



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ
ΣΤΕΛΕΧΗ**

Διπλωματική Εργασία

**Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ:
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ-ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ**

**THE DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN GREECE
CASE STUDY: WIND POWER – PREDICTIONS**

ΤΖΙΜΑ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΙΧΑΛΗΣ ΣΦΑΚΙΑΝΑΚΗΣ

Πειραιάς, 2018



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΣΤΕΛΕΧΗ

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 για Στελέχη : E-MBA» με τίτλο Η επίδραση των κινεζικών τζιν Επένδυσης στην Ελλάδα.
Μελέτη περίπτωσης : Αεροπορία Ευρώπης - Προβλέψεις
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 αντράω 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 διαδικτυακό. Παράδοση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιαστικό λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτητή/τριας

Όνοματεπώνυμο

Ημερομηνία

Τζίνε Αικατερίνη

19/9/2018

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	6
1.1 Ιστορική Αναδρομή.....	6
1.2 Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα ΑΠΕ	7
1.3 Η κατάσταση στην Ευρώπη	9
1.4 Η κατάσταση στην Ελλάδα	9
1.5 Παγκόσμιο θεσμικό πλαίσιο-Διεθνές και το Ευρωπαϊκό πλαίσιο	10
1.6 Γενικό Πλαίσιο	12
1.7 Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Πολιτική.....	12
1.8 Εξέλιξη ελληνικού Θεσμικού πλαισίου για τις ΑΠΕ.....	16
1.9 Συμπεράσματα από το νομοθετικό πλαίσιο	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	20
2.1 Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	20
2.2 Ζήτηση Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	21
2.3 Συμβολή των ΑΠΕ στην οικονομική ανάπτυξη	23
2.4 Συμβολή των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδος	23
2.5 Συμβολή των ΑΠΕ στη δημιουργία θέσεων εργασίας.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	26
3.1 Η πηγή του ανέμου	26
3.2 Μετατροπή της αιολικής ενέργειας	27
3.4 Ανεμογεννήτριες.....	28
3.5 Αιολικά πάρκα	31
3.6 Τεχνολογία των αννεμογεννητριων.....	32
3.7 Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των αννεμογεννητριων	34
3.8. Εξέλιξη και προοπτικές της Αιολικής ενέργειας στην ελλαδα.....	35
3.9 Αδειοδοτική διαδικασία αιολικού έργου	37
3.10 Εξέλιξη και προοπτικές της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	43
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	43
4.1 Τρόπος λειτουργίας	44
4.2 Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο	45
4.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα	49
4.4 Μικρα Υδροηλεκτρικα εργα.....	52
4.5 Κριτήρια για την κατασκευή ενός υδροηλεκτρικού έργου.....	54

4.6 Αδειοδοτική διαδικασία υδροηλεκτρικού έργου	55
4.7 Εξέλιξη και προοπτικές των ΜΥΗΕ στην Ελλάδα	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	60
5.1 Εισαγωγή	60
5.2 ιστορικά στοιχεία.....	61
5.3 χαρακτηριστικά βιομαζας.....	61
5.4 μέθοδοι επεξεργασίας βιομαζας.....	63
5.5 βιοαέριο.....	64
5.6 Εξέλιξη και προοπτικές στην Ελλάδα	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	68
6.1 Εισαγωγή	68
6.2 Μεθοδολογία Στατιστικής Ανάλυσης	68
6.3 Ανάλυση Χρονοσειρών	69
6.4 Η προσέγγιση Box-Jenkins	71
6.5 Ανάλυση χρονοσειρών με την μέθοδο Box-Jenkins	73
6.6 Χρονοσειρά.....	77
6.7 Διερεύνηση Ύπαρξης Εποχικότητας.....	78
6.8 Επιλογή Καταλληλότερου Μοντέλου Πρόβλεψης	79
6.9 Πρόβλεψη Μελλοντικών Παραγωγής Αιολικής ενέργειας.....	82
6.10 Περιορισμοί Πρόβλεψης	85
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	86
Ξενόγλωσση.....	87
Διαδικτυακές Πηγές.....	89

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διαρκώς αυξανόμενη τάση στην ζήτηση ενέργειας παγκοσμίως, σε συνδυασμό με την προβλεπόμενη εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων του πλανήτη από συμβατικές πηγές και τα περιβαλλοντολογικά προβλήματα που έχουν δημιουργηθεί, οδηγούν στην ολοένα αυξανόμενη χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Οι περισσότερες χώρες παγκοσμίως και κυριότερα οι αναπτυγμένες, επενδύουν τεράστια κεφάλαια στην υποδομή, την εξέλιξη και την παραγωγή ενέργειας από καθαρές πηγές όπως ο άνεμος. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει και επικαιροποιεί στόχους, συντάσσει μελέτες, διαβιβάζει κοινοτικές Οδηγίες και παράλληλα επιβλέπει την πρόοδο κάθε χώρας μέλους για την εξέλιξη αλλά και τις μελλοντικές κατευθύνσεις στη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η Ελλάδα, κατ' επέκταση της Ευρωπαϊκής «Οδηγίας», θέτει εθνικές στρατηγικές σε τακτά χρονικά διαστήματα και κάνει βήματα αξιοποίησης των γεωστρατηγικών πλεονεκτημάτων της χώρας στον τομέα αυτό. Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η παρουσίαση και καταγραφή της τρέχουσας κατάστασης στο πεδίο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελλάδα, καθώς επίσης και οι μελλοντικές τάσεις τόσο της κατανάλωσης ενέργειας όσο και της παραγωγής αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα. Τα αποτελέσματα επαληθεύουν την αυξητική πορεία της παραγωγής αιολικής ενέργειας, την επιβράδυνση ωστόσο αυτών λόγω της οικονομικής κρίσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Ιστορική Αναδρομή

Ιστορικά οι προσπάθειες αξιοποίησης των ΑΠΕ μπορούν να φανούν μέσω των διασκέψεων κορυφής όπου τέθηκαν στόχοι που αφορούν βασικά τη συνέχιση της ζωής στον πλανήτη και οι οποίοι δεν μπορούν να επιτευχθούν χωρίς ριζικές αλλαγές στη δομή του παγκόσμιου ενεργειακού συστήματος. Το 1987 η Επιτροπή του Ο.Η.Ε. για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη κατέληξε στο συμπέρασμα πως απαιτείται να βρεθεί ένα νέο αναπτυξιακό μονοπάτι το οποίο να εγγυάται όχι μόνο την πρόοδο κάποιων ανθρώπων που κατοικούν σε ορισμένα μέρη του κόσμου, αλλά την πρόοδο των ανθρώπων όλου του πλανήτη στο διηνεκές. Η επιτροπή αυτή όρισε πως βιώσιμη ή αυτοσυντηρούμενη ή αειφορική ανάπτυξη είναι αυτή που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να μειώνει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών ανθρώπων να ικανοποιήσουν τις δικές τους (Βλάχου Α., 2001, σελ. 313). Το 1992 οι διασκέψεις κορυφής στο Ρίο¹ και στο Γιοχάνεσμπουργκ² είχαν ως κύριο θέμα το μέλλον του πλανήτη και την βιώσιμη ανάπτυξη. Ταυτόχρονα με την «Ατζέντα 21³» ο ΟΗΕ, κάλεσε για νέες πολιτικές και προγράμματα που θα είχαν ως στόχο την αύξηση της συνεισφοράς περιβαλλοντικά ασφαλών ενεργειακών συστημάτων που είναι ταυτόχρονα αξιόπιστα και χαμηλού κόστους. Ιδιαίτερη μνεία έγινε στα ενεργειακά συστήματα που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την ελάττωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, και την αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας, της μεταφοράς της, της διανομής της και της τελικής χρήσης της (Κορωναίος Ι. Χ., 2012). Επιπροσθέτως, το Μάιο 2003, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε την Οδηγία 2003/30/ΕΚ (ΕΚ, 2003) σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές. Τα προτεινόμενα ποσοστά για τη διείσδυση των βιοκαυσίμων στις μεταφορές ξεκινούν από το 2% για το 2005 και φτάνουν το 5,75% για το Δεκέμβριο του 2010 (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2003α, Άρθρο 3). Στη Διεθνή Σύνοδο Κορυφής στην Κοπεγχάγη το 2009 επρόκειτο να αναζητηθεί μια παγκόσμια συμφωνία για τη μείωση των εκπομπών, η οποία θα αντικαθιστούσε και θα ενίσχυε τις δεσμεύσεις του πρωτοκόλλου του Κιότο που λήγει το 2012. Δεν υπήρξε καμία δεσμευτική συμφωνία για βραχυπρόθεσμη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) μέχρι το 2020 και δεν υπήρξε δεσμευτική συμφωνία ούτε για

¹ Στο Ρίο για πρώτη φορά συνδέθηκε η έννοια του περιβάλλοντος με την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη και αναγνωρίστηκε ότι «πρέπει να σταθεροποιηθεί η συγκέντρωση των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε ένα επίπεδο που δεν θα επηρεάζει το κλίμα».

² Στο Γιοχάνεσμπουργκ ο στόχος ήταν και πάλι να βρεθεί μια πρακτική φόρμουλα προώθησης της οικονομικής ανάπτυξης, που δεν θα απειλεί την περιβαλλοντική ισορροπία του πλανήτη.

³ Παγκόσμιο Πρόγραμμα Δράσης του ΟΗΕ που υιοθετήθηκε το 1992 για την Ανάπτυξη και το Περιβάλλον. Αποσκοπεί στη διάσωση του πλανήτη που κινδυνεύει από την υπερεκμετάλλευση και παραμέληση του περιβάλλοντος και που μαστίζεται από τη φτώχεια και την υπανάπτυξη.

τη θέσπιση μακροπρόθεσμου στόχου μείωσης των εκπομπών, ενώ ο αρχικός στόχος ήταν να συμφωνηθεί μείωση 50% μέχρι το 2050. Είναι δυνατόν, όμως, να καταγραφούν τέσσερα θετικά σημεία από τη σύνοδο. Για πρώτη φορά όλες οι χώρες που συμμετείχαν, δήλωσαν σε επίσημο κείμενο του ΟΗΕ ότι αναγνωρίζουν ως κοινό στόχο τους, τον περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας στους 2 βαθμούς. Επίσης, για πρώτη φορά, όλες οι ανεπτυγμένες χώρες, συμπεριλαμβανομένων των Ηνωμένων Πολιτειών, εντάχθηκαν στο ίδιο διεθνές πλαίσιο μείωσης των εκπομπών τους η οποία και περιλαμβάνει μέθοδο επαλήθευσης. Επιπλέον, οι ανεπτυγμένες χώρες δεσμεύτηκαν να συμβάλλουν με 8 κονδύλια ύψους 30 δις δολαρίων, στη στήριξη μέτρων περιορισμού των ρύπων στις αναπτυσσόμενες χώρες μόνο όμως για την περίοδο 2010-2012. Τέλος, οι αναπτυσσόμενες χώρες συμφώνησαν για πρώτη φορά να συμμετάσχουν στις προσπάθειες περιορισμού των κλιματικών αλλαγών και έδειξαν πρόθυμες να επιτρέψουν τη "διεθνή παρακολούθηση" των προσπαθειών τους (Ιστοσελίδα Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου). Κατά τη διάρκεια αυτών των τελευταίων ετών, οι υπεύθυνοι χάραξης ευρωπαϊκών πολιτικών έπρεπε να αντιμετωπίσουν διάφορες προκλήσεις στον τομέα της ενεργειακής πολιτικής: οι περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι αναπόφευκτες και η ενεργειακή ασφάλεια της Ευρώπης διακυβεύεται λόγω της μεγάλης εξάρτησης από ενεργειακές εισαγωγές. Επιπλέον, η υφιστάμενη χρηματοπιστωτική και οικονομική κρίση θέτει σε κίνδυνο την οικονομική ανάπτυξη και την απασχόληση. Λαμβάνοντας υπόψη τις εξελίξεις αυτές, η οδηγία σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (2009/28/EK) αποτελεί ένα ιστορικό ορόσημο για την ευρωπαϊκή νομοθεσία. Θέτοντας ως συνολικό στόχο το 20% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ-27 να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας το 2020. Στο πλαίσιο των προσπαθειών τους, τα κράτη μέλη της ΕΕ-27 υποχρεώνονται δυνάμει της οδηγίας να διαμορφώσουν ένα Εθνικό σχέδιο δράσης για την ανανεώσιμη ενέργεια (ΕΣΔΑΕ) βάσει ενός υποδείγματος που παρέχεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2009).

1.2 Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα ΑΠΕ

Τα βασικά πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι τα εξής:

- Αποτελούν ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στον περιορισμό της εξάρτησης των χωρών από εξαντλήσιμους ενεργειακούς πόρους, προσδίδοντας στις χώρες την δυνατότητα: i) για βελτίωση της ενεργειακής ανεξαρτησίας της, ii) για ενίσχυση του εμπορικού ισοζυγίου (Εισαγωγές – Εξαγωγές), περιορίζοντας την

εισαγωγή τους, και iii) για δημιουργία στρατηγικών αποθεμάτων στους εγχώριους ορυκτούς πόρους για την ασφάλεια της χώρας και των επόμενων γενεών.

- Οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, εξαιτίας της γεωγραφικής τους διασποράς, με αποτέλεσμα τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, και τη συνεπακόλουθη ανακούφιση των συστημάτων υποδομής και τον περιορισμό των απωλειών από τη μεταφορά ενέργειας.
- Έχουν σχετικά χαμηλό λειτουργικό κόστος ανεξάρτητο από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και πιο συγκεκριμένα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Προσφέρουν τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα των ενεργειακών αναγκών των χρηστών.
- Συνεισφέρει στην αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και την προσέλκυση ανάλογων επενδύσεων, όπως θερμοκηπιακές καλλιέργειες με τη χρήση γεωθερμίας.
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

Παρόλα αυτά οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν παύουν να έχουν όπως και κάθε τεχνολογία κάποια μειονεκτήματα:

- Ο συντελεστής απόδοσης είναι μικρός, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερος, και σε συνδυασμό με το κόστος επένδυσης τους καθίστανται πιο ακριβές από τις συμβατικές μονάδες.
- Αδυνατούν να καλύψουν ανά πάσα στιγμή την ζήτηση του συστήματος, διότι η λειτουργία τους σχετίζεται στενά με τις ημερήσιες και εποχιακές κλιματολογικές συνθήκες.
- Πιθανή δυσκολία εύρεσης κατάλληλων τοποθεσιών διότι δεν μπορούν να εγκατασταθούν παντού, παρά μόνο εκεί που οι κλιματολογικές και φυσικές συνθήκες το επιτρέπουν (πχ. περιοχές με αιολικά δυναμικά, ποτάμια κ.λ.π.)
- Όσον αφορά τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.

- Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω από το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

1.3 Η κατάσταση στην Ευρώπη

Σύμφωνα με την Eurostat το ποσοστό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας στους «27» για το 2010 ήταν στο 12.4%, μεγαλύτερο συγκριτικά με το 11.7% ένα χρόνο πριν και το 10.5% το 2008. Σύμφωνα με την Οδηγία του 2009, η ΕΕ έχει δεσμευθεί να επιτύχει 20% μερίδιο συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας και 10% μερίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις μεταφορές. Τα υψηλότερα ποσοστά ανανεώσιμων πηγών στην τελική κατανάλωση σημειώθηκαν στην Σουηδία (47.9%), Λετονία (32.6%), Φινλανδία(32.2%), Αυστρία (30.1%) και Πορτογαλία (24.6%), ενώ τα χαμηλότερα στη Μάλτα (0.4%), Λουξεμβούργο (2.8%), Ηνωμένο Βασίλειο (3.2%) και Ολλανδία (3.8%).

1.4 Η κατάσταση στην Ελλάδα

Την ίδια ώρα, η Ελλάδα πλησιάζει τις τελευταίες θέσεις στην Ευρώπη, σε ό,τι αφορά το ποσοστό της ενέργειας από ΑΠΕ στη συνολική κατανάλωση. Πιο συγκεκριμένα, η Ελλάδα το διάστημα 2006-2010 αύξησε την συμμετοχή των ΑΠΕ στην συνολική κατανάλωση ενέργειας από 7% σε 9,2%, ενώ γειτονικές χώρες, όπως για παράδειγμα η Ιταλία και η Κύπρος, σχεδόν το διπλασίασαν. Στην Ελλάδα, στην οποία τον Μάρτιο του 2012 η Κομισιόν απηύθυνε αιτιολογημένη γνώμη επειδή η νομοθεσία της για τις ανανεώσιμες πηγές δεν ήταν συμβατή με την κοινοτική, το ποσοστό ανανεώσιμων πηγών στην τελική ενεργειακή κατανάλωση ήταν 9,2% ενώ στόχος για τη χώρα δεδομένων των οικονομικών της αποδόσεων, είναι 18% για το 2020. Σημειώνεται ότι το 2008 το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 8.0% και το 2009 8,1%. Χαμηλό είναι και το ποσοστό στην Κύπρο (4,8%) ενώ μέχρι το 2020 πρέπει να έχει φθάσει στο 13%. Η ΕΕ καταβάλλει προσπάθειες για να μειώσει τις επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών και να αναπτύξει μια κοινή ενεργειακή πολιτική. Ως μέρος αυτής της πολιτικής, οι Ευρωπαίοι αρχηγοί κρατών και κυβερνήσεων συμφώνησαν το Μάρτιο του 2007 σε δεσμευτικούς στόχους για την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στόχος είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να αντιστοιχούν στο 20% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ έως το 2020 (8,5% το 2005). Για να επιτευχθεί αυτός ο

κοινός στόχος, κάθε κράτος μέλος πρέπει να αυξήσει την παραγωγή και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον ηλεκτρισμό, τη θέρμανση, την ψύξη και τις μεταφορές. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι αναπόσπαστο μέρος της καταπολέμησης των κλιματικών αλλαγών, ενώ συγχρόνως συμβάλλουν στην ανάπτυξη και στη δημιουργία θέσεων εργασίας, και αυξάνουν την ενεργειακή μας ασφάλεια. Οι στόχοι για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας υπολογίζονται ως το μερίδιο της κατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική ακαθάριστη κατανάλωση ενέργειας. Η κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας περιλαμβάνει την άμεση χρήση τους (π.χ. βιοκαύσιμα) συν το μέρος του ηλεκτρισμού και της θέρμανσης που παράγεται από αυτές (π.χ. αιολική, υδροηλεκτρική ενέργεια), ενώ η τελική κατανάλωση ενέργειας είναι η ενέργεια που χρησιμοποιούν τα νοικοκυριά και οι τομείς της βιομηχανίας, των υπηρεσιών, της γεωργίας και των μεταφορών. Ο παρονομαστής για το μερίδιο των ΑΠΕ περιλαμβάνει επίσης τις απώλειες διανομής για τον ηλεκτρισμό και τη θέρμανση, καθώς και την κατανάλωση των καυσίμων τη διαδικασία παραγωγής ηλεκτρισμού και θέρμανσης.

1.5 Παγκόσμιο θεσμικό πλαίσιο-Διεθνές και το Ευρωπαϊκό πλαίσιο

Ουσιαστικά αναφερόμαστε σε όλες εκείνες τις διατάξεις που αναφέρονται, αφενός στην προστασία του περιβάλλοντος, με ρητή μάλιστα κατοχύρωση της αρχής της αειφορίας, η οποία σχετίζεται άμεσα με τις ΑΠΕ, και αφετέρου, διατάξεις που αναφέρονται γενικά στον εθνικό πλούτο και στα δικαιώματα του κράτους επ' αυτού, στον οποίο περιλαμβάνονται και οι πηγές ενέργειας. Την κοινοτική πολιτική για τις κλιματικές αλλαγές, κύρωσε με το ν. 3017/2002 το Πρωτόκολλο του Κιότο, που θεσπίστηκε στις 10.12.1997. Συγκεκριμένα, το Πρωτόκολλο του Κιότο εξειδικεύει το ρυθμιστικό πλαίσιο της Σύμβασης Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Αλλαγές και αποτελεί σημαντικό κανονιστικό εργαλείο για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών, καθώς εμπεριέχει συγκεκριμένους εθνικούς ποσοτικούς στόχους για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, κυρίως για τα κράτη του βιομηχανικού κόσμου. Το Πρωτόκολλο του Κιότο προβλέπει για την Ελλάδα συγκράτηση του ρυθμού αύξησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα καθώς και άλλων αερίων που επιτείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου μέχρι το έτος 2010 κατά 25% σε σχέση με το έτος 1990. Ο στόχος αυτός, αν και αυξητικός, σε αντίθεση με όσα προβλέπονται για τις περισσότερες χώρες της ΕΕ, είναι δύσκολο να επιτευχθεί δεδομένου ότι η τάση αύξησης των εκπομπών είναι πολύ μεγάλη. Προκειμένου να επιτευχθούν οι

στόχοι που τίθενται από το Πρωτόκολλο του Κιότο κρίνεται απαραίτητη η αύξηση της χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Το έτος 2001, το ποσοστό συμμετοχής της ενέργειας που παρείχαν οι ΑΠΕ ανερχόταν, σύμφωνα με στοιχεία του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) και του Υπουργείου Ανάπτυξης, στο 8,4% (με το 1,6% να προέρχεται από την αιολική ενέργεια, μικρά υδροηλεκτρικά, βιομάζα και φωτοβολταϊκά και το 6,8% από μεγάλα υδροηλεκτρικά). Σύμφωνα με το Υπουργείο Ανάπτυξης οι εκτιμήσεις για την ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά το έτος 2010, προσδιορίζεται σε 68 δις κιλοβατώραν. Κατά συνέπεια υφίσταται ανάγκη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ της τάξης των 13,7 δις κιλοβατώραν κατά το έτος 2010 ώστε η Ελλάδα να μπορέσει να ανταποκριθεί στις δεσμεύσεις του Πρωτοκόλλου του Κιότο και στους συναφείς στόχους της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ. Παράλληλα, στην Παγκόσμια Σύνοδο για την αειφόρο ανάπτυξη, που πραγματοποιήθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου 2002 στο Γιοχάνεσμπουργκ της Νότιας Αφρικής, συμφωνήθηκε μεταξύ των συμμετεχουσών κυβερνήσεων να αυξηθεί σημαντικά το μερίδιο των ΑΠΕ στο παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο χωρίς όμως δυστυχώς να επιτευχθεί συμφωνία ως προς τα συγκεκριμένα ποσοστά της εν λόγω αύξησης και ως προς το χρονοδιάγραμμα. Στην Παγκόσμια Διάσκεψη για τις ΑΠΕ, που πραγματοποιήθηκε στη Βόννη τον Ιούνιο του 2004, υπογραμμίστηκε η σημασία της προώθησης των ΑΠΕ σε όλη την υφήλιο, ως μέσο για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, για την προώθηση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού και κυρίως για τις υπό ανάπτυξη χώρες- ως μέσο για την μείωση της φτώχειας. Για την επίτευξη των στόχων αυτών, οι οποίοι απορρέουν από διεθνείς συμβάσεις αλλά και από το παράγωγο κοινοτικό δίκαιο, και συμβαδίζουν απόλυτα με τη συνταγματική επιταγή προς το κράτος για τη λήψη κατάλληλων προληπτικών και κατασταλτικών μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος, κρίθηκε απαραίτητη η προώθηση της περαιτέρω ανάπτυξης των ΑΠΕ, μέσα από την αναμόρφωση του θεσμικού πλαισίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, αλλά και με την παροχή οικονομικών κινήτρων προς τους παραγωγούς. Επίσης, η αξιοποίηση των ΑΠΕ αποκτά εκτός από περιβαλλοντική και μία άλλη διάσταση περισσότερο «οικονομική», η οποία προέρχεται από την ειδική αντιμετώπιση που επιφυλάσσει το Σύνταγμα στις πηγές ενέργειας στο σύνολο τους.

1.6 Γενικό Πλαίσιο

Χαρακτηριστικό στοιχείο της ενεργειακής πολιτικής, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών, αποτελεί η τάση συρρίκνωσης των εθνικών πολιτικών. Η απελευθέρωση και ευρύτερη ενοποίηση είναι στόχος που βρίσκει περίπου κοινή αποδοχή και βαθμιαία κατακτά περιφερειακές και εθνικές αγορές ενέργειας επιβάλλοντας κοινούς κανόνες λειτουργίας.

Αντίστοιχο είναι το πλαίσιο διαμόρφωσης της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής, όπου οι βασικοί άξονες αφορούν και αποσκοπούν στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, στο μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και στην εξασφάλιση της ανταγωνιστικότητας.

Κύρια κατεύθυνση της νέας Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Στρατηγικής, όπως διαμορφώνεται σήμερα, είναι ο «εξευρωπαϊσμός» της ενεργειακής πολιτικής μέσω της αντιμετώπισης σημαντικών προκλήσεων, όπως :

- Η Ενεργειακή Ασφάλεια. Οι εισαγωγές της Ε.Ε. αυξάνονται σταθερά, ενώ η παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου μειώνεται συνεχώς.
- Η Κλιματική αλλαγή. Οι χαμηλών εκπομπών άνθρακα ενεργειακές πηγές και τεχνολογίες εξελίσσονται με αργό ρυθμό.
- Οι Τιμές ενέργειας. Παρουσιάζουν διακυμάνσεις και επηρεάζονται από την οικονομική αβεβαιότητα, τις τεχνολογικές εξελίξεις και την πολιτική αστάθεια.
- Οι Διεθνείς εξελίξεις. Οι αναπτυσσόμενες χώρες απορροφούν όλο και μεγαλύτερο ποσοστό των παγκόσμιων αποθεμάτων σε ορυκτά καύσιμα.

αλλά και δύο νέων συνιστωσών που αφορούν τις:

- Οικονομικές Εξελίξεις. Η χρηματοοικονομική κρίση και τα προβλήματα των ευρωπαϊκών οικονομιών θέτουν σε κίνδυνο νέες επενδύσεις και τεχνολογικές αγορές, όπου και θα πρέπει να παρακολουθούνται οι επιπτώσεις ώστε να λαμβάνονται έγκαιρα διορθωτικά/αντισταθμιστικά μέτρα.
- Επενδύσεις σε Υποδομές. Οι ανάγκες σε νέα δίκτυα, ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου, που απαιτούν τεράστιες επενδύσεις με κρίσιμο το ερώτημα ποιος αναλαμβάνει το κόστος για αυτές.

1.7 Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Πολιτική

Το κοινό Ευρωπαϊκό Σχέδιο Δράσης (COM(2008) 781 τελικό), βασίζεται στην πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για μια «Ενεργειακή Πολιτική για την Ευρώπη», και καθορίζει ένα

μελλοντικό πολιτικό πρόγραμμα προτείνοντας παράλληλα και το αντίστοιχο πλαίσιο δράσεων για την επίτευξη των κύριων ενεργειακών στόχων της Ευρωπαϊκής Κοινότητας σε ότι αφορά την αειφορία, την ανταγωνιστικότητα και την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού.

Τα δέκα μέτρα του Ευρωπαϊκού Σχεδίου Δράσης για την Ενέργεια είναι τα εξής:

1. Καλύτερη λειτουργία της Εσωτερικής Αγοράς Ενέργειας.
2. Διευκόλυνση των κρατών-μελών για ανάπτυξη αλληλεγγύης στην περίπτωση ενεργειακών κρίσεων ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλής τροφοδοσία με πετρέλαιο, φυσικό αέριο και ηλεκτρική ενέργεια.
3. Βελτίωση του Κοινοτικού Μηχανισμού Εμπορίας Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου ώστε να μετατραπεί σε πραγματικό καταλύτη για τη μείωση εκπομπών CO₂ και τις επενδύσεις για καθαρή ενέργεια.
4. Ανάπτυξη προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας σε Ευρωπαϊκό, εθνικό και διεθνές επίπεδο.
5. Αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
6. Ανάπτυξη Στρατηγικής για την Ενεργειακή Τεχνολογία.
7. Ανάπτυξη τεχνολογιών μετατροπής ορυκτών καυσίμων με χαμηλές εκπομπές CO₂.
8. Ανάπτυξη θεμάτων ασφάλειας και προστασίας από την χρήση της πυρηνικής ενέργειας.
9. Συμφωνία για μια διεθνή ενεργειακή πολιτική με κοινούς στόχους όπου θα ακολουθήσουν όλα τα κράτη μέλη.
10. Βελτίωση της κατανόησης των ενεργειακών θεμάτων από τους Ευρωπαίους πολίτες- καταναλωτές.

Επίκεντρο της νέας Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής και κύριος στρατηγικός ενεργειακός στόχος είναι η δέσμευση ότι η ΕΕ θα πρέπει να μειώσει τις εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου κατά 20% μέχρι το 2020, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Ο στρατηγικός στόχος και τα συγκεκριμένα μέτρα για την υλοποίησή του, που περιγράφονται στο Σχέδιο Δράσης, αποτελούν και τον πυρήνα της νέας ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής.

Η ουσιαστική υλοποίηση των πολιτικών και δράσεων που προβλέπονται σε αυτή την απόφαση και των προβλεπόμενων δεσμεύσεων από τα Κράτη Μέλη, αναλύεται περαιτέρω με την επίτευξη τριών επιμέρους σχετιζόμενων στόχων, με ορίζοντα το 2020: βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και επίτευξη εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας κατά 20%; αύξηση του ποσοστού διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική

κατανάλωση ενέργειας στο επίπεδο του 20% και αύξηση του ποσοστού των βιοκαυσίμων στις μεταφορές στο 10%.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, όπως προβλεπόταν και από την αρχική πρόταση για την Ενεργειακή πολιτική για την Ευρώπη, από το 2007 μέχρι και σήμερα έχει προχωρήσει σε νέες θέσεις και προτάσεις για συμπληρωματικά μέτρα, έχοντας ως κύριο άξονα την επίτευξη των τριών στόχων της νέας Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής: αειφορία, ανταγωνιστικότητα και ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού.

