



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**Διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη Θεσσαλία και
προώθηση εξοικονόμησης ενέργειας**

υπό

ΡΑΠΤΗ Ι. ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των
απαιτήσεων για την απόκτηση του
Διπλώματος Μηχανολόγου Μηχανικού

2015



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 6693/1
Ημερ. Εισ.: 08-03-2017
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΜΜ
2015
ΡΑΠ

© 2015 ΡΑΠΤΗ Ι. ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**Διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη Θεσσαλία και
προώθηση εξοικονόμησης ενέργειας**

υπό

ΡΑΠΤΗ Ι. ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των
απαιτήσεων για την απόκτηση του
Διπλώματος Μηχανολόγου Μηχανικού

2015

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής Δρ. Νικόλαος Ανδρίτσος
(Επιβλέπων) Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Μποντόζογλου Βασίλης
Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Καραμάνος Σπύρος
Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Πρώτα από όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου και επιβλέπων της εργασίας, καθηγητή κ. Ανδρίτσο Νικόλαο. Τον ευχαριστώ πολύ για την ευκαιρία που μου έδωσε να συνεργαστούμε στην περάτωση του θέματος και για την εμπιστοσύνη που εκείνος έδειξε στο πρόσωπό μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τα παιδιά μου Κωνσταντίνο και Ιωάννη που με στήριξαν ψυχολογικά και όλη την οικογένειά μου και τους φίλους μου που με εμπύχωναν στις εξετάσεις και στη μελέτη.

ΡΑΠΤΗ Ι. ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ

Διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη Θεσσαλία και προώθηση εξοικονόμησης ενέργειας

ΡΑΠΤΗ Ι. ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, 2015

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Ανδρίτσος Νικόλαος

Περίληψη

Σε αυτή τη διπλωματική εργασία μελετάμε διάφορες μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Αναφέρουμε βασικά χαρακτηριστικά τους και ιδιαίτερα στοιχεία τους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειάς από την εκμετάλλευση και αξιοποίησή τους. Παρουσιάζουμε τεχνολογίες που τις επεξεργάζονται και τους τρόπους που αυτές λειτουργούν. Σε κάθε μορφή ενέργειας καταμετρώνται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα από τη χρήση εκάστοτε μορφής ενέργειας. Γνώμονας της μελέτης μας είναι η κατάσταση που επικρατεί σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας. Επιχειρούμε να παρουσιάσουμε την κατάσταση που επικρατεί στο εσωτερικό της περιοχής για την κάθε μορφή μελετώμενης ενέργειας, τόσο στο τεχνολογικό, όσο και στο κοινωνικό και περιβαλλοντικό κομμάτι. Παρουσιάζονται αναλυτικά τόσο χαρακτηριστικές τεχνολογίες και σχετικές καταστάσεις που επικρατούν στην περιοχή, όσο και δυσκολίες αλλά και φωνές αντιλογίας από τις τοπικές κοινωνίες για την πραγματοποίηση και λειτουργία αυτών. Επίσης, πολλές φορές παρατηρούμε και την επίδραση της οικονομικής κρίσης στο σχεδιασμό και στη λειτουργία τέτοιων μονάδων ενέργειας. Επιπλέον, γίνεται μία αναφορά στη σημασία που έχει η προώθηση εξοικονόμησης ενέργειας και παρουσιάζεται η άμεση σύνδεσή της με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Γίνεται αναφορά τόσο στη στρατηγική ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, όσο και σε άλλους τομείς όπως τις μεταφορές. Τέλος, παρουσιάζεται η έννοια της εξέργειας και η σημασία της τόσο στην ανάλυση και το σχεδιασμό ενεργειακών συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όσο και στη γενικότερη αξιολόγηση των βαθμών απόδοσης μονάδων παραγωγής ενέργειας.

Penetration of Renewable Energy Sources in the Region of Thessaly and diffusion of energy saving measures

Magdalene I. Rapti

University of Thessaly, Department of Mechanical Engineering, 2015

Advisor: Prof. N. Andritsos

Abstract

The main study filed of this thesis is that of the various forms of the renewable energy sources. We focus on their main features and their key components for the production of electricity, as well as other forms of usable energy, that derive from the utilization of the renewable energy sources. We present technologies that do such things and their functions. In each form of energy, which is studied in this thesis, we analyze not only their benefits, but also their drawbacks. The main reason for all these and the actual goal of the thesis is to represent and study the situation in the region of Thessaly, as a whole. Our study for the region focuses not only on the technological side of the matter, but also on the environmental side and with a view on the local society. This is done for each form of renewable energy that is presented here, along with local facilities and examples. Furthermore, we try to give in detail the units and power plants of the region. These come along with the contradiction of the local communities. This can be seen in many examples of the thesis below. Many times local communities oppose on the install, operation and function these units in their region. Moreover, the impact of the economical crisis can be noted on the design, install and operation of such units, especially small ones (small photovoltaic units for example). In addition, there are references on the promotion of energy savings, as well as its importance and its direct connection with the renewable energy sources. A strategy for saving energy is presented for the energy efficiency of the buildings and on the transportation of general goods. Finally, we present the idea of exergy and the importance of both the analysis and the design of renewable energy power systems, as well as the overall evaluation of the efficiency in general.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	iv
Abstract.....	v
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή	1
1.1 Κίνητρο και Υπόβαθρο.....	1
1.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	3
1.3 Οργάνωση Διπλωματικής Εργασίας.....	5
Κεφάλαιο 2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).....	7
2.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Γενικά).....	7
2.2 Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	8
2.3 Πλεονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	10
2.4 Μειονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	11
2.5 Α.Π.Ε. και Θεσσαλία	11
2.6 Συμπεράσματα	12
Κεφάλαιο 3 Αιολική Ενέργεια	13
3.1 Αιολική Ενέργεια - γενικά.....	13
3.2 Χρήσεις Αιολικής Ενέργειας.....	16
3.3 Κατηγορίες Ανεμογεννητριών	16
3.4 Επιλογή Θέσης Αιολικού Σταθμού.....	19
3.5 Πλεονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας.....	21
3.6 Μειονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας.....	22
3.7 Αξιολόγηση Αιολικής Ενέργειας στη Θεσσαλία	23
3.8 Συμπεράσματα	25
Κεφάλαιο 4 Υδροηλεκτρική Ενέργεια	26
4.1 Υδροηλεκτρική Ενέργεια (Γενικά).....	26
4.2 Λειτουργία Υδροηλεκτρικών Μονάδων	28
4.3 Μέρη ενός Υδροηλεκτρικού Εργοστασίου	30
4.4 Κατάταξη Υδροηλεκτρικών Σταθμών.....	32
4.5 Πλεονεκτήματα Υδροηλεκτρικής Ενέργειας.....	34
4.6 Μειονεκτήματα Υδροηλεκτρικής Ενέργειας.....	35
4.7 Αξιοποίηση Υδροηλεκτρικής Ενέργειας στη Θεσσαλία.....	36
4.8 Συμπεράσματα	40
Κεφάλαιο 5 Ενέργεια από τη Θάλασσα	41
5.1 Κυματική Ενέργεια.....	41
5.2 Θαλάσσιες Συσκευές Εκμετάλλευσης θαλάσσιων κυμάτων.....	42

5.3 Παλιρροϊκή Ενέργεια.....	44
5.4 Παλιρροϊκοί φράκτες και στρόβιλοι	44
5.5 Ενέργεια από τη διαφορά θερμοκρασίας στα νερά των ωκεανών.....	46
5.6 Πλεονεκτήματα από την παραγωγή Ενέργειας από τη Θάλασσα	46
5.7 Μειονεκτήματα από την παραγωγή Ενέργειας από τη Θάλασσα.....	47
5.8 Συμπεράσματα	47
Κεφάλαιο 6 Γεωθερμία.....	48
6.1 Γεωθερμία (Γενικά)	48
6.2 Τρόποι αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας	49
6.3 Πλεονεκτήματα Γεωθερμικής Ενέργειας	51
6.4 Μειονεκτήματα Γεωθερμικής Ενέργειας	51
6.5 Αξιοποίηση της Γεωθερμικής Ενέργειας στη Θεσσαλία.....	52
6.6 Συμπεράσματα	55
7 Κεφάλαιο Βιομάζα	56
7.1 Βιομάζα (Γενικά).....	56
7.2 Είδη Βιομάζας	57
7.3 Διεργασίες της Βιομάζας	57
7.4 Θερμοχημικές Διεργασίες	58
7.5 Βιοχημικές Διεργασίες.....	59
7.6 Εφαρμογές και χρήσεις Βιομάζας.....	60
7.7 Πλεονεκτήματα Βιομάζας	60
7.8 Μειονεκτήματα Βιομάζας	61
7.9 Αξιοποίηση Βιομάζας στη Θεσσαλία	61
7.10 Πράσινο Θερμοκήπιο προωθείται στη Θεσσαλία.....	67
7.11 Εργοστάσιο Α.Γ.Ε.Τ. στην περιοχή του Βόλου	69
7.12 Συμπεράσματα	70
Κεφάλαιο 8 Ηλιακή Ενέργεια.....	71
8.1 Ηλιακή Ενέργεια (Γενικά).....	71
8.2 Φωτοβολταϊκά Συστήματα	71
8.3 Δομή, λειτουργία και απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	72
8.4 Κατηγορίες Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	74
8.5 Πλεονεκτήματα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.....	77
8.6 Μειονεκτήματα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.....	78
8.7 Προϋποθέσεις κτιρίων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων	79
8.8 Παθητικά Ηλιακά και Υβριδικά Συστήματα.....	79
8.9 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα	81
8.10 Αξιοποίηση της Ηλιακής Ενέργειας στη Θεσσαλία.....	82

8.11 Συμπεράσματα	83
Κεφάλαιο 9 Προώθηση εξοικονόμησης Ενέργειας.....	85
9.1 Η σημασία εξοικονόμησης Ενέργειας	85
9.2 Προώθηση Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτίρια	86
9.3 Ενεργειακή Διαχείριση Κτιρίων.....	86
9.4 Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού.....	87
9.5 Εξοικονόμηση Ενέργειας στις Μεταφορές	87
9.6 Εξοικονόμηση Ενέργειας στη Βιομηχανία.....	88
9.7 Συμπεράσματα	88
Κεφάλαιο 10 Εξέργεια	89
10.1 Τι είναι εξέργεια.....	89
10.2 Εξέργεια και Εντροπία	90
10.3 Εξεργειακό περιεχόμενο υλικών, φυσικών πόρων και πηγών ενέργειας.....	92
10.4 Φορείς Εξέργειας	93
10.5 Εξεργειακή Ανάλυση και Αποδοτικότητα.....	94
10.6 Εξέργεια και Σχεδιασμός Ενεργειακών Συστημάτων	95
10.7 Συμπεράσματα	97
Κεφάλαιο 11 Σύνοψη Διπλωματικής Εργασίας - Προτάσεις.....	98
Βιβλιογραφία.....	100

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 2.1 : Εξέλιξη εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ στην Ελλάδα, στόχος έτους 2020 [9] ...	18
Εικόνα 3.1 : Γενική εικόνα κυκλοφορίας των ανέμων στη γη [35]	21
Εικόνα 3.2 : Διάταξη εκμετάλλευσης αιολικής ενέργειας [10]	22
Εικόνα 3.3 : Είδη ανεμογεννητριών – Οριζόντιου και Κάθετου Άξονα [11]	23
Εικόνα 3.4 : Διαμόρφωση ηλεκτρικού μέρους ανεμογεννητριών (α) Α/Γ σταθερών στροφών με ασύγχρονη γεννήτρια τύπου κλωβού (β) Α/Γ σταθερών στροφών με ασύγχρονη γεννήτρια τυλιγμένου δρομέα (γ) Α/Γ μεταβλητών στροφών με ασύγχρονη γεννήτρια διπλής τροφοδότησης (δ) Α/Γ μεταβλητών στροφών με σύγχρονη γεννήτρια [12]	25
Εικόνα 3.5 : Χερσαίο Αιολικό Πάρκο [35].....	26
Εικόνα 3.6 : Παράκτιο Αιολικό Πάρκο [35].....	27
Εικόνα 3.7 : Αιολικό Πάρκο Ανάβρας Μαγνησίας [17].....	29
Εικόνα 4.1 : Υδρολογικός κύκλος [14].....	32
Εικόνα 4.2 : Παράδειγμα υδροηλεκτρικής Μονάδας [7].....	34
Εικόνα 4.3 : Α: Γεννήτρια Β: Τουρμπίνα (1) Στάτορας (2) Ρότορας (3) θυρίδα (4) πτερύγια (5) Είσοδος ρέοντος νερού (6) Άξονας σύνδεσης τουρμπίνας – γεννήτριας [24].....	37
Εικόνα 4.4 : Υδροηλεκτρικός Σταθμός Ν. Πλαστήρα [26]	41
Εικόνα 4.5 : Τεχνητή λίμνη Σμόκοβου [21].....	42
Εικόνα 4.6 : Υδροηλεκτρικός σταθμός Μεσοχώρας [27].....	43
Εικόνα 5.1 : Διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό της θάλασσας [8]	46
Εικόνα 5.2 : Σύστημα O.W.C. [5].....	46
Εικόνα 5.3 : Το Mighty Whale [30]	47
Εικόνα 5.4 : Σχηματική αναπαράσταση του συστήματος Mighty Whale [30].....	47
Εικόνα 5.5 : Παλιρροιοκινητήρας της Rance [35]	48
Εικόνα 5.6 : Παλιρροϊκός Φράκτης [8].....	49
Εικόνα 5.7 : Παλιρροϊκοί στρόβιλοι [8].....	49
Εικόνα 6.1 : Σχηματικό διάγραμμα αξιοποίησης γεωθερμικής ενέργειας [23]	52
Εικόνα 6.2 : Μελέτη και σχεδιασμός Συστημάτων Αβαθούς Γεωμετρίας [33].....	54
Εικόνα 6.3 : Χάρτης γεωθερμικού ενδιαφέροντος στην Ελλάδα [38].....	55
Εικόνα 6.4 : Γεωθερμικά πεδία ελληνικού χώρου [35]	56
Εικόνα 6.5 : Εσωτερικού του πρότυπου θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια της Συνόδου Προέδρων ΤΕΙ Ελλάδας [70]	57

Εικόνα 6.6 : Εικόνα πρότυπου θερμοκηπίου ΤΕΙ Θεσσαλίας [70].....	57
Εικόνα 7.1 : Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα [41]	59
Εικόνα 7.2 : Θερμοχημικές και Βιοχημικές Διεργασίες [41].....	61
Εικόνα 7.3 : Βιοκαύσιμο pellet [47].....	66
Εικόνα 7.4 : Αγριαγκινάρα [49].....	67
Εικόνα 7.5 : Ένα παράδειγμα πράσινου θερμοκηπίου [50].....	68
Εικόνα 8.1 : Φωτοβολταϊκά συστήματα [50].....	72
Εικόνα 8.2 : Φωτοβολταϊκό στοιχείο [51]	72
Εικόνα 8.3 : Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα [54].....	75
Εικόνα 8.4 : Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα [55].....	76
Εικόνα 8.5 : Βασική σύνθεση μιας φωτοβολταϊκής συστοιχίας [14]	77
Εικόνα 8.6 : Παθητικά ηλιακά συστήματα. Νότιος προσανατολισμός κτιρίου [7].....	78
Εικόνα 8.7 : Φωτοβολταϊκό παρκο 1 MW από την Conergy στο Βόλο [50]	80
Εικόνα 10.1 : Αναπαράσταση της εξέργεια σε καθημερινό παράδειγμα [60]	86
Εικόνα 10.2 : Πρώτος Θερμοδυναμικός νόμος 10.2 [60].....	87

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 2.1: Παγκοσμίως εκμεταλλεύσιμες μορφές ΑΠΕ.....	17
Πίνακας 2.2 : Η επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος ανά τεχνολογία ΑΠΕ και κατηγορία παραγωγού και η κατανομή της στο χρόνο με χρονικό ορίζοντα τα έτη 2014 και 2020 [6].....	18
Πίνακας 3.1 : Ενδεικτικά στοιχεία κατηγοριών ανεμογεννητριών [14]	24
Πίνακας 4.1: Κατηγορίες εγκαταστάσεων Υδροηλεκτρικής Ενέργειας [8]	38
Πίνακας 7.1 : Αξιοποίηση βιομάζας στην Ελλάδα [45].....	63
Πίνακας 7.2 : Καλλιεργήσιμες εκτάσεις και αποδόσεις καλλιεργήσιμων προϊόντων στη Θεσσαλία [45]	64
Πίνακας 7.3 : Εκτιμώμενες Βιοκαλλιέργειες στη Θεσσαλία [45]	65
Πίνακας 10.1 : Περιεχόμενο σε εξέργεια για διάφορες μορφές ενέργειας [60].....	88
Πίνακας 10.2 : Περιεχόμενο σε εξέργεια διαφόρων υλικών [60].....	88

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

1.1 Κίνητρο και Υπόβαθρο

Η ενέργεια έχει τη δυνατότητα να εμφανίζεται συνεχώς με διάφορες μορφές, καθώς ζούμε σε μία εποχή που παρόλο που η τεχνολογία είναι σε ένα υψηλό επίπεδο, παραμένει εξελίξιμη. Οι αναπτυγμένες χώρες εδώ και καιρό χρησιμοποιούν Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και στηρίζονται πλέον σε ολόένα και μεγαλύτερο ποσοστό τους για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να εντυπώσουμε στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και να εστιάσουμε στα κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντολογικά οφέλη καθώς και να δούμε αναλυτικά τις προοπτικές εξέλιξής τους στην Ελλάδα και ειδικότερα στη Θεσσαλία.

Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ορίζουμε τις μορφές της εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχεται από φυσικές διεργασίες. Οι ενεργειακές πηγές είναι ο ήλιος, ο άνεμος, το νερό, ο πυρήνας της γης. Δεν απαιτείται ενεργητική παρέμβαση όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση και δεν αποδεσμεύουν διοξείδιο του άνθρακα, τοξικά, υδρογονάνθρακες ή ραδιενεργά απόβλητα. Επειδή οι ενεργειακές ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου έχουν αυξηθεί και συγχρόνως η αλόγιστη χρήση των συμβατικών καυσίμων (πετρέλαιο, γαιάνθρακες, φυσικό αέριο και η πυρηνική ενέργεια) έχει επιβαρύνει το περιβάλλον, οι επιστήμονες έχουν στραφεί στην αξιοποίηση ολόένα και περισσοτέρων μορφών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Είναι ανεξάντλητες, οικονομικές και δεν προκαλούν ρύπανση στο περιβάλλον. Βασικά περιβαλλοντολογικά προβλήματα που είναι γνωστά στην ευρύτερη κοινωνία είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το λιώσιμο των πάγων, η μειωμένη στάθμη επιφανειακών νερών και τα έντονα καιρικά φαινόμενα. Για πολλές χώρες οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αποτελούν εφιαλτήριο για την οικονομία και την ενεργειακή απόδοσή τους.

Παρά ταύτα, πρέπει να γίνει ιδιαίτερη μνεία και στην απόδοση των πηγών που μελετάμε σε αυτή την εργασία. Είναι σημαντική η αξιοποίηση των ΑΠΕ, στο μέγιστο δυνατό βαθμό που μπορούμε να πάρουμε. Αυτό μας επιτρέπει την ομαλή μετάβαση από τις συμβατικές μορφές ενέργειας, στις ανανεώσιμες. Το ζητούμενο είναι η απόδοση να είναι στον ίδιο βαθμό

και ακόμα περισσότερο αν είναι εφικτό. Έχει παρατηρηθεί όμως, ότι δεν είναι ακόμα εύκολο αυτό. Για το λόγο αυτό οι ΑΠΕ είναι οικονομικές μορφές στην κατανάλωση ενέργειας, έχουν κόστος όμως όσο αφορά την εγκατάσταση του εξοπλισμού τους. Αυτό που θα πρέπει όμως να κοιτάξει κάποιος είναι το γενικότερο οικονομικό ισοζύγιο σε τέτοιες επενδύσεις. Εκεί ακριβώς είναι που υπερτερούν οι ΑΠΕ έναντι των συμβατικών πηγών, στο ROI (return on investment). Εκεί εστιάζεται και όλο το marketing στην προώθηση και αγορά εξοπλισμού, είτε οικιακού, είτε επαγγελματικού.

Ζητούμενο από όλους είναι το άμεσα εκμεταλλεύσιμο και αξιοποιήσιμο ποσοστό ενέργειας να είναι μέγιστο. Αυτό ακριβώς μας κάνει να αναρωτιόμαστε αν όντως έχουμε ενεργειακό πρόβλημα ή εξεργειακό πρόβλημα εντέλει. Η εξέργεια ενός συστήματος είναι το μέγιστο δυνατό έργο κατά τη διάρκεια μιας διαδικασίας που φέρνει το σύστημα σε «θερμική» ισορροπία με το περιβάλλον. Αντιπροσωπεύει το διαθέσιμο προς εκμετάλλευση ποσό ενέργειας ενός συστήματος από το περιβάλλον, για παράδειγμα το ποσό του έργου που μπορεί να παράγει ένα μηχανικό σύστημα στο περιβάλλον του. Η εξέργεια μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε την ενέργεια που είναι διαθέσιμη για να χρησιμοποιηθεί. Με απλά λόγια, η εξέργεια αποτελεί το άμεσα αξιοποιήσιμο ποσοστό της ενέργειας που διαθέτουμε. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ηλιακή ενέργεια και η εξέργεια που λαμβάνουμε. Γύρω μας, αυτή τη στιγμή ακριβώς, κατακλυζόμαστε από τεράστια ποσά ενέργειας. Αυτά προέρχονται τόσο από τον ήλιο, όσο και από το περιβάλλον. Όμως δε μπορούμε να τα αξιοποιήσουμε και να τα χρησιμοποιήσουμε. Το σύστημά μας είναι σε ισορροπία και έτσι δε μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε. Αν δεν ήταν το σύστημα σε ισορροπία, δε θα υπήρχαμε εμείς μέσα σε αυτό. Ένα άλλο παράδειγμα, άμεσα συνδεδεμένο με την καθημερινότητά μας είναι τα χρήματα. Χοντρικά, αν σκεφτούμε ότι έχουμε 100 ευρώ στο πορτοφόλι μας, η καθαρή αγοραστική μας δύναμη δεν είναι ακριβώς αυτό το ποσό. Αν αφαιρέσουμε το Φ.Π.Α. έχουμε την καθαρή αγοραστική δύναμη, σε αντιστοιχία δηλαδή την εξέργεια.

Οι ΑΠΕ έχουν μπει στην καθημερινότητά μας σε διάφορους τομείς και έχουν γίνει κομμάτι της ζωής μας. Από το απλό κομπιουτεράκι μαθηματικών πράξεων που χρησιμοποιεί ηλιακή ενέργεια για να λειτουργήσει, μέχρι ένα απλό φωτοβολταϊκό πάνελ στην στέγη ενός σπιτιού. Από την υπογραφή της συνθήκης του Κιότο μέχρι τώρα, οι ΑΠΕ είναι μονόδρομος για την επίτευξη της μείωσης του ενεργειακού στίγματος της χώρας. Η ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων μέσω του κανονισμού TOTEE – KENAK είναι μία προσπάθεια μείωσης εκπομπών CO₂ μέσω νόμου και επιβολής (στο μέτρο του επιτρεπτού λόγω οικονομικοπολιτικών συνθηκών) ΑΠΕ για την ενεργειακή αυτονομία. Πρέπει όμως να προσέξουμε στη γενικότερη

χρήση ΑΠΕ για άμεσο οικονομικό όφελος. Η κρίση των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα και η πτώση της τιμής αγοράς από τη ΔΕΗ πρέπει να γίνει οδηγός για μελλοντικές επενδύσεις και καταστάσεις.

Στην εργασία μας παρουσιάζουμε και μελετάμε τα διάφορα είδη ΑΠΕ στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας. Η Θεσσαλία με το πέρασμα των χρόνων παρουσιάζει μια συνεχή πρόοδο στον τομέα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Αυτό γίνεται αντιληπτό αν κάποιος εστιάσει στα οφέλη που προκύπτουν από πηγές ενέργειας όπως είναι ο άνεμος και ο ήλιος. Επίσης, βοηθάει πολύ αν παρατηρήσουμε τη γεωπολιτική θέση της περιοχής και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν. Η Θεσσαλία σαν γεωγραφική περιοχή αποτελείται σε ένα μεγάλο ποσοστό από την καλλιεργήσιμη έκτασή της. Έχει γεωμορφολογική ποικιλομορφία με μεγάλους ορεινούς όγκους σε διάφορες περιοχές (Πήλιο, Πίνδος), ενώ αντίστοιχα διαρρέεται και από μεγάλα για την περιοχή ποτάμια (Πηνειός, Αχελώος, Ταυρωπός). Ακόμα, βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος και τον Παγασητικό Κόλπο, ενώ έχει και νησιά, τις Σποράδες. Είναι ακριβώς στο κέντρο της Ελλάδας. Έχουμε να κάνουμε με μία περιοχή φυσικού και ανεξάντλητου πλούτου εξαιτίας όλων αυτών των στοιχείων.

1.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Υπάρχει πληθώρα συγγραμμάτων, άρθρων και γενικότερα διαφόρων ειδών πηγών (ιστοσελίδες, άρθρα έντυπου και ηλεκτρονικού τύπου και πολλά άλλα) που μπορεί να βρει κάποιος για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το συγκεκριμένο πεδίο είναι ταυτόχρονα τόσο κορεσμένο από πληροφορίες και πηγές, όσο ανοιχτό είναι σε νέα πράγματα και νέου είδους τεχνολογίες. Για το λόγο αυτό είναι πολύ εύκολο κάποιος να αναλωθεί σε χρησιμοποίηση πηγών γενικά και να επεξηγεί το ίδιο κομμάτι θεωρίας και τεχνολογίας συνέχεια και παρόλα αυτά με διαφορετικό τρόπο. Σκοπός του συγκεκριμένου υποκεφαλαίου είναι να αναδείξει τη στρατηγική της σκέψης μας όσο αφορά την κατάταξη των πηγών και τη χρησιμοποίησή τους. Οι παρακάτω βιβλιογραφικές πηγές χρησιμοποιήθηκαν τόσο προσφέροντας την απαραίτητη γνώση στη σύνταξη και συγγραφή του κειμένου της εργασίας, όσο παρέχοντας αποσπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν μέσα στα επόμενα κεφάλαια.

Βασικός πυλώνας της βιβλιογραφίας της εργασίας μας είναι οι διδακτικές σημειώσεις του καθηγητή και επιβλέπων της διπλωματικής εργασίας, κυρίου Ανδρίτσου Νικόλαου, «Ενέργεια και Περιβάλλον» [1]. Οι σημειώσεις αυτές διδάσκονται στο ομώνυμο μάθημα του

τιμήματος. Από εκεί αντλούμε τόσο κομμάτια που περιγράφουν και συμπληρώνουν την ερευνά μας, όσο και κομμάτια που μας πληροφορούν και μας κατευθύνουν στην εύρεση πηγών. Επιπλέον, οι βιβλιογραφικές πηγές των σημειώσεων αποτελούν βάση για το χτίσιμο της βιβλιογραφίας μας.

Η βιβλιογραφική διπλωματική εργασία της κ.κ. Ευαγγελίας Τ. Τζιάσιου [14] προσφέρεται για εύρεση βιβλιογραφικών αναφορών, τόσο συγγραμμάτων, όσο και διαδικτυακών άρθρων και ιστοσελίδων. Η εργασία είναι σύγχρονη και πλήρως ενημερωμένη. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή λόγω παραπλήσιου θέματος για την αποφυγή αλληλοεπικαλύψεων μεταξύ των εργασιών.

Ακόμα, οι διδακτικές σημειώσεις του επισκέπτη καθηγητή, του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Χριστοφή Ι. Κορωναίου [35], μας έδωσαν μία απαραίτητη ποικιλία στη μελέτη μας. Από εκεί αντλήσαμε πολλά κομμάτια που ήρθαν για να καλύψουν την ερευνά μας σε ειδικό τεχνολογικό περιεχόμενο.

Το σύγγραμμα «Περιβάλλον και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» (Καπλάνης Σ.Ν., εκδόσεις ΙΩΝ) [2] μας προσφέρει απαραίτητες γνώσεις για τη σύνταξη γενικότερων κομματιών της εργασίας μας, ενώ μας προσφέρει και με κατάλληλα αποσπάσματα που αναφέρονται στο κείμενό μας, όπου κρίνεται απαραίτητο. Ακόμα, από το σύγγραμμα «Ηπιες μορφές ενέργειας. Διδακτική προσέγγιση με το παραδοσιακό και το εποικοδομητικό πρότυπο» (Κουτσούμπας Χ., εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα) [32] αντλήσαμε με απλό και κατανοητό τρόπο για τον οποιονδήποτε αναγνώστη, πληροφορίες και τρόπους για τη συγγραφή που κάναμε στο κείμενό μας. Αποσπάσματα κειμένου χρησιμοποιήθηκαν τόσο στο κομμάτι της γεωθερμίας, όσο και στο κομμάτι της ηλιακής ενέργειας.

Κατά τρόπο αντίστοιχο, με αυτόν της διπλωματικής εργασίας της κυρίας Τζιάσιου [14], αντιμετωπίστηκε και η διπλωματική εργασία των Μπορμπόλη Ερασμία και Καρδάμη Γεώργιο, με τίτλο «Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας – Φωτοβολταϊκά» [23].

Ειδική αναφορά πρέπει να γίνει για τις πηγές που παίρνουμε από το διαδίκτυο. Στο διαδίκτυο υπάρχουν πηγές τόσο στην παροχή πληροφοριών, όσο και στην παροχή υποστηρικτικού υλικού με δεδομένα υπολογισμών, ειδικούς πίνακες, σχεδιαγράμματα και άλλα. Χρησιμοποιούμε ιστοσελίδες που παρέχουν και τα δύο, ως επί το πλείστο. Μέσω μηχανών αναζήτησης είναι πλέον εύκολο και πολύ απλό να βρει οποιοσδήποτε αρκετό υλικό για να καλύψει το θέμα της εργασίας. Επίσης, μέσω ενημερωτικών ιστοσελίδων, επίσημων

αναφορών από υπουργεία και τοπικού ηλεκτρονικού τύπου γίνεται αναφορά στα δρώμενα της Θεσσαλίας.

1.3 Οργάνωση Διπλωματικής Εργασίας

Το υπόλοιπο αυτής της διπλωματικής εργασίας χωρίζεται σε τρεις βασικούς τομείς. Πρώτα αναφερόμαστε στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) γενικά στο κεφάλαιο δυο. Γίνεται μία επιγραμματική παρουσίαση τους και μια μικρή ανάλυσή τους τόσο ως προς τη σπουδαιότητά τους, όσο και ως προς τη χρησιμότητά τους. Αναφερόμαστε σε πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που έχουν γενικά στη χρήση τους, όσο και περιβαλλοντικά, κοινωνικά και φυσικά οικονομικά.

Στα επόμενα κεφάλαια έχουμε μια πιο λεπτομερή παρουσίαση των ΑΠΕ. Ξεκινάμε από το κεφάλαιο τρία, όπου έχουμε την αιολική ενέργεια. Δίνουμε τον ορισμό της, αλλά και τον τρόπο δημιουργίας της. Αναφερόμαστε στις τεχνολογίες που τη χαρακτηρίζουν και πιο συγκεκριμένα στις ανεμογεννήτριες. Περιγράφουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα και αναγράφουμε αιολικά πάρκα και σταθμούς στην περιοχή της Θεσσαλίας.

Στη συνέχεια στο κεφάλαιο τέσσερα, συνεχίζουμε με την Υδροηλεκτρική Ενέργεια. Ακολουθώντας την ίδια δομή περιγράφουμε αυτή τη μορφή ενέργειας ως ΑΠΕ και αναφερόμαστε στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς και τις τουρμπίνες τους. Αφού αναγραφούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, περιγράφουμε τι συμβαίνει στην περιοχή της Θεσσαλίας (περιοχή Ν. Πλαστήρα, Σμόκοβος, Μεσοχώρα).

Στο κεφάλαιο πέντε αναλύουμε την ενέργεια από τη θάλασσα. Αναφερόμαστε στα διάφορα είδη ενέργειας που συνιστούν την ενέργεια από τη θάλασσα, τις τεχνολογίες που τη χαρακτηρίζουν και καταμετρώνται τα υπέρ και τα κατά της. Το κεφάλαιο δεν αναφέρει πεπραγμένα στη Θεσσαλία, καθώς δεν υπάρχουν καταγεγραμμένες επενδύσεις σε αξιοποίηση τέτοιου είδους ενέργειας.

Το κεφάλαιο έξι μελετάει τη γεωθερμία ως Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας. Παρουσιάζονται τρόποι αξιοποίησής της και αναφέρονται και εδώ τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της. Επιπλέον, έχουμε αναφορές για το τι συμβαίνει με τη χρήση της ενέργειας αυτής στη Θεσσαλία.

Στο κεφάλαιο επτά περιγράφουμε τη βιομάζα, τα είδη της, τις διεργασίες της για την παραγωγή της και εκμετάλλευσή της και τις εφαρμογές της αντίστοιχα. Περιγράφεται τι

γίνεται στη Θεσσαλία με τη βιομάζα, αφού αναφερθούν και εδώ τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα στην εφαρμογή της. Γίνεται αναφορά στην περίπτωση του εργοστασίου της Α.Γ.Ε.Τ. Ηρακλής, στην πόλη του Βόλου.

Στο κεφάλαιο οχτώ πραγματευόμαστε για την ηλιακή ενέργεια. Αναφέρουμε σε βάθος τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τόσο στη δομή τους, στην εγκατάστασή τους, όσο και στο βαθμό ελευθερίας και απόδοσής τους. Περιγράφουμε ορισμένες εγκατεστημένες μονάδες στην περιοχή της Θεσσαλίας και αναφερόμαστε στην αποδοτικότητά τους και στην κατάσταση που επικρατεί από το 2012 και μετά.

Στη συνέχεια, στο κεφάλαιο εννέα μελετάμε την προώθηση εξοικονόμησης ενέργειας. Βλέπουμε πως αυτή εφαρμόζεται σε κατοικίες και σε επαγγελματικά κτίρια. Επίσης, αναφέρουμε τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας και σε καθημερινές δραστηριότητες και εργασίες γενικότερα.

Στο κεφάλαιο δέκα προσπαθούμε να δούμε το θέμα μελέτης μας από εξεργειακή σκοπιά. Γίνεται μια επιφανειακή μελέτη και αποτύπωση του εξεργειακού ποσοστού που υπάρχει σε τέτοιου είδους εγκαταστάσεις.

Τέλος, στο κεφάλαιο έντεκα αναγράφονται τα συμπεράσματα της εργασίας και υπάρχουν αναφορές και προτάσεις για μελλοντικές εργασίες με βάση το τρέχων κείμενο.

Στο κεφάλαιο αυτό μελετάμε τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στο σύνολό τους. Στα υποκεφάλαια που ακολουθούν, παρουσιάζουμε διάφορες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και αναφερόμαστε γενικότερα στη χρήση τους. Επιπλέον, γίνεται μια εκτίμηση και αποτύπωση των διαφόρων πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων των ΑΠΕ.

