



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ , ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ , ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ
& ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΝΕΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ & ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ
ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΟΥ
ΓΚΟΥΝΤΡΟΥΜΑΝΗ Κ. ΣΩΤΗΡΙΟΥ

ΕΠΙΛΕΠΩΝ : ΠΟΛΥΖΟΣ ΣΕΡΑΦΕΙΜ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΒΟΛΟΣ 2016

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ , ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ , ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ
& ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΝΕΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ & ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ
ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΟΥ
ΓΚΟΥΝΤΡΟΥΜΑΝΗ Κ. ΣΩΤΗΡΙΟΥ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΕΡΑΦΕΙΜ ΠΟΛΥΖΟΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική Επιτροπή

.....
Σ. Πολύζος

Αναπλ. Καθηγητής ΤΜΧΠΠΑ

.....
Ν. Ανδρίτσος

Καθηγητής ΤΜΜ

.....
Α. Παπαδούλης

Διδάσκων ΤΜΧΠΠΑ

ΒΟΛΟΣ 2016

.....
ΓΚΟΥΝΤΡΟΥΜΑΝΗΣ Κ. ΣΩΤΗΡΙΟΣ
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΣ

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται στο παρόν έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του διατμηματικού μεταπτυχιακού προγράμματος «Νέα επιχειρηματικότητα, Καινοτομία & Ανάπτυξη» των τμημάτων Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας & Περιφερειακής Ανάπτυξης, Μηχανολόγων Μηχανικών και Οικονομικών Επιστημών.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Σεραφείμ Πολύζο για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου, την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε καθώς και για την άψογη συνεργασία που είχαμε κατά την διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Στην οικογένειά μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις σύγχρονες κοινωνίες, με την πρόοδο της οικονομίας και την αύξηση του βιοτικού επιπέδου, η ενεργειακή ζήτηση αυξάνεται ολοένα. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό και εισαγόμενο πετρέλαιο. Παράλληλα, συντελούν και στην προστασία του περιβάλλοντος. Η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής.

Στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να εκτιμήσει κατά πόσο η διαδικασία επένδυσης σε αιολικά πάρκα στην περιφέρεια Θεσσαλίας είναι συμφέρουσα.

Λέξεις κλειδιά : ΑΠΕ, Αιολική Ενέργεια, Ανεμογεννήτρια, Καθαρά Παρούσα Αξία, Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης, Ανάλυση Ευαισθησίας.

ABSTRACT

In modern societies, due to the economic growth and the improvement of the standards of living, the energy demand is gradually increasing. The Renewable Energy Sources are being powered by nature itself and are considered endless. In many countries these sources contribute significantly to their energy balance. In this way their need for oil is getting lower and lower. At the same time, the Renewable Energy sources are also environmental friendly. Nowadays, the wind energy is considered to be an attractive way to produce electricity.

The aim of this project is to assess whether the process of investing in wind farms in the Thessaly region is advantageous.

Keywords: Renewable Energy Sources, Wind energy, Wind turbine, Net Present Value, Internal Rate of Return, Sensitivity analysis.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Ενεργειακή Πολιτική στην Ελλάδα και στην Ε.Ε.

| | | |
|-----|--|----|
| 1.1 | Εισαγωγή..... | 12 |
| 1.2 | Ελληνική ενεργειακή πολιτική..... | 13 |
| 1.3 | Ενεργειακό Ισοζύγιο στην Ελλάδα..... | 14 |
| 1.4 | ΑΠΕ στην Ελλάδα και οι προοπτικές ανάπτυξής τους.... | 16 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Παρουσίαση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

| | | |
|-----|----------------------------------|----|
| 2.1 | Βασικοί ορισμοί για τις ΑΠΕ..... | 22 |
| 2.2 | Ηλιακή ενέργεια..... | 24 |
| 2.3 | Αιολική ενέργεια..... | 29 |
| 2.4 | Υδροηλεκτρική ενέργεια..... | 34 |
| 2.5 | Βιομάζα..... | 36 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Νομοθετικό πλαίσιο και διαδικασίες αδειοδότησης

| | | |
|-----|--|----|
| 3.1 | Θεσμικό πλαίσιο των ΑΠΕ στην Ε.Ε..... | 44 |
| 3.2 | Θεσμικό πλαίσιο των ΑΠΕ στην Ελλάδα..... | 47 |
| 3.3 | Ν.3468/2006..... | 50 |
| | 3.3.1 Άδεια παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας..... | 51 |
| | 3.3.2 Άδεια Εγκατάστασης..... | 53 |
| | 3.3.3. Άδεια Λειτουργίας..... | 54 |
| | 3.3.4 Ένταξη Σταθμών..... | 54 |
| | 3.3.5 Σύμβαση Πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας..... | 55 |
| | 3.3.6 Εγγύηση Προέλευσης Ηλεκτρικής Ενέργειας..... | 55 |
| | 3.3.7 Ειδικό τέλος Σταθμών Ηλεκτροπαραγωγής..... | 56 |
| 3.4 | Νόμος 3299/2004..... | 58 |

| | |
|--|----|
| 3.4.1 Περιοχές Εφαρμογής των ενισχύσεων..... | 58 |
| 3.4.2 Ενισχύσεις σε επενδύσεις για φωτοβολταϊκά συστήματα και αιολική ενέργεια..... | 59 |
| 3.4.2.1 Προϋποθέσεις χορήγησης ενισχύσεων..... | 59 |
| 3.4.2.2 Κριτήρια για τη χορήγηση ενισχύσεων..... | 61 |
| 3.4.2.3 Καταβολή Ενισχύσεων..... | 61 |
| 3.4.2.4 Δικαιολογητικά Αίτησης Υπαγωγής..... | 62 |
| 3.5 Ν.3851/2010..... | 63 |
| 3.6 Ν. 4046/2012 και άλλες διατάξεις..... | 64 |
| 3.7 Νομοθετικό πλαίσιο από τις αρχές του 2012 έως σήμερα..... | 65 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Αιολική Ενέργεια – Αιολικά Πάρκα

| | |
|---|----|
| 4.1 Ιστορική Αναδρομή..... | 69 |
| 4.2 Αιολική Ενέργεια..... | 73 |
| 4.3 Αιολικά Πάρκα..... | 76 |
| 4.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων..... | 80 |
| 4.5 Ανεμογεννήτριες..... | 83 |

Κεφάλαιο 5^ο

Αξιολόγηση Επενδύσεων Αιολικού πάρκου

| | |
|--|----|
| 5.1 Εισαγωγή..... | 92 |
| 5.2 Επενδύσεις σε αιολικά συστήματα..... | 93 |
| 5.3 Χρηματοοικονομικοί δείκτες αξιολόγησης..... | 93 |
| 5.3.1 Καθαρά Παρούσα Αξία (NPV)..... | 93 |
| 5.3.2 Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (IRR)..... | 94 |
| 5.3.3 Λόγος Ωφελειών- Κόστους (B/C)..... | 95 |

| | |
|--|------------|
| 5. 4 Το Σύστημα RETScreen..... | 96 |
| 5.4.1 Γενική περιγραφή..... | 96 |
| 5.4.2 Συνοπτική παρουσίαση του προγράμματος..... | 97 |
| Κεφάλαιο 6° | |
| Αποτελέσματα Έρευνας | |
| 6.1 Στοιχεία της επένδυσης..... | 111 |
| 6.2 Παραδοχές Έρευνας..... | 115 |
| 6.3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας..... | 116 |
| 6.4 Αποτελέσματα από την παραγωγή ενέργειας..... | 121 |
| 6.5 Ανάλυση Οικονομικών Δεικτών..... | 122 |
| 6.6 Ανάλυση Ευαισθησίας..... | 128 |
| Κεφάλαιο 7° | |
| Δυναμική της Θεσσαλικής γης | |
| 7.1 Εισαγωγή..... | 139 |
| 7.2 Φυτική Παραγωγή..... | 139 |
| 7.3 Ορεινός όγκος..... | 142 |
| Κεφάλαιο 8° | |
| Συμπεράσματα..... | 148 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 151 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Ενεργειακή Πολιτική στην Ελλάδα και στην Ε.Ε.

1.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια μείζον ζητούμενο στην Ελλάδα και στην Ε.Ε. αποτελεί η βιώσιμη ανάπτυξη. Σ' αυτό συνετέλεσε η συνεχής εμφάνιση φυσικών φαινομένων (π.χ. τυφώνας “El nino”) που προκάλεσαν ανυπολόγιστες ζημιές και άφησαν πίσω τους ανθρώπινα θύματα. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η υπερθέρμανση του πλανήτη αποτελούν φαινόμενα άρρηκτα συνδεδεμένα με εκπομπές CO₂, κυρίως εξαιτίας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Συγχρόνως με τα περιβαλλοντικά προβλήματα, οι ενεργειακές κρίσεις στις εμπόλεμες ζώνες της Μέσης Ανατολής και μεταξύ της Ουκρανίας και Ρωσίας, έφεραν στην επιφάνεια το πρόβλημα της τροφοδοσίας με φυσικό αέριο και πετρέλαιο για όλες τις χώρες της Ε.Ε.

Σήμερα οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας καλούνται να διαδραματίσουν διπλό ρόλο :

- αναλαμβάνουν συμπληρωματικό ρόλο στην ενεργειακή τροφοδοσία και ασφάλεια και συμβάλλουν στην απεξάρτηση από τους λίγους προμηθευτές ενέργειας της Ε.Ε.
- καλούνται να καταπολεμήσουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και να τηρήσουν τις δεσμεύσεις της Ε.Ε. για μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 20% (σε σχέση με το1990), αύξηση της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ κατά 20% (σε σχέση με το1990), και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20% (σε σχέση με το1990), το λεγόμενο 20-20-20, το οποίο έχει ήδη αναθεωρηθεί.
- Στην Ελλάδα οι ΑΠΕ γνώρισαν σημαντική ανάπτυξη κατά την προηγούμενη δεκαετία με πρωταγωνιστές τα αιολικά και τα φωτοβολταϊκά πάρκα. Η γεωγραφική θέση της χώρας μας και το υψηλό ενεργειακό δυναμικό σε ανέμους και ηλιοφάνεια είναι τα χαρακτηριστικά εκείνα που της προσδίδουν συγκριτικό πλεονέκτημα, σε σχέση με άλλες χώρες τις Ε.Ε.

- Η ελληνική πολιτεία, με το θεσμικό πλαίσιο που έχει καθιερώσει, έχει σαν στόχο την ενίσχυση των επενδύσεων σε ΑΠΕ, γεγονός που επιτεύχθηκε το 1994 με την ψήφιση του νόμου 2244, καθώς ήταν μια από τις πρώτες χώρες που κατοχύρωσαν θεσμικά τον ρόλο των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας και καθιέρωσαν ένα σύστημα εγγυημένων τιμών για την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ.
- Σε επίπεδο Ε.Ε., η κοινοτική οδηγία 2001/77/ΕΚ «Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας», καθιέρωσε τις ΑΠΕ στο ενεργειακό σύστημα της Ε.Ε. και κινείται προς την επιθυμητή κατεύθυνση με πλήθος νόμων και οδηγιών να έχουν ενσωματωθεί στο εθνικό δίκαιο.

1.2 Ελληνική ενεργειακή πολιτική

Η ενεργειακή πολιτική στην Ελλάδα που ασκείται από το Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΑΠΕΝ), έχει σαν γνώμονα την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων της χώρας μας σε σχέση με την ευρωπαϊκή οδηγία 20-20-20. Συγχρόνως γίνεται προσπάθεια διαμόρφωσης εκείνου του θεσμικού και ρυθμιστικού πλαισίου που θα ευνοήσει την εκπλήρωση των περιβαλλοντικών δεσμεύσεων της χώρας μέσω της προώθησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας και της εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς επίσης και στα μεγάλα έργα διεθνών ενεργειακών διασυνδέσεων, όπως είναι ο αγωγός ΤΑΡ.

Το 2011, σε ημερίδα του ΤΕΕ, παρουσιάστηκαν οι κύριοι άξονες της ενεργειακής πολιτικής που ακολουθεί το ΥΠΑΠΕΝ και συνοψίζονται ως εξής :

- ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού,
- διαφοροποίηση ενεργειακών πηγών,
- προστασία του περιβάλλοντος,

- προώθηση της παραγωγικότητας και της ανταγωνιστικότητας μέσω ενεργειακών επενδύσεων καθαρών ενεργειακών τεχνολογιών, εξασφαλίζοντας παράλληλα την περιφερειακή ανάπτυξη.

Πιο συγκεκριμένα, οι στόχοι της ενεργειακής πολιτικής της Ελλάδας, έχοντας σαν οδηγό τους παραπάνω άξονες, συνοψίζονται στους εξής :

- Τη διασφάλιση της ασφαλούς ενεργειακής τροφοδοσίας της ενεργειακής αγοράς, με υψηλής ποιότητας προϊόντα στις καλύτερες δυνατές τιμές.
- Τη μείωση της πετρελαϊκής εξάρτησης της χώρας και τη σταδιακή αποκατάσταση του πετρελαίου από το φυσικό αέριο.
- Την ενίσχυση του συστήματος παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Την αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ και των βιοκαυσίμων στο ενεργειακό σύστημα.
- Την επέκταση της χρήσης φυσικού αερίου με την ανάπτυξη νέων δικτύων μεταφοράς και διανομής.
- Την απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου.
- Την ενίσχυση των διεθνών διασυνδέσεων της χώρας, στους τομείς του φυσικού αερίου, του πετρελαίου και του ηλεκτρισμού, με σκοπό να καταστεί η χώρα σύγχρονο διεθνές διαμετακομιστικό κέντρο ενέργειας.
- Την επέκταση των ελέγχων σε όλους τους κρίκους της αλυσίδας της αγοράς πετρελαιοειδών, με σκοπό την ενίσχυση του ανταγωνισμού.
- Την υλοποίηση των ενεργειακών υποδομών και των ιδιωτικών ενεργειακών επενδύσεων, μέσω χρηματοδοτικών εργαλείων.