Στο πλαίσιο αυτό τα θεσμικά όργανα της ΕΕ έχουν προωθήσει και θεσπίσει βελτιωμένο πλαίσιο για επενδύσεις στην ενεργειακή υποδομή της ΕΕ, με σαφείς και προβλέψιμους στόχους για την ηλεκτροπαραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την προώθηση ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών καθώς και την υιοθέτηση νέων κανόνων για την εσωτερική αγορά.

Ειδικότερα, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ήδη θεσπίσει δεσμευτικό πακέτο μέτρων και στόχων για το 2020 (Climate and Energy Package-CEP), στο οποίο περιλαμβάνεται ο μηχανισμός της εμπορίας αδειών εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (ETS) από υπόχρεες εγκαταστάσεις (ηλεκτροπαραγωγή, μεγάλες βιομηχανίες και από το 2012 αεροπορικές μεταφορές), οι στόχοι κατά Κράτος Μέλος για μείωση των εκπομπών στους τομείς εκτός ETS καθώς και οι στόχοι για αύξηση του μεριδίου των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας που έχουν εξειδικευθεί κατά Κράτος Μέλος.

Στο πλαίσιο αυτό, στις 10 Νοεμβρίου 2010, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανακοίνωσε ένα νέο πρόγραμμα για την κοινή Ευρωπαϊκή ενεργειακή στρατηγική για την περίοδο 2011-2020, με την ονομασία «Ενέργεια 2020»(COM(2010) 639 τελικό3), όπου και τίθενται οι ενεργειακές προτεραιότητες για την επόμενη δεκαετία, ενώ παρουσιάζονται οι δράσεις που πρέπει να αναληφθούν προκειμένου να αντιμετωπισθούν οι προκλήσεις που αφορούν στις βασικές κατηγορίες ενεργειακής πολιτικής (εξοικονόμηση ενέργειας, αγορά ενέργειας, τεχνολογία).

Επιπρόσθετα, το Μάρτιο του 2011, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε το επικαιροποιημένο Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση (COM(2011) 109 τελικό), όπου περιγράφεται και προβλέπεται η θέσπιση και εφαρμογή συγκεκριμένων νέων μέτρων και πολιτικών καθώς είναι σαφές ότι ο κεντρικός Ευρωπαϊκός στόχος για εξοικονόμηση ενέργειας κατά 20% μέχρι το 2020 δε μπορεί να επιτευχθεί αν δεν υιοθετηθούν συμπληρωματικές δράσεις.

Στο Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση με την εφαρμογή συγκεκριμένων μέτρων και πολιτικών, παρουσιάζεται ένα σύνολο δράσεων ανά τομέα εφαρμογής και άξονα

πολιτικής. Η πρόοδος που έχει επιτευχθεί σε θέματα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμησης ενέργειας με την εφαρμογή πολιτικών, μέτρων, μηχανισμών της αγοράς, καθώς και δράσεων έρευνας και ανάπτυξης, όπως περιγράφεται και λαμβάνεται υπόψη στο νέο Σχέδιο Δράσης, διαμορφώνει τελικά και το πλαίσιο πάνω στο οποίο θα στηριχθεί η επίτευξη των κεντρικών ευρωπαϊκών στόχων για εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι το 2020.

Τέλος, στις 15 Δεκεμβρίου 2011, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε τον Οδικό Χάρτη για την Ενέργεια με ορίζοντα το 2050, με τον οποίο δεσμεύεται να μειώσει έως το 2050 τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά περισσότερο από 80% σε σχέση με τα επίπεδα εκπομπών του 1990, στο πλαίσιο των αναγκαίων μειώσεων εκπομπών όλων των ανεπτυγμένων χωρών. Στο συγκεκριμένο οδικό χάρτη η Ευρωπαϊκή Επιτροπή διερευνά τις προκλήσεις που τίθενται για την επίτευξη του ευρωπαϊκού στόχου για έναν ενεργειακό τομέα χαμηλών εκπομπών άνθρακα, με ταυτόχρονη εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και της ανταγωνιστικότητας της Ευρωπαϊκής Οικονομίας. Ο ευρωπαϊκός Οδικός Χάρτης για την Ενέργεια με ορίζοντα το 2050 αποτελεί ένα κείμενο αναφοράς που αποσκοπεί να αποτελέσει τη βάση για τη σταδιακή ανάπτυξη ενός μακροπρόθεσμου ευρωπαϊκού πλαισίου για τον τομέα της ενέργειας σε συνεργασία με όλα τα Κράτη Μέλη και τους φορείς της αγοράς.

ΟΙ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟΥ ΟΔΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ ΓΙΑ ΤΟ 2050

Συνοψίζονται οι 10 προϋποθέσεις που οφείλουν να ικανοποιούνται για μετάβαση σε έναν Ενεργειακό Τομέα Χαμηλών Εκπομπών, σύμφωνα με την ΕΕ.

1. Άμεση προτεραιότητα στην επίτευξη των στόχων του 2020, με εφαρμογή όλων των μέτρων που έχουν σχεδιαστεί γι' αυτό.
2. Το ενεργειακό σύστημα και η κοινωνία συνολικά θα πρέπει να γίνουν δραστικά περισσότερο ενεργειακά αποδοτικοί.
3. Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στη διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.
4. Η προώθηση της τεχνολογικής καινοτομίας αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για να γίνει δυνατή η εμπορική αξιοποίηση νέων τεχνολογιών.
5. Η δέσμευση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μια πλήρως ολοκληρωμένη εσωτερική αγορά μέχρι το 2014.
6. Το τελικό κόστος ενέργειας να αντανakλά τα πραγματικά κόστη του ενεργειακού συστήματος. Οι ευάλωτοι καταναλωτές πρέπει σε κάθε περίπτωση να προστατεύονται και να αποφευχθεί η ενεργειακή φτώχεια.
7. Η κρισιμότητα της ανάγκης ανάπτυξης νέων ενεργειακών υποδομών και δυνατοτήτων αποθήκευσης να γίνει ευρέως αντιληπτή.
8. Η ασφάλεια παραδοσιακών ή νέων μορφών πηγών ενέργειας είναι αδιαπραγμάτευτη και η ΕΕ θα συνεχίσει να αναλαμβάνει διεθνώς πρωτοβουλίες προς την κατεύθυνση αυτή.
9. Η συντονισμένη Ευρωπαϊκή δράση στις διεθνείς σχέσεις να αποτελεί κανόνα με ενίσχυση των προσπαθειών για διεθνείς δράσεις για το κλίμα.

1.8 Εξέλιξη ελληνικού Θεσμικού πλαισίου για τις ΑΠΕ

Η Ελλάδα ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης περισσότερο από 30 χρόνια, συμμετέχει ως κράτος-μέλος σε όλες τις σύγχρονες Οδηγίες με θέμα τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, ενώ παράλληλα βρίσκεται υπό την αιγίδα της Ένωσης, σε αρκετά κομβικά ιστορικά σημεία, όπως η συνδιάσκεψη στο Ρίο και το Πρωτόκολλο του Κιότο⁴. Έτσι, η εθνική νομοθεσία και τα σχέδια δράσης, εντάσσουν διαρκώς ένα μεγάλο τμήμα κοινοτικής πολιτικής, προσαρμοσμένο στα μέτρα, τις διαφοροποιήσεις και τις εκάστοτε συνθήκες της Ελλάδας.

⁴Το Πρωτόκολλο του Κιότο προέκυψε από τη Σύμβαση-Πλαίσιο για τις Κλιματικές Αλλαγές που είχε υπογραφεί στη Διάσκεψη του Ρίο, τον Ιούνιο του 1992, από το σύνολο σχεδόν των κρατών (η Ελλάδα κύρωσε τη Σύμβαση αυτή, κάνοντάς την νόμο του Κράτους τον Απρίλιο του 1994). Στόχος της Σύμβασης είναι “η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδα τέτοια ώστε να προληφθούν επικίνδυνες επιπτώσεις στο κλίμα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες”.

Η πρώτη προσπάθεια προώθησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ελλάδα συνίσταται στην έκδοση του νόμου Ν.1559/85, «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις». Ο νόμος αυτός, υπήρξε η απαρχή της εισόδου των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ελλάδα, που οδήγησε σε μια μικρής κλίμακας νέα εγκατεστημένη ισχύ από την ΔΕΗ και την τοπική αυτοδιοίκηση (24 και 3 MW αντίστοιχα), χωρίς την συνεισφορά του ιδιωτικού τομέα. Στο νόμο αυτό, έγινε μια αρχική συνοπτική «χαρτογράφηση» και «οριοθέτηση» του τοπίου, πάνω στην αδειοδότηση, στην εκμετάλλευση, στην παραγωγή και στη διάθεση των Ανανεώσιμων Μορφών Ενέργειας. Η προώθηση αυτή, συνεχίζεται με την ίδρυση του ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) με σκοπό την προώθηση και την υποστήριξη δραστηριοτήτων ΑΠΕ.

Έπειτα, στην κατεύθυνση αυτή, ψηφίστηκαν οι παρακάτω νόμοι:

Νόμος Ν. 2244/1994 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις»: Ο νόμος αυτός βασίζεται στον τότε αντίστοιχο γερμανικό νόμο (Stromeinspeisungsgesetz), και αποτέλεσε σημαντική βάση για την ανάπτυξη και την εξέλιξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ελλάδα. Αυτό επιτεύχθηκε με τον καθορισμό σταθερών τιμών πώλησης ανανεώσιμης ενέργειας, με την ανάλογη της χρονικής διαθεσιμότητας κλιμακωτή αποζημίωση, με την υποχρέωση στην ΔΕΗ να αγοράζει το πλεόνασμα ή το σύνολο, με διάφορους όρους στην αδειοδότηση και στην εγκατάσταση σταθμών αυτοπαραγωγής κ.α.

Νόμος Ν. 2773/1999 «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις»: Ο νόμος αυτός, σχεδόν δύο χρόνια μετά την αντίστοιχη κοινοτική Οδηγία (96/92/ΕΚ), ενσωματώνει αρκετά τμήματα, όπως η απελευθέρωση της αγοράς και η κρατική εποπτεία, η σύσταση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (Ρ.Α.Ε), καθώς και ο προσδιορισμός αντικειμένου και λειτουργίας της. Εκτός αυτών, ο νόμος θέτει ένα πλαίσιο στο δίκτυο και την μεταφορά της ενέργειας, προσδιορίζοντας τη θέση της ΔΕΗ στο θέμα αυτό, ενώ παράλληλα διατηρεί το ευνοϊκό τιμολογιακό, αλλά και προτεραιότητας πρόσβασης στο δίκτυο, καθεστώς στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Νόμος Ν.2941/2001 «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ και άλλες διατάξεις»: Ο νόμος αυτός, αποτέλεσε σημαντική προσθήκη στην πληρότητα του νομοθετικού πλαισίου των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, απλοποιώντας και

διορθώνοντας αρκετά εκ των αδειοδοτικών προβλημάτων της εποχής στον τομέα αυτό.

Κάποιοι εκ των βασικών αξόνων ήταν οι εξής:

- Οι «σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και τα συνοδά αυτών έργα», συμπεριλαμβάνονται στις εξαιρέσεις του νόμου 2773/1999 για τα μεγάλα έργα υποδομής μέσα σε δάση ή δασικές περιοχές.
- «Για την εγκατάσταση ηλιακών σταθμών και ανεμογεννητριών δεν απαιτείται η έκδοση οικοδομικής άδειας, αλλά θεώρηση, που χορηγείται από την αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία». Σε αυτό δεν συμπεριλαμβάνονται τα όποια έργα πολιτικού μηχανικού.
- Τα «έργα σύνδεσης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε με το Σύστημα ή το Δίκτυο μπορεί να κατασκευάζονται από οποιονδήποτε ενδιαφερόμενο κάτοχο άδειας εγκατάστασης», με τις όποιες προδιαγραφές του Διαχειριστή Συστήματος και Δικτύου.

Νόμος Ν. 3017/2002 «Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στην Σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος»: Στο νόμο αυτό, έγινε η επίσημη επικύρωση από την Ελληνική Βουλή, των δεσμεύσεων που έλαβε η χώρα μερικά χρόνια νωρίτερα (περίπου 4 χρόνια), κατά την υπογραφή του Πρωτοκόλλου του Κιότο, με στόχο την αντιμετώπιση της επιδείνωσης του φαινομένου του θερμοκηπίου και της κλιματικής αλλαγής γενικότερα.

Νόμος Ν. 3175/2003 «Αξιοποίηση γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις»: Στον νόμο αυτό, πραγματοποιείται μια εξειδικευμένη προσπάθεια ενός βασικού, σύγχρονου για την εποχή, πλαισίου, πάνω στον τομέα της Γεωθερμικής Ενέργειας στην Ελλάδα. Το πλαίσιο αυτό είναι συμβατό με το κοινοτικό δίκαιο και με αρκετές παγκόσμιες τακτικές και αναφέρεται σε τομείς όλου του εύρους της Γεωθερμικής Ενέργειας. Με ξεχωριστά άρθρα ορίστηκαν τα εξής:

- Δικαιώματα έρευνας και διαχείρισης γεωθερμικού δυναμικού.
- Όροι και αρμοδιότητα εκμίσθωσης διαχείρισης γεωθερμικών πεδίων.
- Υποχρεώσεις και δικαιώματα μισθωτών γεωθερμικών πεδίων.
- Εκχώρηση μισθωτικών διαχωμάτων.
- Κανονισμός Γεωθερμικών Εργασιών.
- Ποινικές και διοικητικές κυρώσεις.
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία.
- Ενεργειακά συστήματα θέρμανσης ή ψύξης.

- Διανομή θερμικής ενέργειας σε τρίτους.

Νόμος Ν. 3468/2006 «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής απόδοσης και λοιπές διατάξεις»: Στον νόμο αυτό, καταγράφεται ένα τμήμα του πλαισίου της αδειοδότησης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας μόνο, αλλά και από υβριδικούς σταθμούς και την ένταξη αυτών στο Σύστημα ή το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια κάθε μορφής, μπαίνει σε ένα τιμολογιακό πρότυπο, διαφοροποιημένο μερικώς, ανάλογα το αν απορροφάται στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα ή τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά. Για τους επενδυτές φωτοβολταϊκών σταθμών, στο συγκεκριμένο νομοσχέδιο, δίνονται συγκεκριμένα κίνητρα, με στόχο την διάδοση της Ηλιακής Ενέργειας στην Ελλάδα.

Νόμος Ν. 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής αλλαγής»: Με το νόμο αυτό γίνεται προσπάθεια περαιτέρω απλούστευσης και συντόμευσης της διαδικασίας αδειοδότησης νέων έργων ΑΠΕ με τον παραλληλισμό ορισμένων χρονοβόρων επιμέρους βημάτων και την κατάργηση άλλων, όπως η κατάργηση της Άδεια Παραγωγής για Φωτοβολταϊκούς και Ηλιοθερμικούς σταθμούς έως και 1 MW.

Τέλος, με την υπουργική απόφαση Υ.Α./Φ1/οικ.19598 (ΦΕΚ Β'1630/11.10.2010), καθορίστηκαν οι εθνικοί στόχοι για την διείσδυση των ΑΠΕ ως το 2020 (αναθεωρήσιμοι ανά διετία): i) Συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 40%. ii) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη σε ποσοστό τουλάχιστον 20%. iii) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές σε ποσοστό τουλάχιστον 10%.

1.9 Συμπεράσματα από το νομοθετικό πλαίσιο

Από την παραπάνω αναφορά για το νομοθετικό πλαίσιο, το οποίο ισχύει για τις ΑΠΕ στη χώρα μας, εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

Το υπέρτατο νομοθετικό κείμενο, το Σύνταγμα ρυθμίζει έμμεσα την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ΑΠΕ μέσω της αναφοράς του στην προστασία του περιβάλλοντος.

Υπάρχει τεράστια πολυνομία σχετική με τη διαδικασία αδειοδότησης και εγκατάστασης μιας επένδυσης στις ΑΠΕ. Πιο συγκεκριμένα μέχρι το 2006 θεσπίστηκαν πέντε διαφορετικοί

νόμοι (ν.2244/1994, 2643/1998, 2773/1999, 2941/2001 και 3175/2003), οι οποίοι δημιούργησαν ασάφεια και πολυπλοκότητα στο επενδυτικό περιβάλλον, διότι πολλές φορές οι νομοθετικές διατάξεις αλληλοεπικαλύπτονταν ή έρχονταν σε αντίφαση.

Ακόμη, οι διατάξεις των νόμων προέβλεπαν γραφειοκρατικές διαδικασίες για την ολοκλήρωση ενός επενδυτικού έργου, μιας και όπως είδαμε μέχρι την ΚΥΑ 1726/2003 οι δημόσιοι φορείς, οι οποίοι εμπλέκονταν στην αδειοδοτική διαδικασία ανέρχονταν στους 41 ενώ αργότερα περιορίστηκαν στους 27.

Μέχρι σήμερα έχουν θεσπιστεί άλλοι 3 νόμοι με τελευταίο τον 3851/2010.

Στον ν. 3734/2009 εισήχθη για πρώτη φορά στη χώρα μας το πρόγραμμα των ηλιακών στεγών.

Τέλος με τον τελευταίο νόμο, γίνεται προσπάθεια να βελτιωθούν και να επιταχυνθούν οι αδειοδοτικές διαδικασίες μέσα από τη σύμπτυξη σε μία της έκδοσης των ΠΠΕΑ και της ΕΠΟ. Επίσης, προβλέπεται σε κάποιες μορφές ΑΠΕ -σε σχέση με την προηγούμενη νομοθεσία- η αύξηση των ορίων της εγκατεστημένης ισχύος, ώστε να μην είναι απαραίτητη η έκδοση πολλών αδειών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ είναι τεχνολογικά αρκετά παλιά, καθώς η υδροδυναμική ενέργεια έχει μπει στη παγκόσμια ενεργειακή εικόνα περισσότερο από έναν αιώνα. Παρόλα αυτά, η συνεισφορά των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή έχει αποκτήσει βαρύνουσα σημασία, καθώς συμβάλει και στην αντιμετώπιση της παγκόσμιας κλιματικής μεταβολής.

Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ(σύμφωνα με τον Ν 2773/1999) είναι η Ηλεκτρική Ενέργεια η προερχόμενη από:

1. Την εκμετάλλευση Αιολικής ή Ηλιακής Ενέργειας ή βιομάζας ή Βιοαερίου.
2. Την εκμετάλλευση Γεωθερμικής Ενέργειας, εφόσον το δικαίωμα εκμετάλλευσης του σχετικού Γεωθερμικού Δυναμικού έχει παραχωρηθεί στον ενδιαφερόμενο, σύμφωνα με τις ισχύουσες κάθε φορά διατάξεις.
3. Την εκμετάλλευση της Ενέργειας από την Θάλασσα.

4. Την εκμετάλλευση Υδάτινου Δυναμικού με Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς μέχρι 10 MW.
5. Συνδυασμό των ανωτέρω.
6. Τη Συμπαραγωγή, με χρήση των Πηγών Ενέργειας, των (1) και (2) και συνδυασμό τους.

2.2 Ζήτηση Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Η ανθρωπότητα παρουσιάζει μια ακόρεστη δίψα για ενέργεια. Οι παγκόσμιες απαιτήσεις για ισχύ έχουν τριπλασιαστεί από το 1950 και μετά, σε σημείο να χρησιμοποιούμε σήμερα ενέργεια ίση με 10.000 εκατομ. τόνους πετρελαίου την ημέρα. Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Συμβούλιο Ενέργειας, η κατανάλωση ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί κατά 50% έως το έτος 2020. Η πλειονότητα της ισχύος που λαμβάνεται προέρχεται από ορυκτά καύσιμα - κάρβουνο, φυσικό αέριο και ειδικά πετρέλαιο, το οποίο έχει καθιερωθεί ως η βασικότερη πηγή ενέργειας του πλανήτη.

Πιο συγκεκριμένα και όσον αφορά την Ελλάδα, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι προβλέψεις για τη ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος και ενέργειας στο σύστημα που αποτυπώνονται στο Προκαταρκτικό Σχέδιο του Δεκαετούς Προγράμματος Ανάπτυξης (ΔΠΑ) του ΕΣΜΗΕ για την περίοδο 2019 – 2028, που έχει θέσει σε διαβούλευση ο ΑΔΜΗΕ.

Οι προβλέψεις του ΑΔΜΗΕ για την εξέλιξη της ζήτησης ενέργειας στο ΕΣΜΗΕ κατά την επόμενη δεκαετία βασίζονται στα διαθέσιμα ιστορικά στοιχεία της ζήτησης και σε δημοσιευμένες προβλέψεις που έχουν εκπονηθεί από άλλους αρμόδιους φορείς (μεσοπρόθεσμη εξέλιξη του ΑΕΠ, μακροπρόθεσμες προβλέψεις της ζήτησης κλπ), λαμβάνοντας υπόψη τυχόν διαθέσιμες προβλέψεις προμηθευτών.

Στη μελέτη του ΑΔΜΗΕ, αποτυπώνονται τρία σενάρια εξέλιξης της ζήτησης: “ΑΝΑΦΟΡΑΣ”, “ΥΨΗΛΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ” και “ΧΑΜΗΛΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ”.

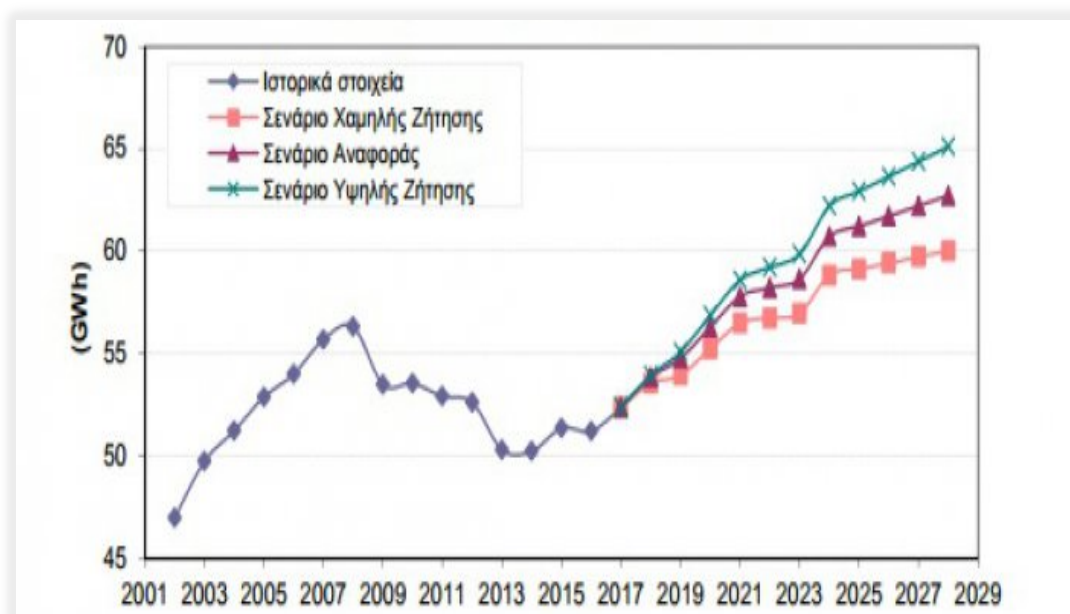
Ως σημείο αναφοράς και των τριών σεναρίων, λαμβάνεται η συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στο ΕΣΜΗΕ κατά το 2017, λαμβάνοντας υπόψη και τη διεσπαρμένη παραγωγή.

Οι προβλέψεις του ΑΔΜΗΕ σχετικά με την ετήσια συνολική καθαρή ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας (συμπεριλαμβανομένης και της ζήτησης που εξυπηρετείται τοπικά από διεσπαρμένη παραγωγή ΑΠΕ) στο ΕΣΜΗΕ για την περίοδο 2018 – 2028, συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα, ενώ απεικονίζονται γραφικά στο ακόλουθο σχήμα.

Πίνακας 1: Προβλέψεις ΑΔΜΗΕ για την ετήσια συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας

Σενάριο	ΧΑΜΗΛΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ	ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΥΨΗΛΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ
Έτος	(GWh)		
2018	53540	53850	53940
2019	53950	54770	55080
2020	55240	56300	56870
2021	56490	57790	58590
2022	56730	58220	59220
2023	56970	58650	59860
2024	58830	60720	62210
2025	59130	61220	62930
2026	59420	61720	63650
2027	59720	62220	64380
2028	60020	62720	65120

Γράφημα 1: Εξέλιξη Συνολικής Ζήτησης Ενέργειας



Πηγή: <http://www.admie.gr>

2.3 Συμβολή των ΑΠΕ στην οικονομική ανάπτυξη

Η χρήση της τεχνολογίας των ΑΠΕ δημιουργεί ένα νέο κλάδο της οικονομίας, την πράσινη οικονομία ή green economy. Η πράσινη οικονομία αφορά κάθε οικονομική δραστηριότητα, η οποία σχετίζεται με τη μείωση της χρήσεως των ορυκτών καυσίμων, τη μείωση της μόλυνσης και των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και της αύξησης της αποτελεσματικότητας της χρησιμοποιούμενης ενέργειας, την ανακύκλωση υλικών και την ανάπτυξη και υιοθέτηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η δημιουργία της πράσινης οικονομίας και τα τεχνολογικά επιτεύγματα στο χώρο των ΑΠΕ πηγάζουν από τέσσερις κινητήριους παράγοντες:

- την προστασία και τη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος,
- την οικονομική ανάπτυξη και τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας,
- την εθνική ασφάλεια και
- την ηθική υποχρέωση του ανθρώπου απέναντι στις επόμενες γενιές, οι οποίες θα κατοικήσουν τον πλανήτη.

Μέσα από την πράσινη οικονομία αναδύεται και αναπτύσσεται η πράσινη επιχειρηματικότητα. Πρόκειται για μια αναδυόμενη μορφή οικονομικής δραστηριότητας, που βασίζεται πρωταρχικά σε ζωτικές ανάγκες που έχουν σχέση με την ποιότητα της ζωής και του περιβάλλοντος και αποτελεί έναν επιχειρηματικό κλάδο με μεγάλη ευρύτητα πεδίου. Τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογής αφορούν στην εκμετάλλευση των προστατευόμενων περιοχών (π.χ. περιοχών Natura) ως πόλους πράσινης ανάπτυξης, στην παραγωγή και πώληση πιστοποιημένων προϊόντων των προστατευμένων αυτών περιοχών, στην παραγωγή και πώληση προϊόντων βιολογικής γεωργίας και κτηνοτροφίας, αλλά και στην ανάπτυξη της οικοξενάγησης και του οικότουρισμού (Ζήσης, 2003).

Στα εγχώρια πλαίσια, το συγκριτικό πλεονέκτημα της Ελλάδας στην πράσινη οικονομία και επιχειρηματικότητα έγκειται στο γεγονός ότι υπάρχει πλούσιο, γόνιμο φυσικό περιβάλλον και ευνοϊκή γεωγραφική θέση, καθώς επίσης και το πλεονέκτημά της όσον αφορά στις αειφορικές μορφές ενέργειας και ιδιαίτερα στην ηλιακή και την αιολική.

2.4 Συμβολή των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδος

Η συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο είναι περιορισμένη σχετικά με άλλες ανεπτυγμένες χώρες. Αν και η Ελλάδα διαθέτει πλούσιο αιολικό δυναμικό, υψηλή ηλιοφάνεια, πολλά διαθέσιμα γεωθερμικά πεδία και σημαντικούς

υδάτινους πόρους, κατέχει μια από τις τελευταίες θέσεις σε ευρωπαϊκό επίπεδο σε ότι αφορά την αξιοποίησή τους. Έτσι το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας απέχει πολύ από τον ευρωπαϊκό στόχο. Η συμβολή των ΑΠΕ στην ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας είναι σταθερή και κυμαίνεται σε ποσοστό της τάξης του 8-9 %. Ο λόγος είναι ότι η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από ΑΠΕ οφείλεται κατά 70% στη βιομάζα που καταναλώνεται στον οικιακό τομέα και στα μεγάλα υδροηλεκτρικά που παραμένουν σε σταθερά ποσοστά και δεν επηρεάζονται από τα χρηματοδοτικά εργαλεία πολιτικής.

Η συνεισφορά των ΑΠΕ, αν αφαιρέσει κανείς τη βιομάζα στον οικιακό τομέα και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά, παρουσιάζει μια σταθερά ανοδική πορεία λόγω των μέτρων οικονομικής υποστήριξης. Ωστόσο, η πορεία αυτή εξελίσσεται με αργούς ρυθμούς σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη. Η ανανεώσιμη ενέργεια, στην οποία οφείλεται αυτή η ανοδική τάση προέρχεται από τα αιολικά πάρκα, τα μικρά υδροηλεκτρικά, σε μικρό βαθμό από την βιομάζα, και ήδη γίνεται αισθητή η συνεισφορά των φωτοβολταϊκών.

Ειδικότερα από το 1990, όπου η εγκατεστημένη ισχύς στα αιολικά ήταν μόλις 1 MW, σημειώθηκε ικανοποιητική αύξηση, φθάνοντας στις αρχές του 2007 να λειτουργούν αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 745MW. Τα μικρά υδροηλεκτρικά την ίδια περίοδο έφταναν σε ισχύ τα 108MW από τα 43 MW της ΔΕΗ το 1997.

Παράλληλα, η παραγωγή θερμικής ενέργειας από ΑΠΕ προέρχεται κυρίως από ενεργητικά ηλιακά συστήματα, θερμικές χρήσεις της βιομάζας και γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Η μεγάλη ανάπτυξη της βιομηχανίας ηλιακών συλλεκτών κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει οδηγήσει την Ελλάδα στην δεύτερη θέση σε εγκατεστημένη επιφάνεια συλλεκτών σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Η κύρια παραγωγή θερμότητας από βιομάζα προέρχεται είτε από την καύση βιομάζας στον οικιακό τομέα είτε από υπολείμματα βιομάζας σε βιομηχανικές μονάδες κατεργασίας ξύλου τροφίμων, βάμβακος κ.λπ. όπου και χρησιμοποιείται για ίδιες ανάγκες.

