



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ-ΟΛΙΚΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΜΕ ΔΙΕΘΝΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ**

**Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ
ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ**

ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΠΕΤΡΑΤΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ, 2022

Βεβαίωση εκπόνησης διπλωματικής εργασίας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ : ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

στη «Διοίκηση Επιχειρήσεων - Ολική Ποιότητα» με διεθνή προσανατολισμό

ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

(περιλαμβάνεται ως ξεχωριστή [δευτέρα] σελίδα στο σώμα της διπλωματικής εργασίας)

Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών, του Πανεπιστημίου Πειραιώς, στη Διοίκηση Επιχειρήσεων - Ολική Ποιότητα με διεθνή προσανατολισμό με τίτλο:

Η εξέλιξη των Αντιλήψεων Πηγών Ενέργειας στην Ελλάδα Φωτοβολταϊκά Συστήματα και Πραβλεψεις

έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης υπεύθυνα ότι οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας αναφέρονται στο σύνολό τους, κάνοντας πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου.

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτητή/τριας

Όνοματεπώνυμο Παναγιώτα Πετράτου

Ημερομηνία 11/3/2022

Περίληψη

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής και οι ολοένα αυξανόμενες ανάγκες των ανθρώπων έχουν συμβάλει στην όξυνση της περιβαλλοντικής ρύπανσης και στη συνεχή εξάντληση των ενεργειακών πόρων. Συνεπώς, κρίνεται αναγκαία η εξεύρεση ανανεώσιμων κι ανεξάντλητων πηγών ενέργειας προκειμένου, αφενός να βελτιωθεί η κατάσταση που επικρατεί στο φυσικό περιβάλλον, αφετέρου να εξασφαλιστεί η ενέργεια που είναι απαραίτητη όχι μόνο για την επιβίωση του ανθρώπου, αλλά και την άνοδο του βιοτικού του επιπέδου. Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία πραγματεύεται το επίκαιρο ζήτημα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, εστιάζοντας στα Φωτοβολταϊκά Συστήματα, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο η χρήση των συμβατικών ενεργειακών πηγών. Γίνεται αναφορά στα χαρακτηριστικά τους, στις εφαρμογές τους, στην υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα ως προς τις προοπτικές, αλλά και ενδεχόμενα εμπόδια που αντιμετωπίζουν. Τέλος, πραγματοποιείται στατιστική ανάλυση για την παραγωγή ενέργειας από τα Φωτοβολταϊκά προκειμένου να γίνουν προβλέψεις για το μέλλον τους στην Ελλάδα.

Λέξεις κλειδιά: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Φωτοβολταϊκά, Φ/Β Συστήματα, ISO, Προβλέψεις, Box-Jekings

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Μιχαήλ Σφακιανάκη, για τη συνεργασία, την καθοδήγηση και την υποστήριξή του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και όλους, όσοι μου συμπαραστάθηκαν με υπομονή καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

Ευρετήριο Εικόνων, Διαγραμμάτων και Πινάκων

Εικόνα 2.1. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	14
Γράφημα 2.2. Γράφημα με τα μερίδια πηγών ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα	18
Εικόνα 3.1. Διαχωρισμός Ηλιακών Συστημάτων	20
Εικόνα 3.2. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργεια από Φ/Β/ Συστήματα σε στέγες	23
Εικόνα 3.3. Διασυνδεδεμένο Φ/Β Σύστημα	24
Εικόνα 3.4. Υβριδικό Φ/Β Σύστημα	24
Εικόνα 3.5. Αυτόνομο Φ/Β Σύστημα	25
Εικόνα 8 Εικόνα 3.6. Φ/Β Φαινόμενο	26
Εικόνα 4.1. Ανεμογεννήτρια Οριζόντιου Άξονα	31
Εικόνα 5.1. Υδροηλεκτρικό Εργοστάσιο	35
Εικόνα 6.1. Διαδικασία ενεργειακής αξιοποίησης της Βιομάζας	39
Εικόνα 7.1. Φυσικό γεωθερμικό πεδίο	43
Διάγραμμα 9.1. Σύγκριση πηγών ενέργειας για την κάλυψη ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα για το α' τρίμηνο κάθε έτους	49
Εικόνα 9.2. Green Agenda 2030	52
Πίνακας 10.1. Μηνιαία στοιχεία ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2013-2021	58
Διάγραμμα 10.2. Γραφική απεικόνιση παραγόμενης ενέργειας από Φ/Β Συστήματα	58
Διάγραμμα 10.3. Γραφική απεικόνιση παραγόμενης ενέργειας από Φ/Β Συστήματα	59
Διάγραμμα 10.4. Γραφική απεικόνιση παραγόμενης ενέργειας από Φ/Β Συστήματα	59

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	5
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1.Αντικειμενικός σκοπός	7
1.2.Υπόβαθρο Θέματος	7
1.3.Ερευνητικές ερωτήσεις	7
1.4.Μεθοδολογία	8
1.5.Δομή της διπλωματικής εργασίας	8
1.6.Συμβολή της διπλωματικής εργασίας	9
2.ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	10
2.1.Εισαγωγή	10
2.2.Ιστορική αναδρομή	11
2.3.Μορφές ΑΠΕ	12
2.4.Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ΑΠΕ	15
2.4.1.Πλεονεκτήματα των ΑΠΕ	15
2.4.2.Μειονεκτήματα των ΑΠΕ	16
2.5.Οι συνθήκες στην Ευρώπη	16
2.6.Οι συνθήκες στην Ελλάδα	17
3.ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	19
3.1.Ηλιακή ενέργεια	19
3.1.1.Εισαγωγή	19
3.1.2.Ιστορική αναδρομή	20
3.1.3.Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας	21
3.2.Φωτοβολταϊκά Συστήματα	22
3.2.1.Εισαγωγή	22
3.2.2.Ιστορική Αναδρομή	22
3.2.3.Δομή και είδη Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	23
3.2.4.Το Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο	25
3.2.5.Εφαρμογές των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	26
3.2.6.Απόδοση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	27
3.2.7.Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	27
3.2.8.Τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα- Επενδύσεις	28
4.ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	29
4.1.Εισαγωγή	29
4.2.Ιστορική Αναδρομή	29
4.3.Ανεμογεννήτριες	30
4.4.Χρησιμότητα Αιολικής Ενέργειας	32

5.ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	32
5.1.Εισαγωγή	32
5.2.Ιστορική Αναδρομή	33
5.3.Τρόπος λειτουργίας υδροηλεκτρικών μονάδων - Διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος	34
5.4.Υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα	36
6.ΒΙΟΜΑΖΑ	36
6.1.Εισαγωγή	36
6.2.Ιστορική αναδρομή	37
6.3.Χαρακτηριστικά της Βιομάζας	38
6.4.Ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας	39
6.4.1.Μέθοδοι επεξεργασίας της βιομάζας	39
6.4.2.Κύριες εφαρμογές της βιομάζας ως ΑΠΕ	39
7.ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	40
7.1.Εισαγωγή	40
7.2.Ιστορική αναδρομή	41
7.3.Φυσικά Γεωθερμικά Πεδία	42
7.4.Εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας	43
8.ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	44
8.1. ISO	44
8.1.1.ISO9001	44
8.1.2.ISO 14001	45
8.2.Ποιότητα και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	46
8.2.1.Ηλιακή Ενέργεια	46
8.2.2.Αιολική Ενέργεια	47
8.2.3.Υδροηλεκτρική Ενέργεια	47
8.2.4.Βιομάζα	47
8.2.5.Γεωθερμική Ενέργεια	48
9.ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΛΑΔΟΥ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	48
9.1.Ο κλάδος των ΑΠΕ	48
9.2.Οφέλη των ΑΠΕ για την Ελλάδα	49
9.3.Εμπόδια για την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα	50
9.4.Νομοθετικό Πλαίσιο	50
9.5.Η επίδραση των ΑΠΕ στην οικονομία της Ελλάδας και στη δημιουργία θέσεων εργασίας	51
9.6.Το μέλλον των ΑΠΕ στην Ελλάδα - Εθνικοί Στόχοι	51
10.ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	53
10.1.Εισαγωγή	53
10.2.Χαρακτηριστικά των χρονοσειρών	53
10.3.Υπόδειγμα ARIMA	54

10.4.Πρόβλεψη συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Φωτοβολταϊκά για το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2013 – Δεκέμβριος 2021	54
Συμπεράσματα	60
Παράρτημα	61
Βιβλιογραφία	70

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Αντικειμενικός σκοπός

Η παρούσα διπλωματική στοχεύει να προβάλλει και να επισημάνει την υφιστάμενη κατάσταση στον κλάδο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ευρώπη και στην Ελλάδα, ενώ παράλληλα να εκτιμήσει τις τάσεις της εξέλιξης και της χρήσης των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στη χώρα μας για τα επόμενα χρόνια. Θα γίνει αναφορά επίσης στην αιολική, στην ηλιακή, στην υδροηλεκτρική ενέργεια και στην εκμετάλλευση του βιοαερίου/βιομάζας στην ηλεκτροπαραγωγή με στόχο την κατανόηση των ευκαιριών και της περαιτέρω χρησιμοποίησής τους στην παραγωγή.

1.2. Υπόβαθρο Θέματος

Το θέμα των ΑΠΕ έχει μελετηθεί από διάφορες σκοπιές, όπως η συμβολή τους στη μείωση εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, σε τεχνολογικά ζητήματα, σε μελέτες προστασίας του περιβάλλοντος κι ανάλυσης των θετικών συνεπειών αλλά και των επιπτώσεων που προκύπτουν από την αξιοποίησή τους. Ως προς τον τομέα των προβλέψεων, απαιτείται συνεχής διερεύνηση του θέματος κι ενσωμάτωση των νέων δεδομένων που ανακύπτουν. Βασική επιδίωξη στην συγκεκριμένη ερευνά είναι η συγκέντρωση πληροφοριών σχετικά με τις ΑΠΕ και ειδικότερα των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων και η επικαιροποίηση των προβλέψεων για το μέλλον τους στην Ελλάδα.

1.3. Ερευνητικές ερωτήσεις

Υπάρχουν βασικά ερωτήματα σχετικά με τον κλάδο των ΑΠΕ που θα πρέπει να απαντηθούν ώστε να συμβάλουν στην εξέλιξη της έρευνας και στην επίτευξη του αντικειμενικού σκοπού της διπλωματικής εργασίας. Ακολουθούν ορισμένα από αυτά τα ερωτήματα:

Τι είναι οι ΑΠΕ;

Ποιες είναι οι ΑΠΕ;

Γιατί και σε τι έκταση χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη και στην Ελλάδα;

Πώς προωθούν οι πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Ελλάδας στην ανάπτυξη των ΑΠΕ;

Ποια είναι η εξέλιξη τους τα τελευταία χρόνια ;

Ποιες οι περαιτέρω ευκαιρίες ανάπτυξης του κλάδου;

Ποια η δυναμική τους;

Ποια η προβλεπόμενη ανάπτυξη κι εκμετάλλευση των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στο μέλλον;

1.4. Μεθοδολογία

Η συγκεκριμένη ερευνητική πρόταση συνδυάζει ποσοτικές και ποιοτικές μεθόδους, ώστε σε συνδυασμό να οδηγήσουν σε ένα έγκυρο και αληθές συμπέρασμα.

- Βιβλιογραφική μελέτη με σκοπό την εύρεση απαραίτητων πληροφοριών για την παρουσίαση των ΑΠΕ. Ιστορική έρευνα και παρουσίαση των κυριότερων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, του τρόπου λειτουργίας τους και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους. Θα συγκεντρωθούν στοιχεία σχετικά με την αιολική, ηλιακή και υδροηλεκτρική ενέργεια, την εκμετάλλευση του βιοαερίου/βιομάζας και θα γίνει πιο εκτενής αναφορά στα Φωτοβολταϊκά Συστήματα.
- Παρουσίαση στατιστικών στοιχείων σχετικά με την απόδοση των ΑΠΕ. Ποσοτική έρευνα.
- Στατιστική ανάλυση των στοιχείων για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων μέσω συγκεκριμένου υπολογιστικού προγράμματος. Το εργαλείο που θα χρησιμοποιηθεί είναι το statgraphics, ένα στατιστικό πρόγραμμα εξαγωγής αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων. Από την ανάλυση που θα πραγματοποιηθεί θα προκύψουν συμπεράσματα ικανά να προβλέψουν την δυναμικότητα και την εξέλιξη των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στην Ελλάδα.

1.5. Δομή της διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα εργασία εξετάζει το πώς εκτυλίσσονται οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ελλάδα, πραγματοποιώντας εκτιμήσεις για το μέλλον των Φωτοβολταϊκών.

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, το 1^ο, γίνεται αναφορά στον αντικειμενικό σκοπό της εργασίας, το υπόβαθρο του θέματος, στη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε, στη διάρθρωσή της και στη γενικότερη συνεισφορά της εργασίας.

Στο 2^ο κεφάλαιο, παρουσιάζεται ο ορισμός και οι μορφές των ΑΠΕ, αλλά και οι λόγοι για τους οποίους χρησιμοποιούνται ευρέως. Γίνεται μια ιστορική αναδρομή και απαριθμούνται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που προκύπτουν από την χρήση τους. Τέλος, περιγράφεται η κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα και στην Ευρώπη.

Στο 3^ο κεφάλαιο, αναλύεται η Ηλιακή Ενέργεια, γίνεται ιστορική αναδρομή και αναφορά στις εφαρμογές της. Επίσης, αναλύεται το Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο, τα πλεονεκτήματα του ως ΑΠΕ, αλλά και η κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα ως προς τη χρήση της.

Στο 4^ο κεφάλαιο, αναλύεται η Αιολική Ενέργεια. Γίνεται ιστορική αναδρομή, περιγράφονται οι Ανεμογεννήτριες και τα είδη τους και παρουσιάζεται η χρησιμότητα αυτού του είδους ΑΠΕ.

Το 5^ο κεφάλαιο αφορά στην Υδροηλεκτρική Ενέργεια. Γίνεται ιστορική αναδρομή και περιγράφεται ο τρόπος λειτουργίας των υδροηλεκτρικών μονάδων, αλλά και η διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Αναφέρονται τέλος, και κάποια βασικά στοιχεία για την Υδροηλεκτρική Ενέργεια στην Ελλάδα.

Το επόμενο κεφάλαιο, το 6^ο, σχετίζεται με τη Βιομάζα. Γίνεται ιστορική αναδρομή, ορίζονται τα χαρακτηριστικά της και γίνεται ανάλυση της ενεργειακής της αξιοποίησης με αναφορά στις μεθόδους επεξεργασίας της και τις εφαρμογές της.

Στο 7^ο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η Γεωθερμική Ενέργεια με μια ιστορική αναδρομή. Γίνεται αναφορά στα φυσικά γεωθερμικά πεδία και στο ποιες είναι οι εφαρμογές της.

Το 8^ο κεφάλαιο είναι σχετικό με τον Ποιοτικό Έλεγχο στις ΑΠΕ. Γίνεται αναφορά στα ISO 9001 και 14001, ενώ αναλύεται διεξοδικά πώς η ποιότητα επηρεάζει τις ΑΠΕ.

Στο 9^ο κεφάλαιο, γίνεται αποτίμηση του κλάδου των ΑΠΕ. Ειδικότερα, προσδιορίζονται τα οφέλη από την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα, αλλά και τα εμπόδια που αντιμετωπίζει η χώρα, ποιο είναι το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο για τις ΑΠΕ και πώς επηρεάζουν την οικονομία της χώρας και τέλος, ποιο είναι το μέλλον τους βάσει των στόχων που έχουν τεθεί.

Στο 10^ο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα στοιχεία ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα από το 2013 – 2021 ανά μήνα για τα Φωτοβολταϊκά και αναλύονται τα αποτελέσματά τους.

Στο τελευταίο κεφάλαιο διατυπώνονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν για την συνολικά παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα.

1.6. Συμβολή της διπλωματικής εργασίας

Η χρήση των παραδοσιακών πηγών ενέργειας έχει προκαλέσει δυσμενή προβλήματα και πλέον αποτελεί απειλή για την ανθρωπότητα και τον πλανήτη. Επιπλέον, ακόμη κι αν δεν ήταν επιβλαβείς, δεν είναι ανεξάντλητες κι αν δεν αντικατασταθούν κινδυνεύει κάθε έμβιο ον του πλανήτη. Επομένως, η στροφή στην παραγωγή ενέργειας από καθαρές ανανεώσιμες πηγές κρίνεται αναγκαία κι άμεση. Η Ελλάδα είναι μια χώρα που την χαρακτηρίζει ο ήλιος και οι άνεμοι, συνεπώς μπορούν να ευδοκιμήσουν η αιολική και η ηλιακή ενέργεια, καθώς και τα Φωτοβολταϊκά πάρκα. Επιπρόσθετα, υπάρχουν αναπτυξιακοί νόμοι που επιτρέπουν κι ενθαρρύνουν τις επενδύσεις στον τομέα των ΑΠΕ. Με την παρούσα ερευνητική πρόταση επιδιώκεται να καλυφθεί ένα σημαντικό κενό στη βιβλιογραφία. Θα εξεταστούν στατιστικά στοιχεία τα οποία θα συνδυαστούν με την αναπτυξιακή δυναμικότητα των Φωτοβολταϊκών

Συστημάτων στην Ελλάδα. Η διπλωματική εργασία στοχεύει στο να γίνει αντιληπτό σε τι στάδιο βρίσκεται η χώρα όσον αφορά τις ΑΠΕ και στο πού επιδιώκει να φτάσει. Θα συλλεχθεί και θα μελετηθεί το παρόν νομοθετικό πλαίσιο προώθησης της πράσινης ενέργειας και οι δυνατότητες που παρέχει στον επενδυτή.

2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1. Εισαγωγή

Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας (ΑΠΕ) ή ήπιες μορφές ενέργειας, ή πράσινη ενέργεια είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Πρώτον, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση (εξόρυξη, άντληση ή καύση), όπως συμβαίνει με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι, οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.

Τα πιο γνωστά είδη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι:

- η Ηλιακή Ενέργεια
- η Αιολική Ενέργεια
- η Βιομάζα
- η Υδροηλεκτρική ενέργεια
- η Γεωθερμική Ενέργεια
- η Κυματική Ενέργεια/ Παλιρροϊκή ενέργεια

Όσον αφορά στα Φωτοβολταϊκά Συστήματα, είναι βιομηχανικές διατάξεις που μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Επί της ουσίας, πρόκειται για ηλεκτρογεννήτριες που αποτελούνται από μερικά Φωτοβολταϊκά στοιχεία σε επίπεδη στοίχιση, οι οποίες λειτουργούν βάσει του Φωτοβολταϊκού Φαινομένου, δηλαδή της πόλωσης των ηλεκτρικών φορτίων που πραγματοποιείται σε συγκεκριμένα υλικά όταν εκτεθούν σε φωτεινή ακτινοβολία. Δημιουργείται διαφορά δυναμικού μεταξύ των πόλων κι έτσι κατασκευάζεται μια υποτυπώδης ηλεκτρική γεννήτρια.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αποτελούν τη βάση του μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας και θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ευρέως γιατί:

- Είναι άφθονες και ανεξάντλητες.
- Είναι διάσπαρτες στον πλανήτη, συμβάλλουν στην ενεργειακή ανεξαρτησία, τη γεωπολιτική ισορροπία και την ειρήνη.
- Δεν τις έχουν λίγα κράτη, αλλά όλα.
- Δε χρειάζονται στρατιωτικές εκστρατείες για να εξασφαλιστούν, ούτε μπορούν να απειληθούν από τρομοκρατικές ενέργειες.
- Δε ρυπαίνουν, αντιθέτως υποκαθιστούν ορυκτά καύσιμα που ρυπαίνουν κατά την εξόρυξη ή άντληση, μεταφορά, αποθήκευση και καύση τους.
- Δεν εκπέμπουν αέρια του θερμοκηπίου, αλλά αντίθετα υποκαθιστούν πηγές που τα εκπέμπουν.
- Δεν είναι επιβλαβείς για την υγεία.
- Είναι συμβατές με άλλους αναπτυξιακούς στόχους, όπως είναι ο τουρισμός.
- Δημιουργούν θέσεις εργασίας και περιφερειακή ανάπτυξη.
- Συμβάλλουν στη διάχυση της ανάπτυξης και την κοινωνική συνοχή.

2.2. Ιστορική αναδρομή

Η πρόοδος του ανθρώπινου γένους συνδέεται άρρηκτα με την αξιοποίηση της ενέργειας, κάτι που γίνεται αντιληπτό από τις ονομασίες των ιστορικών περιόδων. Η λίθινη εποχή, η εποχή του σιδήρου ή του χαλκού, πήραν το όνομά τους εξαιτίας της δυνατότητας των ανθρώπων να διαχειρίζονται τις διαφορετικές μορφές ενέργειας που είχαν στη διάθεσή τους την εκάστοτε περίοδο. Ήταν πριν από 500.000 χρόνια, όταν ο άνθρωπος έμαθε να χειρίζεται τη φωτιά καίγοντας ξύλα. Χρησιμοποιούσε δηλαδή, τη βιομάζα για να μαγειρέμα, ζεστασιά και για να βλέπει στο σκοτάδι. Το 5.000 π.Χ. χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά η αιολική ενέργεια, για την κίνηση των πλοίων στον Νείλο, ενώ το 4.000 π.Χ. μικροί νερόμυλοι στην Ελλάδα χρησίμευαν για την άλεση δημητριακών και για παροχή πόσιμου νερού στους οικισμούς. Ο 18^{ος} σημάδεψε την ιστορία της ενέργειας. Τότε ο Thomas Newcomen ανακάλυψε την πρώτη ατμομηχανή, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την άντληση νερού από τα υπόγεια ορυχεία εξόρυξης άνθρακα. Το 1765, ο James Watt βελτίωσε σε μεγάλο βαθμό την ατμομηχανή, καθώς χρησίμευε πλέον και για την κίνηση μηχανών, ενώ το 1799 ο Alessandro Volta ανακάλυψε την πρώτη μπαταρία η οποία παρείχε ηλεκτρική ενέργεια χωρίς διακοπές. Στις αρχές του 19^{ου} αιώνα οι ατμομηχανές παρείχαν την ισχύ 200 περίπου ανδρών, σε αντίθεση με τα τέλη του ίδιου αιώνα, οπότε η ισχύς της ξεπερνούσε την ισχύ 6000 ανδρών. Το 1850 κατασκευάστηκε το πρώτο υδροηλεκτρικό φράγμα παραγωγής ενέργειας που ηλεκτροδοτούσε τη Wall Street και τις εγκαταστάσεις της New York Times,

ενώ το 1880 λειτούργησε η πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση άνθρακα. Ο 20^{ος} αιώνας βέβαια, παρ' όλο που χαρακτηρίστηκε από τεράστια αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας, σαν γεγονός δεν είχε εγείρει προβληματισμούς σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος ή την εξάντληση των ενεργειακών πόρων. Ενδιαφέρον για την εκμετάλλευση των ΑΠΕ και για την εξέλιξη έμπιστων μεθόδων, οι οποίες συνάμα θα αποδίδουν χωρίς υπερβολικά έξοδα, εμφανίστηκε για πρώτη φορά μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση το 1979 κι εδραιώθηκε τα χρόνια που ακολούθησαν, διότι έγιναν αντιληπτά περιβαλλοντικά ζητήματα σε κάθε γωνιά του πλανήτη. Οι ΑΠΕ, για πληθώρα χωρών, λειτουργούν ως μια σπουδαία εθνική ενεργειακή πηγή, καθώς υπάρχει δυνατότητα να αναπτυχθούν, όχι μόνο σε εσωτερικό επίπεδο ,αλλά και σε διεθνές. Συμβάλλουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, προσφέροντας μερική έστω ανεξαρτησία από το ακριβό πετρέλαιο, το οποίο οι πιο πολλές εισάγουν και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Συντελούν επίσης, στην προστασία του περιβάλλοντος, καθώς η αξιοποίησή τους δεν το επιβαρύνει, αφού δεν εκπέμπονται ρύποι ή αέρια που ευθύνονται για κλιματικές αλλαγές. Σήμερα, είναι γνωστό ότι, κυρίως ο ενεργειακός τομέας ευθύνεται για τη ρύπανση του περιβάλλοντος, καθώς σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων. Τέλος, η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό ΑΠΕ, που μπορούν να προσφέρουν μια ουσιαστική εναλλακτική λύση για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της χώρας συμβάλλοντας στην άμβλυση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και όχι μόνο.

2.3. Μορφές ΑΠΕ

Ηλιακή Ενέργεια - Ο ήλιος εκπέμπει τεράστια ποσότητα ενέργειας, ειδικά στην Ελλάδα, μια χώρα με υψηλό ποσοστό ηλιοφάνειας κατά τη διάρκεια όλου του έτους. Η ηλιακή ακτινοβολία λοιπόν, μετατρέπεται σε ηλιακή ενέργεια, η οποία αξιοποιείται τόσο για την θέρμανση των κτιρίων όσο και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών: α) στα παθητικά ηλιακά συστήματα που εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται και επιτυγχάνουν την θέρμανση και την ψύξη, π.χ. βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων, β) στα ενεργητικά ηλιακά συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε νερό, αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό π.χ. ηλιακός συλλέκτης (θερμοσίφωνα) και γ) στα Φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του Φωτοβολταϊκού Φαινομένου π.χ. πάνελ – συστοιχίες.

Αιολική Ενέργεια - Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, γιατί η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων αέριων

μαζών από μια περιοχή σε άλλη, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ανέμων. Πρόκειται για μια ήπια μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον και πρακτικά ανεξάντλητη. Σήμερα, με τη χρήση της τεχνολογίας, αν ήταν εφικτό να αξιοποιηθεί η αιολική ενέργεια της γης στο σύνολό της, υπολογίζεται ότι η ηλεκτρική ενέργεια που θα παραγόταν σε ένα έτος θα ήταν πολλαπλάσια από αυτή που καλύπτει τις ανάγκες των καταναλωτών της σε ανάλογο χρονικό διάστημα. Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με τη χρήση ανεμογεννητριών, μηχανών που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική.

