

**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ- ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ-ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**Μελέτη για χρήση παθητικών και μη μέσων, με
σκοπό την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης
στο κτήριο και την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας
σε ρύπους**



Επιβλέπων Καθηγητής : Πάχος Παύλος

Σπουδαστές: Βέης Χαράλαμπος Α.Μ. 35030

Φραγκόπουλος Φώτης Α.Μ. 35139

ΑΘΗΝΑ, Μάιος, 2013

Copyright © Α. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Α. Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μας εργασίας θα θέλαμε με την σειρά μας να ευχαριστήσουμε αρχικά ,τις οικογένειες μας και τον πολύτιμο αγώνα τους όλα αυτά τα χρόνια και την πίστη τους σε εμάς δίνοντας μας την ευκαιρία να αποκτήσουμε τα κατάλληλα εφόδια ώστε να μπορέσουμε να ανταπεξέλθουμε στα μετέπειτα στάδια της ζωής μας. Επίσης ευχαριστούμε τους καθηγητές του ΤΕΙ Πειραιά όπου με την συμβολή τους βοήθησαν στο να γίνει εφικτή η απόκτηση του πτυχίου μας και ιδιαίτερα να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή κ. Πάχο (επιβλέπων πτυχιακής εργασίας) όπου αποτέλεσε καταλυτικό παράγοντα στον τομέα της πτυχιακής μας εργασίας παροτρύνοντας μας να ασχοληθούμε με το θέμα της επιλογής μας παρέχοντας μας πολύτιμες συμβουλές καθ' όλη την πορεία της πτυχιακής μας εργασίας καθώς και ουσιαστική βοήθεια σε ότι χρειαστήκαμε. Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε του επιμέρους φορείς για την διάθεση χρόνου, την ανεκτικότητα καθώς και την συνεργασία τους συμβάλλοντας με αυτό το τρόπο στην ολοκλήρωση της έρευνας μας.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
Περιεχόμενα Πινάκων	2
Περιεχόμενα Εικόνων.....	3
Πρόλογος.....	5
Summary.....	7
Κεφάλαιο 1: Προσδιορισμός Κατοικίας.....	9
Κεφάλαιο 2: Βιοκλιματικός Σχεδιασμός	16
2.1 Γενικά Στοιχεία.....	16
2.2 Μέσα Βιοκλιματικού Σχεδιασμού	17
2.2.1 Συστήματα άμεσου ή απευθείας κέρδους.....	18
2.2.2 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους	18
2.2.3 Ειδικά συστήματα προστασίας του κελύφους και θερμικής προστασίας του κτηρίου	24
Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία	28
3.1 Γενικά Στοιχεία.....	28
3.2 Αρχή Λειτουργίας	29
3.3 Γεωθερμικά Συστήματα.....	30
3.3.1 Γεωθερμικός εναλλακτήρας	30
Γεωθερμικοί Εναλλακτές Ανοικτού Κυκλώματος.....	34
3.3.2 Σύστημα Απόδοσης – Απόληψης Θερμότητας.....	37
Κεφάλαιο 4: Ηλιακά Συστήματα	43
4.1 Τύποι Ηλιακών Συλλεκτών	43
4.1.1 Επίπεδοι Συλλέκτες	43
4.1.2 Συλλέκτες Κενού	46
4.1.3 Θερμοδοχείο	49
4.2 Εφαρμογές των ηλιακών συλλεκτών.....	50
4.2.1 Ηλιακά συστήματα θέρμανσης και ζεστού νερού	50
4.2.2 Ηλιακή ψύξη.....	56
4.2.3 Ηλιακά υβριδικά συστήματα	59
Κεφάλαιο 5: Καυστήρες Θέρμανσης.....	60
5.1 Καυστήρες Πετρελαίου	60
5.2 Καυστήρες Φυσικού Αερίου.....	61
5.3 Καυστήρες Βιομάζας	63
Κεφάλαιο 6: Αντλία θερμότητας	67
Κεφάλαιο 7: Οικονομοτεχνική Μελέτη	71

Παραθέματα

Ανάλυση Κ.Εν.Α.Κ.	82
------------------------	----

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 1: Τιμές για θερμική άνεση σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 15251 (PMV : δείκτης μέσης ψήφου)	16
Πίνακας 2: Θερμοχωρητικότητα δομικών υλικών	18
Πίνακας 3 : Επισκόπηση των πιο κοινών τεχνολογιών ηλιακού κλιματισμού.....	588
Πίνακας 4 : Ενεργειακές απαιτήσεις υπάρχων κτιρίου και σεναρίων 1,2,3 σε Kwh/m ²	74
Πίνακας 5 : Κοστολόγιο αλλαγής καυστήρα σε (€).....	75
Πίνακας 6 : Ενεργειακές απαιτήσεις υπάρχων κτιρίου και σεναρίων 4,5,6 σε Kwh/m ²	75
Πίνακας 7 : Ενεργειακές απαιτήσεις υπάρχων κτιρίου και σεναρίων 7,8,9 σε Kwh/m ²	76

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 1: Βορειοανατολική άποψη της οικίας.....	9
Εικόνα 2 : Νοτιοανατολική άποψη της οικίας.....	10
Εικόνα 3: Νοτιοδυτική άποψη της οικίας.....	10
Εικόνα 4: Βορειοδυτική άποψη της οικίας.....	11
Εικόνα 5: Κάτοψη Υπογείου	11
Εικόνα 6: Κάτοψη Ισογείου.....	12
Εικόνα 7: Κάτοψη 1 ^{ου} ορόφου.....	13
Εικόνα 8: Δυτική πλευρά οικίας	14
Εικόνα 9: Ανατολική πλευρά οικίας	14
Εικόνα 10: Νότια πλευρά οικίας.....	15
Εικόνα 11 : Βόρεια πλευρά κάτοψης.....	15
Εικόνα 12: Εφαρμογή ηλιακού τοίχου σε κατοικία	19
Εικόνα 13: Τοίχος Trombe.....	20
Εικόνα 14: Τρόπος λειτουργίας Θερμοκηπίου	22
Εικόνα 15: Ενεργειακός Σχεδιασμός του κτιρίου της Ε.Σ.Υ.Ε. στην οδό Πειραιώς: Τομή κτιρίου -ανάλυση ηλιασμού και σκιασμού των ηλιακών αίθριων.....	24
Εικόνα 16: Εφαρμογή γεωθερμικού εναλλακτή.....	30
Εικόνα 17: Οριζόντιο σύστημα εναλλακτή	333
Εικόνα 18: Κάθετο σύστημα εναλλακτή	33
Εικόνα 19: Σπειροειδές σύστημα εναλλακτή	34
Εικόνα 20: Αντλία νερού	35
Εικόνα 21: Επιδαπέδια Θέρμανση.....	38
Εικόνα 22: Θέρμανση – Ψύξη Τοίχου	39
Εικόνα 23: Σώματα Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα.....	41
Εικόνα 24: Κεντρικές μονάδες διαχείρισης αέρα.....	42
Εικόνα 25: Επίπεδος Συλλέκτης.....	45
Εικόνα 26: Συλλέκτης κενού	47
Εικόνα 27: Σωλήνας κενού.....	47
Εικόνα 28: Λειτουργία συλλεκτών κενού	48
Εικόνα 29: Παροχή ηλιακού Ζεστού Νερού Χρήσης.....	51
Εικόνα 30: Ηλιακός Θερμοσίφωνας.....	52
Εικόνα 31: Ηλιακό σύστημα θέρμανσης κλειστού και ανοιχτού κυκλώματος.....	53
Εικόνα 32: Ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού κλειστού κυκλώματος.....	56
Εικόνα 33: Καυστήρας Φυσικού Αερίου	62

Εικόνα 34 : Καυστήρας Βιομάζας	64
Εικόνα 35: Διάγραμμα λειτουργίας του φρέον.....	68
Εικόνα 36: Κύκλοι αντλίας θερμότητας.....	68
Εικόνα 37: Ενεργειακές κατηγορίες.....	73
Εικόνα 38: Ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση (σε Kwh/m2).....	78
Εικόνα 39: Ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση (σε Kcal/m2).....	79
Εικόνα 40: Ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση (σε Kwh/m2).....	80
Εικόνα 41: Ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση (σε BTU/m2).....	80
Εικόνα 42: Γενικά στοιχεία μονοκατικίας.....	83
Εικόνα 43: Στοιχεία αδιαφανών επιφανιών.....	84
Εικόνα 44: Γωνίες σκίασης.....	85
Εικόνα 45: Κάτοψη ισογείου με γωνίες σκίασης.....	86
Εικόνα 46: Κάτοψη 1 ^{ου} ορόφου με γωνίες σκίασης.....	86
Εικόνα 47: Στοιχεία επιφανιών σε επαφή με το έδαφος.....	87
Εικόνα 48: Στοιχεία αδιαφανών επιφανιών.....	87
Εικόνα 49: Στοιχεία αδιαφανών επιφανιών νότιας πλευράς.....	88
Εικόνα 50: Στοιχεία υπάρχων τρόπου θέρμανσης.....	88
Εικόνα 51: Στοιχεία υπάρχων τρόπου Ψύξης.....	89
Εικόνα 52: Στοιχεία υπάρχων τρόπου Z.N.X.....	89
Εικόνα 53: Στοιχεία αδιαφανών επιφανιών 1 ^{ου} σεναρίου.....	90
Εικόνα 54: Στοιχεία διαφανών επιφανιών 2 ^{ου} σεναρίου.....	90
Εικόνα 55: Στοιχεία τρόπου Z.N.X.....	91
Εικόνα 56: Στοιχεία ηλεκτρικού θερμαντήρα.....	91
Εικόνα 57: Στοιχεία τρόπου ψύξης.....	92
Εικόνα 58: Στοιχεία καυστήρα πετρελαίου νέας γενιάς.....	92
Εικόνα 59: Στοιχεία καυστήρα φυσικού αερίου	92
Εικόνα 60: Στοιχεία καυστήρα βιομάζας.....	93
Εικόνα 61: Στοιχεία τρόπου ψύξης.....	93
Εικόνα 62: Στοιχεία ηλιακών συλλεκτών.....	94
Εικόνα 63: Στοιχεία αντλίας θερμότητος (θέρμανση).....	94
Εικόνα 64: Στοιχεία αντλίας θερμότητος (ψύξη).....	95
Εικόνα 65: Στοιχεία ηλεκτρικού θερμαντήρα.....	95
Εικόνα 66: Στοιχεία αντλίας θερμότητος (θέρμανση).....	96
Εικόνα 67: Στοιχεία αντλίας θερμότητος (ψύξη).....	96
Εικόνα 68: Στοιχεία ηλιακών συλλεκτών.....	96

Πρόλογος

Ο κτιριακός τομέας ευθύνεται για το 40% της κατανάλωσης ενέργειας σε Ευρωπαϊκό επίπεδο και για το ένα τρίτο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Για να μπορέσει όμως να αλλάξει αυτή η κατάσταση, η κοινωνία θα πρέπει να γίνει ενεργειακά πιο αποδοτική και αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την αντικατάσταση των υπαρχόντων κτιρίων από τα ενεργειακά έξυπνα κτίρια.

Στην Ελλάδα, οι ανάγκες για θέρμανση των κατοικιών ανέρχονται περίπου στο 70% της συνολικής ενεργειακής τους κατανάλωσης. Η κατανάλωση ενέργειας για τις οικιακές συσκευές, το φωτισμό και τον κλιματισμό ανέρχεται στο 18% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου. Οι κατοικίες με κεντρικό σύστημα θέρμανσης, το οποίο χρησιμοποιεί ως καύσιμο αποκλειστικά το πετρέλαιο αντιστοιχούν στο 35,5% του συνόλου και το υπόλοιπο 64% είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες που χρησιμοποιούν σε ποσοστό 25% πετρέλαιο, 12% ηλεκτρισμό και 18% καυσόξυλα. Στην χώρα μας, η κατανάλωση ενέργειας συνεχώς αυξάνεται, κυρίως εξαιτίας της συνεχώς αυξανόμενης χρήσης των κλιματιστικών. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μεγάλη οικονομική επιβάρυνση των καταναλωτών. Πέρα από τις οικονομικές επιπτώσεις που έχει η χρήση κλιματιστικών, αναμφισβήτητα σημαντικότερη είναι η επιβάρυνση που προκαλούν στο περιβάλλον.

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται εν μέρει με τον κατάλληλο σχεδιασμό του κτιρίου και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων και εν μέρει μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασής του, καθώς και των σχετικών τεχνικών μελετών που τον προδιαγράφουν. Άλλος ένας καθοριστικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας

είναι η ενεργειακή διαχείριση του κτιρίου, μία συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων. Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο μπορεί να αφορούν το κτιριακό κέλυφος (π.χ. θερμομόνωση, κατάλληλα συστήματα ανοιγμάτων, παθητικά ηλιακά συστήματα), τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου (π.χ. χρήση βλάστησης), τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού και τις ηλεκτρικές συσκευές. Πέρα από τα παραπάνω η εξοικονόμηση ενέργειας συνδέεται με την ορθολογική χρήση του κτιρίου και την αξιοποίηση των δομικών του στοιχείων (π.χ. ενεργειακή διαχείριση, φυσικός αερισμός, αξιοποίηση της θερμικής μάζας).

Η τεχνογνωσία και η τεχνολογία για το σχεδιασμό και τη κατασκευή ενεργειακά έξυπνων κτιρίων σήμερα θεωρείται δεδομένη και μάλιστα το κόστος μιας τέτοιας κατασκευής, χωρίς εγκατάσταση ενεργειακών συστημάτων, δε ξεπερνά κατά πολύ της συμβατικές κατασκευές και δεδομένου της εξοικονομήσεις ενέργειας που μας προσφέρουν μπορούμε να πούμε πως είναι και πιο οικονομικές. Η πρόκληση που συναντάμε σήμερα είναι η βελτιστοποίηση των υφιστάμενων κτιρίων τα οποία είναι σημαντικά ενεργοβόρα και πλήττουν οικονομικά τόσο το κράτος όσο και το καταναλωτή.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μετατροπή μίας υφιστάμενης κατοικίας από ενεργοβόρο σε μη ενεργοβόρο κατοικία. Συγκεκριμένα, αναπτύσσονται στην εργασία μέθοδοι που μπορούν να εφαρμοστούν, ώστε σε μια κατοικία να επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας, τέτοιες μέθοδοι είναι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, η χρήση της γεωθερμίας και των ηλιακών συστημάτων, καθώς και των κατάλληλων καυστήρων θέρμανσης.

Λέξεις κλειδιά: Ενεργειακή απόδοση κτιρίων, Θέρμανση, Ηλιακή ενέργεια, Ηλιοθερμικά συστήματα

Summary

The building sector is responsible for 40% of energy consumption at European level and the third factor of greenhouse gas emissions. However, this situation can change, if the society becomes more energy efficient and replace the existing building by energy intelligent buildings.

In Greece, the needs for residential heating account approximately 70% of total energy consumption. The energy consumption for household appliances, lighting and air conditioning amounts account nearly 18% of the total energy balance. The houses with central heating system, which use oil fuel exclusively, represent the 35.5% and the remaining 64% are self-heated houses that use 25% oil, 12% electricity and 18% firewood. In our country, the energy consumption is growing, mainly because of the increasing use of air conditioners. This has resulted an increase on the electric peak load and this results high cost to consumers. Beyond the economic impact of the use of air conditioners, more important is the burden, which they cause to the environment.

The energy savings in a building partly is guaranteed by the appropriate design of the building and the use of efficient energy systems, which requires excellent quality of the relevant equipment and facilities. Another important factor in saving energy is the energy management of the building, a systematic and continuous activity that consists of a predetermined set of administrative, technical and economic activities. Interventions for energy saving in a building may be on the building shell (insulation, suitable opening system, passive solar systems), the surroundings of the building (use of vegetation), the heating, cooling, lighting, hot water and electrical appliances. Apart from the above, the energy savings associated with the rational use of the building (eg energy management, natural ventilation, use of thermal mass).

The expertise and technology for the design of energy-smart buildings today are taken for granted and even the cost of such construction or installation of energy systems does not surpass the cost of the conventional structures and taking into account the energy savings that we have, we can tell that it is more economical. The challenge that we encounter today is the optimization of existing buildings, which are significantly energy consuming.

The purpose of this thesis is to convert an existing residence from a non-energy-intensive housing. Specifically, we develop the methods, which can be applied so as to achieve energy savings, such methods are bioclimatic design, the use of geothermal and solar systems, and the appropriate burner units.

***Keywords:* Energy efficiency of houses, Heat, Solar energy, Solar- thermal systems**

Κεφάλαιο 1: Προσδιορισμός Κατοικίας

Στα πλαίσια των αναγκών της πτυχιακής εργασίας οι εφαρμογές θα γίνουν σε ένα εικονικό σπίτι της δεκαετίας του 80'. Μέχρι και τη δεκαετία του 80' δεν υπήρχε κανένας κανονισμός για τη θερμομόνωση των κτιρίων και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με ότι το σχετικά υψηλό κόστος εγκατάστασης θερμομόνωσης είχε σαν αποτέλεσμα κανένα σπίτι να μην έχει επαρκή θερμομόνωση. Επίσης, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι τα κουφώματα που χρησιμοποιούσαν τότε ήταν αλουμινένια με απλό τζάμι.

Η οικία θεωρούμε ότι βρίσκεται στα βόρεια προάστια του νομού Αττικής. Πρόκειται για μεζονέτα με υπόγειο και μικρό κήπο. Είναι μόνιμη κατοικία τετραμελούς οικογένειας. Στις εικόνες που παρατίθενται παρουσιάζονται οι απόψεις της οικίας, οι οποίες έχουν σχεδιαστεί με τη βοήθεια του προγράμματος “3D MAX” και τα σχέδια της οικίας που έχουν σχεδιαστεί με τη βοήθεια του προγράμματος “AutoCAD” (βλ.εικόνες 1,2,3,4):



Εικόνα 1: Βορειοανατολική άποψη της οικίας



Εικόνα 2 : Νοτιοανατολική άποψη της οικίας.

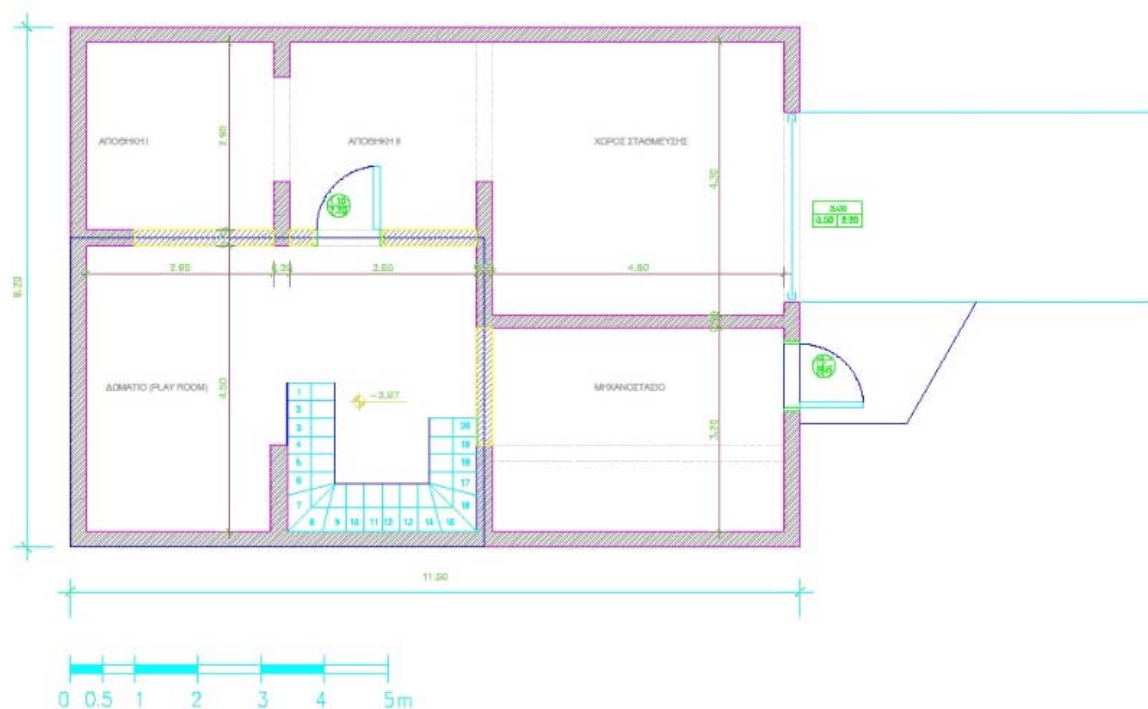


Εικόνα 3: Νοτιοδυτική άποψη της οικίας



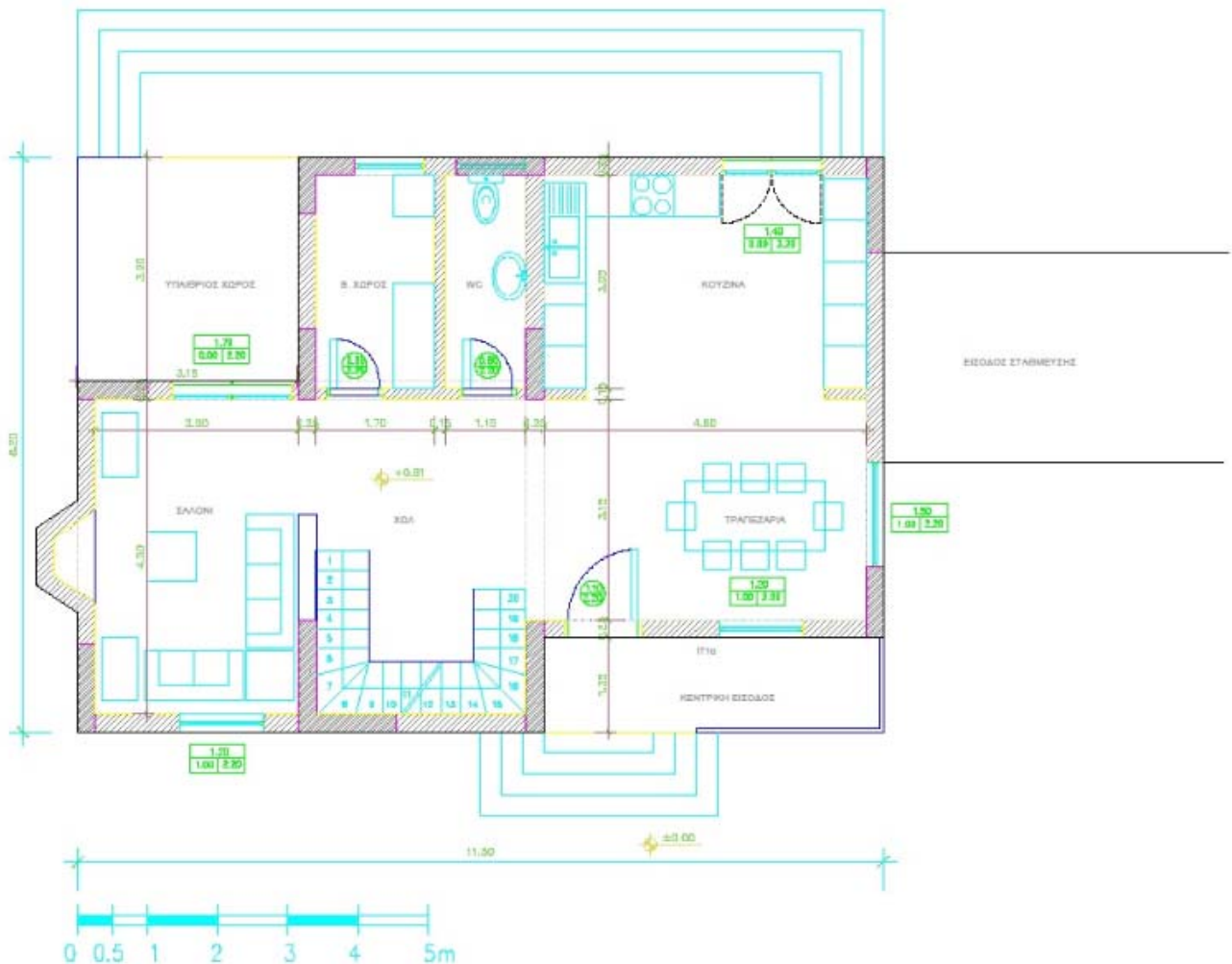
Εικόνα 4: Βορειοδυτική άποψη της οικίας

Το σπίτι συνίσταται από τα εξής μέρη:



Εικόνα 5: Κάτοψη Υπογείου

1. Το Υπόγειο (βλ.εικονα 5), το οποίο περιλαμβάνει ως εσωτερικό χώρο, το δωμάτιο (play room) που είναι 27.6m^2 και τους εξής μη μονωμένους εσωτερικούς χώρους
- Αποθήκη Ι (27.6m^2)
 - Αποθήκη ΙΙ (27.6m^2)
 - Χώρος στάθμευσης (Garaz) (27.6m^2)
 - Μηχανοστάσιο (27.6m^2)



Εικόνα 6: Κάτοψη Ισογείου

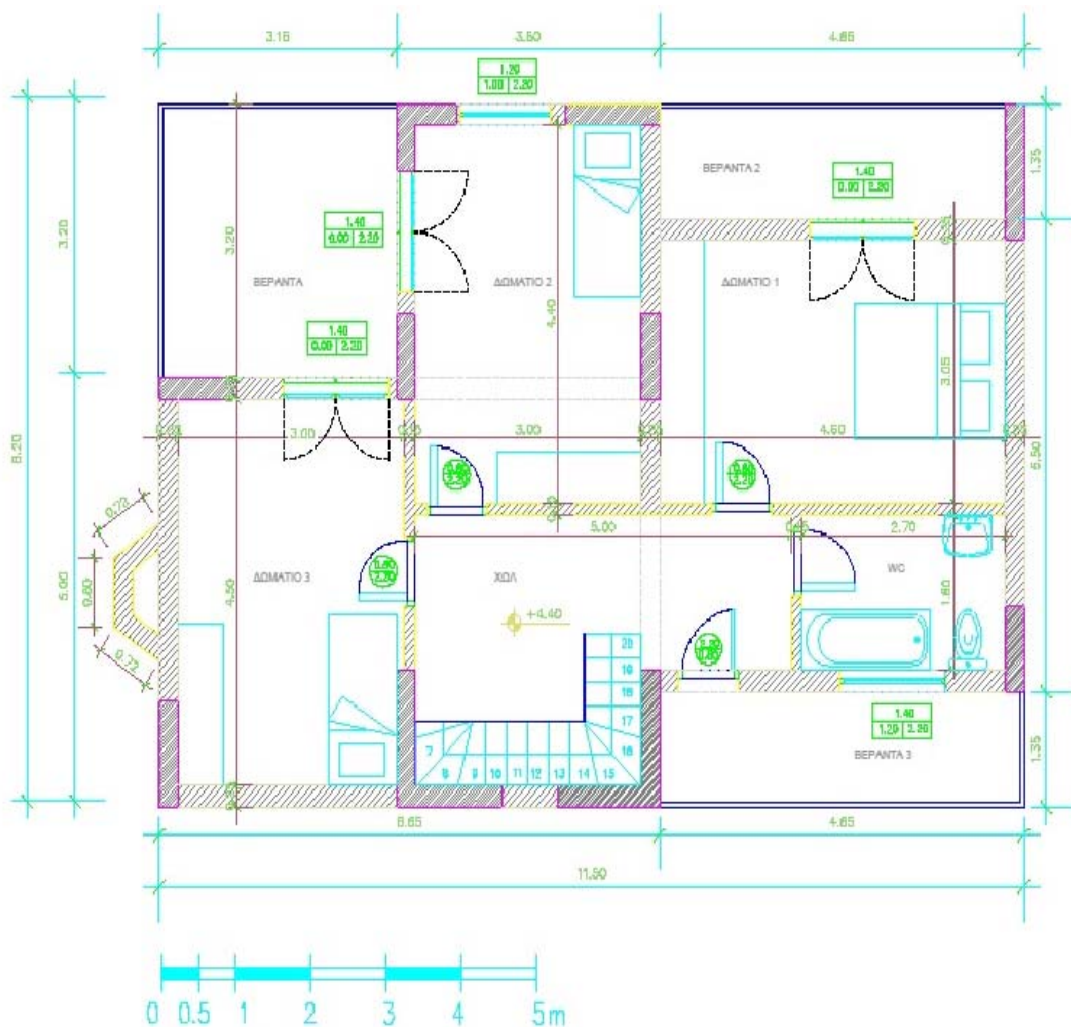
2. Το Ισόγειο (βλ.εικονα 6) που περιλαμβάνει τους παρακάτω εσωτερικούς χώρους :
- Καθιστικό (27.6m^2)
 - Τραπεζαρία (14.5m^2)
 - Κουζίνα (14.0m^2)
 - Β. χώρος (05.0m^2)
 - WC (03.5m^2)

Και τους εξής εξωτερικούς χώρους:

- Β.Δ. Αυλή (10.5m^2)
- Ν.Α. Αυλή Κ. Είσοδος (06.6m^2)

3. Τον 1^ο όροφο του κτιρίου (βλ.εικονα 7), όπου περιλαμβάνονται οι εξής εσωτερικοί χώροι :

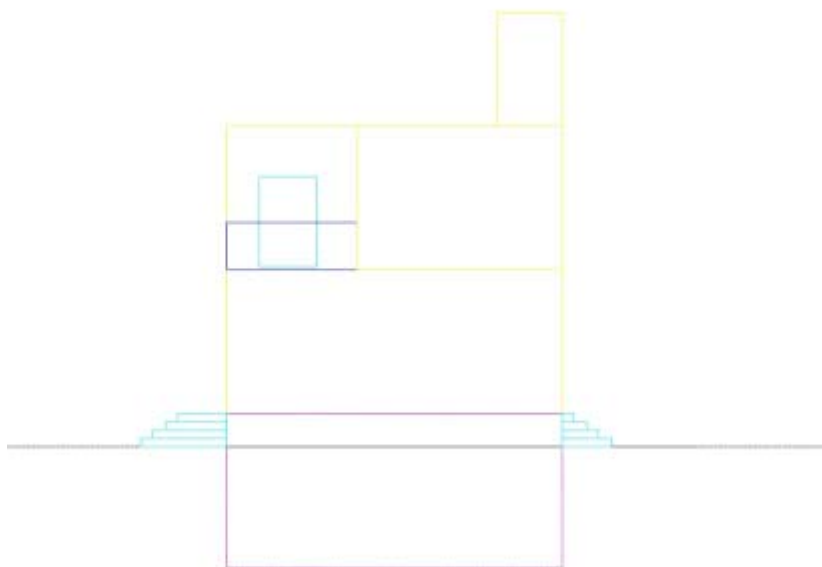
- Δωμάτιο 1 (14.0m^2)
- Δωμάτιο 2 (13.2m^2)
- Δωμάτιο 3 (13.5m^2)
- WC (04.9m^2)
- Χωλ (09.0m^2)



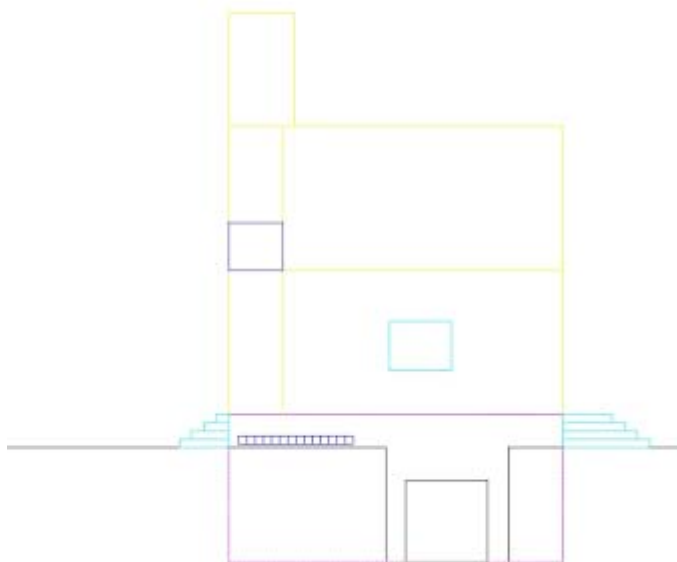
Εικόνα 7: Κάτοψη 1^{ου} ορόφου

Και τους παρακάτω εξωτερικούς χώρους:

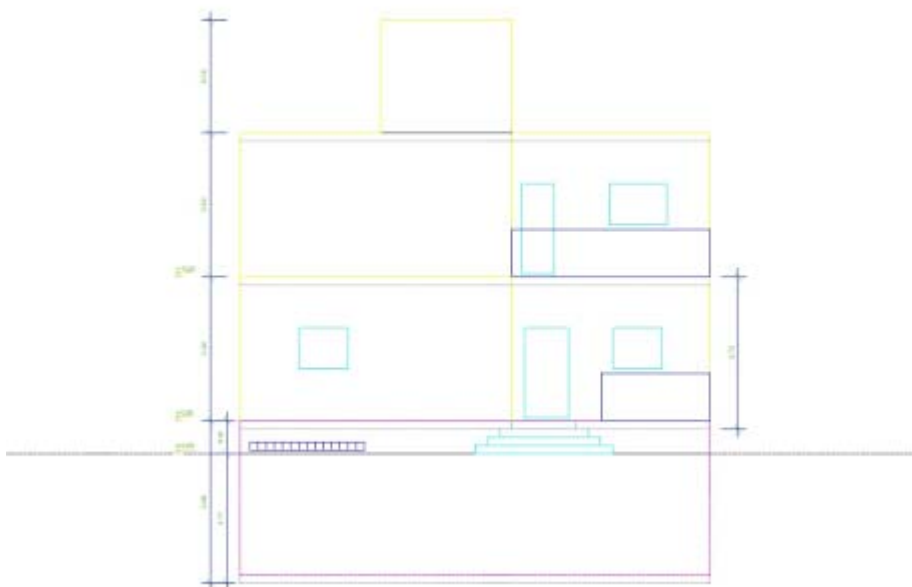
- Β.Δ. Βεράντα 1 (10.5m^2)
- Β.Α. Βεράντα 2 (06.0m^2)
- Ν.Α. Βεράντα 3 (06.6m^2)



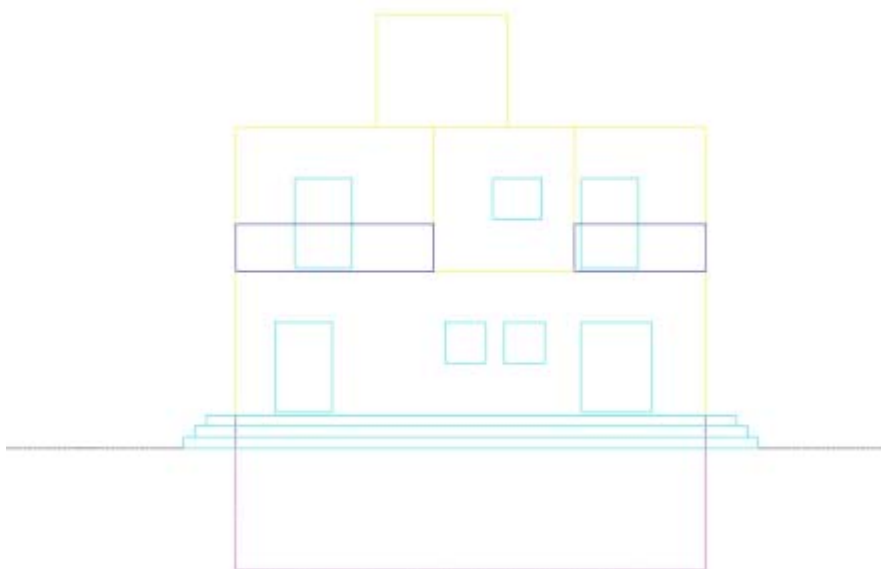
Εικόνα 8: Δυτική πλευρά οικείας



Εικόνα 9: Ανατολική πλευρά οικείας



Εικόνα 10: Νότια πλευρά οικίας



Εικόνα 11 : Βόρεια πλευρά κάτοψης

Οι δύο όροφοι και το υπόγειο επικοινωνούν εσωτερικά με σκάλες.