2.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Γενικά)

Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ορίζουμε τις μορφές της εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχεται από φυσικές διεργασίες [1,35]. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι οι φυσικοί διαθέσιμοι πόροι – πηγές ενέργειας, που υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον, που δεν εξαντλούνται, αλλά διαρκώς ανανεώνονται και που δύνανται να μετατρέπονται σε ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια, όπως είναι ο ήλιος, ο άνεμος, η βιομάζα, η γεωθερμία, οι υδατοπτώσεις και η θαλάσσια κίνηση [1, 14, 35]. Δεν απαιτείται ενεργητική παρέμβαση όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση και δεν αποδεσμεύουν διοξείδιο του άνθρακα, τοξικά, υδρογονάνθρακες ή ραδιενεργά απόβλητα.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) είναι ανεξάντλητες, φιλικές στο περιβάλλον αφού δεν απελευθερώνουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα και χαμηλής ή μηδενικής οικονομικής αξίας πριν μετατραπούν σε χρήσιμες μορφές ενέργειας [8]. Το κόστος τους περιορίζεται μόνο από τη συσκευή συλλογής ενέργειας που χρησιμοποιείται και συχνά αποθήκευσής της. Επειδή οι ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου για ηλεκτρική ενέργεια έχουν αυξηθεί και συγχρόνως η αλόγιστη χρήση των συμβατικών καυσίμων (πετρέλαιο, γαιάνθρακες, φυσικό αέριο και η πυρηνική ενέργεια) έχουν επιβαρύνει το περιβάλλον, οι επιστήμονες έχουν στραφεί στην αξιοποίηση όλων και περισσοτέρων μορφών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) [4]. Βασικά περιβαλλοντολογικά προβλήματα που είναι γνωστά στην ευρύτερη κοινωνία είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το λιώσιμο των πάγων, η μειωμένη στάθμη επιφανειακών νερών και τα έντονα καιρικά φαινόμενα [5]. Αναμφισβήτητα λοιπόν, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για πολλές χώρες αποτελούν μια πολύ σημαντική πηγή ενέργειας με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και σε εθνικό επίπεδο [5]. Συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας τόσο στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό εισαγόμενο πετρέλαιο όσο και στην προστασία του

περιβάλλοντος, καθώς από τις μελέτες που έχουν δημοσιευθεί παγκοσμίως έχει διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας ευθύνεται πρωταρχικά για την ρύπανση του περιβάλλοντος [5].

2.2 Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (ΑΠΕ, renewable Energy source) ονομάζεται εκείνη η πηγή ενέργειας που δεν εξαντλείται και ανανεώνεται μέσα από τα φυσικά φαινόμενα όπως για παράδειγμα ο άνεμος, ο ήλιος και το νερό. Οι κυριότερες μορφές ΑΠΕ σε παγκόσμιο επίπεδο είναι η Ηλιακή, η Υδροηλεκτρική, η Αιολική, η Βιομάζα, η Γεωθερμία, η Παλιρροϊκή, Ενέργεια από τα κύματα και Θερμότητα από τους ωκεανούς [1, 35]. Συχνά, οι τρεις τελευταίες μορφές ενέργειας καλούνται ενέργειες από τη θάλασσα [1]. Στην ηλιακή ενέργεια διακρίνουμε συστήματα τεχνολογίας που χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευσή της σε ενεργητικά ηλιακά συστήματα, παθητικά ηλιακά και υβριδικά συστήματα και φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα.

Τα τελευταία χρόνια η χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας έχει αυξηθεί κατακόρυφα και αυτή η άνοδος εκτιμάται ότι θα συνεχίσει. Σύμφωνα με Υπουργική Απόφαση καθορίζονται όρια για την εγκατεστημένη ισχύ ανά τεχνολογία για το 2014 και το 2020 (Πίνακας 2.2) [6].

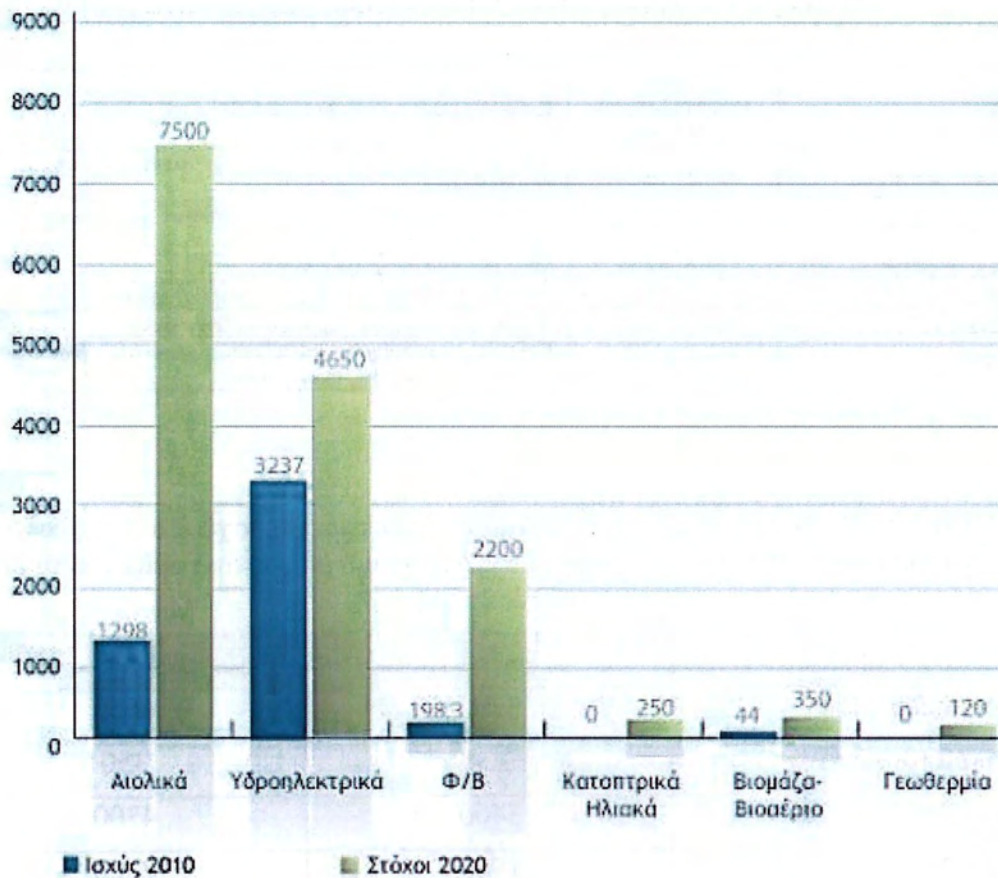
Οι ΑΠΕ χρησιμοποιούνται είτε άμεσα (για παράδειγμα στη θέρμανση), είτε τις μετατρέπουμε σε άλλες εκμεταλλεύσιμες μορφές ενέργειας (κυρίως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια) [5]. Είναι ασφαλείς, ανταγωνιστικές και ελκυστικές σε ιδιώτες και επενδυτές [5, 14]. Για να είναι χρήσιμη μια πηγή ενέργειας είναι αναγκαίες ορισμένες προϋποθέσεις. Πρέπει η ενέργεια να είναι άφθονη και η πρόσβαση στην ενεργειακή πηγή εύκολη [7, 14]. Να μετατρέπεται χωρίς δυσκολία σε μορφή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα σύγχρονα μηχανήματα. Επιπλέον, να μεταφέρεται και να αποθηκεύεται εύκολα [7, 14].

Πίνακας 2.1: Παγκοσμίως εκμεταλλεύσιμες μορφές ΑΠΕ [5]

Πηγή	Τεχνικά Εκμεταλλεύσιμη (TWh/έτος)	Επιλογές ενεργειακών μετατροπών
Ηλιακή Ενέργεια	12.000-14.000	Φωτοβολταϊκά, σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος, ηλιακοί θερμοσίφωνες
Αιολική Ενέργεια	20.000-40.000	Μεγάλης και μικρής κλίμακας σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος, αντλίες νερού
Ενέργεια κυμάτων	2.000-4.000	Μεγάλος αριθμός εφαρμογών
Ενέργεια παλίρροιας	>3.500	Φράγματα, εκμετάλλευση παλίρροιακών κυμάτων
Γεωθερμία	4.000-40.000	Hot dry rock, magma, υδροθερμία, Geopressed
Βιομάζα	8.000-25.000	Καύση, αεριοποίηση, πορόλυση, χώνευση, βιοκαύσιμα για παραγωγή θερμότητας-ηλεκτρισμού

Πίνακας 2.2 : Η επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος ανά τεχνολογία ΑΠΕ και κατηγορία παραγωγού και η κατανομή της στο χρόνο με χρονικό ορίζοντα τα έτη 2014 και 2020 [6].

	2014	2020
Υδροηλεκτρικά	3700	4650
Μικρά (0-15MW)	300	350
Μεγάλα (>15MW)	3400	4300
Φωτοβολταϊκά	1500	2200
Εγκαταστάσεις από επαγγελματίες αγρότες της περίπτωσης (B) της παρ. 6 του άρθρου 15 του νόμου 3851/2010	500	750
Ηλιοθερμικά	120	250
Αιολικά (περιλαμβανομένων θαλασσίων)	4000	7500
Βιομάζα	200	350



Εικόνα 2.1 : Εξέλιξη εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ στην Ελλάδα, στόχος έτους 2020 [9]

2.3 Πλεονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι φιλικές προς το περιβάλλον και αποτελούν ανεξάντλητες πηγές ενέργειας, διότι συνεισφέρουν στη μείωση των εκπομπών ρύπων (τόσο στην ατμόσφαιρα όσο και στις μεταφορές) και επομένως, σε ένα καλύτερο κλιματικά περιβάλλον [1]. Επίσης έχουν τη δυνατότητα να αποκεντρώνουν το ενεργειακό σύστημα και να καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες της κοινωνίας [1, 8, 14]. Αξίζει να σημειωθεί ότι το κόστος λειτουργίας τους είναι αρκετά χαμηλό και δεν επηρεάζεται από τις μεταπτώσεις της οικονομίας, ούτε από τις τιμές των συμβατικών καυσίμων [1, 8, 14]. Έχουν τη δυνατότητα να βοηθούν τις αναπτυγμένες χώρες να είναι ενεργειακά ανεξάρτητες, καθώς και να αποτελέσουν μια εναλλακτική λύση στο τομέα της οικονομίας [1]. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των θέσεων εργασίας, σε τοπικό επίπεδο, τόσο στις αγροτικές, όσο και στις απομακρυσμένες περιοχές [1, 8, 14, 35].

Ακόμα, είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συμβάλουν με αυτόν τον τρόπο στην ενίσχυση της αυτάρκειας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε τοπικό,

περιφερειακό και εθνικό επίπεδο [8, 14]. Συμβάλουν στη μείωση εξάρτησης από άλλες συμβατικές μορφές ενέργειας (για παράδειγμα ορυκτά καύσιμα στην παραγωγή ενέργειας), τα οποία με τον καιρό εξαντλούνται και δημιουργείτε ενεργειακή κρίση [8, 14, 35]. Καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ενεργειακών απαιτήσεων κάθε είδους, με την ορθολογική αξιοποίηση των ενεργειακών πόρων και πηγών (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών, αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή) [8, 14]. Τέλος, οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των Α.Π.Ε. έχουν σχεδιαστεί για να καλύπτουν τις ανάγκες των χρηστών και σε μικρή κλίμακα εφαρμογών ή σε μεγάλη κλίμακα αντίστοιχα. Απαιτούν ελάχιστο χρόνο για την κατασκευή τους συγκριτικά με τις συμβατικές μορφές, επιτρέποντας έτσι τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας [8, 14]. Με την ορθολογική, συνεπώς αξιοποίηση των ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών εξυπηρετούνται οι αναγκαίες για τον άνθρωπο ανάγκες [1].

2.4 Μειονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε σχέση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας έχουν λιγότερα μειονεκτήματα. Δεν εκπέμπουν ρύπους, όμως έχουν χαμηλό συντελεστή απόδοσης και δεν μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια για αυτό συχνά χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές [1, 2, 14, 23].

Απαιτούνται εκτεταμένες εγκαταστάσεις για ικανοποιητική παραγωγή, εξαιτίας της χαμηλής πυκνότητας ισχύος και ενέργειας των φυσικών πόρων και φορέων [8, 14]. Το διεσπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος, ώστε να μεταφερθεί και να αποθηκευτεί [8, 14]. Παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητά τους που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης (για παράδειγμα στην περίπτωση ξηρασίας στις υδροηλεκτρικές μονάδες) [7, 8, 14]. Τέλος, το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων παραμένει ακόμη υψηλό [8].

2.5 Α.Π.Ε. και Θεσσαλία

Η Περιφέρεια Θεσσαλίας έχει υψηλό δυναμικό και τεράστια δυναμική στον τομέα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Με βάση τα στοιχεία του Ιουλίου 2011, η Θεσσαλία διαθέτει 79,5 MW εγκατεστημένης ισχύος από ΑΠΕ επί συνόλου 1.702 MW εγκατεστημένης

ισχύος από ΑΠΕ στο σύνολο της χώρας (4.7%). Η εγκατεστημένη ισχύς μας κατανέμεται με 21,4% στην αιολική ενέργεια, 27,7% σε μικρά υδροηλεκτρικά, 2,8% στη βιομάζα και 48,2% στα φωτοβολταϊκά. Μέχρι τον Αύγουστο του 2011 έχουν δοθεί 265 άδειες παραγωγής μονάδων ΑΠΕ συνολικής ισχύος 1.914,38 MW. Επιπλέον, μέχρι τον Αύγουστο 2011 η Θεσσαλία είχε 454 αιτήσεις για μονάδες ΑΠΕ (εξαιρουμένων των αιτήσεων αγροτών και των φωτοβολταϊκών στις στέγες) συνολικής ισχύος 2.795,26 MW. Επισημαίνουμε ότι οι αιτήσεις μετά το καλοκαίρι του 2010 αφορούσαν άδειες άνω του 1 MW [64].

2.6 Συμπεράσματα

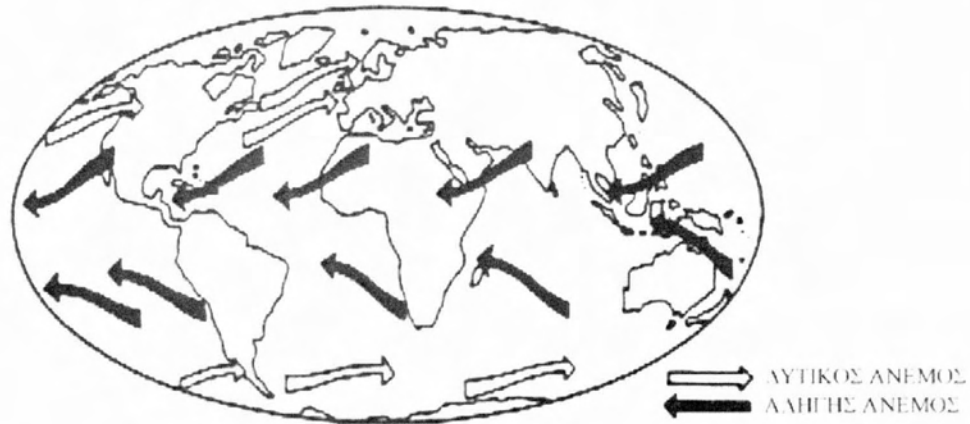
Στο Κεφάλαιο 2 αναφερθήκαμε γενικά στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Είδαμε τι συνιστά μια μορφή ενέργειας να θεωρείται ως ΑΠΕ και αναφερθήκαμε στις κύριες και πιο διαδεδομένες κατηγορίες που συναντάμε μαζί με κάποια βασικά χαρακτηριστικά τους. Παρουσιάσαμε προτερήματά, όπως το ότι είναι φιλικές προς το περιβάλλον, αλλά και μειονεκτήματα, όπως ο χαμηλός βαθμός απόδοσής τους. Τέλος, γίνεται μία μικρή αναφορά σε στοιχεία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας γενικά στη Θεσσαλία.

Στο κεφάλαιο αυτό ασχολούμαστε αποκλειστικά με την αιολική ενέργεια. Παρουσιάζουμε την αιολική ενέργεια σαν ΑΠΕ και αναλύουμε το πώς δημιουργείται από τον άνεμο. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στις διάφορες χρήσεις της και μελετάμε την κύρια τεχνολογία που χαρακτηρίζει την αιολική ενέργεια, τις ανεμογεννήτριες. Γίνεται μία αναφορά στα κριτήρια χωροθέτησης αιολικών πάρκων. Αφού σκιαγραφήσουμε αυτή τη μορφή ενέργειας και δώσουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που τη χαρακτηρίζουν κάνουμε μία αναφορά για το τι συμβαίνει στο χώρο της Θεσσαλίας με την κοινότητα της Ανάβρας Μαγνησίας να έχει κυρίαρχη θέση.

3.1 Αιολική Ενέργεια - γενικά

Η αιολική ενέργεια άρχισε να χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήδη από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, αν και ώθηση στη χρήση της έδωσε η πετρελαϊκή κρίση του 1973 [1]. Τα τελευταία χρόνια η αιολική ενέργεια αποτελεί μια ώριμη ενεργειακή πηγή, με χαμηλό σχετικά κόστος, η οποία μπορεί να παράσχει σημαντικές ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκαλούνται από την καύση των ορυκτών καυσίμων [1]. Την αιολική ενέργεια όμως την αξιοποιούμε εδώ και χιλιάδες χρόνια στα ιστιοφόρα πλοία, για άλεση δημητριακών και για πολλές άλλες εφαρμογές μηχανικής ενέργειας [1].

Ο άνεμος είναι μία πηγή ενέργειας που προέρχεται βασικά από τις διαφοροποιήσεις στην ατμοσφαιρική πίεση, οι οποίες από τη μεριά της οφείλονται στην άνιση θέρμανση της επιφάνειας της γης και της θάλασσας από τον ήλιο [1]. Επομένως, η αιολική ενέργεια είναι η έμμεση μορφή της ηλιακής ενέργειας και περίπου 1-2% της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνεια της γης μετατρέπεται σε άνεμο [1]. Καθώς ο αέρας θερμαίνεται στις τροπικές ζώνες αρχικά ανυψώνεται στην ατμόσφαιρα και κατόπιν οδεύει χοντρικά προς τους πόλους [1, 35]. Η κίνηση αυτή της ατμόσφαιρας επηρεάζεται σημαντικά από την περιστροφή της γης, η επίδραση της οποίας είναι μεγαλύτερη στον ισημερινό και μηδενική στους πόλους, από την αναλογία της επιφάνειας της ξηράς προς την αντίστοιχη της θάλασσας, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της ξηράς (βουνά, πεδιάδες) και από εποχές του χρόνου [1, 35].

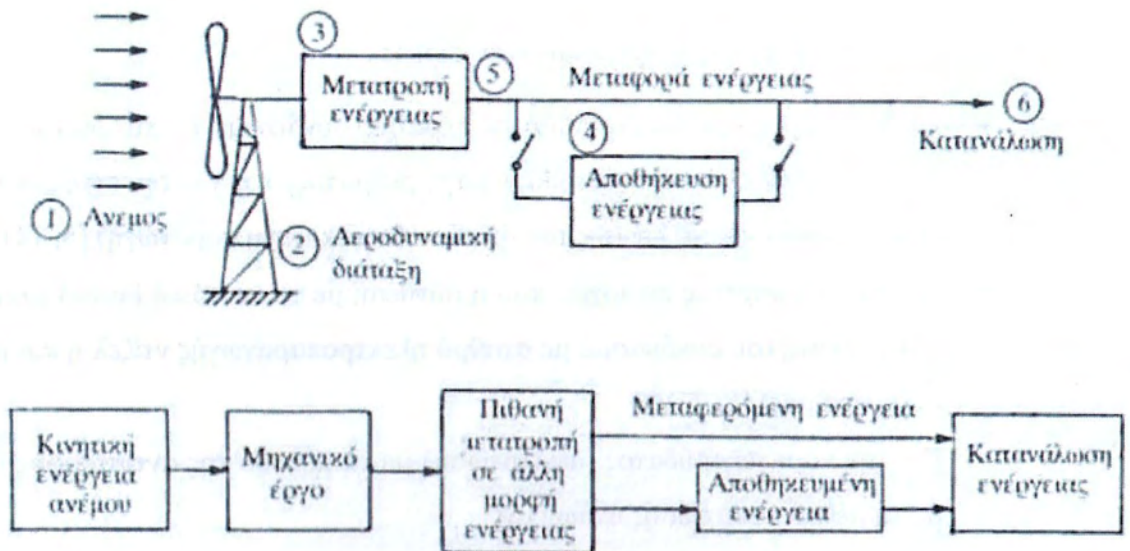


Εικόνα 3.1 : Γενική εικόνα κυκλοφορίας των ανέμων στη γη [35]

Αιολική ενέργεια ονομάζεται η κινητική ενέργεια του ανέμου που οφείλεται κυρίως στην ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης από την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία προκαλεί την μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από μια περιοχή σε μια άλλη δημιουργώντας έτσι τους ανέμους [8]. Ο άνεμος όμως είναι μια ανεξέλεγκτη και χρονικά μεταβαλλόμενη, σε όλες τις παραμέτρους, πηγή ενέργειας. Η δέσμευση και χρησιμοποίηση της ενέργειας αυτής γίνεται σήμερα με κάποια συστήματα τα οποία έχουν τη δυνατότητα να εκμεταλλεύονται την κίνηση του ανέμου και να τη μετατρέπουν σε ηλεκτρική. Αυτά τα συστήματα ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτριες διαφοροποιείται σημαντικά από τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής. Είναι δύο ειδών [10, 12] :

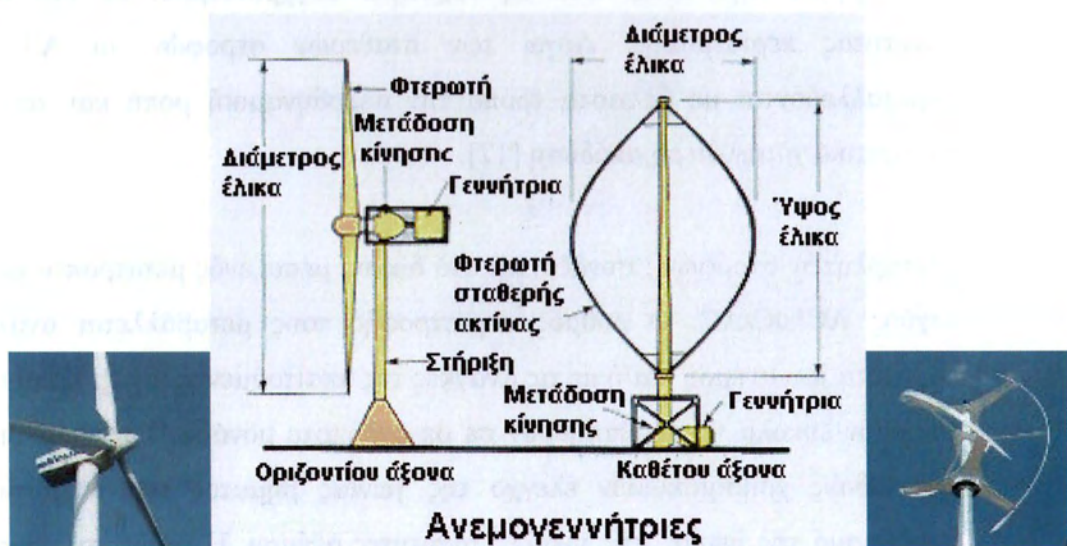
- οριζόντιου άξονα, ο δρομέας είναι τύπου έλικα και βρίσκεται σε θέση παράλληλη με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους
- ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα, των οποίων ο δρομέας παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους.

Η εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας περιέχεται στον άνεμο γίνεται μέσω της ανεμογεννήτριας. Αυτή τη μετατρέπει σε ωφέλιμη μηχανική ενέργεια και τη μετατρέπει απευθείας σε ηλεκτρική [12]. Στη συνέχεια, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στην έξοδο της γεννήτριας, τροφοδοτείται στο δίκτυο, μέσω της χρησιμοποιούμενης συσκευής συνδέσεώς της με αυτό [10, 12].



Εικόνα 3.2 : Διάταξη εκμετάλλευσης αιολικής ενέργειας [10]

Όπως συμβαίνει με πολλές μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, υπάρχει ασυμφωνία μεταξύ ζήτησης και παραγωγής ενέργειας. Αυτό γίνεται λόγω των διακυμάνσεων της ταχύτητας των ανέμων (φορέων της αιολικής ενέργειας) με το χρόνο. Η αποθήκευση ενέργειας με τη χρήση κατάλληλων συσκευών μπορεί να δώσει λύση και να αντιμετωπίσει το πρόβλημα αυτό. Η αποθηκευμένη ενέργεια καλύπτει το ενεργειακό έλλειμμα, όταν η ισχύς της ανεμογεννήτριας πέφτει κάτω από ένα συγκεκριμένο επίπεδο, που το ορίζουμε με βάση τη ζήτηση της περιοχής [10].



Εικόνα 3.3 : Είδη ανεμογεννητριών – Οριζόντιου και Κάθετου Άξονα [11]

3.2 Χρήσεις Αιολικής Ενέργειας

Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως :

- Για την παραγωγή ηλεκτρισμού σε περιοχές συνδεδεμένες στο δίκτυο, όπως για την κάλυψη ιδίων αναγκών (αυτοπαραγωγή ρεύματος) και για την πώληση του ρεύματος στην εταιρία εκμετάλλευσης του δικτύου (ανεξάρτητη παραγωγή) [5, 14]
- Σε απομακρυσμένες περιοχές, που η σύνδεση με το κεντρικό δίκτυο ηλεκτρισμού δεν είναι δυνατή (σε συνδυασμό με σταθμό ηλεκτροπαραγωγής ντίζελ ή και μόνες τους με συσσωρευτές) [5, 7, 10]
- Για την παραγωγή ύδατος (αφαλάτωση) με τη μέθοδο της αντίστροφης ώσμωσης και με τη μέθοδο συμπίεσης ατμών [5]
- Για θέρμανση, με τη χρήση του παραγόμενου ηλεκτρισμού άμεσα σε θερμότητα (για παράδειγμα σε θερμοκήπια) [7]
- Σε παραδοσιακές χρήσεις, όπως άλεση, άντληση, άρδευση [5]

3.3 Κατηγορίες Ανεμογεννητριών

Οι βασικοί τύποι ανεμογεννητριών είναι γεννήτριες :

- Σταθερών στροφών : συνδέονται απευθείας στο δίκτυο και η ταχύτητα περιστροφής τους δεν εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου, αλλά από τη συχνότητα του δικτύου, το λόγο του κιβωτίου ταχυτήτων και το σχεδιασμό της γεννήτριας. Λειτουργούν λίγο πάνω από τη ταχύτητα συγχρονισμού, σε ένα στενό εύρος ταχύτητας περιστροφής. Λόγω των σταθερών στροφών, οι Α/Γ αυτές δεν εκμεταλλεύονται με βέλτιστο τρόπο την αεροδυναμική ροπή και για αυτό έχουν συγκριτικά χαμηλότερη απόδοση [12].
- Μεταβλητών στροφών : συνδέονται στο δίκτυο μέσω ενός μετατροπέα ηλεκτρονικών ισχύος AC/DC/AC. Ο ρυθμός περιστροφής τους μεταβάλλεται ανάλογα με τη ταχύτητα του ανέμου και/ή με τις ανάγκες της απαιτούμενης ισχύς. Κατά αυτόν τρόπο μπορούν εύκολα να αξιοποιηθούν σε οποιαδήποτε μονάδα. Συνήθως, οι Α/Γ αυτού του είδους χρησιμοποιούν έλεγχο της γωνίας βήματος των πτερυγίων για τον περιορισμό της ισχύος στις υψηλές ταχύτητες ανέμου. Η ταχύτητα περιστροφής της γεννήτριας μπορεί να προσαρμόζεται στην εκάστοτε ταχύτητα ανέμου, με τη λειτουργία μεταβλητών στροφών [12].

Οι ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών έχουν αντικαταστήσει τις ανεμογεννήτριες σταθερών στροφών εξαιτίας του χαμηλού αεροδυναμικού συντελεστή ισχύος, της χαμηλής ποιότητας ισχύος εξόδου και της καταπόνησης των μηχανικών μερών [12]. Οι ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών προσφέρουν ευκολία ελέγχου, ώστε να λειτουργούν με υψηλό αεροδυναμικό συντελεστή ισχύος σε ένα μεγάλο εύρος ταχυτήτων ανέμου, να μειώνουν την καταπόνηση των μηχανικών μερών της ανεμογεννήτριας και να έχουν μειωμένο αεροδυναμικό θόρυβο [14].

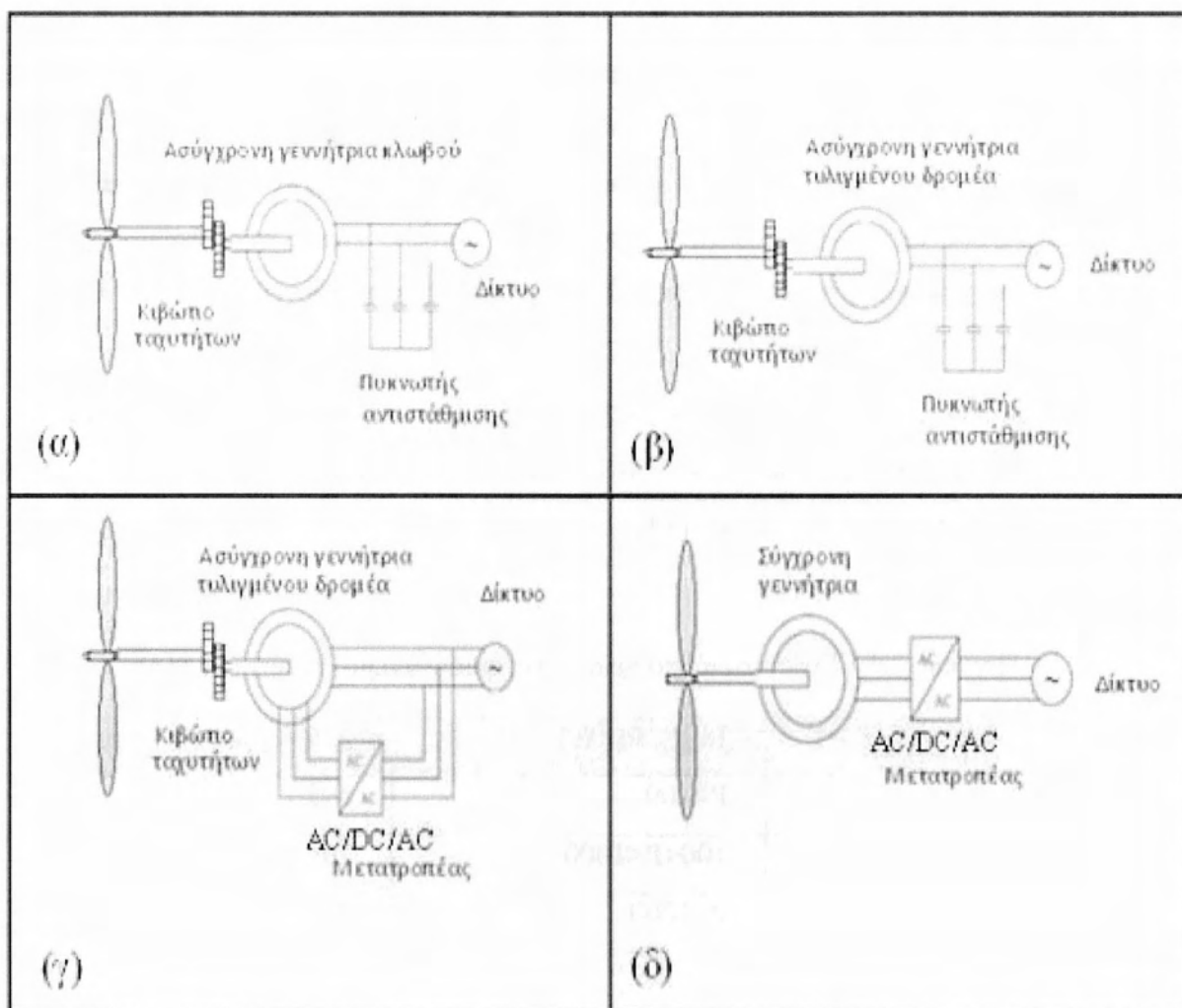
Οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε μικρές, μεσαίες ή μεγάλες ανάλογα με την ισχύ που αποδίδουν και τη διάμετρο του ρότορα. Ενδεικτικά στοιχεία κατηγοριών ανεμογεννητριών παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα [14] :

Πίνακας 3.1 : Ενδεικτικά στοιχεία κατηγοριών ανεμογεννητριών [14]

Κατηγορία	Ισχύς P(kW)	Διάμετρος d (m)
Μικρές	$P < 100$	$d < 20$
Μεσαίες	$100 < P < 1000$	$20 < d < 50$
Μεγάλες	$P > 1000$	$d > 50$

Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να διακριθούν και από τον τύπο της γεννήτριας που είναι εφοδιασμένες αλλά και από τον τρόπο σύνδεσης τους στο δίκτυο. Έτσι έχουμε τις παρακάτω επικρατέστερες διαμορφώσεις [12] :

- Ασύγχρονη γεννήτρια κλωβού, σταθερών στροφών απευθείας συνδεδεμένη στο δίκτυο (Εικόνα 3.4α)
- Ασύγχρονη γεννήτρια τυλιγμένου δρομέα, μεταβλητών στροφών, μεταβλητής αντίστασης απευθείας συνδεδεμένη στο δίκτυο (Εικόνα 3.4β)
- Ασύγχρονη γεννήτρια μεταβλητών στροφών διπλής τροφοδότησης (Εικόνα 3.4γ)
- Σύγχρονη γεννήτρια μεταβλητών στροφών με τύλιγμα διεγέρσεως ή μόνιμο μαγνήτη και μετατροπέας AC/DC/AC στο στάτη για σύνδεση στο δίκτυο (Εικόνα 3.4δ)



Εικόνα 3.4 : Διαμόρφωση ηλεκτρικού μέρους ανεμογεννητριών (α) A/Γ σταθερών στροφών με ασύγχρονη γεννήτρια τύπου κλωβού (β) A/Γ σταθερών στροφών με ασύγχρονη γεννήτρια τυλιγμένου δρομέα (γ) A/Γ μεταβλητών στροφών με ασύγχρονη γεννήτρια διπλής τροφοδότησης (δ) A/Γ μεταβλητών στροφών με σύγχρονη γεννήτρια [12]

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, οι δύο βασικές κατηγορίες ανεμογεννητριών (όσο αφορά την κατεύθυνση στον άνεμο) είναι αυτές του οριζόντιου και του κατακόρυφου άξονα. Στις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα δεν απαιτείται πύργος. Αυτό συμβαίνει γιατί η γεννήτρια, το κιβώτιο ταχυτήτων και άλλα μέρη της A/Γ τοποθετούνται στο έδαφος [12, 13]. Επιπλέον δεν απαιτείται και σύστημα προσανατολισμού. Αυτό θεωρείται ως πλεονέκτημα έναντι των ανεμογεννητριών οριζόντιου άξονα. Έχουν όμως τα πρακτικά μειονεκτήματα ότι το κάτω μέρος του δρομέα βρίσκεται πολύ κοντά στο έδαφος όπου και επικρατούν χαμηλές ταχύτητες ανέμου. Σαν αποτέλεσμα έχουν μέτρια συνολική απόδοση, ενώ ο δρομέας δεν αναπτύσσει ροπή εκκίνησης [12, 13]. Επιπλέον, απαιτείται σχετικά

μεγάλη επιφάνεια λόγω των καλωδίων στήριξης και συναντώνται δυσκολίες μηχανικής συντήρησης. Σήμερα στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα με δύο ή τρία πτερύγια. Αυτές πάλι με τη σειρά τους διακρίνονται σε ανάντη και κατάντη ροής, σύμφωνα με το αν ο άνεμος συναντά πρώτα το θάλαμο με τη γεννήτρια ή το δρομέα αντίστοιχα [12, 13].