Βιομάζα – Ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για τα κατάλοιπα διαφόρων διεργασιών που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο και χρησιμοποιούνται για θέρμανση, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και κίνηση. Οι βασικές πηγές βιομάζας είναι τα υπολείμματα ξυλείας (πριονίδι), τα γεωργικά υπολείμματα (κουκούτσια), οι ενεργειακές καλλιέργειες (κριθάρι), τα ζωικά απόβλητα (κοπριά) και τα αστικά απορρίμματα (χαρτί). Με κατάλληλη επεξεργασία, η βιομάζα μετατρέπεται σε καύσιμο αέριο (biofuel) με την καύση του οποίου παράγεται ηλεκτρική ενέργεια με μεγάλη απόδοση, αλλά και μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η βιομάζα παρέχει το μέγιστο δυναμικό για παραγωγή ενέργειας σε ολόκληρη την Ευρώπη.

Υδροηλεκτρική Ενέργεια - Το νερό στη φύση, όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, έχει δυναμική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε κινητική όταν ρέει προς περιοχές που βρίσκονται πιο χαμηλά. Η ενέργεια του νερού αξιοποιείται με υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) προκειμένου να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα που παρέχεται για χρήση μέσω του ηλεκτρικού δικτύου. Οι υδραυλικές τουρμπίνες μετατρέπουν την ενέργεια του τρεχούμενου νερού σε υδροηλεκτρική ενέργεια η οποία διαχωρίζεται σε υδροηλεκτρική ενέργεια μεγάλης και μικρής κλίμακας. Οι δυο αυτές μορφές διαφέρουν σημαντικά ως προς τις αρνητικές συνέπειές τους στο οικοσύστημα. Αρχικά, για τις μεγάλης κλίμακας μονάδες είναι απαραίτητο να κατασκευαστούν φράγματα και ογκώδεις δεξαμενές, γεγονός επιζήμιο για το περιβάλλον. Από την άλλη, οι μονάδες μικρής κλίμακας εγκαθίστανται απλώς κοντά σε ποταμούς και κανάλια, συνεπώς είναι λιγότερο επιβλαβείς για το φυσικό περιβάλλον. Οι μονάδες που είναι λιγότερο από 30 MW θεωρούνται μικρής κλίμακας και λειτουργούν ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Επίσης, όταν το νερό διοχετεύεται ορμητικά μέσα από τούνελ για να εκκινήσει τις τουρμπίνες, παράγεται μηχανική ενέργεια, η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική με τη συμβολή μια γεννήτρια. Γενικά, το νερό δεν καθίσταται μη λειτουργικό, καθώς παράγεται ηλεκτρική ενέργεια, αλλά υπάρχει δυνατότητα

επαναχρησιμοποίησής του, σε αντιδιαστολή με τα ορυκτά καύσιμα, που έχουν μια και μοναδική χρήση κάθε φορά.

Γεωθερμική Ενέργεια - Η γεωθερμική ενέργεια παράγεται με τη μετατροπή του ζεστού νερού ή υδρατμού που βρίσκεται σε αρκετό βάθος από την επιφάνεια της γης σε ηλεκτρική ενέργεια. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή και μπορεί να έχει τιμές από 25°C μέχρι 350°C. Όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, η γεωθερμική ενέργεια χρησιμεύει στη θέρμανση κατοικιών και άλλων κτιρίων, θερμοκηπίων, κτηνοτροφικών μονάδων, ιχθυοκαλλιεργειών κ.λπ. Αν όμως, τα γεωθερμικά ρευστά έχουν υψηλή θερμοκρασία (πάνω από 150°C), η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η χώρα μας λόγω της διαμόρφωσης του υπεδάφους της είναι πλούσια σε γεωθερμική ενέργεια που αξιοποιείται σήμερα με αυξανόμενους ρυθμούς. Στην περιοχή του Νότιου Αιγαίου για παράδειγμα, οι θερμοκρασίες των γεωθερμικών ρευστών είναι πολύ υψηλές, ενώ περιοχές πλούσιες σε γεωθερμία αλλά με ρευστά χαμηλότερων θερμοκρασιών εντοπίζονται διάσπαρτα σε ολόκληρη τη χώρα.

Κυματική Ενέργεια/ Παλίρροϊκή Ενέργεια - Η θάλασσα καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας γης και λειτουργεί σαν μια τεράστια αποθήκη κινητικής ενέργειας που βρίσκεται στα κύματα, στις παλίρροιες και στα θαλάσσια ρεύματα. Ένας τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων είναι να συμβάλλουν στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Από την άλλη, τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα. Όταν τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται, κινούν έναν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια παράγοντας επίσης ηλεκτρικό ρεύμα. Επομένως, η πιο κατάλληλη τοποθεσία, για να εγκατασταθούν σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θεωρούνται οι εκβολές των ποταμιών.



Εικόνα 2.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

2.4. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ΑΠΕ

2.4.1. Πλεονεκτήματα των ΑΠΕ

Τα τελευταία χρόνια η χρήση των ΑΠΕ παρουσιάζει παγκοσμίως μια σχετική αύξηση, καθώς υπερέχουν συγκριτικά με τις Συμβατικές Πηγές Ενέργειας, είναι "καθαρές" και φιλικές προς το περιβάλλον ενεργειακές πηγές και προσφέρουν πολλαπλά οφέλη. Πιο συγκεκριμένα:

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς ενεργειακούς πόρους που σταδιακά εξαντλούνται.
- Κάθε χώρα διαθέτει δικές της πηγές ενέργειας με αποτέλεσμα να ενισχύεται η ενεργειακή ανεξαρτησία της και η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της σε εθνικό επίπεδο.
- Κατανέμονται ομοιόμορφα γεωγραφικά συμβάλλοντας στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, καθώς έτσι δίνεται η δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, διευκολύνονται τα συστήματα υποδομής και μειώνονται οι απώλειες από τη μεταφορά της ενέργειας.
- Αξιοποιούν ορθολογικά τους ενεργειακούς πόρους, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα ενεργειακών αναγκών των χρηστών (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών, αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή)
- Συνήθως έχουν χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας, όπως συμβαίνει με τις τιμές των συμβατικών καυσίμων.
- Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των ΑΠΕ είναι απλές, λειτουργικές και δεν απαιτούν εξοπλισμό προηγμένης τεχνολογίας. Παρ' όλα αυτά, η προώθηση των επενδύσεων στις νέες ενεργειακές τεχνολογίες έχει σαν αποτέλεσμα την τεχνολογική αναβάθμιση του παραγωγικού δυναμικού της χώρας με τη δημιουργία σύγχρονων τεχνολογικά εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ.
- Οι επενδύσεις για τις ΑΠΕ δημιουργούν σημαντικό αριθμό νέων θέσεων για τη κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας και ενεργειακών προϊόντων από ΑΠΕ, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο. Επιπλέον, επιδρούν στην αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων ή απομακρυσμένων περιοχών και λειτουργούν ως πόλος έλξης για την τοπική ανάπτυξη μέσω της προώθησης ανάλογων επενδύσεων, κυρίως όταν δεν υπάρχει ευκαιρία για εναλλακτικούς τρόπους ανάπτυξης.
- Η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από τους ανθρώπους. Είναι φιλικές για τον ίδιο και φυσικά για το περιβάλλον, διότι η χρήση τους μειώνει τη προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

2.4.2. Μειονεκτήματα των ΑΠΕ

Οι ΑΠΕ γενικά, φαίνεται να ωφελούν τον άνθρωπο και να μην επιβαρύνουν το περιβάλλον. Παρουσιάζουν όμως, και κάποια στοιχεία που δυσκολεύουν την αξιοποίησή τους τεχνικά κι απαιτείται μεγαλύτερο οικονομικό κόστος. Ειδικότερα:

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, περίπου 30% ή και χαμηλότερο. Επομένως, απαιτείται μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια της γης.
- Για τον παραπάνω λόγο, προς στιγμή, δεν είναι εφικτό να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων, γι' αυτό και χρησιμοποιούνται κυρίως ως συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.
- Η παροχή και η απόδοσή τους διαφοροποιείται και μεταβάλλεται σε σχέση με την εποχή, τη γεωγραφική θέση και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτήν.
- Η διασπορά των ΑΠΕ καθιστά αδύνατη τη συνολική αξιοποίησή τους, καθώς είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί και να μεταφερθεί όλο το δυναμικό τους.
- Πολλές φορές η ενέργεια που προσφέρουν είναι χαμηλής ισχύος και το μέγιστο της προσφοράς ταυτίζεται με το ελάχιστο της ζήτησής τους.
- Υπάρχουν κάποιες πιθανές αρνητικές συνέπειες για το περιβάλλον.

2.5. Οι συνθήκες στην Ευρώπη

Το ενεργειακό σύστημα της Ευρωπαϊκής Ένωσης βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Αυτό γίνεται φανερό, παρατηρώντας ότι το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας έχει αυξηθεί σε όλα τα κράτη μέλη από 8,5 % το 2004 σε 18,9% % το 2019. Στόχος της ΕΕ είναι το ποσοστό αυτό να αγγίζει τουλάχιστον το 32% ως το 2030 και να γίνει η πρώτη κλιματική ουδέτερη ήπειρος στον κόσμο μέχρι το 2050.

Προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος αυτός, σχηματίστηκε μια οδηγία, δηλαδή ένα νομικό πλαίσιο (Renewable Energy Directive) για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε όλους τους τομείς της οικονομίας της ΕΕ. Η οδηγία θεσπίζει κοινές αρχές και κανόνες για την άρση των φραγμών, την τόνωση των επενδύσεων και τη μείωση του κόστους στις τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, δίνοντας παράλληλα τη δυνατότητα στους πολίτες, τους καταναλωτές και τις επιχειρήσεις να συμμετέχουν στον μετασχηματισμό της καθαρής ενέργειας.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, τον Ιούλιο του 2021 πρότεινε την αναθεώρηση της οδηγίας για την υλοποίηση της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας. Μέσω της αναθεώρησης επιδιώκει να εισαγάγει νέα μέτρα για τη συμπλήρωση των ήδη υπαρχόντων δομικών στοιχείων που έχουν θεσπιστεί με τις οδηγίες του 2009 και του 2018, ώστε να διασφαλιστεί ότι αξιοποιούνται βέλτιστα όλες οι δυνατότητες για την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που είναι η

απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη του στόχου της ΕΕ για κλιματική ουδετερότητα έως το 2050.

Σύμφωνα με τη νομοθεσία της ΕΕ για το κλίμα, οι στόχοι και τα μέτρα που ορίζονται στην αναθεωρημένη οδηγία είναι αρκετά φιλόδοξα ώστε να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55% το 2030. Αυτό περιλαμβάνει την αύξηση του συνολικού στόχου για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (προτείνεται να αυξηθεί στο 40%) , αλλά και ενισχυμένα μέτρα μεταφοράς, θέρμανσης και ψύξης. Η Επιτροπή στοχεύει επίσης, σε ένα πιο αποδοτικό ενεργειακό σύστημα που θα διευκολύνει την ηλεκτροδότηση από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και θα προωθεί τη χρήση των ΑΠΕ και καυσίμων χαμηλών σε εκπομπές άνθρακα, π.χ. το υδρογόνο, σε τομείς όπου η ηλεκτροδότηση δεν είναι ακόμη εφικτή επιλογή, όπως οι μεταφορές.

2.6. Οι συνθήκες στην Ελλάδα

Η Ελλάδα, τα τελευταία χρόνια, υπό το πρίσμα και του νέου πανευρωπαϊκού κλιματικού στόχου για το 2030, καταβάλλει συντονισμένες προσπάθειες να στραφεί προς την χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και να απορρίπτει τον λιγνίτη και το πετρελαίου, ως καύσιμα για την ηλεκτροπαραγωγή, τις μεταφορές και τη θέρμανση. Οραματίζεται μι οικονομία που θα στηρίζεται στην ενέργεια που παράγει ο ήλιος, ο άνεμος και το νερό, στοιχεία που βρίσκονται σε αφθονία στη χώρα.

Το πρώτο τρίμηνο του 2021, για πρώτη φορά, η πρώτη πηγή ενέργειας στην Ελλάδα ήταν οι ΑΠΕ, ξεπερνώντας το ορυκτό αέριο και τον λιγνίτη. Πιο συγκεκριμένα, η πράσινη ενέργεια από αιολικά και Φωτοβολταϊκά πάρκα και η υδροηλεκτρική ενέργεια κυριάρχησαν στην ηλεκτροπαραγωγής της χώρας με ποσοστό 49,13%.

Υπήρχαν κάποιες ενδείξεις υπήρχαν γι' αυτήν την εξέλιξη από το προηγούμενο έτος, καθώς στις 8 Ιουνίου 2020 δεν καταναλώθηκε ούτε μία κιλοβατώρα που παρήχθη από καύση λιγνίτη μετά από 70 χρόνια κυριαρχίας του κάρβουνου στην ελληνική παραγωγή ρεύματος. Επίσης, στις 14 Σεπτεμβρίου 2020 η ενέργεια από αιολικά και Φωτοβολταϊκά πάρκα κάλυψε το 51 % της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και μαζί με τα μεγάλα υδροηλεκτρικά το 57% της ημερήσιας ζήτησης ρεύματος.

Σύμφωνα με την ανάλυση των στοιχείων του ΑΔΜΗΕ (Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας) που έκανε η περιβαλλοντική δεξαμενή σκέψη «The GreenTank» συγκριτικά με το 2020, το 2021 η παραγωγή ρεύματος από λιγνίτη μειώθηκε κατά 22%, από φυσικό αέριο κατά 4%, ενώ μείωση καταγράφεται και στις καθαρές εισαγωγές κατά 71%. Αντίστοιχα, η ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ αυξήθηκε κατά 22% και από τα μεγάλα υδροηλεκτρικά κατά 249%. Βάσει των δεδομένων η πράσινη ενέργεια θα μπορούσε να

στηρίζει το ενεργειακό σύστημα της χώρας, με παράλληλη ενίσχυση υποδομών αποθήκευσης ενέργειας ως αντίβαρο στη μεταβλητότητα των ΑΠΕ. Για τον παραπάνω λόγο η ΡΑΕ (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας) έχει εγκρίνει 65 άδειες για έργα αποθήκευσης συνολικής ισχύος 4,4 GW, ενώ εκκρεμούν προς έγκριση 34 άδειες 4,5 GW.

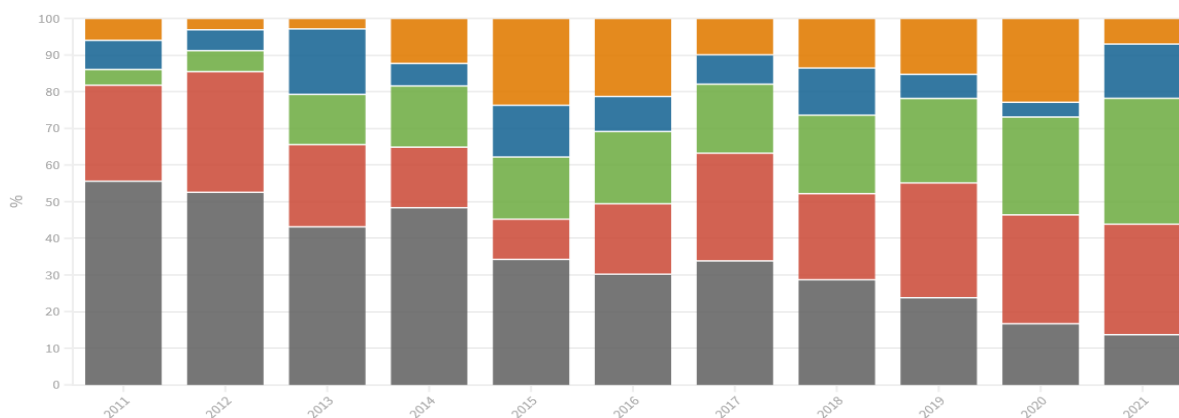
Μια ακόμα θετική εξέλιξη είναι ότι η Ελλάδα κατέκτησε την ιστορικά υψηλότερή της θέση στον δείκτη RECAI (Renewable Energy Country Attractiveness Index/ Δείκτης Ελκυστικότητας Χώρας για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας) που κατατάσσει τις 40 κορυφαίες αγορές του κόσμου ως προς το πόσο ελκυστικές είναι για επενδύσεις και για εγκαταστάσεις για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σήμερα, βρίσκεται στην 26^η θέση από την 28^η όπου ήταν το 2018 και σ' αυτό συνέβαλαν οι ανταγωνιστικές διαδικασίες (auctions) για ΑΠΕ που εξήγγειλε η ΡΑΕ με στόχο την απονομή συνολικής χωρητικότητας ανανεώσιμης ενέργειας 2,1GW μέχρι το 2025, καθώς και η εισαγωγή μίας νέας ψηφιοποιημένης διαδικασίας αδειοδότησης για τη συμμετοχή σε εθνικές ανταγωνιστικές διαδικασίες για ΑΠΕ. Αυτή η θέση φανερώνει τις σημαντικές δεσμεύσεις που έχει αναλάβει η χώρα ως προς την ελαχιστοποίηση χρήσης λιγνίτη και την προώθηση των ΑΠΕ. Προκειμένου να διατηρηθεί αυτή η θετική δυναμική και να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες επενδύσεις στην αιολική και την ηλιακή ενέργεια, την αποθήκευση ενέργειας, τα έξυπνα δίκτυα και τις υποδομές μεταφορών χαμηλών εκπομπών άνθρακα κρίνεται απαραίτητη η υλοποίηση του σχεδιασμού και ο εκσυγχρονισμός του νομοθετικού και ρυθμιστικού πλαισίου.

Μερίδια των πηγών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα

Πρώτο τρίμηνο κάθε έτους



■ Λιγνίτης ■ Ορυκτό Αέριο ■ ΑΠΕ ■ Μεγάλα Υδροηλεκτρικά ■ Καθαρές Εισαγωγές



Πηγή: ΑΔΜΗΕ

Γράφημα 2.2. Γράφημα με τα μερίδια πηγών ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα

3. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

3.1. Ηλιακή ενέργεια

3.1.1. Εισαγωγή

Με τον όρο Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο, όπως το φως, η θερμότητα καθώς και διάφορες ακτινοβολίες. Το φως και η θερμότητα που ακτινοβολούνται, απορροφώνται από στοιχεία και ενώσεις στη Γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας. Στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη κι έτσι δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της. Ο ήλιος είναι το κέντρο του ηλιακού μας συστήματος και μια ανεξάρτητη πηγή ενέργειας, θερμότητας και φωτός για τον άνθρωπο. Ακτινοβολεί στέλλοντας τις ακτίνες του παντού στο διάστημα και το φως του φτάνει στη Γη μέσα σε 8 λεπτά, αφού έχει διανύσει 150 εκατομμύρια χιλιόμετρα. Ωστόσο, μεταφέρεται και μια τεράστια ενέργεια που αποτελείται όχι μόνο από φως, αλλά και από θερμότητα και διάφορα μήκη κύματος και η ισχύς της φτάνει τα εκατοντάδες εκατομμύρια KiloWatt. Πιο συγκεκριμένα, ο ήλιος μέσα σε 15 λεπτά ακτινοβολεί τόση ενέργεια πάνω στη Γη, όση καταναλώνει η ανθρωπότητα με οποιαδήποτε μορφή μέσα σε 1 έτος. Η ενέργεια που φτάνει στη Γη αντιστοιχεί στο 40% την συνολικής ενέργειας και χρησιμεύει σε διάφορες διεργασίες, ενώ το υπόλοιπο 60% χάνεται στον διαστημικό χώρο. Η σημερινή τεχνολογία αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια με τριών ειδών συστήματα: τα θερμικά ηλιακά ή ενεργητικά, τα παθητικά ηλιακά και τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα. Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα συλλέγουν ηλιακή ακτινοβολία και την μετατρέπουν σε θερμική ενέργεια που μετέπειτα μπορεί να παραγάγει ηλεκτρισμό. Υπάρχουν διάφορα είδη τα οποία διαφέρουν ως προς τον βαθμό θερμότητας που μπορούν να παραγάγουν, δηλαδή ως χαμηλής, μέσης ή υψηλής θερμοκρασίας συλλέκτες. Όσον αφορά στα παθητικά συστήματα παρέχουν σε κτήρια θέρμανση και ψύξη μέσω της εκμετάλλευσης των φυσικών πηγών ενέργειας, καθώς και των στοιχείων απορρόφησης ενέργειας. Τέλος, τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα, που αναλύονται διεξοδικά παρακάτω, μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του Φωτοβολταϊκού Φαινομένου.



Εικόνα 3.1. Διαχωρισμός Ηλιακών Συστημάτων

3.1.2. Ιστορική αναδρομή

Η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται από τους ανθρώπους από τον 7^ο αιώνα π.Χ., όταν αξιοποίησαν για πρώτη φορά το φως του ήλιου για να φωτίσουν αντικείμενα με υλικά μεγεθυντικού φακού. Λίγο αργότερα, τον 3ο αιώνα π.Χ., οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι χρησιμοποίησαν την ηλιακή ενέργεια με καθρέφτες για φωτισμούς στις θρησκευτικές τελετές. Μια άλλη χρήση της ηλιακής ενέργειας που είναι δημοφιλής μέχρι και σήμερα ήταν η ηλιοθεραπεία στα κτήρια. Υπήρχαν δωμάτια στη νότια πλευρά των κτηρίων των ρωμαϊκών λουτρών τα οποία χρησιμοποιούνταν για ηλιοθεραπεία. Γύρω στα 1200 μ.Χ., οι πρόγονοι των Αμερικανών ιθαγενών, οι Anasazi, πήγαιναν σε παραθαλάσσια καταφύγια για να καταγράψουν τη ζεστασιά του ήλιου κατά τα διάκεια του χειμώνα. Στα τέλη του 1700, ερευνητές εκμεταλλεύτηκαν τη δύναμη του ήλιου για την παραγωγή ατμόπλοιων με ηλιακή ενέργεια.

Το 1873, ο Willoughby Smith ανακάλυψε ότι το σελήνιο είχε φωτοαγωγιμο δυναμικό, οδηγώντας τους William Grylls Adams και Richard Evans Day το 1876 στην ανακάλυψη ότι το σελήνιο δημιουργεί ηλεκτρισμό όταν εκτίθεται στο ηλιακό φως. Λίγα χρόνια αργότερα το 1883, ο Charles Fritts δημιούργησε τα πρώτα ηλιακά κύτταρα που κατασκευάστηκαν από πλακέτες σεληνίου. Ωστόσο, τα σύγχρονα ηλιακά κύτταρα, κατασκευάζονται με πυρίτιο κι όχι με σελήνιο. Επομένως, ορισμένοι θεωρούν ότι η πραγματική εφεύρεση των ηλιακών συλλεκτών πρέπει να συνδεθεί με τον Daryl Chapin, τον Calvin Fuller και τη δημιουργία του φωτοβολταϊκού κυττάρου (PV) του Gerald Pearson στο Bell Labs το 1954. Υποστηρίζεται λοιπόν ότι αυτό το γεγονός σηματοδοτεί την αληθινή εφεύρεση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας επειδή ήταν η πρώτη περίπτωση χρήσης μιας ηλιακής τεχνολογίας που μπορούσε να τροφοδοτήσει μια ηλεκτρική συσκευή για αρκετές ώρες της ημέρας. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας ξεκίνησε μια νέα εποχή για την ανθρωπότητα. Τα οφέλη της για τον άνθρωπο είναι πάρα πολλά, καθώς τον βοήθησε από την πρώτη στιγμή της ύπαρξής του στη Γη. Επιπλέον, η εξοικονόμηση χρημάτων κι αύξηση του κέρδους που είναι

μεγάλη σε συνδυασμό ότι είναι ανεξάντλητη, όσο υπάρχει ο ήλιος, την καθιστούν μέχρι και σήμερα από τις πιο δημοφιλείς ΑΠΕ.

3.1.3. Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας

Η ηλιακή ενέργεια είναι ένα είδος ανανεώσιμης ενέργειας της οποίας η χρήση είναι καθολική, ασφαλής και μακράς διάρκειας. Δεν ελέγχεται ούτε μονοπωλείται από κάποιον. Αντιθέτως, προσφέρεται στην ανθρωπότητα ανιδιοτελώς, ελεύθερα και δίκαια. Εξαιτίας των παραδοσιακών ελλείψεων στον ενεργειακό εφοδιασμό και της αυξανόμενης πίεσης για την προστασία του περιβάλλοντος πολλές χώρες εστιάζουν στην ανάπτυξη και τη χρήση της ηλιακής ενέργειας διευρύνοντας συνεχώς τους τομείς εφαρμογής της. Τα κύρια πεδία εφαρμογής της ηλιακής ενέργειας είναι τα παρακάτω:

Χρήση του φωτός και της θερμότητας: η θερμική ενέργεια της ηλιακής ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα είτε να αποθηκευτεί σε μία συσκευή αποθήκευσης θερμότητας ώστε να χρησιμοποιηθεί σε δεύτερο χρόνο, όταν η ηλιακή ενέργεια είναι ασταθής η δεν λειτουργεί, όπως τη νύχτα. Οι πιο συνηθισμένες συσκευές μετατροπής θερμότητας είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, ενώ άλλες περιοχές εφαρμογής της είναι η ηλιακή θέρμανση, τα ηλιακά θερμοκήπια και οι ηλιακές σόμπες.