1.3 Ενεργειακό Ισοζύγιο στην Ελλάδα

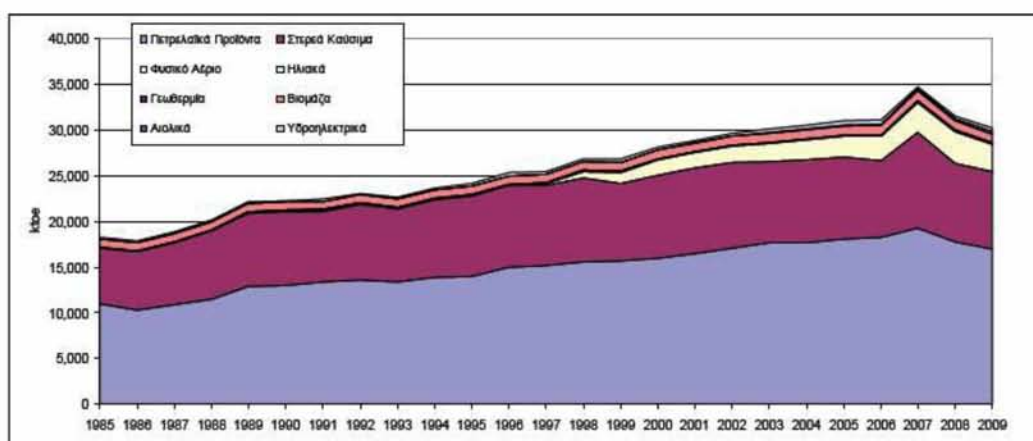
Από τη δεκαετία του 1970 και μετά, βασικός στόχος της ενεργειακής πολιτικής της Ελλάδας ήταν η απεξάρτηση από το πετρέλαιο και η αξιοποίηση του εγχώριου λιγνίτη, ο οποίος καλύπτει το 81% της ελληνικής παραγωγής ενέργειας και των υδροηλεκτρικών

εργοστασίων για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, παράλληλα με την εισαγωγή του φυσικού αερίου στην ελληνική αγορά ενέργειας.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) εισήχθησαν στο ελληνικό σύστημα παραγωγής ενέργειας το 1998 ενώ το φυσικό αέριο εντάχθηκε στο ελληνικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας το 1996. Ωστόσο, δεν πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός ότι το φυσικό αέριο τοποθετείται σε αρκετά χαμηλότερο επίπεδο διείσδυσης στην ελληνική αγορά, σε σχέση με τον ευρωπαϊκό μέσο όρο, και αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στους πολύ χαμηλούς ρυθμούς επέκτασης του συστήματος μεταφοράς και διανομής.

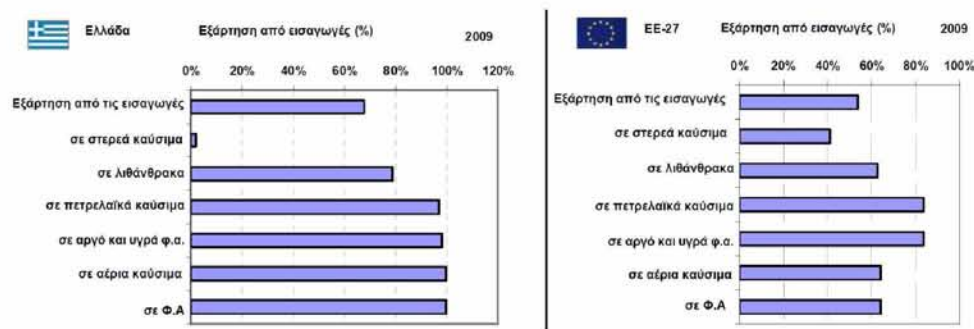
Λόγω των εισαγωγών φυσικού αερίου και πετρελαίου, το 2009 η εξάρτηση της χώρας μας κυμαινόταν στο 72% σύμφωνα με το ΥΠΑΠΕΝ (2011), με το 60% των εισαγωγών φυσικού αερίου να προέρχεται από την Ρωσία.

Στο παρακάτω σχήμα (1) διαγράφεται με σαφήνεια η διαχρονική εξέλιξη του ενεργειακού ισοζυγίου και της πρωτογενούς παραγωγής ενέργειας στην Ελλάδα από το 1970 μέχρι το 2009 σύμφωνα με το ΥΠΑΠΕΝ.



Σχήμα 1: Διάθεση πρωτογενούς ενέργειας ανά καύσιμο 1970-2009

Στο επόμενο σχήμα αποτυπώνεται η ενεργειακή εξάρτηση της χώρας μας και η σύγκριση με τη συνολική ευρωπαϊκή ενεργειακή εξάρτηση.



Σχήμα 2: Ενεργειακή Εξάρτηση της Ελλάδας και σύγκριση με ΕΕ

Την περίοδο 1990-2009, η τελική κατανάλωση ενέργειας αυξήθηκε κατά 39% και αυτό οφείλεται, κατά κύριο λόγο, στην αύξηση της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και στην αύξηση, κατά 27%, της κατανάλωσης προϊόντων πετρελαίου. Σαν τελική κατανάλωση ενέργειας αναφέρεται στην ενέργεια που χρησιμοποιείται από τον τελικό χρήστη, μειωμένο κατά τις απώλειες από τις διάφορες χρήσεις και μετατροπές ενέργειας.¹

Η συνεισφορά των ΑΠΕ βρίσκεται πολύ χαμηλά το 2009, στα επίπεδα του 5-6%, ενώ η τελική κατανάλωση ενέργειας βρίσκεται κατά κύριο λόγο στον τομέα των μεταφορών, στον αγροτικό και βιομηχανικό τομέα και στον οικιακό τομέα όπου η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας διπλασιάστηκε από το 1990 έως το 2009. Παράλληλα, και ο τριτογενής τομέας (εμπόριο, υπηρεσίες) το 2009 τριπλασίασε την κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με το 1990.

1.4 ΑΠΕ στην Ελλάδα και οι προοπτικές ανάπτυξής τους

Η χώρα μας καταναλώνει όλο και περισσότερη ενέργεια και εισάγει όλο και περισσότερα ενεργειακά προϊόντα, καθώς η εγχώρια παραγωγή δεν επαρκεί για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της Ελλάδας. Ως εκ τούτου, η ενεργειακή εξάρτηση από το εξωτερικό

αυξάνεται δυναμικά και σταθερά. Οι ΑΠΕ συμβάλουν στη μείωση της εξάρτησης αυτής, και συνακόλουθα στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού.

Τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα έχει ξεκινήσει κάποιες δειλές προσπάθειες αναδόμησης του ενεργειακού της συστήματος, με στόχο τη βελτίωση της ικανότητας υποστήριξης, την ασφάλεια και την ανταγωνιστικότητα, εξετάζοντας και μελετώντας τους βασικούς πολιτικούς στόχους των οδηγιών της Ε.Ε. Οι βασικές εξελίξεις στον ενεργειακό εφοδιασμό περιλαμβάνουν την προσθήκη του φυσικού αερίου στο ενεργειακό μίγμα από το 1998 και τις προσπάθειες να χρησιμοποιηθούν οι σε αφθονία διαθέσιμες μορφές της ηλιακής και της αιολικής ενέργειας. Επιπλέον, η κατασκευή των διευρωπαϊκών και διηπειρωτικών δικτύων βοηθά ώστε να μετατραπεί η Ελλάδα σε έναν βασικό ενεργειακό σύνδεσμο μεταξύ της Ε.Ε. και των σημαντικότερων αγορών ενέργειας της Ανατολικής Ευρώπης και της Ασίας.

Μέχρι το 2010 η διείσδυση των ΑΠΕ στο ηλεκτρικό δίκτυο ήταν πολύ μικρή και σίγουρα ήταν πολύ μικρότερη σε σχέση με το ηλιακό και αιολικό δυναμικό της χώρας μας. Σύμφωνα με το ΥΠΑΠΕΝ (2011) κατά τη δεκαετία 2000-2010 η ανάπτυξη των ΑΠΕ ακολουθούσε ένα ρυθμό της τάξης των 150 MW τον χρόνο, γεγονός που οφειλόταν κυρίως στα αιολικά πάρκα.

Η οικονομική κρίση του 2010, η οποία ακολούθησε την ψήφιση του νόμου 3851/2010 είχε επιπτώσεις στη ρευστότητα για επενδύσεις και μοιραία προκάλεσε ανατροπές στους ρυθμούς διείσδυσης των ΑΠΕ.

Η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στο Ελληνικό ηλεκτρικό δίκτυο, για τα έτη 2008-2012, φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, με καταχώριση αναλυτικά ανά ΑΠΕ.

Η συνεισφορά των ΑΠΕ και των σταθμών συμπαραγωγής στο ενεργειακό ισοζύγιο από το 3,87% ανέβηκε στο 11,25% το 2012 και, εάν σε αυτό το ποσό συνυπολογίσουμε και τα Υδροηλεκτρικά εργοστάσια που διαχειρίζεται η ΔΕΗ, η συνολική συνεισφορά φτάνει το 19% για το έτος 2012.

| Έτος | Α/Π (MWh) | Φ/Π (MWh) | Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (MWh) | Μονάδες Βιομάζας(MWh) | Σύνολο (MWh) |
|-------|--------------|--------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------|
| 2008 | 791 | 11 | 158 | 39 | 999 |
| 2009 | 917 | 46 | 183 | 41 | 1186 |
| 2010 | 1039 | 153 | 197 | 41 | 1430 |
| 2011 | 1363 | 439 | 205 | 45 | 2052 |
| 20121 | 1466 | 1126 | 213 | 45 | 2850 |

Πίνακας 1: Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Σταθμούς Παραγωγής του άρθρου 9 του Ν.3468/06(ΑΠΕ και ΣΗΘΝΑ) στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα

Οι προοπτικές ανάπτυξης των ΑΠΕ στη χώρα μας είναι αρκετά μεγάλες εάν αναλογιστούμε το αιολικό και ηλιακό δυναμικό που διαθέτει η χώρα μας. Όμως, την ίδια στιγμή δε θα πρέπει να ξεχνάμε την οικονομική κρίση που ταλανίζει τη χώρα μας εδώ και 6 χρόνια και έχει ως αποτέλεσμα τη ρευστότητα των εταιριών, η οποία τις αποθαρρύνει από την πραγματοποίηση επενδύσεων.

Σύμφωνα με μελέτη του ΑΔΜΗΕ, που δημοσιεύθηκε το 2013 και αφορά την μελέτη επάρκειας του ελληνικού συστήματος για την περίοδο 2013-2020, έχουν ήδη χορηγηθεί ένας μεγάλος αριθμός για έργα ΑΠΕ που φτάνουν τα 28,5 GW σε όλη την Ελλάδα. Οι άδειες αυτές αφορούν κατά κύριο λόγο αιολικά και φωτοβολταϊκά πάρκα και σε μικρότερο βαθμό μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς και μονάδες καύσης βιομάζας.

Σύμφωνα με τον ΑΔΜΗΕ μέχρι και τον Μάιο του 2013 λειτουργούσαν συνολικά στην Ελλάδα σταθμοί ΑΠΕ συνολικής εγκατεστημένης ισχύς 4170 MW, εκ των οποίων τα 1500 MW αφορούσαν αιολικά πάρκα και τα 2300 MW φωτοβολταϊκά πάρκα. Επιπροσθέτως έχουν χορηγηθεί προσφορές σύνδεσης συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 5665 MW από τις οποίες τα 4165 MW αφορούν αιολικά πάρκα.

Η προοπτική ανάπτυξης των ΑΠΕ στη χώρα μας παρουσιάζει προβλήματα σε σχέση με τις προβλέψεις της ζήτησης ενώ τόσο η πρόοδος της αδειοδοτικής διαδικασίας των έργων ΑΠΕ όσο και οι επενδυτικές πρωτοβουλίες θα διαδραματίσουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην τελική ανάπτυξη των ΑΠΕ στη χώρα μας. Ο ΑΔΜΗΕ προχώρησε σε 2 σενάρια για την ανάπτυξη των ΑΠΕ μέχρι το 2020: το ένα σενάριο παρουσιάζει μια ήπια διείσδυση των ΑΠΕ στο ηλεκτρικό σύστημα της χώρας μας και το άλλο σενάριο παρουσιάζει την αυξημένη διείσδυση.

Με βάση και τα δυο προαναφερθέντα σενάρια παρατηρείται μια αύξηση στην παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ. Η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ θα τριπλασιαστεί σε σχέση με το 2012 με τα 2 υπό εξέταση σενάρια, με τα φωτοβολταϊκά και τα αιολικά πάρκα να κρατούν τα σκήπτρα σε ό,τι αφορά την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ.

| | 2013 | Ήπια διείσδυση των ΑΠΕ | | Αυξημένη διείσδυση των ΑΠΕ | |
|---------------------|-------------|------------------------|-------------|----------------------------|-------------|
| | | 2016 | 2020 | 2016 | 2020 |
| Αιολικά Πάρκα | 1500 | 1920 | 2800 | 1960 | 3000 |
| Φωτοβολταϊκά Πάρκα | 2270 | 3120 | 4000 | 3220 | 4500 |
| Μικρά Υδροηλεκτρικά | 218 | 226 | 250 | 236 | 300 |
| Βιομάζα | 45 | 136 | 200 | 146 | 250 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 4028 | 5402 | 7250 | 5580 | 8050 |

Πίνακας 2: Σενάρια ανάπτυξης των ΑΠΕ στην Ελλάδα

Σύμφωνα με έκθεση της Ευρωπαϊκής επιτροπής το 2013, η Ε.Ε. φαίνεται να απέχει σημαντικά από την ημέρα που θα μπορεί να παράγει την ενέργεια που καταναλώνει. Έως το 2035 εκτιμάται ότι οι εισαγωγές ενέργειας στις 27 χώρες της Ε.Ε. θα ξεπεράσουν το 80%, με πιο ανησυχητικό στοιχείο την 100% εξάρτηση κάποιων χωρών από ένα και μόνο προμηθευτή, τη Ρωσία.

Ο μέσος πολίτης στην Ε.Ε.-25 καταναλώνει περίπου το πενταπλάσιο από την ορυκτή ενέργεια του μέσου πολίτη της Ασίας, της Αφρικής και της Μέσης Ανατολής(γεγονός που ισχύει, άλλωστε, για τους πολίτες της Ιαπωνίας στην περιοχή του Ειρηνικού Ωκεανού, καθώς οι πολίτες των ΗΠΑ καταναλώνουν σχεδόν το δωδεκαπλάσιο). Εάν οι πλουσιότερες χώρες δεν προνοήσουν ώστε να μετριάσουν την κατανάλωσή τους σε στερεά καύσιμα, υπάρχουν ελάχιστες πιθανότητες να πείσουν τις λιγότερο εύπορες χώρες να το πράξουν - ιδίως όταν τόσοι πολλοί άνθρωποι στις αναπτυσσόμενες χώρες έχουν έλλειψη επαρκών ενεργειακών υπηρεσιών.

Την ίδια στιγμή, η Παγκόσμια ζήτηση ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί κατά 30% έως το 2015, σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας. Η Κίνα, η Ινδία και η Μέση Ανατολή θα αντιπροσωπεύουν το 60% αυτής της ζήτησης και αυτό θα έχει άμεσες και ορατές συνέπειες στις τιμές που πληρώνει η Ε.Ε. για την εισαγωγή ενέργειας. Στο πλαίσιο αυτό, η Ε.Ε. ακολουθεί μια ενεργειακή πολιτική ενίσχυσης της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, της αειφορίας, της ασφάλειας του ενεργειακού σχεδιασμού και της ανταγωνιστικότητας. Η προσπάθεια αυτή αποτυπώνεται τόσο στις κοινοτικές οδηγίες όσο και σε μια σειρά επίσημων αποφάσεων του Συμβουλίου και έκδοσης σχετικών Οδηγιών.

Η οικονομική κρίση και η έλλειψη ρευστότητας στην Ε.Ε. έχει οδηγήσει στην πτώση κατά 25% των επενδύσεων σε έργα ΑΠΕ στις αρχές του 2013, ενώ είναι χαρακτηριστικό πως σε χώρες όπως η Ιταλία και η Ισπανία, οι επενδύσεις αυτές σταμάτησαν ολοκληρωτικά. Παρά τις αρνητικές αυτές ενδείξεις η νέα ισχύ από ΑΠΕ που προστέθηκε στο ευρωπαϊκό ηλεκτρικό σύστημα μέχρι και το 2012

είναι αξιοσημείωτη και διαρκώς αυξανόμενη, καθώς η ενεργειακή πολιτική της Ε.Ε. προς το 2050 προβλέπει μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 80%. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει με σαφήνεια ότι, μακροπρόθεσμα, ο ρόλος των ΑΠΕ στον ευρωπαϊκό ενεργειακό τομέα θα ενισχύεται διαρκώς.

