



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

**ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ – ΟΛΙΚΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ (MBA – TQM)**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ
ΕΛΛΑΔΑ – ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ**



ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΚΑΡΑΘΑΝΑΣΗ

Επιβλέπων : Καθηγητής Μιχάλης Σφακιανάκης

Πειραιάς, Απρίλιος 2017

*Η διπλωματική εργασία είναι
αφιερωμένη στην οικογένειά μου.*

Εξέλιξη ενεργειακών μεγεθών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα - προβλέψεις

ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΟΡΟΙ: ΑΠΕ, Αιολική Ενέργεια, Υδροηλεκτρική Ενέργεια, Ελληνική Οικονομία, Στατιστική Ανάλυση

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συνεχής αύξηση της ενεργειακής ζήτησης, σε συνδυασμό με την εξάντληση των κοιτασμάτων των συμβατικών καυσίμων και τα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μας, για τα οποία ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό τα συμβατικά καύσιμα, επιβάλλει την αναζήτηση άλλων πηγών ενέργειας, οι οποίες να είναι ανανεώσιμες και ανεξάντλητες. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι οι φυσικοί διαθέσιμοι πόροι - πηγές ενέργειας, που υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον, που δεν εξαντλούνται, αλλά διαρκώς ανανεώνονται και που δύνανται να μετατρέπονται σε ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια, όπως είναι ο ήλιος, ο άνεμος, η βιομάζα, η γεωθερμία, οι υδατοπτώσεις και η θαλάσσια κίνηση. Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται αναλυτική περιγραφή του κλάδου των ΑΠΕ στην Ελλάδα δίνοντας κυρίως έμφαση στην αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια. Ταυτόχρονα ορίζεται η σημαντικότητα του κλάδου για την ελληνική οικονομία και κοινωνία. Επιπλέον, παρουσιάζεται η αξιοποίηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα και αναδεικνύεται η ανάγκη να διεισδύσουν περισσότερο αυτές οι τεχνολογίες στην χώρα μας. Τέλος, πραγματοποιείται μια στατιστική ανάλυση για τον κλάδο ώστε να εκτιμηθούν και να παρουσιαστούν οι μελλοντικές αποδόσεις του. Ουσιαστικά η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία έχει σαν στόχο να καλύψει ένα σημαντικό κενό στη βιβλιογραφία. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζει τις τελευταίες εξελίξεις και αποτυπώνει την εικόνα σε μια Ελλάδα της κρίσης.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω την απέραντη ευγνωμοσύνη μου στους γονείς μου για όλα όσα μου έχουν προσφέρει στη διάρκεια των μαθητικών και φοιτητικών μου χρόνων καθώς και για την αμέριστη υποστήριξή τους σε κάθε μου επιλογή.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και συμφοιτητές μου για την πολύτιμη συνεργασία, την έμπρακτη υποστήριξη και τις χρήσιμες συμβουλές που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων.

Για τη διεκπεραίωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου, κύριο Μιχάλη Σφακιανάκη, τόσο για την ανάθεση της εργασίας, όσο και για τη συνεργασία, την καθοδήγηση και την πολύτιμη συμβολή του στην ολοκλήρωσή της.

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1: Διαχρονική εξέλιξη του μεγέθους των ανεμογεννητριών από το 1980 μέχρι σήμερα	29
Πίνακας 5.1: Εκτιμώμενες θέσεις ανά ΑΠΕ τα τελευταία χρόνια	67
Πίνακας 6.1: Μηνιαία στοιχεία συνολικά παραγόμενης ενέργειας ΑΠΕ για τα έτη 2012 – 2016	73
Πίνακας 6.2: Μηνιαία στοιχεία ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2012 – 2016	74
Πίνακας 6.3: Μηνιαία στοιχεία ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2012 – 2016	76
Πίνακας 6.4: Μηνιαία στοιχεία ενέργειας (Πρόβλεψη) για το έτος 2017 (MWh)	81

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 3.1: Συνολική παραγόμενη ισχύς ανά έτος στην Ελλάδα	36
Διάγραμμα 3.2: Παραγόμενη ισχύς ανά περιοχή στην Ελλάδα	36
Διάγραμμα 6.1: Εγκατεστημένης ισχύς (MW) των μονάδων ΑΠΕ (Δεκ 11 – Δεκ 13)	72
Διάγραμμα 6.2: Εγκατεστημένης ισχύς (MW) των μονάδων ΑΠΕ (Δεκ 13 – Δεκ 16)	73
Διάγραμμα 6.3: Συνολική παραγόμενη αιολική ενέργεια (2012 -2016)	76
Διάγραμμα 6.4: Συνολική παραγόμενη υδροηλεκτρική ενέργεια (2012 -2016)	78
Διάγραμμα 6.5: Γράφημα συνολικά παραγόμενης ενέργειας ΑΠΕ (MWh)	80
Διάγραμμα 6.6: Πρόβλεψη συνολικά παραγόμενης ενέργειας ΑΠΕ (2017) (MWh)	82
Διάγραμμα 6.7: Σύγκριση συνολικά παραγόμενης ενέργειας ΑΠΕ (2016 - 2017) (MWh)	83

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Στόχοι εργασίας	1
1.2 Σχετικό βιβλιογραφικό υλικό	1
1.3 Σκεπτικό και λογική	2
1.4 Ανάλυση δεδομένων	3
1.5 Σημαντικότητα μελέτης	3
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	4
2.1 Εισαγωγή	4
2.2 Τα πλεονεκτήματα των ΑΠΕ	4
2.3 Τα μειονεκτήματα των ΑΠΕ	5
2.4 Η κατάσταση στην Ευρώπη	6
2.5 Η κατάσταση στην Ελλάδα	6
2.6 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	7
2.7 Θεσμικό Πλαίσιο ΑΠΕ	12
2.7.1 Παγκόσμιο θεσμικό πλαίσιο	12
2.7.2 Ενέργεια και κρατική παρέμβαση	13
2.7.3 Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο για τις ΑΠΕ	16
2.7.4 Συμπεράσματα από το νομοθετικό πλαίσιο	21
3. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	23
3.1 Η πηγή του ανέμου	23
3.2 Τα χαρακτηριστικά του ανέμου	23
3.3 Μετατροπή της αιολικής ενέργειας	24
3.4 Ανεμογεννήτριες	25
3.5 Αιολικά πάρκα	29
3.6 Αιολικό δυναμικό	30
3.6.1 Αιολικό δυναμικό στην Ευρώπη	31
3.6.2 Αιολικό δυναμικό στην Ελλάδα	32
3.7 Αιολικά πάρκα στην Ελλάδα	33
3.8 Αδειοδοτική διαδικασία αιολικού έργου	37

3.9 Κριτήρια για την επένδυση στην αιολική ενέργεια	40
3.10 Συμπεράσματα	41
3.10.1 Πλεονεκτήματα χρήσης αιολικής ενέργειας	41
3.10.2 Μειονεκτήματα χρήσης αιολικής ενέργειας	42
3.10.3 Προβλήματα ανάπτυξης αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα	46
4. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	48
4.1 Εισαγωγή στην Υδροηλεκτρική ενέργεια	48
4.2 Ιστορική αναδρομή	49
4.3 Τρόπος λειτουργίας	50
4.4 Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο	51
4.4.1 Τμήματα υδροηλεκτρικού σταθμού	51
4.4.2 Διάκριση των εργοστασίων με βάση την ισχύ τους	55
4.5 Υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα	56
4.6 Κριτήρια για την κατασκευή ενός υδροηλεκτρικού έργου	60
4.7 Αδειοδοτική διαδικασία υδροηλεκτρικού έργου	61
4.8 Συμπεράσματα	62
4.8.1 Πλεονεκτήματα χρήσης υδροηλεκτρικής ενέργειας	62
4.8.2 Μειονεκτήματα χρήσης υδροηλεκτρικής ενέργειας	64
5. ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΛΑΔΟΥ ΑΠΕ	65
5.1 Συμβολή των ΑΠΕ στην οικονομική ανάπτυξη	65
5.2 Συμβολή των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας	65
5.3 ΑΠΕ και θέσεις εργασίας	66
5.4 Τοπικά οφέλη από την ανάπτυξη των ΑΠΕ	68
5.5 Εμπόδια στην ανάπτυξη των ΑΠΕ	69
5.6 Το μέλλον των ΑΠΕ στην Ελλάδα	69
5.7 Συμπεράσματα και προτάσεις	70
6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΕΓΕΘΗ – ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	72
6.1 Εισαγωγή	72

6.2 Εξέλιξη ενεργειακών μεγεθών	72
6.2.1 Αιολική ενέργεια	74
6.2.2 Υδροηλεκτρική ενέργεια	76
6.3 Στατιστική Ανάλυση - Προβλέψεις στη συνολικά παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ	78
6.3.1. Στατιστική ανάλυση	78
6.3.2 Προβλέψεις για τη Συνολικά Παραγόμενη Ενέργεια από ΑΠΕ στον Ελλαδικό χώρο	79
7. ΣΥΝΟΨΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	84
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	87
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	92

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Στόχοι εργασίας

Βασικός σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής είναι να αποτυπώσει τον κλάδο των ΑΠΕ στην Ελλάδα δίνοντας κυρίως έμφαση στην αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια. Ταυτόχρονα στόχος της εργασίας είναι να ορίσει τη σημαντικότητα του κλάδου για την ελληνική οικονομία και κοινωνία. Τέλος γίνεται και μια στατιστική ανάλυση για τον κλάδο ώστε να εκτιμηθούν και να παρουσιαστούν οι μελλοντικές αποδόσεις του. Οι επιμέρους στόχοι της εργασίας είναι:

- Να γίνει μια γενική παρουσίαση των ΑΠΕ.
- Να παρουσιαστεί το ρυθμιστικό πλαίσιο και η ισχύουσα νομοθεσία για τις ΑΠΕ.
- Να γίνει αναλυτική περιγραφή της αιολικής και υδροηλεκτρικής ενέργειας με πλήρη παρουσίαση των επιμέρους χαρακτηριστικών τους και τις υφιστάμενης κατάστασης στην Ελλάδα.
- Να παρουσιαστεί η συνεισφορά του κλάδου των ΑΠΕ στην ανάπτυξη της ελληνικής οικονομίας, σε θέσεις εργασίας και γενικότερα να αποτυπωθούν όλες οι επιδράσεις των ΑΠΕ στην κοινωνία.
- Να παρουσιαστούν τα προβλήματα και οι προοπτικές των ΑΠΕ στην Ελλάδα.
- Τέλος να γίνει μια στατιστική ανάλυση για το σύνολο των ΑΠΕ μέσω ειδικού προγράμματος και να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα.

1.2 Σχετικό βιβλιογραφικό υλικό

Η διαθέσιμη βιβλιογραφία σχετικά με τον κλάδο των ΑΠΕ είναι τεράστια, συνεπώς μελετήθηκαν μόνο τα δημοσιευμένα άρθρα σε έγκυρα επιστημονικά περιοδικά, οι οικονομικές καταστάσεις των εταιρειών και οι εγκεκριμένες μελέτες γνωστών οργανισμών ώστε να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία των πηγών που θα αξιοποιηθούν. Έπειτα, σημαντική είναι η ιεράρχηση των βιβλιογραφικών πηγών ως προς το αντικείμενο συζήτησής τους και τη χρονολογία δημοσίευσης του εκάστοτε άρθρου.

Για την ανάπτυξη του θεσμικού και νομικού πλαισίου του κλάδου των αερομεταφορών, θα χρησιμοποιηθούν ως επί το πλείστον τα Φύλλα Εφημερίδας της Κυβερνήσεως (Φ.Ε.Κ.), οι διατάξεις των οργανισμών και ευρωπαϊκοί κανονισμοί. Για την εκπόνηση της εργασίας είναι απαραίτητη η σωστή διαχείριση των πληροφοριών και η δημιουργία ενός άρτιου θεωρητικού πεδίου που θα αποτελέσει τη βάση της έρευνας.

1.3 Σκεπτικό και λογική

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία για να επιτευχθεί η σωστή ανάλυση του κλάδου, βασίζεται σε τρεις οπτικές γωνιές:

- Στη βιβλιογραφική ανασκόπηση για τη συγκομιδή όλων εκείνων των πληροφοριών που απαιτούνται για τη σωστή παρουσίαση τόσο του κλάδου των ΑΠΕ.
- Στην παρουσίαση στατιστικών στοιχείων απόδοσης για τις ΑΠΕ τα τελευταία χρόνια.
- Στην στατιστική ανάλυση των παραπάνω στοιχείων για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Ακολούθως δίνεται μια συνολική και λεπτομερή εικόνα για το κάθε σκέλος της εργασίας.

Καταγραφή νομοθετικού πλαισίου

Καταγραφή όλων των εξελίξεων του θεσμικού πλαισίου με σκοπό αφενός την ανάδειξη των επιπτώσεων που επέφερε στα χαρακτηριστικά του κλάδου των ΑΠΕ και αφετέρου την ανάγκη τροποποίησης ορισμένων σημείων του με έκδοση εκσυγχρονισμένων νομοσχεδίων με γνώμονα την αντιμετώπιση των προβλημάτων όπως προκύπτουν από επιστημονικά ευρήματα της μέχρι τώρα εφαρμογής του.

Περιγραφή και ανάλυση αιολικής & υδροηλεκτρικής ενέργειας

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει αναλυτική περιγραφή των δύο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζονται:

- Όλα τα επιμέρους χαρακτηριστικά των συγκεκριμένων ανανεώσιμων πηγών.
- Στατιστικά στοιχεία.
- Η υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα.
- Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα.

Αποτίμηση – Συμπεράσματα

Σε αυτό το σημείο της εργασίας θα γίνει μια συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων και θα εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα:

- Συνεισφορά των ΑΠΕ στην οικονομία και γενικότερα στην κοινωνία.
- Προβλήματα.
- Προτάσεις – μελλοντική εξέλιξη.

Στατιστική ανάλυση

Στο συγκεκριμένον κεφάλαιο θα γίνει μια στατιστική ανάλυση για τα στοιχεία που προκύπτουν από τη χρήση των ΑΠΕ. Πιο αναλυτικά:

- Θα παρουσιαστούν τα συνολικά στοιχεία απόδοσης για τις ΑΠΕ από το 2012 έως και το 2016 με πίνακες και γραφήματα.
- Θα παρουσιαστούν αναλυτικά μηνιαία στοιχεία παραγωγής ενέργεια για την αιολική και την υδροηλεκτρική ενέργεια από το 2012 έως και το 2016.
- Μέσω ειδικού προγράμματος στατιστικής ανάλυσης θα γίνει μια εκτίμηση για το μελλοντικά αποτελέσματα των ΑΠΕ για το 2017.

Η διπλωματική εργασία θα ολοκληρωθεί με αναφορά σε βιβλιογραφικές και διαδικτυακές πηγές καθώς και άλλες συναφείς μελέτες.

1.4 Ανάλυση δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων και την παρουσίαση των μελλοντικών αποτελεσμάτων για τις ΑΠΕ χρησιμοποιήθηκε ένα ειδικό εργαλείο. Πρόκειται για το Statgraphics ένα στατιστικό και οικονομετρικό πρόγραμμα εξαγωγής συμπερασμάτων και αποτελεσμάτων. Στη συγκεκριμένη εργασία έγινε εισαγωγή πληροφοριών για την απόδοση των ΑΠΕ τα προηγούμενα χρόνια και το πρόγραμμα απεικόνισε τις προβλέψεις για το επόμενο έτος.

1.5 Σημαντικότητα μελέτης

Ουσιαστικά η ερευνητική μου πρόταση προσπαθεί να καλύψει ένα σημαντικό κενό στη βιβλιογραφία. Ακόμα, θα προσπαθήσει να συνδυάσει τα στατιστικά στοιχεία με την αναπτυξιακή δυναμικότητα του κλάδου των ΑΠΕ και το παρελθόν με το παρόν του κλάδου. Από την έρευνά μου στην ελληνική βιβλιογραφία δεν υπάρχει κάποια ανάλογη προσέγγιση. Τα κέρδη, θα είναι τόσο για τον ερευνητή όσους και για τους αναγνώστες πολλαπλά, για τους λόγους που έχουν ήδη αναπτυχθεί παραπάνω.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΑΠΕ

2.1 Εισαγωγή

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι πηγές, τα αποθέματα των οποίων ανανεώνονται φυσικά, και οι οποίες συνεπώς θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Στην κατηγορία αυτή, η σημασία της οποίας για τη βιωσιμότητα του πλανήτη έχει πλέον συνειδητοποιηθεί ευρέως, συγκαταλέγονται ο ήλιος, ο άνεμος, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες όπως το ξύλο και τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης. Πρόκειται για τις πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος. Στις αρχές του 20ου αιώνα, με καταλυτική εξέλιξη την ανακάλυψη των μεγάλων κοιτασμάτων πετρελαίου, ο κόσμος στράφηκε αποφασιστικά στη χρήση μη ανανεώσιμων πηγών, κυρίως άνθρακα και υδρογονανθράκων.

Δύο ήταν οι κρίσιμοι παράγοντες στην αναβίωση του ενδιαφέροντος για τις ΑΠΕ, ξεκινώντας από τα μέσα της δεκαετίας του 1970. Ο πρώτος ήταν το ζήτημα της ενεργειακής ασφάλειας: οι δύο πετρελαϊκές κρίσεις, του 1973 και του 1979-80, οδήγησαν τις βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες να αναθεωρήσουν την απόλυτη εξάρτηση τους από τα ορυκτά καύσιμα, και ιδιαίτερα το πετρέλαιο. Οι χώρες-προμηθευτές -κατά κύριο λόγο τα κράτη της Αραβικής Χερσονήσου και του Περσικού Κόλπου- δεν ήταν ποτέ απολύτως αξιόπιστοι σύμμαχοι της Δύσης. Η τελευταία τριακονταετία στην περιοχή, με την άνοδο του ισλαμικού φονταμενταλισμού που είναι από τα κύρια χαρακτηριστικά της, έχει εντείνει περαιτέρω την ενεργειακή ανασφάλεια των ανεπτυγμένων χωρών σχετικά με τις μη ανανεώσιμες πηγές. Το δεύτερο στοιχείο που οδήγησε στην ολική επαναφορά των ΑΠΕ είναι, φυσικά, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, έχει αναχθεί σε κορυφαία προτεραιότητα της διεθνούς κοινότητας. Ο ενεργειακός τομέας είναι ο κύριος υπεύθυνος για τη ρύπανση του περιβάλλοντος, καθώς σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που οδηγεί στην υπερθέρμανση του πλανήτη οφείλεται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων.

2.2 Τα πλεονεκτήματα των ΑΠΕ

Τα βασικά πλεονεκτήματα της χρήσης ΑΠΕ προσδιορίζονται κυρίως σε θέματα που έχουν άμεση επίδραση στο περιβάλλον. Συγκεκριμένα η χρήση ΑΠΕ συμβάλει στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς, μη ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους. Οδηγούν στην άμβλυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου, καθώς συνεισφέρουν στον περιορισμό της εκπομπής των 6 αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs,

PFCs, SF6) στην ατμόσφαιρα. Συνεισφέρουν ακόμη στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο. 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. Δίνουν τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων, με διαφορετικές λύσεις για 11 διαφορετικές ενεργειακές ανάγκες (για παράδειγμα χρήση ηλιακής ενέργειας για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών, χρήση αιολικής ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή κ.ά.).

Στα θετικά συμπεριλαμβάνεται και το χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων. Τέλος η συνεισφορά στην αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών με τη δημιουργία θέσεων εργασίας και την προσέλκυση ανάλογων επενδύσεων (π.χ. καλλιέργειες θερμοκηπίου με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας), ολοκληρώνει μια σειρά από αξιόλογα πλεονεκτήματα χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

2.3 Τα μειονεκτήματα των ΑΠΕ

Όσον αφορά τις αρνητικές επιπτώσεις που μπορεί να επιφέρουν οι ΑΠΕ, αυτές έγκεινται στην πιθανή δυσκολία εύρεσης κατάλληλων τοποθεσιών για τις ΑΠΕ (π.χ. περιοχές με αρκετή ηλιοφάνεια - περιοχές με υψηλό ποσό μέσης ταχύτητας), την δέσμευση καλλιεργήσιμης γης, την οπτική ρύπανση, φαινόμενα ηχορύπανσης και θάνατος πουλιών όπως συμβαίνει στην περίπτωση των ανεμογεννητριών. Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια της γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικές πηγές ενέργειας. Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων. Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους, αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται. Για 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.

2.4 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%).

2.5 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.

2.6 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Σε αντίθεση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας, οι ΑΠΕ ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται ανεξάντλητες. Είναι πηγές όπως ο ήλιος, ο αέρας, τα ποτάμια και η εσωτερική θερμότητα του φλοιού της γης, των οποίων η προσφορά δεν εξαντλείται και υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό περιβάλλον. Είναι οι πρώτες πηγές ενέργειας, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο προτού στραφεί στην εντατική καύση παραγώγων του άνθρακα. Παράλληλα μειώνουν την εξάρτηση από το εισαγόμενο για τις περισσότερες χώρες πετρέλαιο και ωφελούν το περιβάλλον, αφού η χρήση τους δεν συνεπάγεται εκπομπή ρύπων. Σύμφωνα με τον ορισμό του άρθρου 2 του Ν. 2773/1999 όπως τροποποιήθηκε από τον Ν. 3468/2000 και το άρθρο 17 του Ν. 3489/2006 η παραγωγή ηλεκτρικής από Α.Π.Ε είναι η ηλεκτρική ενέργεια, η οποία προέρχεται από:

- A) την εκμετάλλευση αιολικής,
- B) την εκμετάλλευση ηλιακής ενέργειας,
- Γ) την εκμετάλλευση βιομάζας,
- Δ) την εκμετάλλευση βιοαερίου,
- E) την εκμετάλλευση της γεωθερμίας,
- ΣΤ) την εκμετάλλευση ενέργειας από τη θάλασσα,
- Z) την εκμετάλλευση υδάτινου δυναμικού με χρήση υδροηλεκτρικής ενέργειας και
- H) το συνδυασμό των ανωτέρω με χρήση υβριδικών ηλεκτροπαραγωγών σταθμών.

Μορφές ΑΠΕ

- *Ηλιακή ενέργεια* - Η ηλιακή ενέργεια αποτελεί μια ήπια μορφή ενέργειας με αυξημένες προσδοκίες, ιδιαίτερα στην Ελλάδα, η οποία διαθέτει αρκετά υψηλά ποσοστά ηλιοφάνειας. Με την ηλιακή ενέργεια εκμεταλλευόμαστε την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία εκτιμάται σε $1,1 \cdot 10^{29}$ mj ετησίως, από τα οποία όμως μόνο $5,4 \cdot 10^{18}$ mj φθάνουν στη γη και από τα οποία βέβαια πολύ λιγότερη ενέργεια αξιοποιείται. Αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών, οι οποίες

εκμεταλλεύονται τη θερμότητα και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του ήλιου για τη θέρμανση και ψύξη της κτιριακής υποδομής αλλά και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλιακή ακτινοβολία αξιοποιείται σήμερα με τους εξής τρόπους:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα
 - Ενεργητικά ηλιακά συστήματα
 - Φωτοβολταϊκά συστήματα
-
- *Τα παθητικά ηλιακά συστήματα* εστιάζουν στην κατάλληλη διαχείριση των δομικών στοιχείων του κτιρίου και αξιοποιώντας τους νόμους μεταφοράς θερμότητας, συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την οποία αποθηκεύουν σε μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου.
 - *Τα ενεργητικά* (ή θερμικά) ηλιακά συστήματα συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, τη μετατρέπουν σε θερμότητα, την αποθηκεύουν και τη διανέμουν, χρησιμοποιώντας είτε κάποιο ρευστό είτε αέρα ως μέσο μεταφοράς της θερμότητας. Χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση οικιακής χρήσης, για τη θέρμανση και ψύξη χώρων, για βιομηχανικές διεργασίες, για αφαλάτωση, για διάφορες αγροτικές εφαρμογές, για θέρμανση του νερού σε πισίνες κ.λ.π. Η πιο απλή και διαδεδομένη μορφή των θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες.
 - *Φωτοβολταϊκά συστήματα* - Από παλιά είχε παρατηρηθεί ότι η ηλιακή ακτινοβολία αλλάζει τις ιδιότητες ορισμένων υλικών, των ημιαγωγών, τα οποία, όταν φωτίζονται, παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του “φωτοβολταϊκού φαινομένου”. Με αυτόν τον τρόπο τα ηλιακά κύτταρα, τα οποία αποτελούνται από ημιαγωγούς, μπορούν να μετατρέπουν την ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας άμεσα σε ηλεκτρισμό. Καθώς ο ήλιος προσπίπτει στα κύτταρα, δημιουργείται σε αυτά μια χαμηλή τάση και ρεύμα. Όταν όλα αυτά μαζί προστεθούν, μπορεί να συλληφθεί αρκετή ηλεκτρική ενέργεια, που διοχετεύεται είτε στο ηλεκτρικό σύστημα ή χρησιμοποιείται για ίδια κατανάλωση από τον παραγωγό. Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα εντοπίζεται κυρίως σε θερμικές εφαρμογές (ηλιακοί θερμοσίφωνες και φούρνοι), ενώ η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρισμού έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος, με την πολιτική προώθησης των ΑΠΕ από το Ελληνικό κράτος και την Ευρωπαϊκή ένωση να βοηθά προς την κατεύθυνση αυτή.
-
- *Γεωθερμική ενέργεια* - Η γεωθερμία είναι η θερμότητα, η οποία εμπεριέχεται στα πετρώματα της γης, τους υπόγειους υδροφορείς και στα αέρια, τα οποία βρίσκονται εγκλωβισμένα σε κοιλότητες στο εσωτερικό της γης. Γνωστές πηγές, από τις οποίες παράγεται γεωθερμική ενέργεια, είναι οι πηγές geysers, οι οποίες

αφθονούν στην Ισλανδία αλλά και σε άλλες περιοχές της γης. Θεωρείται ότι παράγεται από τη διάσπαση ραδιενεργών ισοτόπων, όπως είναι το ουράνιο, το θόριο και το κάλιο και εγκλωβίζεται στο εσωτερικό της γης εξαιτίας του συνδυασμού της μεγάλης μάζας της γης με τη χαμηλή θερμική αγωγιμότητα των πετρωμάτων. Η συσσωρευμένη θερμότητα εξέρχεται στην επιφάνεια της γης μέσω γεωλογικών φαινομένων, όπως οι ηφαιστειακές εκροές και οι γεωλογικές ασυνέχειες και εμφανίζεται με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Είναι μια ήπια και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η οποία μπορεί με βάση τις σημερινές τεχνολογίες, να καλύψει ενεργειακές ανάγκες. Οι εκμεταλλεύσιμες μορφές γεωθερμικής ενέργειας είναι τρεις:

- Η μορφή θερμού νερού, που αναβλύζει από τις θερμές πηγές και χρησιμοποιείται για οικιακές κυρίως εφαρμογές,
- Η μορφή ατμού, που χρησιμοποιείται σε στροβιλογεννήτριες για την παραγωγή ηλεκτρικού Ρεύματος.
- Στέλνοντας νερό με πίεση στα θερμά στρώματα του υπεδάφους, που μετατρέπεται σε ατμό εκμεταλλεύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

➤ *Η βιομάζα* - Η βιομάζα περιλαμβάνει το σύνολο των υλικών, που έχουν ζωική ή φυτική προέλευση, όπως φυτικές ύλες από φυσικά οικοσυστήματα(π.χ. δάση) ή από ενεργειακές καλλιέργειες, οι οποίες προορίζονται για παραγωγή ενέργειας, τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της δασικής, αγροτικής (γεωργία, κτηνοτροφία) και αλιευτικής παραγωγής, αλλά και το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών. Η ενέργεια της βιομάζας είναι αποτέλεσμα της φωτοσύνθεσης των φυτών, κατά την οποία δεσμεύεται η ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπεται σε χημική ενέργεια και στη συνέχεια αποταμιεύεται στις νεογέννητες οργανικές ουσίες και μέσα στους ιστούς των φυτών. Η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα, η οποία απελευθερώνεται κατά την καύση της βιομάζας, έχει ήδη δεσμευτεί από την ατμόσφαιρα για τη δημιουργία της, οπότε, η καύση της βιομάζας έχει μηδενική συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Από την καύση της βιομάζας παράγονται:

- Καύσιμα για παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας,
- Πρώτες ύλες για παραγωγή βιοαερίου ή φυσικού αερίου, το οποίο αποτελεί άριστη καύσιμη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας
- Πρώτες ύλες για παραγωγή αιθανόλης και βιοντήζελ για μηχανές εσωτερικής καύσης.