Κεφάλαιο 2: Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

2.1 Γενικά Στοιχεία

Σημαντικά ποσά ενέργειας καταναλώνονται ετησίως, ώστε να εξασφαλίζεται η θερμική άνεση τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι στις οικίες. Με τον όρο θερμική άνεση ορίζεται η κατάσταση κατά την οποία ο εγκέφαλος εκφράζει την ικανοποίηση του όσον αφορά το θερμικό περιβάλλον. Η κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας έχει δημιουργήσει σημαντικά προβλήματα στο περιβάλλον και για αυτό το λόγο γίνονται προσπάθειες εξοικονόμησης ενέργειας. Με τη βοήθεια του βιοκλιματικού σχεδιασμού μπορεί να επιτευχθεί σημαντική μείωση των ενεργειακών αυτών απαιτήσεων. Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγραφούν οι πιο αξιόλογες και υλοποιήσιμες εφαρμογές του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε μία κατοικία.

Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται οι τιμές που αντιστοιχούν στα διάφορα επίπεδα θερμικής άνεσης. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τις τιμές που αντιστοιχούν στα διάφορα επίπεδα θερμικής άνεσης (βλ. Πίνακα 1).

1. Υψηλά επίπεδα θερμικής άνεσης.	Συνίσταται για χώρους με ιδιαίτερα ευαίσθητα άτομα (ασθενείς, βρέφη, άτομα τρίτης ηλικίας) ± 0.2 PMV (21°C - 25°C)
2. Κανονικά επίπεδα θερμικής άνεσης.	Συνίσταται για νέα κτήρια και προσφάτως ανακαινισμένα. ± 0.5 PMV (20°C - 26°C)
3. Αποδεκτά επίπεδα θερμικής άνεσης.	Συνίσταται για τα ήδη υπάρχοντα κτήρια. ± 0.7 PMV (19°C - 27°C)
4. Μη αποδεκτά επίπεδα θερμικής άνεσης.	Ενδεχομένως ορισμένα κτήρια να ανήκουν στη συγκεκριμένη κατηγορία μόνο για ορισμένα χρονικά διαστήματα.

Πίνακας 1: Τιμές για θερμική άνεση σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 15251 (PMV : δείκτης μέσης ψήφου)

Οι παράγοντες που καθορίζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου είναι το σχήμα

και το περιβάλλον ενός κτηρίου. Οι νότιες προσόψεις είναι πιο αξιόλογες όσον αφορά τη δυνατότητα συλλογής ακτινοβολίας κατά το χειμώνα και αποφυγή της υπερθέρμανσης κατά τη διάρκεια του θέρους. Μελέτες αναδεικνύουν ως βέλτιστο προσανατολισμό αυτόν να βρίσκεται 17.5ο ανατολικότερα του Νότου για βόρεια γεωγραφικά πλάτη 40ο (όταν η Ελλάδα βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος 38ο). Το χειμώνα παρέχεται προστασία από τους βόρειους ανέμους και το καλοκαίρι μειώνονται οι συνθήκες υπερθέρμανσης. Πέρα από τα ηλιακά κέρδη ο προσανατολισμός ενός κτηρίου σχετίζεται και με τις συνθήκες φυσικού φωτισμού. Οι χώροι συχνής χρήσης και με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις προσανατολίζονται προς το νότο ενώ οι υπόλοιποι χώροι προς τη βόρεια πλευρά του κτηρίου. Κυρίως για τα εύκρατα κλίματα στη βορινή πλευρά (η οποία είναι και η ψυχρότερη και σκοτεινότερη) τοποθετούνται χώροι μικρότερης χρήσης όπως αποθήκες, κλιμακοστάσια και parking. Οι χώροι αυτοί λειτουργούν και ως χώροι ανάσχεσης και μετριάζουν τις εξωτερικές θερμοκρασιακές συνθήκες.

Πλέον όλα τα νέα κτήρια κατασκευάζονται κατόπιν αναλυτικών εθνικών προδιαγραφών για την ενεργειακή τους απόδοση. Υπάρχουν πολλές αρχιτεκτονικές – εργολαβικές εταιρίες οι οποίες ασχολούνται κυρίως ή και αποκλειστικά με τη μελέτη – κατασκευή βιοκλιματικών κτιρίων. Ανάλογα με το χώρο και τη χρήση του κτηρίου εφαρμόζονται οι περισσότερες από τις παραπάνω μεθόδους.

Σε κάποια κτήρια, όπου δεν έχει υλοποιηθεί μελέτη βιοκλιματικού σχεδιασμού δεν είναι εύκολο να εφαρμοστούν όλες οι μέθοδοι που αναφέρουμε πιο κάτω. Κύριοι λόγοι είναι ο κακός προσανατολισμός του κτιρίου, η έλλειψη τεχνογνωσίας και των μηχανικών για την αναθέτηση μιας τέτοιας εφαρμογής καθώς και η ασύμφορη οικονομικά εγκατάστασή τους. Στην οικεία που θα εξεταστεί υπάρχει δυνατότητα να εφαρμοστούν οι εξής μέθοδοι:

- ◆ Αλλαγή κουφωμάτων και υαλοπινάκων
- ◆ Εξωτερικό κέλυφος θερμομόνωσης κτιρίου
- ◆ Τοποθέτηση εξωτερικών σκιάστρων

2.2 Μέσα Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Τα ηλιακά παθητικά συστήματα μπορούν να παρέχουν στο σπίτι θέρμανση και δροσιά από την εκμετάλλευση φυσικών πόρων ενέργειας και διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

2.2.1 Συστήματα άμεσου ή απευθείας κέρδους

Το σύνολο των δομικών στοιχείων και υλικών ενός κτιρίου που έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν θερμότητα αποτελεί τη θερμική μάζα του κτηρίου. Αξιοποιώντας σωστά αυτή τη μάζα μειώνονται οι ενεργειακές απαιτήσεις για την παροχή θέρμανσης το χειμώνα και ψύξης το καλοκαίρι αντίστοιχα. Τα καταλληλότερα υλικά για τη θερμική μάζα είναι η πέτρα, οι φυσικοί λίθοι, τα τούβλα και οι κεραμικές πλάκες (βλ.Πίνακα 2). Τα εν λόγω υλικά έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν ως μέσα αποθήκευσης θερμότητας σε μεγάλες ποσότητες, χωρίς τα ίδια να γίνονται θερμά και να αποβάλουν τη θερμότητα αυτή σχετικά αργά όταν το περιβάλλον γίνει ψυχρότερο.

Υλικά	θερμοχωρητικότητα (KJ/m ³ °C)
Μπετόν	1680-2500
Πέτρα	1596
Τούβλο	1200
Νερό	4212
Ξύλο	528-820

Πίνακας 2: Θερμοχωρητικότητα δομικών υλικών

Συγκεκριμένα το χειμώνα η ηλιακή ενέργεια αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία του κτηρίου κατά τη διάρκεια της ημέρας και κατά τη διάρκεια της νύχτας, όπου η θερμοκρασία πέφτει και η ηλιακή ενέργεια απελευθερώνεται υπό τη μορφή θερμότητας στον εσωτερικό χώρο του σπιτιού μειώνοντας με τον τρόπο αυτό τις ενεργειακές απαιτήσεις για τη θέρμανση του χώρου. Τη διάρκεια του καλοκαιριού λόγω υπερθέρμανσης φροντίζουμε να έχουμε καλό εξαερισμό, έτσι ώστε τη διάρκεια της νύχτας να απελευθερώνεται η θερμότητα στους εξωτερικούς χώρους. Επίσης θα πρέπει να εξασφαλίζεται η ύπαρξη σκιάς στο σπίτι για να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο το θερμικό κέρδος από τον ήλιο. Το σημαντικότερο είναι η θερμική μάζα να συνδυάζεται με επαρκή μόνωση του εξωτερικού κελύφους του κτηρίου για πραγματοποιείται η μεγαλύτερη δυνατή απόδοση.

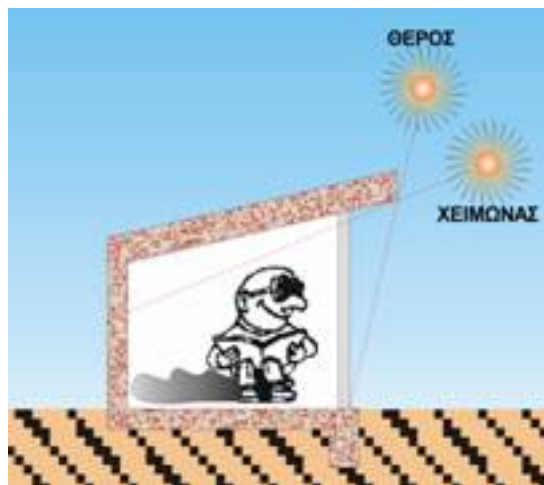
2.2.2 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους

Συστήματα έμμεσου κέρδους είναι τα παθητικά ηλιακά συστήματα που συλλέγουν την

ηλιακή ενέργεια και την αποδίδουν με έμμεσο τρόπο στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου, είτε μέσω δομικών στοιχείων, είτε μέσω ανοιγμάτων διαφόρων ειδών (θυρίδων, αγωγών, κ.ά.). Τα συστήματα αυτά συνήθως προσαρτώνται σε νότιες όψεις κτιρίων. Τα συστήματα έμμεσου κέρδους χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες:

Α. Ηλιακοί τοίχοι

Οι ηλιακοί τοίχοι αποτελούνται από τοιχοποιίες συνδυαζόμενες με υαλοστάσιο, τοποθετημένο εξωτερικά, σε απόσταση 5-15 cm. Η τοιχοποιία μπορεί να είναι είτε τοίχος, χωρίς μόνωση, μεγάλης θερμικής μάζας, είτε θερμομονωμένη κατασκευή. Το υαλοστάσιο μπορεί να είναι σταθερό ή ανοιγμένο και να φέρει μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες. Οι ηλιακοί τοίχοι συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και τη μεταδίδουν σε μορφή θερμότητας στους χώρους (βλ.εικόνα 12). Στην Ελλάδα, οι ηλιακοί τοίχοι εφαρμόζονται κυρίως στις κατοικίες.



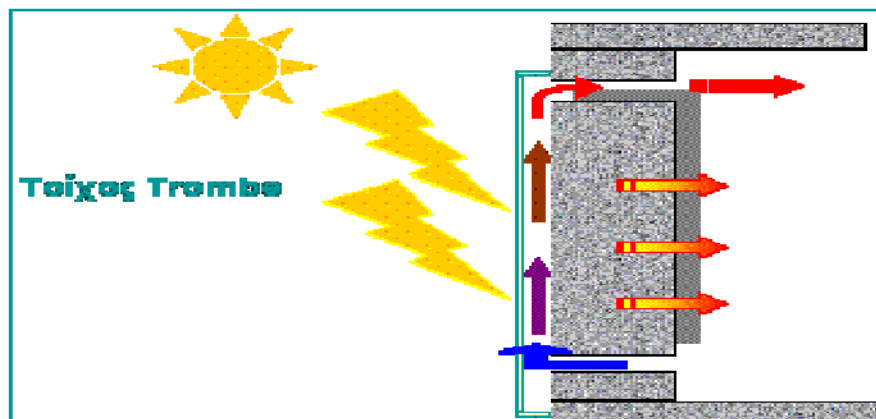
Εικόνα 12: Εφαρμογή ηλιακού τοίχου σε κατοικία

Από μετρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί προκύπτει ότι οι ηλιακοί τοίχοι μπορούν να εξοικονομήσουν ενέργεια όσον αφορά τη θέρμανση κατοικιών σε ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ του 10% και του 40% (μεγαλύτερη συνεισφορά εξοικονόμησης σε περιοχές με σχετικά ήπιο κλίμα).

✘ Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης

Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης περιλαμβάνουν ένα τοίχο κατασκευασμένο από υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας, όπως το σκυρόδεμα, η πέτρα, τα συμπαγή τούβλα ή δοχεία που περιέχουν νερό ή άλλο υλικό (υλικό αλλαγής φάσης). Η εξωτερική τους επιφάνεια είναι σκούρου χρώματος, ώστε να αυξάνεται η απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας. Η ακτινοβολία που απορροφάται μεταδίδεται με αγωγή, ακτινοβολία και συναγωγή (μεταφορά μέσω του αέρα) στον εσωτερικό χώρο.

Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης μπορεί να είναι απλοί τοίχοι μάζας (χωρίς θερμοσιφωνική ροή, χωρίς θυρίδες) είτε συμπαγούς κατασκευής, είτε αποτελούμενοι από δοχεία νερού. Για όλους τους τοίχους θερμικής αποθήκευσης απαιτείται προστασία από τον ήλιο της συλλεκτικής επιφάνειας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού με κινητά εξωτερικά πετάσματα. Παράλληλα, συνιστάται κατά τη διάρκεια της νύχτας να ανοίγονται τμήματα του υαλοστασίου, ώστε ο αέρας που βρίσκεται στο διάκενο, να κατευθύνεται προς το εξωτερικό περιβάλλον, παρασύροντας και τον αέρα του εσωτερικού χώρου. Στις περιοχές όπου παρατηρούνται χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη χειμερινή περίοδο συνιστώνται διπλοί υαλοπίνακες στο υαλοστάσιο, καθώς και νυχτερινή προστασία με κινητά θερμομονωτικά εσωτερικά (στο διάκενο) ή εξωτερικά πετάσματα.



Εικόνα 13: Τοίχος Trombe

✘ Τοίχος Trombe

Η λειτουργία των τοίχων Trombe είναι η εξής: Κατά τη διάρκεια της νύχτας και τις νεφοσκεπείς ημέρες οι θυρίδες στο επάνω μέρος του τοίχου μπορούν να παραμένουν κλειστές, ώστε να εμποδίζεται η αντίστροφη κίνηση του θερμού αέρα από το χώρο προς

την εξωτερική ψυχρή επιφάνεια του υαλοπίνακα. Για όλους τους τοίχους θερμικής αποθήκευσης απαιτείται προστασία από τον ήλιο της συλλεκτικής επιφάνειας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού με κινητά εξωτερικά πετάσματα. Παράλληλα, συνιστάται κατά τη διάρκεια της νύχτας να ανοίγουν τμήματα του υαλοστασίου, ώστε ο αέρας που βρίσκεται στο διάκενο, να κατευθύνεται προς το εξωτερικό περιβάλλον, παρασύροντας και τον αέρα του εσωτερικού χώρου (βλ.εικόνα 13). Στις περιοχές όπου παρατηρούνται χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη χειμερινή περίοδο συνιστώνται διπλοί υαλοπίνακες στο υαλοστάσιο, καθώς και νυχτερινή προστασία με κινητά θερμομονωτικά εσωτερικά (στο διάκενο) ή εξωτερικά πετάσματα.

✖ **Θερμοσιφωνικό πανέλο**

Το θερμοσιφωνικό πανέλο αποτελεί σύστημα παρόμοιας κατασκευής και λειτουργίας με τον τοίχο Trombe - Michel, χωρίς να απαιτείται και η λειτουργία της θερμικής μάζας. Η βασική διαφορά από τον τοίχο μάζας θερμοσιφωνικής ροής είναι ότι ο τοίχος του πανέλου απομονώνεται θερμικά από το διάκενο με χρήση θερμομόνωσης και η μεταφορά θερμότητας γίνεται μόνο με συναγωγή (μεταφορά) από τον αέρα του διακένου, ο οποίος μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο μέσω των θυρίδων ή αγωγών.

Επί πλέον, το θερμοσιφωνικό πανέλο συνήθως φέρει στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου προς το διάκενο μεταλλική απορροφητική πλάκα για μεγαλύτερη απόδοση. Έτσι, κατά τη χειμερινή περίοδο, η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στο συλλέκτη (γυάλινη επιφάνεια) μετατρέπεται σε θερμική και μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο μέσω θυρίδων στο άνω τμήμα του πανέλου. Θυρίδες στο κατώτερο τμήμα επιτρέπουν την εισροή αέρα από το εσωτερικό του κτιρίου στο διάκενο του θερμοσιφωνικού πανέλου. Κατά τη θερινή περίοδο, η λειτουργία του αντιστρέφεται. Ανοίγματα στο άνω τμήμα του υαλοστασίου επιτρέπουν την κίνηση του θερμού αέρα προς τον εξωτερικό χώρο με αποτέλεσμα το δροσισμό του κτιρίου.

B. Ηλιακοί χώροι

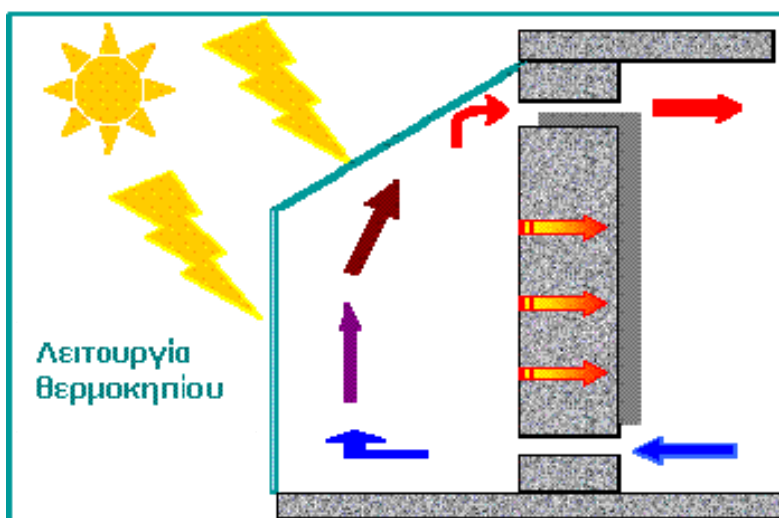
Οι ηλιακοί χώροι συνιστούν κλειστούς χώρους, με μεγάλο ποσοστό γυάλινης επιφάνειας, ο οποίος προσαρτάται ή ενσωματώνεται σε τμήμα του κτιριακού κελύφους. Για την

αποτελεσματικότερη λειτουργία του απαιτούνται:

- νότιος προσανατολισμός ($\pm 30^\circ$ N)
- θυρίδες ή και άλλα ανοίγματα (παράθυρα ή πόρτες) προς το εσωτερικό του κτιρίου
- σύστημα σκιασμού και αερισμού

Η ηλιακή ακτινοβολία, διερχόμενη από τα νότια υαλοστάσια του θερμοκηπίου, μετατρέπεται σε θερμική και μέρος αυτής αποδίδεται άμεσα στο χώρο, αυξάνοντας τη θερμοκρασία του, ενώ μέρος της αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία του χώρου (θερμική μάζα) και αποδίδεται με χρονική υστέρηση. Η μεταφορά της θερμικής ενέργειας, που συσσωρεύεται στον ηλιακό χώρο, προς το εσωτερικό του κτιρίου επιτυγχάνεται μέσω των θυρίδων ή ανοιγμάτων του κοινού δομικού στοιχείου (βλ.εικονα 14).

Για τη μείωση των θερμικών απωλειών κατά τη χειμερινή περίοδο, συνιστάται η νυχτερινή προστασία του υαλοστασίου με θερμομονωτικά εσωτερικά πετάσματα, εκτός αν το τμήμα του κτιριακού κελύφους, με το οποίο ο ηλιακός χώρος βρίσκεται σε επαφή, είναι θερμομονωμένο.



Εικόνα 14: Τρόπος λειτουργίας Θερμοκηπίου

Ειδικότερα, σε περιοχές όπου παρατηρούνται πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, συνιστάται η εφαρμογή διπλών υαλοπινάκων στον ηλιακό χώρο, καθώς και θερμομόνωση του κοινού τμήματος της τοιχοποιίας. Στην Ελλάδα, από μετρήσεις και προσομοιώσεις που έγιναν σε κατοικίες που εφαρμόζουν θερμοκήπια προκύπτει ότι αυτά συνεισφέρουν σε εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση της τάξης του 13 με 30%. Όπως προέκυψε από την ενεργειακή ανάλυση, αλλά και από

μαρτυρίες των κατοίκων, η αποδοτικότερη λειτουργία του θερμοκηπίου στις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας είναι αυτή κατά την οποία αυτό προσδίδει άμεσα τα ηλιακά του κέρδη στο κτίριο την ημέρα (με άνοιγμα πορτών και παραθύρων προς τους κύριους χώρους), ενώ παραμένει απομονωμένο, με κλειστά τα ανοίγματα, κατά τη διάρκεια της νύχτας. Για την αποφυγή υπερθέρμανσης κατά τη θερινή περίοδο απαιτείται σκιασμός της γυάλινης επιφάνειας του θερμοκηπίου, με εξωτερικά - κατά προτίμηση - κινητά σκίαστρα, με σταθερά στέγαστρα, ή με φυλλοβόλο βλάστηση. Στις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας συνιστάται να έχουν αδιαφανή οροφή, ή οροφή που να σκιάζεται απόλυτα τους θερινούς μήνες. Επί πλέον, απαιτείται αερισμός του ηλιακού χώρου μέσω των ανοιγμάτων του υαλοστασίου ή με πλήρη απομάκρυνση του υαλοστασίου.

Γ. Ηλιακά αίθρια

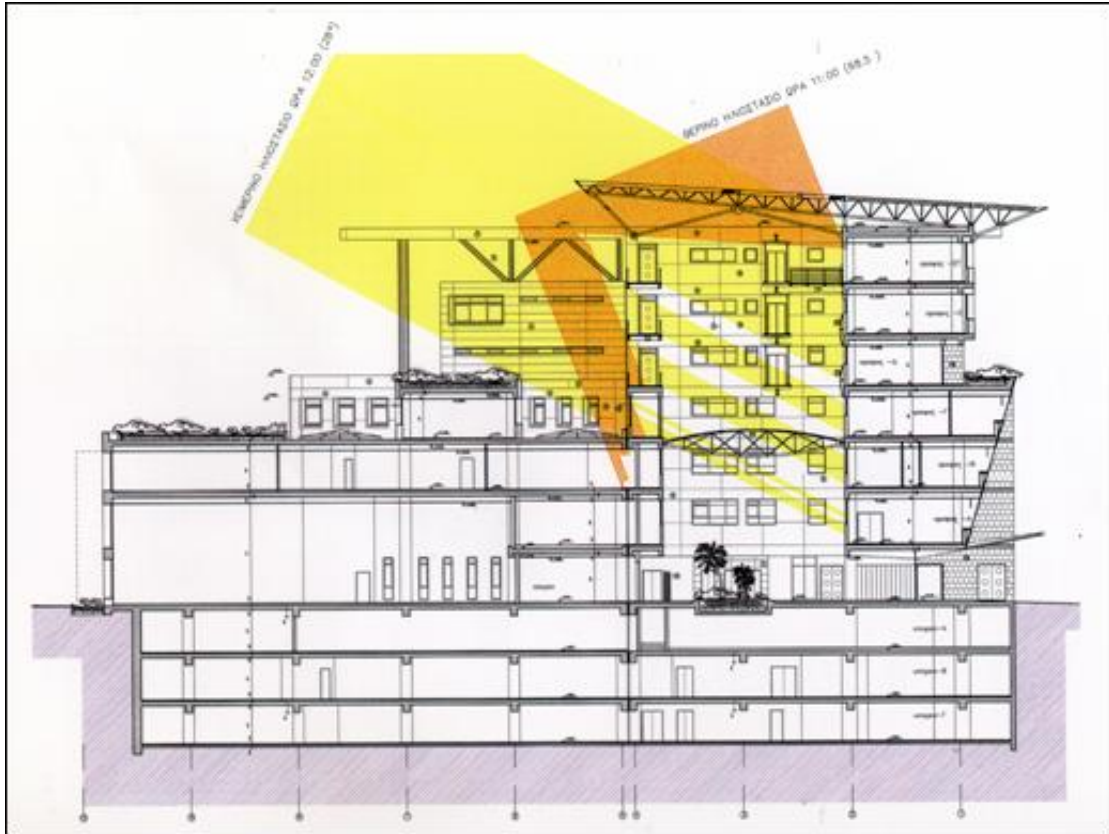
Ο αιθριακός χώρος ενός κτιρίου ο οποίος επικαλύπτεται με υαλοστάσια αποτελεί ένα άλλο σύστημα έμμεσου ηλιακού κέρδους, το ηλιακό αίθριο. Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από το γυάλινο στοιχείο της οροφής, συσσωρεύεται στον εσωτερικό χώρο του αίθριου και μέρος της μεταφέρεται στους περιβάλλοντες εσωτερικούς χώρους του κτιρίου ή των κτιρίων μέσω των ανοιγμάτων τους, ενώ μέρος της ενέργειας αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία. Κατά τη χειμερινή περίοδο το ηλιακό αίθριο λειτουργεί και ως χώρος θερμικής ανάσχεσης. Κατά τη θερινή περίοδο όμως, για την αποφυγή υπερθέρμανσης, απαιτείται αερισμός του αίθριου μέσω ανοιγμάτων στη γυάλινη οροφή καθώς και πλήρης σκιασμός.

Τα αίθρια συνεισφέρουν και στη βελτίωση του φυσικού φωτισμού, είτε είναι ανοιχτά, είτε έχουν κάλυψη. Η συνεισφορά είναι πολύ σημαντική ιδιαίτερα σε κτίρια μεγάλης επιφάνειας καθώς:

- ◆ Επιτρέπουν την είσοδο φωτεινής ακτινοβολίας στις κεντρικές ζώνες του κτιρίου.
- ◆ Βοηθούν στην αύξηση της στάθμης του φωτισμού των χώρων (και στην ομοιογενή κατανομή του, εφόσον αυτοί φωτίζονται και από κατακόρυφα ανοίγματα).
- ◆ Παρέχουν διάχυτο φως (από τον ουρανό και από τις επάλληλες ανακλάσεις στο εσωτερικό τους), συντελώντας στην ομοιόμορφη κατανομή του (χωρίς θάμβωση).

Ανάλογα με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του αίθριου και τα οπτικά χαρακτηριστικά των επιφανειών του (ανακλαστικότητα των τοίχων και του δαπέδου, οπτικά χαρακτηριστικά

των υαλοπινάκων που βρίσκονται στους χώρους που περιβάλλουν το αίθριο ή και στην οροφή, βλ.εικονα 15), επηρεάζεται και η στάθμη φωτισμού των χώρων. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει κατά το σχεδιασμό των αίθριων να συνυπολογίζονται οι επιδράσεις των χαρακτηριστικών αυτών στην οπτική άνεση των εσωτερικών χώρων, πάντα σε συνδυασμό με την επίδρασή τους στη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου.



Εικόνα 15: Ενεργειακός Σχεδιασμός του κτιρίου της Ε.Σ.Υ.Ε. στην οδό Πειραιώς: Τομή κτιρίου -ανάλυση ηλιασμού και σκιασμού των ηλιακών αίθριων

Πηγή: Αρχιτεκτονική μελέτη: εταιρεία Α.Μπόμπου-Αραχωβίτου και Συνεργάτες ΕΕ, Γ. Αραχωβίτης, Ε. Ράικου-Σταύρου , Ενεργειακή μελέτη: ΚΑΠΕ)

2.2.3 Ειδικά συστήματα προστασίας του κελύφους και θερμικής προστασίας του κτηρίου

Στη κατηγορία περιλαμβάνονται συστήματα και τεχνικές που έχουν σκοπό να μειώσουν τα θερμικά φορτία που δέχεται ένα κτήριο κατά τη περίοδο του θέρους και διακρίνονται στις εξής περιπτώσεις:

- ◆ *Ηλιοπροστασία με κατάλληλο σκιασμό ώστε να εμποδίζεται τη διείσδυση των*

ηλιακών ακτινών στο εσωτερικό της οικίας. Τα ηλιακά κέρδη που προκύπτουν από τα παράθυρα ενός κτηρίου κατά τη διάρκεια της μέρας είναι ιδιαίτερα μεγάλα και για την αποφυγή της υπερθέρμανσης του εν λόγω κτηρίου απαιτείται κατάλληλη προστασία. Η μελέτη της ηλιοπροστασίας θα πρέπει να εμποδίζει το ηλιακό κέρδος κατά τη διάρκεια του θέρους. Ο έλεγχος των ηλιακών κερδών στο κτήριο επιτυγχάνεται με σκίαστρα. Η σκίαση είναι αποδοτικότερη όταν είναι εξωτερική γιατί έτσι η ηλιακή ακτινοβολία δεν εισέρχεται και δεν εγκλωβίζεται μέσω των παραθύρων στο εσωτερικό των κτηρίων (φαινόμενο θερμοκηπίου). Υπάρχουν πολλοί τρόποι σκίασης των παραθύρων ο πιο αποδοτικός είναι η χρήση κινητών εξωτερικών σκίαστρων αλλά λόγω υψηλού κόστους συνήθως προτιμάται σταθερή εξωτερική σκίαση σε συνδυασμό με εσωτερικά στόρια ή κουρτίνες λόγω του γεγονότος ότι οι συμβατικοί υαλοπίνακες έχουν πολύ μικρή αντίσταση. Υπάρχουν και πιο απλοί τρόποι σκίασης, οι οποίοι θεωρούνται πιο οικονομικοί και πιο οικολογικοί όπως είναι η τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων που διακόπτουν τον άμεσο ηλιασμό και παράλληλα λόγω της σκιάς τους μειώνουν τις θερμοκρασίες κοντά στο έδαφος. Ανάλογα με το προσανατολισμό του κτηρίου τοποθετούνται και οι κατάλληλοι τρόποι σκίασης.