Ακόμα, μπορούμε να διακρίνουμε τις ανεμογεννήτριες και με βάση την εφαρμογή που εξυπηρετούν σε :

- **Αυτόνομες :** όπως αναφέρθηκε μία από τις συνηθέστερες χρήσεις της αιολικής ενέργειας είναι η παροχή ενέργειας σε απομακρυσμένες περιοχές, που δεν είναι συνδεδεμένες με το κεντρικό δίκτυο. Οι συγκεκριμένες χρησιμοποιούν συσσωρευτές για την αποθήκευση ενέργειας και διανομή της, τη στιγμή ζήτησής της. Επίσης, αναγκαίος είναι και ένας μετατροπέας συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Είναι ιδανικές για εξοχικές κατοικίες και απομακρυσμένους οικισμούς [33].
- **Συνδεδεμένες :** είναι αυτές που συνδέονται άμεσα με το κεντρικό δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Στην περίπτωση αυτή συνηθίζεται να μην εγκαθίσταται συσσωρευτής (κυρίως από θέμα κόστους), είναι αναγκαίος όμως ένας μετατροπέας συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στο δίκτυο [33].

Οι ανεμογεννήτριες έχουν μέσο όρο ζωής περίπου 20 χρόνια λειτουργίας, όπου σύμφωνα με έρευνες προσφέρουν περίπου ογδονταπλάσια ποσότητα ενέργειας συνολικά, σε σύγκριση με αυτή που απαιτείται για την δημιουργία ,την λειτουργία, την συντήρηση αλλά και την καταστροφή τους όταν θεωρηθεί ανενεργή [66].

3.4 Επιλογή Θέσης Αιολικού Σταθμού

Αναγκαίο για την ομαλή λειτουργία και εγκατάσταση ενός σταθμού αιολικής ενέργειας είναι να υπάρχει όσο το δυνατόν ευρύτερη και ανοιχτή όψη στην κατεύθυνση του επικρατούντος αέρα. Ακόμα, είναι επιθυμητό στην περιοχή να υπάρχουν ελάχιστα εμπόδια και το έδαφος να έχει τη χαμηλότερη τραχύτητα στην κατεύθυνση αυτή [35]. Αυτό ισχύει είτε θέλουμε να τοποθετήσουμε μία ανεμογεννήτρια μόνη ή μια συστοιχία από ανεμογεννήτριες. Ενδιαφέρον, για την εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού τους, έχουν οι περιοχές με ικανοποιητικές μέσες ταχύτητες ανέμου. Ένα πάρκο ανεμογεννητριών, το οποίο σε ταχύτητα 8 m/s αποδίδει 1600 kW, σε ταχύτητα 4 m/s αποδίδει μόνο 200 kW [23].

Γενικότερα, δε θέλουμε να υπάρχουν εμπόδια είτε φυσικά, είτε τεχνητά. Όταν η ροή του ανέμου συναντήσει κάθετα κάποιο εμπόδιο (για παράδειγμα κάποιο βουνό), τότε επιταχύνεται και μετά επιβραδύνεται μετά την προσπέλαση του εμποδίου (με βάση τους νόμους της ρευστομηχανικής) [35]. Με βάση το συλλογισμό αυτό, ιδιαίτερα ευνοϊκές συνθήκες για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών επικρατούν στις κορυφογραμμές και ειδικότερα σε μικρούς λόφους.



Εικόνα 3.5 : Χερσαίο Αιολικό Πάρκο [35]

Ένα εξίσου ευνοϊκό μέρος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί η φυσική ιδιότητα του μέρους, είναι σε παραθαλάσσια μέρη. Η χωροθέτηση ανεμογεννητριών σε τέτοια μέρη εκμεταλλεύεται τη θαλάσσια αύρα. Επίσης, οικονομικά συνήθως πρόκειται για περιοχές που δεν επικρατεί κάποιο φορολογικό καθεστώς [35].

Η επιφάνεια των θαλασσών και των λιμνών προσφέρει χαμηλή τραχύτητα, που είναι και ένα από τα βασικά ζητούμενα στην τοποθέτηση αιολικών σταθμών. Όταν γίνεται μελέτη για την χωροθέτηση ανεμογεννητριών σε θαλάσσιες περιοχές, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η παρουσία νησιών, φάρων και άλλων πιθανών εμποδίων σε γειτονικά μέρη. Η μικρό οριακό στρώμα αέρα σημαίνει και χαμηλότερο ύψος πυλώνων [35]. Επίσης, χαμηλή τραχύτητα σημαίνει και χαμηλό ύψος πυλώνα, καθώς δεν επηρεάζεται πάρα πολύ η ταχύτητα του αέρα. Συμπερασματικά, μπορεί να είναι οικονομικότερο να χρησιμοποιήσει κάποιος αρκετά χαμηλούς πύργους που βρίσκονται στην ανοιχτή θάλασσα (περίπου ύψος ίσο με το 0,75 της διαμέτρου του δρομέα) [35]. Η χαμηλή ένταση τύρβης σημαίνει περισσότερη διάρκεια ζωής για τις ανεμογεννήτριες [35]. Από τη βιβλιογραφία καταλαβαίνουμε ότι η τοποθέτηση ανεμογεννητριών στη θάλασσα εμπεριέχει πολλά περισσότερα πλεονεκτήματα σε σύγκριση με την τοποθέτηση χερσαία.



Εικόνα 3.6 : Παράκτιο Αιολικό Πάρκο [35]

3.5 Πλεονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας

Οι ανεμογεννήτριες δεν εκπέμπουν αέριους ρύπους και δεν παράγουν στερεά, υγρά ή ραδιενεργά απόβλητα (εκτός αν συνεκτιμηθούν οι εκπομπές κύκλου ζωής κατά την κατασκευή τους) [1]. Επομένως, η αιολική ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου [1]. Μειώνεται η εξάρτηση μιας χώρας από την εισαγόμενη συμβατική ενέργεια [1]. Δεν καταναλώνεται νερό κατά την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας [1]. Εξυπηρετούνται απομακρυσμένες και νησιώτικες περιοχές που δεν είναι διασυνδεδεμένες στο δίκτυο για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, άντλησης νερού, τηλεπικοινωνίες [1] και άλλων πραγμάτων. Ακόμα, περιβαλλοντικά μιλώντας, οι επιδράσεις στην πανίδα είναι πρακτικώς αμελητέες, ενώ έχει ελάχιστες απαιτήσεις γης η εγκατάσταση ανεμογεννητριών [65]. Επιπλέον, οικονομικά χαρακτηρίζεται από το χαμηλό λειτουργικό κόστος και από το γεγονός ότι τα συστήματα παραγωγής έχουν μικρές απώλειες [65]. Επίσης, μπορούμε να αναφέρουμε σαν κοινωνικό όφελος της αιολικής ενέργειας τη συνεισφορά που έχει στη δημιουργία θέσεων εργασίας, τόσο στη δημιουργία των αιολικών πάρκων, όσο και στη διαχείριση και λειτουργία αυτών [65]. Επίσης, μπορούμε να εντοπίσουμε και πλεονεκτήματα της αιολικής ενέργειας έναντι των υπόλοιπων ΑΠΕ στο γεγονός ότι, υπάρχει πλούσιο εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό (σε σύγκριση με το δυναμικό των υπολοίπων, μεγάλος εξεργοοικονομικός συντελεστής). Γενικά, είναι πιο φτηνή από όλες τις υπάρχουσες

ήπιες μορφές και είναι κυριολεκτικά ανεξάντλητη [23]. Τέλος, αξίζει να αναφέρουμε ότι το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών συνεχώς μειώνεται [14].

3.6 Μειονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας

Αν και ο θόρυβος των ανεμογεννητριών δεν είναι μεγάλος έχουν καταγραφεί παράπονα από κατοίκους κοντά σε ανεμογεννήτριες [1]. Ο θόρυβος διακρίνεται σε αεροδυναμικό (από τη ροή του αέρα πάνω από τα κινούμενα πτερύγια) και σε μηχανικό θόρυβο (από τα κινούμενα μέρη της συσκευής όπως το κιβώτιο ταχυτήτων) [1]. Ο αεροδυναμικός θόρυβος τείνει να αυξάνει με την αύξηση της ταχύτητας περιστροφής του δρομέα και για το λόγο αυτό η λειτουργία σε χαμηλές στροφές περιστροφής μετριάξει το πρόβλημα [1]. Ακόμα, ο θόρυβος που προκαλείται με την χρήση της Αιολικής Ενέργειας, ταξινομείται σε τρία στάδια ζωής μιας ανεμογεννήτριας, τα οποία είναι η εγκατάσταση, η λειτουργία και η απεγκατάσταση της. Τα τελευταία χρόνια ο θόρυβος και στα τρία στάδια έχει μειωθεί σε ικανοποιητικό βαθμό και ταυτόχρονα η νομοθεσία που διέπει την απόσταση από κατοικημένες περιοχές μειώνει περισσότερο το πρόβλημα [66]. Το πρόβλημα είναι μεγαλύτερο στους ασθενείς ανέμους, επειδή ο θόρυβος από τους ισχυρούς ανέμους «σκεπάζει» το θόρυβο της ανεμογεννήτριας [1]. Η ηλεκτρομαγνητική επίδραση ιδιαίτερα στο τηλεοπτικό σήμα της περιοχής και σε άλλα ηλεκτρομαγνητικά σήματα (λόγω ανάκλασης κυμάτων) [1, 65]. Η επίδραση αυτή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το υλικό των πτερυγίων [1]. Υπάρχει «αισθητική» ρύπανση, αυτό όμως είναι κάτι που δεν μπορεί να αποτιμηθεί ποσοτικά [1]. Αυτό είναι κάτι, το οποίο συγκρινόμενο με τις επιπτώσεις από τις συμβατικές μορφές ενέργειας, είναι πρακτικά αμελητέο. Επίσης, χαρακτηρίζονται από διαλείπουσα λειτουργία [1]. Ακόμα, η μορφή ενέργειας που λαμβάνουμε είναι χαμηλής πυκνότητας, με συνέπεια να απαιτούνται πολλές ανεμογεννήτριες για την παραγωγή ισχύος. Απαιτείται πολύ χρόνος για την έρευνα και τη χαρτογράφηση του αιολικού δυναμικού μεγάλων περιοχών, ώστε να εντοπιστούν ευνοϊκά σημεία και το κόστος έρευνας και εγκατάστασης είναι σχετικά υψηλό [14, 65]. Η απόδοση ισχύος των ανεμογεννητριών παρουσιάζει διακύμανση, που οφείλεται στη μεταβολή της έντασης που παρουσιάζουν οι άνεμοι (φορείς πρωτογενούς ενέργειας) στη διάρκεια του έτους [35, 65]. Για αυτό το λόγο προτεινόμενο είναι να συνδέονται μαζί με άλλα συστήματα παραγωγής ενέργειας (για παράδειγμα αεροστροβίλους ντίτζελ) για την κάλυψη των αναγκών ενός ολόκληρου συστήματος [23].

3.7 Αξιολόγηση Αιολικής Ενέργειας στη Θεσσαλία

Κοινότητα Ανάβρας Μαγνησίας

Η Κοινότητα Ανάβρας, είναι μια ορεινή Κοινότητα του Νομού Μαγνησίας στις δυτικές πλαγιές της Όθρυος, σε υψόμετρο 1000 μ. Η Ανάβρα έχει εξελιχθεί σε αγροτικό οικισμό πρότυπο. Έγινε ο πρώτος οικισμός της Ελλάδας που καλύπτει εντελώς τις ενεργειακές ανάγκες από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Τα τελευταία χρόνια (από το 1990 μέχρι σήμερα) ο οικισμός της Ανάβρας έχει αναβαθμιστεί, έγιναν πάρα πολλά έργα και υπήρξε αλματώδης ανάπτυξη. Πέρα από τα έργα υποδομής, έγιναν αναπτυξιακά έργα, καινοτόμα όπως το Αιολικό πάρκο «Αλογόραχης» με 20 ανεμογεννήτριες και συνολική ισχύ 17 MW, το Περιβαλλοντολογικό – Πολιτισμικό πάρκο «στις Πηγές Ανάβρας», έκτασης 240 στρεμμάτων, κατά μήκος του ποταμού Ενιπέα [15]. Πριν 3 χρόνια ολοκλήρωσε το έργο του αιολικού πάρκου με τις 20 ανεμογεννήτριες και ανάδοχο την ισπανική εταιρεία Camesa. Από το αιολικό πάρκο, τα έσοδα της κοινότητας ανέρχονται σε 100.000 Ευρώ το χρόνο [16].



Εικόνα 3.7 : Αιολικό Πάρκο Ανάβρας Μαγνησίας [17]

Έτσι, η Ανάβρα σήμερα αύξησε τους κατοίκους κατά 250. Έχει 0% ανεργία και 0% εγκληματικότητα. Οι κτηνοτρόφοι φροντίζουν τα κοπάδια τους με σύγχρονες μεθόδους και τα δώρα της Φύσης αξιοποιούνται στον υπέρτατο βαθμό με σεβασμό στο περιβάλλον.

Μελλοντική εγκατάσταση στον Κίτσαβο Λαρίσης [18]

Στο βουνό Κίτσαβος του νομού Λαρίσης εγκρίθηκαν άδειες λειτουργίας από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, για να εγκατασταθούν συνολικά 7 αιολικοί σταθμοί 84 (συνολικά) ανεμογεννητριών και συνολική ισχύ 177 MW. Αυτοί είναι οι :

- αιολικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με 16 ανεμογεννήτριες ισχύος 48,0 MW, της εταιρείας «ΚΙΣΣΑΒΟΣ ΠΛΑΚΑ ΤΡΑΝΗ Α.Ε.», στη θέση Μαγούλα – Μάσκα – Φωτεινή – Πατούσα – Καλλιθέα – Πλάκα Τρανή – Μικρή Πλάκα.
- τρεις αιολικοί σταθμοί με 59 ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 118,0 MW, της εταιρείας «ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΑΝΔΗΛΙΟΥ ΑΕ»
- αιολικός σταθμός με 3 ανεμογεννήτριες ισχύος 6,0 MW, της εταιρείας «ΚΙΣΣΑΒΟΣ ΔΡΟΣΕΡΗ ΡΑΧΗ ΑΕ»
- αιολικός σταθμός με 4 ανεμογεννήτριες ισχύος 3,4 MW, της εταιρείας «ΟΣΣΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΕ»
- Αιολικός σταθμός με 2 ανεμογεννήτριες ισχύος 1,6 MW, με την εταιρεία «ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΗ ΤΕΜΠΩΝ ΑΕ»

Όμως, έχει δημιουργηθεί από τους κατοίκους της ευρύτερης περιοχής ένα κίνημα ενάντια στην εγκατάσταση αυτών των σταθμών, με το όνομα Κίτσαβος SOS. Κύριες θέσεις τους είναι η συνολική περιβαλλοντική υποβάθμιση της περιοχής και το γεγονός ότι ο Κίτσαβος αποτελεί μέρος του Ευρωπαϊκού Οικολογικού Δικτύου «Natura 2000».

Μελλοντική εγκατάσταση στα Άγραφα Καρδίτσας

Στην περιοχή των νοτιοδυτικών θεσσαλικών Άγραφων, ανάμεσα στα χωριά Απιδιά, Μολόχα, Νεράιδα, Αμάραντο και Ραχούλα, η εταιρία «Ανανεώσιμες Θεσσαλίας» (Ανώνυμη Ενεργειακή Εταιρία) αναμένει αδειοδότηση για τη δημιουργία ενός μεγάλου αιολικού πάρκου. Το πάρκο έχει μελετηθεί για εγκατάσταση μέγιστης ισχύος 111 MW και θα αποτελείται από 48 ανεμογεννήτριες. Κάθε Α/Γ θα έχει ονομαστική ισχύ 2MW η καθεμία και διάμετρο ρότορα 90 m, με μέσο ύψος πυλώνα 100m. Η έκταση του πάρκου θα καταλαμβάνει όλο το μήκος της κορυφογραμμής. Όπως και στην περίπτωση του Κίτσαβου πιο πάνω, οι κάτοικοι της περιοχής δεν επιθυμούν την εγκατάσταση του σταθμού στην περιοχή. Ήδη το δημοτικό συμβούλιο Καρδίτσας ψήφισε αρνητικά [19]. Η εγκατάσταση του σταθμού αναμένεται να γίνει κανονικά. Ένσταση κατατέθηκε στις 7 Ιουνίου από ομάδα κατοίκων της περιοχής [20].

Μέχρι το Δεκέμβριο του 2013 η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας έχει αδειοδοτήσει για το νομό Καρδίτσας μόνο 21 άδειες συνολικής ισχύς εγκατάστασης πάνω από 500 MW. Πολλά από τα έργα αυτά έχουν κολλήσει είτε λόγω διαφωνιών από τους κατοίκους των περιοχών, είτε λόγω κρίσης. Άλλα πάλι έχουν προχωρήσει κανονικά στην εγκατάσταση τους [21].

3.8 Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό είδαμε την αιολική ενέργεια ως Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας. Καταλάβαμε τους μηχανισμούς δημιουργίας της και τις τεχνολογίες που την χαρακτηρίζουν, όπως τις ανεμογεννήτριες. Έγινε μία απλή αναφορά στα κριτήρια καταλληλότητας για την τοποθέτηση αιολικών πάρκων. Η αιολική ενέργεια έχει όπως κάθε μορφή ενέργειας τα θετικά και τα αρνητικά της, τα οποία και παρουσιάσαμε στα αντίστοιχα υποκεφάλαια. Στη συνέχεια αναφερθήκαμε στην περιοχή της Θεσσαλίας. Η περίπτωση του χωριού της Ανάβρας Μαγνησίας είναι μία χαρακτηριστική περίπτωση εγκατάστασης αιολικού πάρκου και ενεργειακής αναβάθμισης της περιοχής. Από την άλλη έχουμε περιπτώσεις που κάτοικοι εξεγείρονται εναντίον αποφάσεων για εγκατάσταση μεγάλων αιολικών σταθμών στην περιοχή τους. Χαρακτηριστική ήταν και η δυσκολία εύρεσης πληροφοριών σχετικά με το θέμα για την περιοχή της Θεσσαλίας. Οποιοσδήποτε αναφορές υπήρχαν ήταν είτε επίσημα έγγραφα αδειοδότησης, είτε ειδήσεις ηλεκτρονικού τύπου και δελτία τύπου εναντίωσης προς αυτές τις αποφάσεις.

Κεφάλαιο 4 Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Στο κεφάλαιο αυτό ασχολούμαστε με την υδροηλεκτρική ενέργεια. Δίνονται βασικά χαρακτηριστικά της και περιγράφεται ως ΑΠΕ μαζί με αναφορές στις τεχνολογίες που εφαρμόζονται. Παρουσιάζονται αντίστοιχα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας σε διάφορους τομείς όπως οικονομικούς και περιβαλλοντικούς. Τέλος, κλείνουμε το κεφάλαιο με τα δρώμενα στον ευρύτερο χώρο της Θεσσαλίας και γίνονται αναφορές σε περιοχές όπου υπάρχουν υδροηλεκτρικοί σταθμοί, όπως αυτός της λίμνης Ν. Πλαστήρα.

4.1 Υδροηλεκτρική Ενέργεια (Γενικά)

Η υδροηλεκτρική ή υδραυλική ενέργεια είναι μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η οποία προκαλείται έμμεσα από την ηλιακή ενέργεια, η οποία με την εξάτμιση του νερού κινεί τον υδρολογικό κύκλο [8].



Εικόνα 4.1 : Υδρολογικός κύκλος [14]

Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια είναι η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση και τη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών και της κινητικής ενέργειας

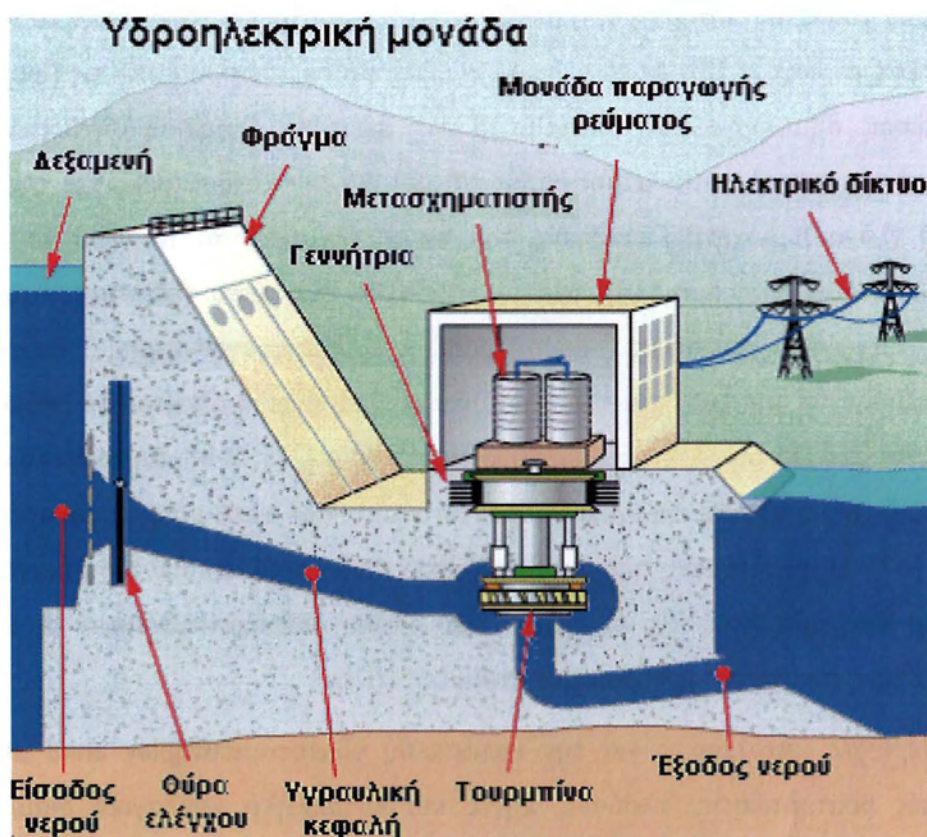
του νερού των ποταμών σε ηλεκτρική ενέργεια [22]. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της περωτής του στροβίλου, έχουμε την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της περωτής και στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνουμε τη μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική [22]. Το σύνολο των έργων και εξοπλισμού μέσω των οποίων γίνεται η μετατροπή της υδραυλικής ενέργειας σε ηλεκτρική, ονομάζεται Υδροηλεκτρικό Έργο [22].

Το νερό κάνοντας τον «κύκλο του» στη φύση έχει δυναμική ενέργεια, όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, η οποία μετατρέπεται σε κινητική, όταν το νερό ρέει προς χαμηλότερες περιοχές [22]. Αυτό το νερό προέρχεται ως απορροή από τις βροχοπτώσεις. Οι βροχοπτώσεις δημιουργούνται από την ηλιακή ενέργεια διαμέσου σύνθετων διαδικασιών ενεργειακής μεταφοράς στην ατμόσφαιρα και μεταξύ της ατμόσφαιρας και της θάλασσας. Η δυναμική (λόγο βαρύτητας) ενέργεια που συνδέεται με αυτό το νερό το αναγκάζει να διατηρεί μία καθοδική ροή [14]. Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) εκμεταλλευόμαστε την ενέργεια του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο [23]. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια απόδειξη ότι η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αναπτυχθεί κατά οικονομικό τρόπο σε μεγάλη κλίμακα [67]. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι κατά κανόνα πιο οικονομική από την ηλεκτρική ενέργεια που έχει παραχθεί από καύση υδρογονανθράκων ή από πυρηνικά καύσιμα στους συμβατικούς θερμικούς σταθμούς [67].

Περιοχές κατάλληλες για την κατασκευή υδατοταμιευτήρων είναι μόνο αυτές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση [22]. Συνήθως, η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί το 10% των ενεργειακών μας αναγκών [23].

Η αποθήκευση ποσοτήτων ύδατος σε φυσικές ή τεχνητές λίμνες, για ένα Υδροηλεκτρικό Σταθμό, ισοδυναμεί πρακτικά με αποταμίευση Υδροηλεκτρικής Ενέργειας [22]. Η προγραμματισμένη αποδέσμευση αυτών των ποσοτήτων ύδατος και η εκτόνωσή τους στους υδροστροβίλους οδηγεί στην ελεγχόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [22, 23]. Με δεδομένη την ύπαρξη κατάλληλων υδάτινων πόρων και τον επαρκή εφοδιασμό τους με τις απαραίτητες βροχοπτώσεις, η Υδροηλεκτρική Ενέργεια (Y/E) καθίσταται μια σημαντικότερη εναλλακτική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας [22].

Για να υπάρξει Υ/Ε, πρέπει να υπάρχει εγκατεστημένος υδροηλεκτρικός σταθμός. Αυτούς τους διακρίνουμε σε μικρής ή μεγάλης κλίμακας. Ένας μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικός σταθμός δεν απαιτεί την κατασκευή μεγάλων φραγμάτων και την αποθήκευση πρακτικά ύδατος. Είναι συνεχούς ροής και τοποθετημένος με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι απόλυτα συμβατός με το περιβάλλον. Αντίθετα ένας υδροηλεκτρικός σταθμός μεγάλης κλίμακας δημιουργεί τεχνητή λίμνη και επιφέρει περιβαλλοντολογικές αλλαγές στην περιοχή του. Περισσότερα όμως στο κεφάλαιο που ακολουθεί.



Εικόνα 4.2 : Παράδειγμα υδροηλεκτρικής Μονάδας [7]

4.2 Λειτουργία Υδροηλεκτρικών Μονάδων

Οι Υδροηλεκτρικές μονάδες δαμάζουν την ενέργεια του νερού και χρησιμοποιώντας μια απλή μέθοδο μετατρέπουν την ενέργεια αυτή σε ηλεκτρικό ρεύμα [7]. Οι μονάδες αυτές βασίζονται στην κίνηση του νερού που περιστρέφει μια τουρμπίνα η οποία θέτει σε λειτουργία μια γεννήτρια [1, 25]. Οι περισσότερες υδροηλεκτρικές μονάδες χρησιμοποιούν ένα φράγμα το οποίο συγκρατεί μια μεγάλη ποσότητα νερού δημιουργώντας έτσι μια μεγάλη δεξαμενή. Κάποιες θύρες στο φράγμα ανοίγουν και λόγω της βαρύτητας το νερό περνάει σε

έναν αγωγό ο οποίος το οδηγεί σε μια τουρμπίνα [22, 25]. Καθώς αυτό περνάει από τον αγωγό δημιουργεί μεγάλη πίεση. Το νερό πέφτει πάνω στις φτερωτές μιας τουρμπίνας και την περιστρέφει [7]. Σε αντίθεση με το ότι συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα, το νερό δεν αχρηστεύεται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς [8]. Η περιστροφική αυτή κίνηση μεταφέρεται στην γεννήτρια η οποία είναι συνδεδεμένη με την τουρμπίνα με ένα άξονα [7]. Καθώς οι φτερωτές της τουρμπίνας περιστρέφονται, περιστρέφουν τους μαγνήτες της γεννήτριας γύρω από ένα πηνίο θέτοντας σε κίνηση ηλεκτρόνια και δημιουργώντας έτσι εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα [7].

Σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει συνεχής παροχή νερού, αλλά παρουσιάζονται εποχιακές διακυμάνσεις, όπως σε ένα μεγάλο ποτάμι στο οποίο η παροχή ύδατος αυξάνεται σε περιόδους με χιόνια ή βροχοπτώσεις, το νερό δεσμεύεται και αποθηκεύεται σε τεχνητές λίμνες ή δεξαμενές για να χρησιμοποιηθεί όταν χρειαστεί [14]. Η ποσότητα του αποθηκευμένου ύδατος και η θέση της δεξαμενής καθορίζουν αν ο σταθμός θα εγκατασταθεί στη βάση του φράγματος ή σε άλλη θέση χαμηλότερα από τη δεξαμενή ώστε να αξιοποιείται η υψομετρική διαφορά [14].

Δύο υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις με την ίδια αποδιδόμενη ισχύ μπορεί να είναι πολύ διαφορετικές : στη μία μπορεί να χρησιμοποιείται τεράστιος όγκος νερού με μικρή υψομετρική διαφορά και στην άλλη μικρός όγκος νερού, ο οποίος όμως πέφτει από μεγάλο ύψος [1]. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες μπορούν να χαρακτηρίζονται ως χαμηλής, ενδιάμεσης και μεγάλης υψομετρικής διαφοράς νερού [1]. Τα όρια σε αυτήν την ταξινόμηση προφανώς δεν είναι πάντοτε σαφή και στη βιβλιογραφία ποικίλλουν σε κάποιο βαθμό [1].

Τα υδροηλεκτρικά έργα ταξινομούνται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας. Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα διαφέρουν σημαντικά από της μεγάλης κλίμακας σε ότι αφορά τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον [8]. Οι μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων περιορίζει τη μετακίνηση των ψαριών, της άγριας ζωής και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα καθώς μεταβάλλει ριζικά τη μορφολογία της περιοχής [8]. Αντίθετα, τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά εγκαθίστανται δίπλα σε ποτάμια ή κανάλια και η λειτουργία τους παρουσιάζει πολύ μικρότερη περιβαλλοντική όχληση. Για το λόγο αυτό, οι υδροηλεκτρικές μονάδες μικρότερης δυναμικότητας των 30 MW χαρακτηρίζονται ως μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα και συμπεριλαμβάνονται μεταξύ των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές [8, 24]. Κατά τη λειτουργία τους, μέρος της ροής ενός ποταμού οδηγείται σε στρόβιλο για την παραγωγή

μηχανικής ενέργειας και συνακόλουθα ηλεκτρικής μέσω της γεννήτριας. Η χρησιμοποιούμενη ποσότητα νερού κατόπιν επιστρέφει στο φυσικό ταμιευτήρα ακολουθώντας τη φυσική της ροή [8].

Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά συστήματα είναι ιδιαίτερα κατάλληλα ως μακρινές παροχές ηλεκτρικού ρεύματος για τις αγροτικές και απομονωμένες κοινότητες, ως οικονομική εναλλακτική λύση στην επέκταση ή αναβάθμιση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας [8, 22]. Τα συστήματα παρέχουν μια πηγή φτηνής, ανεξάρτητης και συνεχούς ενέργειας, χωρίς υποβάθμιση του περιβάλλοντος [8, 22].

4.3 Μέρη ενός Υδροηλεκτρικού Εργοστασίου

Το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο αποτελείται από τα εξής τμήματα [25]:

- Αρχικά κατασκευάζεται ένα φράγμα, το οποίο συγκρατεί το νερό σε μια τεχνητή λίμνη (ταμιευτήρα). Το νερό αυτό πρέπει να μπορεί να ρέει προς τα κάτω, γι' αυτό τα φράγματα κατασκευάζονται σε σημεία με σχετικά απότομες κλίσεις της κοίτης των ποταμών. Με τη ροή αυτή η δυναμική ενέργεια του νερού του ταμιευτήρα μετατρέπεται σε κινητική [23, 25, 35].
- Στο κάτω μέρος του φράγματος τοποθετούνται υδατοφράκτες. Με τη βοήθειά τους ρυθμίζεται η ποσότητα ροής του νερού από τον ταμιευτήρα προς την τουρμπίνα μέσω του υδαταγωγού [23, 25].
- Υδροστρόβιλος: Είναι συσκευές με ειδικά περύγια, χάρη στα οποία η κινητική ενέργεια του νερού που ρέει μετατρέπεται σε περιστροφική. Η υψομετρική διαφορά μεταξύ στάθμης του ταμιευτήρα και της θέσης της τουρμπίνας προκαλεί την κίνηση του νερού, το οποίο με τη σειρά του θέτει σε κίνηση τον υδροστρόβιλο [24, 35].
- Γεννήτρια : Άμεσα συνδεδεμένη στον άξονα της τουρμπίνας βρίσκεται συνδεδεμένη μια γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος, την οποία θέτει σε κίνηση η τουρμπίνα. Με τον τρόπο αυτό η κινητική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε ηλεκτρικό ρεύμα [23, 25, 35].
- Γραμμές μεταφοράς: Από την εγκατάσταση παραγωγής ισχύος εκκινούν γραμμές μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας προς τους τόπους κατανάλωσής της [23, 25, 35].

Τύποι Υδροστροβίλων [1]

Στρόβιλοι Francis [1]

Οι στρόβιλοι Francis είναι οι πλέον διαδεδομένοι στρόβιλοι. Χρησιμοποιούνται όταν η ροή του νερού είναι μεγάλη και το ύψος από το οποίο ξεκινά το νερό είναι σχετικά μεγάλο (5-200 m), όχι όμως πολύ μεγάλο. Βρίσκονται και με το όνομα στρόβιλοι αντίδρασης (reaction turbines) [1]. Η ταχύτητα του στροβίλου είναι σχεδόν ίση με την ταχύτητα του νερού και ο στρόβιλος βρίσκεται πάντοτε βυθισμένος στο νερό [1].

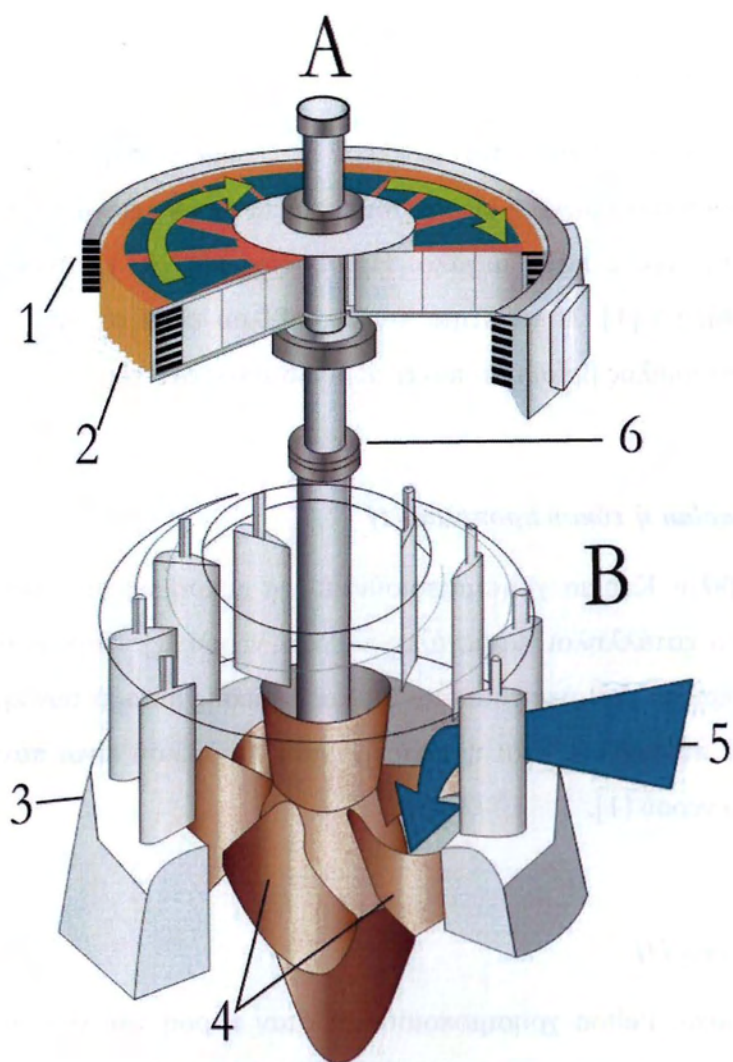
Στρόβιλοι Kaplan ή τύπου προπέλας [1]

στρόβιλοι Kaplan χρησιμοποιούνται για μικρή υψομετρική διαφορά (2-20 m) και είναι ιδιαίτερα κατάλληλοι για μεγάλες παροχές νερού [1]. Παράγεται μηχανική ορμή από τα ελικοειδή πτερύγια και αναπτύσσεται διαφορά πίεσης μεταξύ των εμπρόσθιων και των πίσω πλευρών των πτερυγίων. Έτσι η ταχύτητα του στροβίλου είναι πάντα μεγαλύτερη από την ταχύτητα του νερού [1].