Το ευρωπαϊκό σχέδιο δράσης για την ενέργεια της Ε.Ε., όπως αυτό αποτυπώνεται στην έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής το 2013, περιλαμβάνει 7 άξονες. Συνολτικά αυτοί οι άξονες είναι:

- Βελτίωση του Κοινοτικού Μηχανισμού Εμπορίας Εκπομπών Αερίου του θερμοκηπίου, ώστε να μετατραπεί σε πραγματικό καταλύτη για τη μείωση εκπομπών CO₂ και τις επενδύσεις για καθαρή ενέργεια
- Ανάπτυξη προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο
- Καλύτερη λειτουργία της εσωτερικής αγοράς ενέργειας με αναμόρφωση του θεσμικού πλαισίου
- Διευκόλυνση μεταξύ των κρατών-μελών για αλληλοβοήθεια σε περίπτωση ενεργειακών κρίσεων, ούτως ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλής τροφοδοσία με πετρέλαιο, φυσικό αέριο και ηλεκτρική ενέργεια
- Ενίσχυση των επενδύσεων για την ανάπτυξη της ενεργειακής τεχνολογίας, όπως την ανάπτυξη τεχνολογιών μετατροπής των ορυκτών καυσίμων
- Αύξηση της χρήσης των ΑΠΕ και κοινοτικές ενισχύσεις στις χώρες μέλη για την ανάπτυξη των ΑΠΕ.
- Βελτίωση της κατανόησης των ενεργειακών θεμάτων από τους Ευρωπαίους πολίτες-καταναλωτές και ευαισθητοποίηση αυτών σε θέματα κατανάλωσης ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Παρουσίαση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

2.1 Βασικοί ορισμοί για τις ΑΠΕ

Κάθε ήπια πηγή ενέργειας, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και ανανεώνεται μόνη της μέσω των φυσικών φαινομένων του κύκλου της, θεωρείται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. (ΑΠΕ).

Ο όρος «ήπια» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά των ΑΠΕ: το πρώτο από αυτά είναι ότι για την εκμετάλλευση των ήπιων πηγών ενέργειας δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση όπως είναι η καύση, η άντληση ή η εξόρυξη (όπως συμβαίνει δηλαδή με τις συμβατικές μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα). Το δεύτερο χαρακτηριστικό έχει να κάνει με το γεγονός ότι πρόκειται για καθαρές μορφές ενέργειας, οι οποίες δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες ή διοξείδιο του άνθρακα (όπως δηλαδή συμβαίνει με τις υπόλοιπες μορφές ενέργειας).

Μάλιστα, ο Μπαίλας αναφέρει πως οι ΑΠΕ είναι εναλλακτικές μορφές ενέργειας των παραδοσιακών πηγών, όπως είναι ο άνθρακας και το πετρέλαιο, αλλά δεν είναι όλες ανανεώσιμες καθώς η γεωθερμική ενέργεια δεν ανανεώνεται σε κλίμακα χιλιετίας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που θα αναλυθούν στις επόμενες παραγράφους και είναι αυτές που έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται σήμερα στην Ελλάδα:

- Η Ηλιακή ενέργεια, που προέρχεται από τον ήλιο
- Η αιολική ενέργεια, που προέρχεται από τον άνεμο
- Η υδροηλεκτρική ενέργεια, που προέρχεται από το νερό
- Η εκμετάλλευση βιομάζας

Ως πλεονεκτήματα των ΑΠΕ συγκεντρωτικά και γενικά μπορούν να αναφερθούν τα ακόλουθα:

- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας μηδενικά απόβλητα και μειώνοντας ουσιαστικά τις εκπομπές αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα.
- Είναι ανεξάντλητες, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούνται σήμερα και συμβάλλουν στην μείωση της εξάρτησης από τις συμβατικές μορφές πόρων για την παραγωγή ενέργειας οι οποίοι εξαντλούνται.
- Βοηθούν στην προώθηση της ενεργειακής αυτόαρκειας μικρών περιοχών, καθώς μπορούν να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση έναντι της καύσης του άνθρακα ή του πετρελαίου.
- Σε συνδυασμό με το προηγούμενο, μπορούν να προσφέρουν ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια στον ενεργειακό σχεδιασμό σε εθνικό επίπεδο.
- Είναι διασπαρμένες σε ολόκληρη τη χώρα και αυτό οδηγεί στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, παρέχοντας τη δυνατότητα να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό επίπεδο και να περιορίζονται οι απώλειες μεταφοράς ενέργειας.
- Είναι εφαρμογές οι οποίες είναι ευέλικτες και μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογα με τις ανάγκες του τοπικού πληθυσμού.
- Είναι επενδύσεις οι οποίες μπορούν να δημιουργήσουν αρκετές θέσεις εργασίας σε τοπικό επίπεδο και να ενισχύσουν την περιφερειακή ανάπτυξη και την τοπική οικονομία.

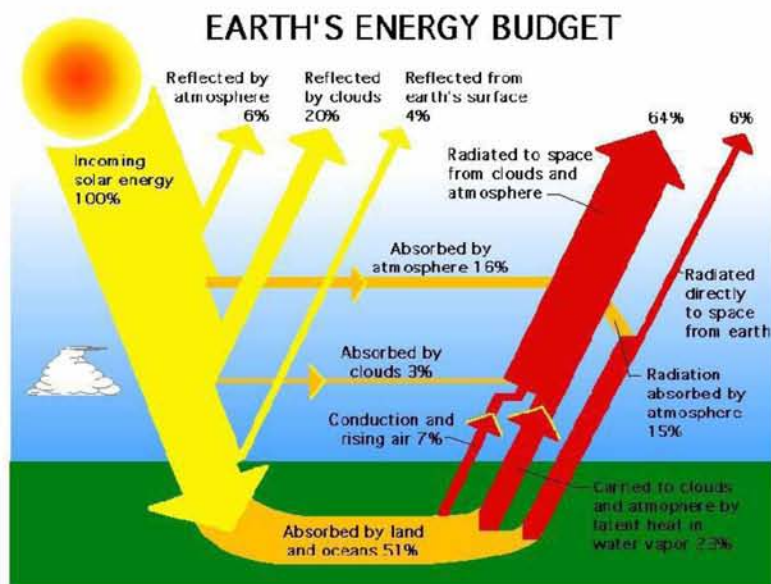
Η εκμετάλλευση των ΑΠΕ έχει και ορισμένα μειονεκτήματα, τα οποία είναι συγκεντρωτικά τα παρακάτω:

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, που κινείται στο 30% ή και λιγότερο, και γι' αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούνται κυρίως ως συμπληρωματικές πηγές ενέργειας
- Σε συνδυασμό με το προηγούμενο μειονέκτημα, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών στα αστικά κέντρα. Επιπροσθέτως στα αστικά κέντρα δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για έναν ακόμα λόγο, ότι οι μεγάλες εκτάσεις γης που απαιτούνται για την ανάπτυξή τους, ιδιαίτερα των φωτοβολταϊκών πάρκων, εκτάσεις οι οποίες λείπουν από τα αστικά κέντρα
- Για την απόδοση της αιολικής και ηλιακής ενέργειας, μεγάλο ρόλο διαδραματίζουν το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στις οποίες εγκαθίστανται
- Απαιτούν μεγάλο κόστος εφαρμογής και κατασκευή έργων υποδομής, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση των αιολικών πάρκων η διάνοιξη δασικών δρόμων για τη μεταφορά του εξοπλισμού.

2.2 Ηλιακή ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει στην επιφάνεια της γης είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που παράγεται στον ήλιο. Φτάνει σχεδόν αμετάβλητη στο ανώτατο στρώμα της ατμόσφαιρας του πλανήτη μας, διαμέσου του διαστήματος, και στη συνέχεια κατά τη διέλευσή της από την ατμόσφαιρα υπόκειται σε σημαντικές αλλαγές, που οφείλονται στην σύσταση της ατμόσφαιρας. Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε ένα σημείο στην επιφάνεια της γης μια δεδομένη χρονική στιγμή χαρακτηρίζεται από την ένταση και την διεύθυνση πρόσπτωσης. Στην επιφάνεια της γης φτάνει μόνο ένα μέρος της ακτινοβολίας που προέρχεται άμεσα από τον ήλιο (άμεση ηλιακή ακτινοβολία), ενώ το υπόλοιπο είτε απορροφάται από τα συστατικά της ατμόσφαιρας είτε ανακλάται πάλι προς το διάστημα ή

προς την επιφάνεια της γης. Η ακτινοβολία που προσπίπτει στην επιφάνεια της γης μετά από διαδοχικές ανακλάσεις δεν έχει συγκεκριμένη διεύθυνση και καλείται διάχυτη ακτινοβολία.



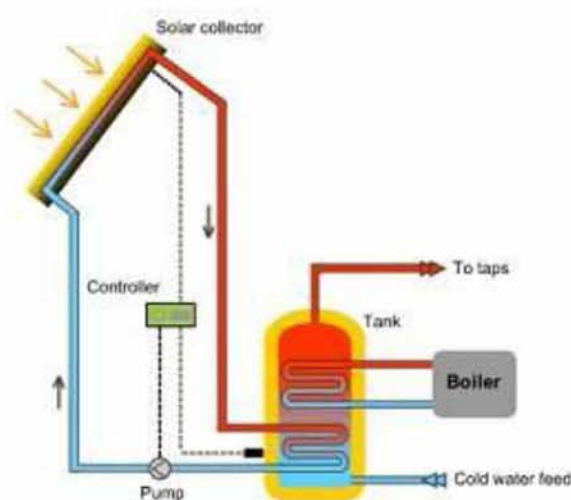
Σχήμα 3: Απεικόνιση προσπίπτουσας Ηλιακής ακτινοβολίας

Η γη δέχεται ετήσια ηλιακή ενέργεια με ακτινοβολία της τάξης του 173×10^{15} W. Σε ένα 24ωρο κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας της γης δέχεται κατά μέσο όρο 4-6 Kwh ηλιακής ενέργειας με ακτινοβολία 800-2500 KWh/m² ετησίως. Η ποσότητα αυτή είναι περίπου η διπλάσια από αυτή που θα μπορούσε ποτέ να ληφθεί από το σύνολο των μη ανανεώσιμων πηγών της Γης (πχ. Φυσικό αέριο, άνθρακα κτλ) και περισσότερη από αυτή που καταναλώνει σήμερα ο άνθρωπος σε ένα χρόνο. Γι αυτό κρίνεται σκόπιμη η πρακτική εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας.

Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να χρησιμοποιηθεί με 3 διαφορετικά συστήματα :

- i) Την άμεση παραγωγή θερμότητας με ενεργητικά ηλιακά συστήματα.
- ii) Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι μηχανικές κατασκευές που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν σε θερμική,

ψυκτική ή ηλεκτρική ενέργεια. Επίσης, μέσω των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων μπορεί η ηλιακή ενέργεια να αποθηκευτεί και να διανεμηθεί αργότερα, αναλόγως με τις ανάγκες του χρήστη. Για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε θερμότητα χρησιμοποιούνται οι συλλέκτες και μια δεξαμενή αποθήκευσης ως ξεχωριστά δομικά στοιχεία του συστήματος. Για την μεταφορά της ενέργειας χρησιμοποιείται κάποια αντλία του συστήματος και η διανομή γίνεται μέσω ενός υγρού.



Σχήμα 4 : Ενεργητικό ηλιακό σύστημα – ηλιακός θερμοσίφωνας

iii) Την άμεση παραγωγή θερμότητας με παθητικά ηλιακά συστήματα.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, σε αντιδιαστολή με τα ενεργητικά, λειτουργούν χωρίς μηχανικές εγκαταστάσεις και είναι στοιχεία της οικοδομής. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θερμαίνουν την κατοικία με φυσικό τρόπο ή, αντίστοιχα, τη δροσίζουν. Για την εφαρμογή και πλήρη εκμετάλλευση των παθητικών ηλιακών συστημάτων είναι απαραίτητος ο βιοκλιματικός σχεδιασμός της κατοικίας¹, βάση του οποίου θα συνδυάζονται τα θερμικά οφέλη της κατοικίας όλο τον χρόνο. 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 προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα.

Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού, σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα, χωρίς να είναι καλυμμένα, π.χ. από χαλιά), η οποία απορροφά μέρος της θερμότητας και την «προσφέρει» στο χώρο αργότερα, με αποτέλεσμα να διατηρείται ο χώρος θερμός για πολλές ώρες. Ένα νότιο οριζόντιο σκίαστρο μπορεί να εμποδίσει τον καλοκαιρινό ήλιο που έρχεται από πιο ψηλά να εισέλθει απ' ευθείας στο χώρο.

Τα υπόλοιπα παθητικά συστήματα ηλιακής ενέργειας που χρησιμοποιούνται χαρακτηρίζονται ως έμμεσα και αυτά μπορεί να είναι:





- Θερμοκήπια
- Ηλιακοί τοίχοι, όπως ο τοίχος Trombe-Michel
- Ηλιακά αίθρια, τα οποία τα βρίσκουμε κατά κύριο λόγο σε δημόσια κτίρια παρά σε ιδιωτικές κατοικίες.

iv) Φωτοβολταϊκά συστήματα

Η άμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική πραγματοποιείται με τα φωτοβολταϊκά κύτταρα, των οποίων η λειτουργία βασίζεται στο "φωτοβολταϊκό φαινόμενο". Η συγκεκριμένη τεχνολογία εμφανίστηκε το 1838, από ένα ζευγάρι Γάλλων επιστημόνων, που εργαζόντουσαν για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, μέσω χημικών αντιδράσεων. Παρατήρησαν ότι, εκθέτοντας την συσκευή που είχαν κατασκευάσει, στο ηλιακό φως, αύξησαν την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Το 1954 τα εργαστήρια Bell ανακοίνωσαν τις εξελίξεις και μετέφεραν τη

φωτοβολταϊκή τεχνολογία από τα εργαστήρια στην καθημερινή πρακτική αξιοποίησης, με την κατασκευή μίας μονής φωτοβολταϊκής κυψέλης από σλικόνη. Πρώτη φορά εφαρμόστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1970 στα διαστημικά προγράμματα των ΗΠΑ. Η εξέλιξή της επέτρεψε τη μείωση του κόστους (~4% το χρόνο) στην παραγωγή ηλεκτρισμού από \$300 σε \$4 ανά watt. Λόγω της σχετικά χαμηλής απόδοσής τους και του συνεπαγόμενου υψηλού συνολικού κόστους, τα φωτοβολταϊκά συστήματα βρίσκουν κυρίως εφαρμογή ως μονάδες μικρής δυναμικότητας σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές όπου η σύνδεση με το δίκτυο είναι πολύ ακριβή.