Θα μπορούσε κανείς να πει ότι η ελληνική αγορά θερμότητας από ΑΠΕ είναι σε στάδιο εκκίνησης. Ένα προνομιακό πεδίο για τη θερμική διείσδυση των ΑΠΕ φαίνεται να είναι ο κτιριακός τομέας, σε συνδυασμό πάντοτε με την αναθεώρηση της εθνικής νομοθεσίας για τα κτίρια αυξημένης ενεργειακής αποδοτικότητας. Ωστόσο, η διείσδυση των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο παραμένει η πιο χαμηλή σε σχέση με πολλές ευρωπαϊκές χώρες. Το γεγονός αυτό αποτελεί κυρίως ευθύνη της ελληνικής πολιτείας, η οποία συχνά δεν αφουγκράζεται την αναπτυσσόμενη αγορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε

παγκόσμιο επίπεδο όταν σχεδιάζει τις πολιτικές για την ανάπτυξη των ΑΠΕ. Αντίθετα, πολλές φορές δημιουργεί η ίδια ανυπέρβλητα εμπόδια στην ανάπτυξη αυτής της αγοράς. Η ελληνική πολιτεία δεν στάθηκε όσο ευέλικτη θα έπρεπε προκειμένου να υιοθετήσει νέα εργαλεία για την προώθηση ενός βιώσιμου και φιλικού προς το περιβάλλον ενεργειακού μοντέλου.

Το θεσμικό πλαίσιο παραμένει ακόμη ανεπαρκές ή ασαφές, ενώ η χρηματοδότηση των ΑΠΕ σκοντάφτει στις αγκυλώσεις του παρελθόντος. Πολλές εμπλεκόμενες υπηρεσίες σκέφτονται ακόμη με όρους της τελευταίας τριακονταετίας, ενώ κάποιες καινοτόμες τεχνολογίες και εργαλεία αντιμετωπίζονται ως εξωτερικά. Τη στιγμή που το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας καταναλώνεται τελικά στον κτιριακό τομέα δεν υπάρχουν ακόμη επαρκή κίνητρα για εξοικονόμηση και χρήση ΑΠΕ στα κτίρια. Ταυτόχρονα οι διάφορες ενεργειακές τεχνολογίες αντιμετωπίζονται σχεδόν πάντα με τα ίδια κριτήρια, ξεχνώντας ότι κάποιες απ' αυτές αφορούν μεγάλες ενεργειακές επενδύσεις και κάποιες άλλες από τη φύση τους ευνοούν πιο αποκεντρωμένες και μικρές εφαρμογές.

2.5 Συμβολή των ΑΠΕ στη δημιουργία θέσεων εργασίας

Εδώ και αρκετά χρόνια, έχει γίνει σαφές και έχει τεκμηριωθεί στην πράξη ότι οι ΑΠΕ συνεισφέρουν σημαντικά και στην ενίσχυση της απασχόλησης, ενώ δημιουργούν συγκριτικά περισσότερες θέσεις εργασίας από αυτές των ορυκτών καυσίμων που εκτοπίζονται.

Η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας από την ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι διεθνώς μια πραγματικότητα, ωστόσο είναι γενικά δύσκολο να αποτιμηθεί με ακρίβεια η συμβολή των ΑΠΕ στην αύξηση της απασχόλησης, ειδικότερα δε, της κάθε τεχνολογίας ξεχωριστά. Επιπλέον τα δεδομένα δεν είναι στατικά αλλά αλλάζουν δυναμικά με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη της τεχνολογίας αξιοποίησης των ΑΠΕ. Τα επιμέρους κόστη (κυρίως στην παραγωγή και δευτερευόντως στην εγκατάσταση και λειτουργία των μονάδων ΑΠΕ) συνεχώς μειώνονται ενώ ταυτόχρονα η παραγωγικότητα των εργαζόμενων αυξάνεται.

Οι θέσεις εργασίας δημιουργούνται τόσο τοπικά (στον τόπο εγκατάστασης του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής) όσο και υπερτοπικά (ειδικά για την παραγωγή του εξοπλισμού). Για τον υπολογισμό συνεπώς των θέσεων εργασίας σε επίπεδο χώρας, θα πρέπει να συνυπολογίσει κανείς το ποσοστό του εξοπλισμού που παράγεται σε εθνικό επίπεδο και δεν εισάγεται από τρίτη χώρα. Για τις ελληνικές συνθήκες, το εγχώριο μερίδιο στην

παραγωγή εξοπλισμού (συνήθως επικουρικού, όπως βάσεις στήριξης, καλώδια, μετασχηματιστές, κ.λπ.) είναι της τάξης του 15%.

Τα νέα έργα των ΑΠΕ προσφέρουν πολλές θέσεις εργασίας, άμεσες και έμμεσες. Μια ενδεχόμενη αλλαγή κλίματος για νέες επενδύσεις άμεσα επηρεάζει και τις άμεσα προσφερόμενες θέσεις. Για παράδειγμα, το 2014 φαίνεται καθαρά η επίπτωση στην απασχόληση που είχε η αναστολή αδειοδότησης νέων έργων (η οποία ξεκίνησε τον Αυγ. 2012 και ίσχυσε έως τον Απρ. 2014). Η απασχόληση το 2013 βασίστηκε ουσιαστικά σε έργα που είχαν ωριμάσει αδειοδοτικά από παλιά και απλώς εκτελέστηκαν αυτή την περίοδο (Στέλιος Ψωμάς, 2015).

Ακόμα πολλά επαγγέλματα συσχετίζονται έμμεσα με τις ΑΠΕ οπότε δημιουργούνται θέσεις εργασίας για ηλεκτρολόγους, παραγωγούς και έμπορους καλωδίων, κατασκευαστές μεταλλικών βάσεων, εταιρίες αλουμινίου, μελετητές, τεχνίτες, εργολάβους κατασκευής δικτύων, εμπόρους συστημάτων ασφαλείας, μεσίτες, δικηγόρους, περιβαλλοντολόγους, λογιστές, γραμματείς, οικονομολόγους, εταιρίες marketing και αγρότες.

Πίνακας 2: Εκτιμώμενες θέσεις ανά ΑΠΕ τα τελευταία χρόνια

Είδος ΑΠΕ	Εκτιμώμενες θέσεις εργασίας
Αιολική Ενέργεια	4000 – 5000
Ηλιακή Ενέργεια	2000 – 3000
Υδροηλεκτρική Ενέργεια	700 – 1000
Βιομάζα	400 – 500

Πηγή: <http://portal.tee.gr>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Η πηγή του ανέμου

Η θερμική ενέργεια του Ήλιου που πέφτει στην επιφάνεια της Γης, παράγει κίνηση της ατμόσφαιρας σε μεγάλη κλίμακα, στην οποία προστίθενται τοπικές μεταβολές που προξενούνται από διάφορους παράγοντες. Όταν ο αέρας θερμαίνεται στις περιοχές του ισημερινού γίνεται ελαφρύτερος και αρχίζει να ανυψώνεται, στις δε περιοχές των πόλων ο κρύος αέρας αρχίζει να κατεβαίνει. Ο αέρας που ανυψώνεται στον ισημερινό κινείται προς

βορά και προς νότο. Η κίνηση αυτή σταματά στις 30ο Β (βόρεια) και 30ο Ν (νότια), όπου ο αέρας αρχίζει να κατεβαίνει (βυθίζεται), οπότε μια ροή ψυχρού αέρα λαμβάνει χώρα στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Η επιτάχυνση που προκαλεί η δύναμη Coriolis, που οφείλεται στην περιστροφή της Γης, προκαλεί μια απόκλιση της ροής του αέρα από τον ισημερινό προς τους πόλους, προς τα ανατολικά και της επιστρεφόμενης ροής από τους πόλους προς τον ισημερινό, προς τα δυτικά.

3.2 Μετατροπή της αιολικής ενέργειας

Η ισχύς που παρέχει ο άνεμος στην ανεμογεννήτρια είναι ανάλογος του κύβου της ταχύτητας του ανέμου. Είναι λοιπόν απαραίτητο να γνωρίζουμε με λεπτομέρεια τον άνεμο και τα χαρακτηριστικά του για να μπορούμε να υπολογίσουμε, πχ την απόδοση της ανεμογεννήτριας, με ακρίβεια. Είναι κοινώς γνωστό ότι μεγάλες ταχύτητες ανέμων απαντώνται στις κορυφές των λόφων, σε εκτιθέμενες από τον άνεμο ακτές και στα πελάγη. Χρειάζεται να γίνουν γνωστές διάφορες παράμετροι του ανέμου, όπως η μέση ταχύτητα, η κατεύθυνση, οι μεταβολές γύρω από τη μέση ταχύτητα σε μικρό χρονικό διάστημα (θύελλες), οι ημερήσιες, εποχιακές και ετήσιες μεταβολές και οι μεταβολές ανάλογα με το ύψος του εδάφους. Οι παράμετροι αυτές είναι διαφορετικές για κάθε τόπο και μπορούν να προσδιοριστούν με ικανό αριθμό επακριβών μετρήσεων, για μεγάλη χρονική περίοδο, σε έναν ορισμένο τόπο. Οι παράμετροι αυτές χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της απόδοσης και των οικονομικών ενός αιολικού σταθμού παραγωγής ενέργειας. Τα γενικευμένα μετεωρολογικά στατιστικά δεδομένα οδηγούν πολλές φορές σε υπερεκτίμηση των ταχυτήτων των ανέμων σε έναν ορισμένο τόπο. Είναι γνωστό από τη φυσική ότι όταν μία αέρια μάζα θερμανθεί, εκτονώνεται, γίνεται ελαφρύτερη και κινείται προς τα πάνω. Ο αέρας της ατμόσφαιρας θερμαίνεται κυρίως από την επαφή του με τη θερμή επιφάνεια της γης. Ο θερμός αέρας είναι ελαφρύτερος και έχει μικρότερη πυκνότητα από τον ψυχρό. Ένα στρώμα αέρα, που θα έρθει σε επαφή με την γήινη επιφάνεια θα θερμανθεί και θα ανέλθει. Τη θέση του θα καλύψει ένα στρώμα ψυχρότερου αέρα, που με τη σειρά του θα θερμανθεί και θα ανέλθει. Αυτή η κυκλική ανοδική η καθοδική κίνηση των θερμών και ψυχρών ρευστών μαζών, ονομάζεται κατακόρυφη μεταφορά. Αυτή η διαδικασία συν την περιστροφή της γης δημιουργεί τον άνεμο. Είναι κατανοητό, ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας ο οποίος περιβάλλει τη γη βρίσκεται σε διαρκή κίνηση, εξ αιτίας μιας σειράς παραμέτρων, των οποίων οι πιο σημαντικές είναι :

Η ηλιακή ακτινοβολία και ο τρόπος που επιδρά στη γη.

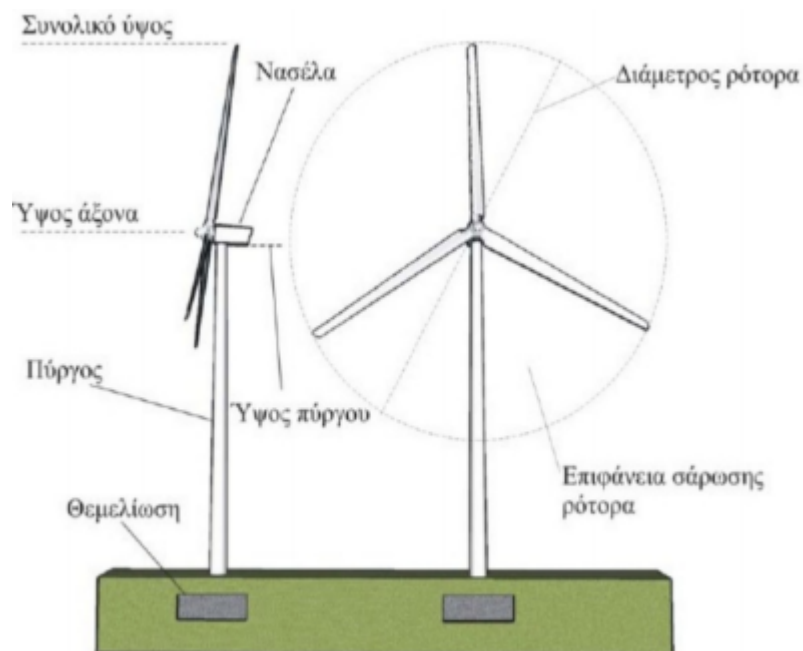
Η ανομοιογένεια του ανάγλυφου της γης (στεριά, θάλασσα, υψομετρικές διαφορές).

Η περιστροφική κίνηση της γης. Στην Ευρώπη οι άνεμοι επηρεάζονται από τα ανατολικά ρεύματα του Ατλαντικού, τα ψυχρά βόρεια και τα θερμά τοπικά της Σαχάρας. Έτσι οι άνεμοι που πνέουν είναι μεν για το χειμώνα νοτιοδυτικοί, ενώ για το καλοκαίρι οι δυτικοί και βορειοδυτικοί άνεμοι.

3.4 Ανεμογεννήτριες

Γενική διάταξη

Η γενική διάταξη μιας τυπικής ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα περιστροφής φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 3.4: Διάταξη ανεμογεννήτριας

Πηγή: ntua

Η ενέργεια που παίρνουμε από τον άνεμο μέσω μιας έλικας χρησιμοποιείται είτε απ' ευθείας σαν μηχανική ενέργεια, όπως πχ για την κίνηση μιας υδραντλίας, είτε μετατρέπεται σε ηλεκτρική μέσω ηλεκτρογεννήτριας. Οι ακόλουθοι παράμετροι χρησιμοποιούνται συνήθως για τον προσδιορισμό της ανεμογεννήτριας: Ύψος ατράκτου: βασικά το ύψος του άξονα περιστροφής της έλικας πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.

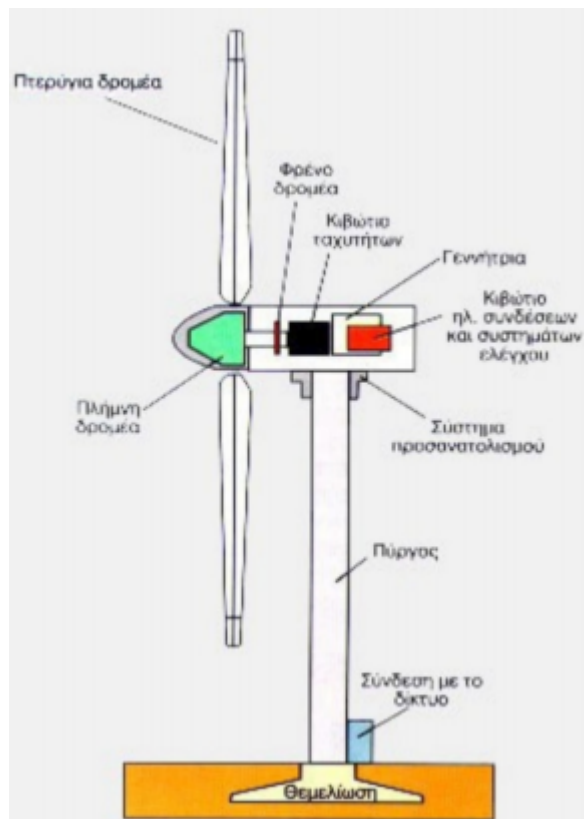
Επιφάνεια σαρώσεως: η επιφάνεια που καλύπτει η περιστρεφόμενη έλικα και που σαρώνεται από τον άνεμο (επιφάνεια κύκλου).

Στερεότητα: ο λόγος του αθροίσματος της επιφάνειας κάθε πτερυγίου της έλικας προς την επιφάνεια σαρώσεως.

Λόγος ταχύτητας ακραίου σημείου: ο λόγος της ταχύτητας του άκρου του πτερυγίου προς την ταχύτητα του ανέμου.

Εκτιμητέα ισχύς: η μέγιστη συνεχής ισχύς εξόδου στο σημείο ηλεκτρικής σύνδεσης.

Ακολούθως περιγράφονται τα κύρια εξαρτήματα μιας ανεμογεννήτριας που συνδέεται στο δίκτυο. Όταν περισσότερες από μια ανεμογεννήτριες συνιστούν σταθμό ή πάρκο, η εκτιμητέα ισχύς τους μπορεί να ανέρχεται σε 200 – 750 ή περισσότερα kW και η διάμετρος των ελίκων τους μπορεί να φτάνει τα 25 – 50m. Μεγαλύτερες ανεμογεννήτριες έως 4 MW και διάμετρο έλικας 100m έχουν κατασκευαστεί πειραματικά αλλά η απόδοσή τους ήταν απογοητευτική. Φαίνεται λοιπόν ότι τόσο η εκτιμητέα ισχύς όσο και η διάμετρος των ανεμογεννητριών του εμπορίου θα αυξάνεται αργά με το πέρασμα του χρόνου μέχρις ότου επιτευχθεί το οικονομικώς βέλτιστο αποτέλεσμα. Προς το παρόν η διάμετρος της έλικας που δίνει τη βέλτιστη απόδοση παραμένει θέμα υπό συζήτηση. Τα βασικά εξαρτήματα μιας ανεμογεννήτριας ηλεκτροπαραγωγής είναι η έλικα, το σύστημα μετάδοσης κίνησης ή κιβώτιο ταχυτήτων, η γεννήτρια και το σύστημα απόκλισης ή προσανεμισμού, καθώς και το σύστημα ελέγχου της μηχανής.



Εικόνα 3.4.2: Σύνδεση των εξαρτημάτων ανεμογεννήτριας

Πηγή: ntuα

Παρόλο που δεν υφίσταται κανένας καθοριστικός λόγος, εκτός ίσως από, στην αγορά έχουν επικρατήσει αποκλειστικά οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα, με δύο ή τρία πτερύγια, οι οποίες καταλαμβάνουν ποσοστό 95% των διαθέσιμων συστημάτων αιολικής ενέργειας. Μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα φαίνεται στην εικόνα 3.2 και αποτελείται από τα εξής μέρη:

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

Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, αποτελούμενο από τον κύριο άξονα, τα έδρανα του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών, το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας.

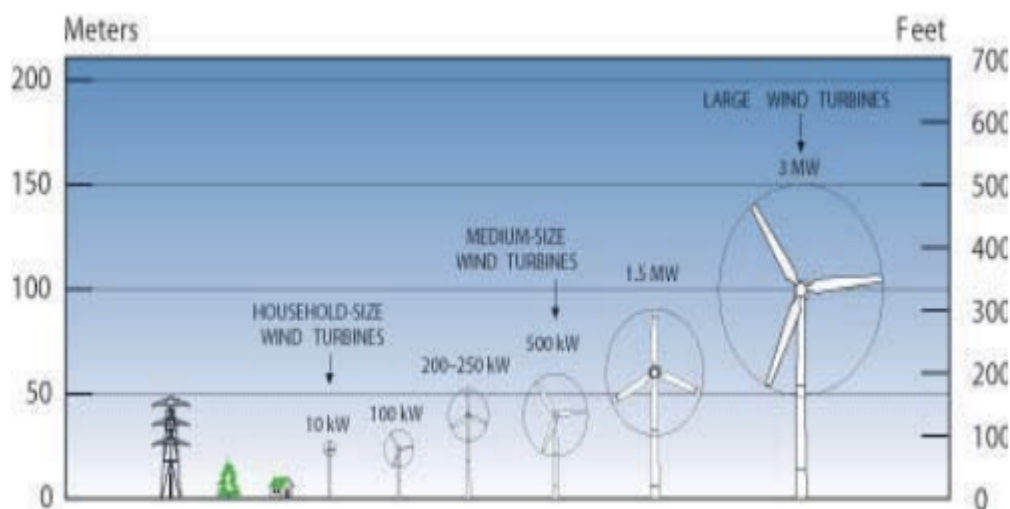
Την ηλεκτρική γεννήτρια, σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους η οποία συνδέεται με την έξοδο του πολλαπλασιαστή μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου και

μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική και βρίσκεται συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας. Υπάρχει και το σύστημα πέδης το οποίο είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της γεννήτριας.

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

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

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



Εικόνα 3.4.3: Μεγέθη ανεμογεννητριών

Πηγή: ΠΑΕ

3.5 Αιολικά πάρκα

Ένα αιολικό πάρκο είναι μία συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, οι οποίες εγκαθίστανται και λειτουργούν σε μία περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοχετεύουν το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό σύστημα. Ανάλογα με τον τόπο, όπου εγκαθίστανται οι συστοιχίες των ανεμογεννητριών, τα αιολικά πάρκα διακρίνονται σε χερσαία και υπεράκτια. Χερσαία είναι αυτά, τα οποία εγκαθίστανται στη στεριά ενώ υπεράκτια αυτά τα οποία εγκαθίστανται στις θάλασσες. Σε σχέση με τα χερσαία έργα αιολικής ενέργειας, η κατασκευή υπεράκτιων ανεμογεννητριών απαιτεί σημαντική εφαρμοσμένη μηχανική όσον

αφορά την υποδομή, τοποθέτηση, ηλεκτρική σύνδεση και την χρήση υλικών, τα οποία αντέχουν στο διαβρωτικό θαλάσσιο περιβάλλον. Μολονότι η ταχύτητα των υπεράκτιων ανέμων είναι γενικά μεγαλύτερη αυτής των ανέμων της στεριάς, οι προαναφερθέντες παράγοντες δεν επέτρεψαν την υπεράκτια χρήση των ανεμογεννητριών κατά το παρελθόν. Πάντως, στις μέρες μας είναι πιο εφικτή η χρήση ανεμογεννητριών μεγάλης κλίμακας υπεράκτια και, με την αύξηση του μεγέθους και της αποδοτικότητας των ανεμογεννητριών καθώς και της πείρας στον τομέα αυτό, η υπεράκτια αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας αποκτά μεγάλο δυναμικό. Γενικά, τόσο το δυναμικό όσο και η εφικτότητα από την άποψη του κόστους της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας καθίστανται πιο ελκυστικά σήμερα λόγω της προόδου της τεχνολογίας και όσο περισσότεροι κατασκευαστές ανεμογεννητριών αρχίζουν να παράγουν ανεμογεννήτριες για υπεράκτια χρήση. Η αύξηση του μεγέθους των ανεμογεννητριών και της απόστασης από την ακτή (για τη μείωση του θορύβου) συνεπάγονται την εγκατάσταση ολοένα και αποδοτικότερων ανεμογεννητριών, πράγμα που σημαίνει και τη μείωση του κόστους παραγωγής της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας. Η καθημερινή λειτουργία ενός αιολικού πάρκου παρακολουθείται και ελέγχεται με τη χρήση ενός συστήματος εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων. Το σύστημα αυτό διασυνδέει όλα τα συστατικά μέρη του αιολικού πάρκου σε έναν κεντρικό Η/Υ, που παρέχει τη δυνατότητα στο χειριστή να παρακολουθεί και να ελέγχει τη λειτουργία του αιολικού πάρκου. Το σύστημα παρέχει και αποθηκεύει πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία του αιολικού πάρκου και έτσι μπορούν να εντοπιστούν αστοχίες ή προβλήματα λειτουργίας συγκεκριμένων ανεμογεννητριών. Η διαδικασία συντήρησης τόσο των υπεράκτιων ανεμογεννητριών όσο και των χερσαίων ανεμογεννητριών απαιτεί τεχνογνωσία παρόμοια λόγω του ότι χρησιμοποιούν παρόμοιες συνιστώσες. Ωστόσο, οι συνιστώσες είναι συνήθως μεγαλύτερου μεγέθους στην περίπτωση των υπεράκτιων ανεμογεννητριών.

3.6 Τεχνολογία των ανεμογεννητριών

Τα σύγχρονα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας αφορούν σχεδόν αποκλειστικά μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Υπάρχουν πολλών ειδών ανεμογεννήτριες οι οποίες κατατάσσονται σε δυο βασικές κατηγορίες:

- **Τις Ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα**, των οποίων ο δρομέας (ρότορας του μοτέρ) είναι τύπου έλικα και βρίσκεται σε θέση παράλληλη με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους (Εικόνα 1).

Εικόνα 3.6.1: Ανεμογεννήτρια με οριζόντιο άξονα

- **Τις Ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα**, των οποίων ο δρομέας (ρότορας του μοτέρ) παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους. Οι ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα, από τον τρόπο της κατασκευής τους, "πιάνουν" τον αέρα από κάθε κατεύθυνση. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ανεμογεννήτριας κάθετου άξονα ποτέ όμως δεν φτάνουν την απόδοση μιας σωστά σχεδιασμένης ανεμογεννήτριας οριζώντιου άξονα, για αυτό και έχουν επικρατήσει οι τελευταίες. (Εικόνα 2).

Εικόνα 3.6.2: Ανεμογεννήτρια Κάθετου Άξονα



Οι συνιστώσες μιας τυπικής ανεμογεννήτριας οριζώντιου άξονα παρουσιάζονται στην Εικόνα 3. Γενικά, αυτή αποτελείται από:

- Το δρομέα, με δυο ή τρία πτερύγια συνήθως, πολύ σπάνια και με ένα, τα οποία κατασκευάζονται από ενισχυμένο πολυεστέρα. Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη, είτε σταθερά είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από τον διαμήκη άξονα τους, μεταβάλλοντας το βήμα της πτερύγωσης.

Τα σύστημα μετάδοσης της κίνησης, αποτελούμενο από τον κύριο άξονα, τα έδρανα του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών, το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της.

- ηλεκτρογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής.

- Την ηλεκτρογεννήτρια, σύγχρονη ή επαγωγική, με 4 ή 6 πόλους, η οποία συνδέεται με την έξοδο του κιβωτίου πολλαπλασιασμού στροφών μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου.
- Τον πύργο, επάνω στον οποίο εδράζεται όλη η ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Ο πύργος είναι συνήθως μεταλλικός, σωληνωτός ή δικτυωτός και, σπανίως, από οπλισμένο σκυρόδεμα, ενώ το ύψος του είναι τέτοιο, ώστε ο δρομέας να δέχεται την αδιατάρακτη από το έδαφος ροή του ανέμου.
- Τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου. Το σύστημα ελέγχου ρυθμίζει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας.

Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το αιολικό δυναμικό της περιοχής όπου αυτή εγκαθίσταται. Το δε μέγεθος της είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει.

3.7 Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των ανεμογεννητριών

Σήμερα, η μεγαλύτερη ανεμογεννήτρια στον κόσμο βρίσκεται πλέον στη γερμανική πόλη Γκάντολφ. Ο κεντρικός στύλος της έχει ύψος περίπου 178 μέτρα. Όταν προστεθεί σε αυτό το μήκος της λεπίδας, το συνολικό ύψος φτάνει τα 246,5 μέτρα. Η ανεμογεννήτρια αποτελεί μέρος ενός έργου τεσσάρων πύργων ύψους μεταξύ 155 και 178 μέτρων. Οι τέσσερις ανεμογεννήτριες θα παράγουν κατά μέσον όρο 10.500 μεγαβατώρες κάθε χρόνο. Ενδεικτικά, το μέσο νοικοκυριό του δυτικού κόσμου καταναλώνει λιγότερες από δέκα μεγαβατώρες ετησίως. Το έργο κόστισε περίπου 70 εκατομμύρια ευρώ και αναμένεται να προσφέρει απόδοση 6,5 εκατομμυρίων ευρώ ετησίως.

Η κατοχή της μεγαλύτερης ανεμογεννήτριας στον κόσμο δεν είναι απλώς ζήτημα εντυπώσεων, αλλά καλύτερων επιδόσεων. Όσο αυξάνεται το ύψος, τόσο αυξάνεται η παραγωγή καθαρής ενέργειας. Για κάθε επιπλέον μέτρο που προστίθεται στο ύψος της ανεμογεννήτριας, η ετήσια παραγωγή ενέργειας αυξάνεται κατά 0,5% έως 1%, ως αποτέλεσμα των μειωμένων αναταράξεων και των υψηλότερων ταχυτήτων των ανέμων.

Η τεχνολογία των ανεμογεννητριών στο διάστημα της τελευταίας τριακονταετίας σημείωσε πραγματικό άλμα, αφού η απόδοση των μηχανών από τις αρχές του 1980 μέχρι σήμερα έχει σχεδόν διπλασιαστεί ενώ η ισχύς τους έχει εκατονταπλασιαστεί.

Ένας άλλος δείκτης που πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν είναι η διαθεσιμότητα των ανεμογεννητριών, δηλαδή το ποσοστό του χρόνου που αυτές είναι διαθέσιμες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, για παράδειγμα, η διαθεσιμότητα των αιολικών πάρκων αυξήθηκε από 60% το 1981 σε 95% το 1986. Σήμερα, οι περισσότερες εγκαταστάσεις λειτουργούν με διαθεσιμότητες πάνω από 98%, ενώ οι συντελεστές απόδοσης τους φθάνουν και ξεπερνούν σε μερικές περιπτώσεις το 40%, εξαρτώμενοι κυρίως από τη θέση εγκατάστασης τους.