➤ *Νερό* - Το νερό εκτός από σημαντικό στοιχείο για τη ζωή του ανθρώπου μπορεί να αποτελέσει και πηγή για την παραγωγή ενέργειας φιλικής προς το περιβάλλον. Αυτό μπορεί να γίνει:

- με τη χρήση υδροηλεκτρικών μονάδων
- με την ενέργεια που παίρνουμε από τη θάλασσα.

- *Μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες* - Η υδροηλεκτρική ενέργεια παράγεται με μετατροπή της ενέργειας, η οποία δημιουργείται από υδατοπτώσεις, με χρήση υδραυλικών τουρμπίνων. Η μικρής κλίμακας υδροηλεκτρική ενέργεια έχει μικρή επίπτωση στο περιβάλλον. Αντίθετα τα μεγάλης ισχύος υδροηλεκτρικά εργοστάσια απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεραστίων δεξαμενών με σημαντικές και άμεσες επιπτώσεις για το περιβάλλον. Επομένως, τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα, ισχύος μικρότερης των 30 Mw, χαρακτηρίζονται ως μικρής κλίμακας και θεωρούνται ανανεώσιμες πηγές. Τοποθετούνται κυρίως σε ορεινές και ημιορεινές περιοχές δίπλα σε ποτάμια και κανάλια με στόχο την εξασφάλιση σημαντικής υψομετρικής διαφοράς. Το νερό κινείται με μεγάλη ταχύτητα και περνώντας μέσα από τούνελ περιστρέφει τουρμπίνες δημιουργώντας μηχανική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή μετατρέπεται μέσω ηλεκτρογεννήτριας σε ηλεκτρική.
- *Ενέργεια από τη θάλασσα* - Η θάλασσα περιέχει τεράστια αποθέματα ενέργειας, των οποίων η εκμετάλλευση μπορεί να γίνει με διαφορετικούς τρόπους. Από αυτούς οι σημαντικότεροι είναι τρεις:
 - ✓ η εκμετάλλευση των παλιρροιών,
 - ✓ η ενέργεια των κυμάτων και
 - ✓ η ενέργεια των ωκεανών.
- ✓ *Ενέργεια των παλιρροιών* - Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας δεν είναι καινούργιο φαινόμενο. Η εκμετάλλευση της παλιρροϊκής κινήσεως της θάλασσας μπορεί να πραγματοποιηθεί με υδροστροβίλους. Ο τρόπος λειτουργίας τους είναι ανάλογος με τη λειτουργία των υδροηλεκτρικών σταθμών σε τεχνητά φράγματα ή σε φυσικές υδατοπτώσεις. Το σύνολο της ισχύος που μπορεί να προκύψει από τα παλιρροϊκά κύματα υπολογίζεται σήμερα στα $3 \cdot 10^6$ mw, από τα οποία μόνο το 1/3 είναι εκμεταλλεύσιμα, κυρίως λόγω του υψηλού κόστους εγκατάστασης.
- ✓ *Ενέργεια κυμάτων* - Τα αποθέματα ενέργειας των κυμάτων μπορούν να θεωρηθούν ανεξάντλητα. Ένας τρόπος αξιοποίησής τους είναι ο εξής: Ο πλωτήρας καθώς δέχεται πλευρικά τη δύναμη των κυμάτων τίθεται σε περιστροφική κίνηση, την οποία μπορεί με κατάλληλη διάταξη να μετατρέψει σε ηλεκτρική ενέργεια. Παρόμοιοι πλωτήρες είναι ανοικτοί στο κάτω μέρος, το οποίο βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του νερού και περιέχουν αέρα. Με τις κινήσεις αυτές των πλωτήρων που προκαλούνται από τις πλευρικές κρούσεις των κυμάτων, η πίεση του παγιδευμένου αέρα αυξομειώνεται ρυθμικά με τη βοήθεια κατάλληλης βαλβίδας και με τον πεπιεσμένο αέρα λειτουργεί ο στρόβιλος που μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Το κόστος όμως τέτοιων εγκαταστάσεων είναι υψηλό για τη λειτουργία σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Σήμερα χρησιμοποιούνται για την ηλεκτροδότηση σημαντήρων.

- ✓ Ενέργεια των ωκεανών - Αυτή στηρίζεται στη διαφορά θερμοκρασίας των στρωμάτων της θάλασσας.

- *Αιολική ενέργεια* - Αιολική ενέργεια είναι μια μορφή ενέργειας, η οποία δημιουργείται από τη διαρκή κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα, ο οποίος περιβάλλει τη γη, εξαιτίας μιας σειράς παραμέτρων οι οποίες είναι:
 - Η ηλιακή ακτινοβολία.
 - Η ανομοιογένεια του ανάγλυφου του εδάφους.
 - Η περιστροφική κίνηση της γης γύρω από τον άξονά της.

- Η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης από τον ήλιο προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μία περιοχή στην άλλη, δημιουργεί δηλαδή τους ανέμους. Ο άνεμος είναι δυνατό να περιστρέφει ανεμοτροχούς, να προωθεί ιστιοφόρα πλοία ή να κινεί αντικείμενα, μπορεί δηλαδή η ενέργεια του να καταστεί εκμεταλλεύσιμη. Η πηγή αυτής της ενέργειας είναι πρακτικά ανεξάντλητη, ανανεούμενη συνεχώς, γι' αυτό και ονομάζεται ανανεώσιμη. Εάν υπήρχε η δυνατότητα, με τη σημερινή τεχνολογία, να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ενέργεια από τον άνεμο θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα. Δυστυχώς, εκτιμάται πως μόνο ένα ποσοστό μεταξύ 1,5% έως 2,5% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, μετατρέπεται: σε κινητική ενέργεια αερίων μαζών στην ατμόσφαιρα. Από θερμοδυναμικής απόψεως, η ενέργεια αυτή είναι υψηλής ποιότητας και γι' αυτόν τον λόγο προσφέρεται ιδιαίτερα για μετατροπή σε ηλεκτρική ή χρήσιμη μηχανική ενέργεια. Αυτό δεν αποκλείει βέβαια τη δυνατότητα να αξιοποιηθεί και για άλλες χρήσεις, όπως η προστασία θερμοκηπίων από τον παγετό κ.λ.π. Ακόμη, υπολογίζεται ότι το 25% της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ταχύτητας πάνω από 5,1 μέτρα το δευτερόλεπτο, σε ύψος 10 μέτρων πάνω από το έδαφος. Όταν σε μία περιοχή οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτήν την τιμή, τότε το αιολικό δυναμικό του τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα. Στη σημερινή εποχή η αιολική ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί χρησιμοποιώντας κατάλληλους μηχανισμούς και διατάξεις, τις ανεμογεννήτριες. Η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται αρχικά σε μηχανική και ακολούθως σε ηλεκτρική, μέσω των ανεμογεννητριών. Έτσι, η τεχνολογία των ανεμογεννητριών παρουσίασε μεγάλη εξέλιξη τα τελευταία χρόνια με αντίστοιχη μείωση του κόστους παραγωγής της παραγόμενης ενέργειας. Τέλος θα πρέπει να επισημανθεί ότι η παραγόμενη ισχύς από μια ανεμογεννήτρια αυξάνει με τον κύβο σχεδόν της ταχύτητας του ανέμου και συνεπώς η κατάλληλη επιλογή της θέσεως εγκατάστασεως είναι βασικής σημασίας για την αποδοτικότητα της

επένδυσης. Βασικής σημασίας για την αποδοτικότητα της επένδυσης όσο και για τις επιπτώσεις στο περιβάλλον, είναι η κατάλληλη επιλογή της θέσεως και η όλη σχεδίαση του έργου.

2.7 Θεσμικό Πλαίσιο ΑΠΕ

2.7.1 Παγκόσμιο θεσμικό 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 Διδιάσκεψη 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.

2.7.2 Ενέργεια και κρατική παρέμβαση

Αρχικά, πρέπει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τη διάταξη του άρθρου 106 παρ. 1 του Συντάγματος το κράτος υποχρεούται να προβεί στην «αξιοποίηση των πηγών του εθνικού πλούτου, από την ατμόσφαιρα και τα υπόγεια ή υποθαλάσσια κοιτάσματα, για την προώθηση της περιφερειακής ανάπτυξης και την προαγωγή ιδίως της οικονομίας των ορεινών, νησιώτικων και παραμεθόριων περιοχών». Στα πλαίσια αυτά «μπορεί να ρυθμίζονται με νόμο τα σχετικά με την εξαγορά επιχειρήσεων ή την αναγκαστική συμμετοχή σε αυτές του κράτους ή άλλων δημόσιων φορέων, εφόσον οι επιχειρήσεις αυτές έχουν χαρακτήρα μονοπωλίου ή ζωτική σημασία για την αξιοποίηση των πηγών του εθνικού πλούτου, ή έχουν ως κύριο σκοπό την παροχή υπηρεσιών στο κοινωνικό σύνολο»(άρθρο 106 παρ.3). Εξάλλου, η διάταξη του άρθρου 18 παρ.1 του Συντάγματος, η οποία επιτρέπει τη ρύθμιση θεμάτων ιδιοκτησίας κατά παρέκκλιση από τις προστατευτικές διατάξεις του άρθρου 17, ορίζει ότι οι «Ειδικοί νόμοι ρυθμίζουν τα σχετικά με την ιδιοκτησία και τη διάθεση των μεταλλείων, των ορυχείων, σπηλαίων, αρχαιολογικών χώρων και θησαυρών, ιαματικών, ρεόντων και υπογείων υδάτων και γενικά του υπόγειου πλούτου». Η ρύθμιση αυτή, που αναφέρεται όμως μόνο στις ορυκτές μορφές ενέργειας και στα ύδατα, είναι εύλογη, δεδομένου ότι συχνά η

αξιοποίηση των πηγών του εθνικού πλούτου προϋποθέτει και την ιδιοκτησία αυτών. Από το πλέγμα των προαναφερόμενων διατάξεων προκύπτει, ότι το Σύνταγμα παρέχει την ευχέρεια στον κοινό νομοθέτη να ιδρύσει δικαιώματα υπέρ του κράτους ή γενικότερα υπέρ φορέων του δημόσιου τομέα ή και υπέρ ιδιωτών που αφορούν γενικότερα «τις πηγές του εθνικού πλούτου», στον οποίο περιλαμβάνονται, όπως προαναφέρθηκε, και οι πηγές ενέργειας.

Παράλληλα, το Σύνταγμα, αναγνωρίζοντας την ιδιαίτερη σημασία που έχουν οι πηγές ενέργειας, ως στοιχείο του εθνικού πλούτου για την ανάπτυξη της εθνικής οικονομίας, θεσπίζει ειδική υποχρέωση του κράτους για την αξιοποίησή τους. Η αξιοποίηση των πηγών του εθνικού πλούτου αποτελεί αντικείμενο του οικονομικού προγράμματος του κράτους. Εξάλλου, η παρέμβαση του κράτους στον τομέα της ενέργειας επιβάλλεται από το γεγονός ότι η ενέργεια αποτελεί μία βιομηχανία στην οποία επενδύονται τεράστια ποσά και έχει μεγάλη γεωπολιτική σημασία. Τα μέτρα παρέμβασης μπορούν -θεωρητικά- να κυμαίνονται από τη ρύθμιση ή τον συντονισμό των σχετικών ιδιωτικών δραστηριοτήτων μέχρι την επιβολή κρατικής ιδιοκτησίας επ' αυτών. Βεβαίως, η ευρωπαϊκή πραγματικότητα, όπως αποτυπώνεται στα πολιτικά και στα νομικά κείμενα των οργάνων της ΕΕ, κινείται σταθερά προς την κατεύθυνση της ιδιωτικοποίησης των σχετικών τομέων.

Η άσκηση δραστηριότητας ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή η παραγωγή, μεταφορά, διανομή και προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας, χαρακτηρίζεται από τον κοινό νομοθέτη υπηρεσία κοινής ωφέλειας και τίθεται υπό την εποπτεία του κράτους. Η παροχή ενέργειας αποτελεί αγαθό ζωτικής σημασίας για το κοινωνικό σύνολο, καθώς εξυπηρετεί βασικές ανάγκες των μελών του, συνιστά δηλαδή κοινωνικό αγαθό (και όχι απλώς εμπόρευμα) που είναι απολύτως απαραίτητο για τον σύγχρονο κοινωνικό άνθρωπο. Αντικείμενο της κρατικής εποπτείας είναι, σύμφωνα με το άρθρο 3 του ν.2773/1999, ο μακροχρόνιος ενεργειακός σχεδιασμός της χώρας και ο εκσυγχρονισμός και η ανάπτυξη των δραστηριοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας, για την εξασφάλιση, υπό συνθήκες ανταγωνισμού, της παροχής τεχνικώς αξιόπιστης και οικονομικώς προσιτής ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές και για την εφαρμογή των κανόνων της σταδιακής απελευθέρωσης της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας.

Το άρθρο 106 παρ. 3 του Συντάγματος προβλέπει τη δυνατότητα εξαγοράς ή αναγκαστικής συμμετοχής του κράτους σε επιχειρήσεις, που «έχουν χαρακτήρα μονοπωλίου ή ζωτική σημασία για την αξιοποίηση των πηγών του εθνικού πλούτου ή έχουν ως κύριο σκοπό την παροχή υπηρεσιών στο κοινωνικό σύνολο». Η σύγχρονη όμως κανονιστική σημασία του άρθρου 106 παρ.3 του Συντάγματος δεν πρέπει να αναζητηθεί μάλλον στην πρόβλεψη μιας διαδικασίας κρατικοποίησης, αλλά στην έκφραση ενός ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για τις επιχειρήσεις εκείνες που έχουν χαρακτήρα μονοπωλίου ή ζωτική σημασία για την αξιοποίηση των πηγών του εθνικού πλούτου, ή έχουν ως κύριο σκοπό την παροχή υπηρεσιών στο κοινωνικό σύνολο, το

οποίο σημαίνει ότι οι δραστηριότητες αυτές διαφοροποιούνται από τις κοινές επιχειρηματικές δραστηριότητες διότι δεν αφήνονται στους μηχανισμούς της αγοράς, αλλά οφείλουν να υπόκεινται στην πολιτική διαμεσολάβηση.

Άλλωστε, η πλήρης απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας χωρίς την ύπαρξη οποιουδήποτε κρατικού παρεμβατισμού και σχεδιασμού των ενεργειακών αναγκών της χώρας θα οδηγούσε σε υπονόμευση των ίδιων των βασικών σκοπών του νόμου, δηλαδή της παροχής υπηρεσιών κοινής ωφέλειας μέσω της παροχής τεχνικώς αξιόπιστης και οικονομικώς προσιτής ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές, όπως αποδείχθηκε και από τις μεγάλες διακοπές ρεύματος στις ΗΠΑ τον Αύγουστο του 2003. Όσα προαναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα ισχύουν κατά μείζονα λόγο και για τις ΑΠΕ. Το άρθρο 106 παρ. 1 του Συντάγματος που αφορά στην υποχρέωση αξιοποίησης των πηγών του εθνικού πλούτου κάνει μάλιστα ρητή αναφορά και στην ατμόσφαιρα. Στην έννοια των πηγών του εθνικού πλούτου περιλαμβάνονται και οι πηγές ενέργειας, συνεπώς και οι ΑΠΕ. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει και αντίστοιχη υποχρέωση του κράτους για την αξιοποίηση των ΑΠΕ, ως πηγών εθνικού πλούτου. Όπως σημειώσαμε ήδη πιο πάνω, η κρατική υποχρέωση για αξιοποίηση και ενίσχυση των ΑΠΕ, προκύπτει πρωτίστως από την συνταγματική επιταγή προστασίας του περιβάλλοντος.

Κατά συνέπεια, για την πολιτεία προκύπτει μια δέσμη υποχρεώσεων, η οποία περιλαμβάνει την υποχρέωση θέσπισης του κατάλληλου θεσμικού πλαισίου για την αξιοποίηση των ΑΠΕ (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κλπ.) και δικαιολογεί την στήριξη των ιδιωτικών επενδύσεων στον τομέα των ΑΠΕ από κρατικούς πόρους. Αντίστοιχα, το κράτος διατηρεί όλες τις εξουσίες και αρμοδιότητες που απορρέουν από τα άρθρα 17,18 και 106 του Συντάγματος. Μπορεί δηλαδή να λάβει τα κατάλληλα μέτρα που κυμαίνονται από τη 100 ρύθμιση ή τον συντονισμό των σχετικών ιδιωτικών δραστηριοτήτων μέχρι την επιβολή κρατικής ιδιοκτησίας επ' αυτών. Οι διαφορές ΑΠΕ εμπίπτουν (κατά την κρατούσα άποψη) στην έννοια των πραγμάτων που είναι κοινά σε όλους (ατμόσφαιρα, θάλασσα) ή κοινόχρηστα (αιγιαλός, τρεχούμενα νερά) και συνεπώς είναι εκτός συναλλαγής (ΑΚ 966-967). Τα πράγματα αυτά επειδή ακριβώς είναι ανεξάντλητα και υφίσταται αδυναμία εξουσίασης τους ανήκουν κατά κανόνα σε κοινή χρήση. Για το λόγο αυτό καθένας έχει κατ' αρχήν το δικαίωμα να τα χρησιμοποιεί ελεύθερα και να αξιοποιεί την ενέργεια που περικλείουν. Ωστόσο, το κράτος, με τις πρώτες του νομοθετικές ρυθμίσεις στον τομέα των ΑΠΕ, υπήγαγε την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε καθεστώς προηγούμενης άδειας επειδή ακριβώς το αποκλειστικό προνόμιο παραγωγής και διάθεσης ηλεκτρικής ενέργειας άνηκε στη ΔΕΗ. Η πολιτεία επέλεξε λοιπόν έναν έντονα παρεμβατικό ρόλο στη ρύθμιση του τομέα των ΑΠΕ, ο οποίος εξακολουθεί μέχρι σήμερα, επειδή ακριβώς από τις ΑΠΕ μπορεί να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια.

2.7.3 Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο για τις ΑΠΕ

Το εθνικό δίκαιο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ μέχρι τη θέση σε ισχύ του ν. 3468/2006 περιλαμβάνεται κυρίως στους ν. 2244/1994, 2773/1999, 2941/2001, 3175/2003 και έχει δεχθεί την επίδραση σχετικών κοινοτικών κανόνων. Το δίκαιο των ΑΠΕ, γενικά, προήλθε από μία σταδιακή εξέλιξη, που ξεκίνησε με αποσπασματικές ρυθμίσεις οι οποίες αφορούσαν μόνο σε ορισμένες κατηγορίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Πρώτες νομοθετικές ρυθμίσεις μέχρι το 1999

Οι πρώτες ρυθμίσεις που αφορούν στην παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ και συγκεκριμένα στη γεωθερμική ενέργεια περιλαμβάνονται στο ν. 1475/1984 «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού». Την πρώτη σημαντική προσπάθεια για την ανάπτυξη των ΑΠΕ στη χώρα μας αποτέλεσε η ψήφιση του ν. 1559/1985 «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις», ο οποίος καταργήθηκε μεταγενέστερα από το άρθρο 10 του ν. 2244/1994.

Με το νόμο αυτό επιδιώχθηκε η προώθηση της ανάπτυξης των ΑΠΕ και επιτράπηκε η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεξάρτητους αυτοπαραγωγούς, πλην όμως η ιδιωτική πρωτοβουλία επιτράπηκε μόνο για την κάλυψη ιδίων αναγκών ή για την πώληση της ενέργειας προς τη ΔΕΗ. Το έτος 1987 ιδρύθηκε το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) με το π.δ. 375/1987 «Ίδρυση Νομικού Προσώπου Ιδιωτικού Δικαίου με την επωνυμία Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας» με σκοπό την προώθηση και υποστήριξη της ανάπτυξης των ΑΠΕ στην Ελλάδα. Με το ν.2244/1994 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις», ο οποίος είχε ως πρότυπο τον αντίστοιχο γερμανικό νόμο, ρυθμίστηκαν θέματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και επιτράπηκε η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ιδιώτες. Το αποκλειστικό δικαίωμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας διατηρήθηκε κατ' αρχήν υπέρ της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ). Επιτράπηκε όμως και η κατόπιν άδειας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τρίτους (ανεξάρτητους) παραγωγούς, με χρήση ανανεώσιμων πηγών, οι οποίοι είχαν το δικαίωμα να τη διαθέτουν αποκλειστικά στη ΔΕΗ (άρθρο 1 παρ.1 περ.α, 2 περ.β και 10 του νόμου).

Περαιτέρω, προσφέρθηκαν ελκυστικές τιμές αγοράς στους ανεξάρτητους παραγωγούς, ενώ προβλέφθηκε η σύναψη 102 πολυετών συμβάσεων μεταξύ των ανεξάρτητων παραγωγών και της ΔΕΗ, προκειμένου να καταστούν οικονομικά βιώσιμες οι επενδύσεις στον τομέα των ΑΠΕ. Η τιμή ορίστηκε ενιαία για όλες τις μορφές των ΑΠΕ. Ο νόμος καθόρισε για το διασυνδεδεμένο σύστημα της χώρας σταθερές τιμές πώλησης της

ανανεώσιμης ενέργειας σε επίπεδα ίσα με το 90% και 70% του γενικού τιμολογίου στη μέση και στην υψηλή τάση, αντίστοιχα. Στα νησιά που δεν ανήκουν στο διασυνδεδεμένο σύστημα η τιμολόγηση βασίζεται στο 90% του τιμολογίου γενικής χρήσης (χαμηλή τάση). Οι ρυθμίσεις αυτές συνέβαλαν σημαντικά στην αύξηση των επενδύσεων στον τομέα των ΑΠΕ, ιδίως στην αιολική ενέργεια. Με τη διάταξη του άρθρου 1 παρ.1 Β του ν.2647/1998 «Μεταβίβαση αρμοδιοτήτων στις Περιφέρειες και την Αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις» μεταβιβάστηκαν στους Γενικούς Γραμματείς των Περιφερειών οι προβλεπόμενες από το άρθρο 3 του ν. 2244/1994 αρμοδιότητες του Υπουργού Ανάπτυξης για τη χορήγηση αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας καθώς και επέκτασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ.

Νομοθεσία μέχρι το 2006

Με το ν. 2773/1999 «Απελευθέρωση της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας- Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις», επιχειρήθηκε η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 96/92/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Δεκεμβρίου 1996, σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Με το νόμο αυτό θεσπίστηκε νέο σύστημα αδειοδότησης των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατά το οποίο προηγείται η άδεια παραγωγής, χορηγούμενη από τον Υπουργό Ανάπτυξης, ύστερα από γνώμη της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ), σύμφωνα με τους όρους και προϋποθέσεις που προβλέπονται στο νόμο αυτό και στον Κανονισμό Αδειών.

Κατά τα προβλεπόμενα στο νόμο (άρθρο 9 παρ.3), η άδεια παραγωγής, η οποία είναι ανεξάρτητη των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας (άρθρο 9 παρ.5), χορηγείται κυρίως βάση οικονομικών κριτηρίων και συνδέεται με τη σκοπιμότητα του έργου, πρέπει δε να περιλαμβάνει τουλάχιστον τα εξής στοιχεία : α) το πρόσωπο, στο οποίο χορηγείται το δικαίωμα, β) το σταθμό ηλεκτροπαραγωγής, για τον οποίο χορηγείται η άδεια, τον τόπο εγκατάστασής του, το δυναμικό παραγωγής και τη χρησιμοποιούμενη καύσιμη ύλη. Περαιτέρω, με τη διάταξη του άρθρου 28 παρ.1 του ίδιου νόμου προβλέφθηκε η θέσπιση Κανονισμού Αδειών Παραγωγής και Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης , ύστερα από γνώμη της ΡΑΕ. Με τον κανονισμό αυτό ρυθμίστηκε το περιεχόμενο της αιτήσεως, τα υποβαλλόμενα δικαιολογητικά και στοιχεία για τη χορήγηση των αδειών παραγωγής, αποκλειστικότητας της κυριότητας του Συστήματος , διαχείρισης του Συστήματος, αποκλειστικότητας της κυριότητας και διαχείρισης του δικτύου και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας και οι ειδικότεροι όροι και προϋποθέσεις χορηγήσεώς τους. Σχετική ρύθμιση υπήρχε στα άρθρα 4 και 5 της Οδηγίας 96/92/ΕΚ, όπου προβλεπόταν ότι οι άδειες παραγωγής χορηγούνται με αντικειμενικά, διαφανή και αμερόληπτα κριτήρια και αναφέρονταν ενδεικτικά μερικά από τα κριτήρια του νόμου.

Τα θέματα αυτά ρυθμίστηκαν εν πολλοίς εκ νέου με τις διατάξεις του ν. 3426/2005 «Επιτάχυνση της διαδικασίας για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας», με τον οποίο μεταφέρθηκαν στο εσωτερικό δίκαιο οι διατάξεις της Οδηγίας 2003/54/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 26ης Ιουνίου 2003 σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και την κατάργηση της Οδηγίας 96/92/EK . Ως προς τις ΑΠΕ ο ν. 2773/1999 διατήρησε το ευνοϊκό τιμολογιακό καθεστώς τους, δίνοντας παράλληλα έμφαση και στο θέμα της προτεραιότητας πρόσβασης στο δίκτυο. 104 Συγκεκριμένα, ο ΔΕΣΜΗΕ, ως διαχειριστής του συστήματος μεταφοράς, υποχρεώθηκε να δίνει προτεραιότητα κατά την κατανομή του φορτίου στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, υδροηλεκτρικής ενέργειας και συμπαραγωγής με μέγιστη ισχύ 50, 10 και 35 MWe, αντίστοιχα. Επίσης, θεσπίστηκε ειδικό τέλος επί των πωλήσεων ανανεώσιμης ενέργειας υπέρ των οικείων οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης. Εξάλλου, με τον «Οδηγό αξιολόγησης αιτήσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και μικρή ΣΗΘ», που εξέδωσε η ΡΑΕ (Ιούλιος 2001), εξειδικεύτηκαν τα κριτήρια του ν. 2773/1999 και η διαδικασία αξιολόγησης. Στο πρώτο στάδιο της διαδικασίας (φάση Α) εξετάζεται κάθε αίτηση αυτοτελώς, προκειμένου να λάβει θετική ή αρνητική γνώμη.

Στη συνέχεια, γίνεται συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ έργων που έχουν λάβει θετική γνώμη, εφόσον συγκρούονται μεταξύ τους, είτε λόγω περιορισμένης χωρητικότητας του δικτύου, είτε λόγω εδαφικής επικάλυψης των έργων ή κορεσμού της περιοχής. Κατά τη συγκριτική αξιολόγηση των κατά τα ανωτέρω ανταγωνιστικών έργων το κριτήριο της ωριμότητας του έργου βαθμολογείται και η επίδοση υπολογίζεται ανάλογα με τυχόν εγκρίσεις και άδειες που έχει εξασφαλίσει ο αιτών (έγκριση επέμβασης, προέγκριση χωροθέτησης, έγκριση περιβαλλοντικών όρων κλπ.). Στη συνέχεια οι πρωτοβουλίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προώθηση των ΑΠΕ , που οδήγησαν στην έκδοση της Οδηγίας 2001/77/EK της 27ης Σεπτεμβρίου 2001, για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας έδωσαν την ώθηση για την ψήφιση του ν. 2941/2001 «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης ΑΠΕ...». Σημαντική καινοτομία αποτελεί η διάταξη του άρθρου 2 του ν. 2941/2001, σύμφωνα με την οποία, τα έργα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα έργα δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, κατασκευής υποσταθμών και υποδομής εν γένει, χαρακτηρίζονται ως έργα 105 δημόσιας ωφέλειας, ανεξάρτητα από το φορέα υλοποίησής τους, γεγονός που επιτρέπει την αναγκαστική απαλλοτρίωση των ακινήτων που είναι απαραίτητα για την κατασκευή τους ή τη σύσταση εμπράγματων δικαιωμάτων επ' αυτών.

