



ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**



**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΚΟΜΠΕΛΙΤΟΥ ΜΑΡΙΑ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ
ΜΗΤΡΑΚΑ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ**

ΣΕΡΡΕΣ 2012

Πρόλογος

Οι μελέτες έχουν γίνει σε μία κατοικία η οποία βρίσκεται στην πόλη των Σερρών. Πρόκειται για μία πόλη η οποία εκτείνεται στο πεδινό τμήμα του νομού. Η περιοχή στην οποία είναι χτισμένη η κατοικία βρίσκεται στο νότιο τμήμα της πόλης και το κλίμα είναι σχετικά υγρό. Πρόκειται για μια οικία η οποία χρησιμοποιείται σε μόνιμη βάση 24ωρη και όλο το χρόνο. Στόχος αυτής της εργασίας είναι να δημιουργήσουμε ένα πραγματικό σενάριο έτσι ώστε η συγκεκριμένη οικία να θερμαίνεται με τη χρήση των Ανανεώσιμων πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) και ειδικότερα με την αξιοποίηση της ηλιακής και της γεωθερμικής ενέργειας.

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση μιας όσο το δυνατόν ολοκληρωμένης εικόνας γύρω από το θέμα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Αναλύεται η τεχνολογία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και τα οφέλη από τη χρήση της. Στόχος είναι να αναδειχθούν οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ως μορφές ενέργειας με υψηλές προοπτικές και να παρουσιαστεί μία εφαρμογή θέρμανσης κατοικίας εκμεταλλευόμενοι τον συνδυασμό της ηλιακής και γεωθερμικής ενέργειας.

Στην Εισαγωγή γίνεται αναφορά στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, στους λόγους για τους οποίους έχουμε στραφεί στη χρήση αυτών των μορφών ενέργειας, αλλά και στα οφέλη που έχουμε από αυτές. Στο Πρώτο Μέρος παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, οι εφαρμογές τους, καθώς και οι επιπτώσεις τους στο περιβάλλον.

Στο Δεύτερο Μέρος αναλύεται ένα παράδειγμα αξιοποίησης της ηλιακής και γεωθερμικής ενέργειας προκειμένου να θερμάνουμε μία κατοικία. Εδώ παρουσιάζονται η μελέτη υπολογισμού των θερμικών απωλειών και τα μέρη από τα οποία θα αποτελείται το σύστημα θέρμανσης.

Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή.....	5
1.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.)	6
1.2 Ηλιακή Ενέργεια	6
1.2.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα.....	7
1.2.2 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα	8
1.2.2.1 Ηλιακοί συλλέκτες	8
1.2.2.2 Ηλιακοί θερμοσίφωνες	10
1.2.3 Φωτοβολταϊκά συστήματα	11
1.2.3.1 Φωτοβολταϊκό φαινόμενο.....	11
1.2.3.2 Ονοματολογία και κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων.....	13
1.2.3.2.1 Μονοκρυσταλλικό πυρίτιο (m-Si).....	14
1.2.3.2.1 Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο (p-Si)	15
1.2.3.2.3 Άμορφο πυρίτιο (a-Si) – Λεπτής μεμβράνης	15
1.2.3.2.4 Υβριδικά	16
1.2.3.3 Φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις	16
1.2.3.4 Απόδοση φωτοβολταϊκού στοιχείου	17
1.2.4 Εφαρμογές ηλιακής ενέργειας.....	18
1.3 Αιολική ενέργεια	19
1.3.1 Άνεμος.....	19
1.3.2 Ανεμογεννήτρια.....	20
1.3.2.1 Τα μέρη μιας ανεμογεννήτριας.....	22
1.3.2.2 Αρχή λειτουργίας ανεμογεννήτριας	23
1.3.3 Αιολικά πάρκα.....	25
1.3.4 Ο αντίκτυπος των ανεμογεννητριών στο περιβάλλον	26
1.3.5 Εφαρμογές της αιολικής ενέργειας	26
1.4 Ενέργεια από βιομάζα	27
1.4.1 Είδη βιομάζας.....	28
1.4.2 Ο αντίκτυπος της βιομάζας στο περιβάλλον	31
1.4.3 Εφαρμογές της ενέργειας από βιομάζα	32
1.5 Υδραυλική ενέργεια.....	33
1.5.1 Υδροηλεκτρικές μονάδες	34

1.5.2 Ο αντίκτυπος της υδραυλικής ενέργειας στο περιβάλλον	35
1.6 Η ενέργεια των ωκεανών	36
1.6.1 Η ενέργεια των παλιρροιών	36
1.6.1.1 Παλιρροιακοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής	38
1.6.1.2 Παλιρροιακοί στρόβιλοι	38
1.6.2 Η ενέργεια των κυμάτων.....	39
1.6.2.1 Εγκαταστάσεις κυματικής ενέργειας	40
1.6.3 Η θερμική ενέργεια των ωκεανών	41
1.6.4 Ο αντίκτυπος της ενέργειας των ωκεανών στο περιβάλλον	41
1.7 Γεωθερμία	42
1.7.1 Φυσικά γεωθερμικά πεδία	43
1.7.2 Ο αντίκτυπος της γεωθερμίας στο περιβάλλον	43
1.7.3 Εφαρμογές της γεωθερμίας	44
1.8 Νομοθεσία	47
2.1 Σχέδιο κατοικίας	51
2.2 Καταγραφή και διαστάσεις ανοιγμάτων κτιρίου	52
2.3 Κλιματολογικές συνθήκες	52
2.4 Περιγραφή κτιρίου	54
2.5 Θερμικές απώλειες	54
2.6 Γεωθερμικό ηλιακό σπίτι	57
2.7 Κύκλωμα ηλιακών συλλεκτών	60
2.7.1 Εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη	63
2.7.2 Οδηγίες συντήρησης.....	64
2.8 Θερμοδοχείο	64
2.9 Σύστημα βοηθητικής ενέργειας	67
2.9.1 Γεωθερμική αντλία θερμότητας.....	67
2.10 Σύστημα θέρμανσης – Ενδοδαπέδιο σύστημα	67
2.10.1 Ενδοδαπέδια θέρμανση.....	69
2.10.2 Ενδοδαπέδια ψύξη	70
2.11 Σύστημα ελέγχου	73
2.12 Οικονομοτεχνική ανάλυση	74
Συμπεράσματα	75
Βιβλιογραφία	76

Εισαγωγή

Μια μεγάλη ποσότητα ενέργειας που χρησιμοποιείται σήμερα προέρχεται από κοιτάσματα ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) ή από ουράνιο. Αυτά τα κοιτάσματα έχουν δημιουργηθεί με την πάροδο του χρόνου και της γεωλογικής εξέλιξης βρίσκονται σε περιορισμένη ποσότητα, είναι εξαντλήσιμα. Σε αντίθεση οι ενέργειες που προέρχονται από τον ήλιο, τον άνεμο, το νερό, την ανάπτυξη των φυτών, τις παλίρροιες, τη θερμότητα της γης είναι ανανεώσιμες. Όλες αυτές οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας έχουν μόνο δύο πηγές τον ήλιο, αφού από αυτόν προέρχονται ο άνεμος, η κυκλική πορεία του νερού, οι παλίρροιες, η ανάπτυξη των φυτών, καθώς και τη γη η οποία απελευθερώνει θερμότητα.

Η χρησιμοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν είναι κάτι καινούριο. Από την αρχαιότητα ο άνθρωπος έκανε χρήση της θερμότητας του ήλιου, έκαψε ξύλο ή απόβλητα, εκμεταλλεύτηκε τη θερμότητα της γης στις ηφαιστιογενείς περιοχές, χρησιμοποίησε ανεμόμυλους και νερόμυλους και εκμεταλλεύτηκε τη δύναμη των παλιρροιών.

Στις μέρες μας όμως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται με ολοένα και αυξανόμενο ρυθμό. Οι κυριότερες αιτίες στις οποίες οφείλεται η εκτεταμένη χρήση τους είναι η υποβάθμιση του περιβάλλοντος από την αξιοποίηση των συμβατικών πηγών ενέργειας. Η μείωση των περισσώτερων αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων αλλά και η αύξηση του κόστους των συμβατικών καυσίμων και κυρίως του πετρελαίου. Η αύξηση της ανεργίας καθώς και η διάθεση μέρους του πληθυσμού για μια ζωή με μεγαλύτερη ασφάλεια και ενεργειακή αυτάρκεια. Παρόλα αυτά οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν είναι περιβαλλοντικά απολύτως αβλαβείς και δεν διατίθενται σε άπειρες ποσότητες. Μπορούν όμως να χρησιμοποιούνται έπ' άπειρον αλλά με πολύ συγκεκριμένο ρυθμό.

Από την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουμε οφέλη σε διάφορους τομείς. Έτσι, έχουμε ενεργειακά και οικονομικά οφέλη καθώς ενισχύουν την ενεργειακή ανεξαρτησία και την ασφάλεια μιας χώρας διότι της προσφέρουν αυτονομία. Ακόμη έχουμε και κοινωνικά οφέλη που συμβάλλουν αποφασιστικά στην «αειφόρο ανάπτυξη», εμφανίζουν μικρότερους κινδύνους στην υγεία και στο περιβάλλον και βοηθούν στην αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών.

Εκτός από αυτά, παρέχουν και περιβαλλοντικά οφέλη καθώς αυτές οι μορφές ενέργειας μπορούν να σταθεροποιήσουν την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα και των υπόλοιπων αερίων του θερμοκηπίου και να συμμετέχουν στην ελάττωση των εκπομπών από άλλους ρυπαντές, όπως τα οξείδια του θείου και του αζώτου που δημιουργούν την όξινη βροχή. Τέλος, πρέπει να αναφερθούν τα οφέλη για την απασχόληση και την αντιμετώπιση μέρους της ανεργίας αφού εκτιμάται ότι θα δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας.

1.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.)

Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) ορίζονται οι ενεργειακές πηγές που τροφοδοτούνται συνεχώς με ενέργεια από τον ήλιο με τέτοιους ρυθμούς, ώστε να θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες και ικανές να υποκαταστήσουν πολλές από τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι φιλικές προς το περιβάλλον καθώς δεν το επιβαρύνουν και είναι καθαρές πηγές ενέργειας. Σ' αυτές ανήκει η ηλιακή ενέργεια, η αιολική ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια, η ενέργεια από τα κύματα και την παλίρροια και η ενέργεια της βιομάζας.

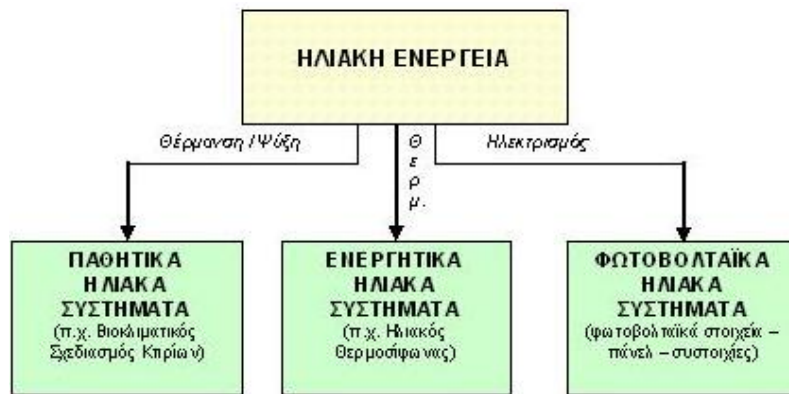
Στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ανήκει και η γεωθερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και σχετίζεται με τη θερμότητα την οποία απελευθερώνει, την ηφαιστειότητα και τις γεωλογικές και τις γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής.

Στη χώρα μας υπάρχει η δυνατότητα αξιοποίησης αυτών των μορφών ενέργειας γιατί ο ελλαδικός χώρος παρέχει την καλύτερης ποιότητας ηλιοφάνεια ανάμεσα στις χώρες της Ευρώπης. Η μέση ετήσια ταχύτητα των ανέμων, στο νησιωτικό κυρίως χώρο, βρέθηκε να υπερβαίνει τα 10 m/sec και ανοίγει τεράστιες προοπτικές για την ανάπτυξη τεχνολογίας και εκμετάλλευσης ανεμογεννητριών. Το γεωθερμικό δυναμικό του Αιγαίου, μετά από εκτιμήσεις που έγιναν ανέρχεται σε 750 MW, και θεωρείται ένα από τα καλύτερα στον κόσμο. Το υδάτινο δυναμικό είναι σημαντικό κυρίως στις ορεινές περιοχές.

1.2 Ηλιακή ενέργεια

Ο ήλιος αν και βρίσκεται σε απόσταση 150 εκατομμυρίων χιλιομέτρων από τον πλανήτη μας, αποτελεί αναμφισβήτητα τη μεγαλύτερη πηγή ενέργειας. Κατά μέσο όρο, η ισχύς που δέχεται ετησίως η επιφάνεια της γης μπορεί να φτάσει στα 85 με 290 W/m², η οποία, όμως, επηρεάζεται από διάφορες παραμέτρους. Έτσι, ανάλογα με την περίοδο της ημέρας η λαμβανόμενη ενέργεια εξαρτάται από τη γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτινών πάνω στην επιφάνεια της ατμόσφαιρας. Επίσης, η ενέργεια αυτή ποικίλει ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, τη χρονική στιγμή της ημέρας και την εποχή του χρόνου. Οι νύχτες, τα περάσματα νεφών είναι στιγμές που η ηλιακή ενέργεια είναι ανύπαρκτη ή ελάχιστη. Καμία, όμως, περιοχή της γης δεν στερείται ηλιακής ενέργειας.

Η ηλιακή ενέργεια πρόκειται για μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τρεις τρόπους. Με τη χρησιμοποίηση παθητικών ηλιακών συστημάτων και με τη χρησιμοποίηση ενεργητικών παθητικών συστημάτων για να καλύψει ανάγκες θέρμανσης. Καθώς, επίσης και με την παραγωγή ηλεκτρισμού χρησιμοποιώντας την φωτοβολταϊκή τεχνολογία. Αυτοί οι τρεις τρόποι απεικονίζονται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 1: Τρόποι χρήσης της ηλιακής ενέργειας

1.2.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα (Εικόνα 1) είναι κατασκευές στις οποίες η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται άμεσα σε θερμότητα στο μέρος στο οποίο συλλέγεται. Η μετατροπή αυτή βασίζεται κυρίως σε αρχιτεκτονικά στοιχεία ενταγμένα στην οικοδομή, την ανάλογη κτιριοδομική μελέτη και τη διάταξη και τον προσανατολισμό των ηλιακών οικοδομών στο χώρο, τα οποία και συνιστούν την ηλιακή αρχιτεκτονική. Αυτός ο τρόπος οικοδόμησης κατοικιών δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα, δεν έχει σημαντικό κόστος, δεν επηρεάζει αρνητικά την αισθητική του σπιτιού και εξοικονομεί μη ανανεώσιμες πρώτες ύλες (πετρέλαιο) το οποίο χρησιμοποιείται συνήθως για θέρμανση.



Εικόνα 1: Παθητικό ηλιακό σύστημα

Η ηλιακή αρχιτεκτονική βασίζεται στα ανοίγματα και το γενικότερο προσανατολισμό του σπιτιού προς το νότο. Η διάταξη που έχει γίνει ευρύτερα γνωστή είναι ο τοίχος Trombe ο οποίος αποτελείται από τσιμέντο ή πέτρα πάχους μεγαλύτερου των κανονικών τοίχων, έχει νότιο προσανατολισμό, είναι σκούρου χρώματος και καλύπτεται από μία γυάλινη επιφάνεια. Όταν ο τοίχος αυτός εκτίθεται στον ήλιο αποθηκεύει θερμότητα (η λειτουργία του είναι

παρόμοια με αυτήν του θερμοκηπίου), ενώ δύο οπές του τοίχου επιτρέπουν την κίνηση του θερμού αέρα που ζεσταίνεται από την επαφή του με τον τοίχο Trombe προς το σπίτι και του ψυχρού αέρα του σπιτιού προς τον τοίχο Trombe για να θερμανθεί. Η ανακύκλωση αυτή του αέρα εξασφαλίζει και τη θέρμανση του σπιτιού.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες. Στα συστήματα άμεσου κέρδους, στα οποία η συλλογή, η αποθήκευση και η μετάδοση της θερμότητας γίνεται μέσα στον εξυπηρετούμενο χώρο. Στα συστήματα έμμεσου κέρδους, όταν η συλλογή και η αποθήκευση της θερμότητας γίνεται σε χώρο που έχει επαφή με εκείνον στον οποίο μεταδίδεται η θερμότητα. Και τέλος, στα συστήματα απομονωμένου κέρδους, όταν η συλλογή και η αποθήκευση της θερμότητας γίνεται σε χώρο απομακρυσμένο από τον εξυπηρετούμενο.

1.2.2 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι στοιχεία που συλλέγουν ηλιακή ενέργεια αλλά είναι ξένα προς την οικοδομή στην οποία εγκαθίστανται. Έτσι, ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα δεν αποτελεί μέρος του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού ενός κτιρίου και μπορεί να τοποθετηθεί εκ των υστέρων, αφού δηλαδή κατασκευαστεί το κτίριο. Βασικό τους χαρακτηριστικό είναι η συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και η μεταφορά της υπό μορφή θερμότητας σε νερό, αέρα ή γενικά σε κάποιο ρευστό. Οι κυριότερες εφαρμογές στις οποίες τα συναντάμε είναι η παραγωγή ζεστού νερού, η θέρμανση χώρων, η θέρμανση κολυμβητικών δεξαμενών, ο κλιματισμός χώρων, η ηλεκτροπαραγωγή αλλά και οι γεωργικές χρήσεις. Παραδείγματα ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι οι ηλιακοί συλλέκτες, οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, οι ηλιακοί φούρνοι και οι ηλιακές γεννήτριες. Το πλεονέκτημα των παθητικών σε σχέση με τα ενεργητικά συστήματα είναι πως απαιτούν φθηνότερες κατασκευές. Όμως τα ενεργητικά συστήματα είναι περισσότερο αξιόπιστα.

1.2.2.1 Ηλιακοί συλλέκτες

Οι ηλιακοί συλλέκτες είναι οι συσκευές εκείνες που συλλέγουν και παγιδεύουν την ηλιακή ενέργεια. Εγκαθίστανται στη στέγη κτιρίου όπου και ζεσταίνουν νερό, το οποίο μία αντλία αποθηκεύει σε δεξαμενή και το οποίο στη συνέχεια μπορεί να τροφοδοτήσει χώρους που χρειάζονται θέρμανση. Υπάρχουν τρία είδη ηλιακών συλλεκτών, οι επίπεδοι συλλέκτες, οι συλλέκτες κενού και οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες.

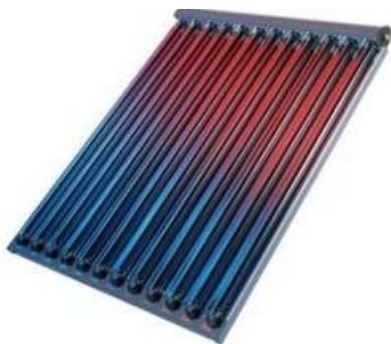
Σε έναν επίπεδο ηλιακό συλλέκτη (Εικόνα 2) η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά τη γυάλινη επιφάνεια και προσπίπτει στη σκούρα, τραχιά και απορροφητική επιφάνεια, όπου και απορροφάται. Όταν εκπέμπεται από αυτήν υπό μορφή θερμικής ακτινοβολίας τότε δεν μπορεί να διαπεράσει το γυαλί. Κάτω από την απορροφητική επιφάνεια τοποθετούμε σωλήνες μέσα στους

οποίους κυλά νερό ή κάποιο άλλο ρευστό. Συνήθως χρησιμοποιείται το νερό καθώς έχει τη μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα. Τέλος, το σύστημά μας θερμομονώνεται, ώστε να μην έχουμε απώλειες.



Εικόνα 2: Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες

Ένας συλλέκτης κενού (Εικόνα 3) αποτελείται από ειδικούς σωλήνες τοποθετημένους παράλληλα. Ο κάθε σωλήνας έχει τοποθετημένο μέσα του έναν άλλο, ενώ ανάμεσα τους υπάρχει κενό. Ο εξωτερικός σωλήνας είναι γυάλινος, ώστε να επιτρέπει τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο εσωτερικός σωλήνας έχει μαύρη, τραχιά επιφάνεια και απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία. Το κενό ανάμεσά τους συμβάλλει στο να μην υπάρχει μεταφορά θερμότητας μέσω ρευμάτων προς τα έξω, αφού δεν υπάρχει αέρας και εμφανίζεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η θερμότητα απάγεται με νερό ή με άλλο ρευστό που ρέει μέσα στον εσωτερικό σωλήνα. Γενικά πρόκειται για έναν τύπο συλλεκτών με μεγάλη απόδοση που μπορεί να επιτύχει θερμοκρασίες άνω των 100° C.



Εικόνα 3: Ηλιακός συλλέκτης κενού

Οι συγκεντρωτικοί ηλιακοί συλλέκτες συγκεντρώνουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ένα μικρό μέρος το οποίο και θερμαίνουν σε πολύ μεγάλο βαθμό. Οι συλλέκτες αυτοί είτε έχουν σχήμα ομπρέλας και επικεντρώνουν τις ακτίνες τους στον άξονα της ομπρέλας, όπου και περνά ρευστό, είτε σχήμα κεραμιδιού, όπου οι ακτίνες επικεντρώνονται σε σωλήνα παράλληλο σε αυτό. Οι συλλέκτες αυτοί έχουν πολύ μεγάλο βαθμό απόδοσης όταν έχουμε άμεση ακτινοβολία. Για να το πετύχουμε αυτό θα πρέπει να υπάρχει σύστημα με σερβομηχανισμό που θα στρέφει το συλλέκτη προς τον ήλιο συνεχώς σαν

ηλιοτρόπιο. Τα κινούμενα όμως μέρη απαιτούν συντήρηση και αυτό καθιστά τα συστήματα αυτά ακατάλληλα για οικιακή χρήση.

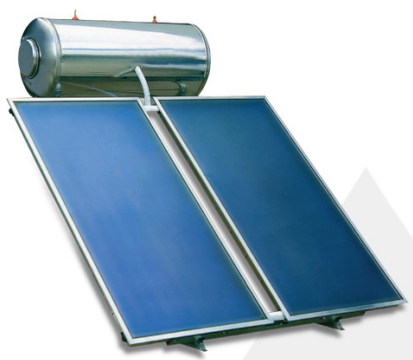
1.2.2.2 Ηλιακοί θερμοσίφωνες

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες είναι τα πιο διαδεδομένα ενεργητικά ηλιακά συστήματα. Στα συστήματα αυτά ο ηλιακός συλλέκτης θερμαίνει είτε άμεσα είτε έμμεσα το νερό χρήσης. Υπάρχουν δύο τύποι ηλιακών θερμοσιφώνων, ανοιχτού κυκλώματος και κλειστού κυκλώματος.

Στους ηλιακούς θερμοσίφωνες ανοιχτού κυκλώματος το ίδιο το νερό χρήσεως κυκλοφορεί και στο συλλέκτη και στη δεξαμενή. Πλεονέκτημα είναι η απλή κατασκευή της δεξαμενής. Το μεγάλο όμως μειονέκτημα είναι ο κίνδυνος παγώματος και καταστροφής του συλλέκτη. Για να αποφευχθεί αυτό θα πρέπει να αδειάζεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες κλειστού τύπου είναι πιο διαδεδομένοι. Σ' αυτόν τον τύπο υπάρχει χωριστό κύκλωμα με νερό και αντιψυκτικό, που κυκλοφορεί στο συλλέκτη και σε ξεχωριστό χώρο της δεξαμενής (εξωτερικό «μανδύα» ή σερπαντίνα). Το νερό του κυκλώματος αυτού θερμαίνει με αγωγιμότητα το νερό χρήσεως που βρίσκεται στη δεξαμενή χωρίς να έρθει σε επαφή (εναλλάκτης θερμότητας).

Ως προς το μέγεθος της εγκατάστασης διακρίνουμε τα απλά ηλιακά συστήματα που αποτελούνται από μία δεξαμενή αποθήκευσης και έναν ή δύο συλλέκτες και τα συστήματα μεγάλης κλίμακας (κεντρικά ηλιακά συστήματα) που απαρτίζεται από πολλούς ηλιακούς συλλέκτες και ποικιλία βοηθητικών διατάξεων. Τα απλά συστήματα καλύπτουν τις ανάγκες σε ζεστό νερό μιας κατοικίας, ενώ τα μεγάλης κλίμακας χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες ξενοδοχείων, βιομηχανιών κτλ. Στην παρακάτω εικόνα έχουμε έναν ηλιακό θερμοσίφωνα για οικιακή χρήση.



Εικόνα 4: Ηλιακός θερμοσίφοντας

Για να έχει ένας ηλιακός θερμοσίφοντας μέγιστη απόδοση θα πρέπει να συλλέγεται όσο γίνεται μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας στη χρονική περίοδο που μας ενδιαφέρει, να μετατρέπεται όσο το δυνατό περισσότερη ηλιακή ενέργεια σε θερμότητα στο νερό του συλλέκτη, να

ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες θερμότητας στο συλλέκτη στη δεξαμενή και στις σωληνώσεις αλλά και να μεταφερθεί κατά τον καλύτερο τρόπο η θερμότητα στη θέση χρησιμοποίησής της.

1.2.3 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ως αποτέλεσμα του φωτοβολταϊκού φαινομένου, που στηρίζεται στο γεγονός ότι ορισμένα μέταλλα έχουν την ιδιότητα να εκπέμπουν ελεύθερα ηλεκτρόνια όταν το φως προσπέσει στην επιφάνειά τους. Τα κύρια χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών που τα διακρίνουν από τις άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι τα πολλά πλεονεκτήματα για το περιβάλλον, όπως η αθόρυβη λειτουργία και η μηδενική εκπομπή ρύπων τόσο στον αέρα όσο και στο έδαφος, γεγονός που κάνει δυνατή και επιθυμητή την εγκατάστασή τους μέσα στις πόλεις. Μπορούν να τοποθετηθούν σε οροφές κτιριακών συγκροτημάτων αξιοποιώντας ενεργειακά τη διαθέσιμη επιφάνεια. Έχουν τη δυνατότητα αυτόνομης λειτουργίας, μεγάλη διάρκεια ζωής αλλά και υψηλό κόστος επένδυσης. Τέλος, μπορούν να συνδυαστούν με άλλες μορφές ενέργειας και κυρίως με τις ανανεώσιμες.

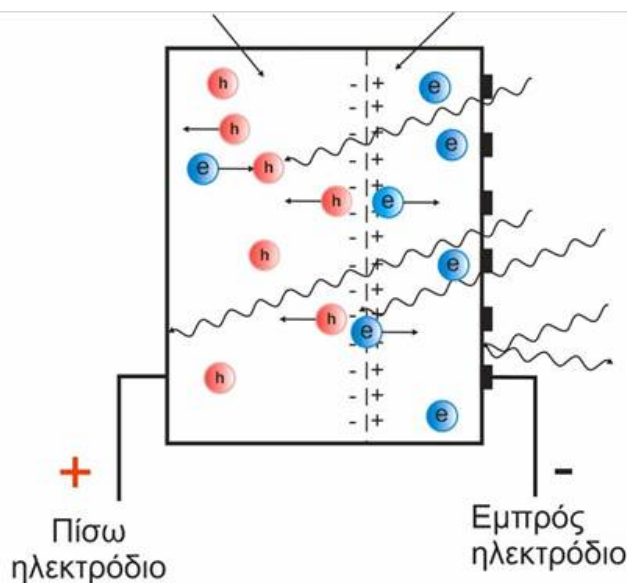
Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά συστήματα συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός περίπου κιλού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου. Επιπλέον, η παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα δεν εκλύει στην ατμόσφαιρα άλλους επικίνδυνους ρύπους, όπως τα αιωρούμενα μικρο-σωματίδια, τα οξείδια του αζώτου και τις ενώσεις του θείου.

Οικιακή εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος των 10kw μειώνει το ετήσιο ενεργειακό αποτύπωμα του κτιρίου κατά δεκατρείς τόνους διοξειδίου του άνθρακα ετησίως, ένα ποσό το οποίο θα απορροφούσαν είκοσι στρέμματα δάσους.

