



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ Μ/Υ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ**

ΑΝΔΡΙΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΧΑΡΗΣ ΔΟΥΚΑΣ

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2023



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ Μ/Υ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ**

ΑΝΔΡΙΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΧΑΡΗΣ ΔΟΥΚΑΣ

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 20η Οκτωβρίου 2023

.....
Χ. Δούκας
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Β. Μαρινάκης
Επ. Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Α. Αρσενόπουλος
Διδάκτωρ ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2023

.....
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΑΝΔΡΙΤΣΟΠΟΥΛΟΣ

Διπλωματούχος στο Διαπανεπιστημιακό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών
«Τεχνοοικονομικά Συστήματα»

Copyright © ΑΝΔΡΙΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Η διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας σε συνδυασμό με την σταδιακή εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων του πλανήτη (άνθρακας, φυσικό αέριο, πετρέλαιο κλπ), αλλά και η βαθμιαία επιδείνωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, οδήγησε τις σύγχρονες κοινωνίες να στραφούν αφενός σε τεχνικές εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας, αφετέρου στην αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Η χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας δεν αποτελεί κάτι καινούργιο καθώς ο άνθρωπος από την αρχαιότητα εκμεταλλεύτηκε τη θερμότητα του ήλιου αλλά και των ηφαιστιογενών περιοχών, χρησιμοποίησε ανεμόμυλους και νερόμυλους εκμεταλλευόμενος τη δύναμη του αέρα και των παλιρροιών αντίστοιχα και πραγματοποίησε καύση ξύλου και αποβλήτων.

Στο πλαίσιο της ανάγκης για εξοικονόμηση ενέργειας, σημαντικό τμήμα αποτελεί και ο κτηριακός τομέας ο οποίος είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Δεδομένου ότι το 80% των κατοίκων της Ευρώπης κατοικούν στις πόλεις, η ανάγκη για κάλυψη των απαιτήσεων σε θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης αυξάνει συνεχώς. Επιπλέον, το 50% περίπου των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προέρχεται από τα καύσιμα για την παραγωγή της απαιτούμενης ενέργειας για τα κτήρια. Συνεπώς, η κατασκευή ενεργειακά αποδοτικών κτηρίων και η χρήση μεθόδων και τεχνικών για τη αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας αποτελεί επιτακτική ανάγκη. Σύμφωνα με μελέτες που έχουν διεξαχθεί, η εφαρμογή μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας στα ελληνικά κτήρια, θα επέφερε μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση κατά 50% (ΕΜΠ, 2006).

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και η συμβολή τους στην ενεργειακή αναβάθμιση των κτιριακών υποδομών. Αναλύεται η τεχνολογία τους και εξετάζονται οι κυριότερες εφαρμογές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας που δύνανται να εγκατασταθούν σε μια κατοικία.

Λέξεις Κλειδιά:

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Εξοικονόμηση Ενέργειας, Βελτιστοποίηση, Ενεργειακή Αναβάθμιση, Κτιριακές υποδομές, Κόστος οφέλους

Abstract

The increasing demand of energy in combination with the gradual depletion of planet's conventional fuels reserves (coal, gas, oil, etc.), as well as the environmental degradation, has led the societies to turn, both to a rational use of energy, and to the utilization of Renewable Energy Sources. This thesis aims to present the Renewable Energy Sources and their contribution on upgrading the buildings.

Since ancient times, renewable energy is being produced by sources such as the sun, volcanoes, windmills, watermills, tide, as well as wood burn and waste burn.

In the framework of the need for energy save, it is important to consider the buildings which are responsible for the 40% of energy consumption nationally and Europeanly. Given that 80% of the European citizens live in cities, the need for heating, cooling, lighting and hot water is constantly increasing. Furthermore, the 50% of the CO₂ emissions is being produced by fossil fuel combustion for covering the buildings' energy needs.

Therefore, it is very important the construction of energy efficient buildings and the use of methods and techniques for the utilization of Renewable Energy Sources. According to research that has been conducted, the use of methods for energy saving in buildings in Greece would decrease the consumption of energy for heating purposes by 50%.

This thesis aims to present the Renewable Energy Sources and their contribution on upgrading the energy efficiency of the buildings. The technology and the applications of the Renewable Energy Resources in residences will be analyzed.

Key Words:

Renewable Energy Sources, Energy Saving, Optimization, Building Energy Updates, Building Infrastructure, Cost Benefit

.....

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΑΝΔΡΙΤΣΟΠΟΥΛΟΣ

Διπλωματούχος στο Διαπανεπιστημιακό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών
«Τεχνοοικονομικά Συστήματα»

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2018-2023 στα πλαίσια των δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης του τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, υπό την επίβλεψη του κ. Χάρη Δούκα, Αναπληρωτή Καθηγητή Ε.Μ.Π, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κ. Αρσενόπουλο Απόστολο, Υποψήφιο Διδάκτορα Ε.Μ.Π, για την συνεχή υποστήριξη και καθοδήγησή του, καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές του που συνετέλεσαν καθοριστικά στην επιτυχή διεκπεραίωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Επιπλέον ευχαριστώ ιδιαίτερα την σύζυγό μου Έλενα που, σε χρόνο που αυτή και το νέο μέλος της οικογενείας μας με χρειαζόντουσαν, ανέχθηκε την αφοσίωσή μου στην κατάρτιση αυτής της διπλωματικής.

Τέλος, ευχαριστώ τους φίλους μου για τη συμπαράσταση τους στις δύσκολες στιγμές και τις αξέχαστες εμπειρίες κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	5
Abstract	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Εισαγωγή.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 –Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	15
2.1 Ιστορική αναδρομή	15
2.2 Μορφές ΑΠΕ	15
2.2.1 Αιολική ενέργεια	15
2.2.2 Ηλιακή ενέργεια.....	17
2.2.3 Γεωθερμική ενέργεια.....	20
2.2.4 Υδροηλεκτρική ενέργεια.....	22
2.2.5 Βιομάζα	26
2.3 Πλεονεκτήματα χρήσης ΑΠΕ	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Νομοθετικό πλαίσιο σε διεθνές/ευρωπαϊκό επίπεδο.....	30
3.1 Ευρωπαϊκό & Διεθνές Κανονιστικό πλαίσιο	30
3.2 Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – Βιοκλιματικός Σχεδιασμός κτιρίων.....	36
4.1 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ).....	36
4.2 Αρχές Βιοκλιματικού σχεδιασμού.....	37
4.3 Υφιστάμενη Κατάσταση Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής στην Ελλάδα	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Προτάσεις εφαρμογής των ΑΠΕ για την ενεργειακή βελτιστοποίηση κτιριακών υποδομών	41
5.1 Ηλιακοί συλλέκτες	41
5.2 Ηλιακός κλιματισμός.....	44
5.3 Φωτοβολταϊκά συστήματα.....	46

5.4 Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας	52
5.5 Μικρές ανεμογεννήτριες.....	56
5.6 Εγκατάσταση Φυσικού Αερίου	62
5.7 Εγκατάσταση Βιομάζας	69
Συμπεράσματα	75
Βιβλιογραφία	76

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1 - Ανεμογεννήτριες.....	16
Εικόνα 2 - Απεικόνιση της εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας	18
Εικόνα 3 - Τυπική διάταξη υδροηλεκτρικού σταθμού.....	24
Εικόνα 4 - Διάταξη επίπεδου ηλιακού συλλέκτη	43
Εικόνα 5 - Διάταξη ηλιακού συλλέκτη κενού	43
Εικόνα 6 - Σύστημα ηλιακού κλιματισμού	45
Εικόνα 7 - Επαφή/Δίοδος p-n	48
Εικόνα 8 - Φωτοβολταϊκό φαινόμενο.....	48
Εικόνα 9 - Φωτοβολταϊκό πλαίσιο και συγκρότημα.....	50
Εικόνα 10 - Γεωαναλλάκτες θερμότητας	54
Εικόνα 11 - Αρχή λειτουργίας γεωθερμικών συστημάτων.....	55
Εικόνα 12 - Κατηγορίες ανεμογεννητριών	57
Εικόνα 13 - Δομή ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα	59
Εικόνα 14 - Μεγέθη ανεμογεννητριών	60
Εικόνα 15 Διαμόρφωση ατμοσφαιρικού καυστήρα.....	66
Εικόνα 16 Πηγές βιομάζας στην Ευρώπη.....	70

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Εισαγωγή

Η κινητήριος δύναμη της ανθρωπότητας για την πραγματοποίηση των καθημερινών της δραστηριοτήτων είναι η ενέργεια. Αποτελεί έναν εκ των βασικών πυλώνων στήριξης της σύγχρονης οικονομικής και τεχνολογικής ανάπτυξης σε παγκόσμιο επίπεδο. Όλες οι σύγχρονες κοινωνίες καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας καθώς το βιοτικό τους επίπεδο είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την ενεργειακή ζήτηση. Για την κάλυψη των καθημερινών τους αναγκών καταναλώνουν σχεδόν αποκλειστικά συμβατικές πηγές ενέργειας, δηλαδή πετρέλαιο, βενζίνη, φυσικό αέριο και άνθρακα. Τα ορυκτά καύσιμα (άνθρακας, φυσικό αέριο και πετρέλαιο) καταλαμβάνουν περισσότερο από το 80% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας (national geographic – Fossil Fuels, no date).

Η χρήση των ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας προσφέρει πολλά οφέλη όπως το γεγονός ότι αποτελεί μία οικονομική λύση, καθώς η εξόρυξη τους είναι φθηνή και οι κλάδοι εφοδιασμού τους είναι καλά οργανωμένοι ώστε να καλύπτουν τα περισσότερα μέρη του πλανήτη, και επιπλέον το ότι είναι ευρέως διαθέσιμα. Ωστόσο, η κατανάλωση ενέργειας που βασίζεται στα συμβατικά αυτά καύσιμα είναι αντιμέτωπη με δύο σημαντικά προβλήματα, την αβεβαιότητα για μελλοντική διαθεσιμότητα και επάρκεια αποθεμάτων και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Συγκεκριμένα, η εντατική χρήση τους επιφέρει τον κίνδυνο της γρήγορης εξάντλησης τους, με τις χώρες που δεν διαθέτουν επαρκή αποθέματα ορυκτών καυσίμων να αντιμετωπίζουν κινδύνους ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού τους. Επιπλέον, η εκτεταμένη χρήση τους προκαλεί μία σειρά από σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα με κυρίαρχο το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η κλιματική αλλαγή δεν αποτελεί ένα μελλοντικό ζήτημα καθώς ήδη στις μέρες μας ο πλανήτης καταστρέφεται με ανησυχητικό ρυθμό. (Κορωνάιος, 2012)

Πολλές χώρες ανά τον κόσμο έχουν ήδη συνειδητοποιήσει τον αναστρέψιμο χαρακτήρα που τείνουν να λάβουν οι επιπτώσεις αυτές, προκαλώντας αμφιβολία για την επιβίωση των επόμενων γενεών, και την επείγουσα ανάγκη για καθαρή παραγωγή ενέργειας, χωρίς δηλαδή πρόκληση ρύπανσης. Επιπλέον, η διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας σε συνδυασμό με την εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων του πλανήτη μας, οδήγησε τις σύγχρονες κοινωνίες να στραφούν αφενός σε τεχνικές εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας,

αφετέρου στην αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Μορφών Ενέργειας (ΑΠΕ). (Κορωναίος, 2012) (Καρβούνης, 2010)

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ή Ήπιες Πηγές Ενέργειας είναι οι μορφές ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ως ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές θεωρείται η αιολική, ηλιακή, αεροθερμική, γεωθερμική, υδροθερμική και ενέργεια των ωκεανών, υδροηλεκτρική, από βιομάζα, από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέρια. Ονομάζονται Ανανεώσιμες επειδή συνδέονται με τον καθημερινό κύκλο της φύσης και κατ' επέκταση θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Εναλλακτικά ονομάζονται "ήπιες" επειδή για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση και επιπλέον διότι δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι συμβατικές πηγές, και επομένως είναι πολύ φιλικές στο περιβάλλον (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2009).

Οι ΑΠΕ ξεκίνησαν ως πειραματικές εφαρμογές καθώς ήταν ιδιαίτερα ακριβές και το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίησή τους, παρουσιάστηκε μετά τις δυο πετρελαϊκές κρίσεις, του 1973 και του 1979, και παγιώθηκε την τελευταία δεκαετία, μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Σήμερα όμως, παρόλο που οι ΑΠΕ καλύπτουν πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής παραγωγής, το κόστος τους έχει μειωθεί σημαντικά και μπορούν πλέον να ανταγωνίζονται τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας.

Επομένως, σε αρκετές χώρες ετοιμάζονται βήματα που θα επιτρέψουν την περαιτέρω αξιοποίησή τους. Ενδεικτικά, στις Η.Π.Α. ένα 6% της ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, ενώ στην Ευρωπαϊκή Ένωση με την οδηγία 2001/77/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου επιδιώκεται το 20% των αναγκών της σε ηλεκτρική ενέργεια να καλύπτεται από εναλλακτικές πηγές. (Αποστόλου, 2018) (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2009).

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζονται οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, αναλύεται η τεχνολογία τους και η συμβολή τους στην ενεργειακή αναβάθμιση των κτιριακών υποδομών.

Οι πόλεις σε όλο τον κόσμο αρχίζουν να παλεύουν με μια επίμονη πηγή εκπομπών άνθρακα που σε μεγάλο βαθμό έχει αγνοηθεί: η καύση ορυκτών καυσίμων στα

κτίρια. Ενώ ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας σε εθνικό επίπεδο έχει μειώσει τις εκπομπές περισσότερο από 25 τοις εκατό, δεν υπήρξε καμία αλλαγή στις εκπομπές άνθρακα από την άμεση χρήση ορυκτών καυσίμων σε σπίτια και επιχειρήσεις εδώ και δεκαετίες.

Το ένα δέκατο των συνολικών εκπομπών άνθρακα προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων –κυρίως αερίου– για θέρμανση και μαγείρεμα σε σπίτια και επιχειρήσεις. Ενώ οι περισσότεροι άνθρωποι δεν σκέφτονται δύο φορές τη χρήση αυτών των συσκευών, οι εκπομπές που παράγουν αποτελούν απειλή για τη δράση για το κλίμα και τη δημόσια υγεία. Οι πόλεις έχουν αρχίσει να λαμβάνουν μέτρα για την εξάλειψη των ορυκτών καυσίμων στα κτίρια, αλλά πρέπει να γίνουν πολύ περισσότερα για να σταματήσει η εξάπλωση των υποδομών φυσικού αερίου και να εξαλειφθούν αυτές οι εκπομπές. (Silberg, 2020)

Ενώ έχει δοθεί πολύ μεγαλύτερη προσοχή στη μείωση των εκπομπών στους τομείς των μεταφορών και της ηλεκτρικής ενέργειας, οι τοπικοί ηγέτες συνειδητοποιούν ότι πρέπει να μειώσουν τις άμεσες εκπομπές των κτιρίων για να έχουν οποιαδήποτε ελπίδα να επιτύχουν τους κλιματικούς στόχους τους. Για όλους λοιπόν τους παραπάνω λόγους κρίνεται σκόπιμο η διεξοδική μελέτη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις κτηριακές υποδομές, με σκοπό την κατασκευή φιλικότερων κτηρίων προς το περιβάλλον και την εξοικονόμηση ενέργειας. (Silberg, 2020)

Αρχικά, πραγματοποιείται μία εισαγωγή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, αναλύονται οι διάφορες μορφές τους καθώς και τα τεράστια οφέλη που παρέχουν με την χρήση τους. Ακολουθεί, στο τρίτο κεφάλαιο, η παρουσίαση του Νομοθετικού Πλαισίου γύρω από την εφαρμογή τους, τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε διεθνές επίπεδο και πραγματοποιείται μια αναφορά σε μερικά από τα σημαντικότερα νομοθετήματα που αφορούν στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίων στη χώρα μας. Το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τις βασικές αρχές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού των κτιριακών υποδομών καθώς και την υφιστάμενη κατάσταση της αρχιτεκτονικής αυτής και της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ελλάδα σήμερα. Τέλος, στο τελευταίο κεφάλαιο παρατίθενται κάποιες προτάσεις εφαρμογής των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε κτηριακές υποδομές, ο τρόπος υλοποίησής τους και τα οφέλη που παρέχουν. (Silberg, 2020)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 –Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

2.1 Ιστορική αναδρομή

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ξεκινούν από την λίθινη εποχή κατά την οποία η ενέργεια της φωτιάς χρησιμοποιούνταν από τους ανθρώπους των σπηλαίων για θέρμανση, φωτισμό και μαγειρική. Με την πάροδο των χιλιετιών, άρχισαν να την χρησιμοποιούν και για την μεταλλουργία και την υαλουργία. Το 3500 π.Χ. περίπου οι άνθρωποι ανακάλυψαν την αιολική ενέργεια και την χρησιμοποιούσαν για ύδρευση, άρδευση αλλά και θα τις θαλάσσιες μεταφορές του με ιστιοφόρα πλοία. Το 3000 π.Χ. έκαναν την εμφάνιση τους οι πρώτοι ανεμόμυλοι και το 200 π.Χ. οι πρώτοι νερόμυλοι που χρησιμοποιούσαν την ενέργεια του νερού που έρρεε ή έπεφτε.

Ο Αρχιμήδης ο οποίος θεωρείται ως ένας από τους πρώτους εφευρέτες, το 212 π.Χ. χρησιμοποίησε την ηλιακή ενέργεια και κοίλα κάτοπτρα για να καίει τα ρωμαϊκά πλοία κατά την πολιορκία των Συρακουσών. Ακολουθεί ο Ήρων ο οποίο το 130π.Χ. χρησιμοποιεί την δύναμη του ατμού και κατασκευάζει την πρώτη θερμική μηχανή. Ακολούθησαν πολλές εφευρέσεις με την χρήση των ΑΠΕ και η δημιουργία των πρώτων ατμομηχανών 1780-1850μ.Χ. η οποία σήμανε και την έναρξη της βιομηχανικής επανάστασης. (Αρχοντάκης, Καράτι και Έλσιντ, 2018). Παρατηρούμε λοιπόν ότι η εκμετάλλευση των ΑΠΕ δεν αποτελεί επίτευξη της σύγχρονης εποχής. Ο παλιός ανεμόμυλος, ο νερόμυλος, ακόμη και η απλή καύση των ξύλων, αποτελούσαν εργαλεία των προγόνων μας και υπήρξαν πρόδρομοι της γνώσης που σήμερα εφαρμόζεται τεχνολογικά αναβαθμισμένη και σε μεγαλύτερη κλίμακα, με τις ΑΠΕ να χρησιμοποιούνται είτε άμεσα (θέρμανση) είτε μετατρέπόμενες σε άλλες μορφές όπως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια.

2.2 Μορφές ΑΠΕ

2.2.1 Αιολική ενέργεια

Αιολική ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου. Η ηλιακή ακτινοβολία προκαλεί ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης με αποτέλεσμα την δημιουργία ανέμων λόγω της μετακίνησης μεγάλων μαζών αέρα από τη μία περιοχή στην άλλη. Η κινητική αυτή ενέργεια του ανέμου μπορεί να μετατραπεί αρχικά σε μηχανική και στη συνέχεια σε ηλεκτρική.

Από την αρχαιότητα η αιολική ενέργεια αποτελούσε μια λύση για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του ανθρώπου. Χρησιμοποιούσαν την ενέργεια του ανέμου σε ανεμόμυλους για να αλέσουν σπόρους δημητριακών αλλά και για ιστιοφόρα πλοία. Στην σημερινή εποχή η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας γίνεται με την χρήση των ανεμογεννητριών. Οι ανεμογεννήτριες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική για να περιστραφεί η πτερωτή τους και μέσω μιας γεννήτριας που διαθέτουν στο εσωτερικό τους στη συνέχεια την μηχανική ενέργεια την μετατρέπουν σε ηλεκτρική.



Εικόνα 1 - Ανεμογεννήτριες
(Βικιπαίδεια – Ανεμογεννήτρια, 2021)

Η ισχύς μιας ανεμογεννήτριας είναι αρκετά υψηλή περίπου 600 με 1.500KW και επομένως μία συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών μπορεί να λειτουργήσει σαν μία μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η συστοιχία πολλών εγκατεστημένων ανεμογεννητριών αποτελούν εάν «αιολικό πάρκο» το οποίο μπορεί να παράγει ισχύ μέχρι 40MW. Εκτιμάται ότι με χρήση της σημερινής τεχνολογίας εάν μπορούσε να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για ένα έτος, αυτή θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανθρώπινες ανάγκες στο διάστημα αυτό. (Eurostat, 2023)

Η Ελλάδα αποτελεί μία χώρα με εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και από το 1982 που η ΔΕΗ εγκατέστησε το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο, μέχρι και σήμερα μετά το νόμο 2244/94, έχουν δημιουργηθεί πολλές εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την αιολική ενέργεια τόσο από τον δημόσιο όσο και από

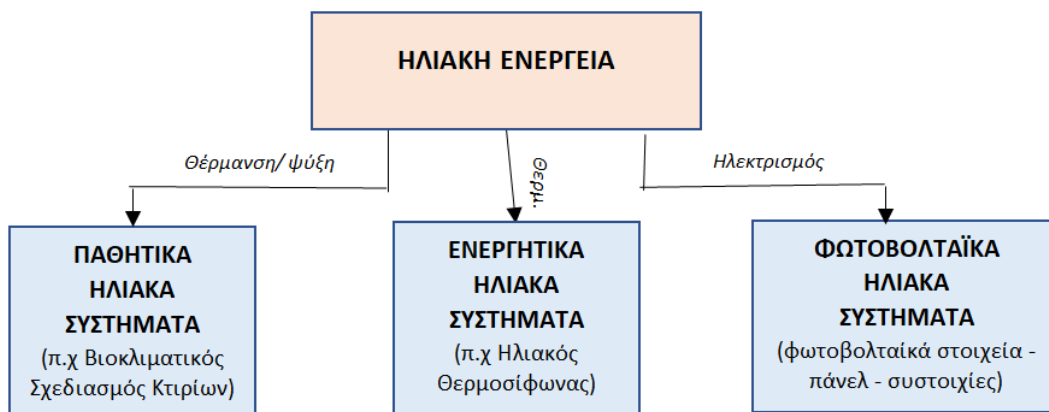
τον ιδιωτικό τομέα. Η Ελλάδα συνέδεσε αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 230 MW στο δίκτυο το 2022. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς αυξήθηκε μόλις κατά 5,2% στα 4,68 GW. Ο όγκος των νέων εγκαταστάσεων ήταν αδύναμος λόγω της μείωσης της κατάλληλης επιφάνειας για την κατασκευή αιολικών πάρκων, καθώς και των συνεχιζόμενων σημείων συμφόρησης στη διαδικασία αδειοδότησης. Σύμφωνα με την Ελληνική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (HWEA ή ELLETAEN), πέρυσι εγκαταστάθηκαν 68 νέες ανεμογεννήτριες, που αντιπροσωπεύουν επενδύσεις 230 εκατ. ευρώ. Η αιολική παραγωγή κορυφώθηκε στις 22 Νοεμβρίου στο 83,4%, ενώ ξεπέρασε το 30% της ονομαστικής δυναμικότητας για 2.138 ώρες πέρυσι. Μέχρι το τέλος του 2022, ήταν υπό κατασκευή αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος άνω των 840 MW. Αναμένεται να συνδεθούν εντός 18 μηνών. Άλλα 450 MW βρίσκονται στο στάδιο της εργολαβίας. (Eurostat, 2023)

Το σημαντικότερο ρόλο για την απόδοση των ανεμογεννητριών παίζει ο τύπος εγκατάστασής της. Η ύπαρξη ανωμαλιών στο έδαφος, κτιρίων, δέντρων ή γενικά εμποδίων μπορεί να δημιουργήσει στροβιλισμούς και να μειώσει την απόδοση. Επομένως, πριν την επιλογή της περιοχής τοποθέτησης τους απαιτείται μελέτη στατιστικών μετεωρολογικών δεδομένων για τις κατευθύνσεις των ανέμων. Στις νησιά του Αιγαίου, στην Κρήτη και στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα οι μέσες ταχύτητες του ανέμου είναι 6-7m/sec, με αποτέλεσμα το κόστος παραγόμενης ενέργειας να είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό και επομένως παρατηρείται πληθώρα έργων εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας στις συγκεκριμένες περιοχές. (Βικιπαίδεια – Αιολική ενέργεια, 2021) (Αποστόλου, 2018) (Καρβούνης, 2010)

2.2.2 Ηλιακή ενέργεια

Το σύνολο των ενεργειών που προέρχονται από την ήλιο χαρακτηρίζεται ως ηλιακή ενέργεια. Τέτοιες ενέργειες είναι το φως που αντιστοιχεί στη φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα που αντιστοιχεί στη θερμική ενέργεια, καθώς και διάφορες ακτινοβολίες όπως η ενέργεια ακτινοβολίας. Οι ενέργειες αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν, όπως φαίνεται στην εικόνα 2, μέσω των:

- Παθητικών ηλιακών συστημάτων, όπως είναι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων
- Ενεργητικών ηλιακών συστημάτων, όπως είναι ο ηλιακός θερμοσίφωνας
- Φωτοβολταϊκών συστημάτων, όπως είναι τα φωτοβολταϊκά στοιχεία, τα πάνελ και οι συστοιχίες



Εικόνα 2 - Απεικόνιση της εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας
(Βικιπαίδεια – Ηλιακή ενέργεια, 2021)

Η θερμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας χρησιμοποιείται από τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούν το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται από την ηλιακή ακτινοβολία μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αξιοποιούν τους νόμους της μεταφοράς θερμότητας και αποτελώντας δομικά στοιχεία ενός κτηρίου, συλλέγουν την ηλεκτρική ενέργεια και αφού την μετατρέψουν σε θερμότητα την διανέμουν στον χώρο. Για την διαδικασία αυτή χρησιμοποιείται γυαλί ή άλλο διάφανο υλικό για την συλλογή της ακτινοβολίας και τον εγκλωβισμό της θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα συλλέγουν και αυτά την ηλιακή ενέργεια, τη μετατρέπουν σε θερμότητα αλλά τη διανέμουν χρησιμοποιώντας είτε κάποιο υγρό είτε αέρα ως μέσο μεταφοράς. Η πιο γνωστή και ευρέως διαδεδομένη μορφή ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο ηλιακός θερμοσίφωνας ο οποίος συλλέγει την ηλιακή ενέργεια και αφού την μετατρέψει σε θερμότητα την μεταφέρει μέσω του ζεστού νερού.

