η εναλλαγή των νερών γίνεται με βάνες επί νερών.

Μια τυπική εγκατάσταση μεγέθους 350 kW_{cool} παρουσιάζει συντελεστή συμπεριφοράς χειμώνα COP=3.5, συντελεστή συμπεριφοράς θέρους COP=3.7, αυξημένο σε σχέση με αυτόν ενός συμβατικού αερόψυκτου ψύκτη (ή και υδρόψυκτου ψύκτη νερού όπου θυσιάζεται και ποσότητα νερού επί 10ώρου βάσεως ανά ημέρα).

Οι παράμετροι της τυπικής λειτουργίας θέρους μιας αντλίας θερμότητας θαλάσσης δίδονται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8.

Παράμετροι λειτουργίας θέρους μιας Α/ΘΘ

	Θερμοκρασία νερού, °C		Παροχή νερού m ³ /h	Ισχύς kW	Αποδιδόμενη ενέργεια MWh
	in	out			
θάλασσα	25,0	30,5	62	+397	+522
συμπυκνωτής	30,0	35,5	62	+397	+522
Προς ξενοδοχείο	12,5	7,0	55	-350	-460
Ηλεκτρική κατανάλωση				94	124
COP_{cool} = ψυκτική προς ηλεκτρική ενέργεια				3,7	

4.5 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η σωστή διαστασιολόγηση της υπόγειας σπείρας είναι σημαντική στα συστήματα αντλιών θερμότητας υπόγειας σύζευξης, γιατί το κόστος κεφαλαίου εξαρτάται σε μεγάλο

βαθμό από τον ανταλλακτήρα θερμότητας μέσα στο έδαφος. Η υπερδιαστασιολόγηση οδηγεί σε υψηλότερο κόστος και η υποδιαστασιολόγηση σε έλλειψη θερμικού δυναμικού και μειωμένη συνολική απόδοση. Για να βοηθηθούν οι μελετητές υπάρχουν εγχειρίδια μελέτης και ηλεκτρονικά μοντέλα σχεδιασμού. Σε αυτά τα συστήματα είναι πολύ σημαντικό – πολύ περισσότερο απ’ ότι σε άλλα – να γίνει ο σωστός συνδυασμός των διαφόρων στοιχείων και για το λόγο αυτό, είναι καλύτερα να αναλάβει τον σχεδιασμό και την επίβλεψη της κατασκευής της εγκατάστασης μία και μόνο εταιρία.

4.6 ΟΦΕΛΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Οι αντλίες θερμότητας υπόγειας σύζευξης μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς επωφελούνται της σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους. Η απόδοση της αντλίας θερμότητας εξαρτάται βασικά από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των εσωτερικών χώρων του κτιρίου και του περιβάλλοντος. Εάν αυτή η διαφορά μπορεί να ελαχιστοποιηθεί, η απόδοση και το δυναμικό της αντλίας θερμότητας θα βελτιωθεί. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, όταν η εξωτερική θερμοκρασία στις χώρες της Μεσογείου κυμαίνονται από 0°C έως 15°C, η θερμοκρασία του εδάφους σε κάποιο βάθος παραμένει σταθερή στους 16°C. Έτσι η θερμοκρασία του εδάφους είναι πιο κοντά στη θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων, απ’ ότι στην εξωτερική θερμοκρασία του αέρος. Κατά συνέπεια οι αντλίες θερμότητας υπόγειας σύζευξης είναι εκ των πραγμάτων πιο αποδοτικές απ’ ότι οι μονάδες που χρησιμοποιούν τον εξωτερικό αέρα σαν πηγή θερμότητας. Η απόδοση ολόκληρου του συστήματος έχει βελτιωθεί σημαντικά. Μάλιστα η λειτουργία σε συνθήκες μερικού φορτίου είναι πιο αποδοτική. Όταν η υπόγεια σπείρα έχει μόνο μερικό φορτίο, η θερμοκρασία του νερού του βρόχου είναι πιο κοντά στη θερμοκρασία του εδάφους, γεγονός που αυξάνει την απόδοση.

Οι απαιτήσεις για βοηθητικό ρεύμα μπορούν να μειωθούν σημαντικά σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα. Καθώς χρειάζεται μόνο μια αντλία κυκλοφορίας, η συνολική απόδοση του συστήματος μπορεί να είναι υψηλότερη από αυτήν του συστήματος που χρησιμοποιεί ψύκτη υψηλής απόδοσης με ψυκτικό πύργο.

Για τους λόγους αυτούς, τα συστήματα με αντλίες θερμότητας υπόγειας σύζευξης λειτουργούν με μεγαλύτερη απόδοση απ’ ότι οι συμβατικές θερμικές αντλίες αέρος και ο εξοπλισμός που τροφοδοτείται με ορυκτά καύσιμα. Σε χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, οι εγκαταστάσεις υπόγειας σύζευξης μπορούν να λειτουργούν με υψηλότερο θερμικό δυναμικό και συνήθως έχουν ένα συντελεστή απόδοσης από 20% έως 30% μεγαλύτερο από τα αντίστοιχα συστήματα αέρος.

4.7 ΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Οι αντλίες θερμότητας εξαλείφουν τον θόρυβο και τον οπτικά «ενοχλητικό» εξοπλισμό, που τοποθετείται συνήθως εξωτερικά ή στο δώμα. Καθώς όλα τα εξαρτήματα τοποθετούνται είτε εσωτερικά, είτε υπόγεια, το σύστημα είναι απόλυτα προστατευμένο από τις καιρικές συνθήκες και απαιτεί ελάχιστη συντήρηση. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, σε περιοχές όπου προκαλείται μεγάλη διάβρωση π.χ. κοντά στη θάλασσα, όπου το αλάτι μειώνει τη διάρκεια ζωής του εξωτερικού εξοπλισμού.

Καθώς η θερμοκρασία μέσα στο έδαφος είναι πολύ πιο σταθερή από τη θερμοκρασία του αέρος, το σύστημα μπορεί γενικά να λειτουργεί με χαμηλότερη αναλογία πίεσης από το συμπιεστή και μικρότερη θερμική και μηχανική καταπόνηση. Η σχετικά υψηλή θερμοκρασία του εδάφους αποτρέπει τη δημιουργία πάγου στη σπείρα του εξατμιστήρα και δεν χρειάζεται κύκλος απόψυξης. Έτσι αποφεύγεται η έναρξη μετά την απόψυξη, που είναι η πιο κρίσιμη φάση για το συμπιεστή της αντλίας θερμότητας.

Τα συστήματα αυτά που αντλούν από τη θερμότητα του εδάφους, εφόσον προστατεύονται από το περιβάλλον και έχουν ήπιες συνθήκες λειτουργίας, είναι ιδιαίτερα αξιόπιστα και έχουν διάρκεια ζωής 25 έως 30 χρόνια. Το γεγονός αυτό συμβάλλει στο χαμηλό κόστος του κύκλου ζωής τους.

4.8 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Παρότι οι αντλίες θερμότητας υπόγειας σύζευξης είναι γνωστές εδώ και χρόνια και τα πλεονεκτήματά τους έχουν παρουσιαστεί και αποδειχθεί, η χρήση τους είναι περιορισμένη. Το πρώτο εμπόδιο είναι εμπορικό, καθώς τα συστήματα αυτά δεν έχουν ακόμη τυποποιηθεί, πολλοί εν δυνάμει πελάτες διστάζουν να επιλέξουν ένα σύστημα που μοιάζει να εφαρμόζει μια πειραματική τεχνολογία. Οι προμηθευτές συμβατικών συστημάτων θέρμανσης δεν ενδιαφέρονται να παρέχουν ένα σύστημα που δεν γνωρίζουν καλά και όπου οι αβεβαιότητες σχετικά με την κερδοφορία είναι μεγαλύτερες. Επιπροσθέτως, η έλλειψη εξειδικευμένων εταιριών και τεχνικών για τις βαθιές γεώτρηση που απαιτούνται στην κάθετη διάταξη αποτελεί πρόβλημα στις χώρες, στις οποίες οι τεχνικές αυτές δεν έχουν ακόμη αναπτυχθεί.

Υπάρχουν επίσης και κάποια τεχνικά μειονεκτήματα, όπως ο τύπος του εδάφους, η περιεκτικότητά του σε υγρασία, η σύνθεσή του, η πυκνότητά του και η ανομοιομορφία της επιφάνειας γύρω από το κτίριο, που μπορεί να επηρεάζουν αρνητικά τη λειτουργία. Η διάβρωση από το έδαφος μπορεί σε ορισμένα υλικά σωληνώσεων να επηρεάσει την μεταφορά θερμότητας και τη διάρκεια ζωής τους. Ωστόσο, καθώς εγκαθίστανται όλο και περισσότερα συστήματα τα τελευταία 20 χρόνια και καθώς έχουν ολοκληρωθεί μια σειρά ερευνητικών έργων, οι αρνητικές αυτές πτυχές σταδιακά εξαλείφονται.

4.9 ΔΑΠΑΝΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η συνολική δαπάνη κεφαλαίου ενός συστήματος αντλίας θερμότητας υπόγειας σύζευξης αποτελείται από τη δαπάνη για τον εξοπλισμό δηλ. τη μονάδα της αντλίας θερμότητας, τη δαπάνη για τις σωληνώσεις της υπόγειας σπείρας και την εγκατάσταση, τη δαπάνη για το σύστημα διανομής και το αντίστοιχο κόστος εγκατάστασης. Τα έξοδα για τον ανταλλακτήρα θερμότητας στο έδαφος καθώς και οι γεωτρήσεις ή οι εκσκαφές που απαιτούνται για την εγκατάστασή του αποτελούν συνήθως το 20% – 50% της συνολικής επένδυσης. Οι γεωτρήσεις και οι εκσκαφές ορυγμάτων γενικά κοστίζουν πολύ περισσότερο από την εγκατάσταση σωλήνων και για το λόγο αυτό είναι σημαντικό να μεγιστοποιηθεί η εξαγωγή θερμότητας ανά μονάδα μήκους. Συνιστάται ιδιαίτερα η χρήση προηγμένων συστημάτων όπως σωλήνων σπирάλ.

Οι τοπικές γεωλογικές συνθήκες επηρεάζουν καθοριστικά το κόστος για τις γεωτρήσεις ή τις εκσκαφές ορυγμάτων. Για την κάθετη εγκατάσταση πρέπει προηγουμένως να έχει γίνει μία γεώτρηση μικρής διαμέτρου για να διαπιστωθεί η ακριβής σύνθεση του εδάφους σε μεγαλύτερο βάθος. Αυτό φυσικά αυξάνει το συνολικό κόστος της εγκατάστασης.

Η εγκατάσταση σωλήνων πολυαιθυλενίου μέσα σε ορύγματα για την οριζόντια διάταξη κοστίζει συνήθως από 6 έως 12 € ανά μέτρο, μπορεί μάλιστα να κοστίσει και λιγότερο για νέα ξενοδοχεία, όταν τα μηχανήματα εκσκαφής βρίσκονται ήδη επιτόπου. Το συνολικό κόστος για μία κάθετη εγκατάσταση συμπεριλαμβανομένων των υλικών, των γεωτρήσεων και της πλήρωσης είναι συνήθως στις Ηνωμένες Πολιτείες και τις Σκανδιναβικές Χώρες 40 – 70 € ανά μέτρο. Ωστόσο, καθώς για τις κάθετες εγκαταστάσεις χρειάζεται εξειδικευμένο τεχνικό προσωπικό, το οποίο δεν υπάρχει σε όλες τις χώρες, δεν είναι δυνατόν να δοθούν ακριβείς τιμές για όλες τις περιοχές της Μεσογείου. Γενικά η μέση δαπάνη της ίδιας της αντλίας θερμότητας μπορεί να εκτιμηθεί ότι ανέρχεται σε 300 €/kW, αλλά σίγουρα

υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην αγορά. Το συνολικό κόστος της επένδυση εξαρτάται πολύ από διάφορες παραμέτρους και πρέπει να υπολογίζεται ειδικά για κάθε συγκεκριμένη εγκατάσταση.

Η εξοικονόμηση των δαπανών για την ενέργεια και ως εκ τούτου, η περίοδος απόσβεσης εξαρτάται από το σχετικό κόστος του φυσικού αερίου ή άλλων καυσίμων. Οι αντλίες θερμότητας υπόγειας σύζευξης λειτουργούν με μέση απόδοση (COP- Coefficient of Performance = Συντελεστής Απόδοσης) που μπορεί να φθάνει το 4,5. Έτσι, εάν το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος για την ίδια θερμική ενέργεια είναι λιγότερο από το τετραπλάσιο του κόστους άλλων καυσίμων, τα συστήματα αντλιών θερμότητας υπόγειας σύζευξης καθίστανται ιδιαίτερα ανταγωνιστικά.

Μία μελέτη που διεξήχθη στις ΗΠΑ δείχνει ότι το κόστος συντήρησης ενός συστήματος με αντλία θερμότητας υπόγειας σύζευξης είναι κατά μέσο όρο περίπου το ένα τρίτο του αντίστοιχου κόστους του συμβατικού συστήματος ψύξης και θέρμανσης. Κατά συνέπεια, σε σύγκριση με ένα κλασσικό αερόψυκτο σύστημα, το σύστημα με αντλία θερμότητας υπόγειας σύζευξης έχει χαμηλότερο κόστος κύκλου ζωής, παρότι η αρχική δαπάνη είναι σχεδόν διπλάσια. Η περίοδος απόσβεσης μίας συγκεκριμένης εγκατάστασης είχε εκτιμηθεί σε 7 έως 9 χρόνια.

5

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΜΙΑΣ ΤΥΠΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΣΕ ΟΙΚΙΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 5.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΙΑΣ ΤΥΠΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ
- 5.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ- ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ
- 5.3 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΜΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ
- 5.4 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΕΔΑΦΟΣ

5.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΙΑΣ ΤΥΠΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί μια μελέτη εφαρμογής για γεωθερμία στην τυπική κατοικία, με στόχο την κάλυψη των αναγκών αυτής για θέρμανση και κλιματισμό.

Η μελέτη θα έχει την εξής πορεία:

1. Μελέτη των αρχιτεκτονικών σχεδίων με σκοπό τον υπολογισμό έκτασης της κατοικίας και προσανατολισμού.
2. Μελέτη των δομικών χαρακτηριστικών της κατοικίας για τη μελέτη των Φορτίων (θερμικά & ψυκτικά)
3. Μελέτη των θερμικών απωλειών και των ψυκτικών φορτίων της κατοικίας.
4. Διαστασιολόγηση συστήματος Γεωθερμίας

Η κατοικία η οποία θα μελετηθεί για την εγκατάσταση της γεωθερμίας βρίσκεται στην Παιανία Αττικής. Η κατοικία αποτελείται από 3 επίπεδα, υπόγειο, ισόγειο και α΄ όροφο. Η κατοικία έχει συνολική επιφάνεια 270 m². Καταλαμβάνει έκταση 100 m² σε οικόπεδο συνολικής έκτασης 1000 m².

Το υπόγειο της κατοικίας αποτελείται από 3 δωμάτια. Έχει σαν κύρια χρήση ψυχαγωγικό χώρο. Σε ένα από τα δωμάτια αυτά θα εγκατασταθεί και το μηχανοστάσιο της γεωθερμίας. Στο ισόγειο τμήμα της κατοικίας έχουμε 4 δωμάτια και τέλος στον όροφο έχουμε 7 δωμάτια. Το ισόγειο και ο όροφος αποτελούν τον κύριο χώρο της κατοικίας.

Στον υπαίθριο χώρο πέριξ της κατοικίας θα τοποθετηθεί το οριζόντιο κλειστό κύκλωμα αγωγών του γεωθερμικού συστήματος.

Παρακάτω παρατίθενται εικόνες και αρχιτεκτονικά σχέδια (κατόψεις) από την κατοικία.



Εικόνα 37

Νότια Όψη της κατοικίας – Φάση ανέγερσης

Παραπάνω στην εικόνα 37, απεικονίζεται η νότια όψη της κατοικίας κατά τη φάση της ανέγερσης. Στη συνέχεια στην εικόνα 38 απεικονίζεται η κατοικία μετά την ανέγερσή της και την ολοκλήρωσή της.



Εικόνα 38
Βόρεια Όψη της κατοικίας – Φάση ολοκλήρωσης

Παρακάτω παραθέτω τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του κελύφους της κατοικίας.

A. Εξωτερικοί Τοίχοι:

Το υπόγειο αποτελείται γύρω γύρω από τοίχειο πάχους 20 cm με εξωτερική μόνωση daw 6cm με $\lambda=0,041 \text{ W/mK}$. Το συνολικό k του τοιχείου είναι $0,58 \text{ W/m}^2\text{.K}$ για το θαμμένο και μη θαμμένο μέρος. Οι κολώνες έχουν πάχος 20 cm με εξωτερική μόνωση daw 6cm και $k=0,58 \text{ W/m}^2\text{.K}$. Το δάπεδο είναι αμόνωτο με $k=3,8 \text{ W/m}^2\text{.K}$.

Στα υπόλοιπα επίπεδα βόρεια σε όλους τους προσανατολισμούς έχει τοποθετηθεί διπλό τούβλο 7.5 cm το καθένα πάχος, με $\lambda=0,4 \text{ W/m.K}$. Ενδιάμεσα από τα τούβλα υπάρχει μόνωση daw 6cm με $\lambda=0,041 \text{ W/m.K}$. Το συνολικό k του διπλού τοίχου είναι $k=0,47 \text{ W/m}^2\text{.K}$.

Τα τζάμια είναι τύπου clear διπλά Float to Float (τελείως διαφανές τζάμι, με αέρα ανάμεσα), με $k=3,2 \text{ W/m}^2\text{.K}$

B. Ενδιάμεσοι Τοίχοι:

Στα υπόγεια των ιδιοκτησιών, οι εσωτερικοί τοίχοι των parking και των θερμαινόμενων χώρων αποτελούνται από 10 cm τούβλο και 3 cm daw με συνολικό $k=0,88 \text{ W/m}^2\text{.K}$. Οι ενδιάμεσοι τοίχοι προς γειτονικές ιδιοκτησίες σε όλους τους ορόφους αποτελούνται από 20 cm τούβλο και 3 cm daw με συνολικό $k=0,71 \text{ W/m}^2\text{.K}$ και από κολώνες με 20 cm τσιμέντο και 3 cm daw με συνολικό $k=1 \text{ W/m}^2\text{.K}$

Γ. Έλεγχος θερμοκρασίας χώρων:

Στην κατοικία σε λειτουργία θέρμανσης/ψύξης με FCUs θα επιτυγχάνεται με επιτοίχιο ή ενσωματωμένο στα FCUs θερμοστάτη ανά χώρο. Σε λειτουργία θέρμανσης με FCUs και σώματα θα επιτυγχάνεται με επιτοίχιο ή ενσωματωμένο στα FCUs θερμοστάτη ανά χώρο. Η θέρμανση των λουτρών-WC θα επιτυγχάνεται με θερμαντικά σώματα.

Δ. Σύστημα Θέρμανσης χώρων/ Ψύξης χώρων

Σενάριο 1: η κατοικία θα θερμαίνεται/ψύχεται από δισωλήνιο δίκτυο FCU με θερμοκρασίες 45/40 °C και 7/12 °C.

Σχήμα 39
Κάτοψη υπογείου



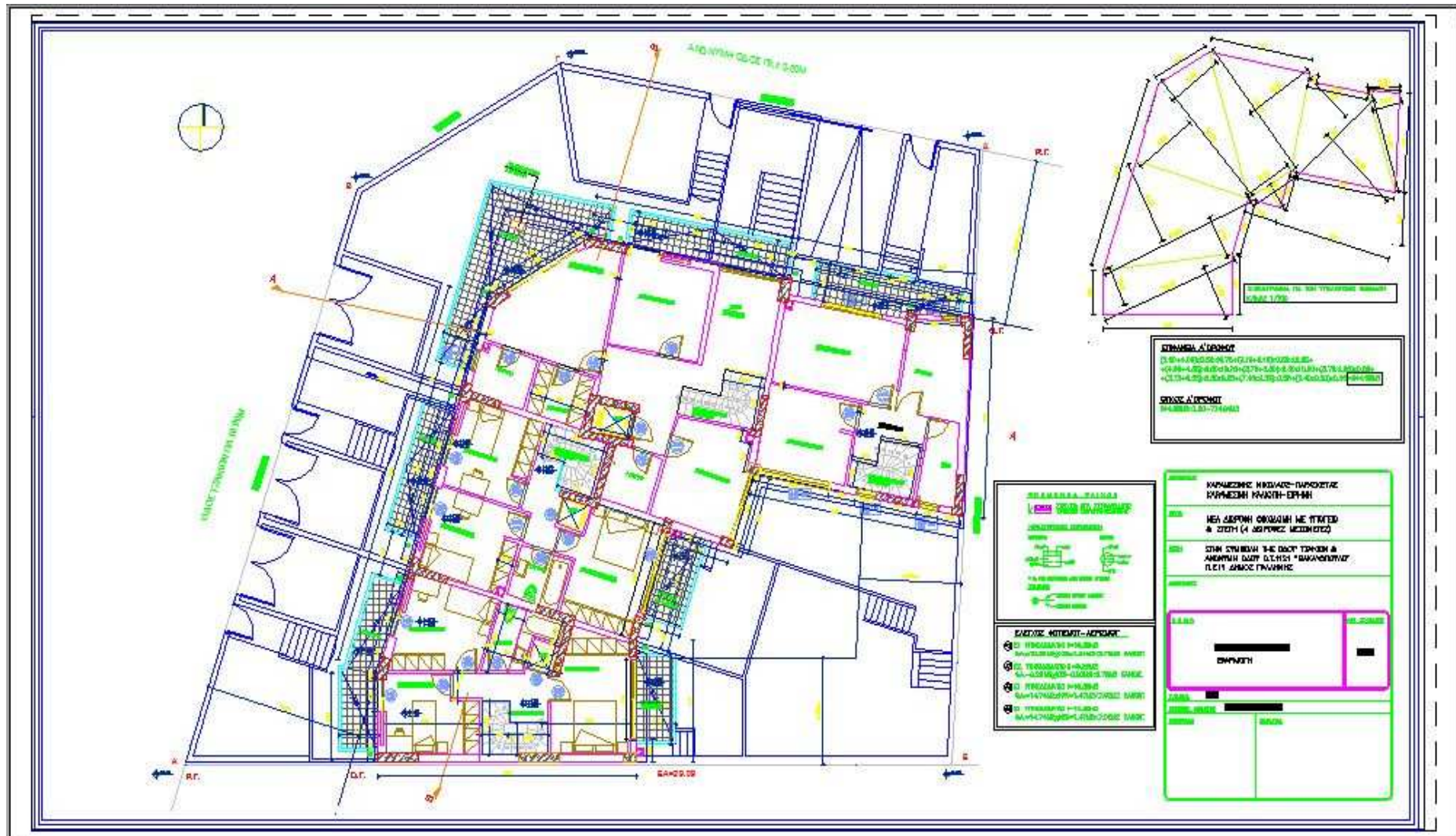
Το κ
μη

Σχήμα 40
Κάτοψη ισογείου



Το ισόγειο της κατοικίας έχει επιφάνεια 100 m². Ο χώρος έχει χρήση κύριας κατοικίας περιλαμβάνει δωμάτια όπως το σαλόνι, η κουζίνα κτλ.

Σχήμα 41
Κάτοψη α' ορόφου



Ο ά όροφος της κατοικίας έχει επιφάνεια 100 m². Ο χώρος έχει χρήση κύριας κατοικίας περιλαμβάνει δωμάτια ανάπαυσης όπως κρεβατοκάμαρες κ.α.

Λαμβάνοντας υπόψη τα αρχιτεκτονικά σχέδια αλλά και τα δομικά χαρακτηριστικά της κατοικίας μπορούμε να προχωρήσουμε στον υπολογισμό των αναγκών της κατοικίας για θέρμανση και κλιματισμό αρχικά και έπειτα στην ακριβή διαστασιολόγηση του συστήματος γεωθερμίας.

Για τη μελέτη των θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων χρησιμοποιώ τα υπολογιστικά προγράμματα της εταιρείας λογισμικού (4M). Τα τεύχη των οριστικών υπολογισμών παρατίθενται στο Παράρτημα Ι.

5.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ – ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

Θερμικές Απώλειες & Ψυκτικά Φορτία Κατοικίας – Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα

Δομικά στοιχεία κατοικίας

A. Εξωτερικοί Τοίχοι:

Το υπόγειο αποτελείται γύρω γύρω από τοίχειο πάχους 20 cm με εξωτερική μόνωση daw 6cm με $\lambda=0,041 \text{ W/mK}$. Το συνολικό k του τοιχείου είναι $0,58 \text{ W/m}^2\text{.K}$ για το θαμμένο και μη θαμμένο μέρος. Οι κολώνες έχουν πάχος 20 cm με εξωτερική μόνωση daw 6cm και $k= 0,58 \text{ W/m}^2\text{.K}$. Το δάπεδο είναι αμόνωτο με $k=3,8 \text{ W/m}^2\text{.K}$.

Στα υπόλοιπα επίπεδα βόρεια σε όλους τους προσανατολισμούς έχει τοποθετηθεί διπλό τούβλο 7.5 cm το καθένα πάχος, με $\lambda= 0,4 \text{ W/m.K}$. Ενδιάμεσα από τα τούβλα υπάρχει μόνωση daw 6cm με $\lambda=0,041 \text{ W/m.K}$. Το συνολικό k του διπλού τοίχου είναι $k= 0,47 \text{ W/m}^2\text{.K}$.

Τα τζάμια είναι τύπου clear διπλά Float το Float (τελείως διαφανές τζάμι, με αέρα ανάμεσα), με $k= 3,2 \text{ W/m}^2\text{.K}$

B. Ενδιάμεσοι Τοίχοι:

Στα υπόγεια των ιδιοκτησιών, οι εσωτερικοί τοίχοι των parking και των θερμαινόμενων χώρων αποτελούνται από 10 cm τούβλο και 3 cm daw με συνολικό $k=0,88 \text{ W/m}^2\text{.K}$. Οι ενδιάμεσοι τοίχοι προς γειτονικές ιδιοκτησίες σε όλους τους ορόφους αποτελούνται από 20 cm τούβλο και 3 cm daw με συνολικό $k=0,71 \text{ W/m}^2\text{.K}$ και από κολώνες με 20 cmτσιμέντο και 3 cm daw με συνολικό $k=1 \text{ W/m}^2\text{.K}$

Βάση των δομικών χαρακτηριστικών της κατοικίας και σύμφωνα με τα αρχιτεκτονικά σχέδια, μελέτησα τις θερμικές απώλειες και τις ψυκτικές ανάγκες (φορτία) της κατοικίας. Παρακάτω παραθέτω τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των μελετών θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων της κατοικίας (βλ. Παράρτημα Ι)

Θερμικές Απώλειες: Μετά από το τρέξιμο του προγράμματος της 4M βρέθηκε φορτίο **16,184 kW_{heat}** .

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ (kWheat)
16,184 kW

<u>Υπό συνθήκες</u>	
T _{out} min:	0 °C
T _{in} :	20 °C
Προσαύξηση :	20%
Αερισμοί:	0 ACH

Ψυκτικά φορτία: Μετά από το τρέξιμο του προγράμματος της 4M βρέθηκε φορτίο για τους χώρους που θα κλιματίζονται **26 kW_{cool}** .

ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ (kW_{cool})
26 kW

<u>Υπό συνθήκες</u>	
T _{out} max:	35,7 °C
T _{in} :	26 °C
Προσαύξηση :	0%
Αερισμοί:	0 AC

Παραπάνω παρατίθενται τα τελικά αποτελέσματα από το τρέξιμο των μελετών με σκοπό τον υπολογισμό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων (αναγκών) της κατοικίας. Με βάση τις συγκεκριμένες ανάγκες, καλούμαι να διαστασιολογήσω το σύστημα γεωθερμίας, με σκοπό τη μείωση κόστους, και θα εφαρμοστεί η οριζόντια διάταξη κυκλώματος. Η διαστασιολόγηση αυτή πραγματοποιείται στο κεφάλαιο 5.4 αφού πρώτα προηγηθεί μια συνοπτική ανάλυση του τρόπου λειτουργίας της γεωθερμίας με οριζόντια διάταξη κλειστού κυκλώματος στο κεφάλαιο 5.3 .

5.3 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΜΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

A. Τυπική λειτουργία Θέρος

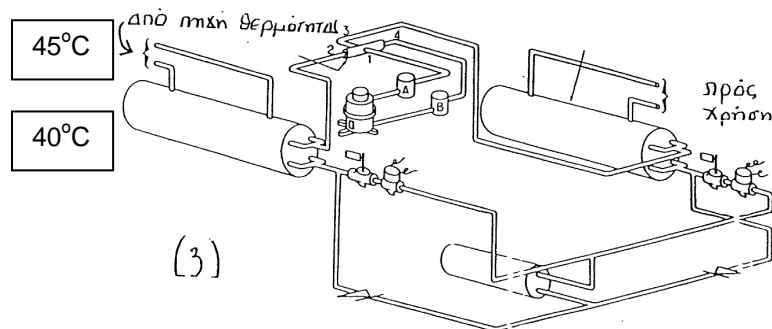
Για να απορρίψει την απορριπτόμενη από το συμπυκνωτή (ψυγείο) θερμότητά της, αυτή η Α/θ νερού-νερού τροφοδοτείται από ρεύμα νερού. Το τελευταίο, λόγω της προστιθέμενης σ' αυτό θερμότητας, θερμαίνεται (πχ στους 45 οC) και έχει ανάγκη ψύξης για να επανέλθει στην κανονική του θερμοκρασία (40 οC) και για να εξασφαλίσει έτσι την απρόσκοπτη λειτουργία της Α/Θ.

Γενικά, η επιθυμητή ψύξη του κυκλώματος αυτού από 45 σε 40 οC γίνεται μέσω μιας γεωθερμικής επαφής:

- φρεατικού νερού στους 25 οC
- θαλασσινού νερού στους 18 οC (ή νερού ποταμών, λιμνών, κλπ)

Στην περίπτωση μας, του οριζόντιου εναλλάκτη κλειστού κυκλώματος, οι σωλήνες αποτελούν κλειστό κύκλωμα και ψύχονται από τη γη, αφού η θερμοκρασία της είναι περίπου 18 οC (η προσαρμογή των σωλήνων του κλειστού κυκλώματος νερού πάνω στον εναλλάκτη είναι συγκεκριμένη και δοκιμασμένη τεχνοτροπία και αποτελεί αντικείμενο ευρεσιτεχνιών).

- Ειδικότερα όταν υπάρχει γεωθερμικό νερό θερμοκρασίας άνω των 60 οC, υπάρχει δυνατότητα ψύξης χώρων, χωρίς τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για την κίνηση Α/Θ, παρά μόνο με τη χρήση θερμικών αντλιών θερμότητας.



Σχ. 42.A Αρχή λειτουργίας της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας νερού νερού - Θέρος.

B. Τυπική Λειτουργία Χειμώνα

Το χειμώνα, για τη θέρμανση του χώρου, τα φορτία θέρμανσης του χώρου καλύπτονται από την θερμαντική ικανότητα της ίδιας αντλίας (Α/Θ) θερμότητας νερού-νερού αρκεί αυτή να είναι και αναστρέψιμη.

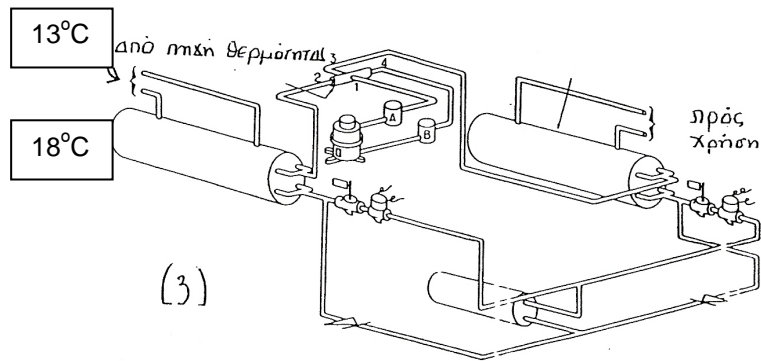
Για να αναρροφήσει την αναζητούμενη από τον εξατμιστή θερμότητα, η Α/θ νερού-νερού τροφοδοτείται από το ίδιο ρεύμα νερού. Το τελευταίο, λόγω της αναρροφούμενης απ' αυτό θερμότητας, ψύχεται (πχ στους 13 οC) και έχει ανάγκη θέρμανσης για να επανέλθει στην κανονική του θερμοκρασία (18 οC) και για να εξασφαλίσει έτσι την απρόσκοπτη λειτουργία της Α/Θ.

Γενικά, η επιθυμητή θέρμανση του κυκλώματος αυτού από 13 σε 18 οC γίνεται μέσω της ίδιας γεωθερμικής επαφής:

- φρεατικού νερού στους 25 οC
- θαλασσινού νερού στους 18 οC (ή νερού ποταμών, λιμνών, κλπ)

Στην περίπτωση μας, του οριζόντιου εναλλάκτη κλειστού κυκλώματος, οι σωλήνες αποτελούν κλειστό κύκλωμα και θερμαίνονται από τη γη, αφού η θερμοκρασία της γης το χειμώνα είναι πάνω από 18 οC.

- Ειδικότερα όταν υπάρχει γεωθερμικό νερό θερμοκρασίας άνω των 45 οC, η δυνατότητα θέρμανσης χώρων είναι άμεση, χωρίς τη χρήση Α/Θ και ηλεκτρικής ενέργειας για την κίνηση των συμπιεστών τους.



Σχ. 42.Β Αρχή λειτουργίας της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας νερού νερού - Χειμώνας.

5.3.1 Συστήματα κλειστού βρόχου

Τα συστήματα κλειστού βρόχου αποτελούνται από ένα υπόγειο δίκτυο στεγανών, πλαστικών σωλήνων μεγάλης αντοχής που λειτουργούν ως ανταλλακτήρες θερμότητας. Οι σωλήνες είναι γεμάτοι με νερό ή με ένα διάλυμα νερού και αντιψυκτικού. Δεν υπάρχει επικοινωνία με τα υπόγεια ύδατα.

Από το υλικό των σωλήνων εξαρτάται η διάρκεια ζωής τους, το κόστος συντήρησης, η ισχύς της άντλησης, το κόστος κεφαλαίου και η απόδοση της αντλίας θερμότητας. Για το λόγο αυτό, το μέγεθος, η αντοχή και το υλικό των σωλήνων πρέπει να έχει μελετηθεί ειδικά για τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Γενικά χρησιμοποιούνται σωληνώσεις από πολυαιθυλένιο ή πολυβουτυλένιο υψηλής πυκνότητας και διάμετροι σωλήνων μεταξύ 20 και 40 mm. Τα υλικά αυτά είναι εύκαμπτα και οι ενώσεις των σωλήνων μπορεί να γίνουν εύκολα με θερμική σύντηξη, προκειμένου να δημιουργηθούν δίκτυα στεγανά, που είναι αξιόπιστα, δεν παρουσιάζουν διαρροές και δεν χρειάζονται συντήρηση.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι διάταξης των κλειστών βρόχων αλλά οι πλέον συνηθισμένοι είναι η οριζόντια και η κάθετη διάταξη και η οριζόντια σε λίμνη ή σε έδαφος.

Οριζόντια διάταξη σε έδαφος.

Εδώ οι σωλήνες τοποθετούνται μέσα σε ορύγματα βάθους 1,2 έως 3,0 μέτρων συνήθως. Το μήκος των ορυγμάτων κυμαίνεται από 9 έως 35 μέτρα ανά kW θερμικού δυναμικού, ανάλογα με τις συνθήκες του εδάφους και τον αριθμό των σωλήνων μέσα στο όρυγμα. Τα ορύγματα συνήθως απέχουν μεταξύ τους 2 έως 4 μέτρα. Οι σωλήνες πρέπει να τοποθετηθούν σε ένα υπόστρωμα άμμου στο πυθμένα του ορύγματος, μετά να καλυφθούν με μία στρώση άμμου 15 cm και στη συνέχεια τα ορύγματα κλείνονται με το χώμα που είχε εκσκαφθεί. Η εγκατάσταση πρέπει να «ποτιστεί» και να συμπιεστεί, προκειμένου να αποφευχθούν οι καθιζήσεις. Τα συστήματα κλειστού βρόχου μπορούν να κατασκευαστούν κάτω από επιφάνειες πρασίνου και χώρους στάθμευσης.

Για τη να βελτίωση της μεταφοράς της θερμότητας έχουν αναπτυχθεί κάποια νέα συστήματα. Η σπειροειδής περιέλιξη δημιουργείται τεντώνοντας μια σφικτή περιέλιξη σωληνώσεων πολυαιθυλενίου μικρής διαμέτρου και έτσι διαμορφώνεται μία εκτεταμένη περιέλιξη με διάμετρο περίπου 600 mm. Στη συνέχεια η σπείρα τοποθετείται σε ένα στενό όρυγμα ή οριζοντίως στον πυθμένα ενός πλατύτερου ορύγματος. Η επιφάνεια ανταλλαγής θερμότητας αποτελεί ουσιαστικά, με τον τρόπο αυτό, έναν κύλινδρο με διάμετρο αυτήν της σπειροειδούς περιέλιξης και το απαιτούμενο μήκος ορύγματος είναι πολύ πιο μικρό : τρεις με τέσσερις φορές μικρότερο από τη διάταξη με μονό σωλήνα.

Τα πλεονεκτήματα της οριζόντιας διάταξης είναι το πολύ χαμηλότερο κόστος για την εκσκαφή των ορυγμάτων και οι ευέλικτες εναλλακτικές λύσεις εγκατάστασης. Ωστόσο, χρειάζεται μεγαλύτερη επιφάνεια διαθέσιμου χώρου και το έδαφος υπόκειται σε μεγαλύτερες διακυμάνσεις θερμοκρασίας και ξηρασίας, καθώς βρίσκεται σχετικά κοντά στην επιφάνεια.



Σχήμα 43-α
Σύστημα οριζόντιου εναλλάκτη σε λίμνη



Σχήμα 43-β
Σύστημα οριζόντιου εναλλάκτη σε έδαφος

5.4 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΕΔΑΦΟΣ

Μετά την ολοκλήρωση των βημάτων 1,2,3 μπορούμε να προχωρήσουμε στο 4^ο βήμα της μελέτης εφαρμογής, τη διαστασιολόγηση του συστήματος Γεωθερμίας.

Με βάση τα αποτελέσματα των υπολογισμών των φορτίων και ορισμένες παραμέτρους που θα αναφερθούν στη συνέχεια, θα γίνει η επιλογή της κατάλληλης γεωθερμικής αντλίας θερμότητας -ΓΑΘ.

Στον Πίνακα 9 μεταφέρονται τα τελικά αποτελέσματα της μελέτης θερμικών και Ψυκτικών φορτίων που αναφέρονται σε προηγούμενο κεφάλαιο.

*Πίνακας 9
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα. Θερμικών & Ψυκτικών φορτίων.*

	Θερμικές Απώλειες	Ψυκτικά Φορτία	Επιφάνεια
Κατοικία	16,184 kW _{heat}	26 kW _{el}	270 m ²

Στον Πίνακα 10 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι συνιστώμενες θερμοκρασίες λειτουργίας των κυκλωμάτων για τον οριζόντιο εναλλάκτη και για βέλτιστη τεχνικοοικονομική λειτουργία. [CRES]

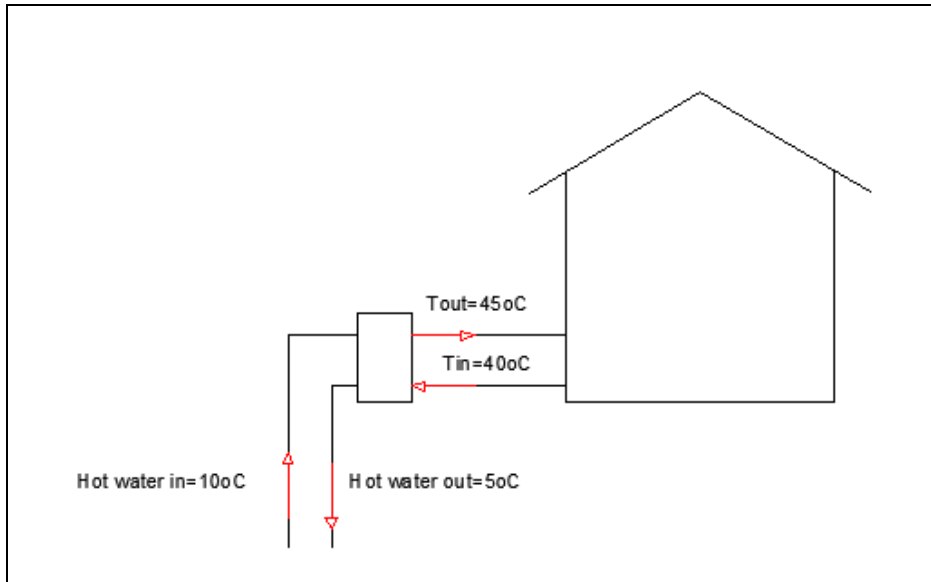
*Πίνακας 10
Συνιστώμενες θερμοκρασίες λειτουργίας κυκλωμάτων για οριζόντιο εναλλάκτη.*

ΧΕΙΜΩΝΑ	ΘΕΡΟΣ
40/45°C*	7/12°C
5/10°C	35/40°C

*Hot water out: 45°C και cold water in στο μηχάνημα: 10°C

Στην αριστερή στήλη, παρουσιάζονται οι θερμοκρασίες του εναλλάκτη για την λειτουργία του συστήματος το χειμώνα. Η θερμοκρασία εξόδου από τον συμπυκνωτή είναι 45 °C και η θερμοκρασία εισόδου στον έδαφος είναι 5 °C.

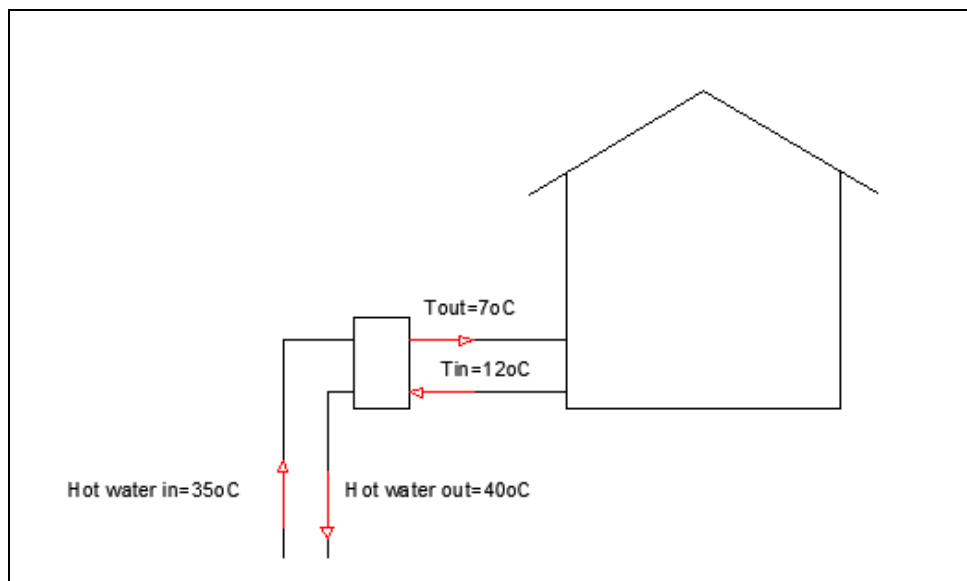
Αναλυτικά οι θερμοκρασίες λειτουργίας παρουσιάζονται στο σχήμα 44.



Σχήμα 44
Λειτουργία ΓΑΘ-Χειμώνα

Στη δεξιά στήλη, παρουσιάζονται οι θερμοκρασίες του εναλλάκτη για την λειτουργία του συστήματος το καλοκαίρι. Η θερμοκρασία εξόδου από τον εξατμιστή είναι 7°C και η θερμοκρασία εισόδου στο έδαφος είναι 40°C .

Αναλυτικά οι θερμοκρασίες λειτουργίας παρουσιάζονται στο σχήμα 45.



Σχήμα 45
Λειτουργία ΓΑΘ-Θέρος

Επιλογή Γεωθερμικής Αντλίας σε Λειτουργία Χειμώνα:

Ο ιδιοκτήτης της τυπικής κατοικίας συστήνει την τεχνολογία CIAT με τεχνικά χαρακτηριστικά αποδόσεων που επισυνάπτονται στο Παράρτημα II.

Για θερμοκρασία νερού εξόδου από τον συμπυκνωτή 45 °C και εισόδου στον εξατμιστή 10oC και με κριτήριο ότι πρέπει η γεωθερμική ισχύς της ΓΑΘ¹ να υπερκαλύψει το Q_{heat}=16,184kW, επιλέγουμε (από τον Πίνακα της CIAT) την ΓΑΘ τύπου **70Z**, με χαρακτηριστικά:

P_f= ψυκτική ισχύς=17.2kW

P_a= απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς = 5.1 kW

P_c= θερμική ισχύς= 18.7 kW

P_r= ισχύς για ζεστά νερά = 3.6 kW

Πράγματι, διαπιστώνουμε ότι P_c > 16,184 = Q_{heat}

Επιλογή Γεωθερμικής Αντλίας σε Λειτουργία Θέρος:

Για θερμοκρασία νερού εξόδου από τον συμπυκνωτή 50 oC και εισόδου στον εξατμιστή 12oC και με κριτήριο ότι πρέπει η γεωθερμική ισχύς της ΓΑΘ¹ να υπερκαλύψει το Q_{cool}=26 kW, επιλέγουμε (από τον Πίνακα της CIAT) την ΓΑΘ τύπου **120Z** με στοιχεία χαρακτηριστικά:

P_f= ψυκτική ισχύς=33,3 kW

P_a= απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς = 8,1 kW

P_c= θερμική ισχύς= 36,6 kW

P_r= ισχύς για ζεστά νερά = 5,1 kW

Πράγματι, διαπιστώνουμε ότι P_f > 26 kW = Q_{cool}

Από τα παραπάνω στοιχεία διακρίνουμε ότι για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση η επιλογή της αντλίας 70Z είναι ικανοποιητική. Για την κάλυψη των ψυκτικών αναγκών της κατοικίας όμως η εν λόγω αντλία είναι ανεπαρκής. Για την κάλυψη των ψυκτικών αναγκών επιλέγεται η αντλία τύπου 120Z. Μεταξύ των 2 αντλιών ΓΑΘ επιλέγουμε την **120Z** για το λόγο ότι έχει την επάρκεια να καλύψει και τα θερμικά και τα ψυκτικά φορτία της κατοικίας.

Παρακάτω παραθέτω τα χαρακτηριστικά της Γεωθερμικής αντλίας θερμότητας 120Z της εταιρείας CIAT την οποία επιλέξαμε.

Χαρακτηριστικά Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας 120Z σε Λειτουργία Χειμώνα:

Για θερμοκρασία νερού εξόδου από τον συμπυκνωτή 45 °C και εισόδου στον εξατμιστή 10oC έχουμε χαρακτηριστικά:

- Pf= ψυκτική ισχύς=29,7 kW
- Ρα= απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς = 8,7 kW
- Ρc= θερμική ισχύς= 31,8 kW
- Ρr= ισχύς για ζεστά νερά = 6,7 kW

Χαρακτηριστικά Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας 120Z σε Λειτουργία Θέρος:

Για θερμοκρασία νερού εξόδου από τον συμπυκνωτή 40 oC και εισόδου στον εξατμιστή 12oC έχουμε

χαρακτηριστικά:

- Pf= ψυκτική ισχύς=33,3 kW
- Ρα= απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς = 8,1 kW
- Ρc= θερμική ισχύς= 36,6 kW
- Ρr= ισχύς για ζεστά νερά = 5,1 kW

Από τα χαρακτηριστικά της αντλίας θερμότητας βρίσκουμε:

A. Παροχή αντλίας νερού οριζόντιου γήινου εναλλάκτη.

Στο γήινο εναλλάκτη το χειμώνα απορροφάται η ισχύς Pf. Στο γήινο εναλλάκτη το θέρος απορρίπτεται η ισχύς Ρc.

$$Q = \dot{m} c_p \Delta\theta \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Χειμώνας} \\ P_f = P_{\text{frigorific}} 29,7 \text{ kW} = \dot{m} c_p 5\text{K} \Rightarrow \dot{m} = 4,95 \text{ m}^3 / \text{h} \\ \\ \text{Θέρος} \\ P_c = P_{\text{calorific}} 36,6 \text{ kW} = \dot{m} c_p 5\text{K} \Rightarrow \dot{m} = 6,1 \text{ m}^3 / \text{h} \end{array} \right.$$

Στο σημείο αυτό διακρίνουμε μια διαφορά όσον αφορά τις παροχές στο κύκλωμα του οριζόντιου εναλλάκτη. Για τη σωστή διαστασιολόγηση του συστήματος θα λάβουμε υπόψη την μεγαλύτερη παροχή νερού, $\dot{m}=6,1 \text{ m}^3/\text{h}$

Β. Μήκος Εναλλάκτη

Αγωγιμότητα εναλλάκτη $k_{\text{spiral}}=18\text{W/m}^*$ (Πηγή REHAU, βλ. Παράρτημα ΙΙΙ).

*Ο υπολογισμός της αγωγιμότητας του εναλλάκτη υπολογίστηκε από την εταιρεία Αγωγών REHAU.

$$\text{Μήκος Εναλλάκτη } L = \frac{Q}{k}$$

$$\text{Χειμώνας: } L = \frac{Q}{k} \rightarrow L = \frac{Pf(120Z,40/12oC)}{18} = \frac{33300}{18} = 1850m$$

$$\text{Θέρος: } L = \frac{Q}{k} \rightarrow L = \frac{Pc(120Z,45/10oC)}{18} = \frac{31800}{18} = 1766m$$

Για τον υπολογισμό του μήκους του εναλλάκτη την περίοδο λειτουργίας «χειμώνα», διαιρούμε την ψυκτική ισχύ της ΓΑΘ με τον συντελεστή αγωγιμότητας του εναλλάκτη k . Για την περίοδο λειτουργίας «θέρος» διαιρούμε αντίστοιχα την θερμική ισχύ της ΓΑΘ με τον συντελεστή k .

Μετά τους υπολογισμούς για κάθε περίοδο, διαπιστώνουμε μια διαφορά στο μήκος του εναλλάκτη της τάξης των 400 μέτρων περίπου. Για την κάλυψη όλων των αναγκών της κατοικίας (χειμώνα + θέρος) επιλέγουμε το μεγαλύτερο μήκος του εναλλάκτη, $L=1850m$.

Αν επιλέξουμε το μικρότερο μήκος για γήινο εναλλάκτη, τότε η απορριπτική ικανότητά του θα γίνει $Pc' = 18 \cdot 1650m = 31,78kW$, ισχύς η οποία εξωθεί τξ θερμοκρασία εξόδου από το συμπυκνωτή της ΓΑΘ 120Z προς τους 47,5 °C.

Γ. Βαθμός Απόδοσης COP & EER της αντλίας θερμότητας

Για να υπολογίσουμε τον βαθμό απόδοσης της αντλίας θερμότητας τον χειμώνα (COP) και το καλοκαίρι (EER) πρέπει να διαιρέσουμε αντίστοιχα την θερμική και ψυκτική απόδοση της αντλίας προς την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε κάθε περίπτωση.

Οι υπολογισμοί και τα αποτελέσματά τους ακολουθούν στον Πίνακα 11.

Πίνακας 11

COP & EER γεωθερμικής αντλίας θερμότητας 120Z με μήκος γήινου εναλλάκτη 1850 m

ΓΑΘ 120Z	
ΧΕΙΜΩΝΑ, (COP)	ΘΕΡΟΣ, (EER)
$\frac{P_c}{P_a} = \frac{31.8}{8.7} = 3,66$	$\frac{P_f}{P_a} = \frac{33.3}{8.1} = 4.11$

6

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΣΤΗΝ ΤΥΠΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ

**ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΜΕ ΕΝΑ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
ΨΥΞΗΣ-ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

6.1 ΣΕΝΑΡΙΟ1- ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΛΥΨΗ ΤΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ
ΤΗΣ ΟΙΚΙΑΣ

6.2 ΣΕΝΑΡΙΟ2- ΧΡΗΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ & ΑΕΡΟΨΥΚΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΤΥΠΟΥ
SPLIT ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΛΥΨΗ ΤΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΤΗΣ ΟΙΚΙΑΣ

6.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 1 & ΣΕΝΑΡΙΟΥ 2 – ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ
ΑΝΑΛΥΣΗ

6.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Σενάριο 1^ο - Χρήση Γεωθερμίας για την κάλυψη των αναγκών.

Στην παρούσα παράγραφο θα παρουσιάσω το κόστος εφαρμογής του Σεναρίου 1. Βάση αυτού του σεναρίου, η Γεωθερμία καλείται να καλύψει τις ανάγκες του σπιτιού για θέρμανση και Κλιματισμό. Οι τιμές των αναγκών θέρμανσης και κλιματισμού της κατοικίας έχουν υπολογιστεί μετά από τρέξιμο των μελετητικών προγραμμάτων της 4M.

ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

Υποθέτω ότι η χειμερινή και θερινή περίοδος διαρκεί 4 μήνες και η ημερήσια λειτουργία του συστήματος είναι 8 ώρες ημερησίως σε κάθε περίπτωση.

Πίνακας 12
Κατανάλωση Γεωθερμίας kWh – Θέρμανση

ΓΑΘ για Θέρμανση Χώρων ΘΧ	Θέρμανση ΘΧ χειμώνα	ώρες λειτουργίας θέρμανσης ΘΧ την ημέρα	Φορτίο θέρμανσης ΘΧ την ημέρα	COP ΓΑΘ	Εκτίμηση ΔΕΗ ΘΧ την ημέρα
Φορτίο ανά χώρο κατοικίας	kW	h	kWh	COP	kWhel
Φορτίο χώρων υπογείου	4,83	8	38,65	3,66	10,56
Φορτίο χώρων ισογείου	9,04	8	72,37	3,66	19,77
Φορτίο χώρων ορόφου	2,30	8	18,44	3,66	5,04
ΣΥΝΟΛΟ ΟΙΚΙΑΣ			129,48		35,38

ΓΑΘ: Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας, ΘΧ: Θέρμανση Χώρων, COP: Coefficient of Performance

Στον παραπάνω Πίνακα 12, υπολογίζω την κατανάλωση ενέργειας της ΓΑΘ για την κάλυψη των θερμικών αναγκών. Αρχικά υπολογίζω το φορτίο το οποίο πρέπει να καλύψει η ΓΑΘ σε ημερήσια βάση θεωρώντας ότι η θέρμανση διαρκεί 8 ώρες ημερησίως. Έπειτα διαιρώ ημερήσιο φορτίο με το COP(βαθμός απόδοσης για θέρμανση) της ΓΑΘ με σκοπό να υπολογίσω την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει η ΓΑΘ. Συμπεραίνουμε ότι η ΓΑΘ καταναλώνει ημερησίως 35,38 kWhel.

Στον παρακάτω Πίνακα 13, υπολογίζω το κόστος λειτουργίας της ΓΑΘ για την Χειμερινή περίοδο. Όπως έχω προαναφέρει, υποθέτω ότι η περίοδος αυτή διαρκεί 4 μήνες και η ΓΑΘ έχει ημερήσια λειτουργία 8 ώρες.