1.2.3.1 Φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Τα ηλιακά στοιχεία είναι δίοδοι ημιαγωγού με τη μορφή ενός δίσκου, (δηλαδή η ένωση p-n εκτείνεται σε όλο το πλάτος του δίσκου), που δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία. Κάθε φωτόνιο της ακτινοβολίας με ενέργεια ίση ή μεγαλύτερη από το ενεργειακό διάκενο του ημιαγωγού, έχει τη δυνατότητα να απορροφηθεί σε ένα χημικό δεσμό και να ελευθερώσει ένα ηλεκτρόνιο. Δημιουργείται έτσι, όσο διαρκεί η ακτινοβολία, μία περίσσεια από ζεύγη φορέων (ελεύθερα ηλεκτρόνια και οπές), πέρα από τις συγκεντρώσεις που αντιστοιχούν στις συνθήκες ισορροπίας. Οι φορείς αυτοί, καθώς κυκλοφορούν στο στερεό (και εφόσον δεν επανασυνδεθούν με φορείς αντιθέτου πρόσημου), μπορεί να βρεθούν στην περιοχή της ένωσης p-n οπότε θα δεχθούν την

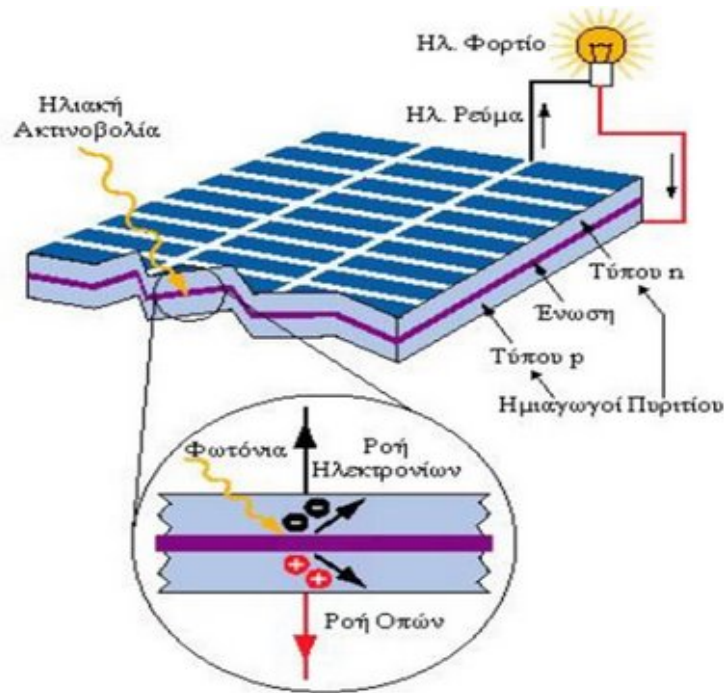
επίδραση του ενσωματωμένου ηλεκτροστατικού πεδίου. Αυτό απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 5: Φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Στο μηχανισμό της εκδήλωσης του Φ/Β φαινομένου σε ένα ηλιακό στοιχείο, τα φωτόνια της ακτινοβολίας, που δέχεται το στοιχείο στην εμπρός του όψη, τύπου n, παράγουν ζεύγη φορέων (ελεύθερα ηλεκτρόνια και οπές). Ένα μέρος από τους φορείς αυτούς διαχωρίζεται με την επίδραση του ενσωματωμένου πεδίου της διόδου και εκτρέπεται προς τα εμπρός (τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, e^-) ή προς τα πίσω (οι οπές, h^+), δημιουργώντας μια διαφορά δυναμικού ανάμεσα στις δυο όψεις του στοιχείου. Οι υπόλοιποι φορείς επανασυνδέονται και εξαφανίζονται. Επίσης, ένα μέρος της ακτινοβολίας ανακλάται στην επιφάνεια του στοιχείου, ενώ ένα άλλος μέρος της διέρχεται από το στοιχείο χωρίς να απορροφηθεί, μέχρι να συναντήσει το πίσω ηλεκτρόδιο.

Έτσι, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια εκτρέπονται προς το τμήμα τύπου Ω και οι οπές εκτρέπονται προς το τμήμα τύπου p, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μια διαφορά δυναμικού ανάμεσα στους ακροδέκτες των δύο τμημάτων της διόδου. Δηλαδή, η διάταξη αποτελεί μία πηγή ηλεκτρικού ρεύματος που διατηρείται όσο διαρκεί η πρόσπτωση του ηλιακού φωτός πάνω στην επιφάνεια του στοιχείου. Η εκδήλωση της διαφοράς δυναμικού ανάμεσα στις δύο όψεις του φωτιζόμενου δίσκου, η οποία αντιστοιχεί σε ορθή πόλωση της διόδου, ονομάζεται φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Η αποδοτική λειτουργία των ηλιακών φωτοβολταϊκών στοιχείων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στηρίζεται στην πρακτική εκμετάλλευση του παραπάνω φαινομένου. Εκτός από τις προσμίξεις των τμημάτων p και n μιας ομοένωσης, δηλαδή υλικού από τον ίδιο βασικά ημιαγωγό, το ενσωματωμένο ηλεκτροστατικό πεδίο, που είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την πραγματοποίηση ενός ηλιακού στοιχείου, αλλά και κάθε φωτοβολταϊκής διάταξης, μπορεί να προέρχεται επίσης και από διόδους άλλων. Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο περιγράφεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 6: Φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Στα φωτοβολταϊκά στοιχεία δεν είναι δυνατή η μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια του συνόλου της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται στην επιφάνειά τους. Ένα μέρος από την ακτινοβολία ανακλάται πάνω στην επιφάνεια του στοιχείου και διαχέεται πάλι προς το περιβάλλον. Στη συνέχεια, από την ακτινοβολία που διεισδύει στον ημιαγωγό, προφανώς δεν μπορεί να απορροφηθεί το μέρος που αποτελείται από φωτόνια με ενέργεια μικρότερη από το ενεργειακό διάκενο του ημιαγωγού. Για τα φωτόνια αυτά, ο ημιαγωγός συμπεριφέρεται σαν διαφανές σώμα. Έτσι, η αντίστοιχη ακτινοβολία διαπερνά άθικτη το ημιαγωγικό υλικό του στοιχείου και απορροφάται τελικά στο μεταλλικό ηλεκτρόδιο που καλύπτει την πίσω όψη του, με αποτέλεσμα να το θερμαίνει. Αλλά και από τα φωτόνια που απορροφά ο ημιαγωγός, μόνο με το μέρος εκείνο της ενέργειάς τους που ισούται με το ενεργειακό διάκενο συμβάλλει, όπως είδαμε, στην εκδήλωση του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Το υπόλοιπο μεταφέρεται, σαν κινητική ενέργεια, στο ηλεκτρόνιο που ελευθερώθηκε από τον δεσμό, και τελικά μετατρέπεται επίσης σε θερμότητα.

1.2.3.2 Ονοματολογία και κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων

Ο φωτοβολταϊκός συλλέκτης (Εικόνα 7) έχει τη μορφή ενός πλαισίου που αποτελείται από ένα υαλοπίνακα κάτω από τον οποίο έχουν προσαρμοστεί τα φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους. Ένα φύλλο συνθετικού υλικού καλύπτει τα φωτοβολταϊκά στοιχεία και τις συνδέσεις τους δημιουργώντας ένα περικλειστο με τον υαλοπίνακα και αφήνοντας έξω μόνο τους ακροδέκτες σύνδεσης του φωτοβολταϊκού συλλέκτη. Έτσι, τα ευαίσθητα φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι προστατευμένα από τις καιρικές συνθήκες. Η όλη

κατασκευή τοποθετείται μέσα σε ένα πλαίσιο το οποίο της προσδίδει στιβαρότητα και προστασία.

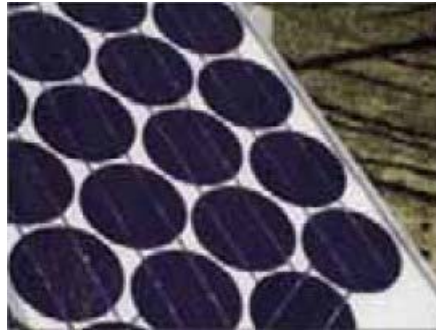


Εικόνα 7: Φωτοβολταϊκός συλλέκτης

Για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων χρησιμοποιούνται δύο τύποι πυριτίου, το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο. Στις μέρες μας τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κατασκευάζονται συνήθως από μία μορφοποιημένη μπάρα κρυσταλλικού πυριτίου το οποίο μπορεί να είναι είτε μονοκρυσταλλικό είτε πολυκρυσταλλικό. Η μπάρα αυτή κόβεται με τη βοήθεια λέιζερ σε λεπτές φέτες οι οποίες αποτελούν τη βάση του φωτοβολταϊκού στοιχείου. Στις φέτες αυτές γίνεται επίστρωση ενός μονωτικού υλικού και τοποθετούνται οι ακροδέκτες μεταφοράς της τάσης οι οποίοι είναι λεπτά συρματάκια τα οποία καταλήγουν στους ακροδέκτες του φωτοβολταϊκού στοιχείου. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδέονται μεταξύ τους μέσω των ακροδεκτών και φτιάχνουν τους φωτοβολταϊκούς συλλέκτες. Πολλοί φωτοβολταϊκοί συλλέκτες συνδεδεμένοι μεταξύ τους φτιάχνουν τα πεδία φωτοβολταϊκών συλλεκτών.

1.2.3.2.1 Μονοκρυσταλλικό πυρίτιο (m-Si)

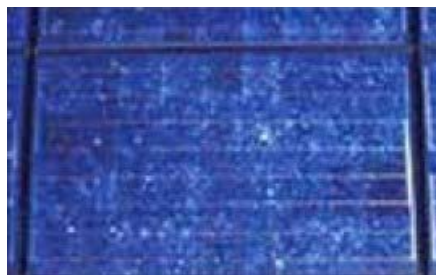
Το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο (Εικόνα 8) έχει μία ομοιόμορφη μοριακή δομή και είναι πολύ υψηλής καθαρότητας. Οι μονοκρυσταλλικές κυψέλες κατασκευάζονται τεμαχίζοντας έναν ενιαίο κρύσταλλο (πάχος κυψέλης 1/3 έως 1/2 του χιλιοστού) από ένα μεγάλο πλίνθωμα ενιαίου κρυστάλλου που έχει επεξεργαστεί σε θερμοκρασίες περίπου 1400° C, κάτι που είναι μια πολύ ακριβή διεργασία. Αυτού του είδους τα φωτοβολταϊκά στοιχεία έχουν και το μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, μετατρέπουν δηλαδή μεγαλύτερο ποσοστό της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό. Η απόδοσή τους κυμαίνεται από 14% έως 18%.



Εικόνα 8: Μονοκρυσταλλικές ηλιακές κυψέλες σε πλαίσιο

1.2.3.2 Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο (p-Si)

Το πολυκρυσταλλικό πυρίτιο (Εικόνα 9) αποτελείται από περιοχές μονοκρυσταλλικού πυριτίου, αλλά δεν έχει την ομοιόμορφη κρυσταλλική δομή του μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία έχουν χαμηλότερο βαθμό απόδοσης από τα στοιχεία που αποτελούνται από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο. Η απόδοσή τους κυμαίνεται από 10% έως 14%.



Εικόνα 9: Πολυκρυσταλλικό ηλιακό πλαίσιο

1.2.3.3 Άμορφο πυρίτιο (a-Si) – Λεπτής μεμβράνης

Το άμορφο πυρίτιο (Εικόνα 10), μία από τις τεχνολογίες λεπτής μεμβράνης, γίνεται με την εναπόθεση του πυριτίου επάνω σε ένα υπόστρωμα γυαλιού από ένα αντιδραστικό αέριο όπως το σιλάνιο. Δεν έχει κρυσταλλική δομή και το πάχος του (2-3 μm) είναι ιδιαίτερα μικρότερο από το κρυσταλλικής μορφής πυρίτιο (200-500 μm). Το άμορφο πυρίτιο διαφέρει από το κρυσταλλικό στο ότι τα άτομα δεν είναι τοποθετημένα μεταξύ τους σε ακριβείς αποστάσεις και οι γωνίες των δεσμών τους δεν είναι συγκεκριμένες. Έτσι, από κατασκευαστική άποψη είναι το απλούστερο και επομένως το πιο φτηνό, αλλά η απόδοσή του είναι συγκριτικά μικρότερη. Παρόλα αυτά, είναι ικανοποιητική ακόμη και σε συνθήκες έλλειψης ηλιοφάνειας. Τα ηλιακά στοιχεία άμορφου πυριτίου έχουν μια κοκκινωπή – καφέ απόχρωση, σχδόν μαύρη, επιφάνεια αποτελούμενη από στενές, μεγάλου μήκους λωρίδες. Η αποδοτικότητα των

φωτοβολταϊκών άμορφου πυριτίου κυμαίνεται μεταξύ 4% και 11% ανάλογα με την τεχνολογία και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν.



Εικόνα 10: Ηλιακό πλαίσιο άμορφου πυριτίου

1.2.3.2.4 Υβριδικά

Ένα υβριδικό φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από στρώσεις υλικών διαφόρων τεχνολογιών. Συνήθως, αποτελείται από δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου (πάνω και κάτω) ενώ ενδιάμεσα υπάρχει μια στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Το μεγάλο πλεονέκτημα της τεχνολογίας αυτής είναι ο υψηλός βαθμός απόδοσης του πλαισίου. Όμως το υβριδικό φωτοβολταϊκό είναι κάπως ακριβότερο σε σχέση με τα συμβατικά φωτοβολταϊκά πλαίσια.

1.2.3.3 Φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις

Μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση περιλαμβάνει πολλούς φωτοβολταϊκούς συλλέκτες συνδεδεμένους κατάλληλα μεταξύ τους, προκειμένου να αποδίδουν την επιθυμητή ηλεκτρική τάση και ισχύ, που σχηματίζουν τις φωτοβολταϊκές συστοιχίες. Στους συλλέκτες τα κύτταρα του πυριτίου πρέπει να προστατεύονται από την υγρασία και ηλεκτροπληξίες. Γι' αυτό το λόγο είναι τοποθετημένα ανάμεσα σε δύο φύλλα γυαλιού και σφιγμένα στην περιφέρειά τους μέσα σε ένα πλαίσιο αλουμινίου ή ανοξείδωτου χάλυβα.

Επίσης, μία φωτοβολταϊκή εγκατάσταση περιλαμβάνει πλαίσια και στηρίγματα για την εγκατάσταση και τη σταθεροποίηση των συστοιχιών στην περιοχή και για το βέλτιστο προσανατολισμό τους στον ήλιο. Απαραίτητα είναι και τα εξαρτήματα καλωδίωσης, όπως καλώδια και αλεξικέραυνη προστασία, αλλά και ένας αναστροφέας, αφού χρειάζεται να μετατρέψουμε το συνεχές ρεύμα από τις φωτοβολταϊκές συστοιχίες σε εναλλασσόμενο.

Τέλος, πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας ότι η ηλιακή ενέργεια είναι διαλείπουσα. Έτσι, είναι αναγκαίο να υπάρχει ένας συσσωρευτής για να αποθηκεύεται η ενέργεια. Ένας ρυθμιστής πλήρωσης και εκκένωσης συσσωρευτή είναι απαραίτητος κυρίως για την προστασία των συσσωρευτών ενάντια στην υπερφόρτωση και αποφόρτωση.

Όλα αυτά τα εξαρτήματα της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης βαραίνουν εν μέρει στις επιδόσεις και στη συντήρηση των εγκαταστάσεων και στο κόστος. Τα περισσότερα προβλήματα οφείλονται κυρίως σ' αυτά και όχι στις συστοιχίες. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται μία φωτοβολταϊκή εγκατάσταση.

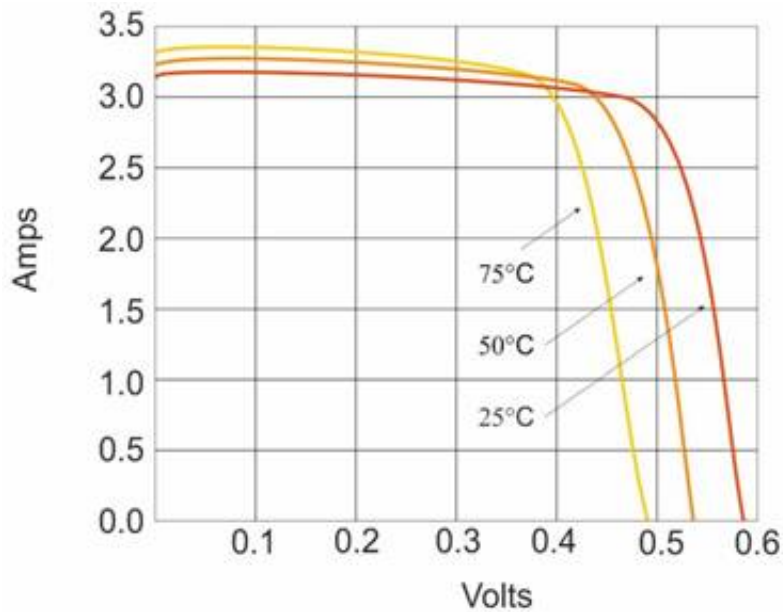


Εικόνα 11: Φωτοβολταϊκό πάρκο

1.2.3.4 Απόδοση φωτοβολταϊκού στοιχείου

Ως απόδοση φωτοβολταϊκού στοιχείου εννοούμε το λόγο της ωφέλιμης ηλεκτρικής ισχύος που παίρνουμε στην έξοδο ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου προς την προσπίπτουσα στην επιφάνειά του ολική φωτεινή ισχύ. Η απόδοση του φωτοβολταϊκού στοιχείου σε ισχύ είναι συνάρτηση εκτός των υλικών κατασκευής, του μεγέθους των στοιχείων και της μεταξύ τους συνδεσμολογίας, παράλληλη ή εν σειρά συνδεσμολογία.

Επίσης, η απόδοσή τους επηρεάζεται από τη θερμοκρασία που αναπτύσσουν κατά τη διάθεσή τους στην ηλιακή ακτινοβολία. Η επιρροή αυτή διαφέρει με τον τύπο του φωτοβολταϊκού. Η επίδραση της θερμοκρασίας στην απόδοση μιας φωτοβολταϊκής κυψέλης περιγράφεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.

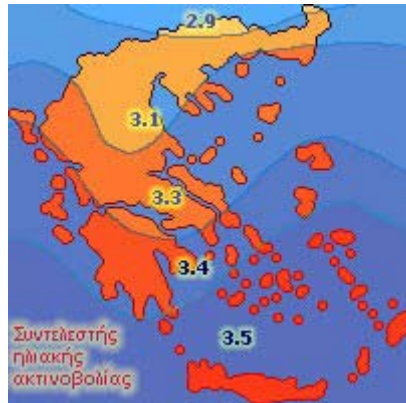


Διάγραμμα 1: Επίδραση της θερμοκρασίας σε μια τυπική κυψέλη κρυσταλλικού πυριτίου

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που μπορεί να μειώσει την απόδοση ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου είναι η γήρανση του φωτοβολταϊκού στοιχείου και εκφράζεται από το ποσοστό γήρανσης ανά έτος. Προσδιορίζει την ελάττωση της απόδοσής του και της ισχύος αιχμής του. Στο κρυσταλλικό πυρίτιο εμφανίζονται αλλοιώσεις στη δομή του υλικού των κρυσταλλικών φωτοβολταϊκών στοιχείων του πλαισίου, που οφείλονται σε διάφορες αιτίες και κυρίως σε υπερθέρμανση.

1.2.4 Εφαρμογές ηλιακής ενέργειας

Η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμικές εφαρμογές αλλά και για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται για θέρμανση και ψύξη στα παθητικά ηλιακά συστήματα. Στα ενεργητικά ηλιακά συστήματα για θέρμανση με την χρήση ηλιακών συλλεκτών, ηλιακών θερμοσίφωνων και ηλιακών φούρνων. Ενώ, η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρισμού έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος, με την βοήθεια της πολιτικής προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας από το ελληνικό κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Επίσης, η χρήση της ηλιακής ενέργειας εξαρτάται και από τον συντελεστή ηλιακής ακτινοβολίας, οποίος φαίνεται στην παρακάτω εικόνα ανάλογα με τη γεωγραφική θέση στον Ελλαδικό χώρο.



Εικόνα 12: Συντελεστής ηλιακής ακτινοβολίας στον Ελλαδικό χώρο

Σχετικά με τη χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων βρίσκουν εφαρμογή στην αφαλάτωση, άντληση και καθαρισμό του νερού, στο φωτισμό (δρόμων, πάρκων, αεροδρομίων), στα συστήματα τηλεπικοινωνιών, τηλεμετρήσεων και συναγερμού, στα συστήματα σηματοδότησης (οδικής κυκλοφορίας, ναυτιλίας, αεροναυτιλίας) και στην ψύξη (αγροτικών προϊόντων, φαρμάκων). Επίσης, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές, μικρούς οικισμούς, κατοικίες που δεν είναι συνδεδεμένες με το δίκτυο ή σε τροχόσπιτα και σκάφη αναψυχής για την εξυπηρέτηση αναγκών φωτισμού και ψύξης και για προϊόντα όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Τέλος, τα φωτοβολταϊκά συστήματα βρίσκουν εφαρμογή και σε συστήματα που είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα τροφοδοτούν κατοικίες, συγκροτήματα κατοικιών ή άλλα κτίρια και όπου η τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια τροφοδοτείται (πωλείται) προς το δίκτυο και οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπου η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται απευθείας στο δίκτυο.

1.3 Αιολική ενέργεια

Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου. Πρόκειται, δηλαδή για τη διαδικασία κατά την οποία η κινητική ενέργεια του ανέμου χρησιμοποιείται για την παραγωγή μηχανικής ισχύος ή ηλεκτρισμού.

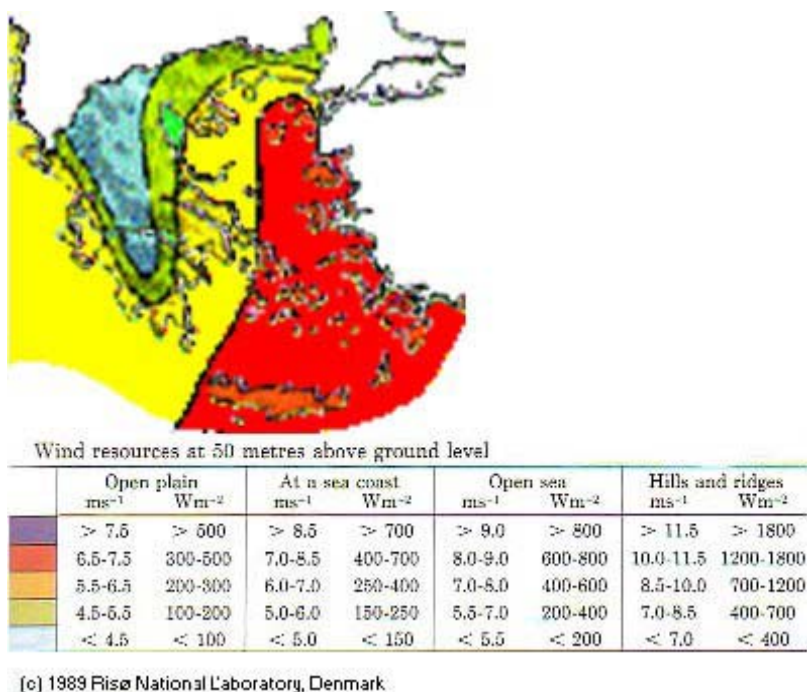
1.3.1 Άνεμος

Ο άνεμος είναι μία μορφή ηλιακής ενέργειας. Η ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνει άνισα την επιφάνεια της γης, δημιουργώντας έτσι διαφορετικές ζώνες θερμοκρασιών, πυκνοτήτων και πιέσεων. Οι άνεμοι αποτελούν τις μετακινήσεις του αέρα στις διαφορετικές αυτές ζώνες. Υπάρχουν, καταρχήν, άνεμοι πλανητικοί που οφείλονται στο γεγονός ότι οι κινήσεις του αέρα μεταφέρουν τη θερμότητα των τροπικών περιοχών προς τους ψυχρότερους

πόλους. Άλλοι άνεμοι είναι πιο τοπικοί που επηρεάζονται από τη μορφολογία του εδάφους, όπως στις ακτές ή στις ορεινές περιοχές.

Η ταχύτητα του ανέμου επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Πρώτα από όλα, στη μεταβολή της σημαντικό ρόλο παίζουν οι τοπικοί παράγοντες. Ο άνεμος επιταχύνεται στις πλαγιές και ακόμα περισσότερο στις κορυφές των λόφων, ιδίως όταν οι πλαγιές είναι μαλακές. Ακόμη, η ταχύτητα του ανέμου ποικίλει σε σχέση με το ύψος στο οποίο μετράται σε απόσταση από το έδαφος, αφού, καθώς, απομακρυνόμαστε από το έδαφος ο άνεμος δεν εμποδίζεται από την τραχύτητα του εδάφους. Σημαντικό είναι, επίσης, ότι ο άνεμος πνέει με μεταβλητή ένταση και κατεύθυνση και ποικίλει ανάλογα με τη χρονική στιγμή και ανάλογα με την εποχή. Γι' αυτόν ακριβώς το λόγο λαμβάνουμε υπόψη μας την μέση ταχύτητα του ανέμου που επικρατεί σε μια περιοχή.

Για την καλύτερη κατανόηση της δυνατότητας ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας στην Ευρώπη το Ινστιτούτο Riso της Δανίας δημιούργησε ένα χάρτη, τον Ευρωπαϊκό Ατλάντα Αιολικού Δυναμικού, που αναδεικνύει τις δυνατότητες ανάπτυξης για κάθε περιοχή. Την Ελλάδα αντιπροσωπεύει το παρακάτω σχήμα που δημιουργήθηκε με στοιχεία του Ευρωπαϊκού Ατλάντα.



Εικόνα 13: Ευρωπαϊκός Ατλάντας Αιολικού Δυναμικού

1.3.2 Ανεμογεννήτρια

Η ανεμομηχανή είναι ο βασικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για τη μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε κάποια άλλη ωφέλιμη μορφή. Επειδή τις τελευταίες δεκαετίες η μετατροπή της αιολικής ενέργειας γίνεται κυρίως σε ηλεκτρική επικράτησε ο όρος ανεμογεννήτρια.

Οι ανεμογεννήτριες κατατάσσονται σε δύο γενικές κατηγορίες, στις ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα και στις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα.

Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα (Εικόνα 14) περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα οριζόντιο ως προς το επίπεδο του εδάφους. Αυτές οι ανεμογεννήτριες πρέπει να προσανατολίζονται κάθε φορά με την κατεύθυνση του ανέμου. Είναι πιο γνωστές σε εμάς γιατί τις βλέπουμε έξω από πόλεις τοποθετημένες.



Εικόνα 14: Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα

Οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα (Εικόνα 15) είναι εκείνες που περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα ο οποίος είναι κάθετος ως προς το επίπεδο του εδάφους. Αυτές οι ανεμογεννήτριες δεν χρειάζονται να αλλάζουν συνεχώς προσανατολισμό αναλόγως με την κατεύθυνση του ανέμου γιατί πολύ απλά έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν με οποιαδήποτε κατεύθυνση και αν έχει ο αέρας. Αυτό οφείλεται στη συμμετρία της ανεμογεννήτριας.



Εικόνα 15: Ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα

1.3.2.1 Τα μέρη μιας ανεμογεννήτριας

Μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Το δρομέα, που αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια από ενισχυμένο πολυεστέρα. Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη είτε σταθερά, είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονα τους μεταβάλλοντας το βήμα.

- Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, αποτελούμενο από τον κύριο άξονα, τα έδρανα του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών, το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής.