Τα παράθυρα των κτιρίων συντελούν σε ένα μεγάλο ποσοστό στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των χώρων γιατί από αυτά μεταφέρεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Το χειμώνα χάνεται θερμότητα από μέσα προς τα έξω, ενώ το καλοκαίρι εισέρχεται θερμότητα από το ζεστό εξωτερικό περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλα κατασκευασμένων, ενεργειακά αποδοτικών παραθύρων. Τα παράθυρα αυτά θα πρέπει να έχουν υαλοπίνακες και κουφώματα με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και επί πλέον, θα πρέπει να είναι αεροστεγή, ώστε να εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας από χαραμάδες, οι οποίες μπορεί να επιφέρουν σημαντικές απώλειες θερμότητας, όπως παρατηρείται σε κτίρια κακής κατασκευής ή παλαιά.

- ◆ *Προστασία του κτιριακού κελύφους:* Η θερμική προστασία του κελύφους είναι βασική προϋπόθεση για τη σωστή θερμική συμπεριφορά οποιουδήποτε κτιρίου. Η θερμομόνωση αποτελεί βασική αρχή θερμικής προστασίας, μειώνοντας τις ανταλλαγές θερμότητας μεταξύ του κτιρίου και του περιβάλλοντος. Επίσης, η θερμομόνωση συνίσταται από ένα σύνολο κατασκευαστικών-δομικών στοιχείων (υλικών και συστημάτων) και συνδέεται άμεσα με το κόστος κατασκευής και λειτουργίας των κτιρίων.

Τα συνήθη θερμομονωτικά υλικά εμποδίζουν την αγωγή θερμότητας από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον (αντίστροφα το καλοκαίρι) επειδή περιέχουν ακίνητο αέρα παγιδευμένο, είτε σε ίνες (π.χ. υαλοβάμβακας), είτε σε κλειστές κυψελίδες (π.χ. διογκωμένη πολυστερίνη). Η θερμική αντίσταση και, συνεπώς, η θερμομονωτική ικανότητα του κάθε δομικού στοιχείου εξαρτάται από τη θερμική αγωγιμότητα του υλικού και αυξάνεται με το πάχος του. Εν γένει, συνιστάται τα θερμομονωτικά υλικά να τοποθετούνται εξωτερικά ή ενδιάμεσα στις τοιχοποιίες, οροφές και δάπεδα, έτσι ώστε να μην αδρανοποιείται η θερμική μάζα (θερμοχωρητικότητα) του κελύφους. Η τοποθέτησή της όμως εξαρτάται από τεχνικοοικονομικούς παράγοντες, αλλά και από τη χρήση (ωράριο λειτουργίας) των χώρων.

Ένα προσεκτικά μονωμένο κτίριο με την απαιτούμενη από τους ισχύοντες κανονισμούς θερμομόνωση, καλύπτει εν γένει τις ανάγκες ενός σωστά σχεδιασμένου από ενεργειακής άποψης κτιρίου. Για να μπορέσει να επιτευχθεί αυτό, αρκεί να προσεχθεί η μόνωση όλων των δομικών στοιχείων, ώστε να αποφεύγονται οι θερμογέφυρες (αμόνωτα ή περιορισμένης μονωτικής ικανότητας στοιχεία του κελύφους) που μπορεί να δημιουργήσουν «ευαίσθητα» σημεία στην οικοδομή, ακόμα και συμπύκνωση υδρατμών.

Εκτός από τα αδιαφανή σημεία του κελύφους (τοιχοί, οροφές, δάπεδα) θα πρέπει να εξασφαλίζεται η θερμική προστασία των ανοιγμάτων, με τη χρήση διπλών (ή τριπλών για πολύ ψυχρές περιοχές, γενικά δεν συνιστώνται για τις Ελληνικές κλιματικές συνθήκες), είτε απλών, είτε βελτιωμένων υαλοπινάκων, θερμομονωτικών κουφωμάτων και, σε πολλές περιπτώσεις, με τη χρήση κινητής νυκτερινής μόνωσης (π.χ. θερμομονωτικά ρολά ή παντζούρια, θερμοκουρτίνες, κ.α.). Η θερμομόνωση του κτιρίου συνεισφέρει θετικά στη θερμική προστασία του κτιρίου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ιδιαίτερα εφ' όσον συνδυάζεται με τον απαιτούμενο αερισμό, ιδιαίτερα το νυχτερινό. Όταν δεν υπάρχει επαρκής αερισμός του κτιρίου, η αυξημένη μόνωση του κελύφους, πέραν της προβλεπόμενης από τους κανονισμούς, επιβαρύνει τη θερμική λειτουργία του το καλοκαίρι, καθώς εμποδίζει την «αποφόρτιση» του κτιρίου από τη συσσωρευμένη θερμότητα.

◆ *Φυσικός αερισμός μέσω συστημάτων (φυσικά ανοίγματα σε συγκεκριμένα σημεία*

του σπιτιού), ώστε να αποβάλλεται ο θερμός αέρας και να αποκαθίσταται από το καθαρό εξωτερικό αέρα. Ο φυσικός αερισμός ενός κτηρίου είναι μείζονος σημασίας, διότι μπορεί να εξασφαλίσει χαμηλότερες θερμοκρασίες μέσα στο κτήριο κατά τη θερινή περίοδο και παράλληλα ανανεώνει τον εσωτερικό αέρα του κτηρίου. Οι φυσικές δυνάμεις που προκαλούν το φυσικό αερισμό είναι ο άνεμος και το φαινόμενο της καμινάδας. Σημαντικοί παράμετροι που επηρεάζουν το φυσικό αερισμό είναι οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες, ο προσανατολισμός, η θέση, το μέγεθος των ανοιγμάτων, η χρήση του κτηρίου και η δραστηριότητα των ενοίκων. Η ροή του αέρα μέσα στο κτήριο επιτυγχάνεται βάση των θερμοκρασιακών διαβαθμίσεων, αλλά και λόγω της διαφοράς πίεσεως που προκαλούνται γύρω από ένα κτίριο.

Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία

3.1 Γενικά Στοιχεία

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μελέτη του φαινομένου της γεωθερμίας ως μια πιθανή εκδοχή θέρμανσης χώρου και νερού για την κατοικία την οποία μελετάμε. Αρχικά προσεγγίζεται η έννοια της γεωθερμίας ως φυσικό φαινόμενο, περιγράφεται η αρχή λειτουργίας και στο τέλος του κεφαλαίου απαριθμούνται τα πλεονεκτήματα της σε σχέση με κάποια συμβατική μέθοδο θέρμανσης-ψύξης καθώς και η απόδοση ενός τέτοιου εναλλακτικού συστήματος.

Συγκεκριμένα, κάποιος μελετώντας το κεφάλαιο αυτό μπορεί να κατανοήσει τον τρόπο λειτουργίας και εγκατάστασης ενός συστήματος στο οποίο εφαρμόζεται το φαινόμενο της γεωθερμίας, τον τεχνολογικό εξοπλισμό της μονάδας και τέλος να είναι σε θέση να προσεγγίσει το πιθανό κόστος μιας τέτοιας μονάδας.

Η γεωθερμία ή γεωθερμική ενέργεια είναι μία νέα ανανεώσιμη μορφή ενέργειας που πηγάζει από το εσωτερικό της γης και **αντικαθιστά πλήρως τη χρήση πετρελαίου** αλλά και όλα τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Συγκεκριμένα η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να μεταφέρεται στην επιφάνεια με θερμική επαγωγή, με την είσοδο στον φλοιό της γης λιωμένου μάγματος από τα βαθύτερα στρώματά της και με τη βοήθεια ειδικά σχεδιασμένων μηχανισμών και με τον τρόπο αυτό να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ζεστού ή κρύου νερού που με την σειρά του είναι κατάλληλο για τη θέρμανση ή τη ψύξη των χώρων. Ανάλογα με τη θερμοκρασία των ρευστών που ανέρχονται στην επιφάνεια, η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως υψηλής ενθαλπίας (για θερμοκρασίες πάνω από 150 °C), μέσης ενθαλπίας (για θερμοκρασίες 100 - 150°C), και χαμηλής ενθαλπίας (για θερμοκρασίες μικρότερες από 100 °C). Η γεωθερμική ενέργεια υψηλής ενθαλπίας χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρισμού σ' όλο τον κόσμο.

3.2 Αρχή Λειτουργίας

Η **αρχή λειτουργία** της γεωθερμίας βασίζεται στην αξιοποίηση της σταθερής, εντός του εδάφους υπάρχουσας θερμοκρασίας, έτσι ώστε τον χειμώνα το ρευστό που κυκλοφορεί στον γεωεναλλακτή να απορροφά την θερμότητα του εδάφους και μέσω της **γεωθερμικής αντλίας**, η θερμότητα αυτή να αποδίδεται στο κτίριο. Από την άλλη πλευρά, το καλοκαίρι λειτουργεί αντίστροφα, **απάγει** την θερμότητα από το κτίριο και μέσω του γεωεναλλακτή την αποδίδει στο πιο δροσερό έδαφος. Τα πλεονεκτήματα και η απόδοση ενός τέτοιου εναλλακτικού συστήματος θέρμανσης χώρου και νερού σε σχέση με κάποιο συμβατικό σύστημα απαριθμούνται παρακάτω:

- ◆ Κατάργηση του πετρελαίου και άρα μηδενικές εκπομπές CO₂ άρα είναι **πιο φιλικό προς το περιβάλλον**.
- ◆ Το 70 - 80% της ενέργειας παρέχεται από το περιβάλλον, διότι δεν απαιτούνται να καούν ορυκτά καύσιμα για να παράγεται θερμότητα και παρέχονται τρεις έως πέντε μονάδες ενέργειας για κάθε μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας που τροφοδοτεί το σύστημα.
- ◆ Επίσης, παρατηρείται μείωση του κόστους λειτουργίας πάνω από 60% σε σχέση με τους συμβατικούς τρόπους θέρμανσης και ψύξης.
- ◆ Δεν απαιτείται δεξαμενή καυσίμων και καμινάδα, καθώς δεν υπάρχει καύση και φλόγα, καπνοί, οσμές και συνεπώς δεν υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης, φωτιάς ή ασφυξίας από το μονοξείδιο.
- ◆ Το μηχάνημα για θέρμανση και ψύξη έχει μικρότερο κόστος συντήρησης.
- ◆ Δεν απαιτείται συντήρηση στους γεωεναλλακτές και η αντλία θερμότητας χρειάζεται μόνο περιοδικό έλεγχο.
- ◆ Αθόρυβη λειτουργία. Οι μονάδες που χρησιμοποιούνται, σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν για να είναι σχεδόν αθόρυβες
- ◆ Παρατηρείται γρήγορη απόσβεση και **δυνατότητα επιδότησης**
- ◆ Ο τρόπος λειτουργίας και εγκατάστασης καθώς και τα υλικά χρησιμοποίησης ενός τέτοιου συστήματος περιγράφονται παρακάτω.

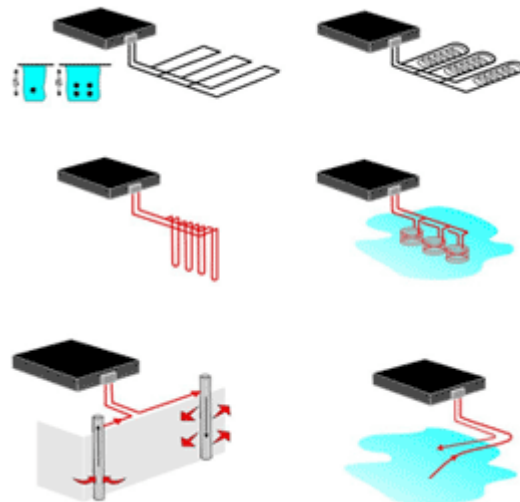
3.3 Γεωθερμικά Συστήματα

Τα συστήματα γεωθερμικών αντλιών αποτελούνται από τρεις ενότητες :

- ◆ τον γεωθερμικό εναλλακτή δυο τύπων (ανοικτού ή κλειστού κυκλώματος)
- ◆ την αντλία θερμότητας
- ◆ το εσωτερικό σύστημα απόδοσης - απόληψης θερμότητας στο κτίριο

3.3.1 Γεωθερμικός εναλλακτή

Ο γεωθερμικός εναλλακτή: είναι το σύστημα που αποβάλλει ή απορροφά θερμότητα από μια πηγή θερμότητας όπως το έδαφος, μια λίμνη, η θάλασσα, το πηγάδι (βλ.εικόνα 16). Η αποβολή ή απορρόφηση πραγματοποιείται με την κυκλοφορία νερού ή κάποιου άλλου υγρού, δια μέσου σωληνώσεων που ξεκινούν από την πηγή θερμότητας ή ψυχρότητας και καταλήγουν στο χώρο που θέλουμε να θερμάνουμε ή να ψύξουμε αντίστοιχα.



Εικόνα 16: Εφαρμογή γεωθερμικού εναλλακτή

Οι γεωθερμικοί εναλλακτές κλειστού κυκλώματος είναι ένα υπόγειο ή υποθαλάσσιο δίκτυο που αποτελείται από ένα κλειστό σύστημα σωληνώσεων με πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας και λειτουργεί ως εναλλάκτης θερμότητας με διάρκεια ζωής άνω των 50 ετών.

Για τη συλλογή θερμότητας από τη γη τροφοδοτείται το δίκτυο με διάλυμα νερού που είναι αντιψυκτικό φιλικό προς το περιβάλλον που αποκτά τη θερμοκρασία της γης. Στην περίπτωση εφαρμογής γεωθερμικών εναλλακτών κλειστού κυκλώματος χρησιμοποιείται και ένας κυκλοφορητής για την ομαλή τροφοδοσία της αντλίας θερμότητας.

Το μέγεθος του διαθέσιμου ελεύθερου χώρου και η σύσταση του υπεδάφους καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τον τύπο του γεωθερμικού εναλλακτή. Γενικά, παρέχεται η δυνατότητα επιλογής μεταξύ τριών τύπων γεωθερμικών εναλλακτών, οριζόντιου, κάθετου ή σπειροειδούς συστήματος. Η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί ως προς το γεγονός ότι το κύκλωμα της γης και του σπιτιού είναι κλειστά και κατά συνέπεια δεν παρουσιάζονται επικαθίσεις αλάτων σε αυτά, με αποτέλεσμα η συντήρηση του συστήματος να είναι μηδαμινή. Ο σχεδιασμός του Γεωθερμικού Εναλλακτή περιλαμβάνει την επιλογή της αντλίας κυκλοφορίας, τη διαστασιολόγηση του εναλλακτή και την επιλογή του τύπου του εναλλακτή.

Για την διαστασιολόγηση του εναλλακτή απαιτούνται οι παρακάτω υπολογισμοί:

- υπολογισμός απαιτούμενης ενέργειας θέρμανσης-ψύξης

Οι ενεργειακοί υπολογισμοί πραγματοποιούνται με μια από τις δύο βασικές μεθόδους, τη μέθοδο βαθμημερών που είναι η πιο απλή αλλά δίνει και τα φτωχότερα αποτελέσματα και τη μέθοδο ώρα με ώρα η οποία πραγματοποιείται με την βοήθεια software (π.χ. trancys) και χρησιμοποιείται συνήθως για μεγάλες εγκαταστάσεις

- επιλογή υλικού σωλήνα γεωθερμικού εναλλάκτη

Το πολυαιθυλένιο είναι το πιο διαδεδομένο από τα υλικά που χρησιμοποιούνται για σωλήνωση του Γεωθερμικού Εναλλακτή κλειστού τύπου. Ο σωλήνας που επιλέγεται για τον εναλλακτή πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο λεπτός, ώστε να διευκολύνει την μετάδοση θερμότητας και στα μέρη του εναλλακτή που είναι έξω από το έδαφος μπορούν να χρησιμοποιούνται σωλήνες με μεγαλύτερο εμβαδόν διατομής.

- επιλογή υγρών κυκλοφορίας

Η επιλογή υγρού κυκλοφορίας είναι πολύ σημαντική. Το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υγρό κυκλοφορίας σε περιπτώσεις όπου η θερμοκρασία του εδάφους παραμένει ζεστή. Σε ορισμένες ορεινές περιοχές της χώρας, όπου η θερμοκρασία του εδάφους το χειμώνα είναι πολύ χαμηλή η λύση είναι η προσθήκη αντιψυκτικού στο νερό. Το αντιψυκτικό θα πρέπει να έχει σημείο ψύξης 10°C κάτω από την κατώτερη αναμενόμενη θερμοκρασία του

συστήματος.

◆ *Επιλογή του τρόπου εγκατάστασης των γεωθερμικών εναλλακτών*

Η επιλογή του τρόπου εγκατάστασης των γεωθερμικών εναλλακτών ποικίλει ανάλογα με την περίπτωση και χωρίζεται σε τρία συστήματα, το οριζόντιο, το κάθετο ή το σπειροειδές σύστημα.

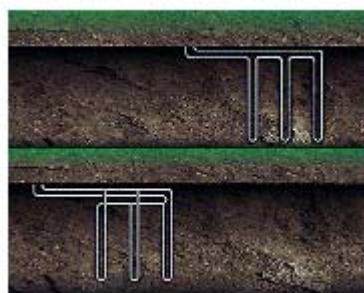
- Στο *οριζόντιο σύστημα*, η εγκατάσταση γεωθερμικού εναλλακτή πραγματοποιείται με τα συνηθισμένα μηχανήματα, όπως μπουλντόζες, τσάπες, JCB ή αλυσοεκσκαφείς. Οι σωλήνες τοποθετούνται σε χαντάκια σε βάθος από 1,2 έως 3 μέτρα και σε κάθε χαντάκι εγκαθίστανται από 1 έως 6 σωλήνες σε μια ή περισσότερες στρώσεις σωλήνων. Το μήκος τους εξαρτάται από παράγοντες όπως το θερμικό φορτίο, το υλικό κατασκευής, το έδαφος και στο τελικό στάδιο γίνεται επιχωμάτωση του συστήματος. Ο τύπος αυτός εναλλακτή πλεονεκτεί ως προς το μικρό του κόστος, αλλά μειονεκτεί ως προς το γεγονός ότι απαιτείται μεγαλύτερη έκταση γης για την εγκατάστασή του.

Τα οριζόντια συστήματα μπορεί να έχουν διάταξη σειρών ή παράλληλη διάταξη (βλ.εικόνα 17). Η διάταξη σειρών πλεονεκτεί ως προς το μέγεθος των σωλήνων, την υψηλή θερμική απόδοση, εξαιτίας της μεγάλης διαμέτρου των σωλήνων και ως προς το γεγονός ότι έχει μία δίοδο. Από την άλλη πλευρά στην περίπτωση αυτή, απαιτείται μεγαλύτερος όγκος νερού και αντιψυκτικού και το κόστος του υλικού σωληνώσεως είναι υψηλό. Η παράλληλη διάταξη όμως έχει χαμηλότερο κόστος σωληνώσεως και απαιτείται λιγότερο αντιψυκτικό, αλλά θα πρέπει να εξασφαλίζεται η απομάκρυνση όλου του αέρα.



Εικόνα 17: Οριζόντιο σύστημα εναλλακτή

- Στο *κάθετο σύστημα* γεωθερμίας, ο γεωθερμικός εναλλακτής είναι τοποθετημένος κάθετα στην επιφάνεια του εδάφους, μέσα σε γεωτρήσεις ανοιγμένες από γεωτρύπανο και σε βάθη που κυμαίνονται συνήθως από 50-150 μ. (βλ.εικονα 18). Η γεώτρηση στην περίπτωση αυτή είναι πιο απλή, από τις γεωτρήσεις που πραγματοποιούνται για εύρεση νερού, καθώς δεν απαιτείται μεγάλο βάθος και σωλήνωση της γεώτρησης. Η μέθοδος αυτή επιλέγεται κυρίως, όταν υπάρχει περιορισμένη έκταση γης. Επίσης, η αξιοποιήσιμη θερμότητα του εδάφους επηρεάζεται λιγότερο από την εξωτερική θερμοκρασία. Το μειονέκτημα στην περίπτωση αυτή είναι ότι απαιτείται εξοπλισμός γεωτρήσεων με αποτέλεσμα αύξηση του κόστους κατασκευής. Τα κάθετα συστήματα μπορεί να είναι σε διάταξη σειρών ή παράλληλη διάταξη, όπως αναφέραμε στα οριζόντια συστήματα.



Εικόνα 18: Κάθετο σύστημα εναλλακτή

- Το *σπειροειδές σύστημα* αποτελείται από σωλήνες που τυλίγονται σε σπείρες (σπιδάλ) και τοποθετούνται σε χαντάκια μέσα στο έδαφος (βλ.εικονα 19). Το τυπικό σπειροειδές σύστημα τοποθετείται με βήμα 0,254 μέτρα, το οποίο ισοδυναμεί με 12 μέτρα σωλήνωσης ανά μέτρο χαντακιού. Το εκτεταμένο σπειροειδές σύστημα τοποθετείται με βήμα 1,42 μέτρα που ισοδυναμεί με 4 μέτρα σωλήνας ανά μέτρο χαντακιού. Το σύστημα αυτό

προτιμάται στην περίπτωση που η έκταση γης είναι περιορισμένη και απαιτείται λιγότερο σκάψιμο για τη δημιουργία χαντακιών, όμως το μειονέκτημα του σπειροειδούς συστήματος είναι ότι απαιτείται μεγαλύτερο μήκος σωλήνα.



Εικόνα 19: Σπειροειδές σύστημα εναλλακτή

Γεωθερμικοί Εναλλακτές Ανοικτού Κυκλώματος

Οι γεωθερμικοί εναλλακτές ανοικτού κυκλώματος χρησιμοποιούν επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα ως πηγή θερμότητας. Χαρακτηριστικό του συστήματος είναι η άντληση και επαναφορά υδάτων –υπογείων ή επιφανειακών- και η θερμική εκμετάλλευση τους. Το νερό αντλείται από τον υδροφόρο ορίζοντα -υπέδαφος, θάλασσα, λίμνη ή ποτάμι-, διέρχεται από την αντλία θερμότητας όπου απορροφά ή αποδίδει θερμότητα και κατόπιν επανεισάγεται στην ίδια πηγή.

Οι συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον του τύπου εγκατάστασης θα καθορίσουν τον τύπο του γεωθερμικού εναλλακτή ανοικτού κυκλώματος. Έτσι είναι καθοριστικό αν υπάρχουν ήδη πηγάδια, λίμνες κλπ, και αν δεν υπάρχουν πρέπει να γνωρίζουμε τη σύσταση του υπεδάφους. Αν υπάρχει ήδη η πηγή θερμότητας (υπόγεια ή επιφανειακά ύδατα) και ο χώρος εναπόθεσης του χρησιμοποιούμενου ύδατος, τότε η εγκατάσταση είναι εύκολη, καθώς εγκαθίστανται απλά οι αντλίες, η Αντλία Θερμότητας και τα λοιπά βοηθητικά συστήματα. Αν όμως δεν υπάρχει η πηγή θερμότητας τότε απαιτείται άνοιγμα πηγαδιού ή γεώτρησης με αρκετή διάρκεια και κόστος εγκατάστασης. Το άνοιγμα του πηγαδιού απαιτεί εκ των προτέρων γνώση ή έστω ένδειξη ύπαρξης νερού στο χώρο που πρόκειται να ανοιχθεί (σύμφωνα με την νομοθεσία και τις κρατούσες συνθήκες εκτέλεσης

έργων).

Ο σχεδιασμός του γεωθερμικού εναλλακτή ανοιχτού κυκλώματος υπεδαφικού υδροφόρου περιλαμβάνει επιλογή του τύπου του εναλλακτή, ανάλογα με την πηγή θερμότητας (πηγάδι, λίμνη, κ.ά.)

- ◆ επιλογή της αντλίας νερού – πηγαδιού, συνήθως δύο γεωτρήσεις, μία παραγωγική, στην οποία εμβαπτίζεται η υποβρύχια αντλία και μία επανεισαγωγής (βλ.εικόνα 20).
- ◆ διαστασιολόγηση του εναλλακτή



Εικόνα 20: Αντλία νερού

- **Αντλία νερού – πηγαδιού:** Η αντλία νερού - πηγαδιού είναι συνήθως εμβαπτιζόμενη αντλία. Επιλέγεται με βάση τη συνιστώμενη παροχή νερού, τις απώλειες λόγω τριβής συμπεριλαμβανομένων των απωλειών της σωλήνωσης, της βαλβίδας και του εναλλακτή θερμότητας και την πίεση στο σημείο άντλησης.

Στις γεωτρήσεις οι εμβαπτιζόμενες αντλίες, χρειάζονται λιγότερη ενέργεια από αντλίες άλλου τύπου. Η αναρρόφηση της αντλίας πρέπει να εγκατασταθεί αρκετά βαθιά, 4,5 μέτρα τουλάχιστον κάτω από το επίπεδο χαμηλότερης στάθμης.

- **Διαστασιολόγηση του εναλλακτή:** Για την διαστασιολόγηση του εναλλακτή απαιτείται ο υπολογισμός απαιτούμενης ισχύος θέρμανσης - ψύξης του κτιρίου και η επιλογή σωλήνα. Το πολυαιθυλένιο είναι το πιο διαδεδομένο από τα υλικά που χρησιμοποιούνται για σωλήνωση του γεωθερμικού εναλλακτή ανοιχτού τύπου.

- **Μέγεθος γεωθερμικού εναλλακτή:** Για την διαστασιολόγηση του γεωθερμικού εναλλακτή απαιτείται γνώση των θερμοκρασιών του νερού κατά τη διάρκεια του χρόνου, υπολογισμός απαιτούμενης παροχής και επιλογή διατομής δικτύου.

Σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν την λειτουργία, αλλά και το βαθμό απόδοσης των υπερδαφικών ανοικτών συστημάτων είναι:

- ✘ Η ποιότητα του υπόγειου νερού ώστε να μην δημιουργούνται διαβρώσεις ή φραξίματα στην υποβρύχια αντλία από σωματίδια στο νερό.
- ✘ Η ποιότητα της γεώτρησης και ειδικά ο τρόπος κατασκευής, η χαλίκωση γύρω από το φίλτρο και η σταθεροποίηση των διαφορετικών σχηματισμών του υπεδάφους.
- ✘ Ο σχεδιασμός των γεωτρήσεων όσον αφορά την απόσταση μεταξύ της γεώτρησης άντλησης και αυτής της επαναφοράς, η διάμετρος της γεώτρησης και της εσωτερικής σωλήνωσης.
- ✘ Αρτεσιανά νερά παρουσιάζουν μεταβολές στις θερμοκρασίες του νερού και μεταβάλλουν τους συντελεστές απόδοσης.

Σε περιπτώσεις που η γειτνίαση με τη θάλασσα ή με λίμνη είναι τέτοια που να επιτρέπει την χρήση της, δεν υπάρχει ανάγκη για διάνοιξη γεωτρήσεων αφού με ένα απλό υδραυλικό δίκτυο το νερό προσάγεται και απάγεται από την αντλία θερμότητας μέσω ενός κυκλοφορητή. Φυσικά στα συστήματα αυτά και ειδικά στις θάλασσας, είναι απαραίτητος ο ενδιάμεσος εναλλάκτης θερμότητας από τιτάνιο -Ti-, ή ντουραλουμίνιο -Ni/Cu-, για να προστατεύει τα εσωτερικά κυκλώματα της αντλίας θερμότητας από το υφάλμυρο νερό.

Ενδεικτικά ένα σπίτι 280 τετραγωνικών μέτρων απαιτεί περίπου 30 με 57 λίτρα ανά λεπτό παροχής νερού. Το σύστημα αυτό είναι οικονομικότερο κατασκευαστικά από του κλειστού κύκλου, αλλά ενδείκνυται σε περιοχές με πλούσια υδροφορία (όταν υπάρχει λίμνη ή ήδη ανοιγμένο πηγάδι ή γεώτρηση που να μπορούν να καλύψουν τις απαιτήσεις) και μόνο όταν η κατώτερη στάθμη άντλησης από την γεώτρηση δεν υπερβαίνει τα 50 μέτρα. Είναι ευκολότερη η εγκατάστασή του, καθώς εκλείπουν παράγοντες όπως είναι το αντιψυκτικό, οι κρυμμένες διαρροές και οι σωληνώσεις που πρέπει να απαλλαχθούν από τον αέρα.

Όμως στο σύστημα αυτό η ποιότητα του νερού μπορεί να αλλάξει με το χρόνο και η ποσότητα

του νερού μπορεί να μεταβάλλεται ακανόνιστα ειδικά κατά περιόδους ξηρασίας. Στην περίπτωση που ανοιχθεί πηγάδι, υπάρχει αβεβαιότητα αν θα υπάρχει νερό ή αν θα καλυφθούν οι ανάγκες. Επίσης, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι σε πολλές περιοχές δεν επιτρέπεται το άνοιγμα πηγαδιού ή γεώτρησης.

◆ Αντλία κυκλοφορίας

Η αντλία κυκλοφορίας πρέπει να είναι τέτοιας ισχύος ώστε να υπερνικά τις αντιστάσεις του υγρού διαμέσου του Γεωθερμικού Εναλλακτή και της Αντλίας Θερμότητας.

3.3.2 Σύστημα Απόδοσης – Απόληψης Θερμότητας

Για να έχουμε συνολικά ένα αποδοτικό σύστημα γεωθερμικού κλιματισμού, θα πρέπει να υπάρχει και ένα κατάλληλο σύστημα απόδοσης - απόληψης θερμότητας στο κτίριο, λόγω του γεγονότος ότι οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας παράγουν νερό χαμηλής σχετικά θερμοκρασίας και θέλοντας να κρατήσουμε τον βαθμό απόδοσής τους σε χαμηλά επίπεδα, χρησιμοποιούμε συστήματα απόδοσης - απόληψης θερμότητας που μπορούν να αποδώσουν την απαιτούμενη ισχύ στο χώρο με ήπιες θερμοκρασίες.

✖ Θέρμανση Δαπέδου - Ψύξη Οροφής

Ο τρόπος αυτός θέρμανσης και ψύξης συνήθως προτιμάται σε περιπτώσεις όπου η κατασκευή ενός κτιρίου δεν έχει ξεκινήσει, οπότε υπάρχει η δυνατότητα να ενσωματωθεί το κατάλληλο δίκτυο σωληνώσεων μέσα στο μπετόν κάθε πλάκας, έτσι ώστε να κατασκευαστεί ένα ενδοδαπέδιο σύστημα κλιματισμού. Στην περίπτωση που το κτίριο έχει ήδη ένα σκελετό, μπορεί να εγκατασταθεί μια διάστρωση κατάλληλου δικτύου σωληνώσεων πάνω στην πλάκα της οροφής και να κατασκευαστεί ένα επιδαπέδιο σύστημα κλιματισμού (βλ.εικόνα 21).