Η μέγιστη πραγματική απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων, ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους, κυμαίνεται από 7% (ηλιακά στοιχεία άμορφου πυριτίου) έως 12-15% (ηλιακά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου). Η απόδοση επίσης εξαρτάται από τη τοποθεσία, το προσανατολισμό και τη κλίση. Τα φωτοβολταϊκά έχουν τη μέγιστη απόδοση όταν έχουν νότιο προσανατολισμό.

| Ενδεικτική απόδοση ανάλογα με τον προσανατολισμό και την κλίση | | | |
|--|-----------------|---------------------------------|-----------------------|
| κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο | Προσανατολισμός | | |
| | Νότιος | Νοτιοανατολικός Νοτιοδυτικός | Ανατολικός Δυτικός |
| 0°  | 90% | 90% | 90% |
| 15°  | 98% | 95% | 88% |
| 30°  | 100% | 95% | 85% |
| 90°  | 60% | 60% | 50% |

Σχήμα5: Ενδεικτική απόδοση ανάλογα με τον προσανατολισμό και την κλίση

Υπογραμμίζεται ότι 1KWp (ισχύος αιχμής του Φ/Β συστοιχίας σε κατάσταση πλήρους ηλιοφάνειας 1000W/m² και θερμοκρασία 25°C) Φ/Β κρυσταλλικού Πυριτίου ανάλογα με την απόδοση που διαθέτει και παράγει κατά μέσο όρο 1.350 KWh AC το χρόνο (με ηλιοφάνεια Αττικής), πάνω σε σταθερή βάση στήριξης. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι τα Φ/Β συστήματα παρακολούθησης του ήλιου σε 2 άξονες αποδίδουν περίπου 25 με 30% επιπλέον ενέργεια το χρόνο στην Ελλάδα ενώ το κόστος τους είναι 10 με 15% ανώτερο από αυτό των Φ/Β συστημάτων σε σταθερές βάσεις. Ένα Φ/Β σύστημα 100 KW παράγει ετησίως ενέργεια 13.500 KWh.

2.3 Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, καθώς η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης έχει σαν αποτέλεσμα μεγάλες μάζες αέρα να μετακινούνται από την μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας έτσι τους ανέμους. Είναι μια ήπια μορφή ενέργειας, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον, η οποία προωθείται για την μείωση του ρυθμού εξάντλησης των αποθεμάτων συμβατικών καυσίμων, καθώς και τον περιορισμό των εκπομπών που δημιουργούνται από συμβατικές πηγές ενέργειας. Η εκτεταμένη χρήση των τελευταίων προκαλεί την ένταση του φαινομένου του θερμοκηπίου και αυξάνει την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Αν υπήρχε η δυνατότητα πλήρους εκμετάλλευσης του συνολικού αιολικού δυναμικού της γης, εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ηλεκτρική ενέργεια θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες της ανθρωπότητας. Σύμφωνα με υπολογισμούς, στο 25% της συνολικής επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας άνω των 5, 1 m/sec σε ύψος 10 μέτρα από το έδαφος, κάτι που μας βοηθά να εξαγάγουμε το συμπέρασμα πως το ανώτερο ποσοστό αντιστοιχεί σε περιοχή εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού και οι εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες. Αυτό, σε συνδυασμό με το ότι το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί

σημαντικά, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η αιολική ενέργεια κατέχει μια δυναμική θέση έναντι των συμβατικών μορφών ενέργειας.

Ειδικά στη χώρα μας, το αιολικό δυναμικό είναι εξαιρετικά πλούσιο και η αιολική ενέργεια μπορεί να γίνει σημαντικός μοχλός ανάπτυξης. Η συστηματική εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού της χώρας μας θα συμβάλλει στην αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με ταυτόχρονη εξοικονόμηση μεγάλου ποσοστού συμβατικών καυσίμων, με αποτέλεσμα συναλλαγματικά οφέλη, ενώ μεγάλη επίσης θα είναι η συμβολή στον περιορισμό της κλιματικής μεταβολής, αφού η χρήση ανεμογεννητριών συνεπάγεται αποτροπή εκπομπών CO₂. Παράλληλα, η χρήση της αιολικής ενέργειας έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των θέσεων εργασίας σε ένα αντικείμενο που μέχρι πριν μερικά χρόνια ήταν σχεδόν άγνωστο στην Ελλάδα.

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με ένα αξιοσημείωτο αριθμό νησιών, με αποτέλεσμα οι άνεμοι που επικρατούν στις νησιώτικες και παράκτιες περιοχές να την καθιστούν μια ιδιαίτερη περίπτωση και να αποτελούν πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας. Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό αντιστοιχεί στο 14% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας. Αυτά τα στοιχεία έχουν σαν φυσικό επόμενο να έχουν γίνει ενέργειες για την αξιοποίηση του πολύ σημαντικού αιολικού δυναμικού σε όλη την χώρα. Παρά όμως το ολοένα αυξανόμενο ενδιαφέρον, σημαντικό μειονέκτημα στις προσπάθειες αποτελεί η καθυστέρηση που συνήθως παρατηρείται στην υλοποίηση των έργων.

Η αιολική ενέργεια έχει διεισδύσει ήδη σε ένα πολύ μεγάλο αριθμό χωρών, ενώ η τάση εξάπλωσής της αυξάνεται διαρκώς. Ειδικότερα στη σημερινή συγκυρία, όπου η οικονομική κρίση πλήττει την παγκόσμια αγορά, είναι κοινά αποδεκτό από όλους τους φορείς ότι η πράσινη οικονομία θα αποτελέσει έναν από τους μοχλούς για την βελτίωση της παγκόσμιας οικονομίας. Στις αρχές του 2009 η United Nations Environment Programme UNEP δημοσίευσε μια αναφορά στην οποία συνιστά πως το 1% της παγκόσμιας οικονομικής ροής

πρέπει να επενδυθεί στις «πράσινες τεχνολογίες», προκειμένου να επιτευχθεί κατά ένα μεγάλο μέρος η παγκοσμία οικονομική ανάπτυξη και η αύξηση της απασχόλησης. Ολοένα και περισσότεροι ηγέτες καταφεύγουν στην παγκόσμια πράσινη συμφωνία (Global Green New Deal) αφιερώνοντας ένα μεγάλο μέρος του προϋπολογισμού των χωρών τους στην πράσινη ανάπτυξη. Χαρακτηριστικές είναι οι απόψεις του προέδρου των ΗΠΑ πως η χώρα που θα κυριαρχήσει στο χώρο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, θα βρίσκεται και στο τιμόνι της παγκόσμιας οικονομίας. Όλα αυτά έχουν σαν αποτέλεσμα η διείσδυση των ΑΠΕ και ιδιαίτερα της αιολικής ενέργειας να έχει συνεχώς αυξητικές τάσεις ακόμα και σε χώρες που μέχρι το πρόσφατο παρελθόν δεν είχαν επιδείξει ανάλογο ενδιαφέρον, όπως η Κίνα και η Ιαπωνία.

Η Ευρώπη βρίσκεται στην πρώτη θέση αγοράς αιολικής ενέργειας ενώ σημαντικότερη μπορεί να χαρακτηριστεί η αυξητική τάση που παρουσιάζεται στην Αφρική και Ιδιαίτερα στην Ασία. Συγκεκριμένα και σύμφωνα με επίσημα στοιχεία από την GWEC, στην Αφρική η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στο τέλος του 2009 ανήλθε σε 865 MW έναντι 635 το 2008 ενώ στην Ασία η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 39610 MW στο τέλος του 2009 έναντι 24188 MW στο τέλος του 2008 και 16091 MW στο τέλος του 2007. Στο τέλος του 2008 η ευρωπαϊκή ένωση χρησιμοποίησε το 53,9% του παγκόσμιου αιολικού δυναμικού, παρόλα αυτά οι ΗΠΑ παραμένουν εδώ και 2 χρόνια στην πρώτη θέση με μέτρο σύγκρισης την συνολική εγκατεστημένη ισχύ.

Τα πρώτα δείγματα ηλεκτροπαραγωγής από αιολική ενέργεια εμφανίστηκαν στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, όμως από το 1980 και μετά η τεχνολογία άρχισε να εξελίσσεται σε τέτοιο βαθμό που να μπορεί να υποστηρίξει ηλεκτροπαραγωγή σε υψηλή κλίμακα. Μέχρι το 2013 ο μέσος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας την τελευταία δεκαετία ήταν περίπου 23%, με 318.105 MW εγκατεστημένη ισχύ στο τέλος του έτους.

Η αιολική ενέργεια σε όλη την Ευρώπη χρησιμοποιείται ευρέως. Σύμφωνα με πρόσφατες μετρήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας (EWEA)¹ οι Α/Γ σε όλη την Ευρώπη ξεπερνούν τις 13,000 με συνολική απόδοση 93,957 MW που είναι αρκετή για να καλύψει το 6,3% του ηλεκτρισμού της Ε.Ε. σύμφωνα με τα στοιχεία της EWEA, σε έτος με φυσιολογικές καιρικές συνθήκες. Χώρες - μέλη της ευρωπαϊκής ένωσης έχουν στην κατοχή τους πάνω από το 98% των εγκαταστάσεων αυτών. Στατιστικά το 10.5% της συνολικής παραγωγής ενέργειας της Ε.Ε. προέρχεται πλέον από αιολική ενέργεια. Οι τρεις πρώτες χώρες σε αξιοποίηση και εκμετάλλευση αιολικής ενέργειας είναι η Γερμανία, η Ισπανία και η Γαλλία. Ωστόσο αναλογικά με τον πληθυσμό, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βάση της αιολικής ξεπερνά το 20% στη Δανία. Θεωρητικά, η αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού της Ευρώπης στο μέγιστο θα μπορούσε να καλύψει όλες τις ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια. Οι σκέψεις για το μέλλον της εναλλακτικής αυτής μορφής ενέργειας είναι πολύ θετικές. Η μελέτη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής εκτιμά ότι τη δεκαετία 2011-2020 θα εγκατασταθούν στην Ευρωπαϊκή Ένωση 333 GW νέας ισχύος ηλεκτροπαραγωγής. Η αιολική ενέργεια θα φθάσει τα 136 GW δηλαδή το 41% των νέων εγκαταστάσεων, ποσοστό που είναι σαφώς το μεγαλύτερο από όλες τις τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής. Μάλιστα προβλέπεται από το Παγκόσμιου Συμβουλίου Αιολικής Ενέργειας (GWEC) πως οι εγκαταστάσεις παραγωγής αιολικής ενέργειας αναμένεται να υπερδιπλασιαστούν (να αγγίξουν τα 450GW) μέχρι το 2015. Άξιο αναφοράς είναι πως στην παγκόσμια αγορά αιολικής ενέργειας, η Ευρώπη συνολικά παραμένει σταθερά δεύτερη σε δυναμικότητα πίσω από την Κίνα.



Εικόνα1: Αιολικό Πάρκο

Όσον αφορά στην Ελλάδα οι ισχυροί άνεμοι που πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράλιες περιοχές προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας. Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της. Στα νησιά του Αιγαίου, στην Κρήτη και στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα οι μέσες ταχύτητες ανέμου είναι 6 - 7 m/sec, με αποτέλεσμα το κόστος της παραγόμενης ενέργειας να είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό. Στη δυτική Ελλάδα αν και υπάρχει μικρότερο αιολικό δυναμικό, διατίθεται ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη λόφων και υψωμάτων με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό, την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων. Γνωστό για την εκμετάλλευση αιολικής ενέργειας είναι το νησί της Κεφαλονιάς που διαθέτει τρία αιολικά πάρκα. Εντούτοις, η εγκατάσταση μεγάλων Α/Γ στην Ελλάδα αντιμετωπίζει δυσκολίες όπως αυτή της μεταφοράς και εγκατάστασης στις επιλεγείσες θέσεις, λόγω της φτωχής ή

ανύπαρκτης υποδομής στις ορεινές κυρίως περιοχές όπου συνήθως καταγράφεται εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό. Άλλη μια δυσκολία είναι η έλλειψη σχετικής εμπειρίας από τους εγχώριους επενδυτές και τους χρηματοδότες των έργων. Η Κρήτη παρουσιάζει το μεγαλύτερο δυναμικό ανάπτυξης των ΑΠΕ στη ζώνη της Μεσογείου.

2.4 Υδροηλεκτρική ενέργεια

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, Wisconsin¹ παράγαγε 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.

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 μία "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά πλεονεκτήματα (εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων, προστασία περιβάλλοντος)
- Μέσω των υδροταμιευτήρων, δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, αναψυχή, αθλητισμός.
- Είναι πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας και συμβάλλει στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς ενεργειακούς πόρους,
- 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 υποβαθμισμένων 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 υγροτόπου.

Τα μειονεκτήματα που συνήθως εμφανίζονται είναι²:

- Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής καθώς και η μεγάλη χρονική διάρκεια που απαιτείται μέχρι την αποπεράτωση του έργου.
- 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.

Τα τέσσερα σημαντικότερα μεγάλα υδροηλεκτρικά συγκροτήματα στην Ελλάδα είναι:

- Το συγκρότημα Αχελώου, που περιλαμβάνει τους σταθμούς Κρεμαστών-Καστρακίου-Στράτου(ισχύς 907MW)
- Το συγκρότημα Αλιάκμονα, που περιλαμβάνει τους σταθμούς Πολυφύτου-Σφηκιάς-Ασωμάτων(ισχύς 789MW)
- Το συγκρότημα Αράχθου, που περιλαμβάνει τους σταθμούς Πουρναρίου I&II(ισχύς 333,5MW)
- Το συγκρότημα Νέστου που περιλαμβάνει τους σταθμούς Θησαυρού-Πλατανοβρύσης(ισχύς 489MW)
- Σε αντίθεση με τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα, δεν έχει γίνει συστηματική αξιοποίηση των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών. Σε λειτουργία υπάρχουν 14 μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί. Το μέλλον όμως προβλέπεται ... Καθώς έχουν υποβληθεί αιτήσεις για 110 μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς



Εικόνα 2 : Το φράγμα Itaipu στα σύνορα Παραγουάης και Βραζιλίας

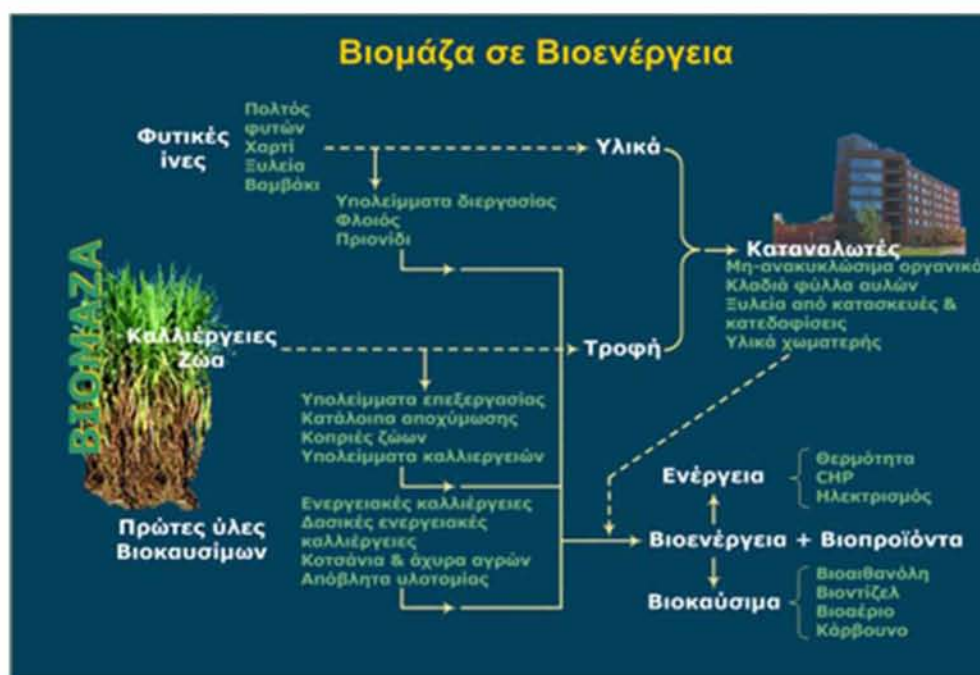
2.5 Βιομάζα

Πρώτα από όλα να διαχωρίσουμε την έννοια της βιοενέργειας με αυτήν της βιομάζας, γιατί πολλοί τα συγχέουν και θεωρούν πως είναι το ίδιο.