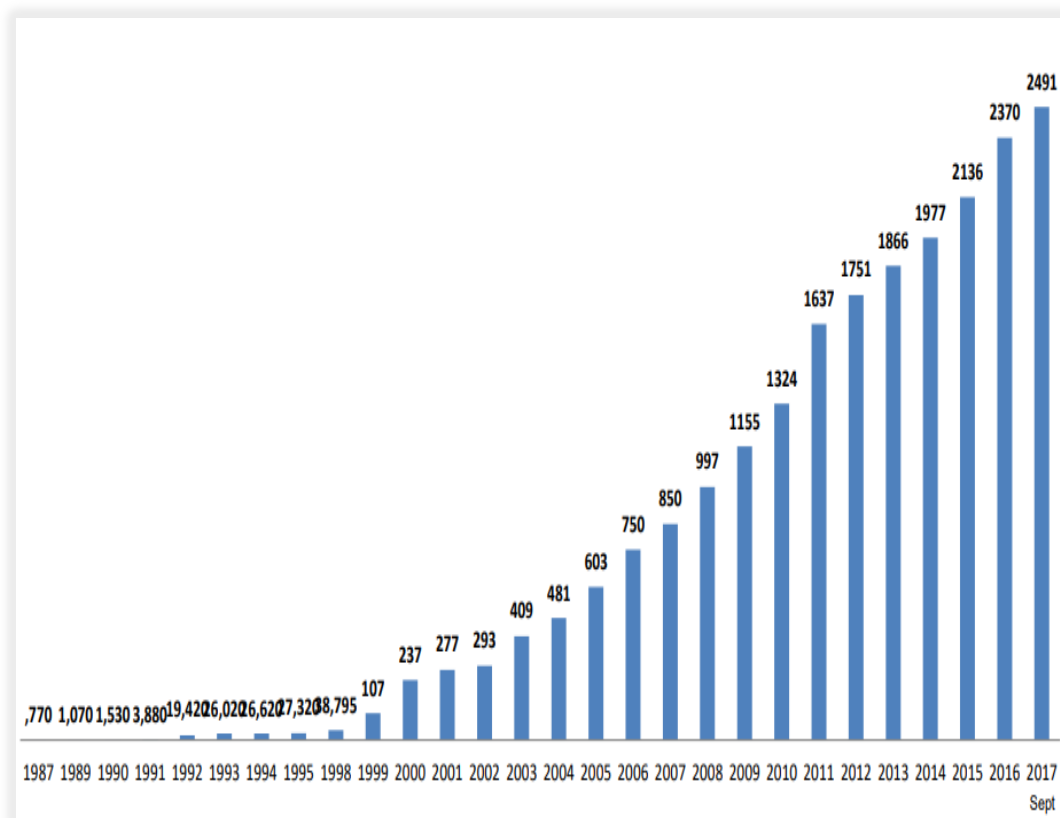
Οι τυπικές διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 500 KWh είναι 40 μέτρα για τη διάμετρο του δρομέα και 40-50 μέτρα για το ύψος του πύργου, ενώ οι διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας τριών MW είναι 80 και 80-100 μέτρα, αντίστοιχα.

3.8. Εξέλιξη και προοπτικές της Αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Εντυπωσιακή είναι η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στο πέρασμα των χρόνων. Αν και η Ελλάδα ήταν μια από τις πρώτες χώρες του κόσμου στις οποίες τοποθετήθηκαν ανεμογεννήτριες, το 1986-87 (με ισχύ 0,8 MW), η συνέχεια δεν ήταν ανάλογη. Το 1990 η εγκατεστημένη αιολική ισχύς ήταν μόλις 1,5 MW, το 1991 3,9 MW, για να κλείσει η τελευταία δεκαετία του 20ού αιώνα με μόλις 106,8 MW το 1999. Μετά το 2000 άρχισε η πιο δυναμική περίοδος, με τοποθέτηση από 50 έως 100 MW το έτος, ενώ την τριετία 2005, 2006, 2007 τοποθετούνταν πάνω από 120-150 MW το έτος. Επενδυτικό μπουμ εν μέσω της κρίσης έγινε τη διετία 2010 (180 MW εγκαταστάθηκαν εκείνη τη χρονιά) και 2011, όπου τέθηκαν σε λειτουργία 310 MW αιολικής ενέργειας.

Στο γράφημα που ακολουθεί, αποτυπώνεται η εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος ανά έτος για τη χρονική περίοδο από το 1987 μέχρι το 2017.

Γράφημα 2: Εξέλιξη συνολικής εγκατεστημένης ισχύς αιολικής ενέργειας (1987-2017)

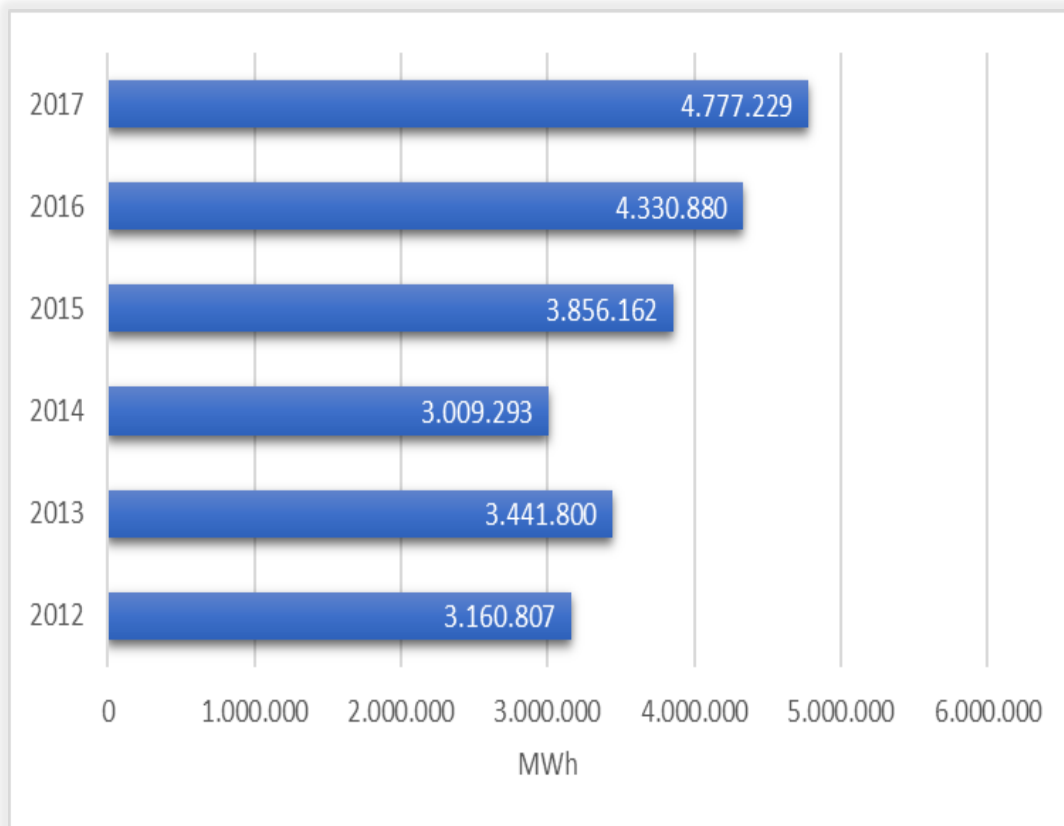


Πηγή: HWEA Wind Energy Statistics 2017

Δεδομένου ότι τα αιολικά αποτελούν ιδιαίτερα ανταγωνιστική τεχνολογία, η διείσδυση τους αναμένεται να είναι υψηλή, αυξάνοντας το ρυθμό διείσδυσης τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με την ετήσια έκθεση της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας (ΕΛΕΤΑΕΝ) για το έτος 2016, η συνολική καθαρή αιολική ισχύς που εγκαταστάθηκε κατά το έτος 2016 ήταν 238,6 MW, το οποίο αποτελεί την δεύτερη καλύτερη ετήσια επίδοση μετά το έτος 2011. Η συνολική εγκατεστημένη αιολική ισχύς έργων που βρισκόταν σε εμπορική ή δοκιμαστική λειτουργία είναι 2374,3 MW, εκ των οποίων τα 2053,1 MW αφορούν το διασυνδεδεμένο ηλεκτρικό σύστημα.

Επιπρόσθετα, στο παρακάτω γράφημα αποτυπώνεται η συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από αιολική ενέργεια για τη χρονική περίοδο 2012 έως 2017. Από το γράφημα παρατηρείται ότι υπάρχει αυξητική τάση, αν εξαιρεθεί η χρονιά του 2014 όπου υπάρχει μείωση.

Γράφημα 32: Συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από αιολική ενέργεια (2012-2017)



Η προοπτική διεύθυνση των αιολικών συνεπώς αναμένεται υψηλή, και αναμένεται να υπερβεί τα 1 GW την περίοδο 2017-2020.

3.9 Αδειοδοτική διαδικασία αιολικού έργου

Η διαδικασία αδειοδότησης για αιολικά έργα διέπεται κατά κύριο λόγο από το Ν. 3851/2010 για την «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής», ο οποίος τροποποίησε τον προηγούμενο Ν. 3468/2006. Τέλος, ο Ν. 4001/2011 «Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου, για Έρευνα, Παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις» εισήγαγε και κάποιες επιπρόσθετες κρίσιμες ρυθμίσεις. Τα κύρια αδειοδοτικά στάδια στις περιπτώσεις των αιολικών έργων είναι: Άδεια Παραγωγής - Η άδεια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας απαιτείται για αιολικά πάρκα με εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη των 100 kW, ενώ για τα πάρκα με μικρότερη εγκατεστημένη ισχύ δεν απαιτείται άδεια παραγωγής ή άλλη σχετική διαπιστωτική πράξη.

Η άδεια παραγωγής χορηγείται με απόφαση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.), κατόπιν σχετικής αίτησης, ενώ για τη χορήγησή της αξιολογούνται κριτήρια που αναφέρονται στο άρθρο 2 παρ. 1 του Ν. 3851/2010. Η Ρ.Α.Ε., αφού εξετάσει αν πληρούνται τα κριτήρια αυτά, αποφασίζει για τη χορήγηση ή μη άδειας παραγωγής μέσα σε δύο (2) μήνες από την υποβολή της αίτησης, εφόσον ο φάκελος είναι πλήρης, άλλως από τη συμπλήρωση του. Ο φάκελος θεωρείται πλήρης, αν μέσα σε τριάντα (30) ημέρες από την υποβολή του δεν ζητηθούν εγγράφως από τον αιτούντα συμπληρωματικά στοιχεία. Η άδεια παραγωγής χορηγείται για χρονικό διάστημα είκοσι πέντε (25) ετών και μπορεί να ανανεώνεται μέχρι ίσο χρόνο. Στην περίπτωση, όμως, που εντός τριάντα (30) μηνών από τη χορήγηση της δεν εκδοθεί άδεια εγκατάστασης, η άδεια παραγωγής παύει αυτοδικαίως να ισχύει εκδιδομένης σχετικής διαπιστωτικής πράξης από τη Ρ.Α.Ε.

Προσφορά Σύνδεσης - Μετά την έκδοση της άδειας παραγωγής από τη Ρ.Α.Ε., ο ενδιαφερόμενος προκειμένου να του χορηγηθεί άδεια εγκατάστασης, ζητά ταυτόχρονα την έκδοση:

- Προσφοράς Σύνδεσης από τον αρμόδιο Διαχειριστή, ο οποίος θεωρεί τα τοπογραφικά διαγράμματα αποτύπωσης του τρόπου σύνδεσης.
- Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.), κατά το άρθρο 4 του ν. 1650/1986.
- Άδειας Επέμβασης σε δάσος ή δασική έκταση, κατά την παρ. 2 του άρθρου 58 του ν. 998/1979 (ΦΕΚ 289 Α'), εφόσον απαιτείται, ή γενικά των αναγκαίων αδειών για την απόκτηση του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου.

Ο αρμόδιος Διαχειριστής χορηγεί μέσα σε τέσσερις (4) μήνες την Προσφορά Σύνδεσης που του ζητήθηκε, η οποία αρχικώς είναι μη δεσμευτική και οριστικοποιείται και καθίσταται δεσμευτική:

- με την έκδοση της απόφασης Ε.Π.Ο. για το σταθμό Α.Π.Ε.
- αν δεν απαιτείται απόφαση Ε.Π.Ο., με τη βεβαίωση από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή της οικείας Περιφέρειας ότι ο σταθμός Α.Π.Ε. απαλλάσσεται από την υποχρέωση αυτή. Η Προσφορά Σύνδεσης ισχύει για τέσσερα (4) έτη από την οριστικοποίηση της και δεσμεύει τον Διαχειριστή και τον δικαιούχο.

Άδεια Εγκατάστασης - Αφού καταστεί δεσμευτική η Προσφορά Σύνδεσης, ο δικαιούχος ενεργεί:

- για τη χορήγηση άδειας εγκατάστασης.

- για τη σύναψη της Σύμβασης Σύνδεσης και της Σύμβασης Πώλησης. Οι Συμβάσεις αυτές υπογράφονται και ισχύουν από τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης, εφόσον απαιτείται.
- για τη χορήγηση αδειών, πρωτοκόλλων ή άλλων εγκρίσεων που τυχόν απαιτούνται σύμφωνα με τις διατάξεις της ισχύουσας νομοθεσίας για την εγκατάσταση του σταθμού, οι οποίες εκδίδονται χωρίς να απαιτείται η προηγούμενη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης.
- για την τροποποίηση της απόφασης Ε.Π.Ο. ως προς τα έργα σύνδεσης, εφόσον απαιτείται. Η άδεια εγκατάστασης χορηγείται μέσα σε προθεσμία δεκαπέντε (15) εργάσιμων ημερών από την ολοκλήρωση της διαδικασίας ελέγχου των δικαιολογητικών. Κατά τη διαδικασία έκδοσης της άδειας εγκατάστασης, ελέγχεται η απόσταση κάθε ανεμογεννήτριας του σταθμού από την πλησιέστερη ανεμογεννήτρια σταθμού του ίδιου ή άλλου παραγωγού, η οποία καθορίζεται με ανέκκλητη συμφωνία των παραγωγών, για την οποία ενημερώνεται η Ρ.Α.Ε. και οι αδειοδοτούσες αρχές.

Η άδεια εγκατάστασης ισχύει για δύο (2) έτη και μπορεί να παρατείνεται, κατ' ανώτατο όριο, για ίσο χρόνο, μετά από αίτηση του κατόχου της, εφόσον:

- κατά τη λήξη της διετίας έχει εκτελεσθεί έργο, οι δαπάνες του οποίου καλύπτουν το 50% της επένδυσης.
- δεν συντρέχει η προϋπόθεση της ανωτέρω περίπτωσης αλλά έχουν συναφθεί οι αναγκαίες συμβάσεις για την προμήθεια του εξοπλισμού ο οποίος απαιτείται για την υλοποίηση του έργου.
- υφίσταται αναστολή με δικαστική απόφαση οποιασδήποτε άδειας απαραίτητης για τη νόμιμη εκτέλεση του έργου.

Άδεια λειτουργίας - Πριν τη χορήγηση άδειας λειτουργίας, απαιτείται να προηγηθεί προσωρινή σύνδεση του πάρκου για δοκιμαστική λειτουργία, κατόπιν αιτήσεως στον αρμόδιο Διαχειριστή. Εφόσον επιτευχθεί απροβλημάτιστη λειτουργία 15 ημερών, ο Διαχειριστής εκδίδει βεβαίωση επιτυχούς περάτωσης των δοκιμών. Εν συνεχεία, ο παραγωγός ενεργεί για τη χορήγηση άδειας λειτουργίας. Η άδεια αυτή χορηγείται με απόφαση του οργάνου που είναι αρμόδιο για τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης, μετά από αίτηση του ενδιαφερομένου και έλεγχο από κλιμάκιο των αρμόδιων Υπηρεσιών της τήρησης των τεχνικών όρων εγκατάστασης στη δοκιμαστική λειτουργία του σταθμού, καθώς και έλεγχο της διασφάλισης των αναγκαίων λειτουργικών και τεχνικών χαρακτηριστικών του εξοπλισμού του, που μπορεί να διενεργείται και από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.). Η άδεια λειτουργίας χορηγείται μέσα σε

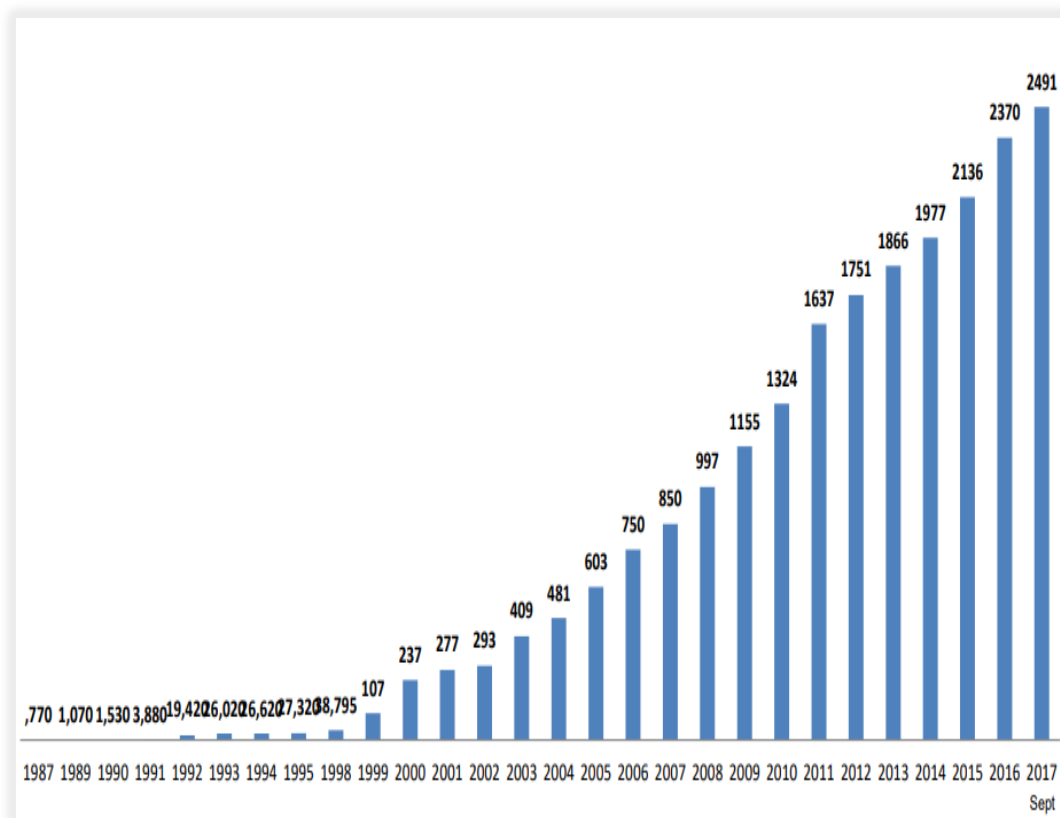
αποκλειστική προθεσμία είκοσι (20) ημερών από την ολοκλήρωση των ανωτέρω ελέγχων. Η άδεια λειτουργίας ισχύει για είκοσι (20) τουλάχιστον έτη και μπορεί να ανανεώνεται μέχρι ίσο χρονικό διάστημα. Σημειώνεται πως σε περιπτώσεις αιολικών πάρκων με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση με 100 kW δεν απαιτείται η έκδοση άδεια παραγωγής, άδειας εγκατάστασης ή άδειας λειτουργίας, ενώ δεν απαιτείται επίσης και περίοδος δοκιμαστικής λειτουργίας.

3.10 Εξέλιξη και προοπτικές της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Εντυπωσιακή είναι η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στο πέρασμα των χρόνων. Αν και η Ελλάδα ήταν μια από τις πρώτες χώρες του κόσμου στις οποίες τοποθετήθηκαν ανεμογεννήτριες, το 1986-87 (με ισχύ 0,8 MW), η συνέχεια δεν ήταν ανάλογη. Το 1990 η εγκατεστημένη αιολική ισχύς ήταν μόλις 1,5 MW, το 1991 3,9 MW, για να κλείσει η τελευταία δεκαετία του 20ού αιώνα με μόλις 106,8 MW το 1999. Μετά το 2000 άρχισε η πιο δυναμική περίοδος, με τοποθέτηση από 50 έως 100 MW το έτος, ενώ την τριετία 2005, 2006, 2007 τοποθετούνταν πάνω από 120-150 MW το έτος. Επενδυτικό μπουμ εν μέσω της κρίσης έγινε τη διετία 2010 (180 MW εγκαταστάθηκαν εκείνη τη χρονιά) και 2011, όπου τέθηκαν σε λειτουργία 310 MW αιολικής ενέργειας.

Στο γράφημα που ακολουθεί, αποτυπώνεται η εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος ανά έτος για τη χρονική περίοδο από το 1987 μέχρι το 2017.

Γράφημα 43: Εξέλιξη συνολικής εγκατεστημένης ισχύς αιολικής ενέργειας (1987-2017)

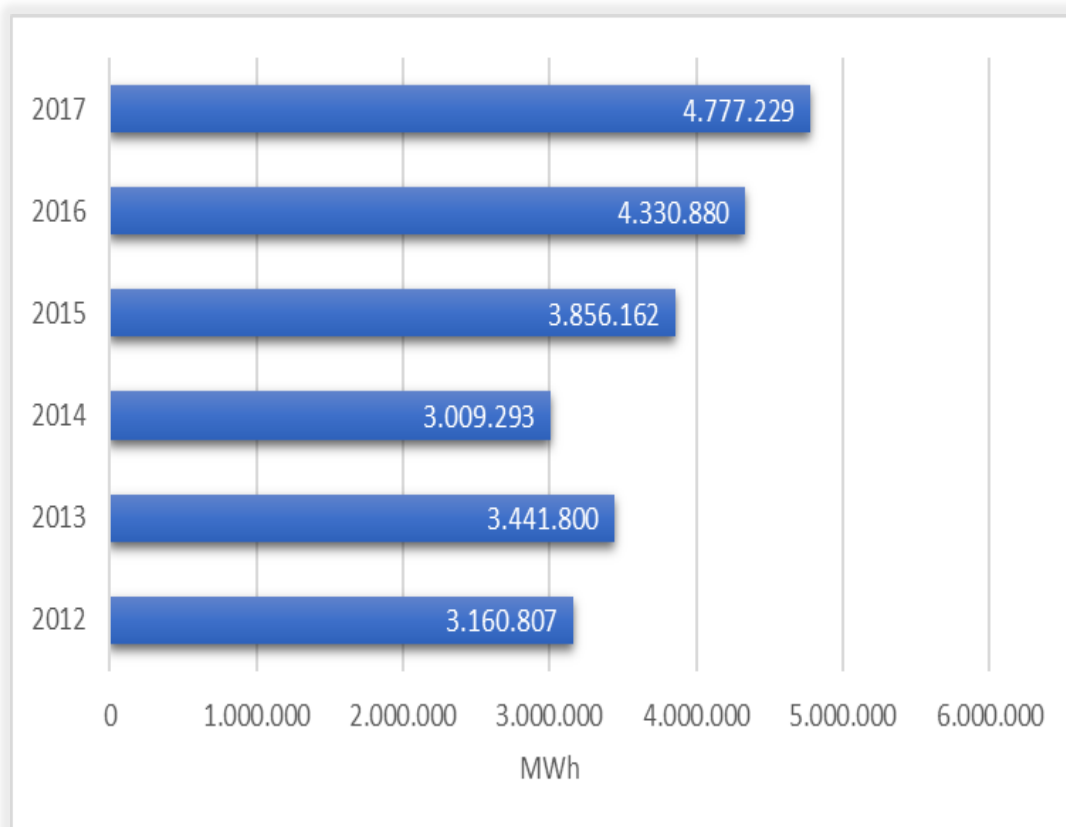


Πηγή: HWEA Wind Energy Statistics 2017

Δεδομένου ότι τα αιολικά αποτελούν ιδιαίτερα ανταγωνιστική τεχνολογία, η διεύρυνση τους αναμένεται να είναι υψηλή, αυξάνοντας το ρυθμό διεύρυνσης τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με την ετήσια έκθεση της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας (ΕΛΕΤΑΕΝ) για το έτος 2016, η συνολική καθαρή αιολική ισχύς που εγκαταστάθηκε κατά το έτος 2016 ήταν 238,6 MW, το οποίο αποτελεί την δεύτερη καλύτερη ετήσια επίδοση μετά το έτος 2011. Η συνολική εγκατεστημένη αιολική ισχύς έργων που βρισκόταν σε εμπορική ή δοκιμαστική λειτουργία είναι 2374,3 MW, εκ των οποίων τα 2053,1 MW αφορούν το διασυνδεδεμένο ηλεκτρικό σύστημα.

Επιπρόσθετα, στο παρακάτω γράφημα αποτυπώνεται η συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από αιολική ενέργεια για τη χρονική περίοδο 2012 έως 2017. Από το γράφημα παρατηρείται ότι υπάρχει αυξητική τάση, αν εξαιρεθεί η χρονιά του 2014 όπου υπάρχει μείωση.

Γράφημα 5: Συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από αιολική ενέργεια (2012-2017)



Η προοπτική διεξόδου των αιολικών συνεπώς αναμένεται υψηλή, και αναμένεται να υπερβεί τα 1 GW την περίοδο 2017-2020.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Υδροηλεκτρική ενέργεια

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια (Υ/Ε) είναι η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση και τη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών και της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών σε ηλεκτρική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή διαχέεται στη φύση από δίνες και ρεύματα, καθώς το νερό ρέει κατηφορικά σε ρυάκια, χείμαρρους και ποτάμια μέχρι να φτάσει στη θάλασσα. Όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος του αποθηκευμένου νερού και όσο ψηλότερα βρίσκεται, τόσο περισσότερη είναι η ενέργεια που περιέχει. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, που στηρίζεται στην εκμετάλλευση των ποταμών και των τεχνητών ή φυσικών φραγμάτων.

Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) γίνεται δυνατή η εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδραυλικών τουρμπινών παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή ταξινομείται σε υδροηλεκτρική ενέργεια μεγάλης και μικρής κλίμακας. Η υδροηλεκτρική ενέργεια μικρής κλίμακας διαφέρει σημαντικά από αυτή της μεγάλης σε ότι αφορά τις επιπτώσεις της στο περιβάλλον. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες μεγάλης κλίμακας απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα και γενικότερα στο άμεσο περιβάλλον.

Τα συστήματα μικρής κλίμακας τοποθετούνται δίπλα σε ποτάμια και κανάλια με αποτέλεσμα να έχουν λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Υδροηλεκτρικές μονάδες λιγότερες των 30 MW χαρακτηρίζονται μικρής κλίμακας και θεωρούνται ανανεώσιμες πηγές. Το γρήγορα κινούμενο νερό οδηγείται μέσα από τούνελ με σκοπό να θέσει σε λειτουργία τις τουρμπίνες παράγοντας έτσι μηχανική ενέργεια. Μια γεννήτρια μετατρέπει αυτή την ενέργεια σε ηλεκτρική. Σε αντίθεση με το ότι συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα, το νερό δεν αχρηστεύεται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς.

Φυσικά, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδατοταμιευτήρες. Συνήθως, η ενέργεια που τελικώς παράγεται με τον τρόπο αυτό, χρησιμοποιείται μόνο

συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί περίπου το 10% των ενεργειακών αναγκών.

4.1 Τρόπος λειτουργίας

Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδροηλεκτρικών έργων (υδατοταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες εκμεταλλεύονται τη φυσική διαδικασία του κύκλου του νερού. Κάθε μέρα ο πλανήτης μας αποβάλλει μια μικρή ποσότητα νερού καθώς η υπεριώδης ακτινοβολία διασπά τα μόρια του νερού σε ιόντα. Ταυτόχρονα νέες ποσότητες νερού εμφανίζονται λόγω της ηφαιστειακής δραστηριότητας, έτσι ώστε η συνολική ποσότητα του νερού να διατηρείται περίπου σταθερή.

Η λειτουργία των υδροηλεκτρικών μονάδων βασίζεται στην κίνηση του νερού λόγω διαφοράς μανομετρικού ύψους μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου. Για το σκοπό αυτό κατασκευάζεται ένα φράγμα που συγκρατεί την απαιτούμενη ποσότητα νερού στον δημιουργούμενο ταμιευτήρα. Κατά τη διέλευσή του από τον αγωγό πτώσεως κινεί έναν στρόβιλο ο οποίος θέτει σε λειτουργία τη γεννήτρια. Μία τουρμπίνα που είναι εγκατεστημένη σε μεγάλη μονάδα μπορεί να ζυγίζει μέχρι 172 τόνους και να περιστρέφεται με 90 rpm. Η ποσότητα του ηλεκτρισμού που παράγεται καθορίζεται από αρκετούς παράγοντες. Δύο από τους σημαντικότερους είναι ο όγκος του νερού που ρέει και η διαφορά μανομετρικού ύψους μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας του ταμιευτήρα και του στροβίλου. Η ποσότητα ηλεκτρισμού που παράγεται είναι ανάλογη των δύο αυτών μεγεθών. Συνεπώς, ο παραγόμενος ηλεκτρισμός εξαρτάται από την ποσότητα του νερού του ταμιευτήρα. Για το λόγο αυτόν μόνο σε περιοχές με σημαντικές βροχοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευαστούν υδροηλεκτρικά έργα. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά ως προς άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, καλύπτοντας φορτία αιχμής.

Τα υδροηλεκτρικά έργα ταξινομούνται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας. Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα διαφέρουν σημαντικά από της μεγάλης κλίμακας σε ότι αφορά τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Οι μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων περιορίζει τη μετακίνηση των ψαριών, της

άγριας ζωής και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα καθώς μεταβάλλει ριζικά τη μορφολογία της περιοχής. Αντίθετα, τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά εγκαθίστανται δίπλα σε ποτάμια ή κανάλια και η λειτουργία τους παρουσιάζει πολύ μικρότερη περιβαλλοντική όχληση. Για το λόγο αυτό, οι υδροηλεκτρικές μονάδες μικρότερης δυναμικότητας των 30 MW χαρακτηρίζονται ως μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα και συμπεριλαμβάνονται μεταξύ των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Κατά τη λειτουργία τους, μέρος της ροής ενός ποταμού οδηγείται σε στρόβιλο για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας και συνακόλουθα ηλεκτρικής μέσω της γεννήτριας. Η χρησιμοποιούμενη ποσότητα νερού κατόπιν επιστρέφει στο φυσικό ταμιευτήρα ακολουθώντας τη φυσική της ροή.