Η λειτουργία των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων ξεκινάει από τον ηλιακό συλλέκτη, μια μαύρη συνήθως μεταλλική επιφάνεια, ο οποίος συλλέγει την ηλιακή ακτινοβολία και θερμαίνεται. Στο επάνω μέρος του διαθέτει ένα διαφανές κάλυμμα το οποίο μέσω του φαινομένου του θερμοκηπίου παγιδεύει τη θερμότητα. Από την απορροφητική αυτή επιφάνεια περνούν λεπτοί σωλήνες που διοχετεύουν υγρό, παίρνουν την θερμότητα και την μεταφέρουν σε μια μεμονωμένη δεξαμενή αποθήκευσης.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Η δομή ενός τυπικού φωτοβολταϊκού συστήματος αποτελείται από ένα ειδικό φωτοβολταϊκό πλαίσιο για την συλλογή του ήλιου, από μπαταρίες για την αποθήκευση της ενέργειας και από ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα, αποτελούνται από ειδικούς συλλέκτες (κρυστάλλους) που περιλαμβάνουν ειδικούς ημιαγωγούς οι οποίοι απορροφούν τα φωτόνια της ηλιακής ακτινοβολίας. Η διαρκής έκθεση των συλλεκτών στην ηλιακή ακτινοβολία έχει τελικά σαν αποτέλεσμα την παραγωγή συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο μπορεί να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο με τη χρήση ειδικών μετατροπέων. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες φωτοβολταϊκών, τα μονοκρυσταλλικά, τα πολυκρυσταλλικά και τα άμορφα φωτοβολταϊκά.

Η ηλιακή ακτινοβολία που μετατρέπεται σε ηλεκτρική είναι περίπου το 5-17%, ποσοστό που εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών γίνεται με βάση τις ανάγκες, τον διαθέσιμο χώρο και την οικονομική ευχέρεια χρήστη. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε σε συνεργασία με το δίκτυο της ΔΕΗ είτε ανεξάρτητα από αυτό. Στην χώρα μας, παρόλο που υπάρχουν οι προϋποθέσεις για εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων λόγω της αυξημένης ηλιακής ενέργειας, ο αριθμός τους είναι ιδιαίτερα μικρών με συνολική εγκατεστημένη ισχύ περίπου 1000 kWp. (Βικιπαίδεια – Ηλιακή ενέργεια, 2021) (Αποστόλου, 2018) (Αρχοντάκης και Καρατί και Έλσιντ, 2018)

Το νομοθετικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), μέσω της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ και στη συνέχεια της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ, θέτει ορισμένους στόχους για πιο βιώσιμα ενεργειακά συστήματα, βασισμένα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και καλεί τα κράτη μέλη να εφαρμογή πολιτικών διάδοσης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) γενικά και για τα φωτοβολταϊκά (ΦΒ) ειδικότερα, ώστε να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, να μετριαστούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, να διασφαλιστεί ο ενεργειακός εφοδιασμός και να αναπτυχθεί μια ισχυρή ευρωπαϊκή βιομηχανία φωτοβολταϊκών που θα έχει πρωταγωνιστικό ρόλο σε παγκόσμια κλίμακα.

Στην Ελλάδα, τουλάχιστον μέχρι το 2009, παρά τις γενναιόδωρες επιχορηγήσεις του συστήματος FiT από το 2006, σημαντικές νομοθετικές αδυναμίες, όπως περίπλοκες και μακροχρόνιες διαδικασίες αδειοδότησης και ρυθμιστικά και τεχνικά εμπόδια σχετικά με την πρόσβαση στο δίκτυο, οδήγησαν σε ασυμφωνία μεταξύ των στόχων που είχαν τεθεί και πραγματικότητα σε σχέση με τη διάχυση των φωτοβολταϊκών,

όπως παρατηρούν οι Παπαδόπουλος και Καρτέρης (2009). Ειδικότερα για τα ΒΑΡV κατοικιών, δεν καθορίστηκαν κανονισμοί αδειοδότησης και κατασκευής, καθώς και ιδιαίτερα κίνητρα, έως ότου τέθηκε σε ισχύ ένα εθνικό αναπτυξιακό πρόγραμμα για πρώτη φορά το 2009 μέσω του νόμου 3734, παρέχοντας στους δυνητικούς επενδυτές ένα εξαιρετικά υψηλό αφορολόγητο τιμολόγησης καθώς και τον καθορισμό αποσαφηνισμένων και απλουστευμένων διαδικασιών σύνδεσης στο δίκτυο. Έκτοτε, η ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων ήταν άμεση με πάνω από 12.000 αιτήσεις (105 MWp περίπου) που υποβλήθηκαν σε διάστημα 2 ετών στον Διαχειριστή του Συστήματος Διανομής, δηλαδή στη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, για προσφορά σύνδεσης στο δίκτυο. Στο πλαίσιο αυτών των εφαρμογών, πάνω από 5000 τέθηκαν ήδη σε λειτουργία το 2011, που αντιπροσωπεύουν σωρευτική ισχύ 46 MWp.

2.2.3 Γεωθερμική ενέργεια

Η φυσική θερμική ενέργεια που υπάρχει στο εσωτερικό της γης και διαρρέεται προς την εξωτερική επιφάνεια του πλανήτη ονομάζεται γεωθερμική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μια γεωθερμική αντλία η οποία επιτρέπει να μεταφέρεται ενέργεια τόσο από το έδαφος όσο και από αυτό μέσω της οποίας θερμός και ψυχρός αέρα, αλλά και ζεστό αέρα το οποίο χρησιμεύει σε οικιακές αλλά και σε άλλες ευρύτερες εφαρμογές.

Αν και πρόκειται για μια από τις ήπιες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας η χρήση των σημερινών εφαρμογών της τεχνολογίας είναι δυνατόν να χρησιμεύσει στην κάλυψη σημαντικών ενεργειακών αναγκών. Ανάλογα με τις γεωλογικές συνθήκες και το θερμοκρασιακό επίπεδο σε περιοχές όπου υπάρχουν αυτές οι πηγές θερμότητας μπορούν να χρησιμεύσουν σε διάφορες εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα συγκριτικά με τη θερμοκρασία που έχουν τα ρευστά που φτάνουν στην επιφάνεια της γης, η γεωθερμική ενέργεια διακρίνεται σε:

- Ενέργεια υψηλής ενθαλπίας, στην οποία η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από τους 150°C και η ενέργεια αυτή είναι χρήσιμη για να παράγεται ηλεκτρική ενέργεια, μέσω εγκαταστάσεων οι οποίες είναι ικανές να παράγουν μέχρι και αρκετές kWh το χρόνο

-
- Ενέργεια μέσης ενθαλπίας, στην οποία η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ θερμοκρασιών από 80 °C έως και 150°C και η οποία είναι χρήσιμη για να θερμαίνονται ή να ξηραίνονται αγροτικά προϊόντα, όπως ξύλα και λιαστές ντομάτες
 - Ενέργεια χαμηλής ενθαλπίας, στην οποία η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ θερμοκρασιών από 25 °C έως και 80°C και η οποία χρησιμοποιείται κυρίως για οικιακή χρήση όπως η ενδοδαπέδια θέρμανση σε περιοχές που το επιτρέπουν οι συνθήκες, αλλά και για να θερμαίνονται θερμοκήπια και ιχθυοκαλλιέργειες.

Η έντονη τεκτονική και μαγματική δραστηριότητα στον εσωτερικό φλοιό της γης, προκαλεί έντονες θερμικές ανωμαλίες, οι οποίες φτάνουν τους 100°C/km και είναι αυτές που φαίνεται να προκαλούν τη διάσπαση των ραδιενεργών ισοτόπων τα οποία βρίσκονται στο φλοιό της γης και μέσω της ενέργειας αυτής δίνεται η δυνατότητα παραγωγής θερμότητας που μπορεί να φτάνει σε θερμοκρασία της τάξεως των 100°C. Οι συνθήκες που συμβάλλουν για να δημιουργούνται γεωθερμικά πεδία είναι κυρίως ο τρόπος που κινούνται οι λιθοσφαιρικές πλάκες. Οι πλάκες αυτές απαρτίζονται από πολλά κομμάτια και κινούνται συνεχώς έστω και με μικρή ταχύτητα, προκαλώντας γεωλογικά φαινόμενα κατά τη σχετική τους κίνηση, τα οποία συμβάλλουν στην παραγωγή θερμότητας από το εσωτερικό της γης. Η αξιοποίηση αυτής της θερμότητας μπορεί να γίνει σε διάφορες χρήσεις και εφαρμογές ανάλογα με τη θερμοκρασία χρήσης.

Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορες δραστηριότητες ανάλογα με τη θερμοκρασία χρήσης, οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

- στην ηλεκτροπαραγωγή για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 90°C.
- στη θέρμανση χώρων και συγκεκριμένα στα καλοριφέρ για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 60°C, στα αερόθερμα για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 40°C, σε ενδοδαπέδια συστήματα για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 25°C.
- στην ψύξη και στον κλιματισμό με τη χρήση αντλιών απορρόφησης θερμότητας για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 40°C, με τη χρήση υδρόψυκτων αντλιών θερμότητας για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 30°C.
- στη θέρμανση των θερμοκηπίων καθώς οι θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 25°C, συμβάλλουν στη γρηγορότερη ανάπτυξη των φυτών.
- στις ιχθυοκαλλιέργειες καθώς οι θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 15°C, συμβάλλουν στην ανάπτυξη των ψαριών.

-
- σε περιοχές που υπάρχει η δυνατότητα να υπάρχουν θερμά λουτρά για θερμοκρασίες από 25°C έως 40°C.

Πρόκειται για μια ιδιαίτερα αξιόπιστη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, αρκετά φιλική προς το περιβάλλον, καθώς δεν εκπέμπονται αέριοι ρύποι που επιβαρύνουν το περιβάλλον. Είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας που προέρχεται από το έδαφος της γης, η χρήση της οποίας σε θέρμανση και ψύξη κτιρίων μπορεί μειώσει κατά 75% της ενέργειας που απαιτείται για θέρμανση και κατά 40% αυτής που απαιτείται για ψύξη (Βικιπαίδεια – Γεωθερμία, 2021).

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα στη χρήση αυτής της ενέργειας είναι ότι δε χρειάζονται σημαντικοί πόροι για την εγκατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού, καθώς και για τη συντήρησή του, σε σύγκριση με άλλες εγκαταστάσεις για παραγωγή όπως τα λεβητοστάσια, στα οποία είναι απαραίτητο να υπάρχει λέβητας, δεξαμενή πετρελαίου, καπνοδόχος, υποσυστήματα τα οποία χρειάζονται ετήσια συντήρηση και επίβλεψη για την ορθή λειτουργία του.

Με τη χρήση της γεωθερμίας μειώνονται σημαντικά οι ανάγκες για εισαγωγή πετρελαίου και έτσι χρειάζεται λιγότεροι οικονομικοί πόροι. Επίσης με τη λιγότερη χρήση, καταναλώνονται λιγότερο τα εγχώρια αποθέματα λιγνίτη κι έτσι εξοικονομούνται σημαντικά οι φυσικοί πόροι. (Βικιπαίδεια – Γεωθερμία, 2021) (Κούγκολος και Πολύζος, 2006) (Αρχοντάκης και Καρατί και Έλσιντ, 2018)

2.2.4 Υδροηλεκτρική ενέργεια

Υδροηλεκτρική ονομάζεται η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε ηλεκτρική ενέργεια. Η υδροηλεκτρική ενέργεια παράγεται από δίνες και ρεύματα, καθώς το νερό ρέει σε ρυάκια, χείμαρρους και ποτάμια και με την χρήση υδροηλεκτρικού σταθμού.

Η μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε ηλεκτρική πραγματοποιείται σε δύο διαφορετικά στάδια. Στο πρώτο στάδιο, η κινητική ενέργεια του νερού αρχικά μετατρέπεται σε μηχανική μέσω της πτερωτής ενός στροβίλου ο οποίος τοποθετείται στο σημείο που ρέει το νερό. Στην συνέχεια, στο δεύτερο στάδιο, η μηχανική ενέργεια του στροβίλου και με τη χρήση μιας γεννήτριας μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Σε περιπτώσεις όπου υπάρχει χαμηλή ροή του νερού κατασκευάζεται ένα φράγμα που συγκρατεί την απαιτούμενη ποσότητα νερού στον δημιουργούμενο ταμιευτήρα και στην συνέχεια το διοχετεύει μέσω ενός αγωγού πτώσεως στον στρόβιλο. Η ποσότητα

της παραγόμενης ενέργειας καθορίζεται από τον όγκο του νερού που ρέει και τη διαφορά ύψους μεταξύ του ταμιευτήρα και του στροβίλου. Ανάλογα με την υψομετρική διαφορά του νερού οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί διακρίνονται σε σταθμούς χαμηλής (0-20 m), μέσης (20-100m) και υψηλής πίεσης (>100m).

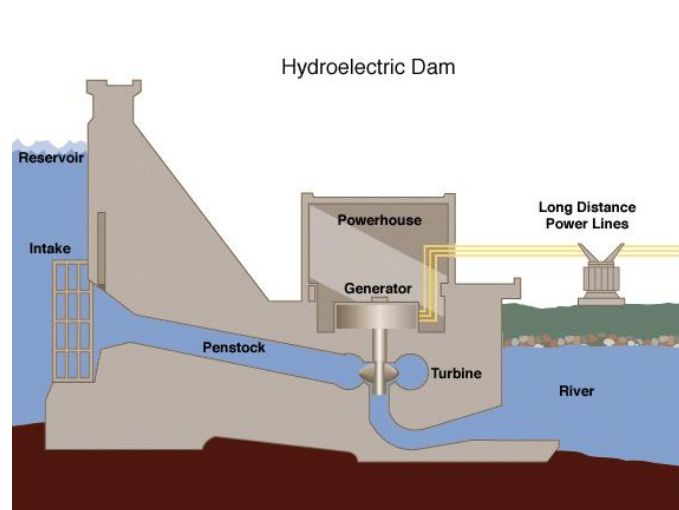
Οι σημαντικότερες γεωθερμικές δραστηριότητες στην Ελλάδα από το 2016 αφορούν κυρίως ορισμένες νέες επενδύσεις στον αγροτικό τομέα και ορισμένα σε εξέλιξη έργα έρευνας και εκμετάλλευσης. Πιο συγκεκριμένα, την τελευταία τριετία τέθηκε σε λειτουργία μια νέα γεωθερμική μονάδα θερμοκηπίου (3,5 στρ.), άλλη επεκτάθηκε από 8 σε 17 εκτάρια και εξετάζεται μια τρίτη (5 εκτάρια).

Η Ελλάδα κατέχει εξέχουσα θέση στην Ευρώπη όσον αφορά την ύπαρξη πολλών περιοχών με γεωθερμικούς πόρους που μπορούν εύκολα και οικονομικά να αξιοποιηθούν. Η έντονη τεκτονική και ηφαιστειακή δραστηριότητα έχει προκαλέσει τη συσσώρευση θερμικής ενέργειας σε σχετικά μικρά βάθη και την ανάπτυξη πολυάριθμων ταμιευτήρων χαμηλής, μέσης και υψηλής ενθαλπίας σε όλη τη χώρα.

Η γεωθερμική εξερεύνηση έχει μέχρι στιγμής εντοπίσει τριάντα δύο (32) «γεωθερμικές περιοχές», εντός των οποίων βρίσκονται σαράντα πέντε (45) «αποδεδειγμένα» και «πιθανά» γεωθερμικά πεδία. Ένας σημαντικός στόχος των τρεχόντων (ή προγραμματισμένων) έργων εξερεύνησης είναι η διερεύνηση γνωστών περιοχών χαμηλής ενθαλπίας για πόρους μέσης ενθαλπίας που σχεδόν σίγουρα υπάρχουν σε μεγαλύτερα βάθη.

Παρά το σημαντικό δυναμικό υψηλών και χαμηλών θερμοκρασιών, οι γεωθερμικοί πόροι στην Ελλάδα παραμένουν ανεκμετάλλευτοι. Λίγες μόνο νέες επενδύσεις έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία τρία χρόνια, όλες στον τομέα της γεωθερμικής θέρμανσης και οι περισσότερες στον αγροτικό τομέα. Από την άλλη πλευρά, η αξιοποίηση ρηχών πόρων με GSHPs απολαμβάνει αυξανόμενη δημοτικότητα και αποτελεί τον μεγαλύτερο τομέα της εγχώριας αγοράς γεωθερμίας.

Η συνολική εγκατεστημένη γεωθερμική ισχύς στην Ελλάδα έχει αυξηθεί κατά 17% από το 2016, κυρίως λόγω των νέων θερμοκηπιακών μονάδων στη Βόρεια Ελλάδα και της αύξησης των εγκαταστάσεων ΓΑΘ. Ωστόσο, μεταξύ όλων των άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η γεωθερμική ενέργεια έχει το μικρότερο μερίδιο στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας.



Εικόνα 3 - Τυπική διάταξη υδροηλεκτρικού σταθμού
(Βικιπαίδεια – Υδροηλεκτρική ενέργεια, 2021)

Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί διακρίνονται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας. Οι σταθμοί μεγάλης κλίμακας απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών ενώ οι σταθμοί μικρής κλίμακας εκμεταλλεύονται την ροή του νερού από ποτάμια ή κανάλια. Οι σταθμοί μεγάλης κλίμακας είναι μεγαλύτερης δυναμικότητας αλλά έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον καθώς τα φράγματα περιορίζουν τη μετακίνηση των ψαριών και της άγριας ζωής και μεταβάλλουν τη μορφολογία της περιοχής.

Από την αρχαιότητα η ενέργεια των ρεόντων υδάτων χρησιμοποιούταν για τη λειτουργία μηχανών και άλεσμα σιτηρών και καλαμποκιού. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο έπαιξε στην ώθηση της βιομηχανικής ανάπτυξης, ενώ στα τέλη του 19ου αιώνα έγινε ένα μεγάλο βήμα, καθώς, η υδροηλεκτρική ενέργεια έγινε πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το 1878 τροφοδοτήθηκε από υδροηλεκτρική ενέργεια το πρώτο σπίτι, ενώ το 1882 δημιουργήθηκε ο πρώτος υδροηλεκτρικός σταθμός.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι το γεγονός ότι αποτελεί μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας η οποία δεν εξαρτάται από συμβατικούς ενεργειακούς πόρους και δεν παράγει ατμοσφαιρικούς ρύπους ή θόρυβο. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί μπορούν να λειτουργήσουν ως υποστηρικτικοί στο κεντρικό δίκτυο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καθώς μπορούν να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να απαιτούν κάποια χρονοβόρα προετοιμασία. Επιπλέον, η χρήση των ταμιευτήρων συμβάλλει και στην κάλυψη άλλων αναγκών όπως την ύδρευση, την άρδευση, την δημιουργία υγροτόπων κ.α.

Η χρήση της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντική στις περιπτώσεις που υπάρξει απαίτηση για επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια μιας και υπάρχει η δυνατότητα άμεσης λειτουργίας των υδροηλεκτρικών σταθμών. Αποτελεί ένα βασικό πλεονέκτημα συγκριτικά με θερμικούς σταθμούς που λειτουργούν με γαιάνθρακες και πετρέλαιο, στους οποίους υπάρχει σημαντικός χρόνος προετοιμασίας.

Πρόκειται για μια μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας η οποία χαρακτηρίζεται ως καθαρή συγκριτικά με τις υπόλοιπες, καθώς με τη χρήση της επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση οικονομικών και φυσικών πόρων και το σημαντικότερο ότι συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος. Με τη χρήση της δεν παράγονται ούτε ατμοσφαιρικοί ρύποι, ούτε θόρυβος.

Οι υδροταμιευτήρες που έχουν οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί δίνουν και άλλες δυνατότητες, αφού με τη χρήση του ικανοποιούνται ανάγκες που υπάρχουν σε ύδρευση και άρδευση, επιτυγχάνεται ανάσχεση χειμάρρων σε περιπτώσεις υπερχειλίσης, δημιουργούνται υγρότοποι που συμβάλλουν στο φυτικό και ζωικό βασίλειο, αλλά και κέντρα αναψυχής και αθλητισμού.

Πρόκειται για μια πηγή ενέργειας όπου με δεδομένο ότι υπάρχει διαθέσιμη αδιάλειπτα και ανεξάντλητα, έχει σημαντική συμβολή να μειωθεί η εξάρτηση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Επιπλέον η ενεργειακή ανεξαρτητοποίηση έχει συνεισφορά στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού ανεφοδιασμού σε όλη τη χώρα. Με τη δεδομένη γεωγραφική της διασπορά σε όλη την επικράτεια εξυπηρετείται η αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος με την αξιοποίηση τοπικών ενεργειακών πόρων, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις απομακρυσμένων και δύσβατων περιοχών, νησιών, μιας και το κόστος λειτουργίας και συντήρησης είναι πολύ χαμηλότερο συγκριτικά με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

Από την άλλη χρειάζεται ιδιαίτερα προσεκτική μελέτη για την επιλογή της περιοχής και του χώρου που θα γίνει η κατασκευή των σταθμών ώστε να αποφευχθεί η σημαντική περιβαλλοντική αλλοίωση στο σημείο που θα πρέπει να τοποθετηθεί ο ταμιευτήρας. Υπάρχει το ενδεχόμενο να επιλεγεί να γίνει μετακίνηση πληθυσμού με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της περιοχής, αλλά και τελικά να επηρεαστεί η χλωρίδα και η πανίδα. Λόγω του μεγάλου κόστους κατασκευής για τα φράγματα και τον απαιτούμενο εξοπλισμό για τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, πλέον στη σημερινή εποχή υπάρχει ο προσανατολισμός να κατασκευάζονται μικρότερα φράγματα.

(Βικιπαίδεια – Υδροηλεκτρική ενέργεια, 2021) (Αρχοντάκης και Καρατί και Έλσιντ, 2018)
(Αποστόλου, 2018) (Κούγκολος και Πολύζος, 2006)

2.2.5 Βιομάζα

Βιομάζα ονομάζεται η μορφή αυτή της ύλης η οποία άμεσα ή έμμεσα προέρχεται από την αποσύνθεση προϊόντων βιολογικής προέλευσης από τα φυτικά και ζωικά προϊόντα, αλλά και από απορρίμματα βιομηχανικών στερεών οργανικών και ενεργειακών καλλιεργειών. Όσον αφορά τους φυτικούς οργανισμούς η βιομάζα είναι ουσιαστικά προϊόν της ηλιακής ενέργειας που έχει δεσμευτεί και αποθηκευτεί σε αυτούς, λόγω της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας που έχουν.

Όσον αφορά τους φυτικούς οργανισμούς μέσω της φωτοσύνθεσης μετασχηματίζεται η ηλιακή ενέργεια με μια ακολουθία από διεργασίες, κάνοντας χρήση βασικών πρώτων υλών, όπως το διοξείδιο του άνθρακα που υπάρχει στην ατμόσφαιρα και ανόργανων συστατικών και νερού που υπάρχει στο έδαφος, Με τον τρόπο αυτό παράγεται βιομάζα και οξυγόνο, η οποία δύναται να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την ενεργειακή μετατροπή της βιομάζας μπορούν να είναι είτε θερμοχημικές είτε βιομηχανικές. Ο προσδιορισμός της μεθόδου μετατροπής εξαρτάται από το ποσοστό άνθρακα και αζώτου που υπάρχει διαθέσιμο στην πρώτη ύλη, αλλά και από το πόση υγρασία περιέχεται σε αυτήν κατά την περισυλλογή της.

Όταν επιλέγονται οι θερμοχημικές διεργασίες τότε προκαλούνται οξειδωτικές αντιδράσεις οι οποίες έχουν άμεση εξάρτηση από τη θερμοκρασία ανάλογα με τις διάφορες συνθήκες οξείδωσης. Οι διεργασίες αυτές είναι χρήσιμες για είδη βιομάζας για τα οποία η σχέση άνθρακα και αζώτου είναι μεγαλύτερη από 30 και υγρασία μικρότερη από 50%. Οι οξειδωτικές αντιδράσεις που διεξάγονται κατά τις διεργασίες αυτές είναι η πυρόλυση στην οποία γίνεται θέρμανση απουσία αέρα, η απευθείας καύση, η αεριοποίηση και η υδρογονοποίηση.

Οι βιοχημικές διεργασίες επιλέγονται κυρίως για προϊόντα και υπολείμματα βιομάζας, οι οποίες είναι απόρροια μικροβιακών δράσεων και στις οποίες η αναλογία άνθρακα και αζώτου είναι μικρότερη από 30 και η υγρασία μεγαλύτερη από 50%.