Βιομάζα ονομάζουν οποιαδήποτε σχετικά νέα οργανική ύλη που προέρχεται από φυτά ως αποτέλεσμα της διαδικασίας της

φωτοσύνθεσης. Η ενέργεια από βιομάζα αντλείται από φυτικό και ζωικό υλικό, όπως ξύλο από τα δάση, υπολείμματα από γεωργικές ή δασικές διαδικασίες και βιομηχανικά, ανθρώπινα ή ζωικά απόβλητα. Δεν έχει καμία σχέση με τα ορυκτά οργανικά υλικά (όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας και το φυσικό αέριο) – η βιομάζα είναι φρέσκια οργανική ύλη. Βιομάζα είναι επίσης και το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.

Βιοενέργεια από την άλλη είναι η χημική ενέργεια που αποθηκεύεται σε φυτά και ζώα (τα οποία τρέφονται με φυτά ή άλλα ζώα) ή στα απόβλητα που αυτά παράγουν. Κατά τη διάρκεια διαδικασιών μετατροπής όπως η καύση, η βιομάζα απελευθερώνει την ενέργειά της, υπό τη μορφή θερμότητας, ενώ παράγεται διοξείδιο του άνθρακα που έρχεται να αντικαταστήσει το διοξείδιο του άνθρακα που απορροφούσε το φυτό όσο αναπτυσσόταν. Σε γενικές γραμμές θα μπορούσε να αναφερθεί, ότι η χρήση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας είναι η αντιστροφή της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης.



Σχήμα 6 : Μετατροπή βιομάζας σε βιοενέργεια

Οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος που λειτουργούν με βιομάζα καίνε ξύλο και αγροτικά ή κτηνοτροφικά απόβλητα για να παράγουν ενέργεια. Η βιομάζα, η οποία είναι καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού με τρεις τρόπους. Σύμφωνα με τον ένα τρόπο η στερεή βιομάζα καίγεται σε έναν καυστήρα για τη θέρμανση νερού και ο ατμός που παράγεται χρησιμοποιείται για να θέσει σε λειτουργία μια γεννήτρια που παράγει ηλεκτρισμό. Σύμφωνα με το δεύτερο τρόπο τα αέρια που δημιουργούνται από τη βιομάζα (βιοαέριο και φυσικό αέριο) χρησιμοποιούνται για καύση και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Με τον τρίτο τρόπο τα αέρια που δημιουργούνται (αιθανόλη και βιοντήζελ) χρησιμοποιούνται για μηχανές εσωτερικής καύσης. Οι χωματερές και οι μονάδες επεξεργασίας αστικών αποβλήτων, παράγουν βιοαέριο, που μπορεί να συλλεχθεί και να χρησιμοποιηθεί για ηλεκτροπαραγωγή. Στη χώρα μας τέτοιες μονάδες είναι εγκατεστημένες στη Θεσσαλονίκη, Ηράκλειο, Χανιά και Ψυτάλλεια Αττικής με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 8000 kW. Το 12% της παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας έχει ως πηγή τη βιομάζα.

Οι εφαρμογές της βιοενέργειας είναι εξαιρετικά ποικίλες και περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την παροχή θέρμανσης, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τα καύσιμα οχημάτων. Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα (π.χ. με την καύση ξύλων για θέρμανση και μαγείρεμα) ή έμμεσα, αν τη μετατρέψουμε σε υγρό ή αέριο καύσιμο (π.χ. αιθανόλη από καλλιέργειες ζαχαρότευτλων ή βιοαέριο από ζωικά απόβλητα). Οι πόροι βιομάζας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα υλικών.

Στα μειονεκτήματα της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα αναφέρονται το κόστος συλλογής και επεξεργασίας των υλικών, καθώς και το μικρό ενεργειακό περιεχόμενο σε σχέση με ίση μάζα καύσιμου απολιθωμάτων. Η εμπειρία των ευρωπαϊκών χωρών έδειξε

ότι η χρήση βιομάζας είναι τελικά φθηνότερη για τον καταναλωτή από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Οι σύγχρονοι λέβητες βιομάζας αποδεικνύονται φθηνότεροι. Παράλληλα, τα σύγχρονα συστήματα βιομάζας χρησιμοποιούνται ολοένα και συχνότερα σε υβριδικές εφαρμογές, ενώ μπορούν να παράσχουν μία διέξοδο σε πολλούς αγρότες, οι οποίοι είτε μπορούν να στραφούν σε ενεργειακές καλλιέργειες είτε να αξιοποιήσουν τα αγροτικά και κτηνοτροφικά παραπροϊόντα που σήμερα θεωρούνται απόβλητα και η καταστροφή τους συνεπάγεται επιπλέον κόστος.

Τα Βιοκαύσιμα είναι αυτά που παίζουν πρωταγωνιστικό ρόλο στην παγκόσμια αγορά σήμερα με τις πειραματικές έρευνες να έχουν τον πρώτο λόγο για την αειφόρο ανάπτυξη του πλανήτη μας αλλά και ταυτόχρονα πλήρη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Ωστόσο παρότι γίνονται γνωστά στην παγκόσμια αγορά τα τελευταία χρόνια αυτό δεν σημαίνει και ότι πρόσφατα ανακαλύφθηκαν.

Τα βιοκαύσιμα χωρίζονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες¹:

Βιοαιθανόλη: Η βιοαιθανόλη παράγεται κυρίως από την αλκοολική ζύμωση της ζάχαρης. Οι κύριες πηγές της προέρχονται από ενεργειακές καλλιέργειες όπως τα τεύτλα, το καλαμπόκι, το σιτάρι, τα άχυρα, το πριονίδι, ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα κ.α.. Είναι ένα άχρωμο διαυγές υγρό.

Επίσης είναι βιοαποικοδομήσιμη, χαμηλής τοξικότητας και προκαλεί πολύ μικρή περιβαλλοντική μόλυνση αν χυθεί στο περιβάλλον. Την συναντάμε στις Η.Π.Α.

Βιοαέριο: Είναι ένα μίγμα αερίων, η σύσταση του οποίου εξαρτάται από τις Α' ύλες. Τα πιο σημαντικά συστατικά του βιοαερίου είναι το μεθάνιο, το διοξείδιο του άνθρακα το άζωτο και το οξυγόνο, αλλά επίσης συναντώνται και υδρατμοί, ίχνη υδρογόνου, αμμωνία και υδρόθειο. Θεωρείτε ευέλικτο καύσιμο και χρησιμοποιείται για παροχή ηλεκτρισμού και θέρμανσης. Έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα στην Γερμανία.

Βιομεθανόλη: Είναι μεθανόλη η οποία παράγεται από βιομάζα για χρήση ως βιοκαύσιμο. Είναι ένα εύφλεκτο, πτητικό υγρό σε

θερμοκρασία δωματίου, με ελαφρά οινοπνευματώδη, όχι δυσάρεστη οσμή, ωστόσο η εισπνοή των ατμών της πρέπει να αποφεύγεται λόγω της τοξικότητάς της.

Βιοντίζελ: Είναι μεθυλεστέρας ο οποίος παράγεται από φυτικά ή ζωικά έλαια, ποιότητας ντίζελ με σκοπό την χρήση του ως βιοκαύσιμο. Είναι βιοδιασπώμενο, μη τοξικό, και ουσιαστικά δεν περιέχει θείο και αρωματικές ενώσεις.

Στην Ελλάδα ο αγροτικός τομέας αποτελεί άνω του 5% του ΑΕΠ, σχεδόν το τριπλάσιο του μέσου όρου 1.8% της ΕΕ. Επομένως, οι εταιρείες που ασχολούνται με βιομάζα και βιοκαύσιμα θα βρουν άφθονες πηγές πρώτων υλών. Επιπλέον, η δέσμευση της Ελληνικής κυβέρνησης να αντικαταστήσει το 10% των σημερινών συμβατικών καυσίμων με βιοκαύσιμα μέχρι το 2020 συνεπάγεται αξιόλογες ευκαιρίες για την επόμενη δεκαετία¹. Η δυναμική παραγωγικότητα στην χώρα μας είναι σε πολύ καλό βαθμό σε σύγκριση και με τον πληθυσμό μας όσον αφορά τον κλάδο της γεωργίας. Με βάση λοιπόν τις δυνατότητες του ελληνικού εδάφους τα καύσιμα που αποφέρουν κέρδη στην χώρα μας είναι η παραγωγή βιοντίζελ και βιοαιθανόλης. Αυτό που πρέπει να τονίσουμε εδώ είναι ότι στόχος της Ελλάδας και κατά συνέπεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η μερική έως ολική αντικατάσταση του αργού πετρελαίου με αυτήν του βιοντίζελ.

Παρά τις ευρωπαϊκές κοινοτικές οδηγίες που στόχο έχουν την προώθηση των βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος, φαίνεται ότι η χώρα μας παρ' όλα αυτά δυσκολεύετε να ακολουθήσει τον ρυθμό άλλων ευρωπαϊκών χωρών όπως η Γερμανία. Ωστόσο θα πρέπει να αντιληφθούμε και το συγκριτικά χαμηλό επίπεδο σε τεχνολογικό εξοπλισμό, την γραφειοκρατία στον δημόσιο τομέα που καθυστερεί ακόμη περισσότερο την ανάπτυξη και φυσικά θα πρέπει να κατανοήσουμε ότι η έννοια των βιοακαυσίμων έγινε ευρέως γνωστή στην ελληνική κοινωνία τα τελευταία χρόνια.

Ορισμένα οφέλη τα οποία προκύπτουν από την εκμετάλλευση του βιοντίζελ και της βιοαιθανόλης είναι¹:

- Βελτίωση της ποιότητας του αέρα στις αστικές περιοχές, μείωση των εκπομπών αερίου θερμοκηπίου και κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα.
- Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο, την εισαγόμενη ενέργεια και τις εξωγενείς ενεργειακές πηγές.
- Δημιουργία νέων ευκαιριών για βιώσιμη αγροτική ανάπτυξη, ενίσχυση της περιφερειακής ανάπτυξης και αναθέρμανσης της αγροτικής οικονομίας.
- Δημιουργία μεταποιητικών και βιομηχανικών μονάδων, νέων θέσεων εργασίας και επενδυτικών ευκαιριών στον τομέα της παραγωγής βιοκαυσίμων.
- Αύξηση του ποσοστού διείσδυσης της ελληνικής προστιθέμενης αξίας στο παραγόμενο προϊόν, συναλλαγματικό όφελος και βελτίωση του ισοζυγίου εξαγωγών.
- Συμβολή στην επίτευξη των στόχων για εξοικονόμηση ενέργειας, διαφοροποίησης ενεργειακών πόρων και ασφάλειας εφοδιασμού καυσίμων.

Ορισμένα από τα πλεονεκτήματά του παρουσιάζει η βιομάζα και που την καθιστούν ελκυστική πηγή ενέργειας συνοψίζονται στα εξής:

- Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνονται κατά την καύση της, δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία νέας βιομάζας.
- Περιορισμός των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂) που είναι υπεύθυνο για την μόλυνση της ατμόσφαιρας από την όξινη βροχή, καθώς η βιομάζα δεν περιέχει θείο.
- Εφόσον η βιομάζα αποτελεί εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα, στη βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση συναλλάγματος.

- Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών, την δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό, όσο και στο βιομηχανικό χώρο.
- Η βιομάζα είναι η πλέον ελέγξιμη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας σε αντίθεση με την αιολική ενέργεια και την ενέργεια από τα κύματα, και μπορεί να παρέχει θερμότητα την ίδια στιγμή που παράγει και ηλεκτρική ενέργεια.

Οι δυσκολίες που παρουσιάζονται κατά την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας, συνίστανται στα παρακάτω:

- Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
- Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.
- Βάση των παραπάνω παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.
- Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν πολύ υψηλό κόστος εξοπλισμού, σε σχέση με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

Για τους παραπάνω λόγους, η αξιοποίηση της ενεργειακής καλλιέργειας θα πρέπει να γίνεται κοντά στον τόπο της φυτείας.

Επαγωγικά σκεπτόμενοι, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η βιομάζα είναι μια «ακριβή» ΑΠΕ που απαιτεί ακριβές και πολύπλοκες εγκαταστάσεις για την επεξεργασία και την εκμετάλλευσή της αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί, όπως ήδη

συμβαίνει σε χώρες της Β. Ευρώπης, για τη μερική αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων σε στόλους αυτοκινήτων των δημόσιων υπηρεσιών, με άμεσο και ουσιαστικό αποτέλεσμα τη μείωση των εκπομπών αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.



Εικόνα 3 : Αγριαγκινάρα (γαϊδουράγκαθο)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

Νομοθετικό πλαίσιο και διαδικασίες αδειοδότησης

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται ο βασικός κορμός του νομικού πλαισίου (Νόμοι, Υπουργικές Αποφάσεις, οδηγίες) που διέπει τις ΑΠΕ καθώς και οι διαδικασίες που ακολουθούνται για την υλοποίηση των επενδυτικών σχεδίων.

3.1 Θεσμικό πλαίσιο των ΑΠΕ στην Ε.Ε.

Η Ε.Ε. ξεκίνησε να προωθεί τις ΑΠΕ από τη δεκαετία του 1970, με την εφαρμογή προγραμμάτων έρευνας και ανάπτυξης, ενώ ο πρώτος θεωρητικός ορισμός των ΑΠΕ στην Ε.Ε. εισήχθη με το άρθρο 2 της οδηγίας 2001/77/ΕΚ. Σύμφωνα με το συγκεκριμένο άρθρο, ως ΑΠΕ ορίζονται οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολική, ηλιακή και γεωθερμική ενέργεια, ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκή ενέργεια, υδραυλική ενέργεια, βιομάζα, αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής, από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέρια)¹.

Η πρώτη καθολική κοινοτική πολιτική της Ε.Ε. πραγματοποιήθηκε το 1997 με την ψήφιση της λεγόμενης «Λευκής Βίβλου», σύμφωνα με την οποία προβλεπόταν μια σειρά από δράσεις που θα διπλασίαζε τη συνολική ενεργειακή κατανάλωση από ΑΠΕ, από το 6% που βρισκόταν το 1997 σε 12% το 2010. Ωστόσο, πρέπει να επισημανθεί ότι από τη δεκαετία του 2000 και έπειτα, το θεσμικό και νομοθετικό πλαίσιο της Ε.Ε. για τις ΑΠΕ συνεχώς εμπλουτίζεται με κοινοτικές οδηγίες.