4.2 Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο

Το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο αποτελείται από τα εξής τμήματα: Το φράγμα, το οποίο συγκρατεί το νερό σε μια τεχνητή λίμνη (ταμιευτήρα). Το νερό αυτό πρέπει να μπορεί να ρέει προς τα κάτω, γι' αυτό τα φράγματα κατασκευάζονται σε σημεία με σχετικά απότομες κλίσεις της κοίτης των ποταμών. Με τη ροή αυτή η δυναμική ενέργεια του νερού του ταμιευτήρα μετατρέπεται σε κινητική. Στο κάτω μέρος του φράγματος τοποθετούνται υδατοφράκτες. Με τη βοήθειά τους ρυθμίζεται η ποσότητα ροής του νερού από τον ταμιευτήρα προς την τουρμπίνα μέσω του υδαταγωγού. Τουρμπίνα (ή τουρμπίνες, ανάλογα με το μέγεθος του εργοστασίου): Είναι συσκευές με ειδικά πτερύγια, χάρη στα οποία η κινητική ενέργεια του νερού που ρέει μετατρέπεται σε περιστροφική. Η υψομετρική διαφορά μεταξύ στάθμης του ταμιευτήρα και της θέσης της τουρμπίνας προκαλεί την κίνηση του νερού, το οποίο με τη σειρά του θέτει σε κίνηση την τουρμπίνα. Γεννήτρια (ή γεννήτριες, όπως πιο πάνω): Άμεσα συνδεδεμένη στον άξονα της τουρμπίνας βρίσκεται συνδεδεμένη μια γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος, την οποία θέτει σε κίνηση η τουρμπίνα. Με τον τρόπο αυτό η κινητική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε ηλεκτρικό ρεύμα. Γραμμές μεταφοράς: Από την εγκατάσταση παραγωγής ισχύος εκκινούν γραμμές μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας προς τους τόπους κατανάλωσης της.



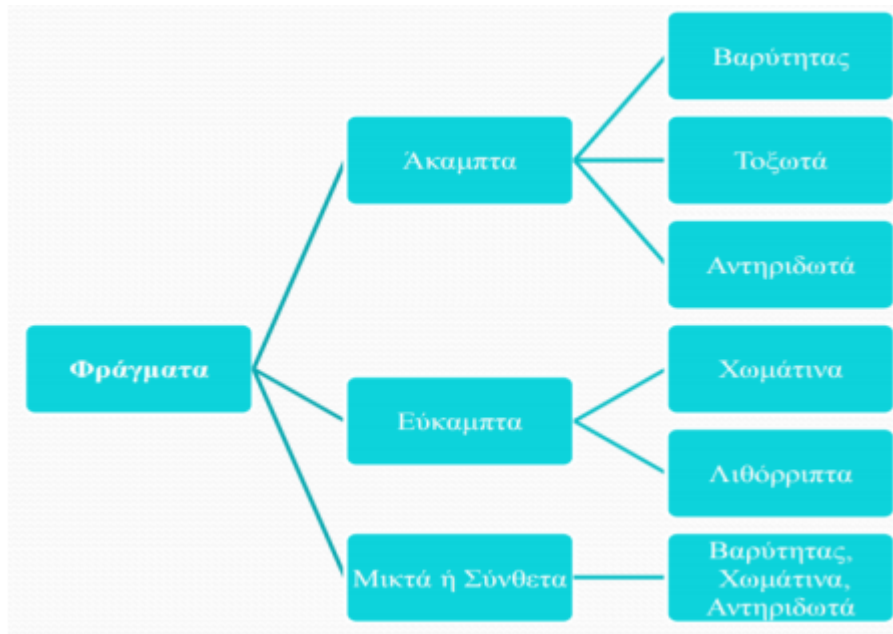
Εικόνα 4.2: Σύγχρονη διάταξη έργου παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας

Πηγή: <http://www.allaboutenergy.gr/>

Φράγμα

Το Φράγμα είναι ένα τεχνικό έργο που κατασκευάζεται στην κοίτη ενός φυσικού υδατορεύματος για να ανακόψει τη ροή, με σκοπό την αποθήκευση του νερού για μελλοντική χρησιμοποίησή του. Η έκταση γης στην οποία αποθηκεύεται το νερό και βρίσκεται στην άκρη του φράγματος, ονομάζεται ταμιευτήρας (δεξαμενή). Σκοπός της κατασκευής ενός φράγματος μπορεί να είναι: η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η άρδευση καλλιεργούμενων εδαφών, η ύδρευση περιοχών και οικισμών, η ρύθμιση της παροχής φυσικών ρευμάτων (ποταμών). Τα φράγματα διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με την κατασκευή τους, τη λειτουργία τους και τη σκοπιμότητά τους.

Ανάλογα με τη λειτουργία διακρίνονται σε φράγματα ανύψωσης της στάθμης, φράγματα αποθήκευσης και φράγματα παροχέτευσης. Ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο γίνονται, χαρακτηρίζονται ως φράγματα για άρδευση, για ύδρευση, για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κλπ. Τέλος ανάλογα με τον τρόπο και το υλικό κατασκευής τους χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες.



Εικόνα 4.2.1: Είδη φραγμάτων ανάλογα το υλικό και τον τρόπο κατασκευής

Πηγή: ntua

Φράγματα Άκαμπα - Βαρύτητας: Αντιδρούν στις υδροστατικές πιέσεις, στις ανώσεις, στις δυνάμεις ανατροπής και τις σεισμικές φορτίσεις με το βάρος τους. Κατασκευάζονται από άοπλο σκυρόδεμα και από κυλινδρούμενο σκυρόδεμα. Παλαιότερα κατασκευάζονταν και λιθόκτιστα.

Φράγματα Άκαμπα - Τοξωτά: Κατασκευάζονται σε στενές κοιλάδες μεγάλου ύψους αντί των φραγμάτων βαρύτητας. Επιτυγχάνεται οικονομία στον όγκο του απαιτούμενου σκυροδέματος σε ποσοστό έως και 70%. Κατασκευάζονται από οπλισμένο αλλά και άοπλο σκυρόδεμα. Όταν το πάχος τους είναι μεγάλο λειτουργούν εν μέρει και ως φράγματα βαρύτητας. Μεταφέρουν τις υδροστατικές πιέσεις στα αντερείσματα.

Φράγματα Άκαμπα – Αντηριδωτά: Αποτελούνται από μια πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος η οποία αντιστηρίζεται από αντηρίδες μεταβλητού πλάτους. Επιτυγχάνεται οικονομία στον όγκο του απαιτούμενου σκυροδέματος σε ποσοστό έως και 90% σε σχέση με τα φράγματα βαρύτητας. Μεταφέρουν τις υδροστατικές πιέσεις κυρίως στην επιφάνεια θεμελίωσης και δευτερευόντως στα αντερείσματα.

Φράγματα Εύκαμπα – Χωμάτινα: Μπορούν να κατασκευαστούν σε οποιαδήποτε κοιλάδα και δεν απαιτούν σχηματισμούς θεμελίωσης εξαιρετικής ποιότητας. 53 Κατασκευάζονται από γαιώδη υλικά άρα οικονομικά υλικά κατασκευής. Διακρίνονται σε Ομογενή και ζωνώδη.

Ταμιευτήρας (δεξαμενή)

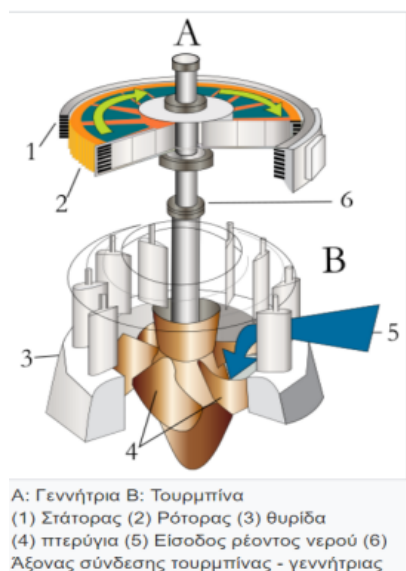
Ο ταμιευτήρας κατασκευάζεται ώστε να αποθηκεύει νερό κατά την διάρκεια περιόδων υψηλής βροχόπτωσης και να το αποδίδει σε περιόδου χαμηλής αντιμετωπίζοντας με αυτό τον τρόπο την κυμαινόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Ταυτόχρονα με την αύξηση του υδραυλικού ύψους αυξάνεται η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς. Για την αξιολόγηση της καταλληλότητας του ταμιευτήρα θα πρέπει να εξετάζονται παράγοντες που αφορούν το μέγεθος, την θέση, την σταθερότητα της όχθης, την διεισδυτικότητα του νερού, την σεισμικότητα, την εξάτμιση, την αποθήκευση ιλύος και την δημιουργία ιζήματος. Θα πρέπει επίσης να προσδιορίζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τα μέτρα για μείωση τους, όπως και η συνολική λειτουργία του ταμιευτήρα. Η αποθηκευτική χωρητικότητα του ταμιευτήρα είναι το πλέον σημαντικό χαρακτηριστικό του. Εξαρτάται από την ποσότητα και την μεταβολή της φυσικής ροής των νερών, και πρώτο μέλημα είναι η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Όμως, ο προσδιορισμός της χωρητικότητας ενός ταμιευτήρα και ο τρόπος κατασκευής του εξαρτώνται και από τις μη ενεργειακές χρήσεις του, όπως: οι απαιτήσεις άρδευσης, ο έλεγχος πλημμυρών, αστικές και βιομηχανικές χρήσεις, χρήσεις αναψυχής, διατήρηση και ανάπτυξη αλιείας. Οι διάφορες χρήσεις ενός ταμιευτήρα επιβάλλουν διαφορετικά κριτήρια στο σχεδιασμό. Για την εξασφάλιση όμως μια σταθερής παραγωγής ενέργειας κατά την διάρκεια περιόδων με διακυμάνσεις στην βροχόπτωσης, διατηρείται μια ξεχωριστή ποσότητα νερού καθώς οι ανάγκες άρδευσης και ύδρευσης μπορεί να μην συμπίπτουν χρονικά με την ηλεκτροπαραγωγή. Η εξασφάλιση από πλημμύρες που ισοδυναμεί ουσιαστικά με την απαίτηση για έναν άδειο χώρο αποθήκευσης είναι η λιγότερο συμβατή χρήση από όλες τις άλλες.

Τουρμπίνα & Γεννήτρια

Ο πιο συνηθισμένος τύπος τουρμπίνας για υδροηλεκτρικές μονάδες είναι η τουρμπίνα Francis η οποία μοιάζει με ένα μεγάλο δίσκο με κυρτές φτερωτές. Μια τέτοια τουρμπίνα μπορεί να ζυγίζει μέχρι 172 τόνους και να κάνει 90 περιστροφές το λεπτό. Καθώς οι φτερωτές της τουρμπίνας περιστρέφονται, περιστρέφουν τους μαγνήτες της γεννήτριας γύρω από ένα πηνίο θέτοντας σε κίνηση ηλεκτρόνια και δημιουργώντας έτσι εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα.

Ο μετασχηματιστής παίρνει το εναλλασσόμενο ρεύμα και το μετατρέπει σε ρεύμα υψηλής τάσης. Έξω από κάθε υδροηλεκτρική μονάδα υπάρχουν τέσσερα καλώδια: οι τρεις φάσεις του ρεύματος που δημιουργούνται ταυτόχρονα συν η ουδέτερη ή γείωση και για τις τρεις. Το νερό στην δεξαμενή θεωρείται αποθηκευμένη ενέργεια. Όταν ανοίγουν οι θύρες το νερό που περνά μέσα από τον αγωγό γίνεται κινητική ενέργεια 54 λόγω της κίνησής του. Η

ποσότητα του ηλεκτρισμού που παράγεται καθορίζεται από αρκετούς παράγοντες. Δυο από αυτούς είναι ο όγκος του νερού που ρέει και η ποσότητα της υδραυλικής κεφαλής. Υδραυλική κεφαλή είναι η απόσταση μεταξύ της επιφάνεια του νερού και της τουρμπίνας. Όσο αυξάνεται ο όγκος του νερού και της υδραυλικής κεφαλής τόσο αυξάνεται και το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα. Το μέγεθος της υδραυλικής κεφαλής εξαρτάται από την ποσότητα του νερού της δεξαμενής.



Εικόνα 4.2.2: Διάταξη Τουρμπίνας & Γεννήτριας

Πηγή: <https://el.wikipedia.org>

4.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 3060 MW.

Η υδροηλεκτρική ισχύς σήμερα των 3.060MW καλύπτει το 28% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος των συμβατικών σταθμών η οποία ανέρχεται σε 11.079MW.

Στη Δυτική και Βόρεια Ελλάδα υπάρχει ιδιαίτερα πλούσιο δυναμικό υδατοπτώσεων, λόγω της διαμόρφωσης λεκανών απορροής με έντονες κλίσεις και των σημαντικών βροχοπτώσεων.

Η μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας είναι 4000-5000 Gwh.

Η μέση συνεισφορά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι 8-10%.

Η ενέργεια που προέρχεται από τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια καλύπτει ηλεκτρικά φορτία αιχμής.

Υπάρχει μεγάλη δυνατότητα περαιτέρω ανάπτυξης υδροηλεκτρικών σταθμών.



Εικόνα 4.3.1: Υδροηλεκτρικά έργα στην Ελλάδα

Πηγή: ΡΑΕ



Εικόνα 4.3.2: Οι μεγαλύτεροι υδροηλεκτρικοί σταθμοί στην Ελλάδα

Πηγή: ΡΑΕ

Υδροηλεκτρικοί σταθμοί στην Ελλάδα ανά μέγεθος

Μεγάλοι σταθμοί (έτος ένταξης):

- Λούρος (1954)
- Άγρας (1954)
- Λάδωνας (1956)
- Πλαστήρας (1962)
- Κρεμαστά (1965)
- Καστράκι (1970)
- Εδεσσαίος (1969)
- Πολύφυτο (1974)
- Πουρνάρι (1981)
- Α σώματα (1985)
- Σφηκιά (1985)
- Στράτος I (1988)
- Πηγές Αωού (1990)
- Θησαυρός (1997)
- Πλατανόβρυση (1999)
- Πουρνάρι II (2000)

Μικροί σταθμοί (έτος ένταξης):

- Γλαύκος (1927)
- Βέρμιο (1929)
- Αγία Κρήτης (1929)
- Αλμυρός Κρήτης (1931)
- Αγ. Ιωάννης Σερρών (1931)
- Γκίωνα (1988)
- Στράτος II (1988)
- Μακροχώρι (1992)
- Αγ. Βαρβάρα Αλιάκμωνα (2008)
- Σμόκοβο (2008)
- Παπαδία (2010)

4.4 Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα

Τα ΜΥΗΣ είναι κυρίως “συνεχούς ροής”, δηλαδή δεν περιλαμβάνουν σημαντική περισυλλογή νερού και επομένως δεν απαιτείται η κατασκευή μεγάλων φραγμάτων και ταμιευτήρων, αν και όπου αυτά υπάρχουν ήδη και μπορούν να χρησιμοποιηθούν εύκολα είναι επιβληθητικά. Δεν υφίσταται κάποια γενική διεθνής παραδοχή για τον ορισμό των ΜΥΗΣ, το ανώτερο όριο των οποίων ποικίλλει μεταξύ 2,5 και 25 MW σε διάφορες χώρες, αλλά γίνεται γενικώς αποδεκτή η τιμή των 10 MW, όπως συμβαίνει με την Ευρωπαϊκή Εταιρεία Μικρών Υδροηλεκτρικών (ESHA).

Στα επόμενα, όπου γίνεται αναφορά σε ΜΥΗΣ θα εννοείται κάθε υδροηλεκτρικό σύστημα με ονομαστική ισχύ 10 MW ή μικρότερη. Αυτά μπορούν να υποδιαιρεθούν περαιτέρω σε “μίνι υδροηλεκτρικά”, συνήθως οριζόμενα ως τα συστήματα εκείνα με ισχύ <500 kW, και σε “μικρό-υδροηλεκτρικά”, για τα σχήματα δυναμικού <100 kW. Όποιος ορισμός και αν χρησιμοποιηθεί για το μέγεθος, τα ΜΥΗΣ αποτελούν μια από τις πιο ήπιες προς το περιβάλλον μορφές παραγωγής ενέργειας, βασιζόμενα στη χρήση μιας μη ρυπογόνου ανανεώσιμης πηγής και απαιτώντας μικρές επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο.

Εξάλλου, έχουν το δυναμικό να επιδράσουν σημαντικά στην υποκατάσταση των συμβατικών καυσίμων καθώς, σε αντίθεση με πολλές άλλες ΑΠΕ, τα ΜΥΗΣ μπορούν γενικά να παράγουν ένα ποσό ηλεκτρισμού σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή ανάλογα με τη ζήτηση (δηλ. δεν απαιτούν συστήματα αποθήκευσης ή εφεδρείας), τουλάχιστον στις χρονικές στιγμές κατά τις οποίες υφίσταται επαρκής ροή νερού, και σε κόστος πολλές φορές ανταγωνιστικό των συμβατικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Έτσι, ένας τυπικός ΜΥΗΣ των 5 MW υποκαθιστά 1400 τόνους/έτος ορυκτού καυσίμου, αποτρέπει την εκπομπή 16000 τόνων CO₂ και πάνω από 100 τόνων SO₂ ανά έτος, ενώ καλύπτει τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό περισσότερες από 5000 οικογένειες.

Τα Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα (ΜΥΗΕ) είναι η σύγχρονη μορφή των παραδοσιακών νερόμυλων. Τα ορεινά ΜΥΗΕ (περί το 80% των ΜΥΗΕ στην Ελλάδα) εκμεταλλεύονται την υψομετρική διαφορά μικρών υδατορευμάτων χωρίς δεξαμενές αποθήκευσης νερού με εκμετάλλευση της διαθέσιμης παροχής (runoftheriver) επιτρέποντας στις πλημμύρες να περνούν από την υδροληψία χωρίς αποθήκευση, τα δε ΜΥΗΕ με μικρή υψομετρική διαφορά σε μεγαλύτερα υδατορεύματα (το υπόλοιπο 20% στην Ελλάδα) έχουν συνήθως ένα πολύ μικρό ταμιευτήρα και δεν αλλοιώνουν ουσιαστικά τη γεωμορφολογία στη θέση υδροληψίας.

Εικόνα 2.4.1: Μικροϋδροηλεκτρικό Έργο



Κάθε εγκατεστημένο kW ΜΥΗΕ συμβάλλει ετησίως στην αποφυγή εκπομπής περίπου 5,4 τόνων CO₂ και άλλων ρύπων, αν η ισόποση ενέργεια παραγόταν με την καύση λιγνίτη.

Όλες οι αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες στην Ευρώπη αλλά και στον κόσμο, στήριξαν την ανάπτυξη τους στα ΜΥΗΕ, αξιοποιώντας τα, πριν από οποιαδήποτε άλλη πηγή ενέργειας. Στην Ε.Ε. -27, σύμφωνα με τα στοιχεία του Ευρωπαϊκού Συνδέσμου Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων (ESHA) η μέση εγκατεστημένη ισχύς των έργων είναι 0,624 MW και η μέση ετήσια παραγωγή από κάθε μέσο έργο είναι περίπου 3,24 GWh/έτος. Το συνολικό τεχνικοοικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό της Ε.Ε. -27, ανέρχεται σε 25,8 GW περίπου με δυνατότητα παραγωγής περί τα 93.000 GWh/έτος, από το οποίο αξιοποιείται περίπου το 70% (με βάση στοιχεία του Δεκέμβρη του 2016).

4.5 Κριτήρια για την κατασκευή ενός υδροηλεκτρικού έργου

Η μελέτη αξιολόγησης και βιωσιμότητας ενός υδροηλεκτρικού έργου περιλαμβάνει την τοπογραφική, υδρολογική, και γεωλογική μελέτη της περιοχής, την μελέτη της σεισμικότητας και την μελέτη χρήσης γης. Η τοπογραφία της περιοχής που περιβάλλει το σύστημα ποταμός - παραπόταμοι θα πρέπει να επιτρέπει την αποθήκευση της συνολικής μάζας του νερού, θα πρέπει δηλαδή να έχει σχήμα 'V' για μεγάλο ύψος ή σχήμα 'U' για μικρό ύψος. Η γεωλογία της περιοχής θα πρέπει να προστατεύει από προβλήματα διαρροών, αστάθειας της περιμετρικής ζώνης της τεχνητής λίμνης, και από επαγόμενη σεισμικότητα. Επιπροσθέτως θα πρέπει να υπάρχει διαθέσιμος χώρος για την αναγκαία υποδομή του έργου (φράγμα, κτήρια, αγωγοί κλπ.), καθώς και για την πρόσβαση και την μεταφορά ανθρώπων, υλικών και μηχανημάτων, και την προσωρινής εγκατάσταση της υποδομής κατασκευής του έργου.

60 Η μελέτη της υδρολογίας της περιοχής περιλαμβάνει την εκτίμηση της ελάχιστης ποσότητας ροής του νερού που θα πρέπει να διατηρείται σε όλη την διάρκεια του ετήσιου υδρολογικού κύκλου ώστε να εξασφαλίζεται συνεχής παραγωγή ενέργειας, παράμετροι που καθορίζουν τον τύπο και το μέγεθος του σταθμού. Αυτό επιτυγχάνεται με την δημιουργία τεχνητής λίμνης και την εν συνεχεία ρύθμιση της ροής, αλλά και με δεδομένα όπως η ετήσια ροή και η εποχιακή μεταβλητότητα. Θα πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για το μέγεθος και την συχνότητα των πλημμυρών, ώστε αυτές να μην έχουν επίπτωση στη σταθερότητα του φράγματος.

Η καλή λειτουργία και η βιωσιμότητα του φράγματος εξαρτώνται από την γεωλογία της περιοχής. Τα στρώματα θεμελιώσεως ποικίλουν από βράχο μέχρι βότσαλα, άμμο, πηλώδη υλικά που μπορεί να μην είναι ομοιογενής. Σημαντικές παράμετροι είναι η στατική και η δυναμική αντοχή της περιοχή θεμελίωσης του φράγματος, τα χαρακτηριστικά στατικής και δυναμικής παραμόρφωσης του υλικού θεμελιώσεως και το βάθος των ευνοϊκών στρωμάτων θεμελιώσεως. Θα πρέπει επίσης να εξετάζεται η σεισμικότητα της περιοχής (σεισμοί, ρήγματα, κλπ), ώστε να λαμβάνεται υπόψη στην κατασκευή για την μείωση του κινδύνου αστοχίας της κατασκευής ενώ σοβαρά θα πρέπει να μελετάται η περίπτωση της επαγόμενης σεισμικότητας από την αποθήκευση της μεγάλης μάζας του νερού.

Η τελική μορφή του υδροηλεκτρικού σταθμού και της τεχνολογίας που θα επιλεγεί καθορίζεται από τις απαιτήσεις ισχύος, όπως εγκατεστημένη ισχύς και ενεργειακές ανάγκες. Στην περίπτωση που μία συγκεκριμένη περιοχή έχει επιλεγεί λόγω καταλληλότητας για την εγκατάσταση υδροηλεκτρικού σταθμού. Τότε η δυνάμενη να

παραχθεί ισχύς καθορίζεται από το περιβαλλοντικό πλαίσιο και τις προκύπτουσες από μηχανικής απόψεως λύσεις για την συγκεκριμένη τοποθεσία.

4.6 Αδειοδοτική διαδικασία υδροηλεκτρικού έργου

Για μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα

Απαιτείται Άδεια Παραγωγής. Η αίτηση προς την ΡΑΕ πρέπει να συνοδεύεται από τεκμηριωμένη υδρολογική μελέτη.

Πρέπει να υποβληθεί αίτηση για την διατύπωση Προσφοράς Σύνδεσης προς τον αρμόδιο Διαχειριστή, ο οποίος και θεωρεί τα τοπογραφικά διαγράμματα αποτύπωσης του τρόπου σύνδεσης. Χορηγείται Προσφορά Σύνδεσης καταρχήν μη δεσμευτική. Αυτή οριστικοποιείται και καθίσταται δεσμευτική μετά το τέλος της περιβαλλοντικής αδειοδότησης.

Απαιτείται έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ). Η αίτηση πρέπει να συνοδεύεται από Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

Απαιτείται Ενιαία Άδεια Χρήσης Νερού και Εκτέλεσης Έργων Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων.

Εφόσον πρόκειται να εκτελεστούν δομικά έργα, απαιτούνται Οικοδομικές Άδειες.

Απαιτείται Σύμβαση Σύνδεσης.

Απαιτείται Σύμβαση Αγοραπωλησίας.

Απαιτείται Άδεια Εγκατάστασης. Η ΥΑ.13310/2007, δίνει την δυνατότητα υποβολής μίας αίτησης (Παράρτημα, Μέρος 1 και Μέρος 2, §2) για την έκδοση μίας άδειας που ενσωματώνει την Ενιαία Άδεια και την Άδεια Εγκατάστασης.

Απαιτείται Προσωρινή Σύνδεση για Δοκιμαστική Λειτουργία που γίνεται κατόπιν αιτήσεως προς τον αρμόδιο Διαχειριστή. Εφόσον επιτευχθεί απροβλημάτιστη λειτουργία 15 ημερών, ο Διαχειριστής εκδίδει βεβαίωση επιτυχούς περάτωσης των δοκιμών (ΥΑ.13310/2007, ΦΕΚ.Β'1153, άρθ.14).

Απαιτείται Άδεια Λειτουργίας.

Για μικρά υδροηλεκτρικά έργα

Δεν απαιτείται Άδεια Παραγωγής, ούτε άλλη σχετική διαπιστωτική απόφαση (Ν.3468/2006, αρθ.4, όπως αντικαταστάθηκε με τον Ν.3851/2010, αρθ.2, §12).

Πρέπει να υποβληθεί αίτηση για την διατύπωση Προσφοράς Σύνδεσης προς τον αρμόδιο Διαχειριστή, ο οποίος και θεωρεί τα τοπογραφικά διαγράμματα αποτύπωσης του τρόπου σύνδεσης. Χορηγείται Προσφορά Σύνδεσης καταρχήν μη δεσμευτική. Αυτή οριστικοποιείται και καθίσταται δεσμευτική μετά το τέλος της περιβαλλοντικής αδειοδότησης.

Για όλες τις κατηγορίες μικρών υδροηλεκτρικών απαιτείται έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ). Η απόφαση έγκρισης εκδίδεται κατόπιν αιτήσεως που συνοδεύεται από Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων ή Περιβαλλοντικής Έκθεσης (εφόσον το έργο ενταχθεί στην κατηγορία Β4 κατά το αρθ.10, §1 του Ν.3468).

Απαιτείται Άδεια Χρήσης Νερού (ενεργειακή χρήση, ΥΑ.43504/2005, αρθ.1, §1).

Εφόσον πρόκειται να εκτελεστούν δομικά έργα, απαιτούνται Οικοδομικές Άδειες.

Απαιτείται Σύμβαση Σύνδεσης.

Απαιτείται Σύμβαση Αγοραπωλησίας.

Δεν απαιτείται Άδεια Εγκατάστασης ή Άδεια Εκτέλεσης Έργων Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων.

Δεν απαιτείται Δοκιμαστική Λειτουργία.

Δεν απαιτείται ούτε Άδεια Λειτουργίας (Ν.3468/2006, αρθ.8, όπως αντικαταστάθηκε με τον Ν.3851/2010, αρθ.3, §2).

4.7 Εξέλιξη και προοπτικές των ΜΥΗΕ στην Ελλάδα

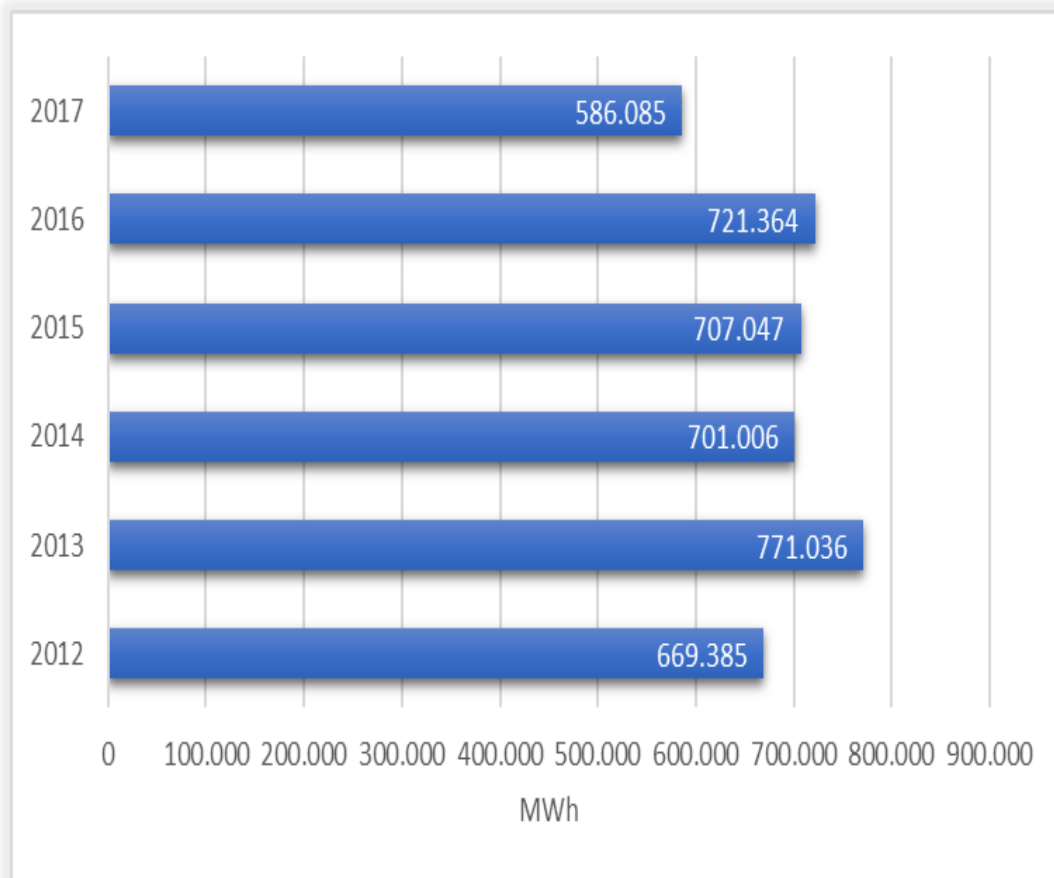
Στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα, στις 31.12.2016 λειτουργούσαν στη χώρα 107 ΜΥΗΕ εγκατεστημένης ισχύος 223 MW, και σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία του ΛΑΓΗΕ Α.Ε. για όλο το έτος 2016, παρήχθησαν 722 GWh. Σύμφωνα με το Μηνιαίο Δελτίο του Ειδικού Λογαριασμού ΑΠΕ&ΣΗΘΥΑ της ΛΑΓΗΕ ΑΕ (Ιανουάριος 2017), για το σύνολο της επικράτειας και για όλο το 2016:

- Τα ΜΥΗΕ κατέχοντας μόνο το 4,1% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος έργων ΑΠΕ συνεισέφεραν το 6,4% της συνολικά παραχθείσας από ΑΠΕ ενέργειας, ενώ αποζημιώθηκαν με ποσοστό ίσο με το 3,5% των συνολικών πληρωμών του Ειδικού λογαριασμού, με τιμή αποζημίωσης ίση μόλις με το ½ της μέσης τιμής αποζημιούμενηςμεγαβατώρας για όλες τις ΑΠΕ, κάτι που παραμένει σταθερό για τα 4 τελευταία έτη.