Πίνακας 13
Κόστος λειτουργίας Γεωθερμίας (€) – Θέρμανση

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ				
	μερες	kWh/ημέρα	kWh/4μηνο	€/kWhel	€
Κόστος για ΘΧ(ΔΕΗ)- 4μηνο	120	35,38	4245,25	0,15	636,79
Κόστος για ΖΝΧ(ΔΕΗ)- 4μηνο	120	4	480	0,15	72,00
TOTAL					708,79

ZNX: Ζεστά νερά χρήσης

ΘΧ: το κόστος για την Θερμανση χώρου υπολογίζεται ως εξής. Πολλαπλασιάζω την ημερήσια κατανάλωση σε kWh της ΓΑΘ με το σύνολο των ημερών της περιόδου επί την τιμή της kWh ηλεκτρικού ρεύματος.

ZNX: το κόστος για τα ZNX υπολογίζεται ως εξής. Υποθέτω ότι για την κάλυψη των αναγκών για ZNX χρησιμοποιείται ένα ηλεκτρικός θερμοσίφωνα ισχύος 4kW. Για τον υπολογισμό του κόστους για ZNX πολλαπλασιάζω την ισχύ του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα με την διάρκεια της ημερήσιας λειτουργίας του (1 ώρα) επί το σύνολο των ημερών της περιόδου επί την τιμή της kWh ηλεκτρικού ρεύματος.

ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

Υποθέτω ότι η χειμερινή και θερινή περίοδος διαρκεί 4 μήνες και η ημερήσια λειτουργία του συστήματος είναι 8 ώρες ημερησίως σε κάθε περίπτωση.

Πίνακας 14
Κατανάλωση Γεωθερμίας kWh - Ψύξη

ΓΑΘ για Ψύξη Χώρων ΨΧ	ψύξη ΨΧ θέρους	ώρες λειτουργίας ψύξης ΨΧ την ημέρα	Φορτίο ψύξης ΨΧ την ημέρα	EER ΓΑΘ	Εκτίμηση ΔΕΗ ΨΧ την ημέρα
Φορτίο ανά χώρο κατοικίας	kW	h	kWh	EER	kWhel
Φορτίο χώρων υπογείου	8	8	64	4,11	15,57
Φορτίο χώρων ισογείου	12	8	96	4,11	23,36
Φορτίο χώρων ορόφου	6	8	48	4,11	11,68
ΣΥΝΟΛΟ ΟΙΚΙΑΣ			208		50,61

ΨΧ: Ψύξη Χώρων, EER: Energy Efficiency Ratio

Στον παραπάνω Πίνακα 14., υπολογίζω την κατανάλωση ενέργειας της ΓΑΘ για την κάλυψη των ψυκτικών αναγκών. Αρχικά υπολογίζω το φορτίο το οποίο πρέπει να καλύψει η ΓΑΘ σε ημερήσια βάση θεωρώντας ότι η ψύξη διαρκεί 8 ώρες ημερησίως. Έπειτα διαιρώ ημερήσιο φορτίο με το EER (βαθμός απόδοσης για ψύξη) της ΓΑΘ με σκοπό να υπολογίσω την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει η ΓΑΘ. Συμπεραίνουμε ότι η ΓΑΘ καταναλώνει ημερησίως 50,61 kWhel.

Στον παρακάτω Πίνακα 15, υπολογίζω το κόστος λειτουργίας της ΓΑΘ για την Θερινή περίοδο. Όπως έχω προαναφέρει, υποθέτω ότι η περίοδος αυτή διαρκεί 4 μήνες και η ΓΑΘ έχει ημερήσια λειτουργία 8 ώρες

Πίνακας 15
Κόστος λειτουργίας Γεωθερμίας (€) – Ψύξη

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΘΕΡΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ				
	μερες	kWh/ημέρα	kWh/4μηνο	€/kWhel	€
Κόστος για ΨΧ(ΔΕΗ)- 4μηνο	120	50,61	6072,99	0,15	910,95
Κόστος για ZNX(ΔΕΗ)- 4μηνο	120	4	480	0,15	72,00
TOTAL					982,95

ΨΧ : το κόστος για την Ψύξη χώρου υπολογίζεται ως εξής. Πολλαπλασιάζω την ημερήσια κατανάλωση σε kWh της ΓΑΘ για ψύξη με το σύνολο των ημερών της περιόδου επί την τιμή της kWh ηλεκτρικού ρεύματος.

ZNX: το κόστος για τα ZNX υπολογίζεται ως εξής. Υποθέτω ότι για την κάλυψη των αναγκών για ZNX χρησιμοποιείται ένα ηλεκτρικός θερμοσίφωνα ισχύος 4kW. Για τον υπολογισμό του κόστους για ZNX πολλαπλασιάζω την ισχύ του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα με την διάρκεια της ημερήσιας λειτουργίας του (1 ώρα) επί το σύνολο των ημερών της περιόδου επί την τιμή της kWh ηλεκτρικού ρεύματος.

6.2 Σενάριο 2^ο - Χρήση συστήματος Πετρελαίου (λέβητας& split) για την κάλυψη των αναγκών.

Στην παρούσα παράγραφο θα παρουσιάσω το κόστος εφαρμογής του Σεναρίου 2. Βάση αυτού του σεναρίου, η το σύστημα λέβητα πετρελαίου καλείται να καλύψει τις ανάγκες του σπιτιού για θέρμανση ενώ τις ανάγκες του Κλιματισμού θα τις καλύψουν τοπικές αντλίες θερμότητας (split). Οι τιμές των αναγκών θέρμανσης και κλιματισμού της κατοικίας έχουν υπολογιστεί μετά από τρέξιμο των μελετητικών προγραμμάτων της 4Μ.

ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

Υποθέτω ότι η χειμερινή και θερινή περίοδος διαρκεί 4 μήνες και η ημερήσια λειτουργία του συστήματος είναι 8 ώρες ημερησίως σε κάθε περίπτωση.

Πίνακας 16
Συγκεντρωτικό Κόστος Πετρελαίου για Θέρμανση και ZNX – Χειμώνα

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΓΙΑ ΘΧ ΚΑΙ ΖΝΧ	kW/ημέρα	kW/4μηνo	η λέβητα	kW/4μηνo πετρελαιο	kg (πετρελαιο)	lit (πετρελαιο)	lit/€	Κοστος (€)
Κατανάλωση πετρελαίου για ΘΧ	129,48	15537,60	0,90	17264,00	1448,32	1955,23	0,85	1661,95
Κατανάλωση πετρελαίου για ΖΝΧ	4,00	480,00	0,90	533,33	40,27	54,36	0,85	46,21
TOTAL								1708,16
<i>Μονάδες</i>								
<i>1kg petrol=11kWh</i>								
<i>1 kg petrol=1.35 lit petrol</i>								

ΘΧ: Στον παραπάνω Πίνακα 16, υπολογίζω την κατανάλωση πετρελαίου για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση χώρων (ΘΧ) και ζεστά νερά χρήσης (ΖΝΧ). Αρχικά υπολογίζω τα κιλά του πετρελαίου που χρειάζονται για την περίοδο μετατρέποντας τις kW των φορτίων σε kg πετρελαίου διαιρώντας τις kW με τη θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου. Έπειτα μετατρέπω τα kg σε λίτρα λαμβάνοντας υπόψη τον βαθμό απόδοσης του λέβητα.

το τέλος για να υπολογίσω το κόστος λειτουργίας πολλαπλασιάζω τα λίτρα με το κόστος πετρελαίου ανά λίτρο. Συμπεραίνουμε ότι η ΓΑΘ καταναλώνει ημερησίως 50,61 kWhel.

ZNX: το κόστος για τα ΖΝΧ υπολογίζεται ως εξής. Υποθέτω ότι για την κάλυψη των αναγκών για ΖΝΧ χρησιμοποιείται ένα ηλεκτρικός θερμοσίφωνα ισχύος 4kW. Για τον υπολογισμό του κόστους για ΖΝΧ πολλαπλασιάζω την ισχύ του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα με την διάρκεια της ημερήσιας λειτουργίας του (1 ώρα) επί το σύνολο των ημερών της περιόδου επί την τιμή της kWh ηλεκτρικού ρεύματος.

ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

Υποθέτω ότι η χειμερινή και θερινή περίοδος διαρκεί 4 μήνες και η ημερήσια λειτουργία του συστήματος είναι 8 ώρες ημερησίως σε κάθε περίπτωση

Πίνακας 17

Συγκεντρωτικό Κόστος Πετρελαίου για Θέρμανση και ZNX (kWhel) – Χειμώνα

SPLIT ΓΙΑ ΨΧ ΚΑΙ ΔΕΗ ΓΙΑ ZNX	kWhel/ημέρα	kWhel/4μηνo	EER (split)	kWh/4μηνo (split)	€/kWh	Κόστος (€)
Κατανάλωση SPLIT (ΔΕΗ) για ΨΧ	208,00	24960,00	2,70	9244,44	0,15	1386,67
Κατανάλωση ΔΕΗ για ZNX	4,00	480,00	n=1	480,00	0,15	72,00
TOTAL						1458,67

ΨΧ : το κόστος για την Ψύξη χώρου υπολογίζεται ως εξής. Υποθέτω ότι για την κάλυψη των ψυκτικών αναγκών της κατοικίας χρησιμοποιούνται τοπικές κλιματιστικές μονάδες τύπου split. Για να υπολογίσω την καταναλισκόμενη ενέργεια των split διαιρώ τις ανάγκες της κατοικίας της θερινής περιόδου με το EER των split. Για τον υπολογισμό του κόστους λειτουργίας πολλαπλασιάζω την καταναλισκόμενη ενέργεια των split με την τιμή της κιλοβατώρας.

ZNX: το κόστος για τα ZNX υπολογίζεται ως εξής. Υποθέτω ότι για την κάλυψη των αναγκών για ZNX χρησιμοποιείται ένα ηλεκτρικός θερμοσίφωνα ισχύος 4kW. Για τον υπολογισμό του κόστους για ZNX πολλαπλασιάζω την ισχύ του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα με την διάρκεια της ημερήσιας λειτουργίας του (1 ώρα) επί το σύνολο των ημερών της περιόδου επί την τιμή της kWh ηλεκτρικού ρεύματος.

6.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 1^ο & ΣΕΝΑΡΙΟΥ 2^ο

6.3.1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Για την καλύτερη σύγκριση των αποτελεσμάτων του Σεναρίου 1 & 2 παραθέτω παρακάτω τον συγκεντρωτικό πίνακα των αποτελεσμάτων για τις καταναλώσεις ενέργειας για κάθε Σενάριο.

Πίνακας 18

Ετήσια Συγκεντρωτική λειτουργίας με ΓΑΘ και με Πετρέλαιο για Θέρμανση Χώρων και ΖΝΧ- (kWh)

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ							
ΓΑΘ				ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ & SPLIT			
ΧΕΙΜΩΝΑ		ΘΕΡΟΣ		ΧΕΙΜΩΝΑ		ΘΕΡΟΣ	
ΘΧ	ΖΝΧ-χειμ	ΨΧ	ΖΝΧ-θερ	ΘΧ	ΖΝΧ-χειμ	ΨΧ	ΖΝΧ-θερ
4245,25	480,00	6072,99	480,00	17264,00	533,33	9244,44	480,00
TOTAL	4725,25	TOTAL	6552,99			TOTAL	9724,44
				TOTAL	17797,33		
11278,24				27521,78			

ΘΧ: θέρμανση χώρων, ΨΧ: ψύξη χώρων, ΖΝΧ: ζεστά νερά χρήσης

*** ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΓΑΘ= 16243 kWh ετησίως

Παρατηρούμε ότι η κατανάλωση ενέργειας με την Χρήση της Γεωθερμίας είναι κατά **59%** λιγότερη σε σύγκριση με την κατανάλωση ενέργειας ενός συμβατικού συστήματος πετρελαίου.

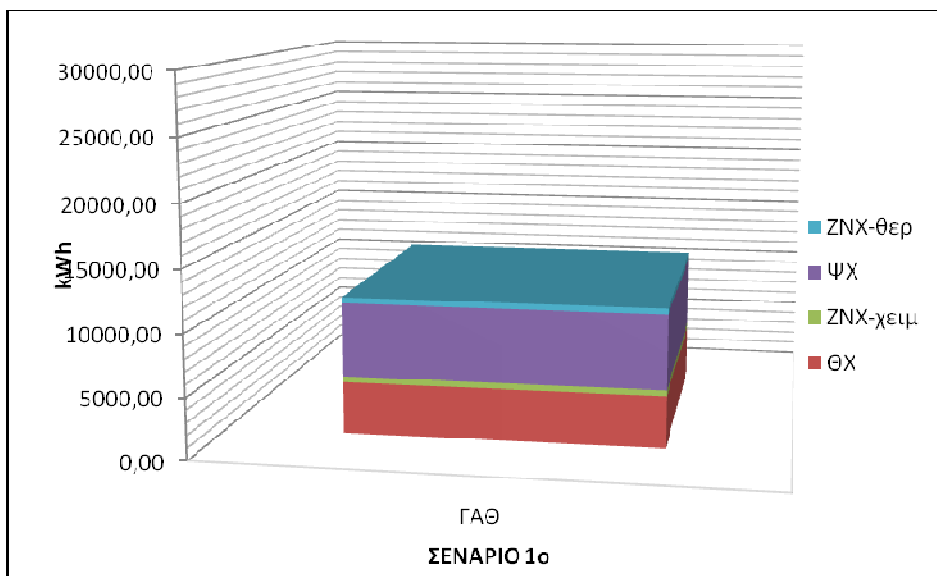
Είναι αξιοσημείωτη η εξοικονόμηση ενέργειας την οποία παρατηρούμε στην περίπτωση της θέρμανσης με Γεωθερμία. Με τη χρήση της γεωθερμίας εξοικονομούμε **75 %** ενέργεια σε σχέση με το συμβατικό σύστημα πετρελαίου. Αξιοσημείωτη είναι και η εξοικονομηση που επιτυγχάνουμε με τη χρήση της ΓΑΘ στις αναγκες κλιματισμού. Στην ψύξη της κατοικίας εξοικονομούμε 34% σε σύγκριση με τα κοινά κλιματιστικά τύπου split.

Παρακάτω παραθέτω τα γραφήματα 3 και 4 που απεικονίζουν τις καταναλώσεις ενέργειας ανά σενάριο.

ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕΝΑΡΙΟ 1 & ΣΕΝΑΡΙΟ 2

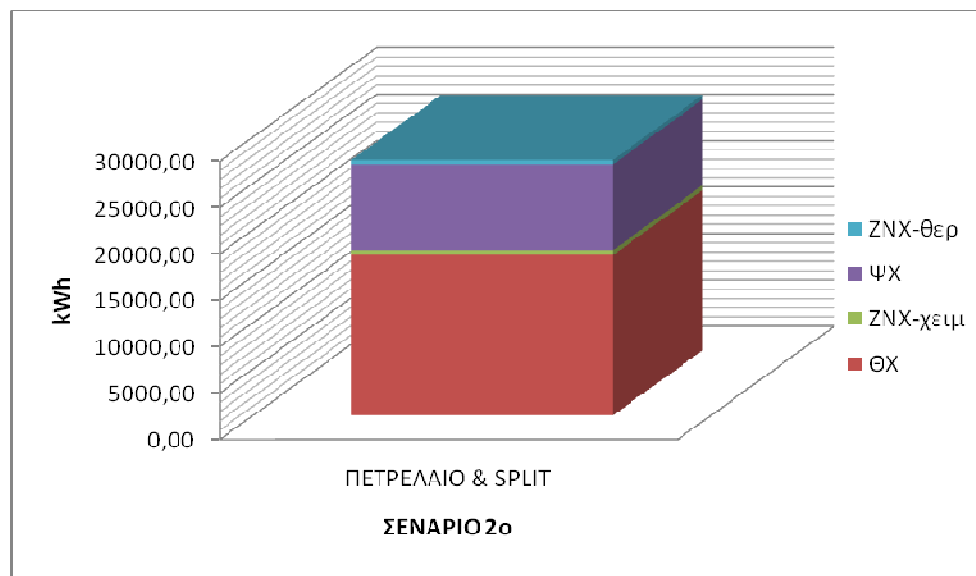
Παρακάτω παρουσιάζω τα Γραφήματα 1&2 τα οποία απεικονίζουν τις καταναλώσεις ενέργειας των Σεναρίων 1&2 αντίστοιχα. Είναι αξιοσημείωτη η εξοικονόμηση ενέργειας η οποία επιτυγχάνεται στην περίπτωση της Γεωθερμίας (Σενάριο 1). Αντίστοιχα στην περίπτωση του πετρελαίου (Σενάριο 2) παρατηρούμε αυξημένες καταναλώσεις για την κάλυψη των ίδιων αναγκών με την περίπτωση της γεωθερμίας.

ΣΕΝΑΡΙΟ 1^ο
ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΧΩΡΩΝ: ΓΑΘ
ΨΥΞΗ ΧΩΡΩΝ: ΓΑΘ
ΖΝΧ: ΔΕΗ



Ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια ΓΑΘ

ΣΕΝΑΡΙΟ 2^ο
ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΨΩΡΩΝ: ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ
ΨΥΞΗ ΧΩΡΩΝ: SPLIT (ΔΕΗ)
ΖΝΧ: ΔΕΗ



Ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια πετρελαίου

6.3.2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Οι επόμενοι υπολογισμοί έγιναν με κόστος ενέργειας ως εξής:

Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας: 0,15 € / kWhel

Κόστος πετρελαίου: 0,85 € / kWhel

Μια άλλη πτυχή της πτυχιακής εργασίας είναι ο υπολογισμός κόστους λειτουργίας του κάθε σεναρίου. Είναι σημαντικό να μελετήσουμε το κόστος ανά περίοδο (χειμώνα-θέρος) αλλά και συνολικά, ετήσια.

Παρακάτω παραθέτω τον συγκεντρωτικό Πίνακα του κόστους λειτουργίας του εκάστοτε σεναρίου. Τα κόστη υπολογίζονται κατά περίοδο αλλά και σε ετήσια βάση.

Πίνακας 19
Συγκεντρωτικός Πίνακας Κόστους Λειτουργίας, Σενάριο 1&2

ΚΟΣΤΟΣ €							
ΓΑΘ				ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ & SPLIT			
ΧΕΙΜΩΝΑ		ΘΕΡΟΣ		ΧΕΙΜΩΝΑ		ΘΕΡΟΣ	
ΘΧ	ZNX-χειμ	ΨΧ	ZNX-θερ	ΘΧ	ZNX-χειμ	ΨΧ	ZNX-θερ
636,79	72,00	910,95	72,00	1661,95	46,21	1386,67	72,00
TOTAL	708,79	TOTAL	982,95	TOTAL	1708,16	TOTAL	1458,67
1691,74				3166,82			

***** ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΕ ΓΑΘ= 1475 € ετησίως**

Παρατηρούμε ότι το ετήσιο κόστος λειτουργίας της Γεωθερμίας είναι κατά **46,5 %** μικρότερο σε σύγκριση με το κόστος λειτουργίας του συμβατικού συστήματος πετρελαίου.

Είναι αξιοσημείωτη η εξοικονόμηση ενέργειας την οποία παρατηρούμε στην περίπτωση της θέρμανσης με Γεωθερμία η οποία είναι της τάξης του 62% σε σχέση με το συμβατικό σύστημα. Σημαντικά οικονομικά οφέλη επιτυγχάνουμε και με τη χρήση της ΓΑΘ στις ανάγκες κλιματισμού. Στην ψύξη της κατοικίας με χρήση ΓΑΘ αντί ενός συμβατικού κλιματιστικού split, εξοικονομούμε 34% σε σύγκριση με τα κοινά κλιματιστικά τύπου split.

Παρακάτω παραθέτω 2 γραφήματα τα οποία απεικονίζουν το κόστος λειτουργίας κάθε σεναρίου ανά ανάγκη σε ετήσια βάση.

ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕΝΑΡΙΟ 1 & ΣΕΝΑΡΙΟ 2

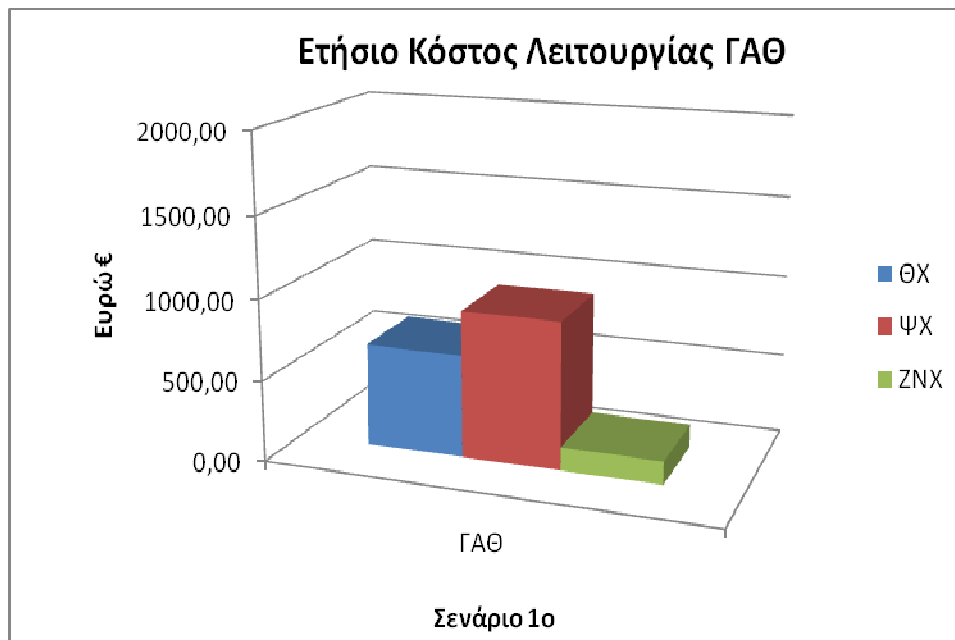
Παρακάτω παρουσιάζω τα Γραφήματα 3&4 τα οποία απεικονίζουν τα κόστη λειτουργίας των Σεναρίων 1&2 αντίστοιχα. Είναι αξιοσημείωτη η εξοικονόμηση χρημάτων η οποία επιτυγχάνεται στην περίπτωση της Γεωθερμίας (Σενάριο 1). Αντίστοιχα στην περίπτωση του πετρελαίου (Σενάριο 2) παρατηρούμε αυξημένα κόστη για την κάλυψη των ίδιων αναγκών με την περίπτωση της γεωθερμίας.

ΣΕΝΑΡΙΟ 1^ο

ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΧΩΡΩΝ: ΓΑΘ

ΨΥΞΗ ΧΩΡΩΝ: ΓΑΘ

ZNX: ΔΕΗ



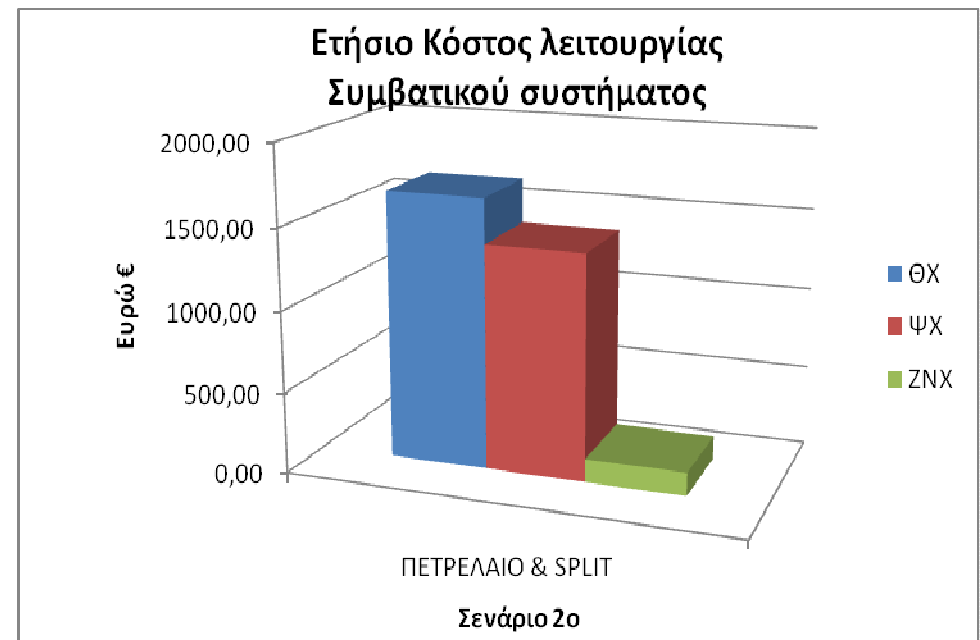
Ετήσιο κόστος λειτουργίας ΓΑΘ

ΣΕΝΑΡΙΟ 2^ο

ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΨΩΡΩΝ: ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

ΨΥΞΗ ΧΩΡΩΝ: SPLIT (ΔΕΗ)

ZNX: ΔΕΗ



Ετήσιο κόστος λειτουργίας Πετρελαιο

6.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Γεωθερμία αποτελεί μια αξιόπιστη επιλογή για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας (kWh) καθώς και εξοικονόμηση κόστους (€). Η σύγκριση της ΓΑΘ με ένα συμβατικό σύστημα πετρελαίου, όπως μας υποδεικνύει η παρούσα πτυχιακή εργασία, αποδεικνύει ότι η Γεωθερμία αποτελεί τη βέλτιστη λύση για την κάλυψη των αναγκών μιας τυπικής κατοικίας και όχι μόνο, αν σαν γνώμονα έχουμε την εξοικονόμηση ενέργειας και την μείωση του κόστους λειτουργίας.

Από την μελέτη διαπιστώνουμε η μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας με τη ΓΑΘ σε σύγκριση με την επιλογή του πετρελαίου επιτυγχάνεται κατά την περίοδο του χειμώνα για την θέρμανση της κατοικίας.

Η επιλογή της ΓΑΘ για την κάλυψη των θερμικών αναγκών της κατοικίας επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας κατά 75% σε σχέση με το συμβατικό σύστημα πετρελαίου. Αξιοσημείωτη είναι και η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται με τη χρήση της ΓΑΘ έναντι άλλου συμβατικού συστήματος για την κάλυψη των αναγκών της κατοικίας για ψύξη κατά την περίοδο του θέρους. Το ποσοστό της εξοικονόμησης ενέργειας είναι ίσο με 34%. Από τα παραπάνω στοιχεία συμπεραίνουμε στην βέλτιστη επιλογή της ΓΑΘ για εξοικονόμηση ενέργειας.

Η εξοικονόμηση ενέργειας πέραν της περιβαλλοντικής της συνεισφοράς, συνεισφέρει και στη μείωση κόστους λειτουργίας στην περίπτωση της ΓΑΘ. Αν παρατηρήσουμε τα οικονομικά δεδομένα του κεφαλαίου 6, θα παρατηρήσουμε ότι το κόστος λειτουργίας της ΓΑΘ είναι κατά 46,5 % μικρότερο σε σχέση με το συμβατικό σύστημα πετρελαίου.

Τέλος θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε πως η εξοικονόμηση ενεργειας η οποία επιτυγχάνεται από την χρήση της Γεωθερμίας μπορεί να υπερκαλύψει το μοναδικό μειονέκτημα το οποίο της προσάπτουν το οποίο είναι το αυξημένο κόστος εγκατάστασης. Η εξοικονόμηση ενεργειας και κόστους λειτουργίας που επιτυγχάνει η ΓΑΘ είναι ικανή να καλύψει την διαφορά κόστους επένδυσης από ένα συμβατικό σύστημα σε σύντομο χρονικό διάστημα και επιπροσθέτως να συνεχίζει να εξοικονομεί ενέργεια και χρήμα στη μελλοντική λειτουργία της.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

Εργοδότης :
:
:
Έργο :
:
:
:
Θέση :
:
:
Ημερομηνία :
Μελετητές :
:
:
Παρατηρήσεις :
:
:

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία DIN 4701 και τις 2421/86 (μέρος 1 & 2) και 2427/86 TOTEE, 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 (TEE)*

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

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

- α) Απώλειες θερμοπερατότητας Q_o , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά στοιχεία (τοίχοι, ανοίγματα, δάπεδα, οροφές κλπ)
- β) Απώλειες λόγω προσαιξήσεων.
- γ) Απώλειες αερισμού χώρου Q_L .

α) Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_o = k \cdot F \cdot (t_i - t_a) = \frac{F(t_i - t_a)}{1/k} \text{ σε } w \text{ (ή Kcal/h)}$$

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 $^{\circ}C$

β) Οι προσαιξήσεις υπολογίζονται % και διακρίνονται σε:

β1) 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)

β2) 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:

β2.1) Z_D για DIN77

Τιμή D

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

β2.2) 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 προσαιξήσεις είναι:

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

γ) Οι απώλειες αερισμού Q_L υπολογίζονται εναλλακτικά:

γ1) από την σχέση που υπολογίζει τον απαιτούμενο αερισμό:

$$Q_L = V \times \rho \times c (t_i - t_a) \text{ (σε w)}$$

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

γ2) από την σχέση υπολογισμού απωλειών λόγω χαραμάδων (στην περίπτωση που δεν υπάρχει εξαερισμός):

$$Q_L = \sum Q A_i, \text{ όπου:}$$

$$Q A_i = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z_r \text{ για κάθε άνοιγμα.}$$

Οι παράμετροι της παραπάνω σχέσης είναι:

α: Συντελεστής διείσδυσης αέρα
Σl: Συνολική περίμετρος ανοίγματος (σε m)
R: Συντελεστής διεισδυτικότητας (στο DIN 4701/83 ορίζεται ο συντελεστής r).
H: Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης (στο DIN 4701/83 ο συντελεστής H προσαυξάνεται αυτόματα για ύψος πάνω από 10 m σύμφωνα με τον συντελεστή ϵ_{GA}).
Δt: Διαφορά θερμοκρασίας (σε βαθμούς °C)
Z_r: Συντελεστής γωνιακών παραθύρων (στην περίπτωση γωνιακών παραθύρων παίρνει την τιμή 1.2 αντί της κανονικής 1)

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

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L$$

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται πινακοποιημένα ως εξής:

α) 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=Ανοιγμα, O=οροφή Δ=Δάπεδο)
- Προσανατολισμός
- Πάχος
- Μήκος
- Ύψος ή πλάτος
- Επιφάνεια
- Αριθμός όμοιων επιφανειών
- Συνολική Επιφάνεια
- Συντελεστής k

- Διαφορά Θερμοκρασίας Δt
- Καθαρές Θερμικές Απώλειες

β) 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)	4
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Μεθοδολογία Υπολογισμού	DIN77
Σύστημα Μονάδων	Watt

Τυπικά Στοιχεία - Εξ. Τοίχοι

Εξ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Εξωτερικών Τοίχων
T1		0.48
T2		0.88
T3		0.58
T4		3.80
T5		1

Τυπικά Στοιχεία - Εσ. Τοίχοι

Εσ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Εσωτερικών Τοίχων
E1		0.48
E2		0.72
E3		0.58
E4		3.80
E5		1.01
E6		0.88

Τυπικά Στοιχεία - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Οροφών
O1		0.60

Τυπικά Στοιχεία - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Δαπέδων
Δ1		3.80
Δ2		0.58

Τυπικά Στοιχεία - Ανοίγματα

Ανοίγματα	Περιγραφή	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντ.k (Watt/m ² K) Ανοιγμάτων	Συντ.α	Φύλλα
A1				3.2	1.2	2
A2				0.96	1.5	1
A3				5.80	1.5	1

Επίπεδο : ΥΠΟΓΕΙΟ Χώρος : 1
 Ονομασία Χώρου ΧΩΡΟΣ Δ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
Δ2				6	3	18.00	1	18.00		18.00	0.58	10.00	104.4
Δ2				1.7	3	5.10	1	5.10		5.10	0.58	10.00	29.58
Δ2				2	3	6.00	1	6.00		6.00	0.58	10.00	34.80
Δ2				1.3	3	3.90	1	3.90		3.90	0.58	10.00	22.62
T5				2	6	12.00	1	12.00		12.00	1	20.00	240.0
Δ1				2	6	12.00	1	12.00		12.00	3.80	10.00	456.0

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 887

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 177

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 1065

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_xc_xΔt =
 121.4

Όγκος χώρου V = 6x2x3=
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

36
 0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 1186

Επίπεδο : ΥΠΟΓΕΙΟ Χώρος : 2
 Ονομασία Χώρου ΑΠΟΘΗΚΗ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
E2	A			2.8	3	8.40	1	8.40		8.40	0.72	10.00	60.48
T3	A			0.8	1.5	1.20	1	1.20		1.20	0.58	20.00	13.92
Δ2	A			0.8	1.5	1.20	1	1.20		1.20	0.58	10.00	6.96
T3	B			4.5	1.5	6.75	1	6.75	2.63	4.12	0.58	20.00	47.79
A2	B	α		0.85	2.15	1.83	1	1.83		1.83	0.96	20.00	35.14
A1	B	α		1.6	0.5	0.80	1	0.80		0.80	3.2	20.00	51.20
Δ2	B			4.5	1.5	6.75	1	6.75		6.75	0.58	10.00	39.15
T3	B			1	1.5	1.50	1	1.50		1.50	0.58	20.00	17.40
Δ2	B			1	1.5	1.50	1	1.50		1.50	0.58	10.00	8.70
E6	N			6.7	3	20.10	1	20.10		20.10	0.88	10.00	176.9
Δ1				4.5	3.36	15.12	1	15.12		15.12	3.80	10.00	574.6
Δ1				0.9	5.2	4.68	1	4.68		4.68	3.80	10.00	177.8
Δ1				1.68	1.9	3.19	1	3.19		3.19	3.80	10.00	121.2

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 1331

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 266

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 1597

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =
 73.55

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.24

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_xc_xΔt =
 283.3

Όγκος χώρου V = 8x3.5x3=

84

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 1954

Επίπεδο : ΥΠΟΓΕΙΟ Χώρος : 3
 Ονομασία Χώρου WC

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T3	B			1.8	1.5	2.70	1	2.70	0.30	2.40	0.58	20.00	27.84
A1	B	α		0.6	0.5	0.30	1	0.30		0.30	3.2	20.00	19.20
E2				1.8	1.5	2.70	1	2.70		2.70	0.72	10.00	19.44
Δ1				1.8	1.68	3.02	1	3.02		3.02	3.80	10.00	114.8

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 181

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 36

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 218

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣlxR_xHxΔtxZΓ) =
 16.28

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.24

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=VxρxcxΔt =
 15.18

Όγκος χώρου V = 1x1.5x3=

5

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 249

Επίπεδο : ΥΠΟΓΕΙΟ Χώρος : 4
 Ονομασία Χώρου ΣΚΑΛΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
E6	Δ			3.4	3	10.20	1	10.20	3.51	6.69	0.88	10.00	58.87
A2	Δ	α		0.85	2.15	1.83	1	1.83		1.83	0.96	20.00	35.14
A3	Δ	α		0.8	2.1	1.68	1	1.68		1.68	5.80	20.00	194.9
E2	N			2.9	3	8.70	1	8.70	1.83	6.87	0.72	10.00	49.46
A2	N	α		0.85	2.15	1.83	1	1.83		1.83	0.96	20.00	35.14
E2	A			1.8	3	5.40	1	5.40	1.83	3.57	0.72	10.00	25.70
A2	A	α		0.85	2.15	1.83	1	1.83		1.83	0.96	20.00	35.14
E2	A			0.6	3	1.80	1	1.80		1.80	0.72	10.00	12.96
E5	A			0.9	3	2.70	1	2.70		2.70	1.01	10.00	27.27
E2	N			1	3	3.00	1	3.00		3.00	0.72	10.00	21.60
Δ1				4.5	1.8	8.10	1	8.10		8.10	3.80	10.00	307.8
Δ1				1.8	2.9	5.22	1	5.22		5.22	3.80	10.00	198.4

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 1002

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 200

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 1203

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =
 179.4

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.24

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=VχρxcxΔt =
 60.71

Όγκος χώρου V = 2x3x3=

18

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 1443

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ Χώρος : 1
 Ονομασία Χώρου ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	B			4.1	3	12.30	1	12.30	5.78	6.52	0.48	20.00	62.59
A2	B	α		1.1	2.3	2.53	1	2.53		2.53	0.96	20.00	48.58
A1	B	α		2.5	1.3	3.25	1	3.25		3.25	3.2	20.00	208.00
T3	A			0.8	3	2.40	1	2.40		2.40	0.58	20.00	27.84
E2	A			3.15	3	9.45	1	9.45		9.45	0.72	10.00	68.04
E5	A			1.15	3	3.45	1	3.45		3.45	1.01	10.00	34.85

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 450

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 90

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 540

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =
 104.9

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.24

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_αcxΔt =
 204.9

Όγκος χώρου V = 4.5x4.5x3=

61

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 850

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ Χώρος : 2
 Ονομασία Χώρου ΣΑΛΟΝΙ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² Κ)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T3	B			2.5	3	7.50	1	7.50	0.75	6.75	0.58	20.00	78.30
A1	B	α		0.5	1.5	0.75	1	0.75		0.75	3.2	20.00	48.00
T3	BΔ			3.8	3	11.40	1	11.40	7.01	4.39	0.58	20.00	50.92
A1	BΔ	α		3.05	2.3	7.01	1	7.01		7.01	3.2	20.00	448.64
T3	Δ			2.9	3	8.70	1	8.70	5.40	3.30	0.58	20.00	38.28
T1	Δ	A		1.4	3	4.20	1	4.20		4.20	0.48	20.00	40.32
A1	Δ	α		1.2	1	1.20	1	1.20		1.20	3.2	20.00	76.80
E5	B			4	3	12.00	1	12.00	8.70	3.30	1.01	10.00	33.30
E2	B	A		2.9	3	8.70	1	8.70		8.70	0.72	10.00	62.64
E5	A			1	3	3.00	1	3.00		3.00	1.01	10.00	30.30

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 907

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 181

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 1089

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =
 144.1

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.24

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_xc_xΔt =
 273.2

Όγκος χώρου V = 6x4.5x3=

81

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 1506

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ Χώρος : 3
 Ονομασία Χώρου WC

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
E5	N			1.7	3	5.10	1	5.10		5.10	1.01	10.00	51.51

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 52

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 10

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 62

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.6

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_xc_xΔt =
 15.18

Όγκος χώρου V = 1x1.5x3=

5

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 77

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ Χώρος : 4
 Ονομασία Χώρου ΚΟΥΖΙΝΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
E5	Δ			2.05	3	6.15	1	6.15		6.15	1.01	10.00	62.12
E2	N			2.5	3	7.50	1	7.50		7.50	0.72	10.00	54.00
T1	N			2.65	3	7.95	1	7.95		7.95	0.48	20.00	76.32
T1	A			2.26	3	6.78	1	6.78	3.77	3.01	0.48	20.00	28.90
A1	A	α		0.75	1.1	0.83	1	0.83		0.83	3.2	20.00	53.12
A2	A	α		0.8	2.3	1.84	1	1.84		1.84	0.96	20.00	35.33
A1	A	α		1	1.1	1.10	1	1.10		1.10	3.2	20.00	70.40
E2	A			1	3	3.00	1	3.00		3.00	0.72	10.00	21.60
E2				5.15	3	15.45	1	15.45		15.45	0.72	10.00	111.24
E5	Δ			1.2	3	3.60	1	3.60	1.68	1.92	1.01	10.00	19.39
A3	Δ	α		0.8	2.1	1.68	1	1.68		1.68	5.80	20.00	194.96
T4				5.15	2.5	12.88	1	12.88		12.88	3.80	20.00	978.96

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 1706

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 341

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 2047

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZ_Γ) =
 151.3

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.24

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων Z_Γ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_xc_xΔt =
 210.5

Όγκος χώρου V = 5.2x4x3=

62

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 2409

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ Χώρος : 1
 Ονομασία Χώρου ΚΑΘΗΣΤΙΚΟ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	B			3.5	3	10.50	1	10.50	9.86	0.64	0.48	20.00	6.14
A1	B	α		3.4	2.9	9.86	1	9.86		9.86	3.2	20.00	631.0
T3	A			0.8	3	2.40	1	2.40		2.40	0.58	20.00	27.8
E2	A			2.9	3	8.70	1	8.70		8.70	0.72	10.00	62.6

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 728

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 146

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 873

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣlxR_xHxΔtxZΓ) =
 93.45

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.24

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=VxρxcxΔt =
 102.7

Όγκος χώρου V = 3.5x2.9x3=

30

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 1069

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ Χώρος : 2
 Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔ. Β

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	B			3.6	3	10.80	1	10.80	6.55	4.25	0.48	20.00	40.80
A1	B	α		2.85	2.3	6.55	1	6.55		6.55	3.2	20.00	419.2

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 460

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 92

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 552

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =
 75.97

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.24

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_αχ_αΔt =
 145.7

Όγκος χώρου V = 3.6x4x3=

43

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 774

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ Χώρος : 3
 Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔ. Δ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T3	B			1.2	3	3.60	1	3.60		3.60	0.58	20.00	41.76
T3	BΔ			3.8	3	11.40	1	11.40	7.01	4.39	0.58	20.00	50.92
A1	BΔ	A		3.05	2.3	7.01	1	7.01		7.01	3.2	20.00	448.64
T1	Δ			0.9	3	2.70	1	2.70		2.70	0.48	20.00	25.92

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 567

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 113

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 681

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =
 78.38

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.24

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_xc_xΔt =
 57.67

Όγκος χώρου V = 3.8x1.5x3=

17

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 817

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ Χώρος : 4
 Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔ. Ν

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² Κ)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	N			2.4	3	7.20	1	7.20	1.50	5.70	0.48	20.00	54.72
T3	N	A		0.5	3	1.50	1	1.50		1.50	0.58	20.00	17.40
T1	A			2.6	3	7.80	1	7.80	3.12	4.68	0.48	20.00	44.93
A1	A	α		2.6	1.2	3.12	1	3.12		3.12	3.2	20.00	199.7
E2	A			1	3	3.00	1	3.00		3.00	0.72	10.00	21.60
E2	N			0.9	3	2.70	1	2.70		2.70	0.72	10.00	19.44

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 358

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 72

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 429

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =
 53.06

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.24

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_xc_xΔt =
 63.24

Όγκος χώρου V = 2.5x2.5x3=

19

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 546

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ Χώρος : 5
 Ονομασία Χώρου ΛΟΥΤΡΟ Δ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	Δ			2.4	3	7.20	1	7.20	0.64	6.56	0.48	20.00	62.98
A1	Δ	α		0.8	0.8	0.64	1	0.64		0.64	3.2	20.00	40.96
E5	N			1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	1.01	10.00	37.88
E2	N			0.9	3	2.70	1	2.70		2.70	0.72	10.00	19.44

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 161

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 32

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 194

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =
 24.12

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.24

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_xc_xΔt =
 29.14

Όγκος χώρου V = 2.4x1.2x3=

9

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 247

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ Χώρος : 6
 Ονομασία Χώρου ΒΕΣΤΙΑΡΙΟ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
E2	N			2.5	3	7.50	1	7.50		7.50	0.72	10.00	54.00

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
54

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
11

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
65

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.6

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_xc_xΔt =
37.94

Όγκος χώρου V = 2.5x1.5x3=

11

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
103

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ Χώρος : 7
 Ονομασία Χώρου ΛΟΥΤΡΟ Ν

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
E2	N			2	3	6.00	1	6.00		6.00	0.72	10.00	43.20
E5	Δ			2.2	3	6.60	1	6.60		6.60	1.01	10.00	66.66

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 110

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 22

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 132

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.6

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_{xc}Δt =
 40.47

Όγκος χώρου V = 2x2x3=

12

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 172

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ Χώρος : 8
 Ονομασία Χώρου ΣΚΑΛΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
E5	N			1.7	3	5.10	1	5.10		5.10	1.01	10.00	51.51
E5	Δ			1	3	3.00	1	3.00	1.78	1.22	1.01	10.00	12.32
A3	Δ	α		0.85	2.1	1.78	1	1.78		1.78	5.80	20.00	206.5
E5	A			2	3	6.00	1	6.00	1.50	4.50	1.01	10.00	45.45
E2	A	A		0.5	3	1.50	1	1.50		1.50	0.72	10.00	10.80

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 327

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 65

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 392

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =
 44.46

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.24

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_xc_xΔt =
 40.47

Όγκος χώρου V = 2x2x3=

12

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 477

Επίπεδο : ΣΟΦΗΤΑ Χώρος : 1
 Ονομασία Χώρου ΒΑ ΤΜΗΜΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² Κ)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T3	A			0.8	0.3	0.24	1	0.24		0.24	0.58	20.00	2.78
T1	B			3.7	0.3	1.11	1	1.11		1.11	0.48	20.00	10.66
E2	A			3.7	1	3.70	1	3.70		3.70	0.72	10.00	26.64
O1	O			5	4.7	23.50	1	23.50	0.50	23.00	0.60	20.00	276.00
A1	O	α		1	0.5	0.50	1	0.50		0.50	3.2	20.00	32.00

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 348

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 70

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 418

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =
 21.10

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.24

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_xc_xΔt =
 46.17

Όγκος χώρου V = 3.7x3.7x1=

14

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 485

Επίπεδο : ΣΟΦΗΤΑ Χώρος : 2
 Ονομασία Χώρου ΒΔ ΤΜΗΜΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² Κ)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
O1	O			5	4.7	23.50	1	23.50		23.50	0.60	20.00	282
T3	B			3.9	0.3	1.17	1	1.17		1.17	0.58	20.00	13.5
T3	BΔ			4.4	0.3	1.32	1	1.32	1.02	0.30	0.58	20.00	3.4
T1	BΔ	A		3.4	0.3	1.02	1	1.02		1.02	0.48	20.00	9.7

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 309

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 62

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 371

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.6

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_xc_xΔt =
 202.4

Όγκος χώρου V = 5x4x3=

60

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 573

Επίπεδο : ΣΟΦΗΤΑ Χώρος : 3
 Ονομασία Χώρου ΝΔ ΤΜΗΜΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
O1	O			5	4.7	23.50	1	23.50		23.50	0.60	20.00	282
T1	Δ			3.7	0.3	1.11	1	1.11		1.11	0.48	20.00	10.6
T1	N			5.9	0.3	1.77	1	1.77		1.77	0.48	20.00	16.9

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
 310

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
 62

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
 372

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.6

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=VxρxcxΔt =
 67.45

Όγκος χώρου V = 4x5x1=

20

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
 439

Επίπεδο : ΣΟΦΗΤΑ Χώρος : 4
 Ονομασία Χώρου ΝΑ ΤΜΗΜΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
O1	O			5	4.7	23.50	1	23.50	0.50	23.00	0.60	20.00	276
A1	O	α		1	0.5	0.50	1	0.50		0.50	3.2	20.00	32.0
T1	N			5.5	0.3	1.65	1	1.65		1.65	0.48	20.00	15.8
E2	A			3	3	9.00	1	9.00		9.00	0.72	10.00	64.8
O1	O			3	5.5	16.50	1	16.50		16.50	0.60	20.00	198

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀
587

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =
117

20 %

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH)
704

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) =
21.10

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =

0.24

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =

0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_xc_xΔt =
83.47

Όγκος χώρου V = 4.5x5.5x1=

25

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L =
809

Κυκλώματα - Σώματα - Ιδιοκτησίες

Επ. α/α	Ονομασία Χώρου Watt	QΘ	Αρ.Κυκλ/τος	Αρ.Σώματος Ιδιοκ.
1	1 ΧΩΡΟΣ Δ	1186		
1	2 ΑΠΟΘΗΚΗ	1954		
1	3 WC	249		
1	4 ΣΚΑΛΑ	1443		
2	1 ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	850		
2	2 ΣΑΛΟΝΙ	1506		
2	3 WC	77		
2	4 ΚΟΥΖΙΝΑ	2409		
3	1 ΚΑΘΗΣΤΙΚΟ	1069		
3	2 ΥΠΝΟΔ. Β	774		
3	3 ΥΠΝΟΔ. Δ	817		
3	4 ΥΠΝΟΔ. Ν	546		
3	5 ΛΟΥΤΡΟ Δ	247		
3	6 ΒΕΣΤΙΑΡΙΟ	103		
3	7 ΛΟΥΤΡΟ Ν	172		
3	8 ΣΚΑΛΑ	477		
4	1 ΒΑ ΤΜΗΜΑ	485		
4	2 ΒΔ ΤΜΗΜΑ	573		
4	3 ΝΔ ΤΜΗΜΑ	439		
4	4 ΝΑ ΤΜΗΜΑ	809		
Συνολικές Απώλειες		16184		

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Watt)

Επίπεδο : ΥΠΟΓΕΙΟ

1 ΧΩΡΟΣ Δ	:	1186
2 ΑΠΟΘΗΚΗ	:	1954
3 WC	:	249
4 ΣΚΑΛΑ	:	1443

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου : 4833

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ

1 ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	:	850
2 ΣΑΛΟΝΙ	:	1506
3 WC	:	77
4 ΚΟΥΖΙΝΑ	:	2409

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου : 4842

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ

1 ΚΑΘΗΣΤΙΚΟ	:	1069
2 ΥΠΝΟΔ. Β	:	774
3 ΥΠΝΟΔ. Δ	:	817
4 ΥΠΝΟΔ. Ν	:	546
5 ΛΟΥΤΡΟ Δ	:	247
6 ΒΕΣΤΙΑΡΙΟ	:	103
7 ΛΟΥΤΡΟ Ν	:	172
8 ΣΚΑΛΑ	:	477

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου : 4204

Επίπεδο : ΣΟΦΗΤΑ

1 ΒΑ ΤΜΗΜΑ	:	485
2 ΒΔ ΤΜΗΜΑ	:	573
3 ΝΔ ΤΜΗΜΑ	:	439
4 ΝΑ ΤΜΗΜΑ	:	809

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου : 2306

Συνολικές Απώλειες Κτιρίου : 16184

ΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΕΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΕΣ

ΕΠΙΠΕΔΟ	ΧΩΡΟΣ
1	1
1	2
1	3
1	4
2	1
2	2
2	3
2	4
3	1
3	2
3	3
3	4
3	5
3	6
3	7
3	8
4	1
4	2
4	3
4	4

Υπολογισμός Ενεργειακής Κατανάλωσης με τη μέθοδο των Βαθμομερών

Συντελεστής Συνολικών Απωλειών Κτιρίου K_{tot} : 809.21 Watt K
Συντελεστής Απόδοσης του Συστήματος Θέρμανσης : 0.8

Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ DDtb : 317
Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ Q_y : 7695606.12 Watt/ έτος

Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ DDtb : 930
Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ Q_y : 22577014.80 Watt/ έτος

Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ DDtb : 1428
Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ Q_y : 34666642.08 Watt/ έτος

Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ DDtb : 2840
Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ Q_y : 68944862.40 Watt/ έτος

Έλεγχος κτιρίου κατά EN 12831

Δεν έχει επιλεγεί μεθοδολογία υπολογισμού κατά EN 12831

ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ
Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων

Εργοδότης :
:
:
Έργο :
:
:
:
Θέση :
:
:
Ημερομηνία :
Μελετητές :
:
:
Παρατηρήσεις :
:
:

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

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

1. Εξωτερικοί τοίχοι

$$Q_i = K \times A \times Dt_{ei}$$

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

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

Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά παίρνεται από πίνακες ανάλογα με το βάρος του τοίχου και τον προσανατολισμό του. Οι τιμές του 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:

$$Dt_{ei} = (Dt_{emi} + D)$$

για ενδιάμεσο χρώμα:

$$Dt_{ei} = 0.78 \times (Dt_{emi} + D) + 0.22 \times (Dt_{esi} + D)$$

για ανοικτό χρώμα:

$$Dt_{ei} = 0.55 \times (Dt_{emi} + D) + 0.45 \times (Dt_{esi} + D)$$

όπου:

D : Ο συντελεστής διόρθωσης τοίχων

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

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

Αν ο τοίχος είναι σκιασμένος, τότε το σκιασμένο τμήμα του τοίχου υπολογίζεται με ισοδύναμη

θερμοκρασιακή διαφορά ($Dt_{es\ i} + D$) ενώ το υπόλοιπο τμήμα με την θερμοκρασιακή διαφορά που αναφέρθηκε παραπάνω δηλαδή:

$$Q_i = (K \times Dt_{e\ i} \times R_e) + (K \times (Dt_{es\ i} + D) \times R_{es})$$

όπου:

R_e : Επιφάνεια εκτεθειμένη στον ήλιο

R_{es} : Σκιασμένη επιφάνεια

2. Οροφές

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

3. Εσωτερικοί τοίχοι

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

$$Q_i = K \times A \times Dt_i$$

όπου:

Q_i : Το φορτίο κατά την ώρα i

i : Οι ώρες της ημέρας 8πμ-6μμ

K : Θερμική αγωγιμότητα τοίχου

A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου

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

4. Δάπεδα

Τα φορτία από τα δάπεδα υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q = K \times A \times Dt$$

όπου:

Q : Το υπολογιζόμενο φορτίο

K : Η θερμική αγωγιμότητα του δαπέδου

A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του δαπέδου

Dt : Η διαφορά της θερμοκρασίας του κλιματιζόμενου χώρου από τη θερμοκρασία εδάφους (θεωρείται σταθερή)

5. Ανοίγματα

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

$$Q_i = Q_{ki} + Q_{ai}$$

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:

$$Q_{ki} = K \times A \times D_i$$

όπου:

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

Ο υπολογισμός της ισοδύναμης θερμοκρασιακής διαφοράς για αγωγιμότητα ανοιγμάτων (D_i) 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:

$$Q_{ai} = (A \times D_i \times ES_{out\ i} \times E_{Sin} \times S1 \times S2 \times (1 + (A_t \times 0.007 / 300))) \times (1 + ((19.5 - T_{adp}) \times 0.005 / 4)) + (A \times D_{es\ i} \times (1 - ES_{out\ i}) \times E_{Sin} \times S1 \times S2 \times (1 + (A_t \times 0.007 / 300)) \times (1 + ((19.5 - T_{adp}) \times 0.005 / 4)))$$

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
- $D_{es\ i}$: 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

6. Φορτία φωτισμού

Τα θερμικά κέρδη λόγω φωτισμού υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

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

όπου:

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

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

μέρος του φαίνεται και παρακάτω:

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

7. Υπολογισμός φορτίων ατόμων

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

$$Q_{ai} = \sum_{j=1}^k F_{a_j} \times N_{j_i}$$

$$Q_{li} = \sum_{j=1}^k F_{l_j} \times N_{j_i}$$

όπου:

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

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

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

F_a: Το αισθητό φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας j που εξαρτάται από την θερμοκρασία ξηρού βολβού του χώρου

F_l: Το λανθάνον φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας j. Εξαρτάται από την θερμοκρασία ξηρού βολβού του χώρου

N_j: 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
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά	90	70	83	77	77	83	71	89	65	95
Καθιστική εργασία (Εργοστάσιο)	100	98	93	105	86	112	79	119	73	125
Ελαφρά εργασία (Εργοστάσιο)	100	160	93	167	86	174	79	181	73	187
Μέτριος Χορός	120	202	111	211	103	219	95	227	87	235
Βαριά εργασία (Εργοστάσιο)	165	240	153	252	142	263	131	274	121	284
Βαριά εργασία (Γυμναστήριο)	187	263	173	277	160	290	147	303	135	315

8. Φορτία συσκευών

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

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

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

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 μίας συσκευής τύπου j

F_{l_j}: Το λανθάνον φορτίο μίας συσκευής τύπου j

N_j: Ο αριθμός των συσκευών τύπου j που λειτουργούν στο χώρο

Q₁: Συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες

Q₂: 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	-

9. Φορτία από χαραμάδες

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

$$Q_i = \left(\sum_{j=1}^n P_j \times a_j \times b \right) \times D t_i$$

όπου:

Q_i: Το συνολικό φορτίο από χαραμάδες την ώρα i

P_j: Η περίμετρος του ανοίγματος j

n: Ο αριθμός των ανοιγμάτων

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

b: Συντελεστής που εξαρτάται από την έκθεση του κτιρίου σε ανέμους, το λόγο της επιφάνειας των εξωτερικών ανοιγμάτων προς την επιφάνεια των εσωτερικών ανοιγμάτων και τη θέση του

ανοιγμάτων. Η τιμή του κυμαίνεται από 0.24 έως 1.6

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

10. Αερισμός

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

$$Qa_i = 0.29 \times V \times n \times Dt_i$$

$$Ql_i = 0.71 \times V \times n \times D_g$$

όπου:

Qa_i : Το αισθητό φορτίο αερισμού την ώρα i

Ql_i : Το λανθάνον φορτίο αερισμού την ώρα i

V : Ο όγκος του χώρου

n : Ο αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα

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

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

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

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

1. Πίνακας 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
- * Ύπαρξη Εξωτερικής Σκίασης

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

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

- * Φωτισμού
- * Ατόμων
- * Συσκευών

4. Συνολικά Φορτία Χώρου ανά ώρα (kbtu/h, kw, ή Mcal/h)

5. Φορτία Αερισμού ανά ώρα (και μέγιστο) (kbtu/h, kw, ή kcal/h)

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

β) Στην δεύτερη ομάδα παρουσιάζονται τα ψυκτικά φορτία όπως υπολογίστηκαν για κάθε στοιχείο,

σύμφωνα με τους παραπάνω κανόνες υπολογισμών 1-5.