Επίσης, τα έργα σύνδεσης των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ με το διασυνδεδεμένο Σύστημα της ηπειρωτικής χώρας και τα δίκτυα αυτόνομων νησιωτικών περιοχών μπορούν να κατασκευάζονται από οποιονδήποτε ενδιαφερόμενο επενδυτή σύμφωνα με προδιαγραφές που προέρχονται από το διαχειριστή του Συστήματος και

των δικτύων. Περαιτέρω ορίστηκε ότι για την κατασκευή ηλιακών σταθμών και ανεμογεννητριών δεν απαιτείται έκδοση άδειας οικοδομής με εξαίρεση τα έργα πολιτικού μηχανικού. Η χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ εντός προστατευομένων περιοχών πραγματοποιείται, μέχρι την έκδοση Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου ανάπτυξης για τις ΑΠΕ, μετά από γνωμοδότηση της διεύθυνσης χωροταξίας του ΥΠΕΧΩΔΕ. Ειδικά για την Αττική η εν λόγω χωροθέτηση γίνεται, έως την έκδοση του ανωτέρω Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ, μετά από κοινή 106 γνωμοδότηση του Οργανισμού Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθήνας (ΟΡΣΑ) και του ΚΑΠΕ. Με την Δ6/Φ1/2000/6.2.2002 απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης «Διαδικασία έκδοσης αδειών και εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ΑΠΕ και μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών και τύποι συμβάσεων αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας» προβλέφθηκε ότι προϋπόθεση για την υποβολή αιτήματος για έκδοση άδειας εγκατάστασης ή επέκτασης είναι η κατοχή ισχύουσας άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (άρθρο 3 παρ.2) και ότι εάν ανακληθεί για οποιοδήποτε λόγο η άδεια παραγωγής ανακαλείται υποχρεωτικά και η άδεια εγκατάστασης (άρθρο 11 παρ.5).

Με το ν.3175/2003 «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις» επιδιώχθηκε η δημιουργία των προϋποθέσεων για την ορθολογική αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού της χώρας, ως ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, από την οποία μπορεί φυσικά να παραχθεί και ηλεκτρική ενέργεια. Ορίστηκε ότι οι διατάξεις του Μεταλλευτικού Κώδικα και γενικότερα της μεταλλευτικής νομοθεσίας εφαρμόζονται και για το γεωθερμικό δυναμικό, εφόσον δεν γίνεται διαφορετική ρύθμιση με τις διατάξεις του νόμου αυτού (άρθρο 3 παρ.3) θεσπίστηκε η ενιαία αντιμετώπιση ενός γεωθερμικού πεδίου ως «κοίτασμα-πηγή», η παύση των επιμέρους μισθώσεων που προβλέπονται στο προϊσχύσαν νομικό πλαίσιο και διαχωρίστηκαν τα βεβαιωμένα (με προσδιορισμένα φυσικά χαρακτηριστικά, δηλαδή άμεσα αξιοποιήσιμα) από τα πιθανά γεωθερμικά πεδία. Ως προς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία και τη χορήγηση της σχετικής άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, που συνδυάζεται με την εκμίσθωση για την εκμετάλλευση γεωθερμικού δυναμικού, ο νόμος ορίζει ότι επιτρέπεται μόνον εφόσον ο υποψήφιος έχει επιτύχει σε διαγωνισμό που διενεργείται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 10 αυτού. Ο νόμος κάλυψε και το νομοθετικό κενό που υπήρχε για τον τομέα της τηλεθέρμανσης.

Τέλος, με το άρθρο 23 παρ.6 υιοθετήθηκε ο 107 ορισμός της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ σχετικά με την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από υβριδικά συστήματα ώστε να αρθούν ασάφειες που ενδεχομένως να ανέκυπταν ως προς την ενέργεια που παράγεται από τα συστήματα αυτά. Με την ΚΥΑ 1726/2003 «Διαδικασία προκαταρκτικής εκτίμησης και αξιολόγησης, έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, καθώς και έγκρισης επέμβασης ή παραχώρησης δάσους ή δασικής έκτασης στα πλαίσια της έκδοσης άδειας εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, από ΑΠΕ» προσαρμόστηκε η διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης εγκαταστάσεων ΑΠΕ στις νέες ρυθμίσεις του Ν.

3010/2002 «Εναρμόνιση του Ν.1650/1986 με τις Οδηγίες 97/61/ΕΕ...». Με τις ρυθμίσεις αυτές, περιορίστηκε ο αριθμός των γνωμοδοτούντων φορέων, οι οποίοι έφθαναν τους 41 πριν την έκδοση της ΚΥΑ και οι οποίοι περιορίστηκαν σε 27, και καθιερώθηκαν συντομότερες προθεσμίες, άπρακτη παρέλευση των οποίων, νομιμοποιεί την επισπεύδουσα υπηρεσία να θεωρεί ως θετικές τις ενδιάμεσες εγκρίσεις και γνωμοδοτήσεις άλλων φορέων.

Το γεγονός και μόνο ότι το θεσμικό πλαίσιο των ΑΠΕ περιλαμβανόταν σε πέντε νόμους (ν.2244/1994, 2643/1998, 2773/1999, 2941/2001 και 3175/2003), οι οποίοι τροποποιήθηκαν επανειλημμένα και εξειδικεύτηκαν με την έκδοση αρκετών κανονιστικών αποφάσεων, αποδεικνύει ότι σε πολλά θέματα παρατηρούνταν συχνά επικαλύψεις, αντιφάσεις και ασάφειες, ενώ δεν ήταν πάντοτε ευκρινές ποιοι κανόνες εξακολουθούσαν να ισχύουν.

Νέα νομοθεσία (3468/2006,3734/2009, 3851/2010)

Με το νόμο 3468/2006 γίνεται προσπάθεια να ορθολογικοποιηθεί η νομοθεσία που διέπει τις ΑΠΕ και εισάγεται και η κοινοτική οδηγία 2001/77/ΕΚ και αφετέρου προωθείται κατά προτεραιότητα η παραγωγή ενέργειας από μονάδες ΑΠΕ και ΣΥΘΗΑ. Στη συνέχεια με το νόμο 3734/2009 εναρμονίζεται η ελληνική νομοθεσία με την οδηγία 2004/8/ΕΚ για την προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας και συμπληρώνεται με το σχετικό νομικό πλαίσιο και αναπροσαρμόστηκαν τα τιμολόγια απορρόφησης της ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς. Ο νόμος αυτός έχει τροποποιητικές σε σχέση με τους Ν.3468/2006 και Ν.3199/2003, και εισάγει τα παρακάτω βασικά στοιχεία για την ανάπτυξη της αγοράς των φ/β και γενικότερα των ΑΠΕ:

- Απλοποιείται σε κεντρικό επίπεδο η διαδικασία έκδοσης των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας, οι οποίες πλέον εκδίδονται με υπουργική απόφαση και όχι με κοινή υπουργική απόφαση.
- Προς άρση της εικονικής συμφόρησης δικτύων και προβλέπεται ενιαίο πλαίσιο χορήγησης Π.Σ., παύση ισχύος των παλαιών Π.Σ. βάσει μεταβατικών διατάξεων και διάρκεια νέων Π.Σ. τρία έτη με δυνατότητα ανανέωσης μόνο εάν εκδοθεί η οικεία άδεια εγκατάστασης.
- Εκλογικεύονται οι αποκλειστικές προθεσμίες του ν. 3468/2006 και έτσι αίρεται ο κίνδυνος ακυρότητας των πράξεων.
- Απαλείφεται ο όρος <θεώρηση> αντί οικοδομικής άδειας και γίνεται πρόβλεψη για έγκριση εργασιών για τις μη δομικές κατασκευές των αιολικών και φ/β σταθμών.

Ακόμη, με ΚΥΑ του Ιουνίου του 2009 ανοίγει ο δρόμος για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στις στέγες οικιών και επαγγελματικών στεγών με ισχύ έως 10kw και τιμή απορροφωμένης ενέργειας τα 0,55€ /kwh. Αν και ο νόμος 3734/2009 έκανε κάποιες διορθωτικές κινήσεις δεν κατάφερε να επιταχύνει τις επενδύσεις σε ΑΠΕ. Μιας και οι

διαδικασίες αδειοδότησης, οι οποίες προβλέπονταν από το νόμο 3468/2006 ήταν χρονοβόρες δημιουργήθηκε η ανάγκη να θεσπιστεί ένας καινούργιος νόμος ο οποίος θα απλοποιήσει και θα επιταχύνει τις διαδικασίες ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι για συμμετοχή των ΑΠΕ στην εθνική κατανάλωση ενέργειας.

Έτσι, θεσπίστηκε ο νόμος της 25/6/2010. Με το νέο νομοθετικό πλαίσιο, για να μειωθούν οι γραφειοκρατικές διαδικασίες και να επιτευχθεί ο στόχος για συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20% και για συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 40%, μειώνονται οι ημέρες εξέτασης των αιτημάτων, συμπύσσεται η προηγούμενη διαδικασία της έκδοσης προκαταρκτικής περιβαλλοντικής εκτίμησης και αξιολόγησης και στη συνέχεια της έγκρισης περιβαλλοντικών όρων σε μία διαδικασία με την απαίτηση πλέον για έκδοση μόνο ΕΠΟ και αυξάνονται τα όρια ισχύος από τα οποία εξαιρούνται οι ενδιαφερόμενοι για έκδοση αδείας παραγωγής. Με το νέο νόμο μεγαλώνουν τα επίπεδα ισχύος των ΑΠΕ για τα οποία δεν απαιτείται άδεια (έγκριση περιβαλλοντικών επιπτώσεων), η οποία ήταν μια αρκετά χρονοβόρα και γραφειοκρατική διαδικασία.

Πιο συγκεκριμένα για σταθμούς γεωθερμίας, βιομάζας, βιοαερίου, φωτοβολταϊκούς, ηλιοθερμικούς και βιοκαυσίμων η ισχύς ανεβαίνει στα 500kw μιας και θεωρούνται χαμηλής όχλησης. Για τα αιολικά η ισχύς δεν πρέπει να ξεπερνά τα 20kw. Με το νέο νόμο ακόμη, αυξάνονται οι σταθερές τιμές με τις οποίες απορροφάται η παραγομένη ενέργεια από ΑΠΕ. Συγκεκριμένα για όλες τις μορφές δίδονται μεγαλύτερες τιμές εκτός από τα φωτοβολταϊκά, στα οποία ακολουθείται η προηγούμενη τιμολογιακή πολιτική που προβλέπει μείωση της τιμής κατά την πάροδο των ετών λόγω του ότι η τεχνολογία αυτή γίνεται πιο ώριμη και η απόδοσή της στη χώρα μας είναι μεγαλύτερη σε σχέση με άλλες χώρες λόγω υψηλότερης διάρκειας ηλιοφάνειας.

2.7.4 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.

3. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

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 Τα χαρακτηριστικά του ανέμου

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.

3.3 Μετατροπή της αιολικής ενέργειας

Πως η μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου εντός μιας χρονικής περιόδου μετατρέπεται σε ετήσια ενέργεια εξόδου σε κιλοβατώρες (kWh) από την ανεμογεννήτρια; Αντιλαμβανόμαστε καταρχήν ότι πρέπει να ξεκινήσουμε από μια σειρά μετρήσεων ταχυτήτων ανέμου για κάποιο χρονικό διάστημα και κατόπιν να ολοκληρώσουμε την ισχύ σε σειρές μικρών χρονικών διαστημάτων που συνιστούν την επιθυμητή χρονική περίοδο. Αυτό μπορούμε να το πετύχουμε αν πάρουμε τη χαρακτηριστική ισχύς της ανεμογεννήτριας και την συσσωρευτική κατανομή των ταχυτήτων του ανέμου. Πρέπει επίσης να λάβουμε υπόψη τη μεταβολή των ταχυτήτων του ανέμου σε συνάρτηση με το ύψος, έτσι ώστε να επιλέξουμε μια αντιπροσωπευτική τιμή ταχύτητας ανέμου που θα διέλθει το θάλαμο της ατράκτου της ανεμογεννήτριας. Ανάλογα με τις ταχύτητες των ανέμων που επικρατούν σε ορισμένη γεωγραφική τοποθεσία, η ανεμογεννήτρια θα παράγει μια ετήσια μέση ισχύ που αντιστοιχεί στο 30% της μέγιστης υπολογιζόμενης ισχύος.

Επίσης, κυρίως δύο μέθοδοι ρύθμισης της ισχύος εξόδου μιας ανεμογεννήτριας υπάρχουν. Η μηχανική ρύθμιση στροφών κατά την οποία ελαττώνεται η αεροδυναμική επιφάνεια των περιστρεφόμενων πτερυγίων. Επίσης η μηχανική ρύθμιση πέδησης κατά την οποία τα πτερύγια σταματούν να κινούνται όταν η ταχύτητα του ανέμου υπερβαίνει ένα προκαθορισμένο όριο, οπότε και πάλι περιορίζεται η ισχύς που μεταδίδεται από το δρομέα, μέσω μηχανισμού οδοντωτών τροχών, προς την ηλεκτρογεννήτρια. Η ταχύτητα του ανέμου, στο ύψος της πλήμνης (έλικας) , που παράγει τη μέγιστη ισχύ, ονομάζεται ταχύτητα εκτίμησης ανέμου. Στην πράξη η καμπύλη ισχύος μιας ανεμογεννήτριας κατασκευάζεται από μετρήσεις ταχύτητας ανέμου και ισχύος εξόδου που γίνονται μέσα

σε χρονικά διαστήματα 10 λεπτών και καταγράφεται η μέση τιμή για κάθε τέτοιο χρονικό διάστημα. Οι μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου γίνονται σε κάποια απόσταση από την έλικα του στροβίλου και δε λαμβάνουν υπόψη διακυμάνσεις της ταχύτητας του ανέμου δια μέσω της έλικας.

Η σημαντικότερη οικονομικά εφαρμογή των ανεμογεννητριών είναι η σύνδεση τους στο ηλεκτρικό δίκτυο μιας χώρας. Στην περίπτωση αυτή, ένα αιολικό πάρκο, δηλαδή μία συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μία περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοχετεύει το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό σύστημα. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται, μηχανικής ενέργειας για χρήση σε αντλιοστάσια, καθώς και θερμότητας. Όμως, η ισχύς που παράγεται σε εφαρμογές αυτού του είδους είναι περιορισμένη, το ίδιο και η οικονομική τους σημασία. Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται συνηθέστερα :

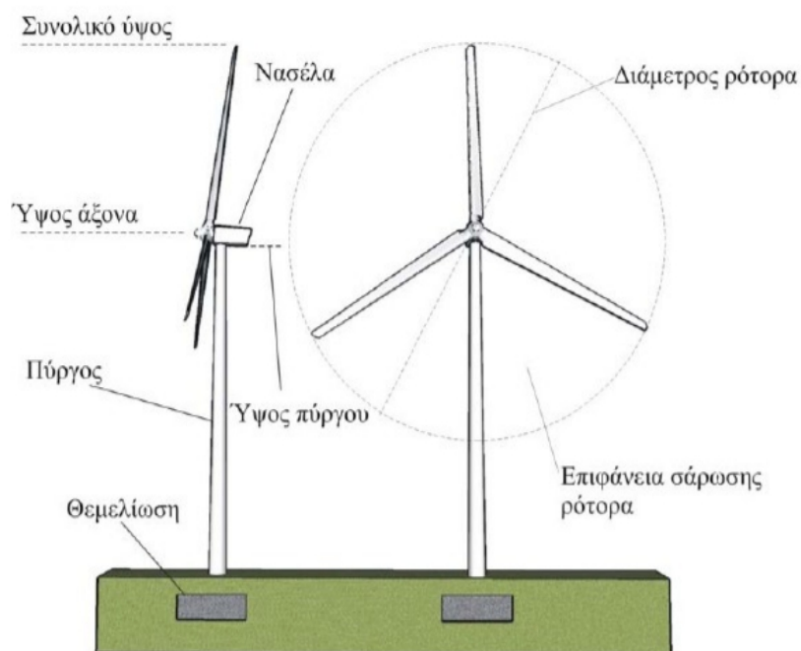
- Για παραγωγή ηλεκτρισμού σε περιοχές συνδεδεμένες στο δίκτυο τόσο για την κάλυψη ίδιων αναγκών όσο και για την πώληση του ρεύματος στην εταιρεία εκμετάλλευσης του δικτύου.
- Για παραγωγή ηλεκτρισμού σε περιοχές που δεν είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο, (είτε μόνες τους με συσσωρευτές ή σε συνδυασμό με σταθμό ηλεκτροπαραγωγής με ντίζελ).
- Για θέρμανση πχ σε θερμοκήπια, με διαδοχική μετατροπή της σε ηλεκτρισμό και ακολούθως σε θερμότητα με τη χρήση ηλεκτρικής αντίστασης ή με την κίνηση αντλιών θερμότητας.

Οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε μικρές μεσαίες ή μεγάλες ανάλογα με την ισχύ που αποδίδουν. Μια μεγάλη ανεμογεννήτρια μπορεί να έχει ισχύ έως και 4000 KW. Τα πτερύγια μιας τέτοιας ανεμογεννήτριας έχουν μήκος περίπου 40 μέτρα και έτσι η επιφάνεια που καλύπτεται από την περιστροφή είναι περίπου όσο ένα ποδοσφαιρικό γήπεδο. Ο πύργος μιας μεγάλης εγκατάστασης έχει ύψος άνω των 90 μέτρων πράγμα που σημαίνει ότι μαζί με τα πτερύγια η εγκατάσταση ξεπερνά τα 130 μέτρα.

3.4 Ανεμογεννήτριες

Γενική διάταξη

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



Εικόνα 3.1: Διάταξη ανεμογεννήτριας

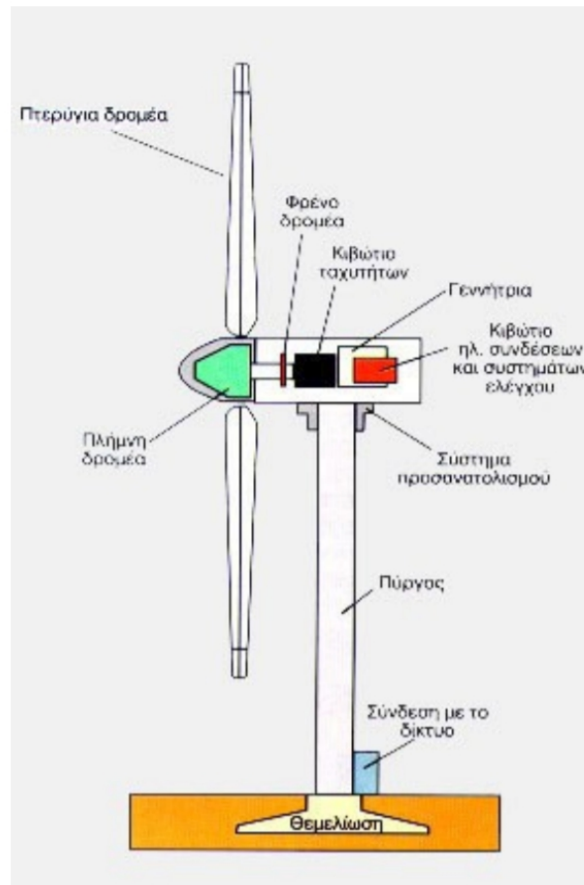
Πηγή: ntua

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 προσανατολισμού, καθώς και το σύστημα ελέγχου της μηχανής.



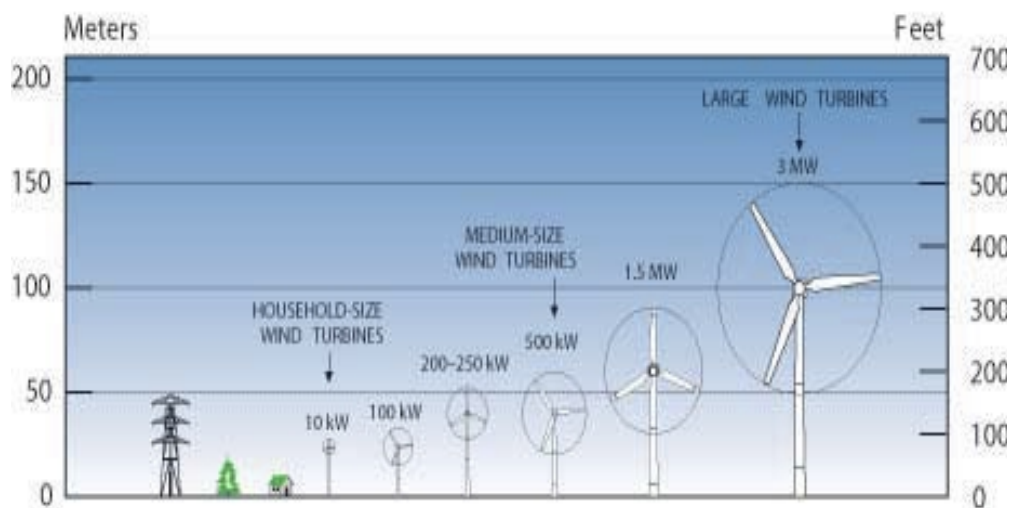
Εικόνα 3.2: Σύνδεση των εξαρτημάτων ανεμογεννήτριας

Πηγή: ntua

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 3.3: Μεγέθη ανεμογεννητριών

Πηγή: ΡΑΕ

Πίνακας 3.1 Διαχρονική εξέλιξη του μεγέθους των ανεμογεννητριών από το 1980 μέχρι σήμερα

	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Όνομαστική ισχύς	30KW	80KW	250KW	600KW	1500KW	3000KW	6000KW
Διάμετρος ρότορα	15 m	20 m	30 m	46 m	70 m	90 m	126 m
Ύψος πύργου	30 m	40 m	50 m	78 m	100 m	105 m	135 m
Ετήσια Ηλεκτροπαραγωγή	35,000 kWh	95,000 kWh	4000,000 kWh	1,250,000 kWh	3,500,000 kWh	6,900,000 kWh	20,000,000 kWh

Πηγή: ΡΑΕ

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 Αιολικό δυναμικό

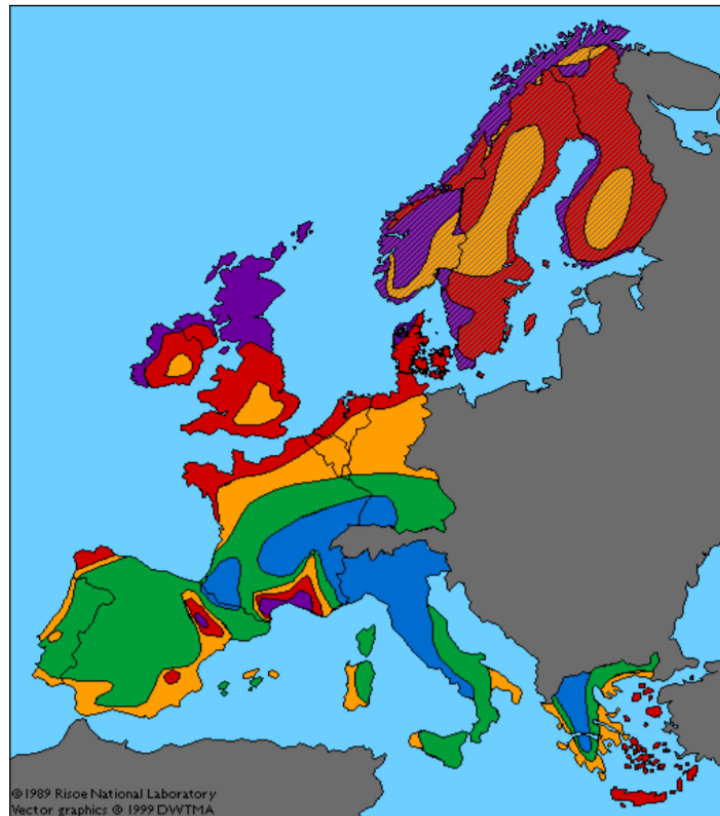
Η ονομασία αιολικό δυναμικό μίας περιοχής χρησιμοποιείται στη βιβλιογραφία για να δηλώσει τα ακόλουθα τρία μεγέθη:

- Το φυσικό διαθέσιμο αιολικό δυναμικό: είναι η κινητική ενέργεια των αέριων μαζών οι οποίες κινούνται κάθε χρόνο επάνω από την περιοχή. Η αξία αυτού του δυναμικού είναι μόνο θεωρητική.
- Το τεχνικώς αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό: είναι το μέρος του φυσικώς διαθέσιμου αιολικού δυναμικού, το οποίο είναι τεχνικώς δυνατόν να δεσμευτεί από τις αιολικές μηχανές, χωρίς οικονομικό περιορισμό. Αυτό σημαίνει ότι το κόστος του συστήματος συλλογής δεν λαμβάνεται υπ' όψιν. Να σημειωθεί ότι το τεχνικώς αξιοποιήσιμο δυναμικό μεταβάλλεται χρονικώς, γιατί εξαρτάται από την εκάστοτε διαθέσιμη τεχνολογία.
- Το οικονομικώς αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό είναι το μέρος του τεχνικώς αξιοποιήσιμου δυναμικού, του οποίου το κόστος αξιοποίησης είναι οικονομικώς συμφέρον. Αυτό το δυναμικό επίσης μεταβάλλεται, δεδομένου ότι εξαρτάται από την εκάστοτε τεχνολογία και τις εκάστοτε οικονομικές συνθήκες.

Μία αιολική μηχανή μπορεί να εγκατασταθεί πρακτικά σε οποιονδήποτε ανοικτό χώρο. Δεδομένου όμως ότι τα σύγχρονα αιολικά πάρκα αποτελούν εμπορικές εφαρμογές, θα πρέπει η εγκατάσταση των αιολικών μηχανών να μην γίνει αυθαίρετα, αλλά να είναι αντικείμενο μελέτης και βελτιστοποίησης. Διάφορες μεθοδολογίες έχουν αναπτυχθεί για την επιλογή θέσεων των αιολικών πάρκων, υπάρχουν όμως μερικά βασικά σημεία τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν, όπως:

- Οι κορυφογραμμές, όπου η ταχύτητα του ανέμου είναι μεγαλύτερη.
- Οι κοιλάδες ή τα περάσματα μεταξύ υψωμάτων.
- Τα οροπέδια, ειδικά όσα βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο.
- Οι παράκτιες περιοχές.