(Βικιπαίδεια – Βιομάζα, 2021) (Κούγκολος και Πολύζος, 2006) (Αρχοντάκης και Καρατί και Έλσιντ, 2018)

Η βιομάζα έχει αποδειχθεί ως ικανή πηγή ενέργειας για να καλύψει την αυξανόμενη ζήτηση για καθαρές πηγές ενέργειας που θα μπορούσε να διαρκέσει για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με αυτά που βασίζονται στη βιομάζα μπορεί ενδεχομένως να οδηγήσει σε μείωση των εκπομπών άνθρακα, που είναι ο κύριος στόχος της στρατηγικής της ΕΕ για το κλίμα. Με βάση το RED II (αναθεωρημένη Οδηγία για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας 2018/2001/ΕΕ) και την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, η βιομάζα είναι μια πολλά υποσχόμενη πηγή ενέργειας για την επίτευξη ουδετερότητας άνθρακα στο μέλλον. Ωστόσο, το βιώσιμο δυναμικό των πόρων βιομάζας τις επόμενες δεκαετίες εξακολουθεί να αποτελεί ζήτημα. Οι μονάδες σύμφωνα με τα κριτήρια αειφορίας του RED II έχουν επιλεγεί για τις προκαταρκτικές εκτιμήσεις σχετικά με την πλήρη μετατροπή τους στην έννοια της ενέργειας από βιομάζα. Επιπλέον, επισημαίνονται τα διάφορα εμπόδια στη χρήση της βιομάζας, όπως ο κίνδυνος λανθάνοντος ενεργητικού ενός μελλοντικού σεναρίου σταδιακής κατάργησης του άνθρακα, οι προκλήσεις της αλυσίδας εφοδιασμού βιομάζας, η διαθεσιμότητα βιομάζας στις κύριες χώρες παραγωγής λιγνίτη της ΕΕ, οι υπάρχουσες τεχνολογίες πλήρους μετατροπής και το κόστος βιομάζας.

Θα πρέπει να αντιμετωπιστούν τεχνολογικοί κίνδυνοι και ζητήματα προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος της ΕΕ για τη σταδιακή κατάργηση του άνθρακα, κυρίως όσον αφορά την αλυσίδα εφοδιασμού βιομάζας. Προς αυτή την κατεύθυνση, συνιστάται η ανάπτυξη κέντρων logistics για την κεντρική διαχείριση της βιομάζας. (Tzelepi et al., 2020)

2.3 Πλεονεκτήματα χρήσης ΑΠΕ

Οι ΑΠΕ προσφέρουν τεράστια ενεργειακά οφέλη, βελτιώνουν το ενεργειακό ισοζύγιο και συνεισφέρουν στην εφαρμογή της ενεργειακής πολιτικής. Δεδομένου ότι οι ΑΠΕ είναι γεωγραφικά διάσπαρτα τοποθετημένες ενισχύουν την αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, την ανακούφιση των συστημάτων υποδομής και την μείωση των απωλειών από την μεταφορά ενέργειας.

Εκτός από ενεργειακά οφέλη, οι ΑΠΕ συμβάλλουν σημαντικά στην επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης. Η χρήση τους συνεισφέρει στην περιφερειακή ανάπτυξη και στην ενίσχυση της κοινωνικής συνοχής με τα περιβαλλοντικά οφέλη που αυτή συνεπάγεται. Επιπλέον, η χρήση τους μπορεί να αποτελέσει σε πολλές περιπτώσεις μοχλό για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών. Η τοπική ανάπτυξη ενισχύεται με την προώθηση επενδύσεων που στηρίζονται στην

συμβολή των ΑΠΕ, όπως για παράδειγμα η κατασκευή θερμοκηπίων που βασίζονται στην χρήση της γεωθερμικής ενέργειας.

Η αυξημένη εμπορευματοποίηση των ΑΠΕ προκαλεί σημαντική ενίσχυση της οικονομίας και μπορεί να οδηγήσει στη σημαντική αύξηση της απασχόλησης. Οι επενδύσεις των ΑΠΕ δημιουργούν πολλές θέσεις εργασίας ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο. Μια ενδεχόμενη ταχεία διεύρυνση των ΑΠΕ σε τοπικό, εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, προσφέρει πολύ σημαντικές προοπτικές για την ανάπτυξη των εμπορικών και βιομηχανικών δραστηριοτήτων, αλλά και την αύξηση της παραγωγικότητας. Επιπλέον, καθώς οι ΑΠΕ βασίζονται σε τοπικές πηγές, βοηθούν σε εθνικό επίπεδο στην περαιτέρω ελάττωση των αναγκών για εισαγωγές και στην αποφυγή διεθνούς γεωπολιτικής αστάθειας.

Τέλος, τα σημαντικότερα οφέλη των ΑΠΕ είναι αυτά που προσφέρουν στο περιβάλλον. Οι ΑΠΕ συμβάλλουν στην μείωση των εκπομπών CO₂ και των υπολοίπων αερίων που εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επιπλέον, υποκαθιστώντας τους σταθμούς παραγωγής συμβατικής ενέργειας, οδηγούν στην μείωση των εκπομπών από άλλου ρύπους όπως οξείδια θείου και αζώτου που προκαλούν την όξινη βροχή. (Κούγκολος και Πολύζος, 2006)

Μία πληθώρα ωστόσο πλεονεκτημάτων όσον αφορά και τις κτηριακές κατασκευές αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και περιγράφονται παρακάτω.

Στο πρώιμο στάδιο του σχεδιασμού, η σημασία της κατανάλωσης ενέργειας έλαβε σταδιακά υπόψη τη μηχανική. Επιπλέον, από την πρώτη δεκαετία του εικοστού πρώτου αιώνα, η εξοικονόμηση ενέργειας θεωρείται ως το πιο σημαντικό στοιχείο στο σχεδιασμό του συστήματος. Η συμπλήρωση της βιομηχανικής επανάστασης είναι σίγουρα η καλύτερη στιγμή για μια ακόμη επανάσταση. Αυτή η μετάβαση αφορά την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων του περασμένου αιώνα. Ο κόσμος πρέπει να κατανοήσει ότι η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας λόγω των επιβλαβών περιβαλλοντικών επιπτώσεων των αερίων του θερμοκηπίου και η πεπερασμένη παροχή παραδοσιακών πηγών ενέργειας (ορυκτά καύσιμα) πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη. Οι στρατηγικές μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας θα πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη κατά την αντικατάσταση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με ανανεώσιμες.

Η ενέργεια χρησιμοποιείται για διάφορους λόγους σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του κτιρίου. Το 94,4% της συνολικής ενέργειας που χρησιμοποιείται σε αυτές

τις φάσεις καταναλώνεται για συστήματα θέρμανσης/αερισμού/κλιματισμού (HVAC) που παρέχουν συνθήκες άνεσης κατά τη φάση χρήσης.

Προκειμένου να μειωθεί αυτό το ποσοστό, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται παθητικές μέθοδοι και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντί για μηχανικά συστήματα για την παροχή συνθηκών άνεσης. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να δημιουργηθούν πιο κατάλληλες φυσικές συνθήκες για την ανθρώπινη υγεία εντός των κτιρίων.

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η ενέργεια που λαμβάνεται από την υπάρχουσα ροή ενέργειας στις συνεχείς φυσικές διεργασίες. Γενικά, η ανανεώσιμη πηγή ενέργειας ορίζεται ως η ικανότητα να ανανεώνεται με ίσο ρυθμό με την ενέργεια που λαμβάνεται από την πηγή ενέργειας ή ταχύτερα από τον ρυθμό εξάντλησης της πηγής. Η ενέργεια του νερού, η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η κυματική και παλιρροιακή ενέργεια, τα βιολογικά (οργανικά) καύσιμα, η γεωθερμική ενέργεια, η ενέργεια του υδρογόνου και η ενέργεια των ωκεανών είναι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η πιθανότητα εξάντλησης των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων ενεργειών, όπως ο άνθρακας και το πετρέλαιο, έχει οδηγήσει την ανθρωπότητα σε νέες πηγές ενέργειας. Κατά την επιλογή των πηγών ενέργειας, δίνεται προσοχή ότι είναι ασφαλής, καθαρή, οικονομική και κυρίως ανανεώσιμη πηγή που δεν βλάπτει το περιβάλλον. (Rezaie et al., 2010)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Νομοθετικό πλαίσιο σε διεθνές/ευρωπαϊκό επίπεδο

Η εθνική ενεργειακή πολιτική σχετικά με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας προσδιορίζεται ως επί το πλείστον βάσει ευρωπαϊκών και διεθνών συμφωνιών, που σαν απώτερο στόχο έχουν τόσο την προστασία του περιβάλλοντος μέσω της μείωσης εκπομπής ρύπων, όσο και την μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από πόρους εκτός των εθνικών και ευρωπαϊκών συνόρων.

3.1 Ευρωπαϊκό & Διεθνές Κανονιστικό πλαίσιο

Η έναρξη δημιουργίας μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων χρονολογείται μετά το 2000, ενώ αρκετά νωρίτερα είχαν εφαρμοστεί και αρκετά μεμονωμένα μέτρα που μπορούσαν να την επηρεάσουν. Στην συνέχεια παρατίθενται ενδεικτικά μερικές από τις σημαντικότερες οδηγίες για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, που αποτελούν τη βάση του βιοκλιματικού σχεδιασμού. (Ξένου, 2017) (Χουντάλας και Πίρδας και Τοπιντζής, 2014).

Το 1996, η έκδοση της **Πράσινης Βίβλου** (*«Ενέργεια και το μέλλον: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας»*) αποτέλεσε την πρώτη προσπάθεια για την προαγωγή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Τέθηκαν οι βασικοί προβληματισμοί σχετικά με τις ΑΠΕ και αποτέλεσε μια προσπάθεια να στραφούν τα κράτη μέλη της Ένωσης προς μια συστηματικότερη χρήση των φιλικών προς το περιβάλλον πηγών ενέργειας. Στόχος της προσπάθειας αυτής ήταν ο διπλασιασμός του ποσοστού χρήσης των ΑΠΕ μέχρι το έτος 2010 γύρω στο 12% της Ευρωπαϊκής αγοράς. (Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 1996).

Στα τέλη του 1997 ακολούθησε η **Λευκή Βίβλος** (*«Ενέργεια και το μέλλον: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - Λευκή βίβλος για κοινοτική στρατηγική και σχέδια δράσης»*) η οποία αποσκοπούσε στη συντονισμένη δράση των κρατών μελών της Ένωσης για την ασφάλεια της παροχής ενέργειας, καθώς και την προστασία του περιβάλλοντος (Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 1997).

Η εξέλιξη των ΑΠΕ σε κοινοτικό επίπεδο επήλθε και με την έκδοση της **Οδηγίας 2001/77/ΕΚ «για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Ανανεώσιμες Πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας»**. Με την οδηγία αυτή προαγόταν η αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τη συμβολή των ΑΠΕ, ιδιαίτερα στην εσωτερική αγορά ώστε να προκύψουν οι βάσεις στο μέλλον για ένα ενιαίο κοινοτικό πλαίσιο στο συγκεκριμένο τομέα. Η συγκεκριμένη Οδηγία

αναθεωρήθηκε πρόσφατα, τον Δεκέμβριο του 2018, από την Ευρωπαϊκή Ένωση με την οποία η κάθε χώρα θα πρέπει να έχει στόχο την κατανάλωση του 30% της συνολικής ενέργειας από ΑΠΕ έως το 2030. (ΚΑΠΕ, 2021) (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2001).

Ορόσημο για την προστασία του περιβάλλοντος σε όλον τον πλανήτη αποτέλεσε το Πρωτόκολλο του Κιότο και συγκεκριμένα η σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών, καθώς με αυτήν δεσμεύονται διάφορα ανεπτυγμένα κράτη, αφού έχοντας αποδεχτεί το πρωτόκολλο, επί της ουσίας έχουν αποδεχτεί να συμβάλλουν στη μείωση του όγκου της εκπομπής από περιβαλλοντικούς ρύπους στην ατμόσφαιρα. Η Ελλάδα συμμετείχε στη συγκεκριμένη σύμβαση με την υπογραφή του αντίστοιχου πρωτοκόλλου το 1998, το οποίο επικυρώθηκε το 2002, σύμφωνα με το **νόμο 3017/2002 «Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη Σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος»** (Βικιπαίδεια – Πρωτόκολλο του Κιότο, 2021)

Επίσης, το 2002 τη βάση για την προώθηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού και τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που προέρχονται από το συνεχώς αναπτυσσόμενο κτιριακό τομέα αποτέλεσε η **Οδηγία 2002/91/ΕΚ**. Περιλάμβανε μια μέθοδο για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και είχε πεδίο εφαρμογής σε όλες τις κατοικίες και τα κτίσματα δημόσιας ή ιδιωτικής φύσης, καθώς και στο τριτογενή τομέα, ενώ εξαιρούνται από την υποχρέωση πιστοποίησης τα ιστορικά κτίσματα, τα βιομηχανικά κτίρια (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2002).

Εν συνεχεία, η ευρωπαϊκή αγορά βιοκαυσίμων δέχτηκε μεγάλη υποστήριξη από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέσω της συμφωνίας του Κιότο καθώς και των Οδηγιών **2003/30/ΕΚ** και **2003/96/ΕΚ**, κύριος σκοπός των οποίων ήταν η προώθηση της αύξησης της χρήσης βιοκαυσίμων (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2003).

Μία από τις κυριότερες Οδηγίες ήταν και **Οδηγία 2005/32/ΕΚ** η οποία θέσπισε ένα πλαίσιο **«για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια»**. Συγκεκριμένα, όλα προϊόντα που διατίθενται στην ευρωπαϊκή αγορά πρέπει να φέρουν το ανάλογο σήμα πιστοποίησης και να πληρούν τα κριτήρια οικολογικού σχεδιασμού σε όλο τον κύκλο ζωής τους, από τις πρώτες ύλες, την κατασκευή, τη συσκευασία, τη διανομή, την χρήση και το τέλος ζωής του (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2005).

Μία εξίσου σημαντική Οδηγία που ακολούθησε ήταν η **Οδηγία 2006/32/ΕΚ** η οποία είχε ως κύριο στόχο την οικονομικώς αποτελεσματική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση στα κράτη μέλη. Ειδικότερα, τη λήψη των όσο το δυνατόν πιο οικονομικώς αποδοτικών μέτρων για την εξασφάλιση της μεγαλύτερης δυνατής ενεργειακής εξοικονόμησης. Η Ευρωπαϊκή Ένωση στόχευε πως με την εφαρμογή της Οδηγίας αυτής θα μπορούσε να επέλθει βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε ποσοστό 9%. Από την 30^η Ιουνίου 2007 το κάθε κράτος μέλος είχε την υποχρέωση να υποβάλει στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΔΕΑ) (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2006).

Ωστόσο, το 2009 η Ευρωπαϊκή Ένωση εκδίδει την **Οδηγία 2009/28/ΕΚ** με σκοπό την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ. Η Οδηγία αυτή έθετε ως στόχο το 2020 το συνολικό ποσοστό με το οποίο θα συμμετέχουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στον τομέα της ενέργειας να ανέρχεται σε 20% και στις μεταφορές σε 10%. Συγκεκριμένα, για την Ελλάδα, το στοχευόμενο ποσοστό ήταν 18% σε σχέση με την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας και 10% για τις μεταφορές όσον αφορά τα βιοκαύσιμα για την κατανάλωση βενζίνης και ντίζελ (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2009).

Ακολούθησε η **Οδηγία 2010/31/ΕΕ** η οποία όριζε τη μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Κύριο στόχο της παρούσας οδηγίας αποτελούσε η κατασκευή κτιρίων μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης από την 31^η Δεκεμβρίου 2020, ενώ όλα τα νέα κτίρια ιδιοκτησίας ή στέγασης δημοσίων αρχών θα έπρεπε να πληρούν τα ίδια κριτήρια από την 31^η Δεκεμβρίου 2018 (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2010).

Με βάση την τελευταία **Οδηγία (ΕΕ) 2018/2001**, ο ενδεικτικός στόχος κάλυψης από ΑΠΕ, περιλαμβανόμενων μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων, για την Ελλάδα διαμορφώθηκε στο 20,1% της ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας από το 2020 (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2018).

Η ευρωπαϊκή νομοθεσία όπως έχει μέχρι σήμερα διαμορφωθεί παρέχει ένα σχετικά πλήρες νομικό πλαίσιο τόσο για την ανακαίνιση των υπαρχόντων κτιρίων όσο και για την ανοικοδόμηση νέων, που να ανταποκρίνονται στα πράσινα πρότυπα της ΕΕ. Ο κτιριακός τομέας και η βελτίωση της ενεργειακής του απόδοσης, αποτελούν τα σημαντικότερα στοιχεία για την επίτευξη των κλιματικών και ενεργειακών στόχων της ΕΕ και γι' αυτό τυγχάνουν ιδιαίτερης προσοχής από τους ευρωπαϊούς πολιτικούς

φορείς. Επομένως, η κοινότητα, στο πλαίσιο της ευρύτερης πολιτικής για την ενέργεια και το περιβάλλον, έχει λάβει εξειδικευμένα μέτρα για την μετατροπή των ευρωπαϊκών κτιρίων σε οικολογικά.

3.2 Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο

Με σκοπό την υλοποίηση των δεσμεύσεων στο πλαίσιο της ενεργειακής πολιτικής, η Ελλάδα ακολουθεί την Ευρωπαϊκή Ένωση στην ανάπτυξη και τήρηση ενός θεσμικού πλαισίου το οποίο περιλαμβάνει πληθώρα οδηγιών και νομοθετικών κειμένων. Στην Ελλάδα ήδη από το 1975 έχει αναπτυχθεί ένα ευρύ νομοθετικό πλαίσιο αναφορικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων με έναν από τους σημαντικότερους να είναι ο κανονισμός για την Θερμομόνωση των Κτιρίων (ΚΘΚ), ο οποίος το 1979 κατέστησε υποχρεωτική την τοποθέτηση θερμομόνωσης στα νέα κτίρια.

Στην παρούσα υποενότητα παρατίθενται ενδεικτικά μερικά από τα σημαντικότερα νομοθετήματα που αφορούν στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίων (Ξένου, 2017) (Χουντάλας και Πίρδας και Τοπιντζής, 2014).

Η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας εκτός από την ΔΕΗ και από Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης, τόσο με τη χρήση ΑΠΕ, όσο και με συμβατικούς θερμικούς σταθμούς, δόθηκε για πρώτη φορά με τον **νόμο 1559/1985 «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις»**.

Ωστόσο, η απαρχή στην Ελλάδα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σηματοδοτείται το 1994 με τον **νόμο 2244/1994 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις»**. Κύριος σκοπός του συγκεκριμένου νόμου αποτέλεσε η αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο και περιλάμβανε ρυθμίσεις οι οποίες προωθούν την ηλεκτροπαραγωγή με χρήση των ΑΠΕ από ανεξάρτητους παραγωγούς.

Εν συνεχεία ο **νόμος 2601/1998 «Ενισχύσεις ιδιωτικών επενδύσεων για την οικονομική και περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας και άλλες διατάξεις»**, συνέβαλε στην ανάπτυξη έργων σχετικών με το περιβάλλον, μέσω επιχορήγησης και επιδότησης τόκων, χρηματοδοτικής μίσθωσης αλλά και φοροαπαλλαγών.

Το 1999 με τον **νόμο 2773/1999 «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας – ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις»** ενσωματώθηκε στο εθνικό μας δίκαιο την οδηγία 96/92/EK και συστάθηκε η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας. Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας αποτελεί μια ανεξάρτητη αρχή η οποία έχει ως στόχο την φροντίδα, εισήγηση και προώθηση της ύπαρξης των συνθηκών για ίσες ευκαιρίες και υγιές ανταγωνισμό, αλλά και την παροχή άδειας λειτουργίας σε παραγωγούς, προμηθευτές και λοιπούς φορείς της αγοράς.

Μερικές από τις σημαντικότερες ρυθμίσεις του συγκεκριμένου νόμου αποτέλεσαν η δημιουργία ενός ευνοϊκού τιμολογιακού καθεστώτος για τους παραγωγούς με συγκεκριμένη τιμή πώλησης, η παροχή προτεραιότητας στην πρόσβαση ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο η οποία προέρχεται από ΑΠΕ και η θέσπιση ενός ειδικού ανταποδοτικού τέλους επί των πωλήσεων ενέργειας των ΟΤΑ.

Η εκμετάλλευση του γεωθερμικού δυναμικού για την παραγωγή ενέργειας σηματοδοτήθηκε με τον **νόμο 3175/2003 «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις»**, ο οποίος περιλάμβανε τις σχετικές διατάξεις αλλά και διατάξεις για την αγορά ενέργειας, την ανάπτυξη του συστήματος και του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και ρυθμίσεις για το φυσικό αέριο.

Επιπλέον, μια από τις σημαντικότερες μορφές ΑΠΕ, τα βιοκαύσιμα, έκανε την εισαγωγή της στην Ελληνικά αγορά το 2005 με τον **νόμο 3423/2005 «Εισαγωγή στην Ελληνική Αγορά των Βιοκαυσίμων και των Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων»**, ο οποίος μάλιστα καθόριζε τον εθνικό στόχο του ποσοστού 5,75% της διείσδυσης των βιοκαυσίμων μέχρι το τέλος του 2010.

Το 2006 με τον **νόμο 3468/2006 «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις»** μεταφέρεται στο ελληνικό δίκαιο η οδηγία 2001/77/EK η οποία προωθεί την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες ΑΠΕ και την εισαγωγή της έννοιας περί εγγυημένης τιμής πώλησης της.

Ο **νόμος 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις»** έχει πεδίο εφαρμογής κτίρια τριτογενούς τομέα και κτίρια κατοικίας και ενσωματώνει στο εθνικό μας δίκαιο την Οδηγία 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Ο νόμος 4001/2011 *«Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου, για Έρευνα, Παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις»*, ενσωμάτωσε στην ελληνική νομοθεσία τις οδηγίες 2009/72/ΕΚ και 2009/73/ΕΚ για την οργάνωση και λειτουργία της αγοράς φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας.

Μια άλλη σημαντική μορφή ΑΠΕ, τα φωτοβολταϊκά έκανε την εισαγωγή της το 2013 μέσω του νόμου **4152/2013** ο οποίος περιλάμβανε ρυθμίσεις σχετικά με τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς.

Ο νόμος 4254/2014 *«Μέτρα στήριξης και ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας στο πλαίσιο εφαρμογής του νόμου 4046/2012 και άλλες διατάξεις»*, παρεμβαίνει εκ νέου στην τιμολόγηση της παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας..

Τέλος, οι **νόμοι 4602/2019 & 4685/2020** καθόρισαν νέες τιμές αναφοράς για την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και συγκεκριμένα, το 2020 και μέχρι και 30/4/2021, οι τιμές αναφοράς για την κατηγορία αυτή έργων καθορίζονται με συνάρτηση τα αποτελέσματα των προηγούμενων ανταγωνιστικών διαδικασιών, ενώ από 1/5/2021 οι τιμές αυτές είναι ρυθμιζόμενες και σταθερές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – Βιοκλιματικός Σχεδιασμός κτιρίων

4.1 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK)

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK) θεσμοθετεί έναν ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Ισχύει από την 1^η Οκτωβρίου του 2010 και αποτελεί μια πρόσθετη κτιριακή μελέτη, απαραίτητη για την έκδοση οικοδομικής άδειας.

Περιλαμβάνει την μεθοδολογία με βάση την οποία γίνεται ο υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων για την εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού. Μέσω του KENAK καθορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, οι κατηγορίες για την ενεργειακή τους κατάταξη, οι παράμετροι για τον ενεργειακά αποδοτικό σχεδιασμό των κτιρίων καθώς και η διαδικασία ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων.

Η συγκεκριμένη μεθοδολογία έχει εκπονηθεί σύμφωνα με τα σχετικά ευρωπαϊκά πρότυπα και οι απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων έχουν καθοριστεί με σκοπό να επιτευχθεί η βέλτιστη ισορροπία, από πλευράς κόστους, μεταξύ των επενδύσεων και των ενεργειακών δαπανών που εξοικονομούνται στη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής του κτιρίου.

Η Ενεργειακή Κατάταξη των κτιρίων πραγματοποιείται με την έκδοση του **Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.)**, το οποίο περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την τυπική ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, όπως γενικά στοιχεία του κτιρίου, την υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, την ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας, τη πραγματική ετήσια συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας, τις υπολογιζόμενες και πραγματικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Η έκδοση του ΠΕΑ είναι υποχρεωτική για την πώληση και ενοικίαση κάθε κτιρίου/κτιριακής μονάδας και σε κάθε μίσθωση ακινήτου, ο αριθμός πρωτοκόλλου του ΠΕΑ πρέπει να συμπληρώνεται στα σχετικά πεδία των ηλεκτρονικών δηλώσεων μίσθωσης βάσει του άρθρου 58, παρ. 3, Ν.4342 /2015. Το Π.Ε.Α. ισχύει για δέκα χρόνια , εκτός από την περίπτωση ριζικής ανακαίνισης του κτιρίου πριν παρέλθει η

δεκαετία, οπότε η ισχύς του λήγει με το πέρας των εργασιών ανακαίνισης και πρέπει να εκδοθεί νέο (Κ.Εν.Α.Κ., 2021) (Υπουργείο περιβάλλοντος και ενέργειας, 2021).

Με σκοπό την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης και σύμφωνα με την απόφαση σχετικά με τις «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων», διεξάγονται ενεργειακές επιθεωρήσεις των κτιριακών υποδομών. Οι εν λόγω επιθεωρήσεις χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τη συνοπτική και την εκτενή. Κατά την συνοπτική επιθεώρηση εξετάζονται οι ενέργειες εξοικονόμησης ενέργειας πρώτης προτεραιότητας και άμεσης απόδοσης. Στην εκτενή επιθεώρηση, η οποία συνήθως αποτελεί συνέχεια της συνοπτικής, πέρα από την ανάλυση των ενεργειακών στοιχείων απαιτείται και η διεξαγωγή των απαραίτητων μετρήσεων για την κατάρτιση των ισοζυγίων ενέργειας ώστε εν συνεχεία να προσδιοριστούν οι όποιες απαραίτητες επεμβάσεις.