γ) 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.

δ) 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.

—

Χρονικοί συντελεστές αγωγιμότητας τοίχων

[ASHRAE F29.28 - Πίνακας 20]

Type		8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10		0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02
11		0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
12		0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
13		0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
14		0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02
15		0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03
16		0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
17		0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
18		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04
19		0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
20		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
21		0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
22		0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
23		0.08	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
24		0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02
25		0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
26		0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
27		0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02
28		0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03
29		0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
30		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
31		0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02
32		0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
33		0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
34		0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
35		0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

Χρονικοί συντελεστές αγωγιμότητας οροφών

[ASHRAE F29.30 - Πίνακας 21]

Type		8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.06	0.05	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	
8	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13		0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
14		0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
15		0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
16		0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
17		0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03

18	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
19	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03

[ASHRAE F29.33 - Πίνακας 24]

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Ελαφριά - Με μοκέτα - 10%	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Με μοκέτα - 50%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Ελαφριά - Χωρίς μοκέτα - 10%	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Χωρίς μοκέτα - 50%	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Χωρίς μοκέτα - 90%	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Μέση - Με μοκέτα - 10%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Με μοκέτα - 50%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Χωρίς μοκέτα - 10%	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Χωρίς μοκέτα - 50%	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Χωρίς μοκέτα - 90%	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Βαρία - Με μοκέτα - 10%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Βαρία - Με μοκέτα - 50%	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Βαρία - Με μοκέτα - 90%	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Βαρία - Χωρίς μοκέτα - 10%	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
Βαρία - Χωρίς μοκέτα - 50%	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
Βαρία - Χωρίς μοκέτα - 90%	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02

[ASHRAE F29.33 - Πίνακας 25]

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Ελαφριά - Με μοκέτα - 10%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Ελαφριά - Με μοκέτα - 50%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Χωρίς μοκέτα - 10%	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Χωρίς μοκέτα - 50%	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Χωρίς μοκέτα - 90%	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Μέση - Με μοκέτα - 10%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Με μοκέτα - 50%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Χωρίς μοκέτα - 10%	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01

Μέση - Χωρίς μοκέτα - 50%	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Χωρίς μοκέτα - 90%	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Βαρία - Με μοκέτα - 10%	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Βαρία - Με μοκέτα - 50%	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Βαρία - Με μοκέτα - 90%	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Βαρία - Χωρίς μοκέτα - 10%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Βαρία - Χωρίς μοκέτα - 50%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Βαρία - Χωρίς μοκέτα - 90%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

[ASHRAE F29.33 - Πίνακας 24]

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	
Ελαφριά - Με μοκέτα	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Χωρίς μοκέτα	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Μέση - Με μοκέτα	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Χωρίς μοκέτα	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Βαρία - Με μοκέτα	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Βαρία - Χωρίς μοκέτα	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02

Χρονικοί συντελεστές αγωγιμότητας τοίχων &

οροφών

[ASHRAE F29.28-30 - Tables 20-21]

Τύπος	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
T1 -	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2 -	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T3 -	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T4 -	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T5 -	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O1 -	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

[ASHRAE F29.33 - Tables 24-25]

Τύπος	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ - - -											
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
ΣΑΛΟΝΙ - - -											
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
Μέση - Χωρίς μοκέτα -											
0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
ΚΟΥΖΙΝΑ - - -											
0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	
ΚΑΘΗΣΤΙΚΟ - - -											
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
ΥΠΝΟΔ. Β - - -											
0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	
ΥΠΝΟΔ. Δ - Ελαφριά - Με μοκέτα - 90%											
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	
ΥΠΝΟΔ. Ν - - -											
0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	
ΛΟΥΤΡΟ Δ - - -											
0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	
Μέση - Με μοκέτα -											
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
Μέση - Χωρίς μοκέτα -											
0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
Μέση - Με μοκέτα -											
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
ΒΑ ΤΜΗΜΑ - - -											
0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	
ΒΔ ΤΜΗΜΑ - - -											
0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	
ΝΔ ΤΜΗΜΑ - - -											
0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	
ΝΑ ΤΜΗΜΑ - - -											
0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	:	26	
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	:	50	
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	:	39	
ΔΙΑΦΟΡΑ Τ ΕΞΩΤ.- Τ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ (°C)	:		5

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ - ΜΕΓ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ - ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ (°C)

8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	
23 ΙΟΥΛ. - 35.7 - 13.3											
ΕΞΩΤΕΡ. ΘΕΡΜ.	24.5	26.3	28.3	30.5	32.6	34.2	35.3	35.7	35.3	34.4	32.9
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΒΑ	54.4	50.3	44.0	38.5	40.3	41.8	42.4	42.1	40.7	38.5	35.3
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Α	65.5	64.3	59.1	51.4	42.1	41.8	42.4	42.1	40.7	38.5	35.3
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΝΑ	55.5	59.8	60.5	58.3	53.2	45.7	42.7	42.1	40.7	38.5	35.3
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Ν	30.9	39.5	47.3	53.4	57.1	57.7	55.3	50.3	43.2	38.8	35.3
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΝΔ	29.7	32.5	35.4	40.0	51.4	60.7	66.9	69.3	67.1	60.3	48.3
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Δ	29.7	32.5	35.2	38.0	40.9	52.9	64.3	72.6	76.1	73.3	60.6
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΒΔ	29.7	32.5	35.2	38.0	40.3	42.2	49.2	58.1	64.3	65.7	58.0
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Β	30.2	32.7	35.2	38.0	40.3	41.8	42.4	42.3	41.1	42.6	42.2
ΔΤ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ	-6.5	-4.7	-2.7	-0.5	1.6	3.2	4.3	4.7	4.3	3.4	1.9
24 ΑΥΓ. - 34.5 - 12.7											
ΕΞΩΤΕΡ. ΘΕΡΜ.	23.8	25.5	27.4	29.5	31.6	33.1	34.1	34.5	34.1	33.2	31.8
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΒΑ	49.5	45.1	38.4	36.8	38.7	40.1	40.6	40.2	38.8	36.4	33.0
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Α	64.6	63.7	58.1	49.8	39.8	40.1	40.6	40.2	38.8	36.4	33.0
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΝΑ	58.3	63.2	64.0	61.4	55.7	47.5	41.0	40.2	38.8	36.4	33.0
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Ν	34.8	44.1	52.3	58.6	62.1	62.4	59.5	53.7	45.7	37.0	33.1
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΝΔ	28.4	31.1	34.2	43.2	55.0	64.4	70.5	72.3	69.0	59.8	42.1
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Δ	28.4	31.1	33.9	36.5	39.3	52.4	64.1	72.2	74.9	69.4	48.5
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΒΔ	28.4	31.1	33.9	36.5	38.7	40.3	44.4	53.5	59.5	59.5	45.7
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Β	28.6	31.1	33.9	36.5	38.7	40.1	40.6	40.2	38.9	36.8	35.6
ΔΤ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ	-7.2	-5.5	-3.6	-1.5	0.6	2.1	3.1	3.5	3.1	2.2	0.8

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Εξ. Τοίχοι

Εξ.Τοίχοι	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. k Kcal/m ² hc Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m ²	Χρώμα	Συντ. k W/m ² K Τοίχων Οροφών
T1					0.41		3	0.41
T2					0.76		3	0.76
T3					0.5		3	0.5
T4					3.28		3	3.28
T5					0.87			0.87
T6								
T7								
T8								
T9								
T10								
T11								

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Εσ. Τοίχοι

Εσ.Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k Kcal/m ² hc Εσ. Τοίχων Δαπέδων	Συντ. k W/m ² K Εσ. Τοίχων Δαπέδων
E1		0.41	0.41
E2		0.62	0.62
E3		0.5	0.5
E4		3.28	3.28
E5		0.87	0.87
E6		0.76	0.76

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. k Kcal/m ² hc Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m ²	Χρώμα	Συντ. k W/m ² K Τοίχων Οροφών
O1					0.52		2.2	0.52
O2								
O3								
O4								
O5								

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k Kcal/m ² hc Εσ. Τοίχων Δαπέδων	Συντ. k W/m ² K Εσ. Τοίχων Δαπέδων
Δ1		3.28	3.28
Δ2		0.5	0.5

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Ανοίγματα

Ανοίγμ.	Περιγραφή	Πλάτ. (m)	Ύψος (m)	Συντ.κ Kcal/m ² hc Ανοιγμάτων	Συντ. Τζαμ.	Ειδ. Πλαισ.	Συντ.α	Συντ.κ W/m ² K Ανοιγμάτων
A1				2.75	0.72	2	1.2	2.75
A2				0.83		1	1.5	0.83
A3				5.0		2	1.5	5.0

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ
 Χώρος : 1
 Ονομασία : ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσαν ατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Συν. Σκίασ.
T1	B	0.41	4.1	3	12.30	1	12.30	5.78	6.52			
A2	B	0.83	1.1	2.3	2.53	1	2.53		2.53			
A1	B	2.75	2.5	1.3	3.25	1	3.25		3.25			
T3	A	0.5	0.8	3	2.40	1	2.40		2.40			
E2	A	0.62	3.15	3	9.45	1	9.45		9.45			
E5	A	0.87	1.15	3	3.45	1	3.45		3.45			
E4		3.28	5.5	3	16.50	1	16.50		16.50			

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	6.52	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	2.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	3.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T3	2.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	9.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E5	3.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E4	16.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (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	6.52	4	9	15	21	27	32	35	36	35	36	34
A2	2.53	223	245	268	290	302	304	297	285	262	256	283
A1	3.25	195	226	259	295	321	335	337	330	309	299	316
T3	2.40	22	23	23	20	16	16	17	17	16	15	12
E2	9.45	-44	-32	-19	-3	11	22	29	32	29	23	13
E5	3.45	-23	-17	-10	-2	6	11	15	16	15	12	7
E4	16.50	-407	-299	-173	-31	103	204	271	296	271	212	120

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα Φορτίο	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Φορτίο	18	15	13	12	12	17	18	18	11	10	10

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Ορθιος, ελαφρά εργασία	75	55	4	300	220	520

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20
Φορτίο Αισθητό	120	98	86	82	79	254	275	285	113	93	84
Φορτίο Λανθάνον	44	44	44	44	44	220	220	220	44	44	44
Σύνολο	164	142	130	126	123	474	495	505	157	137	128

Λεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	55	0	0	0	0	0
Οθόνη Υπολογιστή μεσαία	70	0	0	0	0	0
Φούρνος Μικροκυμάτων	400	0	0	0	0	0
ΚΟΥΖΙΝΑ	3000	0	0	0	0	0
Υπολογιστής	55	0	0	0	0	0
TV	300	0	1	300	0	300

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	1.00	1.00	1.00	0.10	0.10	0.10
Φορτίο Αισθητό	53	43	38	37	36	255	272	279	63	48	41
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	53	43	38	37	36	255	272	279	63	48	41

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (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	18	15	13	12	12	17	18	18	11	10	10
Άτομα (Αισθητό)	120	98	86	82	79	254	275	285	113	93	84
Άτομα (Λανθάνον)	44	44	44	44	44	220	220	220	44	44	44
Άτομα (Σύνολο)	164	142	130	126	123	474	495	505	157	137	128
Συσκευές (Αισθητό)	53	43	38	37	36	255	272	279	63	48	41
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	53	43	38	37	36	255	272	279	63	48	41
Χαραμάδες	-7	1	10	20	30	37	42	44	42	38	31

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (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	0.15	0.31	0.51	0.74	0.94	1.49	1.61	1.64	1.17	1.04	0.99
Λανθάνον	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.22	0.22	0.22	0.04	0.04	0.04
Σύνολο	0.20	0.36	0.55	0.79	0.99	1.71	1.83	1.86	1.21	1.09	1.00

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ
 Χώρος : 2
 Ονομασία : ΣΑΛΟΝΙ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Σκίασ.
T3	B	0.5	2.5	3	7.50	1	7.50	0.75	6.75			
A1	B	2.75	0.5	1.5	0.75	1	0.75		0.75			
T3	BΔ	0.5	3.8	3	11.40	1	11.40	7.01	4.39			
A1	BΔ	2.75	3.05	2.3	7.01	1	7.01		7.01			
T3	Δ	0.5	2.9	3	8.70	1	8.70	5.40	3.30			
T1	Δ	0.41	1.4	3	4.20	1	4.20		4.20			
A1	Δ	2.75	1.2	1	1.20	1	1.20		1.20			
E5	B	0.87	4	3	12.00	1	12.00	8.70	3.30			
E2	B	0.62	2.9	3	8.70	1	8.70		8.70			
E5	A	0.87	1	3	3.00	1	3.00		3.00			
E4		3.28	6	3	18.00	1	18.00		18.00			

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
T3	6.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T3	4.39	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	7.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T3	3.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	4.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E5	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E2	8.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E5	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E4	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (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
T3	6.75	6	12	19	27	34	40	44	45	44	45	43
A1	0.75	45	52	60	68	74	77	78	76	71	69	73
T3	4.39	3	7	12	17	22	26	35	45	52	54	47
A1	7.01	397	504	591	658	700	741	898	1385	1929	2264	2095
T3	3.30	2	6	9	13	17	27	37	45	50	48	39
T1	4.20	3	6	10	14	18	28	39	47	52	51	41
A1	1.20	76	92	105	114	126	186	307	424	502	518	435
E5	3.30	-22	-16	-9	-2	5	11	14	16	14	11	6
E2	8.70	-41	-30	-17	-3	10	20	27	29	27	21	12
E5	3.00	-20	-14	-8	-1	5	10	13	14	13	10	6
E4	18.00	-444	-326	-189	-33	113	222	295	323	295	231	131

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Φορτίο	18	15	13	12	12	17	18	18	11	10	10

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Ορθος, ελαφρά εργασία	75	55	4	300	220	520

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20
Φορτίο Αισθητό	120	98	86	82	79	254	275	285	113	93	84
Φορτίο Λανθάνον	44	44	44	44	44	220	220	220	44	44	44
Σύνολο	164	142	130	126	123	474	495	505	157	137	128

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	55	0	0	0	0	0
Οθόνι Υπολογιστή μεσαία	70	0	0	0	0	0
Φούρνος Μικροκυμάτων	400	0	0	0	0	0
ΚΟΥΖΙΝΑ	3000	0	0	0	0	0
Υπολογιστής	55	0	0	0	0	0
TV	300	0	1	300	0	300

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	1.00	1.00	1.00	0.10	0.10	0.10
Φορτίο Αισθητό	53	43	38	37	36	255	272	279	63	48	41
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	53	43	38	37	36	255	272	279	63	48	41

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (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	18	15	13	12	12	17	18	18	11	10	10
Άτομα (Αισθητό)	120	98	86	82	79	254	275	285	113	93	84
Άτομα (Λανθάνον)	44	44	44	44	44	220	220	220	44	44	44
Άτομα (Σύνολο)	164	142	130	126	123	474	495	505	157	137	128
Συσκευές (Αισθητό)	53	43	38	37	36	255	272	279	63	48	41
Συσκευές	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(Λανθάνον)											
Συσκευές (Σύνολο)	53	43	38	37	36	255	272	279	63	48	41
Χαραμάδες	-8	1	12	24	35	44	50	52	50	45	37

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (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	0.19	0.45	0.73	1.03	1.29	1.96	2.40	3.08	3.29	3.52	3.10
Λανθάνον	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.22	0.22	0.22	0.04	0.04	0.04
Σύνολο	0.23	0.49	0.78	1.07	1.33	2.18	2.62	3.30	3.33	3.56	3.14

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ
 Χώρος : 3
 Ονομασία : WC

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Συν. Σκίαση
E5	N	0.87	1.7	3	5.10	1	5.10		5.10			
E4		3.28	2	3	6.00	1	6.00		6.00			

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
E5	5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E4	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (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
E5	5.10	-33	-24	-14	-3	8	17	22	24	22	17	10
E4	6.00	-148	-109	-63	-11	38	74	98	108	98	77	44

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Φορτίο	21	18	16	14	13	18	18	18	12	11	11

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Ορθιος, ελαφρά εργασία	75	55	1	75	55	130

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20
Φορτίο Αισθητό	38	32	28	26	24	59	64	66	32	28	24
Φορτίο Λανθάνων	11	11	11	11	11	55	55	55	11	11	11
Σύνολο	49	43	39	37	35	114	119	121	43	39	35

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (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	21	18	16	14	13	18	18	18	12	11	11
Άτομα (Αισθητό)	38	32	28	26	24	59	64	66	32	28	24
Άτομα (Λανθάνον)	11	11	11	11	11	55	55	55	11	11	11
Άτομα (Σύνολο)	49	43	39	37	35	114	119	121	43	39	35
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (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	-0.12	-0.08	-0.03	0.03	0.08	0.17	0.20	0.22	0.16	0.13	0.09
Λανθάνον	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.06	0.01	0.01	0.01
Σύνολο	-0.11	-0.07	-0.02	0.04	0.09	0.22	0.26	0.27	0.18	0.14	0.10

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ
Χώρος : 4
Ονομασία : ΚΟΥΖΙΝΑ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσαν ατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Συν. Σκίαση
E5	Δ	0.87	2.05	3	6.15	1	6.15		6.15			
E2	N	0.62	2.5	3	7.50	1	7.50		7.50			
T1	N	0.41	2.65	3	7.95	1	7.95		7.95			
T1	A	0.41	2.26	3	6.78	1	6.78	3.77	3.01			
A1	A	2.75	0.75	1.1	0.83	1	0.83		0.83			
A2	A	0.83	0.8	2.3	1.84	1	1.84		1.84			
A1	A	2.75	1	1.1	1.10	1	1.10		1.10			
E2	A	0.62	1	3	3.00	1	3.00		3.00			
T4		3.28	5.15	2.5	12.88	1	12.88		12.88			
E5	Δ	0.87	1.2	3	3.60	1	3.60		3.60			
A3		5.0	0.8	2.1	1.68	1	1.68		1.68			
E4		3.28	5	3	15.00	1	15.00		15.00			
E6	N	0.76	5.15	3	15.45	1	15.45		15.45			

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
E5	6.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E2	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	7.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	3.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	1.84	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T4	12.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E5	3.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A3	1.68	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E4	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E6	15.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (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
E5	6.15	-40	-30	-17	-3	10	20	27	29	27	21	12
E2	7.50	-35	-26	-15	-3	9	18	23	25	23	18	10
T1	7.95	4	15	28	40	49	55	57	54	47	42	36
T1	3.01	18	20	20	19	16	16	17	17	17	15	13
A1	0.83	227	254	252	222	185	162	148	135	121	106	88
A2	1.84	707	784	768	667	540	461	411	369	325	280	230
A1	1.10	301	337	334	295	245	214	196	179	161	140	117
E2	3.00	-14	-10	-6	-1	4	7	9	10	9	7	4
T4	12.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E5	3.60	-24	-17	-10	-2	6	12	16	17	16	12	7
A3	1.68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E4	15.00	-370	-271	-157	-28	94	185	246	269	246	193	109
E6	15.45	-88	-65	-38	-7	22	44	59	64	59	46	26

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

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	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Φορτίο	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Ορθιος, ελαφρά εργασία	75	55	2	150	110	260

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	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20
Φορτίο Αισθητό	77	67	60	55	51	119	127	133	65	56	52
Φορτίο Λανθάνον	22	22	22	22	22	110	110	110	22	22	22
Σύνολο	99	89	82	77	73	229	237	243	87	78	74

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	55	0	0	0	0	0
Οθόνη Υπολογιστή μεσαία	70	0	0	0	0	0
Φούρνος Μικροκυμάτων	400	0	1	400	0	400
ΚΟΥΖΙΝΑ	3000	0	1	3000	0	3000

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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Φορτίο Αισθητό	340	255	170	136	102	2278	2516	2686	612	425	340
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	340	255	170	136	102	2278	2516	2686	612	425	340

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	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11
Άτομα (Αισθητό)	77	67	60	55	51	119	127	133	65	56	52
Άτομα (Λανθάνον)	22	22	22	22	22	110	110	110	22	22	22
Άτομα	99	89	82	77	73	229	237	243	87	78	74

(Σύνολο)											
Συσκευές (Αισθητό)	340	255	170	136	102	2278	2516	2686	612	425	340
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	340	255	170	136	102	2278	2516	2686	612	425	340
Χαραμάδες	-9	2	14	29	42	53	59	62	59	53	44

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (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	1.11	1.33	1.42	1.43	1.39	3.66	3.93	4.07	1.80	1.43	1.10
Λανθάνον	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.11	0.11	0.11	0.02	0.02	0.02
Σύνολο	1.14	1.36	1.44	1.46	1.41	3.77	4.04	4.18	1.82	1.45	1.12

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ
 Χώρος : 1
 Ονομασία : ΚΑΘΗΣΤΙΚΟ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Σκίασ.
T1	B	0.41	3.5	3	10.50	1	10.50	9.86	0.64			
A1	B	2.75	3.4	2.9	9.86	1	9.86		9.86			
T3	A	0.5	0.8	3	2.40	1	2.40		2.40			
E2	A	0.62	2.9	3	8.70	1	8.70		8.70			

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	0.64	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	9.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T3	2.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	8.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανα 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	0.64	0	1	1	2	3	3	3	4	3	3	3
A1	9.86	591	686	787	894	974	1016	1022	1002	938	907	960
T3	2.40	22	23	23	20	16	16	17	17	16	15	12
E2	8.70	-41	-30	-17	-3	10	20	27	29	27	21	12

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

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	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Φορτίο	18	15	13	12	12	17	18	18	11	10	10

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Ορθιος, ελαφρά εργασία	75	55	2	150	110	260

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	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20

Φορτίο Αισθητό	60	49	43	41	40	127	137	142	56	47	42
Φορτίο Λανθάνον	22	22	22	22	22	110	110	110	22	22	22
Σύνολο	82	71	65	63	62	237	247	252	78	69	64

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	55	0	0	0	0	0
Οθόνη Υπολογιστή μεσαία	70	0	0	0	0	0
Φούρνος Μικροκυμάτων	400	0	0	0	0	0
ΚΟΥΖΙΝΑ	3000	0	0	0	0	0
Υπολογιστής	55	0	0	0	0	0
TV	300	0	1	300	0	300

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	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	1.00	1.00	1.00	0.10	0.10	0.10
Φορτίο Αισθητό	53	43	38	37	36	255	272	279	63	48	41
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	53	43	38	37	36	255	272	279	63	48	41

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	18	15	13	12	12	17	18	18	11	10	10
Άτομα (Αισθητό)	60	49	43	41	40	127	137	142	56	47	42
Άτομα (Λανθάνον)	22	22	22	22	22	110	110	110	22	22	22
Άτομα (Σύνολο)	82	71	65	63	62	237	247	252	78	69	64
Συσκευές (Αισθητό)	53	43	38	37	36	255	272	279	63	48	41
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	53	43	38	37	36	255	272	279	63	48	41
Χαραμάδες	-5	1	8	16	23	29	33	34	33	29	24

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	0.70	0.79	0.90	1.02	1.11	1.48	1.53	1.53	1.15	1.08	1.10
Λανθάνον	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.11	0.11	0.11	0.02	0.02	0.02
Σύνολο	0.72	0.81	0.92	1.04	1.14	1.59	1.64	1.64	1.17	1.10	1.12

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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ
 Χώρος : 2
 Ονομασία : ΥΠΝΟΔ. Β

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Συν. Σκίαση
T1	B	0.41	3.6	3	10.80	1	10.80	6.55	4.25			
A1	B	2.75	2.85	2.3	6.55	1	6.55		6.55			

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	4.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	6.55	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (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	4.25	2	5	8	11	15	17	19	21	21	21	21
A1	6.55	366	430	495	563	616	647	656	647	610	579	569

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Φορτίο	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Ορθιος, ελαφρά εργασία	75	55	2	150	110	260

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20
Φορτίο Αισθητό	77	67	60	55	51	119	127	133	65	56	52
Φορτίο Λανθάνον	22	22	22	22	22	110	110	110	22	22	22
Σύνολο	99	89	82	77	73	229	237	243	87	78	74

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	55	0	0	0	0	0
Οθόνη Υπολογιστή μεσαία	70	0	1	70	0	70

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	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	1.00	1.00	1.00	0.10	0.10	0.10
Φορτίο Αισθητό	13	12	11	10	9	54	57	60	17	14	12
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	13	12	11	10	9	54	57	60	17	14	12

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	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11
Άτομα (Αισθητό)	77	67	60	55	51	119	127	133	65	56	52
Άτομα (Λανθάνον)	22	22	22	22	22	110	110	110	22	22	22
Άτομα (Σύνολο)	99	89	82	77	73	229	237	243	87	78	74
Συσκευές (Αισθητό)	13	12	11	10	9	54	57	60	17	14	12
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	13	12	11	10	9	54	57	60	17	14	12
Χαραμάδες	-4	1	6	13	19	24	27	28	27	24	20

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	0.48	0.53	0.60	0.67	0.72	0.88	0.90	0.91	0.75	0.71	0.69
Λανθάνον	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.11	0.11	0.11	0.02	0.02	0.02
Σύνολο	0.50	0.55	0.62	0.69	0.75	0.99	1.01	1.02	0.77	0.73	0.71

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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ
 Χώρος : 3
 Ονομασία : ΥΠΝΟΔ. Δ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Σκίασ.
T3	B	0.5	1.2	3	3.60	1	3.60		3.60			
T3	BΔ	0.5	3.8	3	11.40	1	11.40	7.01	4.39			
A1	BΔ	2.75	3.05	2.3	7.01	1	7.01		7.01			
T1	Δ	0.41	0.9	3	2.70	1	2.70		2.70			

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
T3	3.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T3	4.39	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	7.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	2.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα 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
T3	3.60	2	6	9	14	18	21	24	25	24	25	23
T3	4.39	2	6	11	17	22	26	35	45	53	55	48
A1	7.01	314	426	529	620	690	756	922	1429	1998	2356	2195
T1	2.70	1	3	6	8	11	18	25	31	34	33	27

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

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	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Φορτίο	19	15	13	12	11	16	16	17	11	10	9

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Ορθιος, ελαφρά εργασία	75	55	2	150	110	260