Παραγωγής δύναμης: χρησιμοποιείται με δύο τρόπους, την ελαφριά ηλεκτρική μετατροπή και η φωτοηλεκτρική μετατροπή. Στην πρώτη περίπτωση η ηλιακή θερμική ενέργεια απορροφάται από ηλιακούς συλλέκτες, μετατρέπεται σε ατμό και σε συνδυασμό με την παραδοσιακή τεχνολογία γεννήτριας ανεμοστρόβιλων παράγει ενέργεια. Όσο για τη δεύτερη περίπτωση, πρόκειται για μια διαδικασία χρήσης της ηλιακής επίδρασης για την άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιώντας ως βασική συσκευή είναι ένα ηλιακό κύτταρο.

Φωτισμός Solar: αξιοποιεί το ηλιακό φως της μέρας ως πηγή ενέργειας. Ένα βασικό ηλιακό σύστημα φωτισμού περιλαμβάνει ηλιακούς συλλέκτες, ελεγκτές φόρτισης κι εκκένωσης, μπαταρίες και πηγές φωτός. Είναι δυνατό να παραγάγει άμεσα συνεχές ρεύμα χαμηλής τάσης ή να το μετατρέψει στο εναλλασσόμενο ρεύμα 220 βολτ μέσω ενός μετατροπέα και να παρέχει στη συνέχεια, το φορτίο του φωτισμού. Η τεχνολογία ηλιακού φωτισμού έχει τα χαρακτηριστικά της εφάπαξ επένδυσης, χωρίς καμία μακροπρόθεσμη λειτουργική δαπάνη, της εύκολης εγκατάστασης και συντήρησης και της μεγάλης διάρκειας ζωής. Τέλος, είναι σημαντικό το ότι δεν θα προκαλέσει ζημιές στη βλάστηση και στο περιβάλλον, ότι μειώνει το κόστος κι εξοικονομεί ενέργεια.

3.2. Φωτοβολταϊκά Συστήματα

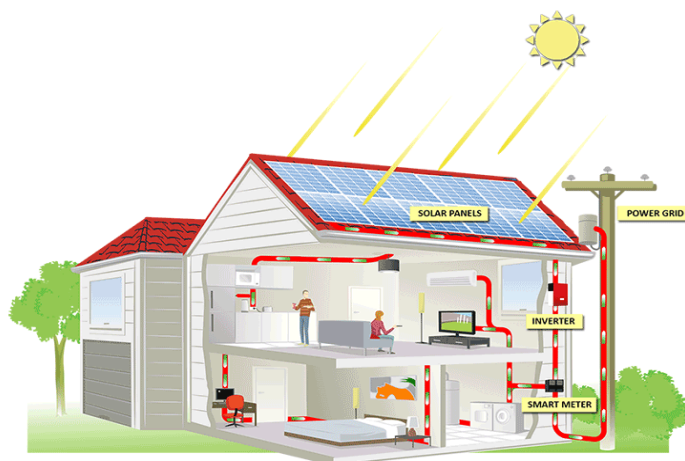
3.2.1. Εισαγωγή

Η λέξη Φωτοβολταϊκά είναι σύνθετη με α' συνθετικό τη λέξη «φως» και β' συνθετικό τη λέξη «volt» που είναι η μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής τάσης. Ο Ήλιος παράγει 15.000 φορές μεγαλύτερη ενέργεια από αυτή που καταναλώνεται στη Γη ετησίως. Η ενέργεια αυτή εκπέμπεται στη Γη με μορφή μικρών σωματιδίων τα φωτόνια, τα οποία συνθέτουν το ηλιακό φως. Ως Φωτοβολταϊκά Συστήματα ορίζονται οι βιομηχανικές διατάξεις πολλών φωτοβολταϊκών κυττάρων τοποθετημένες σε σειρά ή παράλληλα που αφομοιώνουν φωτόνια προερχόμενα από τις ακτίνες του ήλιου και μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική ("Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο"). Ειδικότερα, πρόκειται για τεχνητούς ημιαγωγούς, συνήθως από πυρίτιο, οι οποίοι ενώνονται και δημιουργούν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Ανήκουν στην κατηγορία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και χρησιμοποιούνται διαρκώς ολοένα και περισσότερο, αφού έχουν πολλά πλεονεκτήματα. Το βασικότερο από αυτά είναι ότι λειτουργούν με τον ήλιο, ο οποίος είναι μια αστείρευτη πηγή ενέργειας, ενώ τα τελευταία χρόνια υπάρχουν επιδοτούμενα προγράμματα στα οποία η χρηματοδότηση φτάνει έως και 100%.

3.2.2. Ιστορική Αναδρομή

Η εποχή που ζούμε χαρακτηρίζεται από διόγκωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων σε συνδυασμό με την εξάντληση των ορυκτών ενεργειακών πόρων, όμως τα τεράστια βήματα στην τεχνολογία των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων κάνουν πλέον εφικτή τη χρήση τους. Η πρώτη επαφή της ανθρωπότητας με το Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο πραγματοποιήθηκε το 1839 οπότε ο Γάλλος φυσικός Edmond Becquerel ανακάλυψε ότι μπορεί να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα όταν συγκεκριμένες κατασκευές εκτεθούν στο φως, κατά την διάρκεια πειραμάτων του με μια ηλεκτρολυτική επαφή φτιαγμένη από δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια. Το 1876 οι Adams κι Day παρατήρησαν ότι μια ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος παραγόταν από το σελήνιο όταν αυτό ήταν εκτεθειμένο στο φως. Το 1905 ο Albert Einstein διατύπωσε την εξήγηση του Φωτοβολταϊκού Φαινομένου (υπόθεση του φωτονίου). Το 1918 ο Πολωνός Czochralski προσέθεσε την μέθοδο παραγωγής ημιαγωγού μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Μια σημαντική ανακάλυψη έγινε το 1949 όταν οι Mott και Schottky ανέπτυξαν την θεωρία της διόδου σταθερής κατάστασης. Το πρώτο ηλιακό κελί ήταν γεγονός στα εργαστήρια της Bell το 1954 από τους Chapin, Fuller και Pearson. Η απόδοση του ήταν 6% εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ αργότερα κατασκευάστηκε το φωτοβολταϊκό κύτταρο πυριτίου, που κατά τη λειτουργία του απέδιδε γύρω στο 10%. Μερικά χρόνια αργότερα, το 1958 η μεθοδολογία των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων εφαρμόζεται στο διάστημα, αφού ένα αυτόνομο Φωτοβολταϊκό Σύστημα τοποθετήθηκε σε έναν δορυφόρο.

Το πιο μεγάλο Φωτοβολταϊκό Σύστημα παγκοσμίως (εγκατεστημένη ισχύς 242Wp) τοποθετήθηκε σε έναν φάρο της Ιαπωνίας το 1962. Ήταν γεγονός η ύπαρξη των Φωτοβολταϊκών, αλλά εφαρμόζονταν μόνο ως αυτόνομα συστήματα εξαιτίας του μεγάλου κόστους παραγωγής, ενώ η απόδοση τους βελτιωνόταν συνεχώς. Η εξέλιξη συνεχίζεται ταχύτατα και το 2004 η μαζική είσοδος μεγάλων εταιρειών στον χώρο των Φωτοβολταϊκών φέρνει την μαζική παραγωγή. Η Γερμανία και η Ιαπωνία κυριαρχούν στην κατασκευή Φωτοβολταϊκών πάνελ, όμως όλες οι αναπτυσσόμενες χώρες ασχολούνται είτε με την παραγωγή εξοπλισμού είτε με την κατασκευή φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων, υιοθετούν τις τεχνολογίες τους και να τις εδραιώνουν επηρεάζοντας θετικά επενδυτές και καταναλωτές ενέργειας. Φτάνοντας στο σήμερα, οι οικονομίες μεγάλης κλίμακας έχουν επενδύσει υπέρρογκα ποσά, για να αξιοποιήσουν τη φωτοβολταϊκή τεχνολογία και απολαμβάνουν τα οφέλη της εξελιγμένης τεχνολογίας τους.



Εικόνα 3.2. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β/ Συστήματα σε στέγες

3.2.3. Δομή και είδη Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

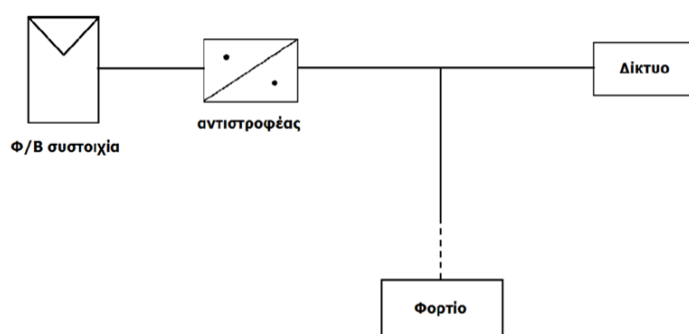
Ένα Φωτοβολταϊκό Σύστημα αποτελείται από τα εξής μέρη:

- τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια με τη μηχανική υποστήριξη κι ενδεχομένως ένα σύστημα παρακολούθησης της ηλιακής τροχιάς,
- υποσύστημα αποθήκευσης (μπαταρίες), το οποίο χρησιμοποιείται σε απομακρυσμένες εγκαταστάσεις, π.χ. οι Φάροι, διαφορετικά η σύνδεση του πάνελ γίνεται απευθείας με το υφιστάμενο δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ,
- συσκευή ελέγχου για μέτρηση, παρατήρηση και καθορισμό ισχύος,
- μετατροπέα τάσεως dc (12v/24v/48v) inverter για μετασχηματισμό στα 220V AC.

Για την κατασκευή τους χρησιμοποιείται κυρίως το πυρίτιο, το οποίο ευθύνεται για τις μεγάλες αποδόσεις των φωτοβολταϊκών κι έτσι αποτελεί την πρώτη ύλη για το 90% στην αγορά τους.

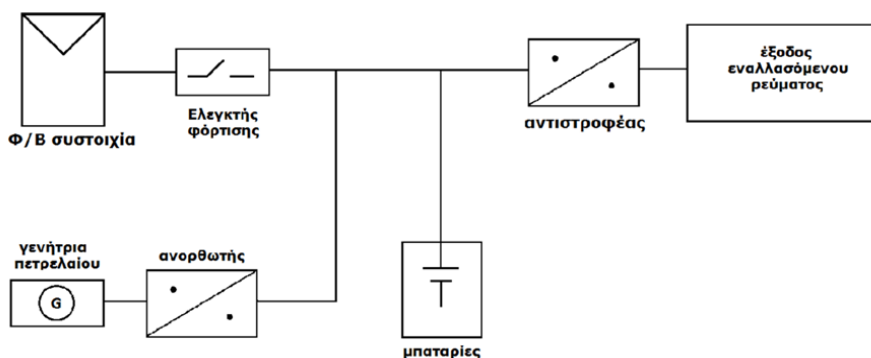
Τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

α) το διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα (grid-connected system), το οποίο συνδέεται με το δίκτυο ηλεκτροδότησης και όταν δεν επαρκεί το σύστημα, καταναλώνεται ρεύμα από το δίκτυο, π.χ. όταν έχει συννεφιά ή νυχτώνει. Από την άλλη, υπάρχει η δυνατότητα να παρέχει ενέργεια στο δίκτυο εάν καλύπτει τις ανάγκες για τις οποίες έχει τεθεί σε χρήση. Αυτό είναι μπορεί να συμβεί τις ηλιόλουστες μέρες.



Εικόνα 3.3. Διασυνδεδεμένο Φ/Β Σύστημα

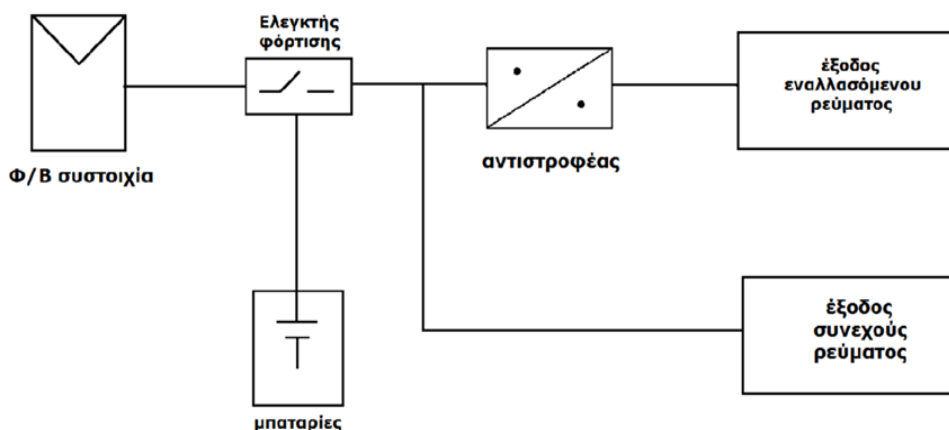
β) το υβριδικό Φ/Β σύστημα, το οποίο μπορεί να αξιοποιήσει παράλληλα την ηλιακή και την αιολική ενέργεια ώστε να παράγει ρεύμα και από τα δύο στοιχεία, γι' αυτό διαθέτει και φωτοβολταϊκό συλλέκτη και ανεμογεννήτριες.



Εικόνα 3.4. Υβριδικό Φ/Β Σύστημα

γ) το αυτόνομο Φ/Β σύστημα (off-grid system), το οποίο δεν χρειάζεται διασύνδεση με το δημόσιο δίκτυο για να λειτουργήσει. Σε ορισμένες περιπτώσεις, περιλαμβάνει και μπαταρίες (συσσωρευτές), ώστε να το τροφοδοτούν όταν δεν υπάρχει ήλιος (αυτόνομο σύστημα με

αποθήκευση). Υπάρχουν βέβαια και συστήματα με άμεση τροφοδότηση του φορτίου χωρίς συσσωρευτές, άλλα δεν λειτουργούν όταν δεν επικρατεί ηλιοφάνεια (αυτόνομα συστήματα άνευ μπαταρίας). Τα αυτόνομα συστήματα ηλεκτροδότησης συναντώνται κυρίως σε απομακρυσμένες εγκαταστάσεις όπου δεν επιτρέπεται σύνδεση με το δημόσιο δίκτυο.

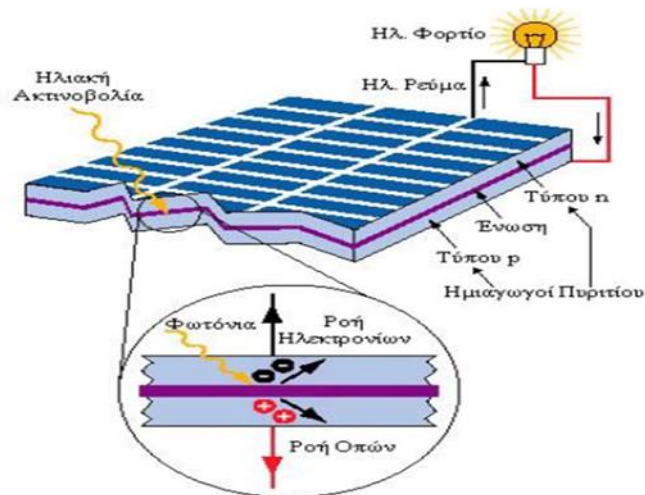


Εικόνα 3.5. Αυτόνομο Φ/Β Σύστημα

3.2.4. Το Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο

Το ηλιακό φως αποτελείται από φωτόνια (πακέτα ηλιακής ενέργειας). Τα φωτόνια περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας, που αντιστοιχούν στα διάφορα μήκη κύματος του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά έχουν την ίδια ταχύτητα. Όταν το φως προσπίπτει σε μια επιφάνεια είτε ανακλάται, είτε την διαπερνά, είτε απορροφάται από το υλικό της επιφάνειας. Η απορρόφηση του φωτός πραγματοποιείται, όταν τα φωτόνια έχουν μεγάλη ενέργεια κι αυτό έχει σαν συνέπεια τη μετατροπή του σε άλλη μορφή ενέργειας. Τα υλικά αυτά είναι ημιαγωγοί κι απορροφούν τα φωτόνια, που αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού κυττάρου να μετακινηθούν και να παραχθεί τελικά, ηλεκτρικό ρεύμα.

Ειδικότερα, στα φωτοβολταϊκά κύτταρα χρησιμοποιείται κυρίως το πυρίτιο ως ημιαγωγός. Οι ημιαγωγοί χωρίζονται σε δυο κατηγορίες: στους τύπου-N (type-N), στους οποίους υπάρχουν πολλά ηλεκτρόνια σχεδόν ελεύθερα και στους τύπου-Π (type-P) στους οποίους υπάρχουν πολλές ελεύθερες «οπές», όπου τα ηλεκτρόνια δεν βρίσκονται στη θέση τους με συνέπεια οι ημιαγωγοί τύπου-Π να έχουν θετικό φορτίο. Όταν ένα φωτόνιο προσκρούει σ' έναν ημιαγωγό τύπου-N, το ηλεκτρόνιο φεύγει από την αρχική του θέση και επειδή έχει αρνητικό φορτίο έλκεται από το θετικό φορτίο, που έχει συγκεντρωθεί στον ημιαγωγό τύπου-Π. Ανάμεσα στους ημιαγωγούς τύπου-N και τύπου-Π υπάρχει μονωτικό υλικό, επομένως ο μοναδικός τρόπος διέλευσης από τη μια μεριά στην άλλη είναι μέσω του εξωτερικού φορτίου με αποτέλεσμα να παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα.



Εικόνα 3.6. Φ/Β Φαινόμενο

3.2.5. Εφαρμογές των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα βρίσκουν πολυάριθμες εφαρμογές στην καθημερινότητα, μερικές από τις οποίες είναι οι παρακάτω:

Φωτισμός: Τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα σε συνδυασμό με εγκαταστάσεις αποθήκευσης μπαταριών χρησιμοποιούνται για να παρέχουν φωτισμό σε διαφημιστικές πινακίδες, πινακίδες οδικής κυκλοφορίας, εγκαταστάσεις δημόσιας χρήσης, χώρους στάθμευσης κ.λπ.

Επικοινωνίες: Τα σήματα των συστημάτων επικοινωνίας χρειάζονται ενίσχυση όταν χωρίζονται από μεγάλη χιλιομετρική απόσταση, γι' αυτό τοποθετούνται πύργοι αναμετάδοσης για να κάνουν πιο ισχυρό το δίκτυο του τηλεφώνου, του ραδιοφώνου και της τηλεόρασης. Συνήθως, επιλέγονται περιοχές σε μεγάλο υψόμετρο απομακρυσμένες από στύλους της ΔΕΗ και προκειμένου να αποφευχθεί η εγκατάσταση κάποιας γεννήτριας, εξοικονομώντας παράλληλα πόρους (οικονομικούς και ανθρώπινους), χρησιμοποιούνται Φωτοβολταϊκά.

Ηλεκτροδότηση σε περιοχές που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από το ηλεκτρικό δίκτυο ή ως προσωρινή λύση σε περιπτώσεις προβληματικών συνδέσεων και διακοπών ρεύματος, κυρίως μετά από κάποια φυσική καταστροφή ή έκτακτα καιρικά φαινόμενα (χιονοπτώσεις, πλημμύρες, σεισμοί).

Επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας: Συστήματα, όπως τηλεφωνικοί θάλαμοι ή ATM τροφοδοτούνται από Φωτοβολταϊκά Συστήματα για να λειτουργήσουν.

Φόρτιση μπαταριών οχημάτων: αυτοκίνητα, ακόμα και σκάφη που λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια μπορούν να φορτιστούν σε σταθμούς παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από Φωτοβολταϊκά.

3.2.6. Απόδοση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Η απόδοση των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων εκφράζεται από το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία, που σχεδιάστηκαν τον 19ο αιώνα, είχαν απόδοση 1-2%. Το 1954, τα εργαστήρια Bell Laboratories δημιούργησαν τα πρώτα Φωτοβολταϊκά πυριτίου με απόδοση 6%. Με το πέρασμα των ετών, ο βαθμός αυτός αυξάνεται συστηματικά και σήμερα τα μονοκρυσταλλικά στοιχεία έχουν τη μεγαλύτερη απόδοση, καθώς μετατρέπουν έως και το 17% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό. Από την άλλη, τα πολυκρυσταλλικά στοιχεία έχουν λίγο πιο χαμηλή απόδοση (13%-15%) συγκριτικά, αλλά είναι και πιο οικονομικά. Υπάρχουν και τα "άμορφα" στοιχεία που αποτελούνται από μια ενιαία επιφάνεια κι όχι από διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία, όπως τα προηγούμενα. Έχουν πιο χαμηλή απόδοση (5%-10%), γιατί χρειάζονται μεγαλύτερη επιφάνεια για να αποδώσουν όσο τα μονοκρυσταλλικά ή τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, αλλά είναι τα πιο οικονομικά. Γενικά, ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός Φωτοβολταϊκού Συστήματος, σε σχέση με την απόδοση άλλου συστήματος, συμβατικού ή μη, είναι αρκετά χαμηλός. Το Φωτοβολταϊκό Σύστημα καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια προκειμένου να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ, όμως η απόδοση μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά, αν εγκατασταθεί σε ηλιοστάτη.

3.2.7. Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα έχουν αρκετά πλεονεκτήματα με συνέπεια να αυξάνεται συστηματικά η εγκατάσταση και η χρήση τους, καθώς οι καταναλωτές επιλέγουν αυτά και τις ΑΠΕ για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους. Τα πιο σημαντικά παρουσιάζονται παρακάτω:

- ✓ Το βασικότερο από αυτά είναι ότι δεν μολύνουν το περιβάλλον, γι' αυτό και παρατηρείται ευρεία χρήση τους. Δεν παράγουν υποπροϊόντα, δεν χρειάζονται καύσιμα για να λειτουργήσουν και είναι αθόρυβα.
- ✓ Έχουν σχεδόν μηδενικό κόστος λειτουργίας, αφού χρησιμοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία για να παράγουν ηλεκτρισμό και δεν καταναλώνουν πρώτες ύλες, παρά μόνο για την κατασκευή τους, οι οποίες είναι και ανακυκλώσιμες, χωρίς περιβαλλοντικό αντίκτυπο..
- ✓ Δεν χρειάζονται καθόλου συντήρηση κατά την λειτουργία τους, ενώ παράλληλα πρόκειται για αξιόπιστες κατασκευές με μεγάλη διάρκεια ζωής. Συνήθως, οι κατασκευαστές εγγυώνται 20-30 χρόνια καλής λειτουργίας.

- ✓ Είναι ευέλικτα, γιατί μπορούν να τοποθετούνται οπουδήποτε (στη στέγη ενός σπιτιού ή στην πρόσοψη ενός κτιρίου), ανάλογα με τις ενεργειακές ανάγκες κι αν απαιτείται, το σύστημα αναβαθμίζεται για να καλύψει τη νέα ζήτηση, χωρίς να μετατραπεί το ήδη υπάρχον, με μια επέκτασή του.
- ✓ Παρέχουν πλήρη ενεργειακή αυτονομία, γι' αυτό συναντώνται συχνά σε δυσπρόσιτες περιοχές, όπου το δίκτυο της ΔΕΗ είναι αρκετά δαπανηρό να φτάσει.

Ορισμένα μειονεκτήματα που έχουν διαπιστωθεί σχετίζονται με τον καιρό και το σκοτάδι, γιατί η παραγωγή ενέργειας επηρεάζεται από τις νεφώσεις και σαφώς, δεν παράγεται ηλεκτρική ενέργεια, άρα τα αυτόνομα συστήματα χρειάζονται συσσωρευτές.

Ο χώρος ορισμένες φορές αποτελεί πρόβλημα, γιατί πρέπει να είναι μεγάλος ώστε παραχθεί ικανοποιητικό ποσοστό ενέργειας.

Το πιο σημαντικό μειονέκτημα όμως είναι το αρχικό υψηλό κόστος της εγκατάστασης. Μια ενδεικτική τιμή είναι 4000 ευρώ ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kW) ηλεκτρικής ισχύος. Μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 κιλοβάτ, άρα το κόστος της εγκατάστασης είναι σημαντικό. Βέβαια, το ποσό θα αποσβεστεί σε περίπου 5 χρόνια και το σύστημα μπορεί να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον 20 χρόνια.

3.2.8. Τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα- Επενδύσεις

Η Ελλάδα πληροί σημαντικές προϋποθέσεις για την ανάπτυξη των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων, συνεπώς είναι πρόσφορο το έδαφος για την εξέλιξη της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας, της έρευνας και των εφαρμογών στη χώρα.

Η Ελλάδα έχει τον μεγαλύτερο δείκτη ηλιοφάνειας σε ολόκληρη την Ευρώπη, επομένως η ηλιακή ακτινοβολία κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα όλες τις εποχές του χρόνου, ιδίως το καλοκαίρι.

Η εξάρτηση των σταθμών παραγωγής ενέργειας στα νησιά από το πετρέλαιο και το τεράστιο κόστος μεταφοράς, έχουν επιπτώσεις στο βιοτικό επίπεδο των κατοίκων τους, στην τουριστική ανάπτυξη και στο κόστος παραγωγής ενέργειας. Κατά συνέπεια, η παραγωγή ενέργειας μεγιστοποιείται το καλοκαίρι, οπότε παρατηρείται αυξημένη ζήτηση λόγω της έλευσης των τουριστών.

Παρατηρείται ανεξαρτητοποίηση από το πετρέλαιο και κάθε μορφή εισαγόμενης ενέργειας, ενώ παράλληλα περιορίζεται ο ρυθμός ανάπτυξης νέων σταθμών ισχύος συμβατικής τεχνολογίας.

Είναι σαφής η τάση των καταναλωτών να συμβάλλουν στην αειφόρο ανάπτυξη και στην προστασία του περιβάλλοντος χρησιμοποιώντας τις ΑΠΕ και προωθώντας τις επιδιώξεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και του Κίото που αφορούν στον περιορισμό των ρυπογόνων αερίων και την εισχώρηση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή στο σύνολό της, με σκοπό την κλιματική ουδετερότητα της ηπείρου το 2050.