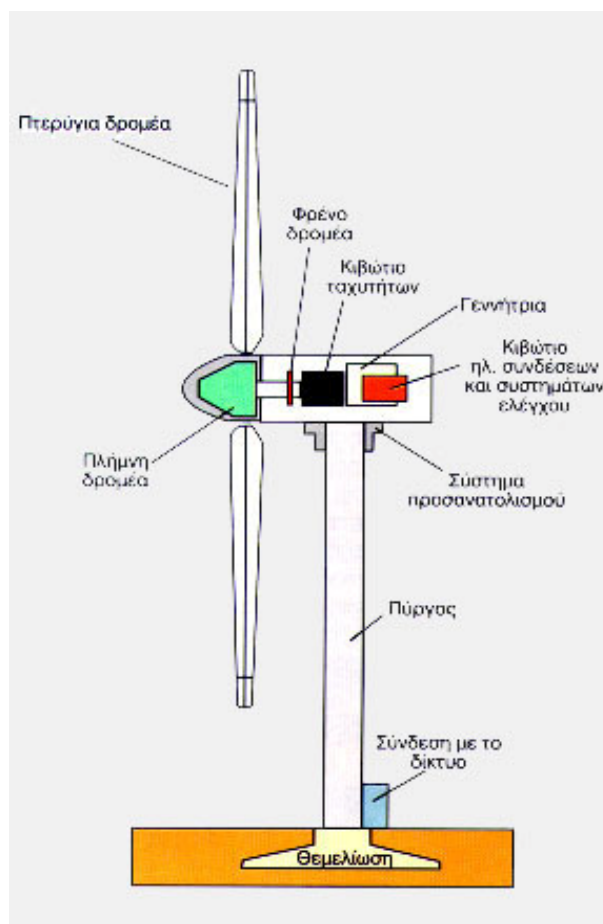
- Την ηλεκτρική γεννήτρια, σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους η οποία συνδέεται με την έξοδο του πολλαπλασιαστή μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου και μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική και βρίσκεται συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας. Υπάρχει και το σύστημα πέδης το οποίο είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της γεννήτριας.

- Το σύστημα προσανατολισμού, που αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου

- Τον πύργο, ο οποίος στηρίζει όλη την παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Ο πύργος είναι συνήθως σωληνωτός ή δικτυωτός και σπανίως από οπλισμένο σκυρόδεμα.

- Τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου. Το σύστημα ελέγχου παρακολουθεί, συντονίζει και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας, φροντίζοντας για την απρόσκοπτη λειτουργία της.

Στη συνέχεια, απεικονίζονται τα μέρη της ανεμογεννήτριας που προαναφέρθηκαν σχηματικά.



Εικόνα 16: Μέρη μιας ανεμογεννήτριας

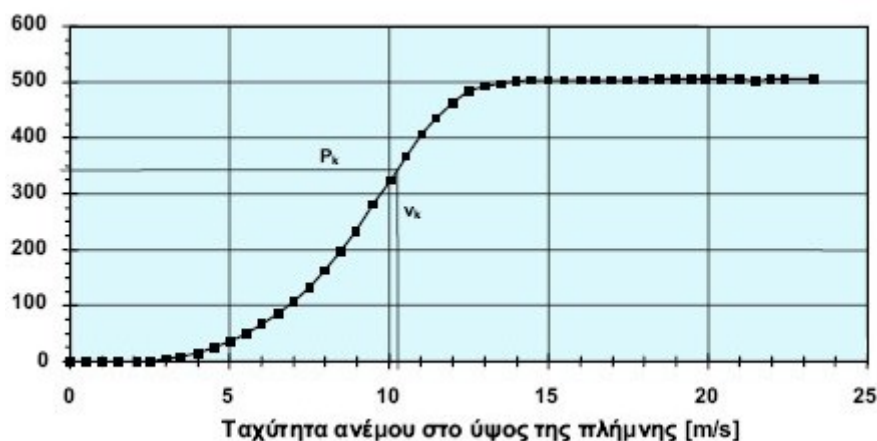
1.3.2.2 Αρχή λειτουργίας ανεμογεννήτριας

Μια ανεμογεννήτρια αποτελείται από πτερύγια σταθεροποιημένα σε έναν άξονα. Αυτά τα πτερύγια γέρνουν ελαφρώς λοξά σε σχέση με τον άνεμο. Έτσι, ο άνεμος που φυσά σε μια λοξή επιφάνεια, από τη μία σπρώχνει αυτή την επιφάνεια προς τα πίσω – η λεγόμενη δύναμη της αντίστασης – αλλά από την άλλη ανεβάζει την επιφάνεια αυτή – η λεγόμενη δύναμη άνωσης – και περιστρέφει τα πτερύγια γύρω από τον άξονά τους. Η δύναμη αυτή που περιστρέφει τα πτερύγια εξαρτάται από την επιφάνεια των πτερυγίων στον άνεμο, την ταχύτητα του ανέμου και τη «γωνία προσβολής» – τη λοξότητα – του ανέμου σε σχέση με το τοίχωμα του πτερυγίου. Η ανεμογεννήτρια οφείλει να κινείται συνεχώς απέναντι στον άνεμο για να παράγουν τη μέγιστη ενέργεια. Γι' αυτό και προσανατολίζεται κατάλληλα σε σχέση με την κατεύθυνση του ανέμου. Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται τα χαρακτηριστικά διάφορων ανεμογεννητριών ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκουν.

Κατηγορία	Ισχύς (kW)	Διάμετρος (m)	Περίοδος (sec)
Μικρές	10	6,4	0,3
	25	10	0,4
Μεσαίες	50	14	0,6
	100	20	0,9
	150	25	1,1
Μεγάλες	250	32	1,4
	500	49	2,1
	1000	64	3,1
Πολύ μεγάλες	2000	90	3,9
	3000	110	4,8
	4000	130	5,7

Πίνακας 1: Ενδεικτικά στοιχεία κατηγοριών ανεμογεννητριών

Κάθε ανεμογεννήτρια ξεκινάει τη λειτουργία της σε μια συγκεκριμένη ελάχιστη ταχύτητα ανέμου η οποία είναι συνήθως της τάξης των 4 m/s. Η ταχύτητα του ανέμου μετρείται στο ύψος του άξονα της πλύμνης του δρομέα της ανεμογεννήτριας. Η ταχύτητα αυτή ονομάζεται ταχύτητα εκκίνησης. Καθώς αυξάνεται η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται και η παραγόμενη από την ανεμογεννήτρια ισχύ. Από μία ταχύτητα και μετά επενεργούν οι μηχανισμοί ελέγχου της μηχανής και μεταβάλλουν την γωνία πρόσπτωσης των πτερυγίων. Έτσι η γωνία παύει να είναι η βέλτιστη, ο βαθμός απόδοσης μειώνεται και η ισχύς της μηχανής σταθεροποιείται στην ονομαστική της ισχύ. Η ονομαστικής ισχύς συνήθως επιτυγχάνεται στα 12-13 m/s. Σε μεγαλύτερες ταχύτητες ανέμου η ανεμογεννήτρια συνεχίζει με τον ίδιο τρόπο να παράγει σταθερά την ονομαστική της ισχύ. Σε μία ταχύτητα ανέμου η οποία είναι της τάξης των 25-30 m/s επενεργεί ο μηχανισμός σταματήματος και τα πτερύγια τοποθετούνται παράλληλα με τον άνεμο, ενώ τα φρένα της ανεμογεννήτριας ενεργοποιούνται και σταματάει η περιστροφή του δρομέα ώστε να προστατευθεί από υπερβολικές καταπονήσεις οι οποίες θα μπορούσαν να την καταστρέψουν. Η ταχύτητα αυτή ονομάζεται ταχύτητα αποκοπής. Αυτός ο τρόπος λειτουργίας της ανεμογεννήτριας περιγράφεται από την χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Διάγραμμα 2: Χαρακτηριστική καμπύλη ισχύος ανεμογεννήτριας

1.3.3 Αιολικά πάρκα

Η σημερινή τεχνολογία βασίζεται σε ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα 2 ή 3 πτερυγίων, με αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύ 200 - 400 kW. Όταν εντοπιστεί μια ανεμώδης περιοχή, και εφόσον βέβαια έχουν προηγηθεί οι απαραίτητες μετρήσεις και μελέτες, για την αξιοποίηση του αιολικού της δυναμικού τοποθετούνται μερικές δεκάδες ανεμογεννήτριες, οι οποίες απαρτίζουν ένα «αιολικό πάρκο» (Εικόνα 17).



Εικόνα 17: Αιολικό πάρκο

Η εγκατάσταση κάθε ανεμογεννήτριας διαρκεί 1-3 μέρες. Αρχικά ανυψώνεται ο πύργος και τοποθετείται τμηματικά πάνω στα θεμέλια. Μετά ανυψώνεται η άτρακτος στην κορυφή του πύργου. Στη βάση του πύργου συναρμολογείται ο ρότορας ή δρομέας (οριζοντίου άξονα, πάνω στον οποίο είναι προσαρτημένα τα πτερύγια), ο οποίος αποτελεί το κινητό μέρος της ανεμογεννήτριας. Η άτρακτος περιλαμβάνει το σύστημα μετατροπής της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Στη συνέχεια ο ρότορας ανυψώνεται και συνδέεται στην άτρακτο. Τέλος, γίνονται οι απαραίτητες ηλεκτρικές συνδέσεις.

1.3.4 Ο αντίκτυπος των ανεμογεννητριών στο περιβάλλον

Αν και τα αιολικά πάρκα έχουν σχετικά μικρή επίπτωση στο περιβάλλον σε σύγκριση με άλλες συμβατικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, υπάρχει ένας προβληματισμός για την αισθητική (οπτική) επίπτωση, για τον θόρυβο που παράγεται από τις λεπίδες του ηλεκτρικού κινητήρα (ρότορα) και για τα πουλιά. Τα περισσότερα από αυτά τα προβλήματα έχουν επιλυθεί ή έχουν σε σημαντικό βαθμό μειωθεί μέσω της τεχνολογικής ανάπτυξης ή μέσω της επιλογής κατάλληλων περιοχών για τη δημιουργία αιολικών πάρκων.

Πιο συγκεκριμένα, οι ανεμογεννήτριες έχουν κατηγορηθεί πως παρεμβαίνουν στο τοπίο. Έρευνες έχουν δείξει πως αυτό εξαρτάται από το είδος του αρχικού τοπίου, από τη διάταξη των ανεμογεννητριών (η διάταξη σε γραμμή προτιμάται από τη διάταξη σε συστοιχία), το μέγεθος των μηχανημάτων, τον τύπο του πύργου (οι πύργοι των μεταλλικών σταυρών είναι λιγότερο αισθητικοί), τον αριθμό των πτερυγίων (τα τριπτέρυγα προτιμούνται από τα διπτέρυγα) ή τη σκιά που προέρχεται από την ανεμογεννήτρια.

Ο θόρυβος μιας ανεμογεννήτριας έχει δύο πηγές, μία πηγή μηχανικής προέλευσης που συνδέεται με την παρουσία των περιστρεφόμενων μηχανημάτων (ηλεκτρική γεννήτρια, πολλαπλασιαστής ταχύτητας) και μία πηγή αεροδυναμικής προέλευσης συνδεδεμένης με την περιστροφή των πτερυγίων. Ο μηχανικός θόρυβος κυριαρχεί στις ανεμογεννήτριες των οποίων οι έλικες είναι διαμέτρου μικρότερης των 20 m. Ο αεροδυναμικός θόρυβος μειώνεται αλλάζοντας τη μορφή των πτερυγίων, κυρίως την άκρη των πτερυγίων, καθώς και το πίσω μέρος των πτερυγίων. Ο θόρυβος των περιστρεφόμενων μηχανημάτων μπορεί να μειωθεί ηχομονώνοντας καλύτερα το περίβλημα μέσα στο οποίο βρίσκονται τα μηχανήματα.

Όσον αφορά τα πουλιά, τα πτερύγια είναι επικίνδυνα, αλλά και οι ψηλοί πυλώνες μεταλλικών σταυρών (οι σωληνωτοί πύργοι παρουσιάζουν μικρότερη δυσχέρεια). Οι ανεμογεννήτριες είναι πιο επικίνδυνες για τα αποδημητικά πουλιά απ' ό,τι τα επιδημητικά που βρίσκονται στο ίδιο μέρος και συνηθίζουν την ύπαρξή τους. Έτσι, οι ανεμογεννήτριες θα πρέπει να τοποθετούνται σε επίπεδες ζώνες και σε απόσταση από τις αποδημητικές ζώνες.

1.3.5 Εφαρμογές της αιολικής ενέργειας

Η αιολική ενέργεια βρίσκει εφαρμογή στη ναυσιπλοΐα, στους παραδοσιακούς ανεμόμυλους, σε εγκαταστάσεις άντλησης αλλά και αφαλάτωσης του νερού, σε εγκαταστάσεις αποθήκευσης νερού ή συμπιεσμένου αέρα, στην παραγωγή και αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, στους τηλεπικοινωνιακούς μεταδότες, καθώς και στο φωτισμό των φάρων.

Πιο συγκεκριμένα, οι ανεμογεννήτριες έχουν δύο βασικές χρήσεις. Χρησιμοποιούνται για την άντληση νερού και για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, είτε σε μέρη απομακρυσμένα από κάθε δίκτυο διανομής, είτε για να συνδεθεί με το δίκτυο.

Όσον αφορά την άντληση νερού, το αποσπώμενο νερό προορίζεται για οικιακές ανάγκες, την άρδευση και την τροφοδότηση ζώων με νερό. Μερικές αντλίες που χρησιμοποιούνται γι' αυτήν την διαδικασία είναι καθαρά μηχανικές. Η περιστροφική κίνηση των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας μετατρέπεται σε εναλλασσόμενη κίνηση ενός εμβόλου, το οποίο πηγαиноέρχεται από το πηγάδι και ανεβάζει νερό. Ενώ, άλλες αντλίες είναι ηλεκτρικές. Η ανεμογεννήτρια παράγει ηλεκτρισμό θέτοντας σε λειτουργία μια ηλεκτρική αντλία. Έτσι, μπορούμε να αποσπάσουμε δύο φορές περισσότερο νερό και δεν μας αναγκάζει να εγκαταστήσουμε την ανεμογεννήτρια ακριβώς επάνω από το πηγάδι. Ένα ηλεκτρικό καλώδιο μπορεί να συνδέσει την ίδια την ανεμογεννήτρια με την αντλία του πηγαδιού. Όταν φυσάει άνεμος το νερό αποθηκεύεται σε δεξαμενή.

Σχετικά με την παραγωγή ηλεκτρισμού σε τοποθεσία απομακρυσμένη από κάθε δίκτυο διανομής, οι ανεμογεννήτριες έχουν ισχύ που κυμαίνεται από δεκάδες watts έως δεκάδες kilowatts, με έλικες των οποίων η διάμετρος υπολογίζεται από ένα μέχρι μερικά μέτρα. Αντίθετα, στις περιοχές που είναι συνδεδεμένες με το ηλεκτρικό δίκτυο, για την τροφοδότηση ηλεκτρισμού στο δίκτυο, χρησιμοποιούνται ανεμογεννήτριες μεγάλης ισχύος (50 – 20000 kW) και μεγαλύτερης διαμέτρου. Μπορεί να πρόκειται είτε για μια απομονωμένη ανεμογεννήτρια, είτε για συσσωρευτές ανεμογεννητριών. Η μεταβλητότητα της αιολικής ενέργειας στις καιρικές συνθήκες δεν προκαλεί ενόχληση στην περίπτωση σύνδεσης με κάποιο μεγάλο δίκτυο διανομής, το οποίο απορροφά τις διακυμάνσεις του αέρα.

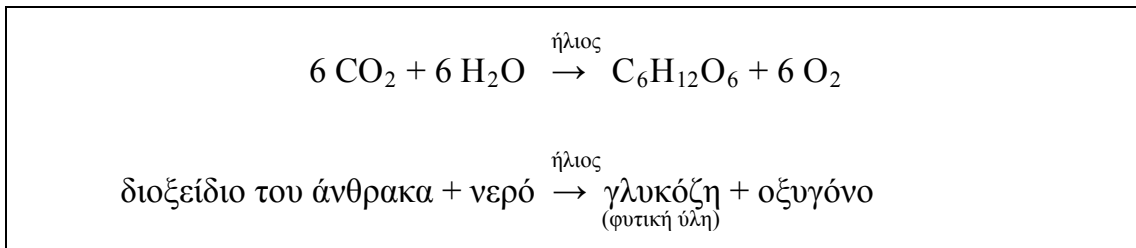
1.4 Ενέργεια από βιομάζα

Η βιομάζα είναι η ύλη που έχει βιολογική – οργανική προέλευση. Στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, σ' αυτήν περιλαμβάνονται οι φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από φυτικά οικοσυστήματα, όπως τα αυτοφυή δάση και φυτά, είτε από τις ενεργειακές καλλιέργειες, δηλαδή φυτά που καλλιεργούνται με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας. Τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως τα άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδοδέματα, κλαδιά δένδρων, φύκια, κτηνοτροφικά απόβλητα και οι κληματίδες. Τα υποπροϊόντα που προέρχονται από τη μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών, όπως τα ελαιοπυρηνόξυλα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, το πριονίδι, καθώς και το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και των απορριμμάτων. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζονται κάποια είδη βιομάζας.



Εικόνα 18: Βιομάζα

Αυτά τα είδη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αποδώσουν τη χημική ενέργεια που έχουν αποθηκευμένη και η οποία συνήθως προέρχεται από την ενέργεια του ήλιου. Έτσι, η ενέργεια από τη βιομάζα πρόκειται για μια άλλη μορφή ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης απορροφάται διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, καταναλώνεται νερό και αποβάλλεται στην ατμόσφαιρα οξυγόνο. Η αντίδραση αυτή φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 2

Η μετατροπή της βιομάζας σε χρήσιμη μορφή ενέργειας μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Η επιλογή του πλέον κατάλληλου τρόπου εξαρτάται από τη σύνθεση της βιομάζας, το επιθυμητό προϊόν, που μπορεί να είναι θερμότητα, αέριο, υγρό καύσιμο, ηλεκτρισμός, καθώς και τη διαθεσιμότητα και αποτελεσματικότητα της επιλεγμένης τεχνολογίας.

1.4.1 Είδη βιομάζας

Είδη βιομάζας που μετατρέπόμενα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν πηγές ενέργειας, είναι το ξύλο, τα υπολείμματα από φρούτα και λαχανικά, το άχυρο και όλα τα «άχρηστα» οργανικά υλικά από κήπους και πάρκα, καθώς, επίσης, και κάποια είδη γεωργικών καλλιεργειών.

Η καύση του ξύλου είναι η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος παραγωγής ενέργειας από βιομάζα, χρονολογείται από τις ρίζες της ανθρωπότητας και

αποτελεί το βασικό φυτικό βιοκαύσιμο. Μερικές φορές χρησιμοποιείται άμεσα το ξύλο και άλλες φορές το ξυλοκάρβουνο. Με τη μορφή αυτή, όμως, είναι εκμεταλλεύσιμη μόνο η μισή ενέργεια, λόγω του ότι η άλλη μισή του καταναλώνεται κατά τη μετατροπή του ξύλου σε ξυλοκάρβουνο.

Ένας άλλος τρόπος μετατροπής της βιομάζας προς προϊόντα που μπορούν να αποδώσουν ενέργεια είναι η αεριοποίησή της προς μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και υδρογόνο (H₂). Αυτό το μείγμα αερίων μπορεί τότε να παίζει το ρόλο που παίζει η βενζίνη και αναφλεγόμενο να κινήσει οχήματα που διαθέτουν κινητήρες αερίου. Πυρόλυση της βιομάζας, δηλαδή, αναερόβια θέρμανση παράγει ένα μείγμα αερίων, υγρών και στερεού άνθρακα, όλα καύσιμα.

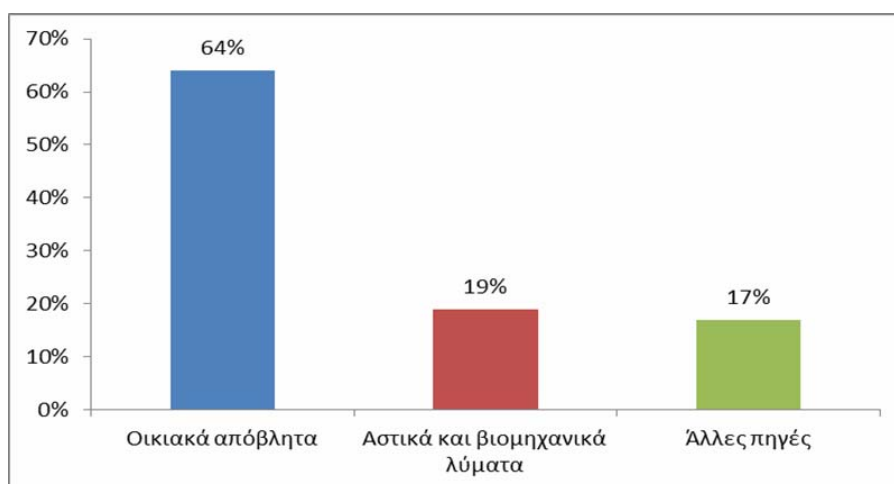
Τα βιολογικά καύσιμα, που προέρχονται από τα λεγόμενα ενεργειακά φυτά και χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τη βιοαιθανόλη και το biodiesel. Η βιοαιθανόλη είναι υποκατάστατο της βενζίνης. Πρόκειται για μία αλκοόλη που παράγεται από τη ζύμωση σακχάρων τα οποία εμπεριέχονται είτε σε φυτά πλούσια σε ζάχαρη (σακχαρότευτλα, κόνδυλοι ηλίανθου, ζαχαροκάλαμο), είτε σε φυτά πλούσια σε άμυλο (πατάτες, δημητριακά), είτε σε ξυλώδη φυτά (ξύλο, άχυρο). Ενώ, το biodiesel είναι υποκατάστατο του πετρελαίου εσωτερικής καύσης. Μπορούμε να κάψουμε μέσα σε έναν κινητήρα ή φυτικό έλαιο (ελαιοκράμβη, ηλίανθος, φοίνικας, σόγια, αραχίδα) ή εστέρες ελαίου. Και στις δύο περιπτώσεις μετά από κατάλληλη επεξεργασία των καρπών αυτών των ενεργειακών φυτών μπορεί να παραχθεί καύσιμο για κινητήρες. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι καλλιέργειες ανά χώρα.

Χώρα	Καλλιέργεια	Τελικό προϊόν	Χρήσεις	Τόνοι ή στρέμματα/έτος
Βραζιλία	Ζαχαροκάλαμο	Αλκοόλη	Καύσιμο μεταφοράς	9 εκατομμύρια τόνοι/έτος
ΗΠΑ	Καλαμπόκι	Αλκοόλη	Καύσιμο μεταφοράς	4 εκατομμύρια τόνοι/έτος
Γαλλία	Ζαχαρότευτλα, σιτάρι κ.α.	Αλκοόλη	Καύσιμο μεταφοράς	75.000 τόνοι/έτος
Άλλες χώρες της Ε.Ε	Ελαιοκράμβη & ηλίανθος	Βιοντήζελ	Καύσιμο μεταφοράς	500.000 τόνοι/έτος
Σουηδία	Ιτιά	Ψιλοτεμαχισμένο ξύλο	Καύση	1.700.000 στρέμματα/έτος

Πίνακας 2: Χρήσεις της βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες παγκοσμίως

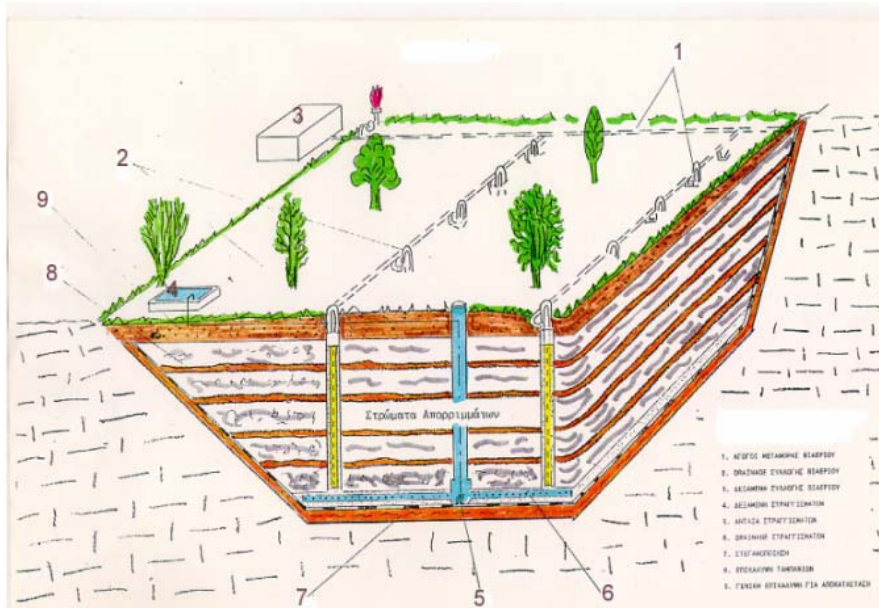
Επίσης, χρησιμοποιούνται ανθρώπινα και ζωικά απορρίμματα για την παραγωγή βιοαερίου. Αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα και παράγεται από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών κυρίως αποβλήτων, όπως είναι τα λύματα των χοιροστασίων, πτηνοτροφείων, βουστασίων. Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται τα ποσοστά χρήσης των πηγών βιοαερίου. Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε

μηχανές εσωτερικής καύσης, για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού.



Διάγραμμα 2: Πηγές βιοαερίου

Στην περίπτωση των κτηνοτροφικών αποβλήτων η παραγωγή του βιοαερίου γίνεται σε ειδικές εγκαταστάσεις, απλούστερες ή συνθετότερες, ανάλογα με το είδος της εφαρμογής. Σ' αυτές, εκτός από το βιοαέριο, παράγεται και πολύ καλής ποιότητας οργανικό λίπασμα, του οποίου η διάθεση στην αγορά μπορεί να συμβάλλει στην οικονομική βιωσιμότητα μίας εφαρμογής αυτού του είδους. Ενώ στην περίπτωση των αστικών λυμάτων, το βιοαέριο παράγεται στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) (Εικόνα 19). Η μάζα του μπορεί να αρχίσει μετά από το δεύτερο ή τρίτο χρόνο της απόθεσης των απορριμμάτων αυτών και εξαρτάται από την ποσότητά τους. Από την άλλη πλευρά, η ποσότητα του βιοαερίου που μαστεύεται εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητα των αποτιθεμένων απορριμμάτων σε οργανικά υλικά, καθώς και από την ποιότητα του υλικού επικάλυψης των στρώσεων. Αυτό θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο στεγανό, ώστε να επιτυγχάνεται η αναερόβια χώνευση, εμποδίζοντας, ταυτόχρονα, την απαέρωση του παραγόμενου βιοαερίου.



Εικόνα 19: Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)

Τέλος, μια άλλη αξιοποιήσιμη ενεργειακά μορφή βιομάζας είναι το πυρηνόξυλο. Προέρχεται από τους ελαιοπυρήνες οι οποίοι μετά την παραλαβή του ελαιόλαδου στα ελαιουργεία, μεταφέρονται στα πυρηνελαιουργεία όπου με εκχύλιση αποδίδουν το πυρηνέλαιο. Οι ελαιοπυρήνες μετά την αφαίρεση του πυρηνελαίου αποτελούν το πυρηνόξυλο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο σε κεντρικές θερμάνσεις, φούρνους, θερμοκήπια και βιοτεχνίες.

1.4.2 Ο αντίκτυπος της βιομάζας στο περιβάλλον

Η χρήση της βιομάζας έχει κάποιες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Μπορεί να οδηγήσει σε ατμοσφαιρικές μολύνσεις καθώς από την καύση παράγονται οξείδια του άνθρακα CO , οξείδια του αζώτου NO_x , μεθάνιο CH_4 . Αν και είναι σημαντικό να τονιστεί ότι με την χρήση των βιολογικών καυσίμων (βιοαιθανόλη και biodiesel) αποβάλλονται στην ατμόσφαιρα λιγότερα οξείδια του θείου και του αζώτου. Βέβαια, με την καύση αποβάλλεται και διοξείδιο του άνθρακα, αλλά αυτό αφού αποβάλλεται καταναλώνεται – ανακυκλώνεται με την ανάπτυξη των φυτών και έτσι δεν έχει μεγάλο αντίκτυπο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η βιομάζα μπορεί να οδηγήσει σε χημικές μολύνσεις που είναι συνδεδεμένες με την παραγωγή βιοκαυσίμων προερχόμενων από φυτικές καλλιέργειες. Αυτό συμβαίνει γιατί στις εντατικές καλλιέργειες του σιταριού, των ζαχαρότευτλων, της ελαιοκράμβης χρησιμοποιούνται λιπάσματα, φυτοφάρμακα, μικροβιοκτόνα που έχουν αντίκτυπο στο νερό.