Εικόνα 21: Επιδαπέδια Θέρμανση

Η χρήση της θέρμανσης δαπέδου και ψύξης της οροφής παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- ◆ Εξασφαλίζεται με αυτόν τον τρόπο ένα σύστημα το οποίο μπορεί να καλύψει τις θερμικές, αλλά και τις ψυκτικές ανάγκες του κτιρίου.
- ◆ Η ποιότητα της θέρμανσης αυτής είναι ασύγκριτα ανώτερη από οποιοδήποτε άλλο σύστημα διανομής, καθώς είναι ομαλή και ομοιόμορφη χωρίς την ύπαρξη ψυχρών ή θερμών σημείων στο χώρο.
- ◆ Η απουσία θερμαντικών σωμάτων ή άλλων μηχανισμών από τους χώρους, συμβάλλει στην εξοικονόμηση χώρου και την βελτίωση της αισθητικής του χώρου.
- ◆ Επιπλέον, μπορεί να συσσωρεύεται με τον τρόπο αυτό πολλαπλάσια ενέργεια στο ίδιο το σπίτι, ώστε σε περίπτωση εφαρμογής της αντλίας θερμότητας αυτή να λειτουργεί περισσότερο σε ωράριο χαμηλού τιμολογίου, παρέχοντας ασύγκριτη οικονομία. Πλεονέκτημα που μπορεί να γίνει εκμετάλλευσή του και σε οποιαδήποτε άλλη τεχνολογία παραγωγής θερμικής ενέργειας.
- ◆ Ύπαρξη αποδοτικότερης ψύξης, καθώς η ψύξη μεταδίδεται πιο αποδοτικά από πάνω προς τα κάτω αντίθετα με την θέρμανση.
- ◆ Η μεγάλη θερμική αδράνεια που αποκτά το κτίριο με αποτέλεσμα να μην κρυνώνει ή ζεσταίνεται εύκολα, ανάλογα την λειτουργία (θερινή ή χειμερινή) ακόμα και σε μια μακροχρόνια διακοπή του ηλεκτρικού ρεύματος. Υπολογίζεται ότι ακόμα και αν διακοπεί η παροχή της ΔΕΗ για 30 ώρες, η θερμοκρασία του σπιτιού δε θα μειωθεί ή αυξηθεί περισσότερο από 2° C. Φυσικά το φαινόμενο αυτό ισχύει και αντιστρόφως για αυτό και αυτό το σύστημα δεν ενδείκνυται για εξοχικές κατοικίες.

Παρόλα τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω και το γεγονός ότι εφαρμόζεται

για περισσότερα από είκοσι έτη η επιδαπέδια θέρμανση, ο κόσμος είναι ιδιαίτερα επιφυλακτικός. Η επιφυλακτικότητα αυτή οφείλεται στο πως μπορεί να επιδιορθωθεί μια τέτοια βλάβη. Όμως τέτοιος λόγος ανησυχίας δεν υφίσταται, καθώς ισχύουν τα εξής:

- Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται είναι κατασκευασμένοι ειδικά για αυτό το σκοπό και παρέχονται με 30 χρόνια εγγύηση και μπορούν να αντέξουν υπό αυξημένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας,
- Ακόμα και αν παρουσιαστεί κάποια διαρροή μπορεί να εντοπιστεί ο χαλασμένος σωλήνας και να απομονωθεί, χωρίς να επηρεαστεί η λειτουργία του συστήματος μέχρις ότου αποκατασταθεί η βλάβη,
- Τέλος, μπορεί να υπάρξει πρόβλεψη για την μετάβαση του συστήματος σε σύστημα με Fan Coils.

✘ Θέρμανση – Ψύξη Τοίχου

Το σύστημα θέρμανσης - ψύξης τοίχου αποτελείται από ειδική ράγα στήριξης του σωλήνα που τοποθετείται πάνω στην τοιχοποιία και εξασφαλίζει την πλήρη περιβολή του από το σοβά και από το δίκτυο των σωλήνων που θα κυκλοφορεί το νερό (βλ.εικόνα 22).



Εικόνα 22: Θέρμανση – Ψύξη Τοίχου

Τα πλεονεκτήματα του τρόπου αυτού του τρόπου θέρμανσης είναι τα εξής:

- ◆ Η ποιότητα της θέρμανσης αυτής είναι καλή, καθώς είναι ομαλή και ομοιόμορφη χωρίς την ύπαρξη ψυχρών ή θερμών σημείων στο χώρο.
- ◆ Ικανοποιεί 100% τις ανάγκες, τόσο σε επίπεδο θέρμανσης, όσο και σε επίπεδο ψύξης του χώρου.
- ◆ Η απουσία θερμαντικών σωμάτων ή άλλων μηχανισμών από τους χώρους,

συμβάλλει στην εξοικονόμηση χώρου και στην βελτίωση της αισθητικής του χώρου.

- ◆ Ενδείκνυται για εξοχικές κατοικίες λόγω γρήγορης απόκρισης στην άμεση ζήτηση θερμικής ενέργειας.
- ◆ Εύκολη εύρεση πιθανών βλαβών και επισκευή τους.
- ◆ Δυνατότητα χρήσης θερμογραφικής διαφάνειας, ώστε να εντοπιστεί ελεύθερη επιφάνεια για το άνοιγμα οπών.

Όμως, σε πολλές περιπτώσεις δεν υπάρχουν επαρκείς ελεύθερες επιφάνειες τοίχων για την εφαρμογή του συστήματος.

Σώματα Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα - Fan Coils

Το σύστημα σωμάτων εξαναγκασμένης κυκλοφορίας - (Fan Coils) είναι ένα σύστημα από εσωτερικές μονάδες που μεταφέρει την θερμότητα ή την ψύξη στους διάφορους χώρους μέσω της τροφοδοσίας τους με νερό κατάλληλης θερμοκρασίας. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν είναι τα εξής:

- Μικρό κόστος
- Αποτελεσματικότητα, δηλαδή ικανοποιεί τις απαιτήσεις του χρήστη
- Προσφέρει άνεση και δίνει τη δυνατότητα της εφαρμογής ενός βοηθητικού συστήματος αερισμού

Σε κτίρια προσωρινής διαμονής, όπως και σε χώρους συνάθροισης κοινού, τα σώματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας (Fan Coils, βλ.εικόνα 23) αποτελούν μια καλή και αξιόπιστη λύση, που αποτελούν τη μοναδική λύση για υφιστάμενα κτίρια που θα ήθελαν ένα καλύτερο τρόπο ψύξης, από τις τοπικές κλιματιστικές μονάδες, χωρίς να γίνει εκτεταμένη ανακατασκευή του κτιρίου.



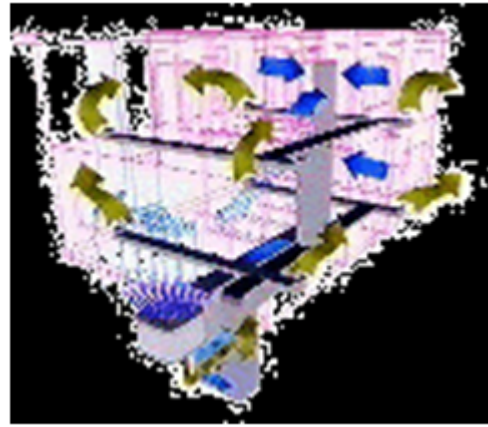
Εικόνα 23: Σώματα Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα

Κεντρικές Μονάδες Διαχείρισης Αέρα

Σε αυτό το σύστημα εγκαθίστανται μια ή περισσότερες κεντρικές κλιματιστικές μονάδες διανομής αέρα κατάλληλης συνολικής ισχύος, καθώς και δίκτυο αεραγωγών, αποδίδοντας τον κατάλληλο κλιματισμό και αερισμό στο κτίριο ώστε να εξασφαλίσει τις συνθήκες άνεσης που απαιτούνται κάθε φορά για την ασφαλή και ευχάριστη παραμονή και αποδοτική εργασία των ανθρώπων μέσα σε αυτό (βλ.εικόνα 24).

Οι παράμετροι που επηρεάζουν τις συνθήκες άνεσης και που μπορούν να ρυθμιστούν από ένα σύστημα κεντρικού κλιματισμού είναι:

- ✖ Ο αερισμός και η κίνηση του αέρα
- ✖ Η θερμοκρασία
- ✖ Η υγρασία
- ✖ Ο θόρυβος και οι κραδασμοί



Εικόνα 24: Κεντρικές μονάδες διαχείρισης αέρα

Κεφάλαιο 4: Ηλιακά Συστήματα

Η ηλιακή ενέργεια είναι η αμεσότερη και πλέον εύκολα αξιοποιήσιμη δωρεάν ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, ενώ κάποια ορυκτά ενεργειακά αποθέματα της γης εξαντλούνται. Συγκεκριμένα, η ηλιακή ενέργεια υπερβαίνει κατά 2500 φορές την ποσότητα που καταναλώνουμε ετησίως. Όμως, η ενέργεια που παρέχεται από τον ήλιο σε ετήσια βάση διαφέρει από περιοχή σε περιοχή, η μεγαλύτερη ένταση της ακτινοβολίας παρατηρείται σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη, καθώς ο άξονας περιστροφής της Γης βρίσκεται υπό γωνιά $23,45^\circ$ με την κατακόρυφο. Η ολική ακτινοβολία κατά την διάρκεια ενός έτους στο δικό μας γεωγραφικό πλάτος είναι περίπου 1600kWh/m^2 . Αυτή η ποσότητα ενέργειας την οποία μας παρέχει ετήσιος ο ήλιος ανά m^2 αντιστοιχεί σε 160 λίτρα πετρελαίου θέρμανσης. Η ηλιακή ενέργεια είναι χρήσιμη τόσο το χειμώνα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για τη θέρμανση του χώρου όσο και για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, όσο και το καλοκαίρι που μπορεί να αξιοποιηθεί παράγοντας ψυκτικά φορτία μέσω ηλιακών ψυκτών¹.

Η ιδέα της χρήσης των ηλιακών συλλεκτών ενέργειας για την αξιοποίηση της δύναμης του ηλίου καταγράφηκε από τους προϊστορικούς χρόνους, όταν το 212 π.Χ. ο έλληνας φυσικός Αρχιμήδης επινόησε μια μέθοδο για να κάψει το ρωμαϊκό στόλο μέσω ενός κοίλου μεταλλικού καθρέπτη, που τον παρουσίασε με τη μορφή εκατοντάδων γυαλισμένων ασπίδων².

4.1 Τύποι Ηλιακών Συλλεκτών

Οι ηλιακοί συλλέκτες αποτελούν συστήματα, τα οποία χρησιμοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία για την παραγωγή θερμότητας. Η λειτουργία τους στηρίζεται στην αρχή του θερμοδιδύμου, σύμφωνα με την οποία μπορεί το νερό να κυκλοφορεί και στην αρχή του θερμοκηπίου, σύμφωνα με την οποία θερμαίνεται το νερό³.

4.1.1 Επίπεδοι Συλλέκτες

Οι συλλέκτες που χαρακτηρίζονται από εντελώς επίπεδη επιφάνεια συλλογής ονομάζονται

¹ Francis de Winter (1991) Solar Collectors, Energy Storage and Materials. The MIT Press, p.100

² Anderson, B., (1977) Solar energy: fundamentals in building design. New York: McGraw-Hill.

³ Αλεξάκης, Α., (2006) Ηλιακή Ενέργεια, σελ.71-72

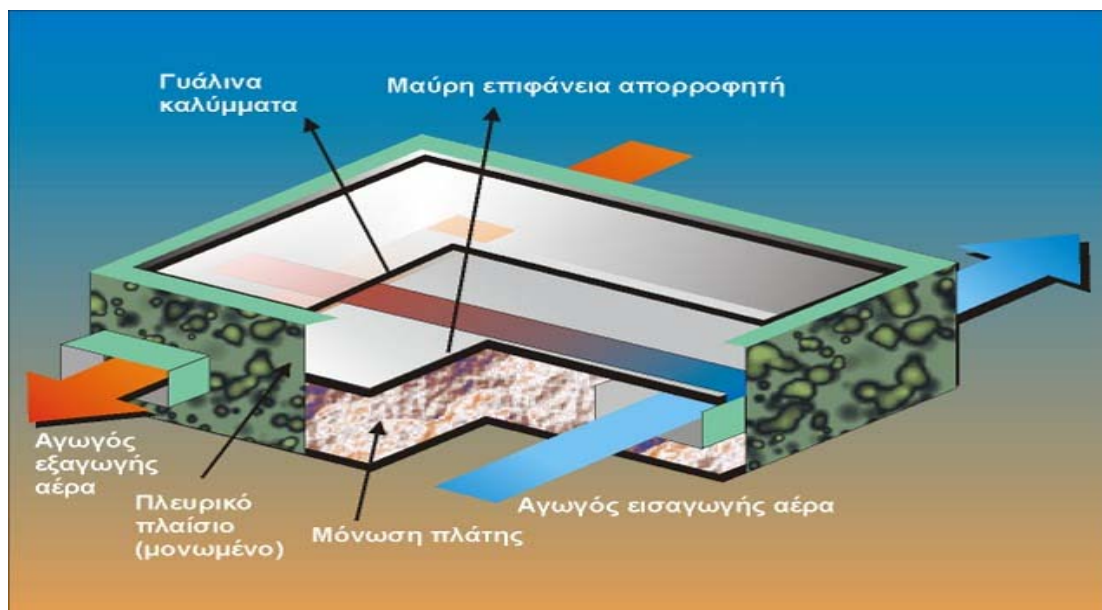
επίπεδοι συλλέκτες (βλ.εικόνα 25). Το είδος αυτών των συλλεκτών έχει τη μεγαλύτερη ανταπόκριση στην αγορά και κυρίως για οικιακή χρήση (θέρμανση νερού), αλλά και στις βιομηχανίες.

Οι επίπεδοι συλλέκτες απορροφούν τη μέγιστη ακτινοβολία, όταν ο ήλιος βρίσκεται ακριβώς απέναντί του, ενώ όταν βλέπει τον ήλιο από γωνία η ενεργή επιφάνειά του είναι μικρότερη από την ολική επιφάνεια του συλλέκτη και απορροφά μικρότερη ποσότητα ακτινοβολίας. Οι συλλέκτες αυτού του τύπου χρησιμοποιείται για θέρμανση του νερού, για θέρμανση του χώρου και για ηλιακό κλιματισμό.

Στους επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες η απορροφητική πλάκα είναι μια επίπεδη απορροφητική επιφάνεια που συλλέγει την ηλιακή ακτινοβολία. Η επιφάνεια αυτή είναι κατασκευασμένη κυρίως από χαλκό ή χάλυβα. Ο τύπος της συλλεκτικής επιφάνειας είναι βαμμένη με σκούρο χρώμα (για να αυξάνεται απορροφητικότητα), αλλά κάποιες φορές χρησιμοποιείται επιλεκτική συλλεκτική επιφάνεια.

Για να μειώνονται οι απώλειες του απορροφητήρα προς το περιβάλλον χρησιμοποιείται διαφανές προστατευτικό κάλυμμα μπροστά από την απορροφητική πλάκα, το οποίο είναι κατασκευασμένο από υλικό με μεγάλη διαπερατότητα στην ορατή ακτινοβολία και μικρή διαπερατότητα στη θερμική ακτινοβολία. Έτσι δημιουργείται το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η πλάκα με τη σειρά της εκπέμπει μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (θερμική ακτινοβολία) για την οποία το τζάμι που καλύπτει την πλάκα είναι σχεδόν αδιαφανές. Έτσι η μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (η ζέστη) παγιδεύεται ανάμεσα στην πλάκα και το τζάμι, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απόδοση όσον αφορά τη θέρμανση του νερού (που κυκλοφορεί σε σωλήνες που είναι σ' επαφή με την πλάκα στο πίσω μέρος της ή ενσωματωμένοι σ' αυτή).

Το προστατευτικό πλαίσιο είναι κατασκευασμένο από κάποιο μεταλλικό αντιδιαβρωτικό υλικό όπως είναι το αλουμίνιο, ώστε να ενισχυθεί η αντοχή του. Το πλαίσιο αυτό μπορεί να παρέχει κάλυψη από τα πλάγια και στο πίσω μέρος του ηλιακού συλλέκτη. Για τη μείωση των θερμικών απωλειών της απορροφητικής πλάκας στο εσωτερικό του προστατευτικού πλαισίου τοποθετείται θερμομονωτικό υλικό.



Εικόνα 25: Επίπεδος Συλλέκτης

Όταν η θερμοκρασία του νερού (ή οποιοδήποτε ρευστού χρησιμοποιείται για τη μεταφορά της θερμότητας) είναι από 60 έως 70 °C, τότε χρησιμοποιούνται απλοί επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες, όταν όμως οι θερμοκρασίες που απαιτούνται είναι γύρω στους 90 °C χρησιμοποιούνται οι συλλέκτες κενού (οι οποίοι θα εξεταστούν παρακάτω).

Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες είναι συνήθως σταθεροί και δεν παρακολουθούν την τροχιά του ηλίου. Η θέση των επίπεδων συλλεκτών πρέπει να είναι τέτοια ώστε να είναι παράλληλα στον ισημερινό, με νότιο προσανατολισμό στο βόρειο ημισφαίριο και βόρειο στο νότιο ημισφαίριο. Η ιδανική κλίση του συλλέκτη υπολογίζεται βάσει του γεωγραφικού πλάτους της τοποθεσίας στην οποία εγκαθίσταται, με μια διακύμανση $\pm 10^\circ$ - 15° , ανάλογα με την εφαρμογή.

Η αρχή λειτουργίας του επίπεδου συλλέκτη στηρίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, όπου η ενέργεια η οποία συλλέγεται από τον απορροφητή του συλλέκτη και μετά εκπέμπεται και προσπίπτει σε ένα κρύσταλλο. Το κρύσταλλο με τον τρόπο αυτό αρχίζει να θερμαίνεται και στη συνέχεια εκπέμπει ακτινοβολία, από την οποία η μισή μένει στο εσωτερικό του συλλέκτη και θερμαίνει ξανά τον απορροφητή (φαινόμενο θερμοκηπίου).

Οι παράμετροι που επηρεάζουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι οι εξής:

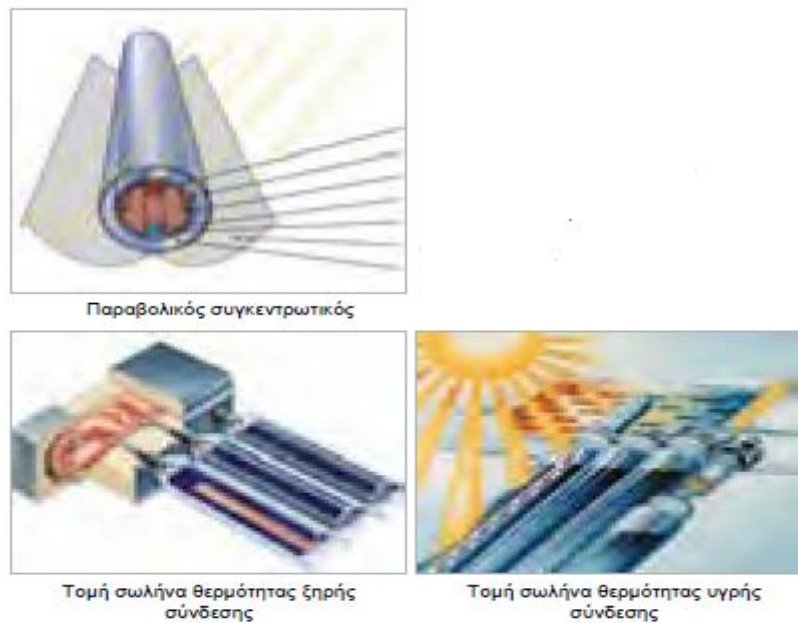
- ✗ Η διαπερατότητα της γυάλινης κάλυψης ως προς την ηλιακή ακτινοβολία. Η διαπερατότητα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερη. Επίσης, η διαπερατότητα στην μεγάλη μήκους κύματος ακτινοβολίας θα πρέπει να είναι όσο πιο μικρή γίνεται.
- ✗ Η απορροφητικότητα ως προς την ηλιακή ακτινοβολία επιδιώκεται να είναι όσο το δυνατό μεγαλύτερη.
- ✗ Ο συντελεστής μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίας της πλάκας θα πρέπει να είναι όσο πιο μικρός γίνεται.

4.1.2 Συλλέκτες Κενού

Οι συλλέκτες κενού αποτελούν την πιο εξελιγμένη υπάρχουσα τεχνολογία εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, όσον αφορά τη θέρμανση του νερού και διακρίνονται σε⁴:

- ◆ *συλλέκτες με σωλήνα θερμότητας*, όπου υπάρχει ενσωματωμένος ένας απορροφητής στον οποίο εμπεριέχεται ένας σωλήνας θερμότητας που είναι γεμάτος με υγρό εξάτμισης,
- ◆ *σε συλλέκτες απευθείας ροής*, όπου συμπεριλαμβάνουν έναν ομοαξονικό σωλήνα εναλλαγής θερμότητας μέσω του οποίου μπορεί να κυκλοφορεί το ρευστό,
- ◆ *σε παραβολικούς συγκεντρωτικούς συλλέκτες*, οι οποίοι είναι διπλοί σωλήνες με απορροφητική επιφάνεια και ένα σωλήνα U και οι 2 εξωτερικές ανακλαστικές επιφάνειες,
- ◆ *σε συλλέκτες ξηρής σύνδεσης*, όπου ο εναλλακτής συνδέεται με τον συλλέκτη και
- ◆ *σε συλλέκτες υγρής σύνδεσης*, όπου ο εναλλακτής βρίσκεται μέσα στο μέσο μεταφοράς θερμότητας.

⁴ Palumbo, R, Rouanet, A, Pichelin, G., (1995) Solar thermal decomposition of TiO₂ at temperatures above 2200 K and its use in the production of Zn and ZnO. Energy;20:857–68.



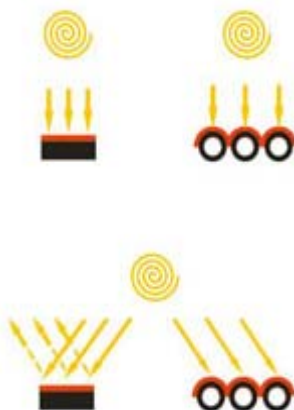
Εικόνα 26: Συλλέκτης κενού

Οι ηλιακοί συλλέκτες κενού αποτελούνται από σωλήνες διπλής υάλωσης, όπου μεταξύ τους υπάρχει κενό αέρος (βλ.εικόνα 26). Το γυαλί που χρησιμοποιείται χαρακτηρίζεται από μεγάλη αντοχή λόγω της ιδιαίτερης σκληρότητάς του. Μεταξύ των γυάλινων επιφανειών βρίσκεται θερμοαπορροφητικό υλικό, το οποίο μπορεί να μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε θερμική. Η κατασκευή αυτή οδηγεί στην αποτελεσματική λειτουργία των ηλιακών συλλεκτών ακόμη και σε μέρες συννεφιάς.



Εικόνα 27: Σωλήνας κενού

Η λειτουργία του συλλέκτη του κενού γίνεται με τον εξής τρόπο: Η θερμότητα μεταδίδεται από τον απορροφητή διαμέσου του σωλήνα θερμότητας στο υγρό που περιέχεται στο εσωτερικό του, γεγονός που προκαλεί την εξάτμιση του υγρού. Στην συνέχεια, ο ατμός ανεβαίνει στον συμπυκνωτή μέσω του εναλλακτή θερμότητας και από τον συμπυκνωτή η θερμότητα μεταδίδεται στο νερό κατανάλωσης που περνά δίπλα. Μετά ο ατμός συμπυκνώνεται και υδροποιημένος επιστρέφει στο σωλήνα θερμότητας επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία. Βασικά αυτού του τύπου οι συλλέκτες βασίζονται σε ένα κύκλο εξάτμισης – συμπύκνωσης. Οι σωλήνες κενού λόγω του κυλινδρικού τους σχήματος μπορούν να έρχονται σε επαφή με τον ήλιο συνεχώς και να μπορούν να απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία (βλ.εικόνα 28). Επίσης, η χρήση καλυμμάτων διπλού κρυστάλλου βελτιώνει την απόδοση του συλλέκτη.



Εικόνα 28: Λειτουργία συλλεκτών κενού

Τα πλεονεκτήματα των ηλιακών συλλεκτών κενού είναι τα εξής:

- ❖ Μπορεί να συνδυαστεί και με άλλες μορφές ενέργειας και να παρέχει θέρμανση σε χώρους.
- ❖ Εξοικονομείται μέχρι και 80% ηλεκτρικό ρεύμα ή πετρέλαιο για τη θέρμανση του νερού τόσο σε οικίες, όσο και βιοτεχνίες, ξενοδοχεία και πισίνες.
- ❖ Οι συλλέκτες αυτού του είδους αντέχουν σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες και σε ακραίες καιρικές συνθήκες.
- ❖ Λειτουργούν αποδοτικά σε όποιο σημείο και αν τοποθετηθούν και σε όλες τις κλίσεις.

✿ Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και μέσα σε δύο λεπτά αρχίζουν να λειτουργούν όταν επικρατούν συνθήκες κανονικής ηλιοφάνειας.

✿ Έχει άριστη αισθητική για αρχιτεκτονικές εφαρμογές.

4.1.3 Θερμοδοχείο

Το υγρό αποθηκεύεται σε μια δεξαμενή, στην οποία θερμαίνεται και η δεξαμενή αυτή ονομάζεται το μυροδοχείο. Η ύπαρξη του τυροδοχείου είναι απαραίτητη και θα πρέπει να κατασκευάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι αποδοτική. Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να εξετάζονται είναι τα εξής⁵:

- ◆ Χωρητικότητα αποθήκευσης
- ◆ Τρόπος φόρτισης και εκφόρτισης
- ◆ Χρόνος ζωής της αποθήκης
- ◆ Βάρος, όγκος και άλλα φυσικά χαρακτηριστικά της Κρίσιμες παράμετροι ασφάλειας
- ◆ Περιβαλλοντολογικά δεδομένα
- ◆ Αποδεκτό αρχικό και λειτουργικό κόστος

Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το είδος της ενέργειας που θα αποθηκεύεται, όταν γίνεται η κατασκευή του θερμοδοχείου. Αυτό συμβαίνει επειδή κάθε είδος αποθηκευμένης ενέργειας απαιτεί μια ειδική αποθήκη και έχει πλεονεκτήματα και περιορισμούς. Σε θερμοδοχεία που έχουν ως αντικείμενο μελλοντικής χρήσης την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας, θα πρέπει να προσδιορίζονται τα εξής χαρακτηριστικά:

- ◆ Υψηλή ειδική θερμοχωρητικότητα
- ◆ Μεγάλο ειδικό βάρος
- ◆ Η δυνατότητα χρήσης του ως θερμικό και ως ψυκτικό μέσο
- ◆ Χημική και γεωμετρική σταθερότητα
- ◆ Να μην είναι εύφλεκτο, να μην διαβρώνει και να μην είναι τοξικό

⁵ Norton, B. (1992) Solar energy thermal technology. London: Springer.

- ◆ Να έχει χαμηλή πίεση ατμών (στην περίπτωση αερίου)
- ◆ Να έχει χαμηλό κόστος τόσο αυτό όσο και το δοχείο που θα το περιέχει
- ◆ Να είναι ικανοποιητικής μηχανικής αντοχής
- ◆ Το φάσμα θερμοκρασιών λειτουργίας του να είναι ευρύ

Επιπλέον, αρκετά σημαντική συνιστώσα του συστήματος αποτελεί η θερμική χωρητικότητα της θερμικής αποθήκης. Ειδικά για τις ηλιακές εφαρμογές η χωρητικότητα της ενεργειακής αποθήκης βασίζεται:

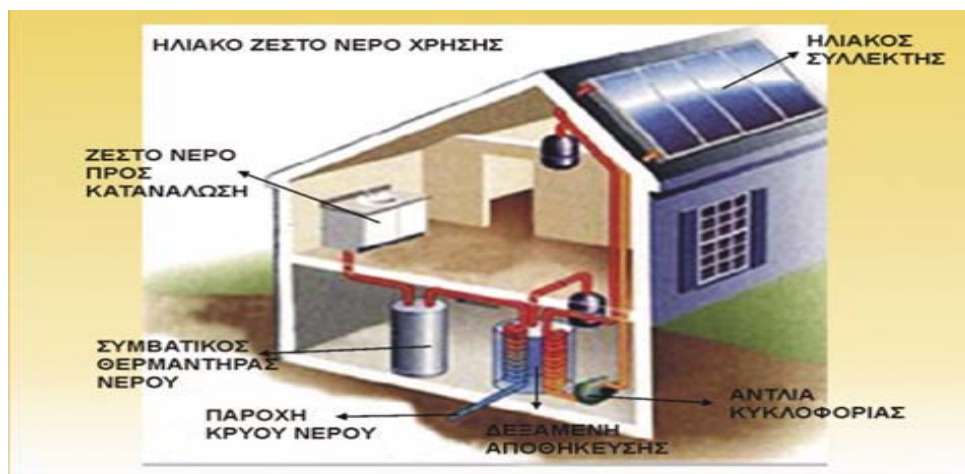
- ◆ Στην αναμενόμενη και χρονικά μεταβαλλόμενη ηλιακή ακτινοβολία
- ◆ Στο μέγεθος και τις μεταβολές των ενεργειακών αναγκών
- ◆ Στο επιθυμητό βαθμό αξιοπιστίας της εγκατάστασης
- ◆ Στη διαθέσιμη βοηθητική ενεργειακή πηγή
- ◆ Στην οικονομική ανάλυση, που θα καθορίσει τι ποσοστό από τις ετήσιες ενεργειακές ανάγκες θα καλύψει το ηλιακό σύστημα και ποιες η βοηθητική πηγή.

4.2 Εφαρμογές των ηλιακών συλλεκτών

Οι ηλιακοί συλλέκτες έχουν ποικιλία εφαρμογών. Οι ηλιακοί συλλέκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις παρακάτω περιπτώσεις.

4.2.1 Ηλιακά συστήματα θέρμανσης και ζεστού νερού

Το βασικό στοιχείο των ηλιακών συστημάτων θέρμανσης είναι το μέρος του ηλιακού συλλέκτη, το οποίο χρησιμοποιείται για την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας και η μετατροπή της σε θερμότητα, η οποία απορροφάται από ένα ρευστό (νερό, αέρας, κλπ.) που διέρχεται μέσα από το συλλέκτη. Όμως επειδή τα τμήματά του είναι εκτεθειμένα στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα και στις υψηλές αντίστοιχα το καλοκαίρι θα πρέπει να προστατεύονται από το να παγώσουν και την υπερθέρμανση.



Εικόνα 29: Παροχή ηλιακού Ζεστού Νερού Χρήσης

Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού αποτελείται από τους ηλιακούς συλλέκτες, μια δεξαμενή αποθήκευσης του ζεστού νερού, τις απαραίτητες σωληνώσεις και το σύστημα ελέγχου (βλ.εικονα 29). Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα αντλείται με φυσικό ή τεχνητό τρόπο στη δεξαμενή. Το παραγόμενο ζεστό νερό χρήσης από θερμικά ηλιακά συστήματα αποθηκεύεται σε ειδικές δεξαμενές προκειμένου στη συνέχεια να καταναλωθεί σε διάφορα σημεία (ντους,κουζίνες,πλυντήρια κλπ.) του κτιρίου στο οποίο βρίσκεται η εγκατάσταση. Παρόμοια λειτουργία έχουν και τα ηλιακά συστήματα συνδυασμένης λειτουργίας. Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπεται στους ηλιακούς συλλέκτες σε θερμική ενέργεια και μεταφέρεται μέσω σωληνώσεων σε ειδικό θερμοδοχείο.

Από το θερμοδοχείο αυτό καλύπτονται οι ανάγκες τόσο σε ζεστό νερό όσο και σε θέρμανση. Μόνο η ηλιακή ενέργεια δεν επαρκεί, τίθεται σε λειτουργία η βοηθητική πηγή ενέργειας (π.χ. Λέβητας πετρελαίου) προς κάλυψη της υπολειπόμενης ενέργειας. Ανάλογα με το υφιστάμενο σύστημα οι ηλιακοί συλλέκτες είναι επίπεδοι, επιλεκτικοί ή κενού, ενώ η βοηθητική πηγή συνδέεται με το θερμοδοχείο σε σειρά ή χρησιμοποιείται δοχείο αδράνειας (buffer storage). Τα θερμικά ηλιακά συστήματα ποικίλουν από τα χαμηλού κόστους, συμβατικά θερμοσιφωνικά (χωρίς παρεκκόμενο μηχανολογικό εξοπλισμό), (βλ.εικονα 30) έως τα πιο αποτελεσματικά, περίπλοκα και δαπανηρά κεντρικά ηλιακά συστήματα όπου χρησιμοποιούνται αντλίες, εναλλακτές θερμότητας, αισθητήρες και

συστήματα ελέγχου.