Η Ελλάδα επιδοτεί την αγορά εξοπλισμού για Φωτοβολταϊκά έως και 40% μέσω του επενδυτικού νόμου Ν. 3522/06 και του αναπτυξιακού νόμου Ν. 3299/04 για επενδυτές μεσαίας και μεγάλης κλίμακας. Σε δεύτερο χρόνο, ο επενδυτής συνάπτει εικοσαετές συμβόλαιο για την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει στον ΔΕΣΜΗΕ (Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας) για τις διασυνδεδεμένες περιοχές, ή απευθείας στη ΔΕΗ για τις μη-διασυνδεδεμένες περιοχές, βάσει του νόμου Ν. 3468/06 για τις ΑΠΕ. Η τιμή πώλησης κυμαίνεται από 0,40 έως 0,50 ευρώ ανά κιλοβατώρα (kWh) ανάλογα με το μέγεθος και την περιοχή της εγκατάστασης.

4. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

4.1. Εισαγωγή

Ο άνεμος, δηλαδή οι αέριες μάζες της ατμόσφαιρας που περιβάλλουν τη Γη και βρίσκονται σε συνεχή κίνηση, δύνανται να θέσει σε κίνηση ιστιοφόρα πλοία, να περιστρέψει ανεμόμυλους, επομένως να παράγει ενέργεια. Η ενέργεια ονομάζεται αιολική και πήρε το όνομά της από την ελληνική μυθολογία και συγκεκριμένα από τον Αίολο τον οποίο είχε ορίσει ο Δίας κλειδοκράτορα των ανέμων και τους προκαλούσε ή τους σταματούσε κατά βούληση. Η αιολική ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου αξιοποιείται στις μέρες μας ολοένα και περισσότερο, ιδιαίτερα σε περιοχές όπου συχνά φυσούν ισχυροί άνεμοι. Πρόκειται για ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με ανεξάντλητη και χωρίς κόστος πρώτη ύλη. Είναι καθαρή, καθώς δεν παράγει εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, δεν εκπέμπει καθόλου ατμοσφαιρικούς ρύπους και χρησιμοποιεί ελάχιστο νερό. Αξιοποιείται στην παραγωγή μηχανικής (αλευρόμυλοι, άντληση υπόγειων νερών, αποστράγγιση) και ηλεκτρικής ενέργειας(ανεμογεννήτριες).

4.2. Ιστορική Αναδρομή

Η πρώτη χρήση αιολικής ενέργειας έγινε στη ναυσιπλοΐα, ενώ οι πρώτοι ανεμόμυλοι χρησιμοποιήθηκαν για άλεσμα δημητριακών και άντληση νερού. Οι αρχαιότεροι ανεμόμυλοι κατασκευάστηκαν στην Περσία από τον 6^ο έως τον 9^ο αιώνα μ.Χ., ενώ η πρώτη γραπτή αναφορά γίνεται στην Κίνα το 13^ο αιώνα μ.Χ. Στην Ευρώπη αναπτύχθηκαν διάφορα είδη ανεμόμυλου από το 13^ο αιώνα. Το 17^ο αιώνα η τεχνολογία τους μεταφέρεται στην Αμερική όπου οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για άντληση νερού. Στην Ελλάδα -ειδικότερα

στο Αιγαίο- η χρήση ανεμόμυλων χρονολογείται από το 13^ο αιώνα. Το 1960 υπήρχαν 10.000 ανεμόμυλοι στο Οροπέδιο Λασιθίου, 2.500 στην υπόλοιπη Κρήτη, και 600 στη Ρόδο. Ο πρώτος ανεμόμυλος για παραγωγή ηλεκτρισμού κατασκευάστηκε το 1888 στο Cleveland του Ohio κι είχε ισχύ 12 kW. Σήμερα, η Δανία μια χώρα πλούσια σε αιολικό δυναμικό έχει τα πρωτεία στην κατασκευή, αλλά και στην χρήση ανεμογεννητριών. Πριν 30 χρόνια, μια τυπική ανεμογεννήτρια ήταν της τάξης των 25 kW, ενώ οι σημερινές αιολικές μηχανές είναι της τάξης των 750-2.500 kW.

4.3. Ανεμογεννήτριες

Οι ανεμογεννήτριες είναι οι σύγχρονες μηχανές εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Υπάρχουν πολλά είδη ανεμογεννητριών που διακρίνονται σε δύο κυρίαρχες κατηγορίες:

- τις ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικα και βρίσκεται συνεχώς παράλληλα με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους, και
- τις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα, των οποίων ο δρομέας παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους.

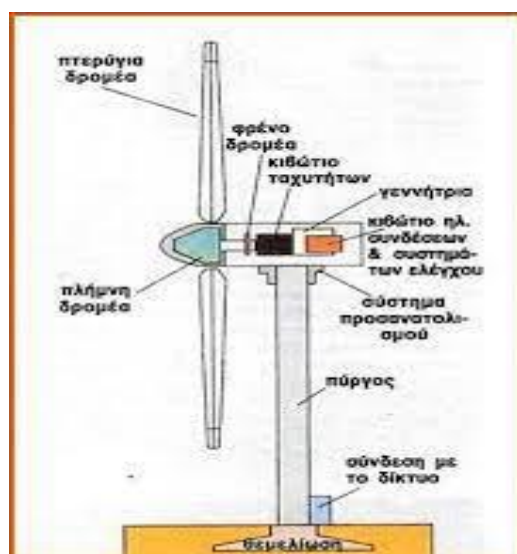
Από τις προηγούμενες κατηγορίες, επικρατέστερες στην αγορά είναι αυτές οριζοντίου άξονα με δύο ή τρία πτερύγια. Αποτελούν το 90% των διαθέσιμων συστημάτων αιολικής ενέργειας, διότι είναι πιο αποδοτικές συγκριτικά με εκείνες του κατακόρυφου άξονα. Το πόσο αποδοτικές είναι εξαρτάται από το μέγεθος τους και την ταχύτητα του ανέμου της περιοχής όπου εγκαθίστανται. Το μέγεθος ωστόσο, είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει και ποικίλει από εκατοντάδες μέχρι μερικά εκατομμύρια Watt.

Μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα, όπως παρουσιάζεται και στην εικόνα, απαρτίζεται από τα παρακάτω τμήματα:

- τον δρομέα, που αποτελείται συνήθως από δύο ή τρία πτερύγια και σπανιότερα μόνο από ένα, τα οποία είναι κατασκευασμένα από ενισχυμένο πολυεστέρα. Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη είτε σταθερά, είτε έχουν τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από τον διαμήκη άξονά τους μεταβάλλοντας το βήμα της πτερώγωσης,
- το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, που συγκροτείται από τον κύριο άξονα, τα έδρανά του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών, το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής,

- την ηλεκτρική γεννήτρια, σύγχρονη ή επαγωγική, με 4 ή 6 πόλους η οποία συνδέεται με την έξοδο του κιβωτίου πολλαπλασιασμού στροφών μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου, μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική και βρίσκεται συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας,
- το σύστημα πέδης το οποίο είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της ανεμογεννήτριας,
- το σύστημα προσανατολισμού, που αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου
- τον πύργο, όπου στερεώνεται ολόκληρη η ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Πιο συχνά, έχει σχήμα σωληνωτό ή δικτυωτό και πιο σπάνια, κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα. Επίσης, έχει συγκεκριμένο ύψος με σκοπό ο δρομέας να λαμβάνει απρόσκοπτα τη ροή του ανέμου από το έδαφος.
- τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου, που τοποθετούνται στο κατώτερο τμήμα του πύργου. Το σύστημα ελέγχου φροντίζει τις δραστηριότητες της ανεμογεννήτριας στο σύνολό τους, μεριμνώντας για την απρόσκοπτη λειτουργία της.

Οι συνήθεις διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 500 KWh είναι 40 μέτρα για τη διάμετρο του δρομέα και 40-50 μέτρα για το ύψος του πύργου. Σε αντιστοιχία, οι διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 3MW είναι 80 και 80-100 μέτρα.



Εικόνα 4.1. Ανεμογεννήτρια Οριζώντιου Άξονα

4.4. Χρησιμότητα Αιολικής Ενέργειας

Η χώρα μας διαθέτει αξιόλογο αιολικό δυναμικό του οποίου η συστηματική εκμετάλλευση θα συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με ταυτόχρονη μείωση σημαντικών ποσοτήτων συμβατικών καυσίμων, που συνεπάγεται συναλλαγματικά οφέλη. Επιπλέον, θα περιοριστεί σημαντικά η ρύπανση του περιβάλλοντος, αφού έχει υπολογισθεί ότι η παραγωγή ηλεκτρισμού μιας μόνο ανεμογεννήτριας ισχύος 550 kW σε ένα χρόνο, υποκαθιστά την ενέργεια που παράγεται από την καύση 2.700 βαρελιών πετρελαίου, δηλαδή αποτροπή της εκπομπής 735 περίπου τόνων CO₂ ετησίως, καθώς και 2 τόνων άλλων ρύπων. Τέλος, θα προκύψουν πολλές νέες θέσεις εργασίας, αφού εκτιμάται ότι για κάθε νέο MegaWatt αιολικής ενέργειας δημιουργούνται 14 νέες θέσεις εργασίας.

Βέβαια, ενδεχόμενα προβλήματα από την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας είναι ο θόρυβος από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών, οι σπάνιες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στο ραδιόφωνο, την τηλεόραση, και τις τηλεπικοινωνίες, που επιλύονται όμως με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και πιθανά προβλήματα καλαισθησίας.

5. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

5.1. Εισαγωγή

Το 72% της επιφάνειας της Γης καλύπτεται από νερό, γεγονός που φανερώνει ότι ο άνθρωπος είχε την τάση να εκμεταλλευτεί την ύπαρξη και τις ιδιότητες του για να καλύψει τις ενεργειακές του ανάγκες και όχι μόνο. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η ενέργεια που βασίζεται στην αξιοποίηση και στη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του τρεχούμενου νερού σε ηλεκτρική. Όταν το νερό ρέει καταφορικά σε ρυάκια, χείμαρρους και ποτάμια μέχρι να καταλήξει στη θάλασσα, αυτή η ενέργεια διαχέεται στη φύση από δίνες και ρεύματα. Όσο πιο μεγάλη είναι η ποσότητα του συσσωρευμένου νερού και όσο υψηλότερο το σημείο προέλευσής του, τόσο περισσότερο το ποσοστό της ενέργειας που εμπεριέχεται σ' αυτό. Βασισόμενη στην αξιοποίηση των ποταμιών και τεχνητών ή φυσικών φραγμάτων, η υδροηλεκτρική ενέργεια αποτελεί μια ενεργειακή πηγή που ουσιαστικά δεν εξαντλείται, καθώς οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί εκμεταλλεύονται τη φυσική διεργασία του κύκλου νερού που συνεχώς ανανεώνεται.

Η ενέργεια του νερού αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής). Στη συνέχεια, αυτό διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδραυλικών τουρμπινών παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια η οποία διαιρείται σε υδροηλεκτρική ενέργεια μεγάλης και μικρής κλίμακας. Η υδροηλεκτρική ενέργεια μικρής

κλίμακας παρουσιάζει σημαντικές διαφορές από αυτή της μεγάλης σε ό,τι αφορά τις επιπτώσεις της στο περιβάλλον. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες μεγάλης κλίμακας απαιτούν την κατασκευή φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές αρνητικές συνέπειες στο οικοσύστημα και γενικά στο άμεσο περιβάλλον. Περιορίζονται οι μετακινήσεις των ψαριών και της άγριας πανίδας και επηρεάζεται ολοκληρωτικά το οικοσύστημα, διότι μεταβάλλεται εντελώς η μορφή της εκάστοτε τοποθεσίας.

Από την άλλη πλευρά, τα συστήματα μικρής κλίμακας τοποθετούνται δίπλα σε ποτάμια και κανάλια με αποτέλεσμα να μην έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Μικρής κλίμακας είναι οι υδροηλεκτρικές μονάδες λιγότερες των 30 MW και θεωρούνται ανανεώσιμες πηγές. Το γρήγορα κινούμενο νερό οδηγείται μέσα από τούνελ προκειμένου να θέσει σε λειτουργία τις τουρμπίνες παράγοντας έτσι μηχανική ενέργεια. Μια γεννήτρια μετατρέπει αυτή την ενέργεια σε ηλεκτρική. Αντίθετα με τα ορυκτά καύσιμα, το νερό δεν καθίσταται άχρηστο κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς.

Βέβαια, υδατοταμιευτήρες κατασκευάζονται μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση. Πολλές φορές, η ποσότητα της ενέργειας, που τελικά προκύπτει από αυτή τη μέθοδο, λειτουργεί ουσιαστικά συμπληρώνοντας τις συμβατικές πηγές ενέργειας σε περιόδους μεγάλης ζήτησης. Στην Ελλάδα, η υδροηλεκτρική ενέργεια καλύπτει σχεδόν το 10% της ενέργειας που μας είναι απαραίτητη.

5.2. Ιστορική Αναδρομή

Στην αρχαία Αίγυπτο, οι άνθρωποι έχουν χρησιμοποιούσαν την ενέργεια του νερού για τη λειτουργία μηχανημάτων που άλεθαν τα σιτηρά και το καλαμπόκι. Εντούτοις, η υδροηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε ευρέως ιδιαίτερα τον 20^ο αιώνα, καθώς συνέβαλε στην επίτευξη των κατορθωμάτων της ηλεκτρικής ενέργειας κι έδωσε κίνητρο στη βιομηχανική ανάπτυξη. Σήμερα, η υδροηλεκτρική ενέργεια συνεχίζει να παράγει το 24% της διεθνούς ηλεκτρικής ενέργειας.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1880 κατασκευάστηκε ο πρώτος σταθμός υδροηλεκτρικής ενέργειας στις ΗΠΑ και παράγαγε 12,5 kw προσφέροντας φως σε δυο βιομηχανίες χαρτιού και μια οικία. Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια διαφέρουν ως προς μέγεθος της παραγόμενης ενέργειας από μερικά Kilowatt σε αρκετά MegaWatt, ωστόσο κάποιοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί φτάνουν έως και τα 10.000 MW παρέχοντας ηλεκτρική ενέργεια σε μεγάλο αριθμό ανθρώπων. Παγκοσμίως, αυτού του είδους εργοστάσια έχουν δυναμικό 675.000 MegaWatt ανά έτος και παράγουν περισσότερο από 2,3 τρισ. κιλοβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας που ισοδυναμεί με ενέργεια 3,6 δισ. βαρέλια πετρελαίου.

Πρώτη φορά που δημιουργήθηκε ποτέ φράγμα στην Ελλάδα ήταν στην αρχαία Αλυζία της Ακαρνανίας ανάμεσα στον 1^ο και 5^ο π.Χ. αιώνα, ενώ το 1931 η ΕΥΔΑΠ κατασκεύασε στον Μαραθώνα το πρώτο φράγμα της σύγχρονης εποχής. Από τότε έχουν κατασκευαστεί δεκάδες φράγματα σε διάφορα μέρη της Ελλάδας τα οποία εξυπηρετούν διάφορους σκοπούς. Τα πρώτα φράγματα που κατασκευάστηκαν από τη Δ.Ε.Η. για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν του Λούρου το 1954, του Λάδωνα το 1955 και του Ταυρωπού το 1959. Στα μέσα της δεκαετίας του 1960 το Υπουργείο Γεωργίας άρχισε να ενδιαφέρεται για την κατασκευή φραγμάτων στη χώρα και μερικά φράγματα κατασκευάστηκαν και από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων.

5.3. Τρόπος λειτουργίας υδροηλεκτρικών μονάδων - Διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος

Οι υδροηλεκτρικές μονάδες λειτουργούν βάσει της κινητικότητας του νερού και συγκεκριμένα βασίζεται στο ότι διαφέρει το μανομετρικό ύψος που βρίσκονται τα σημεία απ' όπου εισέρχεται κι εξέρχεται το νερό. Προκειμένου να συμβεί αυτό χτίζεται ένα φράγμα, για να συγκρατεί τον όγκο νερού που θεωρείται απαραίτητος στον διαμορφωμένο ταμιευτήρα. Καθώς το νερό διέρχεται από τον αγωγό πτώσεως, ενεργοποιεί έναν στρόβιλο που με τη σειρά του βάζει σε λειτουργία τη γεννήτρια. Μια τουρμπίνα που έχει εγκατασταθεί σε μεγάλη μονάδα είναι δυνατό να έχει βάρος έως και 172 τόνους και να κάνει 90 στροφές το λεπτό (rpm). Ο παραγόμενος όγκος ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, αλλά πιο βασικοί είναι η ποσότητα του τρεχούμενου νερού και το πόσο διαφέρει το μανομετρικό ύψος ανάμεσα στην ελεύθερη επιφάνεια του ταμιευτήρα και του στρόβιλου. Η παραγόμενη ποσότητα ηλεκτρισμού αντιστοιχεί σε αυτά τα δυο μεγέθη. Επομένως, η ενέργεια που θα παραχθεί εξαρτάται από το πόσο νερό περιέχει ο ταμιευτήρας. Αυτή είναι η αιτία, για την οποία τα υδροηλεκτρικά έργα δημιουργούνται κυρίως σε μέρη, που παρατηρούνται συχνές βροχοπτώσεις και υπάρχει η σωστή γεωμορφολογία.

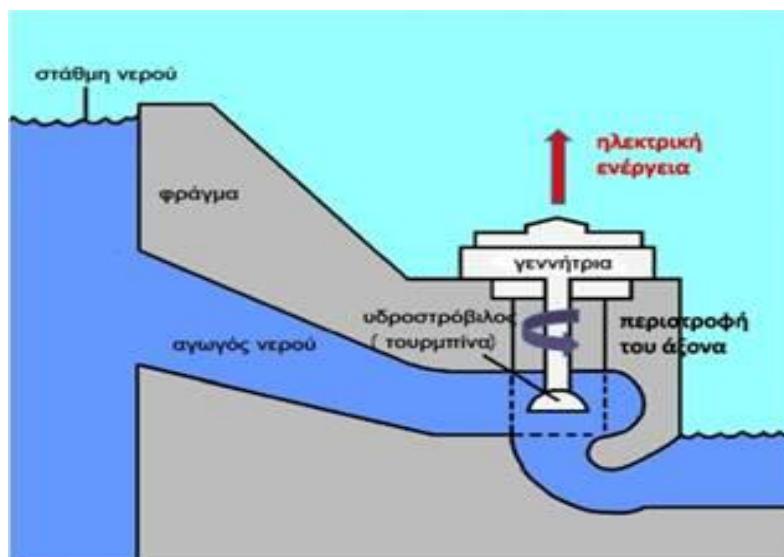
Το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο απαρτίζεται από τα παρακάτω μέρη:

Αρχικά, κατασκευάζεται ένα φράγμα, για να κρατά το νερό στον ταμιευτήρα (τεχνητή λίμνη). Τα φράγματα δημιουργούνται σε τοποθεσίες όπου οι κοίτες των ποταμίων έχουν απότομη κλίση, επειδή το νερό πρέπει να ρέει με ορμή προς τα κάτω. Έχοντας αυτή την κίνηση, η δυναμική ενέργεια του νερού του ταμιευτήρα μεταβάλλεται σε κινητική. Στη βάση του φράγματος εγκαθίστανται υδατοφράκτες οι οποίοι ρυθμίζουν την ποσότητα ροής του νερού από τον ταμιευτήρα προς την τουρμπίνα μέσω του υδαταγωγού. Οι τουρμπίνες είναι

συσσκευές με ειδικά πτερύγια τα οποία μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του νερού που ρέει σε περιστροφική. Η υψομετρική διαφορά μεταξύ της στάθμης του ταμιευτήρα και της θέσης της τουρμπίνας έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση του νερού, το οποίο στη συνέχεια θέτει σε κίνηση την τουρμπίνα. Άμεσα συνδεδεμένη στον άξονα της τουρμπίνας είναι μια γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος την οποία θέτει σε κίνηση η τουρμπίνα. Με την παραπάνω διαδικασία η κινητική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε ηλεκτρικό ρεύμα. Τελικά, από την εγκατάσταση παραγωγής ισχύος ξεκινούν γραμμές μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας προς τις τοποθεσίες κατανάλωσής της.

Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια διακρίνονται βάσει του μεγέθους τους και της παραγόμενης ισχύς στις εξής κατηγορίες:

- Μικρής κλίμακας που παράγουν από 1 kW έως 1 MW ισχύος και ηλεκτροδοτούν κυρίως μικρούς οικισμούς (χωριά, κωμοπόλεις) ή μικρά εργοστάσια δευτερογενούς παραγωγής.
- Μεσαίας κλίμακας που παράγουν έως 20 MW ισχύος, είναι πιο οικονομικά ως προς την κατασκευή τους και αρκετά αξιόπιστα όσο βρίσκονται σε λειτουργία. Ηλεκτροδοτούν πόλεις, αλλά και τεράστιες παραγωγικές εγκαταστάσεις με αυξημένες ανάγκες για ενέργεια.
- Μεγάλης κλίμακας που παράγουν πάνω από 20 MW ισχύος και χρειάζονται απαραίτητως φράγματα, για να λειτουργήσουν. Το πιο μεγάλο εργοστάσιο του είδους βρίσκεται στο «φράγμα Χούβερ» (Hoover dam) στις ΗΠΑ κι έχει ισχύ 2.000 MW.
- «Επί της κοίτης» που κατασκευάζονται απευθείας πάνω στην κοίτη ενός ποταμού, χωρίς να υπάρχει συνήθως η ανάγκη κατασκευής φράγματος, καθώς τα ρεύματα του νερού ρέουν συνεχώς και με μεγάλη ταχύτητα καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.



Εικόνα 5.1. Υδροηλεκτρικό Εργοστάσιο

5.4. Υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα

Η εγκατεστημένη ισχύς στη χώρα είναι συνολικά 3.060MW. Αυτή η ποσότητα σήμερα, καλύπτει το 28% του συνόλου της εγκατεστημένης ισχύος των συμβατικών σταθμών που αγγίζει τα 11.079MW. Σε ορισμένες περιοχές της χώρας ωστόσο, παρατηρούνται αυξημένες υδατοπτώσεις, επειδή οι λεκάνες απορροής έχουν απότομες κλίσεις και βρέχει συχνά και πολύ.

Η μέση παραγωγή ενέργειας ανά έτος είναι 4.000-5.000 Gwh και η συμβολή στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι 8-10%.

Μεγάλα υδροηλεκτρικά σε συνδυασμό με αιολικά και φωτοβολταϊκά υπάρχουν στιγμές που καλύπτουν το 57% της ημερήσιας ζήτησης ρεύματος.

Υπάρχει μεγάλη δυνατότητα περαιτέρω ανάπτυξης υδροηλεκτρικών σταθμών.

6. BIOMAZA

6.1. Εισαγωγή

Ο όρος βιομάζα αναφέρεται σε κάθε οργανική ύλη που προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από τον φυτικό κόσμο και περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς. Η βιομάζα χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, στις υπολειμματικές μορφές (φυτικά υπολείμματα, ζωικά απόβλητα) και στη βιομάζα από ενεργειακές καλλιέργειες. Ωστόσο, πιο συγκεκριμένα, περιλαμβάνει:

- Φυτικές ύλες προερχόμενες από το οικοσύστημα (τα αυτοφυή φυτά, δάση), από ενεργειακές καλλιέργειες (δηλαδή φυτά που καλλιεργούνται συγκριμένα για να χρησιμοποιηθούν ως βιομάζας ώστε να παραχθεί ενέργεια), από γεωργικά είδη (καλαμιές, ευκάλυπτοι).
- Υπολείμματα από τη φυτική, δασική, ζωική και αλιευτική παραγωγή, (άχυρα, βαμβάκι, καλαμπόκι, κλαδιά, φύκια).
- Υποπροϊόντα από επεξεργασμένα υλικά (pellet, πριονίδια).
- Κάποιο ποσοστό από αστικά λύματα και απορρίμματα.

Η βιομάζα είναι μια μορφή ηλιακής ενέργειας και προκύπτει από τη φωτοσύνθεση που διενεργείται στους φυτικούς οργανισμούς. Η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια σε χημική μέσω διεργασιών, χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος ώστε να τα μετατρέψει σε οξυγόνο και ενεργειακά πλούσιες οργανικές ενώσεις, τη βιομάζα.

Η διεργασία αυτή σχηματικά έχει ως εξής:

**Ηλιακή ενέργεια (φωτόνια) + Διοξείδιο του άνθρακα + Νερό + Ανόργανα στοιχεία ⇒
Οξυγόνο + Βιομάζα**

Πρόκειται επομένως, για μια ανεξάντλητη και φιλική πηγή ενέργειας για το περιβάλλον, η οποία είναι εφικτό να συμβάλλει σημαντικά στην κάλυψη των ολοένα και αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών, υποκαθιστώντας τα ορυκτά καύσιμα που αφενός εξαντλούνται συνεχώς, αφετέρου εκπέμπουν υψηλό ποσοστό ρύπων στην ατμόσφαιρα (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο κ.α.)