3.6.1 Αιολικό δυναμικό στην Ευρώπη

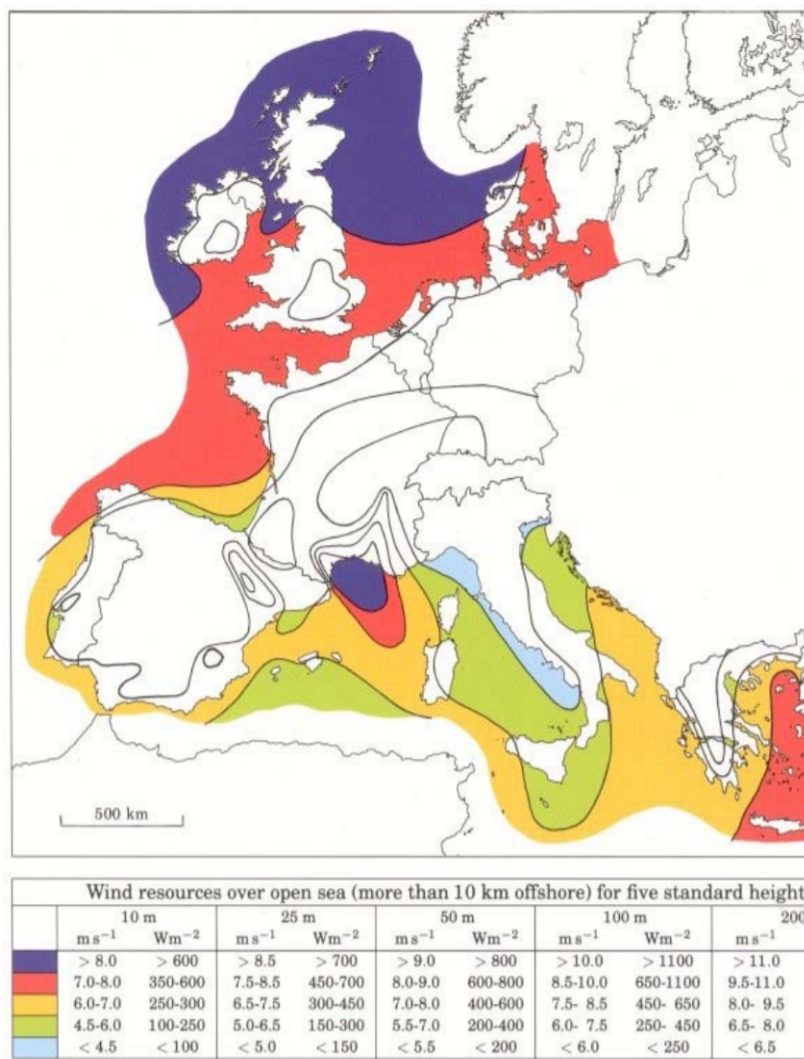


Αιολικό δυναμικό στα 50 μέτρα ύψος για 5 διαφορετικές τοπογραφικές συνθήκες:
 1) Sheltered terrain, 2) Open plain, 3) At a coast, 4) Open sea and 5) Hills and ridges.

	m/s	W/m ²	m/s	W/m ²	m/s	W/m ²	m/s	W/m ²	m/s	W/m ²
■	>6.0	>250	>7.5	>500	>8.5	>700	>9.0	>800	>11.5	>1800
■	5.0-6.0	150-250	6.5-7.5	300-500	7.0-8.5	400-700	8.0-9.0	600-800	10.0-11.5	1200-1800
■	4.5-5.0	100-150	5.5-6.5	200-300	6.0-7.0	250-400	7.0-8.0	400-600	8.5-10.0	700-1200
■	3.5-4.5	50-100	4.5-5.5	100-200	5.0-6.0	150-250	5.5-7.0	200-400	7.0-8.5	400-700
■	<3.5	<50	<4.5	<100	<5.0	<150	<5.5	<200	<7.0	<400
■			>7.5							
■			5.5-7.5							
■			<5.5							

Εικόνα 3.4: Αιολικό δυναμικό Ευρώπης

Πηγή: ΡΑΕ



Εικόνα 3.5: Ταχύτητες ανέμων στην Ευρώπη

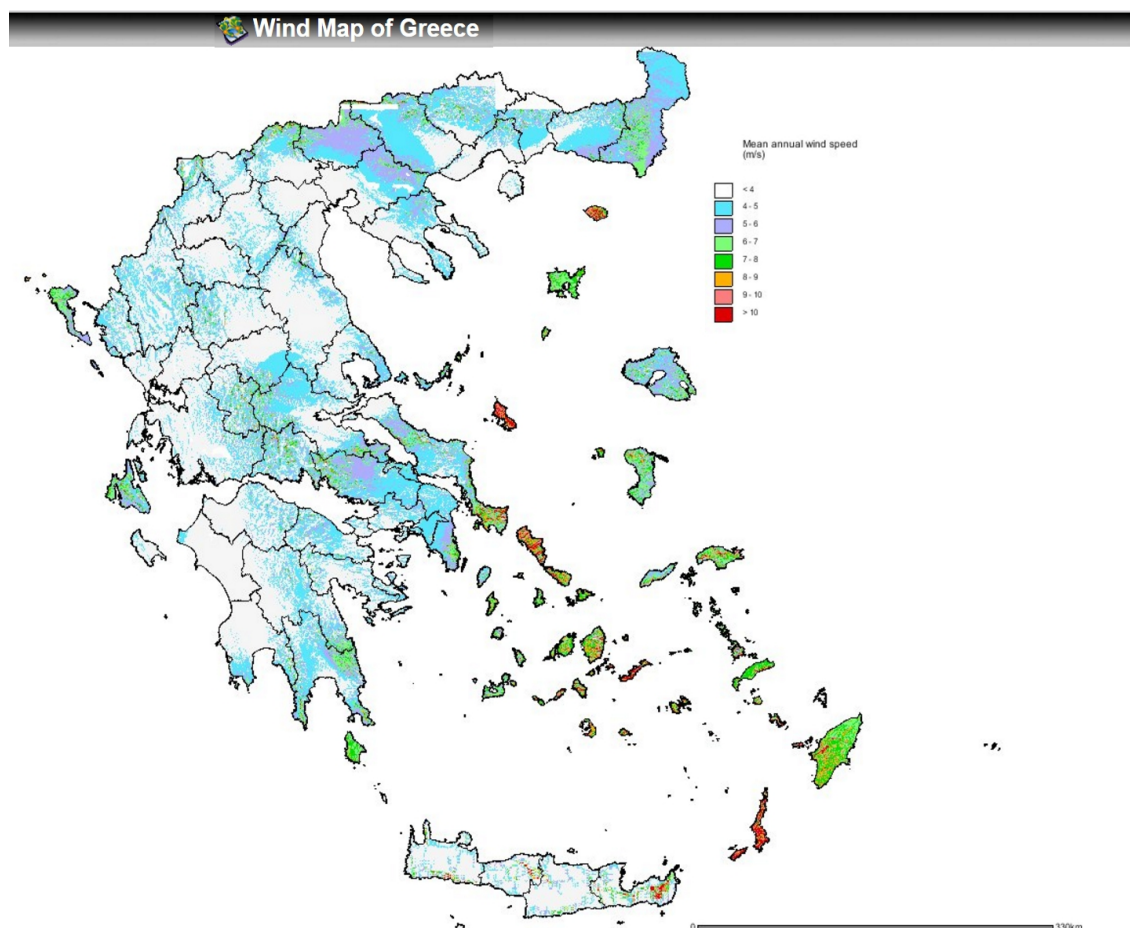
Πηγή: ΠΑΕ

Από τους χάρτες παρατηρούμε ότι και οι άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής ένωσης έχουν κατάλληλες κλιματολογικές συνθήκες για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων. 85 Ειδικά στην υπεράκτια περιοχή Νότια της Γαλλίας καθώς και στο βόρειο υπεράκτιο τμήμα τόσο της Ισπανίας, της Γαλλίας αλλά και των υπολοίπων χωρών του Ευρωπαϊκού Βορρά(Σκανδιναβικές χώρες, Ηνωμένο Βασίλειο, Γερμανία) αναπτύσσονται κατάλληλες συνθήκες για εκτεταμένη χρήση αιολικών πάρκων.

3.6.2 Αιολικό δυναμικό στην Ελλάδα

Η Ελλάδα έχει ένα πάρα πολύ δυνατό αιολικό δυναμικό καθώς λόγω της μορφολογίας της, κατά τη διάρκεια όλου του έτους πνέουν ισχυροί άνεμοι κυρίως στην περιοχή του Αιγαίου. Πιο συγκεκριμένα στα νησιά του Αιγαίου υφίστανται δυνατοί άνεμοι, των

οποίων η ταχύτητα τους κυμαίνεται από 7-11m/s κατά μέσο όρο. Ακόμη, μετρήσεις έχουν δείξει, πως στα νησιά του Κεντρικού Αιγαίου η μέση ταχύτητα του ανέμου είναι μεγαλύτερη από τα 7m/s και σε τυπικά μέρη κυμαίνεται μεταξύ 8-10m/s και σε εξαιρετικές (υπερβολικές) περιπτώσεις φθάνει τα 12m/s. Στα βόρεια και νότια νησιά του Αιγαίου η ταχύτητα του ανέμου κυμαίνεται στα 6m/s. Το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο συνολικό αιολικό δυναμικό στην Ελλάδα, όπως προκύπτει με βάση τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες και τους βασικούς περιορισμούς χωροθέτησης αιολικών πάρκων εκτιμάται σε 11000 MW για ταχύτητες ανέμου πάνω από 6 m/s.



Εικόνα 3.6: Χάρτης ανέμων στη Ελλάδα

Πηγή: ΡΑΕ

3.7 Αιολικά πάρκα στην Ελλάδα

Πρώτα αιολικά πάρκα στην Ελλάδα

Το πρώτο ιδιωτικό αιολικό πάρκο λειτουργεί από το 1988 στην Κρήτη, ισχύος 10,2 MW (Κοινότητα Μετόχι Σητείας) καλύπτοντας τις ενεργειακές ανάγκες 10.000 νοικοκυριών.

Ένα άλλο πάρκο 27,5 MW λειτουργεί από το 2000, με ετήσια παραγωγή 90 GWh, καλύπτοντας 5% των ετήσιων ηλεκτρικών αναγκών της Κρήτης. Σύμφωνα με τη ΡΑΕ, σε κάθε μη διασυνδεδεμένο νησί υπάρχει αυστηρός περιορισμός (περίπου 30% της μέγιστης ζήτησης του έτους) ως προς το συνολικό μέγεθος ισχύος των αιολικών που μπορούν να εγκατασταθούν. Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) ανέθεσε στην ΠΥΡΚΑΛ την κατασκευή δύο ανεμογεννητριών μεταβλητών στροφών με ονομαστική ισχύ 500kw η κάθε μία. Οι μηχανές εγκαταστάθηκαν στην Αγία Μαρίνα Λαυρίου σε αιολικό πάρκο του ΚΑΠΕ, ισχύος 3 MW που κατασκευάστηκε στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας.

Κατάσταση στην Ελλάδα το 2016

Η συνολική καθαρή αιολικής ισχύς που εγκαταστάθηκε κατά το 2016 ήταν 238,55MW. Πέραν αυτής της νέας ισχύος, κατά το 2016 ήταν ήδη υπό κατασκευή νέα αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 210,7 MW.

Με βάση τη Στατιστική, το σύνολο της αιολικής ισχύος που κατά τα τέλη 2016 βρισκόταν σε εμπορική ή δοκιμαστική λειτουργία είναι: 2374,3 MW αυξημένη κατά 11,2% σε σχέση με το 2015.

Η συνολική ισχύς είναι 2374 MW και κατανέμεται ως εξής:

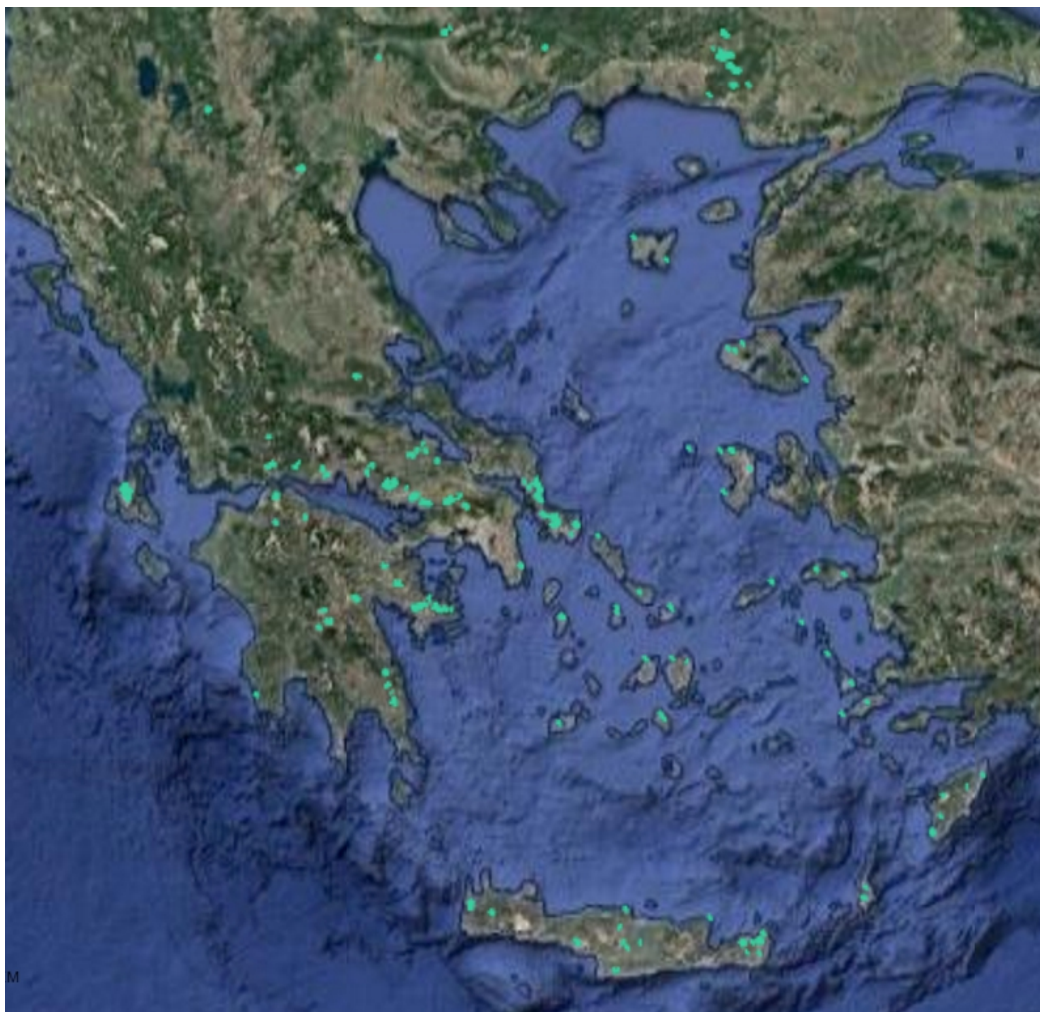
- Στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά : 322,6 MW.
- Στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα: 2053,1 MW.

Σε επίπεδο Περιφερειών η Στερεά Ελλάδα παραμένει στην κορυφή των αιολικών εγκαταστάσεων αφού φιλοξενεί 681,8 MW (31,7%) και ακολουθεί η Πελοπόννησος με 414,30 MW (19,3%) και η Ανατολική Μακεδονία – Θράκη όπου βρίσκονται 298,65 MW (13,9%).

Όσον αφορά τους επιχειρηματικούς ομίλους, για το 2016, στην πρώτη πεντάδα βρίσκονται:

- η EDF EN HELLAS με 238 MW.
- η ENEL Green Power με 200,5 MW.
- η ΕΛΛ.ΤΕΧ ΑΝΕΜΟΣ (ΕΛΛΑΚΤΩΡ) με 238 MW.
- η Iberdrola Rokas με 250,8 MW.
- η TERNA ENERGEIAKH με 460 MW.

Η εικόνα για τους κατασκευαστές των ανεμογεννητριών είναι η εξής: η Vestas έχει προμηθεύσει το 51,1% της συνολικής αιολικής ισχύος που είναι εγκατεστημένη στην Ελλάδα. Ακολουθούν η Enercon με 22,2%, η Gamesa με 11,6%, η Siemens με 8,3% και η Nordex με 4,8%. Ειδικά για το 2016, τις νέες ανεμογεννήτριες προμήθευσαν η Vestas κατά 73%, η Gamesa κατά 17,8% και η Enercon κατά 9,2%.



Εικόνα 3.7: Χάρτης αιολικών σταθμών στην Ελλάδα

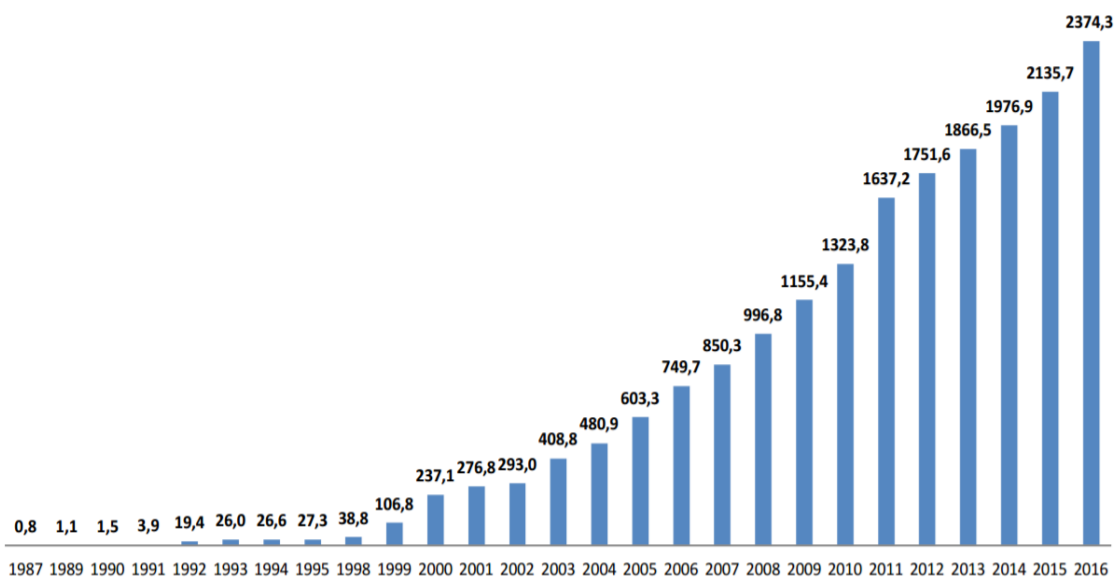
Πηγή: ΡΑΕ

Οφέλη από την ανάπτυξη των αιολικών πάρκων στη Ελλάδα

Τα οφέλη από την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας αποτυπώνονται σε:

- Μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 2,2 – 2,8 εκατ. τόννους ετησίως
- 2.500-3.000 νέες θέσεις εργασίας.
- Μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 4,2 – 5,6 εκατ. τόννους ετησίως
- 4.500-6.000 νέες θέσεις εργασίας.

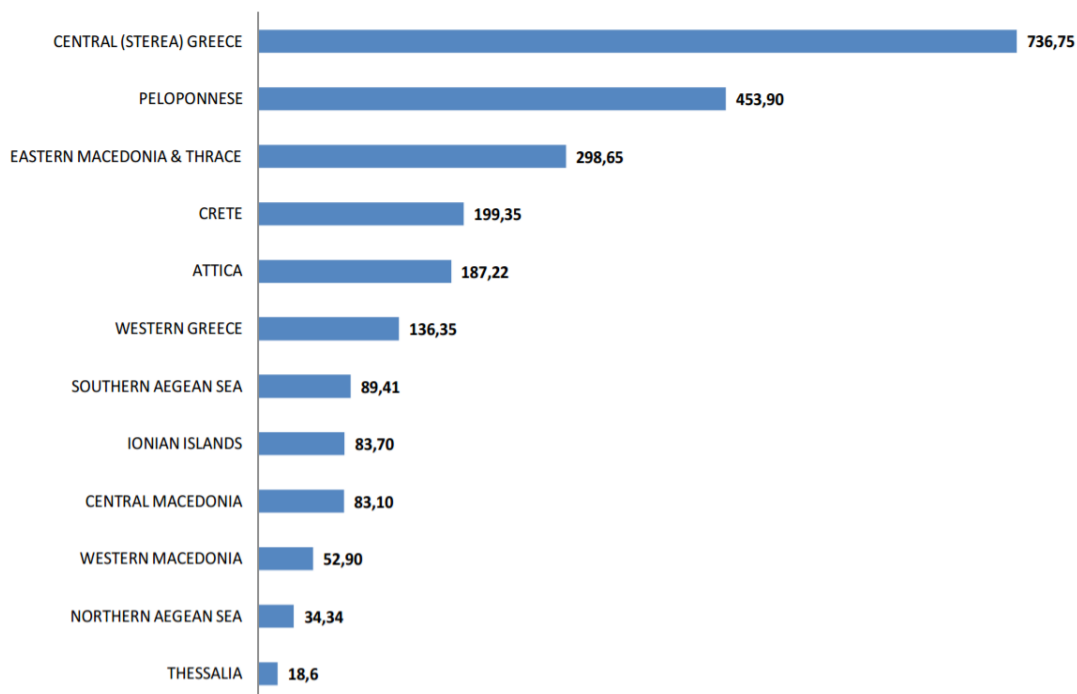
Total installed MW per year



Διάγραμμα 3.1: Συνολική παραγόμενη ισχύς ανά έτος στην Ελλάδα

Πηγή: <http://eletaen.gr/>

Installed MW per region



Διάγραμμα 3.2: Παραγόμενη ισχύς ανά περιοχή στην Ελλάδα

Πηγή: <http://eletaen.gr/>

3.8 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, εκδιδόμενης 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.

- ✓ *Ε.Π.Ο.* - Κατ' εξαίρεση απαιτείται ΕΠΟ εάν:
 - το έργο εγκαθίσταται εντός περιοχής Natura 2000 ή σε απόσταση < 100m από αιγιαλό.
 - γειτνιάζει σε απόσταση <150 m με άλλο σταθμό ίδιας τεχνολογίας.
 - η αθροιστική ισχύς υπερβαίνει το όριο των 20 kW.

Για την έκδοση απόφασης Ε.Π.Ο. κατά τις διατάξεις του άρθρου 4 του ν. 1650/1986, όπως ισχύει, υποβάλλεται πλήρης φάκελος και Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) στην αρμόδια για την περιβαλλοντική αδειοδότηση αρχή.

Η αρμόδια αρχή εξετάζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τα προτεινόμενα μέτρα πρόληψης και αποκατάστασης, μεριμνά για την τήρηση των διαδικασιών δημοσιοποίησης και αποφαινεται για τη χορήγηση ή μη απόφασης Ε.Π.Ο. μέσα σε τέσσερις (4) μήνες από το χρόνο που ο φάκελος θεωρήθηκε πλήρης.

Η απόφαση Ε.Π.Ο. για την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ισχύει για δέκα (10) έτη και μπορεί να ανανεώνεται, με αίτηση που υποβάλλεται υποχρεωτικά έξι (6) μήνες πριν από τη λήξη της, για μία ή περισσότερες φορές, μέχρι ίσο χρόνο κάθε φορά. Μέχρι την έκδοση της απόφασης ανανέωσης εξακολουθούν να ισχύουν οι προηγούμενοι περιβαλλοντικοί όροι. προκύπτει σαφώς η εγκατάσταση σε υποδοχέα ή πάνω

- ✓ *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.

3.9 Κριτήρια για την επένδυση στην αιολική ενέργεια

Κόστος

Το σημαντικότερο κριτήριο για την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου είναι η κοινοποίηση ή μη των οικονομικών αναγκών ενός τέτοιου έργου. Τα συνολικά κόστη του έργου υπολογίζονται ως το άθροισμα του αρχικού και του ετήσιου κόστους.

Αρχικό κόστος:

- Μελέτη σκοπιμότητας
- Ανάπτυξη έργου
- Μηχανολογικά
- Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- Ανεμογεννήτριες
- Έργα οδοποιίας
- Γραμμή μεταφοράς ηλεκτρισμού
- Υποσταθμοί

Κόστος Λειτουργίας & Συντήρησης:

- Ετήσιο Κόστος Αμοιβών
- Συντελεστής Συντήρησης
- Συντελεστής Συντήρησης έργων Πολιτικού Μηχανικού
- Συντελεστής κόστους ασφάλισης
- Συντελεστής κόστους ασφάλισης έργων Πολιτικού Μηχανικού
- Γραμμή μεταφοράς ηλεκτρισμού
- Τέλη & Δημοτικοί Φόροι: Οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ υποχρεούνται στην καταβολή τέλους στο δήμο της περιοχής εγκατάστασης.

Διάφορα άλλα κριτήρια για την κατασκευή αιολικού πάρκου

- ✓ Αιολικό Δυναμικό
- ✓ Συγκεκριμένες γεωφυσικές συνθήκες
- ✓ Τοπικές Μετεωρολογικές συνθήκες
- ✓ Δυνατότητα Πρόσβασης
- ✓ Απαιτούμενα Έργα Υποδομής

- ✓ Υφιστάμενα Δίκτυα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
- ✓ Περιβαλλοντικές Συνέπειες

3.10 Συμπεράσματα

3.10.1 Πλεονεκτήματα χρήσης αιολικής ενέργειας

Ποια είναι όμως τα γενικότερα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση της αιολικής ενέργειας;

- Ο άνεμος είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, η οποία μάλιστα παρέχεται δωρεάν.
- Η Αιολική ενέργεια είναι μια τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά ανταγωνιστική και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή επιλογή. Είναι οικονομική, με την έννοια ότι δεν χρειάζεται πολύ ενέργεια για να κατασκευαστούν οι αιολικές μηχανές. Στην τυπική περίπτωση, μια συνηθισμένη αιολική μηχανή, τοποθετημένη σε μια καλή θέση, μετά από ένα χρόνο λειτουργίας παράγει περισσότερη ενέργεια από την ενέργεια που ξοδεύτηκε για την κατασκευή της.
- Προστατεύει τη Γη καθώς κάθε μία κιλοβατώρα που παράγεται από τον άνεμο αντικαθιστά μία κιλοβατώρα που παράγεται από συμβατικούς σταθμούς και ρυπαίνει την ατμόσφαιρα με αέρια του θερμοκηπίου.
- Δεν επιβαρύνει το τοπικό περιβάλλον με επικίνδυνους αέριους ρύπους , μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, καρκινογόνα μικροσωματίδια κ.α., όπως γίνεται με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Εδώ δεν υπάρχουν ραδιενεργά κατάλοιπα ούτε οιωνίζουσες ακτινοβολίες όπως με την πυρηνική ενέργεια.
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας ,ενισχύουν την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια κάτι ιδιαίτερα σημαντικό για τη χώρα μας και την Ευρώπη γενικότερα.
- Βοηθά στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας και μεταφέροντας το κοινωνικό αγαθό, δηλαδή το ηλεκτρικό ρεύμα σε ορεινές και δύσβατες περιοχές κάτι που στο παρελθόν ήταν οικονομικά ασύμφορο.
- Συντελεί στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας ενισχύοντας την περιφερειακή ανάπτυξη. Υπολογίζεται ότι, παγκοσμίως, στον ευρύτερο τομέα των ΑΠΕ (κατασκευή, μεταφορά, σχεδίαση, τοποθέτηση, συντήρηση, λειτουργία κτλ) απασχολούνται περισσότεροι από 2,3 εκατομμύρια εργαζόμενοι με προοπτικές αύξησης στην αιολική βιομηχανία έως και 300%, μέχρι το 2020.
- Έχει περιορισμένες απαιτήσεις γης και έχει χαμηλό λειτουργικό κόστος.
- Προστατεύει έναντι της μεταβλητότητας τιμών των ορυκτών καυσίμων δημιουργώντας ανεξαρτησία από ορυκτά καύσιμα.

3.10.2 Μειονεκτήματα χρήσης αιολικής ενέργειας

Τα μειονεκτήματα, τα οποία παρουσιάζονται από τη χρήση της αιολικής ενέργειας διακρίνονται σε περιβαλλοντικής και τεχνικής φύσεως. Τα βασικότερα προβλήματα περιβαλλοντικής φύσεως που μπορούν να προκύψουν είναι:

- Η οπτική όχληση.
- Η κατασκευαστική επέμβαση / αλλοίωση του χαρακτήρα και της λειτουργίας μιας περιοχής.
- Ο θόρυβος.
- Τα προβλήματα στις τηλεπικοινωνίες.
- Η ασφάλεια του προσωπικού, το οποίο εργάζεται στις ανεμογεννήτριες.

Παρακάτω γίνεται μία αναλυτική παρουσίαση κάθε μιας από τις πέντε αυτές, εν δυνάμει, επιπτώσεις των αιολικών πάρκων.

- *Οπτική όχληση* - Κατ' αρχήν, είναι σαφές ότι η αισθητική μιας εγκατάστασης αιολικού πάρκου αποτελεί καθαρά υποκειμενικό παράγοντα, ο οποίος εξαρτάται, όπως δείχνουν σχετικές μελέτες, όχι τόσο από την ίδια την εικόνα της εγκατάστασης, όσο από τη γενικότερη εικόνα που έχει διαμορφώσει ο παρατηρητής για τη χρήση της. Έτσι, σημαντικό παράγοντα για την ενσωμάτωση σ' ένα τοπίο είναι η κατάρτιση ειδικών μελετών. Ήδη υπάρχει συσσωρευμένη εμπειρία και πολλά θετικά παραδείγματα σε όλον τον κόσμο. Ακόμη, οι υπέρμαχοι της αιολικής ενέργειας αναφέρουν ότι σε σύγκριση με έναν πετρελαικό ή λιγνιτικό σταθμό τα αιολικά πάρκα υπερτερούν αισθητικά. Ακόμη, αναφέρουν ότι τα πρώτα αισθητικά προβλήματα, τα οποία εμφανίστηκαν στις πρώτες εγκατεστημένες ανεμογεννήτριες στην Ελλάδα οφείλονται στην γραφειοκρατική ακαμψία δημοσίων αρχών, οι οποίες επέβαλλαν τον χρωματισμό των α/γ με κόκκινες και άσπρες ρίγες. Μεγαλύτερα προβλήματα από οπτικής απόψεως συνήθως δημιουργεί η ενσωμάτωση σ' ένα περιβάλλον των βοηθητικών χώρων των αιολικών πάρκων (κολώνες, μικρές κτηριακές εγκαταστάσεις). Ακόμη, πρέπει να τονιστεί ότι ένα αιολικό πάρκο δεν εμποδίζει τη θέα. Η αρκετά μεγάλη απόστασή του από κατοικημένες περιοχές (ελάχιστη επιτρεπόμενη απόσταση από οικισμό : 500 m), σε συνδυασμό με τις σημαντικές υψομετρικές διαφορές μεταξύ του έργου και των γύρω οικισμών (εάν υπάρχουν), περιορίζουν στο ελάχιστο την οπτική όχληση των κατοίκων.
- *Επίδραση στο χαρακτήρα και τη λειτουργία της περιοχής εγκατάστασης* - Και στο θέμα αυτό, θα πρέπει να σημειώσει κανείς την απουσία έγκυρης και συγκροτημένης ενημέρωσης, με αποτέλεσμα να δημιουργείται πρόσφορο έδαφος για παραπληροφόρηση και υπερβολικές αντιδράσεις. Η συνήθης χρήση γης στις θέσεις εγκατάστασης αιολικών πάρκων είναι η βοσκή αιγοπροβάτων. Σπανιότερα, στις θέσεις αυτές εντοπίζονται ίχνη εγκαταλελειμμένων

καλλιεργείων μικρής απόδοσης. Είναι χαρακτηριστικό ότι ένα τυπικό αιολικό πάρκο των 10MW καλύπτει ωφέλιμη επιφάνεια μόνο 2 στρεμμάτων περίπου, αφού κάθε ανεμογεννήτρια απαιτεί για τη θεμελίωσή της μόνο 130- 150 τετραγωνικά μέτρα. Οπότε η γη μπορεί να χρησιμοποιείται από τους αγρότες όπως και πριν από την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου. Τέλος, όσον αφορά την πανίδα μιας περιοχής, είναι γνωστό από πλήθος σχετικών μελετών, ότι η εγκατάσταση αιολικών πάρκων έχει από πολύ μικρές έως αμελητέες επιπτώσεις στους τοπικούς πληθυσμούς θηλαστικών, ερπετών και πτηνών. Μελέτες οι οποίες έγιναν στην Γερμανία, την Ολλανδία, τη Δανία και το Ηνωμένο Βασίλειο καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι αιολικές μηχανές δεν αποτελούν απειλή για τα πτηνά, δεδομένου ότι η θνησιμότητά τους, η οφειλόμενη σε αυτές, αποτελεί ένα μικρό μόνο κλάσμα της συνολικής τους θνησιμότητας. Ειδικά σε ανεμογεννήτριες με ύψος κάτω των 50μέτρων ελάχιστα πτηνά έχουν βρεθεί νεκρά.