«Τροχοί Pelton» [1]

Οι τροχοί Pelton χρησιμοποιούνται όταν η ροή του νερού είναι μικρή, αλλά αυτό πέφτει από μεγάλο ύψος, μεγαλύτερο συνήθως από 250m. Μοιάζουν με τους τροχούς των νερόμυλων [1]. Αναπτύχθηκε κατά το τέλος του 19^{ου} αιώνα στην Καλιφόρνια, την εποχή των χρυσοθήρων, από τον Lester Pelton. Αποτελεί εντελώς διαφορετικό τύπο στροβίλου από τους παραπάνω. Ουσιαστικά, ο τροχός αποτελείται από σύστημα «κυπέλων» ή «καλαθιών» που προσαρμόζονται στην περιφέρεια του τροχού. Ο τροχός κινείται από τον πίδακα νερού (jet) με μικρή ταχύτητα. Επειδή η ενέργεια προσδίδεται στο στρόβιλο με μια σειρά μικρών ωθήσεων ή παλμών, ο στρόβιλος αυτός καλείται και στρόβιλος ώθησης (impulsive turbine) [1]. Η σχεδίαση έχει γίνει με σκοπό την εκμετάλλευση της ορμής της ροής [1]. Η απόδοση των τροχών είναι μεγαλύτερη όταν η ταχύτητα των κυπέλων είναι η μισή από την ταχύτητα του πίδακα νερού. Επίσης, υπάρχει ένας βέλτιστος ρυθμός περιστροφής του τροχού για κάθε υψομετρική διαφορά και διάμετρο του τροχού [1].

Παρόμοιοι με το στρόβιλο Pelton είναι ο στρόβιλος Turgo και ο στρόβιλος Ossberger [1].



Εικόνα 4.3 : A: Γεννήτρια B: Τουρμπίνα (1) Στάτορας (2) Ρότορας (3) θυρίδα (4) πτερύγια (5) Είσοδος ρέοντος νερού (6) Άξονας σύνδεσης τουρμπίνας – γεννήτριας [24]

4.4 Κατάταξη Υδροηλεκτρικών Σταθμών

Η κατάταξη των υδροηλεκτρικών σταθμών γίνεται με διάφορα κριτήρια. Κάποια από αυτά είναι ανάλογα με τον τύπο του φράγματος, ανάλογα με το δυναμικό των σταθμών αυτών και ανάλογα με το ύψος πτώσης.

Ανάλογα με τον τύπο του φράγματος :

- Σταθμοί τροφοδοσίας που περιλαμβάνουν το ανάντη φράγμα, τη διάφυγα τροφοδοσίας και τον αγωγό πίεσης [23, 24, 25, 35]

- Σταθμοί ποτάμιας στάθμης, που χαρακτηρίζονται από μικρά ύψη και μεγάλες παροχές, ενώ το φράγμα που απαιτείται δεν είναι σημαντικό [23, 25, 35]
- Σταθμοί αντλιών, που λειτουργούν ως εξής : Στην περίοδο που δεν υπάρχει μεγάλη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, οι αντλίες ανεβάζουν το νερό στην ανάντη λίμνη και η γεννήτρια του συστήματος συμπεριφέρεται σαν κινητήρας. Στις εγκαταστάσεις αυτές τοποθετούνται κατάλληλες διατάξεις αντιστρεπτών μηχανών, οι οποίες ανάλογα με τη ρύθμιση των πτερυγίων τους λειτουργούν είτε ως αντλίες είτε ως στρόβιλοι [23, 24, 35].

Οι μονάδες υδροηλεκτρικής ενέργειας με βάση την ισχύ που μπορούν να παράγουν, ταξινομούνται στις ακόλουθες κατηγορίες του πίνακα 4.1 [8]

Πίνακας 4.1: Κατηγορίες εγκαταστάσεων Υδροηλεκτρικής Ενέργειας [8]

Μεγάλες υδροηλεκτρικές μονάδες	>100 MW, συνήθως τροφοδοτούν μεγάλο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας
Μεσαίες υδροηλεκτρικές μονάδες	15 - 100 MW, συνήθως ενισχύουν ένα δίκτυο ένα πλέγμα
Μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες	1 - 15 MW, συνήθως ενισχύουν ένα δίκτυο
Μίνι υδροηλεκτρικές μονάδες	<1 MW και > 100 kW, αυτόνομες μονάδες ή συχνότερα ενισχύουν ένα δίκτυο
Μίκρο υδροηλεκτρικές μονάδες	>5 kW και < 100 kW, συνήθως παρέχουν ενέργεια σε μικρές κοινοτικές ή αγροτικές σε απομακρυσμένες από το δίκτυο περιοχές
Πίκο υδροηλεκτρικές μονάδες	< 5 KW

Ανάλογα με το ύψος πτώσης [35] :

- Μικρής πτώσης, $H < 15$ m
- Μέσης πτώσης, $15 \text{ m} < H < 50$ m
- Μεγάλης πτώσης, $H > 50$ m

4.5 Πλεονεκτήματα Υδροηλεκτρικής Ενέργειας

- Η υδροηλεκτρική ενέργεια αποτελεί μία ιδανική μορφή ενέργειας καθώς είναι απόλυτα ανανεώσιμη [1, 8, 23].
- Επίσης, χαρακτηρίζεται από την υψηλή αποδοτικότητά της (>85%) [1, 23, 35].
- Αποτελεί μία αξιόπιστη μέθοδος κυρίως λόγω του ότι είναι διαθέσιμη όλο το χρόνο, δεν εκπέμπονται ρύποι και θερμικά απόβλητα και γενικά δεν έχει μεγάλη επίδραση στο περιβάλλον (εκτός από τη μεταβολή του τοπικού μικροκλίματος) [1, 25].
- Οι υδροηλεκτρικές μονάδες είναι εγκαταστάσεις απλές, ρωμαλέες, εύκολες και φθηνές στη συντήρηση [23, 35]. Χαρακτηρίζονται από τη μεγάλη διάρκεια ζωής τους και η απόδοση δε μεταβάλλεται με τα χρόνια, δεδομένου ότι υπάρχει επαρκής συντήρηση [23, 35].
- Προσφέρει ευκολία και απλότητα χειρισμών, κυρίως γιατί οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί αρχίζουν και σταματούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια πολύ γρήγορα, ενώ απαιτούν και ελάχιστο προσωπικό μειώνοντας έτσι τα λειτουργικά κόστη [1, 8, 23, 25].
- Επιπλέον, προσφέρει ενέργεια με το μικρότερο δυνατό κόστος. Το κόστος εγκατάστασης αποτελείται βασικά από το κόστος διαμόρφωσης του χώρου και από το κόστος κατασκευής του φράγματος [1, 25].
- Ακόμα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αποθήκευση ενέργειας κατά τη διάρκεια της νύχτας που οι απαιτήσεις για ηλεκτρική ισχύ είναι μικρότερες (αντλησιοταμίευση) [1, 25].
- Συγκρινόμενες με τις μονάδες εκμετάλλευσης συμβατικών ενεργειών, έχουν σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής [1, 23].
- Στο τοπικό περιβάλλον που βρίσκονται, βοηθάνε στον έλεγχο και την πρόληψη πλημμυρών [1].
- Δεν απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό για τη λειτουργία και συντήρηση των υδροηλεκτρικών σταθμών [23, 35].
- Σε ορισμένες περιπτώσεις δημιουργούν νέους υγροτόπους [1].
- Βοηθούν την τοπική αγροτική οικονομία καθώς τα φράγματα λειτουργούν ως αποθήκες γλυκού νερού για άρδευση, ύδρευση, πυροπροστασία, χώρους αναψυχής [1, 8, 23].

4.6 Μειονεκτήματα Υδροηλεκτρικής Ενέργειας

- Παρά το γεγονός ότι η ευκολία χειρισμών στο να αρχίζουν και να σταματούν εύκολα οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί παρουσιάστηκε σαν πλεονέκτημα, αυτό στηρίζεται στο μειονέκτημα ότι υπάρχει χρονική διακύμανση της υδραυλικότητας (εποχιακή διαφοροποίηση και πολύχρονοι κύκλοι ξηρασίας) [1, 23, 25].
- Σε σειсмоγενείς περιοχές μπορεί να καταγραφεί αστοχία στην κατασκευή και καταστροφή φράγματος (αν και τα τελευταία χρόνια οι καταστροφές και οι αστοχίες είναι πολύ μικρές [1]).
- Επίσης, όπως και στην περίπτωση της αιολικής ενέργειας, υπάρχει οπτική ρύπανση. Αυτό όμως αποτελεί ένα υποκειμενικό κριτήριο. Σε σχετικά μικρές κατασκευές το φράγμα μπορεί να γίνει με υλικό της περιοχής ή να τοποθετηθεί κάλυψη με πέτρα [1].
- Έχει παρατηρηθεί ότι μπορεί να μειώσει σημαντικά τη ροή ενός ποταμού προς τις εκβολές του. Η αποθήκευση νερού στο φράγμα αυξάνει την εξάτμιση λόγω μεγάλης υδάτινης επιφάνειας [1].
- Ακόμα, μπορεί να υπάρξει μεγάλη συσσώρευση λάσπης. Αυτό με τη σειρά του μπορεί να οδηγήσει σε ενδεχόμενο περιορισμένο χρόνο ζωής [1].
- Εξαιτίας του ότι σε ορισμένες περιπτώσεις έχουμε τη δημιουργία νέων υγροτόπων, αυτό με τη σειρά του συνεισφέρει στην αλλαγή του τοπικού κλίματος. Αυτό μπορεί να επιφέρει μέχρι και σεισμική δραστηριότητα [1].
- Επίδραση στην ικανότητα αερισμού των νερών με αποτέλεσμα τη δημιουργία αναερόβιων συνθηκών. Απαιτείται επίσης σχολαστικότητα στην απομάκρυνση των φυτικών υλών πριν από την πλημμύριση του φράγματος με νερά [1].
- Το γεγονός ότι λόγω του φράγματος δημιουργείται υγρότοπος επιφέρει μη αναστρέψιμες επιπτώσεις. Μπορεί να υπάρξει αλλαγή στη χρήση της γης, πλημμύριση μεγάλων καλλιεργήσιμων ή μη εκτάσεων, χωριών, ακόμα και πολιτισμικών μνημείων (για το λόγο αυτό παγκοσμίως επικρατεί ο προσανατολισμός δημιουργίας μικρών υδροηλεκτρικών μονάδων κατά μήκος της όχθης του ποταμού) [1, 8, 14, 23].
- Επηρεάζεται η υδάτινη πανίδα σε ορισμένες περιπτώσεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι τα φράγματα εμποδίζουν αλιεύματα να μεταναστεύσουν ανάντη των ποταμών για την αναπαραγωγή τους (για παράδειγμα ο σολομός) [1].
- Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εγκατάστασης εξοπλισμού, καθώς και ο συνήθως μεγάλος χρόνος που απαιτείται για την αποπεράτωση του έργου [8, 14, 23].

- Περιορισμένη ειδική ενεργειακή πυκνότητα του νερού (kW/kg), πράγμα που επιβάλλει μεγάλες εγκαταστάσεις επεξεργασίας και αποθήκευσης νερού [23]. Αυτό σαν στρατηγική ανάπτυξης έρχεται σε αντιδιαστολή με το παγκόσμιο ρεύμα το οποίο επιβάλλει μικρές εγκαταστάσεις κατά μήκος της όχθης των ποταμών. Μεγάλες εγκαταστάσεις απαιτούν και μεγάλα κεφάλαια επένδυσης [23].

4.7 Αξιοποίηση Υδροηλεκτρικής Ενέργειας στη Θεσσαλία

Οι τεχνητές λίμνες, εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που ήταν ο αρχικός σκοπός κατασκευής τους, είναι παράλληλα και έργα πολλαπλής ωφέλειας και εξυπηρετούν ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, περιβαλλοντικές απαιτήσεις και αντιπλημμυρική προστασία. Στις περισσότερες περιοχές όπου δημιουργούνται οι ταμιευτήρες, η μορφή του ευρύτερου χώρου αλλάζει, δημιουργώντας τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, προσφέροντας συγχρόνως στις τοπικές κοινωνίες και ευκαιρίες για τουριστική ανάπτυξη.

Υδροηλεκτρικός σταθμός Ν. Πλαστήρα

Η τεχνητή λίμνη Ταυρωπού ή «Ν. Πλαστήρα» δημιουργήθηκε με την κατασκευή του τοξωτού από σκυρόδεμα φράγματος, το 1959, στον ποταμό Ταυρωπό με ύψος 83 μέτρα. Η εμπορική λειτουργία του ξεκίνησε το 1962. Έχει ωφέλιμη χωρητικότητα ταμιευτήρα 300 m.c.m. και εγκατεστημένη ισχύ 129,9 MW (3x43,3) με μέση ετήσια παραγωγή 198 GWH. Το υδροηλεκτρικό αυτό έργο τύπου Pelton είναι πολλαπλής σκοπιμότητας, αφού παράγει υδροηλεκτρική ενέργεια και συγχρόνως αποθηκεύει νερό για τη ρύθμιση των αρδεύσεων σε ημερήσια βάση, ικανοποιώντας έτσι τις αρδευτικές ανάγκες της εύφορης πεδιάδας της Καρδίτσας ενώ παράλληλα συμβάλλει στην ύδρευση της Καρδίτσας και των γειτονικών δήμων.



Εικόνα 4.4 : Υδροηλεκτρικός Σταθμός Ν. Πλαστήρα [26]

Τεχνητή λίμνη Σμόκοβου

Η τεχνητή λίμνη Σμόκοβου ανήκει στο γεωγραφικό διαμέρισμα Καρδίτσας και βρίσκεται στις πλαγιές των Άγραφων. Το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο έχει ισχύ 10 MW και παράγει ετησίως 30 GWh περίπου [50]. Είναι σε λειτουργία από το 2008 και περιλαμβάνει δύο μονάδες Francis οριζόντιου άξονα [69]. Το φράγμα της λίμνης κατασκευάστηκε από το 1981 μέχρι το 1994, ενώ εγκαινιάστηκε το 2005 [21]. Το τεχνητό φράγμα είναι λιθόριπτο και έχει μήκος 460 μ. περίπου και ύψος 104 μ. Φράζει την έξοδο των υδάτων προς τον ποταμό "Ονόχωνο" και βρίσκεται σε απόσταση 30 χλμ. ΝΑ της Καρδίτσας. Η χωρητικότητα της λίμνης ανέρχεται στα 237 εκ.μ³ νερού και η έκταση που καταλαμβάνει σε 9.000 στρέμματα [21]. Υπολογίζεται ότι με τα νερά που θα συγκρατηθούν στον ταμιευτήρα θα αρδευτούν 250.000 στρέμματα γεωργικών εκμεταλλεύσεων. Η έξοδος της σήραγγας μεταφοράς των υδάτων βρίσκεται σε απόσταση 1,5 χλμ. περίπου από το Λεοντάρι και 1.120 μ. από τη λίμνη [21]. Παρατηρείται πλέον πτώση της στάθμης της επιφάνειας της λίμνης από τη συνεχή άρδευση [21].



Εικόνα 4.5 : Τεχνητή λίμνη Σμόκοβου [21]

Μεσοχώρα Τρικάλων

Στα ορεινά της Δυτικής Θεσσαλίας, επί του Άνω Αχελώου, εκτελούνται δύο σημαντικά υδροηλεκτρικά έργα στις θέσεις Μεσοχώρα - Γλύστρα Τρικάλων και Συκιάς Καρδίτσας, από τα μέσα της δεκαετίας του '90 [50]. Πρόκειται για την μεγαλύτερη εν εξελίξει επένδυση στην Κεντρική Ελλάδα, ύψους 1,5 δις ευρώ περίπου, η οποία αναπτύσσεται από τη ΔΕΗ και το Υπουργείο Υποδομών αντίστοιχα [50]. Η ένταξη των δύο αυτών Υ/Η συγκροτημάτων στο εθνικό ενεργειακό σύστημα, αναμένεται να αυξήσει κατά 11% την συνολική ισχύ των Υ/Η μονάδων παραγωγής ενέργειας στη χώρα μας, ενώ εάν λειτουργήσει ο σταθμός αντλησιοταμίευσης στο άκρο της σήραγγας Πευκοφύτου το ποσοστό θα αυξηθεί στο 17%. Το στοιχείο αυτό αποδεικνύει την μεγάλη εθνική σημασία των έργων αυτών [50].

Όσο αφορά το φράγμα στη Μεσοχώρα – Γλύστρα, έχουμε ότι βρίσκεται στο ΒΔ άκρο της Θεσσαλίας, είναι υδροηλεκτρικό εργοστάσιο πλήρως κατασκευασμένο, που περιλαμβάνει φράγμα στη θέση Μεσοχώρα, σήραγγα προσαγωγής 8 km (για την μεταφορά νερού) και υδροηλεκτρικό σταθμό στο άκρο της σήραγγας, στη θέση Γλύστρα [68]. Το έργο αυτό εξελίσσεται σε ένα τεράστιο ηθικό, πολιτικό και οικονομικό ζήτημα, δεδομένου ότι το έργο αυτό είναι ουσιαστικά ολοκληρωμένο από το 2001 αλλά δεν έχει ακόμη λειτουργήσει [68].

Το έργο είχε συνδεθεί αρχικά με το σύστημα έργων με τον γενικό τίτλο «Έργα Εκτροπής Αχελώου», οπότε μοιραία ενεπλάκη σε προσφυγές και διάφορα άλλα εμπόδια, παρότι πρόκειται για έργο αμιγώς ενεργειακό [68].

Το έργο, το οποίο έχει μείνει ημιτελές, τώρα ανακοινώθηκε ότι θα δοθεί σε λειτουργία μετά από σύσκεψη που πραγματοποιήθηκε στις 4 Νοεμβρίου 2014 από τον αρμόδιο υπουργό και θα παράγει 360 GWh ετησίως [50]. Θα συμβάλει επίσης στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας συμβάλλοντας παράλληλα στους στόχους που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [50].



Εικόνα 4.6 : Υδροηλεκτρικός σταθμός Μεσοχώρας [27]

Έργο Συκιάς Καρδίτσας και σήραγγας Πευκοφύτου

Το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο Συκιάς βρίσκεται στα όρια των περιφερειών Θεσσαλίας και Ηπείρου (δρόμος Καρδίτσας - Άρτας), στην ομώνυμη θέση [68]. Όπως και η Μεσοχώρα, αν και σχεδιάστηκε εδώ και πολλές δεκαετίες, μετά το 1983 συνδέθηκε με την «Εκτροπή Αχελώου» («ΕΑ») και μόλις στα μέσα της δεκαετίας του '90 το ΥΠΕΧΩΔΕ προώθησε την κατασκευή του [68]. Το φράγμα Συκιάς έχει υλοποιηθεί κατά 65% περίπου και είχε και αυτό εμπλακεί στις προσφυγές κατά την διάρκεια κατασκευής των έργων «ΕΑ» [68].

Από τον ταμιευτήρα Συκιάς αρχίζει (ξεκινάει) η σήραγγα Πευκοφύτου μήκους 18 km, μέσω της οποίας θα γίνεται η μεταφορά νερού προς τον κάμπο [68]. Στο άκρο της σήραγγας αναμένεται να τοποθετηθεί σταθμός παραγωγής ενέργειας με αντλιοσταμείωση (pump storage) [68].

Το σύστημα Συκιά-σήραγγα, εκτός από την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας εξασφαλίζει, την ενίσχυση των υδάτων της λεκάνης του Πηνειού και του Θεσσαλικού κάμπου με την μεταφορά από τον Ταμιευτήρα Συκιάς 250 εκ.μ³ νερού (γνωστή ως «Εκτροπή Αχελώου»), την οποία η Πολιτεία ενέκρινε μέσω των Σχεδίων Διαχείρισης των λεκανών Αχελώου και Πηνειού [68].

4.8 Συμπεράσματα

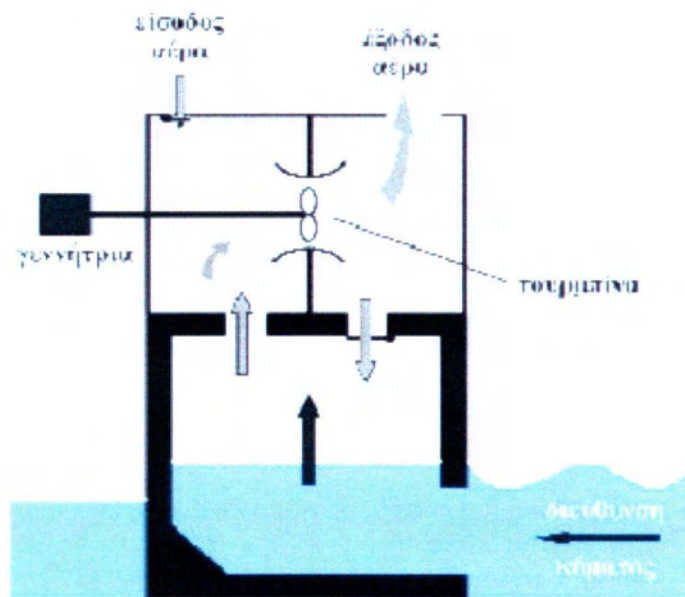
Στο κεφάλαιο αυτό μελετήσαμε σε βάθος την υδροηλεκτρική ενέργεια. Είδαμε τον τρόπο που αυτή δημιουργείται και τα φαινόμενα που εκμεταλλευόμαστε για τη χαλιναγωγή της υπέρ μας. Παρουσιάσαμε τη δομή μίας υδροηλεκτρικής μονάδας και είδαμε τους βασικούς τύπους στροβίλων που επικρατούν, καθώς και τρόπους κατάταξης και κατηγοριοποίησης τέτοιων μονάδων. Καταμετρήσαμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που επιφέρει η υδροηλεκτρική ενέργεια. Τέλος, αναφερθήκαμε στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια που υπάρχουν στη Θεσσαλία, όπως αυτό της λίμνης Πλαστήρα, ενώ είδαμε και περιπτώσεις (όπως της Μεσοχώρας) όπου για διάφορους λόγους τα έργα έμειναν ανεκμετάλλευτα για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Η θάλασσα είναι γνωστή καθαρή πηγή ενέργειας από αιώνες. Προσφέρει τεράστια ποσά ενέργεια, δεν επιβαρύνει το περιβάλλον ενώ το δυναμικό της ηλεκτρικής ενέργειας εκτιμάται ότι ανέρχεται σε 2000 TWh ετησίως και την κατατάσσει στις πιο ανταγωνιστικές πηγές ενέργειας, για αυτό και δίνεται η δυνατότητα αξιοποίησης με τρεις τρόπους [1, 28]. Την τεχνολογία παραγωγής ενέργειας από τα θαλάσσια κύματα, από τα παλιρροϊκά κύματα και από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού των ωκεανών [14, 35]. Αποτελεί μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που μέχρι σήμερα μόνο ελάχιστα έχει αξιοποιηθεί [14].

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζουμε την Ενέργεια από Θάλασσα ως ΑΠΕ. Μελετάμε την κυματική ενέργεια, ενώ παρουσιάζουμε μερικές βασικές θαλάσσιες συσκευές εκμετάλλευσης και αξιοποίησης της θαλάσσιας ενέργειας. Περιγράφουμε την παλιρροϊκή ενέργεια και την ενέργεια από τη διαφορά θερμοκρασίας στα νερά των ωκεανών. Τέλος, γίνεται καταμέτρηση και εδώ από τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της μελετώμενης ενέργειας.

5.1 Κυματική Ενέργεια

Κυματική ενέργεια είναι η μορφή ενέργειας που προκύπτει από την κινητική ενέργεια των κυμάτων. Αποτελεί και εδώ ανεξάντλητη πηγή ενέργειας [14]. Έχει εκτιμηθεί ότι η αξιοποίηση ενός ποσοστού κοντά στο 1% του κυματικού δυναμικού συνολικά, θα κάλυπτε στο τετραπλάσιο την παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση [14]. Ο εξεργειακός δείκτης απόδοσης όμως παραμένει ακόμα χαμηλός. Ο άνεμος έχει ως συνέπεια το σχηματισμό κυμάτων, τα οποία είναι εκμεταλλεύσιμα σε περιοχές με υψηλό δείκτη ανέμων και σε ακτές ωκεανών. Για την παραγωγή ενέργειας από τα κύματα υπάρχουν διάφοροι τρόποι. Για παράδειγμα, η πιο αποτελεσματική είναι μια μηχανή κυμάτων πισινών όπως τη χαρακτηρίζουν [2]. Σε αυτή ο αέρας κινείται μέσα και έξω από τη μηχανή εκτός από τη λίμνη, η οποία αναγκάζει το νερό να κινείται δημιουργώντας κύματα [28]. Η είσοδος των κυμάτων έχει ως αποτέλεσμα την άνοδο και την πτώση του νερού μέσα στο θάλαμο και στη συνέχεια την κίνηση του αέρα μέσα και έξω από μια τρύπα στην κορυφή του θαλάμου. Στην τρύπα τοποθετείται μία τουρμπίνα, που λειτουργεί ως γεννήτρια με την κίνηση του αέρα μέσα και έξω [2, 28].



Εικόνα 5.1 : Διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό της θάλασσας [8]

5.2 Θαλάσσιες Συσκευές Εκμετάλλευσης θαλάσσιων κυμάτων

Οι πρώτες μηχανές για την παραγωγή ενέργειας ήταν τοποθετημένες στην ακτή. Ένα τέτοιο είναι το σύστημα O.W.C. (Oscillating Water Columns), στο οποίο όταν τα κύματα εισέρχονται στην ακτή, προκαλούν κίνηση και έτσι το νερό στη βάση της στήλης κινείται εμπρός και πίσω. Ο αέρας που περιέχεται στο πάνω μέρος της στήλης ωθείται έξω από τη στήλη και επιστρέφει πάλι, επειδή το νερό προς τα πίσω προκαλεί πίεση [2].



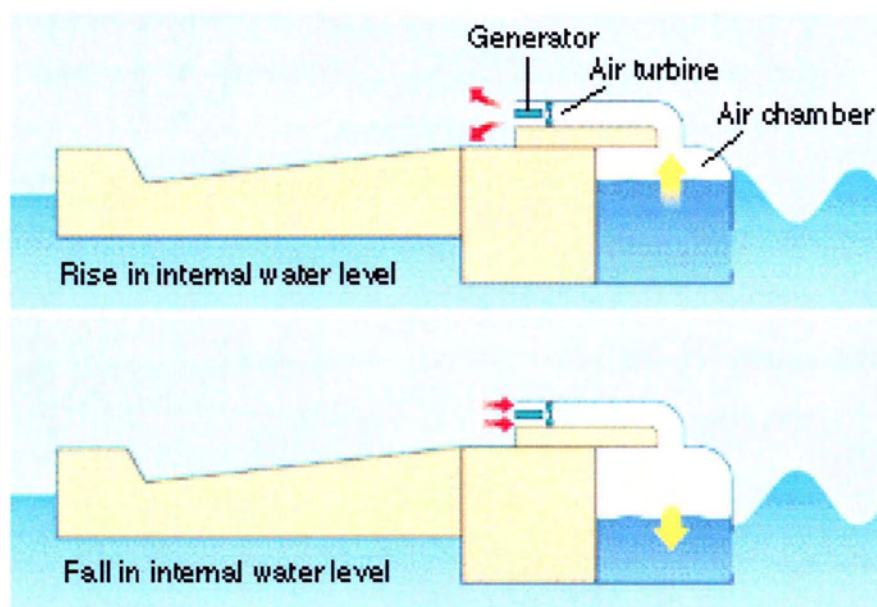
Εικόνα 5.2 : Σύστημα O.W.C. [5]

Ένα ακόμα σύστημα είναι το Mighty Whale, το οποίο με τη χρήση κάθετης στήλης νερού που περιλαμβάνει στο εσωτερικό του, μετατρέπει την κυματική ενέργεια σε ηλεκτρική.

Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται επειδή το σύστημα κινείται στην επιφάνεια της θάλασσας με το νερό να κατευθύνεται στην κάθετη στήλη από το στόμιο του Mighty Whale και να αυξάνει εσωτερικά τη στάθμη του νερού, με αποτέλεσμα ο αέρας να πηγαίνει προς τα πάνω και να κινεί την τουρμπίνα [28].



Εικόνα 5.3 : Το Mighty Whale [30]



Εικόνα 5.4 : Σχηματική αναπαράσταση του συστήματος Mighty Whale [30]

Εκτός από αυτές τις συσκευές για την παραγωγή ενέργειας από τα κύματα της θάλασσας, έχουμε και συσκευές που είναι βυθισμένες και αξιοποιούν την ενέργεια αυτή. Επιγραμματικά, ορισμένες από αυτές είναι ο μηχανισμός Dam – Atoll (θολοειδές κέλυφος

από μπετόν βυθισμένο εκτός από το ανώτατο τμήμα του) και ο αγγλικός μηχανισμός (πλήρης βυθισμένη διάταξη, ανάμεσα στον πυθμένα και την επιφάνεια της θάλασσας) [35].

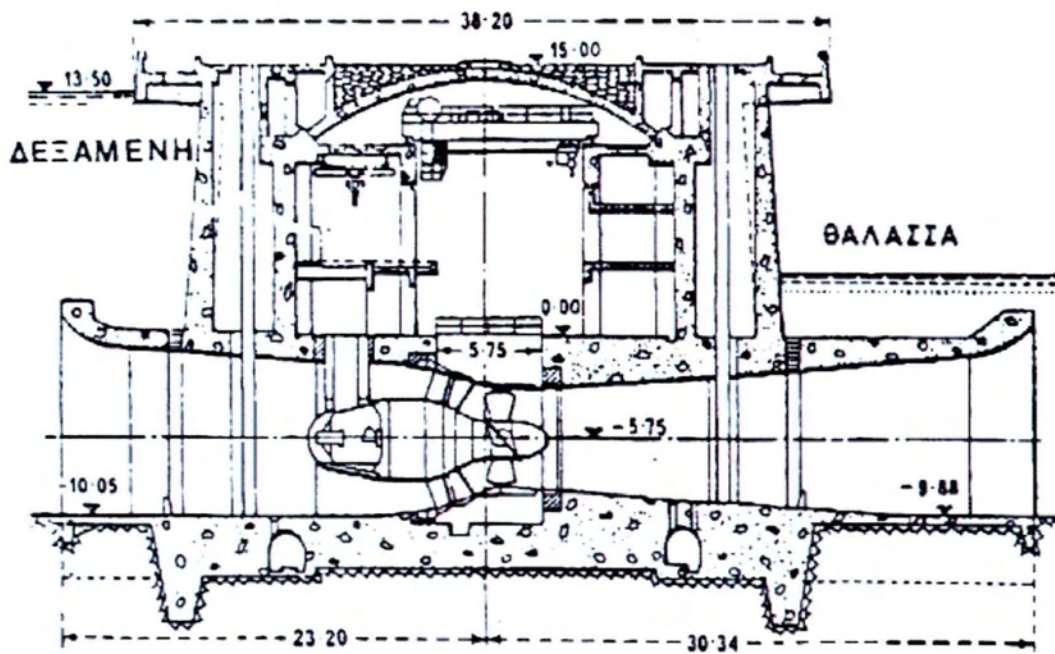
Οι μηχανισμοί που λειτουργούν αποκλειστικά στην επιφάνεια της θάλασσας, όπως το OWC, έχουν το μειονέκτημα ότι βρίσκονται συνεχώς εκτεθειμένοι στις διάφορες καιρικές συνθήκες, που προκαλούν καταστροφές στα λειτουργικά τους στοιχεία [35].

5.3 Παλιρροϊκή Ενέργεια

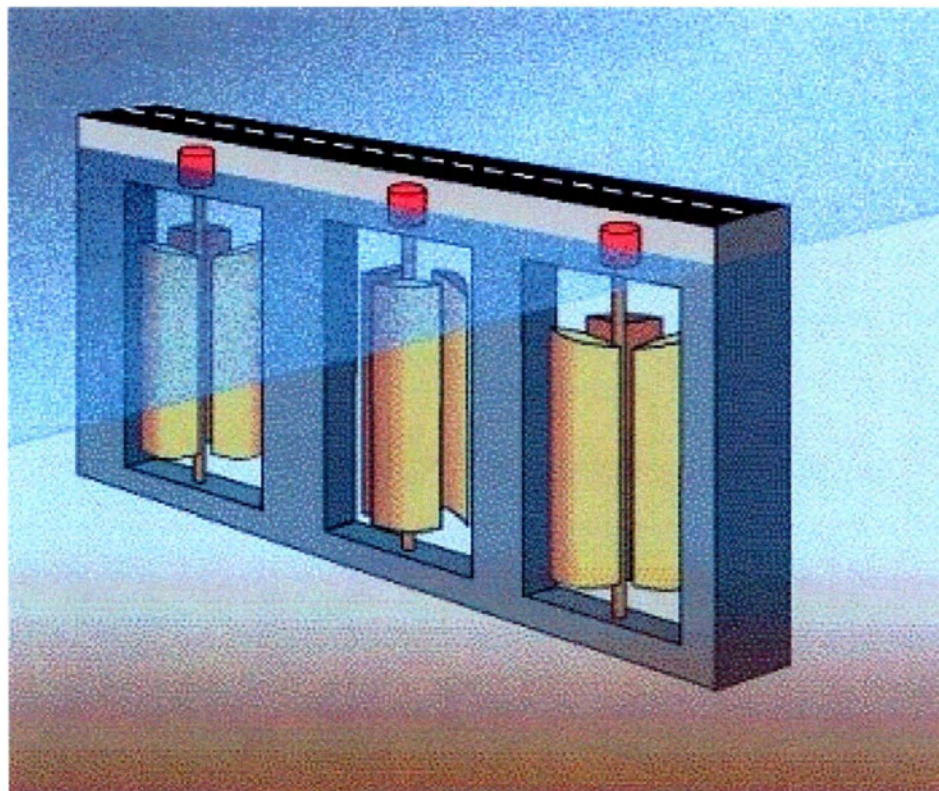
Η συγκεκριμένη ενέργεια αξιοποιεί τη βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης και αυξάνει τη στάθμη του νερού. Η εκμετάλλευση της παλιρροϊκής ενέργειας συνέβαινε και παλιότερα όταν τα νερά που συγκρατούνται από τις εκβολές των ποταμών, χρησιμοποιούνταν για την κίνηση των νερόμυλων [28, 35]. Η παλιρροιακή ενέργεια είναι πιο προβλέψιμη από την κυματική ενέργεια αφού η πλημμυρίδα και η άμπωτη εναλλάσσονται με χρονική περίοδο 12 ωρών [28]. Έτσι, η ενέργεια των παλιρροιών της θάλασσας μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι περισσότεροι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής είναι εγκατεστημένοι στις εκβολές των ποταμών. Ο πρώτος παλιρροϊκός σταθμός κατασκευάστηκε το 1962 στον ποταμό La Rance στη Γαλλία (εικόνα 5.5). Ο συγκεκριμένος παλιρροϊκός σταθμός έγινε με την κατασκευή ενός φράγματος στην είσοδο του κόλπου, δημιουργούνται μια δεξαμενή [28, 35]. Με τη άνοδο της παλίρροιας το νερό εισέρχεται μέσα στους υδατοφράκτες και κλείνουν όταν η παλίρροια φτάσει στο ανώτερο σημείο. Όταν φτάσουν στο κατώτερο σημείο, ανοίγουν οι υδατοφράκτες, επιτρέποντας την έξοδο του νερού διά μέσου υδροστροβίλων [28, 35]. Στην Ελλάδα ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση παραγωγής ρεύματος του Ευρίπου [35].

5.4 Παλιρροϊκοί φράκτες και στρόβιλοι

Σημαντικοί είναι και οι παλιρροιακοί φράκτες, φράγματα δηλαδή που εμποδίζουν ένα κανάλι. Οι γεννήτριες και οι μετασχηματιστές βρίσκονται ψηλά πάνω από το νερό (εικόνα 5.6). Η ταχύτητα των στροβίλων αυξάνεται σημαντικά, όταν η διατομή του καναλιού μειώνεται. Ενώ οι παλιρροιακοί στρόβιλοι που μοιάζουν με την υποβρύχια τουρμπίνα, λειτουργούν ικανοποιητικά όταν τα παράκτια ρεύματα κινούνται με 2-2,5 m/s. Οι περισσότεροι είναι εγκατεστημένοι κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας (εικόνα 5.7), αλλά οι καλωδιώσεις είναι τοποθετημένες κατά μήκος του βυθού [28].