6.2. Ιστορική αναδρομή

Η βιομάζα είναι η παλαιότερη και πιο διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας από την Παλαιολιθική εποχή. Ο πρωτόγονοι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν τη βιομάζα ως καύσιμη ύλη. Η θερμότητα, που προερχόταν από την καύση των ξύλων, ένα είδος βιομάζας, χρησίμευε ώστε να μαγειρεύουν, να ζεσταίνονται, να βλέπουν στο σκοτάδι. Αργότερα, με τη φωτιά έλιωναν μέταλλα για να κατασκευάσουν εργαλεία και όπλα, αλλά επεξεργάστηκαν και τον πηλό για να φτιάξουν σκεύη, χρήσιμα για την καθημερινότητά τους. Ακόμα και στη σύγχρονη εποχή, αγροτικοί πληθυσμοί της Αφρικής, της Ινδίας, της Λατινικής Αμερικής, αλλά και της Ευρώπης χρησιμοποιούν ξύλα, φυτικά υπολείμματα (άχυρα, πριονίδια, άχρηστους καρπούς ή κουκούτσια) και ζωικά απόβλητα (κοπριά, λίπος ζώων, άχρηστα αλιεύματα) προκειμένου να ζεσταθούν, να μαγειρέψουν και να έχουν φως. Σήμερα, λόγω της κρίσης που υπάρχει στα ορυκτά καύσιμα και της μόλυνσης που προκαλούν στο περιβάλλον παρατηρείται στροφή της παγκόσμιας κοινότητας στις παραδοσιακές πηγές ενέργειας.

Ειδικότερα, οι τεχνολογικά και οικονομικά αναπτυσσόμενες χώρες αξιοποιούν στο μέγιστο την ενέργεια που προέρχεται από τη βιομάζα με τη χρήση νέων τεχνολογιών. Αυτό έχει σαν συνέπεια, να παράγεται ενέργεια υψηλής απόδοσης κι ενεργειακής αξίας, με την ελάχιστη περιβαλλοντική επιβάρυνση, από ενεργειακά προϊόντα χαμηλής ή αρνητικής αξίας που έχουν όμως, υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο. Στην Ελλάδα, ως βιομάζα αξιοποιούνται κυρίως τα γεωργικά υπολείμματα (άχυρο σιτηρών, υπολείμματα καλαμποκιού), τα καυσόξυλα, οι ξυλάνθρακες, τα υπολείμματα επεξεργασίας ξύλου, ο ευκάλυπτος, τα απόβλητα κτηνοτροφίας, τα απόβλητα βιομηχανικών τροφίμων (ελαιοτριβεία, τυροκομεία κ.α.) και τα αστικά λύματα.

6.3. Χαρακτηριστικά της Βιομάζας

Η ενέργεια της βιομάζας (βιοενέργεια ή πράσινη ενέργεια) αντιστοιχεί σε δευτερογενή ηλιακή ενέργεια, η οποία μετασχηματίζεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης. Οι βασικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται, είναι το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα, που είναι άφθονα στη φύση.

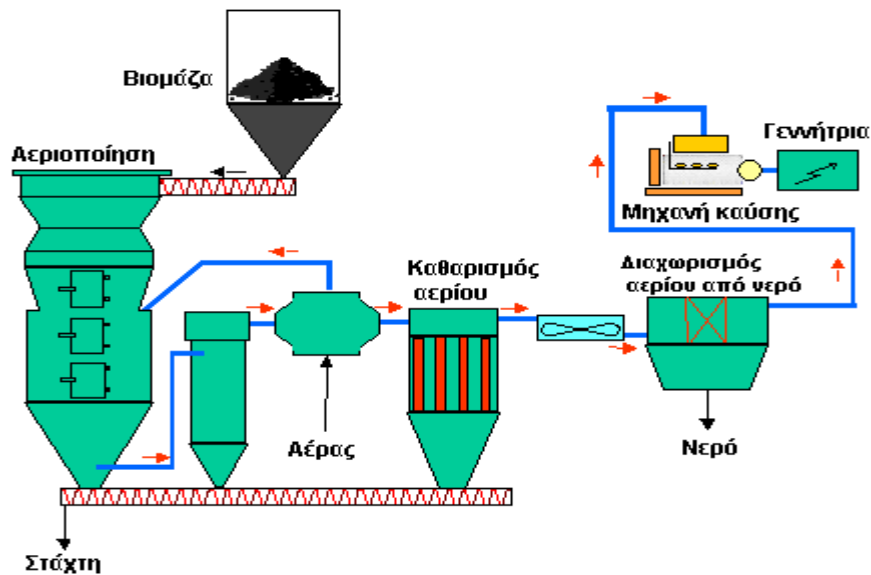
Πρόκειται για τη μοναδική πηγή ενέργειας με άνθρακα που βρίσκεται στη φύση και τα αποθέματά της είναι ικανά ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων. Αντίθετα, η βιομάζα είναι ανανεώσιμη, καθώς οτιδήποτε χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας μπορεί να αναπληρωθεί σε μικρό χρονικό διάστημα. Επιπλέον, ανάλογα με τις χρήσεις της υιοθετούνται διαφορετικοί όροι. Για παράδειγμα, ο όρος "βιοισχύς" περιγράφει τα συστήματα που χρησιμοποιούν πρώτες ύλες βιομάζας αντί για τα συνηθισμένα ορυκτά καύσιμα (φυσικό αέριο, άνθρακα) για την παραγωγή ηλεκτρισμού, ενώ ως "βιοκαύσιμα" περιγράφονται κυρίως τα υγρά καύσιμα μεταφορών που υποκαθιστούν πετρελαϊκά προϊόντα (βενζίνη, ντίζελ).

Η εκμετάλλευση της βιομάζας πραγματοποιείται με τη μετατροπή της σε ποικίλα προϊόντα, με διάφορες μεθόδους και χρησιμοποιώντας σχετικά απλή τεχνολογία. Η παραγωγή και η μετατροπή της δεν προκαλούν οικολογικά και περιβαλλοντικά προβλήματα. Αντιθέτως, σαν μορφή ενέργειας χαρακτηρίζεται από πολυμορφία (προέρχεται από διαφορετικές πηγές), χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο συγκριτικά με τα ορυκτά καύσιμα (λόγω χαμηλής πυκνότητας ή και υψηλής περιεκτικότητας σε νερό), εποχικότητα, διασπορά που δυσχεραίνουν την αδιάκοπη παροχή πρώτων υλών στις μονάδες που αξιοποιούν ενεργειακά τη βιομάζα κ.λπ. Ωστόσο, εξαιτίας των χαρακτηριστικών αυτών προκύπτουν ορισμένες πρόσθετες δυσκολίες σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα που αφορούν στη συλλογή, τη μεταφορά και την αποθήκευσή της. Επομένως, η μετατροπή της σε πιο εύχρηστες μορφές ενέργειας έχει αρκετά υψηλό κόστος. Παρ' όλ' αυτά, η έρευνα και η εξέλιξη της τεχνολογίας συνέβαλαν στο να γίνουν οι τεχνολογίες ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας πάρα πολύ ελκυστικές σε παγκόσμια κλίμακα. Οι προοπτικές της βιοενέργειας διευρύνονται διαρκώς και γίνονται πιο ελπιδοφόρες, καθώς συμβάλλουν σημαντικά στην παραγωγή ενέργειας συγκριτικά τις υπόλοιπες ΑΠΕ, επειδή έχει πολλαπλές χρήσεις (παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, θέρμανση/ψύξη, βιοκαύσιμο). Στο μέλλον, ιδίως στις προηγμένες οικονομικά χώρες, φαίνεται ότι θα καλύπτει μεγάλο τμήμα της ενεργειακής παραγωγής.

6.4. Ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας

6.4.1. Μέθοδοι επεξεργασίας της βιομάζας

Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας, ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, στοχεύει στην παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρισμού και κίνησης (βιοκαύσιμο). Οι διαδικασίες που εφαρμόζονται για την ενεργειακή αξιοποίησή της χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: τη θερμοχημική, τη βιοχημική και τη χημική. Αυτή που επιλέγεται κάθε φορά διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος της πρώτης ύλης που είναι διαθέσιμο ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη αξιοποίησή της. Η θερμοχημική αφορά στην καύση, την αεριοποίηση και την πυρόλυση της βιομάζας. Η βιοχημική αναφέρεται στην αναερόβια χώνευση και την αλκοολική ζύμωση και η χημική περιλαμβάνει την μετεστεροποίηση. Οι πιο ώριμες τεχνολογικά και πιο συχνά χρησιμοποιούμενες διεργασίες για ηλεκτροπαραγωγή είναι η καύση στερεής βιομάζας και η καύση του βιοαερίου που προκύπτει από την αναερόβια χώνευση.



Εικόνα 6.1. Διαδικασία ενεργειακής αξιοποίησης της Βιομάζας

6.4.2. Κύριες εφαρμογές της βιομάζας ως ΑΠΕ

Οι ενεργειακές εφαρμογές της βιομάζας εντοπίζονται από τους λέβητες για την θέρμανση κατοικιών μέχρι την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για πώληση στο Δίκτυο της Δ.Ε.Η. Η στέρεη βιομάζα χρησιμοποιείται κυρίως σε ακατέργαστη μορφή (καυσόξυλα, κουκούτσια κ.α.) ή σε επεξεργασμένη μορφή, που καθιστά ευκολότερη τη χρήση, την αποθήκευση και τη μεταφορά της (θρύμματα ξύλων, συσσωματώματα βιομάζας-pellets). Πιο συγκεκριμένα, οι βασικές εφαρμογές της βιομάζας ως ΑΠΕ είναι οι παρακάτω:

- κάλυψη ενεργειακών αναγκών σε βιομηχανίες και βιοτεχνίες
- θέρμανση θερμοκηπίων

- θέρμανση κτηρίων με καύση βιομάζας στους λέβητες
- παραγωγή ενέργειας σε γεωργικές βιομηχανίες
- παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες ξύλου
- τηλεθέρμανση ή τηλεψύξη
- παραγωγή ενέργειας σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού και Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) και υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ)
- παραγωγή ενέργειας από βιοαέριο και αέριο σύνθεσης
- παραγωγή βιοκαυσίμων (υγρών, αερίων, στερεών)
- μαγείρεμα, θέρμανση με τη μορφή καυσόξυλων σε οικιακό επίπεδο

7. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

7.1. Εισαγωγή

Γεωθερμία είναι η φυσική θερμική ενέργεια που προέρχεται από το θερμό εσωτερικό της Γης (είτε μέσω ηφαιστειακών εκροών είτε μέσω ρηγμάτων του υπεδάφους που αναβλύζουν ατμούς και θερμό νερό) προς την επιφάνεια. Ειδικότερα, υπάρχει μια θερμική κλίση βαθιά κάτω από το έδαφος και αυτή η θερμοκρασία αυξάνεται με την κάθοδο και την προσέγγιση του πυρήνα της Γης. Οι βαθύτεροι ήχοι που κατάφεραν να φτάσουν οι άνθρωποι δεν ξεπερνούν τα 12 km σε βάθος, αλλά η θερμοκρασία του εδάφους αυξάνεται από 2°C - 4°C για ανά 100 μέτρα που κατεβαίνουμε. Ωστόσο, υπάρχουν διάφορες περιοχές του πλανήτη όπου η κλίση είναι πολύ μεγαλύτερη κάτι που οφείλεται στο γεγονός ότι ο φλοιός της γης είναι λεπτός σ' εκείνο το σημείο. Επομένως, τα εσωτερικά στρώματα της Γης που είναι πιο κοντά στην επιφάνεια της Γης προσφέρουν περισσότερη θερμότητα. Πρόκειται για μια ήπια κι ανανεώσιμη μορφή ενέργειας που έχει ελάχιστο ή και μηδενικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Η γεωθερμική ενέργεια συντελεί στην παραγωγή θερμότητας, ενώ όταν είναι υψηλής ενθαλπίας (>150 °C) χρησιμεύει για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως. Ένα υπόγειο θερμό ρευστό διαθέτει γεωθερμικό δυναμικό, όταν η θερμοκρασία του υπερβαίνει τους 30°C. Πιο συγκεκριμένα, ανάλογα με τη θερμοκρασία των ρευστών που ανέρχονται στην επιφάνεια, η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως:

Υψηλής Ενθαλπίας (>150 °C) που χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρισμού. Η ισχύς τέτοιων εγκαταστάσεων το 1979 ήταν 1.916 MW με παραγόμενη ενέργεια 12×10⁶ kWh/yr.

Μέσης Ενθαλπίας (80 έως 150 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων.

Χαμηλής Ενθαλπίας (25 έως 80 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για θέρμανση θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες, για παραγωγή γλυκού νερού.

Η Ελλάδα λόγω κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας) σε οικονομικά βάθη (100-1500μ). Σε ορισμένες περιπτώσεις μάλιστα, τα βάθη των γεωθερμικών ταμειυτήρων είναι πολύ μικρά και συμφέρουν οικονομικά τη γεωθερμική εκμετάλλευση.

7.2. Ιστορική αναδρομή

Από την αρχαιότητα, η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιούνταν από τους ανθρώπους για την κάλυψη των αναγκών τους, την προσωπική τους καθαριότητα, αλλά και για θέρμανση. Μέχρι και σήμερα, σε αρκετά μέρη του κόσμου οι θερμές πηγές χρησιμοποιούνται για ζεστά μπάνια και πολλοί υποστηρίζουν ότι τα καυτά μεταλλικά νερά έχουν φυσικές θεραπευτικές δυνάμεις. Απ' την άλλη, το 1904 χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από μια ομάδα Ιταλών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Χρησιμοποίησαν τον ατμό που πηγάζει από το εσωτερικό της Γης για να κινήσει μια γεννήτρια με τη βοήθεια στροβίλου. Η γεωθερμική ενέργεια είναι να είδος ενέργειας που αξιοποιείται πλέον σε πολλές χώρες του κόσμου, όπως οι ΗΠΑ, η Ισλανδία, η Ιταλία, η Νέα Ζηλανδία, η Ιαπωνία, οι Φιλιππίνες, το Μεξικό, η Ρωσία κ.ά. Στην Ισλανδία, όπου η ατμόσφαιρά είναι από τις πιο καθαρές του κόσμου, το 70% του πληθυσμού χρησιμοποιεί για θέρμανση την ενέργεια των θερμών πηγών και των θερμοπιδάκων της χώρας. Στις αρχές της δεκαετίας του 1990 η παγκόσμια παραγόμενη ισχύς από γεωθερμικές μονάδες, οι μισές από τις οποίες βρίσκονται στις ΗΠΑ, ξεπερνούσε τα 5.000 MegaWatt. Στις ΗΠΑ βρίσκεται και μια από τις μεγαλύτερες γεωθερμικές εγκαταστάσεις στον κόσμο, η μονάδα GEYSER της Καλιφόρνια, που περιλαμβάνει 20 γεωθερμικούς σταθμούς συνολικής ισχύος 2.000 MegaWatt.

Στην Ελλάδα οι έρευνες για την ύπαρξη γεωθερμικής ενέργειας άρχισαν ουσιαστικά το 1910 από το ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών) και ως το 1979 αφορούσαν περιοχές στις οποίες υπήρχαν ενδείξεις για υψηλή ενθαλπία. Στη συνέχεια των ερευνών η ΔΕΗ, λόγω του ενδιαφέροντος για την ηλεκτροπαραγωγή, ανέλαβε τις παραγωγικές γεωτρήσεις υψηλής ενθαλπίας και την ανάπτυξη των πεδίων. Όταν συντάχθηκε ο χάρτης γεωθερμικής ροής του ελληνικού χώρου, έγινε αντιληπτό ότι η γεωθερμική ροή στην Ελλάδα είναι σε πολλές περιοχές εντονότερη από τη μέση γήινη και διαπιστώθηκε ότι διαθέτει μεγάλο αριθμό επιβεβαιωμένων γεωθερμικών πεδίων που είναι διάσπαρτα σε ολόκληρη σχεδόν τη χώρα, όπως της Μήλου, της Νισύρου, της Χαλκιδικής, της Σαντορίνης, της Λέσβου. Σήμερα στην Ελλάδα, η εκμετάλλευση της γεωθερμίας γίνεται αποκλειστικά για χρήση της σε θερμικές εφαρμογές, ενώ λόγω του πλούσιου υπεδάφους της σε γεωθερμική ενέργεια, κυρίως κατά μήκος του ηφαιστειακού τόξου του Νοτίου Αιγαίου, θα μπορούσε να έχει ευρεία εφαρμογή για τη θερμική αφαλάτωση του θαλασσινού νερού και τη μετατροπή του σε πόσιμο, κυρίως στις άνυδρες νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές.

Αυτή η εφαρμογή θα είχε χαμηλότερο κόστος από εκείνο που απαιτείται για τον εφοδιασμό των περιοχών αυτών με πόσιμο νερό, μέσω υδροφόρων πλοίων. Γενικότερα, η συστηματική εκμετάλλευση της γεωθερμίας μπορεί να επιφέρει σημαντικά οφέλη στη χώρα μας.

7.3. Φυσικά Γεωθερμικά Πεδία

Η ύπαρξη υψηλής γεωθερμικής βαθμίδας σε κάποια περιοχή δεν είναι μοναδική προϋπόθεση για την ύπαρξη αξιοποιήσιμου γεωθερμικού πεδίου. Η γεωθερμική ενέργεια είναι πρωτογενώς αποθηκευμένη μέσα στα πετρώματα, διασκορπίζεται μέσα στη μάζα τους και πρέπει να συγκεντρωθεί και να μεταφερθεί στην επιφάνεια της Γης ώστε να χρησιμοποιηθεί το μεταλλικό νερό (σε υγρή αέρια φάση) που περιέχεται μέσα σε πορώδη πετρώματα ή σε συστήματα ρηγμάτων κι ουσιαστικά αποτελεί το μέσο που μεταφέρει τη θερμότητα από τα πετρώματα στην επιφάνεια της γης. Κατά συνέπεια, το πόσο παραγωγική είναι μια θερμική περιοχή προσδιορίζεται και συχνά καθορίζεται από την υδρολογία των γεωλογικών σχηματισμών. Δεν έχουν όμως όλες οι θερμικές περιοχές κατάλληλη υδρολογία που είναι η δεύτερη προϋπόθεση για την ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου γεωθερμικού πεδίου. Επομένως, ένα φυσικό γεωθερμικό πεδίο είναι συνδυασμός θερμών πετρωμάτων και ύπαρξης νερού, το οποίο κυκλοφορεί μέσα σ' αυτά.

Τα γεωθερμικά πεδία χωρίζονται σε δύο ομάδες: στα πεδία υψηλής ενθαλπίας που το ρευστό (άνω των 1500°C) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και για θέρμανση και στα πεδία χαμηλής ενθαλπίας που το ρευστό (κάτω των 150°C) μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για θέρμανση.

Στις ζώνες σεισμικών εστιών, υπάρχουν πεδία χαμηλής και υψηλής ενθαλπίας που συσχετίζονται. Η Ισλανδία είναι ένα παράδειγμα που βρίσκεται πάνω στη μεσο-ωκεάνια ράχη του Ατλαντικού.

Το γεωθερμικό ρευστό έχει μετεωρική προέλευση, δηλαδή προέρχεται από τις κατακρημνίσεις. Το νερό από τις βροχές και τα χιόνια εισχωρεί στο έδαφος και σιγά σιγά προχωρά στο εσωτερικό της Γης φτάνοντας σε βάθη μέχρι και 5 km. Στην πορεία του θερμαίνεται λόγω της υψηλής θερμικής ροής και στη συνέχεια βρίσκει διόδους μέσα από ρήγματα και ρωγμές και επιστρέφει στην επιφάνεια. Από αναλύσεις βασισμένες σε ραδιοϊσότοπα βρέθηκε ότι ο κύκλος του νερού σε ένα γεωθερμικό σύστημα διαρκεί περίπου 500 χρόνια. Η περιοχή τροφοδοσίας του συστήματος μπορεί να βρίσκεται πολύ κοντά στο πεδίο ή σε μεγάλη απόσταση από αυτό μέχρι και 200 km, άρα και η διαδρομή του ρευστού ποικίλλει ανάλογα με τις συνθήκες. Το νερό, λόγω της μεγάλης του θερμοχωρητικότητας, λειτουργεί και σαν συμπυκνωτής θερμότητας. Η μέση θερμοχωρητικότητα των πετρωμάτων που βρίσκονται στα πρώτα 10 km από την επιφάνεια της γης είναι 85 kJ/kg, ενώ του νερού στην ίδια μέση θερμοκρασία (1300°C) είναι 420 kJ/kg, δηλαδή πενταπλάσια. Η

θερμοχωρητικότητα του κορεσμένου ατμού στους 2360°C είναι 2.790 kJ/kg, δηλαδή τριακονταπλάσια αυτής των πετρωμάτων. Το νερό για να απορροφήσει αυτή τη θερμότητα, είτε πρέπει να έρθει σε επαφή με πολύ μεγάλες μάζες πετρωμάτων που βρίσκονται σε υψηλή θερμοκρασία είτε να διανύσει πολύ μεγάλη διαδρομή μέχρι να φτάσει στις γεωτρήσεις. Και στις δύο περιπτώσεις, οι μάζες των πετρωμάτων που συμμετέχουν στο σύστημα πρέπει να είναι πολύ μεγάλες, της τάξης εκατοντάδων κυβικών χιλιομέτρων .



Εικόνα 7.1. Φυσικό γεωθερμικό πεδίο

7.4. Εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας

Ο τρόπος εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας εξαρτάται από την θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών, ενώ οι χρήσεις τους ποικίλλουν. Πιο συγκεκριμένα, η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται:

- για ηλεκτροπαραγωγή ($\theta > 90^{\circ}\text{C}$) σε γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, για θέρμανση κατοικιών, κτιρίων, συγκροτημάτων κατοικιών, ακόμη και ολοκλήρων κοινοτήτων με την μέθοδο της τηλεθέρμανσης ($\theta > 65^{\circ}\text{C}$)
- για την άμεση θέρμανση σημείων με σώματα ($\theta > 60^{\circ}\text{C}$), με αερόθερμα ($\theta > 40^{\circ}\text{C}$), με ενδοδαπέδιο σύστημα ($\theta > 25^{\circ}\text{C}$) και την παραγωγή ζεστού νερού για οικιακή χρήση
- για να θερμανθούν θερμοκήπια και το έδαφος, διότι τα φυτά αναπτύσσονται πιο γρήγορα εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας ($\theta > 25^{\circ}\text{C}$), ή και για προστασία κατά του πάγου
- στις ιχθυοκαλλιέργειες ($\theta > 15^{\circ}\text{C}$), καθώς η γεωθερμία προσφέρει με οικονομικό τρόπο τη θέρμανση του νερού που είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των ψαριών
- σε κτηνοτροφικές μονάδες όπου η ενέργεια που απαιτείται για τη διατήρηση της θερμοκρασίας στα επιθυμητά επίπεδα υπολογίζεται στο 50% από την αντίστοιχη που χρησιμοποιείται στα θερμοκήπια.
- σε διάφορες βιομηχανίες, όπως η κονσερβοποιία, η αφαλάτωση νερού, η παστερίωση γάλακτος κ.ά.
- σε θερμά λουτρά ($\theta = 25-40^{\circ}\text{C}$) με πιο γνωστά της Αιδηψού και των Θερμοπύλων

- για ψύξη και κλιματισμό με αντλίες θερμότητας απορρόφησης ($\theta > 60$ °C) ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας ($\theta < 30$ °C).

8. ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι επιχειρήσεις, που ασκούν τις δραστηριότητές τους στον κλάδο παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, οφείλουν να συμμορφώνονται και να λειτουργούν βάσει των προτύπων ποιότητας λειτουργίας που αφορούν στις παραγωγικές μονάδες, αλλά και στη διαχείριση ενέργειας. Στο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα πιστοποιητικά ποιότητας ISO 9001 και 14001, καθένα από τα οποία διασφαλίζει την ποιότητα στην παροχή υπηρεσιών και στην ενεργειακή διαχείριση, αλλά και στο πώς αποτυπώνεται η ποιότητα για καθεμία από τις ΑΠΕ.

8.1. ISO

8.1.1. ISO9001

Γενικά, το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας ISO 9001 είναι σύστημα διασφάλισης ποιότητας, το οποίο εφαρμόζεται με σκοπό τη βελτιστοποίηση της ποιότητας των παρεχόμενων προϊόντων και υπηρεσιών. Εξασφαλίζει ότι η προσφερόμενη ποιότητα είναι σταθερή και συνεχής και καθορίζει με σαφήνεια τα χαρακτηριστικά και τις προϋποθέσεις, που έχει ορίσει η εκάστοτε επιχείρηση, καθιστώντας αξιόπιστο το προϊόν ή την υπηρεσία προτού φτάσει στον καταναλωτή. Σχετικά με τις ΑΠΕ, οι διαδικασίες κρίνονται πιο αυστηρά. Καταρχάς, η διαδικασία παραγωγής της ενέργειας ελέγχεται σε συνεχή βάση. Συνυπολογίζονται όλοι οι παράγοντες που δύναται να επηρεάσουν την ομαλή παραγωγή σε οποιοδήποτε στάδιό της. Το αποτέλεσμα της συνεχούς επίβλεψης είναι η διαρκής βελτίωση του παραγόμενου αγαθού. Οι ωφέλειες είναι πολλαπλές, αφού η επιχείρηση εκσυγχρονίζεται, οργανώνει με τον βέλτιστο τρόπο τις δραστηριότητές της κι αποκτά ανταγωνιστικό πλεονέκτημα συγκριτικά με άλλες ομοειδείς επιχειρήσεις στον κλάδο των ΑΠΕ. Κατά συνέπεια, επιτυγχάνεται η δημιουργία σταθερού πελατολογίου, ενώ εξασφαλίζει την εμπιστοσύνη των καταναλωτών, καθώς ικανοποιεί τις δικές απαιτήσεις και ταυτόχρονα χαράζει μια σαφή στρατηγική βάσει της οποίας κινείται στον κλάδο. Προκειμένου λοιπόν, να επιτευχθούν οι προηγούμενοι στόχοι είναι απαραίτητο να αναπτυχθεί η μεθοδολογία των διαδικασιών, αλλά και να τηρούνται οι κανόνες με απόλυτη ακρίβεια. Σε πρώτο στάδιο, η επιχείρηση θα πρέπει να αποτυπώσει πλήρως την επικρατούσα κατάσταση δίνοντας απαντήσεις σε ορισμένα ερωτήματα όπως τα παρακάτω: Πόσο μεγάλο είναι το δίκτυο παραγωγής; Ποια είναι η παραγόμενη ποσότητα ετησίως; Σε ποια θέση βρίσκεται η επιχείρηση στην αγορά σε σχέση με τον ανταγωνισμό;. Έπειτα, απαιτείται να συλλεχθούν στοιχεία προκειμένου να πραγματοποιηθεί μια επιμελημένη καταγραφή στα ενδότερα της επιχείρησης, κυρίως για διεργασίες που

συμβαίνουν στην παραγωγή, στο στάδιο επαλήθευσης του συστήματος, στην παρουσίαση των θέσεων εργασίας και στη συγκέντρωση των εγγράφων στο σύνολό τους. Τέλος, κρίνεται σκόπιμο να επισημαίνεται η πολιτική που ακολουθεί η επιχείρηση ως προς την ποιότητα και να τίθεται υπό επίβλεψη με εσωτερικούς τακτικούς ελέγχους.