Σχεδόν σταθερά ήταν τα μεγέθη για τα ΜΥΗΕ για όλο το 2016 με 1 μόνο νέο έργο να μπαίνει σε λειτουργία, ισχύος 0,745MW. Οι αιτίες είναι το απολύτως εχθρικό αδειοδοτικό πλαίσιο (κυρίως από το 2011 και μετά που ψηφίστηκε η Υ.Α. 196978/2011 (ΦΕΚ 518) με τα πρόσθετα κριτήρια χωροθέτησης των ΜΥΗΕ), οι λοιπές συγκυρίες των αποτελεσμάτων της κρίσης. Έτσι, ο ρυθμός αύξησης της εγκατεστημένης ισχύος των ΜΥΗΕ, κυμάνθηκε τα τελευταία χρόνια στα πενιχρά επίπεδα του 1%-2% ετησίως τη στιγμή που η μεσοσταθμική αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος των άλλων ΑΠΕ ξεπέρασε το 20% ετησίως. Συγκεκριμένα ο ρυθμός αύξησης των ΜΥΗΕ από 65% και 16% τα έτη 2008 και 2009 αντίστοιχα, διαμορφώθηκε σε 8%, 4%, 4% και 3% τα έτη 2010 έως και 2013 αντίστοιχα, ενώ τα έτη 2014 και 2015 ήταν σχεδόν μηδενικός. Η ανάπτυξη των ΜΥΗΕ απέχει κατά πολύ και από τον ενδιάμεσο στόχο του 2014 και από τον τελικό στόχο που έχει τεθεί για την διείσδυση των ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα το 2020. Συγκεκριμένα, το ποσοστό πλήρωσης του στόχου των ΜΥΗΕ ανέρχεται στο 64% για το 2020, τη στιγμή που τα αντίστοιχα ποσοστά για τα ΦΒ ανέρχονται σε 118% (υπερπλήρωση στόχου).

Στο παρακάτω γράφημα, φαίνεται αναλυτικά η συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα μικρά υδροηλεκτρικά εργοστάσια για τα έτη 2012 έως 2017. Από το γράφημα διακρίνεται ότι το 2017 υπάρχει σημαντική πτώση στην παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα ΜΥΗΕ, παρόλο της ψήφισης του Ν. 4414 από το Ελληνικό Κοινοβούλιο, ο οποίος περιγράφεται διεξοδικά παρακάτω.

Γράφημα 64: Συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ΜΥΗΕ (2012-2017)



Σύμφωνα με στοιχεία της EREF (διαδόχου της European SmallHydro Association - ESHA), το ποσοστό αξιοποίησης του διαθέσιμου μικροϋδροηλεκτρικού δυναμικού στην Ελλάδα βρίσκεται σήμερα στα επίπεδα του ~11%, τη στιγμή που τα αντίστοιχα μεγέθη για την Ευρώπη των 27 ανέρχονται σε επίπεδα μεγαλύτερα του 70% (σε κάποιες χώρες σε ποσοστά μεγαλύτερα του 90%). Αυτό καταδεικνύει το γεγονός ότι σε όλη την Ευρωπαϊκή ήπειρο αλλά και σε όλο τον κόσμο, η μικροϋδροηλεκτρική ενέργεια ήταν η πρώτη ανανεώσιμη πηγή που αναπτύχθηκε και αξιοποιήθηκε πριν προχωρήσει η ανάπτυξη των υπολοίπων ΑΠΕ, λόγω των προφανών πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας. Στην Ελλάδα, το σύνολο του τεχνικά και οικονομικά εκμεταλλεύσιμου μικροϋδροηλεκτρικού δυναμικού, εκτιμάται περί τα 2.000 MW.

Στις 09.08.2016 ψηφίσθηκε από το Ελληνικό Κοινοβούλιο ο Νόμος 4414 «Νέο καθεστώς στήριξης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης – Διατάξεις για το νομικό και λειτουργικό διαχωρισμό των κλάδων προμήθειας και διανομής στην αγορά του φυσικού αερίου και άλλες διατάξεις». Σύμφωνα με τα άρθρα 3, 4, 5 και 7 του εν λόγω

Νόμου, τα Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα (ΜΥΗΕ) από την 1η Ιανουαρίου 2017, τίθεται σε ισχύ καθεστώς στήριξης με τη μορφή Λειτουργικής Ενίσχυσης μέσω ανταγωνιστικής διαδικασίας υποβολής προσφορών.

Όμως, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι:

- Ο κλάδος των ΜΥΗΕ είναι ακόμη ελάχιστα αναπτυγμένος στην Ελλάδα.
- Η διείσδυση των ΜΥΗΕ στο ενεργειακό μίγμα υστερεί σημαντικά έναντι άλλων τεχνολογιών ΑΠΕ.
- Ο κλάδος των ΜΥΗΕ στην Ελλάδα εκπροσωπείται από πολύ λίγες εταιρείες, η συντριπτική πλειοψηφία των οποίων είναι Πολύ Μικρές Επιχειρήσεις (ΠΜΕ) της περιφέρειας, που δεν έχουν και δεν μπορούν να αποκτήσουν τεχνογνωσία «συμμετοχής σε ανταγωνιστικές διαδικασίες υποβολής προσφορών». Σε κάθε περίπτωση, η πρόσβαση μιας ΠΜΕ σε «ανταγωνιστικές διαδικασίες υποβολής προσφορών» θα αυξήσει το κόστος της ΠΜΕ, κάτι που θα οδηγήσει σε ακόμη μικρότερο ρυθμό υλοποίησης έργων και αυτό δεν εξασφαλίζει την έννοια του «ανταγωνιστικού».
- Τα ΜΥΗΕ είναι μοναδικά όσον αφορά στη θέση τους καθώς εξαρτώνται από αυτή, δεν είναι εναλλάξιμα μεταξύ τους, και δεν μπορούν να αναπτυχθούν σε μεγαλύτερη κλίμακα (πχ επί 10) περίξ μίας «καλής» θέσης, κάτι που γίνεται στις υπόλοιπες βασικές τεχνολογίες ΑΠΕ (Α/Π, Φ/Β, Βιομάζα, Γεωθερμία). Οι ιδιαιτερότητές τους τα καθιστούν διακριτά το ένα από το άλλο και καθιστούν την ομαδοποίησή τους αποτυχημένη και μη εφικτή.
- Η διαφορετικότητα που προκύπτει από τη γεωγραφική θέση εγκατάστασης των έργων, η οποία είναι απόλυτα καθοριστική για την παραγωγή ενέργειας, σε βαθμό που εξ αρχής προκύπτει ζήτημα ισοτιμίας των συμμετεχόντων σε ένα γενικής φύσεως διαγωνισμό για προσφορά ισχύος, θα έχει ως αποτέλεσμα την περιορισμένη συμμετοχή και την αύξηση των τιμών προσφοράς στο διαγωνισμό.
- Τα IRR των ΜΥΗΕ είναι αρκούτως ετερόκλητα και εξαρτώνται από την εκάστοτε θέση τους και από το κόστος σύνδεσης στο δίκτυο, που ποικίλει πάρα πολύ.
- Επειδή είναι πολύ λίγοι οι ιδιώτες παραγωγοί που θα λάβουν μέρος στη διαγωνιστική διαδικασία, η τιμή θα οδηγηθεί στο πάνω όριο της τιμής που θα τεθεί στον διαγωνισμό, κάτι που δε θα ευνοεί τη διαδικασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΒΙΟΜΑΖΑ

5.1 Εισαγωγή

Ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται έμμεσα ή άμεσα από το φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, σε αυτή περιλαμβάνονται:

- Οι φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως π.χ. τα αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από τις ενεργειακές καλλιέργειες (έτσι ονομάζονται τα φυτά που καλλιεργούνται με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας) γεωργικών και δασικών ειδών, όπως π.χ. το σόργο, το σακχαρούχο, το καλάμι, ο ευκάλυπτος κ.α.
- Τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως π.χ. τα άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδοδέματα, κλαδιά δένδρων, φύκη, κτηνοτροφικά απόβλητα, οι κληματίδες κ.α.
- Τα υποπροϊόντα που προέρχονται από τη μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών. Όπως π.χ. τα ελαιοπυρηνόξυλα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού. Το πριονίδι κ.α.
- Το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.

Η βιομάζα αποτελεί μια δεσμευτική και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών.

Κατ' αυτήν, η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών, χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα καθώς και νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος. Η διεργασία αυτή μπορεί να παρασταθεί σχηματικά ως εξής:

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

Από τη στιγμή που σχηματίζεται η βιομάζα, μπορεί πλέον κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας.

Η βιομάζα αποτελεί μια σημαντική, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια,

αντικαθιστώντας τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο κ.α.). Η χρήση της βιομάζας ως πηγή ενέργειας δεν είναι νέα.

Σε αυτήν, εξάλλου, συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες που, μέχρι το τέλος του περασμένου αιώνα, κάλυπταν το 97% των ενεργειακών αναγκών της χώρας.

5.2 Ιστορικά στοιχεία

Η βιομάζα είναι η πρώτη πηγή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος. Οι πρώτοι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν αποκλειστικά βιομάζα για καύσιμη ύλη. Η θερμότητα που απελευθερωνόταν κατά τη διάρκεια της καύσης, χρησιμοποιήθηκε από τους πρώτους ανθρώπους για να ζεσταθούν, να προφυλαχθούν (δηλαδή να φοβίσουν τα άγρια ζώα), να δουν το βράδι αλλά και να μαγειρέψουν. Αργότερα, η φωτιά χρησιμοποιήθηκε για να ψηθεί ο πηλός, να κατασκευαστούν αγγεία καθώς επίσης και να λιώσουν μέταλλα.

Αλλά και μέχρι σήμερα, πολλοί φτωχοί αγροτικοί πληθυσμοί, ιδίως της Αφρικής, της Ινδίας και της Λατινικής Αμερικής, για να ζεσταθούν, να μαγειρέψουν και να φωτιστούν χρησιμοποιούν ξύλα, φυτικά υπολείμματα (άχυρα, πριονίδια, άχρηστους καρπούς ή κουκούτσια) και ζωικά απόβλητα (κοπριά, λίπος ζώων, άχρηστα αλιεύματα). Πέρασαν πολλά χρόνια μέχρι ο άνθρωπος να εκμεταλλευτεί και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως το νερό και τον άνεμο δημιουργώντας κυρίως ανεμόμυλους, υδρόμυλους και άλλες απλές μηχανικές κατασκευές.

5.3 Χαρακτηριστικά βιομάζας

Η ενέργεια της βιομάζας (βιοενέργεια ή πράσινη ενέργεια) είναι στην ουσία δευτερογενής ηλιακή ενέργεια, αφού όπως αναφέρθηκε η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης.

Η βιομάζα είναι η μοναδική φυσική πηγή ενέργειας με άνθρακα, η οποία έχει αποθέματα ικανά, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, οι πρώτες ύλες της βιομάζας χρειάζονται μόνο μια μικρή χρονική περίοδο για να αναπληρωθούν, γι' αυτό και η βιομάζα είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Για τις διάφορες τελικές της χρήσεις βέβαια υιοθετούνται διαφορετικοί όροι. Δηλαδή, υπάρχει ο όρος «βιοϊσχύς» ο οποίος περιγράφει τα συστήματα που χρησιμοποιούν ως πρώτες ύλες πηγές βιομάζας (π.χ. φυτικά υπολείμματα, ζωικά απόβλητα) αντί για

συνήθη ορυκτά καύσιμα (π.χ. λιγνίτης) με σκοπό την ηλεκτροπαραγωγή, ενώ υπάρχει και ο όρος «βιοκαύσιμα» ο οποίος αναφέρεται κυρίως στα υγρά καύσιμα μεταφορών που υποκαθιστούν τα πετρελαϊκά προϊόντα (π.χ. βενζίνη ή ντίζελ).

Η αξιοποίηση της βιομάζας μπορεί να γίνει με τη μετατροπή της σε διάφορα προϊόντα, μέσω διάφορων μεθόδων και τη χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας. Επιπλέον, κατά την παραγωγή και μετατροπή της δεν προκαλούνται οικολογικά και περιβαλλοντικά προβλήματα. Από την άλλη, ως μορφή ενέργειας η βιομάζα χαρακτηρίζεται από πολυμορφία (το οποίο έχει να κάνει με τις διάφορες πηγές προέλευσης), χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο εν συγκρίσει με τα ορυκτά καύσιμα (λόγω χαμηλής πυκνότητας και/ ή υψηλής περιεκτικότητας σε νερό), εποχιακή παραγωγή και μεγάλη διασπορά, που δυσκολεύουν τη συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας, κ.λπ. Τα χαρακτηριστικά αυτά συνεπάγονται πρόσθετες δυσκολίες στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευσή της. Συνεπώς, το κόστος μετατροπής της σε πιο εύχρηστες μορφές ενέργειας παραμένει ακόμη λίγο υψηλό.

Εντούτοις, η συνεχής έρευνα και τεχνολογική πρόοδος κατέστησαν τις τεχνολογίες ενεργειακής μετατροπής και αξιοποίησης της βιομάζας εξαιρετικά ελκυστικές σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι προοπτικές, μάλιστα, της βιοενέργειας καθίστανται συνεχώς μεγαλύτερες και πιο ελπιδοφόρες. Στις προηγμένες οικονομικά χώρες, αναμένεται να καλύπτει μελλοντικά μεγάλο τμήμα της ενεργειακής παραγωγής.

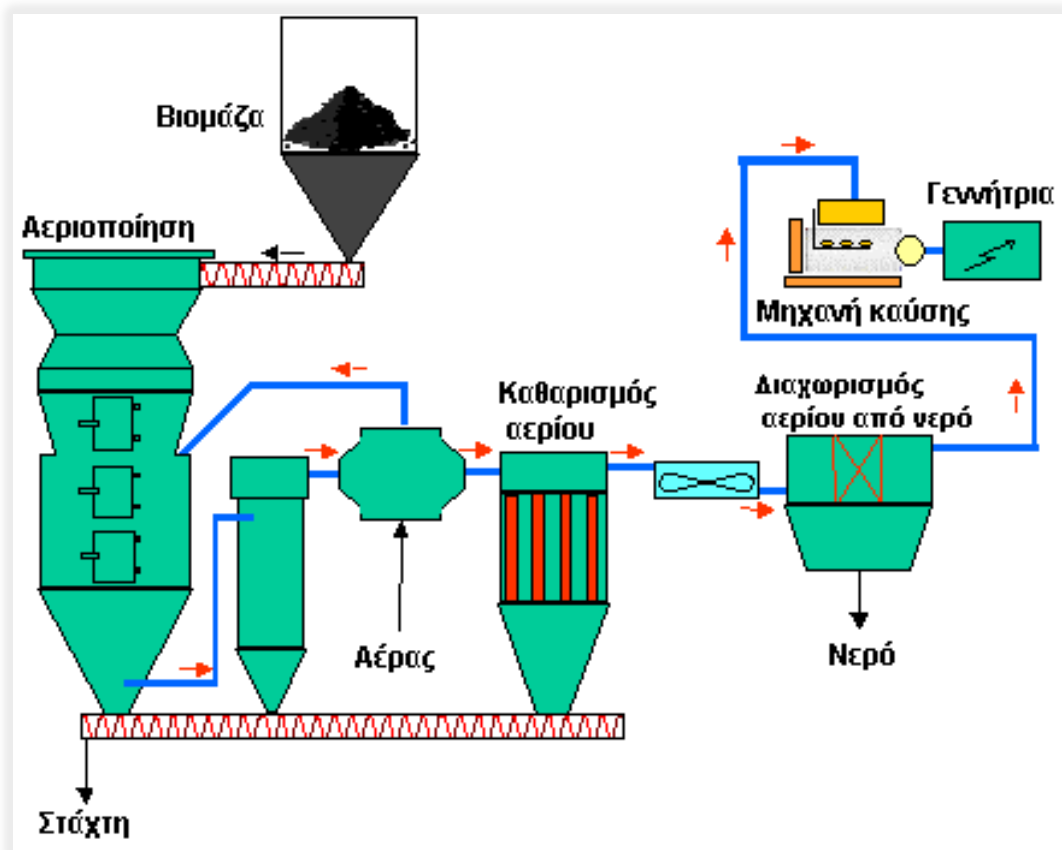
Η βιοενέργεια έχει τη μεγαλύτερη συνεισφορά στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές διότι απευθύνεται και στους τρεις φορείς ενέργειας:

1. Παροχή του ηλεκτρικού ρεύματος (Electricity)
2. Θέρμανση / ψύξη (Heat). Στην οικονομική ανάλυση που θα ακολουθήσει, δεν θα συμπεριληφθούν στοιχεία περί θέρμανσης, λόγω έλλειψης αξιόπιστων οικονομικών στοιχείων για παραγωγή θερμότητας από βιομάζα. Η μόνη αναφορά θα γίνει μέσω της διαδικασίας συμπαραγωγής (στην οποία θα αναφερθούμε στη συνέχεια), και στη μελέτη περίπτωσης του τελευταίου κεφαλαίου.
3. Βιοκαύσιμα (Fuels).

5.4 Μέθοδοι επεξεργασίας βιομάζας

Σκοπός της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας είναι η παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρισμού και κίνησης. Ανάλογα με την εκάστοτε διαθέσιμη πρώτη ύλη επιλέγεται και η κατάλληλη διεργασία για την βέλτιστη ενεργειακή της αξιοποίηση. Οι διεργασίες που είναι διαθέσιμες για τη βέλτιστη ενεργειακή της αξιοποίηση διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: τις θερμοχημικές, τις βιοχημικές και τις χημικές. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει την καύση, την αεριοποίηση και την πυρόλυση. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει την αναερόβια χώνευση και την αλκοολική ζύμωση. Τέλος, η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει τη μετεστεροποίηση.

Εικόνα 5.4.1: Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα



Πηγή: <http://www.cres.gr/>

Πιο συγκεκριμένα, οι μέθοδοι επεξεργασίας της βιομάζας είναι η καύση που ως προϊόν της έχει την παραγωγή θερμότητας, η πυρόλυση η οποία είναι μια θερμική διαδικασία (450 με 600 βαθμούς Κελσίου) όπου γίνεται η αποικοδόμηση της βιομάζας με απουσία του οξυγόνου. Στην πυρόλυση, παράγονται το βιοέλαιο 70%, το βιοαέριο 15% και ο

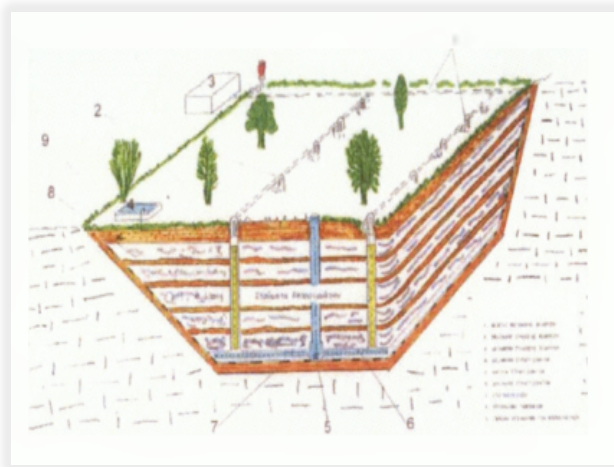
ξυλάνθρακας 15%. Επιπλέον, υπάρχει και η διαδικασία της αεριοποίησης της βιομάζας, όπου γίνεται η θερμική της αποικοδόμηση στους 750 με 850 βαθμούς Κελσίου, κατά την απουσία οξυγόνου. Τα παραγόμενα προϊόντα είναι το βιοαέριο, η πίσσα και ο ξυλάνθρακας. Όσον αφορά τα υγρά βιοκαύσιμα που προέρχονται από την επεξεργασία της βιομάζας είναι το βιοντίζελ και η βιοιθανόλη. Το βιοντίζελ παράγεται από φυτικά έλαια κυρίως με μετεστεροποίηση. Η βιοιθανόλη παράγεται κυρίως από την ζύμωση των αμυλούχων και σακχαρούχων συστατικών (αλκοολική ζύμωση).

Από τις παραπάνω διεργασίες, οι πιο ώριμες τεχνολογικά για ηλεκτροπαραγωγή, αλλά και η συχνότερα χρησιμοποιούμενες, είναι αυτή της καύσης στερεής βιομάζας και η καύση του βιοαερίου που προκύπτει από την αναερόβια χώνευση.

5.5 Βιοαέριο

Σημαντικές ενεργειακές ανάγκες μπορούν, επίσης, να καλυφθούν με τη χρήση του βιοαερίου ως καυσίμου σε μηχανές εσωτερικής καύσης, για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Αυτό αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα και παράγεται από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών κυρίως αποβλήτων, όπως είναι τα λύματα των χοιροστασιών, πτηνοτροφίων, βουστασιών, καθώς και βιομηχανικών και αστικών οργανικών απορριμμάτων. Στην περίπτωση των κτηνοτροφικών αποβλήτων, η παραγωγή του βιοαερίου γίνεται σε ειδικές εγκαταστάσεις, απλούστερες ή συνθετότερες, ανάλογα με το είδος της εφαρμογής. Σ' αυτές, εκτός από το βιοαέριο, παράγεται και πολύ καλής ποιότητας οργανικό λίπασμα, του οποίου η διάθεση στην αγορά μπορεί να συμβάλλει στην οικονομική βιωσιμότητα μίας εφαρμογής αυτού του είδους. Στην περίπτωση των αστικών απορριμμάτων, το βιοαέριο παράγεται στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ), όπως φαίνεται στο Σχήμα 7. Η μάστευση του μπορεί να αρχίσει μετά από το δεύτερο ή τρίτο χρόνο της απόθεσης των απορριμμάτων αυτών και εξαρτάται από την ποσότητά τους. Από την άλλη πλευρά, η ποσότητα του βιοαερίου που μαστεύεται εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητα των αποτιθεμένων απορριμμάτων σε οργανικά υλικά, καθώς και από την ποιότητα του υλικού επικάλυψης των στρώσεων. Αυτό θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο στεγανό, ώστε να επιτυγχάνεται η αναερόβια χώνευση, εμποδίζοντας, ταυτόχρονα, την απαέρωση του παραγόμενου βιοαερίου.

Εικόνα 5.5.1: Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)



Πηγή: <http://www.cres.gr/>

5.6 Εξέλιξη και προοπτικές στην Ελλάδα

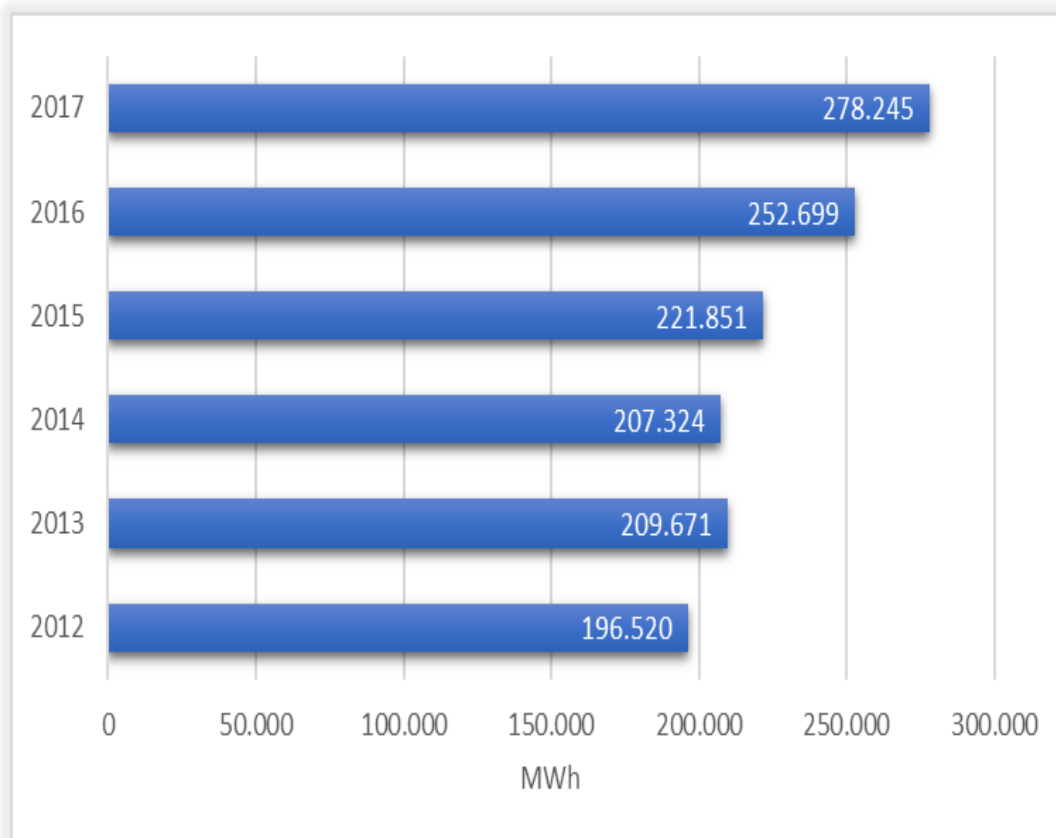
Η Ελλάδα, όπως και σε πολλούς άλλους τομείς δυστυχώς, έχει καθυστερήσει σημαντικά και στην αξιοποίηση του πλούσιου δυναμικού βιομάζας που διαθέτει. Εκτιμάται ότι η αξιοποίηση της τεχνικά εκμεταλλεύσιμης βιομάζας θα μπορούσε να ικανοποιήσει το ¼ των συνολικών αναγκών ηλεκτροδότησης της χώρας. Παρακάτω περιγράφεται η ελληνική πραγματικότητα.

- Βιοαέριο: Υπολογίζεται ότι οι μονάδες ισχύος περί τα 50 MW, που σχετίζονται κυρίως με τη λειτουργία ΧΥΤΑ ή Κέντρων Επεξεργασίας Λυμάτων βρίσκονται σε λειτουργία σήμερα.
- Υγρά Βιοκαύσιμα: Η Ελλάδα είναι από τις ελάχιστες χώρες της Ε.Ε. που δεν παράγεται βιοαιθανόλη, ενώ ακόμα και οι ποσότητες βιοντίζελ που παράγονται αφορούν πρώτης γενιάς βιοκαύσιμο.
- Στερεή Βιομάζα: Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι δεν υπάρχει στη χώρα μας καθόλου παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από στερεή βιομάζα – φαινόμενο που απαντάται μόνο σε άλλα 2 (Κύπρος & Μάλτα) από τα 28 μέλη της Ε.Ε. Εκτός τη συμβατικής καύσης της στερεής βιομάζας, τεχνολογίες πολύ περισσότερο αποδοτικές ενεργειακά και περιβαλλοντικά, όπως εί αι η αεριοποίηση της βιομάζας και η ενεργειακή αξιοποίηση του παραγόμενου syngas, βρίσκονται επίσης σε εμβρυακή κατάσταση στη χώρα μας.

- Πέλετ: Με δυναμικότητα που ξεπερνά τους 130.000 τόνους/έτος αλλά πραγματική παραγωγή το 2014 ίση με περίπου 36.000 τόνους, γίνεται φανερό πως υπάρχουν οι προϋποθέσεις για την περαιτέρω διεύρυνση των pellet στο ενεργειακό μίγμα της χώρας.
- Προηγμένα συνθετικά καύσιμα (Advancedsyntheticfuels – FischerTropschfuels): Η μετατροπή της βιομάζας σε συνθετικά καύσιμα (renewablediesel), αν και σχετικά νέα ως τεχνολογία, έχει αντλήσει με ταχύτατους ρυθμούς μεγάλο μέρος της ερευνητικής δραστηριότητας πανευρωπαϊκά, και θεωρείται το επόμενο μεγάλο στοίχημα για την βιομάζα τα προσεχή 10 χρόνια. Αν και στην Ε.Ε. υπάρχουν ήδη πιλοτικές μονάδες που λειτουργούν και εξετάζουν την βελτιστοποίηση των συνθετικών καυσίμων, στην Ελλάδα υπάρχει μόνο ερευνητική δραστηριότητα που απαιτεί ενίσχυση και στήριξη.

Πιο συγκεκριμένα, στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται αναλυτικά η συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από βιομάζα-βιοαέριο για τα έτη 2012 έως 2017. Από το γράφημα συμπεραίνεται σε γενικές γραμμές ότι υπάρχει μια μικρή αυξητική τάση.

Γράφημα7: Συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από βιομάζα-βιοαέριο (2012-2017)



Η βιομάζα αποτελεί μια σχετικά σύγχρονη μορφή ενέργειας, με ευοίωνες προοπτικές για την Ελλάδα, καθώς στη χώρα εντοπίζεται σημαντικό δυναμικό, τόσο σε γεωργικά όσο και δασικά υπολείμματα, τα οποία είναι διάσπαρτα και άμεσα διαθέσιμα.