Ένας ακόμη κίνδυνος που εμφανίζεται με τη χρήση αυτής ενέργειας είναι η εκδάσωση. Μεγάλες δασικές εκτάσεις μπορεί να καταστραφούν προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για ξυλεία ή να δημιουργηθεί χώρος για τις βιολογικές καλλιέργειες.

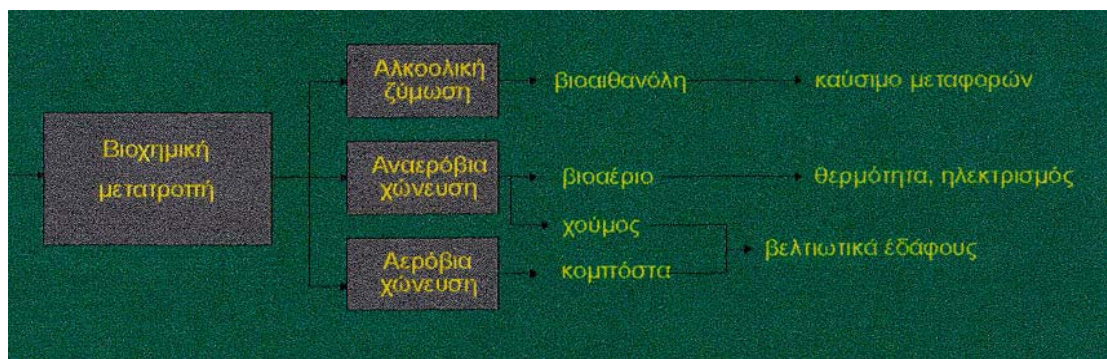
1.4.3 Εφαρμογές της ενέργειας από βιομάζα

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (παραγωγή θερμότητας, ψύξης, ηλεκτρισμού κ.α.) είτε με απ' ευθείας καύση, είτε με μετατροπή της σε αέρια, υγρά ή και στερεά καύσιμα μέσω θερμοχημικών ή βιοχημικών διεργασιών. Η αξιοποίησή της επιβάλλεται να γίνεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στον τόπο παραγωγής της. Έτσι, αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια πληθώρα εφαρμογών.

Πρώτα απ' όλα, βρίσκει εφαρμογή στην κάλυψη των αναγκών θέρμανσης, ψύξης ή και ηλεκτρισμού σε γεωργικές και άλλες βιομηχανίες, καθώς και σε κτίρια. Σ' αυτήν την περίπτωση η βιομάζα χρησιμοποιείται σαν καύσιμο σε κατάλληλους λέβητες.

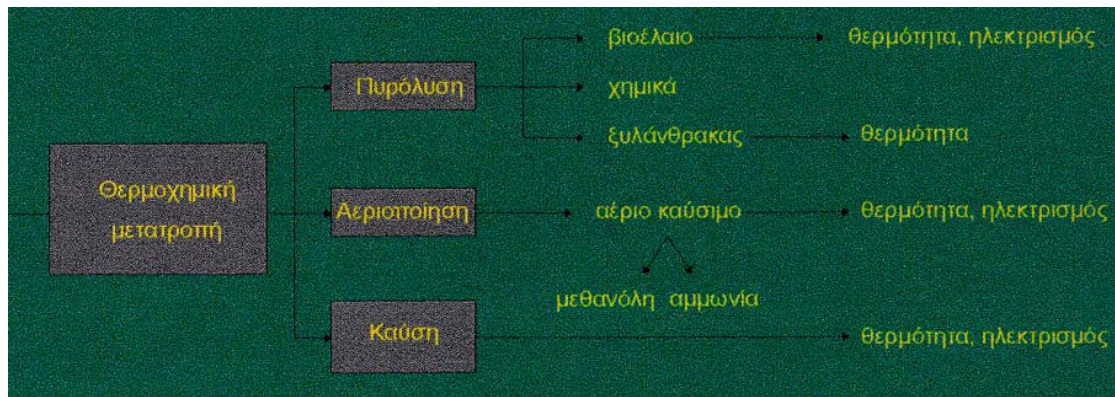
Στην τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών, όπου εξασφαλίζεται ζεστό νερό τόσο για τη θέρμανση των χώρων, όσο και για την απευθείας χρήση του σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μία πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η παραγόμενη θερμότητα μεταφέρεται με δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια.

Στην παραγωγή υγρών καυσίμων με βιοχημική μετατροπή της βιομάζας (Σχήμα 3), η οποία επικεντρώνεται, κυρίως, στην παραγωγή βιοαιθανόλης (οινοπνεύματος) με ζύμωση σακχάρων, αμύλου, κυτταρινών και ημικυτταρινών που προέρχονται από διάφορα είδη βιομάζας (αραβόσιτος).



Σχήμα 3: Βιοχημική μετατροπή της βιομάζας

Στην παραγωγή υγρών καυσίμων με θερμοχημική μετατροπή της βιομάζας (Σχήμα 4), η οποία οδηγεί είτε στην απ' ευθείας παραγωγή ενέργειας (καύση), είτε στην παραγωγή καυσίμου.



Σχήμα 4: Θερμοχημική μετατροπή της βιομάζας

Τέλος, άλλες εφαρμογές χρήσης βιομάζας που πρέπει να σημειωθούν είναι θέρμανση των θερμοκηπίων, οι ενεργειακές καλλιέργειες και το βιοαέριο.

1.5 Υδραυλική ενέργεια

Το νερό στη φύση, όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, έχει δυναμική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε κινητική όταν το νερό ρέει προς χαμηλότερες περιοχές. Με τα υδροηλεκτρικά έργα γίνεται δυνατή η εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Η υδροηλεκτρική ενέργεια ταξινομείται σε υδροηλεκτρική ενέργεια μεγάλης και μικρής κλίμακας. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες μεγάλης κλίμακας απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών (Εικόνα 20).



Εικόνα 20: Υδροηλεκτρική μονάδα

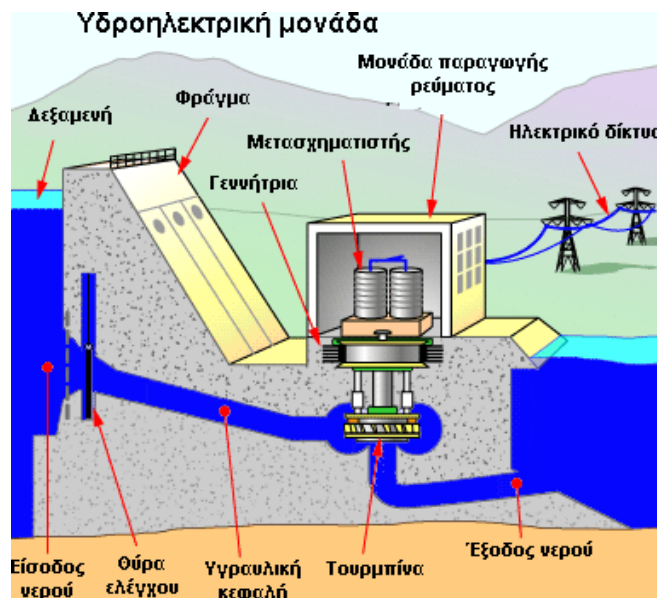
Τα συστήματα μικρής κλίμακας τοποθετούνται δίπλα σε ποτάμια και κανάλια, είναι κυρίως «συνεχούς ροής», δηλαδή δεν περιλαμβάνουν σημαντική περισυλλογή και αποταμίευση ύδατος, και συνεπώς ούτε κατασκευή μεγάλων φραγμάτων και ταμιευτήρων.

1.5.1 Υδροηλεκτρικές μονάδες

Οι Υδροηλεκτρικές μονάδες δαμάζουν την ενέργεια του νερού και χρησιμοποιώντας μια απλή μέθοδο μετατρέπουν την ενέργεια αυτή σε ηλεκτρικό ρεύμα. Οι μονάδες αυτές βασίζονται στην κίνηση του νερού που περιστρέφει μια τουρμπίνα η οποία θέτει σε λειτουργία μια γεννήτρια. Οι περισσότερες υδροηλεκτρικές μονάδες χρησιμοποιούν ένα φράγμα το οποίο συγκρατεί μια μεγάλη ποσότητα νερού δημιουργώντας έτσι μια μεγάλη δεξαμενή. Κάποιες θύρες στο φράγμα ανοίγουν και λόγω της βαρύτητας το νερό περνάει σε έναν αγωγό ο οποίος το οδηγεί σε μια τουρμπίνα. Καθώς αυτό περνάει από τον αγωγό δημιουργεί μεγάλη πίεση. Το νερό πέφτει πάνω στις φτερωτές μιας τουρμπίνας και την περιστρέφει.

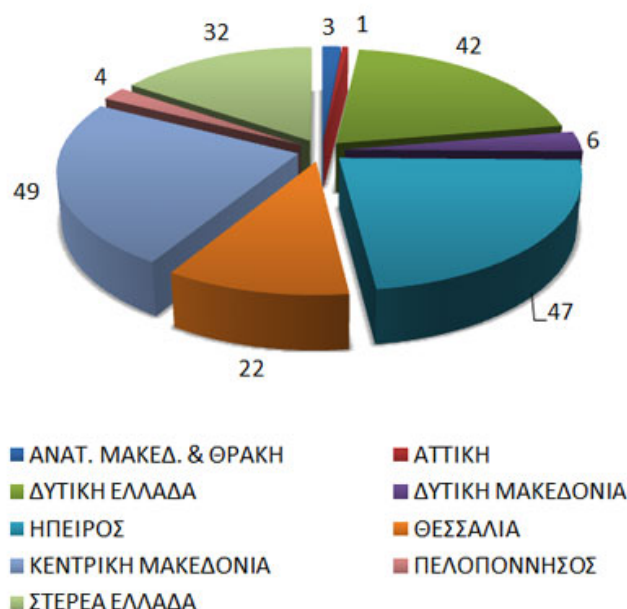
Η περιστροφική αυτή κίνηση μεταφέρεται στην γεννήτρια η οποία είναι συνδεδεμένη με την τουρμπίνα με ένα άξονα. Καθώς οι φτερωτές της τουρμπίνας περιστρέφονται, περιστρέφουν τους μαγνήτες της γεννήτριας γύρω από ένα πηνίο θέτοντας σε κίνηση ηλεκτρόνια και δημιουργώντας έτσι εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα. Ο μετασχηματιστής παίρνει το εναλλασσόμενο ρεύμα και το μετατρέπει σε ρεύμα υψηλής τάσης. Έξω από κάθε υδροηλεκτρική μονάδα υπάρχουν τέσσερα καλώδια, οι τρεις φάσεις του ρεύματος που δημιουργούνται ταυτόχρονα συν η ουδέτερη ή γείωση και για τις τρεις.

Το νερό στην δεξαμενή θεωρείται αποθηκευμένη ενέργεια. Όταν ανοίγουν οι θύρες το νερό που περνά μέσα από τον αγωγό γίνεται κινητική ενέργεια λόγω της κίνησής του. Η ποσότητα του ηλεκτρισμού που παράγεται καθορίζεται από αρκετούς παράγοντες. Δυο από αυτούς είναι ο όγκος του νερού που ρέει και η ποσότητα της υδραυλικής κεφαλής. Υδραυλική κεφαλή είναι η απόσταση μεταξύ της επιφάνεια του νερού και της τουρμπίνας. Όσο αυξάνεται ο όγκος του νερού και της υδραυλικής κεφαλής τόσο αυξάνεται και το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα. Το μέγεθος της υδραυλικής κεφαλής εξαρτάται από την ποσότητα του νερού της δεξαμενής.



Εικόνα 21: Υδροηλεκτρική μονάδα

Οι περισσότερες υδροηλεκτρικές μονάδες λειτουργούν με αυτόν τον τρόπο (Εικόνα 21). Όμως υπάρχει και ένας άλλος τύπος υδροηλεκτρικής μονάδας. Σε μια συμβατική υδροηλεκτρική μονάδα το νερό από την δεξαμενή περνάει από την τουρμπίνα και καταλήγει πάλι στο ποτάμι. Οι νέες υδροηλεκτρικές μονάδες χρησιμοποιούν δύο δεξαμενές. Την ανώτερη δεξαμενή η οποία συγκεντρώνει το νερό που συγκρατεί το φράγμα και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Την κατώτερη δεξαμενή η οποία συγκεντρώνει το νερό που φεύγει από τις τουρμπίνες, αντί να γυρίζει πίσω στο ποτάμι. Μια αντίστροφη τουρμπίνα διοχετεύει αυτό το νερό πάλι πίσω στην ανώτερη δεξαμενή. Επιστρέφοντας το νερό πίσω η μονάδα έχει περισσότερο νερό για χρήση σε περιόδους αιχμής. Ακολουθεί ένα διάγραμμα με τη γεωγραφική κατανομή της εγκατεστημένης ισχύος των υδροηλεκτρικών μονάδων.



Διάγραμμα 3: Γεωγραφική κατανομή της εγκατεστημένης ισχύος (σε MW) υδροηλεκτρικών

1.5.2 Ο αντίκτυπος της υδραυλικής ενέργειας στο περιβάλλον

Οι σημαντικότερες επιπτώσεις μιας υδροηλεκτρικής μονάδας προέρχονται από το φράγμα και τη διαμόρφωση του ταμιευτήρα, καθώς καταλαμβάνεται μεγάλη έκταση από την οποία απομακρύνονται οι κάτοικοι (χωριά που πλημμυρίζουν) και γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες. Η ποιότητα του νερού στον ταμιευτήρα μπορεί πολύ γρήγορα να υποβαθμιστεί εάν δεν ελεγχθούν οι εισροές (λύματα, γεωργικά απόβλητα, βιομάζα που αποσυντίθεται, ευτροφισμός).

Επίσης, προκαλούνται κατολισθήσεις στις γειτονικές πλαγιές και επηρεάζεται και μεταβάλλεται το μικροκλίμα της περιοχής. Διαταράσσεται η

ισορροπία στη μεταφορά των φερτών υλών καθώς διακόπτεται η διακίνησή τους με κίνδυνο την διάβρωση και την μεταβολή στο δέλτα του ποταμού.

Εκτός από αυτά, υπάρχει κίνδυνος αλλοίωσης στην χλωρίδα και στην πανίδα (άγρια ζώα και ψάρια). Διακόπτεται η διακίνηση των ψαριών, ιδιαίτερα αυτών που για να γεννήσουν τα αυγά τους οδηγούνται στις πηγές (σολωμοί, πέστροφες). Ακόμη, εμφανίζεται αυξημένη θνησιμότητα των ψαριών καθώς διέρχονται από τον υδροστρόβιλο.

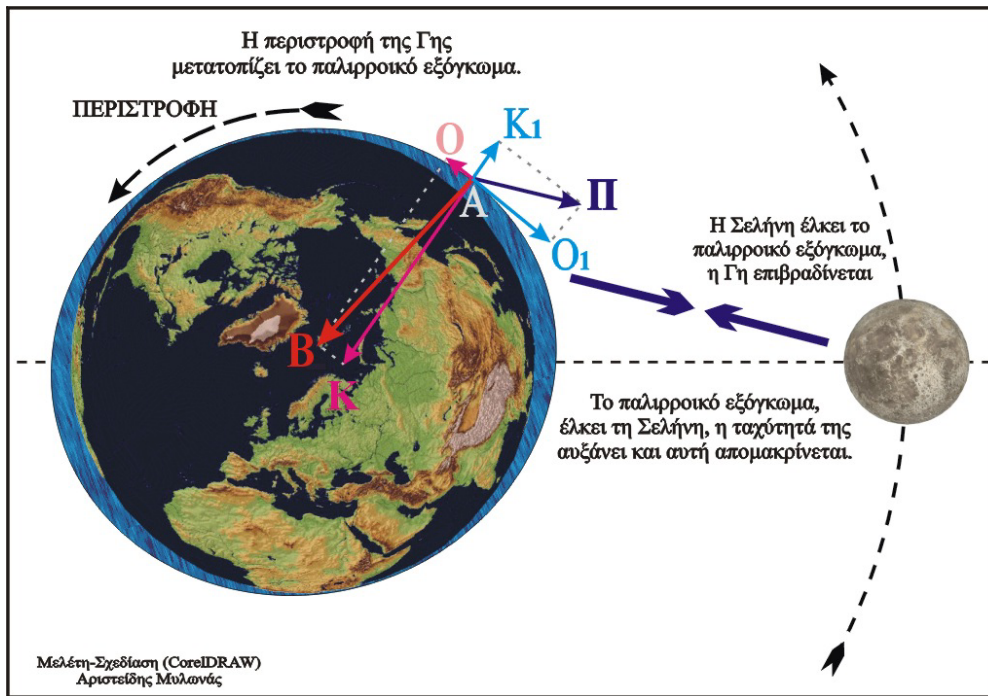
1.6 Η ενέργεια των ωκεανών

Οι ωκεανοί μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας και υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια της θάλασσας, από τις παλίρροιες (μικρές και μεγάλες), από τα κύματα αλλά και από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού, δηλαδή την θερμική ενέργεια των ωκεανών. Η ενέργεια των ωκεανών είναι αρκετά διασκορπισμένη και επομένως πολύ δύσκολη προς τη συλλογή της. Βρίσκεται πάντως μακριά από τους τόπους κατανάλωσης.

1.6.1 Η ενέργεια των παλιρροιών

Οι παλίρροιες είναι μια περιοδική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας, που ανεβαίνει (πλημμυρίδα) και κατεβαίνει (άμπωτη). Η περίοδος του φαινομένου διαρκεί 24 ώρες 50' και 28''. Όσο χρόνο δηλαδή χρειάζεται η Σελήνη να κάνει δύο διαδοχικές διελεύσεις από κάποιον από τους μεσημβρινούς της Γης. Στους ωκεανούς η άνοδος της στάθμης φτάνει μέχρι και το ένα μέτρο, ενώ σε στενούς κόλπους είναι ακόμα μεγαλύτερη. Γενικά η ένταση με την οποία εκδηλώνεται το φαινόμενο είναι διαφορετική στις διάφορες περιοχές της Γης και εξαρτάται και από τη διαμόρφωση των ακτών.

Το φαινόμενο αυτό προκαλείται από την έλξη που ασκείται από τον ήλιο και το φεγγάρι στη μάζα των ωκεανών. Η Σελήνη και ο Ήλιος έλκουν ισχυρότερα τους ωκεανούς που βρίσκονται πιο κοντά τους, λιγότερο ισχυρά το κέντρο της Γης και ακόμα λιγότερο τους ωκεανούς της απομακρυσμένης πλευράς. Με αυτόν τον τρόπο οι ωκεανοί τείνουν να διογκώνονται στην πλησιέστερη πλευρά, επειδή το νερό έλκεται περισσότερο και τείνει να απομακρυνθεί από τη Γη. Επίσης εξογκώνονται και τα νερά που βρίσκονται στην απομακρυσμένη πλευρά της, διότι η Γη έλκεται ισχυρότερα από ότι, τα νερά αυτής της πλευράς, και τείνει έτσι να απομακρυνθεί από αυτά. Η διαφορά στη δύναμη που ασκείται στις δυο αντιδιαμετρικές πλευρές ονομάζεται παλιρροϊκή δύναμη. Η παραμόρφωση αυτή των ωκεανών μετατοπίζεται περιοδικά λόγω της περιστροφής της Γης γύρω από τον άξονά της (Εικόνα 22).



Εικόνα 22: Το φαινόμενο των παλιρροιών

Η παλιρροϊκή δύναμη έχει σχέση με τις διάφορες θέσεις των τριών ουρανίων σωμάτων. Η δύναμη αυτή είναι μεγαλύτερη, κατά την διάρκεια των συζυγιών, όταν προστίθεται η έλξη του Ηλίου και τα τρία ουράνια σώματα είναι σε ευθεία (συζυγική παλίρροια). Συζυγία έχουμε κατά την πανσέληνο και κατά την νέα Σελήνη. Μικρότερη δύναμη έχουμε την περίοδο των τετραγωνισμών, όταν δηλαδή Ήλιος-Γη-Σελήνη σχηματίζουν ορθή γωνία (παλίρροια τετραγωνισμού).

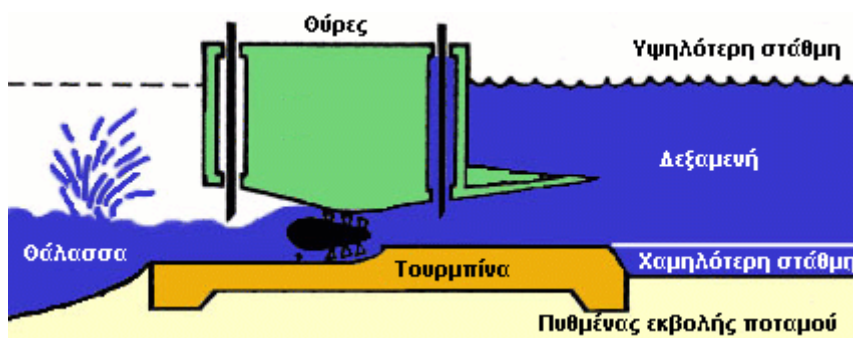
Η μηχανική ενέργεια που απελευθερώνεται από το φαινόμενο της παλίρροιας και τις κινήσεις του νερού, έχει ήδη αρχίσει να χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στην περιοχή Rance της Γαλλίας λειτουργεί σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την ενέργεια της παλίρροιας και έχει μέγιστη ισχύ 240 MW. Αξιοποιήσιμα παλιρροιακά ρεύματα εντοπίζονται στα στενά της Μάγχης και στη νότια Ιρλανδία. Επίσης, σημαντικά ρεύματα απαντώνται στην περιοχή της Μεσσίνας στην Ιταλία, καθώς και στο Αιγαίο Πέλαγος, με γνωστότερο το ρεύμα του Ευρίπου. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται κάποια αξιοποιήσιμα παλιρροιακά ρεύματα.

Χώρα	Τοποθεσία	Πλάτος παλιρροιών
Καναδάς	Κόλπος του Fundy	15,4 μέτρα
Αργεντινή	Κόλπος του San Jose	14 μέτρα
Μεγάλη Βρετανία	Κόλπος του Lavern	13,8 μέτρα
Γαλλία	Κόλπος του Mont-Saint-Michel	12,4 μέτρα
Γαλλία	Εκβολή του Rance	11,4 μέτρα

Πίνακας 3: Οι πιο αξιοσημείωτες τοποθεσίες παλιρροιών

1.6.1.1 Παλιρροιακοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής

Παλιρροιακός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής είναι ένας ηλεκτρικός σταθμός ισχύος που μετατρέπει την ενέργεια των παλιρροιών της θάλασσας σε ηλεκτρική ενέργεια. Ο παλιρροιακός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής εκμεταλλεύεται τη διαφορά στάθμης του ύδατος κατά τη πλημμυρίδα και την άμπωτη. Όταν ένα φράγμα κλείσει τον κόλπο ή τις εκβολές ενός ποταμού που ρέει στη θάλασσα ή στον ωκεανό, σχηματίζεται υδατοδεξαμενή, που καλείται λεκάνη παλιρροιακού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής. Αν η πλημμυρίδα προκαλεί αρκετή διαφορά ύψους μπορεί να δημιουργηθεί αρκετή πίεση για να περιστρέψει υδροστρόβιλους συνδεδεμένους με ηλεκτρογεννήτριες που έχουν εγκατασταθεί στο φράγμα.



Εικόνα 23

Για να αποφευχθεί η ανομοιόμορφη παραγωγή ηλεκτρισμού η λεκάνη του παλιρροιακού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής μπορεί να χωριστεί με φράγματα σε δύο ή τρεις μικρότερες (Εικόνα 23). Στην πρώτη λεκάνη η στάθμη ύδατος διατηρείται στη στάθμη της άμπωτης και στη δεύτερη στη στάθμη πλημμυρίδας, ενώ η τρίτη λεκάνη είναι εφεδρική. Η γεννήτρια υδραυλικού κινητήρα εγκαθίσταται στα διαχωριστικά φράγματα. Οι γεννήτριες τυμπάνου διυδραυλικών κινητήρων που εγκαθίστανται στους παλιρροϊκούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, μπορούν να λειτουργούν με σχετικά υψηλό βαθμό απόδοσης σε άμεσα ή ανάστροφα συστήματα γεννήτριας και αντλίας και σαν ανοίγματα για τη ροή ύδατος.

1.6.1.2 Παλιρροιακοί στρόβιλοι

Οι παλιρροιακοί στρόβιλοι (Εικόνα 24) επιδιώκουν να συλλάβουν ενέργεια κίνησης, «κινητική», από τα παλιρροιακά ρεύματα. Η αρχή συνίσταται στο να τεθούν σε λειτουργία στο βυθό της θάλασσας έλικες ή στρόβιλοι από τα θαλάσσια ρεύματα. Οι πιο ενδιαφέρουσες τοποθεσίες, όπου τα ρεύματα είναι πιο γρήγορα, είναι οι εκβολές ποταμών, οι παράκτιες ζώνες, οι πορθμοί.

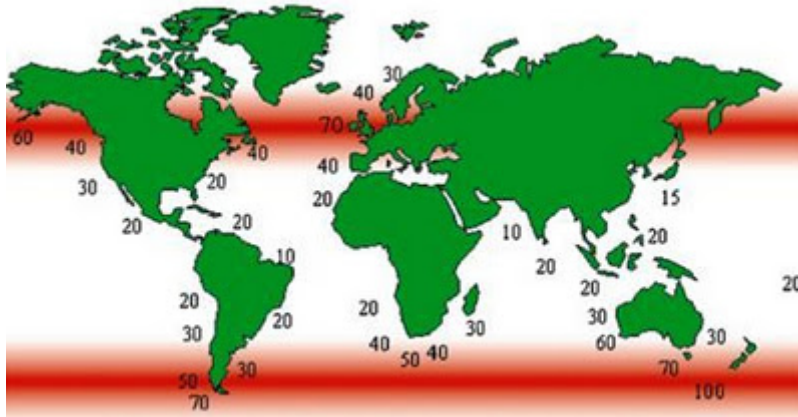


Εικόνα 24: Παλιπροϊακοί στρόβιλοι

1.6.2 Ενέργεια των κυμάτων

Κυματική Ενέργεια είναι η μορφή ενέργειας που προκύπτει από την κινητική ενέργεια των κυμάτων. Το φαινόμενο των ανέμων έχει ως συνέπεια το σχηματισμό κυμάτων τα οποία είναι εκμεταλλεύσιμα σε περιοχές με υψηλό δείκτη ανέμων και σε ακτές ωκεανών. Η αρχή της κυματικής ενέργειας είναι απλή. Τα κύματα κινούν μία τουρμπίνα που παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πιέζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων. Η παραγόμενη ενέργεια είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες μιας οικίας, ενός φάρου, κλπ. Η θαλάσσια επιφάνεια απορροφά τεράστιες ποσότητες ηλιακής και αιολικής ενέργειας, η οποία εμφανίζεται στη θάλασσα σε διάφορες μορφές, όπως κύματα ή ρεύματα.

Τα υψηλότερα επίπεδα κυματικής ενέργειας στον Πλανήτη μας εμφανίζονται μεταξύ του 30ου και 60ου παράλληλου και στα δύο ημισφαίρια. Στις δυτικοευρωπαϊκές ακτές επικρατεί ιδιαίτερα ισχυρός κυματισμός με μέση ισχύ της τάξης των 40-70 kW ανά μέτρο μετώπου κύματος. Το κυματικό δυναμικό της χώρας μας είναι το υψηλότερο της Μεσογείου, με μέση ισχύ η οποία σε ορισμένες περιοχές του Αιγαίου ξεπερνάει τα 15 kW/m. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται το παγκόσμιο κυματικό δυναμικό.