Εικόνα 5.5 : Παλιρροιοκινητήρας της Rance [35]



Εικόνα 5.6 : Παλιρροϊκός Φράκτης [8]



Εικόνα 5.7 : Παλιρροϊκοί στρόβιλοι [8]

5.5 Ενέργεια από τη διαφορά θερμοκρασίας στα νερά των ωκεανών

Η θερμική ενέργεια των ωκεανών είναι δυνατό να αξιοποιηθεί με τη διαφορά της θερμοκρασίας που υπολογίζεται γύρω στους 27°C στα ανώτερα στρώματα της θάλασσας σε περιοχές με τροπικό κλίμα. Ενώ η θερμοκρασία των θαλασσινών νερών σε μεγάλο βάθος στις ανώτερες περιοχές, είναι αρκετά χαμηλή και η διαφορά πλησιάζει τους 20°C [2]. Γενικότερα, έχει εκτιμηθεί ότι θερμική διαφορά τουλάχιστον $3,5^{\circ}\text{C}$ είναι εκμεταλλεύσιμη από μία θερμική μηχανή [7]. Σε περίπτωση θερμικής ανταλλαγής θερμού και κρύου νερού υπάρχει πιθανότητα να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια μέσω ενός στρόβιλου [2].

5.6 Πλεονεκτήματα από την παραγωγή Ενέργειας από τη Θάλασσα

Τα πλεονεκτήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα θαλάσσια κύματα είναι κυρίως η μηδαμινή ρύπανση προς το περιβάλλον καθώς δεν χρησιμοποιείται κανένα είδος καύσιμης ύλης, το κόστος συντήρησης και λειτουργίας των μονάδων δεν είναι μεγάλο, προωθεί την ανάπτυξη απομακρυσμένων περιοχών, προστατεύουν τις ακτές και τα ψάρια και αξιοποιούν αποθέματα του νερού, αφού καλύπτει το 75% της επιφάνειας του πλανήτη [31]. Έχει συννεκτιμηθεί ότι από όλες τις αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας από τη θάλασσα, ο μηχανισμός κυμάτων συγκεντρώνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα συγκριτικά [8]. Υπάρχει μικρό χρονικό διάστημα μεταξύ έρευνας, εγκατάστασης και λειτουργίας τέτοιων μονάδων

[8]. Επίσης, αποτελούν φυσικό εμπόδιο και προστατεύουν τα λιμάνια, μονάδες παραγωγής ρεύματος από τη θάλασσα. Συχνά, οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας από κύματα δεν απαιτούν τη δέσμευση γης [8].

5.7 Μειονεκτήματα από την παραγωγή Ενέργειας από τη Θάλασσα

Το κόστος μεταφοράς της ενέργειας στη στεριά είναι υψηλό. Η παραγωγή ενέργειας εξαρτάται αποκλειστικά από τη δύναμη των κυμάτων και την κίνηση των νερών, επίσης πρέπει να γίνεται ορθή εγκατάσταση και τοποθέτηση ώστε να αντέχουν στις δύσκολες καιρικές συνθήκες και πολλές από τις εγκαταστάσεις προκαλούν θόρυβο [8, 14, 31, 35]. Θα πρέπει να γίνεται προσεκτική επιλογή του χώρου τοποθέτησης τέτοιων μονάδων, καθώς ανάλογα με το εκμεταλλεύσιμο φαινόμενο, πρέπει να υπάρχουν αντίστοιχα μόνο δυνατά κύματα ή δυνατά φαινόμενα παλίρροιας [8].

5.8 Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό μελετήσαμε την Ενέργεια από τη Θάλασσα ως ΑΠΕ. Είδαμε διάφορες μορφές της, ανάλογα με τον τρόπο εκμετάλλευσης και αξιοποίησής της. Επίσης, αναφερθήκαμε στα διάφορα φαινόμενα της θάλασσα που εκμεταλλευόμαστε και τις τεχνικές, αλλά και τις τεχνολογίες που βασίζεται η παραγωγή της ενέργειας. Επίσης, όπως και σε κάθε άλλη μορφή ενέργειας, καταγράψαμε τα θετικά και τα αρνητικά της.

Στο κεφάλαιο αυτό της διπλωματικής εργασίας θα ασχοληθούμε με τη γεωθερμία. Θα δούμε τι ορίζουμε ως γεωθερμία και τα χαρακτηριστικά της. Στη συνέχεια, θα ορίσουμε τρόπους διαχωρισμού του δυναμικού της και θα μελετήσουμε τρόπους αξιοποίησης της. Αφού παρουσιαστούν τα οφέλη και τα μειονεκτήματά της, θα δούμε τη γεωθερμία στο χώρο μελέτης μας που είναι η Θεσσαλία.

6.1 Γεωθερμία (Γενικά)

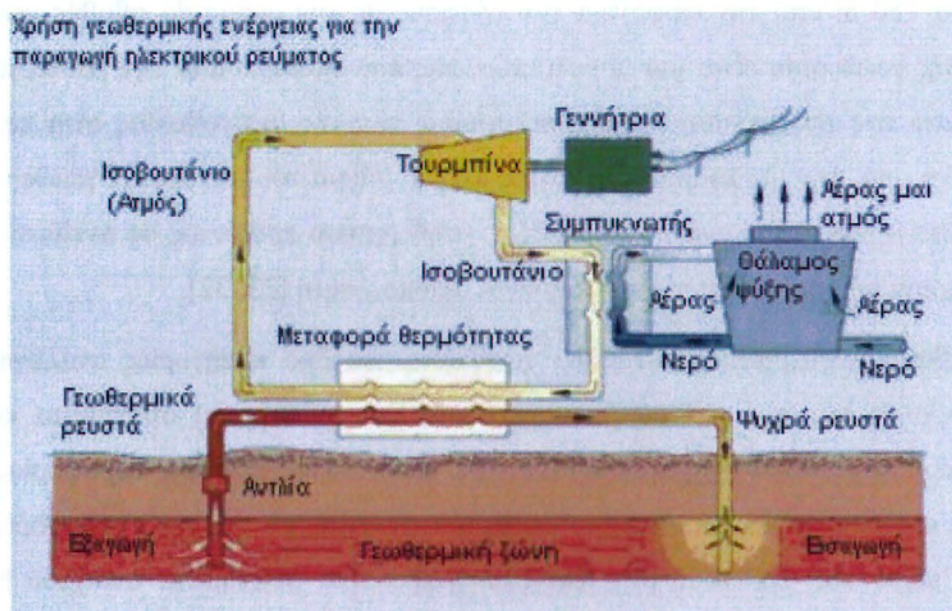
Η Γεωθερμία είναι η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα. Η ενέργεια αυτή είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ηφαιστειότητα μιας περιοχής καθώς και με τις γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της [23, 36]. Το μεγαλύτερο μέρος της γεωθερμίας αποδίδεται με αγωγή και με ρυθμό $0,04 - 0,06 \text{ W/m}^2$ [35].

Οι περιοχές τις οποίες μπορούμε να εκμεταλλευτούμε για την αξιοποίηση γεωθερμικής ενέργειας εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει από σχισμές από το φλοιό της γης, καθώς και από την παρουσία θερμών πηγών στην ευρύτερη περιοχή [23, 35]. Για να υπάρχει διαθέσιμο θερμό νερό ή ατμός, θα πρέπει στην περιοχή να είναι σχηματισμένος κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας. Βάση ελληνικής νομοθεσίας, αν η θερμοκρασία είναι πάνω από 25°C , τότε μόνο μπορούν να ονομάζονται ύδατα αυτά γεωθερμικά ρευστά [23]. Τα νερά αυτά συνήθως αποτελούνται από νερά βροχής, τα οποία διείσδυσαν, θερμάνθηκαν και ανέβηκαν αντίστοιχα στην επιφάνεια [23].

Τα γεωθερμικά ρευστά μπορούν, εκτός από τη φυσική τους ροή στο εξωτερικό του φλοιού, να υποστούν και άντληση μέσω κατάλληλης γεώτρησης και αξιοποίηση για το ενεργειακό τους περιεχόμενο [23, 36]. Στη συνέχεια, με μία δεύτερη γεώτρηση επανεγχύνονται στο εσωτερικό, δημιουργώντας έτσι έναν απλό κύκλο. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται και η θερμική ρύπανση του περιβάλλοντος [23, 36].

Τις εφαρμογές της γεωθερμίας τις χωρίζουμε σε δύο κύριες κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία έχει να κάνει με την παραγωγή ηλεκτρισμού και κατά επέκταση την περαιτέρω χρήση του γεωθερμικού ρευστού για θέρμανση κτιρίων ή θερμοκηπίων (ανάλογα με την τοποθεσία της μονάδας παραγωγής ενέργειας) [8]. Η δεύτερη κατηγορία έχει να κάνει

αποκλειστικά με τη χρησιμοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας σε μικρότερης κλίμακας έργα, αποκλειστικά για τη θέρμανση και ψύξη κτιρίων και εγκαταστάσεων [8]. Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι οι γεωθερμικές αντλίες αποτελούνε τις πλέον αποδοτικότερες ενεργητικές τεχνολογίες για τη θέρμανση και τη ψύξη των κτιρίων [8].



Εικόνα 6.1 : Σχηματικό διάγραμμα αξιοποίησης γεωθερμικής ενέργειας [23]

6.2 Τρόποι αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας

Η γεωθερμική ενέργεια, ανάλογα με τη θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού, διακρίνεται σε τέσσερις κατηγορίες [32]:

- χαμηλής ενθαλπίας ($25^{\circ}\text{C} < T < 100^{\circ}\text{C}$)
- μέσης ενθαλπίας ($100^{\circ}\text{C} < T < 150^{\circ}\text{C}$)
- υψηλής ενθαλπίας ($T > 150^{\circ}\text{C}$)
- αβαθής γεωθερμία ($T < 25^{\circ}\text{C}$)

Η γεωθερμική ενέργεια υψηλής ενθαλπίας συνήθως χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η εγκατεστημένη ισχύς των γεωθερμικών μονάδων παραγωγής ενέργειας σε όλο τον κόσμο ανέρχεται σε 6.000 MW [23, 32].

Η γεωθερμική ενέργεια χαμηλής και μέσης ενθαλπίας συναντάται στη γεωργία, τη γεωργική βιομηχανία, την κτηνοτροφία, την ιχθυοκαλλιέργεια και τη θέρμανση των χώρων.

Η τεχνολογία της συγκεκριμένης κατηγορίας έχει αναπτυχθεί αρκετά και είναι γνωστή σε παγκόσμιο επίπεδο. Η εγκατεστημένη ισχύς των γεωθερμικών μονάδων χαμηλής και μέσης ενθαλπίας σε όλο τον κόσμο κατά το έτος 1997 ανερχόταν σε 18.000 MW [23, 32].

Η Γεωθερμική Ενέργεια ποικίλει από περιοχή σε περιοχή, με εύρος τιμών χρήσης τους 25°C με 350°C. Είναι δυνατόν και σε θερμοκρασίες μικρότερες των 25°C δίχως να υπερβαίνει τα 150 m από την επιφάνεια του εδάφους με την ονομασία αβαθής γεωθερμία [32]. Η αβαθής γεωθερμία είναι μια μορφή ενέργειας που διαφέρει από την γεωθερμία διότι προέρχεται από την αποθήκευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια της γης και όχι από την μεταφορά θερμότητας από το μάγμα του μανδύα. Η γεωθερμία έχει μεγάλη παραγωγή ενέργειας ανά μονάδα μάζας γεωθερμικού προϊόντος σε αντίθεση με την αβαθή γεωθερμία που βρίσκεται παντού και είναι αξιοποιήσιμη [23, 32].

Τα αβαθή γεωθερμικά συστήματα χωρίζονται σε δυο κατηγορίες ανάλογα με τη μέθοδο μεταβολής της θερμοκρασίας του ρευστού. Στα γεωθερμικά συστήματα κλειστού βρόγχου κυκλώματος, όπου χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις χαμηλής υδροφορίας, μέσω της οποίας η επιθυμητή θερμοκρασία του ρευστού επιτυγχάνεται με την κυκλοφορία νερού σε αγωγούς μέσα στο υπέδαφος [8]. Και στα γεωθερμικά συστήματα ανοιχτού βρόγχου κυκλώματος, όπου χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις πλούσιας και συνεχής υδροφορίας, μέσω της οποίας η επιθυμητή θερμοκρασία του ρευστού επιτυγχάνεται με απευθείας άντληση νερού από τον υδροφόρο ορίζοντα [32].



Εικόνα 6.2 : Μελέτη και σχεδιασμός Συστημάτων Αβαθούς Γεωμετρίας [33]

6.3 Πλεονεκτήματα Γεωθερμικής Ενέργειας

Η Γεωθερμική Ενέργεια είναι μια μορφή ενέργειας με πολλά οφέλη στην παγκόσμια κοινότητα για αυτό τον λόγο και οι περισσότερες χώρες παγκοσμίως, ανάλογα με το γεωθερμικό τους δυναμικό επενδύουν τεράστια κεφάλαια για την εξέλιξή της [34]. Η Γεωθερμία πέρα από την χρήση της στην θέρμανση και την ψύξη σε κτίρια, καθώς και της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί επιπλέον να χρησιμοποιηθεί και για την θέρμανση θερμοκηπίων και κτηνοτροφικών μονάδων, για υδροκαλλιέργειες και αφαλάτωση νερού [35].

Ακόμα, πρόκειται για μια μορφή ενέργειας φιλική προς το περιβάλλον, με αθόρυβη λειτουργία και ελάχιστες εκπομπές αερίων. Παρόλο που δεν είναι μηδενικές αυτές οι εκπομπές όπως άλλες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, είναι υπερβολικά μικρότερες από αυτές των ορυκτών καυσίμων. Το όφελος δηλαδή είναι προφανές αν συνυπολογιστεί με την ενεργειακή εξοικονόμηση η μείωση των εκπομπών CO₂, SO₂, NO_x και λοιπών ρύπων. Κατά αυτόν τον τρόπο συμβάλλει σε μία καθαρότερη ατμόσφαιρα (άμβλυνση φαινομένου θερμοκηπίου, περιορισμός της όξινης βροχής) [7, 8, 23]. Ένα όφελος που αξίζει να σημειωθεί είναι, ότι συνεισφέρει στην εξοικονόμηση συναλλάγματος, με το να μειώσει το εισαγόμενο πετρέλαιο που θα χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση [7, 8, 23]. Βοηθά στο να εξοικονομηθούν οι φυσικοί πόροι, με στόχο την μείωση της κατανάλωσης των εγχώριων αποθεμάτων στον λυχνίτη [7, 8, 23]. Τέλος, τα γεωθερμικά συστήματα παράγουν θέρμανση και δροσισμό σε μια εγκατάσταση, με συνέπεια να καταργείται ο συμβατικός τρόπος θέρμανσης, ο πύργος δροσισμού και τα κλιματιστικά θέρμανσης και δροσισμού (split units) [7, 8, 32].

6.4 Μειονεκτήματα Γεωθερμικής Ενέργειας

Σημαντικά μειονεκτήματα της γεωθερμικής ενέργειας, είναι οι αποθέσεις κάποιων μετάλλων, οι αλλαγές που παρατηρούνται στις υδρολογικές συνθήκες της περιοχής, η οποιαδήποτε διάβρωση πραγματοποιείται, καθώς και η ρύπανση που υφίσταται σε γεωτρήσεις εκροής. Σε όλα αυτά η ιδιαίτερη προσοχή που δίνεται από τους αρμόδιους καθώς και οι διάφοροι κανονισμοί και λύσεις προσπαθούν να μειώσουν τα προβλήματα που προκύπτουν με αποτέλεσμα να μην ανακόπτεται η αυξητική πορεία χρήσης Γεωθερμικής Ενέργειας [36, 37].

Επίσης, μπορεί να προκύψουν διάφορα προβλήματα από την απόρριψη διάφορων γεωθερμικών ρευστών στο περιβάλλον της περιοχής [23]. Ακόμα, μπορεί να υπάρχει δυσσομία στη γύρω περιοχή από την εξαγωγή διάφορων αερίων (υδρόθειο). Αυτό

αντιμετωπίζεται με απευθείας επανέγχυση του γεωθερμικού ρευστού στο εσωτερικό του ταμιευτήρα [23]. Επιπλέον, ο εξοπλισμός άντλησης και οι σωληνώσεις του έχουν σχετικά μικρή διάρκεια ζωής από τη διάβρωση και τη δημιουργία αλάτων στις σωληνώσεις.

6.5 Αξιοποίηση της Γεωθερμικής Ενέργειας στη Θεσσαλία

Παρά το πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό, η χρήση γεωθερμικών πηγών για σκοπούς ηλεκτροπαραγωγής είναι αμελητέα στη Θεσσαλία. Οι ελάχιστες εφαρμογές της γεωθερμίας περιορίζονται στη χρήση ζεστού νερού. Η χρήση ζεστού νερού μέχρι 90°C, γίνεται σε αγροτικές εφαρμογές (θερμοκήπια, υδατοκαλλιέργειες, ξηραντήρια) ή για λουτροθεραπευτικό τουρισμό.

Λόγω των ειδικών γεωλογικών συνθηκών, ο Ελλαδικός χώρος διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας) σε οικονομικά βάθη (100-1500 m). Σε ορισμένες περιπτώσεις τα βάθη των γεωθερμικών ταμιευτήρων είναι πολύ μικρά, κάνοντας ενδιαφέρουσα, από οικονομική άποψη, τη γεωθερμική εκμετάλλευση.



Εικόνα 6.3 : Χάρτης γεωθερμικού ενδιαφέροντος στην Ελλάδα [38]

Από το 1971 ερευνήθηκαν περιοχές της Ελλάδας από τη ΔΕΗ, ως άμεσα ενδιαφερόμενη. Αυτή επικεντρώθηκε στην εκμετάλλευση πεδίων υψηλής ενθαλπίας. Από τον παρακάτω χάρτη παρατηρούμε πως η Θεσσαλία βρίσκεται σε πεδίο χαμηλής ενθαλπίας, όμως πλούσιου συνολικού γεωθερμικού δυναμικού [35].



Εικόνα 6.4 : Γεωθερμικά πεδία ελληνικού χώρου [35]

Τελευταία αναφορά σχετικά με την ανάπτυξη εγκαταστάσεων γεωθερμίας στη Θεσσαλία υπάρχει το 2012, όταν και με επίσημο έγγραφο η Γ.Γ. της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας, κ. Καλλιόπη Γερακούδη κάλεσε σε αντίστοιχες ενέργειας τον αρμόδιο Υφυπουργό ΥΠ.Ε.Κ.Α., κ. Ιωάννη Μανιάτη. Πρόκειται για έρευνα στις ευρύτερες περιοχές των νομών Καρδίτσας, Τρικάλων, Λάρισας (και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή των Φαρσάλων). Το χαρακτηριστικό αυτών των περιοχών είναι ότι και στο παρελθόν είχαν χαρακτηριστεί ως πιθανά γεωθερμικά πεδία [50].

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί η προσπάθεια του ΤΕΙ Θεσσαλίας (Λάρισα) για τη δημιουργία πρότυπων γεωθερμικών θερμοκηπίων, υπό την επίβλεψη και καθοδήγηση του καθηγητή του τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων και Συντονιστή του ανώτερου προγράμματος, Δρ. Αλέξανδρου Παπαχατζή. Το πρότυπο θερμοκήπιο ανήκει στο πρόγραμμα Adapt2Change, του περιβαλλοντικού προγράμματος LIFE [70].



Εικόνα 6.5 : Εσωτερικού του πρότυπου θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια της Συνόδου Προέδρων ΤΕΙ Ελλάδας [70]



Εικόνα 6.6 : Εικόνα πρότυπου θερμοκηπίου ΤΕΙ Θεσσαλίας [70]

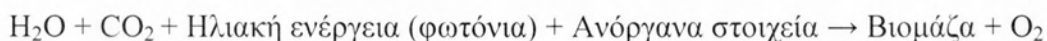
6.6 Συμπεράσματα

Στο παρόν κεφάλαιο είδαμε τη γεωθερμία ως ΑΠΕ. Μελετήσαμε βασικά χαρακτηριστικά της, παρατηρήσαμε τρόπους αξιολόγησης του δυναμικού της και είδαμε αντίστοιχα τρόπους αξιοποίησης της. Στη συνέχεια, καταμετρήσαμε τα οφέλη της και τις συνέπειες που μπορεί να επιφέρει στο περιβάλλον. Κλείσαμε το κεφάλαιο με την κατάσταση που επικρατεί σχετικά στη Θεσσαλία. Δεν έχουν γίνει αξιόλογα βήματα στην ανάπτυξη μονάδων εκμετάλλευσης γεωθερμίας, κυρίως λόγω των περιοχών χαμηλής ενθαλπίας που επικρατούν. Συνολικά όμως παρουσιάζονται περιοχές υψηλού δυναμικού και αναμένεται η περαιτέρω μελέτη της ευρύτερης περιοχής. Το μόνο αξιοσημείωτο που υπάρχει, είναι το πρότυπο γεωθερμικό θερμοκήπιο στη Λάρισα από το ΤΕΙ Θεσσαλίας.

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματευόμαστε την αξιοποίηση της βιομάζας. Αναλύουμε από τί αποτελείται η βιομάζα και τρόπους κατηγοριοποίησης της. Στη συνέχεια, γίνεται μία λεπτομερής αναφορά στις διεργασίες που εμπεριέχουν βιομάζα, ενώ προσμετρούνται τα θετικά και τα αρνητικά της χρήσης της για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στο τέλος του κεφαλαίου, αναλύεται με λεπτομέρεια η κατάσταση που επικρατεί στη Θεσσαλία με τη χρήση της βιομάζας και γίνονται αναφορές σε διάφορες εγκαταστάσεις, όπως αυτή της ΑΓΕΤ Ηρακλής στο Βόλο.

7.1 Βιομάζα (Γενικά)

Η βιομάζα είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητα που μετασχηματίζει την ηλιακή με μια σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης [14].



Ο όρος βιομάζα υποδηλώνει τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής πριν ή μετά τη βιομηχανική τους επεξεργασία καθώς και τα αστικά λύματα και απορρίμματα δηλαδή ότι προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο [23, 35]. Ακόμα, περιλαμβάνει προϊόντα φυσικών δασών και ειδικών φυτειών δασικού ή γεωργικού τύπου με στόχο την παραγωγή ενέργειας (ενεργειακές φυτείες) [23, 35].

Το ποσό της βιομάζας που παράγεται γενικά κάθε χρόνο είναι της τάξης των $1,72 \times 10^{11}$ τn ξηρής ύλης και έχει εκτιμηθεί ότι περιέχει ενεργειακό περιεχόμενο ίσο με $1,4 \times 10^{11}$ ΤΙΠ [35]. Το ποσό αυτό της ενέργειας είναι ίσο με τα γνωστά αποθέματα ορυκτών καυσίμων και συγκριτικά είναι δεκαπλάσια από την ενέργεια που καταναλώνεται παγκοσμίως [35]. Ένα ακόμα σημαντικό γεγονός της βιομάζας, είναι ότι αποτελεί ουσιαστικά κατάλοιπο της εν γένη δραστηριότητας του ανθρώπου. Η αξιοποίησή της λοιπόν εκτός από άμεσο ενεργειακό όφελος έχει και πρακτικό άμεσο περιβαλλοντικό όφελος [35].

7.2 Είδη Βιομάζας

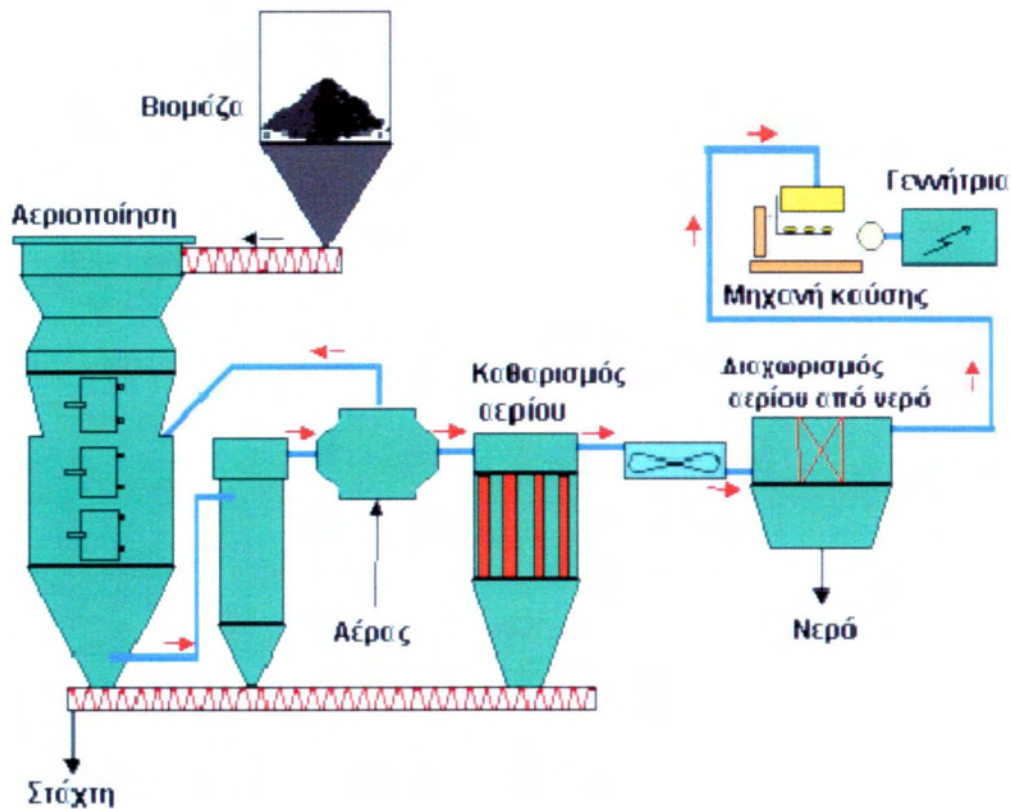
Ανάλογα με την προέλευσή της, η βιομάζα διακρίνεται σε δύο είδη. Τη βιομάζα που παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες και τις υπολειμματικές μορφές βιομάζας [1]. Στην πρώτη ανήκουν τα ποώδη φυτά, οι δασικές καλλιέργειες (ευκάλυπτος, σφενδάμη, συκομουριά), οι αγροτικές καλλιέργειες (ηλιόσπορος, ζαχαροκάλαμο) και οι υδατικές καλλιέργειες όπως τα φύκια [1]. Ενώ στη δεύτερη είναι τα προϊόντα ξυλείας και τα δασικά παραπροϊόντα (κλαδιά), γεωργικά υπολείμματα (άχυρα δημητριακών, καλαμπόκι), κτηνοτροφικά κατάλοιπα (κοπριά), απορρίμματα και απόβλητα βιομηχανιών, αστικά απόβλητα, οικιακά απορρίμματα και απόβλητα [1].

7.3 Διεργασίες της Βιομάζας

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών όπως θέρμανση, ηλεκτρισμό κ.α. είτε με απευθείας καύση είτε με τη μετατροπή της σε αέρια, στερεά και υγρά καύσιμα μέσω θερμοχημικών ή βιοχημικών διεργασιών.

Απευθείας καύση

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως ο άνθρωπος από αρχαιοτάτων χρόνων χρησιμοποιούσε τη βιομάζα για θέρμανση και για οικιακή χρήση. Σήμερα η καύση μπορεί να γίνει απευθείας από το λέβητα, ο οποίος παράγει θερμότητα και ατμοποιεί νερό. Ο ατμός ενεργοποιεί την ατμομηχανή ή το στρόβιλο με ηλεκτρογεννήτρια παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια. Για να υπάρχει καλύτερη απόδοση στην καύση, η κατάλληλη περιεκτικότητα της βιομάζας σε υγρασία θα πρέπει να είναι κάτω από το 20% ενώ του άνθρακα να μην ξεπερνά το 50% [40]. Προκειμένου να γίνει η καύση της βιομάζας, πρέπει να ληφθούν υπόψη το καύσιμο, το οξυγόνο και η θερμότητα. Οι απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον μπορούν να μειωθούν κατά τη διαδικασία της καύσης, εάν η εστία καύσης περιτριγυρίζεται από τοιχώματα. Τα τοιχώματα θα πρέπει να απορροφούν την ακτινοβολούμενη θερμότητα και να την επιστρέφουν πάλι πίσω [40].



Εικόνα 7.1 : Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα [41]

7.4 Θερμοχημικές Διεργασίες

Ανθρακοποίηση της βιομάζας

Η ανθρακοποίηση είναι μία διεργασία που το ξύλο θερμαίνεται παρουσία του αέρα. Τα στάδια ανθρακοποίησης είναι τέσσερα [42]. Στο πρώτο στάδιο περιέχει τη ξήρανση του ξύλου, στο δεύτερο είναι η γίνεται η προ-ανθρακοποίηση και παράγονται υγρά και αέρια προϊόντα [42]. Στο επόμενο στάδιο παράγεται ενέργεια και το ξύλο ανθρακοποιείται ενώ στο τελευταίο στάδιο σε θερμοκρασίες πάνω από 300C δεν υπάρχουν πτητικές ουσίες και το προϊόν είναι έτοιμο [42].

Αεριοποίηση της βιομάζας

Σε αυτή τη διεργασία οι θερμοκρασίες είναι πάνω από 900°C και για τη βέλτιστη παραγωγή χρησιμοποιείται οξυγόνο αντί για αέρα [1]. Κατά την απουσία αερίου υπάρχει η δυνατότητα να παραχθεί αέριο συνθέσεως για τη σύνθεση μεθανόλης και μεθανίου [1].

Πυρόλυση της Βιομάζας

Η πυρόλυση η οποία είναι μια θερμική διαδικασία σε θερμοκρασία 450 - 600°C όπου γίνεται η αποικοδόμηση της βιομάζας με απουσία του οξυγόνου [42]. Κατά την πυρόλυση παράγεται το βιοέλαιο 70%, το βιοαέριο 15% και ο ξυλάνθρακας 15% [42].

7.5 Βιοχημικές Διεργασίες

Αναερόβια Ζύμωση

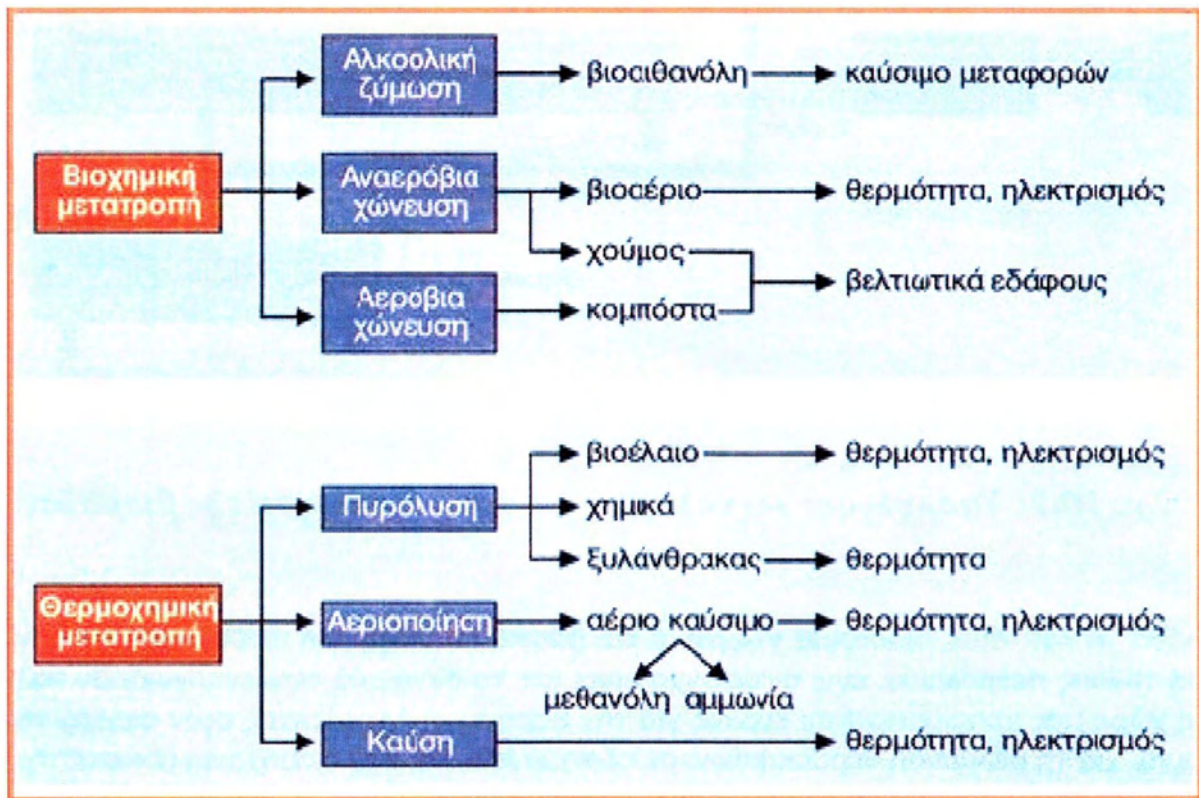
Στην διεργασία αυτή η οργανική ύλη διασπάται χωρίς οξυγόνο και παράγεται ένα μίγμα μεθανίου και άλλων αερίων όπως για παράδειγμα CO₂. Χρησιμοποιούνται από φύκια, χαρτιά και κοπριά. Από τα κτηνοτροφικά λύματα, την κοπριά των ζώων και τις ανθρώπινες ακαθαρσίες παράγεται βιοαέριο [1]. Το βιοαέριο απευθείας από τις χωματερές μπορεί να καεί και να παράγει θερμότητα ή ηλεκτρισμό ενώ όταν είναι καθαρό έχει τη δυνατότητα να προστεθεί στο δίκτυο φυσικού αερίου [1].

Ζύμωση

Πραγματοποιείται με την αναερόβια δράση ενζύμων, όπως εκκρίσεις και μικροοργανισμοί, σε σάκχαρα και παράγεται αιθανόλη, η οποία παραλαμβάνεται με τη διαδικασία της απόσταξης [1, 42]. Η παραγωγή αιθανόλης από σακχαρούχες γεωργικές πρώτες ύλες συνεπάγεται τη δέσμευση εκτάσεων γης που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή τροφίμων. Επίσης, σημαντικά προβλήματα ρύπανσης παρουσιάζουν η κακή ποιότητα των βιοκαυσίμων αλλά και τα απόβλητα της ζύμωσης και της απόσταξης, διότι έχουν υψηλό ρυπαντικό φορτίο και είναι δύσκολα επεξεργάσιμα [1, 42].

Παραγωγή Φυτικών Ελαίων από Βιομάζα

Τα φυτικά έλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν καύσιμα σε οχήματα που χρησιμοποιούν πετρέλαιο ντίζελ. Το βιοντίζελ παράγεται από φυτικά έλαια κυρίως με μετεστεροποίηση [2].



Εικόνα 7.2 : Θερμοχημικές και Βιοχημικές Διεργασίες [41]

7.6 Εφαρμογές και χρήσεις Βιομάζας

Η αξιοποίηση της βιομάζας ανεξάρτητα από τη μέθοδο επεξεργασίας ή τον τρόπο που χρησιμοποιείται, πραγματοποιείται σε διάφορες εφαρμογές όπως για θέρμανση θερμοκηπίων όπου η βιομάζα χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε ιδιαίτερους λέβητες, αλλά και για θέρμανση κτηρίων με λέβητες πυρηνόξυλου [43]. Επίσης, για παραγωγή ενέργειας από γεωργικές βιομηχανίες, βιομηχανίες ξύλου, εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής και τους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Ακόμα χρησιμοποιείται για τηλεθέρμανση και η θερμότητα μεταφέρεται σε προ-μονωμένο δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια. Τέλος, τα υγρά βιοκαύσιμα όπως το βιοντίζελ, η βιοαιθανόλη και το βιοαέριο, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν στις μεταφορές [43].