Μερικές καλές ευκαιρίες για την παραγωγή ηλεκτρισμού από βιολογικής προέλευσης καύσιμα που υπάρχουν στην Ελλάδα, αφορούν στην καλύτερη ενεργειακή αξιοποίηση πάσης φύσεως βιοαποικοδομήσιμων υπολειμμάτων, αποβλήτων και λυμάτων. Σε πολλές περιπτώσεις αυτά απλά αφήνονται / απορρίπτονται στο περιβάλλον, με όλες τις αρνητικές συνέπειες μιας τέτοιας πρακτικής, ενώ σε άλλες η αξιοποίηση δεν είναι πλήρης. Πιο συγκεκριμένα:

- Σε μεγάλες κτηνοτροφικές μονάδες ή σε περιοχές όπου υπάρχουν συγκεντρωμένες περισσότερες μικρές, θα μπορούσαν να λειτουργήσουν αναερόβιοι χωνευτήρες για την παραγωγή βιοαερίου και εφαρμογές συμπαραγωγής, με προφανή οφέλη την εξοικονόμηση συμβατικά παραγόμενης ενέργειας, την παραγωγή εμπορεύσιμων παραπροϊόντων (π.χ. βελτιωτικών εδάφους) και την μείωση του επιβαρυντικού για το περιβάλλον οργανικού φορτίου των απορριπτόμενων υλικών. Εδώ βέβαια έχει μεγάλη σημασία η προσοχή στην μελέτη και την κατασκευή της εγκατάστασης από εξειδικευμένο και έμπειρο εργολάβο και κατόπιν στην λειτουργία της από ανάλογων προσόντων προσωπικό.
- Τέλος, θα μπορούσε να ενταθεί η αξιοποίηση του βιοαερίου που παράγεται από τα απορρίμματα δεκάδων μικρότερων δήμων από αποκεντρωμένες μονάδες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ

6.1 Εισαγωγή

Η πρόβλεψη της Συνολικής Παραγωγής Αιολικής Ενέργειας (MWh) είναι απαραίτητη έτσι ώστε να καθίσταται δυνατή η διαχείριση και η ενσωμάτωση της στα σύγχρονα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας. Συνεπώς, ερευνητικά κέντρα και εταιρείες έχουν επενδύσει κατά τις τελευταίες δεκαετίες, στην ανάπτυξη των μεθόδων και των λειτουργικών εργαλείων, οδηγώντας σε μια πληθώρα μοντέλων πρόβλεψης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ.

Με τον όρο μοντέλο θεωρούμε μια μαθηματική αναπαράσταση της πραγματικότητας. Τα μοντέλα πρόβλεψης μπορούν να διακριθούν σε διάφορες κατηγορίες. Τα απλά μοντέλα, τα οποία βασίζονται στην κλιματολογία και σε μετρήσεις προηγούμενων, ονομάζονται μοντέλα αναφοράς και είναι εύκολο να εφαρμοστούν. Τέτοια μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέτρα σύγκρισης. Επίσης, υπάρχουν τα εξελιγμένα μοντέλα, τα οποία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με τις μελέτες που γίνονται για τη μετάβαση από τις μετεωρολογικές προβλέψεις στην αναμενόμενη παραγωγή αιολικής ισχύος. Η πρώτη περίπτωση είναι η λεγόμενη φυσική προσέγγιση, που επικεντρώνεται στην περιγραφή της ροής του ανέμου στην περιοχή που βρίσκεται το αιολικό πάρκο αλλά και γύρω από αυτή. Η δεύτερη είναι η στατιστική προσέγγιση που μοντελοποιεί τα ιστορικά δεδομένα και τις μετεωρολογικές προβλέψεις με την παραγόμενη ισχύ, χωρίς να γίνονται υποθέσεις για τα φυσικά φαινόμενα.

Σε αυτό το Κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της Στατιστικής Ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε και η οποία βασίζεται στη χρήση χρονοσειρών καθώς επίσης και τα αποτελέσματα αυτής.

6.2 Μεθοδολογία Στατιστικής Ανάλυσης

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την πρόβλεψη της παραγωγής αιολικής ενέργειας σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα, αφορά τη χρήση χρονοσειρών. Η χρονοσειρά που χρησιμοποιήθηκε αποτελείται από μηνιαία στοιχεία λαμβανόμενα από έγκυρες στατιστικές υπηρεσίες της χώρας. Το πρόβλημα που αντιμετωπίστηκε είναι το γεγονός ότι η στατιστική ανάλυση και αντίστοιχα η εκμείωση προβλέψεων από μια χρονοσειρά είναι τόσο πιο

έγκυρη όσο πιο πολλά είναι τα παρελθοντικά στοιχεία. Και αυτό διότι πρόκειται για μια μέθοδο η οποία μέσω διάφορων στατιστικών μοντέλων επεξεργάζεται τα παρελθοντικά στοιχεία για να κάνει προβλέψεις. Κατά συνέπεια όσο πιο πολυπληθές είναι το δείγμα τόσο καλύτερη απεικόνιση μας δίνει για την παρελθοντική εξέλιξη του φαινομένου αλλά και τόσο πιο αξιόπιστο είναι το μοντέλο για την εξαγωγή προβλέψεων και ποιοτικών – ποσοτικών συμπερασμάτων. Συγκεκριμένα τα μηνιαία δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν την περίοδο Ιανουάριο του 2005 έως και Σεπτέμβριο του 2018 και τα οποία εξάχθηκαν από τον φορέα ΛΑΓΗΕ.

Το λογισμικό πακέτο το οποίο χρησιμοποιήθηκε είναι το στατιστικό πρόγραμμα StatGraphics και η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε είναι η μεθοδολογία στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων και εξαγωγής προβλέψεων η οποία συνοψίζεται στα κατωτέρω βήματα:

- Την χρήση Χρονοσειρών (timeseries).
- Την διερεύνηση ή όχι εποχικότητας.
- Την αναζήτηση του καταλληλότερου μοντέλου προβλέψεων.
- Την μελλοντική πορεία του υπό εξέταση μεγέθους.

6.3 Ανάλυση Χρονοσειρών

Χρονοσειρά ονομάζεται μια σειρά τιμών που λαμβάνει μια μεταβλητή σε διαδοχικές χρονικές περιόδους. Ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών παρατηρήσεων στις περισσότερες περιπτώσεις είναι σταθερής διάρκειας. Σκοποί της διαχρονικής ανάλυσης μιας μεταβλητής είναι η περιγραφή της μέχρι τώρα διαχρονικής εξέλιξής της, καθώς και η πρόβλεψη της μελλοντικής συμπεριφοράς της.

Είναι λοιπόν μια οικογένεια τυχαίων μεταβλητών X_t , $t \in T$, όπου T είναι χρονική περίοδος ή υποσύνολο του χώρου και X_t είναι η παρατήρηση στο χρόνο t . Αν το T είναι συνεχές τότε η χρονοσειρά λέγεται συνεχής ενώ αν το T είναι διακριτό τότε η χρονοσειρά λέγεται διακριτή. Οι χρονοσειρές που θα χρησιμοποιηθούν στην παρούσα μελέτη είναι οι διακριτές.

6.3.1 Χαρακτηριστικά των χρονοσειρών

Μια χρονοσειρά μπορεί να χαρακτηρίζεται από γραμμικότητα (linearity) ή μη-γραμμικότητα (nonlinearity). Η γραμμικότητα του συστήματος σημαίνει πως οι μεταβλητές του συστήματος αλληλεπιδρούν γραμμικά, δηλαδή αν θα εκφράζαμε το σύστημα με αναλυτική μορφή όλοι οι όροι θα ήταν γραμμικοί ως προς τις μεταβλητές του συστήματος. Σε αντίθετη περίπτωση το σύστημα είναι μη-γραμμικό. Για τη χρονοσειρά αυτό σημαίνει πως για ένα γραμμικό σύστημα ορίζουμε την εξέλιξη της χρονοσειράς ως γραμμικό συνδυασμό των προηγούμενων παρατηρήσεων της χρονοσειράς.

Είναι συχνό φαινόμενο στις χρονοσειρές η μέση τιμή τους να παρουσιάζει μια αυξητική, ή φθίνουσα, τάση ή/και να έχει εναλλαγές μεταξύ αυξητικών φάσεων και φθινουσών φάσεων, να παρουσιάζει δηλαδή μια κυκλικά επαναλαμβανόμενη δομή σε διαδοχικά χρονικά διαστήματα ή εποχές. Επίσης, από τη γραφική παράσταση μιας χρονοσειράς είναι δυνατόν να διαπιστώσουμε αν υπάρχουν “ιδιάζουσες” τιμές (outliers), τιμές δηλαδή που βρίσκονται σε προφανή απόκλιση από τις υπόλοιπες. Οι τιμές αυτές ενδέχεται να δημιουργήσουν σοβαρά προβλήματα στην μοντελοποίηση μιας χρονοσειράς και ως εκ τούτου χρειάζονται ειδική μεταχείριση αφού όμως πρώτα προσδιοριστεί το αίτιο το οποίο τις προκάλεσε.

Με τον όρο στασιμότητα (Stationarity) εννοούμε ότι οι διακυμάνσεις των τιμών της χρονοσειράς δε διαφοροποιούνται με το χρόνο. Μια μη στάσιμη χρονοσειρά μπορεί να έχει τάσεις (trends), δηλαδή αλλαγές στη μέση τιμή της με το χρόνο, μπορεί επίσης να παρουσιάζει περιοδικότητα (periodicity), που όταν αναφέρεται σε συγκεκριμένες περιόδους που σχετίζονται με φυσικές εποχές του έτους (μήνα, τρίμηνο, τετράμηνο) η οποία ονομάζεται και εποχικότητα (seasonality).

6.3.2 Συνιστώσες της χρονοσειράς

Η στατιστική ανάλυση των χρονοσειρών αποβλέπει στην ποσοτική μέτρηση και το διαχωρισμό των συνιστωσών που την αποτελούν. Για τη μελέτη της χρονοσειράς, ο διαχωρισμός των συνιστωσών είναι απαραίτητος καθώς κάποιες πρέπει να αφαιρεθούν ή να μελετηθούν ξεχωριστά.

- Η αφαίρεση της τάσης είναι απαραίτητη όταν πρέπει να μελετηθεί η συμπεριφορά της χρονοσειράς χωρίς αυτήν.

- Η κυκλική συνιστώσα έχει ιδιαίτερη σημασία ειδικά όταν πρόκειται για οικονομική δραστηριότητα και συνηθίζεται να μελετάται ανεξάρτητα.
- Η αφαίρεση της εποχικότητας διευκολύνει τη σύγκριση τιμών μια χρονοσειράς (πχ. μηνιαίων παρατηρήσεων).

Η μελέτη των συνιστωσών συμβάλλει στη μελέτη του παρελθόντος της χρονοσειράς και στην πρόβλεψη τη συμπεριφοράς της και τα μεγέθη αυτά όπως θα διαμορφωθούν στο μέλλον.

6.3.3 Χρονικό πλαίσιο της πρόβλεψης

Το μήκος του διαστήματος μεταξύ της χρονικής στιγμής κατά την οποία γίνεται η πρόβλεψη και της χρονικής στιγμής στην οποία αναφέρεται η πρόβλεψη ονομάζεται χρονικό πλαίσιο της πρόβλεψης (time frame). Όσο μεγαλώνει το χρονικό πλαίσιο τόσο δυσκολότερη γίνεται η λήψη μιας πρόβλεψης ως προς την ακρίβεια της προβλεπτικής ικανότητας.

Με βάση το μήκος τους, τα χρονικά πλαίσια μπορούν να είναι: άμεσα (immediate) με μήκος μικρότερο από ένα μήνα, βραχυπρόθεσμα (short-term) με μήκος 1-3 μήνες, μεσοπρόθεσμα (medium-term) με μήκος 3 μηνών έως 2 έτη , και μακροπρόθεσμα (long-term) με μήκος άνω των 2 ετών.

Οι μέθοδοι πρόβλεψης μέσω χρονοσειρών είναι περισσότερο αποτελεσματικές όταν το περιβάλλον παραμένει σταθερό, καθώς βασίζονται στην υπόθεση ότι το μέλλον θα μοιάζει με το παρελθόν, γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται συνήθως για βραχυπρόθεσμες προβλέψεις.

6.4 Η προσέγγιση Box-Jenkins

Η προσέγγιση των Box-Jenkins στην ανάλυση χρονοσειρών είναι μια μέθοδος εύρεσης ενός υποδείγματος ARIMA που να παριστάνει ικανοποιητικά τη στοχαστική διαδικασία από την οποία προήλθαν τα δεδομένα, δηλαδή το δείγμα.

Η Box-Jenkins ARIMA (Auto-Regressive Integrated Moving Average) τεχνική δίνει μορφή υποδείγματος στην πιο γενική μορφή σε μια διακριτή χρονοσειρά, ως συνάρτηση αυτοπαλινδρομούμενων όρων, κινούμενου μέσου και μιας σταθεράς. Περιλαμβάνει συγχρόνως στο εκτιμώμενο μοντέλο ένα τύπο εποχικού και ένα μη εποχικού παράγοντα και η γενική του μορφή συμβολίζεται ως:

ARIMA (p,d,q)(P,D,Q)s

Όπου:

- p: η τάξη αυτοπαλινδρόμησης του μη εποχικού παράγοντα
- d: η τάξη προς τα πίσω διαφορών του μη εποχικού παράγοντα
- q: η τάξη κινούμενου μέσου του μη εποχικού παράγοντα
- P: η τάξη αυτοπαλινδρόμησης του εποχικού παράγοντα
- D: η τάξη των προς τα πίσω διαφορών του εποχικού παράγοντα
- Q: η τάξη κινούμενου μέσου του εποχικού παράγοντα
- s: η εποχικότητα της χρονοσειράς

6.4.1 Το υπόδειγμα ARIMA(p,d,q)

Τα μοντέλα ARIMA συνδυάζουν τις ιδιότητες τριών διαφορετικών υπομοντέλων (υποσυστημάτων):

1. Αυτοπαλινδρόμησης (autoregression),
2. Ολοκλήρωσης (integration) και
3. Εξομάλυνσης με μετακινούμενο μέσο (movingaverage)

Παριστάνονται με 3 συντελεστές, που ο καθένας τους περιγράφει τα υπομοντέλα που αναφέρθηκαν.

Συγκεκριμένα, οι τρεις μορφές των παραμέτρων αυτού του υποδείγματος είναι:

1. παράμετρος αυτοπαλινδρόμησης (AR): οι p παράμετροι του αυτοπαλίνδρομου υποδείγματος, ή τάξη αυτοπαλινδρόμησης του μη εποχικού παράγοντα,
2. βαθμός διαφορικού μετασχηματισμού (I): ο αριθμός d των διαφορών που απαιτούνται για να γίνει η σειρά στάσιμη ή η τάξη προς τα πίσω διαφορών του μη εποχικού παράγοντα (στάσιμες διαδικασίες χαρακτηρίζονται στις οποίες ότι ο μέσος, η διακύμανση και οι αυτοδιακυμάνσεις δεν εξαρτώνται από το χρόνο, δηλαδή ο μέσος και η διακύμανση παραμένουν σταθεροί) και
3. τάξη μετακινούμενου μέσου (MA): οι q παράμετροι του υποδείγματος κινητού μέσου ή η τάξη κινούμενου μέσου του μη εποχικού παράγοντα.

Μια ARIMA(p,d,q) διαδικασία μπορεί να διατυπωθεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους και να πάρει τρεις διαφορετικές μορφές:

1. Ως συνάρτηση των παρελθουσών τιμών της και των τιμών του διαταρακτικού όρου, τρέχουσας και παρελθουσών. Η μορφή αυτή είναι γνωστή ως εξίσωση διαφοράς (differenceequationform).
2. Ως συνάρτηση των παρελθουσών τιμών της και της τρέχουσας τιμής του διαταρακτικού όρου. Η μορφή αυτή είναι γνωστή ως η αντίστροφη μορφή (invertedform).
3. Ως συνάρτηση μόνο των τιμών του διαταρακτικού, τρέχουσας και παρελθουσών. Η μορφή αυτή είναι γνωστή ως τυχαία διαταραχή (randomshockform).

6.4.2 Εποχικό δείγμα SARIMA

Τα εποχικά υποδείγματα SARIMA (seasonalARIMAmodels ή SARIMAmodels), είναι μια άλλη κατηγορία των υποδειγμάτων ARIMA. Το εποχικό μέρος ενός υποδείγματος ARIMA έχει την ίδια δομή με αυτή του μη-εποχικού υποδείγματος, δηλαδή μπορεί να έχει έναν παράγοντα AR, έναν παράγοντα MA και μια τάξη διαφορών.

Ένα εποχικό ARIMA υπόδειγμα ορίζεται σαν ένα υπόδειγμα $ARIMA(p,d,q) \times (P,D,Q)$, όπου:

- P είναι ο αριθμός των εποχικών αυτοπαλίνδρομων όρων (SAR),
- D είναι ο αριθμός των εποχικών διαφορών, και
- Q είναι ο αριθμός των εποχικών όρων κινητού μέσου (SMA).

Για να εξακριβωθεί ένα εποχικό υπόδειγμα, το πρώτο βήμα είναι να καθορίσουμε αν είναι απαραίτητη ή όχι μια εποχική διαφορά μαζί με μια μη-εποχική διαφορά ή μπορεί και αντί αυτής. Εάν το εποχικό υπόδειγμα είναι δυνατό και σταθερό με το χρόνο, (για παράδειγμα ψηλά το καλοκαίρι και χαμηλά το χειμώνα), τότε πιθανόν να πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια εποχική διαφορά ανεξάρτητα με το αν χρησιμοποιηθεί μια μη-εποχική διαφορά.

6.5 Ανάλυση χρονοσειρών με την μέθοδο Box-Jenkins

6.5.1 Τα στάδια της μεθόδου

Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τρία στάδια, την ταυτοποίηση (identification), την εκτίμηση (estimation), και το διαγνωστικό έλεγχο (diagnosticchecking).

1ο Στάδιο: Ταυτοποίηση

Στο στάδιο αυτό:

- Επιλέγεται ένα δοκιμαστικό μοντέλο ικανό να μας δείξει αν υπάρχουν βασικά χαρακτηριστικά στη χρονοσειρά, όπως τάση και εποχικότητα.
- Γίνεται απεικόνιση της ίδιας της μεταβλητής της χρονοσειράς, όπως επίσης και απεικόνιση των συναρτήσεων συσχέτισης (Correlation Functions) (Αυτοσυσχέτισης (Autocorrelation, ACF) και μερικής(partial) αυτοσυσχέτισης).
- Καθορίζονται οι τιμές των p, d, q , δηλαδή καθορίζεται ο αριθμός d των διαφορών που απαιτούνται για να μετατραπεί η σειρά σε στάσιμη αν δεν είναι. Προσδιορίζεται στη συνέχεια η τάξη του υποδείγματος ARIMA, δηλαδή καθορίζεται η τάξη p της αυτοπαλίνδρομης διαδικασίας και η τάξη q της διαδικασίας κινητού μέσου. Ο προσδιορισμός τους βασίζεται στις δειγματικές απλές και μερικές αυτοσυσχετίσεις.

Αν μια μεταβλητή χαρακτηρίζεται από τάση, ο μέσος και ίσως και η διακύμανσή της θα μεταβάλλονται με το χρόνο, πράγμα που σημαίνει ότι η σειρά δεν είναι στάσιμη. Σε αυτή την περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε τις πρώτες ή τις δεύτερες ή κ.τ.λ. διαφορές για να μετατραπεί η σειρά σε στάσιμη. Με τη μέθοδο των διαφορών επιδιώκουμε να εξαλείψουμε την τάση που υπάρχει σε μια χρονοσειρά σχηματίζοντας μια νέα χρονοσειρά από τις διαφορές μεταξύ διαδοχικών όρων. Έτσι, όταν η τάση είναι γραμμική, η χρονοσειρά που παράγεται έχει μηδενική τάση. Όταν η τάση είναι πολυωνυμική, η διαδικασία των διαφορών μεταξύ διαδοχικών όρων επαναλαμβάνεται μέχρι να εξαλειφθεί η τάση πλήρως.

2ο Στάδιο: Εκτίμηση

Γίνεται εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου ύστερα από την προσαρμογή του στα δεδομένα. Ελέγχεται η σημαντικότητα των παραμέτρων, προβλέπεται το μέρος της χρονοσειράς που χρησιμοποιείται γι' αυτό το σκοπό και γίνεται αποδοχή ή απόρριψη του μοντέλου.

3ο Στάδιο: Διαγνωστικός έλεγχος

Στο στάδιο αυτό ελέγχεται το πόσο καλά ταιριάζει το υπόδειγμα με τα δεδομένα, καθώς μπορεί κάποιο άλλο υπόδειγμα ARIMA να προσαρμόζεται καλύτερα.

Εφαρμόζονται στατιστικοί έλεγχοι για τη σημαντικότητα των παραμέτρων και τη συμπεριφορά των καταλοίπων και την τάξη του υποδείγματος.

Περιλαμβάνει τις διαδικασίες:

- υπολογισμού διαστημάτων εμπιστοσύνης στις διαδικασίες πρόβλεψης,

- τον υπολογισμό του τυπικού σφάλματος και άλλων στατιστικών μεγεθών με σκοπό την ποσοτική εκτίμηση της σημαντικότητας των συντελεστών του μοντέλου και
- τον έλεγχο της κανονικότητας των υπόλοιπων (residuals).

6.5.2 Επιλογή του κατάλληλου υποδείγματος

Για την επιλογή του κατάλληλου υποδείγματος υπάρχουν κάποια κριτήρια που χρησιμοποιούνται. Παρατηρούμε ότι αν αυξήσουμε την τάξη του υποδείγματος προσθέτοντας υστερήσεις είτε για το αυτοπαλίνδρομο τμήμα είτε για το τμήμα κινητού μέσου, θα μειώνεται το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων, αλλά ταυτόχρονα θα μειώνονται και οι βαθμοί ελευθερίας αφού εκτιμώνται περισσότερες παράμετροι. Ένα από τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται είναι το κριτήριο πληροφοριών Akaike (Akaike Information Criterion) ή αλλιώς AIC.

6.5.3 Αξιολόγηση του υποδείγματος

Για την αξιολόγηση της προβλεπτικής ικανότητας του υποδείγματος, υπάρχουν διάφορα κριτήρια. Τα κυριότερα από αυτά είναι:

- Ρίζα του μέσου τετραγώνου του σφάλματος (RootMeanSquareError),
- Μέσο απόλυτο σφάλμα (Mean Absolute Error) και
- Μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (Mean Absolute Percentage Error)

Οι δείκτες αυτοί χρησιμοποιούνται για να εξεταστεί κατά πόσο αξιόπιστα περιγράφεται η εξέλιξη της χρονοσειράς από τις διάφορες τεχνικές πρόβλεψης. Όσο μικρότερες είναι οι τιμές των παραπάνω δεικτών τόσο καλύτερη θεωρείται η πρόβλεψη.

6.5.4 Έλεγχος των καταλοίπων

Επειδή η διαδικασία πρόβλεψης ποτέ δεν απομακρύνει τελείως τον κίνδυνο, κρίνεται αναγκαίο στη διαδικασία για τη λήψη της πρόβλεψης να λαμβάνεται υπόψη η αβεβαιότητα που περικλείει η πρόβλεψη. Η πραγματική τιμή μια μεταβλητής εννοιολογικά συνδέεται με την πρόβλεψη σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Πραγματική τιμή} = \text{Τιμή πρόβλεψης} + \text{Σφάλμα πρόβλεψης}$$

Αν το εκτιμώμενο υπόδειγμα είναι το πιο κατάλληλο για τα δεδομένα που έχουμε, τότε τα κατάλοιπα θα πρέπει να μην αυτοσυσχετίζονται. Η μελέτη των αυτοσυσχετίσεων των

καταλοίπων μπορεί να δείξει ότι υπάρχει ανεπαρκής προσαρμογή του υποδείγματος, όπως επίσης μπορεί να δείξει και τη μορφή των αναγκαίων τροποποιήσεων που πρέπει να πραγματοποιήσουμε έτσι ώστε το υπόδειγμα να είναι το κατάλληλο.

6.5.5 Έλεγχος της τάξης του υποδείγματος

Αυτός ο έλεγχος γίνεται με μια διαδικασία που ονομάζεται υπερπροσαρμογή (overfitting). Σύμφωνα με αυτή τη διαδικασία ο έλεγχος της καταλληλότητας του εκτιμημένου υποδείγματος γίνεται συγκρίνοντάς το με ένα άλλο υπόδειγμα μεγαλύτερης τάξης. Αν το εκτιμημένο υπόδειγμα είναι τελικά το καταλληλότερο για τα δεδομένα που έχουμε, θα πρέπει οι επιπλέον συντελεστές στα μεγαλύτερα υποδείγματα να μην είναι στατιστικά διαφορετικοί από το μηδέν.

Αν αυτοί οι συντελεστές δεν είναι μηδέν, τότε θα υπάρχει κάποιο άλλο υπόδειγμα που να είναι πιο κατάλληλο για τα δεδομένα μας, απ' ό,τι το εκτιμημένο.

6.5.6 Εγκυρότητα πρόβλεψης

Για να είναι έγκυρη η πρόβλεψη πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

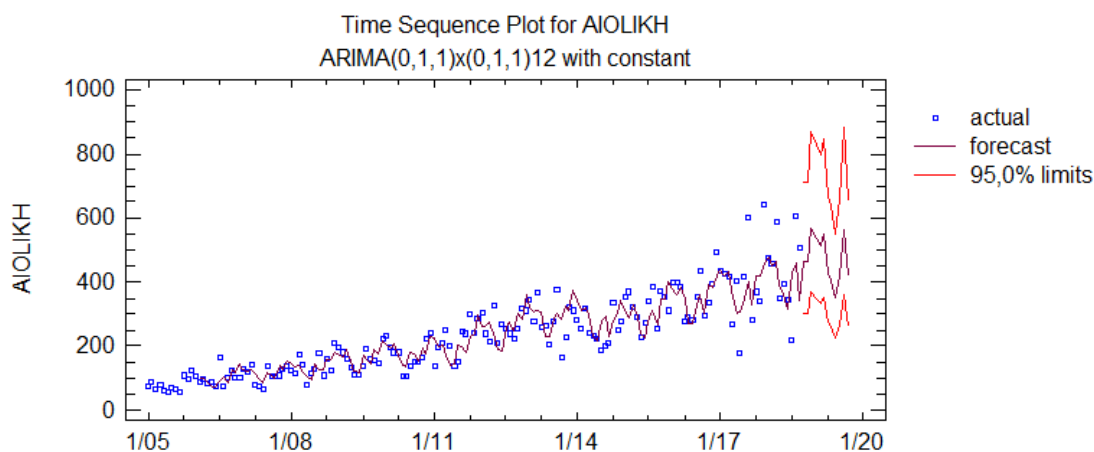
- Το διάστημα λήψης δεδομένων να είναι παρόμοιο με το διάστημα πρόβλεψης, δηλαδή να μη διαφέρουν οι συνθήκες που επηρεάζουν τις τιμές της μεταβλητής. Ειδικότερα τα πιο παλιά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να είναι σε συνθήκες παρόμοιες με το διάστημα για το οποίο θα γίνει η πρόβλεψη.
- Η πρόβλεψη πρέπει να είναι πεπερασμένη σε πλήθος στοιχείων, καθώς όσο απομακρυνόμαστε από την τελευταία παρατήρηση αυξάνεται η αβεβαιότητα και το προβλεπόμενο διάστημα εμπιστοσύνης μεγαλώνει. Συνήθως η πρόβλεψη για να θεωρείται έγκυρη αντιστοιχεί σε μέγεθος στο 10% του μεγέθους του δείγματος δεδομένων.
- Τα δεδομένα πρέπει να είναι επαρκή σε πλήθος. Αν το δείγμα δεδομένων είναι πολύ μικρό αμφισβητείται η εγκυρότητα της πρόβλεψης.
- Τα δεδομένα πρέπει να είναι συμβατά μεταξύ τους.
- Το μοντέλο πρέπει να είναι κατάλληλο για τα δεδομένα και να δίνει προβλέψεις κοντινές στις πραγματικές τιμές. Η εγκυρότητα εξασφαλίζεται μέσω ελαχιστοποίησης του σφάλματος, μέσω ελέγχων των αποκλίσεων των προβλέψεων με πραγματικές τιμές για διαστήματα που υπάρχουν γνωστά δεδομένα.

6.6 Χρονοσειρά

Σε πρώτο στάδιο χρησιμοποιείται η χρονοσειρά δεδομένων για να σχεδιαστεί η αναπαράσταση της εξέλιξης του υπό εξέταση μεγέθους όπως φαίνεται στο Γράφημα 5.

Το Γράφημα 6 παρέχει τη δυνατότητα να διαπιστωθεί σε γραφική μορφή όλη η παρελθοντική εξέλιξη του φαινομένου. Αφορά, μια γραφική απεικόνιση ποσοτικής διάστασης η οποία όμως μας παρέχει την δυνατότητα εξαγωγής χρήσιμων ποιοτικών συμπερασμάτων.