Εικόνα 25: Παγκόσμιο κυματικό δυναμικό σε kW/m

1.6.2.1 Εγκαταστάσεις κυματικής ενέργειας

Η σύλληψη της ενέργειας των κυμάτων μπορεί να γίνει με την ανάπτυξη των παρακάτω τεχνολογιών (Εικόνα 26), οι οποίες είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για ηλεκτροδότηση παράκτιων περιοχών, νησιών, κ.τ.λ.



Εικόνα 26: Εγκαταστάσεις κυματικής ενέργειας

Η παλλόμενη στήλη ύδατος πρόκειται για έναν θάλαμο αέρα, βυθισμένο κατακόρυφα στο μισό μήκος του περίπου, ανοικτό προς την πλευρά του πυθμένα. Η παλινδρομική κίνηση της θαλάσσιας επιφάνειας προκαλεί ρυθμική συμπίεση – αποσυμπίεση της αέριας μάζας μέσα στον θάλαμο, η οποία χρησιμοποιείται για την κίνηση αεροστρόβιλου.

Οι πλωτήρες οι οποίοι είναι αγκυρωμένοι στον θαλάσσιο πυθμένα και ακολουθούν την κατακόρυφη κίνηση της θαλάσσιας επιφάνειας. Η παλινδρομική κίνηση του πλωτήρα μετατρέπεται μέσω μηχανικών ή υδραυλικών συστημάτων σε περιστροφική για την κίνηση ηλεκτρογεννήτριας. Ένα σύστημα αυτής της κατηγορίας, με πλωτήρες διαμέτρου 2 μ., εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για αφαλάτωση νερού.

Οι πλωτές δεξαμενές οι οποίες περισυλλέγουν το νερό των κυμάτων σε στάθμη υψηλότερη από τη μέση στάθμη της θαλάσσιας επιφάνειας. Η διαφορά στάθμης χρησιμοποιείται για την κίνηση ενός ή περισσότερων υδροστροβίλων.

Και τέλος, τα πλωτά αρθρωτά συστήματα τα οποία στις αρθρώσεις φέρουν αντλίες. Με τις κινήσεις του κυματισμού οι αντλίες συμπιέζουν υδραυλικό υγρό και δίνουν κίνηση σε υδραυλικούς κινητήρες.

1.6.3 Η θερμική ενέργεια των ωκεανών

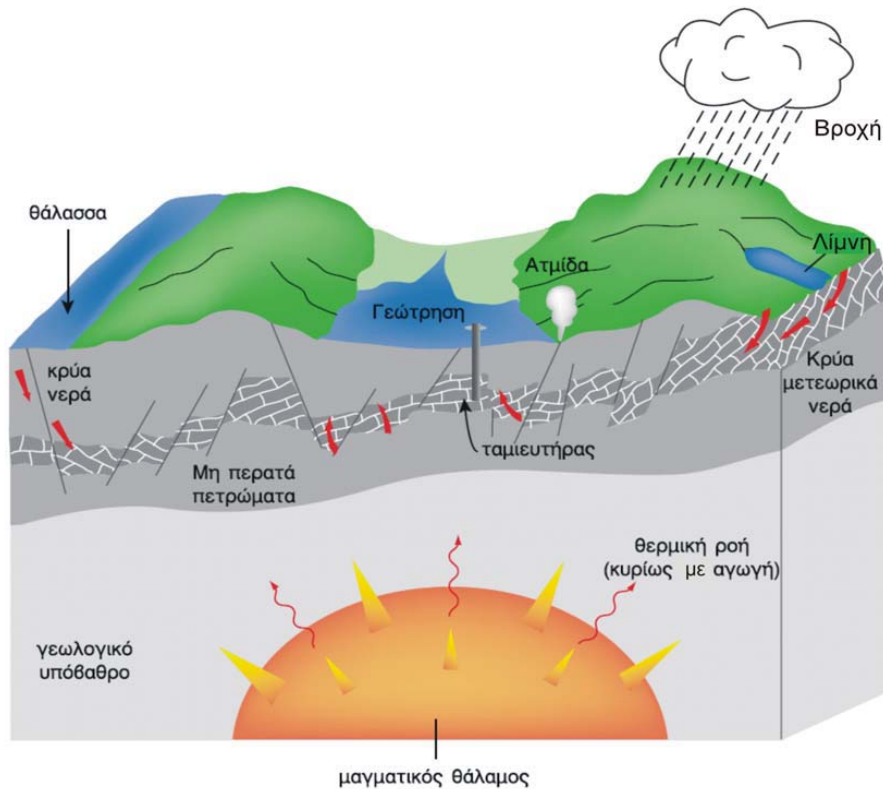
Οι ωκεανοί απορροφούν μια αξιόλογη ποσότητα ηλιακής ενέργειας. Στις τροπικές περιοχές ιδίως, ο ήλιος μπορεί να θερμάνει την επιφάνεια του νερού μέχρι τους 25 °C, σε σύγκριση με τη θερμοκρασία των 5 °C που επικρατεί στις ίδιες θάλασσες στα 1000 μέτρα βάθους. Έτσι, μπορούμε να ανεβάσουμε αντλώντας το κρύο νερό από τα βάθη μέχρι την επιφάνεια και να κινητοποιήσουμε μια μεταφορά θερμότητας ανάμεσα στο θερμό νερό της επιφάνειας και το κρύο νερό που έχουμε ανεβάσει. Η μεταφερόμενη ενέργεια από μια ζεστή «πηγή» σε μια κρύα είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την απόκλιση της θερμοκρασίας ανάμεσα στις δύο πηγές που είναι μεγάλη.

1.6.4 Ο αντίκτυπος της ενέργειας των ωκεανών

Με τη χρήση της ενέργειας δεν υπάρχουν ιδιαίτερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Υπάρχει κίνδυνος εναπόθεσης ιζημάτων στη λεκάνη, αλλά και επιπτώσεις στην πανίδα και χλωρίδα της περιοχής.

1.7 Γεωθερμία

Η γεωθερμική ενέργεια είναι η ενέργεια που προέρχεται από τη θερμότητα του εσωτερικού της Γης και αυτή η θερμότητα είναι βασικά απεριόριστη. Είναι η ενέργεια που είναι αρμόδια για τις τεκτονικές πλάκες, τα ηφαίστεια και τους σεισμούς. Το εσωτερικό της Γης είναι πάρα πολύ ζεστό (1.000-3.000 °C στον μανδύα και μεγαλύτερο από 4.000 °C στον πυρήνα).



Εικόνα 27: Μοντέλο δημιουργίας ενός γεωθερμικού πεδίου

Τα γεωθερμικά πεδία (Εικόνα 27) τροφοδοτούνται βασικά με μετεωρικά νερά (βροχή, χιόνι) ή άλλα επιφανειακής προέλευσης νερά (θαλάσσια, λιμναία, ποτάμια), που κατεισδύουν στο εσωτερικό της Γης και κυκλοφορούν υπογείως, θερμαίνονται, εμπλουτίζονται σε άλατα και αέρια και μπαίνουν στο διαρκή κύκλο μεταφοράς θερμότητας. Μέσα στον ταμιευτήρα, όπου η κυκλοφορία είναι πιο γρήγορη και εύκολη, συγκεντρώνονται νερά κάτω από συνθήκες αυξημένης πίεσης και θερμοκρασίας, που θερμαίνονται με συναγωγή αλλά και αγωγή. Ο ταμιευτήρας προστατεύεται από στεγανό γεωλογικό κάλυμμα, που εμποδίζει τη διάχυση της θερμικής ενέργειας στην επιφάνεια. Κάποιος βαθμός τοπικής εξάντλησης των πόρων στο συγκεκριμένο πεδίο – ταμιευτήρα μπορεί να συμβεί κατά την αξιοποίηση του πόρου, όταν ο ταμιευτήρας των γεωθερμικών ρευστών δεν «επικοινωνεί» με την επιφάνεια του εδάφους, παρά μόνο σε πολύ μακρινή απόσταση και ο ρυθμός επανατροφοδοσίας και θέρμανσης των ρευστών δεν είναι ίσος με το ρυθμό άντλησης αυτών. Σε μερικούς μόνο θερμούς και εγκλωβισμένους ταμιευτήρες μέσα σε βαθιές

ιζηματογενείς λεκάνες η ενεργειακή επαναφόρτιση ελέγχεται από την αγωγή θερμότητας και είναι μια αργή διαδικασία. Υπάρχει βέβαια και η ακραία περίπτωση των εντελώς κλειστών ταμιευτήρων (κυρίως σε βαθιές ιζηματογενείς λεκάνες), οπότε η εκμετάλλευση με άντληση θα μπορούσε να οδηγήσει κάποια στιγμή στην πρακτική εκκένωση του ταμιευτήρα (όπως γίνεται με τους ταμιευτήρες των υδρογονανθράκων).

Τα πιο συνηθισμένα συστήματα είναι τα υδροθερμικά, όπου τα φυσικά υπόγεια θερμά ρευστά, τα οποία συγκεντρώνονται σε έναν ή περισσότερους ταμιευτήρες, θερμαίνονται από μία εστία θερμότητας και με τη βοήθεια γεωτρήσεων έρχονται στην επιφάνεια και γίνονται αντικείμενο αξιοποίησης. Είναι τα κύρια συστήματα που αξιοποιούνται σήμερα. Κατά την εκμετάλλευση των υδροθερμικών συστημάτων, η επανατροφοδοσία της ενέργειας επιτυγχάνεται με τη φυσική αναπλήρωση του νερού στον ταμιευτήρα, στο ίδιο περίπου χρονικό διάστημα στο οποίο γίνεται η παραγωγή των ρευστών. Αυτό σημαίνει ότι το υπόγειο νερό ή ο ατμός χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή για την κάλυψη θερμικών αναγκών (άμεσες χρήσεις γεωθερμίας).

1.7.1 Φυσικά γεωθερμικά πεδία

Η ύπαρξη υψηλής γεωθερμικής βαθμίδας σε κάποια περιοχή δεν είναι η μοναδική προϋπόθεση για την ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου γεωθερμικού πεδίου. Η γεωθερμική ενέργεια είναι πρωτογενώς αποθηκευμένη μέσα στα πετρώματα, είναι διασκορπισμένη μέσα στη μάζα τους και πρέπει να συγκεντρωθεί και να μεταφερθεί στην επιφάνεια της γης προκειμένου να χρησιμοποιηθεί το μεταλλικό νερό (σε υγρή ή αέρια φάση) που περιέχεται μέσα σε πορώδη πετρώματα ή σε συστήματα ρηγμάτων αποτελεί το μέσο που μεταφέρει τη θερμότητα από τα πετρώματα αυτά στην επιφάνεια της γης. Έτσι, ένα φυσικό γεωθερμικό πεδίο είναι συνδυασμός θερμών πετρωμάτων και ύπαρξης νερού που να κυκλοφορεί μέσα σ' αυτά.

Τα γεωθερμικά πεδία χωρίζονται σε δύο ομάδες, στα πεδία «υψηλής ενθαλπίας», όπου το ρευστό (άνω των 1500 C) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και για θέρμανση, και στα πεδία «χαμηλής ενθαλπίας» όπου το ρευστό (κάτω των 150 C) μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για θέρμανση. Στις ζώνες σεισμικών εστιών, υπάρχουν πεδία χαμηλής και υψηλής ενθαλπίας που σχετίζονται μεταξύ τους.

1.7.2 Ο αντίκτυπος της γεωθερμίας στο περιβάλλον

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση της γεωθερμίας είναι λιγότερο επιζήμιες από τη χρήση καυσίμων απολιθωμάτων και εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του γεωθερμικού πεδίου, το είδος και το μέγεθος των εφαρμογών και τη φυσιογνωμία της περιοχής εκμετάλλευσης.

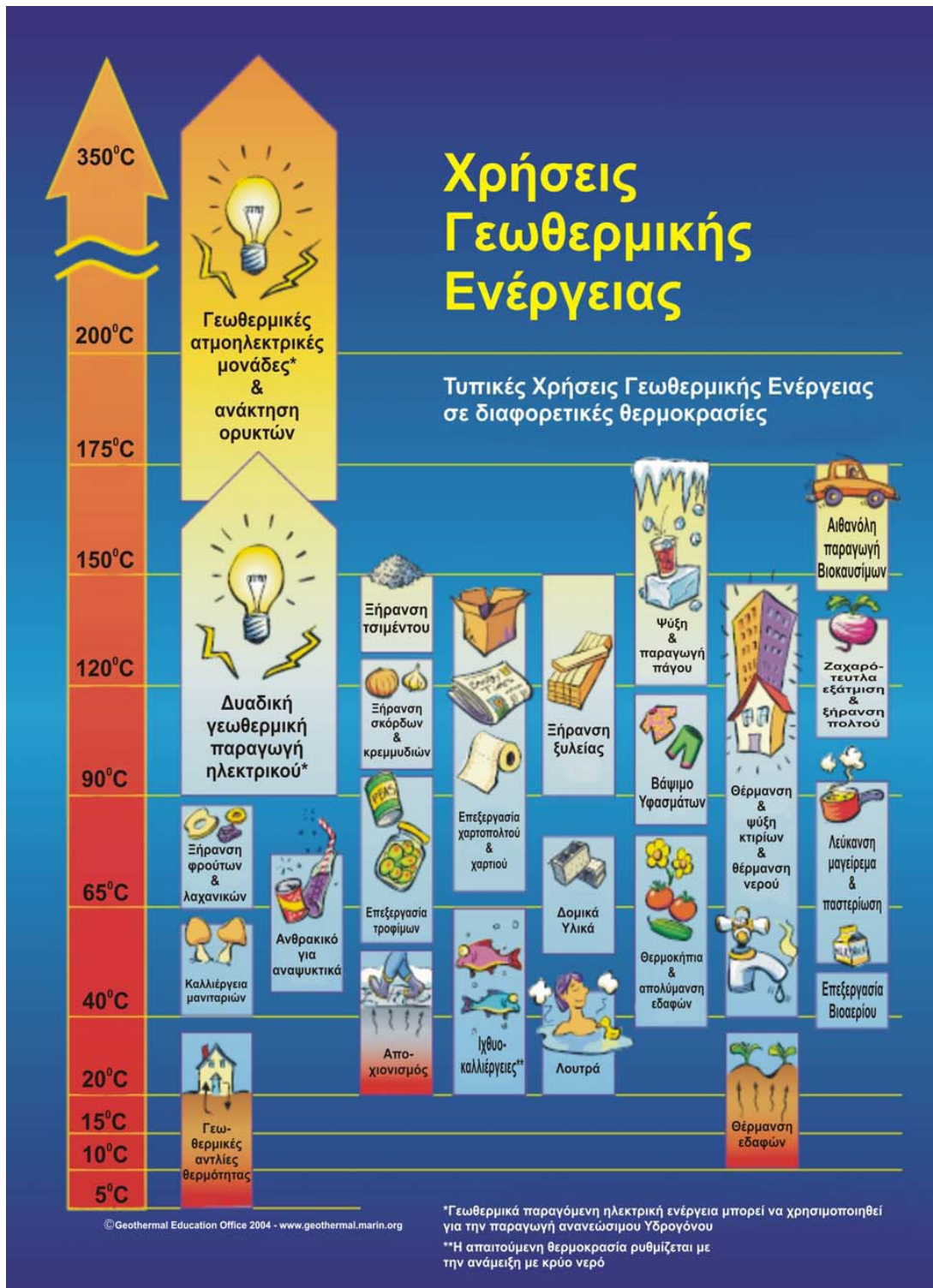
Η υπεράντληση γεωθερμικών ρευστών από τον ταμιευτήρα μπορεί να προκαλέσει πτώση στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα, γεγονός που έχει ως πιθανό αποτέλεσμα τη μίξη ρευστών από διάφορους ταμιευτήρες, εξαφάνιση ατμών και αμοιβάκων και διαφοροποίηση της επιφανειακής δραστηριότητας. Ελκύεται υδρόθειο, το οποίο έχει οσμή χαλασμένου αβγού, και το έδαφος παθαίνει καθιζήσεις γύρω από το πηγάδι εξόρυξης. Επίσης, παρασύρονται μέσω του παραγόμενου ατμού διάφορα διαλυμένα άλατα, τα οποία προκαλούν καθιζήσεις στη γύρω περιοχή με σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

1.7.3 Εφαρμογές της γεωθερμίας

Οι χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα οικονομικών δραστηριοτήτων και εφαρμογών ανάλογα με τη θερμοκρασία και την ποιότητα των ρευστών. Μάλιστα μπορούν να διακριθούν σε ηλεκτρικές και άμεσες χρήσεις. Στις άμεσες χρήσεις γίνεται απευθείας εκμετάλλευση της θερμότητας των ρευστών (χωρίς να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια).

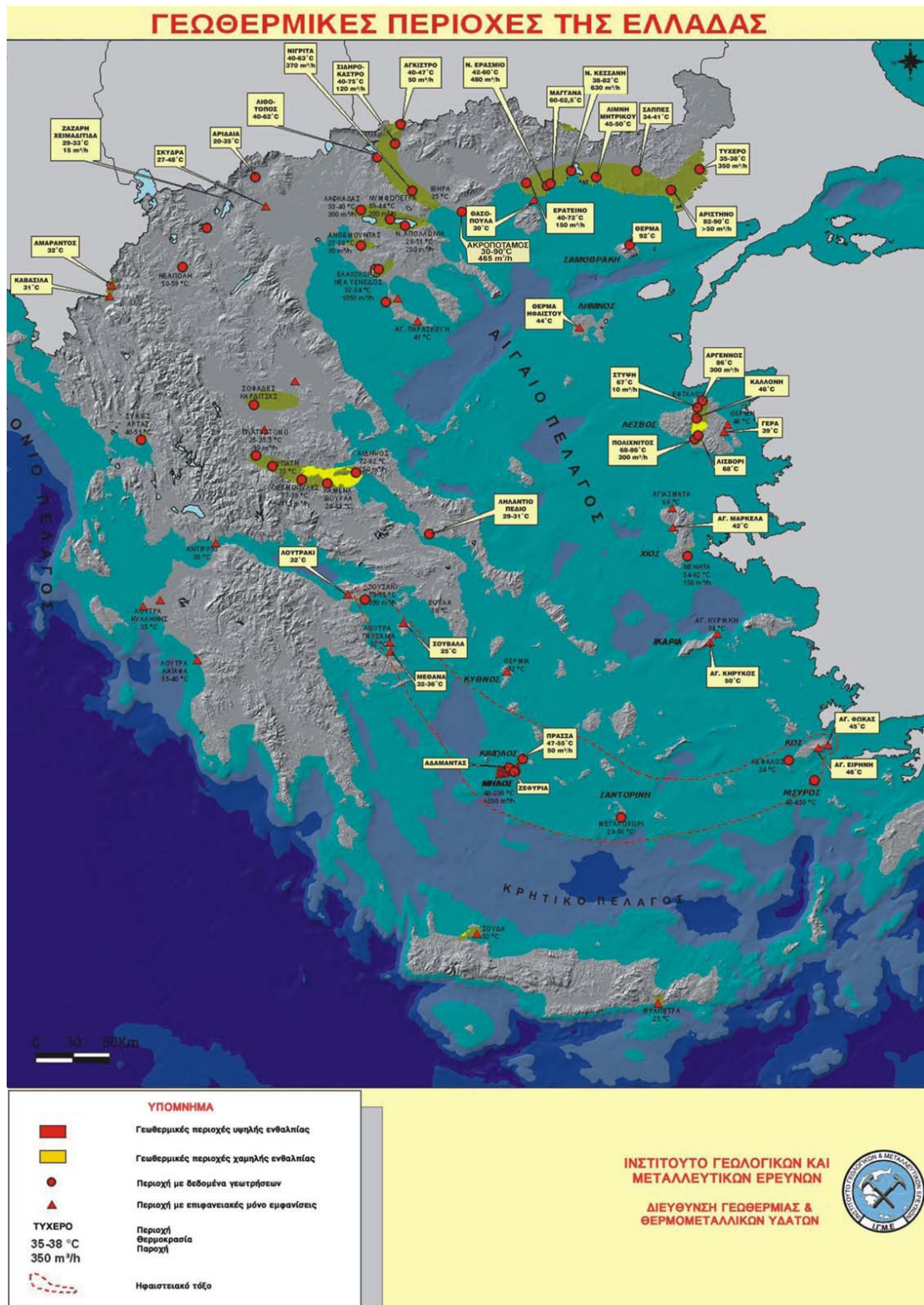
Γεωθερμικά ρευστά με θερμοκρασία μεγαλύτερη των 150 °C (υψηλής ενθαλπίας) χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ οι άμεσες χρήσεις καλύπτουν όλη την κλίμακα των θερμοκρασιών.

Οι κυριότερες άμεσες εφαρμογές της γεωθερμίας, όπου γίνεται αξιοποίηση της θερμότητας των ρευστών, μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες: θέρμανση χώρων, αγροτικές χρήσεις, υδατοκαλλιέργειες, βιομηχανικές χρήσεις, λουτροθεραπεία και αντλίες θερμότητας. Στις περισσότερες γεωθερμικές εφαρμογές απαιτείται η μεταφορά της θερμότητας των γεωθερμικών ρευστών σε ένα ρευστό λειτουργίας (κυρίως γλυκό νερό ή και αέρας) μέσω εναλλακτών θερμότητας και χρησιμοποιείται η αποκτημένη πλέον θερμότητα αυτού του ρευστού λειτουργίας. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι χρήσεις της γεωθερμίας ανάλογα με τη θερμοκρασία του νερού.



Εικόνα 28: Χρήσεις της γεωθερμίας

Στην Ελλάδα υπάρχει σημαντικός αριθμός γεωθερμικών πεδίων χαμηλής ενθαλπίας (θερμοκρασίας 25-90oC) σε όλη τη χώρα (Εικόνα 29), με ρευστά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλές άμεσες εφαρμογές.



Εικόνα 29: Γεωθερμικά πεδία στην Ελλάδα

1.8 Νομοθεσία

Οι πρώτες προσπάθειες για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών στην Ελλάδα ξεκινούν το 1985 με τον πρώτο νόμο για θέματα ηλεκτροπαραγωγής από εναλλακτικές μορφές ενέργειας. Μετά η επόμενη ουσιαστική προσπάθεια έγινε το 1994 όπου θεσπίστηκαν ευνοϊκές ρυθμίσεις για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και είχαμε την έντονη εμφάνιση επενδυτικού ενδιαφέροντος και από την πλευρά των ιδιωτών. Οι τελικές ρυθμίσεις και η κάλυψη των όποιων κενών υπήρχαν έγιναν από το 2001 μέχρι το 2006, όπου και προωθείται στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας η παραγωγή από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και μονάδες Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ).

Συγκεκριμένα ο Ν. 3468/2006 αναφέρεται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στη συμπααραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής απόδοσης και είναι ο βασικός νόμος που ρυθμίζει τα θέματα ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ. Με το Ν. 3734/2009 έγιναν κάποιες τροποποιήσεις στον προαναφερόμενο νόμο για την προώθηση της συμπααραγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας. Τον Μάιο του 2010 ψηφίστηκε ο Ν. 3851/2010, ο οποίος αναφέρεται στην επιτάχυνση της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Ο εν λόγω νόμος επέφερε σημαντικές αλλαγές στον Ν. 3468/2006.

Επίσης, σύμφωνα με τον Ν. 3851/2010 η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από σταθμούς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. ισχύει για είκοσι χρόνια και μπορεί να παρατείνεται, σύμφωνα με τους όρους της άδειας αυτής, μετά από έγγραφη συμφωνία των μερών, εφόσον ισχύει η σχετική άδεια παραγωγής. Ειδικά η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής ισχύει για είκοσι πέντε χρόνια. Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Παραγωγό ή Αυτοπαραγωγό μέσω σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. ή μέσω Υβριδικού Σταθμού και απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο γίνεται με βάση την τιμή, σε ευρώ ανά μεγαβατώρα (MWh), της ηλεκτρικής ενέργειας που απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, συμπεριλαμβανομένου και του Δικτύου Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών. Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας, εκτός από την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς γίνεται με βάση τα στοιχεία του ακόλουθου πίνακα.

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)	
	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
(α) Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με χερσαίες εγκαταστάσεις ισχύος μεγαλύτερης των 50kW	87,85	99,45
(β) Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με εγκαταστάσεις ισχύος μικρότερης ή ίσης των 50kW	250	
(γ) Φωτοβολταϊκά έως 10kW _{peak} στον οικιακό τομέα και σε μικρές επιχειρήσεις (σύμφωνα με το ειδικό πρόγραμμα σε κτιριακές εγκαταστάσεις – ΚΥΑ 12323/ΓΤ 175/4.6.2009, Β' 1079)	550	
(δ) Υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ έως δεκαπέντε (15) MW _e	87,85	
(ε) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής	264,85	
(στ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με σύστημα αποθήκευσης, το οποίο εξασφαλίζει τουλάχιστον 2 ώρες λειτουργίας στο ονομαστικό φορτίο	284,85	
(ζ) Γεωθερμική ενέργεια χαμηλής θερμοκρασίας κατά την παρ. 1στ του άρθρου 2 του νόμου 3175/2003 (Α' 207)	150	
(η) Γεωθερμική ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας κατά την παρ. 1στ του άρθρου 2 του νόμου 3175/2003 (Α' 207)	99,45	
(θ) Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ ≤1 MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	200	
(ι) Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ >1MW και ≤5MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	175	

(ια) Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ >5MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	150	
(ιβ) Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέρια από βιομάζα (συμπεριλαμβανομένου και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων), με εγκατεστημένη ισχύ ≤2 MW	120	
(ιγ) Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέρια από βιομάζα (συμπεριλαμβανομένου και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων), με εγκατεστημένη ισχύ >2 MW	99,45	
(ιδ) Βιοαέριο που προέρχεται από βιομάζα (κτηνοτροφικά και αγροτο-βιομηχανικά οργανικά υπολείμματα και απόβλητα) με εγκατεστημένη ισχύ ≤ 3 MW	220	
(ιε) Βιοαέριο που προέρχεται από βιομάζα (κτηνοτροφικά και αγροτο-βιομηχανικά οργανικά υπολείμματα και απόβλητα) με εγκατεστημένη ισχύ > 3 MW	200	
(ιστ) Σ.Η.Θ.Υ.Α.	87,85xΣΡ	99,45xΣΡ
(ιζ) Λοιπές Α.Π.Ε. (συμπεριλαμβανομένων και των σταθμών ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων που πληρούν τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας όπως εκάστοτε αυτές ισχύουν)	87,85	99,45

Πίνακας 4: Τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας

Παρακάτω παρουσιάζεται η νομοθεσία που αφορά την ηλιακή και τη γεωθερμική ενέργεια.

Όσον αφορά την ηλιακή ενέργεια από την 1η Ιουλίου 2009 (Ν. 3734/2009) ισχύει ένα πρόγραμμα για την εγκατάσταση μικρών φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων στον οικιακό-κτιριακό τομέα. Με το πρόγραμμα αυτό δίνονται κίνητρα με την μορφή ενίσχυσης της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας, ώστε ο οικιακός καταναλωτής ή μια μικρή επιχείρηση να κάνουν

απόσβεση του συστήματος που εγκατέστησαν και να έχουν ένα λογικό κέρδος για τις υπηρεσίες (ενεργειακές και περιβαλλοντικές) που παρέχουν στο ηλεκτρικό δίκτυο. Αφορά οικιακούς καταναλωτές και πολύ μικρές επιχειρήσεις που επιθυμούν να εγκαταστήσουν φωτοβολταϊκά ισχύος έως 10 KW στο δώμα ή στην στέγη κτιρίου.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την εγκατάσταση ενός οικιακού φωτοβολταϊκού και ηλιακού συστήματος είναι να υπάρχει μετρητής της ΔΕΗ. Για οικιακή κατανάλωση πρέπει να καλύπτεται μέρος των αναγκών σε ζεστό νερό από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (π.χ ηλιακό θερμοσίφωνα). Ενώ, αν πρόκειται για επιχείρηση, θα πρέπει να μην έχετε πάρει κάποια άλλη επιδότηση για τα φωτοβολταϊκά από εθνικά ή κοινοτικά προγράμματα. Πλέον δεν χρειάζεται έγκριση εργασιών μικρής κλίμακας από την πολεοδομία.