Εικόνα 30: Ηλιακός Θερμοσίφοντας

Ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζονται, την τεχνολογία που χρησιμοποιείται, το μέγεθος τους τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής κλπ. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και διαφορετικού τύπου θερμικά ηλιακά συστήματα. Η ποικιλία που παρουσιάζουν οι διατάξεις των συστημάτων αυτών οφείλεται κυρίως στους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους τα συστήματα αυτά προστατεύονται από τον παγετό και στον τρόπο που επιτυγχάνεται η κυκλοφορία του ζεστού νερού.

✘ Συστήματα φυσικής κυκλοφορίας

Τα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

- *Τους συμπαγείς θερμαντήρες νερού ή,όπως ονομάζονται αλλιώς, τα ολοκληρωμένα συστήματα συλλέκτη - αποθήκευσης που αποτελούνται από μια η περισσότερες δεξαμενές αποθήκευσης και τοποθετούνται σε ένα μονωμένο περίβλημα με τη διάφανη πλευρά προς τον ήλιο.*
- *Τα θερμοσιφωνικά συστήματα, τα οποία στηρίζονται στη φυσική κυκλοφορία του νερού στους συλλέκτες και τη δεξαμενή, η οποία βρίσκεται πάνω από το συλλέκτη. Καθώς το νερό θερμαίνεται στον ηλιακό συλλέκτη γίνεται ελαφρύτερο και ανέρχεται με φυσικό τρόπο προς τη δεξαμενή αποθήκευσης ενώ το ψυχρότερο νερό της δεξαμενής ρέει μέσω των σωληνώσεων προς το κατώτερο σημείο του συλλέκτη δημιουργώντας κυκλοφορία σε*

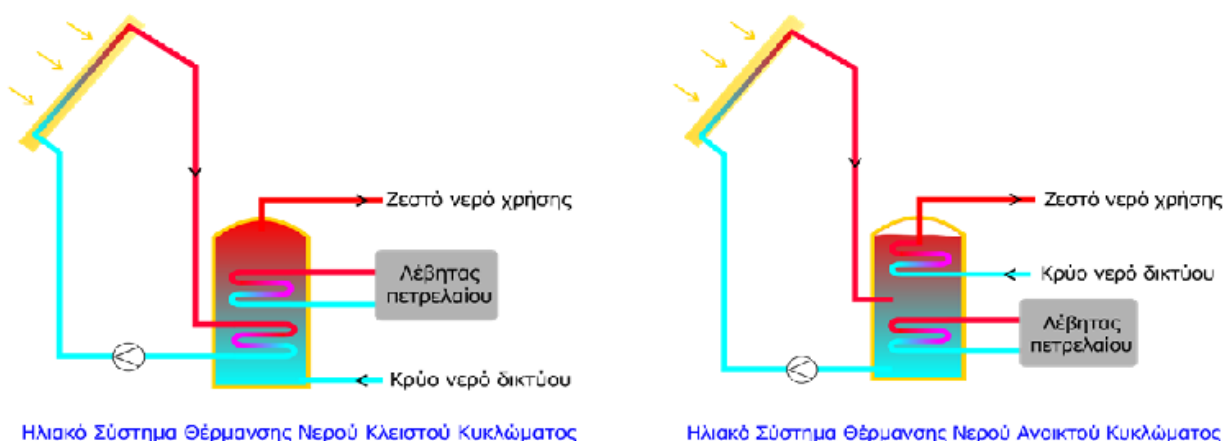
όλο το σύστημα.

✘ Συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας

Τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας χρησιμοποιούν ηλεκτρικές αντλίες, βαλβίδες και συστήματα έλεγχου για να κυκλοφορήσουν το νερό ή τα άλλα ρευστά μεταφοράς της θερμότητας μέσα στους συλλέκτες. Υπάρχουν δυο τύποι τέτοιων συστημάτων:

- Τα συστήματα ανοικτού βρόχου, τα οποία χρησιμοποιούν αντλίες (κυκλοφορητές) για να κυκλοφορήσουν νερό χρήσης στους συλλέκτες.
- Τα συστήματα κλειστού βρόχου, που αντλούν το ρευστό μεταφοράς θερμότητας, συνήθως αυτό είναι ένα μείγμα γλυκόλης και νερού, μέσα στους συλλέκτες. Η θερμότητα μεταφέρεται μέσω εναλλακτών θερμότητας από το ρευστό στο νερό που αποθηκεύεται στις δεξαμενές.

Τα δύο κυρίαρχα είδη είναι σήμερα το σύστημα υπό πίεση γλυκόλη (glycol system) το οποίο είναι κλειστού κυκλώματος και το σύστημα αποστράγγισης (drain back) ανοικτού κυκλώματος (βλ.εικόνα 31).



Εικόνα 31: Ηλιακό σύστημα θέρμανσης κλειστού και ανοικτού κυκλώματος

✘ Ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού ανοικτού κυκλώματος - Σύστημα αποστράγγισης (drain back):

Το σύστημα αποστράγγισης (*Drain Back*) είναι ένα νέο προϊόν διεθνών προδιαγραφών, κατασκευασμένος από πρώτες ύλες φιλικές προς το περιβάλλον, 100% ανακυκλώσιμες. Κύριο χαρακτηριστικό του είναι ο υψηλός βαθμός απόδοσης χάρη στην επιλεκτική συλλεκτική επιφάνεια και την μεγάλη διάρκεια ζωής στις πιο ακραίες καιρικές συνθήκες - 50°C, +50°C. Έχουν άριστη εφαρμογή τόσο στην παραγωγή ζεστού νερού χρήσης αλλά κυρίως στην υποβοήθηση της οικιακής θέρμανσης, θέρμανσης πισίνας και στην ηλιακή ψύξη. Η ιδέα του συστήματος drain back εισήχθη για να απλοποιηθεί η προστασία του ηλιακού συστήματος ενάντια στην υπερθέρμανση της δεξαμενής αποθήκευσης και κατάψυξη του συλλέκτη. Το κλειστό κύκλωμα του συστήματος Drain-back αυξάνουν την ανθεκτικότητα του συστήματος, την ασφάλεια και την αξιοπιστία. Ο συλλέκτης αποστραγγίζεται όταν η θερμοκρασία στο συλλέκτη πέφτει κάτω από την θερμοκρασία στην δεξαμενή αποθήκευσης. Με τον τρόπο αυτό εμποδίζει μια αντίστροφη ροή θερμότητας (συν τις απώλειες) και το συλλέκτη να παγώσει. Επίσης σε περίπτωση που η θερμοκρασία στη δεξαμενή αποθήκευσης υπερβαίνει τους 85 ° C, ο συλλέκτης αποστραγγίζεται για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση του. Σε περίπτωση διακοπής ρεύματος ο συλλέκτης θα αποστραγγιστεί αυτόματα και το σύστημα θα παραμείνει σε ασφαλή κατάσταση μέχρι να αποκατασταθεί η παροχή του ρεύματος. Κανένα άλλο ηλιακό θερμικό σύστημα δεν παρέχει αυτό το επίπεδο αξιοπιστίας και ασφάλειας.

✖ **Ηλιακα συστήματα θέρμανσης νερού κλειστού κυκλώματος**

Σύστημα γλυκόλης - Σύστημα κλειστού βρόχου έμμεσης πίεσης

Το έμμεσο ηλιακό σύστημα ζεστού νερού είναι τυπικά σχεδιασμένο για βόρεια κλίματα, όπου οι χαμηλές θερμοκρασίες αποτελούν κοινό πρόβλημα. Ένα μείγμα νερού / γλυκόλης κυκλοφορεί σε ένα πεπιεσμένο, σύστημα κλειστού βρόχου. Το μείγμα ωθείται από μια μικρή αντλία διαμέσου των ηλιακών συλλεκτών (επίπεδοι συλλέκτες) όπου θερμαίνεται στη συνέχεια μέσω της ηλιακής δεξαμενής αποθήκευσης ζεστού νερού. Ένας εναλλάκτης θερμότητας είναι ενσωματωμένος σε αυτό το δοχείο αποθήκευσης, έτσι ώστε η θερμότητα από το μείγμα νερού/γλυκόλης να μεταφέρεται στο εσωτερικό νερό, αλλά χωρίς να αναμειγνύονται τα δύο υγρά. Στη συνέχεια, το μείγμα νερού/γλυκόλης επιστρέφει στην αντλία (βλ.εικόνα 32).

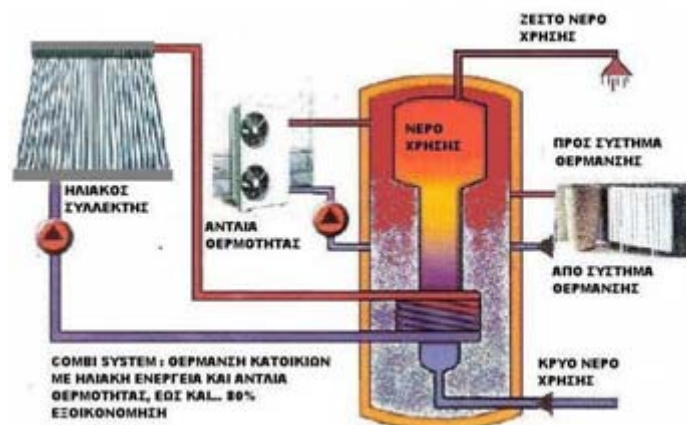
Θερμικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται για υποβοήθηση θέρμανσης χώρου και

παράλληλα για παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης (Combi systems)

Τα ηλιακά αυτά συστήματα, για τα οποία έχει επικρατήσει ο όρος “solar combi systems” ή απλά “combi”, παρότι δεν είναι ακόμη ιδιαίτερα γνωστά στη χώρα μας, αναπτύσσονται με ταχείς ρυθμούς σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες όπως η Αυστρία και η Γερμανία. Το έτος 2001 η συνολική επιφάνεια συλλεκτών που αφορούσε τα ηλιακά συστήματα combi σε οκτώ Ευρωπαϊκές χώρες (Γερμανία, Αυστρία, Γαλλία, Ολλανδία, Ελβετία, Σουηδία, Δανία και Νορβηγία) ήταν ίση με 340.000 m².

Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από:

- το κύκλωμα των ηλιακών συλλεκτών (παραγωγή ενέργειας),
- το θερμοδοχείο combi (αποθήκευση ενέργειας): Το θερμοδοχείο combi είναι ένα διπλό δοχείο συνδυασμένης λειτουργίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης. Περιέχει ένα εναλλάκτη που μεταφέρει την θερμότητα των συλλεκτών στο νερό θέρμανσης και στη συνέχεια στο νερό χρήσης. Το εσωτερικό δοχείο είναι χωρητικότητας 130-220 λίτρα, με ειδική επίστρωση που το καθιστά κατάλληλο για πόσιμο νερό. Το δοχείο, επίσης είναι εξοπλισμένο με σύστημα ανοδικής προστασίας, που εξασφαλίζει προστασία έναντι της διάβρωσης για κάθε είδους νερό,
- δεν χρειάζεται καμία συντήρηση,
- ένα σύστημα βοηθητικής ενέργειας (ηλεκτρικός λέβητας, λέβητας πετρελαίου ή φυσικού αερίου, βιομάζας, αντλία θερμότητας),
- ένα σύστημα θέρμανσης (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια, fan coils). Η επιλογή των θερμαντικών σωμάτων είναι αποκλειστικά δική μας κρίση και δεν χρίζει κανενός περιορισμού. Πλέον οι αντλίες θερμότητας φτάνουν την θερμοκρασία του νερού στους 60⁰C, άρα μπορούμε να τοποθετήσουμε από απλά σώματα καλοριφέρ, ενδοδαπέδιες σωληνώσεις, ή fan coil ή συνδυασμό των ανωτέρω. Στην περίπτωση που χρησιμοποιηθούν fan coil μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και για ψύξη το ίδιο σύστημα με την χρήση αντλίας θερμότητας ψύξης – θέρμανσης και
- ένα σύστημα ελέγχου (ηλεκτρονικός ελεγκτής): Ο ηλεκτρονικός ελεγκτής είναι ο εγκέφαλος της εγκατάστασης ελέγχει συνέχεια την θερμοκρασία στο δοχείο θέρμανσης και ανάλογα με τις συνθήκες επιλέγει αν θα δουλέψει ο κυκλοφορητής των ηλιακών, ή η βοηθητική θέρμανση. Επίσης ελέγχει την θερμοκρασία στο νερό χρήσης και δεν επιτρέπει να πέσει κάτω από κάποια θερμοκρασία. Διαθέτει εξελιγμένη αντιπαγωτική προστασία και προστασία υπερθέρμανσης συλλεκτών, σωληνώσεων και θερμοδοχείου.



Εικόνα 32: Ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού κλειστού κυκλώματος

Τα γενικά χαρακτηριστικά του, λοιπόν, είναι τα ίδια με αυτά ενός κοινού κεντρικού ηλιακού συστήματος. Βέβαια, στη συγκεκριμένη διάταξη χρησιμοποιούνται δύο δοχεία αποθήκευσης. Αυτό του ζεστού νερού χρήσης είναι εμβαπτισμένο στο μεγαλύτερο δοχείο, στο οποίο κυκλοφορεί το ίδιο υγρό (νερό) με αυτό του δικτύου θέρμανσης, δηλαδή των καλοριφέρ. Η ιδανική εφαρμογή, όμως, του συστήματος είναι για συστήματα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών (ενδοδαπέδια, fan coils), ενώ για θέρμανση με συμβατικά θερμαντικά σώματα αναμένεται μια μείωση της απόδοσης κατά 10–15% (αντιμετωπίζεται με υπερδιαστασιολόγηση της εγκατάστασης). Το εφεδρικό σύστημα θέρμανσης, ωστόσο, θα πρέπει να είναι ικανό να παράσχει το 100% των απαιτήσεων θέρμανσης, δεδομένου ότι κατά τις περιόδους νεφελώδους καιρού το ηλιακό σύστημα μπορεί να έχει μηδενική ή πολύ μικρή συμβολή στην κάλυψη των αναγκών θέρμανσης. Στην ενδοδαπέδια (ή επιτυχία) θέρμανση χρησιμοποιείται δίκτυο πλαστικών σωλήνων που ενσωματώνονται στο δάπεδο (ή τον τοίχο) και λειτουργεί με νερό χαμηλής θερμοκρασίας 30 – 45°C .

4.2.2 Ηλιακή ψύξη

Η ηλιακή ψύξη περιλαμβάνει δυο βασικές διεργασίες: την παροχή ψύξης για τη συντήρηση τροφίμων και φαρμάκων και για την παροχή ψύξης του χώρου. Τα συστήματα ηλιακής ψύξης συνήθως παρέχουν πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες από ότι τα air-conditions.

Στα συστήματα ηλιακού κλιματισμού, η διαδικασία ψύξης τροφοδοτείται από την ηλιακή ακτινοβολία. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από ψύκτες, οι οποίοι χρησιμοποιούν ζεστό νερό θερμοκρασίας από 70 έως 110 °C για την παραγωγή κρύου νερού (7 ως 10 °C) που χρησιμοποιείται στο σύστημα κλιματισμού των κτιρίων. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το ζεστό νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον κλιματισμό του κτιρίου, αλλά και για την εξασφάλιση του ζεστού νερού χρήσης.


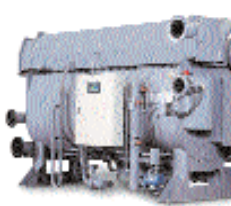


Στα συστήματα ηλιακού κλιματισμού, η διαδικασία ψύξης τροφοδοτείται από την ηλιακή ακτινοβολία. Τα συστήματα ηλιακού κλιματισμού που χρησιμοποιούνται μπορούν να ταξινομηθούν σε:

- **κλειστά συστήματα:** αυτά είναι ατμοκίνητοι ψύκτες που παρέχουν ψυχρό νερό, το οποίο είτε χρησιμοποιείται στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες για να παρέχει πλήρως κλιματισμένο αέρα είτε διανέμεται μέσω ενός δικτύου ψυχρού νερού σε καθορισμένους χώρους για να ενεργοποιήσει τις τοπικές μονάδες των δωματίων. Στην αγορά σήμερα υπάρχουν διαθέσιμοι οι ψύκτες απορρόφησης και ψύκτες προσρόφησης.

- **ανοικτά συστήματα:** που επιτρέπουν πλήρη κλιματισμό παρέχοντας ψυχρό και ξηρό αέρα σύμφωνα με τις απαιτούμενες συνθήκες άνεσης. Το ψυκτικό μέσο είναι πάντα νερό, δεδομένου ότι είναι σε άμεση επαφή με τον αέρα. Στην αγορά συναντάμε συστήματα ψύξης ανοικτού κύκλου, που χρησιμοποιούν έναν περιστρεφόμενο τροχό αφύγρανσης με στερεό πορώδες υλικό.

Τα πιο κοινά συστήματα είναι σήμερα τα κλειστά. Οι πιο κοινές τεχνολογίες κλιματισμού με χρήση της ηλιακής ενέργειας, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (βλ. Πίνακα 3).

Πίνακας 3 : Επισκόπηση των πιο κοινών τεχνολογιών ηλιακού κλιματισμού

ΜΕΘΟΔΟΣ	ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ		ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ	
Ψυκτικός Κύκλος	Κλειστός ψυκτικός κύκλος		Ψυκτικό μέσο (νερό) είναι σε επαφή με τον αέρα	
Αρχή	Ψυχρό νερό υπό εξάτμιση		Αφύγρανση του αέρα και ψύξη με εξάτμιση	
Φάση υλικού απορρόφησης	Στερεό	Υγρό	Στερεό	Υγρό
				
Τυπικά ζεύγη υλικών	νερό - silica gel	νερό- βρωμιούχο λίθιο αμμωνία - νερό	νερό - silica gel νερό -χλωριούχο ασβέστιο	νερό - χλωριούχο ασβέστιο, νερό - χλωριούχο λίθιο
Τεχνολογία διαθέσιμη στην αγορά	Ψύκτης προσρόφησης	Ψύκτης απορρόφησης	DEC	Κοντά στην εισαγωγή στην αγορά
Τυπική ψυκτική ικανότητα (kW)	50 - 430 kW	15 kW – 5 MW	20 kW – 35 kW (ανά μονάδα)	
Τυπικό COP	0,5 - 0,7	0,6 - 0,75 (απλής βαθμίδας)	0,5 - 1	> 1
Θερμοκρασία αναγέννησης	60 - 90 °C	80 - 110 °C	45 - 95 °C	45 - 70 °C
Ηλιακοί συλλέκτες	Συλλέκτες κενού, επίπεδοι συλλέκτες	Συλλέκτες κενού, επίπεδοι συλλέκτες	Επίπεδοι συλλέκτες, συλλέκτες αέρος	Επίπεδοι συλλέκτες, συλλέκτες αέρος

4.2.3 Ηλιακά υβριδικά συστήματα

Πρόκειται για συστήματα τα οποία ουσιαστικά μετατρέπουν τη φωτεινή ενέργεια του ήλιου σε ηλεκτρική ενέργεια και την αποθηκεύουν σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές ή κυψέλες υδρογόνου. Συχνά χρησιμοποιούνται και άλλες πηγές ενέργειας όπως ανεμογεννήτριες και για το λόγο αυτό το σύστημα ονομάζεται υβριδικό, καθώς χρησιμοποιεί 2 ή περισσότερες πηγές ενέργειας. Σε κάποιες εγκαταστάσεις που χρειάζονται μεγαλύτερη αυτόνομη λειτουργία, το σύστημα συνδέεται με μία πετρελαιογεννήτρια, που παράγει ενέργεια όταν δεν έχει ήλιο ή άνεμο. Τα υβριδικά συστήματα, κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται για την αδιάλειπτη λειτουργία σημαντικών οικιακών ή επαγγελματικών εφαρμογών ή εφαρμογών πρώτης ανάγκης (όπως σε στρατιωτικές μονάδες, αεροδρόμια, νοσοκομεία), αλλά και για εξοχικές κατοικίες ή ακόμα κατοικίες πολύ απομακρυσμένες από το δίκτυο της ΔΕΗ, σκάφη αναψυχής, τροχόσπιτα κτλ.

Κεφάλαιο 5: Καυστήρες Θέρμανσης

Οι καυστήρες που χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία και στις εγκαταστάσεις κεντρικών θερμάνσεων, πρέπει να εξασφαλίζουν οικονομική και ασφαλή λειτουργία(καύση), με ταυτόχρονη επιδίωξη την ελαχιστοποίησης ρύπανση του περιβάλλοντος. Βασικά δεδομένα για την επιλογή του καυστήρα, είναι το είδος του καυσίμου που θα χρησιμοποιηθεί, η αναγκαία θερμική ισχύς, η διαμόρφωση του φλογοθαλάμου και η αντίθλιψη του λέβητα με τον οποίο θα συνεργαστεί. Τα υλικά κατασκευής των καυστήρων, τα εξαρτήματα και τα όργανα με τα οποία συνδέονται, πρέπει να αντέχουν στις μηχανικές και στις θερμικές καταπονήσεις που είναι δυνατόν να υποστούν κατά την διάρκεια λειτουργίας του συστήματος λέβητα – καυστήρα.

5.1 Καυστήρες Πετρελαίου

Οι καυστήρες πετρελαίου διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- ◆ *Καυστήρες φυσικού ελκυσμού:* Είναι οι καυστήρες που χρησιμοποιούνται σε πολύ μικρές εγκαταστάσεις. Το καύσιμο προσάγεται χωρίς ιδιαίτερη πίεση και η καύση βασίζεται στη ροή που προκαλεί ο φυσικός ελκυσμός.
- ◆ *Πιεστικοί καυστήρες:* Είναι οι καυστήρες που προσάγουν το καύσιμο υπό πίεση, και συνήθως το εκτοξεύουν στον φλογοθάλαμο.

Στις σύγχρονες εγκαταστάσεις μικρού και μεσαίου μεγέθους συνιστάται η χρήση καυστήρων ελαφρού ακάθαρτου πετρελαίου και φυσικού αερίου. Στη χώρα μας χρησιμοποιούμε ως πετρέλαιο καύσης πετρέλαιο Diesel που είναι κλάσμα της αποστάξεως του αργού πετρελαίου. Είναι γνωστό ότι κάθε κλάσμα της αποστάξεως του αργού πετρελαίου μπορεί, με προσαγωγή του κανονικού ελαφρού κλάσματος πετρελαίου θέρμανσης όπως π.χ. το πετρέλαιο EL της γερμανικής τυποποίησης, τάξη 360 - 380 c. Η καύση του πετρελαίου πραγματοποιείται με φλόγα. Σαν φλόγα του πετρελαίου μπορούμε να ορίσουμε τον χώρο μέσα στον οποίο πραγματοποιούνται οι αντιδράσεις της καύσης του κατά τις οποίες ελευθερώνεται θερμική, κινητική και ηχητική ενέργεια.

Οι διαφορές επί μέρους διεργασίες που αποτελούν την καύση του πετρελαίου, είναι κατά χρονική σειρά οι εξής :

- ◆ Δημιουργία μίγματος καυσίμου και αέρα
- ◆ Θέρμανση αυτού μέχρι της θερμοκρασίας εναύσεως
- ◆ Έναυση στο μέτωπο της φλόγας
- ◆ Διεργασίες οξειδώσεως

◆ Απόδοση θερμότητας

Οι καυστήρες πετρελαίου είναι ηλεκτροκίνητες συσκευές που διαθέτουν τον αναγκαίο εξοπλισμό και τους κατάλληλους αυτοματισμούς για την προσαγωγή, τον διασκορπισμό, την ανάμιξη του αέρα και την καύση του πετρελαίου. Ο διασκορπισμός και η ανάμιξη των σταγονιδίων με τον αέρα, λαμβάνουν χώρα μέσα στον φλογοθάλαμο του λέβητα. Η σχετική διαδικασία πραγματοποιείται με τρεις τρόπους, οι οποίοι και αποτελούν χαρακτηριστικά λειτουργίας των καυστήρων, δηλαδή οδηγούν στη διάκριση, σε :

A) Καυστήρες εξατμίσεως

B) Καυστήρες διασκορπισμού

Γ) Καυστήρες περιστροφής

5.2 Καυστήρες Φυσικού Αερίου

Το φυσικό αέριο δημιουργήθηκε πριν εκατομμύρια χρόνια στους πυθμένες των θαλασσών από μεγάλες ποσότητες μικροοργανισμών απουσία αέρα και υπό την επίδραση βακτηριδίων. Σε διάστημα εκατομμυρίων ετών το υλικό αυτό βυθίστηκε και καταπλακώθηκε από μεγάλα στρώματα γης. Το αέριο που παρήχθη κατ' αυτόν τον τρόπο και ύστερα από διάφορες στρωματικές διαμορφώσεις, εμφανίζεται με τη μορφή που συναντάται σήμερα. Βασικό συστατικό του φυσικού αερίου είναι το μεθάνιο, με το οποίο συνυπάρχουν σημαντικές ποσότητες αιθανίου, προπανίου και βουτανίου καθώς και διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο, ήλιο και υδρόθειο. Το φυσικό αέριο είναι άχρωμο και άοσμο ενώ η χαρακτηριστική του οσμή δίνεται τεχνικά ώστε να γίνεται αντιληπτό σε περίπτωση διαρροής. Ανήκει στη δεύτερη οικογένεια των αέριων καυσίμων και είναι ελαφρύτερο από τον αέρα με ειδικό βάρος 0,59g το οποίο αποτελεί και μεγάλο πλεονέκτημα του έναντι του υγραερίου LPG. Η καύση του σε σχέση με αυτή άλλων καυσίμων έχει λιγότερο επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον, παράγοντας μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα για κάθε μονάδα παραγόμενης ενέργειας. Το φυσικό αέριο αποτελεί την πιο καθαρή πηγή πρωτογενούς ενέργειας μετά τις ανανεώσιμες μορφές και τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων είναι σαφώς μικρότερα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, ενώ η βελτίωση του βαθμού απόδοσης μειώνει τη συνολική κατανάλωση καυσίμου περιορίζοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Για να έχει μια κατοικία τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί φυσικό αέριο, θα πρέπει να υπάρχει δίκτυο διανομής πλησίον της οικίας. Εφόσον υπάρχει δίκτυο τότε σε μία υφιστάμενη κατοικία που προϋπήρχε σύστημα θέρμανσης με πετρέλαιο θα πρέπει να γίνουν οι παρακάτω αλλαγές:

- ◆ Η Εταιρεία Παροχής Αερίου συνδέει την κατοικία με το υπόγειο δίκτυο του φυσικού αερίου που περνάει από το δρόμο και τοποθετεί το μετρητή.
- ◆ Ο καυστήρας πετρελαίου αντικαθίσταται από καυστήρα φυσικού αερίου, χωρίς απαραίτητα να γίνει αλλαγή του λέβητα.
- ◆ Ο μετρητής της παροχής φυσικού αερίου συνδέεται με τον καυστήρα με σωληνώσεις.

Στην περίπτωση εγκατάστασης καυστήρα φυσικού αερίου δεν απαιτείται να αλλάξουν οι σωληνώσεις νερού της θέρμανσης, τα σώματα του καλοριφέρ ή οτιδήποτε άλλο από την εγκατάσταση της κεντρικής θέρμανσης. Όσον αφορά την παραγωγή ZNX με το φυσικό αέριο είναι αρκετά οικονομική γιατί το νερό ζεσταίνεται την ίδια στιγμή που ανοίγει η βρύση και έτσι θερμαίνεται μόνο όση ποσότητα χρειάζεται.



Εικόνα 33: Καυστήρας Φυσικού Αερίου

Ο καυστήρας φυσικού αερίου είναι μια συσκευή προσαρμοσμένη πάνω στον λέβητα μέσα στην οποία επιτυγχάνεται η ανάμειξη του καύσιμου υλικού (π.χ. φυσικό αέριο) με τον αέρα έτσι ώστε να προκαλείται και να συντηρείται η καύση (βλ.εικόνα 33). Οι καυστήρες φυσικού αερίου χωρίζονται σε 2 μεγάλες κατηγορίες, τους ‘πιεστικούς’ και τους ‘ατμοσφαιρικούς’ οι οποίοι προσαρμόζονται στους αντίστοιχους ‘πιεστικούς’ ή ‘ατμοσφαιρικούς’ λέβητες.

Το φυσικό αέριο αποτελεί ορυκτό καύσιμο, οπότε δεν είναι ανεξάντλητο. Στην Ελλάδα κύριος και άμεσος παροχέας είναι η ΔΕΠΑ η οποία για τη διανομή του φυσικού αερίου συνεργάζεται με τις ΕΠΑ. Σήμερα υπάρχουν τρεις ενεργές ΕΠΑ (Αττικής, Θεσσαλίας, Θεσσαλονίκης), και είναι υπό ίδρυση άλλες τρεις (Στερεάς Ελλάδας & Ευβοίας, Κεντρικής Μακεδονίας, Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης).

Η τοποθέτηση ενός καυστήρα φυσικού αερίου πλεονεκτεί, καθώς πλεονεκτεί στην εξοικονόμηση χώρου γιατί δε χρειάζεστε δεξαμενή, δεν έχει δυσάρεστες οσμές, ο καταναλωτής πληρώνει μόνο την ενέργεια που καταναλώνει και οι ρύποι που παράγονται είναι λιγότεροι σε σύγκριση με την

κατανάλωση πετρελαίου. Παρόλα αυτά το φυσικό αέριο είναι ορυκτό καύσιμο και δεν είναι ανεξάντλητο, καθώς επίσης παράγει και ρύπους κατά την καύση του.

5.3 Καυστήρες Βιομάζας

Η βιομάζα με την ευρύτερη έννοια του όρου περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο ή για την παραγωγή στέρεων, υγρών και αέριων καυσίμων. Στην πράξη υπάρχουν δύο τύποι βιομάζας: οι υπολειμματικές μορφές και η βιομάζα που παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες. Οι υπολειμματικές μορφές βιομάζας περιλαμβάνουν τα αγροτικά και δασικά υπολείμματα (άχυρα, κλαδέματα, υλοτομία, καθαρισμοί κα.), τα υπολείμματα γεωργικών/ δασικών βιομηχανιών (πυρηνόξυλο, πριονίδια, απόβλητα τυροκομείου κ.ά.), τα απόβλητα (αστικά, κτηνοτροφίας) και το οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων. Οι ενεργειακές καλλιέργειες περιλαμβάνουν:

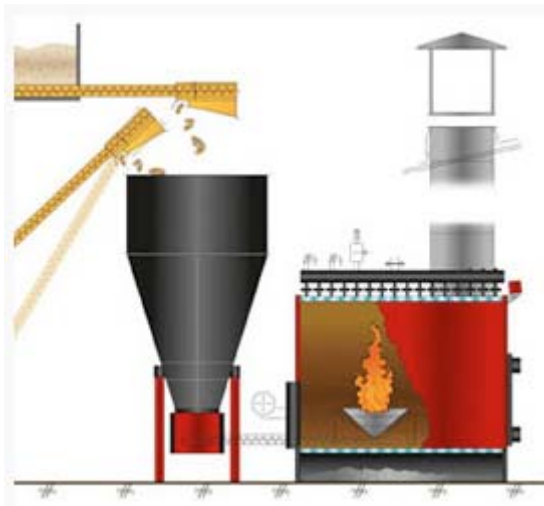
- ◆ Παραδοσιακές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την παραγωγή βιοκαυσίμων/ ενέργειας (π.χ. τεύτλα, σιτάρι, ηλιάνθος, ευκάλυπτος).

- ◆ Ενεργειακά φυτά που το τελικό προϊόν τους προορίζεται για την παραγωγή βιοκαυσίμων ενέργειας (π.χ. σόργο, ελαιοκράμβη, κενάφι).

Η βιομάζα είναι από τους πολυτιμότερους και πιο ευέλικτους ενεργειακούς πόρους στην γη καθώς με διαφορετικές τεχνολογίες μπορεί να παρέχει ενέργεια σε όλες τις μορφές που την χρειάζεται ο άνθρωπος (θερμότητα, ηλεκτρική ενέργεια, καύσιμα μεταφοράς), ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μικρή και σε μεγάλη κλίμακα, σε αναπτυσσόμενες και σε αναπτυγμένες χώρες, σε τοπικό και εθνικό επίπεδο.