7.7 Πλεονεκτήματα Βιομάζας

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας είναι ότι αποτρέπεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου επειδή παράγεται μεν διοξείδιο του άνθρακα κατά την καύση ωστόσο κατά τη διαδικασία της

παραγωγής ορισμένες ποσότητες του CO₂ δεσμεύονται μέσω της φωτοσύνθεσης [43]. Ακόμη, δεν επιβαρύνεται η ατμόσφαιρα με το διοξείδιο του θείου από την παραγωγή της καύσης των ορυκτών καυσίμων και επιδρά στη διαμόρφωση της όξινης βροχής. Η βιομάζα συμβάλλει στην πυροπροστασία, στην προστασία της διάβρωσης του εδάφους, στη μείωση των λιπασμάτων και υπολειμμάτων [43]. Επίσης, συνεισφέρει στην εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας, δίνει ώθηση στην ανάπτυξη της γεωργίας, δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας και μειώνει τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα [43]. Αποτελεί ανεξάντλητη πηγή ενέργειας και παρέχει αποθηκευμένη χημική ενέργεια [35]. Η αξιοποίησή της γίνεται με πολύ απλό τρόπο και δεν απαιτεί ιδιαίτερα περίπλοκη τεχνολογία [35].

7.8 Μειονεκτήματα Βιομάζας

Τα μειονεκτήματα που σχετίζονται με την αξιοποίηση της βιομάζας αφορούν κατά κύριο λόγο την εκμετάλλευσή της. Συγκεκριμένα, η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας καθιστούν αδύνατη τη συχνή τροφοδοσία με πρώτη ύλη [43]. Η υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία και ο μεγάλος όγκος δεν ευνοούν στην αξιοποίηση της [1]. Το ίδιο συμβαίνει και με τη συγκέντρωση, την επεξεργασία, τη μεταφορά και την αποθήκευση της βιομάζας, που έχει ως αποτέλεσμα το αυξημένο κόστος ενεργειακής αξιοποίησης και εξοπλισμού της βιομάζας. Όσον αφορά περιβαλλοντικά προβλήματα που παρουσιάζονται αυτά είναι η ατελής καύση της ξυλείας με συνέπεια να παράγονται οργανικά σωματίδια, οργανικά αέρια και CO αλλά και η υπερβολική κατανάλωση της ξυλείας μπορεί να οδηγήσει σε αποψίλωση [1, 43]. Ακόμα, η βιομάζα χαρακτηρίζεται από πολυμορφία και χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο (σε σχέση με συμβατικές μορφές ενέργειας όπως πετρέλαιο και κάρβουνο) [35].

7.9 Αξιοποίηση Βιομάζας στη Θεσσαλία

Η Περιφέρεια Θεσσαλίας καταλαμβάνει συνολική έκταση 14.037 km² (10,6% της συνολικής έκτασης της χώρας) και το μεγαλύτερο τμήμα της καλύπτεται από γεωργικές και δασικές εκτάσεις [71]. Ειδικότερα, οι γεωργικές εκτάσεις της Περιφέρειας χαρακτηρίζονται στην πλειοψηφία τους ως αρόσιμη γη (57%), ενώ ένα ποσοστό 20% των γεωργικών εκτάσεων είναι βοσκοτόπια [71]. Τα αμιγή δάση αποτελούν το 36% του συνόλου των δασικών εκτάσεων, ενώ το 60% είναι συνδυασμοί θαμνώδους και ποώδους βλάστησης [71].

Με βάση τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας στην Περιφέρεια Θεσσαλίας η γεωργική γη είναι 4.723.242 στρέμματα [71]. Από αυτά 3.741.565 στρέμματα είναι καλλιεργημένα με φυτά μεγάλης καλλιέργειας (και λοιπές καλλιέργειες), ενώ 601.531 στρέμματα έχουν δενδρώδεις καλλιέργειες και τα αμπέλια αντιστοιχούν σε 59.557 στρέμματα [71].

Σύμφωνα με στοιχεία του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (2008), το δυναμικό βιομάζας της περιφέρειας Θεσσαλίας προκύπτει ως εξής: [α] Υπολείμματα καλλιεργειών (22.582.692 GJ), [β] Απόβλητα ζώων (2.245.353 GJ), [γ] Υπολείμματα υλοτομίας (1.324.664 GJ) και [δ] Υπολείμματα βιομηχανίας (1.183.500 GJ). Επίσης στη Θεσσαλία βρίσκονται σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με χρήση βιομάζας, που αντιστοιχούν μόνο στο 5% της εγκατεστημένης ισχύος σε εθνικό επίπεδο (44 MW) [71]. Την ίδια στιγμή σύμφωνα με μελέτη του ΚΑΠΕ η περιοχή διαθέτει ισχυρό δυναμικό βιομάζας προς εκμετάλλευση. Για παράδειγμα στο νομό Καρδίτσας εκτιμάται ότι υπάρχουν 250.000 τόνοι βιομάζας προς χρήση, που αντιστοιχούν σε 100.000 toe (τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου) [71].

Το δυναμικό βιομάζας της Θεσσαλίας υπολογίζεται ότι είναι αρκετά υψηλό. Σημαντικό κομμάτι στον τομέα της βιομάζας αποτελούν τα υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών, βιομηχανίας και υλοτομίας, τα κτηνοτροφικά και αστικά απόβλητα. Η Περιφέρεια Θεσσαλίας είχε μέχρι το 2012 συνολική εγκατεστημένη ισχύ βιομάζας 2,7 MW. Συνολικά το 1.25 MW ανήκει στην περιοχή Κάκκαβος στο Βόλο. Στο Βόλο βρίσκεται επίσης και το εργοστάσιο παραγωγής Βιοντίζελ, με παραγωγή 40.000 βαρέλια ετησίως. Οι νομοί Καρδίτσας και Τρικάλων έχουν προχωρήσει σε επενδύσεις που αφορούν σε βιομάζα και βιοαέριο, ενώ στο νομό Λαρίσης οι ενεργειακές καλλιέργειες συνεχώς αυξάνονται. Επίσης στη Θεσσαλία η θέρμανση θερμοκηπίων με καύση βιομάζας, εξαπλώθηκε ραγδαία τα τελευταία χρόνια [44].

Πίνακας 7.1 : Αξιοποίηση βιομάζας στην Ελλάδα (2011) [45]

Ηπείρου	0
Ιονίων Νήσων	0
Θεσσαλίας	0,35
Κρήτης	0,36
Νοτίου Αιγαίου	0
Πελοποννήσου	0
Στερεάς Ελλάδος	0

Ειδικότερα στη Θεσσαλία, εξαιτίας των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών, πολλές καλλιέργειες προσφέρονται για ενεργειακή αξιοποίηση και δίνουν υψηλές στρεμματικές αποδόσεις [46] :

- Ενεργειακά φυτά < 1.500 στρέμματα
- Ηλίανθος (79στρέμματα Νομός Καρδίτσας + 10στρέμματα)
- Ελαιοκράμβη (300στρέμματα Συμβατικής γεωργίας + 30στρέμματα)
- Σόργο (40στρέμματα Νομός Καρδίτσας + 60στρέμματα)
- Αγριαγκινάρα (500στρέμματα Agricon + 50στρέμματα)

Οι καλλιέργειες στη Θεσσαλία

Συμβατικές

Στη Θεσσαλία επικρατούν δύο κύριες μονοκαλλιέργειες που καλύπτουν το 85% της καλλιεργούμενης έκτασης [46]:

- ξηρικό στάρι σε 128,7 kha
- αρδευόμενο βαμβάκι σε 152 kha
- μηδική, αραβόσιτος, τεύτλα και άλλα σε 52,5 kha

Ενεργειακές

Πιλοτικές εκτάσεις μικρής κλίμακας [46] :

- Ερευνητικές δραστηριότητες 3-14 ετών
- Ελαιοκράμβη, αγριαγκινάρα, ηλίανθος, σόργο ινώδες, σόργο γλυκό, μίσχανθος, κενάφ

Πειραματικές

Καλλιέργειες σε τρεις τύπους εδαφών (γόνιμα επίπεδα, γόνιμα επικλινή και άγονα επικλινή εδάφη).

Πίνακας 7.2 : Καλλιεργήσιμες εκτάσεις και αποδόσεις καλλιεργήσιμων προϊόντων στη Θεσσαλία [45]

ΘΕΣΣΑΛΙΑ		ΛΑΡΙΣΑ	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	ΤΡΙΚΑΛΑ	ΜΑΓΝΗΣΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ
ΣΙΤΑΡΙ	ΕΚΤΑΣΗ (στρ.)	778000	778000	82000	82000	1287000
	ΑΠΟΔΟΣΗ (Kg/στρ.)	417	417	173	173	359
ΒΑΜΒΑΚΙ	ΕΚΤΑΣΗ (στρ.)	680000	680000	150000	150000	1520000
ΥΠΟΛΟΙΠΑ	ΕΚΤΑΣΗ (στρ.)	183000	183000	266000	266000	525000

Προοπτικές

Προοπτική έως 2 εκατομμυρίων στρεμμάτων ενεργειακών καλλιεργειών στη Θεσσαλία. Δεδομένου ότι η καλλιεργούμενη έκταση αποτελεί το $1/3 - 1/2$ του δυναμικού καλλιεργήσιμης έκτασης της Θεσσαλίας. Εκτιμώμενη μέγιστη δυναμικότητα 1 Mtoe υγρών και στερεών βιοκαυσίμων (2030).

Πίνακας 7.3 : Εκτιμώμενες Βιοκαλλιέργειες στη Θεσσαλία [45]

ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ
ΣΤΕΡΕΟ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΟ	800.000	1.000.000
ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ	50.000	500.000 (ηλίανθος)
ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ	300.000	500.000 (γλυκό σόργο)
ΣΥΝΟΛΟ	1.150.000	2.000.000

Τα δύο τελευταία χρόνια στην Περιφέρεια Θεσσαλίας έχουν υποβληθεί αρκετές αιτήσεις από ιδιώτες που ενδιαφέρονται να επενδύσουν στη βιομάζα και να δημιουργήσουν μονάδες παραγωγής [44]. Ήδη στην Καρδίτσα έχουν γίνει 5 επενδύσεις στις Σοφάδες και στον Παλαμά μετά από σχετικές εγκρίσεις που δόθηκαν για τους περιβαλλοντικούς όρους ενώ αντίστοιχα στα Τρίκαλα έχουν υποβληθεί 4 επενδυτικά σχέδια [44]. Στην Καλαμπάκα, τη Φαρκαδόνα και την πόλη των Τρικάλων. Οι δύο επενδύσεις αφορούν σε βιομάζα και οι δύο

σε βιοαέριο. Στην περιοχή των Φαρσάλων αντίστοιχα δημιουργείται μία μεγάλη μονάδα, με κόστος επένδυσης 15 εκ. ευρώ και έπεται συνέχεια [44].

Στη Β΄ ΒΙΠΕ Βόλου πρόκειται να υπάρξει εγκατάσταση μονάδων καύσης βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό έχει απασχολήσει το δημοτικό συμβούλιο Ρήγα Φεραίου, το οποίο μέχρι τώρα έχει ταχτεί αρνητικά [44]. Τα αιτήματα που έχουν κατατεθεί για την εγκατάσταση μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με την καύση βιομάζας αφορούν στη μία περίπτωση μονάδα ισχύος 1 MW στο Ριζόμυλο για την οποία βέβαια η αρμόδια επιτροπή περιβάλλοντος της Περιφέρειας Θεσσαλίας άναψε το πράσινο φως εγκρίνοντας τους περιβαλλοντικούς όρους [44].

Η δεύτερη επένδυση αφορά στην εγκατάσταση σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο pellets βιομάζας, ισχύος 1 MW, στην περιοχή «Πολυζέικα» Αερινού στο Δήμο Ρήγα Φεραίου για την οποία αποφασίστηκε να γίνει πρώτα ενημέρωση του τοπικού συμβουλίου και μετά να τοποθετηθεί το συμβούλιο [44].

Υπάρχει επίσης μία τρίτη επένδυση καθώς ιδιωτική εταιρεία έχει σχεδιάσει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα που ήδη έλαβε την έγκριση περιβαλλοντικών πόρων από την Περιφέρεια Θεσσαλίας και την αρμόδια επιτροπή [44]. Στόχος της είναι να παράγει ενέργεια ισχύος 5 MW, ενώ εκτιμάται ότι θα προσεγγίζει τις 112.000 MWh ετησίως. Παράλληλα στο πλαίσιο της συνεργασίας και της προσφοράς στην τοπική κοινωνία είχε τότε προτείνει στο Δήμο ένα πλαίσιο προτάσεων, όπως δίκτυο τηλεθέρμανσης για τα σπίτια αλλά και τα δημοτικά κτίρια [44].

Συμπεράσματα

Συστηματική αξιολόγηση δυναμικού ενεργειακών καλλιεργειών της Θεσσαλίας

- Αξιολόγηση εδαφών για ενεργειακές καλλιέργειες
- Αξιολόγηση ενεργειακών καλλιεργειών
- Εξεύρεση/ανάλυση νέων ποικιλιών
- Συμπερασματική αξιολόγηση κόστους παραγωγής βιομάζας

Άλλοι τύποι βιομάζας

- Αγροτικά απόβλητα, υπολείμματα ξυλείας κτλ.



Εικόνα 7.3 : Βιοκαύσιμο pellet [47]

Αγριαγκινάρα

Η αγριαγκινάρα είναι πολυετές φυτό, με υψηλές αποδόσεις 2,5-3 τόνων/στρέμμα. Αναπτύσσεται από τον Οκτώβριο μέχρι τον Ιούνιο με το νερό της βροχής και η παραγόμενη βιομάζα έχει τη δυνατότητα να αξιοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικού ρεύματος [46].

Σύμφωνα με την «Τράπεζα Ενέργειας» η Εταιρεία ολοκλήρωσε την αγορά 45 γηπέδων σε επικλινή σημεία του κάμπου της Θεσσαλίας και γειτονικούς νομούς, για την άνετη απορρόφηση της παραγόμενης βιομάζας από τους αγρότες, στις ακόλουθες θέσεις [48]:

- Σοφάδες : 5 σταθμοί, συνολικής ισχύος 10 MW
- Φάρσαλα : 5 σταθμοί, συνολικής ισχύος 10 MW
- Βασιλικά Λαρίσης : 8 σταθμοί, συνολικής ισχύος 20 MW
- Νίκαια Λαρίσης : 2 σταθμοί, συνολικής ισχύος 5 MW
- Αερινό Βόλου : 6 σταθμοί, συνολικής ισχύος 15 MW
- Ματαράγκα Καρδίτσας : 8 σταθμοί, συνολικής ισχύος 20 MW
- Πρόδρομος Καρδίτσας : 4 σταθμοί, συνολικής ισχύος 12 MW
- Νομή Τρικάλων : 4 σταθμοί, συνολικής ισχύος 10 MW

- Γιοφύρια Καρδίτσας : 4 σταθμοί, συνολικής ισχύος 10 MW
- Πασχαλίτσα Καρδίτσας : 4 σταθμοί, συνολικής ισχύος 10 MW



Εικόνα 7.4 : Αγριαγκινάρα [49]

Εργοστάσιο ηλεκτρικής Ενέργειας από Βιομάζα

Το νεοσύστατο εργοστάσιο έχει έδρα την Καρδίτσα, το οποίο καίει βιομάζα που παράγεται από αγριαγκινάρα και ηλίανθο. Επίσης παράγει βιομάζα και από υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών ή ξύλα σε μορφή pellets [50].

7.10 Πράσινο Θερμοκήπιο προωθείται στη Θεσσαλία

«Η ιδέα είναι καινοτόμος και πιστεύουμε ότι μπορεί να δώσει σημαντική ώθηση στην τοπική αγροτική οικονομία. Θεωρούμε ότι το έργο μπορεί να υλοποιηθεί και σταδιακά να επεκταθεί μέσω της δύναμης του παραδείγματος» [50].

Οι βασικοί στόχοι του έργου είναι [50] :

- Η προστασία του περιβάλλοντος (χρήση φιλοπεριβαλλοντικών γεωργικών πρακτικών)
- Η εξοικονόμηση ενέργειας (χρήση ΑΠΕ)
- Η ορθολογική διαχείριση υδάτινων πόρων

- Η βελτίωση του εισοδήματος και του τρόπου ζωής των κατοίκων των αγροτικών περιοχών (αειφόρος ανάπτυξη αγροτικών περιοχών)



Εικόνα 7.5 : Ένα παράδειγμα πράσινου θερμοκηπίου [50]

Υπολογίζεται πως περίπου 3 kg CO₂ εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα για κάθε λίτρο καυσίμου που χρησιμοποιείται για την συμβατική θέρμανση θερμοκηπίων. Η θέρμανση του θερμοκηπίου με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιομάζα + αντλίες θερμότητας) αναμένεται να οδηγήσει [50] :

- Δραματική μείωση των εκπομπών αερίων ρυπαντών
- Δημιουργία νέων μόνιμων θέσεων εργασίας
- Εξοικονόμηση σημαντικών πόρων από την εισαγωγή συμβατικών καυσίμων

Η λειτουργία του πράσινου πιλοτικού θερμοκηπίου και η υιοθέτηση του σε ευρεία κλίμακα, ως επιτυχημένη επιχειρηματική πρακτική στην Ελλάδα, έχει ως κύριο στόχο την τόνωση του ενδιαφέροντος για την εξάπλωση των θερμοκηπιακών καλλιεργειών στην περιοχή της Θεσσαλίας, η οποία αποτελεί την καρδιά της ελληνικής γεωργίας σε αντικατάσταση των παραδοσιακών θερμοκηπιακών καλλιεργειών οι οποίες οικονομικά είναι μη βιώσιμες [50]. Επίσης, επισημαίνεται ότι για την υλοποίηση του προτεινόμενου έργου το Επιμελητήριο Τρικάλων έχει εξασφαλίσει την υποστήριξη και ενεργό εμπλοκή και συμμετοχή των [50] :

- Γεωπονικού τμήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
- Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογίας Θεσσαλίας (ΚΕΤΕΑΘ)
- Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Wageningen University, Department of Plant Sciences, Horticultural Supply Chains Ολλανδίας

Παράλληλα, με την ολοκλήρωση της κατασκευής του θερμοκηπίου και των συστημάτων θέρμανσης, θα ξεκινήσει σειρά σεμιναρίων για εκπαίδευση γεωπόνων, γεωργικών μηχανικών, αλλά και νέων τεχνολογιών των θερμοκηπίων και νέων τεχνικών και μεθόδων καλλιέργειας στο θερμοκήπιο [50].

7.11 Εργοστάσιο Α.Γ.Ε.Τ. στην περιοχή του Βόλου

Για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου άνθρακα και την εξοικονόμηση και σταδιακή αντικατάσταση μη ανανεώσιμων ορυκτών καυσίμων το εργοστάσιο Βόλου χρησιμοποιεί βιομάζα, από υπολείμματα αγροτικών καλλιεργειών βαμβακιού και καλαμποκιού της περιοχής Θεσσαλίας. Επίσης, στο μίγμα καυσίμων του εργοστασίου έχει προστεθεί η χρήση φυσικού αερίου στην προθέρμανση των μονάδων παραγωγής τσιμέντου [72].

Το Μάιο του 2008, το εργοστάσιο του Βόλου ολοκλήρωσε επένδυση ύψους 2 εκατ. Ευρώ και αποτέλεσε την πρώτη μονάδα της ΑΓΕΤ Ηρακλής που χρησιμοποιεί βιομάζα, με σκοπό τη μερική αντικατάσταση κατά 10% των ορυκτών καυσίμων [72]. Το 2008 χρησιμοποιήθηκαν στο εργοστάσιο 7.500 tn βιομάζας. Εξοικονομήθηκαν 3.200 tn ορυκτών καυσίμων και δεν εκλύθηκαν 8.950 tn διοξειδίου άνθρακα αντίστοιχα [72].

Η συλλογή βιομάζας αφορά σε υπολείμματα καλλιεργειών βαμβακιού, καλαμποκιού, ντομάτας, σιταριού και ελαιοκράμβης [72]. Το εργοστάσιο του Βόλου συνεργάζεται με τοπικούς παραγωγούς από τη Θεσσαλία και τη Βοιωτία. Η βιομάζα δεματοποιείται σε μεγάλες κυλινδρικές μπάλες, με τη χρησιμοποίηση κατάλληλου χορτοδετικού μηχανήματος [72]. Οι μπάλες βιομάζας μεταφέρονται σε διάταξη τεμαχισμού (shredder) που διαθέτει φίλτρο αποκονίωσης. Από τον τεμαχιστή το υλικό μεταφέρεται μέσω κλειστού μεταφορικού συστήματος σε κλειστό μεταλλικό σιλό τεμαχισμένου υλικού και στη συνέχεια στη διάταξη ζύγισής του. Η βιομηχανική καύση βιομάζας πραγματοποιείται σε υψηλές θερμοκρασίες (άνω των 1100 °C) και τα παραγόμενα αέρια πριν την έξοδό τους στην ατμόσφαιρα διέρχονται από τα υφιστάμενα φίλτρα [72].

Η ΑΓΕΤ Ηρακλής αύξησε το 2013 το ποσοστό υποκατάστασης με εναλλακτικά καύσιμα σε 4,85% σε σύγκριση με 2,80% το 2012. Για το 2014 εκτιμάται ότι ο βαθμός

υποκατάστασης με εναλλακτικά καύσιμα στην εταιρεία θα είναι περίπου 14%. Στο πλαίσιο του προγράμματος δράσης για τη βιώσιμη ανάπτυξη, Στόχοι Αειφορίας 2020, στόχος είναι η χρήση μη ορυκτών καυσίμων να ανέλθει στα εργοστάσια τσιμέντου σε ποσοστό 40%, συμπεριλαμβανομένης της βιομάζας, έως το 2020 [73].

7.12 Συμπεράσματα

Στο παρόν κεφάλαιο μελετήσαμε τη βιομάζα ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Είδαμε τί χαρακτηρίζεται ως βιομάζα και τις διάφορες διεργασίες της. Αφού πρώτα παρουσιάσαμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης της βιομάζας, αναφερθήκαμε στην αξιοποίησή της στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας. Είδαμε με λεπτομέρεια τις καλλιέργειες που υπάρχουν για τη χρησιμοποίηση βιομάζας και αναφερθήκαμε σε μελλοντικές εγκαταστάσεις. Όπως και σε άλλες πηγές ενέργειας, παρατηρήσαμε και εδώ πολλές φωνές αντιλογίας από τοπικές κοινωνίες στην εγκατάσταση αυτών των μονάδων.

Στο παρόν κεφάλαιο μελετάμε την ηλιακή ενέργεια. Αποτελεί την πιο καθαρή μορφή ενέργειας που μπορεί να συναντήσει κάποιος στη φύση. Παρουσιάζουμε την ηλιακή ενέργεια ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και αναφερόμαστε στην κύρια διάταξη συλλογής της, στα φωτοβολταϊκά συστήματα. Αναλύουμε αυτά τα συστήματα και παρουσιάζουμε τα βασικά χαρακτηριστικά τους, καθώς είναι η κύρια τεχνολογία που συναντάμε στην Ελλάδα (πόσο μάλλον στη Θεσσαλία) για την αξιοποίηση αυτού του είδους ενέργειας. Αναφέρουμε συμπερασματικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα στη χρήση φωτοβολταϊκών και κατά επέκταση της ηλιακής ενέργειας και περιγράφουμε την κατάσταση που επικρατεί στη Θεσσαλία με τα φωτοβολταϊκά και τις πάρα πολλές μικροεγκαταστάσεις τέτοιου εξοπλισμού.

8.1 Ηλιακή Ενέργεια (Γενικά)

Η ηλιακή ενέργεια είναι η ενέργεια που βασίζεται στην εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και είναι η καθαρότερη μορφή ενέργειας που προσφέρεται από τη φύση [23, 32, 35]. Η ηλιακή ενέργεια ταξινομείται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο εκμετάλλευσής της. Η πρώτη κατηγορία αφορά τα παθητικά ηλιακά συστήματα, που μετατρέπουν τη δεσμευόμενη Ηλιακή Ενέργεια σε εσωτερική ενέργεια δομικών κατασκευών (βιοκλιματικά κτίρια). Η δεύτερη κατηγορία είναι τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα τα οποία μετατρέπουν την Ηλιακή Ενέργεια που δεσμεύουν σε εσωτερική θερμικού ρευστού (ηλιακοί θερμοσίφωνες). Η τρίτη κατηγορία συμπεριλαμβάνει τα φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα. Οι μετατροπές της ηλιακής ενέργειας σε διάφορες μορφές ενέργειας γίνονται μέσω των ηλιακών συστημάτων [32, 35].

8.2 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Μετά τον ηλιακό θερμοσίφωνα, ο οποίος αποτελεί μια γνωστή ηλιακή συσκευή, τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι ο πιο αποδοτικός μηχανισμός αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έγιναν γνωστά από το 1839, όπου για πρακτικούς σκοπούς χρησιμοποιήθηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 1950. Η ενέργεια που παραγόταν κόστιζε τότε περίπου 100 φορές περισσότερο από ότι η ενέργεια που παραγόταν με συμβατικό τρόπο [23]. Με το πέρασμα του χρόνου το κόστος από τα φωτοβολταϊκά

συστήματα, άρχισε να μειώνεται και να γίνεται ανταγωνιστικό σε σχέση με άλλες συμβατικές μορφές ενέργειας. Η ευαισθησία της κοινής γνώμης από τα προβλήματα που δημιουργούνται στο περιβάλλον από τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής και χρήσεις ενέργειας, σε συνδυασμό με τα οφέλη που διαθέτουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα, έχει ως αποτέλεσμα να αποτελούν μία από τις υποσχόμενες ενεργειακές τεχνολογίες για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Σοβαρό εμπόδιο αυτή τη στιγμή των φωτοβολταϊκών συστημάτων αποτελεί μόνο το κόστος τους [32].

Η Ελλάδα έχει το πλεονέκτημα σε σχέση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες, όσον αφορά την ανάπτυξη και την εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων, διότι διαθέτει υψηλά επίπεδα ηλιοφάνειας σχεδόν όλο τον χρόνο. Τα νησιά, που δεν είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο της ΔΕΗ, καθιστούν την χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων ιδιαίτερα ανταγωνιστική από οικονομική άποψη [35]. Παρόλο όμως αυτά, η Ελλάδα τοποθετείται στις τελευταίες θέσεις μεταξύ των μελών του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας σε σχέση με την εγκατάσταση στα φωτοβολταϊκά συστήματα [32].



Εικόνα 8.1 : Φωτοβολταϊκά συστήματα [50]

8.3 Δομή, λειτουργία και απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων

Η δομή ενός φωτοβολταϊκού συστήματος αποτελείται σε κάθε τύπο από το φωτοβολταϊκό πλαίσιο (που αποτελείται από τις φωτοβολταϊκές κυψέλες) τον αντιστροφέα

τάσης και τον πίνακα ελέγχου και αντίστροφα για διασυνδεδεμένο δίκτυο υπάρχει ο μετρητής της υπηρεσίας ηλεκτρισμού ενώ για αυτόνομα συστήματα (όπως φάρος) ρυθμιστής φόρτισης και συσσωρευτής [1].

Η λειτουργία και η δομή των φωτοβολταϊκών συστημάτων βασίζεται στους ημιαγωγούς, που συνδέονται σε ζεύγη αρνητικής και θετικής φόρτισης (p-n), με αποτέλεσμα να διαμορφώσουν μεγάλη επιφάνεια από ηλεκτροδιόδους [1]. Η σωστή κατασκευή της ηλεκτροδιόδου αποτελεί έναν βασικό παράγοντα επιτυχούς λειτουργίας της φωτοβολταϊκής κυψέλης ως ημιαγωγού [1].



Εικόνα 8.2 : Φωτοβολταϊκό στοιχείο [51]

Οι κυψέλες συνδέονται μεταξύ τους σε ομάδες και έτσι συνιστούν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Με τη σύνδεση σε σειρά το οπίσθιο ηλεκτρόδιο της μιας κυψέλης συνδέεται με το εμπρόσθιο της επόμενης και με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η αύξηση στην τάση, ενώ ισχύς πλαισίου και ισχύς κυψέλης ισούνται μεταξύ τους [52]. Αντίθετα, με την σύνδεση την παράλληλη το εμπρόσθιο ηλεκτρόδιο της μιας συνδέεται με το εμπρόσθιο της επόμενης και αντίστοιχα το οπίσθιο ηλεκτρόδιο της μιας με το οπίσθιο της επόμενης, με αποτέλεσμα η ισχύς του πλαισίου να αποτελεί άθροισμα της ισχύος των κυψελών, ενώ η τάση του ρεύματος ισούται με την τάση της μιας κυψέλης [52]. Υπάρχει η δυνατότητα να εφαρμοστούν διάφοροι συνδυασμοί των δυο αυτών τύπων σύνδεσης, τόσο μέσα στο ίδιο φωτοβολταϊκό πλαίσιο, όσο και μεταξύ των πλαισίων [52].

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα ημιαγωγών βασίζονται σε λειτουργίες κάποιων υλικών όπως αυτή του πυριτίου, το οποίο χρησιμοποιείται όταν απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία για να προκαλούν διαφορά δυναμικού και έτσι με την κίνηση των ηλεκτρονίων να παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα συνεχούς τάσεως [52]. Το φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από δυο ημιαγωγούς, όπου ο ένας με προσμίξεις έχει ένα λιγότερο ηλεκτρόνιο σθένους ανά άτομο, ενώ το σύστημα όταν φωτίζεται και απορροφάται δια μέσω των φωτονίων, ιονίζονται τα

άτομα πυριτίου, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται και άλλα ηλεκτρόνια και οπές [52]. Το εσωτερικό φράγμα δυναμικού της επαφής καλεί τα ηλεκτρόνια στον ημιαγωγό τύπου n και τις οπές στον ημιαγωγό τύπου p που έχει ένα λιγότερο ηλεκτρόνιο σθένους, δημιουργώντας διαφορά δυναμικού [52]. Τα κατάλληλα ηλεκτρόδια που είναι εγκατεστημένα επιτρέπουν την μονόδρομη ροή από το θετικό στο αρνητικό φορτίο με αποτέλεσμα να δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται συνήθως για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων: το άμορφο και το κρυσταλλικό (πολυκρυσταλλικό και μονοκρυσταλλικό) [52].

Οι ιδανικές συνθήκες λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού είναι σχετικά ψυχρές, φωτεινές και ηλιόλουστες μέρες του χρόνου, ενώ με βάση την κλίση τοποθετούνται σε γωνίες 30ο για την μη συγκέντρωση σκόνης και την δυνατότητα φυσικού καθαρισμού από βροχοπτώσεις [52]. Την απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων την επηρεάζουν οι μεγάλες ταχύτητες ανέμου που οδηγούν σε χαμηλές θερμοκρασίες λειτουργίας τους [52]. Ακολούθως, η ηλεκτροπαραγωγή των πλαϊσίων μειώνεται σημαντικά λόγω της ρύπανσης της επιφάνειάς τους από την επικάθηση σκόνης, φύλλων, χιονιού, γύρης, αλατιού από τη θάλασσα [52]. Επίσης, με την πάροδο των χρόνων, εμφανίζεται μια βαθμιαία πτώση όσον αφορά την παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ (1%-2% για κάθε έτος) [52]. Αξίζει να σημειωθεί ότι με την σκίαση από κολώνες, βλάστηση και κεραίες μειώνεται δραματικά η απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων [52]. Κατά την διάρκεια του σχεδιασμού ενός φωτοβολταϊκού συστήματος χρειάζεται να λαμβάνονται υπόψη οι ηλεκτρικές απώλειες στους αγωγούς που συνδέουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια στις συστοιχίες αλλά και στις συνδέσεις τους με άλλα μέρη του συστήματος (διατάξεις ρύθμισης, προστασίας και ελέγχου, συσσωρευτές, μετατροπείς) [52].

8.4 Κατηγορίες Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία ημιαγωγών (που είναι κυρίαρχα στην αγορά) και τα φωτοβολταϊκά οργανικά στοιχεία που σε ερευνητικό επίπεδο έχουν χαμηλή απόδοση. Σημαντικός παράγοντας και στις δυο κατηγορίες, είναι ο προσανατολισμός προς τον ήλιο με αποτέλεσμα μεγάλες διακυμάνσεις, παρόλο που τα φωτοβολταϊκά έχουν την δυνατότητα να αξιοποιούν πέρα από την άμεση ακτινοβολία και την διάχυτη, παράγοντας ηλεκτρισμό ακόμα και με τα σύννεφα. Ένας δεύτερος διαχωρισμός γίνεται σε διασυνδεδεμένο δίκτυο.

Αυτόνομα Φωτοβολταϊκά Συστήματα [53]

Αυτόνομα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ονομάζονται εκείνα τα αυτόνομα συστήματα ηλεκτροδότησης τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από τον ήλιο (φωτοβολταϊκά) η τον άνεμο (ανεμογεννήτρια) και την αποθηκεύουν σε συσσωρευτές (μπαταρίες), δίχως (μπορεί και να παραμείνουν και συνδεδεμένα με το δίκτυο) να συνδέονται με το δημόσιο δίκτυο παρέχοντας ενεργειακή αυτονομία μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου τα Αυτόνομα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να είναι και υβριδικά σε περίπτωση που υπάρχει συνεργασία και με άλλες πηγές ενέργειας όπως ένα μικρό υδροηλεκτρικό, μια ανεμογεννήτρια. Ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα είναι δυνατό να εξάγει συνεχή τάση (μικρά αυτόνομα σκάφη ή τροχόσπιτα που τροφοδοτούν DC μικρές συσκευές όπως ψυγεία και LED) ή εναλλασσόμενη τάση όπου απαιτείται μετατροπείας από DC σε AC που λέγεται αντιστροφείας). Τα συστήματα αυτόνομης ηλεκτροδότησης διακρίνονται σε συστήματα με αποθήκευση (υπάρχει πραγματική αυτονομία) ή χωρίς αποθήκευση (υπάρχει σύνδεση με την ΔΕΗ). Η αυτονομία ενός συστήματος με φωτοβολταϊκά εξαρτάται από το μέγεθος της φωτοβολταϊκής συστοιχίας αλλά και της μπαταρίας. Σε ένα σύστημα αυτόνομης παραγωγής ενέργειας χωρίς αποθήκευση όσο φωτίζεται από τον ήλιο η φωτοβολταϊκή συστοιχία η παραγόμενη ενέργεια αποδίδεται στην κατανάλωση χωρίς να αποθηκεύεται σε συσσωρευτές. Το πλεόνασμα εξαφανίζεται και κατά τη διάρκεια μη ύπαρξης ηλιοφάνειας δεν υπάρχει καθόλου τάση. Στα αυτόνομα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με αποθήκευση η παραγόμενη ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για την απευθείας τροφοδοσία των καταναλώσεων και αυτή που περισσεύει αποθηκεύεται σε μπαταρίες ώστε να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της νύχτας ή περιόδου συννεφιάς. Ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό με αποθήκευση περιλαμβάνει εκτός από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και τους συσσωρευτές, έναν ελεγκτή φόρτισης, ο οποίος ελέγχει τους κύκλους φόρτισης και εκφόρτισης των μπαταριών, σε σχέση με τη ζήτηση των καταναλώσεων και τις συνθήκες ηλιοφάνειας και έναν αντιστροφέα μετατροπής της τάσης από συνεχή σε εναλλασσόμενη. Ανάλογα με τον τρόπο διασύνδεσης τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα διακρίνονται σε DC coupled και σε AC coupled. Μικρότερα σχετικά αυτόνομα συστήματα (κάτω από 5 kWp) έχουν κοινό σημείο αναφοράς τη συστοιχία συσσωρευτών (DC coupling) ενώ τριφασικά και μεγαλύτερα συστήματα διασυνδέονται σε εναλλασσόμενη τάση (AC coupling). Η πρώτη τεχνική έχει χαμηλότερο κόστος αλλά

μειωμένες δυνατότητες και αντοχή ενώ η δεύτερη αυξημένο κόστος με μικρότερες απώλειες μετατροπών [53].