Οι ενεργειακές επιθεωρήσεις πραγματοποιούνται από εξειδικευμένους ενεργειακούς επιθεωρητές, τα προσόντα και οι απαιτήσεις των οποίων καθορίζονται από το Προεδρικό Διάταγμα 100/2010 που φέρει τον τίτλο «Ενεργειακοί Επιθεωρητές Κτιρίων, Λεβήτων και Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Εγκαταστάσεων Κλιματισμού» και την Κοινή Υπουργική Απόφαση για την «Εκπαίδευση και Εξεταστική διαδικασία Ενεργειακών Επιθεωρητών» που διευκρινίζει την διαδικασία χορήγησης των οριστικών αδειών ενεργειακών επιθεωρητών (ΚΑΠΕ, 2021).

4.2 Αρχές Βιοκλιματικού σχεδιασμού

Η βιοκλιματική αποτελεί ένα κλάδο της αρχιτεκτονικής, ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη τις επιταγές της οικολογίας και της βιωσιμότητας και αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου είναι ο σχεδιασμός ο οποίος λαμβάνοντας υπόψη το κλίμα κάθε περιοχής, στοχεύει στην εξασφάλιση των απαραίτητων εσωκλιματικών συνθηκών όπως θερμική και οπτική άνεση, ποιότητα αέρα κλπ, με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Για το σκοπό αυτό αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές, το τοπικό κλίμα, καθώς και τις ιδιότητες των υλικών δόμησης και αρχιτεκτονικά στοιχεία.

Ένας άνθρωπος περνά κατά μέσο όρο το 80% της ζωής του στο εσωτερικό κτιρίων και επομένως η φυσική και ψυχική του υγεία καθορίζεται σε ένα πολύ μεγάλο βαθμό από αυτό. Όταν ένα κτίριο έχει σχεδιαστεί χωρίς να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της θερμικής και οπτικής άνεσης για τον χρήστη, αυτός μπορεί να εμφανίσει συμπτώματα

όπως βήχα, πονοκέφαλο, ερεθισμό του αναπνευστικού, ακόμη και κατάθλιψη, συμπτώματα μιας κατάστασης γνωστής ως sick building syndrome.

Η μελέτη του κλίματος της περιοχής και όλων των θερμικών χαρακτηριστικών, καθώς και η επιλογή των κατάλληλων δομικών υλικών, είναι η κύρια στρατηγική που θα πρέπει να ακολουθήσει ο αρχιτέκτονας, για την κατασκευή ενός ενεργειακά αποδοτικού κτιρίου. Πρέπει να εξασφαλιστεί η ισορροπία μεταξύ των διαφόρων περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών παραγόντων έτσι ώστε να τα κτίρια που κατασκευάζονται να καταναλώνουν χαμηλή ενέργεια και μειώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η δημιουργία κτιρίων συνήθους κόστους κατασκευής σχεδιασμένα με τρόπο τέτοιο ώστε να καλύπτονται πλήρως οι ενεργειακές τους ανάγκες με σεβασμό στους περιορισμένους πόρους του φυσικού περιβάλλοντος αλλά παράλληλα στο ετήσιο ισοζύγιο να είναι μηδενική η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με εκπομπές βλαβερών για το περιβάλλον αερίων.

Οι κυριότεροι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τον βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός κτιρίου και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την οικοδόμηση ενός κτιρίου για την μείωση της ανάγκης χρήσης μηχανικών μέσων είναι η τοπογραφία της περιοχής, οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η ηλιακή ακτινοβολία, αλλά και η γεωλογία του εδάφους.

Στην Ελλάδα τα βιοκλιματικά κτίρια παρουσιάζουν εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 30% σε σχέση με συνήθη συμβατικά κτίρια, ενώ σε σχέση με παλαιότερα κτίρια χωρίς μόνωση η εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε ποσοστό της τάξης του 80%. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 2006) (El.wikipedia.org, 2021) (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 2010) (Μάντζιου, 2009)

4.3 Υφιστάμενη Κατάσταση Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων αποτελεί περίπου το 36% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και μάλιστα την περίοδο 2000-2005 τα ελληνικά κτίρια κατατάσσονταν στα πιο ενεργοβόρα της Ευρώπης καθώς παρουσίασαν αύξηση σε ποσοστό 24% (ΚΑΠΕ, 2021) (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2017).

Η αύξηση αυτή οφειλόταν κατά κύριο λόγο στην παλαιότητα των κτιρίων και στην σχεδόν παντελής έλλειψη θερμομόνωσης. Τα κτίρια διέθεταν παλαιά κουφώματα, ανεπαρκή προστασία από τον ήλιο αλλά και αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, ενώ τα συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού εξαιτίας της ανεπαρκούς συντήρησης τους ήταν χαμηλής απόδοσης (Αθανασίου, 2011).

Παρόλο που η ενεργειακή απόδοση αποτελεί έναν ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα για την σωστή δόμηση των κτιρίων, οι έννοιες του βιοκλιματικού σχεδιασμού και της εξοικονόμησης ενέργειας δεν αντιμετωπίζονται με την δέουσα σημασία και δεν εφαρμόζονται σε ικανοποιητικό βαθμό στον τρόπο με τον οποίο κτίζονται τα κτίρια. Στη πληθώρα των περιπτώσεων, τα ελληνικά κτίρια απλά ικανοποιούν στο ελάχιστο τις απαιτήσεις του Κανονισμού Θερμομόνωσης.

Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων, όπως αυτή ορίζεται από την ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία, επιβλήθηκε και αποτέλεσε υποχρέωση στην Ελληνική οικοδόμηση από το 2006. Ωστόσο, η θέσπιση των απαραίτητων κανονιστικών ρυθμίσεων και εργαλείων αλλά και η εφαρμογή της ενεργειακής απόδοσης ξεκίνησε τρία χρόνια αργότερα, το 2009, γεγονός που οδήγησε την χώρα μας στο Ευρωπαϊκό Δικαστήριο με την απειλή για επιβολή υψηλών προστίμων (Αθανασίου, 2011).

Παρά το γεγονός ότι η κανονισμός θερμομόνωσης μετρά πάνω από 25 χρόνια, η ευρεία εφαρμογή του καθυστερεί λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής της και το «μύθο» περί μη αναγκαιότητας της λόγω των ήπιων καιρικών συνθηκών κατά τη διάρκεια του χειμώνα, παρά το γεγονός ότι υπάρχει πληθώρα παραγόντων που αυξάνουν το κόστος κατασκευής και το γεγονός ότι η θερμομόνωση χρησιμοποιείται όχι μόνο για θέρμανση, αλλά και για ψύξη. Στην χώρα μας οι μελέτες θερμομόνωσης είναι υποβαθμισμένες, τα θερμομονωτικά υλικά που εφαρμόζονται είναι διακοσμητικού χαρακτήρα και τα συστήματα κουφωμάτων που τοποθετούνται είναι σε μεγάλο βαθμό μη πιστοποιημένα. Όλα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα την σημαντική ενεργειακή σπατάλη και είναι ικανά να εκμηδενίσουν κάθε προσπάθεια για εξοικονόμηση ενέργειας, ακόμα και μέσα από την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στον περιορισμό αυτής της πολιτικής ιδιαίτερα σημαντική ήταν η εφαρμογή των οδηγιών 89/106/ΕΟΚ και 2002/91/ΕΚ και μάλιστα ο Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης (ΕΛΟΤ), ο οποίος έχει ιδρυθεί στη βάση της οδηγίας 89/106/ΕΟΚ, έχει εκδώσει μέχρι σήμερα μόνο για τα εξωτερικά κουφώματα των κτιρίων περίπου εκατό

πρότυπα απαιτήσεων, ελέγχου, δοκιμών και αξιολόγησης. Ωστόσο, παρόλο που η εφαρμογή των οδηγιών έχει επιφέρει σημαντικά οφέλη για την οικονομία, το υψηλό κόστος των διαδικασιών και των χαρακτηριστικών (ιδιαίτερος του συντελεστή θερμοπερατότητας U) που χρειάζονται για την απονομή του σήματος CE, δυσχερύνει την εφαρμογή των απαιτήσεων από τις βιομηχανίες (Λαμπρακόπουλος, 2015).

Η ελλιπής εφαρμογή στον κτιριακό τομέα, των ευρωπαϊκών και εθνικών νομοθεσιών οφείλεται σε μεγάλο βαθμό και στην προσήλωση των κατασκευαστών σε πρακτικές του παρελθόντος οι οποίες “κρατούν” την χώρα μας δεκαετίες πίσω σε σχέση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες, στις οποίες η οικολογική αρχιτεκτονική και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί κοινή πρακτική στην οικοδόμηση. Η κυριότερη ευθύνη για την κατάσταση αυτή αποδίδεται στην Ελληνική κυβέρνηση και στην αδράνεια ή αδιαφορία ως προς την εκπόνηση εκστρατειών ενημέρωσης των κατασκευαστών και των καταναλωτών σχετικά με τα μακροπρόθεσμα περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη που μπορεί να επιφέρει η ολοκληρωμένη εφαρμογή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

Ωστόσο, στην χώρα μας αρχίζει να παρουσιάζεται κάποια μικρή πρόοδος τα τελευταία χρόνια όσον αφορά την εφαρμογή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής. Μέχρι σήμερα έχουν δομηθεί περίπου 178 βιοκλιματικές κατασκευές, το 74% των οποίων αφορά κτίρια κατοικιών, ενώ μόνο την τελευταία δεκαετία παρατηρείται μία στροφή προς τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και από τον τριτογενή τομέα, κυρίως σε κτίρια γραφείων ή εκπαιδευτικά. Την θετική αυτή εξέλιξη αντικατοπτρίζουν και τα συμπεράσματα του 2ου εθνικού Σχεδίου Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΔΕΑ), το οποίο αξιολογεί τα μέτρα που έχουν εφαρμοστεί ή σχεδιάζονται να εφαρμοστούν στους τομείς της ενέργειας (Κοντός, Χριστοδούλου, 2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Προτάσεις εφαρμογής των ΑΠΕ για την ενεργειακή βελτιστοποίηση κτιριακών υποδομών

5.1 Ηλιακοί συλλέκτες

Οι ηλιακοί συλλέκτες (ή καθρέπτες) αποτελούν το κυριότερο μέρος ενός ηλιακού θερμοσίφωνα καθώς είναι η επιφάνεια συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο ηλιακός θερμοσίφοντας είναι το απλούστερο και γνωστότερο ενεργητικό ηλιακό σύστημα το οποίο ζεσταίνει νερό χρησιμοποιώντας την ηλιακή ακτινοβολία.

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες ανάλογα με το κύκλωμα κυκλοφορίας του θερμαινόμενου μέσου διακρίνονται σε ανοιχτού και κλειστού κυκλώματος. Στους ηλιακούς θερμοσίφωνες ανοιχτού κυκλώματος πραγματοποιείται απευθείας θέρμανση του νερού και το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό που θα χρησιμοποιηθεί, ενώ αντίθετα στους κλειστού κυκλώματος η θέρμανση του νερού πραγματοποιείται έμμεσα καθώς το θερμαντικό μέσο κυκλοφορεί σε ιδιαίτερο κύκλωμα το οποίο θερμαίνει το νερό που θα χρησιμοποιηθεί. Οι ανοιχτού τύπου είναι απλούστεροι και φθηνότεροι σε σχέση με τους κλειστού τύπου, αλλά παρουσιάζουν προβλήματα σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες καθώς δεν μπορούν να δεχτούν αντιψυκτικά μίγματα διότι το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό χρήσης.

Επίσης, οι ηλιακού θερμοσίφωνες διακρίνονται και σε διπλής ή τριπλής ενέργειας ανάλογα με τον αριθμό ενεργειακών πηγών που μπορούν να εκμεταλλευτούν. Ένας ηλιακός θερμοσίφοντας χαρακτηρίζεται διπλής ενέργειας όταν λειτουργεί εκμεταλλεζόμενος τόσο της ηλιακής ενέργειας όσο του ηλεκτρικού ρεύματος μέσω ηλεκτρικής αντίστασης. Τριπλής ενέργειας είναι ο ηλιακός θερμοσίφοντας ο οποίος λειτουργεί όπως αυτός της διπλής ενέργειας, αλλά έχει μία επιπλέον είσοδο μέσω την οποίας εκμεταλλεύεται το ζεστό νερό που παράγεται από τον λέβητα θέρμανσης.

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, ανεξάρτητα από το είδος τους, αποτελούνται από δύο βασικά μέρη το **τμήμα συλλογής** (οι ηλιακοί συλλέκτες, η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας) και το **τμήμα αποθήκευσης** (η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού). Τα δύο αυτά μέρη είναι είτε συναρμολογημένα μαζί και συνδέονται με σωληνώσεις, είτε βρίσκονται ξεχωριστά, συνήθως σε μεγάλα συστήματα, και η κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου γίνεται μέσω αντλιών. Το τμήμα αποθήκευσης διαθέτει και ηλεκτρική αντίσταση με θερμοστάτη, για να μπορεί να γίνεται παραγωγή ζεστού νερού ακόμα και όταν οι καιρικές συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές.

Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στην εκμετάλλευση του φυσικού φαινομένου της ροής των ρευστών λόγω διαφοράς θερμοκρασίας (διαφοράς πυκνότητας), γνωστό και σαν αρχή του θερμοσιφώνου. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται συνεχής ροή του θερμαινόμενου μέσου από το θερμότερο σημείο που είναι οι ηλιακοί συλλέκτες προς το ψυχρότερο δηλαδή τη δεξαμενή νερού, μέχρις ότου η θερμοκρασία να είναι παρόμοια στα δυο σημεία, με φυσικό τρόπο χωρίς να απαιτείται η χρήση κυκλοφορητή (αντλίας). (Σκουρλή, 2017) (El.wikipedia.org, 2021) (Στάικος και Τζελέπης, 2016) (Μελισσάρης, 2013)

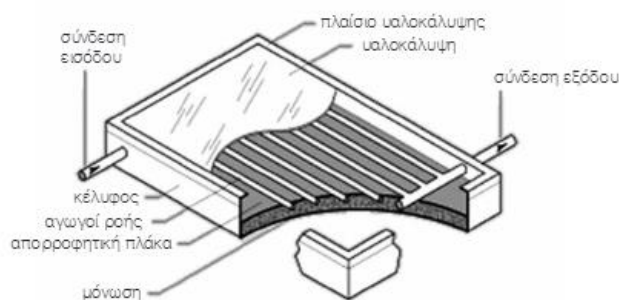
Οι ηλιακοί συλλέκτες αποτελούνται από τέσσερα μέρη:

- Την πλάκα απορρόφησης για τη συλλογή της ακτινοβολίας
- Τους σωλήνες ροής του νερού
- Την κάλυψη (διαφανές τζάμι) της πλάκας απορρόφησης
- Το θερμικά μονωμένο πλαίσιο πάνω στο οποίο στερεώνονται τα υπόλοιπα εξαρτήματα.

Η λειτουργία τους βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου το οποίο αναπτύσσεται ανάμεσα στην πλάκα απορρόφησης και την γυάλινη επικάλυψη. Η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στην πλάκα απορρόφησης, συνήθως μαύρου χρώματος, ανεβάζει την θερμοκρασία της και οδηγεί στην εκπομπή μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίας (θερμικής ακτινοβολίας). Η ακτινοβολία αυτή, παγιδεύεται ανάμεσα στην πλάκα και στο διαφανές τζάμι που την καλύπτει με αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης θέρμανσης του νερού που κυκλοφορεί στους σωλήνες οι οποίοι είτε είναι ενσωματωμένοι σε αυτή, είτε εφάπτονται στο πίσω μέρος της.

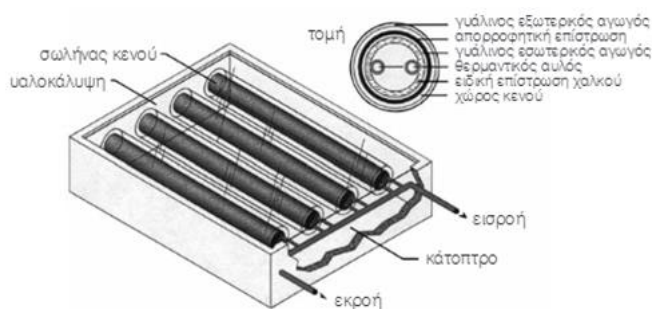
Οι ηλιακοί συλλέκτες διακρίνονται σε επίπεδους συλλέκτες και συλλέκτες κενού (Σκουρλή, 2017) (Στάικος και Τζελέπης, 2016) (Μελισσάρης, 2013):

- Ένας **επίπεδος ηλιακός συλλέκτης** αποτελείται από τον απορροφητή, ένα διαφανές κάλυμμα και ένα μονωμένο πλαίσιο. Ο απορροφητής είναι μια ειδική επιφάνεια από μέταλλο υψηλής θερμικής αγωγιμότητας, όπως ο χαλκός ή το αλουμίνιο, με ενσωματωμένους ή προσαρτημένους σωλήνες. Το διαφανές κάλυμμα επιτρέπει το ηλιακό φως να περάσει μέσα από τον απορροφητή, ενώ ταυτόχρονα απομονώνει το χώρο εμποδίζοντας έτσι τη ροή ψυχρού αέρα. Τέλος, το μονωμένο πλαίσιο μειώνει τις απώλειες θερμότητας από τον συλλέκτη. Οι επίπεδοι συλλέκτες είναι οι πιο διαδεδομένοι ηλιακοί συλλέκτες και χρησιμοποιούνται ευρέως για παραγωγή θερμού νερού και θέρμανσης οικιακής χρήσης.



Εικόνα 4 - Διάταξη επίπεδου ηλιακού συλλέκτη (SOLCO, 2021)

- Ο **ηλιακός συλλέκτης κενού** αποτελούνται από δύο υάλινους σωλήνες κατασκευασμένους από βόριο πυριτικό γυαλί. Ο εξωτερικός σωλήνας έχει υψηλή αντοχή ώστε να αντέχει σε κρούση ακόμα και από χαλάζι και ο εσωτερικός σωλήνας έχει ειδική επίστρωση με εξαιρετικές ιδιότητες απορρόφησης της ηλιακής θερμότητας. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάτε από αυτή την εσωτερική γυάλινη επιφάνεια του σωλήνα και η αντανάκλασή της αποτρέπεται λόγω της εσωτερικής επένδυσης αργύρου. Ανάμεσα στους δύο σωλήνες αφαιρείται ο αέρας προκειμένου να σχηματιστεί κενό αέρος, ώστε να μην υπάρχουν απώλειες αγωγής και μεταφοράς θερμότητας. Έτσι, το σύστημα λειτουργεί ακόμα και σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, σε αντίθεση με τους κλασικούς επίπεδους συλλέκτες. Η θερμότητα μεταφέρεται σε ένα σύστημα πολλαπλών σωληνώσεων χαλκού, στις οποίες κυκλοφορεί νερό προκειμένου να θερμάνει τη δεξαμενή αποθήκευσης θερμού νερού.



Εικόνα 5 - Διάταξη ηλιακού συλλέκτη κενού (SOLCO, 2021)

Η ηλιακοί συλλέκτες και κατ' επέκταση ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι μία από τις “καθαρότερες” και αποδοτικότερες συσκευές που χρησιμοποιούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εξοικονομούν μεγάλο χρηματικό ποσό αλλά με την χρήση τους αποφεύγεται και η έλκυση μεγάλης ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Ένα ηλιακό θερμικό σύστημα, ανάλογα το μέγεθος και την τοποθεσία του, μπορεί να καλύψει από το 40% έως και το 90% του θερμικού φορτίου μιας τυπικής κατοικίας 120 m² η οποία έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ (Μαρτινόπουλος, 2016).

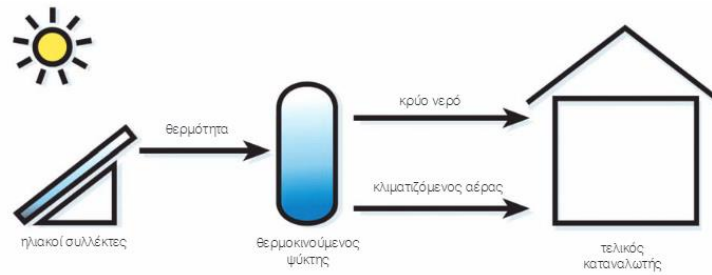
Μια άλλη εφαρμογή των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων η οποία έχει εξαπλωθεί στη ευρωπαϊκή αγορά και εισέρχεται σταδιακά και στην χώρα μας, είναι ο συνδυασμός παραγωγής ζεστού νερού για χρήση και για θέρμανση χώρων. Η χρήση των συστημάτων αυτών για τη θέρμανση χώρων, στις ελληνικές κλιματικές συνθήκες, θεωρείται τεχνικά αλλά και οικονομικά αποδοτική, με την προϋπόθεση βέβαια ότι θα συνδυαστεί με την κατάλληλη μελέτη/κατασκευή του κτιρίου.

Τέλος, στην ευρωπαϊκή αγορά αρχίζει να εισχωρεί και ο ηλιακός κλιματισμός, τον οποίο θα αναπτύξουμε στην επόμενη ενότητα, δηλαδή η χρήση ηλιακής ενέργειας, όχι μόνο για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης χώρων αλλά και για τον κλιματισμό των χώρων. (Σκουρλή, 2017) (El.wikipedia.org, 2021) (Στάικος και Τζελέπης, 2016) (Μελισσάρης, 2013)

5.2 Ηλιακός κλιματισμός

Όπως αναφέραμε και στην ενότητα 5.1, ο ηλιακός κλιματισμός, δηλαδή η χρήση ηλιακής ενέργειας για τον κλιματισμό των χώρων έχει αναπτυχθεί πολύ τα τελευταία χρόνια και τα συστήματα αυτά διεισδύουν όλο και περισσότερο στην αγορά.

Ένα τυπικό σύστημα ηλιακού κλιματισμού αποτελείται από τους ηλιακούς συλλέκτες, τη δεξαμενή αποθήκευσης, τη μονάδα ελέγχου, σωληνώσεις, αντλίες και ένα θερμοκινούμενο ψύκτη. Οι ηλιακοί συλλέκτες χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια με σκοπό την παραγωγή υγρού υψηλής θερμοκρασίας (συνήθως νερού), το οποίο αποθηκεύεται σε μια δεξαμενή. Στη συνέχεια, κυκλοφορεί προς τον θερμοκινούμενο ψύκτη όπου ψύχεται και μέσω δικτύου σωληνώσεων καταλήγει σε οποιαδήποτε τυπική εγκατάσταση κλιματισμού. (Vidal et al, 2006) (Κατσαρός Γ., 2012) (Αλούμπη Ε., 2008)



Εικόνα 6 - Σύστημα ηλιακού κλιματισμού (SOLCO, 2021)

Παρόλο που οι ηλιακοί συλλέκτες είναι αυτοί που παρέχουν την αναγκαία ενέργεια, οι θερμοκινούμενοι ψύκτες αποτελούν τον πυρήνα της εγκατάστασης καθώς αποτελούν το μηχανισμό παραγωγής ψύξης με χρήση του θερμού νερού που λαμβάνουν. Συγκεκριμένα, ο ψύκτης μεταφέρει θερμότητα από ένα υγρό μέσω συμπύεσης ατμών ή ψυκτικού κύκλου απορρόφησης. Οι ψύκτες διακρίνονται σε απορρόφησης και προσρόφησης.

Οι ψύκτες απορρόφησης είναι σήμερα οι πιο διαδεδομένοι ψύκτες παγκοσμίως. Χρησιμοποιούν υγρό διάλυμα ψυκτικού υλικού και πηγή θερμότητας για την θερμική συμπύεση του ψυκτικού μέσου, αντικαθιστώντας με αυτό τον τρόπο την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η θερμότητα μεταφέρεται συνήθως στον ψύκτη μέσω ατμού, θερμού νερού ή μέσω καύσης. Επιπλέον, σε χώρες όπου υπάρχει υψηλό ηλιακό δυναμικό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η ηλιακή ενέργεια.