- *Θόρυβος* - Ο θόρυβος, ο οποίος παράγεται από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών εξαρτάται σε δύο λόγους:
 - πρώτα από το επίπεδο των ακουστικών εκπομπών λόγω της λειτουργίας της ανεμογεννήτριας.
 - από την απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών και των κοντινότερων κατοίκων.

- Οι ακουστικές εκπομπές των ανεμογεννητριών μπορούν να διαχωριστούν στο μηχανικό και στο αεροδυναμικό κομμάτι. Αναλύσεις αυτών των πηγών έχουν δείξει ότι οι μικρότερες ανεμογεννήτριες, με διάμετρο ρότορα μέχρι 20 μέτρα, τα μηχανικά μέρη είναι ο σημαντικότερος παράγοντας δημιουργίας θορύβων, ενώ για τις μεγαλύτερες ανεμογεννήτριες τα αεροδυναμικά μέρη δημιουργούν τους περισσότερους θορύβους. Η δεύτερη σημαντική παράμετρος για τα επιτρεπόμενα μεγέθη εκπεμπόμενων θορύβων είναι ποιο επίπεδο θορύβου πρέπει να είναι αποδεκτό για τη λειτουργία του αιολικού πάρκου. Η ταχύτητα του ανέμου είναι σημαντική, γιατί και για το επίπεδο των εκπεμπόμενων θορύβων λόγω της λειτουργίας της ανεμογεννήτριας και για το επίπεδο των περιβαλλοντικών θορύβων ποικίλλουν ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου. Η ταχύτητα μεταξύ 5-7m/s έχει επιλεγεί γιατί στην Ολλανδία τέτοια ταχύτητα ανέμου θεωρείται ότι είναι αυτή στην οποία ο θόρυβος της ανεμογεννήτριας είναι ανεπαίσθητος. Όταν τα επίπεδα εκπομπής θορύβου και τα αποδεκτά επίπεδα θορύβου είναι γνωστά, είναι πολύ εύκολο να υπολογιστεί η απόσταση, η οποία πρέπει να υπάρχει μεταξύ των κοντινότερων κατοικιών και των ανεμογεννητριών. Πρόσφατες μελέτες έχουν ωστόσο δείξει ότι σημαντικό στοιχείο το οποίο επηρεάζει την απόσταση αυτή είναι και ο αριθμός των ανεμογεννητριών και οι αποστάσεις μεταξύ τους. Πάντως έχει διαπιστωθεί ότι η εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου δεν αυξάνει, σε αισθητό βαθμό, τα επίπεδα

θορύβου της εγγύτερης περιοχής. Οι σύγχρονες εγκαταστάσεις προκαλούν θόρυβο ύψους 44 περίπου db σε απόσταση 200m, για ταχύτητα ανέμου στα 8 m/s. Πρέπει να σημειωθεί ότι για ταχύτητες ανέμου μεγαλύτερες των 8 m/s, ο θόρυβος που παράγεται καλύπτεται από το θόρυβο, που παράγεται από το περιβάλλον. Το συγκεκριμένο επίπεδο θορύβου που αναφέρθηκε (44 db) αντιστοιχεί σε αυτό μιας ήσυχης μικρής πόλης, και δεν αποτελεί βέβαια πηγή όχλησης.

- *Παρεμβολές στις τηλεπικοινωνίες και στα σήματα μετάδοσης των τηλεοράσεων και των ραδιοφώνων και εκπομπή ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών* - Η ανησυχία αυτή συνήθως αναφέρεται αφενός σε προβλήματα που προκαλούν οι ανεμογεννήτριες λόγω της θέσης τους σε σχέση με ήδη υπάρχοντες σταθμούς τηλεόρασης ή ραδιοφώνου και αφετέρου σε πιθανές ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές από τις ίδιες. Είναι γεγονός ότι, η διάδοση των εκπομπών στις συχνότητες της τηλεόρασης ή και του ραδιοφώνου (κυρίως στις συχνότητες εκπομπών FM) επηρεάζεται από εμπόδια που παρεμβάλλονται μεταξύ πομπού και δέκτη. Το κυριότερο πρόβλημα από τις ανεμογεννήτριες προέρχεται από τα κινούμενα πτερύγια που μπορούν να προκαλέσουν αυξομείωση σήματος λόγω αντανακλάσεων. Αυτό ήταν πολύ εντονότερο στην πρώτη γενιά ανεμογεννητριών που έφερε μεταλλικά πτερύγια. Τα πτερύγια των συγχρόνων ανεμογεννητριών κατασκευάζονται αποκλειστικά από συνθετικά υλικά, τα οποία έχουν ελάχιστη επίπτωση στη μετάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Επίσης, πρέπει να αναφέρουμε ότι η Ελληνική νομοθεσία προβλέπει την προώθηση αδειοδότησης ενός αιολικού πάρκου μόνον εφόσον τηρούνται κάποιες ελάχιστες αποστάσεις από τηλεπικοινωνιακούς ή ραδιοτηλεοπτικούς σταθμούς. Επομένως, οποιαδήποτε πιθανά προβλήματα παρεμβολών μπορούν να προληφθούν με σωστό σχεδιασμό και χωροθέτηση ή να διορθωθούν με μικρό σχετικά κόστος από τον κατασκευαστή του πάρκου με μια σειρά απλών τεχνικών μέτρων, όπως π.χ. η εγκατάσταση επιπλέον αναμεταδοτών. Σε σχέση με την συμβατότητα και τις παρεμβολές στις τηλεπικοινωνίες, αξίζει επίσης να αναφέρουμε, ότι σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες οι πύργοι των ανεμογεννητριών όχι μόνον δεν δημιουργούν εμπόδια, αλλά χρησιμοποιούνται ήδη για την εγκατάσταση κεραιών προς διευκόλυνση υπηρεσιών επικοινωνιών, όπως η κινητή τηλεφωνία. Όσον αφορά τις εκπεμπόμενες ακτινοβολίες, όπως φαίνεται και από την περιγραφή των τμημάτων της ανεμογεννήτριας, τα μόνα υποσυστήματα που θα μπορούσαμε να πούμε ότι «εκπέμπουν» ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χαμηλού επιπέδου, είναι η ηλεκτρογεννήτρια και ο μετασχηματιστής μέσης τάσης. Το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο της ηλεκτρογεννήτριας είναι εξαιρετικά ασθενές και περιορίζεται σε μια πολύ μικρή απόσταση γύρω από το κέλυφος της που είναι τοποθετημένο τουλάχιστον 40-50 μέτρα πάνω από το έδαφος. Για το λόγο αυτό δεν υφίσταται πραγματικό θέμα έκθεσης στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ούτε καν στη βάση της

ανεμογεννήτριας. Ο μετασχηματιστής, πάλι, περιβάλλεται πάντα από περίφραξη ασφαλείας ή είναι κλεισμένος σε μεταλλικό υπόστεγο. Η περίφραξη είναι τοποθετημένη σε τέτοια απόσταση που το επίπεδο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι αμελητέο. Μπορούμε λοιπόν να ισχυριστούμε με βεβαιότητα, ότι αυτά που ακούγονται για εκπομπή ραδιενέργειας η ακτινοβολιών άλλου τύπου από τις ανεμογεννήτριες δεν ευσταθούν.

- *Ασφάλεια προσωπικού* - Τα ατυχήματα ανθρώπων σε αιολικά πάρκα είναι σπάνια και δεν έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα τραυματισμοί από πτερύγια μηχανών, ή λόγω πτώσης πάγου από τις μηχανές. Οι ασφαλιστικές εταιρείες των ΗΠΑ, όπου υπάρχει μακρόχρονη εμπειρία λειτουργίας μεγάλων αιολικών πάρκων κατατάσσουν την αιολική βιομηχανία ως ιδιαίτερα ασφαλή, σε σχέση με τις λοιπές ενεργειακές βιομηχανίες.

Από τεχνικής απόψεως τα μειονεκτήματα, τα οποία παρουσιάζονται από τη χρήση αιολικών πάρκων είναι:

- Το διεσπαρμένο δυναμικό τους.
- Η στοχαστικότητα τους.
- Το μεγάλο κόστος εφαρμογής σε μεγάλες εκτάσεις.
- Οι απώλειες από τη μετατροπή της ενέργειας λόγω φυσικών ή τεχνικών ζητημάτων.

- *Το διεσπαρμένο δυναμικό τους* είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος, να μεταφερθεί και να αποθηκευτεί, ενώ έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και συνεπώς για μεγάλη ισχύ απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις. Πιο συγκεκριμένα, η χαμηλή ροή αξιοποιήσιμης κινητικής ενέργειας του ανέμου κατατάσσει την αιολική ενέργεια στις «αραιές» μορφές ενέργειας. Τυπικές τιμές ροής της αξιοποιούμενης αιολικής ισχύος κυμαίνονται μεταξύ 200W/m² και 400W/ m². Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη χρήση είτε μεγάλου αριθμού ανεμογεννητριών είτε τη χρήση μηχανών μεγάλων διαστάσεων, για την παραγωγή της επιθυμητής ποσότητας ενέργειας. Ειδικότερα σε περιπτώσεις αυτόνομων μονάδων είναι απαραίτητη η ύπαρξη συστημάτων αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας, σε μια προσπάθεια να έχουμε συγχρονισμό της ζήτησης και της διαθέσιμης ενέργειας. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται αυξημένο αρχικό κόστος (λόγω της προσθήκης του συστήματος αποθήκευσης ενέργειας) και βέβαια επιπλέον απώλειες ενέργειας κατά τις φάσεις μετατροπής και αποθήκευσης, καθώς και αυξημένες υποχρεώσεις συντήρησης και εξασφάλισης της ομαλής λειτουργίας.

- Ακόμη, παρουσιάζουν συχνά *διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητα τους*, η οποία μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας, απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης. Η παροχή και απόδοση της

αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενεργείας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής, στην οποία εγκαθίστανται. Η στοχαστικότητα των μεγεθών, όπως ο άνεμος και η ηλιακή ακτινοβολία, έχουν σαν αποτέλεσμα η τιμή της παραγόμενης ισχύος να έχει μεγάλες διακυμάνσεις, γεγονός που δε μας δίνει τη δυνατότητα να έχουμε την απαραίτητη αιολική ενέργεια τη στιγμή που τη χρειαζόμαστε, απαιτώντας έτσι την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης. Από την άλλη η στοχαστικότητα αυτή της αιολικής καθώς και των άλλων ειδών ενέργειας αποτελεί τροχοπέδη στην εξ' ολοκλήρου διείσδυσή της στο σύστημα, για λόγους ευστάθειας αυτού.

- Λόγω του *μεγάλου αρχικού κόστους εφαρμογής* σε μεγάλη επιφάνεια γης, δεν υπάρχει η δυνατότητα κάλυψης μεγάλων αστικών κέντρων αλλά χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικές πηγές ενέργειας. Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος είναι ακόμη υψηλό σε σχέση με τις τιμές των συμβατικών καυσίμων. Ειδικά μάλιστα για μεμονωμένες περιπτώσεις αιολικών μηχανών μικρού μεγέθους. Στο σημείο αυτό πρέπει να προσθέσουμε ότι η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας και ο ανταγωνισμός μεταξύ των κατασκευαστών έχει τα τελευταία χρόνια συμπιέσει σημαντικά τις τιμές των ανεμογεννητριών.
- Πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψιν ότι το σύνολο της απορροφούμενης αιολικής ενέργειας από μία ανεμογεννήτρια, μόνο ένα περιορισμένο μέρος της μετατρέπεται σε ωφέλιμη ενέργεια λόγω των αεροδυναμικών και των μηχανικών απωλειών και περιορισμών.

3.10.3 Προβλήματα ανάπτυξης αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Τα βασικά εμπόδια για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι τα εξής:

- Η πολύπλοκη και χρονοβόρα αδειοδοτική διαδικασία που κυρίως οφείλεται στην έλλειψη βασικών υποδομών στο ελληνικό κράτος (π.χ δασολόγιο, κτηματολόγιο, ειδικά χωροταξικά σχέδια, προσβάσιμη από όλους πληροφορία για χρήσεις γης), την μη επαρκή στελέχωση και εκπαίδευση των αρμόδιων περιφερειακών υπηρεσιών και την πολυπλοκότητα και ασάφεια των υφισταμένων ρυθμίσεων. Σε κάποιες από τις άδειες αυτές εκτιμάται χρονικό διάστημα μέχρι και 2 χρόνια. Οι ΑΠΕ επειδή είναι σχετικά σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης, δεν υπάρχει η κατάλληλη τεχνογνωσία από τους Δημόσιους φορείς που πρόκειται να γνωμοδοτήσουν για κάποιες από αυτές.

- Ελλιπή ενημέρωση των πολιτών για τα πλεονεκτήματα της αιολικής ενέργειας που οδηγούν σε αντιδράσεις και προσφυγές στο ΣτΕ με συνέπεια την καθυστέρηση των έργων. Γενικότερα επικρατεί μια επιφυλακτική στάση από τους Δήμους, τα Νομαρχιακά Συμβούλια, τις Δασικές υπηρεσίες κτλ.
- Ο κορεσμός της μεταφορικής ικανότητας των ηλεκτρικών δικτύων σε περιοχές υψηλού αιολικού δυναμικού. Υπάρχει ανάγκη εκτεταμένων επεκτάσεων και ενισχύσεων των δικτύων της ΔΕΗ στις περιοχές αυτές λόγω της περιορισμένης δυνατότητας απορρόφησης της παραγωγής καθώς επίσης και ολοκλήρωση της κατασκευής των έργων διασύνδεσης. Στα νησιά υπάρχουν προβλήματα με τις διασυνδέσεις με το ηπειρωτικό Σύστημα.
- Ο ρυθμός με τον οποίο παρέχεται η ενέργεια από τις ΑΠΕ δεν είναι ελεγχόμενος, ώστε η ηλεκτρική ενέργεια να παρέχεται όταν το απαιτούν οι ανθρώπινες ανάγκες. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ότι η ηλεκτρική ενέργεια δύσκολα αποθηκεύεται σε μεγάλες ποσότητες, οδηγεί στην ανάγκη της σύνδεσης των ΑΠΕ στο ηλεκτρικό δίκτυο και την παράλληλη λειτουργία τους με το Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας.
- Συνεχείς τροποποιήσεις των επενδυτικών σχεδίων από τους ίδιους τους παραγωγούς και αλλαγή των ήδη θετικών αδειών. Αυτό οφείλεται κυρίως στη συνεχή τεχνολογική ανάπτυξη των ανεμογεννητριών και γενικότερα των τεχνικοοικονομικών χαρακτηριστικών μιας μελέτης λόγω του μεγάλου χρονικού διαστήματος που περνά από την άδεια παραγωγής μέχρι και την έναρξη των εργασιών για την κατασκευή των αιολικών πάρκων.

4. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

4.1 Εισαγωγή στην Υδροηλεκτρική ενέργεια

Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια είναι η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση της μηχανικής ενέργειας του νερού των ποταμών και της μετατροπής της σε ηλεκτρική ενέργεια με τη βοήθεια στροβίλων και ηλεκτρογεννητριών. 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 τουρμπίνων 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.

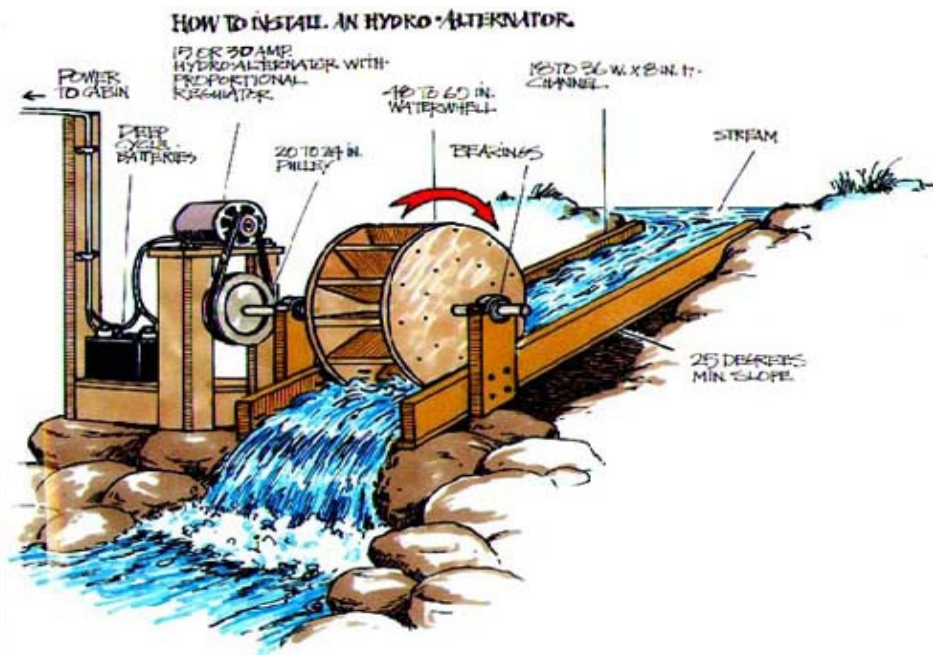
Φυσικά, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδατοταμιευτήρες. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται με τον τρόπο αυτό, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί περίπου το 10% των ενεργειακών μας αναγκών.

4.2 Ιστορική αναδρομή

Από την εποχή της αρχαίας Αιγύπτου, οι άνθρωποι έχουν χρησιμοποιήσει την ενέργεια σε ρέοντα ύδατα για τη λειτουργία μηχανημάτων και άλεσμα σιτηρών και καλαμποκιού. Ωστόσο, η υδροηλεκτρική ενέργεια έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στις ζωές ανθρώπων κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα από ό, τι σε οποιαδήποτε άλλη στιγμή στην ιστορία. Η υδροηλεκτρική ενέργεια έπαιξε σημαντικό ρόλο στην υλοποίηση των θαυμάτων της ηλεκτρικής ενέργειας και βοήθησε στην ώθηση της βιομηχανικής ανάπτυξης. Υδροηλεκτρική ενέργεια συνεχίζει να παράγει 24 τοις εκατό της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο πρώτος υδροηλεκτρικός σταθμός χτίστηκε το 1882 στο Appleton, Wisconsin και παρήγαγε 12,5 kw, και παρείχε φως σε δύο χαρτοβιομηχανίες και ένα σπίτι. Υδροηλεκτρικά εργοστάσια ποικίλουν σε μέγεθος από αρκετές εκατοντάδες κιλοβάτ σε αρκετές εκατοντάδες MW, αλλά μερικοί υδροηλεκτρικοί σταθμοί έχουν ικανότητες μέχρι και 10.000 MW, και παρέχουν ηλεκτρισμό σε εκατομμύρια ανθρώπους. Σε παγκόσμιο επίπεδο, υδροηλεκτρικά εργοστάσια έχουν χωρητικότητα 675.000 μεγαβάτ ετησίως και παράγουν πάνω από 2,3 τρισεκατομμύρια-κιλοβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας, ισοδύναμη ενέργεια με 3,6 δισ. βαρέλια πετρελαίου.

Στην Ελλάδα, το πρώτο φράγμα κατασκευάστηκε στην αρχαία Αλυζία (μεταξύ 1^{ου} και 5^{ου} π.Χ. αιώνα). Το πρώτο σύγχρονο φράγμα ήταν του Μαραθώνα, το οποίο κατασκευάστηκε από την ΕΥΔΑΠ το 1931. Επίσης, το πρώτο φράγμα που κατασκευάστηκε από τη ΔΕΗ ήταν εκείνο Λούρου, το 1954. Το Υπουργείο Γεωργίας άρχισε να ενδιαφέρεται για την κατασκευή φραγμάτων στη χώρα μας από τα μέσα της δεκαετίας του '60. Ορισμένα φράγματα επίσης κατασκευάστηκαν και από το ΥΠΕΧΩΔΕ.



Εικόνα 4.1: Απλή διάταξη μηχανισμού υδροηλεκτρικής ενέργειας

Πηγή: <http://www.allaboutenergy.gr/>

4.3 Τρόπος λειτουργίας

Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδροηλεκτρικών έργων (υδατοταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διάφυγα 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 υπεριάδης 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.

4.4 Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο

4.4.1 Τμήματα υδροηλεκτρικού σταθμού

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 κατανάλωσής της.



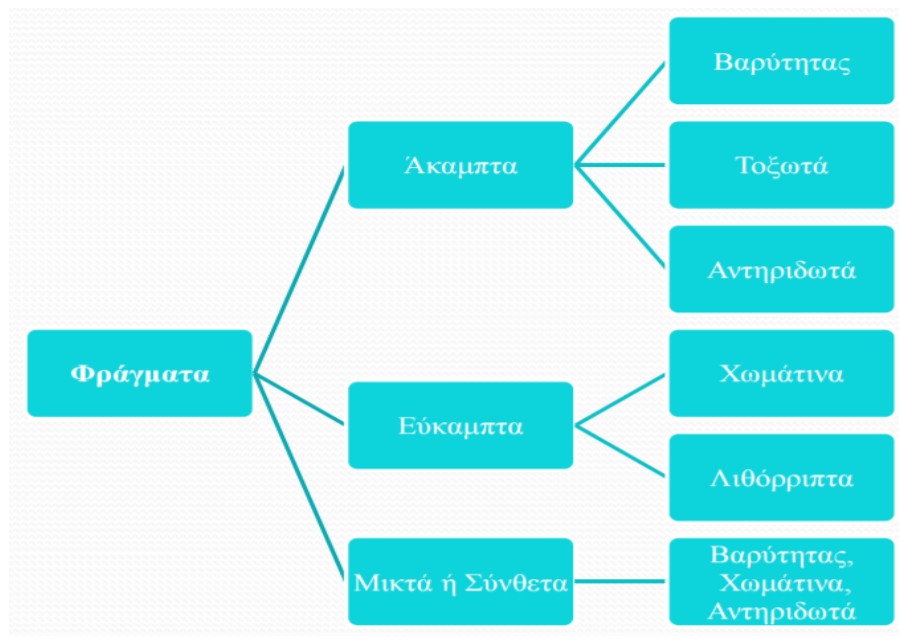
Εικόνα 4.2: Σύγχρονη διάταξη έργου παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας

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 4.3: Είδη φραγμάτων ανάλογα το υλικό και τον τρόπο κατασκευής

Πηγή: ntua

- *Φράγματα Άκαμπτα - 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 Άκαμπτα - 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 Άκαμπτα – 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 Εύκαμπτα – Χωμάτινα:* Μπορούν να κατασκευαστούν σε οποιαδήποτε κοιλάδα και δεν απαιτούν σχηματισμούς θεμελίωσης εξαιρετικής ποιότητας.

Κατασκευάζονται από γαιώδη υλικά άρα οικονομικά υλικά κατασκευής.
Διακρίνονται σε Ομογενή και ζωνώδη.

Ταμιευτήρας (δεξαμενή)

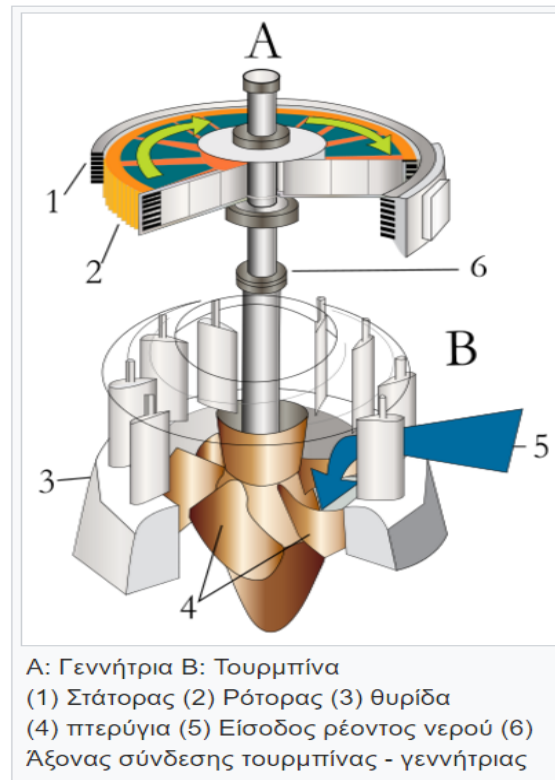
Ο ταμιευτήρας κατασκευάζεται ώστε να αποθηκεύει νερό κατά την διάρκεια περιόδων υψηλής βροχόπτωσης και να το αποδίδει σε περιόδου χαμηλής αντιμετωπίζοντας με αυτό τον τρόπο την κυμαινόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Ταυτόχρονα με την αύξηση του υδραυλικού ύψους αυξάνεται η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς. 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

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 4.4: Διάταξη Τουρμπίνας & Γεννήτριας

Πηγή: <https://el.wikipedia.org>

4.4.2 Διάκριση των εργοστασίων με βάση την ισχύ τους

Ανάλογα με το μέγεθος και την παραγόμενη ισχύ, τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια διακρίνονται σε:

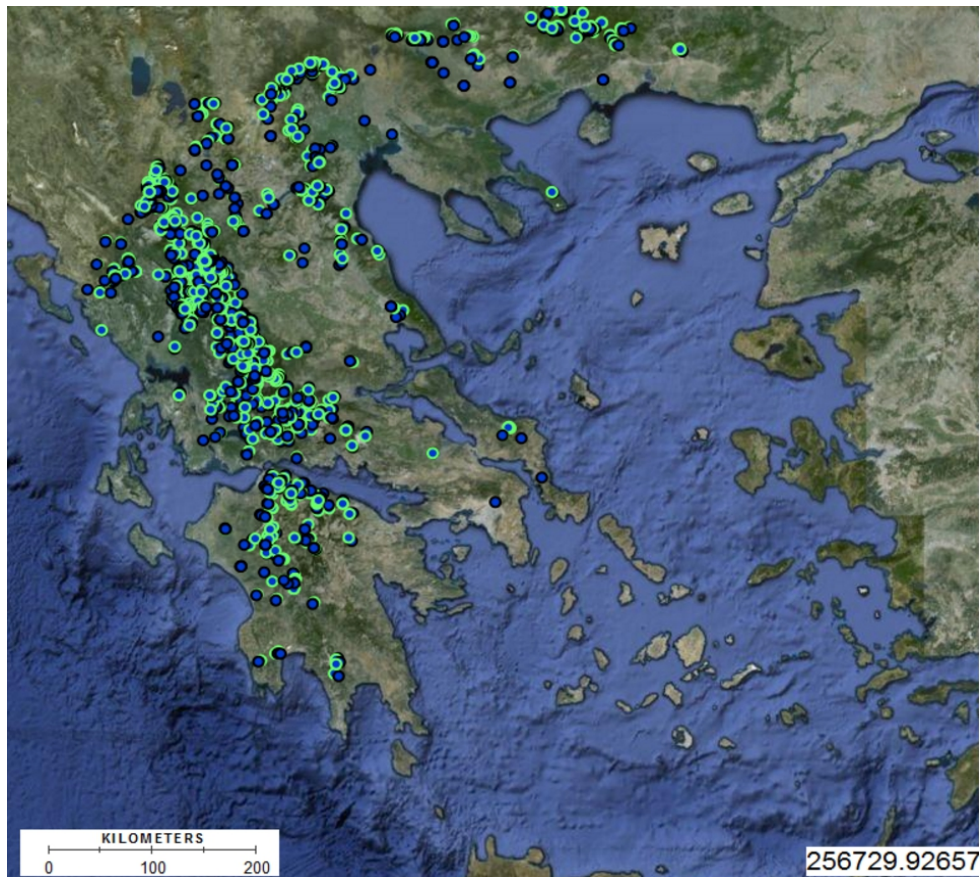
- *Μικρής κλίμακας:* Είναι εγκαταστάσεις που, όπως υποδηλώνει το όνομά τους, παράγουν από 1 kW έως 1 MW ισχύος. Η βασική τους χρήση είναι η ηλεκτροδότηση μικρών οικισμών (χωριών, κωμοπόλεων) ή μικρών εργοστασίων δευτερογενούς παραγωγής.
- *Μεσαίας κλίμακας:* Παράγουν μέχρι 20 MW ισχύος, είναι σχετικά χαμηλού κόστους κατασκευής ενώ είναι ιδιαίτερα αξιόπιστα κατά τη λειτουργία τους. Χρησιμοποιούνται για την ηλεκτροδότηση είτε αστικών περιοχών είτε για τη λειτουργία μεγάλων παραγωγικών μονάδων με πολλές ενεργειακές απαιτήσεις.
- *Μεγάλης κλίμακας:* Παράγουν περισσότερα από 20 MW ισχύος και απαιτούν την

κατασκευή μεγάλων φραγμάτων. Ένα από τα μεγαλύτερα εργοστάσια αυτού του τύπου είναι αυτό που κατασκευάστηκε στο «φράγμα Χούβερ» (Hoover dam) στο Κολοράντο των ΗΠΑ, το οποίο έχει ισχύ 2.000 MW.