Η τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών πλέον επιτρέπεται και στα στέγαστρα βεραντών, προσόψεων και σκιάστρων καθώς και βοηθητικών χώρων του κτιρίου, όπως αποθήκες και χώροι στάθμευσης. Όμως, δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση πάνω από την απόληξη του κλιμακοστασίου ή του φρεατίου ανελκυστήρα. Η διάταξη των φωτοβολταϊκών πλαισίων δεν θα πρέπει να δημιουργεί χώρο κύριας ή βοηθητικής χρήσης ή ημι-υπαίθριο.

Επίσης, τον Αύγουστο του 2010 εκδόθηκαν δύο νέες Υπουργικές Αποφάσεις για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε κτίρια και οικοπέδα εντός σχεδίου περιοχών και σε οικισμούς, αλλά και σε γήπεδα και κτίρια σε εκτός σχεδίου περιοχές. Μ' αυτές τις Υπουργικές Αποφάσεις απλοποιήθηκαν οι διαδικασίες εγκατάστασης και αδειοδότησης και δόθηκε η δυνατότητα εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων ανεξαρτήτως ισχύος σε γήπεδα μη άρτια και μη οικοδομήσιμα.

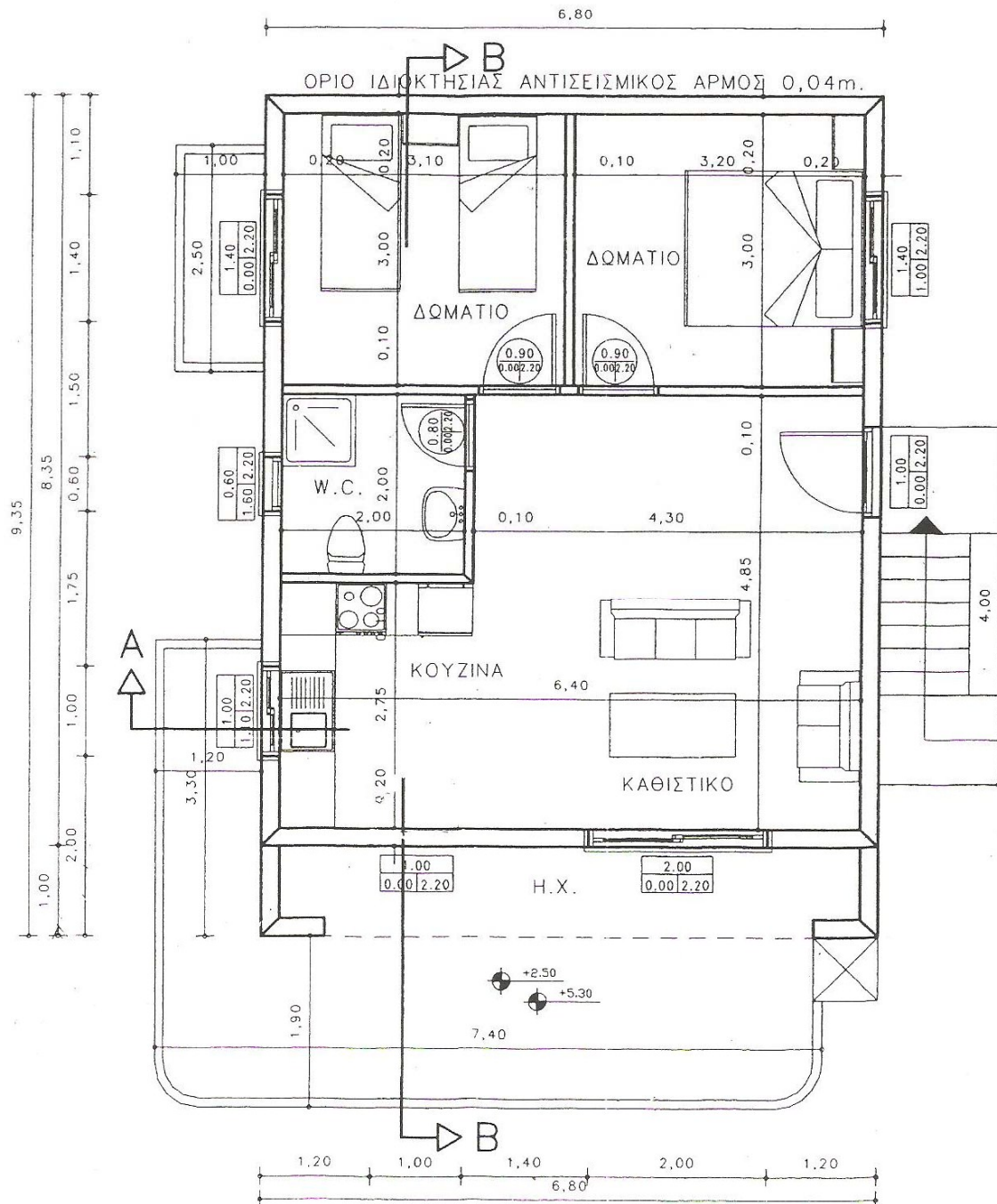
Όσον αφορά την αβαθή γεωθερμία με την απόφαση Αριθμ. Δ9Β,Δ/Φ166/οικ13068/ΓΔΦΠ2488 καθορίζονται οι όροι, οι προϋποθέσεις, τα απαιτούμενα δικαιολογητικά και η διαδικασία έκδοσης άδειας υπέρ του κυρίου ενός ακινήτου για ίδια χρήση ενεργειακών συστημάτων θέρμανσης ή/και ψύξης κάθε χώρου του ακινήτου μέσω της εκμετάλλευσης της θερμότητας των γεωλογικών σχηματισμών και των νερών, επιφανειακών και υπόγειων.

Σύμφωνα μ' αυτήν την απόφαση σε περίπτωση ανόρυξης γεώτρησης ή κατασκευής ορύγματος, στο πλαίσιο της εγκατάστασης ενεργειακών συστημάτων θέρμανσης/ψύξης χώρων, αυτά πρέπει να βρίσκονται εντός των ορίων της ιδιοκτησίας (οικοπέδου ή αγροτεμαχίου ή γηπέδου) επί της οποίας βρίσκονται οι προς κλιματισμό χώροι. Σε κάθε γεώτρηση να γίνεται τσιμέντωση τουλάχιστο για τα 5 ανώτερα μέτρα και τοποθέτηση στο ίδιο μήκος περιφραγματικής χαλύβδινης σωλήνωσης.

Σε περίπτωση όπου στην περιοχή του ακινήτου απαγορεύεται η διάνοιξη υδρογεωτρήσεων, επιτρέπεται η εγκατάσταση και λειτουργία εναλλακτών κλειστού κυκλώματος. Ενώ, σε περίπτωση εκμετάλλευσης θερμότητας με τη χρήση επιφανειακών ή υπόγειων νερών, ο χρήστης υποχρεούται στην επαναφορά του συνόλου των χρησιμοποιηθέντων νερών και στην ίδια ποιότητα, στον αρχικό αποδέκτη. Οι αντλίες και τα συστήματα που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι πιστοποιημένα από αναγνωρισμένο φορέα.

2.1 Σχέδιο κατοικίας

Παρουσιάζεται το σχέδιο της κατοικίας που έγινε η μελέτη θέρμανσης



ΚΑΤΟΨΗ ΤΥΠΙΚΟΥ ΟΡΟΦΟΥ

$$Ε. \text{ ορόφου} = 6,80 \times 8,35 = 56,78 \text{ m}^2$$

$$Ε. \text{ Η.Χ.} = 6,80 \times 1,00 = 6,80 \text{ m}^2$$

$$\text{Ογκος ορόφου} = (56,78 + 6,80) \times 2,80 = 178,024 \text{ m}^3$$

$$\text{Ογκος στέγης} = (56,78 + 6,80) \times 0,80 / 2 = 25,432 \text{ m}^3$$

2.2 Καταγραφή και διαστάσεις ανοιγμάτων κτιρίου

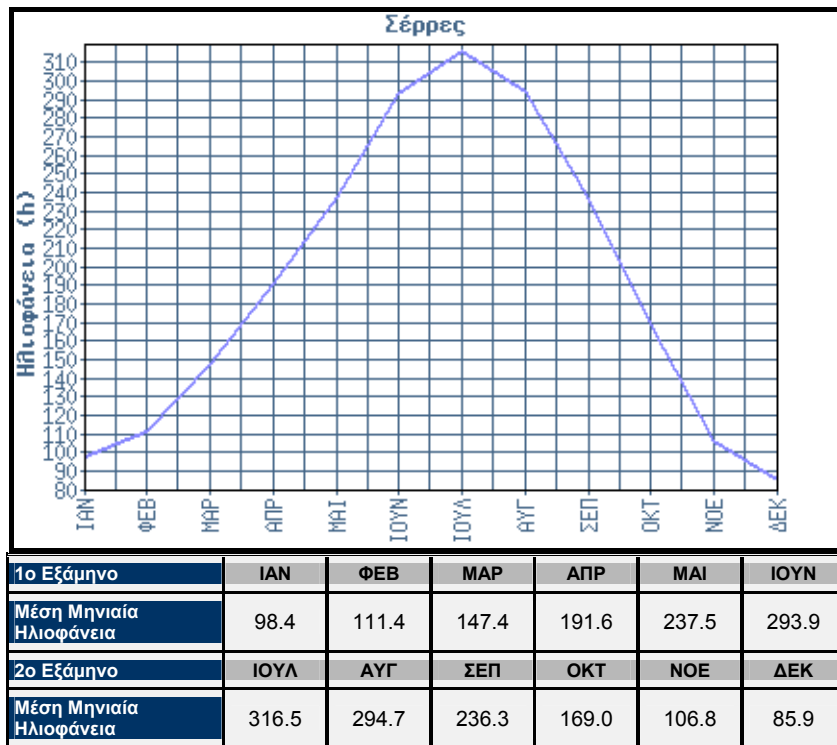
Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι διαστάσεις των ανοιγμάτων του κτιρίου.

ΑΝΟΙΓΜΑ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΗ (m)
Πόρτα εισόδου	Ύψος	2,20
	Πλάτος	1,00
Μπαλκονόπορτα σαλονιού	Ύψος	2,20
	Πλάτος	2,00
Παράθυρο κουζίνας	Ύψος	1,10
	Πλάτος	1,00
Παράθυρο 1 ^{ου} υπνοδωματίου	Ύψος	1,20
	Πλάτος	1,40
Μπαλκονόπορτα 2 ^{ου} υπνοδωματίου	Ύψος	2,20
	Πλάτος	1,40
Παράθυρο μπάνιου	Ύψος	0,60
	Πλάτος	0,60

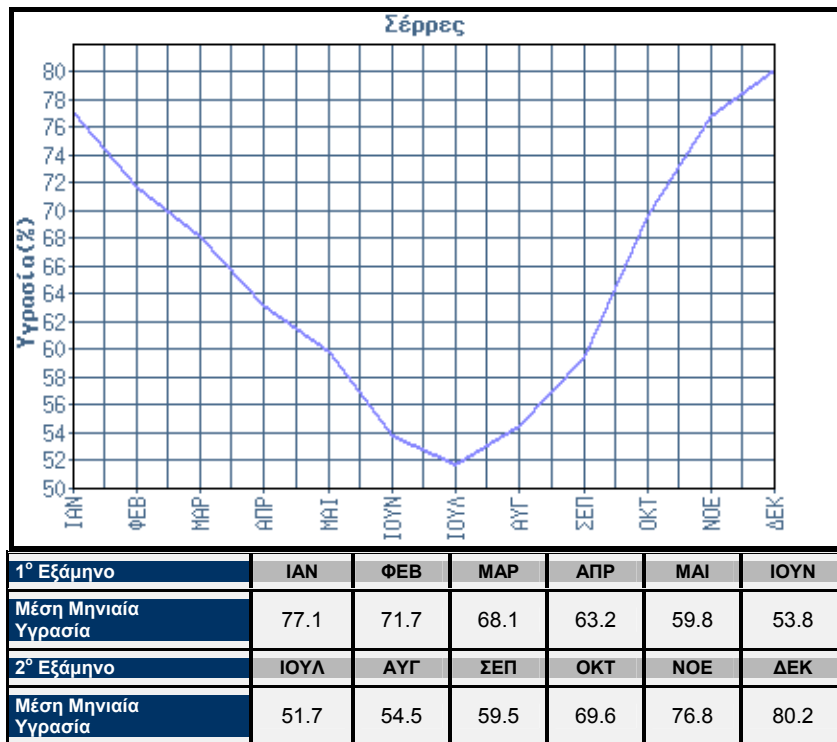
Πίνακας 5: Ανοίγματα του κτιρίου

2.3 Κλιματολογικές συνθήκες

Το κλίμα του νομού Σερρών χαρακτηρίζεται ως ξηρό με απόκλιση προς το ημιυγρό και με πλεόνασμα νερού το χειμώνα. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 15,2° C, η μέση ανώτερη θερμοκρασία είναι 24,7° C και η μέση κατώτερη 5,6° C. Το μήνα Αύγουστο παρατηρείται η απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία και το μικρότερο ύψος βροχής ενώ το μήνα Ιανουάριο η απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία. Αυξημένη η μέση ηλιοφάνεια παρατηρείται κατά τους θερινούς μήνες. Οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής απεικονίζεται στα παρακάτω διαγράμματα.



Διάγραμμα 4: Μέση μηνιαία ηλιοφάνεια



Διάγραμμα 5: Μέση μηνιαία υγρασία

Ειδικότερα η πόλη των Σερρών στο νότιο τμήμα της, το οποίο επηρεάζεται πιο έντονα από την τάφρο της Μπέλιτσας όσο και από τον ποταμό Στρυμόνα, το κλίμα είναι πιο υγρό σε αντίθεση με το βόρειο που έχει ξηρότερο κλίμα.

2.4 Περιγραφή κτιρίου

Η οικεία βρίσκεται στην πόλη των Σερρών, είναι κτισμένη στο βόρειο τμήμα της πόλης και κατοικείται όλο το χρόνο. Το κτίσμα πρόκειται για μια μονοκατοικία, κατασκευής του 2006, με στέγη. Στο ισόγειο υπάρχει γκαράζ κλειστό και στον πρώτο όροφο βρίσκεται η οικία. Η πρόσοψή της έχει προσανατολισμό προς το νότο.

Στην συγκεκριμένη οικία οι τοίχοι είναι κατασκευασμένοι με δωπο τούβλο. Τα κουφώματα είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο, είναι συρόμενα και έχουν διπλό τζάμι. Τα παντζούρια είναι από πλαστικό και είναι σε ρολό. Το παράθυρο του μπάνιου είναι κατασκευασμένο από τζάμι διάφανο αμμοβολή. Το πάτωμα είναι παντού στρωμένο με το ίδιο υλικό, με πλακάκια.

2.5 Θερμικές απώλειες

Στη συνέχεια ακολουθεί ο υπολογισμός* των θερμικών απωλειών της κατοικίας.

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ (Kcal/hm² °C)	
Εξωτερικών ανοιγμάτων	3
Εσωτερικών ανοιγμάτων	2
Εξωτερικών τοίχων	1
Εσωτερικών τοίχων	2
Οροφής	1
Δαπέδου	1

ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ (%)	
Προσανατολισμού Β	5
Προσανατολισμού Ν	-5
Προσανατολισμού Α - Δ	0
Διακοπτόμενης λειτουργίας	20

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ	
Θερμοκρασία περιβάλλοντος	-4 °C
Επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία	20 °C
Θερμοκρασία μη θερμαινόμενων χώρων	5 °C

Απώλειες αερισμού σε WC κατ' ελάχιστον 150 kcal/h

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ BOILER

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta / \eta = 80 \text{ kg/h} \cdot 1 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C} \cdot 35 ^\circ\text{C} / 0,9 = 3111 \text{ kcal/h} \approx \mathbf{3.200 \text{ kcal/h}}$$

Απώλειες από boiler 3.200 kcal/h

* Οι υπολογισμοί είναι από τις σημειώσεις του μαθήματος Θέρμανση – Ψύξη – Κλιματισμός Ι

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Υπολογισμός επιφανειών				Υπολογισμός απωλειών				Προσαυξήσεις			
Είδος επιφανείας	Προσανατολισμός	Μήκος	Ύψος ή πλάτος	Επιφάνεια	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια F	Συντελεστής K	Διαφορά θερμοκρασίας ΔΘ	Απώλειες θερμότητας άνευ προσαυξήσεων	Προσανατολισμού Z _H	Διακοπών Z _O	Συντελεστής προσαυξήσεων	Απώλειες θερμότητας
		m	m	m ²	m ²	m ²	Kcal/hm ² °C	°C	Kcal/h	%	%	1+%	Kcal/h
Σαλόνι – Κουζίνα													
A	N	2,00	2,20	4,40		4,40	3	25	330	-5	20	1,15	380
T	N	6,40	3,00	19,20	4,40	14,80	1	25	370	-5	20	1,15	426
A	A	1,00	2,20	2,20		2,20	3	25	165	0	20	1,2	198
T	A	4,85	3,00	14,55	2,20	12,35	1	25	309	0	20	1,2	371
A	Δ	1,00	1,10	1,10		1,10	3	25	83	0	20	1,2	99
T	Δ	2,75	3,00	8,25	1,10	7,15	1	25	179	0	20	1,2	215
O				26,63		26,63	1	25	666	0	20	1,2	799
Δ				26,63		26,63	1	15	399	0	20	1,2	479
Q _a	=	1,2 x Σl x Δθ				=	1,2 x 19 x 25				=	570	
Συνολικές απώλειες θερμότητας Σαλονιού – Κουζίνας													3.535

Υπνοδωμάτιο 1^ο														
A	A	1,40	1,20	1,68		1,68	3	25	126	0	20	1,2	151	
T	A	3,00	3,00	9,00	1,68	7,32	1	25	183	0	20	1,2	220	
T	B	3,20	3,00	9,60		9,60	1	25	240	5	20	1,25	300	
O		3,20	3,00	9,60		9,60	1	25	240	0	20	1,2	288	
Δ		3,20	3,00	9,60		9,60	1	15	144	0	20	1,2	173	
Q _a	=	1,2 x Σl x Δθ				=	1,2 x 5,2 x 25				=	156		
Συνολικές απώλειες θερμότητας 1^{ου} Υπνοδωματίου													1.288	
Υπνοδωμάτιο 2^ο														
A	Δ	1,40	2,20	3,08		3,08	3	25	231	0	20	1,2	277	
T	Δ	3,00	3,00	9,00	3,08	5,92	1	25	148	0	20	1,2	178	
T	B	3,10	3,00	9,30		9,30	1	25	233	5	20	1,25	291	
O		3,10	3,00	9,30		9,30	1	25	233	0	20	1,2	279	
Δ		3,10	3,00	9,30		9,30	1	15	140	0	20	1,2	167	
Q _a	=	1,2 x Σl x Δθ				=	1,2 x 7,2 x 25				=	216		
Συνολικές απώλειες θερμότητας 2^{ου} Υπνοδωματίου													1.408	
W.C.														
A	Δ	0,60	0,60	0,36		0,36	3	25	27	0	20	1,2	32	
T	Δ	2,00	3,00	6,00	0,36	5,64	1	25	141	0	20	1,2	169	
O		2,00	3,00	6,00		6,00	1	25	150	0	20	1,2	180	
Δ		2,00	3,00	6,00		6,00	1	15	90	0	20	1,2	108	
Q _a	=												250	
Συνολικές απώλειες W.C.													740	
Συνολικές απώλειες κατοικίας													6.970	

Θερμικές απώλειες από δομικά στοιχεία

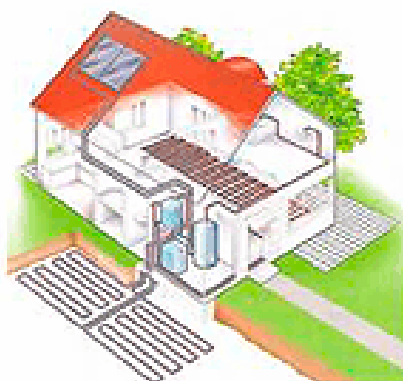
$Q = (F \times K \times \Delta\theta) +$ προσαυξήσεις προσανατολισμού και διακοπών λειτουργίας

Θερμικές απώλειες αερισμού

$Q = 1,2 \times \Sigma l \times \Delta\theta$, όπου Σl το άθροισμα του μήκους των εξωτερικών χαραμιάδων

2.6 Γεωθερμικό – ηλιακό σπίτι

Το γεωθερμικό – ηλιακό σπίτι (Εικόνα 30) παρέχει ψύξη και θέρμανση χωρίς μηχανική υποβοήθηση. Για να επιτευχθεί ο στόχος της ψύξης - θέρμανσης μέσω ηλιακών συστημάτων και γεωθερμικών αντλιών πρέπει να ληφθεί μέριμνα για τον σωστό σχεδιασμό, τα υλικά κατασκευής, και τα άλλα χαρακτηριστικά του κτίσματος ώστε να συλλέγεται, αποθηκεύεται και διανέμεται η ηλιακή θερμότητα κατά τη διάρκεια του χειμώνα αλλά να εμποδίζεται η είσοδο της κατά την διάρκεια του καλοκαιριού.



Εικόνα 30: Γεωθερμικό ηλιακό σπίτι

Η αρχή του γεωθερμικού κλιματισμού είναι εξαιρετικά απλή. Βασίζεται στο γεγονός ότι λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης, η θερμοκρασία του εδάφους είναι σταθερή στους 18-20 βαθμούς Κελσίου. Αν συνεπώς εκμεταλλευτούμε τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας, μπορούμε να θερμάνουμε χώρους το χειμώνα και να τους ψύξουμε αντίστοιχα το καλοκαίρι.

Το γεωθερμικό - ηλιακό σπίτι παρέχει ψύξη και θέρμανση χωρίς μηχανική υποβοήθηση. Το ηλιακό σπίτι μπορεί να κτιστεί με όποιο αρχιτεκτονικό σχέδιο σε οποιοδήποτε μέρος.

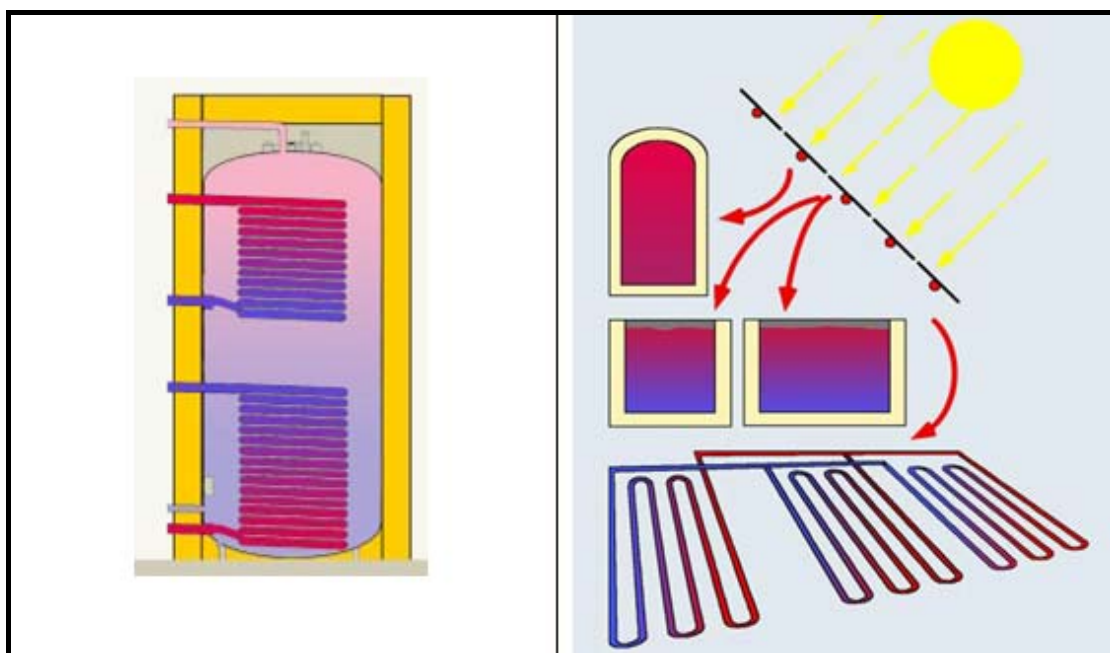
Τα ηλιοθερμικά συστήματα συνδυασμένης λειτουργίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και θέρμανση χώρων μπορούν να καλύψουν από 20% - 40% τις ανάγκες μιας κατοικίας σε θέρμανση και σε ζεστό νερό χρήσης. Γενικά τα συστήματα αυτά αποτελούνται από το κύκλωμα των ηλιακών συλλεκτών (παραγωγή θερμικής ενέργειας ενέργειας), το θερμοδοχείο

(αποθήκευση ενέργειας), ένα σύστημα κύριας θερμικής ενέργειας γεωθερμική αντλία θερμότητας, ένα σύστημα θέρμανσης (ενδοδαπέδια, fan coils) και ένα σύστημα ελέγχου. Η αρχή λειτουργίας του συστήματος είναι ίδια με αυτή ενός κεντρικού συστήματος ηλιακών για θέρμανση ζεστού νερού χρήσης.

Η ενέργεια των ηλιακών συλλεκτών μεταφέρεται σε ένα καλά μονωμένο θερμοδοχείο και θερμαίνει αρχικά το νερό της κεντρικής θέρμανσης και στη συνέχεια το ζεστό νερό χρήσης. Εάν η ηλιακή ενέργεια δεν επαρκεί, τότε τίθεται σε λειτουργία η αντλία θερμότητας και συμπληρώνει την απαιτούμενη ενέργεια.

Ένα από τα βασικά στοιχεία ενός σωστού συστήματος γεωθερμικής - ηλιακής θέρμανσης είναι το θερμοδοχείο, το οποίο θα πρέπει να είναι καλά μονωμένο και κυρίως να βοηθά στην διαστρωμάτωση της θερμοκρασίας του νερού στο εσωτερικό του. Η διαστρωμάτωση του δοχείου έχει ως αποτέλεσμα την μέγιστη απόδοση του συστήματος, τον περιορισμό των θερμικών απωλειών και την μέγιστη συλλογή ενέργειας από τους ηλιακούς συλλέκτες.

Ο τρόπος λειτουργίας του συστήματος είναι ο εξής (Περιγράφεται στην εικόνα που ακολουθεί). Το μπόϊλερ/ θερμοδοχείο περιέχει νερό το οποίο θερμαίνεται από τους ηλιακούς συλλέκτες. Το νερό αυτό δεν είναι υπό πίεση και δεν ανανεώνεται όπως στα κλασσικά μπόϊλερ αλλά είναι στατικό και παίζει το ρόλο του μεταφορέα θερμότητας προς δύο εναλλάκτες - έναν πλαστικό που είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο της ύδρευσης και ένα μεταλλικό που είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο θέρμανσης.