Τα κυριότερα μέρη ενός ψύκτη απορρόφησης είναι ο εξατμιστής, ο απορροφητής, η γεννήτρια ατμού, ο αναγεννητής και ο συμπυκνωτής. Το ψυκτικό μέσο (νερό) εξατμίζεται στον εξατμιστή με πολύ χαμηλές πιέσεις. Το ατμοποιημένο ψυκτικό μέσο απορροφάται στην συνέχεια από τον απορροφητή, αραιώνοντας το ειδικό διάλυμα. Το διάλυμα αντλείται συνεχώς στη γεννήτρια ατμού, όπου επιτυγχάνεται η αναγέννηση του διαλύματος χρησιμοποιώντας θερμότητα. Το ψυκτικό μέσο στη συνέχεια, συμπυκνώνεται στο συμπυκνωτή και κυκλοφορεί με τη βοήθεια μιας βαλβίδας πάλι στον εξατμιστή. (Τσούτσος, Κορμά, Κράγιωργας, Δρόσου και Αηδόνης, 2004) (Κατσαρός, 2012) (Αλούμπη, 2008)

Στην περίπτωση των ψυκτών προσρόφησης, αντί υγρού διαλύματος, χρησιμοποιούνται στερεά πορώδη υλικά. Οι ψύκτες προσρόφησης σε αντίθεση με τους ψύκτες απορρόφησης, αποτελούνται από δύο χώρους, έναν εξατμιστή και ένα συμπυκνωτή. Το προσροφητικό υλικό στον εξατμιστή περνά στην αέρια φάση, με χρήση ζεστού νερού από εξωτερική πηγή θερμότητας, π.χ. τον ηλιακό συλλέκτη, και

στη συνέχεια ο συμπυκνωτής προσροφά τους υδρατμούς που εισάγονται από τον εξατμιστή. Αυτός ο χώρος πρέπει να ψυχθεί προκειμένου να επιτραπεί συνεχής προσρόφηση. Στην πραγματικότητα, εδώ παράγεται η χρήσιμη ψυκτική ισχύς. (Zhai & Wang, 2008) (Κατσαρός, 2012) (Αλούμπη, 2008)

Τα συστήματα ηλιακού κλιματισμού διακρίνονται σε κλειστά και ανοικτά συστήματα (SOLCO, 2021):

- Τα **κλειστά συστήματα ηλιακού κλιματισμού** αποτελούνται από θερμοκινούμενους ψύκτες οι οποίοι παρέχουν ψυχρό νερό που είτε χρησιμοποιείται σε κεντρικές κλιματιστικές μονάδες παρέχοντας πλήρως κλιματισμένο αέρα, είτε διανέμεται μέσω δικτύου σε προκαθορισμένους χώρους με στόχο να θέσει σε λειτουργία ανεξάρτητες μονάδες των χώρων αυτών.
- Τα **ανοικτά συστήματα ηλιακού κλιματισμού** χρησιμοποιούν ως ψυκτικό μέσο το νερό που έρχεται σε άμεση επαφή με τον αέρα. Ο δροσισμός επιτυγχάνεται μέσω συνδυασμού εξάτμισης και αφύγρανσης του αέρα με την βοήθεια αφυγραντικού υλικού. Ο όρος «ανοικτός» χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει ότι το ψυκτικό μέσο απορρίπτεται από το σύστημα αφού έχει εξασφαλίσει την απαραίτητη ψύξη στο χώρο, ενώ νέο ψυκτικό μέσο το αντικαθιστά έχοντας ως αποτέλεσμα μια επαναλαμβανόμενη κυκλική διαδικασία.

5.3 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Όπως ήδη αναφέραμε και στην ενότητα 2.2.2, η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας γίνεται κατά διάφορους τρόπους, που διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα παθητικά ηλιακά συστήματα τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε εσωτερική ενέργεια δομικών και στην δεύτερη τα ενεργά ηλιακά συστήματα τα οποία προκαλούν μετατροπή της σε άλλης μορφής ενέργεια ή χρησιμοποιείται θερμικό ρευστό σε κίνηση. Στα ενεργά συστήματα συγκαταλέγονται τα θερμοσιφωνικά τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε εσωτερική ενέργεια θερμικού ρευστού και τα φωτοβολταϊκά τα οποία μετατρέπουν το ηλιακό φως απευθείας σε ηλεκτρισμό.

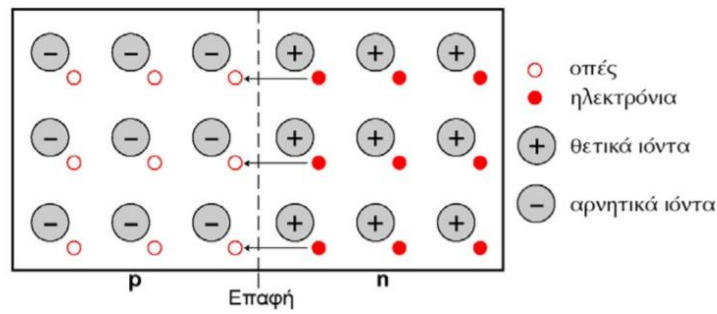
Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων εμφανίστηκε το 1838 από ένα ζευγάρι Γάλλων επιστημόνων οι οποίοι παρατήρησαν πως εκθέτοντας την συσκευή που είχαν κατασκευάσει στο ηλιακό φως, αύξησαν την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Αργότερα, το 1954, η φωτοβολταϊκή τεχνολογία μεταφέρθηκε από τα

εργαστήρια και σε καθημερινή χρήση, με την κατασκευή μίας μονής φωτοβολταϊκής κυψέλης, ενώ στις αρχές της δεκαετίας του 1970 εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στα διαστημικά προγράμματα των ΗΠΑ. Ωστόσο λόγω της σχετικά χαμηλής απόδοσής τους και του υψηλού κόστους, τα φωτοβολταϊκά συστήματα βρίσκουν κυρίως εφαρμογή ως μονάδες μικρής δυναμικότητας σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές όπου η σύνδεση με το δίκτυο είναι πολύ ακριβή.

Το ηλιακό φως αποτελείται από μικρά πακέτα ενέργειας που ονομάζονται φωτόνια. Τα φωτόνια περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Όταν τα φωτόνια προσκρούσουν σε μια επιφάνεια κάποια ανακλώνται, κάποια την διαπερνούν και κάποια απορροφούνται από το υλικό της. Σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας, τα φωτόνια που απορροφούνται μετατρέπονται σε μια άλλη μορφή ενέργειας, συνήθως σε θερμότητα. Ωστόσο, υπάρχουν κάποια υλικά τα οποία έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν την ενέργεια των προσπιπτόντων φωτονίων σε ηλεκτρική ενέργεια όπως οι ημιαγωγοί.

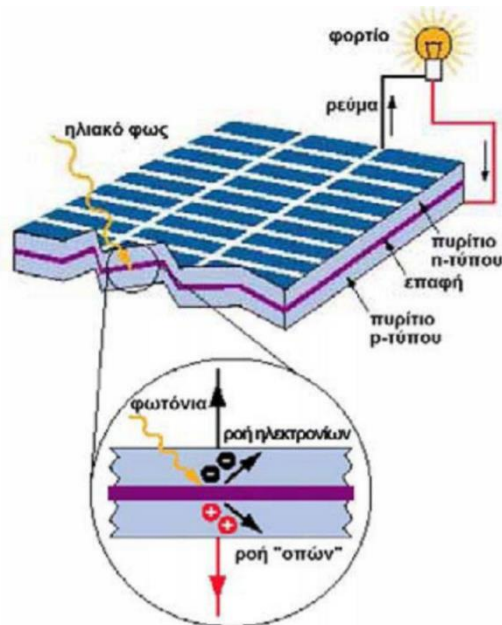
Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (κυψέλες) είναι κρυσταλλοδίοδοι οι οποίοι αποτελούνται από ημιαγωγούς, ημιαγώγημα υλικά και συνήθεστερα από πυρίτιο (Si) τα οποία έχουν την ιδιότητα της φωτοαγωγιμότητας, να απορροφούν δηλαδή φωτόνια και να μεταφέρουν ένα μέρος της ενέργειας τους στους φορείς του ηλεκτρικού ρεύματος, στα ηλεκτρόνια και στις οπές. Συγκεκριμένα αποτελούνται από δύο πλάκες ημιαγωγών (δίοδοι p-n), που βρίσκονται σε επαφή. Η άνω πλάκα λόγω των επιπλέον ηλεκτρονίων που διαθέτει ονομάζεται ημιαγωγός τύπου n (negative), ενώ η κάτω πλάκα με τα λιγότερα ηλεκτρόνια είναι ημιαγωγός τύπου p (positive).

Η επαφή p-n δημιουργείται στην επιφάνεια επαφής ενός ημιαγωγού p με έναν ημιαγωγό n και η δίοδος p-n ή κρυσταλλοδίοδος υλοποιείται με σύνδεση των άκρων των δύο ημιαγώγιμων τμημάτων με μεταλλικές επαφές. Κατά την υλοποίηση της επαφής p-n, σημειώνεται μετακίνηση ηλεκτρονίων από τον ημιαγωγό n προς τον ημιαγωγό p με αποτέλεσμα την δημιουργία εκατέρωθεν της επαφής δύο ζωνών απογύμνωσης οι οποίες προκαλούν φραγμό στη μετακίνηση ηλεκτρονίων διαμέσου αυτής. Δηλαδή ένα τμήμα στον ημιαγωγό n με θετικά ιόντα μόνο, χωρίς ηλεκτρόνια και ένα τμήμα στον ημιαγωγό p με αρνητικά ιόντα μόνο, χωρίς οπές. (Μαρκίδης, 2013) (Αντωνίου και Τσέρνιχ) (Κουτσοράκης)



Εικόνα 7 - Επαφή/Δίοδος p-n
(Αντωνίου και Τσέρνιχ)

Όταν η πλάκα (τύπου n) δεχτεί ηλιακή ακτινοβολία, τα φωτόνια διαπερνούν τον ημιαγωγό και διεγείρουν ορισμένο αριθμό ηλεκτρονίων, τα οποία συσσωρεύονται κοντά στην επιφάνεια επαφής των δύο πλακών. Λόγω των απωστικών δυνάμεων μεταξύ ομώνυμων φορτίων εκκενώνονται επιπλέον θέσεις ηλεκτρονίων της πλάκας (τύπου p) οπότε και δημιουργούνται επιπλέον κενές θέσεις (οπές). Στην ένωση των δύο υλικών επιτυγχάνεται ισορροπία και δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο πλευρών της ηλιακής κυψέλης, το οποίο αποτελεί το φωτοβολταϊκό φαινόμενο.

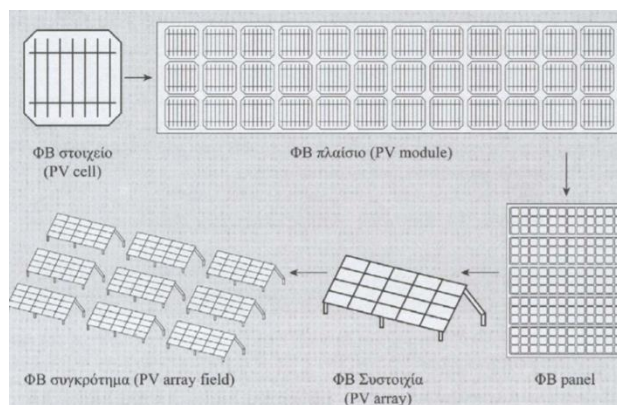


Εικόνα 8 - Φωτοβολταϊκό φαινόμενο
(Κεϊσίδης και Βασιλάς)

Η εφαρμογή ηλεκτρικού πεδίου υποχρεώνει τα ελεύθερα ηλεκτρόνια να κινηθούν προς συγκεκριμένη κατεύθυνση, παράγοντας ηλεκτρικό ρεύμα του οποίου η ισχύς καθορίζεται από τη ροή των ηλεκτρονίων και την εφαρμοζόμενη τάση στο φωτοβολταϊκό κύτταρο. Αυτό το ηλεκτρικό ρεύμα αποστέλλεται σε καλώδια που συλλαμβάνουν την ηλεκτρική ενέργεια συνεχούς ρεύματος (DC). Τα καλώδια οδηγούν σε έναν μετατροπέα, ο οποίος μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο (AC). Όσο περισσότερες ηλιακές κυψέλες διατίθενται σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, τόσο περισσότερος ηλεκτρισμός παράγεται.

Το μέγιστο θεωρητικό ποσό ενέργειας που μπορεί να απορροφήσει ένα φωτοβολταϊκό κύτταρο είναι περίπου το 25% της ενέργειας που δέχεται, αλλά στην πράξη το πιο συνηθισμένο ποσοστό είναι λιγότερο από 15% διότι η ηλιακή ακτινοβολία δεν είναι μονοχρωματική, αποτελείται από φάσμα διαφορετικών μηκών κυμάτων, άρα και από φωτόνια διαφορετικών επιπέδων ενέργειας. Τα φωτόνια χαμηλού ενεργειακού περιεχομένου δεν μπορούν να διεγείρουν ηλεκτρόνια του ημιαγωγού και απλώς διέρχονται μέσα από το φωτοβολταϊκό κύτταρο. Μόνο τα φωτόνια που μεταφέρουν μεγαλύτερη ή ίση ενέργεια από ένα συγκεκριμένο ποσό που εξαρτάται από το υλικό που είναι κατασκευασμένο το κύτταρο μπορούν να ελευθερώσουν ηλεκτρόνια.

Λόγω του περιορισμού της ενέργειας που μπορεί να παραχθεί από μία ηλιακή κυψέλη και με σκοπό την παραγωγή σημαντικής ποσότητας ηλεκτρικού ρεύματος, οι ηλιακές κυψέλες συνδέονται μεταξύ τους ηλεκτρικά και σχηματίζουν ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Στην περίπτωση που υπάρχουν εγκαταστάσεις που απαιτούν μεγάλη ποσότητα ηλεκτρικής ισχύος, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια συνδέονται μεταξύ τους και σχηματίζουν ένα φωτοβολταϊκό συγκρότημα. (Μαρκίδης, 2013) (Αντωνίου και Τσέρνιχ) (Κουτσοράκης)



Εικόνα 9 - Φωτοβολταϊκό πλαίσιο και συγκρότημα
(Κεϊσίδης και Βασίλας)

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία όπως ήδη αναφέραμε κατασκευάζονται από ημιαγώγιμα υλικά και συνηθέστερα από πυρίτιο(Si) το οποίο μπορεί είναι (Μαρκίδης, 2013) (Αντωνίου και Τσέρνιχ) (Κουτσουράκης):

1. **Μονοκρυσταλλικό πυρίτιο.** Οι ηλιακές κυψέλες μονοκρυσταλλικού πυριτίου έχουν κοπεί από ένα κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου το οποίο είναι πολύ υψηλής καθαρότητας και έχει τέλεια δομή. Αυτού του είδους οι ηλιακές κυψέλες έχουν την μεγαλύτερη απόδοση αλλά η κατασκευή τους είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη και υψηλού κόστους.

2. **Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο.** Οι ηλιακές κυψέλες πολυκρυσταλλικού πυριτίου κατασκευάζονται από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλομένου πυριτίου με την διαδικασία της χύτευσης. Η διαδικασία κατασκευής τους είναι απλούστερη από εκείνη των μονοκρυσταλλικών και επομένως και με χαμηλότερο κόστος παραγωγής. Ωστόσο, παρουσιάζουν μικρότερη απόδοση από αυτές μονοκρυσταλλικού πυριτίου λόγω των ατελειών στη δομή του κρυστάλλου ως αποτέλεσμα της διαδικασίας χύτευσης.

3. **Άμορφο πυρίτιο.** Οι ηλιακές κυψέλες αυτής της κατηγορίας αποτελούνται από ένα λεπτό στρώμα πυριτίου το οποίο έχει εναποτεθεί ομοιόμορφα σε κατάλληλη βάση. Σαν βάση μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια μεγάλη ποικιλία υλικών από δύσκαμπτα μέχρι ελαστικά με αποτέλεσμα μεγαλύτερο εύρος εφαρμογών, ιδιαίτερα σε καμπύλες ή εύκαμπτες επιφάνειες. Ενώ το άμορφο πυρίτιο παρουσιάζει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην απορρόφηση του φωτός, εντούτοις η φωτοβολταϊκή απόδοση του είναι η μικρότερη των κρυσταλλικών. Το φθινό όμως κόστος κατασκευής τους τα κάνει ιδανικά σε εφαρμογές όπου δεν απαιτείται υψηλή απόδοση.

Το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που ένα φωτοβολταϊκό σύστημα μετατρέπει σε ηλιακή ενέργεια εξαρτάται από τον τύπο του. Τα μονοκρυσταλλικά στοιχεία έχουν τη μεγαλύτερη απόδοση καθώς μετατρέπουν έως και το 18% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό, τα πολυκρυσταλλικά στοιχεία έχουν ελαφρώς χαμηλότερη απόδοση 13%- 15% και τα φωτοβολταϊκά άμορφου πυριτίου έχουν απόδοση 5%-10% (Νομπιλιάκης, 2011).

Επιπρόσθετα, δύο χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών συστημάτων που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την επίτευξη μέγιστης ενεργειακής απόδοσης είναι η κλίση και ο προσανατολισμός τους. Δεδομένου ότι η πορεία του ήλιου αλλάζει τόσο σε μία ημέρα με το πέρασμα της ώρας όσο και από ημέρα σε ημέρα με το πέρασμα του έτους, τα φωτοβολταϊκά συστήματα προκειμένου να παράγουν τη μέγιστη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας θα έπρεπε να είναι σε θέση να περιστρέφονται ώστε να ακολουθούν την τροχιά του ήλιου και να είναι κάθετα στην κατεύθυνση της ακτινοβολίας. Πρακτικά βέβαια, η μηχανική πολυπλοκότητα αλλά και το κόστος ενός μηχανισμού ο οποίος θα επέτρεπε μια τέτοια κίνηση, καθιστούν εξαιρετικά δύσκολη και δαπανηρή την εφαρμογή του σε κτιριακά φωτοβολταϊκά συστήματα.

Επομένως, στα περισσότερα κτιριακά φωτοβολταϊκά συστήματα επιλέγεται σταθερός προσανατολισμός, τέτοιος ώστε να επιτυγχάνεται μέση ετήσια γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας όσο το δυνατό περισσότερο κάθετη. Η επίτευξη αυτού του στόχου βασίζεται στην σωστή επιλογή της κλίσης και του προσανατολισμού του πλαισίου.

Τέλος, ένας άλλος καθοριστικός παράγοντας στην ενεργειακή απόδοση των κτιριακών φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι η μη ύπαρξη σκιασμών. Η επιλογή της θέσης τοποθέτησης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν θα υπάρξουν σκιασμοί ειδικά τις ώρες υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας. Σκιασμοί, έστω και από αντικείμενα μικρού όγκου όπως κολώνες, κεραίες ή ηλεκτρικά καλώδια ή ακόμη περισσότερο από δένδρα παρακείμενα του κτιρίου, μπορούν να οδηγήσουν σε περιορισμό της τάσης και μείωση του παραγόμενου ρεύματος. Επιπλέον, για τη διασφάλιση της μακροχρόνιας απρόσκοπτης λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος θα πρέπει να εξετάζεται επιπλέον και το ενδεχόμενο εμφάνισης μελλοντικών σκιασμών λόγω για παράδειγμα ανοικοδόμησης παρακείμενων κτιρίων (Μαρκίδης, 2013) (Αντωνίου και Τσέρνιχ) (Κουτσουράκης).

Η ισχύς της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μία επιφάνεια 1 m^2 μια ηλιόλουστη μέρα μπορεί να φθάσει το 1 kW και εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση και το προσανατολισμό της επιφάνειας. Για παράδειγμα για τη περιοχή της Αθήνας, η τιμή της ετήσιας ενέργειας που προσπίπτει σε μια οριζόντια επιφάνεια 1 m^2 κυμαίνεται περίπου στις 1.500 kWh . Επομένως, με δεδομένο ότι ένα μέσο φωτοβολταϊκό πλαίσιο μετατρέπει περίπου το 8-16% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, ένα πλαίσιο επιφάνειας 1 m^2 παράγει περίπου 160 Watt την ώρα αν αποτελείται από μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία, περίπου 140 Watt την ώρα αν αποτελείται από πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία και περίπου 80 Watt την ώρα αν είναι για παράδειγμα άμορφου πυριτίου (Νομπιλάκης, 2011).

Δίνοντας τον απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια, τον καθιστούν πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν έτσι στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας. Η εμπειρία της Δανάας π.χ. έδειξε μείωση της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού από χρήστες φωτοβολταϊκών, της τάξης του 5-10% (Μαλακός και Φιλίππου, 2012).

5.4 Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας

Οι Αντλίες Θερμότητας είναι συσκευές που αξιοποιούν τον θερμοδυναμικό κύκλο και παράγουν θέρμανση και ψύξη καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια. Παρόλο που η θερμότητα έχει φυσική ροή από καταστάσεις υψηλότερων θερμοκρασιών σε αντίστοιχες χαμηλότερων θερμοκρασιών, οι συσκευές αυτές έχουν την ικανότητα να μεταφέρουν τη θερμότητα αντίθετα προς τη φυσική της ροή, δηλαδή να την αντλούν από χαμηλότερη στάθμη θερμοκρασίας προς μια υψηλότερη. Συγκεκριμένα, οι αντλίες θερμότητας έχουν τη δυνατότητα μεταφοράς θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου στο περιβάλλον (ψύξη κτιρίου) ή αντίστροφα (θέρμανση κτιρίου).

Τα κυριότερα μέρη από τα οποία αποτελείται μια αντλία θερμότητας είναι:

- Ο **συμπιεστής-συμπυκνωτής**, ο οποίος απορρίπτει θερμότητα στο περιβάλλον ή αντίστροφα απορροφά θερμότητα.
- Ο **ανεμιστήρας-ατμοποιητής**, ο οποίος απορροφά θερμότητα από τον εσωτερικό χώρο ή αντίστροφα προσδίδει θερμότητα.
- Ο **μηχανισμός αντιστροφής**, ο οποίος αποτελείται από μια τετράοδη βαλβίδα, η οποία μετατρέπει τον ψυκτικό κύκλο σε θερμαντικό και αντίστροφα.

-
- Οι **αυτοματισμοί**, για τον έλεγχο και τη λειτουργία του συστήματος θέρμανσης ή ψύξης.
 - Η **συμπληρωματική ηλεκτρική αντίσταση**, η οποία ενισχύει τη θερμική απόδοση του συστήματος σε περίπτωση που η εξωτερική θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή.

Συχνά αναφέρεται ότι η αντλία θερμότητας αντιστρέφει τον θερμοδυναμικό κύκλο ανάλογα με την περίπτωση και ακολουθεί ψυκτικό κύκλο το καλοκαίρι ή κύκλο θέρμανσης το χειμώνα. Ωστόσο, πρέπει να τονισθεί ότι κάτι τέτοιο δεν ισχύει και η αντλία θερμότητας εκτελεί πάντα ψυκτικό κύκλο. Το μόνο που αντιστρέφεται είναι ο ρόλος του συμπυκνωτή με το ρόλο του ατμοποιητή. Με τη χρήση της τετράοδης βαλβίδας αντιστρέφει τη ροή του ψυκτικού μέσου και την περίοδο του καλοκαιριού το εσωτερικό στοιχείο λειτουργεί ως ατμοποιητής και είναι τοποθετημένος μέσα στον ψυχόμενο χώρο και τον ψύχει, ενώ την περίοδο του χειμώνα λειτουργεί ως συμπυκνωτής και τον θερμαίνει.

Η **Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας** ορίζεται ως η αντλία θερμότητας η οποία εκμεταλλεύεται τη θερμότητα των γεωλογικών σχηματισμών και των νερών, είτε επιφανειακών (λίμνες, ποτάμια) είτε υπόγειων (υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας) ή ρευστό το οποίο κυκλοφορεί εντός γεωεναλλακτών σε κλειστό κύκλωμα, με σκοπό τη θέρμανση και την ψύξη χώρων ή/και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Τα συστήματα Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας παρέχουν σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη καθώς αξιοποιούν την σταθερή θερμοκρασία του εδάφους επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση ηλεκτρικής και πρωτογενούς ενέργειας αλλά και μείωση των αερίων του θερμοκηπίου. Τα συστήματα αυτά, τα οποία χρησιμοποιούνται για θέρμανση/ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, αποτελούνται από το σύστημα εναλλαγής θερμότητας (γεωεναλλάκτες) εντός του εδάφους, τη Γεωθερμική Αντλία θερμότητας και το σύστημα θέρμανσης-ψύξης του κτιρίου.

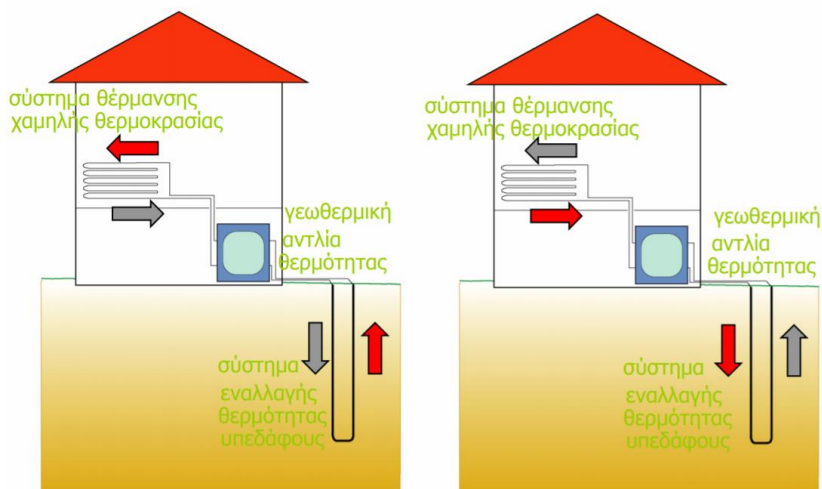
Το σύστημα εναλλαγής θερμότητας εντός εδάφους αποτελείται από γεωεναλλάκτες θερμότητας δηλαδή σωλήνες εντός του εδάφους είτε σε οριζόντια διάταξη είτε σε κατακόρυφη διάταξη μέσα σε γεωτρήσεις. (Μπένου, 2009) (Βραχόπουλος, 2004) (Καλλιακούδη, 2013)



Εικόνα 10 - Γεωεναλλάκτες θερμότητας
(Μπένου, 2009)

Τα βασικά εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται μια Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας είναι ο συμπιεστής, ο συμπυκνωτής, ο ατμοποιητής και η βαλβίδα εκτόνωσης. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, το μίγμα νερού και γλυκόλης που κυκλοφορεί στο κύκλωμα του γεωεναλλάκτη απορροφά τη θερμότητα του εδάφους και μέσω της αντλίας θερμότητας την αποδίδει στο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου. Συγκεκριμένα, η θερμότητα οδηγείται στον εξατμιστή, ο οποίος τη δεσμεύει και τη μεταδίδει στο ψυκτικό μέσο της αντλίας το οποίο μέσω του ατμοποιητή μετατρέπεται από υγρό σε αέριο. Έπειτα, οδηγείται στο συμπυκνωτή ο οποίος αποβάλλει όλη την αποθηκευμένη θερμότητα στο νερό του κυκλώματος της εσωτερικής εγκατάστασης. Το ψυκτικό μέσο μεταφέρεται στη βαλβίδα εκτόνωσης και εκτονώνεται, ώστε να επιστρέψει στον εξατμιστή και να επαναλάβει την ίδια διαδικασία.