Οι καυστήρες βιομάζας χρησιμοποιούν βιομάζα σε στερεά μορφή (pellet). Τα pellet (συσσωματώματα) είναι ένα καύσιμο αποτελούμενο από ξύλο, απαλλαγμένο από κάθε υγρασία, συμπιεσμένο σε μικρούς κυλίνδρους χωρίς καμιά προστιθέμενη συγκολλητική ουσία. Η θερμιδική απόδοση των pellet ανέρχεται στα 4200 – 5500 kcal/kg. Έχουν κυλινδρικό σχήμα διαμέτρου 60-80 χιλ. με μήκος περίπου 100 χιλ. και χρώμα εξαρτώμενο από την πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή τους. Λόγω της κυλινδρικής φόρμας, της στιλπνής επιφάνειας και του μικρού μεγέθους, τα pellets όπως ένα υγρό, διευκολύνοντας την μεταφορά τους και την αυτόματη τροφοδοσία του λέβητα ή της σόμπας pellet. Η τροφοδοσία της εγκατάστασης μπορεί να γίνει είτε με συσκευασίες σάκων 15 κιλών, είτε με

μεγάλες συσκευασίες 500-1000 kg. Η υψηλή ενεργειακή πυκνότητα και η ευκολία της χρήσης καθιστούν αυτό το φυτικό και περιβαλλοντικά ασφαλές καύσιμο, ενδεικνυόμενο για χρήση σε κάθε μεγέθους αυτόματα συστήματα θέρμανσης. Μια εγκατάσταση συστήματος καύσης pellets για κεντρική θέρμανση, περιλαμβάνει λέβητα, καυστήρα, αποθήκη καύσιμης ύλης, σύστημα τροφοδοσίας, κεντρικό ρυθμιστικό μηχανισμό και κάποιες φορές όταν απαιτείται σύστημα παραγωγής ζεστού νερού θέρμανσης (βλ.εικόνα 34).



Εικόνα 34 : Καυστήρας Βιομάζας

Σήμερα, η χρήση της βιομάζας έχει αυξηθεί, καθώς η εμπειρία των ευρωπαϊκών χωρών έδειξε ότι η χρήση βιομάζας είναι φθηνότερη για τον καταναλωτή τόσο σε σχέση με το πετρέλαιο όσο και σε σχέση με το φυσικό αέριο. Έρευνα που έγινε στην Αυστρία, όπου οι καυστήρες βιομάζας χρησιμοποιούνται εδώ και πολλά χρόνια, έδειξε ότι η χρήση τους είναι έως και 20% πιο οικονομική απ' ότι αυτή των λεβήτων πετρελαίου. Από αντίστοιχη έρευνα στη Δανία, προέκυψε ότι το κόστος είναι χαμηλότερο ως και 50%.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω οι καυστήρες αυτοί καίνε pellets, τα οποία είναι επεξεργασμένα υπολείμματα ξύλου (π.χ. ροκανίδια) που σύμφωνα με παράγοντες του χώρου κοστίζουν από 160 ευρώ ανά τόνο μέχρι 240 ευρώ ανά τόνο. Όσο για τη μέση τιμή αλλαγής ενός συμβατικού λέβητα πετρελαίου με έναν που να μπορεί να «καίει» pellets, υπολογίζεται σε 5.500 ευρώ. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι μια μεγάλη πολυκατοικία με κατανάλωση 5.000 λίτρων πετρελαίου ετησίως, μπορεί να έχει από την αλλαγή του καυστήρα ένα ετήσιο όφελος 2.500 ευρώ, κι επομένως να έχει κάνει απόσβεση της επένδυσης σε δύο περίπου χρόνια.

Ακριβώς λόγω της οικονομικής κρίσης, η Greenpeace έχει καταθέσει εδώ και καιρό στο υπουργείο Περιβάλλοντος πρόταση φορολογικών κινήτρων, που επιδοτεί την αγορά πράσινων συστημάτων

θέρμανσης. Ωστόσο όπως έχει πει δημόσια ο αρμόδιος υπουργός, προς το παρόν δεν υπάρχει σκέψη στο υπουργείο για επιδότηση των καυστήρων βιομάζας. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η τεχνολογία που χρησιμοποιείται στους συγκεκριμένους λέβητες, καθώς γίνεται αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου και ηλεκτρονικά ελεγχόμενη παροχή αέρα, οι οποίοι είναι σε θέση να αποδώσουν περισσότερο από το 90% της ενέργειας που περιέχεται στο ξύλο για θέρμανση. Τα πιο εξελιγμένα μάλιστα συστήματα διαθέτουν αυτόματο σύστημα καθαρισμού των επιφανειών και αυτόματη απομάκρυνση της στάχτης, ενώ ορισμένα μοντέλα συμπίεζουν τις στάχτες, ώστε το καθάρισμα να είναι αναγκαίο μόνο δύο φορές το χρόνο.

Οι σύγχρονοι αυτοί λέβητες ξύλου δεν παράγουν ορατό καπνό και οι εκπομπές τους σε διοξείδιο του άνθρακα είναι πολύ χαμηλές. Το βασικό τους πλεονέκτημα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα (πετρέλαιο, αέριο), εκτός του κατά 50% μικρότερου κόστους και του ανανεώσιμου χαρακτήρα τους, είναι πως είναι «ουδέτεροι» ως προς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), δε συμβάλλουν δηλαδή στην αποσταθεροποίηση του κλίματος. Διότι οι όποιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την καύση της βιομάζας «ισοσκελίζονται» από ισοδύναμες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα που απορροφήθηκαν από τα φυτά στη διάρκεια της ζωής τους.

Στην Ελλάδα ο αγροτικός τομέας είναι αρκετά ανεπτυγμένος και συμβάλλει άνω του 5% στο ΑΕΠ, πολύ περισσότερο από τον αντίστοιχο μέσο όρο της ΕΕ (1.8%). Συγκεκριμένα στην Ελλάδα, σύμφωνα με τη Eurostat, η συνολική γεωργική γη έχει έκταση 3,82 Mha και καλύπτει περίπου το 30% των συνολικών εδαφών της χώρας. Οι αρόσιμες γαίες καταλαμβάνουν το 16% της συνολικής έκτασης ενώ οι μόνιμες καλλιέργειες το 9% (δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό στην ΕΕ-27 μαζί με την Ιταλία). Γίνεται σαφές, λοιπόν, πως κάθε χρόνο παράγονται ως παραπροϊόντα των γεωργικών δραστηριοτήτων σημαντικές ποσότητες φυτικής βιομάζας, η οποία θεωρείται ως ύλη μηδενικής αξίας και απορρίπτεται. Η αγορά των pellets μπορεί να τροφοδοτηθεί από αυτή την πρώτη ύλη, να της προσδώσει προστιθέμενη αξία και, κατ' επέκταση, να την καθορίσει ως σημαντική εθνική ενεργειακή πηγή. Η Ελλάδα μπορεί επίσης να δραστηριοποιηθεί και ως προς την εξαγωγή pellet, με προϋπόθεση την υψηλή ποιότητα του προϊόντος και τη διαπίστευσή των pellets βάσει προτύπων (EN 14961-2, κυρίως, και DIN 51731, DIN plus, ÖNORM M1735 ή, αναλόγως την αγορά, και άλλα).

Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου - επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας. Επίσης, η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή. Εφόσον, η

βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος. Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο, καλάμι), τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλίανθος κ.ά.), και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικό-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής.

Από την άλλη πλευρά, ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας. Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας. Επομένως, υπάρχουν δυσκολίες κατά τη συλλογή, τη μεταφορά και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης. Επίσης, οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

Κεφάλαιο 6: Αντλία θερμότητας

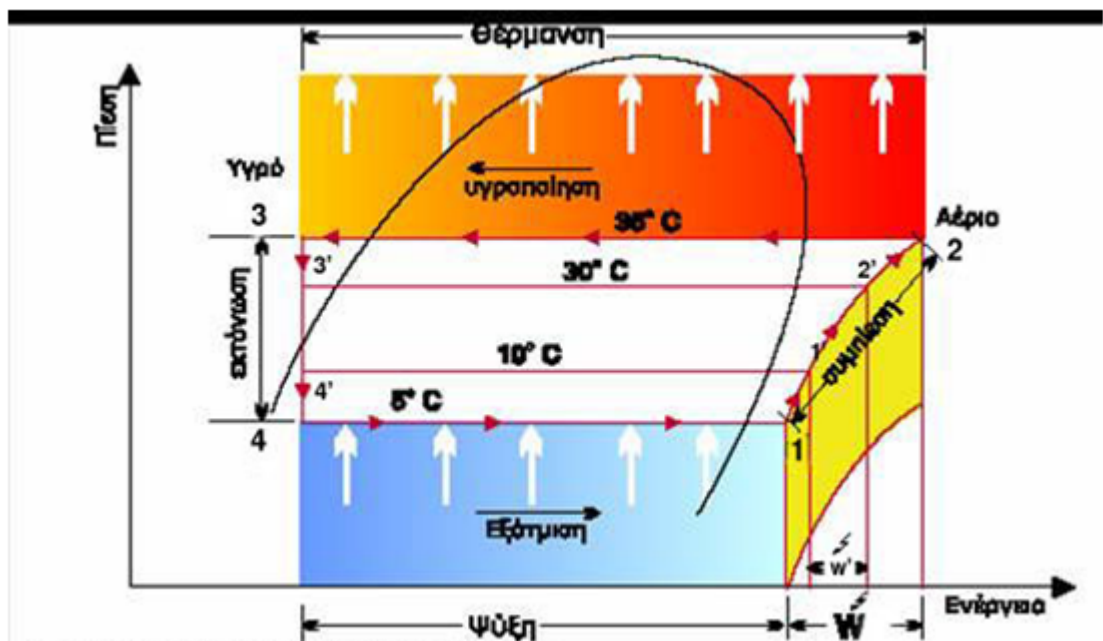
Η αντλία θερμότητας είναι ένα σύστημα, το οποίο χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα «οικονομικό», καθώς χρησιμοποιείται η θερμική ενέργεια του περιβάλλοντος για να αποδοθεί το θερμικό ή ψυκτικό της έργο. Η ικανότητα να παράγει θερμική ενέργεια Q συνίσταται σε τρεις παράγοντες: τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, την επιθυμητή θερμοκρασία ρευστού εισαγωγής στο σύστημα απόδοσης - απόληψης θερμότητας στον κλιματιζόμενο χώρο και την ισχύ του συμπιεστή της αντλίας θερμότητας.

Στο παρελθόν, το μειονέκτημα των αντλιών θερμότητας ήταν η μειωμένη τους απόδοση σε ακραίες εξωτερικές θερμοκρασίες (δηλ. υψηλή θερμαντική απόδοση σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος μικρότερες των 0°C) και εξαιτίας της μειωμένης ανταλλαγής θερμότητας με το περιβάλλον, μειώνεται η απόδοσή τους. Το πρόβλημα αυτό όμως έχει ξεπεραστεί τα τελευταία έτη με την εξέλιξη της τεχνολογίας, καθώς εξαιτίας στην ευελιξία λειτουργίας των κινητήρων του συμπιεστή και των ανεμιστήρων σε μεταβαλλόμενο εύρος στροφών επιτυγχάνεται:

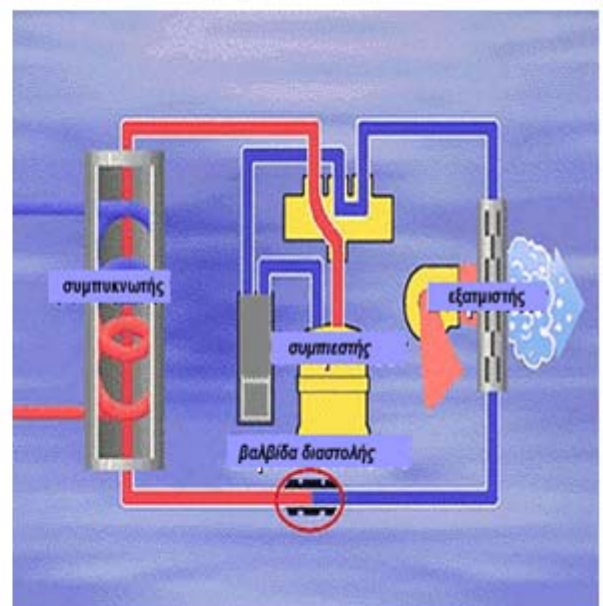
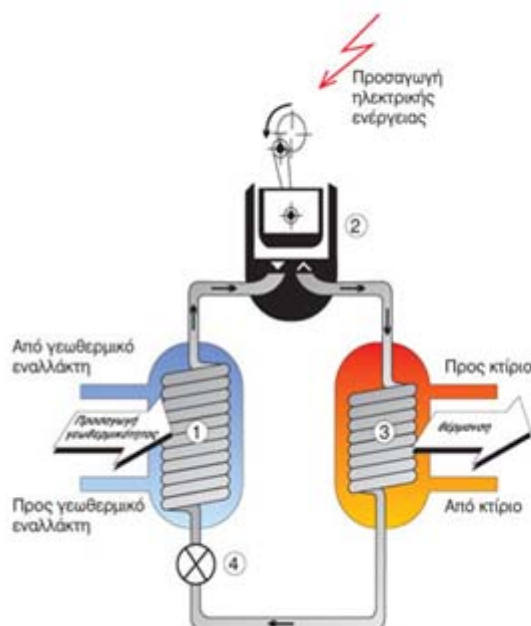
- ◆ η μέγιστη απόδοση του συστήματος
- ◆ η βελτιωμένη θερμοκρασιακή άνεση και
- ◆ η σημαντικά χαμηλότερη ηλεκτρική κατανάλωση

Ο βαθμός αποδοτικότητας COP κυμαίνεται από 2,5-5 ανάλογα με το είδος της τεχνολογίας και για κάθε 1 kW ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνεται, οι μονάδες αποδίδουν 2,5 kW-5 kW θέρμανσης ή ψύξης. Από τις πειραματικές μετρήσεις προέκυψε ότι ο συντελεστής απόδοσης μιας αντλίας θερμότητας (COP) εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι σημαντικότεροι των οποίων είναι:

- Η διαφορά θερμοκρασίας (ΔT) μεταξύ παραγόμενου από την αντλία θερμότητας θερμικού ρευστού και της πηγής θερμότητας (που μπορεί να είναι ο περιβάλλον αέρας ή κάποια φυσική υδάτινη μάζα). Δηλαδή η διαφορά θερμοκρασίας συμπυκνωτή και εξατμιστή. Όσο μικρότερο είναι αυτό το ΔT , τόσο μεγαλύτερο είναι το COP.
- Η σταθερότητα θερμοκρασίας της πηγής θερμότητας, καθώς και η τιμή αυτής, ιδιαίτερα στο μεταξύ των 0°C και 30°C διάστημα.



Εικόνα 35: Διάγραμμα λειτουργίας του φρέον



Εικόνα 36: Κύκλοι αντλίας θερμότητας

Στο παραπάνω διάγραμμα είναι αποτυπωμένοι δύο κύκλοι (βλ.εικόνες 35,36). Ο μεγάλος κύκλος (1,2,3,4,1), όπου έχει θερμοκρασία εξάτμισης 5°C και θερμοκρασία συμπύκνωσης 35°C, ενώ ο μικρότερος κύκλος (1',2',3',4',1') αναφέρεται σε θερμοκρασίες 10°C και 30°C. Η ηλεκτρική κατανάλωση στον δεύτερο κύκλο είναι σχεδόν η μισή από αυτή του πρώτου κύκλου, ενώ η ενέργεια θέρμανσης ή ψύξης δεν ελαττώνεται σε σημαντικό ποσοστό.

Το σημαντικότερο πρόβλημα στην αποδοτική χρήση αντλιών θερμότητας είναι η εξασφάλιση μιας πηγής θερμότητας, που να παρέχει θερμική ενέργεια με σταθερή ισχύ και σταθερή θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας της. Για την εξασφάλιση της πηγής αυτής για ένα κτίριο υπάρχουν τέσσερις επιλογές :

- ◆ Οι αέριες μάζες που περιβάλλουν το κτίριο
- ◆ Οι πιθανές υπάρχουσες επιφανειακές υδάτινες μάζες
- ◆ Οι πιθανές υπάρχουσες υπόγειες υδάτινες μάζες
- ◆ Οι υπεδαφικές μάζες

Οι αντλίες θερμότητας διακρίνονται σε τεχνολογίες όπως:

- ✖ αέρα – νερού
- ✖ νερού - νερού και
- ✖ άμεσης εκτόνωσης, αέρα - αέρα

Στις περιπτώσεις β, γ και δ χρησιμοποιείται νερό για τη μεταφορά της θερμότητας από την πηγή στην Αντλία Θερμότητας (νερού - νερού). Η συσκευή αυτή είναι σχεδιασμένη να δέχεται νερό αντί αέρα, έχει απλούστερη κατασκευή και εξάλλου, έναντι του αέρα, το νερό έχει σαφή πλεονεκτήματα ως φορέας θερμότητας, κυρίως λόγω της μεγαλύτερης θερμοχωρητικότητας του και της σταθερής πυκνότητας του.

Ο βαθμός απόδοσης (COP) μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας, δηλαδή η ποσότητα θερμικής ενέργειας που παράγει σε σχέση με την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που

καταναλώνει, είναι στην πράξη 4,0 έως 5,5, ενώ στην αντλία θερμότητας με πηγή αέρα είναι κατώτερη από 2,8, εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Λειτουργεί χωρίς πρόβλημα σε οποιοσδήποτε καιρικές και θερμοκρασιακές συνθήκες περιβάλλοντος, υπό το μηδέν την περίοδο του χειμώνα και πάνω από 40°C το καλοκαίρι, διότι η αντλία θερμότητας με πηγή το νερό, τροφοδοτείται από το γεωθερμικό εναλλακτή με το νερό να βρίσκεται σε αμετάβλητη θερμοκρασία, ίση περίπου με αυτή που επικρατεί στο υπέδαφος κάτω από το κτίριο.

Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του συστήματος γεωθερμικού κλιματισμού είναι πολύ χαμηλότερο, απ' ότι στο σύστημα με αντλία θερμότητας με πηγή αέρα. Συμβάλλει θετικά σε δύο υψηλούς αναπτυξιακούς – κοινωνικούς στόχους :

- Στην εξοικονόμηση ενέργειας με την πολύ χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και την παραγωγή πολλαπλάσιας θερμικής και ψυκτικής ενέργειας από την επιτόπια γεωθερμική.
- Στην προστασία του περιβάλλοντος, διότι χρησιμοποιώντας την καθαρή γεωθερμική ενέργεια, εκτοπίζει το ρυπογόνο πετρέλαιο και μειώνει την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, στη χώρα μας παράγεται κυρίως στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς από ρυπογόνα καύσιμα.

Τα μειονεκτήματα των υδάτινων μαζών στην περίπτωση των γεωθερμικών αντλιών ανοικτού κυκλώματος, είναι ότι σπάνια βρίσκονται διαθέσιμες σε κοντινή απόσταση από το κτίριο, σε ποσότητες επαρκείς, ώστε να εξασφαλιστεί η απαιτούμενη θερμική ενέργεια. Ιδιαίτερα, το επιφανειακό νερό στην Ελλάδα βρίσκεται σε επαρκείς παροχές κοντά σε κτίρια εξαιρετικά σπάνια και μόνο όταν αυτά είναι κτισμένα πολύ κοντά στην ακτογραμμή ή στις όχθες μιας λίμνης, ώστε να μπορούν να προμηθεύονται θερμική και ψυκτική ενέργεια από το θαλασσινό ή λιμναίο νερό. Όμως, τα επιφανειακά νερά υπόκεινται, κατά τη διάρκεια του έτους, σε σημαντικές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας τους, ενώ επιπλέον το θαλασσινό νερό, λόγω της αλμυρότητας του, απαιτεί δαπανηρούς εναλλακτές θερμότητας, ανθεκτικούς στη διαβρωτική επίδραση των αλάτων.

Κεφάλαιο 7: Οικονομοτεχνική Μελέτη

Για να διαπιστωθεί ποια από τις μεθόδους που προαναφέρθηκαν στα παραπάνω κεφάλαια μπορούν να εφαρμοστούν πιο αποτελεσματικά με το μικρότερο δυνατό κόστος στο υφιστάμενο σπίτι, αρκεί να πραγματοποιηθεί οικονομοτεχνική μελέτη. Η οικονομοτεχνική μελέτη μας βοηθάει να επιλέξουμε τη σωστή μέθοδο εξοικονόμησης ενέργειας. Για να μπορέσει να εκτελεστεί η οικονομοτεχνική μελέτη θα πρέπει να υπάρχει πλήρη γνώση των παραμέτρων της αγοράς και συγκεκριμένα οι τιμές των υλικών και του εξοπλισμού που απαιτείται για την εξοικονόμηση ενέργειας μιας κατοικίας.

Για την πραγματοποίηση της οικονομοτεχνικής μελέτης απαιτείται η κατάρτιση πλήρων και κοστολογικών μελετών. Για την πραγματοποίηση αυτών των μελετών χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πρόγραμμα KENAK που αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στο πλαίσιο του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ).

Επίσης, με τη συμβολή μεγάλου αριθμού εξειδικευμένων επιστημόνων αλλά και απλών χρηστών έγινε προσπάθεια ενσωμάτωσης των περισσότερων παρατηρήσεων από την πιλοτική διάθεσή του, προκειμένου για την αναβάθμιση και βελτίωση του και πλέον αποτελεί ένα κοινό σημείο αναφοράς για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα. Το λογισμικό αυτό εφαρμόζει τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ελλάδα, βασιζόμενο στην μεθοδολογία Ευρωπαϊκών προτύπων (ΕΛΟΤ EN ISO 13790, κ.α.) καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Στο λογισμικό εισάγονται δεδομένα σχετικά με τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, σκιάσεις κ.α.), καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης / ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, εκτυπώνονται σε αντίστοιχες αναφορές του λογισμικού.

Το λογισμικό δεν υποστηρίζει τις μελέτες σχεδιασμού του κτηρίου (π.χ. αρχιτεκτονική μελέτη, μελέτη θέρμανσης, κλιματισμού και λοιπών Η/Μ εγκαταστάσεων), που υποβάλλονται για τα νέα κτήρια και οι οποίες πρέπει να προηγηθούν και είναι απαραίτητες για τους υπολογισμούς της Ενεργειακής Απόδοσης του κτηρίου. Μέσω των τελικών μελετών σχεδιασμού τεκμηριώνεται η εφαρμογή ή η αδυναμία εφαρμογής (στο βαθμό που αυτό επιτρέπεται) των ελάχιστων προδιαγραφών (σχεδιασμός κτιρίου, κτι-

ριακού κελύφους και Η/Μ εγκαταστάσεων) για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ. Η τεκμηρίωση εφαρμογής ή αδυναμίας εφαρμογής των ελάχιστων προδιαγραφών θα πρέπει να αναφέρονται - περιγράφονται στο τεύχος της μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, όπως ορίζεται στο άρθρο 11 του ΚΕΝΑΚ.

Το λογισμικό TEE-KENAK χρησιμοποιείται στο στάδιο σύνταξης και υποβολής Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης και μόνο για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου, προκειμένου να υπάρχει κοινή μεθοδολογία και αντιστοιχία των αποτελεσμάτων της μελέτης με εκείνα της ενεργειακής επιθεώρησης μετά την ολοκλήρωση κατασκευής του κτηρίου.

Το αρχικό κτίριο θεωρείται ότι κατασκευάστηκε το 1980 και θα πραγματοποιηθούν διάφορες μετατροπές, γιατί είναι σε πολύ χαμηλή ενεργειακή κατηγορία. Για να βρεθεί το σπίτι σε υψηλότερη ενεργειακή κατηγορία εξετάζουμε εννιά διαφορετικά σενάρια. Τα σενάρια παρατίθενται παρακάτω :

- ◆ **Σενάριο 1:** Το σπίτι αποκτά άριστη θερμομόνωση
- ◆ **Σενάριο 2:** Το σπίτι αποκτά άριστα κουφώματα
- ◆ **Σενάριο 3:** Το σπίτι αποκτά άριστη θερμομόνωση και άριστα κουφώματα.
- ◆ **Σενάριο 4:** Το σπίτι με άριστα κουφώματα και άριστη μόνωση εξοπλίζεται με καυστήρα πετρελαίου νέας τεχνολογίας 15-37Kcal boiler με συμβατική ψύξη και ηλιακό θερμοσίφωνα.
- ◆ **Σενάριο 5:** Το σπίτι με άριστα κουφώματα και άριστη μόνωση εξοπλίζεται με καυστήρα Φυσικού Αερίου 14-36 Kcal boiler με συμβατική ψύξη και ηλιακό θερμοσίφωνα.
- ◆ **Σενάριο 6:** Το σπίτι με άριστα κουφώματα και άριστη μόνωση, με καυστήρα πέλλετ 15Kcal boiler με συμβατική ψύξη και ηλιακό θερμοσίφωνα.
- ◆ **Σενάριο 7:** Το σπίτι με άριστα κουφώματα, άριστη μόνωση, με ηλιακό σύστημα παροχής ζεστού νερού, με καυστήρα πετρελαίου ή φυσικού αερίου, με συμβατική ψύξη και ηλιακό θερμοσίφωνα.
- ◆ **Σενάριο 8:** Το σπίτι με άριστα κουφώματα και άριστη μόνωση, με αντλία θερμότητας αέρα, με καυστήρα πετρελαίου ή φυσικού αερίου, με συμβατική ψύξη και ηλιακό θερμοσίφωνα (αλλαγή θερμαντικών σωμάτων σε fcu).

- ◆ **Σενάριο 9:** Το σπίτι με άριστα κουφώματα και άριστη μόνωση, με ηλιακά πάνελ, με αντλία θερμότητας αέρα, με καυστήρα πετρελαίου ή φυσικού αερίου, με συμβατική ψύξη και με ηλιακό θερμοσίφωνα (αλλαγή θερμαντικών σωμάτων σε fcu).

Αρχικά παρουσιάζεται ο πίνακας με τις διάφορες ενεργειακές κατηγορίες που μπορεί να κατατάξουμε μια οικεία (βλ.εικόνα 27). Το κτίριο που μελετάμε ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία Η (457,1 kWh/m²). Με εφαρμογή των παραπάνω εννιά σεναρίων θα ελέγξουμε αν είναι δυνατή η ενεργειακή αναβάθμιση της οικείας και σε ποιο βαθμό.



Εικόνα 37: Ενεργειακές κατηγορίες

Όλα τα νέα κτήρια κατασκευάζονται κατόπιν αναλυτικών εθνικών προδιαγραφών για την ενεργειακή τους απόδοση. Υπάρχουν πολλές αρχιτεκτονικές – εργολαβικές εταιρίες οι οποίες ασχολούνται κυρίως ή και αποκλειστικά με τη μελέτη – κατασκευή βιοκλιματικών κτιρίων. Ανάλογα με το χώρο και τη χρήση του κτηρίου εφαρμόζονται οι περισσότερες από τις μεθόδους που αναφέρθηκαν στα παραπάνω κεφάλαια. Σε υφιστάμενα κτήρια, όπως η κατοικία που εξετάζουμε, όπου δεν υλοποιήθηκε μελέτη βιοκλιματικού σχεδιασμού, δεν είναι εύκολο να εφαρμοστούν όλες οι μέθοδοι που αναφέραμε πιο πάνω. Κύριοι λόγοι είναι ο κακός προσανατολισμός του κτιρίου, αλλά και η ασύμφορη οικονομικά εγκατάστασή τους. Επομένως, στο σπίτι που εξετάζουμε μπορούμε να εφαρμόσουμε τις παρακάτω αλλαγές :

- Αλλαγή κουφωμάτων και υαλοπινάκων (που κοστίζει 250 €/m²)
- Εξωτερικό κέλυφος θερμομόνωσης κτηρίου (που κοστίζει 50 €/m²)

Με τις αλλαγές αυτές μπορεί να τροποποιηθεί τόσο η θερμομόνωση της οικείας, όσο και τα κουφώματά της.

	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Θέρμανση	379,2	135,6	342,1	95,5
Ψύξη	34,1	24,1	31,1	21,3
ΖΝΧ	43,9	43,9	43,9	43,9
Φωτισμός	0	0	0	0
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0	0	0	0
Σύνολο	457,1	203,5	417,1	160,6
Κατάταξη	Η	Ε	Η	Δ

Πίνακας 4: Ενεργειακές απαιτήσεις υπάρχων κτιρίου και σεναρίων 1,2,3 σε Kwh/m²

Από τον παραπάνω πίνακα (βλ.πίνακα 4) ενεργειακής κατάταξης της κατοικίας παρατηρούμε ότι στην περίπτωση που το σπίτι αποκτά άριστη θερμομόνωση, αναβαθμίζεται στην κατηγορία Ε. Στην περίπτωση που αποκτά άριστα κουφώματα παραμένει στην ίδια ενεργειακή κατηγορία. Τα καλύτερα αποτελέσματα εμφανίζονται στην περίπτωση που στο σπίτι σημειώνεται συγχρόνως και άριστη θερμομόνωση και άριστα κουφώματα, όπου το κτίριο αναβαθμίζεται στην ενεργειακή κατηγορία Δ.

	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Λειτουργικό κόστος (€)	6032,6	2431,4	5474,6	1830
Αρχικό κόστος Επένδυσης (€)		18062,5	7075	25137,5
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (Kwh/m ²)		253,6	40	296,5
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)		55,5	8,8	64,9
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/Kwh)		0,4	1	0,5
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)		61,9	9,9	72,5
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)		5	12,7	6

Η θερμομόνωση σε συνδυασμό με τα κουφώματα έχει το μεγαλύτερο αρχικό κόστος (25.137,5€) επένδυσης, αλλά παρουσιάζει το μικρότερο λειτουργικό κόστος (1.830 €) σε σχέση με τις άλλες δύο περιπτώσεις, επίσης επιτυγχάνεται με τις αλλαγές αυτές μεγαλύτερη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και μείωση εκπομπών CO₂. Στην περίπτωση της θερμομόνωσης του κτιρίου μόνο παρατηρείται επίσης υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης (18.062,5€), αλλά μικρότερο συγκριτικά με την προηγούμενο κόστος και ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης είναι 5 έτη. Όσον αφορά την περίπτωση της άριστης αλλαγής κουφωμάτων παρατηρείται μικρότερο αρχικό κόστος (7.075€), αλλά το λειτουργικό κόστος στην περίπτωση αυτή συνεχίζει να είναι υψηλό (5.474,6€) και η περίοδος αποπληρωμής είναι 12,7 έτη.

Στα πιθανά σενάρια που εξετάζονται περιλαμβάνεται η πιθανή αλλαγή καυστήρα θέρμανσης (Σενάριο 4, Σενάριο 5, Σενάριο 6). Παρακάτω παρατίθεται το κόστος αντικατάστασης καυστήρα με νέο καυστήρα πετρελαίου, με καυστήρα φυσικού αερίου και κόστος πέλλετ αντίστοιχα (βλ.πίνακα 6).

	Κόστος
Αντικατάσταση παλιού καυστήρα πετρελαίου σε νέο καυστήρα πετρελαίου	1500
Αντικατάσταση παλιού καυστήρα πετρελαίου σε καυστήρα Φ. Αερίου	1800
Αντικατάσταση παλιού καυστήρα πετρελαίου σε καυστήρα πέλλετ	2850

Πίνακας 5: Κοστολόγιο αλλαγής καυστήρα σε (€).

Επίσης, στα παραπάνω σενάρια θεωρείται ότι πραγματοποιήθηκε και η προσθήκη συμβατικής ψύξης (μονάδας air condition) με συνολικό κόστος 3.000€ και ηλιακού θερμοσίφωνα με κόστος 400 €.