Τα συστήματα αυτόνομης ηλεκτροδότησης είναι ιδανική επιλογή για εξοχικές κατοικίες (τροχόσπιτα, τροχοβίλες, απομακρυσμένες επιχειρήσεις, κ.α.), για σπίτια που δεν μπορούν να συνδεθούν με το δημόσιο δίκτυο της ΔΕΗ και για απομακρυσμένες τουριστικές επιχειρήσεις (αυτόνομο για καντίνα, για ζαχαροπλαστείο, για ενοικιαζόμενα, μικρό ξενοδοχείο κα.). Επίσης τα συστήματα αυτονομίας ρεύματος αποτελούν μια καλή λύση (παρέχοντας ενεργειακή αυτονομία) για ένα νοικοκυριό ή μία επιχείρηση που θέλει σε περίπτωση διακοπής της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος (απεργίες ΔΕΗ, διακοπή ρεύματος κλπ.) να έχει αυτονομία ρεύματος σε κάποια βασικά φορτία (ψυγείο, φωτισμό, τηλεόραση, Internet, συναγερμός, κλπ.) [53].

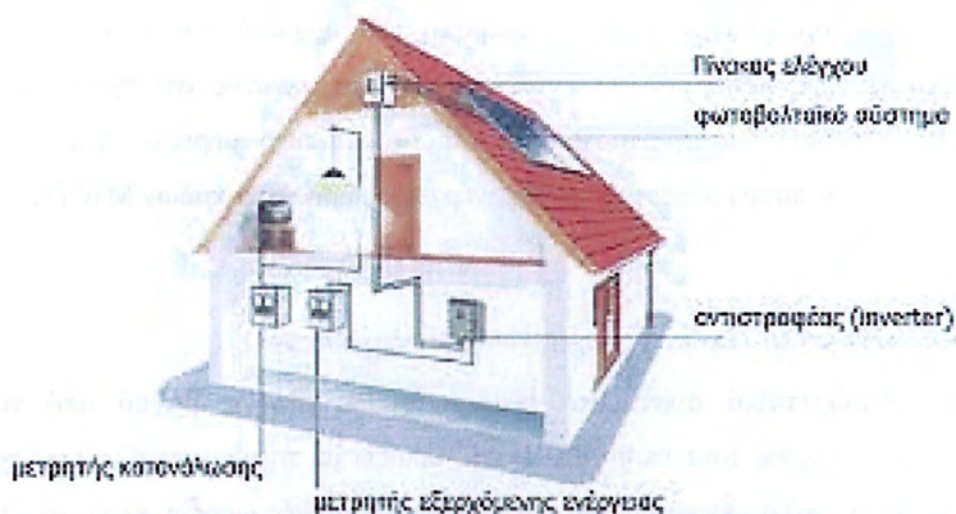


Εικόνα 8.3 : Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα [54]

Διασυνδεδεμένα Φωτοβολταϊκά Συστήματα [53]

Στα Διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα με το δίκτυο, η ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά, τροφοδοτεί τα ηλεκτρικά φορτία και η ηλεκτρική ενέργεια που περισσεύει αν υπάρχει μεταφέρεται και πωλείται στο δίκτυο. Σε περιπτώσεις όμως που η ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν είναι αρκετή με σκοπό να καλύψει τα φορτία παρέχεται συμπληρωματική ενέργεια. Άρα στα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα βρίσκονται δυο μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Ο πρώτος μετράει την ενέργεια που

προσφέρεται στο δίκτυο και ο δεύτερος την ενέργεια που παράγει το δίκτυο. Επιπροσθέτως, στη περίπτωση των διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν είναι αναγκαία η χρήση συσσωρευτών, γεγονός που μειώνει το αρχικό κόστος της εγκατάστασης αλλά και το κόστος συντήρησης [53].



Εικόνα 8.4 : Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα [55]

8.5 Πλεονεκτήματα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Η μηδενική ρύπανση του περιβάλλοντος, η αθόρυβη λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων, η αξιοπιστία και η μεγάλη διάρκεια ζωής τους, η ανεξαρτησία από τα καύσιμα και η ενεργειακή κάλυψη απομακρυσμένων περιοχών, η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας που παρέχουν δεν έχει σχέση με την τιμή των καυσίμων, η δυνατότητα επέκτασης του σταθμού παραγωγής ενέργειας σχετικά με τις ανάγκες των κατοίκων και η ελάχιστη συντήρηση που απαιτούν, είναι τα κυριότερα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας (δημιουργία υβριδικών συστημάτων) [23].

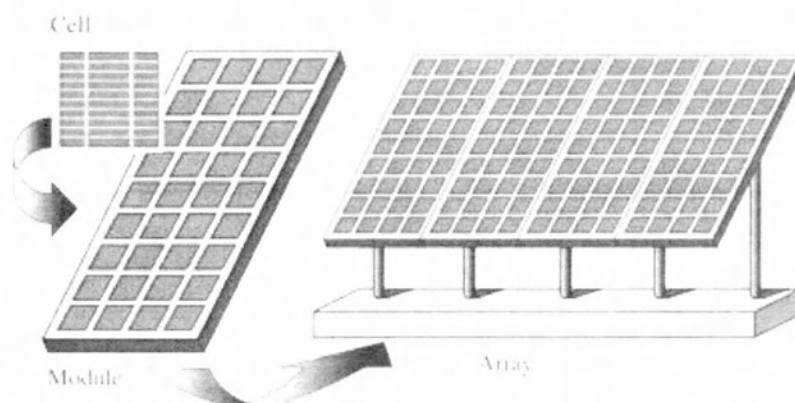
Τα φωτοβολταϊκά συστήματα καλύπτουν μεγάλη επιφάνεια για αυτό συνήθως τοποθετούνται σε απομακρυσμένες περιοχές. Σε περιπτώσεις που τοποθετούνται σε οροφές η διαθέσιμη επιφάνεια τους αξιοποιείται. Έχουν ελάχιστες απαιτήσεις επίβλεψης και συντήρησης [23]. Όσον αφορά την αισθητική για τα συστήματα που βρίσκονται εκτός οικισμών είναι δυνατή η «απόκρυψη» με φυσικά μέσα, ενώ έχει πραγματοποιηθεί σημαντική πρόοδος για την αισθητική των συστημάτων που τοποθετούνται σε κτίρια. Πλέον, έχουν

καλή αντοχή σε ακραίες καιρικές συνθήκες (ισχυρούς ανέμους) [23]. Αξιόλογο είναι το γεγονός, ότι κατά την διάρκεια λειτουργίας των φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν ζημιώνεται το περιβάλλον και οι εκπομπές ρύπων είναι μηδενικές καθώς ένα βασικό υλικό για τα περισσότερα πλαίσια που είναι το πυρίτιο, είναι εντελώς αβλαβές υλικό που υπάρχει σε αφθονία στην φύση και τέλος, δεν προκαλείται ηχορύπανση [23, 32].

Αποτελούν βαθμωτά συστήματα. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να επεκταθούν, ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη, χωρίς μετατροπή του αρχικού συστήματος [23, 56]. Στα πλεονεκτήματά τους μπορούμε να εντάξουμε και το γεγονός ότι έχουν μεγάλο εύρος εφαρμογών. Μπορούν να εγκατασταθούν για την κάλυψη μερικών Watt, έως και για μεγάλους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μερικών δεκάδων MW [8, 23, 56].

8.6 Μειονεκτήματα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες, ενώ η έξοδος τους επηρεάζεται και αλλάζει με τη νέφωση. Για την εγκατάστασή τους απαιτείται μεγάλη επιφάνεια γης και κατά τις βραδινές ώρες η παραγωγή τους πέφτει στο μηδέν. Τέλος, για την επένδυσή τους το κόστος είναι υψηλό. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο γεγονός ότι το κόστος παραγωγής τους είναι ακόμα υψηλό [23, 32]. Ακόμα, ο χαμηλός βαθμός συνολικής απόδοσής τους, που είναι κάτω από 20%, αποτελεί ένα σημαντικό μειονέκτημα [23]. Σε εφαρμογές που απαιτείται η αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, αυτή γίνεται με τρόπο μη αποδοτικό. Επίσης, το κόστος των συσσωρευτών αποθήκευσης είναι σχετικά υψηλό [23].



Εικόνα 8.5 : Βασική σύνθεση μιας φωτοβολταϊκής συστοιχίας [14]

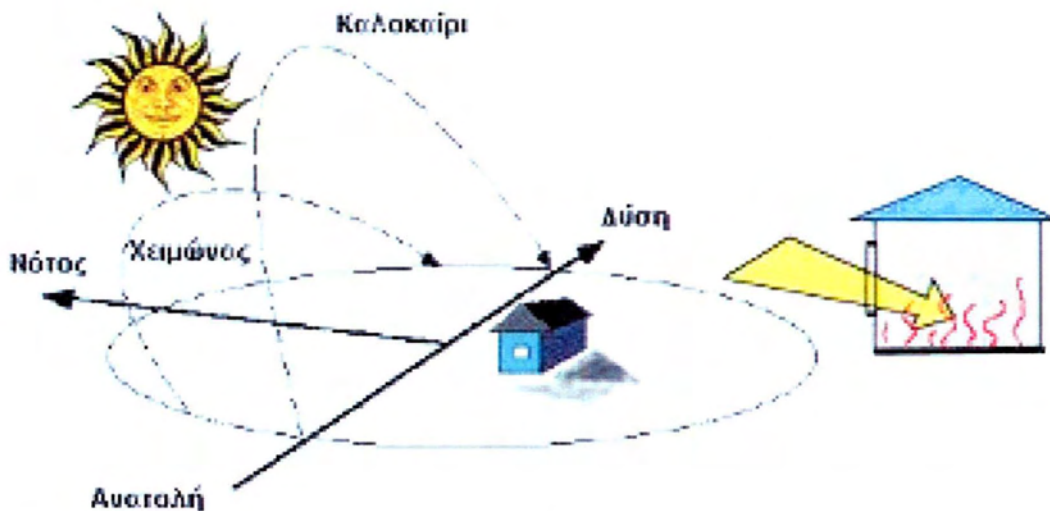
8.7 Προϋποθέσεις κτιρίων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα για να λειτουργούν με την μέγιστη απόδοση χρειάζεται να τηρούν ορισμένες προϋποθέσεις. Πρώτον, να υπάρχει ελεύθερος χρόνος χωρίς σκιά. Η απόδοση είναι μικρή αν ο χώρος δεν είναι 100% ασκίαστος. Δεύτερον, να έχουν νότιο προσανατολισμό γιατί δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία με τη μέγιστη πυκνότητά της για μεγάλο διάστημα τις ώρες της νύχτας. Αποκλίσεις από το Νότο επιτρέπονται αλλά μειώνεται η απόδοση. Τρίτον, σημαντικός παράγοντας είναι η σωστή κλίση του φωτοβολταϊκού όσον αφορά το οριζόντιο επίπεδο. Τις περισσότερες φορές επιλέγεται μια κλίση που έχει τη δυνατότητα να δίνει καλύτερα αποτελέσματα όλη την διάρκεια του έτους. Στην Ελλάδα, η βέλτιστη κλίση είναι γύρω στις 25ο -35ο. Τέταρτον, να υπάρχει κατάλληλος χώρος για τα εγκατεστημένα ηλεκτρονικά συστήματα και τις μπαταρίες [56].

8.8 Παθητικά Ηλιακά και Υβριδικά Συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι κτίσματα έξυπνα σχεδιασμένα, που συλλέγουν και αποθηκεύουν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση, κυρίως τον χειμώνα. Υπάρχουν και κάποια παθητικά συστήματα τα οποία εξασφαλίζουν δροσισμό για τις μέρες του καλοκαιριού με φυσικό τρόπο. Σε περίπτωση που αυτά τα συστήματα συνοδεύονται από μηχανικό σύστημα χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης όπως ανεμιστήρας, λέγονται υβριδικά. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, συνοδεύονται και από άλλες ονομασίες όπως: παθητικός ηλιακός σχεδιασμός, ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων, βιοκλιματική αρχιτεκτονική [32].

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι ένας ευρύτερος κλάδος, που στοχεύει στην εναρμόνιση των κτιρίων με το περιβάλλον καθώς και με το μικροκλίμα της περιοχής τους. Αυτός ο στόχος μπορεί να πραγματοποιηθεί με την χρήση απλών υλικών και μεθόδων για την παροχή θερμότητας και οπτικής άνεσης στους αντίστοιχους χώρους. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στην συλλογή και την απομάκρυνση της θερμότητας και της ηλιακής ακτινοβολίας με απλό και φυσικό τρόπο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα έχουν άμεση σχέση με τα στοιχεία ενός βιοκλιματικού κτιρίου [32].



Εικόνα 8.6 : Παθητικά ηλιακά συστήματα. Νότιος προσανατολισμός κτιρίου [7]

Τρόπος λειτουργίας των παθητικών ηλιακών συστημάτων [32]

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί την αρχή της λειτουργίας όλων των παθητικών ηλιακών συστημάτων. Με το φαινόμενο του θερμοκηπίου εννοούμε τη συλλογή και τον εγκλωβισμό της ηλιακής ενέργειας με την μορφή της θερμότητας σε ένα χώρο περικλειστο από γυαλί και την αποθήκευση της θερμότητας που περισσεύει κατά την συλλογή της στη μάζα του κτιρίου, με σκοπό να αποφευχθεί η υπερθέρμανση και η θερμότητα στο χώρο όλες τις ώρες. Το τζάμι προσανατολισμένο στο νότο αποτελεί το πιο απλό παθητικό ηλιακό σύστημα. Με τον προσανατολισμό αυτό κατορθώνεται περισσότερη συλλογή ηλιακής ενέργειας την διάρκεια του χειμώνα. Πρόκειται για ένα σύστημα άμεσου κέρδους, όπου πρέπει να συνοδεύεται και από κάποια μάζα μέσα στο κτίριο για να δεσμεύει τη θερμότητα [32].

Ένα παθητικό ηλιακό σύστημα πρέπει να σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να δέχεται αρκετό ήλιο το χειμώνα και ελάχιστο το καλοκαίρι. Αυτό μπορεί να γίνει με τον προσανατολισμό των περισσότερων παραθύρων προς το νότο και με την τοποθέτηση σκιάστρων πάνω από τα παράθυρα, με αποτέλεσμα να εμποδίζεται ο ήλιος που έρχεται το καλοκαίρι και βρίσκεται ψηλότερα [32]. Ακολούθως, απαιτείται καλή μόνωση, ώστε η ζέστη του χειμώνα και η δροσιά του καλοκαιριού να μην χάνεται προς τα έξω. Σημαντικό ρόλο έχει και η θερμική μάζα των κτιρίων δηλαδή βαριά υλικά στα δάπεδα και τους τοίχους, τα οποία διατηρούν τη θερμοκρασία στο κτίριο τη νύχτα [32].

Βασικοί παράγοντες για να λειτουργεί ένα παθητικά ενεργό κτίριο όλο τον χρόνο είναι ο σωστός προσανατολισμός, η επαρκής θερμική μάζα και η θερμοκρασία που επικρατεί στο κέλυφος. Για την καλύτερη λειτουργία των παθητικών ηλιακών συστημάτων χωρίς να υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις, αποτελεί το γεγονός ότι πρέπει να συνοδεύονται από συστήματα ηλιοπροστασίας τις μέρες του καλοκαιριού (σύστημα σκιασμού) [32].

Το τελευταίο διάστημα με τα παθητικά ηλιακά συστήματα υπάρχει έντονο ενδιαφέρον στη χρήση παθητικών συστημάτων δροσισμού των κτιρίων. Πρόκειται για απλές μεθόδους βελτίωσης της θερμικής άνεσης μέσα στα κτίρια. Δεν εμφανίζουν προβλήματα αλλοίωσης του αέρα, όπως παρατηρείται με τα συστήματα κλιματισμού [32]. Τα πιο γνωστά είναι τα συστήματα σκίασης και αερισμού, καθώς επίσης και τα συστήματα αποβολής θερμικής ακτινοβολίας από την οροφή των κτιρίων, συστήματα εξατμιστικής ψύξης και δροσισμού δια μέσω του εδάφους [32]. Στα παθητικά συστήματα δροσισμού με σκίαση χρειάζεται μέσα στο κτίριο να εισέρχεται μικρή ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας και μόνο όσο απαιτείται για το φωτισμό του. Με την δημιουργία ρευμάτων αέρος μέσα στον χώρο, με κατάλληλη διαμπερή τοποθέτηση των παραθύρων και όλων των ανοιγμάτων, επιτυγχάνεται η αίσθηση της δροσιάς. Λόγω των εξωτερικών υψηλών θερμοκρασιών, τα ανοίγματα θα πρέπει να είναι κλειστά και ο διαμπερής αερισμός να πραγματοποιείται μόνο τις βραδινές ώρες [32].

Ένα παθητικό ενεργό κτίριο μπορεί να καλύψει το 70% των ενεργειακών αναγκών του στο κλίμα της Ελλάδας. Οι αρχές του ενεργειακού σχεδιασμού χρειάζεται να γίνονται πράξη σε κάθε « συμβατικό» κτίριο [23]. Ο σωστός προσανατολισμός, όπου μπορεί να υπάρξει, η επαρκής θερμική μάζα, η θερμομόνωση του κελύφους, η ηλιοπροστασία και ο εξαερισμός με φυσικό τρόπο τις μέρες του καλοκαιριού είναι παράγοντες άρρηκτα συνδεδεμένοι με την εύρυθμη λειτουργία κάθε παθητικά ενεργού κτιρίου για όλο το χρόνο [32].

8.9 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα

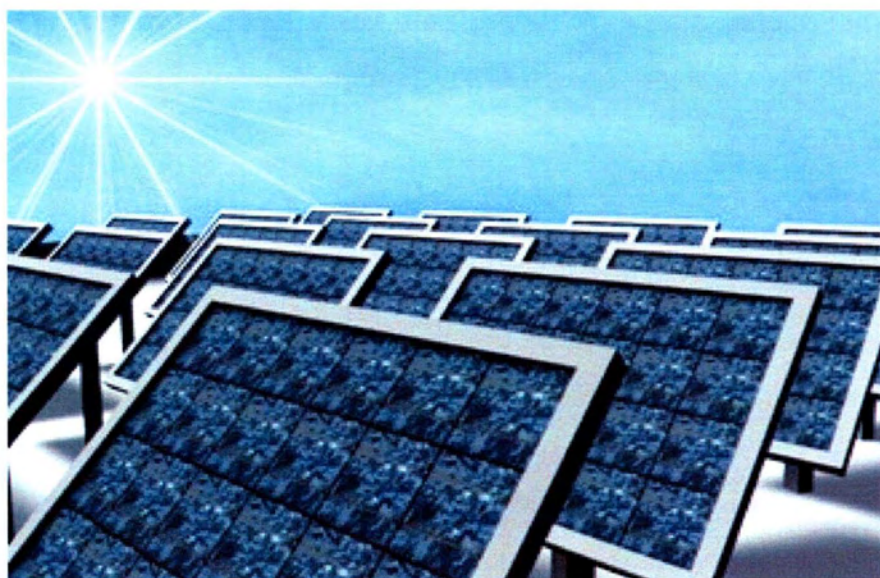
Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε θερμότητα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκεί που απαιτείται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης, όπως για οικιακή χρήση, για βιομηχανικές διεργασίες, αφαλάτωση, για αυτόνομα συστήματα ηλεκτροπαραγωγής, παραγωγή υδρογόνου και ηλεκτρόλυση αλλά και για παραγωγή καυσίμων. Η πιο συνηθισμένη ενεργητική εφαρμογή είναι η θέρμανση νερού από τους ηλιακούς θερμοσίφωνες. Οι ηλιακοί συλλέκτες που

τοποθετούνται συνήθως στις κορυφές των κτιρίων με νότιο προσανατολισμό και κλίση 30 - 60°, απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία και μεταφέρουν τη θερμότητα στο δοχείο αποθήκευσης [39, 40].

8.10 Αξιοποίηση της Ηλιακής Ενέργειας στη Θεσσαλία

Η ηλιακή ενέργεια στην Ελλάδα αναπτύσσεται με γρήγορους ρυθμούς και ειδικά στον τομέα των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Η Ελλάδα βρίσκεται σε πλεονεκτικότερη θέση σχετικά με τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες για την ανάπτυξη και εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων, διότι διαθέτει υψηλά επίπεδα ηλιοφάνειας σχεδόν όλο το χρόνο. Εξαιτίας του μεγάλου αριθμού των νησιών που δε συνδέονται με το δίκτυο της ΔΕΗ, τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι ανταγωνιστικά στον οικονομικό τομέα. Επίσης, η Ελλάδα μέχρι το Φεβρουάριο του 2013 κατείχε την τέταρτη θέση στην Ευρώπη σε εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών [56].

Η Θεσσαλία δεν βρίσκεται τόσο υψηλά στην κατάταξη σε εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών συστημάτων. Ωστόσο αξίζει να αναφερθεί η δημιουργία φωτοβολταϊκού πάρκου ενός μεγαβάτ (MW) στη βιομηχανική περιοχή του Βόλου το 2011. Το φωτοβολταϊκό πάρκο καλύπτει περίπου 20.000 τετραγωνικά μέτρα, εξοικονομεί πάνω από 1.200 τόνους επιβλαβή εκπομπές CO₂ και με 4.000 Power Plus πάνελ παράγει περισσότερο από 1.400 MW ηλιακό ρεύμα [44].



Εικόνα 8.7 : Φωτοβολταϊκό πάρκο 1 MW από την Conergy στο Βόλο [50]

Στην περιοχή της Θεσσαλίας συνολικά, δεν υπάρχει αξιόλογη μεγάλη εγκατάσταση εγκατεστημένου φωτοβολταϊκού δυναμικού παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Αντιθέτως υπάρχουν πολλές μικρές αγροτικές (όπως συνηθίζεται να λέγεται) εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών [22]. Ενδεικτικά, στη Θεσσαλία 370 αγρότες επένδυσαν σε φωτοβολταϊκά σε χωράφια ιδιοκτησίας τους, ενώ οι 153 βρίσκονται στο νομό Λάρισας. Μικρά φωτοβολταϊκά πάρκα υπάρχουν σε όλους τους αγροτικούς Δήμους της Περιφερειακής Ενότητας Λάρισας με τα περισσότερα να βρίσκονται στον Δήμο Φαρσάλων και στον Δήμο Κιλελέρ [70]. Μέχρι και το 2012 υπήρχαν πολλά έργα που είχαν πάρει έγκριση από το υπουργείο παραγωγικής ανασυγκρότησης, περιβάλλοντος και ενέργειας. Πολλά από αυτά προχώρησαν, ενώ άλλα από αυτά δεν εγκαταστάθηκαν καθόλου μετά και από την κρίση που σημειώθηκε με την πτώση στην τιμή αγοράς ρεύματος από την εταιρία παροχής [22]. Ενδεικτικά, σε σχετικό κατάλογο που υπάρχει αναρτημένος από το υπουργείο με βάση το πρόγραμμα διαφάνεια, είχαν εγκριθεί μικροεγκαταστάσεις σε όλη τη Θεσσαλία συνολικής ισχύος πάνω από 150 MW [22].

Τελευταίο καταγεγραμμένο έργο είναι η χορήγηση άδειας λειτουργίας Φωτοβολταϊκού Σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ισχύος 1,904 MW της εταιρείας ΔΟΜΟΚΑΤ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ Α.Ε. στη θέση «Γεντζελή» Δήμου Αλμυρού Π.Ε Μαγνησίας, προϋπολογισμού 5.300.000 € [50].

Γενικά στη Θεσσαλία έχουμε εγκατεστημένη ισχύς 110 MW χαμηλής τάσης, 169 MW μεσαίας τάσης και 10 MW υψηλής τάσης [50]. Εξαιτίας του πλήθους των μικροεπένδυσων και των πολλών ανενεργών εγκαταστάσεων (είτε λόγω αδυναμίας εκπλήρωσης των προϋποθέσεων της άδειας, είτε λόγω οικονομικού κόστους συντήρησης) είναι δύσκολο να υπολογιστεί με ακριβής ο αριθμός των εγκαταστάσεων στη Θεσσαλία συνολικά. Οποιαδήποτε στοιχεία συναντάμε υπάρχουν για το 2012 και πριν, ενώ μεταγενέστερα έχουμε μόνο σχετικές εκτιμήσεις καταγεγραμμένες.

8.11 Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό μελετήσαμε την ηλιακή ενέργεια. Αυτό έγινε μέσω της τεχνολογίας που τη χαρακτηρίζει στις μέρες μας, τα φωτοβολταϊκά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αναφέραμε κύρια χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών, καθώς και τον τρόπο λειτουργίας τους. Είδαμε τρόπους χρησιμοποίησης και την κατηγοριοποίησή τους. Αναφερθήκαμε στα υπέρ και τα κατά της χρήσης τους και επεκταθήκαμε στην κατάσταση που επικρατεί στη Θεσσαλία. Στην ευρύτερη περιοχή παρατηρούμε διάφορες μικρές

εγκαταστάσεις. Αυτές έχει επικρατήσει να τις ονομάζουμε αγροτικά φωτοβολταϊκά. Κάποια μεγάλη αξιόλογη μονάδα παραγωγής υψηλής ισχύος στη Θεσσαλία δεν υπάρχει. Γενικά, παρατηρούμε ότι η κρίση στις τιμές πώλησης παραγόμενου ρεύματος επηρέασε σημαντικά και ανεπανόρθωτα την επένδυση στην ηλιακή ενέργεια μέσω των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.

Το κεφάλαιο αυτό πραγματεύεται την προώθηση εξοικονόμησης ενέργειας. Ξεκινάει με τη σημασία της εξοικονόμησης ενέργειας και γίνεται μία αναφορά σε αυτή τόσο στα κτίρια, όσο και σε άλλους τομείς που επηρεάζονται άμεσα, όπως είναι οι μεταφορές. Στη συνέχεια, βλέπουμε την ανάγκη που υπάρχει για τη σχεδίασή των κτιρίων με βιοκλιματισμό και μελετάμε στην ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας στη βιομηχανία.

9.1 Η σημασία εξοικονόμησης Ενέργειας

Ο πολίτης έχει την ικανότητα να προστατεύσει ή να επιβαρύνει το περιβάλλον. Με τη συνεχή εκπαίδευση, ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών οδηγούμαστε στην ορθολογική χρήση της ενέργειας [58].

Η ορθολογική χρήση ενέργειας δίνει έμφαση στον αγώνα για τη μείωση των απωλειών ενέργειας και στη δυνατή αξιοποίηση κάθε μονάδας ενέργειας με σκοπό να μειωθεί η συνολική κατανάλωση της ενέργειας [58]. Βασικός άξονας της ορθολογικής χρήσης της ενέργειας είναι ο καταναλωτής να χρησιμοποιεί τόση ενέργεια όση ακριβώς χρειάζεται για να καλύψει τις ανάγκες του [58].

Οι πρακτικές για την εξοικονόμηση ενέργειας δια μέσω της ορθολογικής χρήσης αναπτύσσονται σε όλους τους τομείς, (μεταφορές, κτηριακός και οικιακός τομέας, βιομηχανία) και επισημαίνονται κυρίως στην αλλαγή της ανθρώπινης συμπεριφοράς σε διάφορα θέματα όπως: της ενεργειακής κατανάλωσης, της διαχείρισης του ενεργειακού φορτίου και χρήσης όπου περιλαμβάνουν τόσο εργαλεία εκπαίδευσης και ενημέρωσης για τη σημασία της ορθολογικής χρήσης ενέργειας, όσο και πρακτικές αξιολόγησης αυτών των εφαρμογών [58]. Η ανάπτυξη μέσω των δράσεων αυτών βασίζεται τόσο τρόπο αλλαγής στη συμπεριφορά όσο και στην εκτέλεση των διάφορων τεχνολογιών στην εξοικονόμηση ενέργειας [58].

Η εξοικονόμηση ενέργειας συμμετέχει στη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης, στη βελτίωση της ενεργειακής ασφάλειας της χώρας και στοχεύει στην προστασία του περιβάλλοντος [58].

9.2 Προώθηση Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτίρια

Ένας βασικός παράγοντας όπου ευθύνεται για το γεγονός ότι τα ελληνικά κτίρια είναι ενεργοβόρα είναι η παλαιότητά τους καθώς και η μη ενσωμάτωση σύγχρονης τεχνολογίας σε αυτά, εξαιτίας της έλλειψης νομοθεσίας τα τελευταία χρόνια [59]. Περισσότερα από τα κτίρια αντιμετωπίζουν προβλήματα όπως: τη μερική ή μηδενική έλλειψη θερμομόνωσης, τα κουφώματα (πλαίσια, μονοί υαλοπίνακες) τα οποία είναι παλαιάς τεχνολογίας, την ελλιπή ηλιοπροστασία των νότιων και δυτικών όψεων τους, τη μη επαρκή αξιοποίησή του υψηλού ηλιακού δυναμικού της χώρας και την ανεπαρκή συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού με συνέπεια την χαμηλή απόδοση [59].

Ακολούθως, ένας σημαντικός λόγος που καθορίζει την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου είναι η συμπεριφορά των ενοίκων. Η έλλειψη στην σωστή ενημέρωση των χρηστών-κατοίκων σε θέματα που αφορούν την ορθολογική χρήση και διαχείριση της ενέργειας, οδηγεί σε συμπεριφορές όπως: την εγκατάσταση μεμονωμένων κλιματιστικών συστημάτων δίχως μελέτη, την χρήση συσκευών χαμηλής απόδοσης ή την μη συντήρηση θέρμανσης [59].

Η εξοικονόμηση ενέργειας στο κτίριο επιτυγχάνεται μεν από τον κατάλληλο σχεδιασμό του κτιρίου και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων αλλά και μέσω της υψηλής απόδοσης των εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων η οποία βοηθά στην άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασης του, καθώς και των μελετών που τον προδιαγράφουν [43].

Αξίζει να σημειωθεί ότι βασικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας αποτελεί η σωστή ενεργειακά διαχείριση του κτιρίου, μια συστηματική, οργανωμένη δραστηριότητα που έχει να κάνει με ευρύ φάσμα διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων και στοχεύει στην εξασφάλιση συνθηκών και υπηρεσιών τέτοιων που να κάνουν την παραμονή των ενοίκων στα κτίρια ευχάριστη με την ελάχιστη δυνατή ενεργειακή κατανάλωση, και συνετή χρήση του ενεργειακού εξοπλισμού [43].

9.3 Ενεργειακή Διαχείριση Κτιρίων

Η ενεργειακή διαχείριση των κτιρίων βασίζεται σε τέσσερις βασικούς παράγοντες. Πρώτον, την χρήση των σωστών συστημάτων χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας (όπως: μονώσεις, υαλοπίνακες), το σύστημα σκίασης και ρύθμισης του φωτισμού και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις (για θέρμανση, ψύξη, αερισμό) και τις συσκευές. Δεύτερον, την αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για τις ανάγκες του κτιρίου.

Τρίτον, τον ενεργειακό έλεγχο με το κατάλληλο σύστημα όπου πετυχαίνεται η επιτήρηση και ο έλεγχος των ενεργειακών συστημάτων των κτιρίων. Το Building Energy Management System είναι γνωστό καθώς αποτελεί τη μοναδική λύση για την ορθολογική λειτουργία των εγκαταστάσεων σύγχρονης τεχνολογίας σε μεσαία και μεγάλα συγκροτήματα. Τέταρτον, την αρχή του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων και του περιβάλλοντος χώρου [31].

9.4 Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των κτιρίων σχετίζεται με το σχεδιασμό κτιρίων και χώρων με βάση το τοπικό κλίμα και αξιοποιεί τη ηλιακή ενέργεια με σκοπό να προστατεύει το περιβάλλον. Σημαντικός παράγοντας στον βιοκλιματικό σχεδιασμό είναι η ανέγερση κτιρίων με σκοπό την ενεργειακή τους κάλυψη με αποτέλεσμα να μην επιβαρύνεται η ατμόσφαιρα. Οι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι: η εξασφάλιση του ήλιου και η προστασία από τους ανέμους, η ελαχιστοποίηση της απώλειας της θερμότητας το χειμώνα, η προστασία από τον ήλιο, η εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων και η απομάκρυνση της θερμότητας που υπερισχύει το καλοκαίρι. Οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού κατηγοριοποιούνται σε σχέση με την εποχή. Έτσι την περίοδο του χειμώνα οι βασικές αρχές του είναι η μείωση των απωλειών εξαιτίας της έκθεσης σε χαμηλές θερμοκρασίες και η αύξηση του οφέλους λόγω της έκθεσης στον ήλιο, ενώ την περίοδο του καλοκαιριού, οι βασικές αρχές του είναι η προστασία από τον ήλιο(σκίαση), η χρήση διάφορων τεχνολογιών δροσισμού με χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και η τοπική χρήση υλικών κατασκευής που είναι διαθέσιμα.

Η αρχή του βιοκλιματικού σχεδιασμού ορίζει ότι η νότια πλευρά του κτιρίου πρέπει να χρησιμοποιείται για παθητική ηλιακή θέρμανση, ενώ η Βόρεια για προστασία από τους ανέμους και ανάσχεση της θερμότητας. Ειδικότερα, οι βασικές αρχές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού έχουν σχέση με την αρχιτεκτονική δομή και τον προσανατολισμό του κτιρίου καθώς και με τον περιβάλλοντα χώρο.

9.5 Εξοικονόμηση Ενέργειας στις Μεταφορές

Ένα από τα κυριότερα προβλήματα στην Ελλάδα αλλά και στην Ευρώπη είναι η αυξημένη ζήτηση στις μετακινήσεις. Η πρόοδος λειτουργίας και εκμετάλλευσης των μέσων μεταφοράς αλλά και οι βελτιώσεις στο οδικό δίκτυο έχουν την ικανότητα να εξοικονομήσουν μεγάλο ποσοστό ενέργειας. Αρκετοί παράγοντες μπορούν να συμβάλλουν στην

εξοικονόμηση της ενέργειας στις οδικές μεταφορές, για παράδειγμα η ζήτηση των αυτοκινήτων εναλλακτικών καυσίμων και τεχνολογιών, η χρήση ελαστικών ψηλής ενεργειακής απόδοσης, ο εκσυγχρονισμός των μεταφορών, οι δημόσιες συγκοινωνίες, οι ατομικές μετακινήσεις και αλλού [39, 40].

Η ηλεκτρική ενέργεια αποτελεί μία εναλλακτική πηγή ενέργειας που τα τελευταία χρόνια έχει αξιοποιηθεί με τα ηλεκτρικά και υβριδικά αυτοκίνητα. Ακόμα τα ανανεώσιμα καύσιμα όπως βιοντίζελ, βιοαιθανόλη, μεθανόλη έχουν την ικανότητα να αντικαταστήσουν τα ορυκτά καύσιμα στις επίγειες μεταφορές. Σε πειραματικό στάδιο είναι και η αξιοποίηση από τις κυψέλες καυσίμων, φωτοβολταϊκών και άλλων για οικονομικότερη και αποδοτικότερη χρήση στις μεταφορές.

9.6 Εξοικονόμηση Ενέργειας στη Βιομηχανία

Το χαμηλό ενεργειακό ποσοστό στον τομέα της βιομηχανίας είναι αποτέλεσμα των μηδενικών προσπαθειών και των μεθόδων της ελληνικής κοινωνίας. Κάποιες προσπάθειες εξοικονόμησης ενέργειας στη βιομηχανία είναι η συντήρηση λεβήτων, η αντικατάσταση ηλεκτροκινητήρων, η υποκατάσταση καυσίμων από φυσικό αέριο κ.ά. Με τη χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας όπως με τα κεντρικά ηλιακά συστήματα ή με την αξιοποίηση της βιομάζας που προέρχεται από τα γεωργικά και κτηνοτροφικά υπολείμματα μειώνεται σημαντικά η κατανάλωση ενέργειας. Η ανακύκλωση των απορριμμάτων αποτελεί μία αποτελεσματική μέθοδος για την εξοικονόμησης ενέργειας καθώς εξοικονομούνται οι φυσικοί πόροι και το περιβάλλον δεν υφίσταται αλλοιώσεις. Τα πλεονεκτήματα από την εξοικονόμηση ενέργειας στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις αποφέρουν κέρδη στον τομέα της οικονομίας, βελτιώνουν τη λειτουργία της και μειώνουν τις εκπομπές ρύπων.