Γράφημα 8: Γράφημα χρονοσειράς παραγόμενης αιολικής ενέργειας από ΑΠΕ

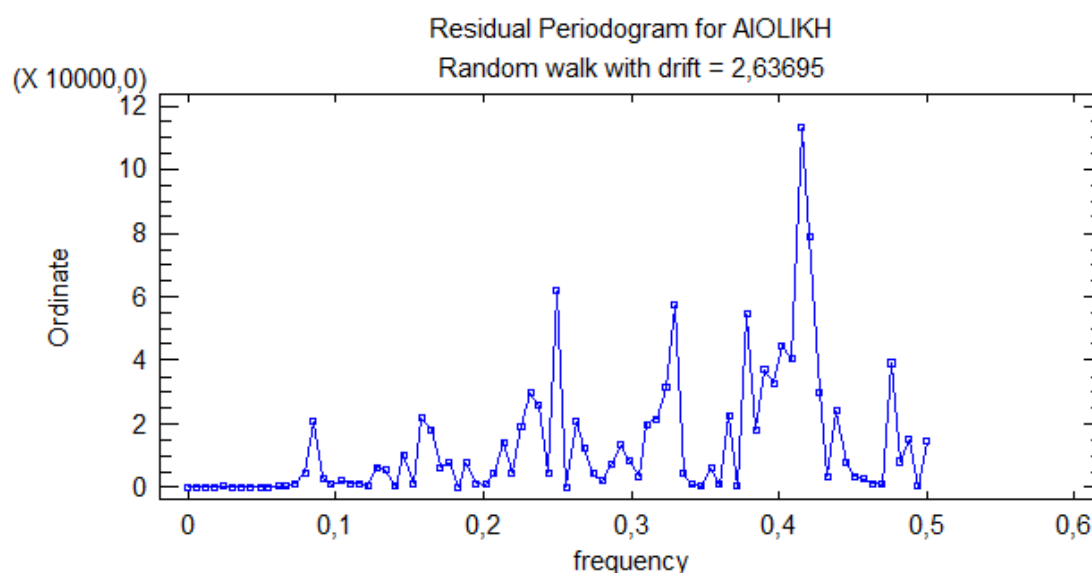


Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα με κόκκινη γραμμή απεικονίζεται η εκτιμώμενη πρόβλεψη. Η παραπάνω πρόβλεψη δεν αποτελεί ένα έμπιστο και αξιόπιστο αποτέλεσμα, καθώς δεν έχει προηγηθεί περεταίρω ανάλυση. Μια παρατήρηση που είναι εμφανής στο διάγραμμα είναι η αυξητική τάση που χαρακτηρίζει την παραγωγή αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι τα ιστορικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση αφορούν παραγωγή αιολικής ενέργειας σε MWh και τα οποία προκειμένου να προκύψει ένα αξιόπιστο μοντέλο πρόβλεψης, χρησιμοποιήθηκε ο Μετασχηματισμός σε Φυσικούς Αλγόριθμους (naturallog) με βάση το e ώστε να μειωθεί η διάσταση των δεδομένων και κατ' επέκταση ο έλεγχος που αφορά το VAR (δες παρακάτω) να είναι επιτυχής (OK).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η ανάλυση γίνεται για τη χρονική περίοδο 01/2005-01/2018, δηλαδή για ένα διάστημα που η Ελλάδα είναι σε οικονομική κρίση. Ωστόσο η κρίση δεν φαίνεται να επηρεάζει την παραγωγή των ΑΠΕ. Επιπλέον, οι παρεμβάσεις στο

ρυθμιστικό πλαίσιο, οι οποίες αναλύθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο, φαίνεται να έχουν λειτουργήσει ευνοϊκά για την ανάπτυξη των ΑΠΕ.

Γράφημα 9: Περιοδόγραμμα της χρονοσειράς παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ



6.7 Διερεύνηση Ύπαρξης Εποχικότητας

Σε δεύτερο επίπεδο είναι αναγκαίο να ελεγχθεί η εποχικότητα ή μη του φαινομένου, δηλαδή η επαναληψιμότητα του ή όχι σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Ένα φαινόμενο είναι περιοδικό όταν εμφανίζει μία ίδια συμπεριφορά στο ίδιο χρονικό διάστημα. Ο όρος αυτός σίγουρα δεν έχει σχέση με την γενική τάση του μεγέθους (που μπορεί να είναι γενικά αυξητική ή σταθερή ή μειωμένη) και δεν πρέπει να συγχέεται με την κυκλικότητα που εκφράζει την επαναληπτική συμπεριφορά ενός φαινομένου σε τυχαία χρονικά διαστήματα. Η ύπαρξη εποχικότητας ή όχι εκτός από ποιοτικούς λόγους έχει μεγάλη σημασία διότι καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τα αποτελέσματα της μελλοντικής πρόβλεψης. Στην παρούσα φάση δεδομένου ότι η τετμημενη είναι ίση με $0,0833=1/12$ στεκμέρεται 12 μηνια εποχικότητα.

6.8 Επιλογή Καταλληλότερου Μοντέλου Πρόβλεψης

Σε τρίτο επίπεδο χρειάζεται να γίνει η βέλτιστη επιλογή μοντέλου πρόβλεψης. Για την επιλογή του κατάλληλου μοντέλου τα δεδομένα χρειάστηκε να μετασχηματισθούν λογαριθμικά με βάση το λ(νεπέριο λογάριθμο). Το λογισμικό πακέτο που χρησιμοποιούμε βασίζεται σε ένα σύνολο στατιστικών μοντέλων τα οποία το πρόγραμμα τα ελέγχει και στην εκάστοτε περίπτωση αποφασίζει ποιο είναι το καλύτερο για την εξαγωγή μελλοντικών προβλέψεων. Για να γίνει αυτό ξαναρχίζουμε την προηγούμενη διαδικασία μεθόδου χρονοσειρών – προβλέψεων προσθέτοντας την περίπτωση που υπάρχει η επαναληψιμότητα του φαινομένου. Το πρώτο στοιχείο που εξάγεται από το σύστημα είναι ένας Πίνακας Ανάλυσης όπου παρατίθενται τα βασικά στοιχεία της χρονοσειράς και η αναφορά πρόβλεψης όπου δίνονται πληροφορίες για το αυτόματα επιλεγμένο μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για την πρόβλεψη και δείχνει τα στοιχεία που αφορούν τα ιστορικά δεδομένα.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η αναφορά ανάλυσης των προβλέψεων όπως έχει εξαχθεί από το πρόγραμμα.

Forecasting - AIOLIKH

Data variable: AIOLIKH

Number of observations = 165

Start index = 1/05

Sampling interval = 1,0 month(s)

Length of seasonality = 12

Forecast Summary

Math adjustment: Natural log

Nonseasonal differencing of order: 1

Seasonal differencing of order: 1

Forecast model selected: ARIMA(0,1,1)x(0,1,1)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	56,0191	
MAE	39,6093	
MAPE	17,094	
ME	0,586281	
MPE	-4,197	

Πίνακας 3: Αναφορά Ανάλυσης Προβλέψεων

Το σημαντικότερο ωστόσο είναι να επιλεγεί εκείνο το μοντέλο το οποίο κρίνεται καταλληλότερο ούτως ώστε να προκύψουν καλύτερες δυνατές προβλέψεις. Αφού έχουν ελεγχθεί οι πρώτης τάξεως εποχικές διαφορές για την εξάλειψη της εποχικότητας, τα μοντέλα που θα εξεταστούν είναι τα παρακάτω:

(A) ARIMA(0,1,2)x(1,1,2)₁₂

(B) Winters' exp. smoothing with alpha = 0,2117, beta = 0,0463, gamma = 0,2222

(C) Brown's quadratic exp. smoothing with alpha = 0,111

(D) Holt's linear exp. smoothing with alpha = 0,1594 and beta = 0,0442

(E) Brown's linear exp. smoothing with alpha = 0,148

Πίνακας 2: Σύγκριση προτεινόμενων μοντέλων

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE
(A)	56,0191	39,6093	17,094	0,586281	-4,197
(B)	65,3459	45,841	19,8759	12,7506	0,335676
(C)	64,4021	46,6637	20,9238	8,00348	0,216055
(D)	63,3212	45,6501	21,1277	3,83077	-5,45913
(E)	64,2268	46,7596	21,4082	2,05753	-2,51153

Το μοντέλο που προκρίνεται είναι το (A) ARIMA(3,0,3)x(2,1,1)₁₂ με σταθερά, έχοντας την μικρότερη τιμή RMSE (ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος), MAE (μέσο απόλυτο σφάλμα), MAPE (μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα), όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα.

Πίνακας 3: Έλεγχοι Καταλοίπων

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
-------	------	------	------	------	------	-----

(A)	56,0191	OK	OK	OK	OK	OK
(B)	65,3459	*	OK	***	OK	***
(C)	64,4021	*	OK	***	OK	***
(D)	63,3212	*	*	***	OK	***
(E)	64,2268	*	*	***	OK	***

Εξετάζοντας τη συμπεριφορά των καταλοίπων παρατηρούμε ότι το μοντέλο (A) $ARIMA(0,1,2) \times (1,1,2)_{12}$ με σταθερά, που προκρίθηκε έχει 5 OK στους πέντε ελέγχους καταλοίπων.

Οι έλεγχοι που γίνονται είναι οι παρακάτω:

- RUNS = Έλεγχος ρών πάνω και κάτω,
- RUNM = Έλεγχος ρών πάνω και κάτω από τη διάμεσο,
- AUTO = Box-Pierce έλεγχος για αυτοσυσχέτιση,
- MEAN = Έλεγχος διαφοράς μέσου στο 1ο και 2ο μισό και
- VAR = Έλεγχος διαφοράς διασποράς στο 1ο και 2ο μισό.

Το αποτέλεσμα των ελέγχων αυτών καθορίζει κατά πόσο είναι κατάλληλο ένα μοντέλο για τα δεδομένα. Τα 5 OK δείχνουν ότι το μοντέλο (A) που έχει επιλεγεί είναι κατάλληλο για να χρησιμοποιηθεί για πρόβλεψη, βάσει των δεδομένων που υπάρχουν. Στον παρακάτω πίνακα κρίνεται η σημαντικότητα των συντελεστών του προκρινόμενου μοντέλου πρόβλεψης. Οι συντελεστές με P-value μικρότερο από 0,10 είναι στατιστικά σημαντικοί, διάφοροι του μηδενός, σε βαθμό εμπιστοσύνης 95%. Παρατηρείται ότι τα p-value των συντελεστών είναι μικρότερα από 0,10 συνεπώς είναι στατιστικά σημαντικοί.

Πίνακας 4: Έλεγχος παραμέτρων του μοντέλου $ARIMA(0,1,2)(1,1,2)_{12}$

Paramete	Estimate	Stnd. Error	t	P-value
r				
MA(1)	0,881447	0,03894	22,636	0,000000
SMA(1)	0,840114	0,0292326	28,739	0,000000
Mean	-	0,00065438	-0,895095	0,372180
	0,000585735	3		
Constant	-			

	0,000585735			
--	-------------	--	--	--

6.9 Πρόβλεψη Μελλοντικών Παραγωγής Αιολικής ενέργειας

Βάσει των παραπάνω το μοντέλο είναι κατάλληλο για να υπολογιστούν οι προβλέψεις για το διάστημα Οκτώβρης 2018 – Σεπτέμβρης 2019. Οι προβλέψεις που δίνει το μοντέλο και το αντίστοιχο διάστημα εμπιστοσύνης παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί. Έχοντας επιλέξει το καλύτερο δυνατό μοντέλο μπορούμε να εξετάσουμε τα στοιχεία προβλέψεων αυτού. Το σημαντικότερο στοιχείο των προβλέψεων είναι το πλήθος αυτών. Αυτό εξαρτάται κατά κύριο λόγο από το πλήθος των στοιχείων της χρησιμοποιούμενης χρονοσειράς και προσδιορίζεται ενδεικτικά σε αναλογία με τα τελευταία ως ένα ποσοστό 10% αυτών. Δηλαδή σε μια χρονοσειρά 92 στοιχείων μια πρόβλεψη 12 στοιχείων (ενός έτους) θεωρείται εύλογη. Το δεύτερο σημείο που χρειάζεται να εξεταστεί είναι το γεγονός ότι το πρόγραμμα εκτός από τις απολυτές τιμές των προβλέψεων βγάζει και τα άνω και κάτω όρια εμπιστοσύνης 95%. Τα όρια αυτά ανά περίπτωση μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντική, μιας και σχετίζονται με την διακύμανση της πρόβλεψης.

Πίνακας 5: Πρόβλεψη παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ με τη χρήση του ARIMA(0,1,2)(1,1,2)₁₂

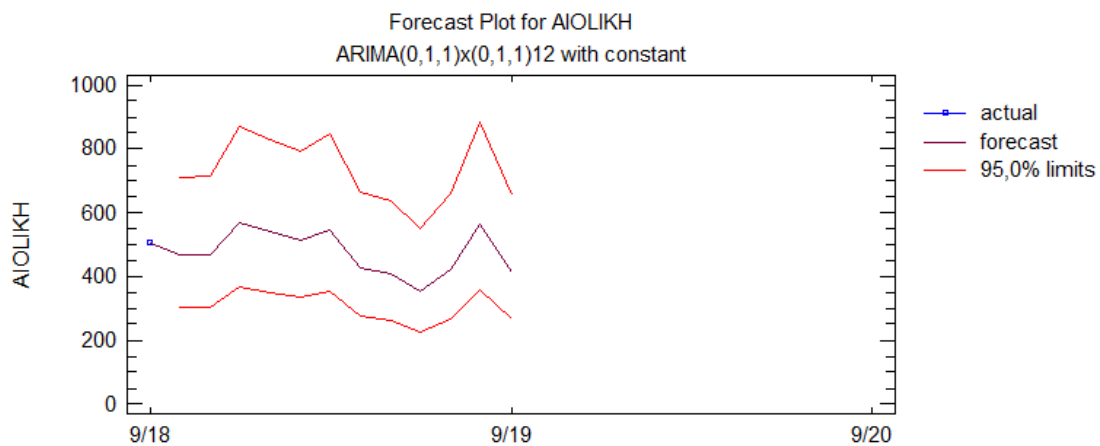
		<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
10/18	465,716	304,888	711,383
11/18	466,013	304,178	713,951
12/18	567,14	369,097	871,445
1/19	538,951	349,726	830,557
2/19	514,717	333,032	795,52
3/19	547,009	352,905	847,873
4/19	427,354	274,919	664,309
5/19	407,992	261,717	636,022
6/19	352,656	225,58	551,316
7/19	420,188	268,023	658,742

8/19	563,061	358,154	885,2
9/19	416,15	263,971	656,058

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι οι προβλέψεις για την επόμενη χρονική περίοδο προσομοιάζουν και σε τάσεις και σε χαρακτηριστικά με τις αντίστοιχες της χρονικής περιόδου 10/2017-09/2018 λόγω της εποχικότητας. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες αλλαγές στους επιμέρους μήνες.

Γενικότερα, λόγω των κλιματικών συνθηκών στην Ελλάδα παρατηρούνται αυξομειώσεις στις τιμές παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Έτσι είναι δεδομένο πως η παραγωγή των ΑΠΕ βασίζεται στην εποχικότητα. Στο παρακάτω γράφημα απεικονίζονται γραφικά οι προβλεπόμενες τιμές που αναγράφονται στον παραπάνω πίνακα.

Γράφημα 10: Γράφημα προβλέψεων για το διάστημα 09 /2018-09/2019



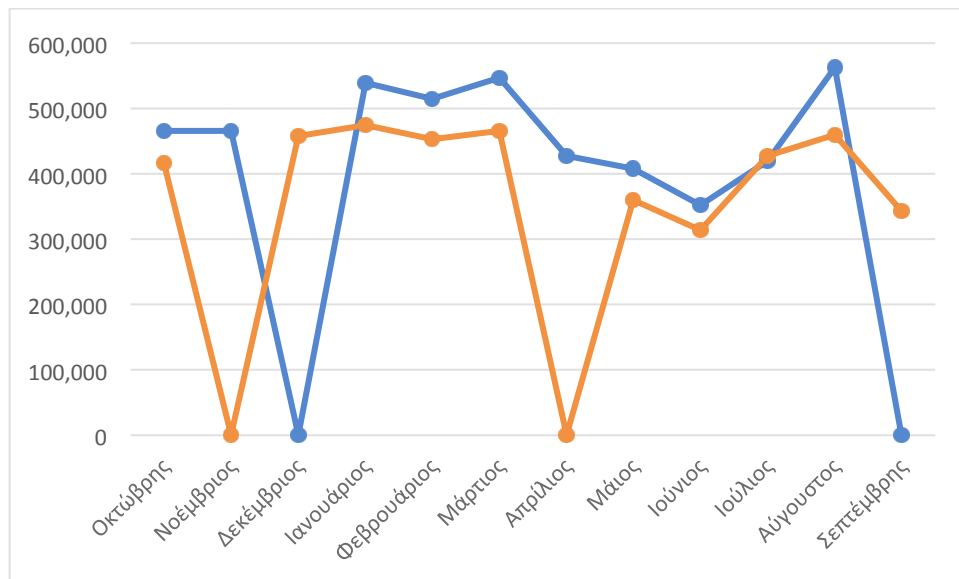
Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι προβλεπόμενες με βάση το μοντέλο, μηνιαίες τιμές συνολικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ για το χρονικό διάστημα Οκτώβρη 2018 έως Σεπτέμβρη 2019 σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, οι πραγματικές τιμές για το αντίστοιχο χρονικό διάστημα Οκτώβρη 2017 έως Σεπτέμβρη 2018 και η ποσοστιαία μεταβολή μεταξύ των δυο αυτών περιόδων.

Μήνας	Πρόβλεψη 10/2018-9/2019	Παραγωγή 10/2017-9/2018	Μεταβολή
10/18	465,716	417,317	11.60%
11/18	466,013	418,66	11.31%
12/18	567,14	457,776	23.89%

1/19	538,951	474,789	13.51%
2/19	514,717	453,128	13.59%
3/19	547,009	465,825	17.43%
4/19	427,354	394,67	8.28%
5/19	407,992	359,958	13.34%
6/19	352,656	313,777	12.39%
7/19	420,188	427,252	-1.65%
8/19	563,061	460,179	22.36%
9/19	416,15	343,585	21.11%

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται πως θα συνεχιστεί η αυξητική τάση. Η ποσοστιαία αυξητική τάση φαίνεται στην τελευταία στήλη του παραπάνω πίνακα, όπου αν εξαιρεθεί η οριακή πτώση που υπάρχει τον Οκτώβριο, τον Νοέμβριο και τον Ιανουάριο, όλοι οι υπόλοιποι μήνες δείχνουν αύξηση στην παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ, με την μεγαλύτερη αύξηση να σημειώνεται τον Δεκέμβριο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι από το 2015 κι έπειτα, ο μήνας κατά τον οποίο επιτυγχάνεται η υψηλότερη παραγωγή είναι ο Αύγουστος και ο μήνας ο οποίος έχει την μεγαλύτερη αύξηση διαχρονικά είναι ο Δεκέμβριος. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τον μήνα Δεκέμβριο παρατηρείται πως το 2014 η συνολικά παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ ήταν 545.837 MWh ενώ τον Δεκέμβριο του 2017 έφτασε τις 929.417 MWh. Μιλώντας με ποσοστά, αν θεωρηθεί έτος βάσης το 2014, η αύξηση στην παραγόμενη **Γράφημα11: Απεικόνιση σύγκρισης των πραγματικών τιμών της χρονικής περιόδου 10/2017-9/2018 και των προβλεπόμενων 10/2018-9/2019 αντίστοιχα**



Όπως φαίνεται και από το παραπάνω γράφημα, η συνολικά παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ θα είναι αυξημένη την περίοδο 10/2018-9/2019 σε σχέση με την περίοδο 10/2017-9/2018. Για την περίοδο που γίνεται η πρόβλεψη παρατηρείται ότι σε 9 από τους 12 μήνες η συνολικά παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ θα είναι υψηλότερη σε σχέση με τους αντίστοιχους μήνες της προηγούμενης περιόδου. Σε ετήσιο ποσοστό μεταβολής, βάσει των ευρημάτων, υπολογίζεται ότι θα υπάρξει αύξηση της τάξεως του 3%.

6.10 Περιορισμοί Πρόβλεψης

Η εν λόγω έρευνα βασίζεται σε μοντέλα στατιστικής ανάλυσης. Ως εκ τούτου οι περιορισμοί που τίθενται έχουν να κάνουν με τα χρησιμοποιούμενα στατιστικά στοιχεία (ως πλήθος) και με το μέγιστο δυνατό αριθμό προβλέψεων. Τα μεγέθη στα οποία αναφερόμαστε αφορούν διαδικασίες οι οποίες έχουν λίγα χρονιά εφαρμογής στον Ελλαδικό χώρο. Και αυτό είναι απολύτως λογικό διότι σε μια πιο σφαιρική προσέγγιση του θέματος και σε μια μελλοντική μακροπρόθεσμη βάση (πολλαπλών ετών) η ετησία μεταβολή μπορεί να αποκαλύψει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των εν λόγω μεγεθών. Κατά συνέπεια, η συγκεκριμένη έρευνα χρησιμοποιεί τον μέγιστο αριθμό παρελθοντικών στοιχείων που είναι διαθέσιμα αυτή την στιγμή από αξιόπιστο οργανισμό. Ο περιορισμός των χρησιμοποιούμενων στοιχείων αυτομάτως θέτει και περιορισμούς στις μελλοντικές προβλέψεις. Η πρόβλεψη που κάναμε είναι τόσο πιο αξιόπιστη και έγκυρη όσο πιο πού μοιάζει ως προς τις συνθήκες που επηρεάζουν τα συνολικά έσοδα του κράτους το χρονικό διάστημα λήψης δεδομένων με το χρονικό διάστημα πρόβλεψης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βλάχου Α., 2001. Περιβάλλον και φυσικοί πόροι, Οικονομική θεωρία και πολιτική, Τόμος Α. Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα.
2. Γληνού Γ., Χρισταντώνης Ν και Κουλούρης Κ. Παρουσίαση ΡΑΕ: “Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα: Παρούσα κατάσταση, κίνητρα, εμπόδια και προοπτικές”, 2008.
3. Ζήση Ι. (2003).ISBN 960-7284-18-6 «Το πράσινο επιχειρείν». Αθήνα: Υ.Πε.Χω.Δ.Ε,Παν.Δοι.Κο
4. Καλδέλλης Ι. Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας, Εκδόσεις: Σταμούλης, 1999.
5. ΚΑΠΕ. Ενέργεια και Πολίτης, 2005.
6. 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.
7. Κορωναίος Χ. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Πανεπιστημιακές σημειώσεις Δ.Π.Μ.Σ. Ε.Μ.Π. “Περιβάλλον και Ανάπτυξη”, 2003.
8. Μουζιούρας Ν. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Εξέλιξη – Προβλέψεις, ΠΑΠΕΙ, 2010.
9. Μπάης Α. Ενέργεια και Περιβάλλον, 2003.
10. Παπαδάκης Μ., Τσίμπος Κ., Μουρελάτος Α., 1997, Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων με το λογισμικό Statgraphics, Εκδόσεις Σταμούλης.
11. Σφακιανάκης Μιχάλης, Μάρτιος 2002, Πρακτική Πληροφορική και Εφαρμογές, Πατάκης, Αθήνα.

12. Τσούτσος Θ. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Περιβάλλον, Πολυτεχνείο Κρήτης - Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, 2008.
13. Γ. Λ. Γληνού, Δ. Α. Παπαχρήστου και Α. Μ. Παπαδόπουλος, 2006, Η Εκμετάλλευση της Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα: Αναδρομή, Παρούσα Κατάσταση και Προοπτικές, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή

Ξενόγλωσση

14. EIA, European International Association, (2009), World Energy Projections Plans.
15. EWEA. "Annual Report 2008".
16. Greece Hellenic Association of Photovoltaic Companies (HELAPCO), The Greek PV Market Opportunities for investments in Greece Hellenic Association of Photovoltaic Companies (HELAPCO) September 2007, HELAPCO.
17. The Greek PV Market - Opportunities for investments in Greece - Hellenic Association of Photovoltaic Companies , September 2007, HELAPCO.
18. McKinsey Global Institute, May 2007, Curbing Global Energy Demand Growth: The energy productivity opportunity.
19. Murray C. European Photovoltaic Industry Association Global market outlook or photovoltaics until 2013, EPIA, 2009.
20. Toni Johnson, July 7, 2009, Economic Challenges for Climate Change Policy, <http://www.cfr.org/publication/16009/economic.challenges.for.climate.change.policy.html>
21. World Energy Outlook 2006, International Agency, 2006.
22. Stahel, W.R., 2006, The performance economy, Palgrave Macmillan, New York
23. George Monbiot, 14 October 2008, Sustainable Development Commission, Gurdian, This stock collapse is petty when compared to the nature crunch
24. Bill Emmott, 2009, Times of London: OPEC's Greed will Herald the End of the Oil Age, <http://www.cfr.org/publication/20072/times.of.london.html>
25. Toni Johnson, July 7, 2009, Economic Challenges for Climate Change Policy, <http://www.cfr.org/publication/16009/economic.challenges.for.climate.change.policy.html>
26. Nasa at science: How do photovoltaics work, <http://science.nasa.gov/default.htm>
27. PV Market Expected To Reach \$32 Billion by 2012 Photovoltaics: Global Markets & Technologies, 2008, BCC Research, <http://www.environmentalleader.com/2008/01/04/pv-market-expected-to-reach-32-billion-by-2012/>

28. Diana Farrell, September 17, 2008, Boosting Europe's Energy Productivity, Business Week
Jonathan Woetzel, 2008, Profiting from innovation, energy productivity, China Daily
29. Diana Farrell Jaana Remes Florian Bressand Mark Laabs, Anjan Sundaram February 2007, McKinsey Global Institute
30. World Energy Outlook 2006, International Agency, 2006
31. McKinsey Global Institute, October 2007, The New Power Brokers: How oil, Asia, Hedge Funds and private equity are shaping global capital markets
32. Mark Ellis, Nigel Jollands, Lloyd Harrington and Alain Meier, 2007, Do Energy Efficient Appliances Cost More?, European Council for Energy Efficient Economy.
33. Stephen H. Wade, 2005, Price Responsiveness in the AEO2003 NEMS Residential and Commercial Buildings Sector Models, Energy International Association
34. Carbon Disclosure Project Report, 2007, Global FT500
35. Photovoltaic Technology Platform, 2007, A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology, www.eupvplatform.org/
36. Edwin Koot, July 2008, The global PV market: fasten your seatbelts, Analyses of market demand to 2010, Solar Plaza
37. Aarkstore, Global Solar Photovoltaic Market Analysis and Forecasts to 2020 SolarPlaza, June 2008; Data source: BSW
38. EUROSERV'ER, March 2009, PV Varometro 2008
39. PV Status Report 2009, European Commission, Joint Research Centre
40. Dr. Murray Cameron, 23-09-2009, European Photovoltaic Industry Association Global market outlook for photovoltaics until 2013, EPIA
41. EU PV Market Overview, 2008, Athens Workshop, EPIA, www.epia.org
42. C.R.E.S., 2002, Final Report by C.R.E.S - Department of Energy Information Systems 2001 Renewable Energy Sources Statistics, 2000, Cres
43. The State of Renewable Energies In Europe, 8th Euroserv'ER Report, 2008
44. The Greek PV Market - Opportunities for investments in Greece - Hellenic Association of Photovoltaic Companies , September 2007, HELAPCO
45. EuPD Research, EuPD_Research_Proposal_Greece, <http://www.eupd-research.com/en/home/>
46. Greece Hellenic Association of Photovoltaic Companies (HELAPCO), The Greek PV Market Opportunities for investments in Greece Hellenic Association of Photovoltaic Companies (HELAPCO) September 2007, HELAPCO

47. McKinsey Global Institute, May 2007, Curbing Global Energy Demand Growth: The energy productivity opportunity

48. EIA, European International Association, (2009), World Energy Projections Plans

Διαδικτυακές Πηγές

49. Energy Information Administration, Official Energy Statistics from the U.S. Government, <http://www.eia.doe.gov/>

50. ΕΕΑ, European Environment Agency, <http://www.eea.europa.eu/>

51. EREC, European Renewable Energy Council, <http://www.erec.org/>

52. GWEC, Global Wind Energy Council, <http://www.gwec.net/>

53. Greek Energy 2017, https://issuu.com/citroniogr/docs/greek_energy_2017

54. Greek Energy 2016, https://issuu.com/citroniogr/docs/greek_energy_2016

55. WWF Ελλάς 2017, Νόμος και Περιβάλλον στην Ελλάδα, <https://www.wwf.gr/images/pdfs/WWF-NOMO-2017-Sinopsi.pdf>

56. ΑΔΜΗΕ, Μελέτη Επάρκειας Ισχύος για την περίοδο 2017-2027, http://www.admie.gr/fileadmin/groups/EDAS_DSS/AnaptixiSistimatos/Meleti_eparkeias_2017_2027.pdf

57. Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για δυνητικούς χρήστες, http://www.cres.gr/kape/education/web_dynitikoι%20xristes.pdf

58. Ελληνικός Σύνδεσμος Ηλεκτροπαραγωγών από ΑΠΕ <http://www.hellasres.gr/Greek/with-frames/my-index-01.htm>

59. Ελληνική Επιστημονική Ένωση Ενέργειας, <http://eletaen.gr/>

60. Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2009. Οδηγία 2009/28/ΕΚ του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 23ης Απριλίου 2009 σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ&2003/30/ΕΚ, <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:el:PDF>

61. ΔΕΣΜΗΕ, www.desmhe.gr

62. Διαδικτυακή πύλη ΑΠΕ, www.aenaon.net

63. ΚΑΠΕ, <http://www.cres.gr/cres/index.html>

64. ΛΑΓΗΕ, <http://www.lagie.gr/>

65. Μ. Παπαδόπουλος, Δ. Παπαχρήστου 2010, Ο εθνικός στόχος διείσδυσης των ΑΠΕ για το 2020 και η συμβολή της Ηπείρου, http://mirc.ntua.gr/6th_conference/presentations/1_main_sessions/1st_session/PAPADOPOULOS%20M%20-%20PAPACHRISTOU%20D.pdf

66. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, ΡΑΕ, www.rae.gr
67. Στέλιος Ψωμάς 2015, Πόσες και ποιες θέσεις εργασίας δημιουργούνται από τις ΑΠΕ <https://energypress.gr/news/poses-kai-poies-theseis-ergasias-dimioyrgoyntai-apo-tis-ape>
68. Υπουργείο Ανάπτυξης, www.ypan.gr
69. 41.Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών, <http://www.helapco.gr>