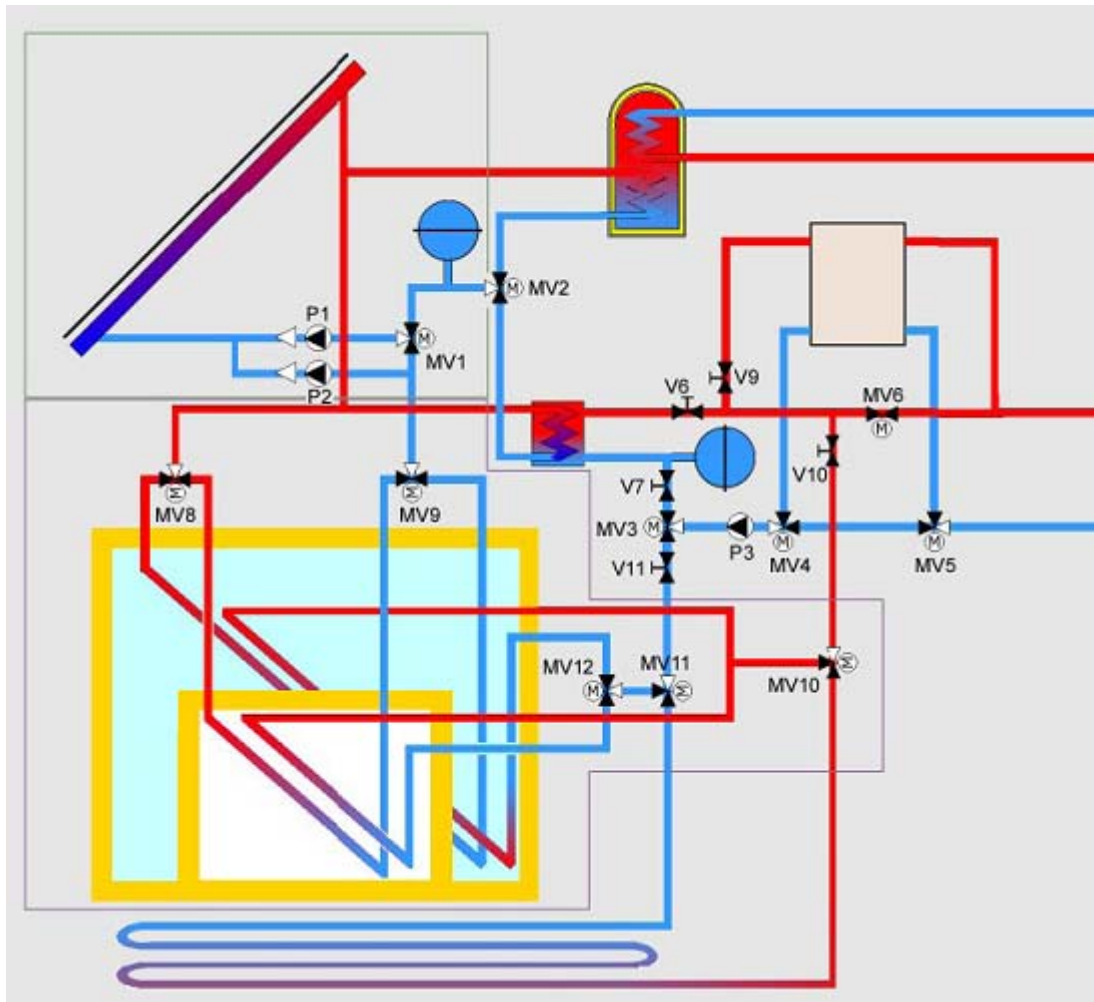
Εικόνα 31: Τρόπος λειτουργίας ηλιοθερμικού συστήματος

Έτσι όταν υπάρχει ζήτηση σε ζεστό νερό χρήσης, κρύο νερό από το δίκτυο ύδρευσης περνάει διαμέσου του πλαστικού εναλλάκτη του μπόϊλερ και στην έξοδο του έχει την θερμοκρασία του στατικού νερού. Παρόμοια το νερό της κεντρικής θέρμανσης πριν εισέλθει στην αντλία θα

περάσει από τον μεταλλικό εναλλάκτη του μπόιλερ αποκτώντας τη θερμοκρασία του στατικού νερού. Όταν λοιπόν η ηλιακή ενέργεια επαρκεί για να θερμάνει το στατικό νερό μέχρι τους 70°C τότε η γεωθερμική δεν θα λειτουργήσει καθόλου καθώς η θερμοκρασία του νερού που θα επιστρέφει σε αυτήν, θα είναι ήδη μεγαλύτερη από την αναγκαία (αφού η ενδοδαπέδια θέρμανση χρειάζεται νερό θερμοκρασίας μέχρι 45°C).

Έτσι η κεντρική θέρμανση θα εκμεταλλεύεται ένα ποσό από την αποθηκευμένη ενέργεια του στατικού νερού ενώ η υπόλοιπη θα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης. Δηλαδή έχουμε ένα μοναδικό σύστημα δωρεάν παραγωγής ενέργειας από τον ήλιο για θέρμανση και παραγωγή ζεστού νερού.

Όταν το στατικό νερό έχει θερμανθεί στη μέγιστη θερμοκρασία και δεν χρειάζεται άλλο η ηλιακή ενέργεια τότε το νερό που κυκλοφορεί στους ηλιακούς συλλέκτες επιστρέφει στο μπόιλερ και έτσι προστατεύονται οι συλλέκτες από την υπερθέρμανση το καλοκαίρι και αντίστοιχα από τον παγετό τον χειμώνα. Η διαδικασία αυτή φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 32: Απεικόνιση ηλιοθερμικού συστήματος

Όταν ο ήλιος δεν επαρκεί, δηλαδή την νύχτα ή όταν έχει πολλή συννεφιά, τότε η αντλία θερμότητας μπαίνει σε λειτουργία και θερμαίνει το νερό της κεντρικής θέρμανσης ενώ εάν παράλληλα υπάρχει και ζήτηση σε ζεστό νερό χρήσης τότε ανοίγει μια τρίοδη βάννα και διοχετεύεται ζεστό νερό από την αντλία προς τον μεταλλικό εναλλάκτη. Δηλαδή τώρα το στατικό νερό του μπόιλερ και κατ' επέκταση το νερό χρήσης θερμαίνεται από την αντλία.

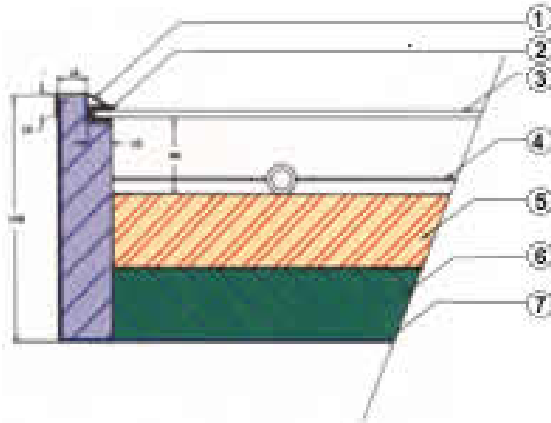
Συνοψίζοντας όλα τα προηγούμενα το σύστημά μας θα αποτελείται από:

- A) το κύκλωμα των ηλιακών συλλεκτών
- B) το θερμοδοχείο
- Γ) ένα σύστημα βοηθητικής ενέργειας (γεωθερμική αντλία θερμότητας)
- Δ) ένα σύστημα θέρμανσης (ενδοδαπέδιο σύστημα)
- E) ένα σύστημα ελέγχου

2.7 Κύκλωμα ηλιακών συλλεκτών

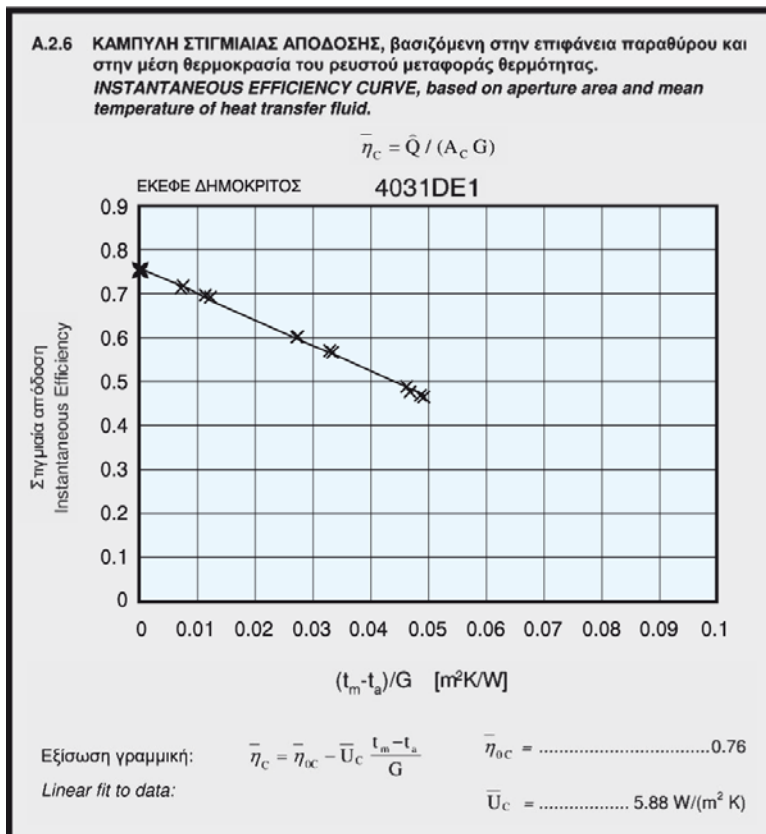
Στην κατοικία μπορούμε να τοποθετήσουμε για την παραγωγή θερμικής ενέργειας είτε επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, είτε συλλέκτες κενού. Συγκεκριμένα, εδώ αναφερόμαστε στους συλλέκτες της εταιρίας Sigma.

Όσον αφορά την πρώτη περίπτωση, οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες θα έχουν τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά. Η απορροφητική επιφάνεια του επιλεκτικού συλλέκτη επιτυγχάνει τη μέγιστη απορροφητικότητα και την ελάχιστη αντανάκλαση της ηλιακής ενέργειας. Για να αποφευχθεί η διάβρωση και για να υπάρχει μηχανική αντίσταση στις δύσκολες καιρικές συνθήκες, το περίβλημα του συλλέκτη είναι κατασκευασμένο από ανοδιομένο αλουμίνιο. Το κρύσταλλο από το οποίο είναι κατασκευασμένοι οι ηλιακοί συλλέκτες είναι κατάλληλα επεξεργασμένο, ώστε να παρουσιάζει ξεχωριστή αντοχή σε μηχανικές και θερμικές πιέσεις. Το κρύσταλλο είναι προσδεδεμένο με το περίβλημα με ελαστικό σύνδεσμο από EPDM. Ειδικό υλικό με μεγάλη αντοχή στις δύσκολες καιρικές συνθήκες. Τέλος, οι συλλέκτες έχουν διπλή μόνωση από πολυουρεθάνη για καλύτερη απόδοση και ισχύ και από πετροβάμβακα για αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες του απορροφητή. Στην εικόνα και στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός επίπεδου ηλιακού συλλέκτη.



- 1 Πηγάκι προστασίας
- 2 Λάστιχο από EPDM
- 3 Κρύσταλλο securit low-iron
- 4 Επιλεκτικός απορροφητής
- 5 Μόνωση από πετροβάμβακα 30mm
- 6 Μόνωση από πολυουρεθάνη 20mm
- 7 Περίβλημα συλλέκτη

Εικόνα 33: Τομή του συλλέκτη



Διάγραμμα 6: Καμπύλης στιγμιαίας απόδοσης επίπεδου ηλιακού συλλέκτη

Στην δεύτερη περίπτωση, δηλαδή οι συλλέκτες κενού (Εικόνα 34) αποτελούνται από ειδικούς σωλήνες τοποθετημένους παράλληλα και φέρουν τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά (Πίνακας 6). Συγκεκριμένα, αναφερόμαστε στον τύπο S 10/1.80 της εταιρίας Sigma.

Αριθμός σωλήνων	10
Μέγιστη πίεση λειτουργίας	10 bars
Πίεση παρατήρησης	15 bars
Μεγίστη θερμοκρασία στασιμότητας	160° C
Όγκος υγρού	1.40 lt
Βάρος	19.2 kg
Μήκος	2,200 mm
Πλάτος	780 mm
Εμβαδόν ολικής επιφάνειας	1.80 m ²
η° απόδοση χωρίς χρήση ανακλώμενης ακτινοβολίας *	0.787
η° απόδοση με χρήση ανακλώμενης ακτινοβολίας *	0.988



Εικόνα 34: Συλλέκτης κενού

* Βάσει της επιφάνειας των σωλήνων κενού

Πίνακας 6: Τεχνικά χαρακτηριστικά συλλεκτών κενών

Οι σωλήνες κενού που χρησιμοποιούνται σ' αυτούς τους συλλέκτες λειτουργούν υπό γωνία 20° χωρίς απώλειες απόδοσης και έχουν θερμοκρασία απενεργοποίησης στους 160° C. Επίσης, έχουν τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά.

Ονομαστικό μήκος (mm)	2.000
Μήκος του σωλήνα (mm)	2.010
Διάμετρος του γυάλινου σωλήνα (mm)	56
Μήκος του συνδετικού σωλήνα (mm)	30.5
Εμβαδόν επιφάνειας παραθύρου του γυάλινου σωλήνα (m ²)	0.1010
Ονομαστική τιμή εξόδου του σωλήνα (W) με τιμή ακτινοβολίας 1000 W/m ²	76
Απορροφημένη θερμότητα σε 1000 kWh/a*m ² με διαφορά θερμοκρασίας γήινης ακτινοβολίας 40 K (kWh/a)	68
Απορροφημένη θερμότητα σε 1000 kWh/a*m ² με διαφορά θερμοκρασίας γήινης ακτινοβολίας 100 K (kWh/a)	57
Γραμμική εξίσωση μετάδοσης θερμότητας (W/m ² *K)	1.12
Εξίσωση δεύτερου βαθμού μετάδοσης θερμότητας (W/m ² *K ²)	0.004
Απόδοση	0.750

Πίνακας 7: Τεχνικά χαρακτηριστικά συλλεκτών κενών

2.7.1 Εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη

Επιλέγεται ο χώρος που θα τοποθετηθούν οι ηλιακοί συλλέκτες προκειμένου η επιφάνεια των συλλεκτών να βλέπει προς το νότο και να μη σκιάζεται από δέντρα ή άλλες παρακείμενες οικοδομές. Έτσι, στην κατοικία που μελετάμε οι ηλιακοί συλλέκτες θα τοποθετηθούν στην στέγη της νότιας πλευράς, δηλαδή στην πρόσοψη του κτιρίου.

Σημαντικό είναι να υπάρχει δυνατότητα καλής στήριξης στη στέγη. Γι' αυτό πρέπει να δοθεί προσοχή έτσι ώστε οι ελάχιστες αποστάσεις ως προς τα τελειώματα της σκεπής είναι πλευρικά δύο πλάτη κεραμιδιού και ως προς την κορυφή σκεπής τρεις σειρές κεραμιδιών. Είναι απαραίτητη η τήρηση του ορίου ελάχιστης απόστασης 0,8 m ώστε να μην εκτίθενται οι συλλέκτες και τα εξαρτήματα στερέωσης σε ανέμους των οποίων η ισχύς αυξάνεται περιμετρικά της σκεπής. Τέλος, απαιτείται η τοποθέτηση του αγωγού σύνδεσης συλλεκτών να έχει ανοδική κλίση μέχρι το σημείο τοποθέτησης του σετ εξαέρωσης.

2.7.2 Οδηγίες συντήρησης

Είναι σκόπιμο να πραγματοποιείται επιθεώρηση στο ηλιακό σύστημα μία φορά το τρίμηνο. Οι ηλιακοί συλλέκτες πρέπει να επιθεωρούνται για τυχόν διαρροές από τα ρακόρ των σωληνώσεων, ραγίσματα των υαλοπινάκων, βλάβες των αυτόματων εξαεριστικών βαλβίδων και γήρανση των πλαστικών υλικών. Το υδραυλικό σύστημα πρέπει επίσης να επιθεωρείται. Οι πλαστικοί συλλέκτες πρέπει να ελέγχονται μία φορά το τρίμηνο για διαρροές, διάτρηση και διάβρωση. Τον χειμώνα δεν έχουμε επηρεασμό των πλαστικών εύκαμπτων σωλήνων από τυχόν πάγωμα του θερμικού ρευστού. Οι άκαμπτοι πλαστικοί συλλέκτες πρέπει να στραγγαλίζονται.

2.8 Θερμοδοχείο

Το θερμοδοχείο (Εικόνα 35) στο εσωτερικό του περιέχει δύο εναλλάκτες θερμότητας λείου σωλήνα, μεγάλης επιφάνειας και ανθεκτικούς στα άλατα. Το χαλύβδινο δοχείο διαθέτει αντιδιαβρωτική προστασία με υψηλής ποιότητας επίστρωση σμάλτου. Επιπρόσθετη αντιδιαβρωτική προστασία προσφέρει η χρήση δύο ανοδίων μαγνησίου. Μέσω του κάτω εναλλάκτη θερμότητας πραγματοποιείται η θέρμανση μέσω ηλιακών συλλεκτών. Εάν χρειάζεται, πραγματοποιείται επιπρόσθετη θέρμανση μέσω του επάνω εναλλάκτη θερμότητας, για παράδειγμα μέσω λέβητα. Μέσω ελίκωσης του εναλλάκτη θερμότητας, που εκτείνεται έως το κάτω σημείο, είναι δυνατή η θέρμανση του συνολικού όγκου του θερμοδοχείου. Το δοχείο είναι μονωμένο με υψηλής ποιότητας ενσωματωμένη μόνωση από σκληρή διογκωμένη πολυουρεθάνη (υλικό PU χωρίς FCKW). Το θερμοδοχείο διατίθεται σε μεγέθη 300 l, 400 l και 500 l και τα τεχνικά χαρακτηριστικά είναι συγκεντρωμένα στους παρακάτω πίνακες.

Μέγεθος	300	400	500
Κατασκευαστικός τύπος	Επισμαλτωμένο χαλύβδινο θερμοδοχείο		
Ονομαστικό περιεχόμενο	300 λίτρα	400 λίτρα	500 λίτρα
Πραγματικό περιεχόμενο	287 λίτρα	397 λίτρα	481 λίτρα
Βάρος	περ. 143 kg	περ. 178 kg	περ. 205 kg
Ύψος	1.450 mm	1.700 mm	1.710 mm
Διάμετρος	660 mm	710 mm	760 mm
Συνολικό ύψος	1.585 mm	1.830 mm	1.860 mm
Ζητούμενο ύψος για την έξοδο του ανοδίου από επάνω	περ. 500 mm		

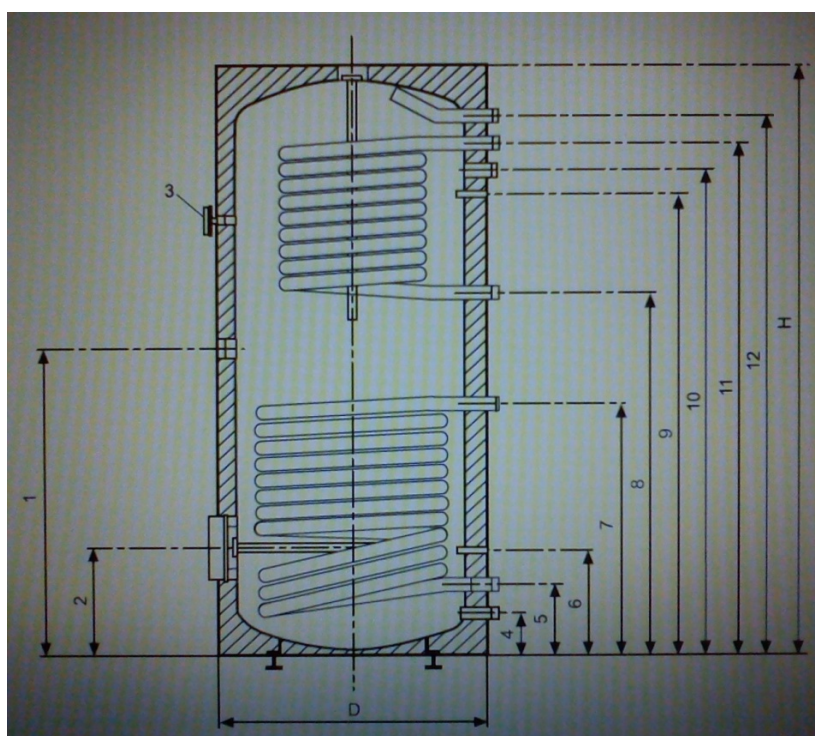
Υλικό μόνωσης	Σκληρή διογκωμένη πολυουρεθάνη PU με επένδυση		
Πάχος μόνωσης	50 mm		
Ισχύς για λειτουργική Ετοιμότητα	2,5 kWh/d	2,9 kWh/d	3,1 kWh/d
Θερμικές απώλειες	2,7 W/K	3,1 W/K	3,3 W/K
Μέγ. υπερπίεση Λειτουργίας	10 bar		
Μέγ. θερμοκρασία Λειτουργίας	95 °C		
Ανόδιο			
Τύπος ανοδίου, επάνω	Μαγνήσιο 26 x 480 mm		
Σύνδεση ανοδίου, Επάνω	RP 1"		
Τύπος ανοδίου, κάτω	Μαγνήσιο 26 x 390 mm		
Σύνδεση ανοδίου, κάτω	Μονωμένη εγκατάσταση με οπή Φ 10 x 1,8 m – M 8 x 30		

Πίνακας 8: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμοδοχείου

Μέγεθος	300	400	500
Διαστάσεις σύνδεσης (στοιχεία ύψους χωρίς τις βάσεις)			
Σύνδεσμος ηλεκτρικής αντίστασης	745 mm / Rp 1½"	930 / Rp 1½"	890 / Rp 1½"
Κάλυμμα θυρίδας ελέγχου	295 mm / TK150	305 / TK150	307 / TK150
Εκκένωση / Κρύο νερό	110 mm / R 1"	120 / R 1"	120 / R 1"
Επιστροφή εγκατάστασης ηλιακών	185 mm / R 1"	195 / R 1"	200 / R 1"
Αισθητήρας εγκατάστασης ηλιακών Φ Εσωτερικά	285 mm / 15 mm	295 / 15 mm	300 / 15 mm
Προσαγωγή εγκατάστασης ηλιακών	685 mm / R 1"	810 / R 1"	730 / R 1"
Επιστροφή λέβητα	808 mm / R 1"	1.048 / R 1"	1.053 / R 1"
Αισθητήρας ζεστού νερού Φ Εσωτερικά	1.085 mm / 15 mm	1.325 / 15 mm	1.330 / 15 mm
Ανακυκλοφορία	1.060 mm / R 1¼"	1.400 / R 1¼"	1.405 / R 1¼"
Προσαγωγή λέβητα	1.235 mm / R 1"	1.475 / R 1"	1.480 / R 1"
Ζεστό νερό χρήσης	1.310 mm / R 1"	1.550 / R 1"	1.560 / R 1"
Εναλλάκτης θερμότητας, επάνω (εναλλακτική πηγή θέρμανσης)			
Θερμαινόμενη επιφάνεια	1,2 m ²	1,2 m ²	1,2 m ²
Περιεχόμενο	7,2 λίτρα	7,2 λίτρα	7,2 λίτρα

Μέγ. υπερπίεση λειτουργίας	6 bar	6 bar	6 bar
Χαρακτηριστική τιμή απόδοσης NL	1,5	2,0	2,4
Συνεχής απόδοση	690 l/h – 28 kW	690 l/h – 28 kW	690 l/h–28 kW
Παροχή αιχμής	173 l/10 min	182 l/10 min	191 l/10 min
Εναλλάκτης θερμότητας, κάτω (εγκατάσταση ηλιακών)			
Θερμαινόμενη επιφάνεια	1,5 m ²	1,7 m ²	1,7 m ²
Περιεχόμενο	9,1 λίτρα	10,2 λίτρα	10,2 λίτρα
Μέγ. υπερπίεση λειτουργίας	8 bar	8 bar	8 bar
Μέγιστη επιφάνεια συλλέκτη	περ. 7,5 m ²	περ. 8,5 m ²	περ. 8,5 m ²

Πίνακας 8: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμοδοχείου



- 1 Σύνδεσμος ηλεκτρικής αντίστασης
- 2 Κάλυμμα θυρίδας ελέγχου
- 3 Θερμόμετρο
- 4 Εκκένωση / Κρύο νερό
- 5 Επιστροφή εγκατάστασης ηλιακών
- 6 Αισθητήρας εγκατάστασης ηλιακών
- 7 Προσαγωγή εγκατάστασης ηλιακών
- 8 Επιστροφή λέβητα
- 9 Αισθητήρας ζεστού νερού
- 10 Ανακυκλοφορία
- 11 Προσαγωγή λέβητα
- 12 Ζεστό νερό χρήσης
- H Ύψος θερμοδοχείου
- D Διάμετρος θερμοδοχείου

Εικόνα 35: Ύψη συνδέσεων του θερμοδοχείου νερού χρήσης

2.9 Σύστημα βοηθητικής ενέργειας

Η θερμοκρασία των επιφανειακών στρωμάτων του φλοιού της Γης παραμένει σχεδόν σταθερή σε όλη τη διάρκεια του έτους, ανεξάρτητα από τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην επιφάνεια. Αυτή η σχεδόν σταθερή θερμοκρασία είναι αποτέλεσμα της συνεχούς ακτινοβολίας του ηλίου -ηλιακή ενέργεια- και της θερμομόνωσης που παρουσιάζει το εκάστοτε πέτρωμα. Η λειτουργία των γεωθερμικών συστημάτων βασίζεται στη μεταφορά ενεργειακών φορτίων από το έδαφος ή τα υπόγεια ύδατα στον κλιματιζόμενο χώρο και αντίστροφα. Τη χειμερινή περίοδο, μεταφέρεται θερμότητα από το έδαφος στο εσωτερικό του κλιματιζόμενου χώρου ενώ η διαδικασία αντιστρέφεται την περίοδο του καλοκαιριού.

2.9.1 Γεωθερμική αντλία θερμότητας

Τα συστήματα Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας (ΓΑΘ) αποτελούνται από τρία τμήματα. Το πρώτο μέρος δεν είναι τίποτε άλλο από ένα δίκτυο σωληνώσεων μέσα στο οποίο υπάρχει νερό και ονομάζεται γεωθερμικός εναλλάκτης κλειστού κυκλώματος. Οι σωλήνες αυτοί απλώνονται σε χαντάκια όπου υπάρχει διαθέσιμη ελεύθερη έκταση οικοπέδου ή σε πολλαπλές κάθετες γεωτρήσεις όπου υπάρχει περιορισμένη ή βραχώδης έκταση. Αντί για το δίκτυο σωληνώσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν τυχόν υπόγεια ύδατα, μια μικρή λίμνη ή ακόμα και η θάλασσα. Στην περίπτωση αυτή, ο γεωθερμικός εναλλάκτης ονομάζεται ανοικτού κυκλώματος. Το δεύτερο τμήμα είναι η ίδια η αντλία θερμότητας. Εκεί φτάνει το νερό από το δίκτυο του γεωθερμικού εναλλάκτη - σε σταθερή θερμοκρασία - και χρησιμοποιείται είτε για να αυξήσει τη θερμοκρασία του κτηρίου είτε για να τη μειώσει. Στην ουσία πρόκειται για μια λειτουργία παρόμοια με αυτή των κοινών κλιματιστικών, με τη διαφορά ότι ενώ τα κλιματιστικά χρησιμοποιούν τη θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος εξαερώνοντας ή υγροποιώντας το πτητικό αέριο που περιέχουν, η γεωθερμική αντλία χρησιμοποιεί τη θερμοκρασία του νερού. Το τρίτο μέρος του συστήματος είναι ένα ακόμα δίκτυο σωληνώσεων που "τρέχει" μέσα στο δίκτυο στο οποίο αποδίδει ή από το οποίο παραλαμβάνει θερμότητα. Το δίκτυο αυτό μπορεί να είναι είτε ενδοδαπέδιο, είτε επιτοίχιο, είτε ένα δίκτυο με fan coils (θερμαντικά σώματα με ενσωματωμένο ανεμιστήρα).

2.10 Σύστημα θέρμανσης – Ενδοδαπέδιο σύστημα

Το ενδοδαπέδιο σύστημα (Εικόνα 36) είναι σύστημα θέρμανσης με νερό χαμηλής θερμοκρασίας 35-45°C έχοντας ως θερμαντική επιφάνεια το δάπεδο, εντός του οποίου τοποθετούνται σωλήνες πολυαιθυλενίου και αλουμινίου. Προσφέρεται για θέρμανση οποιουδήποτε χώρου, είτε αυτόνομα είτε σε συνδυασμό με άλλα συστήματα, καθώς και για δροσισμό – ψύξη δαπέδου. Το μονωτικό υλικό, το οποίο στρώνεται κάτω από τη θέρμανση δαπέδου, είναι

συνήθως σκληρές πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης υψηλής πυκνότητας (30 Kg/m^3), ύψους 50mm, ώστε να έχουν εύκολη και γρήγορη τοποθέτηση, σταθερότητα, ηχομόνωση, θερμομόνωση, μηχανική αντοχή και στήριξη των σωλήνων.