Στη βάση όλων αυτών συγκεντρώθηκαν, σε επιστημονική έρευνα το 2009, οι σημαντικότερες κοινοτικές οδηγίες³, οι οποίες είναι:

- Οδηγία 2001/77/ΕΚ: Σύμφωνα με αυτή την οδηγία καθορίζεται το θεσμικό πλαίσιο που δύναται να διευκολύνει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Σε αυτή την οδηγία οριοθετούνται οι πρώτοι στόχοι που είναι 12% κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, μέχρι το 2010, και 22,2% κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

από ΑΠΕ, μέχρι το 2020. Όπως θα δούμε παρακάτω το όριο για το 2020 στη συνέχεια μεταβλήθηκε και προσαρμόστηκε.

Η συγκεκριμένη κοινοτική οδηγία ενσωματώθηκε στο ελληνικό θεσμικό πλαίσιο με τον Ν.3468/2006, ο οποίος θα παρουσιαστεί σε επόμενη παράγραφο.

- Οδηγία 2003/30/ΕΚ: Στο πλαίσιο της εν λόγω οδηγίας προωθούνται για πρώτη φορά τα βιοκαύσιμα στις μεταφορές στην Ε.Ε. Οι στόχοι που έθεσε αυτή η οδηγία, πιο συγκεκριμένα ήταν οι εξής:

1) 2% χρήση βιοκαυσίμων μέχρι το τέλος του 2005

2) 5,75% χρήση βιοκαυσίμων μέχρι το τέλος του 2010, με περιθώριο εναρμόνισης στο τέλος του 2014

Η συγκεκριμένη κοινοτική οδηγία ενσωματώθηκε στο ελληνικό θεσμικό πλαίσιο με τον Ν.3423/2005.

- Το σχέδιο 20-20-20 που συμπεριλαμβάνεται στο πακέτο «Ενέργεια-Κλίμα», αποφασίστηκε και επικυρώθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Δεκέμβριο του 2008. Το πακέτο αυτό καλείται να υλοποιήσει τη δέσμευση της μείωσης των εκπομπών των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, έως το2020, κατά 20%, σε σχέση με το 1990. Συνάμα, το εν λόγω πακέτο αποσκοπεί, έως το 2020, στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας κατά 20%, σε σχέση με το 1990, και στην αύξηση της παραγωγής ενέργειας, επίσης έως το2020, κατά 20%, σε σχέση με το 1990. Μεταξύ άλλων, στο σχέδιο αυτό ορίζονται και αυστηρότερες προδιαγραφές αναφορικά με τα καύσιμα των αυτοκινήτων¹.

- Οι στόχοι του πακέτου «Ενέργεια-Κλίμα» και ο στόχος 20-20-20 έγινε πιο συγκεκριμένος με την κοινοτική οδηγία 2009/28/ΕΚ, η οποία περιελάμβανε τις παρακάτω ρυθμίσεις:

1) Κανονισμός ΕΕ 443/2009 για την μείωση των εκπομπών από τα επιβατικά αυτοκίνητα.

2) Οδηγία 2009/28/ΕΚ περί ΑΠΕ.

3) Οδηγία 2009/29/ΕΚ περί εμπορίας καυσίμων.

4) Οδηγία 2009/30/ΕΚ περί ποιότητας καυσίμων και προδιαγραφών αυτών.

5) Οδηγία 2009/31/ΕΚ περί αποθήκευσης του διοξειδίου του άνθρακα.

Από το χρονικό σημείο αυτό και ύστερα, ο στόχος 20-20-20 επικαιροποιήθηκε και ανανεώθηκε, σύμφωνα με το συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής που πραγματοποιήθηκε τον Οκτώβριο του 2014, και οι αποφάσεις του ορίζουν τα ακόλουθα:

- Μείωση κατά 40% των αερίων εκπομπών που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου μέχρι το 2030, σε σχέση με το 1990. Η μείωση αυτή, εφόσον επιτευχθεί, θα οδηγήσει στον μεγάλο στόχο ο οποίος είναι η μείωση κατά 80% έως το 2050, σε σχέση πάντα με το 1990.
- Αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ κατά 27% μέχρι το 2030, σε σχέση με το 1990
- Αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας έως το 2030 κατά 27%, σε σχέση με το 1990.
- Αναπροσαρμογή του συστήματος εμπορίας εκπομπών αερίων της Ε.Ε.
- Αναπροσαρμογή και επικαιροποίηση του θεσμικού πλαισίου της Ε.Ε., το οποίο θα βασίζεται στα εθνικά σχέδια της κάθε χώρας-μέλους της Ε.Ε. όσον αφορά μια ανταγωνιστική, ασφαλή και βιώσιμη ευρωπαϊκή ενεργειακή αγορά.

Οι εκτιμήσεις και οι στόχοι που τέθηκαν για το 2030 είχαν ως βασικό οδηγό την προηγούμενη σύνοδο κορυφής που πραγματοποιήθηκε το 2008 και έθεσε τους στόχους 20-20-20. Έχοντας αποκτήσει την εμπειρία από την προηγούμενη σύνοδο κορυφής και λαμβάνοντας υπόψη την οικονομική κρίση που μαστίζει την Ευρώπη και την ευρωζώνη πιο συγκεκριμένα, η οποία έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη των ΑΠΕ (κυρίως στη Νότια Ευρώπη, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδος), η Ε.Ε. έλαβε τις εν λόγω αποφάσεις και έθεσε τους προαναφερθέντες στόχους. Για την

υιοθέτηση των στόχων αυτών λήφθηκε σοβαρά υπόψη το Green Paper που είχε τεθεί σε δημόσια διαβούλευση από την Ε.Ε., μεταξύ 28/3/2013 και 2/7/2013.

Συνεπώς, εύλογα μπορεί να συμπεράνει κανείς πως ο στόχος του 20-20-20 έχει μετατραπεί σε 40-27-27 και αποτελεί τον μεγάλο στόχο της Ε.Ε. σε ό, τι αφορά την ανάπτυξη των ΑΠΕ και την προστασία του περιβάλλοντος.

3.2 Θεσμικό πλαίσιο των ΑΠΕ στην Ελλάδα

Οι ΑΠΕ στην Ελλάδα ξεκίνησαν με τον Ν. 1559/1985 "Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις" (ΦΕΚ Α' 135). Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου νόμου, η Δ.Ε.Η. εγκατέστησε 24 MW, κυρίως, μικρά αιολικά πάρκα και μερικά φωτοβολταϊκά συστήματα μικρής ισχύος. Την ίδια στιγμή, οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης περιορίστηκαν στο ελάχιστο επίπεδο των 3 MW μέχρι το 1995 και ο ιδιωτικός τομέας παρέμεινε εκτός σκηνής.

Τα 1987 συστάθηκε το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας(ΚΑΠΕ), που είχε ως βασικό σκοπό την προώθηση και υποστήριξη παντός τύπου δραστηριοτήτων ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας (ΕΞΕ) στη χώρα.

Όμως το θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα σχετικά με τις ΑΠΕ, ξεκινάει επί της ουσίας το 1994 με τον νόμο 2244, σύμφωνα με τον οποίο πραγματοποιήθηκε η θεσμική κατοχύρωση των ΑΠΕ ενώ, παράλληλα, υιοθετήθηκε ένα εργαλείο εγγυημένων τιμών, το λεγόμενο feed-in-tariffs, προκειμένου να προωθηθούν οι σχετικές επενδύσεις στην Ελλάδα. Σύμφωνα με τον νόμο αυτόν, κατέστη υποχρεωτικό για τη ΔΕΗ να αγοράζει το ρεύμα που παράγεται από ΑΠΕ.

Με τον νόμο αυτόν παρέχεται η δυνατότητα σε ιδιώτες να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ ως ανεξάρτητοι, πλέον, παραγωγοί, δηλαδή με αποκλειστικό σκοπό την πώληση της παραγόμενης

ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο. Καθίσταται έτσι κατανοητό ότι για τον λόγο αυτόν εισήχθη και το feed-in-tariffs, προκειμένου να υπάρχει ουσιαστικό κίνητρο για τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας.

Από το ελληνικό θεσμικό πλαίσιο για τις ΑΠΕ εξαιρούνται τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα, καθώς αυτά αποτελούν αντικείμενο εκμετάλλευσης της ΔΕΗ.

Στον νόμο 2773/1999 αλλά και στους νόμους 3468/2006 και 3489/2006, που τροποποίησαν τον νόμο 2773/1999, ως παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ορίζεται η ηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από:

- την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας
- την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας
- την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας
- την εκμετάλλευση της ενέργειας από βιομάζα
- την εκμετάλλευση της ενέργειας της θάλασσας

την εκμετάλλευση του υδάτινου δυναμικού με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς, μέχρι 15 MW

- το συνδυασμό όλων των παραπάνω πηγών ενέργειας

Με τον νόμο 2773/1999, εκτός από τον ορισμό της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, επιτεύχθηκε και η διατήρηση ενός ευνοϊκού τιμολογιακού καθεστώτος, ενώ για πρώτη

φορά εισήχθη η απελευθέρωση της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, προκειμένου να εναρμονιστεί το Εθνικό Θεσμικό πλαίσιο με την κοινοτική οδηγία 96/92.

Εκτός όλων των άλλων, ο νόμος αυτός ορίζει ταυτόχρονα και την προτεραιότητα που έχουν οι ΑΠΕ στην πρόσβαση στο δίκτυο.

Με την ΥΑ 2000/2002, η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θεσμοθετείται ως προϋπόθεση για την έναρξη της αδειοδοτικής διαδικασίας έργων ΑΠΕ, ενώ διατηρείται το ευνοϊκό τιμολογιακό καθεστώς από την ΔΕΗ. Επιπρόσθετα, με την ΚΥΑ 1726/2003

καταβάλλεται προσπάθεια ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των χρονιζόντων προβλημάτων που παρατηρούνται στην περιβαλλοντική αδειοδότηση των έργων ΑΠΕ.

Η αδειοδοτική διαδικασία των έργων αυτών στηρίχθηκε και σε ένα πλήθος άλλων συναφών νόμων, προεδρικών διαταγμάτων, υπουργικών αποφάσεων, κλπ., που αφορούν κυρίως στο περιβαλλοντικό τμήμα της αδειοδότησης, καθώς και στην επέμβαση σε δημόσιες (δασικές) εκτάσεις. Ενδεικτικά αναφέρονται ο Ν.3010/02 και η κατ' επιταγή του εκδοθείσα Υπουργική Απόφαση 15393/2332/5.8.02 (Διαδικασία Περιβαλλοντικής Αδειοδότησης), ο Ν.3028/02 (Περί Προστασίας Αρχαίων Μνημείων) και ο Ν.2941/01 (Απλούστευση Διαδικασιών Αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας), σύμφωνα με τον οποίο εξαιρούνται οι ηλιακοί σταθμοί και τα αιολικά πάρκα από υποχρέωση λήψης οικοδομικής άδειας. Με τον τρόπο αυτόν, παρέχεται η δυνατότητα κατασκευής έργων διασύνδεσης από επενδυτή κατά προδιαγραφές Α.Δ.Μ.Η.Ε./Δ.Ε.Η. Βασική αιτία της έκδοσης ενός τόσο μεγάλου αριθμού νομοθετικών ρυθμίσεων, ειδικά για τις επενδύσεις ΑΠΕ, υπήρξε και παραμένει ο (θεωρούμενος ως) σύνθετος χαρακτήρας των συγκεκριμένων επενδύσεων, λόγω των τεχνολογικών, τεχνικών, περιβαλλοντικών, χωροταξικών και κοινωνικοοικονομικών παραμέτρων που υπεισέρχονται στο σχεδιασμό και την υλοποίησή τους.

Ο Ν.2773/1999 αναθεωρήθηκε με τον Ν.3175/2003, ο οποίος επιτάχυνε της διαδικασίες απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, προσδιόρισε και οριοθέτησε ένα σύνολο κανονισμών για τη χρήση της γεωθερμίας ως πηγή ενέργειας ενώ, παράλληλα, παρουσίασε διατάξεις που απλούστευαν και συντόμευαν τις διαδικασίες της απαλλοτριώσεως για την ενίσχυση και επέκταση των γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο νόμος επίσης προβλέπει ότι ιδιωτικές δασικές εκτάσεις μπορεί να απαλλοτριωθούν για δημόσια ωφέλεια, χωρίς να είναι αναγκαία καμία μεταβολή του χαρακτηρισμού τους, ούτε και τήρηση της διαδικασίας που καθορίζουν οι διατάξεις του άρθρου 14 του Ν.

998/1979 «Περί προστασίας των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της χώρας» (ΦΕΚ Α' 289). Οι διατάξεις αυτές καθιέρωναν μια επίπονη διοικητική διαδικασία προσωρινής επίλυσης αμφισβητήσεων που αφορούσαν σε χαρακτηρισμό δασών, δεδομένου ότι δεν υφίσταται δασολόγιο. Επιπλέον, ο Ν. 3175/2003 προβλέπει ότι, με βάση αποφάσεις του Υπουργού Ανάπτυξης, ορισμένα έργα μπορεί να χαρακτηριστούν ως δημοσίας ωφέλειας. Απαλλοτριώσεις αναγκαίες για την υλοποίηση των έργων αυτών κηρύσσονται με ειδική πράξη του υπουργικού συμβουλίου, σε περίπτωση κατά την οποία θεωρείται αναγκαία η κατάληψη των απαλλοτριωτέων εκτάσεων πριν από τον προσδιορισμό και την καταβολή της αποζημίωσης.

Τελικά οι 3 βασικοί νόμοι που εξέλιξαν το θεσμικό πλαίσιο της ανάπτυξης των ΑΠΕ στην χώρα μας είναι ο Νόμος 3468/2006, ο Νόμος 3734/2009 και ο Νόμος 3851/2010, στο πλαίσιο των οποίων αδειοδοτούνται και πραγματοποιούνται τα έργα ΑΠΕ στη χώρα μας σήμερα.

3.3 Ν.3468/2006

Ο Νόμος 3468/2006 εναρμονίζει το Ελληνικό Δίκαιο με την Οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την «Παραγωγή της Ηλεκτρικής Ενέργειας που Παράγεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Εσωτερική Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας». Επιπλέον προωθείται – κατά προτεραιότητα στην εσωτερική αγορά – η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και μονάδες Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ).

Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να προέρχεται :

1. από εγκαταστάσεις παραγωγής με χρήση μιας ή περισσότερων μορφών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ),
2. από εγκαταστάσεις συμπαγωγής με χρήση μιας ή περισσότερων μορφών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ),
3. από υβριδικούς σταθμούς.

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) θεωρούνται οι παρακάτω πηγές ενέργειας :

- Αιολική
- Ηλιακή
- Ενέργεια κυμάτων
- Ενέργεια Παλιρροιών
- Βιομάζα
- Αέρια που εκλύονται από χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) και εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού - Βιοαέρια
- Γεωθερμική
- Υδραυλική

Ο παραγωγός που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και ο σταθμός του δεν είναι συνδεδεμένος με το δίκτυο, ονομάζεται "Αυτόνομος Παραγωγός". Όταν ο παραγωγός παράγει ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ ή από ΣΗΘΥΑ κυρίως για δική του χρήση και διοχετεύει το πλεόνασμα της ενέργειας αυτής λέγεται "Αυτοπαραγωγός". Όταν ένας ιδιοκτήτης σταθμού παράγει ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ ή από ΣΗΘΥΑ ή υβριδικό σταθμό και τη διοχετεύει στο δίκτυο, λέγεται "Παραγωγός".