9.7 Συμπεράσματα

Στο κομμάτι αυτό της εργασίας παρουσιάσαμε στοιχεία όσο αφορά την προώθηση εξοικονόμησης ενέργειας. Είδαμε τη σημασία που κατέχει αυτή η έννοια, η οποία είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αναφερθήκαμε στη σημασία της τόσο στα κτίρια, όσο και σε άλλες υπηρεσίες και παροχές που πρέπει να εμβαθύνουμε τη σημασία της.

Στο παρόν κεφάλαιο μελετάμε την έννοια της εξέργειας. Εξέργεια είναι το ωφέλιμο ποσό της ενέργειας που προσλαμβάνουμε από έναν φορέα. Στη συνέχεια, συνδέουμε την έννοια της εξέργειας με αυτή της εντροπίας ενώ γίνεται και μία αναφορά στο δεύτερο θερμοδυναμικό νόμο. Αναφερόμαστε στο εξεργειακό περιεχόμενο των φυσικών πόρων και πηγών ενέργειας και των φορέων της. Τέλος, γίνεται μία επεξήγηση στην αποδοτικότητα και την εξεργειακή ανάλυση των συστημάτων, καθώς και την είσοδο της εξέργειας στο σχεδιασμό και τη λειτουργία των συστημάτων ενέργειας.

10.1 Τι είναι εξέργεια

Η εξέργεια είναι ένας όρος σχετικά πρόσφατος και είναι πιο συχνός στην τεχνική ορολογία. Αντιπροσωπεύει το διαθέσιμο προς εκμετάλλευση ποσό ενέργειας ενός συστήματος από το περιβάλλον, για παράδειγμα το ποσό του έργου που μπορεί να παράγει ένα μηχανικό σύστημα στο περιβάλλον του. Η έννοια της εξέργειας πηγάζει από την έννοια της εντροπίας [35].

Η εξέργεια μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε την ενέργεια που είναι διαθέσιμη για να χρησιμοποιηθεί. Η εξέργεια ενός συστήματος είναι το μέγιστο δυνατό έργο κατά τη διάρκεια μιας διαδικασίας που φέρνει το σύστημα σε «θερμική» ισορροπία με το περιβάλλον [60]. Αποτελεί τη διαθεσιμότητα της ενέργειας. Σε αντίθεση με την ενέργεια, η εξέργεια λέμε ότι καταναλώνεται γιατί πολύ απλά πρόκειται για το ωφέλιμο έργο [61].

Για να καταλάβουμε καλύτερα την έννοια της εξέργειας, μπορούμε να παρομοιάσουμε το σύστημα με το περιβάλλον του, σαν ένα σωληνάριο οδοντόπαστας όπως φαίνεται στην εικόνα 10.1. Στην πραγματικότητα αγοράζουμε μόνο το περιεχόμενο του σωληναρίου (την οδοντική κρέμα). Όμως αυτή βρίσκεται στη συσκευασία της για να μπορεί να είναι χρήσιμη σε μας. Ολόκληρη η συσκευασία είναι η "ενέργεια" ενώ μόνο το περιεχόμενο που μας είναι χρήσιμο, είναι η "Εξέργεια". Καθώς χρησιμοποιούμε την οδοντόπαστα (εξέργεια), το σωληνάριο παραμένει αναλλοίωτο (η ενέργεια διατηρείται) ενώ πιέζονται τα τοιχώματα του. Οι παραμορφώσεις στο σωληνάριο αντιστοιχούν με τη βγαλμένη οδοντόπαστα (εξέργεια). Όμως δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτή την ενέργεια. Όσο καταναλώνεται η εξέργεια, και η ποιότητα της ενέργειας πέφτει, τόσο αυξάνει η εντροπία [61].



Εικόνα 10.1 : Αναπαράσταση της εξέργειας σε καθημερινό παράδειγμα [60]

Ένα ακόμα παράδειγμα είναι και τα λεφτά που διαθέτει ο καθένας. Έστω ότι έχουμε 100 ευρώ στην κατοχή μας. Αυτά δεν καθορίζουν ολόκληρη την αγοραστική ισχύ μας, καθώς εμπεριέχεται σε αυτά ο Φ.Π.Α. Άρα από τα 100 ευρώ, τα άμεσα εκμεταλλεύσιμα είναι λιγότερα. Επίσης, έστω ότι θέλουμε να κάψουμε ένα κούτσουρο για να ψήσουμε φαγητό. Το κούτσουρο έχει ενέργεια, την ενθαλπία καύσης του. Από αυτή εμείς με την καύση του εκμεταλλευόμαστε μόνο το ποσό της ενέργειας που προσλαμβάνεται από το φαγητό μας. Το υπόλοιπο φεύγει στο περιβάλλον με τη μορφή θερμότητας [62].

Οπότε, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η εξέργεια είναι το τμήμα της ενέργειας που είναι μετατρέψιμο σε όλες τις άλλες μορφές ενέργειας. Η εξέργεια ενός συστήματος σε συγκεκριμένο περιβάλλον είναι η ποσότητα του μέγιστου μηχανικού έργου που μπορεί να αποβληθεί από το σύστημα σε αυτό το περιβάλλον [35].

10.2 Εξέργεια και Εντροπία

Εντροπία

Η εντροπία είναι μία εκτατική μεταβλητή ενός θερμοδυναμικού συστήματος [60]. Η έννοια της εντροπίας είναι μία από τις σημαντικότερες έννοιες στις φυσικές επιστήμες, λόγω της διατύπωσης του Δεύτερου Θερμοδυναμικού Αξιώματος, σύμφωνα με το οποίο σε μία μεταβολή ενός απομονωμένου συστήματος η εντροπία αυξάνεται πάντοτε [60]. Πιο απλά η εντροπία θεωρείται ότι εκφράζει μέτρο της αταξίας ενός συστήματος [60]. Η εντροπία έχει αρνητική έννοια καθώς δείχνει έλλειψη ποιότητας. Μπορεί επομένως να δοθεί ο ορισμός της

αρνητικής εντροπίας (negentropy) η οποία θα έχει θετική έννοια [35]. Η αρνητική εντροπία γίνεται έτσι μονάδα μέτρησης της ποιότητας. Ελαττώνεται μαζί με την ποιότητα [35].



Εικόνα 10.2 : Πρώτος Θερμοδυναμικός νόμος 10.2 [60]

Εντροπία – Εξέργεια

Η υποβάθμιση της ποιότητας είναι ισοδύναμη ουσιαστικά με την αύξηση εντροπίας [60]. Ο δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος λέει πως οι μετατροπές ενέργειας και ύλης πρέπει να γίνονται από μια κατάσταση χαμηλής θερμοδυναμικής πιθανότητας προς μια κατάσταση υψηλότερης [60]. Χαμηλότερη ποιότητα ενέργειας ισοδυναμεί με αύξηση της εντροπίας του συστήματος. Άρα όπως γράψαμε και πιο πάνω (άλλα αξίζει να το αναφέρουμε ξανά), η εξέργεια είναι το τμήμα της ενέργειας που είναι μετατρέψιμο σε όλες τις άλλες μορφές ενέργειας.

Πίνακας 10.1 : Περιεχόμενο σε εξέργεια για διάφορες μορφές ενέργειας [60]

Ποιότητα	Μορφή ενέργειας	Δείκτης ποιότητας
Άριστη	Δυναμική ενέργεια	100
	Κινητική ενέργεια	100
	Ηλεκτρική ενέργεια	100
Εξαιρετική	Πυρηνική ενέργεια	σχεδόν 100
	Ηλιακή ενέργεια	95
	Χημική ενέργεια ¹	95
	θερμός ατμός	60
	Τηλεθέρμανση	30
Κατώτερη	Απώλειες θερμότητας	5
Άχρηστη	Θερμότητα ως ακτινοβολία από τη Γη	0

Πίνακας 10.2 : Περιεχόμενο σε εξέργεια διαφόρων υλικών [60]

Μορφή της ύλης	Δείκτης ποιότητας
Ύλη σε ταξινομημένη κατάσταση	100
Ύλη στη μορφή του εμπορίου	σχεδόν 100
Μείγματα στοιχείων	περίπου 90
Πλούσια αποθέματα ορυκτών	50-80
Ορυκτά	50
Φτωχά αποθέματα ορυκτών	20-50
Ορυκτά διαλυμένα στο έδαφος ή στη θάλασσα	περίπου 0

10.3 Εξεργειακό περιεχόμενο υλικών, φυσικών πόρων και πηγών ενέργειας

Οι πηγές ενέργειας έχουν περιεχόμενο σε εξέργεια που είναι πολύ κοντά στις τιμές που συχνά τους αποδίδονται. Είναι είτε σε μορφή μηχανικής ενέργειας, που εξ ορισμού είναι πλήρη σε εξέργεια, είτε σε χημική μορφή, που είναι επίσης υψηλής ποιότητας και που η ενθαλπία τους είναι σχεδόν ίση με την εξέργεια τους [35, 60, 61]. Για παράδειγμα, ένα

μέταλλο καταλήγουμε στο ότι διαφέρει πολύ από το ορυκτό όταν και ήταν κάποτε. Η εξέργεια του διατηρείται όταν υπάρχει εξόρυξη. Στη συνέχεια, μέσω της επεξεργασίας που υφίσταται, του προστίθεται εξέργεια από τις πηγές που χρησιμοποιήθηκαν. Αυτό το σύνολο της εξέργειας που κατέχει το μέταλλο, δε χάνεται παρά μόνο όταν το μέταλλο σκουριάσει ή φθαρεί με κάποιον τρόπο [35, 60].

Το εξεργειακό περιεχόμενο των υλικών μπορεί να υπολογιστεί. Εξαρτάται από την πίεση, θερμοκρασία, τη συγκέντρωση και το χημικό δυναμικό των στοιχείων από το οποίο αποτελείται το υλικό [35]. Αυτό μαθηματικά γράφεται και ως [35]:

$$E = \sum_I n_i \cdot (\mu_i^o - \mu_{i0}^o) + R \cdot T_o \cdot \sum_I n_i \ln \left(\frac{c}{c_o} \right) \quad (10.1)$$

Όπου:

- μ : χημικό δυναμικό
- c : συγκέντρωση
- R : παγκόσμια θερμοδυναμική σταθερά
- T : θερμοκρασία
- n : γραμμομοριακό κλάσμα

Εάν ένα υλικό πρέπει να είναι χρήσιμο, πρέπει κανονικά να έχει χαμηλότερη εντροπία από το περιβάλλον του [60]. Για να υπολογίσουμε την εξέργεια ενός ορυκτού και άλλων στερεών υλικών, οι συνθέσεις πρέπει να είναι γνωστές (δεν γίνεται συχνά) [60]. Σε κάθε σύστημα υπάρχουν είτε ως τελικά, είτε ως ενδιάμεσα, ποικίλα προϊόντα και οι πολλές μεταβολές που πραγματοποιούνται μειώνουν τη συνολική διαθέσιμη εξέργεια [60].

10.4 Φορείς Εξέργειας

Η ποιότητα της ενέργειας μπορεί να εκφραστεί ως η ποσότητα της αρνητικής εντροπίας ανά μονάδα ενέργειας του εξεταζόμενου συστήματος. Οι πιο καθαρές μορφές ενέργειας είναι η μηχανική και η ηλεκτρική για τις οποίες η αρνητική εντροπία είναι 0. Αντίθετα η ενέργεια με τη μορφή θερμότητας έχει τη χαμηλότερη ποιότητα. Η ποιότητα χειροτερεύει με τη θερμοκρασία (εφόσον αυτή είναι υψηλότερη από αυτήν του περιβάλλοντος) [35]. Ο δείκτης του πίνακα 10.1 δείχνει το περιεχόμενο σε εξέργεια ως

ποσοστό του περιεχομένου του υλικού σε ενέργεια [35]. Οι διάφορες μορφές ενέργειας κατατάσσονται ανάλογα με την ποιότητα από την πιο υψηλή στην πιο χαμηλή [35].

Εντούτοις, φορείς εξέργειας δεν είναι μόνο τα συστήματα που φέρουν ενέργεια. Αν ένα σύστημα στερείται ενέργεια (και έτσι διαφοροποιείται από το περιβάλλον) τότε είναι φορέας εξέργειας [35, 60, 61]. Για παράδειγμα ένας κύβος πάγου που βρίσκεται σε θερμοκρασία δωματίου είναι φορέας εξέργειας. Όταν ο πάγος λιώνει παίρνει ενέργεια από τον περιβάλλοντα αέρα. Αν παρεμβληθεί μια αντλία θερμότητας μπορεί να παραχθεί ωφέλιμο έργο [35, 60]. Αυτό καθιστά τον πάγο πηγή ενέργειας. Αντίστοιχα ένα κενό δοχείο εφόσον μπορεί να γεμίσει με αέρα είναι φορέας εξέργειας [35].

Ανάλογα με την ποιότητα της ενέργειας, η ποιότητα ενός υλικού μπορεί να εκφραστεί από την εξέργεια του υλικού [60]. Η πιο αγνή μορφή ύλης είναι αυτή που περιέχει μόνο γνωστά στοιχεία για τα οποία η εντροπία είναι 0 [35]. Διαλυμένα ή αναμειγμένα υλικά έχουν μια υψηλότερη εντροπία και ως εκ τούτου χαμηλότερη ποιότητα. Η ποιότητα μειώνεται όσο μεγαλύτερη είναι η διάλυση και η ανάμειξη. Ένα πέτρωμα καθαρό έχει τη μέγιστη περιεκτικότητα σε εξέργεια [35, 60]. Καθώς εξορύσσεται και διανέμεται στο περιβάλλον, το περιεχόμενο σε εξέργεια μειώνεται [35, 60]. Σε κάθε περίπτωση υπάρχει ευδιάκριτη διαφορά ανάμεσα στα υλικά που βρίσκονται ψηλά στη στήλη και σε αυτά που βρίσκονται χαμηλά [35].

Η ποιότητα της μορφής του υλικού εκφράζεται από ένα δείκτη που δίνει το προσεγγιστικό περιεχόμενο σε ενέργεια ως ποσοστό της ποσότητας του υλικού. Καθώς η εξέργεια δεν διαφοροποιείται ανάμεσα σε ανώτερη και κατώτερη ή σε αυτήν της ύλης και αυτήν της ενέργειας, υπάρχει σαφής σύνδεση ανάμεσα στους δύο τελευταίους φορείς. Η μαθηματική διατύπωση της θεωρίας της σχετικότητας ($E=mc^2$) είναι επίσης μια θεμελιώδης αρχή. Καθώς καθαρίζεται ένα ορυκτό από τις προσμίξεις, ουσιαστικά ανταλλάσσεται ενέργεια υψηλής ποιότητας με εξέργεια που βρίσκεται στην ύλη του.

10.5 Εξεργειακή Ανάλυση και Αποδοτικότητα

Για να πραγματοποιηθεί ένας υπολογισμός είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη όλες οι ποσότητες εξέργειας που προσδίδονται κατά τη διεργασία [60]. Συνήθως μετριέται μόνο ένα μέγεθος, η πηγή ενέργειας χωρίς να λαμβάνονται υπόψη και οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που συμμετέχουν στη διεργασία. Αυτό οφείλεται στα περιορισμένα όρια της έννοιας της ενέργειας. Αντιθέτως, χρησιμοποιώντας την έννοια της εξέργειας, μερικώς ξεπερνιούνται

αυτοί οι περιορισμοί [60]. Όταν εφαρμόζεται η εξεργειακή ανάλυση σε μια διαδικασία παραγωγής, δεν πρέπει αυτή να περιορίζεται σε ένα συγκεκριμένο μέρος της διαδικασίας, αλλά η συνολική διαδικασία να λαμβάνεται και να αναλύεται ως ένα σύνολο [60].

Αντίστοιχα με τις έννοιες της ενέργειας και της εξέργειας μπορούμε να ορίσουμε δύο έννοιες της απόδοσης στις μετατροπές ενέργειας από τη μια μορφή στην άλλη [35, 60, 63]. Η ενέργεια στο επιθυμητό τελικό αποτέλεσμα διαιρεμένη με την εισροή ενέργειας [35, 60, 63]. Ονομάζεται ενεργειακός βαθμός απόδοσης και συμβολίζεται με $n_{εν}$. Η εξέργεια στο επιθυμητό τελικό αποτέλεσμα διαιρεμένη με την εισροή εξέργειας, ονομάζεται εξεργειακός βαθμός απόδοσης και συμβολίζεται με $n_{εξ}$. Σε μετατροπές ενέργειας ανάμεσα σε διάφορες μορφές υπάρχουν πάντα απώλειες. Επειδή το φυσικό περιβάλλον των μετατροπών αυτών συχνά παραμελείται, ο ενεργειακός βαθμός απόδοσης μπορεί να είναι και μεγαλύτερος της μονάδας [35, 60, 63].

Η έννοια του εξεργειακού βαθμού απόδοσης σχετίζεται ξεκάθαρα με την πρακτική χρήση της ενέργειας [35]. Σύμφωνα όμως με το 2^ο θερμοδυναμικό αξίωμα, απόδοση 100% μπορεί να επιτευχθεί μόνο με αντιστρεπτή διαδικασία που διαρκεί άπειρο χρόνο. Γενικά ορίζεται ένας μέγιστος εξεργειακός βαθμός απόδοσης, ο οποίος εξαρτάται από το ρυθμό της διεργασίας [35, 60, 63].

10.6 Εξέργεια και Σχεδιασμός Ενεργειακών Συστημάτων

Οι πηγές ενέργειας που αναφέρεται και μελετά η εργασία, δεν είναι τίποτα παραπάνω από φορείς που έχουν ενέργεια, κομμάτι της οποίας αξιοποιούμε εμείς για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών και απαιτήσεων. Όπως είδαμε ο ήλιος, ο αέρας, το νερό και η γη αποτελούν ανεξάντλητες πηγές ενέργειας. Προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας, δεδομένου της μη υπολογίσιμης, λόγω τεράστιου μεγέθους, δυναμικότητάς τους.

Από τα ποσά ενέργειας που λαμβάνουμε από τις «καθαρούς» αυτούς φορείς ενέργειας, εμείς μπορούμε και αξιοποιούμε μόνο ένα ποσοστό. Αυτό έχει κυρίως να κάνει με το τεχνολογικό κομμάτι. Η τεχνολογία και τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή κατάλληλων συσκευών εκμετάλλευσης και δέσμευσης ενέργειας δεν είναι ακόμα στο επιθυμητό επίπεδο. Επίσης, το ποσοστό αξιοποίησης πλέον έχει να κάνει και με το οικονομικό κομμάτι. Σε μία επένδυση εκμετάλλευσης ενέργειας, απαραίτητο είναι και το κατάλληλο κεφάλαιο κίνησης καθώς και γραφειοκρατικές συνθήκες (για παράδειγμα υψηλός Φ.Π.Α. στη φορολόγηση πώλησης και εκμετάλλευσης ενέργειας).

Αυτό συχνά το αναφέρουμε σαν απόδοση. Είτε απόδοση με βάση το ποσοστό που μας αποφέρει μία συσκευή από τη δέσμευση ηλιακής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού για παράδειγμα, είτε με βάση την επιστροφή και το κέρδος με βάση την επένδυση κεφαλαίου (είτε με κριτήριο τις παροντικές τιμές, είτε τις ετήσιες, είτε τις μελλοντικές πεπερασμένου χρονικού ορίζοντα). Κοινή λογική είναι να ζητάει κάποιος το μέγιστο. Το μέγιστο τόσο σε απόδοση ενέργειας, όσο και σε χρηματικές απολαβές. Όταν αυτό συνδυαστεί και με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση, τότε επιτυγχάνεται το ιδανικό.

Είναι όμως το κριτήριο της απόδοσης με βάση την ενέργεια ακριβές και σωστό; Εδώ υπεισέρχεται η έννοια του δεύτερου θερμοδυναμικού νόμου και ο λόγος ύπαρξης του κεφαλαίου. Μια συσκευή, μια εγκατάσταση ενέργειας, μία επένδυση δεν είναι αποδεκτή αν δεν έχει κατάλληλη εξεργειακή απόδοση. Αυτό συνδυασμένο με τα οικονομικά μας δίνει τον εξεργοοικονομικό συντελεστή της επένδυσης. Ζητούμενο είναι η αύξηση της απόδοσης της εξεργειας ενός συστήματος παραγωγής ενέργειας.

Η προσπάθεια αύξησης του συντελεστή απόδοσης στις εγκαταστάσεις ενέργειας συνεισφέρει και στην προώθηση εξοικονόμησης ενέργειας. Ακόμα και μονάδες που χρησιμοποιούν συμβατικές μορφές ενέργειας επωφελούνται από ακολουθώντας αυτή τη στρατηγική ανάπτυξης. Το πιο απλό πράγμα που μπορεί να κάνει μία τέτοια αντίστοιχη μονάδα είναι η συμπαραγωγή. Για παράδειγμα χρησιμοποιώντας τα καυσαέρια για την θέρμανση μέσου του οποίου τη δεσμευμένη ενέργεια χρησιμοποιούμε για την εκπλήρωση άλλων ενεργειακών μας αναγκών. Κατά αυτό τον τρόπο γλυτώνουμε τόσο την πληθώρα των καυσαερίων που αποβάλλονται στο περιβάλλον, όσο και τη χρησιμοποίηση παραπάνω ενέργειας.

Ο τρόπος αξιολόγησης επενδύσεων και κάλυψης ενεργειακών αναγκών με βάση την εξεργεια συνεισφέρει στη χρησιμοποίηση των ΑΠΕ και στην προώθηση εξοικονόμησης ενέργειας στο σύνολο. Είναι μία στρατηγική επιχειρηματικότητας που συμβάλει στην ανάπτυξη της περιβαλλοντικής συνείδησης και στην οικονομική ανάπτυξη. Μια μονάδα που χρησιμοποιεί ΑΠΕ για την κάλυψη ολόκληρων ή μέρους των ενεργειακών της αναγκών είναι μία σύγχρονη και μακροβιώσιμη μονάδα με βάση τους υπάρχοντες νόμους και διατάξεις [63].

10.7 Συμπεράσματα

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάσαμε την έννοια της εξέργειας. Είδαμε τί ονομάζουμε εξέργεια και πώς αυτή ορίζεται. Παρουσιάσαμε το συσχετισμό της με την εντροπία και το δεύτερο θερμοδυναμικό νόμο. Μελετήσαμε το εξεργειακό περιεχόμενο φυσικών πόρων και πηγών ενέργειας και είδαμε ένα σύντομο, αλλά ακριβή τρόπο υπολογισμού της. Αναφέραμε την έννοια της αποδοτικότητας με βάση την εξέργεια και τη σημασία της στο σχεδιασμό και τη λειτουργία των ενεργειακών συστημάτων, που αποτελεί σύγχρονο κριτήριο επένδυσης και αξιολόγησης μιας ενεργειακής εγκατάστασης. Τέλος, αναρωτιόμαστε αν πρέπει να αναφέρουμε τελικά ότι όντως υπάρχει ενεργειακή κρίση ή μήπως υπάρχει εξεργειακή κρίση. Δεδομένου του ότι η ενέργεια είναι παντού γύρω μας, αλλά το συνολικό εκμεταλλεύσιμο ποσοστό της παραμένει χαμηλό.

Στην εργασία αυτή ασχοληθήκαμε και μελετήσαμε τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στο σύνολό τους. Παρουσιάσαμε τόσο διάφορα χαρακτηριστικά τους όσο και τις τεχνολογίες που τις χαρακτηρίζουν. Προσπαθήσαμε να δώσουμε μία σε βάθος βιβλιογραφία έρευνα πάνω στο θέμα για να έχει ο αναγνώστης μία γενική άποψη για την καθημιά μορφή ενέργειας που χαρακτηρίζεται ως ΑΠΕ. Όλα αυτά έγιναν δίνοντας στοιχεία τόσο για τα πλεονεκτήματα από τη χρήση τέτοιων ειδών ενέργειας, όσο και για τα μειονεκτήματά τους.

Κοινό κομμάτι κάθε κεφαλαίου της εργασίας μας ήταν η κατάσταση που επικρατεί στη Θεσσαλία αναφορικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Κάθε κεφάλαιο γράφτηκε με γνώμονα το τι συμβαίνει στην περιοχή μας και τις συνθήκες που επικρατούν. Εκτός από την παρουσίαση στοιχείων διαφόρων εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης ΑΠΕ, προσπαθήσαμε να δώσουμε στο κείμενο και τις κοινωνικές συνθήκες που επικρατούν στις τοπικές κοινωνίες. Παρατηρήσαμε σχετική δυσκολία από κατοίκους πολλών περιοχών να αφομοιώσουν αυτού του είδους τις ενέργειες, κυρίως λόγω διαφόρων μειονεκτημάτων, που πιθανολογούν πως θα κάνει την καθημερινότητα δύσκολη, αλλά θα υποβαθμίσει και την ευρύτερη τοπική περιοχή. Αυτό ήταν σχετικά εύκολο να αποτυπωθεί στο κείμενό μας, καθώς πολλές από τις πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση στη Θεσσαλία πηγάζουν από τα τοπικά ηλεκτρονικά μέσα τύπου.

Επίσης, επιχειρήσαμε να δώσουμε μία οπτική του τι γίνεται με την προώθηση εξοικονόμησης ενέργειας. Η έννοια της εξοικονόμησης ενέργειας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και έχει τη δική σημασία και βαρύτητα. Επηρεάζει τόσο τα κτίρια όσο και δραστηριότητες της καθημερινότητας σε επαγγελματικά δρώμενα, όπως είναι οι μεταφορές. Είναι ένα ξεχωριστό κομμάτι που επιδέχεται ενεργειακή μελέτη για την οικονομία της ενέργειας γενικά.

Έπειτα, προσχωρήσαμε σε μία παρουσίαση της έννοιας της εξέργειας. Η εξέργεια είναι το ωφέλιμο ποσοστό αξιοποιήσιμης ενέργειας. Είναι σημαντικό να ξέρουμε την έννοια και τη σημασία της, ειδικά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, γιατί μας δίνει ένα σημαντικό κριτήριο αξιολόγησης της δυναμικότητας των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας. Είναι ένα σύγχρονο και αναπόσπαστο κομμάτι του σχεδιασμού ενεργειακών συστημάτων. Τέλος, μας κάνει να αναρωτιόμαστε αν όντως με την πληθώρα των ΑΠΕ που υπάρχουν έχουμε όντως ενεργειακό ή μήπως εξεργειακό πρόβλημα γενικά.

Αναφερόμενοι τώρα σε περιπτώσεις και πιθανά μελλοντικά θέματα εργασιών που μπορούν να προκύψουν από αυτή μας τη μελέτη, έχουμε να προτείνουμε για αρχή, πως κάθε κεφάλαιο από μόνο του είναι και ένα προτεινόμενο θέμα. Το πλήθος των πληροφοριών που υπάρχουν για το κάθε κομμάτι ξεχωριστά δε μπορεί να αποτυπωθεί σε μία γενική εργασία. Όποτε, είναι εφικτό να προκύψουν αντίστοιχες εργασίες, που η καθεμιά θα παρουσιάζει με τρόπο λεπτομερή κάθε μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας και των τεχνολογιών που τις χαρακτηρίζουν.

Ακόμα, θα μπορούσε να προκύψει μία εργασία για τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι διάφορες επιχειρήσεις στην επένδυση και εγκατάσταση μονάδων αξιοποίηση ΑΠΕ για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι δυσκολίες έχουν να κάνουν τόσο με την αντιμετώπιση από τους κατοίκους, όσο και με την οικονομική κρίση των ημερών και τη φορολογία που αυτή επιβάλλει.

Τέλος, θα μπορούσε να προκύψει ένα θέμα εργασίας καθαρά πάνω στο κομμάτι της εξέργειας των Ανανεώσιμων πηγών Ενέργειας. Πρόκειται για μια έννοια σύγχρονη, σημαντική και ιδιαίτερη όσο αφορά την οικονομική μελέτη τέτοιων εγκαταστάσεων.

Βιβλιογραφία

- [1] «Ενέργεια και Περιβάλλον», διδακτικές σημειώσεις, Δρ. Ν. Ανδρίτσος, Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 2007
- [2] «Περιβάλλον και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», Σ.Ν. Καπλάνης, Εκδόσεις Ίων, 2003
- [3] «Ηλιακή Ενέργεια, Συνιστώσες της ηλιακής θερμικής διαδικασίας», Ανδρέας Ε. Μοσχάτος, Δρ. Μηχανολόγος – Ηλεκτρολόγος, Έκδοση ΤΕΕ, 1992, 1^η έκδοση
- [4] Αικατερίνη Πολυχρονιάδου, «Τεχνικό-οικονομική μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων στα κτίρια του Ξενία», Διατιβή, Μυτιλήνη, 2004, www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=9355
- [5] www.greenaim.gr
- [6] www.sunnynews.gr
- [7] kpe-kastor.kas.sch.gr
- [8] allaboutenergy.gr
- [9] investingreece.gov
- [10] Σχεδιασμός, Κατασκευή και δοκιμαστική λειτουργία ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα, Βασίλης Κασιμάτης, Χανιά 2003
- [11] geothermiki.gr
- [12] Μάριος-Χαρίλαος Σουσούνης, Συμβολή στον έλεγχο ανεμογεννητριών μόνιμων μαγνητών με τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, Αθήνα, 2011.
- [13] windpower-generators.org
- [14] Διείσδυση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ελλάδα και Προώθηση Εξοικονόμησης Ενέργειας, Ευαγγελία Τ. Τζιάσιου, Αθήνα, 2012
- [15] magnesia-tourism.gr/img-358-22
- [16] attikanea.blogspot.gr
- [17] photothessaloniki.ning.com

- [18] <http://www.thessaliatv.gr/news/9229/zhtoyn-akyrwsh-ths-egkatastashs-84-anemogennhtriwn-ston-kissabo/>
- [19] <http://www.stokokkino.gr/article/3939/Posa-aiolika-parka-antexoun-ta-Agrafa->
- [20] <http://www.ertopen.com/show/item/33588-eidhseis-apo-thn-era-diktyo-thessalias-karditsa>
- [21] <http://www.karditsalive.net/karditsa/v-kranias-anemogennitries-to-perivallon-thysia-sta-kerdi>
- [22] <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=484>
- [23] Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – Φωτοβολταϊκά, Μπορμπολή Ερασμία, Καρδάμης Γεώργιος, 2012
- [24] <http://water.usgs.gov/edu/hyhowworks.html>
- [25] EngineeringSuite101.com
- [26] https://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Plastiras#/media/File:Plastira3.JPG
- [27] http://gr.worldmapz.com/photo/113900_pt.htm
- [28] Lemonis, G.: “Wave and Tidal Energy Conversion” in Encyclopedia of Energy. Elsevier, 2004
- [29] <http://www.nautilia.gr/forum/archive/index.php?t-34578.html>
- [30] jamstec.go.jp
- [31] portal.tee.gr
- [32] «Ηπιες μορφές ενέργειας, Διδακτική προσέγγιση με το παραδοσιακό και το εποικοδομητικό πρότυπο», Κουτσούμπας Χ., Εκδόσεις: Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα 2006
- [33] <http://www.engineering-intelligence.gr/el/normal/sid/61/seminar.aspx>
- [34] <http://www.energici.com/biomass/hype-sudo-apx-mass>
- [35] «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», Χριστοφής Ι. Κορωναίος, Επισκέπτης Καθηγητής , Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διδακτικές Σημειώσεις, Αθήνα, 2012
- [36] Κατσαπρακάκης Δ.Α. , Γεωθερμία, Διδακτικές σημειώσεις μαθήματος «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», ΤΕΙ Κρήτης

- http://www.tm.teicrete.gr/Portals/23/Shmeioseis/anan_piges_enegreias
- [37] Riva, G. Foppapedretti, E. De Carolis, C. Giakoumelos, E. Malamatenios, H. Signanini, P. Crema, G. Di Fazio, M. Gajdos, J. Rucinsky, R. Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Ener Supply, 2013, http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf
- [38] geodifhs.com
- [39] Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας
<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=389&snl%5B524%5D=3315&language=el-GR>
- [40] «Πηγές Ενέργειας, Συμβατικές και Ανανεώσιμες», Ι.Ι.Γελεγένης, Π.Ι.Αζάπουλος, Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα 2005.
- [41] users.sch.gr/xtsamis/okosmosmas/biomass
- [42] Α. Δημητρακοπούλου, «Οι ΑΠΕ και τα περιβαλλοντικά προγράμματα στα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης», Πάτρα, 2010
- [43] www.cres.gr
- [44] <http://www.taxydromos.gr/article.php?id=148165&cat=1>
- [45] Υπουργείο Ανάπτυξης, <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=292&language=el-GR>
- [46] «Πόλος Καινοτομίας Θεσσαλίας», Καθηγητής Νικόλαος Δαναλάτος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, πρακτικά συνεδρίου 2014
- [47] http://tzakirethymno.blogspot.gr/2011/05/pellet_30.html
- [48] <http://www.agronews.gr/green-report/axiopoisi-viomazas/>
- [49] kithiraikanea.blogspot.com
- [50] econews.gr
- [51] <http://www.greenenergyparts.com/catalogsearch/result/photovoltaics>
- [52] <http://sunshine-energy.gr/> φωτοβολταϊκα-πλαισια-φωτοβολταϊκα-συστηματα
- [53] <http://www.mp-energy.gr/αυτονομα-συστηματα/αυτονομα-φωτοβολταϊκα-.html>
- [54] <http://activus.gr/el/αυτόνομα-συστήματα>

- [55] photovoltaics.pblogs.gr
- [56] http://helapco.gr/wp-content/uploads/pv-stats_greece_2014_Feb2015.pdf
- [57] http://library.tee.gr/digital/kdth/kdth_3460/kdth_3460_contents.htm
- [58] <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=711&language=el-GR>
- [59] exoikonomisi.ypeka.gr
- [60] «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», Χριστοφής Ι. Κορωναίος, Επισκέπτης Καθηγητής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διαφάνειες παρουσίασης μαθημάτων, Αθήνα, 2012
- [61] 2epal-am.weebly.com
- [62] Δρ. Παναγιώτης Τσιακάρης, Σημειώσεις παραδόσεων μαθήματος «Μηχανική Χημικών Διεργασιών», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
- [63] Δρ. Σταμάτης Αναστάσιος, Σημειώσεις μαθήματος «Σχεδιασμός Ενεργειακών Συστημάτων», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
- [64] http://www.thessalianews.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=1515
- [65] Ε. Καπανταϊδάκη, Θ. Τσούτσος, Ανάλυση κύκλου ζωής αιολικών συστημάτων στο ελληνικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής, Χανιά, 2006
- [66] livepedia.gr
- [67] agroenergy.gr
- [68] <http://www.trikalavoice.gr/news/2014/06/25/o-dekalogos-ton-ydatikon-ergon-sti-thessalia>
- [69] <http://www.ppcr.gr/Energy.aspx?C=26>
- [70] <http://www.larissanet.gr/2015/06/23/xenagisi-sta-protypa-geothermika-thermokipia-tou-tei-thessalias/>
- [71] <http://www.ai4b.gr/biomass-thessaly/>
- [72] http://www.lafarge.gr/Fact_Sheet_Biomass_30_01_09.pdf
- [73] <http://magnesianews.gr/arthra/η-αξιοποιηση-μιας-βιομαζας-για-τη-θεσσ.html>
- [74] <http://magnesianews.gr/magnisia/τρεις-νεες-μοναδες-παραγωγης-ενεργ.html>



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000125704