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	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20

Φορτίο Αισθητό	61	50	45	41	39	125	135	141	56	46	40
Φορτίο Λανθάνον	22	22	22	22	22	110	110	110	22	22	22
Σύνολο	83	72	67	63	61	235	245	251	78	68	62

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	55	0	0	0	0	0
Οθόνη Υπολογιστή μεσαία	70	0	1	70	0	70

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	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	1.00	1.00	1.00	0.10	0.10	0.10
Φορτίο Αισθητό	12	10	9	8	8	59	63	65	15	12	10
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	12	10	9	8	8	59	63	65	15	12	10

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	19	15	13	12	11	16	16	17	11	10	9
Άτομα (Αισθητό)	61	50	45	41	39	125	135	141	56	46	40
Άτομα (Λανθάνον)	22	22	22	22	22	110	110	110	22	22	22
Άτομα (Σύνολο)	83	72	67	63	61	235	245	251	78	68	62
Συσκευές (Αισθητό)	12	10	9	8	8	59	63	65	15	12	10
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	12	10	9	8	8	59	63	65	15	12	10
Χαραμάδες	-4	1	7	13	20	25	28	29	28	25	21

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	0.41	0.52	0.63	0.73	0.82	1.05	1.25	1.78	2.22	2.56	2.33
Λανθάνον	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.11	0.11	0.11	0.02	0.02	0.02
Σύνολο	0.43	0.54	0.65	0.76	0.84	1.16	1.36	1.89	2.24	2.58	2.40

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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)
Αισθητό: 0
Λανθάνον: 0
Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ
 Χώρος : 4
 Ονομασία : ΥΠΝΟΔ. Ν

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Συν. Σκίαση
T1	N	0.41	2.4	3	7.20	1	7.20	1.50	5.70			
T3	N	0.5	0.5	3	1.50	1	1.50		1.50			
T1	A	0.41	2.6	3	7.80	1	7.80	3.12	4.68			
A1	A	2.75	2.6	1.2	3.12	1	3.12		3.12			
E2	A	0.62	1	3	3.00	1	3.00		3.00			
E2	N	0.62	0.9	3	2.70	1	2.70		2.70			

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	5.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T3	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	4.68	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	3.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E2	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανα 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	5.70	3	11	20	28	35	39	41	39	34	30	26
T3	1.50	1	4	6	9	11	13	13	12	11	10	8
T1	4.68	28	31	31	29	25	25	26	27	26	24	21
A1	3.12	853	956	947	836	694	608	555	509	456	398	331
E2	3.00	-14	-10	-6	-1	4	7	9	10	9	7	4
E2	2.70	-13	-9	-5	-1	3	6	8	9	8	7	4

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

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	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Φορτίο	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Ορθιος, ελαφρά εργασία	75	55	2	150	110	260

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20
Φορτίο Αισθητό	77	67	60	55	51	119	127	133	65	56	52
Φορτίο Λανθάνον	22	22	22	22	22	110	110	110	22	22	22
Σύνολο	99	89	82	77	73	229	237	243	87	78	74

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	55	0	0	0	0	0
Οθόνη Υπολογιστή μεσαία	70	0	1	70	0	70

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	1.00	1.00	1.00	0.10	0.10	0.10
Φορτίο Αισθητό	13	12	11	10	9	54	57	60	17	14	12
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	13	12	11	10	9	54	57	60	17	14	12

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (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	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11
Άτομα (Αισθητό)	77	67	60	55	51	119	127	133	65	56	52
Άτομα (Λανθάνον)	22	22	22	22	22	110	110	110	22	22	22
Άτομα (Σύνολο)	99	89	82	77	73	229	237	243	87	78	74
Συσκευές (Αισθητό)	13	12	11	10	9	54	57	60	17	14	12
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	13	12	11	10	9	54	57	60	17	14	12
Χαραμάδες	-3	1	5	10	14	17	20	21	20	18	15

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (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	0.97	1.08	1.08	0.99	0.86	0.91	0.87	0.84	0.66	0.58	0.48
Λανθάνον	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.11	0.11	0.11	0.02	0.02	0.02
Σύνολο	0.99	1.10	1.11	1.01	0.88	1.02	0.98	0.95	0.68	0.60	0.50

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

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

Φορτίου											
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ
 Χώρος : 5
 Ονομασία : ΛΟΥΤΡΟ Δ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Σκίαση
T1	Δ	0.41	2.4	3	7.20	1	7.20	0.64	6.56			
A1	Δ	2.75	0.8	0.8	0.64	1	0.64		0.64			
E5	N	0.87	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75			
E2	N	0.62	0.9	3	2.70	1	2.70		2.70			

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	6.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	0.64	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E5	3.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E2	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (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	6.56	3	8	12	18	23	37	50	62	69	70	60
A1	0.64	39	47	55	61	67	86	124	166	201	218	201
E5	3.75	-25	-18	-10	-2	6	12	16	18	16	13	7
E2	2.70	-13	-9	-5	-1	3	6	8	9	8	7	4

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Φορτίο	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Ορθιος, ελαφρά εργασία	75	55	1	75	55	130

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20

Φορτίο Αισθητό	38	33	30	28	25	59	64	66	32	28	26
Φορτίο Λανθάνον	11	11	11	11	11	55	55	55	11	11	11
Σύνολο	49	44	41	39	36	114	119	121	43	39	37

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (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	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11
Ατομα (Αισθητό)	38	33	30	28	25	59	64	66	32	28	26
Ατομα (Λανθάνον)	11	11	11	11	11	55	55	55	11	11	11
Ατομα (Σύνολο)	49	44	41	39	36	114	119	121	43	39	37
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	-1	0	2	4	6	7	8	9	8	7	6

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (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	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.23	0.29	0.35	0.35	0.35	0.32
Λανθάνον	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.06	0.01	0.01	0.01
Σύνολο	0.07	0.09	0.11	0.13	0.16	0.28	0.34	0.40	0.36	0.37	0.33

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ
 Χώρος : 6
 Ονομασία : ΒΕΣΤΙΑΡΙΟ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Συν. Σκίαση
E2	N	0.62	2.5	3	7.50	1	7.50		7.50			

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
E2	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανα 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
E2	7.50	-35	-26	-15	-3	9	18	23	25	23	18	10

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

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 Φορτίο	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Φορτίο	20	16	14	12	12	17	18	18	12	11	10

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	20	16	14	12	12	17	18	18	12	11	10
Άτομα (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (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	-0.02	-0.01	-0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	-0.02	-0.01	-0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ
 Χώρος : 7
 Ονομασία : ΛΟΥΤΡΟ Ν

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Συν. Σκίαση
E2	N	0.62	2	3	6.00	1	6.00		6.00			
E5	Δ	0.87	2.2	3	6.60	1	6.60		6.60			

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
E2	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E5	6.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (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
E2	6.00	-28	-21	-12	-2	7	14	19	20	19	15	8
E5	6.60	-43	-32	-18	-3	11	22	29	31	29	23	13

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Φορτίο	21	18	16	14	13	18	18	18	12	11	11

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Ορθιος, ελαφρά εργασία	75	55	1	75	55	130

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20
Φορτίο Αισθητό	38	32	28	26	24	59	64	66	32	28	24
Φορτίο Λανθάνων	11	11	11	11	11	55	55	55	11	11	11
Σύνολο	49	43	39	37	35	114	119	121	43	39	35

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (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	21	18	16	14	13	18	18	18	12	11	11
Άτομα (Αισθητό)	38	32	28	26	24	59	64	66	32	28	24
Άτομα (Λανθάνον)	11	11	11	11	11	55	55	55	11	11	11
Άτομα (Σύνολο)	49	43	39	37	35	114	119	121	43	39	35
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (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	-0.01	-0.00	0.01	0.03	0.06	0.11	0.13	0.14	0.09	0.08	0.06
Λανθάνον	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.06	0.01	0.01	0.01
Σύνολο	-0.00	0.01	0.02	0.05	0.07	0.17	0.18	0.19	0.10	0.09	0.07

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ
 Χώρος : 8
 Ονομασία : ΣΚΑΛΑ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Συν. Σκίαση
E5	N	0.87	1.7	3	5.10	1	5.10		5.10			
E5	Δ	0.87	1	3	3.00	1	3.00	1.78	1.22			
A3	Δ	5.0	0.85	2.1	1.78	1	1.78		1.78			
E5	A	0.87	2	3	6.00	1	6.00	1.50	4.50			
E2	A	0.62	0.5	3	1.50	1	1.50		1.50			

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
E5	5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E5	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A3	1.78	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E5	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E2	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (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
E5	5.10	-33	-24	-14	-3	8	17	22	24	22	17	10
E5	1.22	-8	-6	-3	-1	2	4	5	6	5	4	2
A3	1.78	110	152	190	224	262	484	876	1177	1327	1286	953
E5	4.50	-29	-22	-13	-2	7	15	20	21	20	15	9
E2	1.50	-7	-5	-3	-1	2	4	5	5	5	4	2

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Φορτίο	20	16	14	12	12	17	18	18	12	11	10

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (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	20	16	14	12	12	17	18	18	12	11	10
Άτομα (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(Λανθάνον)											
Άτομα (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	-3	1	5	9	14	17	19	20	19	17	14

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (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	0.05	0.11	0.18	0.24	0.31	0.56	0.96	1.27	1.41	1.35	1.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.05	0.11	0.18	0.24	0.31	0.56	0.96	1.27	1.41	1.35	1.00

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΣΟΦΗΤΑ
 Χώρος : 1
 Ονομασία : ΒΑ ΤΜΗΜΑ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Συν. Σκίαση
T3	A	0.5	0.8	0.3	0.24	1	0.24		0.24			
T1	B	0.41	3.7	0.3	1.11	1	1.11		1.11			
E2	A	0.62	3.7	1	3.70	1	3.70		3.70			
O1	O	0.52	5	4.7	23.50	1	23.50	0.50	23.00			
A1	O	2.75	1	0.5	0.50	1	0.50		0.50			

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
T3	0.24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O1	23.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα 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
T3	0.24	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
T1	1.11	1	1	2	3	4	5	5	5	5	6	5
E2	3.70	-17	-13	-7	-1	4	9	11	13	11	9	5
O1	23.00	147	234	319	396	459	500	517	507	470	408	325
A1	0.50	102	103	91	80	75	73	71	67	61	54	44

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

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 Φορτίο	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Ορθιος, ελαφρά εργασία	75	55	1	75	55	130

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	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20
Φορτίο Αισθητό	39	34	30	28	26	59	64	66	32	28	26
Φορτίο Λανθάνον	11	11	11	11	11	55	55	55	11	11	11
Σύνολο	50	45	41	39	37	114	119	121	43	39	37

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (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	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11
Άτομα (Αισθητό)	39	34	30	28	26	59	64	66	32	28	26
Άτομα (Λανθάνον)	11	11	11	11	11	55	55	55	11	11	11
Άτομα (Σύνολο)	50	45	41	39	37	114	119	121	43	39	37
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	-1	0	2	4	6	7	8	8	8	7	6

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (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	0.29	0.38	0.46	0.53	0.59	0.67	0.70	0.69	0.60	0.53	0.49
Λανθάνον	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.06	0.01	0.01	0.01
Σύνολο	0.30	0.39	0.47	0.54	0.60	0.73	0.75	0.74	0.61	0.54	0.49

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΣΟΦΗΤΑ
 Χώρος : 2
 Ονομασία : ΒΔ ΤΜΗΜΑ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Σκίαση
O1	O	0.52	5	4.7	23.50	1	23.50		23.50			
T3	B	0.5	3.9	0.3	1.17	1	1.17		1.17			
T3	BΔ	0.5	4.4	0.3	1.32	1	1.32	1.02	0.30			
T1	BΔ	0.41	3.4	0.3	1.02	1	1.02		1.02			

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
O1	23.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T3	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T3	0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (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
O1	23.50	150	239	326	405	469	511	528	518	481	417	333
T3	1.17	1	2	3	4	5	6	6	7	7	7	7
T3	0.30	0	0	1	1	1	2	2	3	3	3	3
T1	1.02	0	1	2	3	3	4	6	7	8	9	8

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Φορτίο	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Ορθιος, ελαφρά εργασία	75	55	1	75	55	130

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20

Φορτίο Αισθητό	39	34	30	28	26	59	64	66	32	28	26
Φορτίο Λανθάνον	11	11	11	11	11	55	55	55	11	11	11
Σύνολο	50	45	41	39	37	114	119	121	43	39	37

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (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	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11
Ατομα (Αισθητό)	39	34	30	28	26	59	64	66	32	28	26
Ατομα (Λανθάνον)	11	11	11	11	11	55	55	55	11	11	11
Ατομα (Σύνολο)	50	45	41	39	37	114	119	121	43	39	37
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (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	0.21	0.29	0.38	0.46	0.52	0.60	0.62	0.62	0.54	0.48	0.39
Λανθάνον	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.06	0.01	0.01	0.01
Σύνολο	0.22	0.31	0.39	0.47	0.53	0.65	0.68	0.67	0.56	0.49	0.40

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΣΟΦΗΤΑ
 Χώρος : 3
 Ονομασία : ΝΔ ΤΜΗΜΑ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Σκίαση
O1	O	0.52	5	4.7	23.50	1	23.50		23.50			
T1	Δ	0.41	3.7	0.3	1.11	1	1.11		1.11			
T1	N	0.41	5.9	0.3	1.77	1	1.77		1.77			

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
O1	23.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	1.77	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα 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
O1	23.50	150	239	326	405	469	511	528	518	481	417	333
T1	1.11	1	1	2	3	4	6	8	10	12	12	11
T1	1.77	1	3	6	9	11	12	13	12	11	9	8

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

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	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Φορτίο	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Ορθιος, ελαφρά εργασία	75	55	1	75	55	130

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	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20
Φορτίο Αισθητό	39	34	30	28	26	59	64	66	32	28	26
Φορτίο Λανθάνον	11	11	11	11	11	55	55	55	11	11	11

Σύνολο	50	45	41	39	37	114	119	121	43	39	37
--------	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	----	----	----

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (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	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11
Άτομα (Αισθητό)	39	34	30	28	26	59	64	66	32	28	26
Άτομα (Λανθάνον)	11	11	11	11	11	55	55	55	11	11	11
Άτομα (Σύνολο)	50	45	41	39	37	114	119	121	43	39	37
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (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	0.21	0.30	0.38	0.46	0.52	0.61	0.63	0.62	0.55	0.48	0.39
Λανθάνον	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.06	0.01	0.01	0.01
Σύνολο	0.22	0.31	0.39	0.47	0.53	0.66	0.69	0.68	0.56	0.49	0.40

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΣΟΦΗΤΑ
 Χώρος : 4
 Ονομασία : ΝΑ ΤΜΗΜΑ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (Kcal/m ² h°C)	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. Σκίασ.
O1	O	0.52	5	4.7	23.50	1	23.50	0.50	23.00			
A1	O	2.75	1	0.5	0.50	1	0.50		0.50			
T1	N	0.41	5.5	0.3	1.65	1	1.65		1.65			
E2	A	0.62	3	3	9.00	1	9.00		9.00			
O1	O	0.52	3	5.5	16.50	1	16.50		16.50			

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
O1	23.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	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	1.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O1	16.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα 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
O1	23.00	147	234	319	396	459	500	517	507	470	408	321
A1	0.50	102	103	91	80	75	73	71	67	61	54	47
T1	1.65	1	3	6	8	10	11	12	11	10	9	7
E2	9.00	-42	-31	-18	-3	11	21	28	31	28	22	17
O1	16.50	106	168	229	284	329	359	371	364	337	293	233

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού 2x36, 1300mm	1.15	72	82.8

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 Φορτίο	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Ορθιος, ελαφρά εργασία	75	55	1	75	55	130

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	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20
Φορτίο Αισθητό	39	34	30	28	26	59	64	66	32	28	26
Φορτίο Λανθάνον	11	11	11	11	11	55	55	55	11	11	11
Σύνολο	50	45	41	39	37	114	119	121	43	39	37

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (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	22	18	16	15	14	18	18	18	13	12	11
Άτομα (Αισθητό)	39	34	30	28	26	59	64	66	32	28	26
Άτομα (Λανθάνον)	11	11	11	11	11	55	55	55	11	11	11
Άτομα (Σύνολο)	50	45	41	39	37	114	119	121	43	39	37
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	-1	0	2	4	6	7	8	8	8	7	6

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (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	0.37	0.53	0.68	0.81	0.93	1.05	1.09	1.07	0.96	0.83	0.67
Λανθάνον	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.06	0.01	0.01	0.01
Σύνολο	0.38	0.54	0.69	0.82	0.94	1.10	1.14	1.13	0.97	0.84	0.68

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : ΥΠΟΓΕΙΟ

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ

Χώρος : 1

Ονομασία : ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	0.15	0.31	0.51	0.74	0.94	1.49	1.61	1.64	1.17	1.04	0.93
Λανθάνον	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.22	0.22	0.22	0.04	0.04	0.04
Σύνολο	0.20	0.36	0.55	0.79	0.99	1.71	1.83	1.86	1.21	1.09	1.00

Χώρος : 2

Ονομασία : ΣΑΛΟΝΙ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	0.19	0.45	0.73	1.03	1.29	1.96	2.40	3.08	3.29	3.52	3.10
Λανθάνον	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.22	0.22	0.22	0.04	0.04	0.04
Σύνολο	0.23	0.49	0.78	1.07	1.33	2.18	2.62	3.30	3.33	3.56	3.14

Χώρος : 3

Ονομασία : WC

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	-0.12	-0.08	-0.03	0.03	0.08	0.17	0.20	0.22	0.16	0.13	0.09
Λανθάνον	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.06	0.01	0.01	0.01
Σύνολο	-0.11	-0.07	-0.02	0.04	0.09	0.22	0.26	0.27	0.18	0.14	0.10

Χώρος : 4

Ονομασία : ΚΟΥΖΙΝΑ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	1.11	1.33	1.42	1.43	1.39	3.66	3.93	4.07	1.80	1.43	1.10
Λανθάνον	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.11	0.11	0.11	0.02	0.02	0.02
Σύνολο	1.14	1.36	1.44	1.46	1.41	3.77	4.04	4.18	1.82	1.45	1.12

Επίπεδο : ΟΡΟΦΟΣ

Χώρος : 1
Ονομασία : ΚΑΘΗΣΤΙΚΟ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	0.70	0.79	0.90	1.02	1.11	1.48	1.53	1.53	1.15	1.08	1.10
Λανθάνον	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.11	0.11	0.11	0.02	0.02	0.02
Σύνολο	0.72	0.81	0.92	1.04	1.14	1.59	1.64	1.64	1.17	1.10	1.12

Χώρος : 2
Ονομασία : ΥΠΝΟΔ. Β

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	0.48	0.53	0.60	0.67	0.72	0.88	0.90	0.91	0.75	0.71	0.69
Λανθάνον	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.11	0.11	0.11	0.02	0.02	0.02
Σύνολο	0.50	0.55	0.62	0.69	0.75	0.99	1.01	1.02	0.77	0.73	0.71

Χώρος : 3
Ονομασία : ΥΠΝΟΔ. Δ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	0.41	0.52	0.63	0.73	0.82	1.05	1.25	1.78	2.22	2.56	2.31
Λανθάνον	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.11	0.11	0.11	0.02	0.02	0.02
Σύνολο	0.43	0.54	0.65	0.76	0.84	1.16	1.36	1.89	2.24	2.58	2.40

Χώρος : 4
Ονομασία : ΥΠΝΟΔ. Ν

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	0.97	1.08	1.08	0.99	0.86	0.91	0.87	0.84	0.66	0.58	0.48
Λανθάνον	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.11	0.11	0.11	0.02	0.02	0.02
Σύνολο	0.99	1.10	1.11	1.01	0.88	1.02	0.98	0.95	0.68	0.60	0.50

Χώρος : 5
Ονομασία : ΛΟΥΤΡΟ Δ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.23	0.29	0.35	0.35	0.35	0.32
Λανθάνον	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.06	0.01	0.01	0.01
Σύνολο	0.07	0.09	0.11	0.13	0.16	0.28	0.34	0.40	0.36	0.37	0.33

Χώρος : 6
Ονομασία : ΒΕΣΤΙΑΡΙΟ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	-0.02	-0.01	-0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	-0.02	-0.01	-0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02

Λανθάνον											
Σύνολο	-0.02	-0.01	-0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02

Χώρος : 7
Ονομασία : ΛΟΥΤΡΟ Ν

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	-0.01	-0.00	0.01	0.03	0.06	0.11	0.13	0.14	0.09	0.08	0.06
Λανθάνον	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.06	0.01	0.01	0.01
Σύνολο	-0.00	0.01	0.02	0.05	0.07	0.17	0.18	0.19	0.10	0.09	0.07

Χώρος : 8
Ονομασία : ΣΚΑΛΑ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	0.05	0.11	0.18	0.24	0.31	0.56	0.96	1.27	1.41	1.35	1.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.05	0.11	0.18	0.24	0.31	0.56	0.96	1.27	1.41	1.35	1.00

Επίπεδο : ΣΟΦΗΤΑ

Χώρος : 1
Ονομασία : ΒΑ ΤΜΗΜΑ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	0.29	0.38	0.46	0.53	0.59	0.67	0.70	0.69	0.60	0.53	0.42
Λανθάνον	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.06	0.01	0.01	0.01
Σύνολο	0.30	0.39	0.47	0.54	0.60	0.73	0.75	0.74	0.61	0.54	0.44

Χώρος : 2
Ονομασία : ΒΔ ΤΜΗΜΑ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	0.21	0.29	0.38	0.46	0.52	0.60	0.62	0.62	0.54	0.48	0.39
Λανθάνον	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.06	0.01	0.01	0.01
Σύνολο	0.22	0.31	0.39	0.47	0.53	0.65	0.68	0.67	0.56	0.49	0.40

Χώρος : 3
Ονομασία : ΝΔ ΤΜΗΜΑ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	0.21	0.30	0.38	0.46	0.52	0.61	0.63	0.62	0.55	0.48	0.39
Λανθάνον	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.06	0.01	0.01	0.01
Σύνολο	0.22	0.31	0.39	0.47	0.53	0.66	0.69	0.68	0.56	0.49	0.40

Χώρος : 4
Ονομασία : ΝΑ ΤΜΗΜΑ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα 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
Αισθητό	0.37	0.53	0.68	0.81	0.93	1.05	1.09	1.07	0.96	0.83	0.67
Λανθάνον	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.06	0.01	0.01	0.01
Σύνολο	0.38	0.54	0.69	0.82	0.94	1.10	1.14	1.13	0.97	0.84	0.68

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.	5	7	8	10	11	17	19	20	16	15	13
24 ΑΥΓ.	4	6	7	8	9	16	17	19	14	13	10

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	:	3	5	7	8	9	10	11	13	14	13	12
Rad.	:	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Con.	:	3	4	6	7	7	8	9	11	12	12	10
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	:	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1
Rad.	:	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	1	0	0	0	0	3	4	4	1	1	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
Con.	:	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	:	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	:	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	:	5	7	8	9	10	15	17	19	16	15	13
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	:	0	0	0	0	0	1	1	1	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	:	5	7	8	10	11	17	19	20	16	15	13

24 ΑΥΓ.

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ												
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	:	2	4	6	7	8	9	10	11	12	11	8
Rad.	:	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1
Con.	:	2	3	5	6	6	7	8	9	10	10	7
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	:	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1
Rad.	:	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	1	0	0	0	0	3	4	4	1	1	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
Con.	:	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	:	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	:	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	:	4	5	7	8	9	14	16	17	14	13	9
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	:	0	0	0	0	0	1	1	1	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 : 4 6 7 8 9 16 17 19 14 13 10

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	1	1	1	1	2	2	3	3	3
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	-0	0	1	1	1	1	2	2	3	3	3
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	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	:	0	0	1	1	1	2	2	3	3	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.	:	0	0	1	1	1	2	3	3	3	4	3

23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 2

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ												
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	:	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	3	3	3	1	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	2	2	2	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	5	6	6	3	3	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	2	6	6	6	3	3	2

23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 3

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ												
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	:	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	6
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	2	3	3	3	3	4	4	5	6	6	5
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	:	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	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	1	1	1	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	:	3	3	3	4	4	5	6	7	7	7	6
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	:	0	0	0	0	0	1	1	1	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	4	4	4	6	7	7	7	7	6

23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 4

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ												
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	:	1	1	2	2	2	3	3	3	2	2	2
Rad.	:	0	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1
Con.	:	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	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	3	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	2	2

24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ												
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	:	-0	0	0	1	1	1	2	2	3	3	2
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	-0	0	0	1	1	1	1	2	3	3	2
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	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	:	0	0	1	1	1	2	2	3	3	3	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.	:	0	0	1	1	1	2	2	3	3	3	2

24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 2

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ												
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	:	0	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	3	3	3	1	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	2	2	2	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	5	5	6	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	1	2	2	2	5	6	6	3	2	2

24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 3

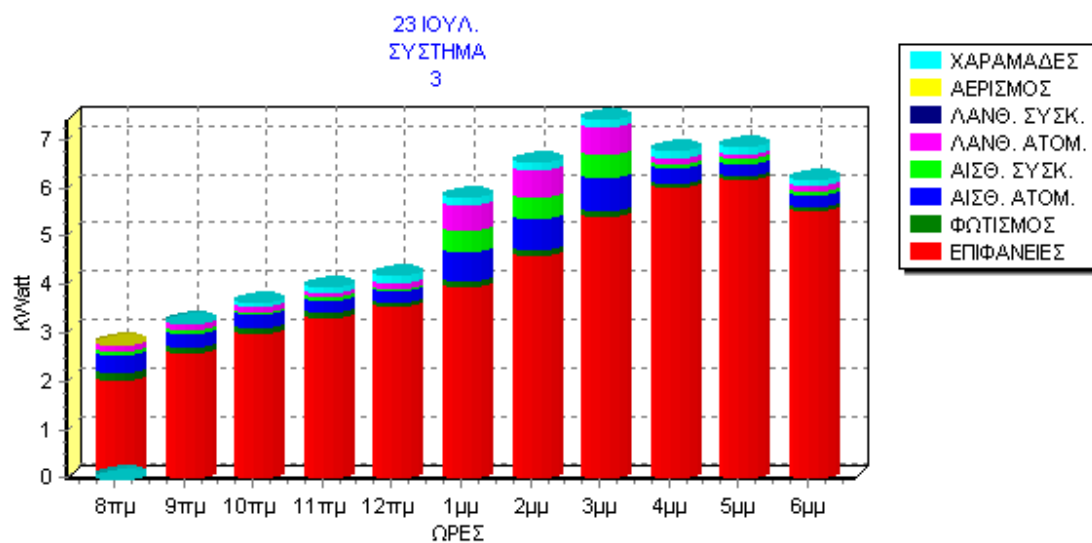
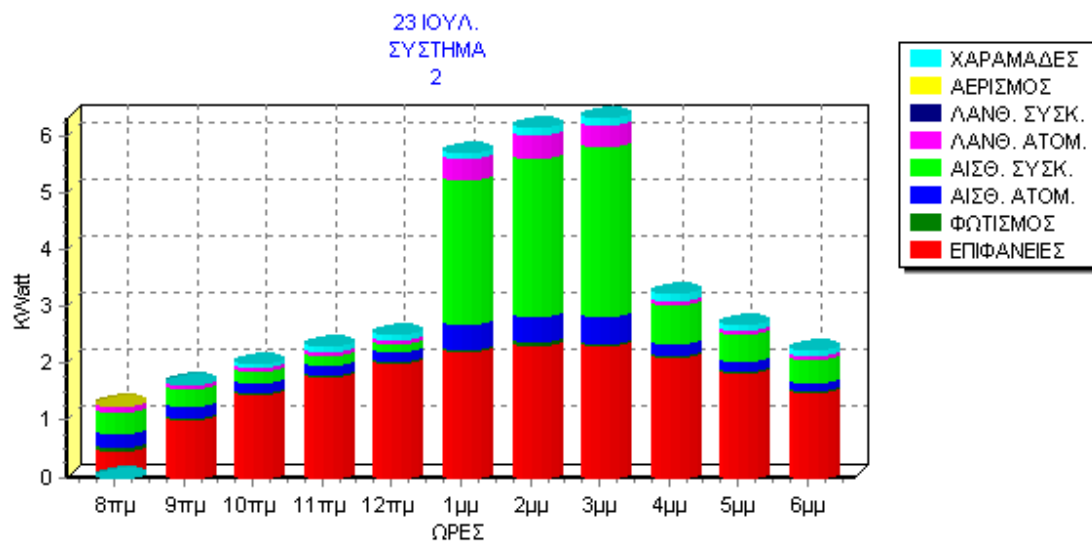
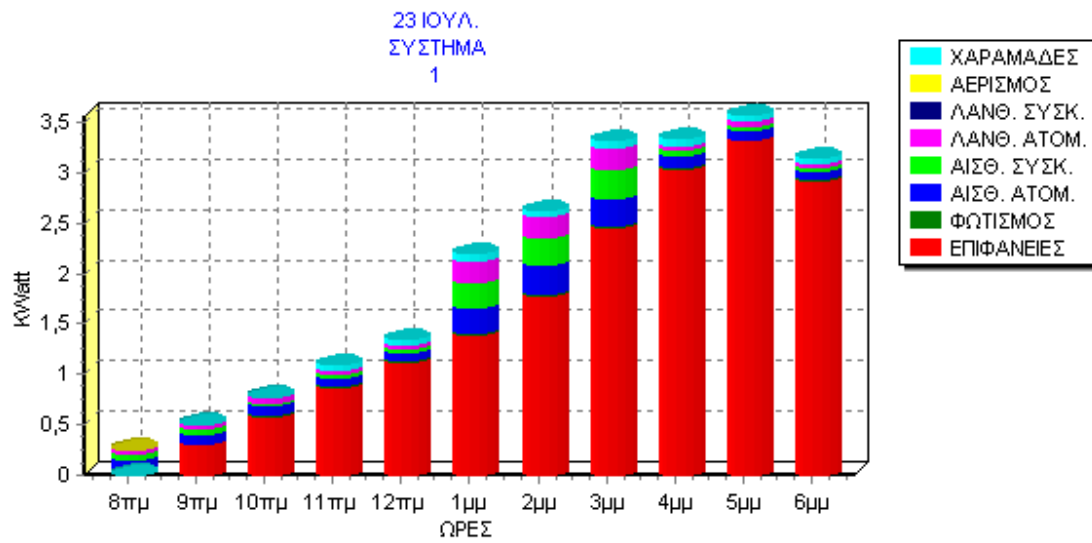
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ												
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	:	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	4
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	4
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	:	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	:	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