- *«Επί της κοίτης»:* Σε αρκετές περιοχές του κόσμου υπάρχουν υδάτινα ρεύματα με ταχεία αλλά και συνεχή ροή σε όλη τη διάρκεια του έτους, πράγμα που καθιστά δυνατή την κατασκευή εργοστασίων απευθείας πάνω στην κοίτη του ποταμού, χωρίς να υπάρχει συνήθως η ανάγκη κατασκευής φράγματος. Το πλεονέκτημά τους είναι η πολύ μικρή περιβαλλοντική παρέμβαση στις γύρω περιοχές και χωρίς να επηρεάζεται η ροή των υδάτων. Μειονέκτημά τους είναι η παρεμπόδιση της ελεύθερης διακίνησης των υδρόβιων ζώων.

4.5 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 4.5: Υδροηλεκτρικά έργα στην Ελλάδα

Πηγή: ΡΑΕ



Εικόνα 4.6: Οι μεγαλύτεροι υδροηλεκτρικοί σταθμοί στην Ελλάδα

Πηγή: ΡΑΕ

Υδροηλεκτρικοί σταθμοί στην Ελλάδα ανά μέγεθος

Μεγάλοι σταθμοί (έτος ένταξης):

- ✓ Λούρος (1954)
- ✓ Αγρας (1954)
- ✓ Λάδωνας (1956)
- ✓ Πλαστήρας (1962)
- ✓ Κρεμαστά (1965)
- ✓ Καστράκι (1970)
- ✓ Εδεσσαίος (1969)
- ✓ Πολύφυτο (1974)
- ✓ Πουρνάρι (1981)
- ✓ Ασώματα (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)
- ✓ Παπαδιά (2010)

Υδροηλεκτρικοί σταθμοί ανά συγκρότημα

- Συγκρότημα Αχελώου (συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 925,6 MW):
 - Κρεμαστά** - Απέχει 60km από το Αγρίνιο, τέθηκε σε λειτουργία το 1965. Έχει μεγάλο χωμάτινο φράγμα, με μεγάλο ταμιευτήρα υπερετήσιας ρύθμισης. Συνολική Ισχύς 437MW.
 - Καστράκι** - Μετά τα Κρεμαστά, τέθηκε σε λειτουργία το 1970, με χωμάτινο φράγμα και λίμνη ημερήσιας ρύθμισης. Συνολική Ισχύς 320MW.
 - Στράτος I** - Μετά το Καστράκι, τέθηκε σε λειτουργία το 1988. Έχει συνολική

εγκατεστημένη ισχύ 150MW.

Στράτος II - Μικρός ΥΗΣ, έχει συνολική εγκατεστημένη ισχύ 6,2MW.

Γκιώνα - Ο ΥΗΣ Γκιώνας βρίσκεται κοντά στην Άμφισσα και έχει κατασκευασθεί στο κανάλι προσαγωγής νερού από Μόρνο προς την ύδρευση της Αθήνας. Λειτουργεί από το 1988 και έχει εγκατεστημένη ισχύ περί τα 9,6MW.

Γλαύκος

➤ Συγκρότημα Αλιάκμονα (συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 879,3 MW):

Πολύφυτο - Κοντά στα Σέρβια Κοζάνης, τέθηκε σε λειτουργία το 1974. Έχει χωμάτινο φράγμα και ταμιευτήρα υπερετήσιας ρύθμισης. Έχει συνολική εγκατεστημένη ισχύ 360MW. Είναι ο κύριος ταμιευτήρας, που εξασφαλίζει νερό στην Μακεδονία.

Σφηκιά - Κοντά στο Πολύφυτο, 25km από την πόλη της Βέροιας, με χωμάτινο φράγμα τέθηκε σε λειτουργία το 1985. Έχει συνολική εγκατεστημένη ισχύ 315MW. Ο Σταθμός είναι αναστρέψιμος δηλαδή λειτουργεί και ως αντλητικός.

Ασώματα - Κοντά στη Σφηκιά τέθηκε σε λειτουργία το 1985 και έχει συνολική εγκατεστημένη ισχύ 108MW.

Μακροχώρι - Κοντά στο ΥΗΣ Ασωμάτων. Είναι μικρός Σταθμός ροής εγκατεστημένης στην διώρυγα απαγωγής των νερών από τα Ασώματα. Τέθηκε σε λειτουργία το 1992 και έχει εγκατεστημένη ισχύ 10,8MW.

Άγρας - Βρίσκεται σε απόσταση 2km από την πόλη της Έδεσσας και τέθηκε σε λειτουργία το 1954. Έχει εγκατεστημένη ισχύ 50MW.

Έδεσσαίος - Βρίσκεται στην Έδεσσα δίπλα στους καταρράκτες της Έδεσσας. Τέθηκε σε λειτουργία το 1969 και διαθέτει εγκατεστημένη ισχύ 19MW.

Βέρμιο

➤ Συγκρότημα Αράχθου (συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 553,9 MW):

Πηγές Αώου - Απέχει 45km από τα Ιωάννινα, εκτρέπει μικρό μέρος των νερών του ποταμού Αώου προς τον Άραχθο. Τέθηκε σε λειτουργία το 1990 και έχει εγκατεστημένη ισχύ 210MW.

Πουρνάρι I - Απέχει 4km από την πόλη της Άρτας στον ποταμό Άραχθο, τέθηκε σε λειτουργία το 1981. Διαθέτει χωμάτινο φράγμα και ταμιευτήρα υπερετήσιας ρύθμισης και έχει εγκατεστημένη ισχύ 300MW.

Πουρνάρι II - Ευρίσκεται αμέσως κατάντη του ΥΗΣ Πουρναρίου I επί του ποταμού Αράχθου. Τέθηκε σε λειτουργία το 2000 και έχει εγκατεστημένη ισχύ 31,5MW.

Λούρος - Ο ΥΗΣ Λούρος στον Λούρο ποταμό βρίσκεται κοντά στην Φιλιπιάδα με φράγμα τσιμεντένιο - βαρύτητας. Τέθηκε σε λειτουργία το 1954 και έχει ισχύ 10,5MW. Είναι πολύ παραγωγικός και λειτουργεί ως σταθμός ροής.

➤ Συγκρότημα Νέστου (συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 500 MW):

Θησαυρός - Βρίσκεται σε απόσταση 60km από την πόλη της Δράμας κοντά στο

χωριό Παρανέστι. Τέθηκε σε λειτουργία το 1997. Ο Θησαυρός είναι ο δεύτερος μεγάλος αναστρέψιμος (αντλητικός) σταθμός στην Ελλάδα με εγκατεστημένη ισχύ 384MW. Το φράγμα είναι γεώφραγμα και είναι το υψηλότερο στην Ελλάδα. **Πλατανόβρυση** - Βρίσκεται δίπλα στο Θησαυρό στον ποταμό Νέστο με εγκατεστημένη ισχύ 116MW. Το φράγμα του έχει κατασκευασθεί από κυλινδρικό σκυρόδεμα. Τέθηκε σε λειτουργία το 1999.

➤ Πλαστήρας (συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 129,9 MW):

Πλαστήρας - Ο ΥΗΣ λίμνης Πλαστήρα αποτελεί την πρώτη μερική εκτροπή του Αχελώου προς το Θεσσαλικό κάμπο. Κατασκευασμένος επί του ποταμού Ταυρωπού, παραπόταμου του Αχελώου, διαθέτει φράγμα τσιμεντένιο, τοξωτό. Βρίσκεται σε απόσταση 40km από την πόλη της Καρδίτσας και τέθηκε σε λειτουργία από το 1962. Έχει εγκατεστημένη ισχύ 129,9MW.

➤ Λάδωνας Εγκατεστημένη (συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 70 MW):

Λάδωνας - Ο ΥΗΣ Λάδωνα βρίσκεται κοντά στην Αρχαία Ολυμπία, στον ποταμό Λάδωνα. Τέθηκε σε λειτουργία το 1956 και έχει εγκατεστημένη ισχύ 70MW. Το φράγμα είναι τσιμεντένιο. Ο Σταθμός είναι μεν μικρός, αλλά πολύ παραγωγικός.

➤ Λοιποί μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί (συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 1,3 MW):

Αγ. Ιωάννης Σερρών

Αγιά

Αλμυρός

4.6 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.

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.

4.7 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).

4.8 Συμπεράσματα

4.8.1 Πλεονεκτήματα χρήσης υδροηλεκτρικής ενέργειας

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της υδραυλικής ενέργειας είναι:

- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (γαιανθράκων, πετρελαίου), που απαιτούν χρόνο προετοιμασίας.
- Είναι πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας και συμβάλλει στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς ενεργειακούς πόρους.
- Μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, αναψυχή, αθλητισμός.
- Το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας δεν παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις και αντιστοιχεί ουσιαστικά στις αποσβέσεις του έργου. Το λειτουργικό κόστος των υδροηλεκτρικών σταθμών είναι μικρό.
- Οι υδροστρόβιλοι είναι στιβαρές και αξιόπιστες μηχανές που απαιτούν μικρή συντήρηση και επίβλεψη και για τον λόγο αυτό το προσωπικό των υδροηλεκτρικών σταθμών είναι ολιγομελές.
- Είναι εγχώρια πηγή ενέργειας και συνεισφέρει στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτητοποίησης και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Είναι διάσπαρτη γεωγραφικά και οδηγεί στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος αλλά και δίνει τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης τοπικών ενεργειακών πόρων.
- Μπορεί να αποτελέσει πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμιζόμενων περιοχών καθώς και να συμβάλλει στην τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση σχετικών επενδύσεων.
- Δεν παράγει ατμοσφαιρικούς ρύπους και θόρυβο (παρά μόνο μικρής έντασης και χρονικής διάρκειας στη φάση των κατασκευών).
- Ο ταμιευτήρας (όταν επιλέγεται η κατασκευή φράγματος) μπορεί να οδηγήσει στην δημιουργία υγρότοπου.
- Είναι μία "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά πλεονεκτήματα (εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων, προστασία περιβάλλοντος).
- Η διάρκεια ζωής τους είναι μεγάλη της τάξεως των 50 ετών για τα μεγάλα και 20-30 ετών για τα μικρά. Η διάρκεια ζωής τους μπορεί να γίνει μεγαλύτερη με ανανέωση του ηλεκτρομηχανικού εξοπλισμού.

4.8.2 Μειονεκτήματα χρήσης υδροηλεκτρικής ενέργειας

Τα μειονεκτήματα που συνήθως εμφανίζονται είναι:

- Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής καθώς και η μεγάλη χρονική διάρκεια απαιτείται μέχρι την αποπεράτωση του έργου.
- Η ετήσια παραγωγή ενέργειας υφίσταται διακυμάνσεις που σχετίζονται με την ποσότητα βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων.
- Η κατασκευή τους προϋποθέτει την ύπαρξη κατάλληλων υδατοπτώσεων και μεγάλων παροχών. Για τον λόγο αυτό η θέση τους είναι πολλές φορές πολύ μακριά από την κατανάλωση με αποτέλεσμα να επιβαρύνεται σημαντικά το κόστος κατασκευής τους από το κόστος των έργων μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα (ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών, αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών αλλά και του τοπικού κλίματος, αύξηση σεισμικής επικινδυνότητας, κ.ά.). Η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή μικρών φραγμάτων.

5. ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΛΑΔΟΥ ΑΠΕ

5.1 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.

5.2 Συμβολή των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας

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 μας 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.

5.3 ΑΠΕ και θέσεις 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 αυτές 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.

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 5.1: 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>

5.4 Τοπικά οφέλη από την ανάπτυξη των ΑΠΕ

Τα οφέλη αυτά μπορούν να διακριθούν σε εκείνα που προκύπτουν από την είσπραξη του τέλους 3% επί της τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας υπέρ του ΟΤΑ στον οποίο υπάρχει η εγκατάσταση και τα γενικότερα οφειλόμενα στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, αναμόρφωσης και ανάδειξης της περιοχής κλπ.

- Το τέλος υπέρ ΟΤΑ όπως σήμερα έχει διαμορφωθεί έχει οριστεί ως ποσοστό 3%, επί της, προ ΦΠΑ, τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στο Διαχειριστή του Συστήματος ή του Δικτύου ή των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών. Με το νέο νόμο απαλλάσσονται από την καταβολή του εν λόγω τέλους οι παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από σύστημα ΑΠΕ σε κτίρια ή από Φ/Β συστήματα. Σημειώνεται ότι το ποσόν που προκύπτει από το τέλος αυτό, μπορεί προφανώς να είναι σημαντικό αν πρόκειται αν πρόκειται για εγκαταστάσεις μεγάλης σχετικά ισχύος, όπως είναι συχνά οι αιολικές ή ασήμαντο αν πρόκειται για εγκαταστάσεις μικρής σχετικά ισχύος όπως είναι συχνά των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών. Τονίζεται ιδιαίτερα ότι με το νέο νόμο ορίστηκε ένα ποσοστό αυτού του τέλους (το 33,33% το ειδικού τέλους υπέρ ΟΤΑ να αποδίδεται απ' ευθείας στους κατοίκους της περιοχής στην οποία θα εγκατασταθεί ο σταθμός ΑΠΕ, προφανώς θα συμβάλει στην αποδοχή της εγκατάστασης των ΑΠΕ από τους ίδιους κατοίκους της περιοχής, δεδομένου ότι το όφελος θα είναι πλέον ορατό στους λογαριασμούς του ρεύματος που θα πληρώνουν. Μπορεί επίσης να εξεταστεί και η αντικατάσταση του τέλους με την συμμετοχή των ΟΤΑ στις επιχειρήσεις των ΑΠΕ που γίνονται εντός των ορίων τους, με ορισμένο ποσοστό, πράγμα το οποίο θα αποτελούσε κίνητρο για την ανάπτυξη των Μικρών Υδροηλεκτρικών, ιδίως σε μικρούς ορεινούς Δήμους.
- Σε σχέση με το θέμα των θέσεων εργασίας που μπορεί να δημιουργούν τα έργα ΑΠΕ, αναφέρουμε ότι σύμφωνα με εκτιμήσεις της ΡΑΕ κατά την περίοδο της κατασκευής τους απασχολούνται, κατά μέσο όρο, 7 άτομα ανά MW, κατά δε την λειτουργία τους 2 άτομα ανά MW. Συνεπώς η εκτέλεση έργων ΑΠΕ (χωρίς Μεγάλα Υδροηλεκτρικά) στην Ήπειρο ύψους περί τα 250MW, όπως συνεπάγεται την μόνιμη απασχόληση 500 περίπου ατόμων σε μόνιμη βάση και 1750 κατά την περίοδο της κατασκευής. Αν δε ληφθεί υπόψη ότι ανά άμεσα απασχολούμενο άτομο δημιουργούνται δύο θέσεις εργασίας έμμεσα απασχολούμενων ατόμων, έπεται ότι η πραγματοποίηση των παραπάνω έργων ΑΠΕ μπορεί να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα και στο θέμα της απασχόλησης ενισχύοντας σημαντικά την τοπική οικονομία.

5.5 Εμπόδια στην ανάπτυξη των ΑΠΕ

Γενικά όμως μπορεί να διατυπωθεί ότι τα εμπόδια στην ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι κυρίως τα εξής:

- Οι χρονοβόρες διαδικασίες για την απόκτηση των πιστοποιητικών από τις διάφορες Δημόσιες Υπηρεσίες, οι οποίες σε ένα βαθμό οφείλονται στην έλλειψη του γενικότερου χωροταξικού σχεδιασμού. Ο χωροταξικός σχεδιασμός δεν υποκαθιστά βέβαια τις αναγκαίες ειδικές μελέτες που απαιτούνται για τον εντοπισμό και αξιοποίηση των ενεργειακών πόρων, αλλά θα διευκολύνει σημαντικά τις αρμόδιες υπηρεσίες στην χορήγηση των σχετικών πιστοποιητικών.
- Η ελλιπής ενημέρωση των κατοίκων για την ανάγκη ανάπτυξης των ΑΠΕ, αλλά και τις επιπτώσεις των εγκαταστάσεων ΑΠΕ στο περιβάλλον θέμα για το οποίο επίσης η ενημέρωση είναι ανεπαρκής. Είναι σήμερα δεδομένο ότι με τον ορθό σχεδιασμό των εγκαταστάσεων οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορούν να περιοριστούν, αντίθετα δε μπορεί να υπάρξουν για τους κατοίκους της περιοχής οικονομικά και άλλα οφέλη.
- Στην αδυναμία των υφιστάμενων τοπικών δικτύων της ΔΕΗ να απορροφήσουν την ισχύ των ΑΠΕ και η ανάγκη ενισχύσεώς τους, η οποία είναι χρονοβόρα και δαπανηρή, όταν πρόκειται για επεκτάσεις δικτύων υψηλής τάσεως. Το πρόβλημα αυτό υπάρχει κυρίως στην Θράκη, την Εύβοια και την Λακωνία, όπου υπάρχει συγκέντρωση μεγάλου αιολικού δυναμικού.

5.6 Το μέλλον των ΑΠΕ στην Ελλάδα

Στην προσπάθεια χάραξης μακροχρόνιας ενεργειακής πολιτικής, αρκετοί φορείς έχουν εκπονήσει σενάρια για το προδιαγραφόμενο ενεργειακό μέλλον της χώρας. Τα κυριότερα από τα αποτελέσματα στηρίζονται στην βασική υπόθεση ότι η ενεργειακή πολιτική που ακολουθείται σήμερα θα συνεχίσει και στο μέλλον χωρίς σημαντικές μεταβολές και παρεκκλίσεις. Σε κάποιες περιπτώσεις μάλιστα οι προβλέψεις είναι δυσοίωνες και αφορούν άμεσα την ικανότητα των ΑΠΕ να διεισδύσουν στην μελλοντική ενεργειακή αγορά. Οι κυριότερες προβλέψεις που αφορούν την εικοσαετία που θα διανύσουμε συνοψίζονται ως εξής:

- Η συνολική ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας θα αυξάνει συνεχώς μακροπρόθεσμα ως άμεσο αποτέλεσμα της αύξησης του ΑΕΠ και της βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού, με ένα μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης πάνω από 3% στην εικοσαετία 2010-2030.
- Το ελληνικό ενεργειακό σύστημα θα εξακολουθήσει να κυριαρχείται από τα ορυκτά καύσιμα (λιγνίτης, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) τα οποία θα συνεχίσουν να

καλύπτουν το μεγαλύτερο ποσοστό των συνολικών αναγκών της χώρας σε πρωτογενή ενέργεια.

- Η δημιουργία 21.550 μόνιμων θέσεων εργασίας έως το 2030, στον κλάδο των ΑΠΕ, έναν κλάδο που απασχολεί επαγγελματίες με υψηλά προσόντα, δύναται να αποτελέσει, μεταξύ άλλων, βασικό κίνητρο για τον επαναπατρισμό νέων Ελλήνων, κυρίως μηχανικών, με υψηλές δεξιότητες.
- Λόγω της σημαντικής αύξησης των συνολικών αναγκών σε πρωτογενή ενέργεια και της εξέλιξης της διάρθρωσής τους, η χώρα θα αντιμετωπίσει στο μέλλον συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες εισαγωγών ενέργειας. Ο βαθμός ενεργειακής εξάρτησης της χώρας από εισαγωγές θα κυμανθεί σταθερά πάνω από 70% σε όλη τη διάρκεια της εικοσαετίας.
- Ο οικιακός και ο τριτογενής τομέας θα εξακολουθήσουν να παρουσιάζουν την ταχύτερα αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση ως αποτέλεσμα αφ' ενός του εντονότερου προσανατολισμού της οικονομίας προς τις υπηρεσίες, αφ' ετέρου της εν γένει βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού.
- Παρά την αυξημένη ζήτηση σε ενέργεια οι μελλοντικές επενδύσεις στις ανανεώσιμες πηγές δεν αναμένεται να αυξηθούν εντυπωσιακά. Οι επενδύσεις της εικοσαετίας σε ΑΠΕ θα επικεντρωθούν κυρίως στην ανάπτυξη των αιολικών πάρκων. Περίπου 1.500-1.200 MW αιολικών αναμένεται να εγκατασταθούν ως αποτέλεσμα του πλούσιου αιολικού δυναμικού της χώρας.

Οι προβλέψεις αυτές οδηγούν σε απαισιόδοξα συμπεράσματα σχετικά με το κατά πόσο θα μπορέσει να τηρηθεί η Ευρωπαϊκή Οδηγία για 20,1% συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή τα επόμενα χρόνια. Συγκεκριμένα ο στόχος αυτός απαιτεί την εγκατάσταση 3.000MW έργων ΑΠΕ μέχρι το 2020 (χωρίς τα μεγάλα υδροηλεκτρικά) εκ των οποίων περίπου 2.500MW αιολικών πάρκων. Ακόμη και με τις πιο αισιόδοξες εκτιμήσεις η συμμετοχή των ΑΠΕ και των μεγάλων υδροηλεκτρικών στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας δεν προβλέπεται να ξεπεράσει το 11-13% επίπεδο που υπολείπεται δραστικά του αντίστοιχου στόχου της Κοινοτικής Οδηγίας για την Ελλάδα δηλαδή του 20,1%.

5.7 Συμπεράσματα και προτάσεις

Οι ανάπτυξη των ΑΠΕ καθώς και η αποδοτικότερη χρήση των πρωτογενών πηγών ενέργειας, αναγνωρίζεται ως αναγκαίες προϋποθέσεις τόσο για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος όσο και για τον περιορισμό της ενεργειακής εξάρτησης. Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει σημαντικά βήματα και στη χώρα μας, σε θεσμικό και τεχνολογικό επίπεδο, κυρίως όσον αφορά στην εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, υπάρχουν όμως πολλά εμπόδια τα οποία και πρέπει να υπερπηδηθούν. Σημειώνεται όμως ότι οι αλληπάλληλες αλλαγές του θεσμικού πλαισίου η οποία δεν εντάσσεται σε ένα

ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό της χώρας δεν προωθεί την ανάπτυξη των ΑΠΕ όσο θα έπρεπε. Οι τοπικές κοινωνίες θα πρέπει να ενημερωθούν και να αγκαλιάσουν τις ΑΠΕ και αυτό αποτελεί υποχρέωση της πολιτείας.

Πιο αναλυτικά ακολουθούν κάποιες προτάσεις ανάλογα το πλαίσιο δράσης:

- *Σε θεσμικό επίπεδο*, δημιουργώντας ένα κέντρο συντονισμού της προσπάθειας, όπως ένα Υπουργείο ή ένα ειδικό φορέα θα περιορίζονταν τα προβλήματα συνεννόησης των αρμόδιων επιτροπών στα θέματα που αφορούν την προώθηση της ανανεώσιμης τεχνολογίας. Ταυτόχρονα μια θεσμικά ισχυρή τοπική αυτοδιοίκηση, που στηρίζεται στην αρχή της διαρκούς κοινωνικής λογοδοσίας και έχει πλήρη ενημέρωση πάνω σε θέματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ακρογωνιαίος λίθος αυτής της προσπάθειας.
- *Το νομικό πλαίσιο*, είναι πλέον αναγκαίο να σταθεροποιηθεί χωρίς συνεχείς μεταβολές των νόμων και ασάφειες. Ενώ μπορεί να δώσει την ευκαιρία για μια πιο απελευθερωμένη αγορά, με καταναλωτές που θα μπορούν να επιλέγουν εναλλακτικά της ΔΕΗ, την επιχείρηση από την οποία επιθυμούν να αγοράσουν ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια.
- *Σε οικονομικό επίπεδο*, μπορεί να δοθεί έμφαση σε φορολογικές ελαφρύνσεις που διευκολύνουν τις επενδύσεις στην πράσινη τεχνολογία. Επιπλέον είναι απαραίτητη η στήριξη μέσα από χαμηλά επιτόκια δανεισμού και επιβολή αντικειμενικά υψηλών προστίμων σε εκείνες τις επιχειρήσεις που επιβαρύνουν με τις δραστηριότητές τους το περιβάλλον. Έτσι θα γίνεται περισσότερο αισθητή η υπεροχή της ανανεώσιμης τεχνολογίας σε οικονομικό επίπεδο με διαμόρφωση καθαρότερων κανόνων ανταγωνισμού.
- *Σε κοινωνικό επίπεδο*, η γνώση του πολίτη για τις νέες τεχνολογικές εφαρμογές από τις οποίες μπορεί να επωφεληθεί, ξεκινά από την διοχέτευση αυτής της γνώσης στα πανεπιστήμια και στα ερευνητικά κέντρα μέσω της αύξησης των απαραίτητων κονδυλίων για έρευνα και καινοτομία. Χωρίς γνώση για τις τεχνολογίες του μέλλοντος που μπορούν να λύσουν τα σοβαρότερα προβλήματα της ανθρωπότητας και να εκτοξεύσουν τις επιχειρηματικές δραστηριότητες είναι σαν να συμβιβάζομαστε με το σκοτάδι και με μια νέα μεσαιωνική εποχή. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η ελπίδα για να ξεπεράσουμε τις μεγάλες κρίσεις και μπορούν με την ενέργεια τους να φωτίσουν ένα καλύτερο μέλλον

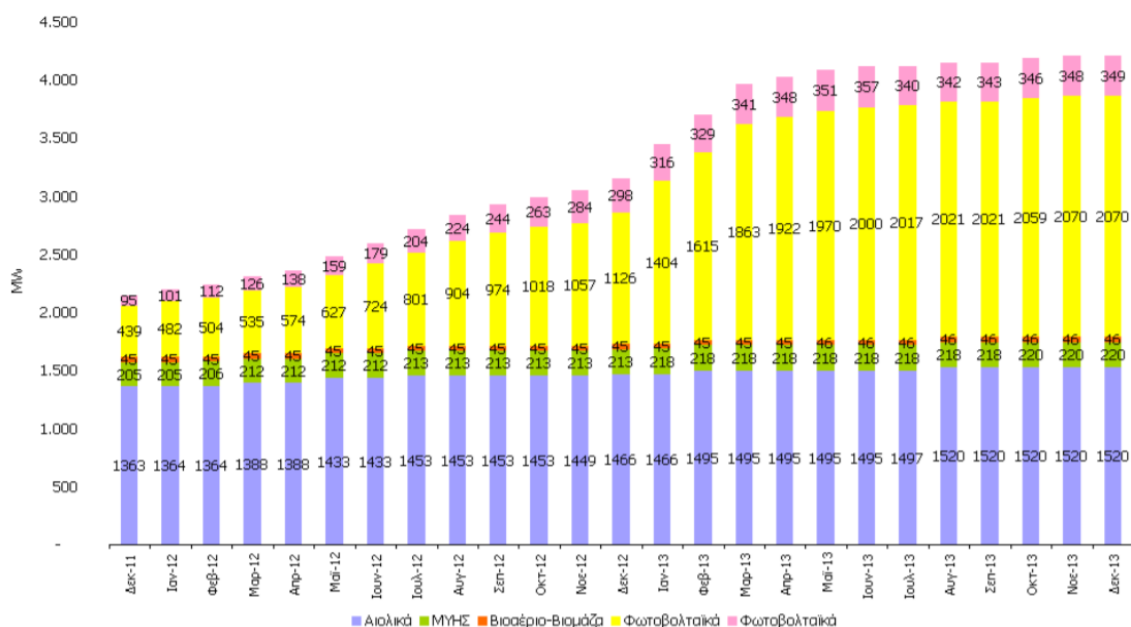
6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΕΓΕΘΗ - ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ

6.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν στοιχεία σχετικά με την εξέλιξη των ενεργειακών μεγεθών στην Ελλάδα με βάση τα στοιχεία της “Λειτουργού της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας” (ΛΑΓΗΕ., <http://www.lagie.gr>) από το Δεκέμβριο του 2011 έως και το Δεκέμβριο του 2016. Θα γίνει αναφορά στην ανάπτυξη των μεγεθών των ΑΠΕ και θα εξαχθούν χρήσιμες πληροφορίες και συμπεράσματα.