Η διαδικασία αυτή αντιστρέφεται κατά την περίοδο του καλοκαιριού και οι Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας απάγουν την θερμότητα από το κτίριο και τη διοχετεύουν στο υπέδαφος μέσω του γεωεναλλάκτη (Μπένου, 2009) (Βραχόπουλος, 2004) (Καλλιακούδη, 2013).



Εικόνα 11 - Αρχή λειτουργίας γεωθερμικών συστημάτων (Μπένου, 2009)

Οι Γεωθερμικές Αντλίες θερμότητας, ανάλογα με τη διαμόρφωση της εγκατάστασης παράγουν περίπου 6,5 KW θερμότητας για κάθε KW ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται από το συμπιεστή. Με την χρήση τους εξοικονομείται πάνω από 70% στο κόστος θέρμανσης σε σύγκριση με τα παραδοσιακά συστήματα (Νομπιλιάκης, 2011).

Αυτό μπορεί να γίνει εύκολα κατανοητό εάν αναλογιστεί κανείς την σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα κλιματισμού το οποίο χρησιμοποιείται για θέρμανση. Το κλιματιστικό καλείται να ζεστάνει το εσωτερικό ενός κτιρίου σε θερμοκρασία 20-22°C ενώ η εξωτερική του μονάδα βρίσκεται σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες ακόμα και κοντά στους 0°C. Αντίθετα, ένα γεωθερμικό σύστημα καλείται να ανυψώσει τους 15-17°C του εδάφους μέχρι τους 20-22°C για να ζεστάνει το εσωτερικό του κτιρίου, παρέχοντας πολύ μεγαλύτερη απόδοση και εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας (Νομπιλιάκης, 2011).

Επιπλέον, έχουν ιδιαίτερα χαμηλό κόστος συντήρησης και καθαρισμού καθώς για την χρήση τους δεν απαιτείται λέβητας. Μια Γεωθερμική Αντλία θερμότητας μπορεί να διαθέσει αρκετή ενέργεια θέρμανσης, ακόμα και σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, αλλά και ζεστό νερό χρήσης ανά πάσα στιγμή.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, βαθμονομούνται σύμφωνα με το συντελεστή ενεργειακής απόδοσης (COP), που είναι η αποδιδόμενη ενέργεια από την αντλία προς την ηλεκτρική της κατανάλωση. Είναι ο επιστημονικός τρόπος προσδιορισμού της ενέργειας που το σύστημα παράγει σε σχέση με αυτή που χρησιμοποιεί. Τα περισσότερα συστήματα γεωθερμικών αντλιών θερμότητας έχουν COPs 3~5 με

αποτέλεσμα για κάθε μία μονάδα ενέργειας που χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει το σύστημα, 3~5 μονάδες παρέχονται ως θερμότητα. Επομένως, ένας καυστήρας ορυκτών καυσίμων μπορεί να είναι 78-95% αποδοτικός, ενώ μια γεωθερμική αντλία θερμότητας είναι 300% -500%. Αυτό σημαίνει οικονομικότερη λειτουργία σε σχέση με όλα τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης (Νομπιλάκης, 2011)

5.5 Μικρές ανεμογεννήτριες

Οι ανεμογεννήτριες είναι οι σύγχρονες αιολικές μηχανές που έχουν την δυνατότητα παραγωγής ρεύματος από την αιολική ενέργεια. Στόχος τους είναι η αξιοποίηση του μεγαλύτερου δυνατού ποσοστού της κινητικής ενέργειας του ανέμου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με σκοπό την τροφοδότηση οικιών αλλά και βιομηχανιών.

Η ανεμογεννήτρια χωρίζεται σε δύο συστήματα μετατροπής ενέργειας, τον Ανεμοκινητήρα και την Ηλεκτρογεννήτρια, η διασύνδεση των οποίων πραγματοποιείται με το κιβώτιο ταχυτήτων. Ο Ανεμοκινητήρας είναι υπεύθυνος για την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε μηχανική και η Ηλεκτρογεννήτρια στην συνέχεια για την μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Οι ανεμογεννήτριες ανάλογα με την δομή τους κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τις ανεμογεννήτριες οριζόντιου και κατακόρυφου άξονα. Στις ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα ο δρομέας είναι παράλληλος στο έδαφος, περιστρεφόμενος τύπου έλικα και βρίσκεται συνεχώς παράλληλα προς την κατεύθυνση του ανέμου. Στις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα, παραμένει σταθερός, κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους και πάνω του στηρίζονται περιστρεφόμενα πτερύγια (Τσούλη, 2016) (Θυμάκης και Τσούνης, 2013) (Ουμπαϊλής, 2018).



Εικόνα 12 - Κατηγορίες ανεμογεννητριών
(Τσούλης, 2016)

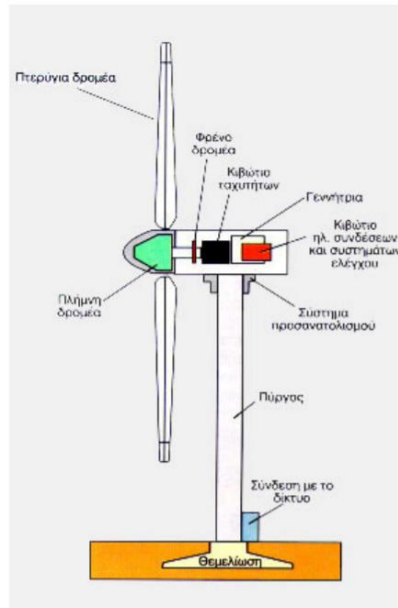
Στην αγορά έχουν επικρατήσει αποκλειστικά οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα, με δύο ή τρία πτερύγια, καθώς είναι πιο αποδοτικές. Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα δεν απαιτούν πολύ υψηλές ταχύτητες ανέμου για να ξεκινήσουν να περιστρέφονται, ενώ οι ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα, λόγω χαμηλότερων στροφών περιστροφής ανά λεπτό, χρειάζονται ισχυρότερους ανέμους για να ξεκινήσουν την φόρτιση των συσσωρευτών. Στις ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα, σε αντίθεση με αυτές οριζόντιου άξονα, δεν απαιτείται μηχανισμός προσανατολισμού της μηχανής με τον άνεμο και έτσι είναι καταλληλότερες για τοποθέτηση σε περιοχές όπου ο αέρας δεν είναι σταθερός ή περιβάλλονται εμπόδια.

Επιπλέον, η ευκολότερη κατασκευή των πτερυγίων και η έλλειψη της ανάγκης για μηχανισμό φρεναρίσματος σε υψηλές ταχύτητες ανέμου των ανεμογεννητριών κάθετου άξονα, σε αντίθεση με την αναγκαστική τοποθέτηση της γεννήτριας και του κιβωτίου ταχυτήτων πάνω στον πύργο των ανεμογεννητριών οριζόντιου άξονα, καθιστά τις τελευταίες πιο δύσκολες κατασκευαστικά και ασύμφορες οικονομικά. Τέλος, οι ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα είναι πιο ασφαλείς διότι δεν διαθέτουν τον κίνδυνο να σπάσει κάποιο πτερύγιο ούτε κινούνται με τόσο υψηλές ταχύτητες όσο οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα (Γκουντρούμάνης, 2012).

Τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα είναι:

- Ο δρομέας, ο οποίος αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια κατασκευασμένα από ειδικά υλικά όπως υαλονήματα και ειδικές ρητίνες, σχεδιασμένα να αντέχουν σε μεγάλες καταπονήσεις. Τα πτερύγια δέχονται τον άνεμο κατά μήκος τους υπό διαφορετικές γωνίες πρόσπτωσης οι οποίες αυξάνονται προς την βάση τους.

-
- Το κιβώτιο ταχυτήτων, το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα χαμηλών στροφών περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας.
 - Το σύστημα προσανατολισμού, το οποίο αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου. Όταν ο δρομέας είναι κάθετος στη διεύθυνση του ανέμου, η ανεμογεννήτρια θεωρείται ότι παρουσιάζει σφάλμα περιστροφής καθώς αξιοποιεί μικρό μέρος της ενέργειας του ανέμου και δέχεται μεγαλύτερο φορτίο κόπωσης.
 - Τον πύργο, ο οποίος στηρίζει όλη την ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας. Ο πύργος είναι συνήθως κατασκευασμένος από ατσάλι σε σωληνοειδή ή καφασωτή μορφή και τσιμέντο. Επειδή η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται με την αύξηση του υψομέτρου, οι υψηλότεροι πύργοι παρέχουν την δυνατότητα «αιχμαλώτισης» περισσότερης ενέργειας και παράγουν περισσότερο ηλεκτρισμό. Στόχος αποτελεί ο εντοπισμός του κατάλληλου ύψους ώστε να εξασφαλίζεται η ανεπηρέαστη ροή του ανέμου, περιορίζοντας παράλληλα και τον παραγόμενο θόρυβο.
 - Τον ηλεκτρονικό πίνακα/ πίνακα ελέγχου ο οποίος είναι τοποθετημένος στην βάση του πύργου και παρακολουθεί, συντονίζει και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας.
 - Την ηλεκτρική γεννήτρια, η οποία αποτελεί μία μηχανή εναλλασσόμενου ρεύματος η οποία είναι συνδεδεμένη με την έξοδο του κιβωτίου ταχυτήτων και μετατρέπει την μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική.



Εικόνα 13 - Δομή ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα
(Θυμάκης και Τσούνης, 2013)

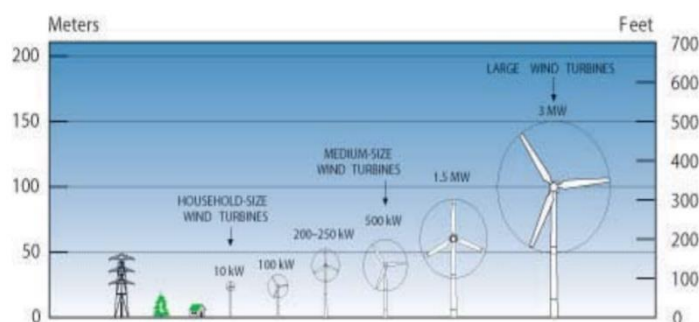
Τα πτερύγια της ανεμογεννήτριας, τα οποία περιστρέφονται από τον άνεμο, είναι συνδεδεμένα με ένα περιστρεφόμενο άξονα ο οποίος περνάει μέσα από ένα κιβώτιο ταχυτήτων. Από το κιβώτιο ταχυτήτων αρχίζει ένας ακόμα άξονας μεγάλης ταχύτητας περιστροφής, ο οποίος κινεί μία γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα περνάει από ένα μετασχηματιστή, ο οποίος αυξάνει την τάση του, στην ηλεκτροπαραγωγική μονάδα (Δημητρακάκης, 2014).

Οι δυο κυριότερες κατηγορίες ανεμογεννητριών με βάση τη λειτουργία τους είναι οι αυτόματες και οι συνδεδεμένες στο δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού. Οι αυτόματες ανεμογεννήτριες είναι κατάλληλες για εξοχικές κατοικίες απομακρυσμένες από το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και απαιτούν συσσωρευτές (μπαταρίες) για την αποθήκευση της ενέργειας και εγκατάσταση μετατροπέα συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Στην περίπτωση των συνδεδεμένων ανεμογεννητριών, δεν χρειάζονται μπαταρίες για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας καθώς αυτή πωλείται στο δίκτυο, απαιτείται όμως επίσης η ύπαρξη μετατροπέα.

Οι ανεμογεννήτριες εκτός από τον διαχωρισμό με βάση τον τρόπο λειτουργίας τους, διακρίνονται και με βάση την ταχύτητα τους σε σταθερής ταχύτητας και μεταβλητής ταχύτητας. Στις ανεμογεννήτριες σταθερής ταχύτητας ο δρομέας περιστρέφεται με συγκεκριμένη σταθερή ταχύτητα ανεξάρτητα από αυτή του ανέμου, ενώ σε αυτές που κατά την λειτουργία τους μεταβάλλουν την ταχύτητα, ο δρομέας παρουσιάζει ελεγχόμενη μεταβολή της ταχύτητας σύμφωνα με την ταχύτητα του ανέμου.

Οι ανεμογεννήτριες σταθερών στροφών είναι πιο απλές κατασκευαστικά και επομένως και πιο οικονομικές. Ωστόσο επειδή δεν έχουν την δυνατότητα να ακολουθήσουν την ταχύτητα του ανέμου, η μετατροπή της ενέργειας δεν είναι τόσο αποδοτική όσο στα συστήματα μεταβλητών στροφών. Η λειτουργία με μεταβλητές στροφές επιτρέπει στον ανεμοκινητήρα να λειτουργήσει σε βέλτιστο επίπεδο μέσα σε ένα ευρύ φάσμα ταχυτήτων ανέμου, επιτυγχάνοντας τη μέγιστη εκμετάλλευση ενέργειας ιδιαίτερα σε τοποθεσίες με έντονα μεταβαλλόμενες συνθήκες αέρα.

Επιπλέον, όπως φαίνεται και στην εικόνα 14 υπάρχουν διάφορα μεγέθη ανεμογεννητριών ανάλογα με το ύψος του πύργου και τη διάμετρο του ρότορα. Όσο μεγαλύτερη είναι η ανεμογεννήτρια τόσο μεγαλύτερη είναι και η απόδοση της. Το μέγεθος είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει και ποικίλει από μερικές εκατοντάδες μέχρι μερικά εκατομμύρια Watt. Οι τυπικές διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 500 kW είναι διάμετρος δρομέα 40 μέτρα και ύψος 40-50 μέτρα, ενώ αυτής των 3 MW οι διαστάσεις είναι 80 και 80–100 μέτρα αντίστοιχα. Τρίπτερες ανεμογεννήτριες με ρότορα μήκους μικρότερου των 10 μέτρων έχουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης ασθενούς αιολικού ανέμου (Τσούλη, 2016) (Θυμάκης και Τσούνης, 2013) (Μακρή, 2014) (Ουμπαϊλής, 2018).



Εικόνα 14 - Μεγέθη ανεμογεννητριών
(Θυμάκης και Τσούνης, 2013)

Όσο πιο μικρό είναι το μήκος του ρότορα μιας ανεμογεννήτριας τόσο χαμηλότερο είναι και το κόστος κατασκευής και συντήρησης της καθώς τα προβλήματα αντοχής και δυναμικής καταπόνησης των μηχανικών τους μερών είναι περιορισμένα. Επίσης, οι ανεμογεννήτριες με λίγα περύγια (2 ή 1) απαιτούν μεγαλύτερη ταχύτητα περιστροφής το οποίο συνεπάγεται και περισσότερο θόρυβο και φθορές αλλά έχουν το πλεονέκτημα του χαμηλού κόστους. Αντίθετα, οι ανεμογεννήτριες με πολλά

περύγια ξεκινάνε την λειτουργία τους με μικρές ταχύτητες ανέμου αλλά σε περίπτωση υψηλών ταχυτήτων θα πρέπει να βγουν εκτός λειτουργίας.

Όταν οι ενεργειακές απαιτήσεις είναι χαμηλές, όπως για παράδειγμα η ηλεκτροδότηση μιας οικίας, χρησιμοποιούνται μικρές ανεμογεννήτριες συνεχούς ρεύματος οι οποίες έχουν την δυνατότητα να καλύψουν το μεγαλύτερο μέρος ή και εξολοκλήρου τις ανάγκες της. Η ισχύς τους ξεκινάει από τα 3kW, έχουν διάμετρο δρομέα 5-7μέτρα και τοποθετούνται σε ύψος περίπου 15 έως 35 μέτρα. Ωστόσο οι μικρές αυτές ανεμογεννήτριες είναι συνήθως συνδεδεμένες στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Σε περίπτωση που η ταχύτητα του ανέμου είναι χαμηλότερη του ορίου λειτουργίας, 3-5m/s, η ανεμογεννήτρια δεν παράγει ενέργεια και έτσι η οικία τροφοδοτείται με ενέργεια από το δίκτυο. Αντίθετα, στην περίπτωση που η ταχύτητα του ανέμου αυξηθεί, αυξάνεται και η ενέργεια που αποδίδει η ανεμογεννήτρια και περιορίζεται αντίστοιχα η κατανάλωση ενέργειας από το δίκτυο. Όταν λόγω ισχυρού ανέμου παραχθεί ενέργεια η οποία υπερκαλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες της οικίας, η πλεονάζουσα αποδίδεται στο δίκτυο ή αποθηκεύεται σε ειδικούς συσσωρευτές (Μακρή, 2014).

Για την τοποθέτηση μιας οικιακής ανεμογεννήτριας αρχικά πραγματοποιούνται τα απαραίτητα έργα υποδομής ώστε να δημιουργηθεί ο πύργος στήριξης της, συνήθως μια βάση από τσιμέντο ανάλογα με το είδος του εδάφους. Στη συνέχεια υπολογίζεται το ύψος του πύργου το οποίο εξαρτάται από τα εμπόδια που υπάρχουν στον περιβάλλοντα χώρο, όπως για παράδειγμα δέντρα, φράχτες ή άλλα κτίρια. Η εγκατάσταση των ανεμογεννητριών οικιακής χρήσης απαιτεί ελάχιστο χώρο ωστόσο πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη τοποθέτηση της καθώς η ταχύτητα του ανέμου δεν πρέπει να περιορίζεται από παρακείμενα εμπόδια.

Επιπλέον, η επιλογή της θέσης είναι ιδιαίτερα σημαντική έτσι ώστε να δίνεται η δυνατότητα παροχής της μέγιστης ισχύς και επομένως του βέλτιστου συντελεστή απόδοσης, λαμβάνοντας ωστόσο υπόψη και την αισθητική ρύπανση που δύναται να προκαλέσει. Προβλήματα όπως αυτό του θορύβου, με την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας στις μέρες μας, έχουν αντιμετωπισθεί και η λειτουργία των ανεμογεννητριών έχει καταστεί πρακτικά αθόρυβη (Τσούλη, 2016) (Ουμπαϊλής, 2018).

Οι βάσεις για την εγκατάσταση μικρών ανεμογεννητριών τέθηκαν στην χώρα μας με τον Νόμο 3851/2010 με τον οποίο προσδιορίστηκαν οι απαιτήσεις περιβαλλοντικής

αδειοδότησης και διαμορφώθηκε ειδικό τιμολόγιο για ανεμογεννήτριες με ισχύ μικρότερη των 50 kW (Μακρή, 2014).

Οι ανεμογεννήτριες αξιοποιούν περίπου το 97% της ενέργειας που μπορεί να παραχθεί από τον αέρα σε αντίθεση με τις παραδοσιακές εγκαταστάσεις καύσης άνθρακα/αερίου που αποδίδουν μόνο 30-40%. Οι ανεμογεννήτριες λειτουργούν γενικά με το περίπου 30-35% της μέγιστης ικανότητάς τους ανά έτος ποσοστό αντίστοιχο με αυτών των συμβατικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Ακόμα κι αν ο αέρας είναι μια διαλείπουσα πηγή ενέργειας, ένα σύγχρονο αιολικό πάρκο παράγει ηλεκτρική ενέργεια για το 90 - 95% του χρόνου (Νομπιλιάκης, 2011).

Η συνεισφορά της αιολικής ενέργειας στην παγκόσμια χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στο τέλος του 2018 ήταν 4,8%, από 3,5% το 2015. Η Δανία είναι η χώρα με την υψηλότερη συνεισφορά, αφού η αιολική ενέργεια αποτελεί το 43,4% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Τουλάχιστον 83 άλλες χώρες χρησιμοποιούν την αιολική ενέργεια για να τροφοδοτήσουν τα ηλεκτρικά τους δίκτυα (Βικιπαίδεια – Αιολική ενέργεια, 2021).

5.6 Εγκατάσταση Φυσικού Αερίου

Το φυσικό αέριο αποτελεί μια μορφή ενέργειας η οποία αναπτύσσεται με ταχύτατους ρυθμούς στην εποχή μας λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων που συγκεντρώνει. Αποτελεί μία ενδιαφέρουσα εναλλακτική λύση σε σχέση με το πετρέλαιο καθώς τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων που προκαλεί είναι σαφώς μικρότερα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα και η βελτίωση του βαθμού απόδοσης που διαθέτει περιορίζει την ατμοσφαιρική ρύπανση καθώς μειώνει τη συνολική απαιτούμενη κατανάλωση καυσίμου.

Αποτελεί μίγμα αέριων ενώσεων, κυρίως μεθάνιο και αιθάνιο, ενώ περιέχει και άλλα συστατικά σε μικρότερη αναλογία όπως προπάνιο και βουτάνιο. Είναι άχρωμο και άοσμο, εξάγεται από υπόγειες κοιλότητες υπό υψηλή πίεση και στη συνέχεια μεταφέρεται χωρίς περαιτέρω επεξεργασία στον τόπο που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στην βιομηχανία, στα μέσα μεταφοράς, στον εμπορικό αλλά και στον οικιακό τομέα. Η σύσταση του ωστόσο μεταβάλλεται ανάλογα με την προέλευση του.

Δημιουργήθηκε πριν από πολλά εκατομμύρια χρόνια στους πυθμένες θαλασσών από μεγάλες ποσότητες μικροοργανισμών, απουσία αέρα και υπό την επίδραση βακτηριδίων. Με την πάροδο του χρόνου όμως βυθίσθηκε και καταπλακώθηκε από

μεγάλα στρώματα γης και κατέφυγε στους πόρους του μητρικού στρώματος, όπου και συγκρατήθηκε. Αργότερα, το αέριο αυτό μετακινήθηκε σε άλλες στρωματικές διαμορφώσεις, στις οποίες το βρίσκουμε και σήμερα. (Μακρής και Παπαδόγιαννη, 2013) (Λέφας, 2004) (Πασπαλάς, 1999)

Το φυσικό αέριο βρίσκεται σε υπόγειες συσσωρεύσεις, παρόμοιες με εκείνες του πετρελαίου και εμφανίζεται με τρεις τρόπους (Μακρής και Παπαδόγιαννη, 2013):

- Σε συσσωρεύσεις από τις οποίες παράγεται μόνο αέριο και ονομάζονται μη συνδυασμένες.
- Σε συσσωρεύσεις από τις οποίες παράγεται αέριο συνοδευόμενο από μικρές ποσότητες ελαφρών υγρών υδρογονανθράκων.
- Σε συσσωρεύσεις στις οποίες το αέριο βρίσκεται υπό πίεση διαλυμένο εντός των υγρών υδρογονανθράκων του φυσικού πετρελαίου.

Το φυσικό αέριο είναι φιλικό προς το περιβάλλον και δεν είναι τοξικό. Είναι ελαφρύτερο από τον αέρα και σε περίπτωση διαρροής του στο χώρο, έχει την τάση διαφυγής από χαραμάδες και ανοίγματα προς το περιβάλλον και όχι συγκέντρωσης το χώρο γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό όσον αφορά την ασφάλεια στη χρήση του. Δημιουργεί δύσκολα συνθήκες εκρηκτικού μίγματος σε αντίθεση με άλλα αέρια καύσιμα βαρύτερα ως προς τον αέρα όπως τα υγραέρια.

Με την χρήση του περιορίζεται η εξάρτηση από τα πετρελαϊκά καύσιμα και παρουσιάζεται σημαντική μείωση στο κόστος της ενέργειας και ειδικότερα στον ηλεκτρισμό. Επιπλέον, το φυσικό αέριο εξασφαλίζει ταχύτερη και υψηλότερη απόδοση, προσφέροντας ταυτόχρονα μείωση της κατανάλωσης καυσίμου κατά 4 έως 10%. Ακόμη, με τη χρήση του φυσικού αερίου η προμήθεια ενέργειας είναι συνεχόμενη και δεν απαιτούνται ειδικοί χώροι για την αποθήκευση του. Η συνεχής ροή του στα δίκτυα διανομής το καθιστά εύχρηστο, απαλλάσσοντας ταυτόχρονα τον καταναλωτή από τα προβλήματα της προμήθειας, της καθυστέρησης ανεφοδιασμού και των περιοδικών ελέγχων των αποθεμάτων.

Όσον αφορά τον οικονομικό τομέα, το φυσικό αέριο είναι οικονομικότερο σε σύγκριση με τα συμβατικά καύσιμα, η πληρωμή του γίνεται αφού καταναλωθεί βάσει των ενδείξεων του μετρητή και το κόστος αγοράς των απαραίτητων συσκευών είναι ιδιαίτερα μειωμένο. Επίσης, με την συστηματική χρήση του φυσικού αερίου, θα δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας τόσο στην κατασκευή όσο και στην εγκατάσταση αγωγών. Τέλος, παρατηρείται αποσυμφόρηση των δικτύων της ΔΕΗ η οποία είναι σημαντική κυρίως σε μεγάλες πόλεις στις οποίες το ποσοστό ηλεκτρικής

ενέργειας, που χρησιμοποιείται για καταναλωτικές ανάγκες σε περιόδους φόρτισης, είναι αρκετά υψηλό οπότε δημιουργούνται προβλήματα διακοπών. (Χατζηβασιλειάδης, 2012) (Λέφας, 2004) (Πασπαλάς, 1999)

Η Αμερική ήταν η πρώτη χώρα παγκοσμίως που κατασκεύασε δίκτυο διανομής φυσικού αερίου. Ο πρώτος διεθνής αγωγός μεταφοράς φυσικού αερίου έγινε το 1891 μεταξύ Καναδά και Αμερικής, για τη μεταφορά του αερίου από το Οντάριο στο Μπούφαλο της Νέας Υόρκης. Τα πρώτα δίκτυα μεταφοράς δημιουργήθηκαν αρχικά για βιομηχανική χρήση και έπειτα για κάλυψη αναγκών στον οικιακό και εμπορικό τομέα. Στη χώρα μας το φυσικό αέριο κάνει την πρώτη του εμφάνιση το 1885. Πρώτη εφαρμογή βρήκε στο φωτισμό της οδού στην Αττική που σήμερα ονομάζεται Ερμού και για το λόγο αυτό ονομάστηκε αρχικά φωταέριο. Προκειμένου όμως να καλυφθούν οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες η Ελλάδα άρχισε να εισάγει φυσικό αέριο από το 1997. Σήμερα το φυσικό αέριο εισάγεται στην Ελλάδα από την Ρωσία (Gazexport) και από την Αλγερία σε υγροποιημένη μορφή (LNG).