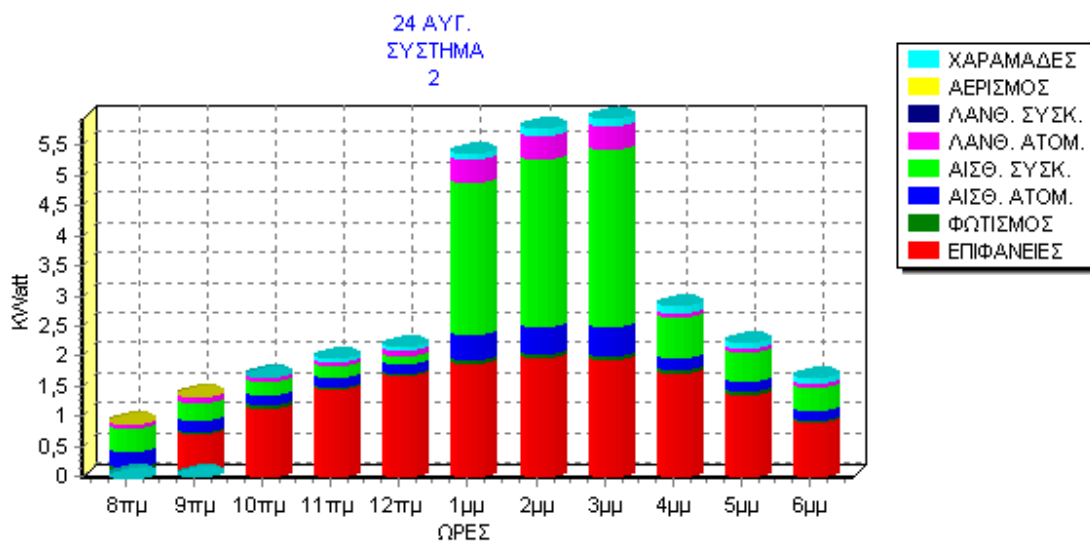
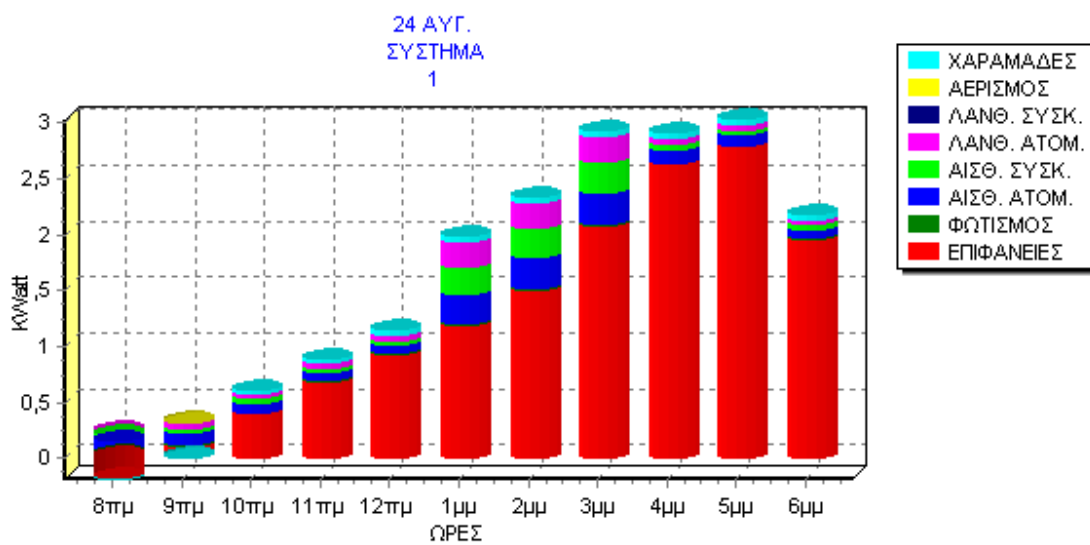
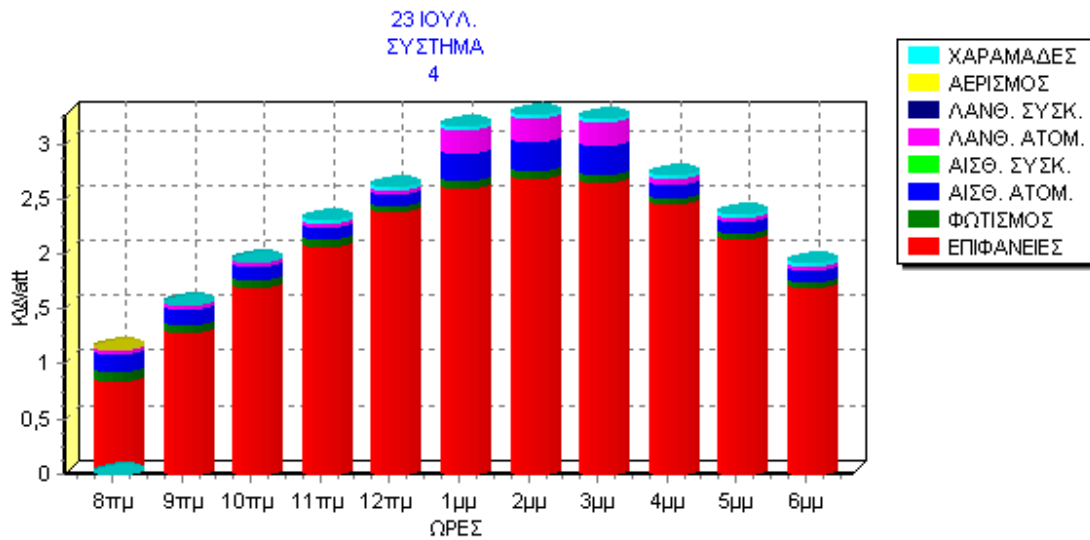
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	:	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	:	2	3	3	3	4	5	6	6	6	6	4
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	:	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ												
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	:	2	3	3	4	4	5	6	7	6	6	4

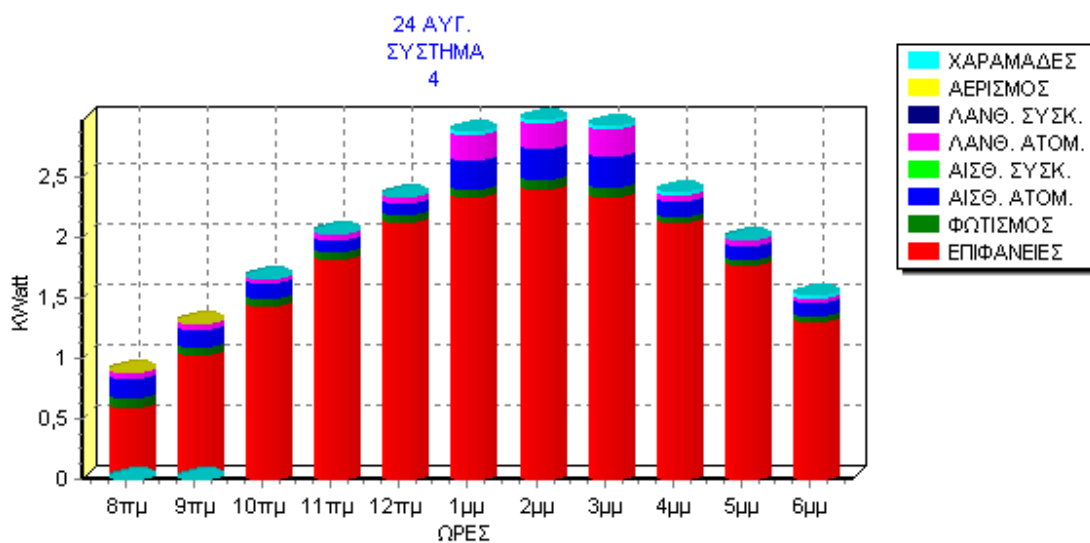
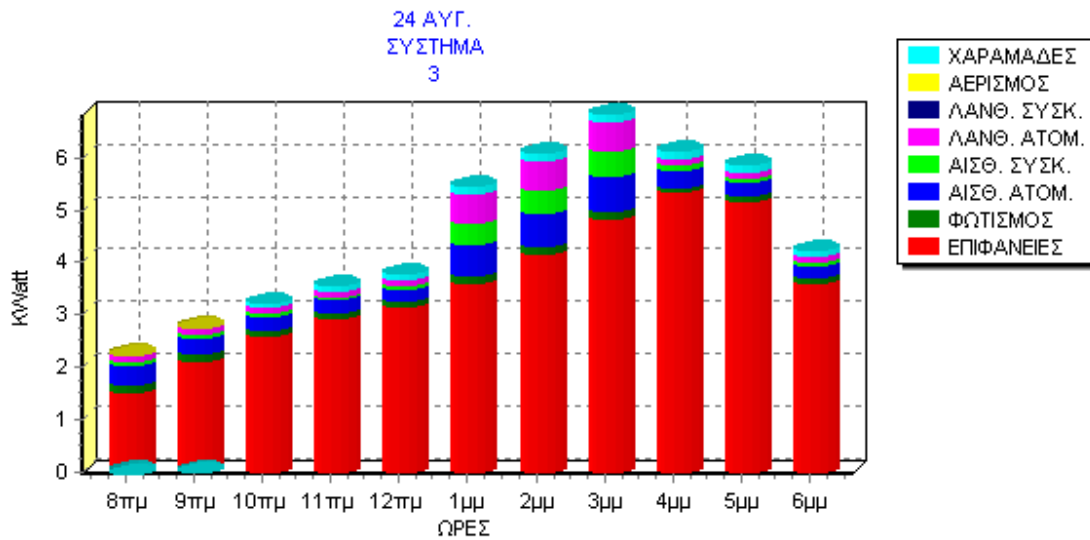
24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 4

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ												
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	:	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
Rad.	:	0	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1
Con.	:	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	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	2	2	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	2	2	2	3	3	3	2	2	2

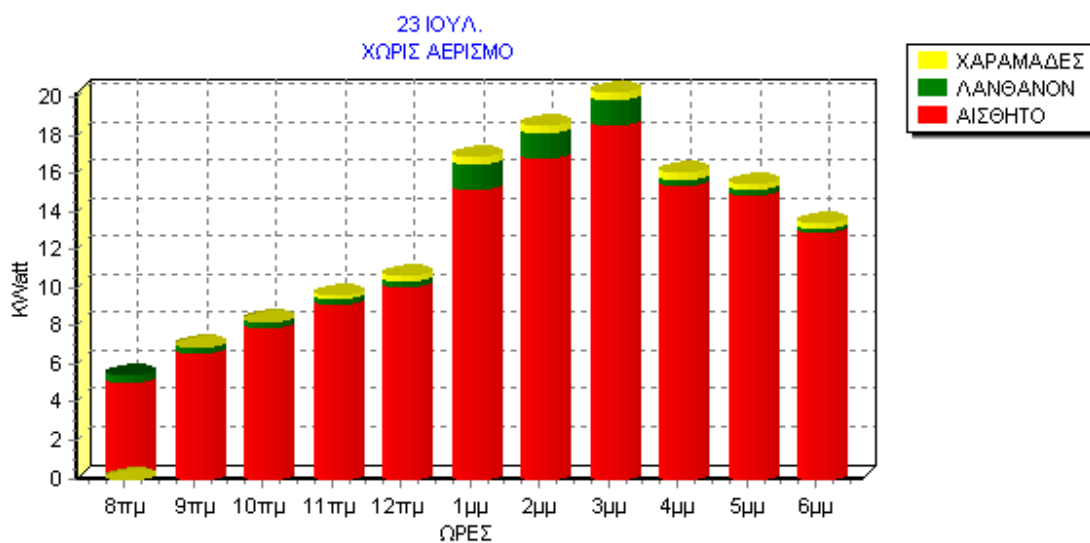
Διαγράμματα Συστημάτων

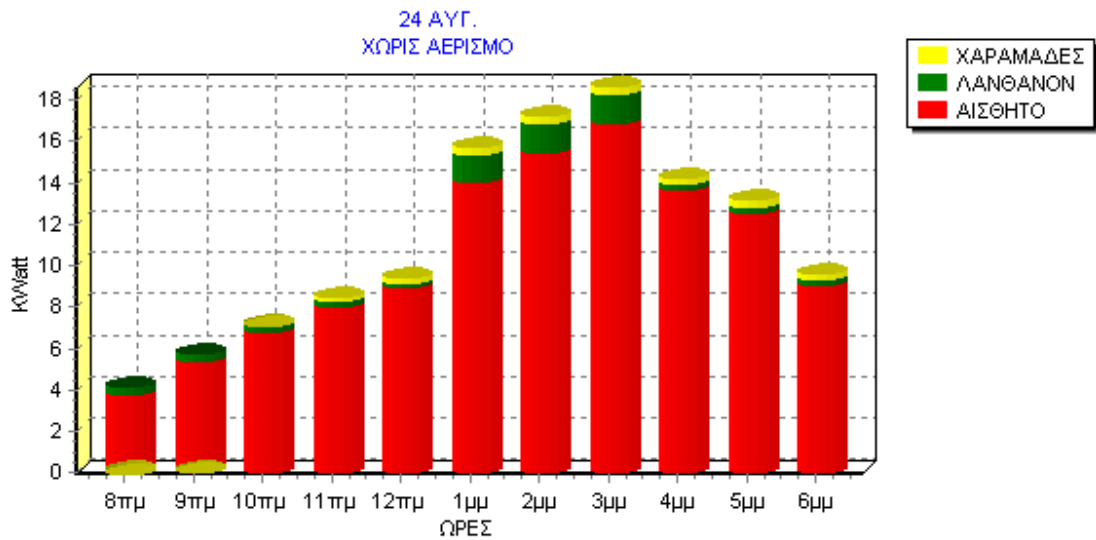




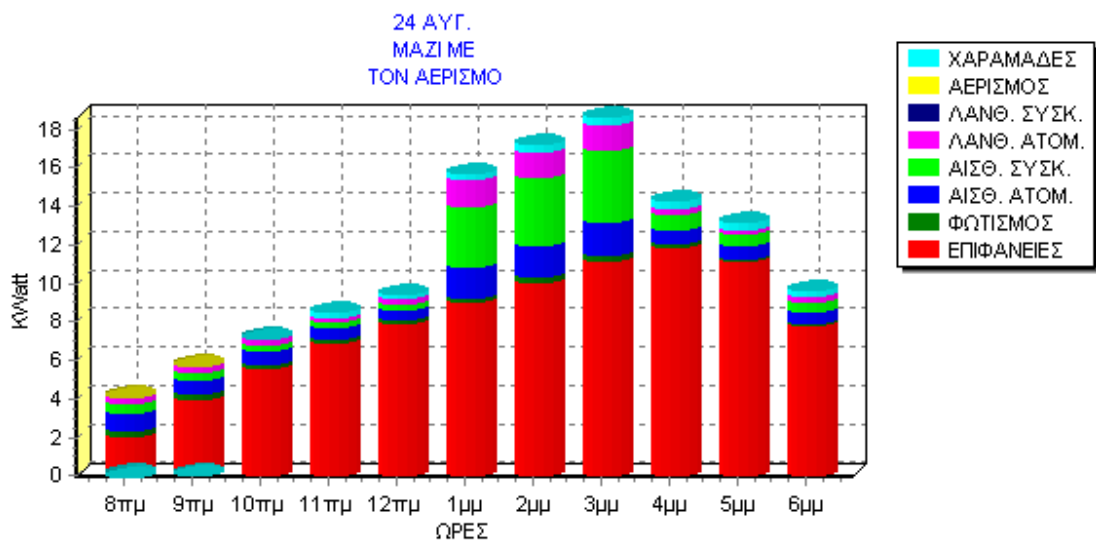
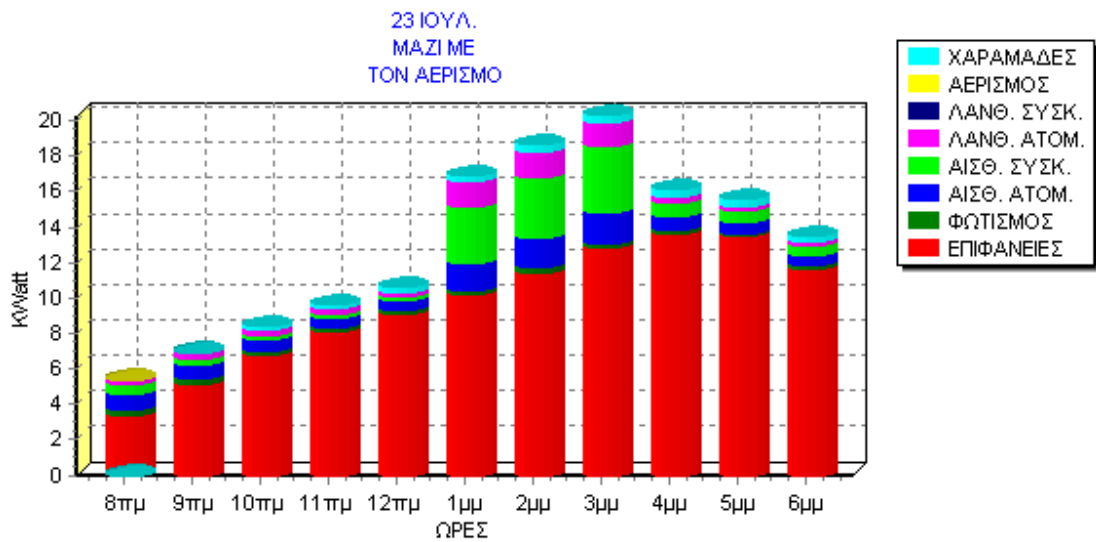


Διαγράμματα Συγκεντρικών Φορτίων Κτιρίου Χωρίς Αερισμό





Διαγράμματα Συγκεντρωτικών Φορτίων Κτιρίου Με Αερισμό



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ



Water / water reversible heat pumps

auréa

COOLING AND HEATING OUTPUTS

AUREA MODULO	Cold water T ^a in °C	HOT WATER OUTLET TEMPERATURE °C																									
		30				35				40				45				50				55					
		Pf kW	Pa kW	Pc kW	Pr kW	Pf kW	Pa kW	Pc kW	Pr kW	Pf kW	Pa kW	Pc kW	Pr kW	Pf kW	Pa kW	Pc kW	Pr kW	Pf kW	Pa kW	Pc kW	Pr kW	Pf kW	Pa kW	Pc kW	Pr kW		
40Z	30% Mono Ethylene Glycol solution	-6	5,3	1,9	6,2	1,0	4,8	2,1	5,6	1,3	4,4	2,4	5,2	1,6	4,1	2,7	4,8	2,0	3,8	3,0	4,2	2,7	3,5	3,5	3,4	3,6	
		-4	5,9	1,9	6,9	0,9	5,4	2,1	6,2	1,3	5,0	2,4	5,9	1,6	4,7	2,7	5,4	2,0	4,3	3,0	4,7	2,7	4,0	3,5	3,8	3,6	
		-2	6,8	1,9	7,8	0,9	6,2	2,1	7,1	1,2	5,7	2,4	6,7	1,5	5,4	2,7	6,1	2,0	5,0	3,0	5,4	2,7	4,5	3,5	4,4	3,7	
		0	7,6	1,9	8,7	0,8	6,8	2,1	7,9	1,1	6,4	2,5	7,4	1,5	6,0	2,8	6,7	2,0	5,6	3,1	5,9	2,7	5,1	3,5	4,8	3,7	
		2	8,2	1,9	9,3	0,8	7,4	2,1	8,5	1,0	6,9	2,5	7,9	1,5	6,5	2,8	7,2	2,0	6,0	3,1	6,4	2,8	5,5	3,5	5,2	3,8	
	pure water	5	9,2	1,9	10,4	0,8	8,3	2,1	9,4	1,1	7,8	2,5	8,8	1,5	7,3	2,8	8,0	2,1	6,8	3,1	7,0	2,9	6,2	3,5	5,7	4,0	
		6	10,0	1,9	11,1	0,7	9,0	2,2	10,1	1,1	8,4	2,5	9,5	1,5	7,9	2,8	8,6	2,1	7,3	3,1	7,6	2,9	6,6	3,5	6,2	4,0	
		7	10,4	1,9	11,5	0,8	9,4	2,1	10,4	1,1	8,8	2,5	9,7	1,5	8,2	2,8	8,9	2,1	7,6	3,1	7,8	2,9	6,9	3,5	6,4	4,0	
		8	11,0	1,9	12,2	0,8	9,9	2,2	11,0	1,1	9,3	2,5	10,3	1,5	8,7	2,8	9,4	2,1	8,1	3,1	8,3	2,9	7,3	3,5	6,8	4,0	
		10	12,1	1,9	13,2	0,8	11,0	2,2	12,0	1,1	10,3	2,5	11,2	1,6	9,6	2,8	10,2	2,2	8,9	3,1	9,0	3,0	8,0	3,5	7,4	4,2	
	12	13,1	1,9	14,2	0,8	11,8	2,1	12,9	1,1	11,1	2,5	12,0	1,6	10,4	2,8	10,9	2,2	9,6	3,1	9,6	3,1	8,7	3,5	7,9	4,3		
	15	13,7	2,0	15,0	0,7	13,1	2,1	14,0	1,1	12,3	2,5	13,1	1,7	11,5	2,8	11,9	2,3	10,7	3,1	10,5	3,2	10,0	3,7	8,8	4,9		
	50Z	30% Mono Ethylene Glycol solution	-6	6,6	2,3	7,7	1,2	6,0	2,6	7,0	1,6	5,5	3,0	6,6	1,9	5,5	3,3	6,4	2,4	4,8	3,7	5,3	3,2	4,4	4,4	4,2	4,6
			-4	7,4	2,3	8,6	1,1	6,7	2,6	7,8	1,5	6,2	3,0	7,4	1,9	5,8	3,3	6,7	2,4	5,4	3,7	5,9	3,2	5,0	4,3	4,7	4,6
			-2	8,6	2,3	9,8	1,1	7,7	2,6	8,9	1,4	7,2	3,0	8,4	1,8	6,7	3,4	7,7	2,4	6,2	3,8	6,8	3,2	5,7	4,4	5,4	4,6
0			9,5	2,4	10,9	1,0	8,6	2,6	9,9	1,3	8,0	3,1	9,3	1,8	7,5	3,4	8,5	2,4	6,9	3,8	7,5	3,3	6,4	4,4	6,0	4,7	
2			10,3	2,3	11,7	0,9	9,3	2,6	10,6	1,2	8,7	3,1	10,0	1,8	8,1	3,4	9,1	2,4	7,5	3,8	8,0	3,3	6,9	4,4	6,5	4,8	
pure water		5	11,6	2,3	13,0	0,9	10,4	2,6	11,8	1,3	9,8	3,1	11,0	1,8	9,1	3,5	10,1	2,5	8,5	3,9	8,9	3,5	7,8	4,4	7,2	5,0	
		6	12,5	2,4	14,0	0,9	11,3	2,7	12,7	1,3	10,6	3,1	11,9	1,8	9,9	3,5	10,8	2,5	9,2	3,9	9,6	3,5	8,4	4,4	7,8	5,0	
		7	13,0	2,4	14,4	0,9	11,7	2,7	13,1	1,3	11,0	3,1	12,2	1,9	10,2	3,5	11,2	2,5	9,5	3,9	9,9	3,5	8,7	4,4	8,0	5,1	
		8	13,8	2,4	15,3	0,9	12,5	2,7	13,9	1,3	11,7	3,2	13,0	1,9	10,9	3,5	11,8	2,6	10,1	3,9	10,4	3,5	9,2	4,4	8,5	5,1	
		10	15,2	2,3	16,6	0,9	13,7	2,7	15,1	1,3	12,9	3,1	14,1	1,9	12,0	3,5	12,8	2,6	11,1	3,9	11,3	3,6	10,1	4,4	9,2	5,3	
12		16,4	2,3	17,8	1,0	14,8	2,6	16,1	1,3	13,9	3,1	15,1	2,0	13,0	3,5	13,7	2,7	12,0	3,8	12,1	3,7	10,9	4,4	9,9	5,4		
15		17,3	2,6	19,1	0,7	16,4	2,6	17,6	1,4	15,4	3,1	16,4	2,0	14,3	3,5	15,0	2,8	13,3	3,8	13,2	3,9	12,3	4,4	11,3	5,5		
60Z		30% Mono Ethylene Glycol solution	-6	8,0	2,9	9,4	1,4	7,2	3,2	8,5	2,0	6,7	3,7	8,0	2,4	6,2	4,1	7,4	2,9	5,8	4,6	6,5	3,9	5,4	5,4	5,1	5,6
			-4	9,0	2,9	10,5	1,4	8,2	3,2	9,5	1,9	7,6	3,7	9,0	2,3	7,0	4,1	8,2	2,9	6,6	4,6	7,2	4,0	6,1	5,3	5,8	5,7
			-2	10,4	2,9	12,0	1,3	9,4	3,2	10,9	1,7	8,7	3,7	10,2	2,2	8,1	4,1	9,3	2,9	7,5	4,6	8,2	4,0	6,9	5,4	6,6	5,7
	0		11,5	2,9	13,2	1,2	10,4	3,2	12,0	1,6	9,7	3,8	11,3	2,2	9,0	4,2	10,3	3,0	8,4	4,7	9,1	4,0	7,7	5,4	7,3	5,8	
	2		12,5	2,9	14,3	1,1	11,2	3,2	13,0	1,5	10,5	3,8	12,1	2,2	9,8	4,2	11,1	3,0	9,1	4,7	9,8	4,1	8,3	5,4	7,9	5,9	
	pure water	5	14,0	2,9	15,8	1,1	12,7	3,3	14,4	1,6	11,9	3,8	13,4	2,3	11,1	4,3	12,2	3,1	10,3	4,8	10,8	4,3	9,4	5,5	8,7	6,2	
		6	15,2	2,9	17,0	1,1	13,7	3,3	15,4	1,6	12,8	3,9	14,4	2,2	12,0	4,3	13,2	3,1	11,1	4,8	11,6	4,3	10,1	5,5	9,4	6,2	
		7	15,7	2,9	17,5	1,1	14,2	3,3	15,9	1,6	13,3	3,9	14,9	2,3	12,4	4,3	13,6	3,1	11,5	4,8	12,0	4,3	10,5	5,4	9,7	6,2	
		8	16,7	3,0	18,6	1,1	15,1	3,3	16,9	1,6	14,1	3,9	15,8	2,3	13,2	4,3	14,4	3,1	12,2	4,8	12,7	4,3	11,1	5,5	10,3	6,3	
		10	18,4	2,9	20,2	1,1	16,6	3,3	18,3	1,6	15,6	3,9	17,1	2,3	14,5	4,3	15,6	3,2	13,5	4,8	13,8	4,5	12,3	5,4	11,2	6,5	
	12	19,9	2,9	21,6	1,2	18,0	3,2	19,6	1,6	16,9	3,9	18,3	2,4	15,7	4,3	16,7	3,3	14,6	4,7	14,8	4,6	13,3	5,4	12,0	6,6		
	15	20,9	3,2	23,3	0,9	19,9	3,2	21,4	1,7	18,7	3,8	20,0	2,5	17,4	4,3	18,2	3,4	16,1	4,7	16,1	4,7	15,0	5,5	13,7	6,7		
	70Z	30% Mono Ethylene Glycol solution	-6	9,4	3,4	11,2	1,6	8,6	3,8	10,2	2,2	7,9	4,4	9,6	2,7	7,3	4,8	8,8	3,3	6,8	5,4	7,8	4,4	6,2	6,1	6,3	6,0
			-4	10,7	3,4	12,5	1,5	9,7	3,8	11,3	2,1	8,9	4,3	10,7	2,6	8,3	4,8	9,8	3,3	7,7	5,4	8,6	4,5	7,0	6,1	7,0	6,1
			-2	12,3	3,4	14,3	1,4	11,1	3,8	13,0	1,9	10,3	4,4	12,2	2,4	9,6	4,9	11,2	3,3	8,9	5,4	9,8	4,5	8,1	6,1	8,1	6,1
0			13,7	3,5	15,8	1,3	12,3	3,8	14,4	1,7	11,5	4,4	13,5	2,4	10,7	4,9	12,3	3,3	9,9	5,5	10,9	4,6	9,0	6,2	8,9	6,3	
2			14,8	3,4	17,0	1,2	13,3	3,8	15,5	1,7	12,4	4,5	14,5	2,4	11,6	5,0	13,2	3,3	10,8	5,5	11,7	4,6	9,7	6,2	9,6	6,3	
pure water		5	16,6	3,5	18,9	1,2	15,0	3,9	17,1	1,7	14,0	4,5	16,0	2,5	13,1	5,0	14,6	3,5	12,1	5,6	12,9	4,8	11,0	6,2	10,6	6,6	
		6	18,0	3,5	20,3	1,2	16,2	3,9	18,4	1,7	15,2	4,6	17,2	2,5	14,1	5,1	15,7	3,5	13,2	5,7	14,2	4,7	11,8	6,3	11,4	6,6	
		7	18,6	3,5	20,9	1,2	16,8	3,9	19,0	1,7	15,7	4,6	17,8	2,5	14,7	5,1	16,2	3,5	13,7	5,7	14,7	4,7	12,2	6,2	11,8	6,7	
		8	19,8	3,5	22,2	1,2	17,9	3,9	20,1	1,7	16,7	4,6	18,8	2,5	15,6	5,1	17,2	3,5	14,7	5,8	15,8	4,7	13,0	6,3	12,5	6,8	
		10	21,8	3,5	24,1	1,2	19,7	3,9	21,9	1,8	18,4	4,6	20,4	2,6	17,2	5,1	18,7	3,6	16,1	5,7	16,9	4,9	14,3	6,2	13,6	7,0	
12		23,6	3,4	25,8	1,2	21,3	3,9	23,4	1,7	20,0	4,6	21,9	2,7	18,6	5,1	20,0	3,7	17,4	5,7	18,2	5,0	15,5	6,2	14,5	7,1		
15		24,8	3,8	27,7	0,9	23,5	3,9	25,6	1,8	22,1	4,6	23,9	2,8	20,6	5,1	21,8	3,8	19,4	5,8	20,2	5,0	17,5	6,2	16,5	7,2		