	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6
Θέρμανση	379.2	82.1	74.3	75.1
Ψύξη	34.1	20.2	20.2	20.2
ZNΧ	43.9	28.8	28.4	43.9
Φωτισμός	0	0	0	0
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0	0	0	0
Σύνολο	457.1	131.1	122.8	139.1
Κατάταξη	Η	Γ	Γ	Γ

Πίνακας 6: Ενεργειακές απαιτήσεις υπάρχων κτιρίου και σεναρίων 4,5,6 σε Kwh/m²

Από τον παραπάνω πίνακα (βλ.πίνακα 7) ενεργειακής κατάταξης της κατοικίας παρατηρούμε ότι στην περίπτωση που το σπίτι αποκτά άριστη θερμομόνωση, άριστα κουφώματα με καυστήρα πετρελαίου νέας τεχνολογίας 15-37Kcal boiler με συμβατική ψύξη και ηλιακό θερμοσίφωνα αναβαθμίζεται στην ενεργειακή κατηγορία Γ. Το ίδιο αποτέλεσμα παρατηρείται και στην περίπτωση που αντί για καυστήρα πετρελαίου νέας τεχνολογίας 15-37Kcal boiler, τοποθετείται καυστήρας Φυσικού Αερίου 14-36 Kcal ή καυστήρας πέλλετ 15Kcal boiler.

Εξοικονόμηση και κόστη	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6
Λειτουργικό κόστος (€)	6032,6	1574,1	1288,4	1336
Αρχικό κόστος Επένδυσης (€)		31637,5	31937,5	32187,5
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (Kwh/m ²)		326	334,3	318
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)		71,3	73,1	69,6
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/Kwh)		0,6	0,5	0,6
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)		81,8	88,7	94,2
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)		7,1	6,7	6,9

Στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί καυστήρας πετρελαίου νέας τεχνολογίας 15-37Kcal boiler το αρχικό κόστος επένδυσης είναι μικρότερο (31.637,5€), αλλά παρουσιάζει το μεγαλύτερο λειτουργικό κόστος (1.574,1€). Στην περίπτωση του καυστήρα Φυσικού Αερίου 14-36 Kcal boiler αρχικό κόστος είναι λίγο μεγαλύτερο (31937,5 €), αλλά το λειτουργικό κόστος είναι μικρότερο (1.288,4€). και ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης είναι 6,7 έτη. Στην περίπτωση του καυστήρα πέλλετ το αρχικό κόστος είναι πιο μεγάλο (32.187,5€), συγκριτικά με τις άλλες δύο κατηγορίες καυστήρων, αλλά η περίοδος αποπληρωμής είναι 6,9 έτη μεγαλύτερη συγκριτικά με την περίπτωση του καυστήρα φυσικού αερίου, όπως επίσης και το λειτουργικό κόστος που προσεγγίζει τα 1336 €.

Στα τρία τελευταία σενάρια που θα εξετάσουμε θα συμπεριλάβουμε ηλιακά συστήματα και αντλίες θερμότητας (βλ.πίνακα 9). Όπως περιγράφηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο και πιο πάνω τα ηλιακά συστήματα έχουν εξελιχθεί αρκετά στις μέρες μας. Προς το παρόν σε οικιακές εφαρμογές μπορούν να παρέχουν, μόνο Ζεστό Νερό Χρήσης, αλλά επιδιώκεται στο μέλλον να υπάρχει δυνατότητα να παρέχεται και ψύξη, όπως ήδη πραγματοποιείται και σε μεγάλες εγκαταστάσεις π.χ. Ξενοδοχειακές μονάδες. Στο σπίτι που εξετάζουμε μπορούμε να εφαρμόσουμε είτε το σύστημα γλυκόλης είτε το σύστημα drain back. Το κόστος εγκατάστασης ενός ηλιακού συστήματος υπολογίζεται περίπου στα 10.000 €. Για τις αντλίες θερμότητας το συνολικό κόστος είναι 10.000 € και για την εγκατάσταση fcu το κόστος είναι 5.000 €.

	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 7	Σενάριο 8	Σενάριο 9
Θέρμανση	379.2	34.7	60.2	15.9
Ψύξη	34.1	19.7	18.5	18.5
ZNX	43.9	0	43.9	0
Φωτισμός	0	0	0	0
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0	0	0	0
Σύνολο	457.1	54.4	122.6	34.3
Κατάταξη	H	B+	Γ	A+

Πίνακας 7: Ενεργειακές απαιτήσεις υπάρχον κτιρίου και σεναρίων 7,8,9 σε Kwh/m²

Αν στην υφιστάμενη οικεία προστεθούν άριστα κουφώματα, άριστη μόνωση, ηλιακό σύστημα παροχής ζεστού νερού, καυστήρας πετρελαίου ή φυσικού αερίου, κλιματιστικά και ηλιακό θερμοσίφωνα η κατοικία θα ανήκει στην ενεργειακή κατάσταση B+. Αν αντί για ηλιακό σύστημα παροχής ζεστού νερού, προστεθεί αντλία θερμότητας και μετατραπούν τα θερμαντικά σώματα σε fcu, η οικεία θα κατατάσσεται στην ενεργειακή κατάσταση Γ. Αν στην τελευταία οικεία προστεθεί και ηλιακό πάνελ από την ενεργειακή κατάσταση Γ, ανεβαίνει στην κατάσταση A+.

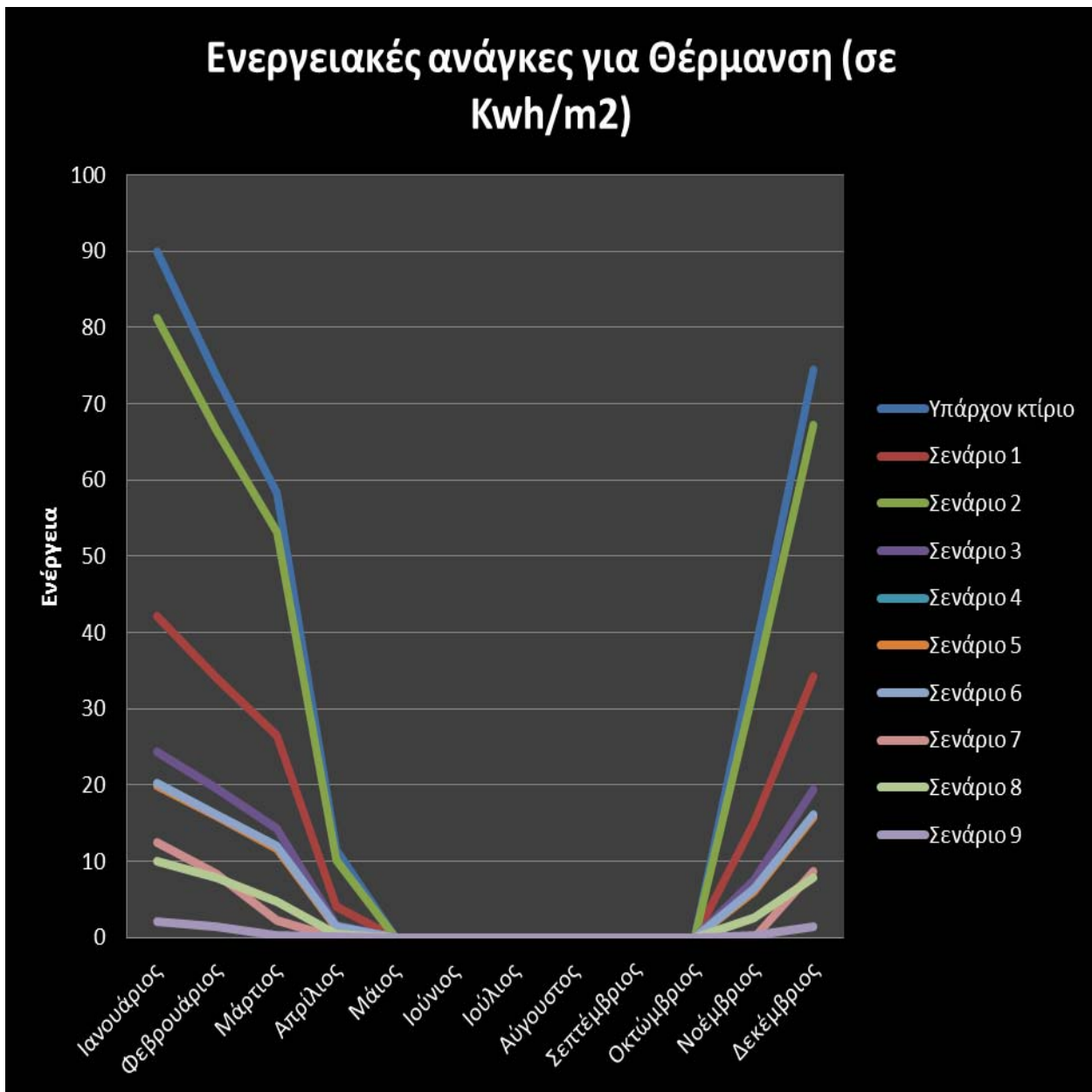
Εξοικονόμηση και κόστη	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 7	Σενάριο 8	Σενάριο 9
Λειτουργικό κόστος (€)	6032,6	638,3	1014,2	235,3
Αρχικό κόστος Επένδυσης (€)		41097,5	40137,5	53097,5
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (Kwh/m ²)		402,7	334,6	422,8
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)		88,1	73,2	92,5
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/Kwh)		0,6	0,7	0,7
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)		102,5	78	105,8
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)		7,6	8	9,2

Στην περίπτωση που στην οικεία προστεθούν άριστα κουφώματα, άριστη μόνωση, ηλιακό σύστημα παροχής ζεστού νερού, καυστήρας πετρελαίου ή φυσικού αερίου, κλιματιστικά και ηλιακός θερμοσίφοντας το κόστος είναι 41,097,5€ και η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης είναι 7,6 έτη. Αν αντί για ηλιακό σύστημα παροχής ζεστού νερού, προστεθεί αντλία θερμότητας και μετατραπούν τα θερμαντικά σώματα σε fcu, το κόστος αρχικά μειώνεται στα 40,137,5€, αλλά το λειτουργικό κόστος αυξάνεται στα 1014,2€, Αρκετά μικρότερο λειτουργικό κόστος έχει η οικεία με τα άριστα κουφώματα, άριστη μόνωση, την αντλία θερμότητας, το ηλιακό πάνελ, τον καυστήρα πετρελαίου ή φυσικού αερίου, κλιματιστικά, ηλιακό θερμοσίφωνα και τη μετατροπή των θερμαντικών σωμάτων σε fcu (235,3 €), αλλά το κόστος το αρχικό είναι υψηλό (53,097,5€) και τα έτη αποπληρωμής είναι 9,2,

Αξίζει να σημειωθεί πως αν και στο θεωρητικό μέρος της εργασίας αναφερθήκαμε σε ένα κεφάλαιο στις μεθόδους γεωθερμίας, στην οικεία που εξετάζουμε διάφορους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας δεν εφαρμόζεται κάποια από αυτές τις μεθόδους. Η γεωθερμία όπως και οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας προτείνονται κυρίως για ψυχρότερα κλίματα από αυτό της Αττικής και για κατοικίες οι οποίες διαθέτουν την απαραίτητη έκταση γης για την εγκατάστασή τους (οριζόντιος τύπος) ή διαθέτουν κατάλληλο υπέδαφος (κατακόρυφος τύπος), Βάση της μηχανολογικής μελέτης της οικίας μας για να καλύψουμε τις απαιτήσεις μας σε θέρμανση για παράδειγμα με τον οριζόντιο τύπο χρειαζόμαστε περίπου 380m² έκταση γης και σκάψιμο βάθους 2,5m, Πρακτικά λόγο και μόνο έκτασης είναι αδύνατο να εφαρμοστεί, Ενδεικτικά αναφέρουμε πιο κάτω το κόστος των εφαρμογών

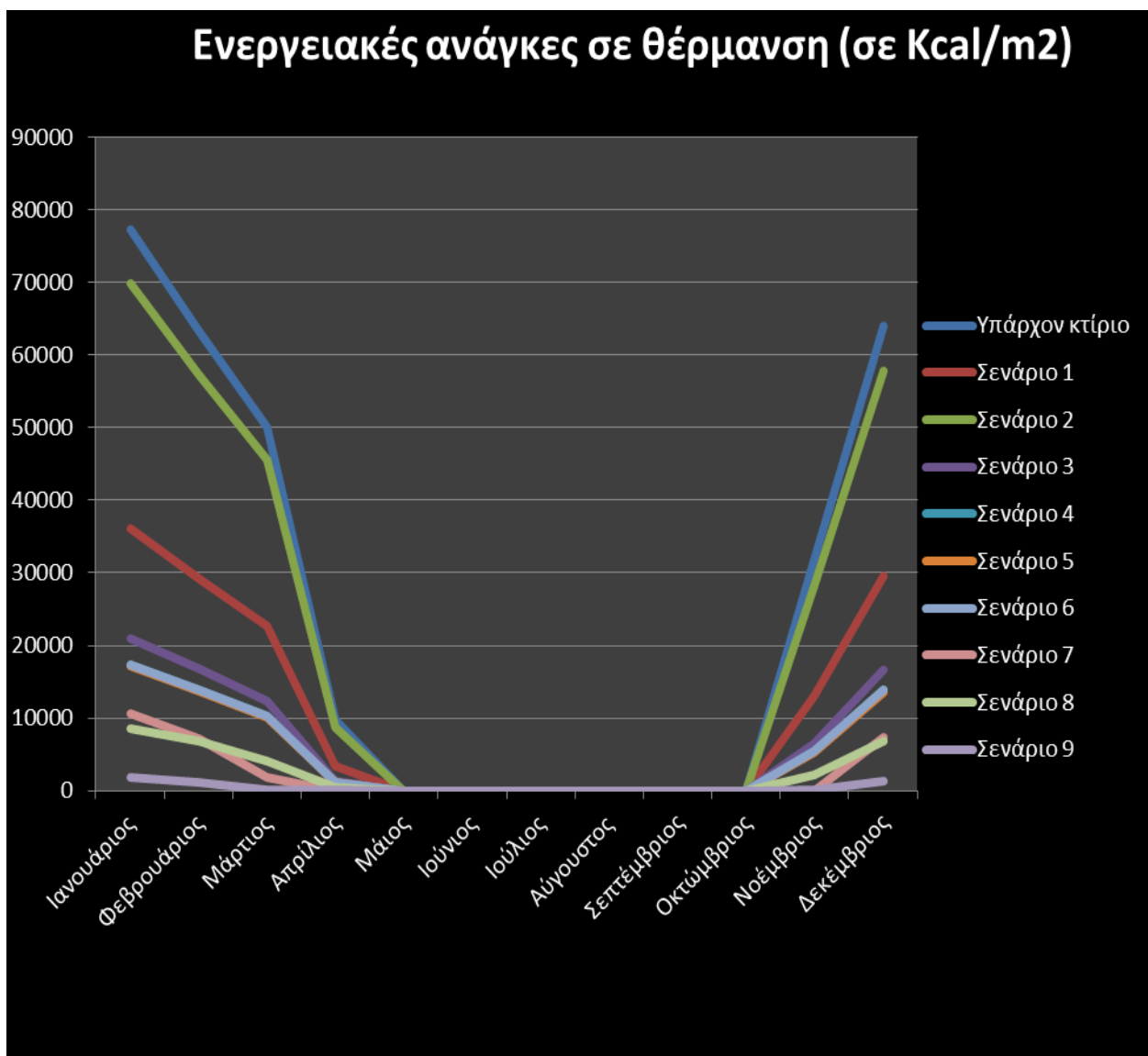
γεωθερμίας, με τον οριζόντιο τύπο, ενώ ο κάθετος τύπος είναι αρκετά ακριβότερος,

- Η εκσκαφή/επανατοποθέτηση κοστίζει 4€/m³
- Ο γεωεναλλάκτης κοστίζει 4€/m
- Η αντλία θερμότητας 10KW κοστίζει 6500€
- Η εργασία εγκατάστασης κοστίζει 4000€



Ει-

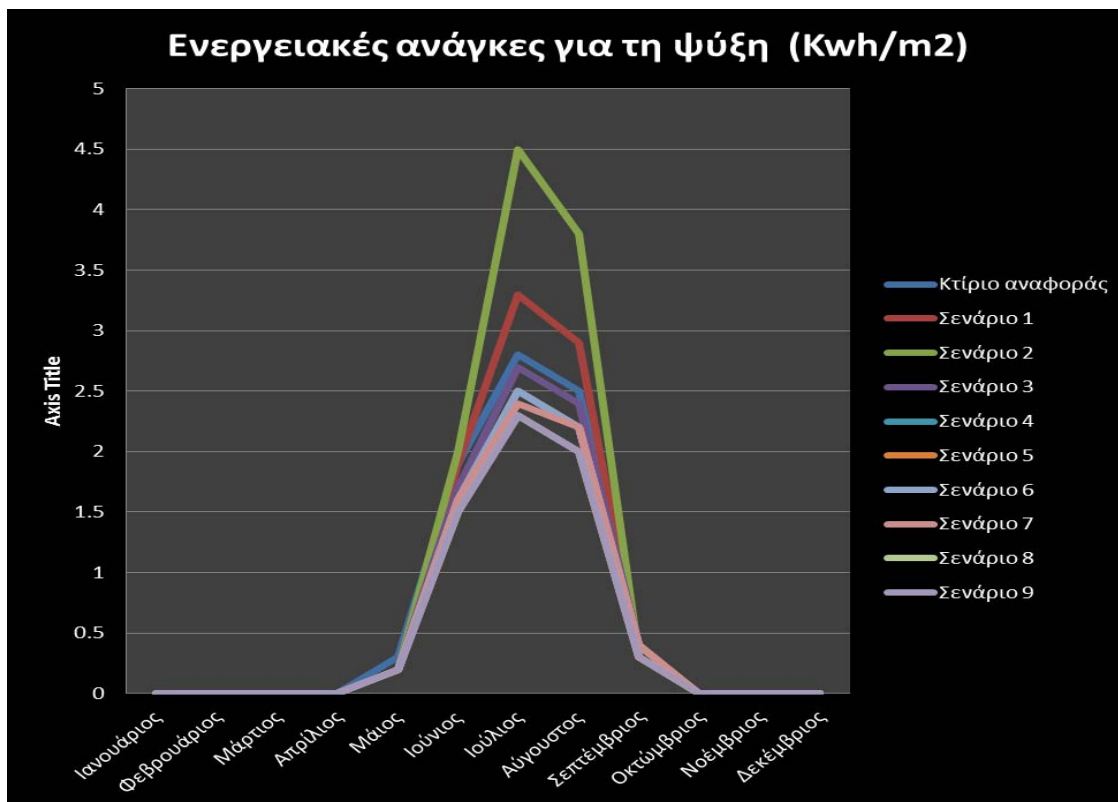
κονα38:Ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση (σε Kwh/m²)



Ει-

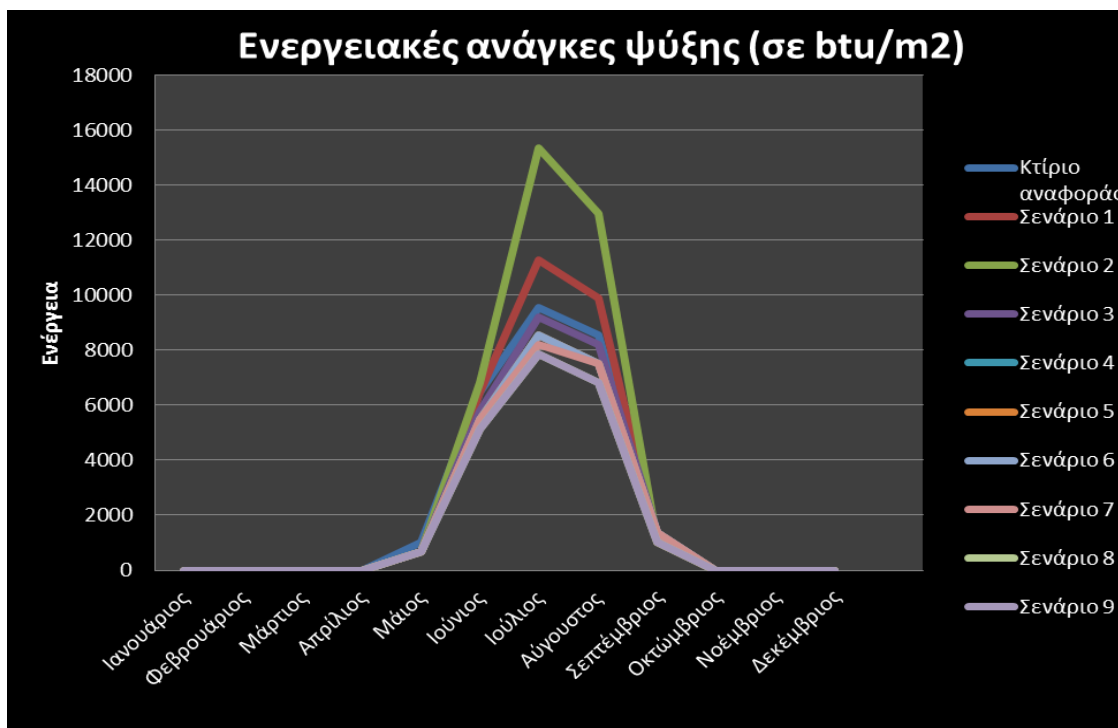
κονα 39: Ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση (σε Kcal/m2)

Όσον αφορά τις ανάγκες θέρμανσης διαπιστώνεται πως οι αλλαγές που περιλαμβάνονται στο Σενάριο 9, απαιτείται μικρή κατανάλωση ποσότητα ενέργειας, και η δεύτερη καλύτερη επιλογή είναι προσθήκες που προτείνονται από το Σενάριο 7, εκτός από τους μήνες αιχμής (Δεκέμβριο και Ιανουάριο) όπου η δεύτερη καλύτερη επιλογή είναι το Σενάριο 8. Η αλλαγή των κουφωμάτων (Σενάριο 2) προσεγγίζει το αρχικό κτίριο όσον αφορά τις ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση, επομένως η επένδυση αυτή δεν είναι συμφέρουσα.



Εικο-

να 40: Ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση (σε Kwh/m2)



Εικο-

να 41: Ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση (σε BTU/m2)

Όσον αφορά τις ενεργειακές ανάγκες για την ψύξη της κατοικίας το σενάριο 9 παρέχει την καλύτερη λύση με τα Σενάρια 7 και 8 να αποτελούν την δεύτερη καλύτερη λύση.

Παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στο αρχικό κόστος επένδυσης των διαφορετικών προτάσεων μας που παρουσιάζονται μέσω των διαφορετικών σεναρίων, αλλά σημαντικές είναι και οι διαφορές στα αντίστοιχα κέρδη και στην εξοικονόμηση ενέργειας που πραγματοποιεί, όπου αυτός είναι και ο βασικός στόχος των μετατροπών, Η επιλογή εξαρτάται αρχικά από το ποσό που είναι διατεθειμένος κάποιος να διαθέσει σε μια τέτοια επένδυση, αλλά αναμφισβήτητα όσα περισσότερα επενδυθούν, και κατά επέκταση, όσες περισσότερες αλλαγές γίνουν τόσο πιο αποδοτικό ενεργειακά θα γίνει η κατοικία του,

Παραθέματα

Ανάλυση Κ.Εν.Α.Κ.

Εισαγωγή:

Έπειτα από κοινή υπουργική απόφαση των Υπουργών Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και Οικονομικών, καθώς και απαίτησης από την Ευρωπαϊκή Ένωση, τέθηκε σε ισχύ τα τελευταία δυο με τρία χρονιά ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιριακού Τομέα, γνωστός ως Κ.Εν.Α.Κ. Σκοπός της ισχύος του Κ.Εν.Α.Κ. είναι η προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας μειώνοντας τις εκπομπές ρύπων κυρίως διοξειδίου του άνθρακα, ωφελώντας έτσι το περιβάλλον.

Στη πτυχιακή μας αφού ερευνήσαμε στα παραπάνω κεφάλαια όλες τις πιθανές μετατροπές και επεμβάσεις που θα μπορούσαμε να εφαρμόσουμε στη κατοικία μας χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα του Κενακ για να δούμε σε ποια ενεργειακή κατηγορία βρίσκετε η κατοικία μας και σε ποια θα μπορούσε να ανέβει ανάλογα με τις επεμβάσεις που εφαρμόζουμε. Υπάρχουν δύο εφαρμογές για τον Κ.Εν.Α.Κ. από το Τ.Ε.Ε. (Τεχνικό Επιμελητήριο της Ελλάδος). Η μία είναι το (ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ) και χρησιμοποιείται για την ενεργειακή επιθεώρηση υφιστάμενων κτηρίων και η άλλη είναι το (ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ μελέτη) και χρησιμοποιείται για την μελέτη νέων κτηρίων.

Ξεκινώντας:

Η κατοικία της πτυχιακής είναι υφιστάμενη, έτσι λοιπόν θα τρέξουμε το πρόγραμμα της επιθεώρησης. Για την έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης, πρέπει πρώτα να καταχωρηθούν στη ιστοσελίδα του Μητρώου των Ενεργειακών Επιθεωρήσεων του υπουργείου Υ.Π.Ε.Κ.Α τα πραγματικά στοιχεία του κτηρίου (διεύθυνση κ.λ.π.), η χρήση του (κατοικία, γραφείο, κατάστημα κ.λ.π.) και στοιχεία του ιδιοκτήτη. Από όλα τα ανωτέρω, η χρήση του κτηρίου είναι απαραίτητη για την έκδοση αποτελεσμάτων με το πρόγραμμα, διότι διαφορετικές χρήσεις έχουν διαφορετικές απαιτήσεις κατανάλωσης ενέργειας. Η παρούσα πτυχιακή δεν περιλαμβάνει την έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης. Παρακάμψαμε τα ανωτέρω, πλην της χρήσης του κτηρίου καταχωρώντας την από την εφαρμογή (ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ μελέτη), σαν να επρόκειτο για νέο σπίτι. Δημιουργήσαμε ένα XML αρχείο, με την χρήση και τα στοιχειώδη γεωμετρικά μεγέθη του κτηρίου. Έπειτα τρέξαμε το XML αρχείο από το πρόγραμμα ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ της ενεργειακής επιθεώρησης.

Εισαγωγή δεδομένων:

Ανοίγοντας το πρόγραμμα της επιθεώρησης το πρώτο πράγμα που συμπληρώσαμε ήταν τα κτηριολογικά δεδομένα όπως φαίνεται στη παρακάτω καρτέλα (βλ.εικόνα 42).

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου: ☐ ΣΗΘ ☐ Φωτοβολταϊκά ☐ Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Ύδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελλκυστήρες

Περιγραφή:

Χρήση κτιρίου:

Συνολική επιφάνεια (m²): Συνολικός όγκος (m³):

Θερμαινόμενη επιφάνεια (m²): Θερμαινόμενος όγκος (m³):

Ψυχόμενη επιφάνεια (m²): Ψυχόμενος όγκος (m³):

Αριθμός ορόφων: Ύψος τυπικού ορόφου (m): Ύψος ισόγειου (m):

Έκθεση κτιρίου:

Αριθμός θερμικών ζωνών:

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: Αριθμός ηλιακών χώρων:

☐ Θερμολόνωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων

	Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ΖΝΧ	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
*	<input type="text" value=""/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00/00/00 - 01/01/10

☐ Συνθήκες θερμικής άνεσης ☐ Συνθήκες ακουστικής άνεσης ☐ Συνθήκες οπτικής άνεσης ☐ Ποιότητα εσωτερικού αέρα

Εικόνα 42: Γενικά στοιχεία μονοκατοικίας

Εδώ να σημειώσουμε ότι δεν καταγράψαμε ενεργειακές καταναλώσεις από τις διάφορες πηγές ενέργειας, δεδομένου ότι δεν υπάρχουν πραγματικές ενεργειακές καταναλώσεις για το κτήριο της πτυχιακής μας και αν αποφασίζαμε να δηλώσουμε κάποιες καταναλώσεις αυτές θα ήταν φανταστικές. Εξάλλου η μη καταγραφή τους δεν επηρεάζει τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των εναλλακτικών ενεργειακών παρεμβάσεων.

Ζώνη

Η μέση κατανάλωση ζεστών νερών χρήσης (ZNX), για κατοικία, προκύπτει από την TOTEE 20701-1/2010 ανά υπνοδωμάτιο και συνιστά: 27,38 m³,

Στην περίπτωση μας έχουμε 3 υπνοδωμάτια: $27,38 \times 3 = 82,14 \text{ m}^3$

Το σπίτι μας, το οποίο είναι συμβατικής κατασκευής, με Φέροντα Οργανισμό από Οπλισμένο Σκυρόδεμα και πλήρωση του Φ.Ο. με οπτοπλινθοδομή, εντάσσεται στην βαριά κατασκευή: 260(kj/m²*k)

Η διείσδυση του αέρα από τα κουφώματα είναι 221(m³/h) και προκύπτει από το άθροισμα του γινομένου της επιφάνειας των κουφωμάτων (πόρτες ή παράθυρα) με τις τυπικές τιμές αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμιάδων ανά μονάδα επιφάνειας κουφώματος από τον πίνακα 3.26 της TOTEE 20701-1/2010.

Αριθμός καμινάδων: 1 (τζάκι)

Κέλυφος

Σε αυτή την ενότητα ασχολούμαστε με το κέλυφος του κτιρίου τοποθετώντας όλα τα δεδομένα όπου χρειάζονται (βλ.εικόνα 43).

Αδιαφανείς επιφάνειες		Σε επαφή με το έδαφος	Διαφανείς επιφάνειες		Παθητικά ηλιακά									
Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.														
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	α^* (-)	ε^* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Τοίχος	IT1α (N)	180	90	13.21	2.48	0.40	0.80	1	1	0.72	0.56	0.92	0.93
2	Τοίχος	IT1β (N)	180	90	21.97	2.43	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
3	Τοίχος	IT2α (Δ)	270	90	17.60	2.42	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
4	Τοίχος	IT2β (Δ)	270	90	11.26	2.42	0.40	0.80	1	1	0.50	0.43	0.69	0.91
5	Τοίχος	IT3α (Β)	0	90	7.35	2.53	0.40	0.80	1	1	0.51	0.56	1	0.92
6	Τοίχος	IT3β (Β)	0	90	23.91	2.47	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
7	Τοίχος	IT4α (Α)	90	90	22.31	2.43	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
8	Τοίχος	IT4β (Α)	90	90	4.75	2.42	0.40	0.80	1	1	0.44	0.38	1	0.94
9	Τοίχος	IT1α (N)	180	90	13.91	2.47	0.40	0.80	1	1	0.72	0.56	0.92	0.93
10	Τοίχος	IT1β (N)	180	90	23.41	2.42	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
11	Τοίχος	IT2α (Δ)	270	90	17.60	2.42	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
12	Τοίχος	IT2β (Δ)	270	90	8.18	2.50	0.40	0.80	1	1	0.50	0.43	0.69	0.91
13	Τοίχος	IT3α (Β)	0	90	7.13	2.51	0.40	0.80	1	1	0.51	0.56	1	0.92
14	Τοίχος	IT3β (Β)	0	90	10.88	2.44	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
15	Τοίχος	IT3γ (Β)	0	90	13.11	2.47	0.40	0.80	1	1	0.70	0.74	1	0.865

Εικόνα 43: Στοιχεία αδιαφανών επιφανιών

Αδιαφανείς επιφάνειες

Εδώ τοποθετούμε όλα τα στοιχεία των επιφανειών που ανήκουν σε αυτή τη κατηγορία:

γ (deg) ο προσανατολισμός, του δομικού στοιχείου, σε μοίρες

Βορράς	0°
Ανατολή	90°
Νότος	180°
Δύση	270°

β (deg) η κλίση του δομικού στοιχείου, σε μοίρες, μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου. Κατακόρυφη επιφάνεια 90°, δώμα 0°, πυλωτή 180°.

Εμβαδόν (m²) το εμβαδόν της κάθε επιφάνειας.

U(W/m²*K) συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου, ανάλογα με την ύπαρξη θερμομόνωσης και το έτος έκδοσης της οικοδομικής άδειας.

Για τα κτήρια (γωνιακά ή με περισσότερες από μια προσόψεις) με οικοδομική άδεια μετά το 1981, το εμβαδόν που καταλαμβάνει ο φέρων οργανισμός του κτηρίου ως ποσοστό επί της επιφάνειας της όψης του είναι 18% βλ. TOTEE 20701-1/2010 Πίνακας 3.1.