Τα βασικά τμήματα του συστήματος μεταφοράς φυσικού αερίου στην χώρα μας είναι τα εξής (Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Φ.Α., 2021):

- Κεντρικός αγωγός 512 χλμ μεταφοράς αερίου υψηλής πίεσης από τα σύνορα Ελλάδας με την Βουλγαρία μέχρι την Αττική.
- Κλάδοι μεταφοράς συνολικού μήκους 440 χλμ προς την ανατολική Μακεδονία και Θράκη, τη Θεσσαλονίκη, το Βόλο και την Αττική.
- Μετρητικοί και ρυθμιστικοί σταθμοί για τη μέτρηση της παροχής αερίου και τη ρύθμιση της πίεσης.
- Συνοριακός Σταθμός Εισόδου.
- Σύστημα τηλεχειρισμού, ελέγχου λειτουργίας και τηλεπικοινωνιών.
- Κέντρα λειτουργίας και συντήρησης, στην Αττική, τη Θεσσαλονίκη, τη Θεσσαλία και την Ξάνθη.

Η ανάπτυξη της χρήσης του φυσικού αερίου στον οικιακό τομέα χρονολογείται από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα. Παρόλο που υπήρχε εδώ και αρκετό καιρό το νομοθετικό πλαίσιο για την χρήση φυσικού αερίου σε νέα κτίρια, αυτό δεν τηρούνταν έως την νέα νομοθετική ρύθμιση του 2003 με την οποία έγινε εφαρμόσιμο. Ιδιαίτερα το 2004 άρχισε να γίνεται αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης στα νοσοκομεία και τα σχολεία με φυσικό αέριο με σκοπό κάποια στιγμή να αντικατασταθεί και σε όλα τα δημόσια κτίρια. Σε διεθνές επίπεδο, το 1/3 περίπου της

παραγωγής φυσικού αερίου χρησιμοποιείται από τον οικιακό τομέα. Η χρήση του στη μαγειρική, τη θέρμανση νερού και χώρων καθώς και τον κλιματισμό έχει προσφέρει μεγάλη ευκολία, ταχύτητα και οικονομία, αντικαθιστώντας έτσι τις άλλες πηγές ενέργειας, όπως το πετρέλαιο και τον ηλεκτρισμό.

Η εγκατάσταση φυσικού αερίου σε μονοκατοικία ή σε ένα διαμέρισμα πολυκατοικίας με αυτόνομη θέρμανση πραγματοποιείται με την τοποθέτηση ατομικού λέβητα με ενσωματωμένο καυστήρα φυσικού αερίου μέσα στο σπίτι ή σε κάποιο ημιυπαίθριο χώρο. Τοποθετείται μία μικρών διαστάσεων συσκευή στον τοίχο και η παροχή φυσικού αερίου γίνεται μέσω εξωτερικών σωληνώσεων από τον μετρητή μέχρι τον ατομικό λέβητα. Με αυτό τον τρόπο παρέχεται συνεχής θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης. Στην περίπτωση της μονοκατοικίας δεν απαιτούνται αλλαγές στις σωληνώσεις νερού και στα σώματα του καλοριφέρ, ενώ στην περίπτωση του διαμερίσματος ενδεχομένως να χρειαστούν κάποιες αλλαγές στις σωληνώσεις νερού.

Για την τοποθέτηση του σε πολυκατοικία με κεντρικό σύστημα θέρμανσης (λέβητα-καυστήρα) ο καυστήρας πετρελαίου πρέπει να αντικατασταθεί από καυστήρα φυσικού αερίου χωρίς ωστόσο να απαιτείται απαραίτητα αλλαγή του λέβητα. Ο μετρητής της παροχής φυσικού αερίου συνδέεται με τον καυστήρα με σωληνώσεις χωρίς να χρειάζεται κάποια αλλαγή στις σωληνώσεις νερού, στα σώματα του καλοριφέρ ή οτιδήποτε άλλο από την εγκατάσταση της κεντρικής θέρμανσης.

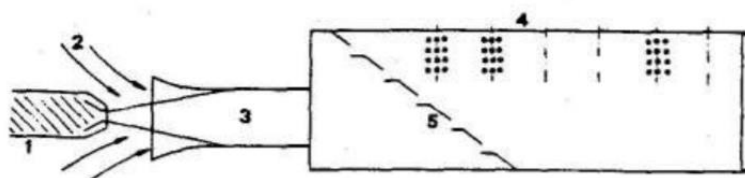
Οι καυστήρες αερίων καυσίμων μετατρέπουν μέσω της καύσης τη χημική ενέργεια σε θερμική. Κατά την λειτουργία τους δεν παρατηρούνται διαδικασίες αεριοποίησης του καυσίμου όπως γίνεται στους καυστήρες πετρελαίου, αλλά αναμιγνύουν το αέριο καύσιμο με το οξυγόνο που υπάρχει στον χώρο καύσης και καίγουν το μίγμα αυτό που προκύπτει μέσω κατάλληλου εξοπλισμού και αυτοματισμών που διαθέτουν.

Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες καυστήρων αερίων ανάλογα με το είδος του αερίου και τον τρόπο λειτουργίας τους. Συγκεκριμένα, ανάλογα με το καιόμενο αέριο διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, καυστήρες μιας οικογένειας αερίων, καυστήρες δύο οικογενειών αερίων και καυστήρες όλων των οικογενειών αερίων. Επιπλέον, οι καυστήρες διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας σε χειροκίνητους, ημιαυτόματους και αυτόματους. Τέλος, ανάλογα με τον τρόπο προσαγωγής του αέρα καύσης διακρίνονται σε ατμοσφαιρικούς καυστήρες αερίου (χωρίς ανεμιστήρα) και σε καυστήρες αερίου με ανεμιστήρα. Οι ατμοσφαιρικοί καυστήρες συναντώνται σε συσκευές μαγειρέματος, σε οικιακές συσκευές θέρμανσης χώρου και νερού χρήσης,

σε μικρούς λέβητες, ενώ σε μεγαλύτερους λέβητες και σε βιομηχανικές εφαρμογές χρησιμοποιούνται καυστήρες με ανεμιστήρα.

Για οικιακή χρήση χαμηλών πιέσεων χρησιμοποιούνται κυρίως οι ατμοσφαιρικοί καυστήρες οι οποίοι είναι απλοί στην κατασκευή και εργάζονται με μικρό θόρυβο. Στους καυστήρες αυτού του τύπου η δημιουργία του μίγματος καυσίμου-αέρα καύσης γίνεται με φυσικό τρόπο χωρίς κινητά μέρη και η ρύθμιση της ισχύος γίνεται απλά με τον στραγγαλισμό της ροής αερίου. Υπάρχουν δύο ειδών ατμοσφαιρικοί καυστήρες, οι καυστήρες διάχυσης και οι καυστήρες έγχυσης.

Στους καυστήρες διάχυσης δεν πραγματοποιείται προανάμιξη αερίου και αέρα και ο αναγκαίος αέρας καύσης αναρροφάται προς τη ζώνη αντίδρασης από το περιβάλλον με διάχυση. Οι καυστήρες αυτοί δεν έχουν εφαρμογή στην περιοχή της θέρμανσης. Οι καυστήρες έγχυσης αντίθετα χαρακτηρίζεται από προανάμιξη αερίου και αέρα και όπως φαίνεται και στην εικόνα 15 αποτελούνται από το ακροφύσιο, το σωλήνα ανάμιξης, τον εσωτερικό χώρο του καυστήρα και την πλάκα του καυστήρα. Στους καυστήρες αυτούς, ένα μέρος του αέρα καύσης που χαρακτηρίζεται πρωτεύον αέρας, αναρροφάται από τον εξερχόμενο από το ακροφύσιο αέρα, ενώ το υπόλοιπο, ο δευτερεύον αέρας, αναρροφάται με διάχυση υποβοηθούμενη από την άνωση που δημιουργείται λόγω της διαφοράς πυκνοτήτων καυσαερίων και αέρα. (Κοντού, 2008) (Μακρής και Παπαδόγιαννη, 2013) (Λέφας, 2004) (Πασπαλάς, 1999)



Εικόνα 15 Διαμόρφωση ατμοσφαιρικού καυστήρα
(Κοντού, 2008)

Το ακροφύσιο συνήθως κατασκευάζεται από ορείχαλκο, έχει σταθερή διατομή και κωνική είσοδο για την ροή του αέρα και η διατομή του εξαρτάται από την οικογένεια αερίου. Ο σωλήνας ανάμιξης ο οποίος συντελεί στην ανάμιξη αερίου και πρωτεύοντος αέρα δεν έχει

υψηλή θερμική φόρτιση και κατασκευάζεται είτε από χαλυβδοέλασμα είτε από χυτό αλουμίνιο. Οι σωλήνες ανάμιξης μεγάλης διαμέτρου βελτιώνουν την αναρρόφηση

πρωτεύοντος αέρα αλλά ταυτόχρονα μειώνουν την πίεση του καυστήρα και επομένως ο σχεδιασμός τους πρέπει να συμβιβάζει τις αντιδιαμετρικές επιρροές.

Ο εσωτερικός χώρος του καυστήρα (σώμα) κατασκευάζεται από τα ίδια υλικά με τα οποία κατασκευάζεται και ο σωλήνας ανάμιξης και διανέμει το μίγμα αερίου-πρωτεύοντος αέρα στις οπές της πλάκας του καυστήρα. Το μέγεθος του πρέπει να είναι το ελάχιστο αναγκαίο έτσι ώστε ο χώρος να αποπλύνεται σε ελάχιστο χρονικό διάστημα από τα υπόλοιπα αερίου, ανάμεσα σε δύο διαδοχικές φάσεις λειτουργίας του καυστήρα για να αποφευχθεί τυχόν αντεπιστροφή φλόγας.

Η πλάκα του καυστήρα αποτελείται από ανοίγματα (οπές, εγκοπές ή συνδυασμός και των δύο), μέσα από τα οποία εξέρχεται το μίγμα αερίου-πρωτεύοντος αέρα και καίγεται στον εσωτερικό κώνο, ενώ στον εξωτερικό κώνο καίγεται το υπόλοιπο του αερίου με τη βοήθεια του διερχόμενου δευτερεύοντος αέρα. Ο σχεδιασμός της πλάκας του καυστήρα είναι ιδιαίτερα σημαντικός ώστε αφενός να διανέμει ομοιόμορφα το μίγμα για την επίτευξη σταθερής καύσης και αφετέρου να σταθεροποιεί τις φλόγες έναντι σβέσης και αντεπιστροφής.

Στους καυστήρες έγχυσης η καύση μέσα στη φλόγα γίνεται σε δύο φάσεις. Στην πρωτεύουσα φλόγα, στον εσωτερικό κώνο, πραγματοποιείται καύση ενός μέρους του καυσίμου (περίπου 70 %) με τη βοήθεια του υπάρχοντος στο μίγμα πρωτεύοντος αέρα και το υπόλοιπο καίγεται στον εξωτερικό κώνο με τη βοήθεια του διαχεόμενου δευτερεύοντος αέρα. Όσο μεγαλύτερο το ποσοστό του πρωτεύοντος αέρα, τόσο καλύτερη η καύση και μικρότερο το μήκος της φλόγας. (Κοντού, 2008) (Μακρής και Παπαδόγιαννη, 2013) (Χατζηβασιλειάδης, 2012)

Για την παραγωγή θερμότητας και τη θέρμανση του νερού χρησιμοποιείται ένα πιεστικό δοχείο (λέβητας) κατάλληλο για να μεταβιβάσει θερμότητα στο νερό. Ο λέβητας αερίου είναι ένα σύστημα θέρμανσης που λειτουργεί σαν μικρή φωτιά, ζεσταίνοντας διαρκώς το νερό. Το ζεστό νερό αντλείται από το μπόιλερ, μέσω σωλήνων και καλοριφέρ με σκοπό την αύξηση της θερμοκρασίας του χώρου. Η καύση γίνεται στον θάλαμο ανάφλεξης και η θερμοκρασία του νερού διατηρείται περίπου στους 70 βαθμούς Κελσίου μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας. Το νερό κάνει τον κύκλο της οικίας μέσω των σωμάτων καλοριφέρ, αντλώντας ζεστό νερό από τον λέβητα και επιστρέφοντας δροσερό. Όταν επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία στον χώρο, ο θερμοστάτης θα φροντίσει αυτή να διατηρηθεί σταθερή ανάβοντας ή σβήνοντας την καύση του λέβητα.

Με βάση τα διαφορετικά χαρακτηριστικά τους οι λέβητες κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες. Συγκεκριμένα, διακρίνονται με βάση τα υλικά κατασκευής τους (χυτοσίδηροι, χαλύβδινοι και ανοξείδωτοι), το χρησιμοποιούμενο καύσιμο (στερεό, υγρό ή αέριο καύσιμο), την πίεση λειτουργίας (χαμηλή, μέση και υψηλή πίεση), την ισχύ τους (μικροί λέβητες μέχρι 50 Kw, μεσαίου και μεγάλου μεγέθους) και τέλος το μέσο μεταφοράς θερμότητας (λέβητες θερμού νερού και λέβητες ατμού). Ο σχεδιασμός και η εγκατάσταση του συστήματος φυσικού αερίου πραγματοποιείται από την εταιρεία αερίου ή από τον αντίστοιχο εργολάβο. Η εταιρεία αερίου είναι υπεύθυνη για το είδος, τον αριθμό και τη θέση των συνδέσεων καθώς και τη μετατροπή τους, ανάλογα με τα τοπικά δεδομένα. Οι συσκευές αερίου για να λειτουργήσουν σωστά πρέπει να εγκατασταθούν σε κατάλληλο χώρο ο οποίος να έχει επαρκείς διαστάσεις και να καλύπτει τις απαιτήσεις πυροπροστασίας, να τροφοδοτούνται με τον αναγκαίο αέρα και να απάγονται τα καυσαέρια τους.

Τα κύρια στοιχεία μιας εγκατάστασης είναι:

- ο αγωγός διανομής
- ο αγωγός σύνδεσης
- η κύρια αποφρακτική διάταξη (ΚΑΔ)
- η μονάδα ρύθμισης πίεσης
- ο μετρητής

Το φυσικό αέριο ξεκινάει από τον αγωγό διανομής ο οποίος είναι υπόγειος και στη συνέχεια υπάρχει ο αγωγός σύνδεσης της κεντρικής παροχής στην εκάστοτε οικία. Ακολουθεί η κύρια αποφρακτική διάταξη (αποφρακτική βαλβίδα) μέσω της οποίας σε περίπτωση βλάβης προκαλείται ακαριαία διακοπή της παροχής και η μονάδα ρύθμισης. Η μονάδα ρύθμισης της πίεσης αποτελείται από τον ρυθμιστή και από το σύστημα ασφαλείας σε περίπτωση υπερπίεσης. Τέλος, υπάρχει ο μετρητής ο οποίος καταγράφει την ποσότητα φυσικού αερίου που έχει καταναλωθεί.

Ο ρυθμιστής πίεσης και η κύρια αποφρακτική διάταξη τοποθετούνται εκτός του κτιρίου μέσα σε ερμάριο, κιβώτιο ή φρεάτιο, ενώ ο μετρητής είναι ακάλυπτος. Πριν τον μετρητή υπάρχει πάντοτε διακόπτης και αναλόγως της θέσης του κτιρίου και του αριθμού των μετρητών αυτοί τοποθετούνται σε ειδικό χώρο μέσα στο κτίριο ή μαζί με το ρυθμιστή σε ερμάριο ή κιβώτιο. Ο χώρος που βρίσκονται οι μετρητές είναι προσπελάσιμος, ξηρός, φυσικά αεριζόμενος και ταυτόχρονα προστατευόμενος από

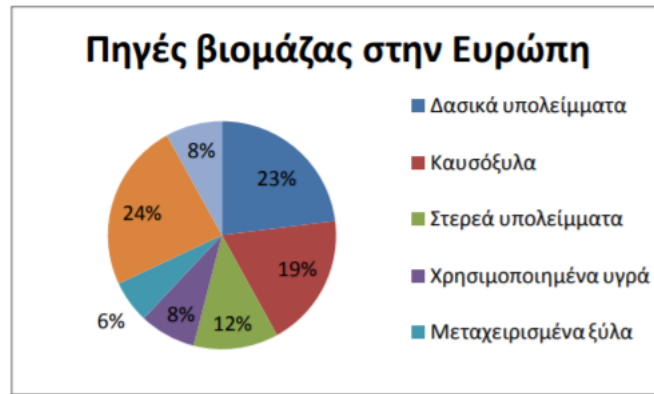
την ηλιακή ακτινοβολία και τον παγετό. (Κοντού, 2008) (Χατζηβασιλειάδης, 2012) (Πασπαλάς, 1999) (Λέφας, 2004)

5.7 Εγκατάσταση Βιομάζας

Όπως αναφέραμε και στην ενότητα 2.2.5 βιομάζα ονομάζεται η μορφή αυτή της ύλης η οποία άμεσα ή έμμεσα προέρχεται από την αποσύνθεση προϊόντων βιολογικής προέλευσης από τα φυτικά και ζωικά προϊόντα, αλλά και από απορρίμματα βιομηχανικών στερεών οργανικών και ενεργειακών καλλιεργειών. Κάθε οργανικό υλικό φυσικής προέλευσης μπορεί να θεωρηθεί βιομάζα και να χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας και καυσίμων κίνησης.

Βασικές πηγές προέλευσης βιομάζας αποτελούν τα υπολείμματα γεωργικών δραστηριοτήτων, όπως για παράδειγμα το άχυρο ή τα κλαδέματα των δενδρωδών καλλιεργειών, τα απόβλητα κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων όπως η ζωική κοπριά, τα απόβλητα των βιομηχανιών παραγωγής τροφίμων τα οποία βρίσκονται είτε σε στερεά είτε σε υγρή μορφή και η κυριότερη όλων η υλοτομία και η βιομηχανία επεξεργασίας ξύλου καθώς τα ξυλώδη υπολείμματα (πριονίδι, ροκανίδι, θρύμματα ξύλου) δεν είναι κατάλληλα για περαιτέρω επεξεργασία, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοενέργειας. (Τσεπλετίδου, 2013) (Ρογκάκου, 2015) (Διαμαντόπουλος, 2016)

Η βιομάζα στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή θερμότητας στον οικιακό τομέα, για τη θέρμανση θερμοκηπίων, σε ελαιουργεία, καθώς και με τη χρήση πιο εξελιγμένων τεχνολογιών στη βιομηχανία, σε περιορισμένη όμως κλίμακα. Στην Ευρώπη αντιπροσωπεύει περίπου τα 2/3 των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και βιοενέργειας και αναμένεται να διαδραματίσει καίριο ρόλο στην επίτευξη των στόχων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στην εικόνα 16 παρουσιάζεται η διαμόρφωση των διαφόρων πηγών βιομάζας στην Ευρώπη:



Εικόνα 16 Πηγές βιομάζας στην Ευρώπη
(AEBIOM, 2011)

Η βιομάζα όταν βρίσκεται σε στερεά κατάσταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ακατέργαστη είτε επεξεργασμένη. Το βασικό ωστόσο μειονέκτημα της ακατέργαστης βιομάζας ως καυσίμου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως τα καυσόξυλα, πυρηνόξυλα, κουκούτσια κλπ, είναι η χαμηλή πυκνότητά της που συνεπάγεται δυσκολίες στην μεταφορά και την αποθήκευσή, η χαμηλή θερμογόνος δύναμη της και η ακαταλληλότητά της για μηχανές εσωτερικής καύσης. Για τους λόγους αυτούς επιδιώκεται επεξεργασία της και η μετατροπή της σε άλλη μορφή. Η απλούστερη μέθοδος μετατροπής της πώδους βιομάζας σε πιο εύκολα διαχειρίσιμη και αποδοτικότερη καύσιμη ύλη είναι η παραγωγή πυκνών συμπυκνωμάτων ή συσσωματωμάτων (πέλετς ή μπρικετών) με την ξήρανση και τη συμπίεσή της ή η κατάτμησή της σε μικρά κομμάτια (πλακίδια ή θρύμματα ξύλου – wood chips). (Τσεπλετίδου, 2013) (Ρογκάκου, 2015)

Οι μέθοδοι μετατροπής της απορριπτόμενης βιομάζας σε υγρή, στερεή και αέρια καύσιμη ύλη διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Θερμοχημικές μέθοδοι
- Βιοχημικές μέθοδοι

Οι θερμοχημικές τεχνολογίες μετατροπής περιλαμβάνουν την άμεση καύση, την αεριοποίηση, την πυρόλυση και την υγροποίηση. Τα βασικότερα προϊόντα που λαμβάνονται είναι θερμότητα, ατμός, ηλεκτρισμός, ξυλάνθρακας, αέρια και υγρά καύσιμα.

➤ **Καύση Βιομάζας:** Κατά την διαδικασία της καύσης τα κύρια συστατικά της βιομάζας, ο άνθρακας και το υδρογόνο, αντιδρούν με το οξυγόνο και προκαλείται η θερμική της διάσπαση. Η απευθείας καύση είναι η πλέον διαδεδομένη

τεχνολογία για τη μετατροπή της βιομάζας σε ενέργεια. Στις αναπτυσσόμενες χώρες χρησιμοποιείται ευρέως για μαγείρεμα και θέρμανση ενώ και στις ανεπτυγμένες χώρες χρησιμοποιείται για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Οι κυριότερες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται είναι τα αγροτικά παραπροϊόντα, ξύλο και δασικά υπολείμματα.

- **Αεριοποίηση Βιομάζας:** Η διαδικασία της αεριοποίησης περιλαμβάνει τη θερμική αποικοδόμηση της οργανικής ύλης (ξύλο, αγροτικά παραπροϊόντα, αστικά απορρίμματα κ.λπ.) παρουσία ελεγχόμενης ποσότητας αέρα ή οξυγόνου προς μείγμα αερίων σε θερμοκρασίες 850 °C. Το καύσιμο αέριο που παράγεται αποτελείται από υδρογόνο, μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο και μικρές ποσότητες υδρογονανθράκων (αιθάνιο, αιθυλένιο, κλπ.).
- **Πυρόλυση Βιομάζας:** Πυρόλυση είναι η θερμική διάσπαση της βιομάζας μικρού ποσοστού υγρασίας με απουσία οξυγόνου. Η διαδικασία οδηγεί σε ένα μείγμα αερίων, υγρών και στερεών προϊόντων, η αναλογία των οποίων ποικίλει ανάλογα με τη θερμοκρασία του κλιβάνου αλλά και το χρόνο παραμονής τους σε αυτόν.
- **Υγροποίηση Βιομάζας:** Τα στερεά λιγνοκυτταρινούχα υλικά βρίσκονται υπό πίεση και παρουσία υδρογόνου και καταλύτη, μετατρέπονται με θέρμανση σε υγρό που αποτελείται από έλαια και νερό.

Οι βιοχημικές τεχνολογίες μετατροπής περιλαμβάνουν την αλκοολική ζύμωση και την αναερόβια χώνευση και εφαρμόζονται κυρίως σε υλικά με μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό. Η αλκοολική ζύμωση χρησιμοποιείται για την παραγωγή κυρίως αιθανόλης αλλά και γαλακτικού οξέος από πρώτες ύλες όπως η γλυκόζη, το άμυλο, η μελάσσα, το τυρόγαλα κ.λπ. Η αναερόβια χώνευση χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιοαερίου από υγρά/στερεά απόβλητα, κοπριά, σκουπίδια κλπ. (Τσεπλετίδου, 2013) (Ρογκάκου, 2015)

- **Αλκοολική Ζύμωση:** Αποτελεί τη διαδικασία παραγωγής ενεργειακών προϊόντων από βιολογικές πρώτες ύλες, τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον όσο αφορά την παραγωγή ενέργειας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μετατροπή της γλυκόζης σε αιθανόλη με τη βοήθεια μικροοργανισμών (ζύμες) σε αναερόβιες συνθήκες. Η αιθανόλη που προκύπτει χρησιμοποιείται ως καύσιμο μεταφορών, κυρίως υπό μορφή ΕΤΒΕ που είναι μίγμα αιθανόλης και ισοβουτανίου.

➤ **Αναερόβια Χώνευση:** Αποτελεί τη διαδικασία αναερόβιας αποικοδόμησης φυτικών υπολειμμάτων, ζωικών (κοπριά) και αστικών αποβλήτων, μια διεργασία που γίνεται αυθόρμητα στο περιβάλλον αλλά είναι δυνατή η πραγματοποίησή της σε ειδικές εγκαταστάσεις ελεγχόμενα. Το βιοαέριο που παράγεται συλλέγεται σε ειδικές εγκαταστάσεις και αποτελείται από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα σε αναλογίες που ποικίλουν ανάλογα με την πρώτη ύλη και τη διεργασία που ακολουθείται και από αυτό μπορεί να παραχθεί θερμική και ηλεκτρική ενέργεια.