Water / water reversible heat pumps

aurea

COOLING AND HEATING OUTPUTS

AUREA MODULO	Cold water T ^a in °C	HOT WATER OUTLET TEMPERATURE °C																								
		30				35				40				45				50				55				
		Pf kW	Pa kW	Pc kW	Pr kW	Pf kW	Pa kW	Pc kW	Pr kW	Pf kW	Pa kW	Pc kW	Pr kW	Pf kW	Pa kW	Pc kW	Pr kW	Pf kW	Pa kW	Pc kW	Pr kW	Pf kW	Pa kW	Pc kW	Pr kW	
80Z	30% Mono Ethylene Glycol solution	-6	10,3	3,8	12,1	2,1	9,5	4,3	10,9	2,9	8,8	4,9	10,3	3,5	8,2	5,5	9,4	4,3	7,7	6,2	8,2	5,8	7,2	7,2	6,5	7,8
		-4	11,7	3,8	13,5	2,0	10,7	4,2	12,2	2,8	10,0	4,9	11,5	3,4	9,3	5,5	10,5	4,3	8,7	6,2	9,2	5,8	8,1	7,1	7,3	7,9
		-2	13,4	3,8	15,4	1,9	12,3	4,2	14,0	2,6	11,4	4,9	13,2	3,2	10,7	5,5	12,0	4,3	10,0	6,3	10,5	5,8	9,2	7,2	8,4	7,9
		0	14,9	3,9	17,0	1,7	13,6	4,3	15,5	2,4	12,8	5,0	14,5	3,2	11,9	5,6	13,2	4,4	11,2	6,3	11,6	5,9	10,2	7,2	9,4	8,1
		2	16,1	3,9	18,3	1,6	14,8	4,2	16,7	2,3	13,8	5,0	15,6	3,2	12,9	5,7	14,2	4,4	12,1	6,4	12,4	6,0	11,0	7,2	10,1	8,2
	pure water	5	18,1	3,9	20,3	1,6	16,6	4,3	18,5	2,4	15,6	5,1	17,3	3,4	14,6	5,7	15,7	4,6	13,6	6,4	13,8	6,3	12,5	7,3	11,1	8,6
		6	19,2	4,0	21,7	1,5	18,0	4,3	19,9	2,4	16,9	5,1	18,6	3,4	15,8	5,7	16,9	4,6	14,7	6,4	14,9	6,3	13,4	7,3	12,1	8,6
		7	20,0	4,0	22,5	1,5	18,6	4,3	20,5	2,4	17,5	5,1	19,2	3,4	16,3	5,7	17,4	4,6	15,2	6,4	15,3	6,3	13,9	7,3	12,5	8,6
		8	21,3	4,0	23,8	1,5	19,8	4,3	21,7	2,4	18,6	5,1	20,3	3,4	17,4	5,8	18,5	4,6	16,2	6,4	16,3	6,4	14,7	7,3	13,2	8,7
		10	23,2	4,1	25,8	1,5	21,8	4,3	23,6	2,5	20,5	5,1	22,1	3,5	19,1	5,7	20,1	4,8	17,8	6,4	17,7	6,5	16,2	7,2	14,4	9,0
		12	25,0	4,0	27,6	1,4	23,6	4,2	25,3	2,4	22,2	5,1	23,6	3,6	20,7	5,7	21,5	4,9	19,3	6,3	18,9	6,7	17,5	7,2	15,4	9,2
		15	27,4	4,1	30,0	1,5	26,0	4,2	27,7	2,6	24,5	5,0	25,8	3,8	22,9	5,7	23,5	5,1	21,3	6,3	20,7	7,0	19,7	7,2	17,6	9,4
		90Z	30% Mono Ethylene Glycol solution	-6	11,3	4,2	13,4	2,1	10,8	4,6	12,4	3,0	10,0	5,3	11,7	3,6	9,3	5,9	10,7	4,5	8,7	6,7	9,3	6,1	8,4	7,4
-4	12,8			4,3	15,1	2,0	12,2	4,6	13,9	2,9	11,4	5,4	13,1	3,6	10,6	6,0	12,0	4,6	9,9	6,8	10,5	6,2	9,3	7,4	8,7	8,0
-2	14,7			4,3	17,2	1,9	14,0	4,7	15,9	2,7	13,0	5,4	15,0	3,4	12,2	6,1	13,6	4,6	11,4	6,8	12,0	6,2	10,6	7,5	10,0	8,1
0	16,4			4,4	19,0	1,7	15,5	4,7	17,7	2,5	14,5	5,5	16,6	3,4	13,5	6,2	15,1	4,7	12,6	7,0	13,3	6,3	11,8	7,6	11,1	8,3
2	17,7			4,4	20,5	1,6	16,8	4,7	19,0	2,4	15,7	5,6	17,8	3,5	14,7	6,2	16,2	4,7	13,7	7,0	14,3	6,4	12,7	7,7	12,0	8,4
pure water	5		19,9	4,4	22,7	1,6	18,9	4,7	21,1	2,5	17,7	5,6	19,7	3,6	16,6	6,3	17,9	4,9	15,4	7,1	15,8	6,7	14,3	7,7	13,2	8,8
	6		21,6	4,5	24,4	1,6	20,4	4,8	22,7	2,6	19,2	5,7	21,2	3,6	17,9	6,4	19,3	5,0	16,7	7,2	17,2	6,8	15,5	7,9	14,5	8,9
	7		22,4	4,5	25,2	1,6	21,2	4,8	23,4	2,6	19,9	5,6	21,8	3,7	18,6	6,4	19,9	5,0	17,4	7,2	17,7	6,9	16,1	7,9	15,0	9,0
	8		23,8	4,5	26,7	1,6	22,5	4,8	24,8	2,6	21,1	5,7	23,1	3,7	19,7	6,4	21,1	5,1	18,5	7,2	18,9	6,9	17,1	7,9	15,9	9,1
	10		26,2	4,5	29,0	1,7	24,8	4,8	26,9	2,7	23,3	5,6	25,2	3,8	21,7	6,4	22,9	5,2	20,4	7,2	20,6	7,0	18,8	7,9	17,5	9,2
	12		27,9	4,6	30,9	1,6	26,5	4,8	28,7	2,6	25,0	5,7	26,9	3,8	23,3	6,4	24,5	5,2	21,8	7,2	21,9	7,1	20,2	7,9	18,7	9,4
	15		30,9	4,5	33,8	1,7	29,3	4,8	31,4	2,7	27,5	5,7	29,3	3,9	25,7	6,4	26,7	5,3	23,9	7,1	23,7	7,3	22,3	7,7	20,3	9,8
	120Z		30% Mono Ethylene Glycol solution	-6	15,4	5,9	18,3	3,1	14,3	6,8	16,6	4,5	13,3	7,5	15,7	5,0	12,6	8,1	14,9	5,8	11,8	9,1	13,0	7,9	10,9	10,4
-4		17,6		6,0	20,5	3,0	16,2	6,8	18,6	4,3	15,1	7,5	17,7	4,9	14,4	8,2	16,6	6,0	13,4	9,3	14,6	8,0	12,1	10,5	12,1	10,5
-2		20,2		6,1	23,4	2,8	18,5	6,9	21,3	4,0	17,3	7,6	20,2	4,6	16,6	8,3	18,9	6,0	15,4	9,4	16,7	8,1	13,8	10,7	13,8	10,6
0		22,4		6,2	26,0	2,6	20,5	6,9	23,7	3,7	19,3	7,8	22,4	4,7	18,5	8,5	20,9	6,1	17,1	9,6	18,5	8,2	15,3	10,9	15,3	10,9
2		24,2		6,1	28,0	2,4	22,2	6,9	25,5	3,6	20,9	7,8	24,0	4,7	20,0	8,6	22,5	6,1	18,6	9,6	19,9	8,3	16,6	10,9	16,5	11,0
pure water		5	27,2	6,2	31,0	2,4	25,0	7,0	28,3	3,7	23,6	7,9	26,6	4,9	22,6	8,6	24,9	6,4	21,0	9,7	22,0	8,7	18,7	11,0	18,2	11,5
		6	29,5	6,3	33,3	2,4	27,0	7,1	30,4	3,7	25,5	8,0	28,6	4,9	24,5	8,8	26,8	6,4	22,3	10,0	23,7	8,5	19,4	10,8	18,4	11,8
		7	30,6	6,2	34,4	2,4	28,0	7,1	31,3	3,8	26,5	8,0	29,5	5,0	25,4	8,7	27,6	6,5	23,6	9,8	24,5	8,8	20,8	10,8	19,7	12,0
		8	32,5	6,3	36,4	2,4	29,8	7,2	33,2	3,8	28,1	8,1	31,2	5,0	27,0	8,8	29,2	6,6	25,1	9,9	26,2	8,8	22,3	11,1	21,5	11,9
		10	35,8	6,3	39,6	2,5	32,8	7,1	36,1	3,9	31,0	8,0	33,9	5,1	29,7	8,7	31,8	6,7	27,7	9,9	28,6	8,9	24,5	11,0	23,4	12,1
		12	38,2	6,4	42,2	2,4	35,0	7,2	38,4	3,8	33,3	8,1	36,2	5,1	31,9	8,8	33,9	6,7	29,7	9,9	30,5	9,1	26,4	11,0	25,1	12,3
		15	42,2	6,3	46,1	2,5	38,8	7,2	42,0	3,9	36,6	8,1	39,5	5,2	35,1	8,8	37,0	6,9	32,5	9,9	33,0	9,5	29,3	11,1	27,8	12,7

Pf : Cooling capacity valid as per operating limits

Pa : Compressor absorbed power

Pc : Heating capacity valid as per operating limits

Pr : Puissance récupérateur eau chaude sanitaire eau 45 / 55 °C

Glycol water utilization zone compulsory

Voir dans le manuel de maintenance la procédure de réglage du débit d'eau sur l'échangeur intérieur (circuit sur eau nappe phréatique)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ RAUGEΟ

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΜΙΑ ΖΩΗ.
ΜΕ ΤΗΝ ΕΓΓΥΗΣΗ REHAU.

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ RAUGEO ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Προσοχή! Σημειακά φορτία

Οι σωλήνες χωρίς χημική δικτύωση μορίων πολυαιθυλενίου (PE-100) πρέπει να τοποθετούνται με επικάλυψη από άμμο, καθώς διαφορετικά μπορεί να προκληθεί θραύση από πέτρες που πιέζουν τους σωλήνες. Οι σωλήνες από πολυαιθυλένιο χημικής δικτύωσης (PE-Xa) είναι ανθεκτικοί σε τέτοια σημειακά φορτία και μπορούν να τοποθετηθούν στο υπάρχον έδαφος χωρίς επικάλυψη από άμμο.

Εάν διαθέτετε μεγάλη ελεύθερη επιφάνεια κοντά στο κτίριο προς θέρμανση, οι οριζόντιοι γεωθερμικοί εναλλάκτες είναι η ιδανική εναλλακτική λύση αντί των κάθετων γεωθερμικών εναλλάκτων. Χαρακτηρίζονται από ικανοποιητικό βαθμό απόδοσης και τοποθετούνται απλά και οικονομικά χωρίς να απαιτείται ειδική διάτρηση εδάφους.

RAUGEO κάθετοι γεωθερμικοί εναλλάκτες PE-Xa

Όπως και ο κάθετος γεωθερμικός εναλλάκτης RAUGEO PE-Xa, αυτός ο συλλέκτης γεωθερμικής ενέργειας αποτελείται από πολυαιθυλένιο χημικής δικτύωσης. Καθώς αυτό το υλικό καθιστά το σωλήνα ιδιαίτερα ανθεκτικό έναντι φθορών και σημειακών φορτίων, το υλικό εκκακής μπορεί κατά κανόνα να επαναχρησιμοποιηθεί ως υλικό υποστρώματος. Έτσι καθίσταται περιττή η δαπανηρή αντικατάσταση εδάφους και μειώνεται το υψηλό κόστος τοποθέτησης. Επίσης λόγω της βελτιωμένης θερμικής αγωγιμότητας του μεικτού εδάφους έναντι της άμμου, αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης και μειώνεται το κόστος λειτουργίας.

RAUGEO collect PE-Xa plus

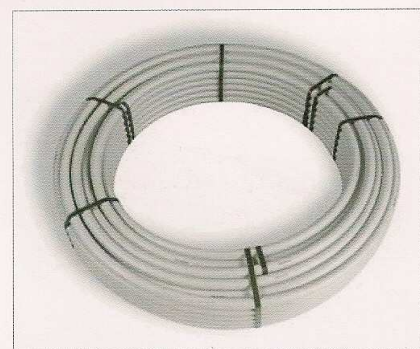
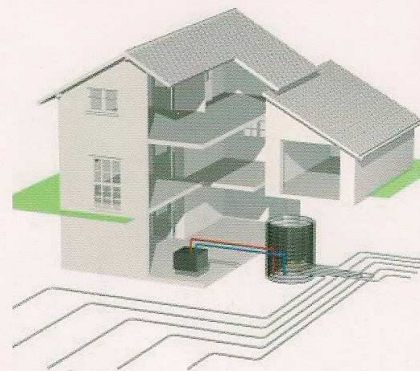
Αυτός ο σωλήνας συλλέκτη διαθέτει τις ίδιες ιδιότητες με το σωλήνα RAUGEO PE-Xa, ωστόσο είναι εφοδιασμένος με μια επιπρόσθετη επίστρωση φραγής οξυγόνου και με προστατευτική στρώση PE-HD. Αυτή η εφαρμογή ενδείκνυται ιδίως όταν δεν έχει διαχωριστεί υδραυλικά η γεωθερμική εγκατάσταση από την εγκατάσταση θέρμανσης. Η επίστρωση φραγής οξυγόνου αποτρέπει την πιθανή διάβρωση του συστήματος.

RAUGEO collect PE 100

Αυτός ο σωλήνας συλλέκτη αποτελεί την εναλλακτική λύση στο σωλήνα PE-Xa και ενδείκνυται για περιοχές με έδαφος υψηλής ποιότητας χωρίς ξένα σώματα. Σε αντίθετη περίπτωση, απαιτείται κατά κανόνα έρμα από άμμο, για την προστασία του σωλήνα από σημειακά φορτία.

Θερμική αγωγιμότητα εδάφους

Όσο καλύτερη είναι η θερμική αγωγιμότητα του εδάφους, τόσο περισσότερη θερμότητα μπορεί να αντληθεί από αυτό. Έτσι αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης της αντίστροφης θερμότητας και μειώνεται η κατανάλωση ρεύματος. Η άμμος έχει μικρή θερμική αγωγιμότητα, ενώ τα μεικτά εδάφη που συγκρατούν την υγρασία σημαντικά μεγαλύτερη. Ο οριζόντιος γεωθερμικός εναλλάκτης RAUGEO collect PE-Xa μπορεί να τοποθετηθεί απευθείας σε έδαφη με καλή αγωγιμότητα.



RAUGEO collect PE-Xa



Τοποθέτηση οριζόντιων γεωθερμικών εναλλάκτων RAUGEO

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Σταυρόπουλος Αλ., 1980**, Το Ενεργειακό Πρόβλημα. Το Παρόν και το Μέλλον', Εκδ. Καραμπερόπουλος, Πειραιάς.
- Balaras, C.A., Kallos G., Stathi A., Kritikou S., 1989**, On the Relationship of Beam Transmittance on Clearness Index for Athens, Greece', Int J. Solar Energy, Vol.7, p.171.
- Gueymard C, 1998**, 'An Isotropic Solar Irradiance Model for Tilted Surfaces and its Comparison with Selected Engineering Algorithms', Solar Energy Vol. 40, pp.175.
- Iqbal M., 1983**, 'An Introduction to Solar Radiation', Academic Press, Toronto.
- Καράγιωργας Μ., 1992**, 'Αντλίες θερμότητας : Διεποχικός συντελεστής συμπεριφοράς και η σχέση του με την οικονομικότητα', 4^ο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Πρακτικά Τομ. Β', Ξάνθη.
- Βραχόπουλος Μ., 2000**, 'Ψυκτικές Διατάξεις', Εκδόσεις ΙΩΝ.
- IEA** . Report on Solar Air Systems-A Design Handbook
- Καράγιωργας Μιχ., ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ**, Σημειώσεις στο Μάθημα «ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΨΥΞΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ», Μάιος 2002.
- ASHRAE, 1997**. Handbook of Fundamentals, American Society of Heating, Refrigeration and Air-conditioning Engineers.
- ARMSTEAD, H.C.H., 1983**. Geothermal Energy. E. & F. N. Spon, London, 404 pp.
- AXELSSON, G. and GUNNLAUGSSON, E., 2000**. Background: Geothermal utilization, management and monitoring. In: Long-term monitoring of high- and lowenthalpy fields under exploitation, WGC 2000 Short Courses, Japan, 3-10.
- BARBIER, E. and FANELLI, M., 1977**. Non-electrical uses of geothermal energy.Prog. Energy Combustion Sci., 3, 73-103.
- BEALL, S. E, and SAMUELS, G., 1971**. The use of warm water for heating and cooling plant and animal enclosures. Oak Ridge National Laboratory, ORNL-TM-3381, 56 pp.
- BENDERITTER, Y. and CORMY, G., 1990**. Possible approach to geothermal research and relative costs. In:Dickson, M.H. and Fanelli, M., eds., *Small GeothermalResources: A Guide to Development and Utilization*, UNITAR, New York, pp. 59-69.
- BROWN, K. L., 2000**. Impacts on the physical environment. In: Brown, K.L.,

ed., Environmental Safety and Health Issues in Geothermal Development, WGC 2000 Short Courses, Japan, 43-56.

BULLARD, E.C., 1965. Historical introduction to terrestrial heat flow. In : Lee, W.H.K., ed. Terrestrial Heat Flow, Amer. Geophys. Un., Geophys. Mon. Ser., **8**, pp.1-6.

COMBS, J. and MUFFLER, L.P.J., 1973. Exploration for geothermal resources. In : Kruger, P. and Otte, C., eds., Geothermal Energy, Stanford University Press, Stanford, pp.95-128.

ENTINGH, D. J., EASWARAN, E. and McLARTY, L., 1994. Small geothermal electric systems for remote powering. U.S. DoE, Geothermal Division, Washington D.C., 12 pp.

FRIDLEIFSSON, I.B., 2001. Geothermal energy for the benefit of the people. Renewable and Sustainable Energy Reviews, **5**, 299-312.

FRIDLEIFSSON, I. B., 2003. Status of geothermal energy amongst the world's energy sources. IGA News, No.52, 13-14.

GARNISH, J.D., ed., 1987. Proceedings of the First EEC/US Workshop on Geothermal Hot-Dry Rock Technology, Geothermics 16, 323-461.

GUDMUNDSSON, J.S., 1988. The elements of direct uses. Geothermics, 17, 119-136.

HOCHSTEIN, M.P., 1990. Classification and assessment of geothermal resources. In: Dickson, M.H. and Fanelli, M., eds., Small Geothermal Resources: A Guide to Development and Utilization, UNITAR, New York, pp. 31-57.

HUTTRER, G.W., 2001. The status of world geothermal power generation 1995-2000. Geothermics, 30, 7-27.

INTERNATIONAL GEOTHERMAL ASSOCIATION, 2001. Report of the IGA to the UN Commission on Sustainable Development, Session 9 (CSD-9), New York, April.

LINDAL, B., 1973. Industrial and other applications of geothermal energy. In: Armstead, H.C.H., ed., Geothermal Energy, UNESCO, Paris, pp.135-148.

LUBIMOVA, E.A., 1968. Thermal history of the Earth. In: The Earth's Crust and Upper Mantle, Amer. Geophys. Un., Geophys. Mon. Ser., **13**, pp.63-77.

LUMB, J. T., 1981. Prospecting for geothermal resources. In: Rybach, L. and Muffler, L.J.P., eds., Geothermal Systems, Principles and Case Histories, J. Wiley & Sons, New York, pp. 77-108.

LUND, J. W., 2001. Geothermal heat pumps- an overview. Bulletin Geo-Heat Center, 22, 1, 1-2.

LUND, J. W., 2003. The USA country update. IGA News, No. 53, 6-9.

LUND, J. W., and BOYD, T. L., 2001. Direct use of geothermal energy in the U.S. – 2001. Geothermal Resources Council Transactions, **25**, 57-60.

LUND, J. W., and FREESTON, D., 2001. World-wide direct uses of geothermal energy 2000. Geothermics **30**, 29- 68.

LUNIS, B. and BRECKENRIDGE, R., 1991. Environmental considerations. In: Lienau, P.J. and Lunis, B.C.,eds., Geothermal Direct Use, Engineering and Design Guidebook, Geo-Heat Center, Klamath Falls, Oregon, pp.437—445.

MEIDAV,T.,1998. Progress in geothermal exploration technology. Bulletin Geothermal Resources Council, **27**, 6,178-181.

MUFFLER, P. and CATALDI, R., 1978. Methods for regional assessment of geothermal resources. Geothermics , **7**, 53—89.

NICHOLSON, K., 1993. Geothermal Fluids. Springer Verlag, Berlin, XVIII-264pp.

POLLACK, H.N., HURTER, S.J. and JOHNSON, J.R.,1993. Heat flow from the Earth's interior: Analysis of the global data set. Rev. Geophys. **31**, 267—280.

RAFFERTY, K., 1997. An information survival kit for the prospective residential geothermal heat pump owner. Bull. Geo-Heat Center , **18**, 2, 1—11.

SANNER, B., KARYTSAS, C., MENDRINOS, D. and RYBACH, L., 2003. Current status of ground source heat pumps and underground thermal energy storage.Geothermics, Vol.32, 579-588.

STACEY, F.D. and LOPER, D.E., 1988. Thermal history of the Earth: a corollary concerning non-linear mantle rheology. Phys. Earth. Planet. Inter. **53**, 167 - 174.

STEFANSSON,V., 2000. The renewability of geothermal energy. Proc. World Geothermal Energy, Japan. On CD-ROM

TENZER, H., 2001. Development of hot dry rock technology. Bulletin Geo-Heat Center, **32**, 4, 14-22.

WERES, O., 1984. Environmental protection and the chemistry of geothermal fluids.Lawrence Berkeley Laboratory, Calif. , LBL 14403, 44 pp.**WHITE, D. E., 1973.** Characteristics of geothermal resources. In: Kruger, P. and Otte,C.,eds., Geothermal Energy, Stanford University Press, Stanford, pp. 69-94.

WRIGHT, P.M., 1998. The sustainability of production from geothermal resources.Bull. Geo-Heat Center, **19**, 2, 9-12.

CRES . Centre of Renewable Energy Sources.

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

<http://iga.igg.cnr.it>

<http://www.geoexchange.org>

<http://www.eere.energy.gov/geothermal>

<http://www.kape.gr>

<http://www.eia.doe.gov/kids/energyfacts/sources/renewable/geothermal.html>

<http://ekofisk.stanford.edu/geotherm.html>

<http://www.waterfurnace.com>

<http://www.waterfurnace.com>