8.1.2. ISO 14001

Η πιστοποίηση ISO 14001 σχετίζεται άμεσα με τη διαχείριση της ενέργειας σε μια επιχείρηση ή οργανισμό. Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα εφαρμόζεται με στόχο να περιοριστούν οι επιπτώσεις που προκύπτουν στο περιβάλλον από διάφορα φαινόμενα οικολογικής καταστροφής, όπως είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επιδιώκει την ορθολογική κατανάλωση των φυσικών πόρων και τη συνεχή πρόοδο των μεθοδολογιών που είναι απαραίτητες για την πραγματοποίηση αυτού του στόχου. Το ISO 14001 συμβάλλει στη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης των επιχειρήσεων. Πρόκειται για μια σειρά οδηγιών μέσα από τις οποίες μια επιχείρηση έχει την δυνατότητα να διαμορφώσει και να σταθεροποιήσει την πολιτική της σχετικά με το περιβάλλον, να καθορίσει τις αρνητικές συνέπειες που έχει στο περιβάλλον η λειτουργία της, να θέσει τους στόχους της για την προστασία του, να υλοποιήσει ένα πρόγραμμα που να ελέγχει την περιβαλλοντική της απόδοση, να υπολογίζει πόσο αποτελεσματική είναι, να επιλύει τα κρίσιμα ζητήματα, να εντοπίζει κάποια ανεπάρκεια και να την αναπληρώνει και τέλος να επανεξετάζει το σύστημα λειτουργίας της του προκειμένου να προωθεί την διαρκή βελτίωσή της. (Wever 1996). Η πιστοποίηση ISO 14001 συμπεριλαμβάνει 21 πρότυπα που βοηθούν τις επιχειρήσεις να διευθετήσουν τις ανάγκες που αφορούν στην ενέργεια και να εξασφαλίσουν ότι οι επιλεγμένες πολιτικές και πρακτικές τους συμβαδίζουν με την ορισμένη αποστολή και τους στόχους τους. (Rezaee & Elam, 2000).

Για την πραγματοποίηση του προτύπου 14001, η επιχείρηση οφείλει να υιοθετήσει τα εξής:

- 1) ενασχόληση των ανώτερων διοικητικών στρωμάτων με ζητήματα σχετικά με το περιβάλλον,
- 2) καθορισμός μιας Περιβαλλοντικής Οργανωτικής Επιτροπής που θα αποτελείται από στελέχη της ανώτερης διοίκησης, λογιστές και νομικούς,
- 3) προσδιορισμός της έκτασης των περιβαλλοντικών απαιτήσεων και δαπανών για την επιχείρηση,
- 4) ολοκληρωμένη εκπαίδευση της περιβαλλοντικής ομάδας και των εργαζομένων,
- 5) καθορισμός ενός αποτελεσματικού Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης με σκοπό την εδραίωση πολιτικών και διαδικασιών που αφορούν στο περιβάλλον,
- 6) δημιουργία σταθερών προγραμμάτων περιβαλλοντικής διοίκησης και καταγραφή του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης που ορίστηκε.

7) τήρηση αρχείου και επανεξέταση του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης.

Αφού ολοκληρωθούν τα παραπάνω βήματα, η επιχείρηση πραγματοποιεί περιβαλλοντικούς ελέγχους και επιλέγει το κατάλληλο περιβαλλοντικό πρότυπο ISO από την οικογένεια του ISO 14000.

Η υιοθέτηση του ενεργειακού προτύπου θα επιφέρει πληθώρα ωφελειών τόσο για το φυσικό περιβάλλον, όσο και για την ίδια την επιχείρηση, καθώς οι οργανισμοί δύναται να μειώσουν τον ενεργειακό αντίκτυπό τους στη Γη. Παράλληλα, οι λειτουργίες της γίνονται πιο αποτελεσματικές και μειώνονται οι σπατάλες που προκύπτουν από την επιχείρηση κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας και των μεταφορών. Επίσης, παρέχουν γνώσεις στους εργαζομένους της ανεξάρτητα από τη θέση που κατέχουν, θέτοντας γερά θεμέλια για την εφαρμογή της εταιρικής κοινωνικής ευθύνης στην επιχείρηση. Τέλος, το ότι ο έλεγχος σχετικά με τη συμμόρφωση του Συστήματος Ποιότητας Διαχείρισης της επιχείρησης πραγματοποιείται από εξωτερικούς ελεγκτές, έχει μεγάλη σημασία, γιατί έτσι διασφαλίζεται η διαφάνεια της διαδικασίας, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα την εμπιστοσύνη των ενδιαφερόμενων μερών. Αν η επιχείρηση ακολουθεί πιστά το πρότυπο, δύναται να εξοικονομήσει πόρους και να περιορίσει τους περιβαλλοντικούς της ρύπους, κατορθώνοντας τελικά, να εξοικονομήσει και χρήματα.

8.2. Ποιότητα και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

8.2.1. Ηλιακή Ενέργεια

Ως προς τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, η ποιότητα αφορά στη συμμόρφωση με πρότυπα σχετικά με το πού έχει εγκατασταθεί το πάρκο και με το αν χαίρει της αποδοχής της τοπικής κοινωνίας, παρόμοια με την αιολική ενέργεια και τις ανεμογεννήτριες. Οι καιρικές συνθήκες κάθε περιοχής πρέπει να συμβάλλουν στην παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας και για να είναι αυτό εφικτό, η τοποθεσία θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από άφθονη ηλιοφάνεια τα μεγαλύτερα διαστήματα του χρόνου, ενώ ο παγετός θα πρέπει να είναι εξαιρετικά σπάνιο γεγονός. Επίσης, οι τεχνικές και η μεθοδολογία είναι απαραίτητο ανανεώνονται και να εκσυγχρονίζονται συστηματικά ώστε να εξασφαλίζεται η συνεχής παραγωγή ενέργειας. Ουσιαστικά, η ποιότητα των φωτοβολταϊκών αφορά στην τεχνολογία και τα χαρακτηριστικά τους (η γεωμετρία, η απόδοση ισχύος του ηλιακού πάνελ, η ταξινόμησή τους, κ.α.), στα οποία πρέπει να δίνεται μεγάλη σημασία και προσοχή.

8.2.2. Αιολική Ενέργεια

Το πιο σημαντικό κριτήριο για να καθορισθεί ο βαθμός ποιότητας της αιολικής ενέργειας που παράγεται είναι ο χώρος εγκατάστασης του αιολικού πάρκου και των ανεμογεννητριών. Τα όργανα παραγωγής της ενέργειας χρειάζονται συνεχή συντήρηση, συνεπώς απαιτείται εύκολη πρόσβαση στην τοποθεσία από οποιοδήποτε μέσο μεταφοράς κι επίσης να βρίσκεται κοντά σε κάποιο λιμάνι και στο δίκτυο της Δ.Ε.Η., καθώς ενδέχεται να τροφοδοτεί το ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας. Ακόμη ένας βασικός παράγοντας, για να λειτουργεί ομαλά το δίκτυο, είναι η κοινωνία να συμφωνεί με τον χώρο που επιλέχθηκε για να εγκατασταθεί το αιολικό πάρκο, όπως και με το ότι οι ανεμογεννήτριες αρμόζουν στο φυσικό περιβάλλον και δεν το αλλοιώνουν. Όσον αφορά στην παραγωγή ενέργειας, σχετίζεται με την ταχύτητα του αέρα στην περιοχή εγκατάστασης του πάρκου. Ειδικότερα, επιθυμητοί είναι οι συνεχείς άνεμοι με διάρκεια κι όχι η άπνοια ή και ο παγετός ο οποίος φθείρει και καταστρέφει τις ανεμογεννήτριες. Η διαρκής ανανέωση των τεχνολογιών είναι εξίσου σημαντική και στην παραγωγή καθαρής αιολικής ενέργειας, ώστε να παραμένει ποιοτική και χωρίς απώλειες. Τελικά, για να διασφαλιστεί η ποιότητα στις αιολικές μονάδες πρέπει να ελέγχονται και να διαφυλάσσεται η τάση και η συχνότητα της ενέργειας που παράγεται σε αυτές.

8.2.3. Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η ποιότητα στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς καθορίζεται από τον βαθμό απόδοσης των υδροστροβίλων και από το πόσο καλά συντηρημένες είναι οι εγκαταστάσεις, καθώς αυτά είναι βασικές προϋποθέσεις για την τεχνολογική ωριμότητα και την ενεργειακή απόδοση τους. Σε αυτό το είδος ενέργειας, στοιχείο ποιότητας είναι η παραγωγή ενέργειας, αλλά και η καθαριότητα των υδάτινων για άρδευση ή ύδρευση. Τέλος, ως προς τα ενδιαφερόμενα μέρη, θα πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για τον χρόνο απόσβεσης αυτής της επένδυσης, το έργο να έχει διάρκεια στον χρόνο, ενώ παράλληλα να λειτουργεί και να συντηρείται σωστά με το χαμηλότερο δυνατό κόστος.

8.2.4. Βιομάζα

Η ποιότητα στην Βιομάζα εξαρτάται από τις τεχνολογίες που την μετατρέπουν σε ενέργεια και ειδικά η μεθοδολογία και ο εξοπλισμός που εφαρμόζονται για να παραχθεί. Επίσης, στοιχεία ποιότητας είναι η ενεργειακή της απόδοση που σχετίζεται με το είδος της βιομάζας που χρησιμοποιείται (δασικά κατάλοιπα, φυτά άγονων περιοχών, κ.α.). Τέλος, σημαντικό χαρακτηριστικό είναι τα πεδία εφαρμογής της, δηλαδή αν αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού, για θερμότητα ή ψύξη βιομηχανικών μονάδων, ως λίπασμα ή και υποκατάστατο αντί για συμβατικά καύσιμα.

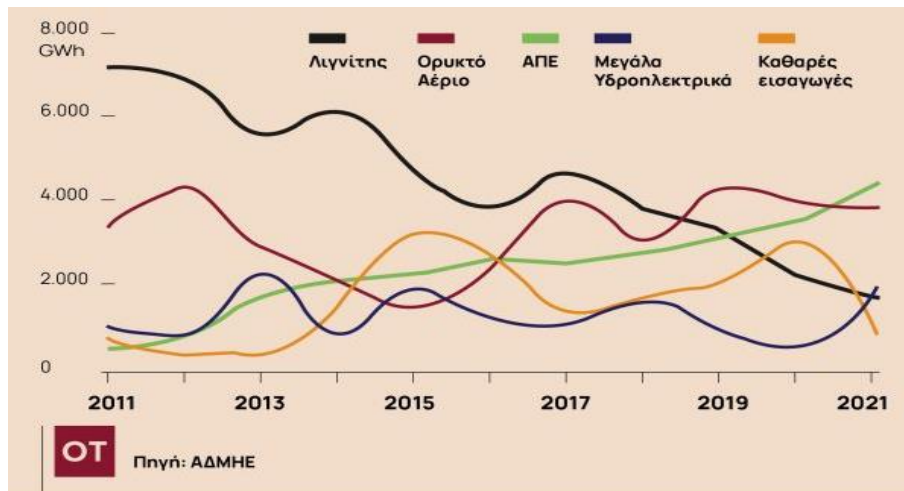
8.2.5. Γεωθερμική Ενέργεια

Η απόδοση της γεωθερμικής ενέργειας σχετίζεται άμεσα με την ποιότητα της υπηρεσίας που παρέχει. Οι καιρικές συνθήκες στην τοποθεσία όπου εγκαθίσταται μια αντλία θερμότητας αποτελούν βασικό παράγοντα για το πόσο αποδοτικό θα είναι το σύστημα. Μεγάλη σημασία επίσης, έχει η χρήση καινοτόμων τεχνολογιών. Επομένως, είναι απαραίτητο να σχεδιαστεί και να καταγραφεί το σύστημα με σωστή οργάνωση. Εξίσου σημαντική είναι η αξιολόγηση της απόδοσης της αντλίας θερμότητας, η μείωση στο ελάχιστο οποιασδήποτε απώλειας θερμότητας εξαιτίας ενδεχόμενης κακής μόνωσης του κτίσματος και τα επίπεδα που κυμαίνεται η θερμοκρασία στο σύστημα που διανέμει τη θερμότητα.

9. ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΛΑΔΟΥ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

9.1. Ο κλάδος των ΑΠΕ

Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) για την παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρισμού και καυσίμων οχημάτων γνωρίζει σήμερα ραγδαία ανάπτυξη στην Ελλάδα, στην Ευρώπη, αλλά και παγκόσμια. Ο κλάδος της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι ένας από τους πιο εξελικτικούς και γρήγορα αναπτυσσόμενους της διεθνούς οικονομίας, ιδίως τα τελευταία χρόνια. Αρχικά, προκύπτει επιτακτική ανάγκη να αυξηθεί άμεσα το υπάρχον παραγωγικό δυναμικό των ΑΠΕ, για να είναι επιτεύξιμοι οι στόχοι σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο. Υπάρχει υψηλό αξιοποιήσιμο δυναμικό ΑΠΕ (αιολικό, υδροηλεκτρικό, ηλιακό, βιομάζα κ.α.), για το οποίο υπάρχει δυνατότητα αξιοποίησης υπό τεχνικοοικονομικά βιώσιμους όρους, ενώ μάλιστα έχει διαπιστωθεί σταδιακή εξάντληση των αποθεμάτων των συμβατικών ενεργειακών πόρων (λιγνίτης, πετρέλαιο, φυσικό αέριο). Στην ανάπτυξη κι εξέλιξη του κλάδου, έχει συμβάλει καταλυτικά η ύπαρξη αξιόπιστων και εμπορικά ώριμων τεχνολογικών λύσεων για την οικονομική εκμετάλλευση των ΑΠΕ με φιλικές μεθόδους για το περιβάλλον. Τέλος, παρατηρείται οικονομική πρόοδος και δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στις περιοχές όπου αξιοποιούνται οι ΑΠΕ.



Διάγραμμα 9.1. Σύγκριση πηγών ενέργειας για την κάλυψη ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα για το α' τρίμηνο κάθε έτους

9.2. Οφέλη των ΑΠΕ για την Ελλάδα

Η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, η ωρίμανση των νέων τεχνολογιών και η ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι προτεραιότητες για την Ευρώπη. Η εξοικονόμηση ενέργειας, η μείωση των ενεργειακών αναγκών και ο περιορισμός του κόστους ενέργειας για περιβαλλοντικούς και οικονομικούς λόγους έχουν μεγάλη σημασία στην Ελλάδα για επιχειρήσεις, αλλά και για ιδιώτες. Σήμερα, σε μια εποχή βιώσιμης ανάπτυξης και κλιματική αλλαγής, η αξιοποίηση των ΑΠΕ μειώνει την εκπομπή αερίων (κυρίως διοξειδίου του άνθρακα) τα οποία εκλύονται από την καύση των ορυκτών καυσίμων, αλλά και τη ρύπανση της ατμόσφαιρας με σωματίδια, αιθάλη και αέριους ρύπους, όπως το διοξείδιο του θείου και τα οξειδία του αζώτου, ενώ παράλληλα περιορίζεται η θερμική ρύπανση της ατμόσφαιρας και των υδάτινων πόρων που προκαλεί η χρήση των ορυκτών καυσίμων και της πυρηνικής ενέργειας. Τέλος, δεν χρησιμοποιούνται πλέον με την ίδια ευρύτητα οι φυσικοί πόροι που είναι πεπερασμένοι (πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.λπ.). Τα ενεργειακά οφέλη που διαπιστώνονται εξαιτίας της χρήσης των ΑΠΕ για την παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα σχετίζονται με την ενεργειακή της ανεξαρτητοποίηση από τις χώρες από τις οποίες εισάγει πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Υποκαθιστά τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα με εγχώριους ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους, με αποτέλεσμα να οδηγείται σε ενεργειακή ανεξαρτησία και να ενισχύει την ασφάλειά της. Επιπλέον, δεν απαιτούνται από τη ΔΕΗ δαπανηρές επενδύσεις σε νέες εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρισμού από ορυκτά καύσιμα. Εξίσου σημαντικό όφελος αποτελεί η προσέλκυση επενδύσεων στην ενέργεια, καθώς μπορούν να αποφέρουν σημαντικά κέρδη στη χώρα μέσω των επενδύσεων και των εξαγωγών και να επιτρέψουν τη δημιουργία θέσεων εργασίας. Η χώρα μπορεί να αξιοποιήσει τη γεωγραφική της τοποθεσία στον τομέα του φυσικού αερίου. Βρίσκεται ανάμεσα στις ενεργειακές πηγές της Ανατολής και

στις αγορές της Δύσης και μπορεί να μετατραπεί σε σπουδαίο ενεργειακό κόμβο (hub), προάγοντας παράλληλα το γεωπολιτικό της βάρος στο σταυροδρόμι τριών ηπείρων.

9.3. Εμπόδια για την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα γίνεται μια αξιολογή προσπάθεια να αναπτυχθούν οι ΑΠΕ προκειμένου να περιοριστεί η κλιματική αλλαγή που επιφέρει η συστηματική χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας, αλλά και να εξοικονομηθούν φυσικοί πόροι. Υπάρχουν ωστόσο ορισμένοι παράγοντες που εμποδίζουν την ανάπτυξή τους στη χώρα. Ο κυριότερος αφορά σε θέματα γραφειοκρατίας και καθυστερήσεων για έκδοση αδειών, καθώς και σε αρνητικές γνωμοδοτήσεις που εκδίδουν περιφέρειες και δήμοι χωρίς ουσιαστικό λόγο. Πρόβλημα εντοπίζεται και στον ρυθμό υλοποίησης νέων επενδύσεων σε ΑΠΕ. Επομένως, ενώ υπάρχει τεράστιο επενδυτικό ενδιαφέρον και οι διαδικασίες πρέπει να γίνουν ταχύτερες στο πλαίσιο επίτευξης των στόχων για το 2030 και το 2050, υπάρχουν και τεχνικοί περιορισμοί που μπορεί να οδηγήσουν σε απώλεια κάποιας σπουδαίας ευκαιρίας ανάπτυξης για τη χώρα.

9.4. Νομοθετικό Πλαίσιο

Σε μια προσπάθεια για ενεργειακή μετάβαση, επίτευξη της κλιματικής αλλαγής και ενίσχυση της κυκλικής οικονομίας, ψηφίστηκαν ο Εθνικός Κλιματικός Νόμος και το Ενεργειακό Νομοσχέδιο για τις ΑΠΕ. Ο Κλιματικός Νόμος καθορίζει το θεσμικό πλαίσιο για τη βαθμιαία ελάττωση της εκπομπής αέριων του θερμοκηπίου ώστε να έχει επιτευχθεί κλιματική ουδετερότητα το 2050, όπως και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Περιλαμβάνει εθνικούς στόχους σχετικά με τις ποσότητες για τους βασικούς παραγωγικούς τομείς με τον μεγαλύτερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο, με γενικευμένες οδηγίες και εξειδικευμένες ενέργειες για την εκπλήρωση των στόχων της Ελλάδας που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Ως προς το Ενεργειακό Νομοσχέδιο σχετίζεται με την απλούστευση της αδειοδότησης για έργα ΑΠΕ. Ειδικότερα, σχετικά με την άδεια για νέα έργα ΑΠΕ στοχεύει στην ταχύτερη έκδοσή της, καθώς αυτά θα έχουν μεγάλη συνεισφορά στην πραγματοποίηση του στόχου για αύξηση του μερίσματος των ΑΠΕ σε 70% στην τελική κατανάλωση ενέργειας έως το 2030. Θα μειωθεί η διάρκεια αδειοδότησης νέων έργων σε λιγότερο από δύο χρόνια, ενώ παράλληλα θα επιταχυνθεί ο ρυθμός με τον οποίο θα γίνονται επενδύσεις σε ΑΠΕ σχεδόν 10 δισ. ευρώ και ισχύος 12 GW. Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι, προβλέπεται αναμόρφωση της διαδικασίας για την αδειοδότηση νέων έργων με τον χρόνο υλοποίησής να μειώνεται δραστικά, από τα περίπου 5 χρόνια σε 14 μήνες, διότι τα στάδια περιορίζονται από 7 σε 5. Επίσης, με την ψήφιση του νόμου, το σύνολο των απαιτούμενων ενεργειών για την απόκτηση άδειας θα διενεργείται ψηφιακά και τα δικαιολογητικά που θα υποβάλουν οι επενδυτές μειώνονται από 91 σε 54.

9.5. Η επίδραση των ΑΠΕ στην οικονομία της Ελλάδας και στη δημιουργία θέσεων εργασίας

Η παραγωγή και η κατανάλωση ενέργειας διαμορφώνουν την οικονομική ανάπτυξη και την κοινωνική συνοχή μιας χώρας, καθώς σχετίζονται άμεσα με το παραγωγικό μοντέλο της, τη βιομηχανία, την οικονομική κατάσταση και την ποιότητα ζωής των πολιτών. Ο ενεργειακός τομέας επηρεάζει την οικονομία με δύο τρόπους, από την μια πλευρά, συνεισφέρει απευθείας στην προστιθέμενη αξία της οικονομίας με όλες τις δραστηριότητες της αλυσίδας παραγωγής και εφοδιασμού ενέργειας και των κλάδων που συνδέονται με τον ενεργειακό τομέα, κι από την άλλη, με την ευρύτερη επίδραση στην οικονομία, μέσω των τιμών των ενεργειακών προϊόντων, που επηρεάζουν κάθε οικονομική δραστηριότητα επιχειρήσεων ή ιδιωτών. Η άμεση συμβολή του ενεργειακού τομέα στην ελληνική οικονομία εκτιμάται στο 3,8% του ΑΕΠ (2017), ενώ ο τομέας δίνει δουλειά σε περίπου 50.000 ανθρώπους, οι περισσότεροι εκ των οποίων απασχολούνται στο χονδρικό ή λιανικό εμπόριο καυσίμων. Ειδικότερα, υπολογίζεται ότι 17.000 θέσεις εργασίας που μπορούν να δημιουργηθούν στη χώρα από ένα συνολικό σχεδιασμό για την εξοικονόμηση ενέργειας 21.000 θέσεις μπορούν να υποστηριχτούν από τις επενδύσεις σε υδροηλεκτρικά, φωτοβολταϊκά, ηλιοθερμικά, αιολικά έργα και εγκαταστάσεις βιομάζας. Επέκταση της απασχόλησης μπορεί να πραγματοποιηθεί, αν συνδυαστεί με επενδύσεις στον τομέα της κατασκευής εξοπλισμού για ΑΠΕ. Ένα τέτοιο ενδεχόμενο πέρα από τη μείωση της ανεργίας, σε έναν κλάδο που απασχολεί επαγγελματίες με υψηλά προσόντα, πιθανώς να αποτελέσει βασικό κίνητρο για τον επαναπατρισμό νέων Ελλήνων, κυρίως μηχανικών, με υψηλές δεξιότητες. Γενικά, ο κλάδος της ενέργειας έχει πολύ μεγάλη σημασία και για τα δημόσια έσοδα. Για παράδειγμα, το 64% της τιμής της αμόλυβδης βενζίνης είναι δασμοί ή φόροι, ενώ τα έσοδα από τους ειδικούς φόρους στην ενέργεια έφταναν το 3% του ΑΕΠ το 2019, έναντι 1,8% του ευρωπαϊκού μέσου όρου. Αυτό, μάλιστα είναι κάτι που μεταβλήθηκε την αρχή της οικονομικής κρίσης κι έπειτα.

9.6. Το μέλλον των ΑΠΕ στην Ελλάδα - Εθνικοί Στόχοι

Το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) αφορά στην εκπλήρωση συγκεκριμένων εθνικών επιδιώξεων σχετικά με την ελάττωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, τη μεγαλύτερη συμμετοχή Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες) στην εγχώρια κατανάλωση ενέργειας και την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας, την ενίσχυση της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού, την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της ελληνικής οικονομίας, την προστασία

των καταναλωτών και παράλληλα την ενδυνάμωση του ρόλου τους στο ενεργειακό σύστημα, τη διαμόρφωση και λειτουργία μιας ανταγωνιστικής εγχώριας αγοράς ενέργειας, την αύξηση της εγχώριας προστιθέμενης αξίας στον ενεργειακό τομέα και τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, οι στόχοι για το 2030 είναι:

- να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ατμοσφαιρικών ρύπων,
- να αυξηθεί η συμμετοχή των ΑΠΕ στην κατανάλωση ενέργειας,
- να γίνει εξοικονόμηση ενέργειας στην τελική κατανάλωση.
- να διασυνδεθεί το σύνολο σχεδόν των αυτόνομων συστημάτων των νησιών με το διασυνδεδεμένο σύστημα παραγωγής ενέργειας. Όσα νησιά δεν προβλέπεται να διασυνδεθούν, προωθείται μεγάλη μείωση της χρήσης του πετρελαίου για ηλεκτροπαραγωγή με την εγκατάσταση σύγχρονων μονάδων ΑΠΕ σε συνδυασμό με τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας σε μπαταρίες (αυτόνομα φωτοβολταϊκά).