Εικόνα 36: Ενδοδαπέδιο σύστημα

Το σύστημα των σωληνώσεων τοποθετείται μετά τα επιχρίσματα και οπωσδήποτε πριν τις τελικές επικαλύψεις των δαπέδων. Τοποθετούνται οι συλλέκτες (διανομείς), η ταινία του τοίχου ή μορφόπλακα, διαστρώνεται (πλέκεται) ο σωλήνας εν ψυχρώ, χωρίς ενώσεις, με ορισμένη πυκνότητα, ώστε κατά τη θέρμανση να καλύπτονται οι θερμικές απώλειες του κάθε χώρου. Αμέσως μετά την τοποθέτηση των σωλήνων γίνεται έλεγχός τους υπό πίεση 6 bar για 24 ώρες. Τέλος, οι σωλήνες καλύπτονται με τσιμεντοκονίαμα 350 kg/m^3 (θερμομπετόν) πάχους 5-cm και το δάπεδο είναι έτοιμο να δεχθεί την τελική επικάλυψη (μάρμαρα, πλακάκια, ξύλα κτλ). Το συνολικό ύψος της κατασκευής για πλακάκια ή ξύλα δεν ξεπερνά τα 9 cm συμπεριλαμβανομένων όλων των υλικών δηλ. μόνωση - σωλήνας - τσιμεντοκονία - πλακάκια.

Δεν υπάρχουν περιορισμοί στην επιλογή τελικού δαπέδου. Το ενδοδαπέδιο σύστημα μπορεί να συνδυαστεί με οποιοδήποτε υλικό, πλακάκι, μάρμαρο, ξύλο (κολλητό ή καρφωτό), πλαστικό δάπεδο κτλ. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι τα χαλιά μειώνουν την ακτινοβολία θερμότητας της ενδοδαπέδιας, γι' αυτό καλό είναι να γνωρίζουμε σε ποιους χώρους θα στρωθούν χαλιά ή μοκέτες, ώστε εκεί η διάστρωση των σωλήνων να είναι πυκνότερη.

Τέλος, αυτά τα συστήματα θέρμανσης προσφέρουν ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασίας στους χώρους και εξοικονόμηση χώρου με την αποφυγή θερμαντικών σωμάτων. Απαιτούν χαμηλή θερμοκρασία νερού και μπορούν να λειτουργήσουν με τη χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, όπως μία αντλία θερμότητας με πολύ χαμηλό κόστος λειτουργίας.

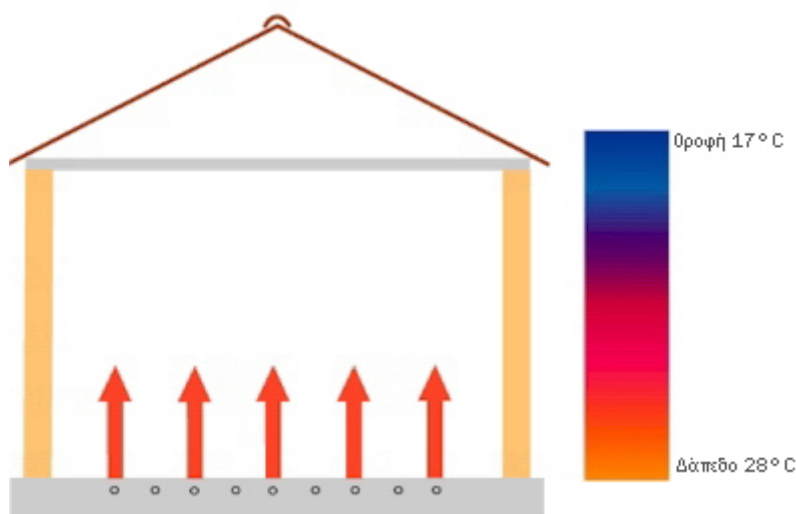
2.10.1 Ενδοδαπέδια θέρμανση

Η χρήση του δαπέδου σαν θερμαντικό σώμα συμβάλλει στην άνετη και ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας στο χώρο. Εξαιτίας της ομοιόμορφης κατανομής της θερμότητας, των μηδενικών απωλειών του δαπέδου και της σωστής διαστρωμάτωσης της θερμοκρασίας κατά ύψος, έχουμε τη δυνατότητα να πετύχουμε συνθήκες άνεσης με την θερμοκρασία χώρου χαμηλότερη τουλάχιστον κατά 2°C.

Σε συνδυασμό με την χαμηλότερη θερμοκρασία προσαγωγής επιτυγχάνουμε λιγότερες ώρες λειτουργίας του λέβητα, επομένως και χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου.

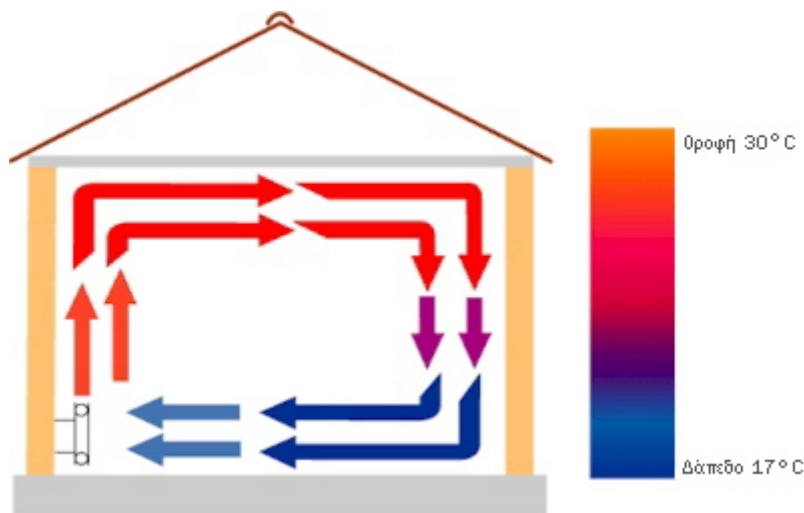
Η οριζόντια και έμμεση θέρμανση του χώρου, λόγω ακτινοβολίας θερμότητας, έχει σαν συνέπεια την επίτευξη της ιδανικής κατανομής της θερμοκρασίας.

Αυτό επιτυγχάνεται με τη ροή ζεστού νερού σε χαμηλή θερμοκρασία κάτω από το τελικό δάπεδο. Έτσι, η θερμοκρασία στο δάπεδο είναι 25-28°C, ενώ σε ύψος 1.6m, η θερμοκρασία είναι 20°C (Εικόνα 37).



Εικόνα 37: Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης

Αντίθετα, κατά την λειτουργία του θερμαντικού σώματος λόγω άμεσης επαφής θερμαίνεται ο αέρας τοπικά στους 50°C και καθώς το φαινόμενο συνεχίζεται, η θερμότητα συσσωρεύεται στα ανώτερα στρώματα του χώρου (Εικόνα 38).



Εικόνα 38: Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης

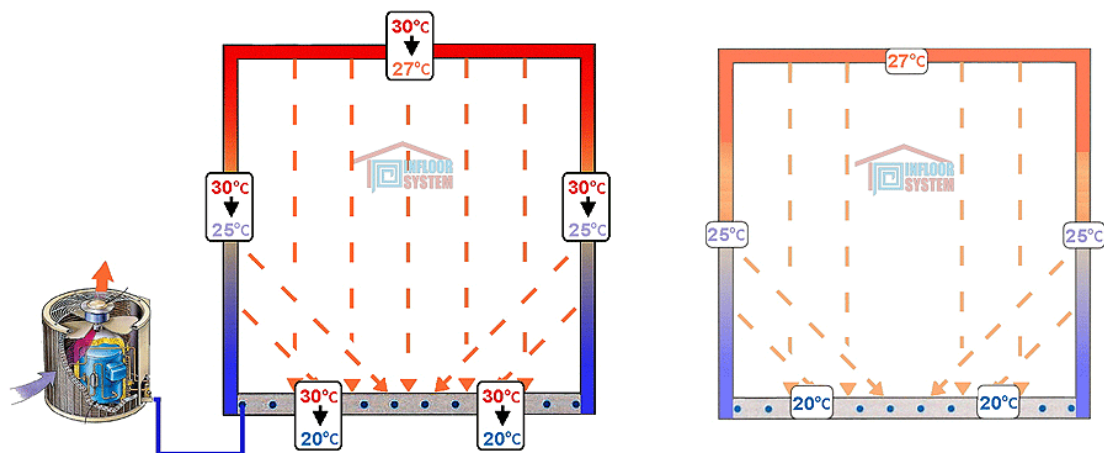
Συγκεκριμένα, η ενδοδαπέδια θέρμανση είναι κατά 35% οικονομικότερη στη λειτουργία από μια συμβατική θέρμανση. Κάτι τέτοιο εξηγείται από το ότι η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής στους σωλήνες φτάνει τους 45°C, ενώ στο καλοριφέρ τους 80°C. Είναι γνωστό ότι όσο χαμηλότερη θερμοκρασία έχει το νερό τροφοδοσίας ενός συστήματος θέρμανσης, τόσο πιο αποδοτικά δουλεύουν οι λέβητες, οι αντλίες θερμότητας και οι ηλιακοί συλλέκτες. Αν δε αναλογιστεί κανείς ότι για κάθε 1°C μείωσης της θερμοκρασίας προσαγωγής, έχουμε οικονομία καυσίμου 3%, τότε γίνεται αντιληπτό το όφελος να διατηρούμε τη θερμοκρασία νερού λειτουργίας όσο το δυνατόν χαμηλότερα.

2.10.2 Ενδοδαπέδια ψύξη

Το σύστημα του οριζοντίου δικτύου της θέρμανσης, είναι ιδανικό και για τον δροσισμό του χώρου. Αυτό επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση ενός ψύκτη νερού (chiller) ο οποίος διοχετεύει στο δίκτυο των σωληνώσεων ψυχρό νερό. Παράλληλα, για τον έλεγχο της υγρασίας προστίθενται τοπικά και σώματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας (fan-coils).

Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στην ικανότητα που έχει ένα ψυχρότερο σώμα -δάπεδο- να απορροφάει θερμότητα απ' όλα τα δομικά στοιχεία και τον αέρα του χώρου και να την αποβάλλει στο περιβάλλον. Η ψύξη δαπέδου λειτουργεί με θερμοκρασία προσαγωγής νερού 14-16°C, με την αντίστοιχη θερμοκρασία επιστροφής να είναι 5 βαθμούς υψηλότερη.

Η ελάχιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία του τελικού δαπέδου είναι 20-21°C τιμή που περιορίζει την μέση απόδοση του συστήματος στα 35-50Watt/m², αποτρέπει όμως το φαινόμενο των υγροποιήσεων.



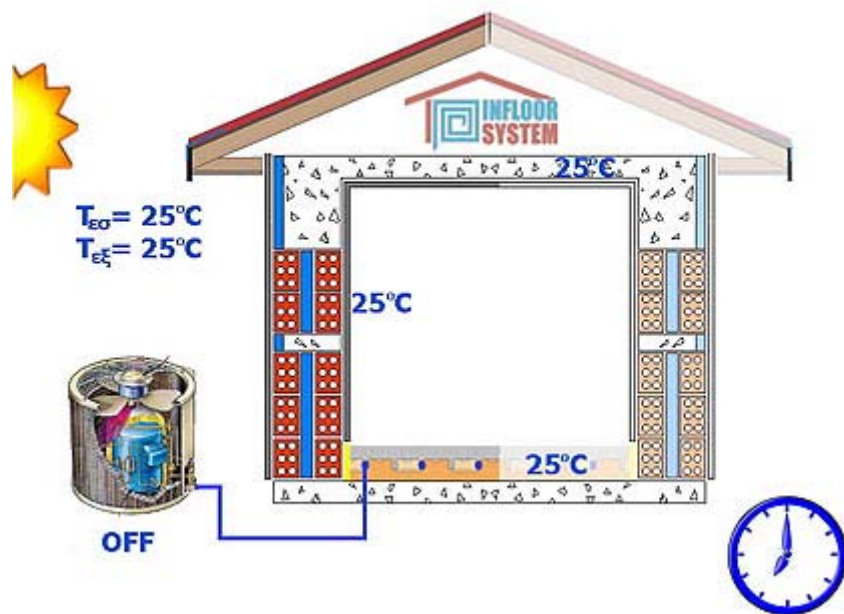
Εικόνα 39: Ενδοδαπέδιο σύστημα ψύξης

Η ενδοδαπέδια ψύξη (Εικόνα 39), εκμεταλλεύεται τη θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων (εσωτερική και εξωτερική τοιχοποιία, κολόνες και τοιχία) η οποία αποτρέπει μεγάλες μεταβολές της εσωτερικής θερμοκρασίας του χώρου, έτσι ώστε να αποδώσει το απαιτούμενο ψυκτικό φορτίο. Ταυτόχρονα το σύστημα των fan-coils ρυθμίζει την σχετική υγρασία του χώρου, με αποτέλεσμα να διασφαλίζεται το ιδανικό περιβάλλον ολόκληρο το καλοκαίρι. Η συμπεριφορά μίας ελληνικής κατοικίας σε τρεις διαφορετικές χρονικές στιγμές μία καλοκαιρινή ημέρα, εξοπλισμένη με σύστημα ενδοδαπέδιας ψύξης απεικονίζεται παρακάτω.

Κατά τη διάρκεια της νύχτας και ως τις πρώτες πρωινές ώρες (Εικόνα 40), το ψυκτικό μηχάνημα δεν λειτουργεί, διότι η εξωτερική θερμοκρασία και τα δομικά στοιχεία της κατασκευής βρίσκονται μεταξύ τους σε απόλυτη ισορροπία.

Το χαρακτηριστικό αυτό η αποφόρτιση δηλαδή των δομικών στοιχείων από το θερμικό φορτίο, είναι που προδίδει τα στοιχεία της θερμικής άνεσης και της οικονομικής λειτουργίας στο σύστημα της ενδοδαπέδιας ψύξης.

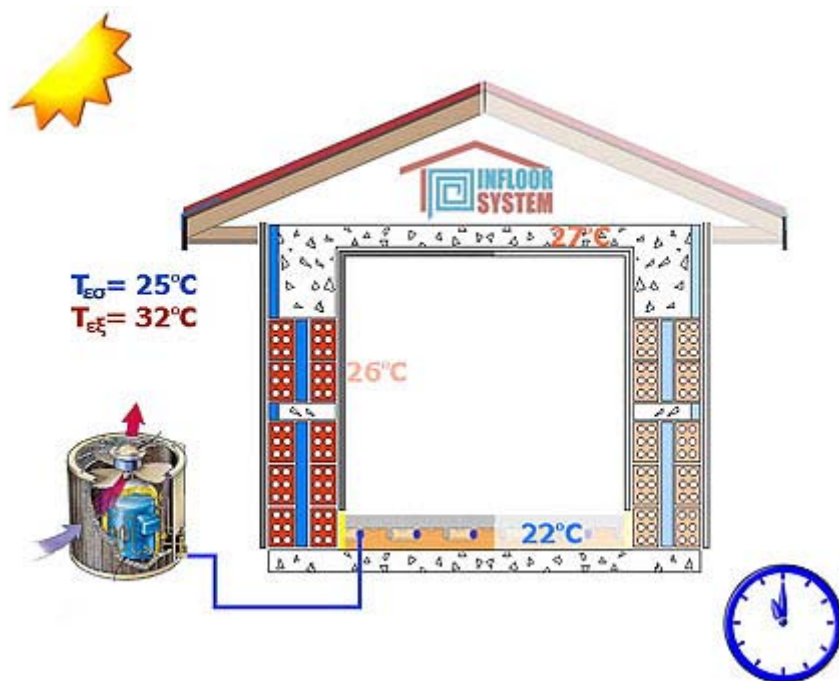
Με αυτό τον τρόπο και με το σύστημα σε πλήρη ισορροπία, οι ώρες λειτουργίας του ψύκτη στη διάρκεια του 24ώρου περιορίζονται στο ελάχιστο.



Εικόνα 40: Ενδοδαπέδιο σύστημα ψύξης

Στη διάρκεια της ημέρας (Εικόνα 41) και όσο η εξωτερική θερμοκρασία αυξάνεται, το ψυκτικό μηχάνημα λειτουργεί για να αποβάλλει το θερμικό φορτίο του χώρου μέσω της ψυκτικής επιφάνειας (δάπεδο).

Στο εσωτερικό η θερμοκρασία παραμένει στους 25°C χωρίς την ανθυγιεινή παρουσία ρευμάτων ψυχρού αέρα, καθώς η ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ ανθρώπινου οργανισμού και συστήματος γίνεται με τον ίδιο τρόπο (δια ακτινοβολίας).

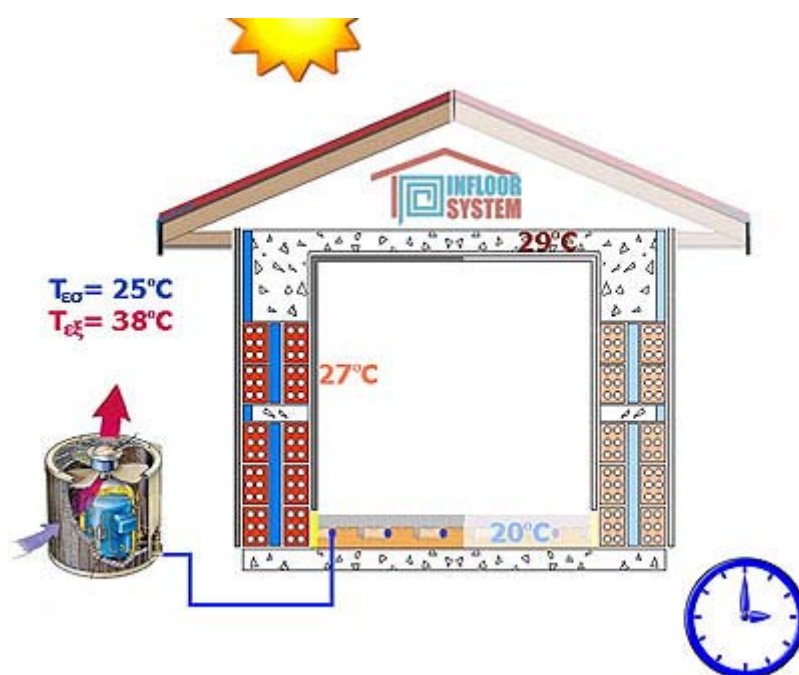


Εικόνα 41: Ενδοδαπέδιο σύστημα ψύξης

Όταν η σχετική υγρασία του χώρου ξεπεράσει το 55-60% ξεκινάει η λειτουργία των F.C.U. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται η υγρασία στο εσωτερικό και αποτρέπονται οι υγροποιήσεις στο δάπεδο, φαινόμενο που προκαλείται από την μεγάλη διαφορά μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας.

Ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας συντελεί επιπρόσθετα και στη μείωση του δείκτη δυσφορίας στο χώρο. Η θερμοκρασία δαπέδου σε αυτές τις συνθήκες είναι 20°C και ο ψύκτης λειτουργεί στο μέγιστο του φορτίο.

Στη συνέχεια της ημέρας (Εικόνα 42) η όλη διαδικασία αντιστρέφεται, σταματάει δηλαδή η λειτουργία των F.C.U. και σταδιακά η εξωτερική μονάδα παύει να λειτουργεί έως το πρωινό της επόμενης ημέρας.



Εικόνα 42: Ενδοδαπέδιο σύστημα ψύξης

2.11 Σύστημα ελέγχου

Το σύστημα θέρμανσης της κατοικίας μας περιλαμβάνει και ένα σύστημα ελέγχου, το οποίο αποτελείται από τον ελεγκτή, τον αισθητήρα συλλέκτη και τον αισθητήρα θερμοδοχείου. Ο ελεγκτής αυτός ενεργοποιεί τον κυκλοφορητή κυκλώματος ηλιακών κατά την επίτευξη μιας ελάχιστης θερμοκρασίας στο συλλέκτη και σε επαρκή διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ συλλέκτη και θερμοδοχείου. Μειώνει τον αριθμό στροφών του κυκλοφορητή κυκλώματος ηλιακών έως έναν ρυθμιζόμενο ελάχιστο αριθμό, για την τήρηση μιας ελάχιστης διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ θερμοδοχείου και συλλέκτη σε συνάρτηση με τα ρυθμισμένα κριτήρια ενεργοποίησης και απενεργοποίησης. Απενεργοποιεί τον κυκλοφορητή κυκλώματος ηλιακών σε περίπτωση μείωσης της ελάχιστης διαφοράς θερμοκρασίας κάτω από την οριακή τιμή, μεταξύ συλλέκτη και θερμοδοχείου ή κατά την επίτευξη της μέγιστης επιτρεπόμενης θερμοκρασίας στο θερμοδοχείο.

2.12 Οικονομοτεχνική ανάλυση

Τα συστήματα γεωθερμίας και ηλιακού κλιματισμού που χρησιμοποιούνται για θέρμανση και ψύξη μπορούν να προσφέρουν μέχρι και 70 % εξοικονόμηση χρημάτων, ενώ ταυτόχρονα μπορούμε να περιορίσουμε τη χρήση πετρελαίου.

Ωστόσο, όλα τα εναλλακτικά συστήματα θέρμανσης – ψύξης απαιτούν χρόνο για την απόσβεση του κόστους εγκατάστασής τους. Ειδικά οι γεωθερμικές αντλίες και ο ηλιακός κλιματισμός έχουν σχετικά υψηλό κόστος απόκτησης, με αποτέλεσμα η απόσβεσή τους να κυμαίνεται στα 5-10 χρόνια. Όμως, από αυτό το σημείο και έπειτα ο καταναλωτής έχει μόνο κέρδη καθώς γλιτώνει τα έξοδα πετρελαίου και ηλεκτρικού ρεύματος για τη θέρμανση και την ψύξη. Ο εξοπλισμός και η γεώτρηση του συστήματος κυμαίνεται γύρω στις 20.000 ευρώ.

Το συγκεκριμένο σύστημα, γεωθερμικό ηλιακό σύστημα, καλό είναι να συνδυάζεται με ενδοδαπέδια θέρμανση σε υπό ανέγερση κτίσμα. Ωστόσο υπάρχει πάντα και η επιλογή της αντικατάστασης του συμβατικού συστήματος θέρμανσης μίας παλαιάς κατοικίας, όμως το κόστος εγκατάστασης ανεβαίνει έως και 10.000 ευρώ καθώς θα πρέπει να αλλάξουν τα υπάρχοντα καλοριφέρ με ειδικά συστήματα fan coils. Ο χρόνος απόσβεσης της γεωθερμικής αντλίας φτάνει έως και τα 7 χρόνια σε αυτή την περίπτωση.

Αυτού του είδους συστήματα δεν έχουν σημαντικά έξοδα συντήρησης, γλιτώνεις τον χώρο που θα απαιτούσε η δεξαμενή πετρελαίου, ενώ είναι και ιδιαίτερα αξιόπιστο. Από τη στιγμή που γίνει η εγκατάσταση εξαλείφεται το έξοδο του πετρελαίου, ενώ μειώνεται κατά πολύ και ο λογαριασμός του ηλεκτρικού ρεύματος κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Η γεωθερμική αντλία καταναλώνει ελάχιστο ρεύμα, περίπου 10 ευρώ το δίμηνο για ένα διαμέρισμα 65 τετραγωνικών μέτρων με σταθερή θερμοκρασία στους 21 βαθμούς Κελσίου. Κατά την ψύξη επιτυγχάνεται οικονομία έως και 50% σε σχέση με την κατανάλωση ρεύματος από κλιματιστικά σώματα και κατά τη θέρμανση έως και 70%.

Επιπλέον, πρόκειται για ένα σύστημα το οποίο είναι ιδιαίτερα φιλικό προς το περιβάλλον αφού δεν απελευθερώνονται τα προϊόντα καύσης του πετρελαίου, ενώ δεν καταναλώνει τις μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος που απαιτούν τα συμβατικά κλιματιστικά για την ψύξη.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η θέρμανση κατοικιών με την χρήση πετρελαίου συνοδεύεται από ένα μηνιαίο κόστος κατανάλωσης, αλλά και από την εκπομπή ρυπογόνων αερίων, κυρίως CO₂, λόγω καύσης. Αντιθέτως, με την χρήση της ηλιακής και της γεωθερμικής ενέργειας δεν έχουμε καθόλου εκπομπές επικίνδυνων αερίων και το μόνο κόστος, είναι το κόστος εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών και το σύστημα της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας.

Οι εγκαταστάσεις των γεωθερμικών ηλιακών συστημάτων χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο, αυξάνουν κατά 50% ετησίως τα τελευταία τέσσερα χρόνια, ενώ στα επόμενα χρόνια προβλέπεται ακόμα μεγαλύτερη άνοδος.

Συμπεράσματα

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας βρίσκουν πολλές εφαρμογές και στις μέρες μας τείνουν να χρησιμοποιούνται σε ολοένα και μεγαλύτερο βαθμό καθώς τα οφέλη είναι σημαντικά. Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα. Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ. Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου. Συγκεκριμένα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη θέρμανση και στην ψύξη κατοικίας με κάποιο κατάλληλο σύστημα.

Τα ενδοδαπέδια συστήματα μπορούν να τροφοδοτηθούν με οποιαδήποτε πηγή ενέργειας. Έτσι, εκτός από λέβητες πετρελαίου ή αερίου, μπορούν να συνδυαστούν και με εναλλακτικές πηγές θερμότητας, όπως ηλιακή ενέργεια και γεωθερμία, αποδεικνύοντας ότι είναι ένα «ευέλικτο» σύστημα θέρμανσης, που συνδυάζεται και με φθηνότερες πηγές καυσίμου.

Η ενδοδαπέδια θέρμανση αποδεικνύεται εξαιρετικά αποδοτική και οικονομική στη λειτουργία, αφού δε συσσωρεύει θερμότητα στην οροφή, αλλά την κατανέμει ομοιόμορφα στο χώρο από κάτω προς τα πάνω. Παρατηρούνται λιγότερες απώλειες στις σωληνώσεις και στους χώρους της οροφής, των τοίχων και του αερισμού, καθώς δε χρειάζεται να θερμανθεί ο αέρας.

Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι το ενδοδαπέδιο σύστημα προτείνεται καθώς έχει αρκετά πλεονεκτήματα. Εξοικονομεί χώρο στο διαμέρισμα, παρέχει δυνατότητα ανακαίνισης των χώρων και μπορεί να λειτουργήσει και με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Παρέχει δυνατότητα αυτονομίας σε κάθε δωμάτιο, κατανέμει ομοιόμορφα τη θερμότητα παντού και θερμαίνει με ευχάριστο και βιολογικώς ορθό τρόπο, καθώς ζεσταίνει περισσότερο τα άκρα, αφήνοντας πιο δροσερό το κεφάλι. Επίσης, με το σύστημα αυτό δεν αναδύονται οσμές και δεν υπάρχει περίπτωση τραυματισμών, αφού δεν προεξέχουν σώματα καλοριφέρ. Είναι εύκολη στη ρύθμιση και στο χειρισμό και ηχομονώνει τα δάπεδα.

Βιβλιογραφία

Αρβανίτης Απ., «Μύθοι και πραγματικότητα για τη γεωθερμία», Υπουργείο Ανάπτυξης, Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, Διεύθυνση Γεωθερμίας και Μεταλλευτικών Ερευνών, Διεύθυνση Γεωθερμίας και Θερμομεταλλικών Υδάτων.

Γεωργόπουλος Αλέξανδρος, «Γη ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης», Gutenberg

Γκαβαλιάς Β., Προδρόμου Ι., Σημειώσεις για το Εργαστήριο Θέρμανση – Ψύξη – Κλιματισμός Ι, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Σερρών, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολογίας.

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, «Οδηγός για εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες», Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση οικιστικής πολιτιστικής κατοικίας.

Καλδέλλης Ιωάννης, Σπυρόπουλος Χ. Γεώργιος, Καββαδίας Κόσμου, Λαμπρίδου Ελένη – Καλομοίρα, «Υπολογιστικές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας – Ηλιακή ακτινοβολία – Φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις – Ηλιακά θερμικά συστήματα», Εκδόσεις Αθ. Σταμούλη.

ΚΑΠΕ, «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε οικιστικά σύνολα».

Κατσανεβάκης Αθανάσιος, «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», Σημειώσεις του μαθήματος του Ζ' Εξαμήνου σπουδών, Τμήμα Μηχανολογίας, ΤΕΙ Σερρών.

Περιοδικό, «Ζεστό σπίτι χωρίς να καίει η τσέπη σας», Ειδικό Αφιέρωμα Θέρμανση, Τύπος της Κυριακής.

Jacques Vernier, «Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας», Περιβάλλον.

el.wikipedia.org/wiki/Ήπιες_μορφές_ενέργειας

www.infloorsystem.gr

www.rehau.de

www.sigma-geo.gr

www.sigma-sa.com