3.3.1 Άδεια παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας

Η άδεια χορηγείται από τον Υπουργό Ανάπτυξης μετά από τη σύμφωνη γνώμη της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ), η οποία πριν διατυπώσει τη γνώμη της διαβιβάζει την προμελέτη Περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΠΠΕ) στην αρμόδια αρχή για την περιβαλλοντική αδειοδότηση. Η αρχή αυτή εντός δύο (2) μηνών διαβιβάζει τη γνωμοδότηση της στη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργεια (ΡΑΕ). Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) υποβάλλει τη γνώμη της στον Υπουργό Ανάπτυξης εντός τεσσάρων (4) μηνών από τη

γνωστοποίηση σε αυτήν της δημοσίευσης της αίτησης, εφόσον ο φακέλος της αίτησης είναι πλήρης, ή από τη συμπλήρωση του φακέλου όταν αυτή ολοκληρώνεται μετά τη γνωστοποίηση. Στη συνέχεια ο Υπουργός Ανάπτυξης χορηγεί την άδεια παραγωγής εντός δεκαπέντε (15) ημερών από την παραλαβή της γνωμοδότησης της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ).

Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνει :

- α) τον κάτοχό της, Παραγωγό ή Αυτοπαραγωγό, φυσικό ή νομικό πρόσωπο,
- β) τον τόπο εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής,
- γ) την εγκατεστημένη ισχύ,
- δ) τη μέγιστη ισχύ παραγωγής,
- ε) τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία ή τη μορφή Α.Π.Ε.,
- ζ) τη διάρκεια ισχύος.

Η άδεια χορηγείται για χρονικό διάστημα έως είκοσι πέντε (25) χρόνια και μπορεί να ανανεώνεται μέχρι ίσο χρόνο. Η άδεια ανακαλείται εάν εντός δύο (2) ετών από τη χορήγηση της δεν χορηγηθεί τελικά η άδεια εγκατάστασης και τροποποιείται εφόσον μεταβληθούν τα στοιχεία που περιλαμβάνει.

Η χορήγηση άδειας παραγωγής αποτελεί προϋπόθεση για την υποβολή αιτήματος σχετικά με τη χορήγηση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ), αλλά και δεν απαλλάσσει τον κάτοχό της από τη λήψη άλλων εγκρίσεων ή αδειών (π.χ. άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας), που προβλέπονται από την κείμενη νομοθεσία. Η Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) ισχύει για δέκα (10) έτη και μπορεί να ανανεωθεί μια ή περισσότερες φορές για ίσο χρονικό διάστημα.

Από τη διαδικασία λήψης άδειας παραγωγής εξαιρούνται οι σταθμοί «Ηλιακής Ενέργειας με Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία» με μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ 150 KW. Αυτό βέβαια ισχύει με την προϋπόθεση ότι δεν υφίσταται κορεσμός των δικτύων, και αποφασίζεται από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) ύστερα από εισήγηση του Διαχειριστή Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής

Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ). Οι περιπτώσεις εξαίρεσης διαπιστώνονται με απόφαση της ΡΑΕ, που εκδίδεται εντός δέκα (10) εργάσιμων ημερών από την υποβολή της σχετικής αιτήσεως και εφόσον αυτή συνοδεύεται από όλα τα αναγκαία στοιχεία.

3.3.2 Άδεια Εγκατάστασης

Για την εγκατάσταση ή επέκταση σταθμού ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας απαιτείται άδεια, που εκδίδεται με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας στα όρια της οποίας εγκαθίσταται ο σταθμός. Η άδεια εγκατάστασης χορηγείται εντός δεκαπέντε (15) ημερών από την υποβολή της σχετικής αίτησης, ισχύει για δύο (2) έτη και μπορεί να παραταθεί για ίσο χρόνο κατά ανώτατο όριο, εφόσον κατά τη λήξη της διετίας έχει εκτελεστεί έργο που αντιστοιχεί στο 50% της επένδυσης ή δεν έχει αρχίσει το έργο για λόγους που δεν οφείλονται σε υπαιτιότητα του κατόχου της άδειας. Αν ο αρμόδιος Γενικός Γραμματέας δεν χορηγήσει την άδεια εντός της προβλεπόμενης προθεσμίας, τότε ο ενδιαφερόμενος υποβάλλει την αίτηση με το συνοδευτικό φάκελο και την Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) στον Υπουργό Ανάπτυξης, ο οποίος εκδίδει την άδεια εντός τριάντα (30) ημερών από την παραλαβή των ανωτέρω εγγράφων.

Η άδεια εγκατάστασης σταθμού που κατασκευάζεται σε προστατευόμενες περιοχές Ramsar, Natura 2000, εθνικούς δρυμούς και αισθητικά δάση, εκδίδεται με κοινή απόφαση του υπουργού Ανάπτυξης και του αρμόδιου Υπουργού εντός τριάντα (30) ημερών από την παραλαβή των ανωτέρων εγγράφων. Από τη διαδικασία λήψης άδειας εγκατάστασης επίσης εξαιρούνται οι σταθμοί "Ηλιακής Ενέργειας με Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία" με μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ 150Kw.

3.3.3. Άδεια Λειτουργίας

Για τη λειτουργία των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) απαιτείται άδεια η οποία εκδίδεται από τον φορέα που χορήγησε την άδεια εγκατάστασης. Η άδεια εκδίδεται εντός 15 ημερών από την ολοκλήρωση των ελέγχων, για την τήρηση των τεχνικών όρων της εγκατάστασης κατά τη δοκιμαστική λειτουργία του σταθμού και εφόσον οι έλεγχοι αποβούν θετικοί. Οι έλεγχοι πραγματοποιούνται από τα αρμόδια όργανα του φορέα και το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ).

Η άδεια λειτουργίας ισχύει για είκοσι (20) έτη και μπορεί να ανανεωθεί για ίσο χρονικό διάστημα. Αν μεταβιβαστεί η κυριότητα του σταθμού, στο νέο κύριο μεταβιβάζεται – μετά από γνώμη της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας – η άδεια παραγωγής και στη συνέχεια από τον αρμόδιο φορέα τροποποιείται η άδεια λειτουργίας στο όνομα του νέου ιδιοκτήτη. Από τη διαδικασία λήψης άδειας λειτουργίας επίσης εξαιρούνται οι σταθμοί «Ηλιακής Ενέργειας με Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία» με μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ 150 KW. Για τους σταθμούς αυτούς απαιτείται σε κάθε περίπτωση η περιβαλλοντική αδειοδότηση, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία.

3.3.4 Ένταξη Σταθμών

Ο αρμόδιος διαχειριστής του ηλεκτρικού δικτύου (ΔΕΣΜΗΕ) υποχρεώνεται να χορηγήσει την προτεραιότητα πρόσβασης στους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) που συνδέονται με το δίκτυο και ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ τους. Στα μη διασυνδεδεμένα νησιά ο αρμόδιος Διαχειριστής (ΔΕΣΜΗΕ) υποχρεώνεται να απορροφά πρώτα την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από σταθμό Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) Παραγωγού ή Αυτοπαραγωγού καθώς και από τις μονάδες ΑΠΕ υβριδικού σταθμού και ύστερα από το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει Αυτοπαραγωγός από σταθμό Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ).

3.3.5 Σύμβαση Πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας

Οι διαχειριστές του ηλεκτρικού δικτύου (ΔΕΣΜΗΕ και ΔΕΗ) υποχρεούνται να συνάπτουν σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας με τον κάτοχο της άδειας παραγωγής της. Η σύμβαση πώλησης ισχύει για δέκα (10) έτη και μπορεί να παρατείνεται για άλλη μια δεκαετία, μονομερώς, με έγγραφη δήλωση του Παραγωγού εφόσον αυτή υποβληθεί τρεις (3) μήνες τουλάχιστον πριν από τη λήξη της αρχικής σύμβασης. Ειδικά για τους υβριδικούς σταθμούς η σύμβαση πώλησης ισχύει για είκοσι (20) έτη και μπορεί να παραταθεί μετά από έγγραφη συμφωνία των μερών εφόσον ισχύει η σχετική άδεια παραγωγής.

3.3.6 Εγγύηση Προέλευσης Ηλεκτρικής Ενέργειας

Η εγγύηση προέλευσης πιστοποιεί την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας για ελάχιστο χρονικό διάστημα τριάντα (30) ημερών. Στην εγγύηση προέλευσης αναγράφονται τα παρακάτω στοιχεία:

1. το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα για το οποίο εκδίδεται
2. η παραγόμενη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας κατά το διάστημα αυτό
3. το είδος της πηγής από το οποίο προέρχεται η ηλεκτρική ενέργεια
4. η θέση εγκατάστασης του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής
5. η εγκατεστημένη ισχύς του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής
6. το όνομα του Παραγωγού
7. η ημερομηνία έκδοσης της εγγύησης προέλευσης

Για την έκδοση της εγγύησης προέλευσης απαιτείται αίτηση του Παραγωγού προς τον αρμόδιο φορέα έκδοσης και κοινοποίηση στον φορέα ελέγχου όλων των πιστοποιημένων στοιχείων μετρήσεων του Διαχειριστή του Ηλεκτρικού Δικτύου. Για τους αυτόνομους σταθμούς που δεν τροφοδοτούν το δίκτυο με ηλεκτρική ενέργεια ο φορέας έκδοσης είναι το ΚΑΠΕ. Για όλες τις άλλες περιπτώσεις ο φορέας

έκδοσης είναι ο διαχειριστής του ηλεκτρικού δικτύου (ΔΕΣΜΗΕ) ή η ΔΕΗ για τα μη συνδεδεμένα νησιά.

Φορέας ελέγχου του συστήματος εγγύησης προέλευσης είναι η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας η οποία μπορεί να επιβάλλει πρόστιμο από 5.000€ έως 500.000€ όταν αναγράφονται ανακριβή στοιχεία στην εγγύηση προέλευσης.

3.3.7 Ειδικό τέλος Σταθμών Ηλεκτροπαραγωγής

Κάθε παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ επιβαρύνεται με ειδικό τέλος από την έναρξη της εμπορικής λειτουργίας του σταθμού. Το τέλος αυτό θα αντιστοιχεί σε ποσοστό 3% επί της τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας στον διαχειριστή του δικτύου. Από την καταβολή του τέλους θα απαλλάσσονται οι παραγωγοί από Φωτοβολταϊκά συστήματα.

Συνοπτικά οι κύριοι άξονες του Ν. 3468/2006 είναι οι εξής :

- Θεσμοθέτηση του εθνικού στόχου για τη συμμετοχή της ηλεκτροπαραγωγής με χρήση Α.Π.Ε. το έτος 2010, σε ποσοστό 20,1%, και το 2020 σε 29%, της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Καθορισμός προθεσμιών μέσα στις οποίες θα πρέπει να έχουν χορηγηθεί εγκρίσεις ή να έχουν διατυπωθεί συναινέσεις υπηρεσιών και φορέων που εμπλέκονται στα επιμέρους στάδια της αδειοδοτικής διαδικασίας. Ειδικότερα, προβλέπεται ότι κατά την περίπτωση στην οποία οι άδειες εγκατάστασης δεν εκδοθούν μέσα σε 15 ημέρες από το Γενικό Γραμματέα της οικείας Περιφέρειας, η αρμοδιότητα αυτή περιέρχεται στον αρμόδιο Υπουργό.
- Διαφοροποίηση του προηγούμενου ενιαίου τιμολογιακού καθεστώτος, κυρίως επ' ωφελεία των φωτοβολταϊκών συστημάτων, ώστε να ενισχυθούν οι επενδύσεις στον εν λόγω τομέα που εμφάνιζε σημαντική καθυστέρηση. Οι τιμές του νόμου αναπροσαρμόζονται ετησίως με απόφαση του αρμόδιου Υπουργού, μετά από γνωμοδότηση της ΡΑΕ, στη βάση του σταθμικού μέσου όρου των

αυξήσεων των τιμολογίων της Δ.Ε.Η. Α.Ε., ενώ μετά την πλήρη απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας η αναπροσαρμογή θα γίνεται στο 80% του δείκτη τιμών καταναλωτή.

- Αδειοδότηση υβριδικών σταθμών, χωρίς διαγωνιστική διαδικασία, και άμεση σύνδεση της τιμολόγησης της ενέργειας που παράγεται από αυτούς που προβλέπεται να εγκατασταθούν σε αυτόνομα νησιωτικά συστήματα, κυρίως με το κόστος που εξοικονομείται από τη λειτουργία συμβατικών μονάδων που υποκαθιστούν οι υβριδικοί σταθμοί, ώστε να διασφαλίζεται η οικονομική βιωσιμότητα των εν λόγω σταθμών.
- Ολοκλήρωση της εναρμόνισης του εθνικού δικαίου με τις απαιτήσεις του άρθρου 5 παρ. 5 της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ, σχετικά με τη θεσμοθέτηση δημιουργίας συστήματος εκδόσεως εγγυήσεων προέλευσης της ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Βελτίωση των όρων αγοραπωλησίας της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, με σκοπό τη διευκόλυνση της τραπεζικής χρηματοδότησης των έργων. Ειδικότερα, η αρχική δεκαετής διάρκεια των συμβάσεων μπορεί να παραταθεί κατά ίσο χρόνο, αποκλειστικά και μόνο με μια μονομερή δήλωση του παραγωγού προς τον οικείο Διαχειριστή.
- Ανασχεδιασμός και νομοθετική κατοχύρωση του υπέρ ΟΤΑ τέλους επί των ακαθάριστων εσόδων από την πώληση ανανεώσιμης ενέργειας (με εξαίρεση τη φωτοβολταϊκή ενέργεια) που αυξάνει από 2% σε 3%.
- Διεύρυνση του ορίου εγκατεστημένης ισχύος κατά το οποίο δεν απαιτείται η έκδοση αδειών παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας.

Αύξηση του ορίου κατά το οποίο ένα υδροηλεκτρικό έργο χαρακτηρίζεται ως μικρό, από 10 σε 15 MW. Άμεση συνέπεια της αύξησης του συγκεκριμένου ορίου είναι να υπάγονται εφεξής περισσότερα έργα σε καθεστώς εγγυημένης τιμής πώλησης ενέργειας και προτεραιότητας κατά την κατανομή φορτίου.

3.4 Νόμος 3299/2004

Ο Νόμος αυτός αναφέρεται στα κίνητρα ιδιωτικών επενδύσεων για την οικονομική ανάπτυξη, την περιφερειακή σύγκλιση, την αύξηση της απασχόλησης, τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας, την ενίσχυση της επιχειρηματικότητας, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος.

Μεταξύ των υπαγομένων επενδυτικών σχεδίων του παρόντος νόμου είναι η «Ηλεκτροπαραγωγή από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Αιολική, Ηλιακή, Υδραυλική, Γεωθερμική, Βιομάζα και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας)» και κατηγοριοποιείται στην «Κατηγορία 1». Συνεπώς καλύπτονται από τον επενδυτικό νόμο και τα επενδυτικά σχέδια Φωτοβολταϊκών και Αιολικών Συστημάτων .