Απώτερος στόχος όλων των παραπάνω είναι η κλιματική ουδετερότητα το 2050. Μέχρι το 2050 η χώρα μας, όπως και οι υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες, θα πρέπει να έχει σταματήσει να εκλύει αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ή έστω, να δεσμεύει από την ατμόσφαιρα ισοδύναμη ποσότητα όσων εκλύει, ώστε να γίνει "κλιματικά ουδέτερη". Αυτή η μετάβαση θα γίνει επιλύοντας ταυτόχρονα τα πολλά και μεγάλα προβλήματα του ενεργειακού τομέα που υφίστανται σήμερα, αναβαθμίζοντας τις υποδομές και τις υπηρεσίες, αυξάνοντας την ενεργειακή ασφάλεια, μειώνοντας την ενεργειακή φτώχεια και θωρακίζοντας έναν από τους κρισιμότερους κλάδους της οικονομικής δραστηριότητας στη χώρα.



Εικόνα 9.2. Green Agenda 2030

10. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

10.1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται η εξελικτική πορεία των μεγεθών των Φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα βάσει των μετρήσεων της ΛΑΓΗΕ (Λειτουργού Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας) από τον Ιανουάριο 2013 μέχρι τον Δεκέμβριο 2021. Προκειμένου να γίνουν οι προβλέψεις, πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση με τη μεθοδολογία Box-Jenkins. Με βάση το NCSS Statistical Software, είναι μια συστηματική μεθοδολογία, η οποία αναγνωρίζει, προσαρμόζει, ελέγχει και χρησιμοποιεί ολοκληρωμένα παλινδρομικά μοντέλα χρονοσειράς κινούμενου μέσου όρου (ARIMA) που αρμόζει σε χρονοσειρές από μεσαίο μέχρι μεγάλο μήκος με το λιγότερο 50 παρατηρήσεις.

10.2. Χαρακτηριστικά των χρονοσειρών

Χρονοσειρά (time series) ονομάζεται μια ιεραρχημένη ακολουθία παρατηρήσεων ως προς τον χρόνο που λαμβάνονται ανά τακτά ίσα χρονικά διαστήματα. Μια χρονοσειρά εκφράζει τη διαχρονική εξέλιξη μιας μεταβλητής κατά τη διάρκεια ίσων διαδοχικών χρονικών περιόδων, τα οποία μας ενδιαφέρει πώς δομούνται για να κάνουμε προβλέψεις. Η χρονοσειρά μπορεί να συμβολίζεται με X_1, X_2, X_t, L , που το t αφορά στο χρονικό διάστημα και το X στην τιμή. Οι προβλέψεις είναι έγκυρες, όταν οι συνθήκες των μετρήσεων είναι παρόμοιες στα διαστήματα της έρευνας.

Μια χρονοσειρά μπορεί να χαρακτηρίζεται από στασιμότητα (stationarity) όταν οι διακυμάνσεις των τιμών της δε διαφοροποιούνται με το χρόνο. Όταν δεν είναι στάσιμη μπορεί να έχει τάσεις (trends), δηλαδή (αργές) αλλαγές στη μέση τιμή της με το χρόνο. Μια μη-στάσιμη χρονοσειρά μπορεί να παρουσιάζει περιοδικότητα (periodicity), η οποία αν αναφέρεται σε συγκεκριμένες περιόδους που σχετίζονται με εποχές του χρόνου (τρίμηνο, εξάμηνο) λέγεται εποχικότητα (seasonality). Κάτι ακόμα που την χαρακτηρίζει είναι η γραμμικότητα (linearity) ή μη-γραμμικότητα (nonlinearity). Στην περίπτωση της γραμμικότητας, οι μεταβλητές του συστήματος, που μπορεί να μην είναι δυνατό να παρατηρηθούν, αλληλεπιδρούν γραμμικά και η χρονοσειρά εκτυλίσσεται ως γραμμικός συνδυασμός των παρατηρήσεων που προηγούνται. Διαφορετικά το σύστημα είναι μη-γραμμικό, δηλαδή η εξέλιξη της χρονοσειράς ορίζεται με μμεγαλύτερη ακρίβεια, αν συνυπολογιστεί και η συνδυασμένη επίδραση των προηγούμενων παρατηρήσεων σε διαφορετικές χρονικές ή ίδιες χρονικές περιόδους. Τέλος, μια χρονοσειρά μπορεί να χαρακτηρίζεται από κυκλικότητα (circularity), όταν παρατηρείται επανάληψη των τιμών αλλά σε όχι σε τακτά χρονικά διαστήματα.

10.3. Υπόδειγμα ARIMA

Το υπόδειγμα ARIMA συνδυάζει τις ιδιότητες τριών διαφορετικών υπομοντέλων: της Αυτοπαλινδρόμησης (autoregression), της Ολοκλήρωσης (integration) και της Εξομάλυνσης με μετακινούμενο μέσο (moving average) και παριστάνονται από τρεις συντελεστές, καθένας από τους οποίους περιγράφει τα προαναφερθέντα υπομοντέλα.

Ειδικότερα, οι παράμετροι είναι: α) της αυτοπαλινδρόμησης (AR): οι παράμετροι p ενός αυτοπαλινδρομικού μοντέλου ή η αυτοπαλινδρομική σειρά μη εποχιακών παραγόντων, β) ο βαθμός διαφορικού μετασχηματισμού (I): για να γίνει η σειρά ακίνητη (η μέση τιμή, η διακύμανση και η αυτοδιακύμανση δεν εξαρτώνται από το χρόνο, επομένως η μέση τιμή και η διακύμανση παραμένουν σταθερές) ή τάξη σε μη εποχιακούς παράγοντες γ) η τάξη κινούμενου μέσου (MA) : η παράμετρος q του μοντέλου κινητού μέσου όρου ή η σειρά κινητού μέσου όρου του μη εποχιακού παράγοντα.

Τα υποδείγματα ARIMA αποτελούν σημαντικό εργαλείο για να γίνει κατανοητή η εξέλιξη των φυσικών μεγεθών αναλύοντάς και προεκτείνοντάς τα στο μέλλον. Αντιμετωπίζουν τις χρονοσειρές με στοχαστική οπτική στηριζόμενα μόνο στην κατανομή των παρελθοντικών τους τιμών και κυρίως στις πιο πρόσφατες. Επομένως, καθίστανται αποτελεσματικά για βραχυπρόθεσμες προβλέψεις.

10.4. Πρόβλεψη συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Φωτοβολταϊκά για το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2013 – Δεκέμβριος 2021

Τα στοιχεία της συγκεκριμένης χρονοσειράς αφορούν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα και προκύπτουν από 108 παρατηρήσεις που έγιναν ανά μήνα (Ιανουάριος 2013 – Δεκέμβριος 2021) και προέρχονται από τα δελτία ενέργειας της Λειτουργού Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας. Έγινε χρήση του στατιστικού πακέτου Statgraphics επιλέχθηκε το καλύτερο μοντέλο πρόβλεψης, το ARIMA.

Παρατίθεται πίνακας με τις μηνιαίες τιμές ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2013 – 2021 από τα Φωτοβολταϊκά.

2013	Ενέργεια (GWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	133	1.720
Φεβρουάριος	116	1.944
Μάρτιος	178	2.204
Απρίλιος	262	2.270
Μάιος	295	2.317
Ιούνιος	437	2.357
Ιούλιος	349	2.380
Αύγουστος	350	2.386
Σεπτέμβριος	322	2.391
Οκτώβριος	494	2.428
Νοέμβριος	235	2.444
Δεκέμβριος	225	4.893

2014	Ενέργεια (GWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	215	2.449
Φεβρουάριος	182	2.450
Μάρτιος	301	2.450
Απρίλιος	316	2.450
Μάιος	369	2.450
Ιούνιος	348	2.451
Ιούλιος	397	2.453
Αύγουστος	404	2.453
Σεπτέμβριος	365	2.453
Οκτώβριος	318	2.454
Νοέμβριος	200	2.455
Δεκέμβριος	200	2.455

2015	Ενέργεια (GWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	201	2.462
Φεβρουάριος	186	2.467
Μάρτιος	242	2.467
Απρίλιος	347	2.467
Μάιος	381	2.467
Ιούνιος	364	2.467
Ιούλιος	427	2.467
Αύγουστος	403	2.467
Σεπτέμβριος	350	2.467
Οκτώβριος	273	2.467
Νοέμβριος	257	2.468
Δεκέμβριος	230	2.456

2016	Ενέργεια (GWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	204	2.444
Φεβρουάριος	226	2.444
Μάρτιος	273	2.444
Απρίλιος	360	2.444
Μάιος	364	2.444
Ιούνιος	381	2.444
Ιούλιος	419	2.444
Αύγουστος	406	2.445
Σεπτέμβριος	333	2.445
Οκτώβριος	263	2.444
Νοέμβριος	206	2.444
Δεκέμβριος	200	2.444

2017	Ενέργεια (GWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	162,4	2.444,5
Φεβρουάριος	202,1	2.444,5
Μάρτιος	305,1	2.444,6
Απρίλιος	358,8	2.444,7
Μάιος	369	2.444,7
Ιούνιος	386	2.444,9
Ιούλιος	413,5	2.444,9
Αύγουστος	418,1	2.444,9
Σεπτέμβριος	361,6	2.444,9
Οκτώβριος	333,2	2.445
Νοέμβριος	211,6	2.445
Δεκέμβριος	197,1	2.445

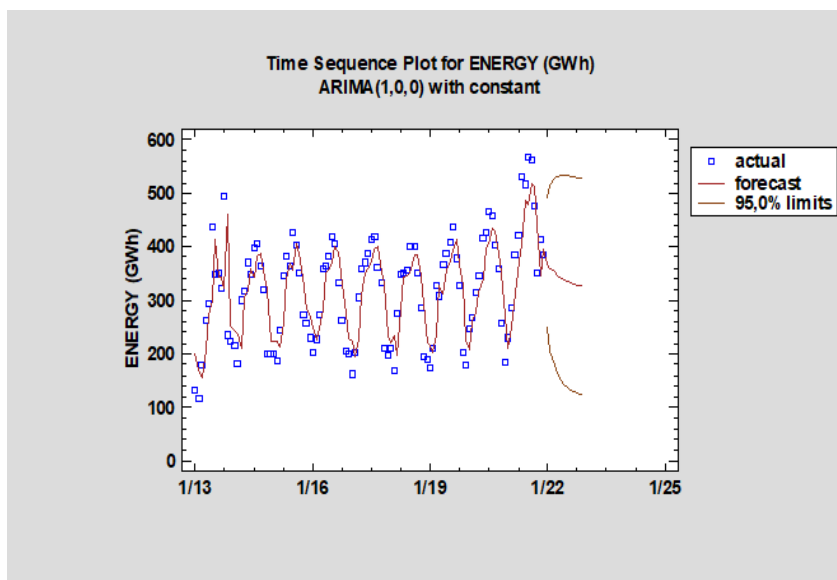
2018	Ενέργεια (GWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	210	2.445
Φεβρουάριος	167	2.445
Μάρτιος	276	2.445
Απρίλιος	348	2.446
Μάιος	351	2.448
Ιούνιος	358	2.473
Ιούλιος	401	2.474
Αύγουστος	400	2.474
Σεπτέμβριος	352	2.474
Οκτώβριος	287	2.474
Νοέμβριος	196	2.493
Δεκέμβριος	190	2.493

2019	Ενέργεια (GWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	173	2.494
Φεβρουάριος	210	2.494
Μάρτιος	328	2.494
Απρίλιος	308	2.494
Μάιος	367	2.499
Ιούνιος	387	2.514
Ιούλιος	409	2.548
Αύγουστος	437	2.550
Σεπτέμβριος	378	2.559
Οκτώβριος	328	2.571
Νοέμβριος	204	2.606
Δεκέμβριος	178	2.641

2020	Ενέργεια (GWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	245,2	2.661
Φεβρουάριος	268,5	2.676
Μάρτιος	312,9	2.689
Απρίλιος	345,3	2.707
Μάιος	416,1	2.735
Ιούνιος	426,8	2.752
Ιούλιος	463,5	2.781
Αύγουστος	457	2.843
Σεπτέμβριος	403	2.893
Οκτώβριος	359	2.962
Νοέμβριος	256	3.055
Δεκέμβριος	184	3.083

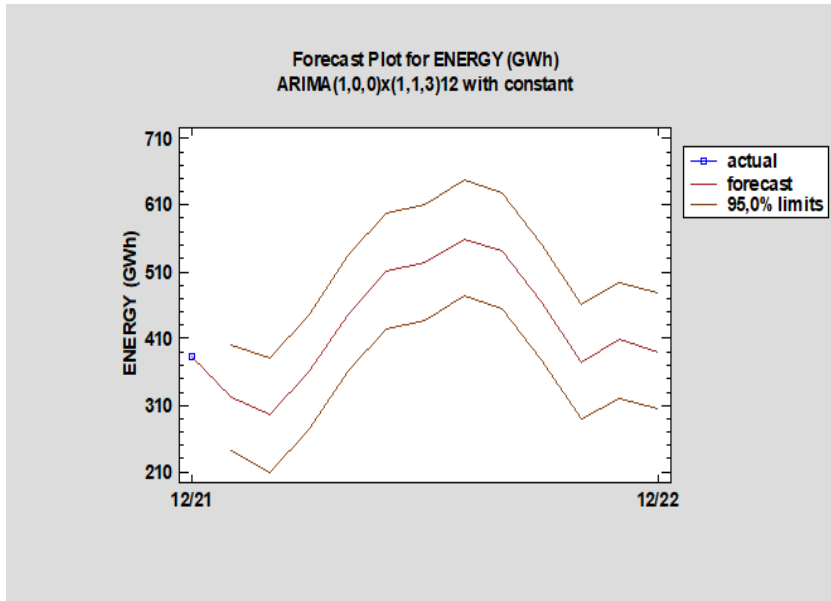
2021	Ενέργεια (GWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	229,7	3.132
Φεβρουάριος	286,8	3.177
Μάρτιος	384,7	3.221
Απρίλιος	422,2	3.256
Μάιος	529,7	3.319
Ιούνιος	516,7	3.418
Ιούλιος	567,1	3.495
Αύγουστος	561,8	3.550
Σεπτέμβριος	475	3.660
Οκτώβριος	352	3.710
Νοέμβριος	414	3.685
Δεκέμβριος	383	3.698

Πίνακας 10.1. Μηνιαία στοιχεία ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2013-2021



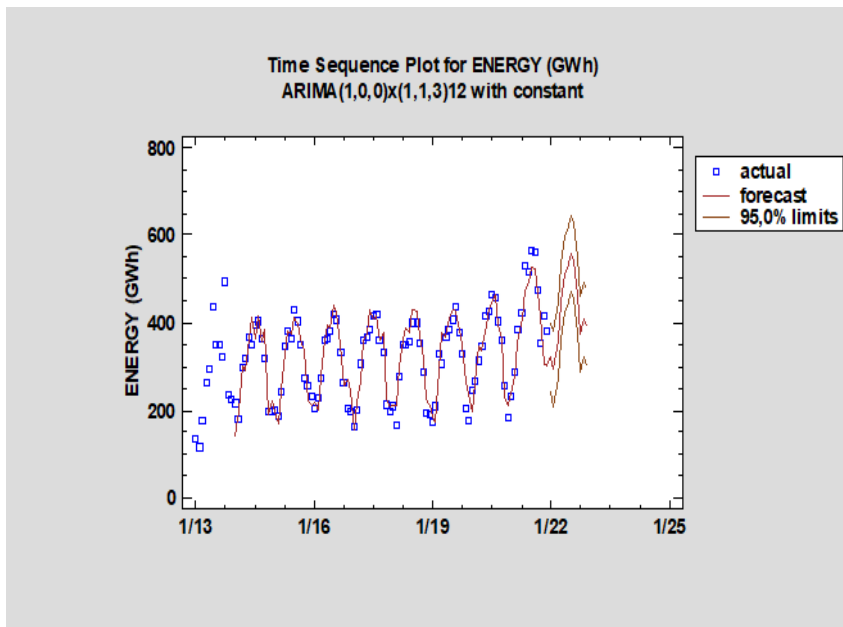
Διάγραμμα 10.2. Γραφική απεικόνιση παραγόμενης ενέργειας από Φ/Β Συστήματα

Σχετικά με το προηγούμενο διάγραμμα παρατηρείται ότι η παραγόμενη ενέργεια έχει μια σταθερή τάση από το 2013 έως το 2020, ενώ αυξάνεται σημαντικά το 2021. Παρουσιάζει μια εποχική συμπεριφορά, καθώς τους καλοκαιρινούς μήνες, που η μέρα έχει μεγαλύτερη διάρκεια και ο ήλιος είναι πιο έντονος, αλλά και τις ηλιόλουστες μέρες μες στο έτος, τα Φωτοβολταϊκά παράγουν περισσότερη ενέργεια.



Διάγραμμα 10.2. Γραφική απεικόνιση παραγόμενης ενέργειας από Φ/Β Συστήματα

Από το διάγραμμα γίνεται αντιληπτό ότι η παραγόμενη ενέργεια αυξάνεται από τον Απρίλιο μέχρι τον Οκτώβριο, ενώ τους υπόλοιπους μήνες διατηρείται σε χαμηλότερα επίπεδα λόγω των κλιματικών συνθηκών και ιδίως της απουσίας του ήλιου. Είναι προφανές ότι παραγωγή ενέργειας από τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα βασίζεται στην εποχικότητα.



Διάγραμμα 10.4. Γραφική απεικόνιση παραγόμενης ενέργειας από Φ/Β Συστήματα

Σε αυτό το διάγραμμα φαίνεται ότι για τα επόμενα χρόνια, με βεβαιότητα 95%, η παραγόμενη ενέργεια από τα Φωτοβολταϊκά θα αυξηθεί στη χώρα μας. Ενδεχόμενο που δικαιολογείται από τα υψηλά ποσοστά ηλιοφάνειας στην Ελλάδα.

Συμπεράσματα

Στα κεφάλαια που προηγήθηκαν έγινε προσπάθεια ανάλυσης των ΑΠΕ και των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων. Η σημασία της στατιστικής ανάλυσης και των προβλέψεων θα γίνει αντιληπτή, αν προσεγγιστούν τρία χρονικά επίπεδα αναφοράς. Αρχικά, ποια είναι η εξέλιξη των ΑΠΕ και η κατάσταση στην Ελλάδα σήμερα, αλλά και σε ποιο σημείο στοχεύει να φτάσει στο μέλλον η χώρα.

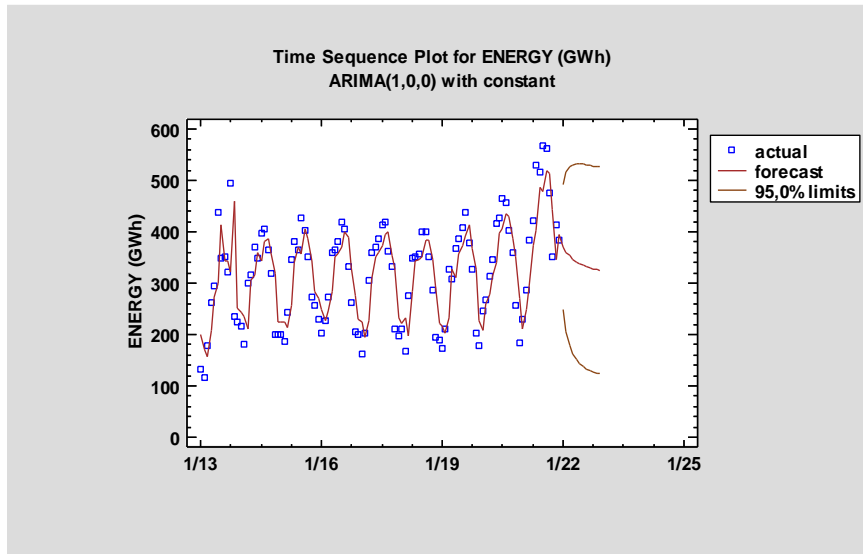
Φαίνεται οι καταναλωτές της ενέργειας να έχουν κατανοήσει πόσο σημαντική είναι η επίτευξη των περιβαλλοντικών, ενεργειακών και κλιματικών στόχων που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2030, καθώς έχουν στραφεί στην χρήση των ΑΠΕ.

Ο δεύτερος και σπουδαιότερος σταθμός το 2050, για την κλιματική ουδετερότητα της Ευρώπης μοιάζει να είναι μακροπρόθεσμος, αλλά είναι μεγίστης σημασίας για το μέλλον της ενεργειακής κατανάλωσης και του πλανήτη. Ο τρόπος να επιτευχθεί είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 60-70%, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 85-100% από ανανεώσιμες πηγές, εισχώρηση των ΑΠΕ σε ποσοστό 60-70% στην συνολική κατανάλωση ενέργειας και συχνότερη χρήση των βιοκαυσίμων για μεταφορές σε ποσοστό 31- 34% μέχρι το 2050.

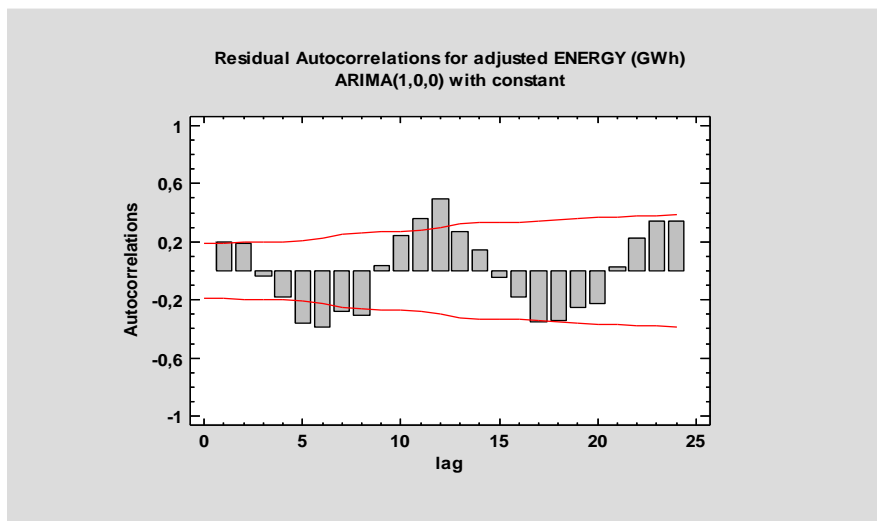
Οι επενδύσεις στη χώρα προωθούν την αειφόρο ανάπτυξη εστιάζοντας στις ΑΠΕ κι αυξάνοντας το ποσοστό παραγόμενης ενέργειας από τα Φωτοβολταϊκά. Βάσει ερευνών, τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων προκειμένου να ικανοποιηθούν οι ενεργειακές ανάγκες.

Η εικόνα που περιγράφεται στην Ελλάδα σχετικά με την χρήση των ΑΠΕ είναι ελπιδοφόρα για την εκπλήρωση των στόχων που έχουν τεθεί, καθώς οι ωφέλειες θα είναι πολλές και για την ίδια τη χώρα.

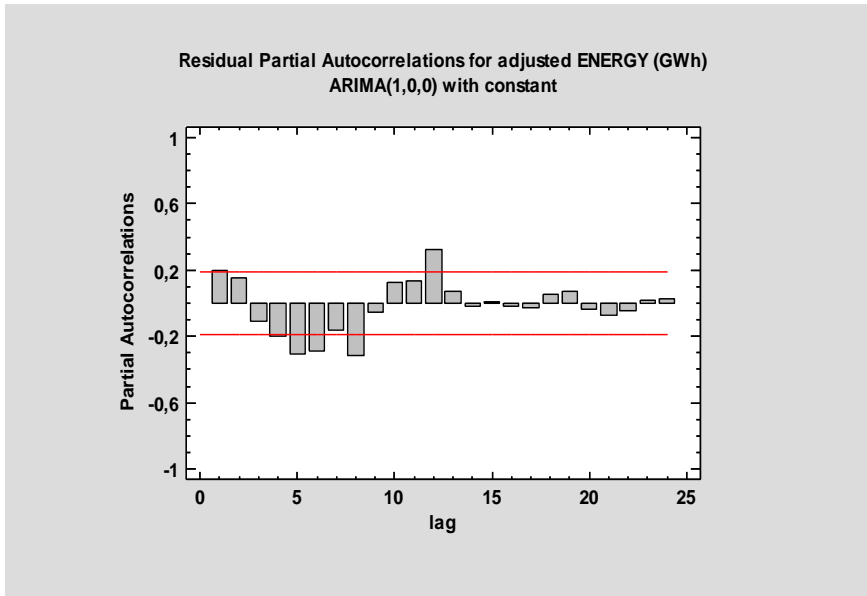
Παράρτημα



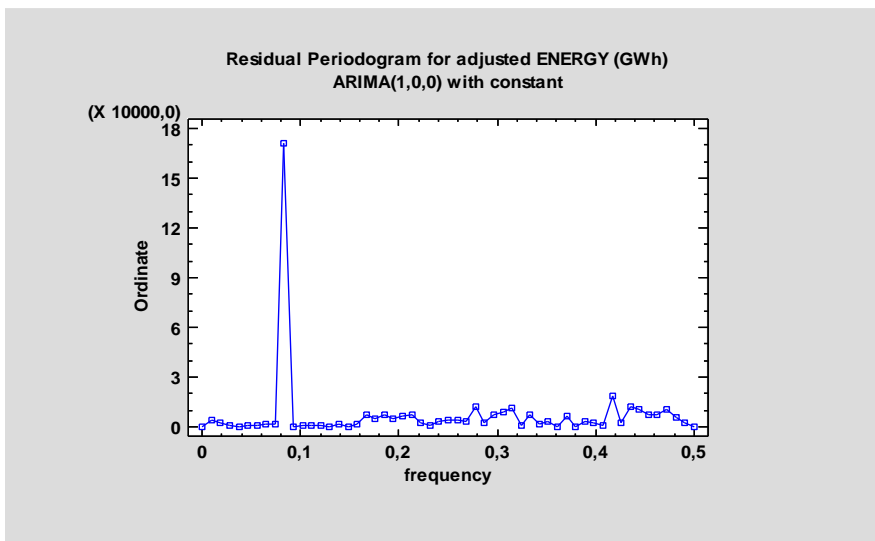
This plot shows the observed and forecasted values of ENERGY (GWh). Also included on the plot are 95,0% prediction limits for the forecasts. These limits show where the true value of ENERGY (GWh) at any point in the future is likely to be with 95,0% confidence.