6.2 Εξέλιξη ενεργειακών μεγεθών

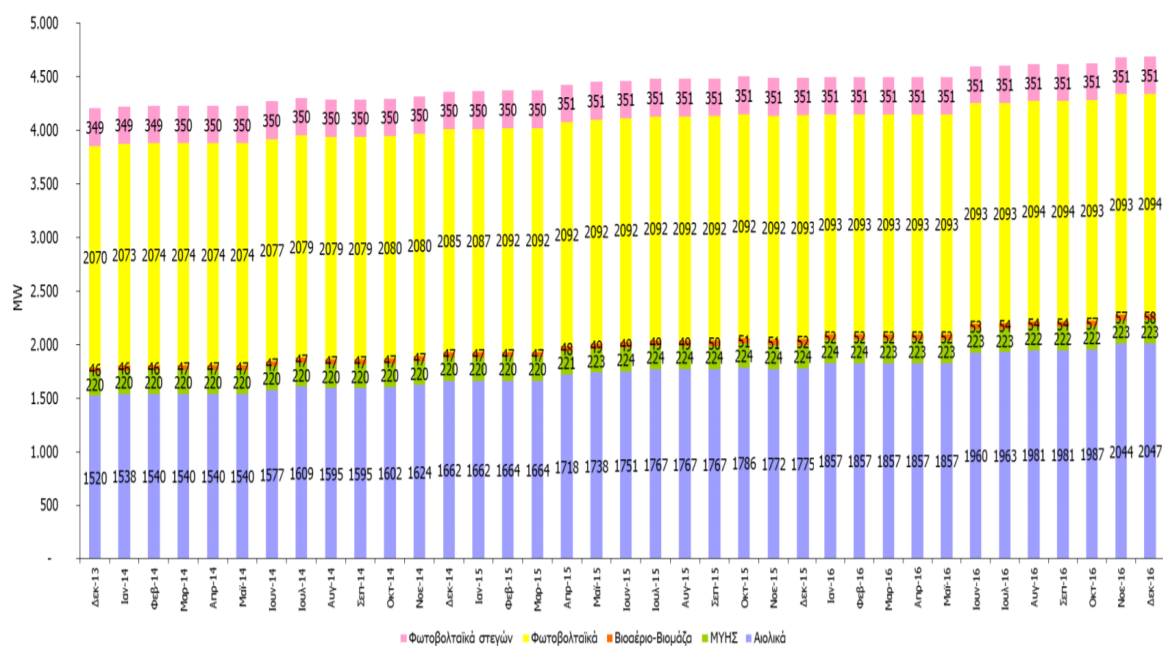
Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύς (MW) των μονάδων ΑΠΕ από το Δεκέμβριο του 2011 έως και το Δεκέμβριο του 2016.



Διάγραμμα 6.1: Εγκατεστημένης ισχύς (MW) των μονάδων ΑΠΕ (Δεκ 11 – Δεκ 13)

Πηγή: <http://www.lagie.gr>

Είναι εμφανές ότι υπάρχει υπάρχει μια μεγάλη αύξηση στην εγκατεστημένη ισχύ κυρίως από το Δεκεμβρίου το 2011 έως και το Μάρτιο του 2013 κάτι που κυρίως οφείλεται στην ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών. Από το σημείο αυτό και ύστερα μέχρι και σήμερα, η κατάσταση είναι περίπου η ίδια.



Διάγραμμα 6.2: Εγκατεστημένες ισχύς (MW) των μονάδων ΑΠΕ (Δεκ 13 – Δεκ 16)

Πηγή: <http://www.lagie.gr>

Ακολουθεί ο πίνακας με τα μηνιαία στοιχεία της συνολικά παραγόμενης ενέργειας ΑΠΕ για τα έτη 2012 – 2016. Όπως γίνεται αντιληπτό η παραγόμενη ενέργεια αυξάνεται συνεχώς μέσα στα χρόνια της μελέτης και αυτό οφείλεται κυρίως στην αύξηση των υποδομών.

Πίνακας 6.1: Μηνιαία στοιχεία συνολικά παραγόμενης ενέργειας ΑΠΕ για τα έτη 2012 – 2016

	2012	2013	2014	2015	2016
Ιανουάριος	372.570	364.470	363.760	442.470	500.650
Φεβρουάριος	317.226	341.026	341.266	462.056	494.566
Μάρτιος	314.093	416.053	416.535	440.033	503.337
Απρίλιος	432.013	343.413	343.136	410.213	375.713
Μάιος	310.086	332.186	332.867	323.686	387.886
Ιούνιος	342.587	292.347	292.477	339.347	354.647
Ιούλιος	302.939	244.239	244.397	390.239	409.739
Αύγουστος	285.079	250.379	250.796	430.679	486.798
Σεπτέμβριος	261.934	260.634	256.347	295.734	350.934
Οκτώβριος	297.335	386.205	386.057	438.705	403.054
Νοέμβριος	378.262	315.252	312.652	418.852	478.652

Δεκέμβριος	412.587	370.567	369.676	385.767	567.277
------------	---------	---------	---------	---------	---------

Πηγή: <http://www.lagie.gr>

6.2.1 Αιολική ενέργεια

Ακολουθεί ο πίνακας με τα μηνιαία στοιχεία ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2012 – 2016 για την αιολική ενέργεια.

Πίνακας 6.2: Μηνιαία στοιχεία ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2012 – 2016

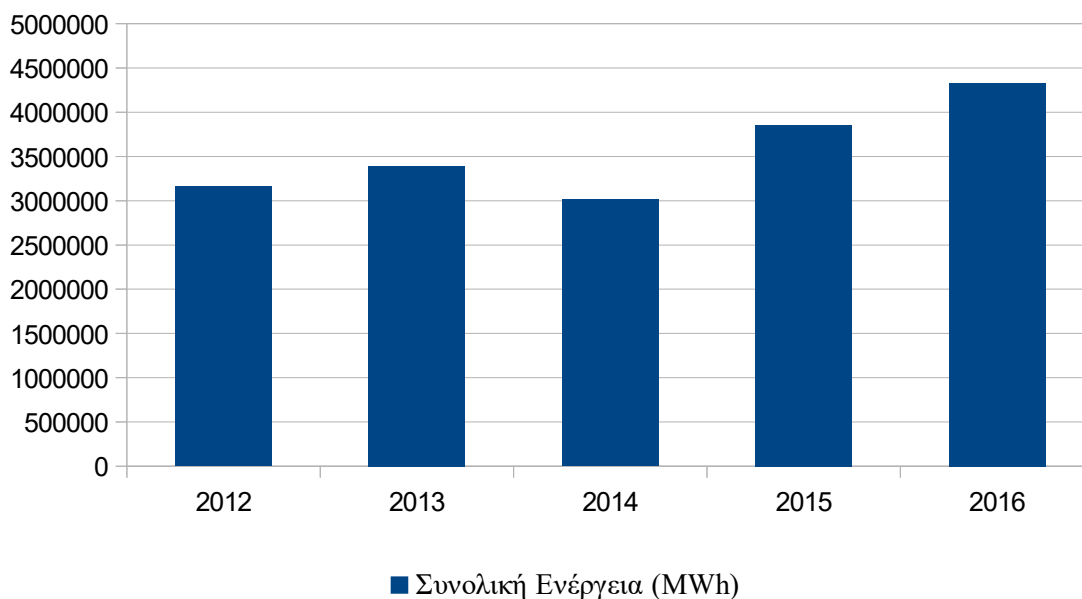
2012			2013		
Μήνας	Ενέργεια (MWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)	Μήνας	Ενέργεια (MWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	305.773	1363,84	Ιανουάριος	346.617	1465,82
Φεβρουάριος	240.182	1363,84	Φεβρουάριος	275.305	1494,72
Μάρτιος	214.512	1363,84	Μάρτιος	366.294	1494,72
Απρίλιος	324.614	1363,84	Απρίλιος	258.974	1494,72
Μάιος	210.050	1433,03	Μάιος	261.961	1494,72
Ιούνιος	269.662	1433,03	Ιούνιος	205.393	1494,72
Ιούλιος	251.247	1453,07	Ιούλιος	275.180	1496,92
Αύγουστος	237.963	1453,07	Αύγουστος	377.502	1519,82
Σεπτέμβριος	222.412	1453,07	Σεπτέμβριος	164.505	1519,82
Οκτώβριος	253.099	1453,07	Οκτώβριος	227.783	1519,82
Νοέμβριος	319.281	1448,82	Νοέμβριος	321.965	1519,82
Δεκέμβριος	312.014	1448,82	Δεκέμβριος	310.321	1519,8
Σύνολο	3.160.809		Σύνολο	3.391.800	
2014			2015		
Μήνας	Ενέργεια (MWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)	Μήνας	Ενέργεια (MWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	279.285	1539,62	Ιανουάριος	355.870	1661,72
Φεβρουάριος	254.783	1539,62	Φεβρουάριος	368.531	1664,12

Μάρτιος	316.992	1539,62	Μάρτιος	320.847	1664,12
Απρίλιος	242.220	1539,62	Απρίλιος	291.088	1717,92
Μάιος	232.597	1539,62	Μάιος	227.362	1737,92
Ιούνιος	222.617	1576,52	Ιούνιος	274.064	1750,92
Ιούλιος	188.402	1608,72	Ιούλιος	341.165	1767,07
Αύγουστος	200.135	1594,52	Αύγουστος	383.965	1767,07
Σεπτέμβριος	210.101	1594,52	Σεπτέμβριος	250.956	1767,07
Οκτώβριος	334.70	1594,52	Οκτώβριος	374.285	1768,07
Νοέμβριος	250.341	1594,52	Νοέμβριος	355.506	1772,07
Δεκέμβριος	277.111	1661,72	Δεκέμβριος	312.523	1774,62
Σύνολο	3.009.294		Σύνολο	3.856.163	
2016					
Μήνας	Ενέργεια (MWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)			
Ιανουάριος	401.207	1856,62			
Φεβρουάριος	398.728	1856,62			
Μάρτιος	382.648	1856,62			
Απρίλιος	275.155	1856,62			
Μάιος	291.242	1856,62			
Ιούνιος	279.770	1960,22			
Ιούλιος	353.757	1962,77			
Αύγουστος	435.403	1981,37			
Σεπτέμβριος	293.090	1981,37			
Οκτώβριος	335.037	1981,37			
Νοέμβριος	391.934	2043,57			
Δεκέμβριος	492.909	2047,17			
Σύνολο	4.330.880				

Πηγή: <http://www.lagie.gr>

Η ενέργεια που παράγεται από τος ανεμογεννήτριες καθορίζεται εκτός από τον αριθμό των γεννητριών και από το εκάστοτε αιολικό δυναμικό. Για αυτό το λόγο και παρουσιάζεται διαφοροποίηση στην παραγωγή ενέργειας από μήνα σε μήνα. Αντίθετα ή

εγκατεστημένη ισχύς παρουσιάζει μια σταθερά ανοδική πορεία τα τελευταία χρόνια καθώς αυξάνονται συνεχώς οι εγκαταστάσεις.



Διάγραμμα 6.3: Συνολική παραγόμενη αιολική ενέργεια (2012 -2016)

Πηγή: <http://www.lagie.gr>

6.2.2 Υδροηλεκτρική ενέργεια

Ακολουθεί ο πίνακας με τα μηνιαία στοιχεία ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2012 – 2016 για την υδροηλεκτρική ενέργεια.

Πίνακας 6.3: Μηνιαία στοιχεία ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2012 – 2016

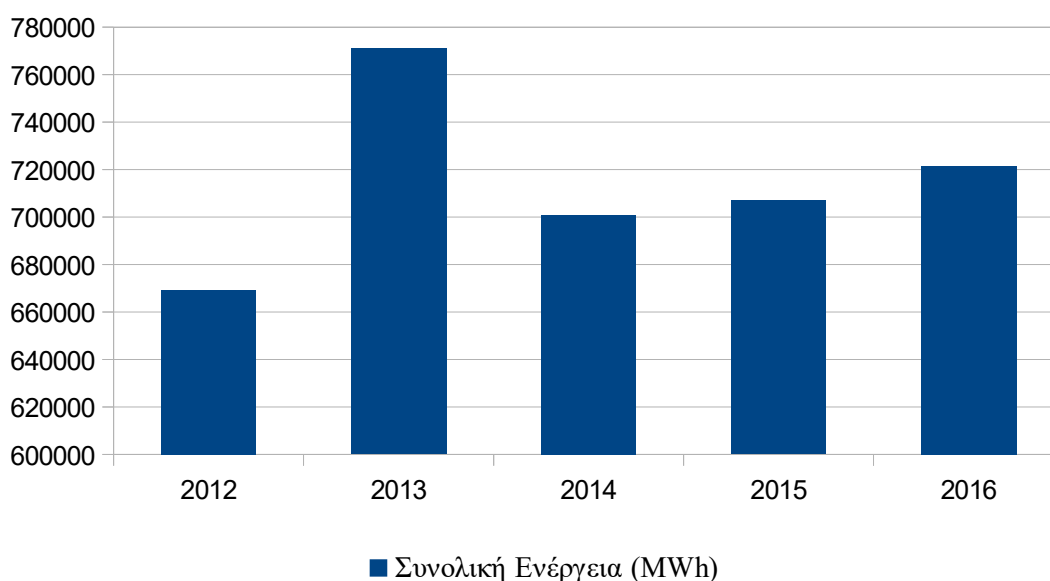
2012			2013		
Μήνας	Ενέργεια (MWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)	Μήνας	Ενέργεια (MWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	49.672	205,33	Ιανουάριος	83.426	217,88
Φεβρουάριος	61.441	206,28	Φεβρουάριος	90.172	217,88
Μάρτιος	83.472	211,88	Μάρτιος	114.501	217,88
Απρίλιος	91.283	211,88	Απρίλιος	108.978	217,88
Μάιος	84.085	211,88	Μάιος	85.235	217,88

Ιούνιος	57.020	211,88	Ιούνιος	53.302	217,88
Ιούλιος	35.556	213,08	Ιούλιος	42.373	217,88
Αύγουστος	30.254	212,78	Αύγουστος	32.729	217,88
Σεπτέμβριος	23.550	212,78	Σεπτέμβριος	24.170	217,88
Οκτώβριος	23.550	212,78	Οκτώβριος	27.928	219,84
Νοέμβριος	42.662	212,78	Νοέμβριος	47.588	219,84
Δεκέμβριος	82.921	212,93	Δεκέμβριος	60.634	219,84
Σύνολο	669.384		Σύνολο	771.035	
2014			2015		
Μήνας	Ενέργεια (MWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)	Μήνας	Ενέργεια (MWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Ιανουάριος	66.892	219,84	Ιανουάριος	68.996	219,75
Φεβρουάριος	70.570	219,84	Φεβρουάριος	77.439	219,75
Μάρτιος	82.908	219,84	Μάρτιος	101.991	219,75
Απρίλιος	83.793	219,84	Απρίλιος	100.683	220,78
Μάιος	81.752	219,84	Μάιος	77.512	220,78
Ιούνιος	54351	219,84	Ιούνιος	47.072	223,53
Ιούλιος	39.120	219,84	Ιούλιος	36.830	223,53
Αύγουστος	33.294	219,84	Αύγουστος	28.580	223,53
Σεπτέμβριος	29.432	219,84	Σεπτέμβριος	27.018	223,53
Οκτώβριος	35.881	219,84	Οκτώβριος	45.728	223,53
Νοέμβριος	47.286	219,84	Νοέμβριος	43.056	223,53
Δεκέμβριος	75.727	219,75	Δεκέμβριος	52.142	223,53
Σύνολο	701.005		Σύνολο	707.037	
2016					
Μήνας	Ενέργεια (MWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)			
Ιανουάριος	78.316	223,53			
Φεβρουάριος	76.112	223,53			
Μάρτιος	99.536	223,13			

Απρίλιος	78.618	223,13
Μάιος	75.079	223,13
Ιούνιος	54.214	223,13
Ιούλιος	35.108	223,13
Αύγουστος	29.346	222,19
Σεπτέμβριος	35.894	222,19
Οκτώβριος	44.797	222,19
Νοέμβριος	63.938	223,18
Δεκέμβριος	50.406	223,18
Σύνολο	721.365	

Πηγή: <http://www.lagie.gr>

Από τον παραπάνω πίνακα είναι εμφανές πως η παραγόμενη ενέργεια από τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια παρουσιάζει μια διακύμανση κατά τη διάρκεια του έτους. Πιο συγκεκριμένα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες εμφανίζεται μια σημαντική μείωση καθώς η ποσότητα νερού που υπάρχει στους ποταμούς είναι μειωμένη.



Διάγραμμα 6.4: Συνολική παραγόμενη υδροηλεκτρική ενέργεια (2012 -2016)

Πηγή: <http://www.lagie.gr>

6.3 Στατιστική Ανάλυση - Προβλέψεις στη συνολικά παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ

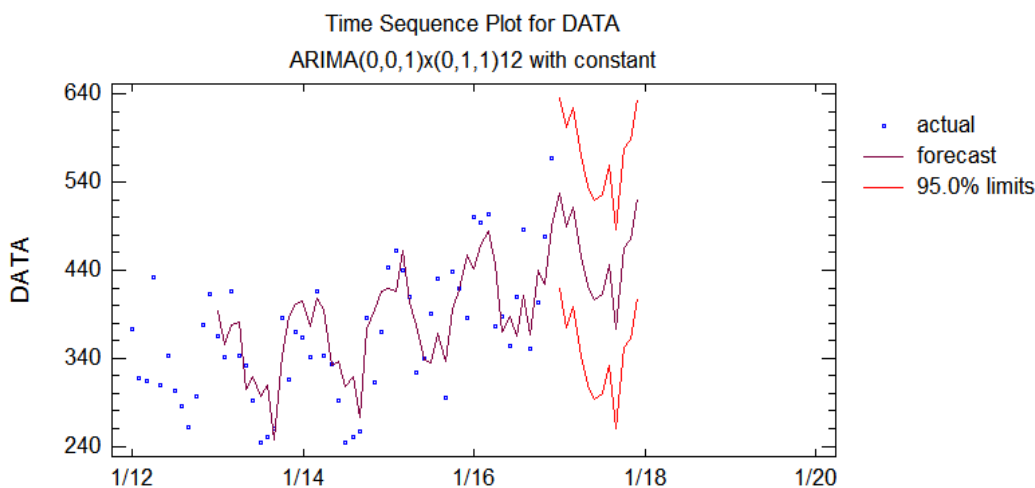
6.3.1. Στατιστική ανάλυση

Στο κεφάλαιο αυτό, θα πραγματοποιηθεί στατιστική ανάλυση και εξαγωγή προβλέψεων για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στη χώρα μας. Πρόκειται για μια διαδικασία η οποία βασίζεται στη χρήση χρονοσειρών οι οποίες αποτελούνται από μηνιαία στοιχεία που ελήφθησαν από τα μηνιαία δελτία ενέργειας της ΛΑΓΗΕ (<http://www.lagie.gr>). Πιο συγκεκριμένα, το μέγεθος Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για τα οποία διενεργείται στην παρούσα μελέτη στατιστική ανάλυση - πρόβλεψη είναι η συνολικά παραγόμενη ενέργεια των από ΑΠΕ στην Ελλάδα.

6.3.2 Προβλέψεις για τη συνολικά παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ στον Ελλαδικό χώρο

Τα δεδομένα αυτής της χρονοσειράς αφορούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από όλες τις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας στην Ελλάδα και αποτελούνται από 60 μηνιαίες τιμές (Ιανουάριος 2012 – Δεκέμβριος 2016). Στη συνολικά παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ περιλαμβάνονται η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η γεωφυσική ενέργεια, η υδροηλεκτρική ενέργεια και η ενέργεια από βιομάζα. Χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο Statgraphics επιλέχθηκε το βέλτιστο μοντέλο πρόβλεψης, το οποίο είναι εποχικό με περίοδο 12 μήνες, και συγκεκριμένα είναι το $ARIMA(0,0,1) \times (0,1,1)_{12}$ με σταθερά.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι προβλεπόμενες με βάση το μοντέλο, μηνιαίες τιμές συνολικά παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ για το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2017 – Δεκέμβριος 2017 σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (τα νούμερα είναι στρογγυλοποιημένα για την καλύτερη λειτουργία του στατιστικού προγράμματος).



Διάγραμμα 6.5: Γράφημα συνολικά παραγόμενης ενέργειας ΑΠΕ (MWh)

Εξετάζοντας το παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε τα εξής:

- Η χρονοσειρά παρουσιάζει εποχικότητα με περίοδο δώδεκα μήνες (ένα έτος). Τους χειμερινούς μήνες δηλαδή το Νοέμβριο, το Δεκέμβριο και τον Ιανουάριο εμφανίζεται το μέγιστο του έτους, ενώ τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, το μέγιστο της εαρινής περιόδου αντίστοιχα. Αρχικά κατά τους χειμερινούς μήνες παρατηρείται μεγιστοποίηση της ζήτησης καθώς αυξάνονται οι ανάγκες για θέρμανση, καύση, μεταφορά και γενικότερα υπάρχει μεγαλύτερη κατανάλωση λόγω των εορτών των Χριστουγέννων. Αντίστοιχα, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες η ζήτηση για ενέργεια αυξάνεται λόγω της χρήσης των κλιματιστικών. Αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας ισοδυναμεί με αύξηση της παραγωγής αυτής και κατά συνέπεια με αύξηση της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ. Σημειώνεται ότι στις περισσότερες περιπτώσεις οι ΑΠΕ λειτουργούν προσθετικά στο δίκτυο είτε πρόκειται για υδροηλεκτρικά εργοστάσια που αυξάνουν τη λειτουργία τους κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών και των χειμερινών μηνών, είτε για ανεμογεννήτριες οι οποίες παράγουν μεγαλύτερη ισχύ τις αντίστοιχες χρονικές περιόδους λόγω των αυξημένων ανέμων.
- Κατά τη διάρκεια των ετών που γίνεται η ανάλυση υπάρχει σταθερή ανάπτυξη στις ΑΠΕ καθώς η παραγόμενη ενέργεια έχει αυξάνεται κατά περίπου 10% κάθε έτος.
- Η ανάλυση γίνεται για τα έτη 2012 – 2016 δηλαδή για μια περίοδο που η χώρα είναι σε οικονομική κρίση. Ωστόσο η κρίση δε φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά την παραγωγή των ΑΠΕ. Αντίθετα η η τάση είναι αυξητική, κατά που δείχνει ότι οι ΑΠΕ κερδίζουν μέσα την κρίση.
- Οι όποιες παρεμβάσεις στο ρυθμιστικό πλαίσιο φαίνεται να έχουν λειτουργήσει ευνοϊκά για την ανάπτυξη των ΑΠΕ.
- Από τη στατιστική ανάλυση φαίνεται και πως το 2017 η παραγωγή ενέργειας από τις ΑΠΕ θα αυξηθεί ακολουθώντας βέβαια την μηνιαία εποχικότητα των

προηγούμενων ετών.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι προβλεπόμενες με βάση το μοντέλο,μηνιαίες τιμές συνολικά παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ για το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2017 – Δεκέμβριος 2017 σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και οι τιμές παραγωγής για το 2016 ώστε να γίνει σύγκριση (στρογγυλοποιημένα νούμερα για καλύτερη σύγκριση).

Πίνακας 6.4: Μηνιαία στοιχεία ενέργειας (Πρόβλεψη) για το έτος 2017 (MWh)

Μήνας	2017			2016	Σύγκριση 2016-2017 (%)
	Πρόβλεψη	Κάτω Όριο 95,0%	Άνω Όριο 95,0%	Παραγωγή	
Ιανουάριος	528000	420000	636000	500000	(+) 5,00%
Φεβρουάριος	490000	375000	605000	494000	-1,00%
Μάρτιος	510000	395000	625000	503000	(+) 1,00%
Απρίλιος	440000	330000	559000	375000	(+) 11,70%
Μάιος	421000	314000	539000	387000	(+) 10,00%
Ιούνιος	405000	284000	520000	354000	(+) 11,00%
Ιούλιος	414000	299000	526000	409000	(+) 1,00%
Αύγουστος	445000	334000	559000	486000	-9,00%
Σεπτέμβριος	372000	259000	485000	350000	(+) 9,00%
Οκτώβριος	464000	348000	580000	403000	(+) 8,00%
Νοέμβριος	475000	359000	588000	478000	-1,00%
Δεκέμβριος	520000	407000	634000	567000	-10,00%
Συνολικά (12 μήνες)	5306000			4956000	(+) 7,00%

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι οι προβλέψεις για την επόμενη χρονιά μοιάζουν και σε τάση και σε χαρακτηριστικά με τις αντίστοιχες του 2016 λόγω της εποχικότητας. Ωστόσο υπάρχουν κάποιες αλλαγές στους επιμέρους μήνες.

Γενικότερα λόγω των κλιματικών συνθηκών στην Ελλάδα παρατηρούνται αυξομειώσεις στις τιμές παραγόμενης ενέργειας. Έτσι είναι δεδομένο πως η παραγωγή των ΑΠΕ βασίζεται στην εποχικότητα.

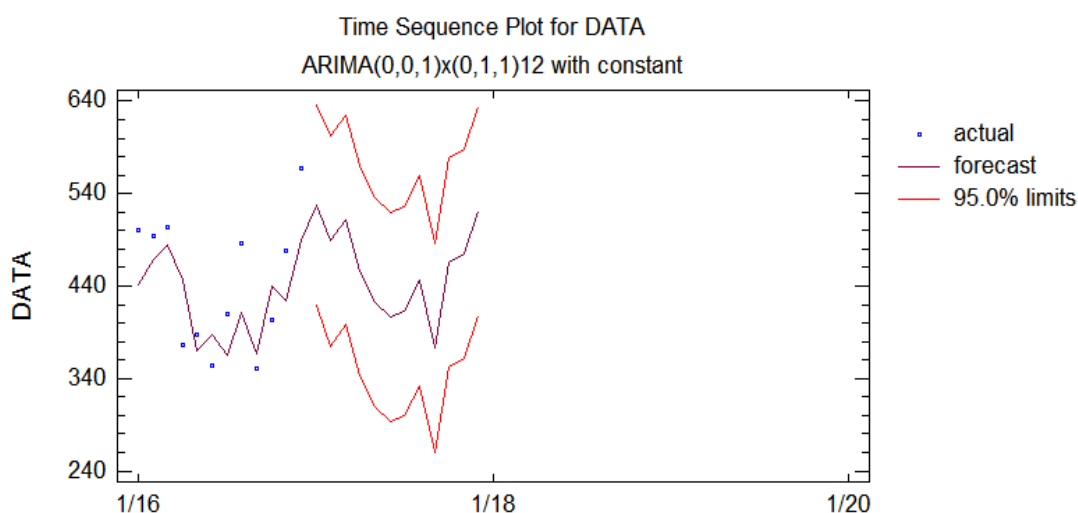
Γενικότερα, οι προβλέψεις δείχνουν ότι θα συνεχιστεί η αναμενόμενη αυξητική τάση.