Για οικιακή χρήση χρησιμοποιείται κυρίως η διαδικασία της καύσης στερεής βιομάζας με χρήση ειδικών σύγχρονων συστημάτων θέρμανσης και λεβήτων καύσης βιομάζας που επιτυγχάνουν πολύ μεγάλους βαθμούς απόδοσης, σε σχέση με τα παραδοσιακά τζάκια. Η παραγόμενη θερμότητα μεταφέρεται μέσω του νερού με τη βοήθεια αγωγών που βρίσκονται στο εσωτερικό των συστημάτων, καλύπτοντας έτσι τις θερμικές απαιτήσεις της οικίας.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι λεβήτων βιομάζας για οικιακές εγκαταστάσεις όπως οι λέβητες πέλετς (pellet), οι λέβητες θρυμμάτων ξύλου (wood chip) και οι λέβητες κούτσουρων ξύλου και μπρικετών.

- Οι **λέβητες καύσης πέλετς** λειτουργούν εύκολα με μια πλήρως αυτοματοποιημένη διαδικασία. Διαθέτουν αυτόματο σύστημα ανάφλεξης και σε μερικές περιπτώσεις διαθέτουν επίσης, αυτόματο σύστημα απομάκρυνσης της τέφρας που συλλέγεται στο θάλαμο καύσης. Με βάση τον εσωτερικό τους σχεδιασμό διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες όπως λέβητες με καυστήρα ηφαιστείου (volcano), εσχαρωτοί λέβητες, λέβητες με τροφοδοσία από το επάνω μέρος τους κλπ.
- Οι **λέβητες θρυμμάτων ξύλου** είναι παρόμοιοι με τους λέβητες καύσης πέλετς και η λειτουργία τους είναι πλήρως αυτοματοποιημένη και απαιτεί ελάχιστη παρέμβαση. Η διαφορά μεταξύ τους έγκειται μόνο στις διαφοροποιήσεις των δύο καυσίμων βιομάζας. Τα θρύμματα ξύλου είναι περισσότερο ανομοιόμορφα στο σχήμα και στο μέγεθος τους σε σχέση με τα πέλετς και έχουν μικρότερη ενεργειακή πυκνότητα. Το γεγονός αυτό έχει ως συνέπεια, την απαίτηση μεγαλύτερου χώρου αποθήκευσης και τη δυσκολότερη μεταφορά τους, ωστόσο η χρήση λεβήτων θρυμμάτων ξύλου υπερτερεί σε μεγαλύτερης κλίμακας οικιακές και κυρίως βιομηχανικές εφαρμογές λόγω του σημαντικά χαμηλότερου κόστους τους.

- Οι **λέβητες καύσης καυσόξυλων ή μπρικετών**, λόγω του μεγάλου όγκου των πρώτων υλών, έχουν μικρότερη ικανότητα αυτόματης λειτουργίας και η τροφοδοσία τους γίνεται ως επί το πλείστον χειροκίνητα. Επιπλέον, τα καυσόξυλα και οι μπρικέτες ξύλου έχουν μικρότερη ενεργειακή πυκνότητα σε σύγκριση με τα πέλετς και τα θρύμματα ξύλου και επομένως απαιτείται πολύ μεγαλύτερος αποθηκευτικός χώρος. Επιπλέον, παρουσιάζουν τη μικρότερη αποδοτικότητα από τους άλλους τύπους λεβήτων. Ωστόσο, τα καυσόξυλα παρουσιάζουν άμεση διαθεσιμότητα και είναι σαφώς οικονομικότερα.

Η χρήση της βιομάζας για την παραγωγή θερμότητας έχει κάποια σημαντικά οφέλη σε σχέση με τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα όπως το γεγονός ότι δεν επιβαρύνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου καθώς αφενός προέρχονται από φυσικής προέλευσης υλικά και αφετέρου το παραγόμενο κατά την καύση της CO₂ επαναδεσμεύεται μέσω της φωτοσύνθεσης (κύκλος του άνθρακα). Επιπλέον, περιλαμβάνει αμελητέα περιεκτικότητα σε θείο και παράγει χαμηλές εκπομπές αερίων. Τέλος, λόγω της αυξημένης παραγωγής και διαθεσιμότητας βιομάζας στις επαρχίες μπορεί να οδηγήσει στην οικονομική ανάπτυξη αυτών των περιοχών καθώς και στην ενδυνάμωση του τοπικού αγροτικού πληθυσμού, επιστρέφοντας από τα μεγάλα αστικά κέντρα.

Ωστόσο, η χρήση της παρουσιάζει και κάποιες δυσκολίες όσον αφορά την συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευσή της, έναντι των ορυκτών καυσίμων. Παρουσιάζει δυσκολίες κυρίως λόγω του μεγάλου όγκου της και της μεγάλης περιεκτικότητάς της σε υγρασία, ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας. Επίσης, απαιτούνται δαπανηρότερες εγκαταστάσεις και οι εξοπλισμοί για την αξιοποίηση της σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Λόγω των παραπάνω μειονεκτημάτων στην πλειοψηφία των εφαρμογών, το κόστος της βιομάζας παραμένει σχετικά υψηλό συγκριτικά με τη χρήση πετρελαίου. Ωστόσο, αυτό βαθμιαία εξαλείφεται λόγω της ανόδου των τιμών του πετρελαίου αλλά και της βελτίωσης και ανάπτυξης των τεχνολογιών αξιοποίησης της βιομάζας. (Τσεπλετίδου, 2013) (Ρογκάκου, 2015) (Διαμαντόπουλος, 2016) (Παναγιωτάρας, 2013)

Στην Ελλάδα, τα κατ' έτος διαθέσιμα γεωργικά και δασικά υπολείμματα ισοδυναμούν ενεργειακά με 3-4 εκατ. τόνους πετρελαίου. Σημειώνεται ότι 1 τόνος βιομάζας ισοδυναμεί με περίπου 0,4 τόνους πετρελαίου. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί ενεργειακά στο 30-40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα

μας. Εντούτοις, με τα σημερινά δεδομένα, καλύπτεται μόλις το 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της με τη χρήση της διαθέσιμης βιομάζας (Νομπιλάκης, 2011).

Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτέλεσε η παρουσίαση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και η συμβολή τους στην ενεργειακή αναβάθμιση των κτιριακών υποδομών. Με την εμφάνιση της ενεργειακής κρίσης λόγω των αυξημένων απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη αλλά και τη σταδιακή εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων του πλανήτη μας, προέκυψε η ανάγκη για τον σχεδιασμό και την κατασκευή κτιριακών υποδομών με βάση τις βιοκλιματικές αρχές και η επιλογή μεθόδων και τεχνικών που θα συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Οι σύγχρονες κοινωνίες έχουν στραφεί αφενός σε τεχνικές εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας, αφετέρου στην αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας δηλαδή μορφών ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάστηκαν οι βασικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού που πρέπει να ακολουθούνται καθώς και κάποιες προτάσεις εφαρμογής των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την ενεργειακή βελτιστοποίηση κτιριακών υποδομών όπως οι ηλιακοί συλλέκτες, ο ηλιακός κλιματισμός, τα φωτοβολταϊκά συστήματα, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, οι μικρές ανεμογεννήτριες, το φυσικό αέριο και η βιομάζα, μέσα από την αναλυτική περιγραφή τους και τον τρόπο λειτουργίας τους σε μια κτιριακή υποδομή.

Ωστόσο, παρόλο που οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας έχουν γίνει αντιληπτές ως η λύση στα παραπάνω και είναι διεθνώς γνωστά τα περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη που μπορεί να επιφέρει η εφαρμογή τους, ακόμη και σήμερα δεν έχουν αξιοποιηθεί στον επιθυμητό βαθμό στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Βιβλιογραφία

[Πρόσβαση: 12 Φεβρουαρίου 2021]

AEBIOM, Eubionet III project, June 2011

Greece - Renewable Energy, περισσότερες πληροφορίες εδώ:

<https://www.privacyshield.gov/article?id=Greece-Renewable-Energy>

Greece adds only 230 MW in wind capacity in 2022, aims at 7 GW by 2030,

περισσότερες πληροφορίες εδώ: [https://balkangreenenergynews.com/greece-adds-](https://balkangreenenergynews.com/greece-adds-only-230-mw-in-wind-capacity-in-2022-aims-at-7-gw-by-2030/)

[only-230-mw-in-wind-capacity-in-2022-aims-at-7-gw-by-2030/](https://balkangreenenergynews.com/greece-adds-only-230-mw-in-wind-capacity-in-2022-aims-at-7-gw-by-2030/)

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CF%81%CF%85%CE%BA%CF%84%CE%](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CF%81%CF%85%CE%BA%CF%84%CE%AC%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B1)

[AC%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B1](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CF%81%CF%85%CE%BA%CF%84%CE%AC%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B1)

<https://eur-lex.europa.eu/legal->

[content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:51996DC0576&from=FRN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:51996DC0576&from=FRN) [Πρόσβαση: 29

Φεβρουαρίου 2021]

Mark Silberg, Fossil Gas Has No Future in Low-Carbon Buildings, 2020,

περισσότερες πληροφορίες εδώ: [https://rmi.org/fossil-gas-has-no-future-in-low-](https://rmi.org/fossil-gas-has-no-future-in-low-carbon-buildings/)

[carbon-buildings/](https://rmi.org/fossil-gas-has-no-future-in-low-carbon-buildings/)

Papaxristou et al., 2019, Geothermal Energy Use, Country Update for Greece (2016-2019)

Rezaie B, Esmailzadeh E, Dincer I. Renewable energy options for buildings: Case studies. Energy and Buildings. 2010;43:56-65.

SOLCO. 2021. «*ΗΛΙΑΚΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ. Βασικές αρχές, παραδείγματα*

εφαρμογών και προτάσεις». [online] Διαθέσιμο στο: <https://docplayer.gr/864906->

[Iiakos-klimatismos-vasikes-arhes-paradeigmata-efarmogon-kai-protaseis-p-o-l-y-t-e-](https://docplayer.gr/864906-)

[h-n-e-i-o-k-r-i-t-i-s-tmima-mihanikon-perivallontos.html](https://docplayer.gr/864906-) [Πρόσβαση: 02 Αυγούστου

2021].

Tzelepi V, Zeneli M, Kourkoumpas D-S, Karampinis E, Gypakis A, Nikolopoulos N,

Grammelis P. Biomass Availability in Europe as an Alternative Fuel for Full

Conversion of Lignite Power Plants: A Critical Review. Energies. 2020; 13(13):3390.

Vidal H., Colle S., Pereira S. G., “Modelling and hourly simulation of a solar ejector

cooling system”, Applied Thermal Engineering 26, 663-672, 2006.

Zhai X. Q., Wang R. Z., “Experimental investigation and theoretical analysis of the solar adsorption cooling system in a green building”, *Applied Thermal Engineering*, 2008.

A.M. Papadopoulos, M.M. Karteris, An assessment of the Greek incentives scheme for photovoltaics, *Energy Policy*, Volume 37, Issue 5, 2009, Pages 1945-1952

Αθανασίου Δ., «Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων: Η επόμενη μέρα», εισήγηση ημερίδας, Κέρκυρα, 6 Μαΐου 2011.

Αλούμπη Ε., «Μελέτη εφαρμογής συστήματος ηλιακού κλιματισμού στο Νοσοκομείο Σητείας», Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, Ιούλιος 2008.

Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός – Περιβάλλον και Βιωσιμότητα», University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2006.

Αντωνίου Ε., Τσέρνιχ Ε., «Φωτοβολταϊκά Συστήματα», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καβάλας, Καβάλα.

Αποστόλου, Ι., «Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα: εξέλιξη ενεργειακών μεγεθών και προβλέψεις» Πανεπιστήμιο Πειραιά, Πειραιάς, 2018.

Αρχοντάκης, Ε. και Καρατί, Α. και Έλσιντ, Ν., «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και οι εφαρμογές τους», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα, 2018.

Βικιπαίδεια. 2021. *Αιολική ενέργεια*. [online] Διαθέσιμο στο:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1 [Πρόσβαση: 22 Φεβρουαρίου 2021]

Βικιπαίδεια. 2021. *Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων*. [online] Διαθέσιμο στο:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CF%83%CF%87%CE%B5%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82_%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%AF%CF%89%CE%BD

[Πρόσβαση: 15 Ιουλίου 2021].

Βικιπαίδεια. 2021. *Ηλιακός θερμοσίφωνας*. [online] Διαθέσιμο στο:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CF%83%CE%AF%CF%86%CF%89%CE%BD%CE%B1%CF%82 [Πρόσβαση: 07 Αυγούστου 2021].

Βικιπαίδεια. 2021. *Ηλιακή ενέργεια*. [online] Διαθέσιμο στο:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE>

[%AE %CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1](#) [Πρόσβαση: 22 Φεβρουαρίου 2021]

Βικιπαίδεια. 2021. *Ανεμογεννήτρια*. [online] Διαθέσιμο στο:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CE%B5%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%BD%CE%AE%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%B1> [Πρόσβαση: 19 Φεβρουαρίου 2021]

Βικιπαίδεια. 2021. *Βιομάζα*. [online] Διαθέσιμο στο:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1> [Πρόσβαση: 27 Φεβρουαρίου 2021]

Βικιπαίδεια. 2021. *Γεωθερμία*. [online] Διαθέσιμο στο:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B5%CF%89%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%AF%CE%B1> [Πρόσβαση: 22 Φεβρουαρίου 2021]

Βικιπαίδεια. 2021. *Ορυκτά καύσιμα*. [online] Διαθέσιμο στο:

Βικιπαίδεια. 2021. *Πρωτόκολλο του Κιότο*. [online] Διαθέσιμο στο:
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%89%CF%84%CF%8C%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%BB%CE%BF_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%9A%CE%B9%CF%8C%CF%84%CE%BF [Πρόσβαση: 28 Φεβρουαρίου 2021]

Βικιπαίδεια. 2021. *Υδροηλεκτρική ενέργεια*. [online] Διαθέσιμο στο:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1

[Πρόσβαση: 25 Φεβρουαρίου 2021]

Βραχόπουλος Μ., Γεωθερμία, Σημειώσεις στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα Παραγωγή και διαχείριση Ενέργειας, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα, 2004.

Γκουντρουμάνης Β., «*Ανάλυση και Έλεγχος Αιολικού Συστήματος Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με Σύγχρονη Μηχανή με μονίμους μαγνήτες*», Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, 2012.

Δημητρακάκη Σ., «*Ανάπτυξη Δυναμικού Μοντέλου και Έλεγχος Ανεμογεννήτριας Συνδεδεμένης στο Δίκτυο και σε Αυτόνομη Λειτουργία Εφοδιασμένη με Διάταξη Αποθήκευσης Ενέργειας*», Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, 2014.

Διαμαντόπουλος Ν., «*Σχεδιασμός, μελέτη και λειτουργία μονάδας παραγωγής ενέργειας με αξιοποίηση της βιομάζας που παράγεται στα όρια αστικής περιοχής*», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα, 2016.

Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Φ.Α. 2021. [online] Διαθέσιμο στο: <https://www.desfa.gr/national-natural-gas-system/transmission> [Πρόσβαση: 07 Σεπτεμβρίου 2021]

Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. 2001. «ΟΔΗΓΙΑ 2001/77/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 27ης Σεπτεμβρίου 2001 για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας». [online] Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0077&from=EL> [Πρόσβαση: 29 Φεβρουαρίου 2021]

Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. 2002. «ΟΔΗΓΙΑ 2002/91/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων». [online] Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0091&from=EN> [Πρόσβαση: 29 Φεβρουαρίου 2021]

Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. 2003. «ΟΔΗΓΙΑ 2003/30/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 8ης Μαΐου 2003 σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές». [online] Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0030&from=hu> [Πρόσβαση: 29 Φεβρουαρίου 2021]

Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. 2003. ΟΔΗΓΙΑ 2003/96/ΕΚ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 27ης Οκτωβρίου 2003 σχετικά με την αναδιάρθρωση του κοινοτικού πλαισίου φορολογίας των ενεργειακών προϊόντων και της ηλεκτρικής ενέργειας» [online] Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0096&from=EL> [Πρόσβαση: 29 Φεβρουαρίου 2021]

Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. 2005. «ΟΔΗΓΙΑ 2005/32/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 6 Ιουλίου 2005 για θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια και για τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ του Συμβουλίου και των οδηγιών 96/57/ΕΚ και 2000/55/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου». [online] Διαθέσιμο στο: <https://eur->

[lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005L0032&from=DA](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005L0032&from=DA)

[Πρόσβαση: 29 Φεβρουαρίου 2021]

Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. 2006. «*ΟΔΗΓΙΑ 2006/32/EK ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 5ης Απριλίου 2006 για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου*». [online] Διαθέσιμο στο:

[https://eur-lex.europa.eu/legal-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0032&from=EN)

[content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0032&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0032&from=EN) [Πρόσβαση: 29

Φεβρουαρίου 2021]

Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. 2009. «*ΟΔΗΓΙΑ 2009/28/EK ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 23ης Απριλίου 2009 σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/EK και 2003/30/EK*» [online] Διαθέσιμο στο: [https://eur-lex.europa.eu/legal-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=FR)

[content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=FR](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=FR) [Πρόσβαση: 29

Φεβρουαρίου 2021]

Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. 2010. «*ΟΔΗΓΙΑ 2010/31/ΕΕ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 19ης Μαΐου 2010 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση)*» [online] Διαθέσιμο στο:

Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. 2018. «*ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2018/2001 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 11ης Δεκεμβρίου 2018 για την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (αναδιατύπωση)*»

[online] Διαθέσιμο στο: [https://eur-lex.europa.eu/legal-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=LV)

[content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=LV](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=LV) [Πρόσβαση: 29

Φεβρουαρίου 2021]

Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. «*ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – Λευκή βίβλος για κοινοτική στρατηγική και σχέδιο δράσης*». Βρυξέλλες, 26-11-1997

Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. «*ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – Πράσινη βίβλος για κοινοτική στρατηγική*».

Βρυξέλλες, 20-11-1996

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. 2021. «*Θεματολογικά δελτία για την Ευρωπαϊκή Ένωση | Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*» [online] Διαθέσιμο στο:

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/sheet/70/renewable-energy> [Πρόσβαση: 11 Ιουνίου 2021]

Θυμάκης Γ., Τσουνής Δ., «*Μελέτη αιολικού πάρκου ισχύος 2.4 MW*», Τεχνολογικό Ίδρυμα Πειραιά, Αθήνα, 2013.

Καλλιακούδη Κ., «*Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας και βιομάζα*», 2013

Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.kenak.gr> [Πρόσβαση: 07 Ιουλίου 2021].

Καρβούνης, Σ., «*Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και πράσινη οικονομία*». Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου, Πρέβεζα, 2010.

Κατσαρός Γ., «*Κεντρικά Ηλιακά Συστήματα*», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 2012.

Κεϊσίδης Κ., Βασίλας Ι., «*Συγκριτική μελέτη εγκατάστασης οικιακού φωτοβολταϊκού συστήματος σε εξοχική κατοικία με φωτοβολταϊκή εγκατάσταση σε οικόπεδο στην περιοχή της Σαμοθράκης*», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Σερρών, Σέρρες.

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - ΚΑΠΕ. 2021. «*Ενεργειακή Επιθεώρηση*». [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=24935&locale=el> [Πρόσβαση: 09 Ιουλίου 2021].

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - ΚΑΠΕ. 2021. «*Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε οικιστικά σύνολα*». [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf> [Πρόσβαση: 09 Φεβρουαρίου 2021].

Κοντός Ι., Χριστοδούλου Γ., «*Ενεργειακή αναβάθμιση παλαιού κτιρίου με την αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας*», Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά, Σεπτέμβριος 2013.

Κοντού Ε., «*Εσωτερικές εγκαταστάσεις φυσικού αερίου*», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Καβάλας, Καβάλα, 2008.

Κορωναίος, Χ., *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*. Διδακτικές Σημειώσεις [Online]. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. 2012. Διαθέσιμο στο: <http://environ.survey.ntua.gr/files/mathimata/6420/APE-kef1-6.pdf> [Πρόσβαση: 12 Φεβρουαρίου 2021]

Κούγκολος, Α. και Πολύζος, Σ., «*Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Περιβαλλοντική και Οικονομική Διάσταση – Τεχνική και Οικονομική Αξιολόγηση Αιολικών Επενδύσεων*», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 2006

Κουτσουράκης Γ., «Δομή Φωτοβολταϊκού $a\text{-Si}/\mu\text{c-Si}$ και πειραματική σύγκριση με φωτοβολταϊκά άλλων τεχνολογιών πυριτίου»

Λαμπρακόπουλος Σ., «Τεχνικό εγχειρίδιο για τις Νομοθετικές και Κανονιστικές απαιτήσεις για τα συστήματα αλουμινίου (CE, KENAK κλπ)», Οκτώβριος 2015

Λέφας Κ., «Εισαγωγή στην τεχνολογία του φυσικού αερίου», Τ_εκδοτική, 2004.

Μακρή Μ., «Διερεύνηση τεχνολογιών μικρών ανεμογεννητριών και των εφαρμογών τους», Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθήνας, Αθήνα, 2014.

Μακρής Μ., Παπαδόγιαννη Π., «Μελέτη και εγκατάσταση φυσικού αερίου – Εφαρμογές φυσικού αερίου – Πλεονεκτήματα», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά, Αιγάλεω, Ιούνιος 2013.

Μαλακός Γ., Φιλίππου Κ., «Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την τοποθέτηση – εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων σε αγροτική έκταση στο νομό Θεσπρωτίας. Πώληση της παραγόμενης ενέργειας στη Δ.Ε.Η. οικονομική ανάλυση κόστους – χρόνου απόσβεσης της επένδυσης», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Σερρών, Σέρρες, 2012.

Μάντζιου, Α. 2009. Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική στην Ελλάδα. Αθήνα: Έργον IV.

Μαρκίδης Π., «Ηλιακή ενέργεια και φωτοβολταϊκά», Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 2013.

Μαρτινόπουλος Γ., «Εξοικονόμηση Ενέργειας με χρήση Ηλιακών Θερμικών Συστημάτων», Σχολή Επιστημών Τεχνολογίας Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος, 2016.

Μελισσάρης Β., «Συγκριτική μελέτη θερμικών ηλιακών συστημάτων για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στην περιοχή των Χανίων», Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, 2013.

Μπένου Α., «Γεωθερμικές Αντλίες θερμότητας στον κτιριακό τομέα», 3^η Διεθνής Έκθεση Εξοικονόμησης Ενέργειας “EnergyReS 2009”, Φεβρουάριος 2009.

Νομπιλιάκης Σ., «Διείσδυση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε διασυνδεδεμένη κατοικία», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Φεβρουάριος 2011.

Ξένου Α., «Η εξέλιξη του θεσμικού πλαισίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη λειτουργία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας», Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Πειραιάς, 2017.

οικιακών ανεμογεννητριών και εξέταση βιωσιμότητας σε εκτός δικτύου περιοχές», Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, 2018.

Ουμπαϊλής Η., «Υπολογισμός του αιολικού δυναμικού περιοχών με σκοπό την εγκατάσταση

Παναγιωτάρας Δ., Σημειώσεις Μαθήματος: «*Βιομάζα και Ενέργεια*», Μεταπτυχιακό Τμήμα: Συστήματα ΑΠΕ Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ, Τεχνολογικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα, 2013.

Πασπαλάς Κ., «*Τεχνολογία εγκαταστάσεων και χρήσεων φυσικού αερίου*», Σύλλογος Μηχανολόγων - Ηλεκτρολόγων Βορείου Ελλάδος (ΣΜΗΒΕ), 1999.

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΗΜΕΡΙΔΑΣ ΜΕ ΘΕΜΑ «*ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ*», 3 Νοεμβρίου 2006, Ακαδημία Αθηνών, ΕΜΠ

Ρογκάκου Σ., «*Ανάπτυξη μεθοδολογίας για την επιλογή της βέλτιστης διαδρομής του παραγόμενου βιοαερίου σε ΧΥΤΑ*», Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, Οκτώβριος 2015.

Σκουρλή Ν., «*Σύγκριση μεθόδου καμπυλών f με τον ακριβή (ανά ώρα) υπολογισμό για θέρμανση νερού χρήσης στην περιοχή της Αθήνας*», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2017.

Στάικος Α., Τζελέπης Σ., «*Προσομοίωση λειτουργίας ηλιακού θερμικού συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης*», Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά, Αθήνα, 2016.

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. 2010. «*ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΩΝ*» [online] Διαθέσιμο στο: http://www.energynius.gr/files4users/files/TOTEE_20701_6_Final_TEE.pdf [Πρόσβαση: 15 Ιουλίου 2021].

Τσεπλετίδου Α., «*Χρήση βιομάζας για θέρμανση στο αστικό περιβάλλον: Τάσεις και προοπτικές*», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ιούλιος 2013.

Τσούλης Γ., «*Μελέτη-εγκατάσταση-λειτουργία ανεμογεννήτριας οικιακής χρήσης*», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα 2016.

Τσούτσος Θ., Κορμά Ε., Καραγιωργας Μ., Δρόσου Β., Αηδόνης Α., Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), “*Οδηγός ηλιακού κλιματισμού*”, 2004. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. «*Εθνικό Σχέδιο αύξησης του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (άρθρο 9, Οδηγίας 2010/31/ΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων)*» Αθήνα, Δεκέμβριος 2017.

Υπουργείο περιβάλλοντος και ενέργειας. 2021. «*Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων*» [online] Διαθέσιμο στο: <https://ypen.gov.gr/energeia/energeiaki-exoikonomisi/ktiria/kenak> [Πρόσβαση: 09 Ιουλίου 2021].

Φραγγούδη Α., «*Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική στην παραδοσιακή και σύγχρονη Ελλάδα*», Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, 2017.

Χατζηβασιλειάδης Α., «*Εσωτερικές εγκαταστάσεις φυσικού αερίου*», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Καβάλας, Καβάλα, 2012.

Χουντάλας Χ., Πίρδας Α., Τοπιντζής Κ. «*Νομοθετικό πλαίσιο για την μηδενική κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια. Η επίδραση στην κτηριακή μορφολογία και τις κατασκευαστικές τεχνικές*», Ανώτατο Τεχνολογικό Ίδρυμα Πειραιά, Πειραιάς, Ιανουάριος 2014.