This graph shows the estimated autocorrelations between the residuals at various lags. The lag k autocorrelation coefficient measures the correlation between the residuals at time t and time $t-k$. Also shown are 95,0% probability limits around 0. If the probability limits at a particular lag do not contain the estimated coefficient, there is a statistically significant correlation at that lag at the 95,0% confidence level. In this case, 8 of the 24 autocorrelation coefficients are statistically significant at the 95,0% confidence level, implying that the residuals may not be completely random (white noise).



This graph shows the estimated partial autocorrelations between the residuals at various lags. The lag k partial autocorrelation coefficient measures the correlation between the residuals at time t and time $t+k$ having accounted for the correlations at all lower lags. It can be used to judge the order of autoregressive model needed to fit the data. Also shown are 95,0% probability limits around 0. If the probability limits at a particular lag do not contain the estimated coefficient, there is a statistically significant correlation at that lag at the 95,0% confidence level. In this case, 6 of the 24 partial autocorrelation coefficients are statistically significant at the 95,0% confidence level.



This plot shows the periodogram ordinates for the residuals. It is often used to identify cycles of fixed frequency in the data. The periodogram is constructed by fitting a series of sine functions at each of 55 frequencies. The ordinates are equal to the squared amplitudes of the sine functions. The periodogram can be thought of as an analysis of variance by frequency, since the sum of the ordinates equals the total sum of squares in an ANOVA table.

[Forecasting - ENERGY \(GWh\)](#)

Data variable: ENERGY (GWh)

Number of observations = 108

Start index = 1/13

Sampling interval = 1,0 month(s)

Length of seasonality = 12

Forecast Summary

Seasonal differencing of order: 1

Forecast model selected: ARIMA(1,0,0)x(1,1,3)¹² with constant
 Number of forecasts generated: 12
 Number of periods withheld for validation: 0

	<i>Estimation</i>	<i>Validation</i>
<i>Statistic</i>	<i>Period</i>	<i>Period</i>
RMSE	33,4966	
MAE	24,5135	
MAPE	8,49511	
ME	-3,9936	
MPE	-2,17425	

ARIMA Model Summary

<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t</i>	<i>P-value</i>
AR(1)	0,381712	0,10324	3,69732	0,000374
SAR(1)	-0,804672	0,0489396	-16,4421	0,000000
SMA(1)	-0,580171	0,0595145	-9,7484	0,000000
SMA(2)	0,478371	0,0674298	7,09435	0,000000
SMA(3)	0,742656	0,0415087	17,8916	0,000000
Mean	15,5795	3,81369	4,08515	0,000095
Constant	17,3837			

Backforecasting: yes

Estimated white noise variance = 1622,23 with 90 degrees of freedom

Estimated white noise standard deviation = 40,2769

Number of iterations: 12

The StatAdvisor

This procedure will forecast future values of ENERGY (GWh). The data cover 108 time periods. Currently, an autoregressive integrated moving average (ARIMA) model has been selected. This model assumes that the best forecast for future data is given by a parametric model relating the most recent data value to previous data values and previous noise. Each value of ENERGY (GWh) has been adjusted in the following way before the model was fit:

(1) (2) Seasonal differences of order 1 were taken.

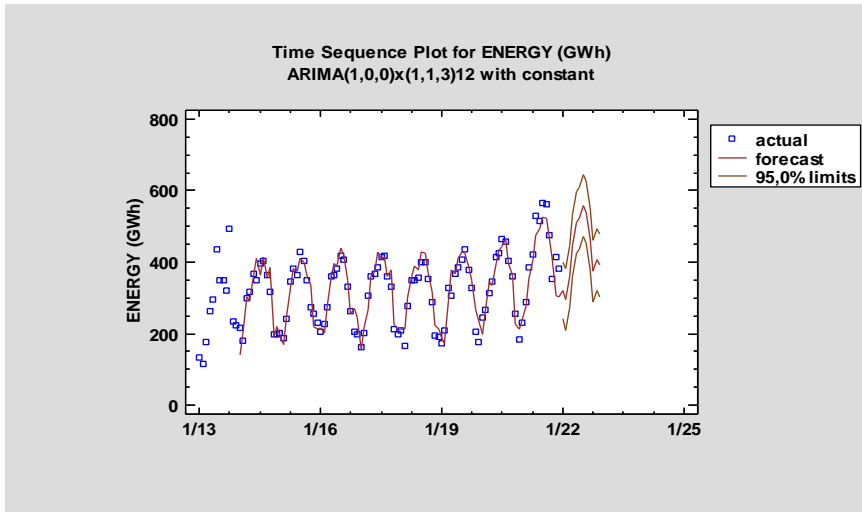
You can select a different forecasting model by pressing the alternate mouse button and selecting Analysis Options.

The output summarizes the statistical significance of the terms in the forecasting model. Terms with P-values less than 0,05 are statistically significantly different from zero at the 95,0% confidence level. The P-value for the AR(1) term is less than 0,05, so it is significantly different from 0. The P-value for the SAR(1) term is less than 0,05, so it is significantly different from 0. The P-value for the SMA(3) term is less than 0,05, so it is significantly different from 0. The P-value for the constant term is less than 0,05, so it is significantly different from 0. The estimated standard deviation of the input white noise equals 40,2769.

The table also summarizes the performance of the currently selected model in fitting the historical data. It displays:

(1) the root mean squared error (RMSE) (2) the mean absolute error (MAE) (3) the mean absolute percentage error (MAPE) (4) the mean error (ME) (5) the mean percentage error (MPE)

Each of the statistics is based on the one-ahead forecast errors, which are the differences between the data value at time t and the forecast of that value made at time t-1. The first three statistics measure the magnitude of the errors. A better model will give a smaller value. The last two statistics measure bias. A better model will give a value close to 0.



This plot shows the observed and forecasted values of ENERGY (GWh). Also included on the plot are 95,0% prediction limits for the forecasts. These limits show where the true value of ENERGY (GWh) at any point in the future is likely to be with 95,0% confidence.

Forecast Table for ENERGY (GWh)

Model: ARIMA(1,0,0)x(1,1,3)12 with constant

<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1/13	133,0		
2/13	116,0		
3/13	178,0		
4/13	262,0		
5/13	295,0		
6/13	437,0		
7/13	349,0		
8/13	350,0		
9/13	322,0		
10/13	494,0		
11/13	235,0		
12/13	225,0		
1/14	215,0	141,546	73,4543
2/14	182,0	197,738	-15,7379
3/14	301,0	301,094	-0,0935187
4/14	316,0	291,248	24,752
5/14	369,0	362,926	6,07401
6/14	348,0	411,383	-63,3832
7/14	397,0	365,466	31,5343
8/14	404,0	415,958	-11,958
9/14	365,0	355,638	9,36174
10/14	318,0	385,888	-67,8878
11/14	200,0	192,689	7,31077
12/14	200,0	221,601	-21,6014
1/15	201,0	198,773	2,2268
2/15	186,0	170,519	15,4807
3/15	242,0	246,47	-4,4697
4/15	347,0	327,55	19,4502
5/15	381,0	380,456	0,543707
6/15	364,0	373,952	-9,95186
7/15	427,0	411,486	15,5137
8/15	403,0	400,209	2,79093
9/15	350,0	364,105	-14,1046
10/15	273,0	335,57	-62,5699

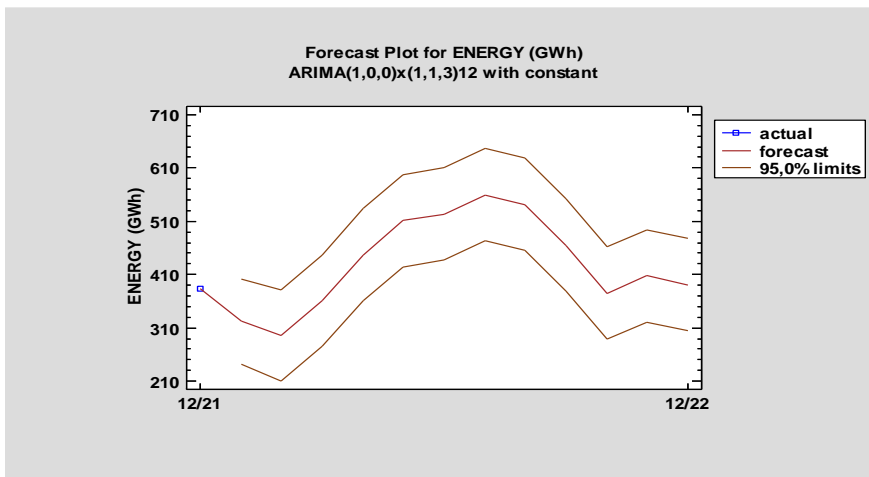
11/15	257,0	221,082	35,9182
12/15	230,0	211,842	18,1581
1/16	204,0	216,079	-12,0792
2/16	226,0	200,971	25,0289
3/16	273,0	278,997	-5,9972
4/16	360,0	361,21	-1,21007
5/16	364,0	396,45	-32,4501
6/16	381,0	387,558	-6,55759
7/16	419,0	438,677	-19,6765
8/16	406,0	420,393	-14,3932
9/16	333,0	349,938	-16,9385
10/16	263,0	256,76	6,24024
11/16	206,0	271,158	-65,158
12/16	200,0	246,099	-46,0987
1/17	162,4	154,108	8,29165
2/17	202,1	215,042	-12,9425
3/17	305,1	267,33	37,7697
4/17	358,8	360,309	-1,50903
5/17	369,0	375,0	-6,00045
6/17	386,0	429,419	-43,4194
7/17	413,5	407,695	5,80495
8/17	418,1	415,608	2,49185
9/17	361,6	359,571	2,02923
10/17	333,2	378,095	-44,8951
11/17	211,6	227,732	-16,1323
12/17	197,1	208,608	-11,5077
1/18	210,0	211,872	-1,87168
2/18	167,0	213,129	-46,1285
3/18	276,0	304,016	-28,0159
4/18	348,0	361,16	-13,1597
5/18	351,0	389,507	-38,5074
6/18	358,0	379,362	-21,3624
7/18	401,0	427,416	-26,4164
8/18	400,0	425,545	-25,5447
9/18	352,0	372,533	-20,5327
10/18	287,0	316,652	-29,6519
11/18	196,0	223,54	-27,5399
12/18	190,0	214,473	-24,4733
1/19	173,0	189,399	-16,3988
2/19	210,0	173,966	36,0342
3/19	328,0	292,564	35,4359
4/19	308,0	378,971	-70,9707
5/19	367,0	368,911	-1,91096
6/19	387,0	411,74	-24,7399
7/19	409,0	427,421	-18,4214
8/19	437,0	425,839	11,1606
9/19	378,0	385,369	-7,3687
10/19	328,0	348,174	-20,1744
11/19	204,0	267,526	-63,5257
12/19	178,0	236,901	-58,9008
1/20	245,2	198,619	46,5813
2/20	268,5	261,562	6,93791
3/20	312,9	344,989	-32,0894
4/20	345,3	334,019	11,2806
5/20	416,1	395,229	20,8709
6/20	426,8	432,816	-6,01619
7/20	463,5	441,684	21,8159
8/20	457,0	464,716	-7,71566
9/20	403,0	397,501	5,49873
10/20	359,0	365,743	-6,74257

11/20	256,0	227,672	28,3281
12/20	184,0	213,427	-29,4271
1/21	229,7	239,351	-9,65069
2/21	286,8	276,115	10,6846
3/21	384,7	352,625	32,0746
4/21	422,2	405,706	16,4936
5/21	529,7	476,405	53,2946
6/21	516,7	494,811	21,8892
7/21	567,1	524,657	42,4428
8/21	561,8	523,731	38,0689
9/21	475,0	468,377	6,62269
10/21	352,0	414,361	-62,3611
11/21	414,0	305,667	108,333
12/21	383,0	302,117	80,883

		Lower 95%	Upper 95%
Period	Forecast	Limit	Limit
1/22	321,656	241,639	401,673
2/22	295,917	210,269	381,566
3/22	361,052	274,614	447,49
4/22	447,611	361,058	534,164
5/22	511,348	424,778	597,917
6/22	523,582	437,01	610,154
7/22	559,228	472,656	645,801
8/22	541,159	454,587	627,732
9/22	465,442	378,87	552,015
10/22	375,511	288,939	462,084
11/22	407,548	320,976	494,12
12/22	391,067	304,495	477,64

The StatAdvisor

This table shows the forecasted values for ENERGY (GWh). During the period where actual data is available, it also displays the predicted values from the fitted model and the residuals (data-forecast). For time periods beyond the end of the series, it shows 95,0% prediction limits for the forecasts. These limits show where the true data value at a selected future time is likely to be with 95,0% confidence, assuming the fitted model is appropriate for the data. You can plot the forecasts by selecting Forecast Plot from the list of graphical options. You can change the confidence level while viewing the plot if you press the alternate mouse button and select Pane Options. To test whether the model fits the data adequately, select Model Comparisons from the list of Tabular Options.



This plot shows the forecasted values of ENERGY (GWh). Also included on the plot are 95,0% prediction limits for the forecasts. These limits show where the true value of ENERGY (GWh) at any point in the future is likely to be with 95,0% confidence.

Model Comparison

Data variable: ENERGY (GWh)

Number of observations = 108

Start index = 1/13

Sampling interval = 1,0 month(s)

Length of seasonality = 12

Models

(A) Simple exponential smoothing with $\alpha = 0,9999$

(B) Brown's linear exp. smoothing with $\alpha = 0,0575$

(C) Holt's linear exp. smoothing with $\alpha = 0,9999$ and $\beta = 0,0098$

(D) Brown's quadratic exp. smoothing with $\alpha = 0,0305$

(E) ARIMA(1,0,0)x(1,1,3)¹² with constant

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE
(A)	64,2815	48,45	16,5407	2,31509	-1,41272
(B)	95,3594	83,8195	30,0407	11,3529	-6,44006
(C)	65,2857	48,8846	16,4901	6,54833	0,173694
(D)	95,3018	83,2825	29,9562	11,2041	-6,65536
(E)	33,4966	24,5135	8,49511	-3,9936	-2,17425

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	64,2815	OK	***	***	OK	OK
(B)	95,3594	***	***	***	OK	OK
(C)	65,2857	OK	**	***	OK	OK
(D)	95,3018	***	***	***	OK	OK
(E)	33,4966	OK	OK	OK	OK	OK

Key:

RMSE = Root Mean Squared Error

RUNS = Test for excessive runs up and down

RUNM = Test for excessive runs above and below median

AUTO = Ljung-Box test for excessive autocorrelation

MEAN = Test for difference in mean 1st half to 2nd half

VAR = Test for difference in variance 1st half to 2nd half

OK = not significant ($p \geq 0,05$)

* = marginally significant ($0,01 < p \leq 0,05$)

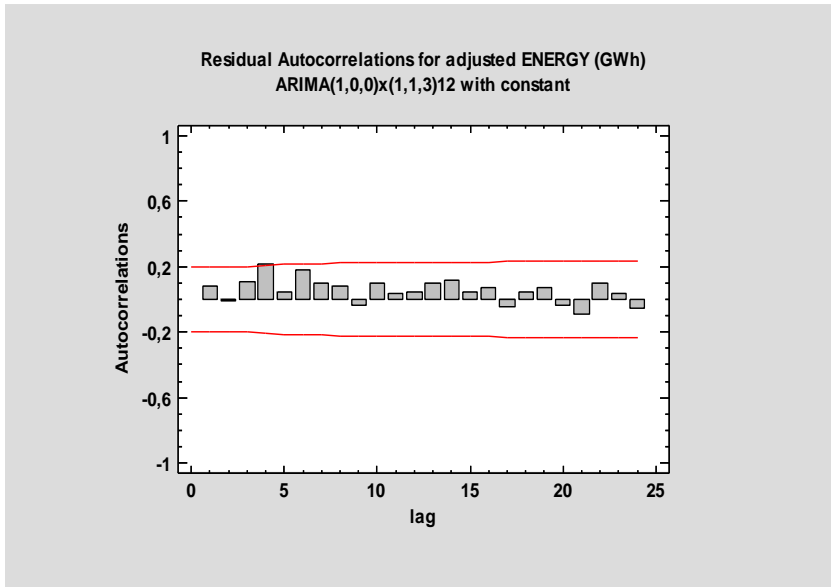
** = significant ($0,001 < p \leq 0,01$)

*** = highly significant ($p \leq 0,001$)

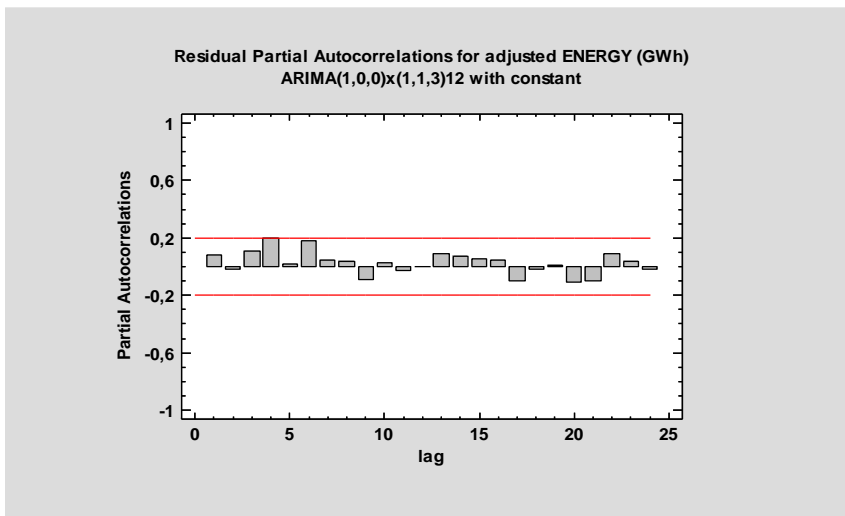
The StatAdvisor

This table compares the results of five different forecasting models. You can change any of the models by pressing the alternate mouse button and selecting Analysis Options. Looking at the error statistics, the model with the smallest root mean squared error (RMSE) during the estimation period is model E. The model with the smallest mean absolute error (MAE) is model E. The model with the smallest mean absolute percentage error (MAPE) is model E. You can use these results to select the most appropriate model for your needs.

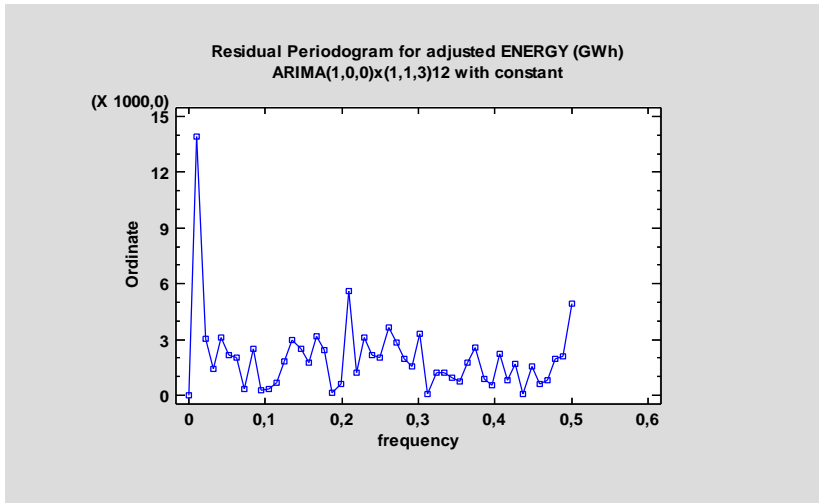
The table also summarizes the results of five tests run on the residuals to determine whether each model is adequate for the data. An OK means that the model passes the test. One * means that it fails at the 95% confidence level. Two *'s means that it fails at the 99% confidence level. Three *'s means that it fails at the 99,9% confidence level. Note that the currently selected model, model A, passes 5 tests. Since no tests are statistically significant at the 95% or higher confidence level, the current model is probably adequate for the data.



This graph shows the estimated autocorrelations between the residuals at various lags. The lag k autocorrelation coefficient measures the correlation between the residuals at time t and time $t-k$. Also shown are 95,0% probability limits around 0. If the probability limits at a particular lag do not contain the estimated coefficient, there is a statistically significant correlation at that lag at the 95,0% confidence level. In this case, one of the 24 autocorrelation coefficients is statistically significant at the 95,0% confidence level, implying that the residuals may not be completely random (white noise).



This graph shows the estimated partial autocorrelations between the residuals at various lags. The lag k partial autocorrelation coefficient measures the correlation between the residuals at time t and time $t+k$ having accounted for the correlations at all lower lags. It can be used to judge the order of autoregressive model needed to fit the data. Also shown are 95,0% probability limits around 0. If the probability limits at a particular lag do not contain the estimated coefficient, there is a statistically significant correlation at that lag at the 95,0% confidence level. In this case, none of the 24 partial autocorrelations coefficients is statistically significant at the 95,0% confidence level.



This plot shows the periodogram ordinates for the residuals. It is often used to identify cycles of fixed frequency in the data. The periodogram is constructed by fitting a series of sine functions at each of 49 frequencies. The ordinates are equal to the squared amplitudes of the sine functions. The periodogram can be thought of as an analysis of variance by frequency, since the sum of the ordinates equals the total sum of squares in an ANOVA table.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

1. Κορωναίος Χ. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Πανεπιστημιακές σημειώσεις Δ.Π.Μ.Σ. Ε.Μ.Π. “Περιβάλλον και Ανάπτυξη”, 2003.
2. Κορωναίος Ι. Χ. 2012. Σύγγραμμα: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – Περιβάλλον Και Ανάπτυξη. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Διεπιστημονικό - Δια τμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Δ.Π.Μ.Σ.), Αθήνα 2012.
3. Μπάης Α. Ενέργεια και Περιβάλλον, 2003.
4. Καλδέλλης Ι. Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας, Εκδόσεις: Σταμούλης, 1999
5. Γληνού Γ., Χρισταντώνης Ν και Κουλούρης Κ. Παρουσίαση ΡΑΕ: “Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα: Παρούσα κατάσταση, κίνητρα, εμπόδια και προοπτικές”, 2008.
6. Παπαδάκης Μ., Τσίμπος Κ., Μουρελάτος Α., Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων με το λογισμικό Statgraphics, Εκδόσεις Σταμούλης. 1997
7. Σφακιανάκης Μιχάλης, Μάρτιος, Πρακτική Πληροφορική και Εφαρμογές, Πατάκης, Αθήνα. 2002
8. Καρβούνης Σ., Γεωργακέλλος Δ., Διαχείριση του Περιβάλλοντος – Επιχειρήσεις και Βιώσιμη Ανάπτυξη. Εκδόσεις Σταμούλης. 2003
9. Βλάχου Α., Περιβάλλον και φυσικοί πόροι, Οικονομική θεωρία και πολιτική, Τόμος Α. Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα. 2001.
10. ΚΑΠΕ. Ενέργεια και Πολίτης, 2005.
11. ΕΛΟΤ -Διεύθυνση Πιστοποίησης “Γενικός Κανονισμός Αξιολόγησης και Πιστοποίησης Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης” 2010
12. Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα. 2019

Ξενόγλωσση

1. McKinsey Global Institute, Curbing Global Energy Demand Growth: The energy productivity opportunity. 2007
2. Heinelt H. and Smith R., Sustainability, Innovation and Participatory Governance,

Ashgate Publishing Limited, U.K. 2003

3. Blaabjerg, F., & Ionel, D. M. Renewable energy devices and systems—state-of-the-art technology, research and development, challenges, and future trends. Electric Power Components and Systems. 2015
4. Gasparatos, A., Doll, C. N., Esteban, M., Ahmed, A., & Olang, T. A. Renewable energy and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy. 2017
5. Paramati, S. R., Sinha, A., & Dogan, E. The significance of renewable energy use for economic output and environmental protection: evidence from the Next 11 developing economies. 2017
6. Hillary R., Environmental Management Systems and Cleaner Production, Wiley, New York 1997
7. Krut, R. and Gleckman H., ISO 14001: a missed opportunity for sustainable global industrial development. Erthscan. 1998
8. Whitelaw K., ISO 14001 Environmental Systems Handbook. Butterworth Heinemann. 2004
9. ISO – “Environmental Management: The ISO 14000 family of International Standards” International Organization for Standardization. 2009
10. EIA, European International Association, World Energy Projections Plans. 2009

Ιστοσελίδες

1. Κ.Α.Π.Ε. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας
<http://www.cres.gr>
2. Λ.Α.Γ.Η.Ε. Λειτουργός Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας <http://www.lagie.gr>
3. Ρ.Α.Ε. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας www.rae.gr
4. Α.Δ.Μ.Η.Ε Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
<https://www.admie.gr/>
5. ΕΕΑ, European Environment Agency, <http://www.eea.europa.eu/>
6. EREC, European Renewable Energy Council, <http://www.erec.org/>
7. GWEC, Global Wind Energy Council, <http://www.gwec.net/>
8. NCSS Statistical Software <https://www.ncss.com/>
9. Ε.Λ.Ο.Τ <http://www.elot.gr/>
10. Ι.Σ.Ο. <https://www.iso.org/home.html/>
11. Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας <https://ypen.gov.gr/>