Πιο αναλυτικά:

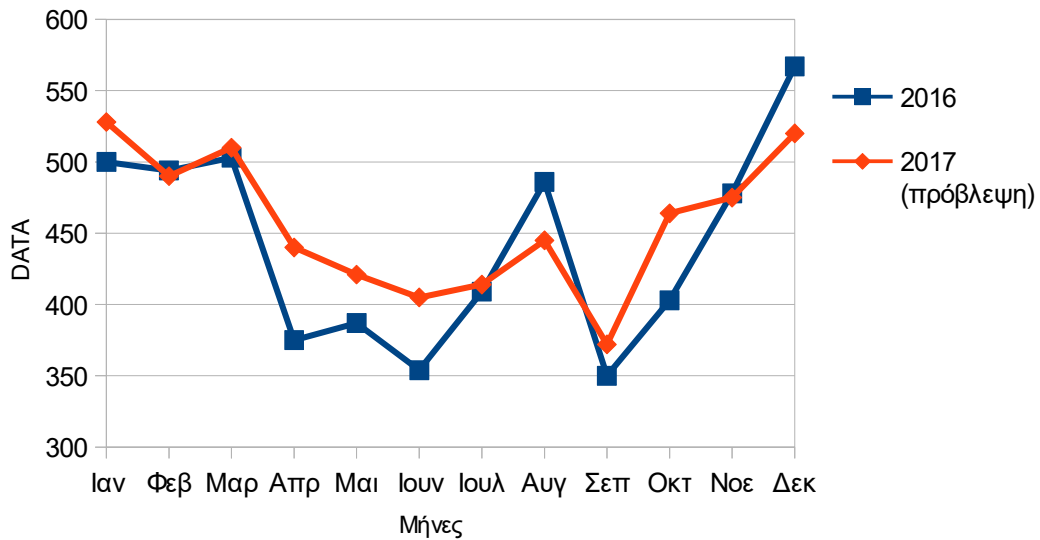
- Τον Ιανουάριο του 2017, προβλέπεται η κεντρική τιμή της παραγόμενης

ενέργειας από ΑΠΕ να βρίσκεται στα 528.000 MWh με άνω όριο τις 636.000 MWh και κάτω όριο τις 420.000 MWh. Πρόκειται επομένως για πρόβλεψη αύξησης της παραγόμενης ενέργειας κατά 5% περίπου.

- Το Φεβρουάριο του 2017, η κεντρική τιμή της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ, προβλέπεται να είναι στις 449.000 MWh, τιμή περίπου στα ίδια επίπεδα με το 2016.
- Το Μάρτιο η προβλεπόμενη αύξηση της παραγόμενης ενέργειας είναι της τάξης του 5%.
- Τον Απρίλιο προβλέπεται περαιτέρω αύξηση της παραγόμενης από ΑΠΕ ενέργειας άνω του 10% σε σχέση με τον Απρίλιο του 2016.
- Το Μάιο του 2017, η παραγόμενη ενέργεια προβλέπεται αυξημένη σε σχέση με το 2016.
- Τον Ιούνιο, αναμένεται αύξηση κατά 10%, με κεντρική τιμή τις 405.000 MWh, άνω όριο τις 520.000 MWh και κάτω όριο τις 284.000 MWh.
- Τον Ιούλιο, η αύξηση της παραγόμενης ενέργειας προβλέπεται οριακή.
- Ενώ για τον Αύγουστο, προκύπτει μικρή μείωση, με χαμηλό όμως ποσοστό κάτω του 10%.
- Για το Σεπτέμβριο προκύπτει προβλεπόμενη αύξηση της τάξης του 9%.
- Τον Οκτώβριο προβλέπεται αύξηση 8%.
- Το Νοέμβριο προβλέπεται οριακή μείωση κάτω του 1%.
- Και τέλος, το Δεκέμβριο, η συνολικά παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ, προβλέπεται να μειωθεί κατά περίπου 10%.
- Σε ετήσια βάση, το 2017 προβλέπεται μεσοσταθμικά αύξηση της τάξεως του 7% σε σχέση με το 2016.



Διάγραμμα 6.6: Πρόβλεψη συνολικά παραγόμενης ενέργειας ΑΠΕ (2017) (MWh)



Διάγραμμα 6.7: Σύγκριση συνολικά παραγόμενης ενέργειας ΑΠΕ (2016 - 2017) (MWh)

Όπως φαίνεται και από το παραπάνω διάγραμμα, η συνολικά παραγόμενη ενέργεια ΑΠΕ θα είναι αυξημένη το 2017 σε σχέση με το 2016. Για το 2017, σε 8 από τους 12 μήνες η συνολικά παραγόμενη ενέργεια προβλέπεται ότι θα είναι υψηλότερη σε σχέση με τους αντίστοιχους μήνες του 2016 και σε μόνο 4 χαμηλότερη. Σε ετήσιο ποσοστό μεταβολής, βάση των ευρημάτων, υπολογίζεται, ότι το 2017 θα υπάρξει αύξηση της παραγωγής κατά περίπου 7% σε σχέση με το 2016.

7. ΣΥΝΟΨΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Βασικός στόχος της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας ήταν να αποτυπώσει τον κλάδο των ΑΠΕ στην Ελλάδα δίνοντας κυρίως έμφαση στην αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια. Στην εργασία ορίστηκε η σημαντικότητα του κλάδου για την ελληνική οικονομία και κοινωνία. Τέλος έγινε και μια στατιστική ανάλυση για τον κλάδο και παρουσιάστηκαν οι μελλοντικές αποδόσεις του.

Για να εξαχθούν τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας χρησιμοποιήθηκε ένα μεγάλο κομμάτι της διαθέσιμης βιβλιογραφίας, δημοσιευμένα άρθρα σε έγκυρα επιστημονικά περιοδικά και εγκεκριμένες μελέτες γνωστών οργανισμών. Για το κομμάτι της στατιστικής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο Statgraphics και επιλέχθηκε το βέλτιστο μοντέλο πρόβλεψης, το οποίο είναι εποχικό με περίοδο 12 μήνες, και συγκεκριμένα είναι το $ARIMA(0,0,1) \times (0,1,1)_{12}$ με σταθερά.

Βασικά συμπεράσματα:

Καταγραφή νομοθετικού πλαισίου

Η καταγραφή όλων των εξελίξεων του θεσμικού πλαισίου ανέδειξε τις διάφορες επιπτώσεις που υπήρξαν στα χαρακτηριστικά του κλάδου των ΑΠΕ κατά την διάρκεια των τελευταίων ετών. Ακόμα, από την έρευνα προέκυψε ότι είναι εμφανής η ανάγκη τροποποίησης ορισμένων σημείων του θεσμικού πλαισίου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την έκδοση εκσυγχρονισμένων νομοσχεδίων με γνώμονα την αντιμετώπιση των προβλημάτων όπως προκύπτουν από επιστημονικά ευρήματα της μέχρι τώρα ανασκόπησης.

Περιγραφή και ανάλυση αιολικής & υδροηλεκτρικής ενέργειας

Από την ανάλυση των δύο αυτών μορφών ΑΠΕ προέκυψαν αρκετά χρήσιμα στοιχεία. Πέρα από την αποτύπωση των χαρακτηριστικών της κάθε μορφής ενέργειας έγινε αντιληπτό πως υπάρχει σταδιακή ανάπτυξη τους στην χώρα μας. Υπάρχει σταδιακή ανάπτυξη τόσο στον εξοπλισμό όσο και στο δίκτυο. Έτσι χρόνο με το χρόνο η παραγωγή αυξάνεται. Ωστόσο, πέρα από τα πλεονεκτήματα αυτών των μορφών ΑΠΕ παρουσιάστηκε και μια σειρά μειονεκτημάτων που επηρεάζουν και τον κοινωνικό σύνολο άλλα και το περιβάλλον.

Αποτίμηση ΑΠΕ

Στο συγκεκριμένο σημείο της εργασίας έγινε μια συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων των ΑΠΕ και παρουσιάζονται παρακάτω:

- ✓ 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.
- ✓ Συμβολή των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας. Η συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο είναι σημαντική. Η συμβολή των ΑΠΕ στην ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας είναι σταθερή και κυμαίνεται σε ποσοστό της τάξης του 10% .
- ✓ ΑΠΕ και νέες θέσεις εργασίας. Για την Αιολική ενέργεια, 4000 – 5000 θέσεις εργασίας, για την Ηλιακή ενέργεια, 2000 – 3000 θέσεις εργασίας, για την Υδροηλεκτρική ενέργεια, 700 – 1000 θέσεις εργασίας και για την βιομάζα, 400 – 500 θέσεις εργασίας.
- ✓ Τοπικά οφέλη από την ανάπτυξη των ΑΠΕ. Τα οφέλη αυτά μπορούν να διακριθούν σε εκείνα που προκύπτουν από την είσπραξη του τέλους 3% επί της τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας υπέρ του ΟΤΑ.
- ✓ Εμπόδια στην ανάπτυξη των ΑΠΕ, όπως οι χρονοβόρες διαδικασίες για την απόκτηση των πιστοποιητικών, η ελλιπής ενημέρωση των κατοίκων για την ανάγκη ανάπτυξης των ΑΠΕ, η αδυναμία των υφιστάμενων τοπικών δικτύων της ΔΕΗ να απορροφήσουν την ισχύ των ΑΠΕ και η ανάγκη ενισχύσεώς τους.

Προτάσεις

- ✓ Σε θεσμικό επίπεδο. Δημιουργία κέντρου συντονισμού της προσπάθειας, όπως ένα Υπουργείο ή ένα ειδικό φορέα θα περιορίζονταν τα προβλήματα συνεννόησης των αρμόδιων επιτροπών στα θέματα που αφορούν την προώθηση της ανανεώσιμης τεχνολογίας.
- ✓ Το νομικό πλαίσιο, είναι πλέον αναγκαίο να σταθεροποιηθεί χωρίς συνεχείς μεταβολές των νόμων και ασάφειες.
- ✓ Σε οικονομικό επίπεδο, πρέπει να δοθεί έμφαση σε φορολογικές ελαφρύνσεις που διευκολύνουν τις επενδύσεις στην πράσινη τεχνολογία.
- ✓ Σε κοινωνικό επίπεδο, η γνώση του πολίτη για τις νέες τεχνολογικές εφαρμογές από τις οποίες μπορεί να επωφεληθεί, ξεκινά από την διοχέτευση αυτής της γνώσης στα πανεπιστήμια και στα ερευνητικά κέντρα μέσω της αύξησης των απαραίτητων κονδυλίων για έρευνα και καινοτομία.

Στατιστική ανάλυση

Στο συγκεκριμένον κεφάλαιο της εργασίας έγινε μια στατιστική ανάλυση για τα στοιχεία που προκύπτουν από τη χρήση των ΑΠΕ. Πιο αναλυτικά:

- Παρουσιάστηκαν τα συνολικά στοιχεία απόδοσης για τις ΑΠΕ από το 2012 έως και το 2016 με πίνακες και γραφήματα.
- Παρουσιάστηκαν αναλυτικά μηνιαία στοιχεία παραγωγής ενέργεια για την αιολική και την υδροηλεκτρική ενέργεια από το 2012 έως και το 2016.

Και στα δύο παραπάνω κομμάτια αποτυπώθηκε πως η παραγωγή ενέργειας από τις ΑΠΕ έχει ανοδική τάση, χωρίς όμως να υπάρχει ραγδαία ανάπτυξη.

- Μέσω του ειδικού προγράμματος στατιστικής ανάλυσης έγινε μια εκτίμηση για τα μελλοντικά αποτελέσματα των ΑΠΕ για το 2017. Επιλέχθηκε το βέλτιστο μοντέλο πρόβλεψης, το οποίο είναι εποχικό με περίοδο 12 μήνες, και συγκεκριμένα είναι το $ARIMA(0,0,1) \times (0,1,1)_{12}$ με σταθερά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι προβλέψεις για την επόμενη χρονιά μοιάζουν και σε τάση και σε χαρακτηριστικά με τις αντίστοιχες του 2016 λόγω της εποχικότητας. Ωστόσο υπάρχουν κάποιες αλλαγές στους επιμέρους μήνες. Η γενικότερη τάση ήταν αυξητική σε σχέση με το 2016 και σε ορισμένους μήνες η άνοδος αποτυπώθηκε γύρω στο 10%. Πιο συγκεκριμένα, για το 2017, σε 8 από τους 12 μήνες η συνολικά παραγόμενη ενέργεια προβλέπεται ότι θα είναι υψηλότερη σε σχέση με τους αντίστοιχους μήνες του 2016 και σε μόνο 4 χαμηλότερη. Σε ετήσιο ποσοστό μεταβολής, βάση των ευρημάτων, υπολογίζεται, ότι το 2017 θα υπάρξει αύξηση της παραγωγής κατά περίπου 7% σε σχέση με το 2016.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Forecasting - DATA

Data variable: DATA

Number of observations = 60

Start index = 1/12

Sampling interval = 1.0 month(s)

Length of seasonality = 12

Forecast Summary

Seasonal differencing of order: 1

Forecast model selected: ARIMA(0,0,1)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	46.3058	
MAE	39.0288	
MAPE	10.9771	
ME	-7.6051	
MPE	-3.83601	

ARIMA Model Summary

<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t</i>	<i>P-value</i>
MA(1)	-0.327218	0.14355	-2.27948	0.027431
SMA(1)	0.790154	0.0618206	12.7814	0.000000
Mean	29.5133	5.95939	4.95241	0.000011
Constant	29.5133			

Backforecasting: yes

Estimated white noise variance = 2855.89 with 45 degrees of freedom

Estimated white noise standard deviation = 53.4405

Number of iterations: 11

The StatAdvisor

This procedure will forecast future values of DATA. The data cover 60 time periods. Currently, an autoregressive integrated moving average (ARIMA) model has been selected. This model assumes that the best forecast for future data is given by a parametric model relating the most recent data value to previous data values and previous noise. Each value of DATA has been adjusted in the following way before the model was fit:

(1) Seasonal differences of order 1 were taken.

The output summarizes the statistical significance of the terms in the forecasting model. Terms with P-values less than 0.05 are statistically significantly different from zero at the 95.0% confidence level. The P-value for the MA(1) term is less than 0.05, so it is significantly different from 0. The P-value for the SMA(1) term is less than 0.05, so it is significantly different from 0. The P-value for the constant term is less than 0.05, so it is significantly different from 0. The estimated standard deviation of the input white noise equals 53.4405.

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

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

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

Model Comparison

Data variable: DATA
 Number of observations = 60
 Start index = 1/12
 Sampling interval = 1.0 month(s)
 Length of seasonality = 12

Models

- (A) Random walk
- (B) Constant mean = 367.2
- (C) Linear trend = -1516.81 + 2.43255 t
- (H) Simple exponential smoothing with alpha = 0.2613
- (I) Brown's linear exp. smoothing with alpha = 0.1057
- (J) Holt's linear exp. smoothing with alpha = 0.1612 and beta = 0.0868
- (M) ARIMA(0,0,1)x(0,1,1)₁₂ with constant
- (N) ARIMA(1,1,1)x(0,0,1)₁₂ with constant
- (O) ARIMA(0,1,1)x(0,0,1)₁₂
- (P) ARIMA(1,1,1)x(0,0,1)₁₂
- (Q) ARIMA(1,0,0)x(0,1,1)₁₂ with constant

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	59.1965	42.2454	11.6013	0.031109	-1.16158	8.51135
(B)	69.1768	49.1654	13.5409	-1.45866	-2.75126	8.87333
(C)	50.7693	35.8074	10.0227	-0.986011	-1.49778	8.28792
(H)	50.8	34.57	9.2861	8.44454	1.11124	8.25579
(I)	50.2514	34.2037	9.22594	7.1758	0.911013	8.23408
(J)	50.8614	34.2755	9.27721	5.24895	0.383424	8.29154
(M)	46.3058	39.0288	10.9771	-7.6051	-3.83601	7.77054
(N)	45.6304	35.6879	10.0697	-2.23457	-2.33501	7.77448
(O)	47.2008	36.9511	10.0846	3.71522	-0.48968	7.77549
(P)	46.6851	36.2458	9.78344	8.39861	0.743875	7.78685
(Q)	47.2635	39.7803	11.1314	-7.23269	-3.7519	7.81148

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	59.1965	OK	*	**	OK	OK
(B)	69.1768	OK	***	***	***	**
(C)	50.7693	OK	OK	***	OK	OK
(H)	50.8	OK	OK	**	OK	OK
(I)	50.2514	OK	OK	**	OK	OK
(J)	50.8614	OK	OK	**	OK	OK
(M)	46.3058	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	45.6304	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	47.2008	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	46.6851	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	47.2635	OK	OK	*	OK	OK

Key:

- RMSE = Root Mean Squared Error
- RUNS = Test for excessive runs up and down
- RUNM = Test for excessive runs above and below median
- AUTO = Box-Pierce test for excessive autocorrelation
- MEAN = Test for difference in mean 1st half to 2nd half
- VAR = Test for difference in variance 1st half to 2nd half
- OK = not significant ($p \geq 0.05$)
- * = marginally significant ($0.01 < p \leq 0.05$)
- ** = significant ($0.001 < p \leq 0.01$)
- *** = highly significant ($p \leq 0.001$)

Forecast Table for DATA

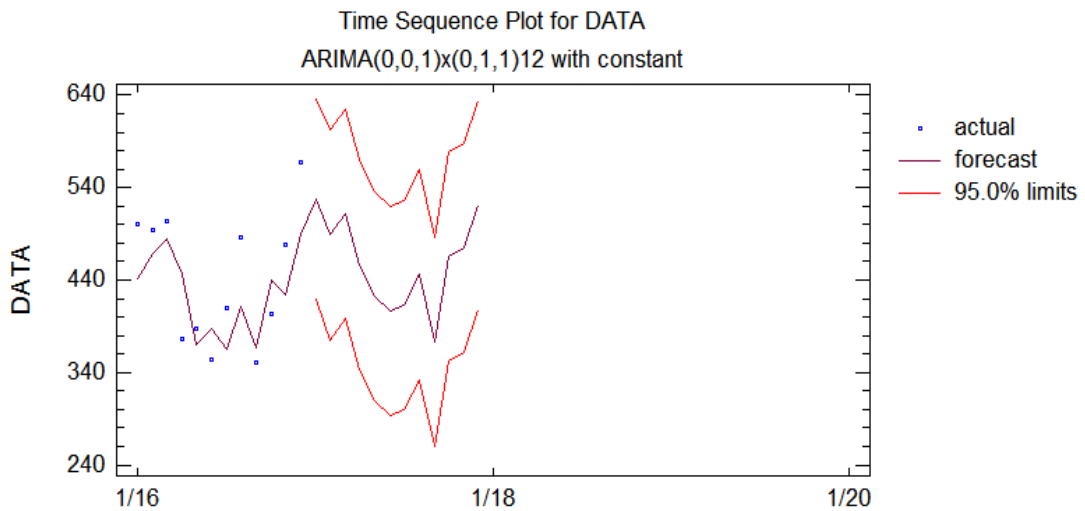
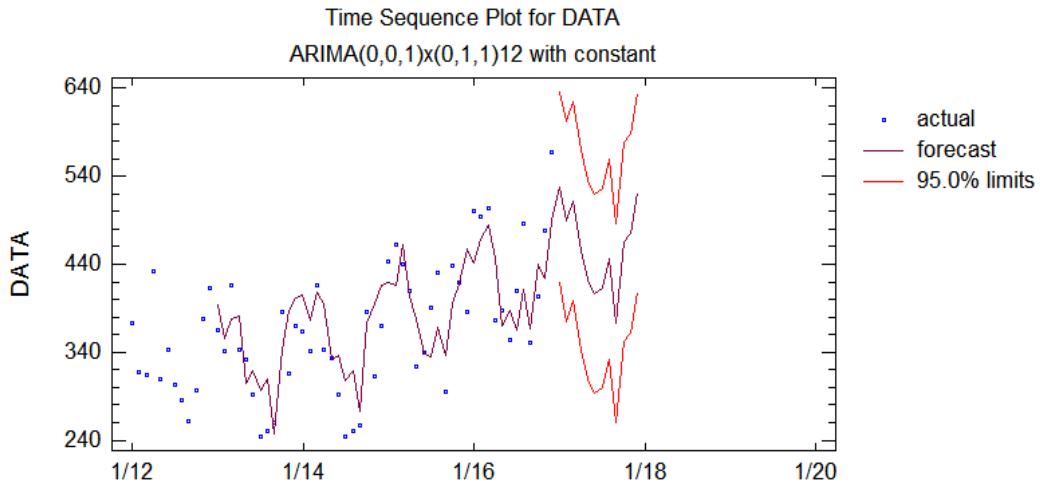
Period	Data
1/12	372.570
2/12	317.226
3/12	314.093
4/12	432.013
5/12	310.086
6/12	342.587
7/12	302.939
8/12	285.079
9/12	261.934
10/12	297.335
11/12	378.262
12/12	412.587
1/13	364.470
2/13	341.026
3/13	416.053
4/13	343.413
5/13	332.186
6/13	292.347
7/13	244.239
8/13	250.379
9/13	260.634
10/13	386.205
11/13	315.252
12/13	370.567
1/14	363.760
2/14	341.266
3/14	416.535
4/14	343.136
5/14	332.867
6/14	292.477
7/14	244.397
8/14	250.796
9/14	256.347
10/14	386.057
11/14	312.652
12/14	369.676
1/15	442.470
2/15	462.056
3/15	440.033
4/15	410.213
5/15	323.686
6/15	339.347
7/15	390.239
8/15	430.679

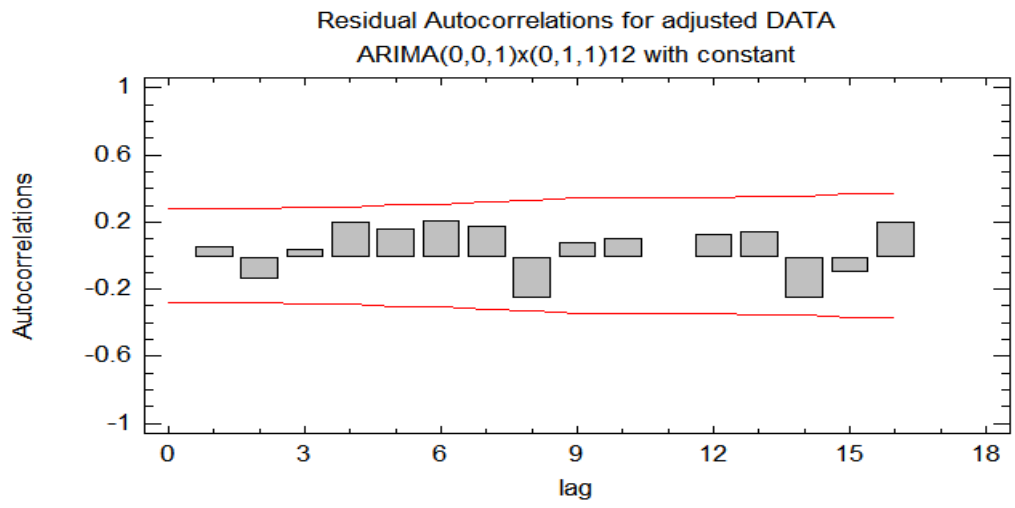
9/15	295.734
10/15	438.705
11/15	418.852
12/15	385.767
1/16	500.650
2/16	494.566
3/16	503.337
4/16	375.713
5/16	387.886
6/16	354.647
7/16	409.739
8/16	486.798
9/16	350.934
10/16	403.054
11/16	478.652
12/16	567.277

The StatAdvisor

This table compares the results of fitting different models to the data. The model with the lowest value of the Akaike Information Criterion (AIC) is model M, which has been used to generate the forecasts.

The table also summarizes the results of five tests run on the residuals to determine whether each model is adequate for the data. An OK means that the model passes the test. One * means that it fails at the 95% confidence level. Two *'s means that it fails at the 99% confidence level. Three *'s means that it fails at the 99.9% confidence level. Note that the currently selected model, model M, passes 5 tests. Since no tests are statistically significant at the 95% or higher confidence level, the current model is probably adequate for the data.





ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία, άρθρα και μελέτες

1. Γιγαντίδου Α. *Παρουσίαση ΔΕΗ: Ηλεκτρική ενέργεια στην Κρήτη*, 2009.
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. ΕΣΥΕ (2005)
4. Electrotech. *Ανεμογεννήτριες*, 2005.
5. Energotech. *Αιολική Ενέργεια και Αιολικά Πάρκα*, 2005.
6. Εστία. *Αιολική Ενέργεια*, 2005.
7. Ευρωπαϊκό πρόγραμμα REGENERGY. *Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων*, 2007.
8. ΚΑΠΕ. *Ενέργεια και Πολίτης*, 2005.
9. Καλδέλλης Ι. *Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας*, Εκδόσεις: Σταμούλης, 1999.
10. Κοζυράκης Γ., Σαραντίδης Γ., Τσαμπάζης Κ. και Χρηστάκης Δ. *Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας και Σύνδεσης Αιολικών Συστημάτων*, ΤΕΙ Κρήτης, 2003.
11. Κορωναίος Χ. *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Πανεπιστημιακές σημειώσεις Δ.Π.Μ.Σ. Ε.Μ.Π. “Περιβάλλον και Ανάπτυξη”, 2003.
12. Μπάης Α. *Ενέργεια και Περιβάλλον*, 2003.
13. Μουζιούρας Ν. *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Εξέλιξη – Προβλέψεις*, ΠΑΠΕΙ, 2010.
14. Μπεργελές Γ. *Ανεμοκινητήρες*, Εκδόσεις: Συμεών, 2005.
15. Μπουρμπουράκης Π. *Αιολική ενέργεια: Τα αιολικά πάρκα Σητείας*, Διπλωματική εργασία για το Δ.Π.Μ.Σ. “Περιβάλλον και Ανάπτυξη”, 2004.
16. Παπαθανασίου Σ. *Ενεργειακή απόδοση Αιολικών Πάρκων & Προοπτικές στον Ελληνικό χώρο*, Πανεπιστημιακές σημειώσεις του Δ.Π.Μ.Σ. “Παραγωγή & Διαχείριση Ενέργειας”, 2004.
17. Πισικιτζής Λ. *Συστήματα Αιολικής Ενέργειας*, 2003.
18. TechTeam Community. *Αίολος...ο θεός του ανέμου*, 2005.
19. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. *Ενημερωτικό Δελτίο*.
20. Τσούτσος Θ. *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Περιβάλλον*, Πολυτεχνείο Κρήτης - Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, 2008.
21. ΥΠ.ΑΝ. *4η Εθνική Έκθεση για το επίπεδο διείσδυσης της Ανανεώσιμης Ενέργειας το έτος 2010*, 2007.
22. Χασικίδη Ε. *Αιολική Ενέργεια σε Ελλάδα και Ευρώπη*, Πανεπιστήμιο Πατρών, 2010.

Ξένη βιβλιογραφία, άρθρα και μελέτες

23. **Enercon GmbH.** *Ενημερωτικά φυλλάδια*, 1999.
24. **EWEA.** “*Annual Report 2008*”.
25. **Murray C.** *European Photovoltaic Industry Association Global market outlook for photovoltaics until 2013*, EPIA, 2009.
26. **Παπουτσάκης Γ. και Θαλασσινάκης Ε.** *Impact of short term wind power forecasting on the security and economic operation of Crete power system*, 2007.
27. **Tsoutsos T.** *Sustainable energy development in Crete - The potential for biomass applications*,
28. **WWEA.** “*World Wind Energy Report 2008*”.

Διαδικτυακά άρθρα, μελέτες και ιστοσελίδες

29. www.bonus.dk
30. <http://www.lagie.gr>
31. <http://eletaen.gr/>
32. www.cres.gr
33. <http://portal.tee.gr>
34. www.enercon.de
35. www.ewea.org
36. <http://www.allaboutenergy.gr/>
37. www.hellasres.gr
38. www.neg-micon.com
39. www.rae.gr
40. <https://el.wikipedia.org>
41. www.teiher.gr
42. www.ypan.gr
43. www.desmie.gr
44. www.physics4u.gr
45. www.techteam.gr
46. <http://www.ewea.org/index.php>
47. http://www.eere.energy.gov/de/power_generation.html
48. www.energotech.gr
49. www.greenpeace.org.uk
50. <http://www.eea.europa.eu/>
51. <http://news.kathimerini.gr/4dcgi/.w.articles.ell.1.04/06/2009.317264>
52. www.estiaconsulting.gr
53. <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teelar/EKDILWSEIS/damConference/eisigi/seis/5.1.pdf>