α = Ηλιακή απορροφητικότητα του εξωτερικού τοίχου TOTEE 20701-1/2010 Πίνακας 3.3α

ε = συντελεστής εκπομπής ακτινοβολίας

f = συντελεστές σκίασης,

Έχουμε έξι συντελεστές f (τρεις διπλοί) η τιμή των οποίων κυμαίνεται από 0 (απόλυτη σκίαση) έως 1 (καθόλου σκίαση)

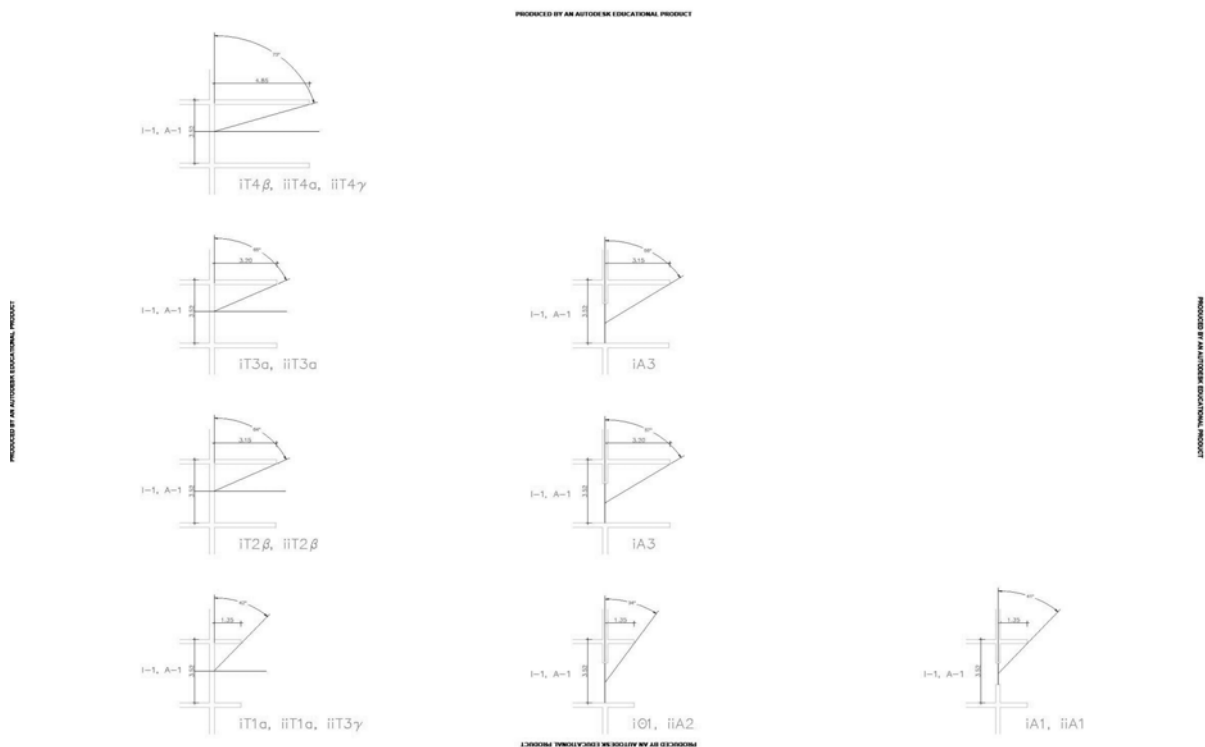
f_{hor} = εμπόδια από τον ορίζοντα

f_{on} = εμπόδια από προβόλους (μπαλκόνια, βεράντες, σκίαστρα κ.λ.π.)

f_{fin} = πλευρικά εμπόδια

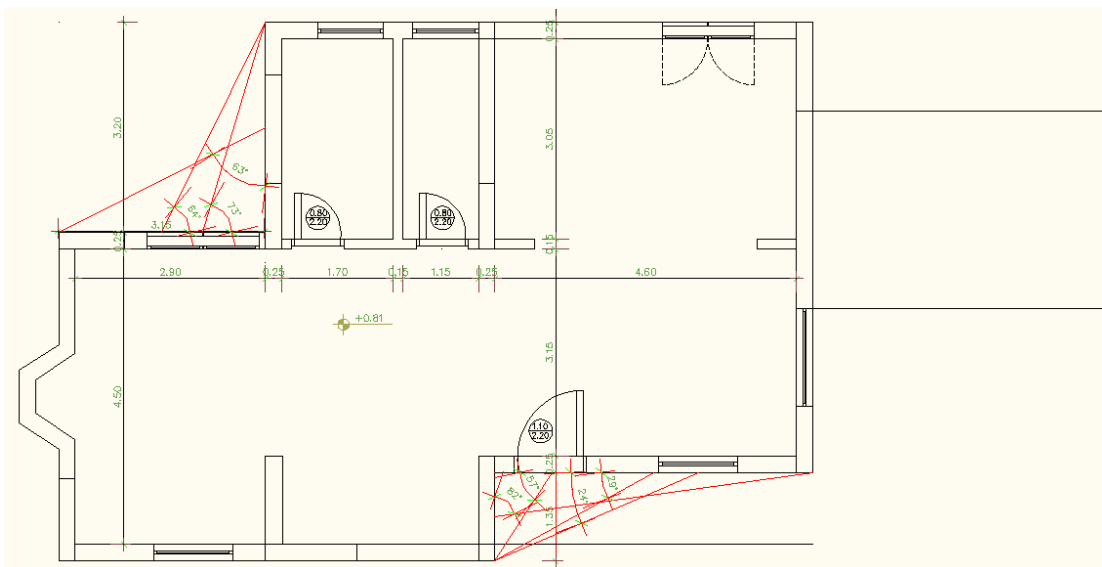
h (για χειμώνα) c (για καλοκαίρι)

Για να βρούμε τους συντελεστές σκίασης χρειαζόμαστε το προσανατολισμό του δομικού στοιχείου και την γωνία που σχηματίζεται από το όριο του εμποδίου από τον ορίζοντα, τους προβόλους και τις πλευρικές προεξοχές ως προς το κέντρο του δομικού στοιχείου. Για τις ανάγκες της πτυχιακής μας, σχεδιάσαμε και υπολογίσαμε τις γωνίες σκίασης, με τη βοήθεια του autocad (βλ.εικόνες 44,45,46).

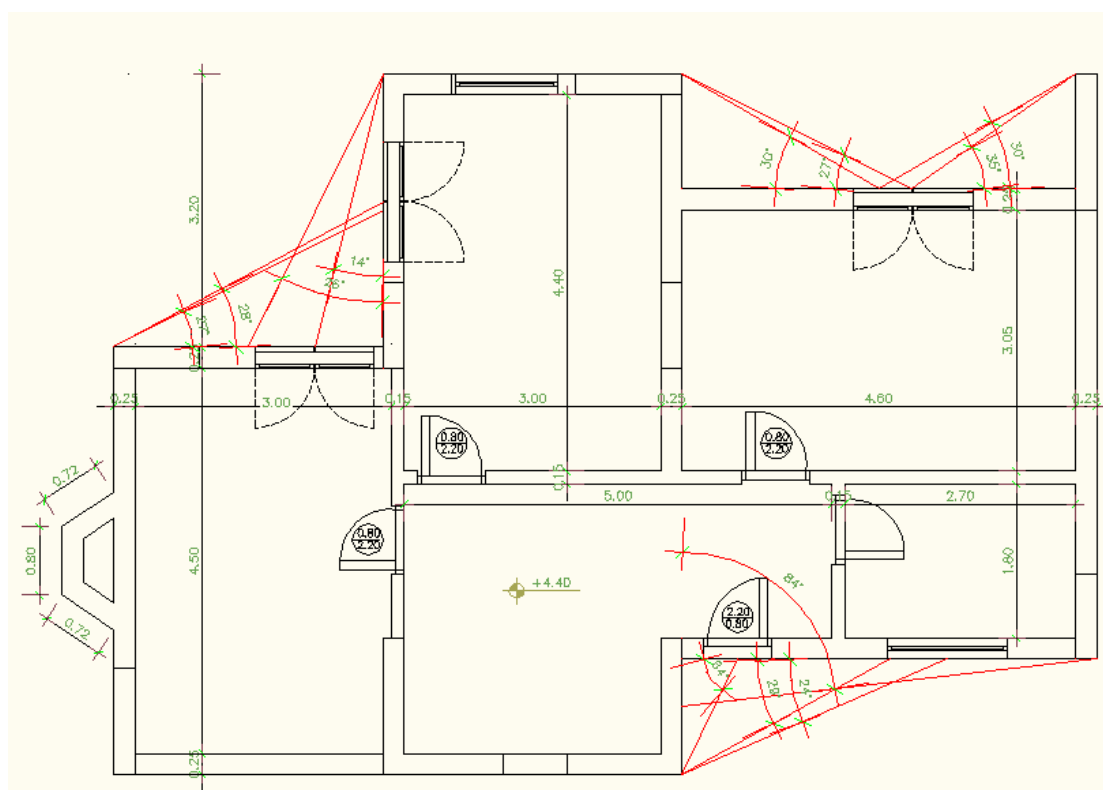


Εικονα 44: Γωνίες σκίασης

Υπολογίζοντας τις μοίρες που σχηματίζονται με τα εμπόδια από προβόλους.



Εικόνα 45: Κάτοψη ισογείου με γωνίες σκίασης



Εικονα 46: Κάτοψη 1^{ου} ορόφου με γωνίες σκίασης

Υπολογίζοντας τις μοίρες που σχηματίζονται από τις πλευρικές προεξοχές.

σύμφωνα με τους πίνακες 3.18, 3.19, 3.20α και 3.20.β της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. Τους τοίχους του υπογείου ΥΤ3 και ΥΤ4, που οριοθετούν την θερμική ζώνη από τον μη θερμαινόμενο χώρο, τους λαμβάνουμε ως εξωτερικούς σύμφωνα με τη παραδοχή ότι ορίζουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας τους στο μισό και με πλήρη σκίαση.

Σε επαφή με το έδαφος

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες | Παθητικά ηλιακά

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m²)	U (W/m²K)	K. Βάθος (m)	A. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Τοίχος	Υ1	20.68	3.40	0.00	3.17	
2	Τοίχος	Υ2	15.45	3.40	0.00	3.17	
3	Δάπεδο	Δ1	32.00	3.10	3.17		23.00
* 4							

Εικο-

να 47: Στοιχεία επιφανιών σε επαφή με το έδαφος

Εδώ τοποθετούμε όλα τα στοιχεία των επιφανειών που είναι σε επαφή με το έδαφος:

Εμβαδόν (m²) το εμβαδόν της κάθε επιφάνειας

U (W/m²K) συντελεστής θερμοπερατότητας ανάλογα με την εποχή κατασκευής και την ύπαρξη ή μη θερμομόνωσης.

K βάθος (m)

A βάθος (m)

Περίμετρος (m)

Διαφανείς επιφάνειες

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες | Παθητικά ηλιακά

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m²K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Ανοιγόμενο	ιά3 (B)	0	90	3.74	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	0.59	0.63	1	0.92
2	Ανοιγόμενο	ιά4 (B)	0	90	1.20	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Μονός	6.1	0.54	1	1	1	1	1	1
3	Ανοιγόμενο	ιά5 (B)	0	90	1.20	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Μονός	6.1	0.54	1	1	1	1	1	1
4	Ανοιγόμενο	ιά6 (B)	0	90	3.08	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
5	Ανοιγόμενο	ιά7 (A)	90	90	1.80	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Μονός	6.1	0.54	1	1	1	1	1	1
6	Ανοιγόμενο	ιά3 (Δ)	270	90	3.08	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	0.62	0.53	0.86	0.96
7	Ανοιγόμενο	ιά4 (B)	0	90	3.08	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	0.59	0.63	1	0.92
8	Ανοιγόμενο	ιά5 (B)	0	90	1.44	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Μονός	6.1	0.54	1	1	1	1	1	1
9	Ανοιγόμενο	ιά6 (B)	0	90	3.08	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	0.74	0.77	1	0.865
* 10														

Εικόνα 48: Στοιχεία αδιαφανών επιφανιών

Εδώ τοποθετούμε όλα τα στοιχεία των επιφανειών που είναι διαφανείς:

Τύπος (πχ. ανοιγόμενο,συρόμενο)

Τύπος ανοίγματος: Περιγράφει το υλικό του πλαισίου, τον αριθμό των υαλοπινάκων και το ποσοστό του πλαισίου προς τη συνολική επιφάνεια του κουφώματος.

g_{w} (W) συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων.

Για τους συντελεστές σκίασης ισχύουν τα ίδια με παραπάνω.

Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες		Σε επαφή με το έδαφος		Διαφανείς επιφάνειες		Παθητικά ηλιακά								
Άμεσου ηλιακού κέρδους														
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m ² K)	g_{w} (-)	F _{hor_h} (-)	F _{hor_c} (-)	F _{ov_h} (-)	F _{ov_c} (-)	F _{fin_h} (-)	F _{fin_c} (-)
▶ 1	Ανοιγόμενο	ια1 (N)	180	90	1.44	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	0.72	0.56	0.95	0.95
2	Ανοιγόμενο	ια2 (N)	180	90	1.44	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
3	Μη ανοιγόμενη	ΥΑ1 (N)	180	90	0.56		3.5	0.27	1	1	1	1	1	1
4	Ανοιγόμενο	ια1 (N)	180	90	1.40	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	0.72	0.56	0.95	0.95
5	Ανοιγόμενο	ια2 (N)	180	90	1.76	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	0.76	0.61	0.81	0.88
* 6														

Έμμεσου ηλιακού κέρδους									
Τύπος	γ (deg)	A _{op} (m ²)	U _{op} (W/m ² K)	R _{se} (m ² K/W)	Alpha* (-)	Συν.* e (-)	D _{al} (cm)	A _{tr} (m ²)	Τύπος ανοίγματος*
Τοίχος TROMBE									
Τύπος	γ (deg)	A _{op} (m ²)	U _{op} (W/m ² K)	R _{se} (m ² K/W)	Alpha* (-)	Συν.* e (-)	D _{al} (cm)	A _{tr} (m ²)	Τύπος ανοίγματος*

Εικόνα 49: Στοιχεία αδιαφανών επιφανιών νότια πλευράς

Εδώ τοποθετούμε όλα τα στοιχεία των αδιαφανών επιφανειών που είναι στη νότια πλευρά του κτηρίου και με γωνία απόκλισης +/-30°.

Συστήματα

Θέρμανση

Θέρμανση Ψύξη ΖΚ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Αν. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	40.6	0.75	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
* 2				1	1										

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Αν. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	30.45	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.89	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Αν. (-)
▶ 1	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΩΔΟΣΗΣ	0.89

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.0
* 2		1	0

Εικο-

να 50: Στοιχεία υπάρχων τρόπου θέρμανσης

Εδώ καταχωρούμε τον τρόπο με τον οποίο θερμαίνεται ο χώρος μας, την πηγή ενέργειας και από την στιγμή που χρησιμοποιούμε λέβητα, την ισχύ του καθώς και τον βαθμό απόδοσης του ή τον COP για τις αντλίες θερμότητας, τους μήνες λειτουργίας που υπολογίζει το πρόγραμμα.

Ψύξη

Θέρμανση Ψύξη ΖΚ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Αν. (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	t
▶ 1	Αερόψυκτος ψύκτης	Ηλεκτρισμός	0	1.0	3	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	
* 2				1	1											

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Αν. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	0	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Αν. (-)
▶ 1		0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικονα 51: Στοιχεία υπάρχων τρόπου Ψύξης

Το σπίτι δεν διαθέτει κάποιο σύστημα ψύξης οπότε, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701- 1/2010 ... αν στο εξεταζόμενο κτίριο / τμήμα του κτιρίου δεν υπάρχει σύστημα ψύξης τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ορίσει ένα θεωρητικό σύστημα ψύξης με αντλίες θερμότητας (με ονομαστικό δείκτη α-

ποδοτικότητα 3 για κατοικίες και 2,8 για τριτογενή τομέα και μέσω μηνιαίο βαθμό κάλυψης τις απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας 0,5 για κατοικίες και 1 για τριτογενή τομέα), με δίκτυο διανομής (βαθμοί απόδοσης 1 για κατοικίες και 0,95 για τριτογενή τομέα) τερματικά (βαθμοί απόδοσης 0,93) και βοηθητικές μονάδες (ισχύος 0 W/m² για κατοικίες και 5 W/m² για τριτογενή τομέα).

ZNX

Θέρμανση Ψύξη **ZNX**

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
► 1	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	Ηλεκτρισμός	4	1.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
* 2				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακλιποφορία	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)
► 1		<input type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	B. An. (-)
► 1		0.98

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικόνα 52: Στοιχεία υπάρχον τρόπου Z.N.X

Και εδώ καταχωρούμε με ανάλογο τρόπο τα στοιχεία:

Το σπίτι έχει τυπικό ηλεκτρικό θερμαντήρα με ισχύ 4 kw

Σενάριο 1

Εδώ ξεκινάμε τις εναλλακτικές ενεργειακές παρεμβάσεις με το πρώτο σενάριο να περιλαμβάνει θερμομόνωση στους εξωτερικούς τοίχους, με συντελεστή θερμοπερατότητας 0,50W/m²K, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ (βλ.εικόνα 53).

Αδιαφανείς επιφάνειες		Σε επαφή με το έδαφος		Διαφανείς επιφάνειες		Παθητικά ηλιακά									
Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα															
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	U (W/m²K)	α* (-)	ε* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)	Κόστος (€/m²)
► 1	Τοίχος	iT1α (N)	180	90	13.21	0.50	0.40	0.80	1	1	0.72	0.56	0.92	0.93	50
2	Τοίχος	iT1β (N)	180	90	21.97	0.50	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1	50
3	Τοίχος	iT2α (Δ)	270	90	17.60	0.50	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1	50
4	Τοίχος	iT2β (Δ)	270	90	11.26	0.50	0.40	0.80	1	1	0.50	0.43	0.69	0.91	50
5	Τοίχος	iT3α (Β)	0	90	7.35	0.50	0.40	0.80	1	1	0.51	0.56	1	0.92	50
6	Τοίχος	iT3β (Β)	0	90	23.91	0.50	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1	50
7	Τοίχος	iT4α (Α)	90	90	22.31	0.50	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1	50
8	Τοίχος	iT4β (Α)	90	90	4.75	0.50	0.40	0.80	1	1	0.44	0.38	1	0.94	50
9	Τοίχος	iT1α (N)	180	90	13.91	0.50	0.40	0.80	1	1	0.72	0.56	0.92	0.93	50
10	Τοίχος	iT1β (N)	180	90	23.41	0.50	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1	50
11	Τοίχος	iT2α (Δ)	270	90	17.60	0.50	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1	50
12	Τοίχος	iT2β (Δ)	270	90	8.18	0.50	0.40	0.80	1	1	0.50	0.43	0.69	0.91	50
13	Τοίχος	iT3α (Β)	0	90	7.13	0.50	0.40	0.80	1	1	0.51	0.56	1	0.92	50
14	Τοίχος	iT3β (Β)	0	90	10.88	0.50	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1	50
15	Τοίχος	iT3γ (Β)	0	90	13.11	0.50	0.40	0.80	1	1	0.70	0.74	1	0.865	50

Εικόνα 53: Στοιχεία αδιαφανών επιφανιών 1^{ου} σεναρίου

Όπως βλέπετε ο συντελεστής θερμοπερατότητας U έχει αλλάξει από τα 2,45 W/m²K στο 0,5 W/m²K. Επίσης καταχωρήσαμε ενδεικτικό κόστος, το οποίο ανέρχεται στα 50 €/m², σύμφωνα με τις ελάχιστες τιμές του προγράμματος «Εξοικονόμηση κατ' οίκον».

Σενάριο 2

Το δεύτερο σενάριο περιλαμβάνει αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων

Αδιαφανείς επιφάνειες		Σε επαφή με το έδαφος		Διαφανείς επιφάνειες		Παθητικά ηλιακά										
Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα																
		Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m²K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)	Κόστος (€/m²)
►	1	Ανοιγόμενο κουφωμα	ια3 (B)	0	90	3.74	Μεταλλικό με 8.6. 24mm 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.3	0.48	1	1	0.59	0.63	1	0.92	250
	2	Ανοιγόμενο κουφωμα	ια4 (B)	0	90	1.20	Μεταλλικό με 8.6. 24mm 30% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.4	0.42	1	1	1	1	1	1	250
	3	Ανοιγόμενο	ια5 (B)	0	90	1.20	Μεταλλικό με 8.6.	2.4	0.42	1	1	1	1	1	1	250
	4	Ανοιγόμενο	ια6 (B)	0	90	3.08	Μεταλλικό με 8.6.	2.3	0.48	1	1	1	1	1	1	250
	5	Ανοιγόμενο	ια7 (A)	90	90	1.80	Μεταλλικό με 8.6.	2.4	0.42	1	1	1	1	1	1	250
	6	Ανοιγόμενο	ια3 (Δ)	270	90	3.08	Μεταλλικό με 8.6.	2.3	0.48	1	1	0.62	0.53	0.86	0.96	250
	7	Ανοιγόμενο	ια4 (B)	0	90	3.08	Μεταλλικό με 8.6.	2.3	0.48	1	1	0.59	0.63	1	0.92	250
	8	Ανοιγόμενο	ια5 (B)	0	90	1.44	Μεταλλικό με 8.6.	2.4	0.42	1	1	1	1	1	1	250
	9	Ανοιγόμενο	ια6 (B)	0	90	3.08	Μεταλλικό με 8.6.	2.3	0.48	1	1	0.74	0.77	1	0.865	250
*	10															

Εικόνα 54: Στοιχεία διαφανών επιφανιών 2^{ου} σεναρίου

με νέα μεταλλικά κουφώματα αλουμινίου, με θερμοδιακοπή 24mm, διπλό υαλοπίνακα με 12mm διάκενο αέρα και με μεμβράνη χαμηλής εκπομπής. Το ποσοστό του πλαισίου σε σχέση με το συνολικό κούφωμα είναι 20% για τα κουφώματα αλουμινίου μεγάλων διαστάσεων, 30% για κουφώματα μικρών διαστάσεων και 40% για κουφώματα που περιλαμβάνουν και τμήματα με ταμπλάδες (τυφλά τμήματα) (βλ.εικόνα 54).

Τα κουφώματα με νότιο προσανατολισμό και με γωνία απόκλισης +/-30° υπολογίζονται ως παθητικά ηλιακά συστήματα καθότι προκαλούν υψηλά θερμικά φορτία.

Επίσης και εδώ έχουμε αντικαταστήσει τα παλιά με νέα κουφώματα, επιλέγουμε θερμοδιακοπή 12mm και επειδή μιλάμε για νότιο προσανατολισμό, δεν τοποθετούμε μεμβράνη χαμηλής εκπομπής.

Τέλος και εδώ βλέπετε τη διαφορά στις τιμές U και g .

Σενάριο 3

Το σενάριο 3, είναι ο συνδυασμός των 2 πρώτων σεναρίων, δηλαδή περιλαμβάνει και την αλλαγή των κουφωμάτων αλλά και εφαρμογή θερμομόνωσης.

Τα σενάρια 4,5 και 6 αποτελούν συνδυασμό του 3^{ου} σεναρίου με εναλλακτικές ενεργειακές παρεμβάσεις στα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και Ζ.Ν.Χ.

Στό σύστημα θέρμανσης αντικαθιστούμε τον τύπο του καυστήρα θέρμανσης (βλ.εικονα 55). Επιπλέον κοινό χαρακτηριστικό τους είναι η συμβατική ψύξη (βλ.εικονα 57) καθώς και ο επιλεκτικός επίπεδος ηλιακός συλλέκτης για Ζ.Ν.Χ. με επιφάνεια συλλεκτών 3,00μ2 (βλ.εικονα 56).

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Ηλιακός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
1	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	Ηλεκτρισμός	4	1.0	0	0	0	0.5	1	1	1	1	1	0.5	0	0	800
2	Λέβητας	Πετρέλαιο	30	0.92	1	1	1	0.5	0	0	0	0	0	0.5	1	1	
* 3				1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Κόστος (€)
1		<input type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1	

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	Β. Απ. (-)	Κόστος (€)
1		0.93	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικο-

να 55: Στοιχεία τρόπου Ζ.Ν.Χ

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Ηλιακός συλλέκτης

	Τύπος	Θέρμανση	ΖΝΧ	Συν. α (-)	Συν. β (-)	Επιφάνεια (m²)	γ (deg)	β (deg)	F _s (-)	Κόστος (€/m²)
1	Επιλεκτικός επίπεδος	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.369		3	180	45	1.0	400

Εικο-

να 56: Στοιχεία ηλεκτρικού θερμαντήρα

Συν_α είναι ο συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας και τον βρίσκουμε από το πίνακα 5.8 της TOTEE 20701-1/2010.

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Ηλιακός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
1	Αερόψυκτος	Ηλεκτρισμός	16.70	1.0	3	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	
* 2				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	16.70	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1	<input type="checkbox"/>	
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

Θερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ. (-)	Κόστος (€)
1		0.98	3000

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Ει-

κονα 57: Στοιχεία τρόπου ψύξης

Σενάριο 4

Θέρμανση
Ψύξη
ΖΗΚ
Ηλεκτρικός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Ap. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	30	0.92	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1500
* 2				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Ap. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	27.60	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.95	<input type="checkbox"/>	
▶ 2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Ap. (-)	Κόστος (€)
▶ 1	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΩΔΟΣΗΣ	0.88	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.170
* 2		1	0

Εικόνα 58: Στοιχεία καυστήρα πετρελαίου νέας γενιάς

Εδώ αλλάζουμε τον παλιό καυστήρα πετρελαίου με νέο νέας τεχνολογίας (βλ.εικόνα 58).

Σενάριο 5

Θέρμανση
Ψύξη
ΖΗΚ
Ηλεκτρικός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Ap. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Λέβητας	Φυσικό αέριο	30	0.92	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1800
* 2				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Ap. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	27.60	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.95	<input type="checkbox"/>	
▶ 2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Ap. (-)	Κόστος (€)
▶ 1	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΩΔΟΣΗΣ	0.88	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.0
* 2		1	0

Εικόνα 59: Στοιχεία καυστήρα φυσικού αερίου

Εδώ αλλάζουμε τον παλιό καυστήρα πετρελαίου με νέο καυστήρα φυσικού αερίου (βλ.εικόνα 59).

Σενάριο 6

Θέρμανση
Ψύξη
ΖΝΧ
Ηλιακός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Λέβητας	Βιομάζα	16.24	0.92	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2850
* 2				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	15	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.95	<input type="checkbox"/>	
▶ 2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ. (-)	Κόστος (€)
▶ 1	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0.88	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.170
* 2		1	0

Εικόνα 60: Στοιχεία καυστήρα βιομάζας

Εδώ αλλάζουμε τον παλιό καυστήρα πετρελαίου με νέο καυστήρα βιομάζας (βλ.εικόνα 60).

Σενάριο 7

Στο σενάριο αυτό το σπίτι έχει τα νέα κουφώματα, θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ., ηλιακά πάνελ που ισοδυναμούν με επιλεκτικό επίπεδο ηλιακό συλλέκτη 3,00μ2 για το σύστημα της θέρμανσης και της παροχής ζεστού νερού χρήσης, με βοηθητικό σύστημα θέρμανσης, τις ημέρες με αυξημένη συννεφιά, τον αρχικό καυστήρα θέρμανσης και συμβατική ψύξη.

Για το θέμα της ψύξης:

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Ηλιακός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Αν (-)	EER (-)	lan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Αερόψυκτος	Ηλεκτρισμός	16.70	1.0	3	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	
* 2				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Αν. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	16.70	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1	<input type="checkbox"/>	
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Αν. (-)	Κόστος (€)
▶ 1		0.98	3000

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικόνα 61: Στοιχεία τρόπου ψύξης

Χρησιμοποιούμε συμβατικά μέσα (βλ.εικόνα 61)

Ενώ για τα ζεστά νερά χρήσης:

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Ηλιακός συλλέκτης

	Τύπος	Θέρμανση	ΖΝΧ	Συν. α (-)	Συν. β (-)	Επιφάνεια (m ²)	γ (deg)	β (deg)	F _s (-)	Κόστος (€/m ²)
▶ 1	Επιλεκτικός επίπεδος	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.369	0.383	32.4	180	63	1.0	400

Ει-

Εικόνα 62: Στοιχεία ηλιακών συλλεκτών

χρησιμοποιούμε επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες όπως εικονίζετε στην παραπάνω εικόνα (βλ.εικόνα 62).

Σενάριο 8

Στο σενάριο αυτό το σπίτι έχει νέα κουφώματα, θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ., αντλία θερμότητας αέρα, με καυστήρα πετρελαίου ή φυσικού αερίου (αλλαγή θερμοαντικών σωμάτων σε fcu).

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	40.6	0.75	1.0	0.3	0.3	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0.2	0.3	
2	Κεντρική αεράριμη	Ηλεκτρισμός	11	1.0	3.2	0.7	0.7	0.8	0.8	0	0	0	0	0	0	0.8	0.7	10000
* 3				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	30.45	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.89	<input type="checkbox"/>	
▶ 2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ. (-)	Κόστος (€)
▶ 1	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΩΔΕΣΗΣ	0.88	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.0
* 2		1	0

Εικο-

να 63: Στοιχεία αντλίας θερμότητας (θέρμανση)

Στην περίπτωση της θέρμανσης χρησιμοποιούμε αντλία θερμότητας της οποίας τα στοιχεία φαίνονται στην παραπάνω εικόνα (βλ.εικόνα 63).

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Αεράριμη	Ηλεκτρισμός	11	1.0	3.2	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	5000
* 2				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	11	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1	<input type="checkbox"/>	
▶ 2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ. (-)	Κόστος (€)
▶ 1		0.98	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικο-

να 64: Στοιχεία αντλίας θερμότητας (ψύξη)

Η ψύξη γίνεται επίσης μέσω της αντλίας θερμότητας και αποδίδετε στον χώρο με FCU των οποίων τα στοιχεία και το κόστος καταχωρήθηκαν στο πρόγραμμα (βλ.εικόνα 64).

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Ηλιακός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	Ηλεκτρισμός	4	1.0	0	0	0	0.5	1	1	1	1	1	0.5	0	0	800
2	Λέβητας	Πετρέλαιο	30	0.92	1	1	1	0.5	0	0	0	0	0	0.5	1	1	
* 3				1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Κόστος (€)
▶ 1		<input type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1	

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	Β. Απ. (-)	Κόστος (€)
▶ 1		0.93	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶▶ 1		1	0

Εικο-

να 65: Στοιχεία ηλεκτρικού θερμαντήρα

Τέλος έχουμε και την περίπτωση του ηλεκτρικού θερμαντήρα όπως στα σενάρια 4,5 και 6 (βλ.εικόνα 65).

Σενάριο 9

Στο σενάριο αυτό το σπίτι μας έχει νέα κουφώματα, θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ., ηλιακά πάνελ, αντλία θερμότητας αέρα, καυστήρα πετρελαίου ή φυσικού αερίου (αλλαγή θερμαντικών σωμάτων σε fcu).

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Ηλιακός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Κεντρική αερόψυκτη	Ηλεκτρισμός	11	1.0	3.2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	10000
* 2				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	11	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1.0	<input type="checkbox"/>	
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ. (-)	Κόστος (€)
▶ 1	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΩΔΟΣΗΣ	0.98	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.14
* 2		1	0

Εικο-

να 66: Στοιχεία αντλίας θερμότητας (θέρμανση)

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Ηλιακός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Αν. (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Αεράθμικτος ψύκτης	Ηλεκτρισμός	11	1.0	3.2	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	5000
* 2				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Αν. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	11	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1	<input type="checkbox"/>	
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

Θερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Αν. (-)	Κόστος (€)
▶ 1		0.98	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικο-

να 67: Στοιχεία αντλίας θερμότητας (ψύξη)

Οι δυο παραπάνω εικόνες αναφέρονται στα καταχωρημένα στοιχεία που αφορούν την αντλία θερμότητας, παρομοίως με το σενάριο 8 (βλ.εικόνες 66-67).

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Ηλιακός συλλέκτης

	Τύπος	Θέρμανση	ΖΝΧ	Συν. α. (-)	Συν. β. (-)	Επιφάνεια (m²)	γ (deg)	β (deg)	F_s (-)	Κόστος (€/m²)
▶ 1	Επιλεκτικός επίπεδος	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.369	0.383	32.4	180	63	1.0	400

Εικο-

να 68: Στοιχεία ηλιακών συλλεκτών

Ο παραπάνω πίνακας αναφέρεται στους ηλιακούς συλλέκτες οι οποίοι χρησιμοποιούνται για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης (βλ.εικόνα 68).