3.4.1 Περιοχές Εφαρμογής των ενισχύσεων

Οι περιοχές εφαρμογής των ενισχύσεων κατανέμονται σε τρεις κατηγορίες (Α, Β, Γ) οι οποίες περιλαμβάνουν του ακόλουθους Νομούς αντιστοίχως:

Περιοχή Α:

Αττικής και Θεσσαλονίκης (εξαιρούνται τα Νησιά και οι Βιομηχανικές Επιχειρηματικές Περιοχές– ΒΕΠΕ – των Νομών αυτών που εντάσσονται στην περιοχή Β).

Περιοχή Β:

Χαλκιδικής, Σερρών, Κιλκίς, Πέλλας, Ημαθίας, Πιερίας (Περ. Κεντρικής Μακεδονίας), Γρεβενών, Κοζάνης, Φλώρινας, Καστοριάς (Περ. Δυτικής Μακεδονίας), Καρδίτσας, Λαρίσης, Μαγνησίας, Τρικάλων (Περ. Θεσσαλίας), Φθιώτιδας, Φωκίδας, Εύβοιας, Βοιωτίας, Ευρυτανίας (Περ. Στερεάς Ελλάδας) Κερκύρας, Λευκάδας, Κεφαλληνίας, Ζακύνθου (Περ. Ιονίων Νήσων) Κυκλάδων, Δωδεκανήσου (Περ. Νοτίου Αιγαίου)

Περιοχή Γ:

Καβάλας, Δράμας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου (Περ. Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης) Άρτας, Πρέβεζας, Ιωαννίνων, Θεσπρωτίας

(Περ. Ηπείρου) Λέσβου, Χίου, Σάμου (Περ. Βορείου Αιγαίου) Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Ηλείας (Περ. Δυτικής Ελλάδας) Κορινθίας, Αργολίδας, Αρκαδίας, Λακωνίας, Μεσσηνίας (Περ. Πελοποννήσου)

3.4.2 Ενισχύσεις σε επενδύσεις για φωτοβολταϊκά συστήματα και αιολική ενέργεια

Οι ενισχύσεις παρέχονται ως εξής:

α) Επιχορήγηση ή και επιδότηση χρηματοδοτικής μίσθωσης ή επιδότηση του κόστους της δημιουργούμενης απασχόλησης

Περιοχή Α: 20%

Περιοχή Β: 30%

Περιοχή Γ: 40%

β) Φορολογική απαλλαγή

Περιοχή Α: 60%

Περιοχή Β: 100%

Περιοχή Γ: 100%

Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις, τα ποσοστά προσαυξάνονται κατά 10% για μεσαίες επιχειρήσεις (50-249 εργαζόμενους και ετήσιο κύκλο εργασιών <50 εκατ. € ή ετήσιο ισολογισμό <43 εκατ. €) και κατά 20% για μικρές επιχειρήσεις (<50 εργαζόμενους και ετήσιο κύκλο εργασιών <10 εκατ. € ή ετήσιο ισολογισμό <10 εκατ. €).

3.4.2.1 Προϋποθέσεις χορήγησης ενισχύσεων

Στις ενισχύσεις του παρόντος Νόμου υπάγονται επενδυτικά σχέδια, τα οποία υπερβαίνουν το ελάχιστο ύψος των 500.000 € για μεγάλες επιχειρήσεις, των 250.000 € για μεσαίες επιχειρήσεις, των 150.000 € για μικρές επιχειρήσεις και των 100.000 € για πολύ μικρές επιχειρήσεις. Με απόφαση του Υπουργού Οικονομίας και Οικονομικών μπορεί να αναπροσαρμόζεται το ελάχιστο ύψος ή να ορίζεται διαφορετικά, για ορισμένους κλάδους οικονομικής δραστηριότητας ή για περιοχές με προβλήματα ανάπτυξης και απασχόλησης.

Ειδικότερα στην ενίσχυση της φορολογικής απαλλαγής υπάγονται επενδυτικά σχέδια εκσυγχρονισμού βιοτεχνικών μονάδων, που πραγματοποιούνται από πολύ μικρές επιχειρήσεις και τα οποία υπερβαίνουν το ελάχιστο ύψος των 300.000 €. Οι παρεχόμενες σε κάθε φορέα ενισχύσεις δεν μπορούν να υπερβούν σωρευτικά το όριο των 20.000.000 € για μια πενταετία, για επενδύσεις που αφορούν την ίδια παραγωγική διαδικασία.

Οι επιχειρήσεις των οποίων επενδυτικά σχέδια ύψους άνω των 200.000 € υπάγονται στο καθεστώς του παρόντος Νόμου, υποχρεούνται το αργότερο μέχρι την εκταμίευση της πρώτης δόσης της ενίσχυσης να λειτουργούν με τη μορφή εμπορικής εταιρίας ή συνεταιρισμού. Οι Ιερές Μονές και η Ιερά Κοινότητα του Αγίου Όρους δεν υποχρεούνται στη σύσταση εταιρίας.

Το ποσοστό της «Ίδιας Συμμετοχής» του επενδυτή στις επενδύσεις – που εντάσσονται στο καθεστώς ενίσχυσης – δεν μπορεί να είναι μικρότερο του 25% των ενισχυόμενων δαπανών. Η «Ίδια Συμμετοχή» του επενδυτή αποτελεί ίδιο κεφάλαιο για τις ατομικές επιχειρήσεις και τις Ιερές Μονές και εταιρικό κεφάλαιο για τις υπόλοιπες εταιρίες ή συνεταιρισμούς.

Με την απόφαση πιστοποίησης της ολοκλήρωσης και έναρξης της παραγωγικής διαδικασίας, είναι δυνατόν, μετά από αίτηση του επενδυτή, να αναμορφωθεί το ενισχυόμενο κόστος, το οποίο σε περίπτωση αύξησης δεν δύναται να υπερβεί το 5% αυτού που έχει εγκριθεί.

Η προβλεπόμενη στην απόφαση υπαγωγής προθεσμία ολοκλήρωσης της επένδυσης μπορεί να παρατείνεται για δύο (2) έτη κατά ανώτατο όριο υπό προϋποθέσεις:

- α) η υποβολή του αιτήματος να γίνει το αργότερο εντός έξι (6) μηνών από τη λήξη της προκαθορισμένης προθεσμίας ολοκλήρωσης,
- β) Να έχει πραγματοποιηθεί το 50% του εγκριθέντος έργου.

Αν διακοπούν ή καθυστερήσουν οι εργασίες για λόγους ανωτέρας βίας, η προθεσμία ολοκλήρωσης της επένδυσης παρατείνεται για

επιπλέον χρονικό διάστημα ίσο με εκείνο της διακοπής ή της καθυστέρησης.

Η έναρξη υλοποίησης των επενδυτικών σχεδίων γίνεται μετά τη δημοσίευση της απόφασης υπαγωγής στις διατάξεις του παρόντος Νόμου. Ως έναρξη θεωρείται είτε η έναρξη των κατασκευαστικών εργασιών είτε η πρώτη βέβαιη ανάληψη δέσμευσης για παραγγελία εξοπλισμού, εκτός των προκαταρκτικών μελετών σκοπιμότητας. Η έναρξη υλοποίησης πριν τη δημοσίευση απόφασης μπορεί να γίνει με αποκλειστική ευθύνη του επενδυτή, μόνον εφόσον του χορηγηθεί επιβεβαίωση επιλεξιμότητας. Το υπολειπόμενο ποσό – εκτός της ίδιας συμμετοχής και της επιχορήγησης – καλύπτεται με τραπεζικό δανεισμό. Το επενδυτικό δάνειο πρέπει να είναι τετραετούς τουλάχιστον διάρκειας και μπορεί να λαμβάνεται και σε συνάλλαγμα.

3.4.2.2 Κριτήρια για τη χορήγηση ενισχύσεων

Τα κριτήρια υπαγωγής στο καθεστώς των ενισχύσεων είναι:

- Κριτήρια αξιολόγησης επενδυτικού φορέα (Εμπειρία, Οικονομική Επιφάνεια, Φερεγγυότητα κλπ.)
- Κριτήρια οικονομοτεχνικής αξιολόγησης επενδυτικών προτάσεων και βιωσιμότητας της επένδυσης (Πληρότητα Σχεδίου, Προοπτική Δυναμικής Ανάπτυξης, Προοπτική Κερδοφορίας κλπ.)
- Κριτήρια συμβολής της επένδυσης στους στόχους του Νόμου (Αύξηση Απασχόλησης, Εξοικονόμηση Ενέργειας, Προστασία Περιβάλλοντος, Ανταγωνιστικότητα Προϊόντων και Υπηρεσιών, Υποκατάσταση Εισαγωγών κλπ.)
- Ειδικά κριτήρια ανά τομέα δραστηριότητας

3.4.2.3 Καταβολή Ενισχύσεων

Για την καταβολή της επιχορήγησης ισχύουν τα εξής :

- Το 50% του ποσού της επιχορήγησης καταβάλλεται μετά την υλοποίηση του 50% της επένδυσης και μετά την πιστοποίηση του

αρμόδιου οργάνου ελέγχου ότι υλοποιήθηκε αυτό το τμήμα του έργου.

- Το υπόλοιπο 50% του ποσού της επιχορήγησης καταβάλλεται μετά την πιστοποίηση της ολοκλήρωσης και της έναρξης της παραγωγικής λειτουργίας της επένδυσης από το αρμόδιο όργανο ελέγχου.
- Παρέχεται η δυνατότητα προκαταβολής, που συνολικά δεν μπορεί να υπερβαίνει το 50% της προβλεπόμενης στη σχετική απόφαση υπαγωγής της επένδυσης επιχορήγησης, εφόσον κατατεθεί ισόποση εγγυητική επιστολή προσαυξημένη κατά 10% από τράπεζα που είναι εγκατεστημένη και λειτουργεί μόνιμα στην Ελλάδα. Η ανωτέρω προκαταβολή αποτελεί μέρος της συνολικά καταβαλλόμενης επιχορήγησης. Αν τελικά δοθεί το σύνολο της προκαταβολής δεν καταβάλλεται το αρχικό 50% του ποσού της επιχορήγησης.

3.4.2.4 Δικαιολογητικά Αίτησης Υπαγωγής

Τα δικαιολογητικά που πρέπει να συνοδεύουν την αίτηση υπαγωγής στον Νόμο είναι:

1. Οικονομοτεχνική Μελέτη: Για συνολικό κόστος άνω των 250.000 € η οικονομοτεχνική μελέτη πρέπει να υπογράφεται από Οικονομολόγο (μέλος του Οικονομικού Επιμελητηρίου της Ελλάδας ή αντίστοιχου Οργανισμού Κράτους Μέλους της Ευρωπαϊκής Ένωσης), από Μηχανικό εξειδικευμένο στο κύριο αντικείμενο της επένδυσης (μέλος του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας) καθώς και από Γεωτεχνικό (μέλος του Γεωτεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας) εφόσον απαιτείται από το αντικείμενο της επένδυσης.
2. Αποδεικτικό Καταβολής Χρηματικού Ποσού στη Δημόσια Οικονομική Υπηρεσία. Το ύψος του ποσού καθορίζεται με κοινή απόφαση των Υπουργών «Οικονομίας και Οικονομικών» και «Ανάπτυξης» και εξαρτάται από το συνολικό κόστος της υποβαλλόμενης για έγκριση επένδυσης.

Η διαδικασία εξέτασης κάθε αίτησης ολοκληρώνεται το αργότερο εντός δύο (2) μηνών από την ημερομηνία υποβολής της και η

απόφαση υπαγωγής εκδίδεται το αργότερο εντός μηνός από τη γνωμοδότηση της αρμόδιας επιτροπής. Με την υποβολή της αίτησης υπαγωγής ο επενδυτής μπορεί να ζητήσει χορήγηση επιβεβαίωσης επιλεξιμότητας, προκειμένου να προχωρήσει σε έναρξη υλοποίησης της επένδυσης. Το αίτημα εξετάζεται εντός πέντε (5) εργάσιμων ημερών από την Υπηρεσία, η οποία περιορίζεται στον τυπικό έλεγχο του υποβληθέντος φακέλου. Η παραπάνω επιβεβαίωση δεν συνεπάγεται την τελική υπαγωγή του επιχειρηματικού σχεδίου στις διατάξεις του Νόμου και εφόσον χορηγηθεί επιτρέπει στον επενδυτή να αρχίσει τις εργασίες με αποκλειστική δική του ευθύνη.

3.5 Ν.3851/2010

Η τελευταία νομοθετική απόπειρα θεσμικής οργάνωσης των ΑΠΕ στην Ελλάδα σχετίζεται με το Σχέδιο Νόμου «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής». Μέσα από τα 19 άρθρα του εν λόγω Νόμου, πραγματοποιείται μια προσπάθεια καθορισμού των εθνικών στόχων αλλά και απλοποίησης των ενεργειών που απαιτούνται για την αδειοδότηση έργων ΑΠΕ. Ο νόμος αυτός εισάγει σημαντικές αλλαγές στη διαδικασία αδειοδότησης των φωτοβολταϊκών συστημάτων καθώς, εφεξής, για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν απαιτείται οικοδομική άδεια αλλά έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας από την αρμόδια Διεύθυνση Πολεοδομίας.

Οι κυριότερες αλλαγές που επιφέρει ο νόμος σύμφωνα και με την ΡΑΕ είναι οι ακόλουθες:

- Προσδιορίζεται ο στόχος της κάλυψης από την Ηλιακή και την Αιολική Ενέργεια σε ποσοστό 40% της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας, μέχρι το 2020
- Απλοποιούνται οι διαδικασίες αδειοδότησης, γεγονός που θα ενισχύσει τις επενδύσεις στις ΑΠΕ
- Για συστήματα έως 500 KWp δεν απαιτείται περιβαλλοντική αδειοδότηση, ενώ καταργείται και η οικοδομική άδεια που

απαιτούνταν στο παρελθόν. Πλέον απαιτείται μόνο μία άδεια εργασιών μικρής κλίμακας από την οικεία πολεοδομία.

- Επιτρέπεται η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών σε στέγες από τους οικιακούς καταναλωτές, μέχρι την ισχύ των 10 kW.
- Θεμελιώνεται η αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά των μικρών παραγωγών από τη ΔΕΗ, στην τιμή των 0,55 λεπτών ανά kWh, μια τιμή η οποία είναι κατοχυρωμένη και εγγυημένη για τα επόμενα 20 χρόνια.
- Καθιερώνεται η φοροαπαλλαγή των εσόδων του μικροπαραγωγού από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά στη ΔΕΗ.

Με τον νόμο αυτόν επιταχύνονται σε σημαντικό βαθμό τα παρακάτω:

- Ριζική αναδιοργάνωση του ρυθμιστικού πλαισίου αδειοδότησης των έργων ΑΠΕ.
- Άνοιγμα του δρόμου για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων από τους αγρότες αλλά και τα νοικοκυριά.
- Υλοποίηση των αναγκαίων έργων υποδομής στις περιοχές υψηλού δυναμικού ΑΠΕ.
- Αλλαγές στο υφιστάμενο Ειδικό Χωροταξικό Πλαίσιο για τις ΑΠΕ.
- Εφαρμογή ολοκληρωμένου πλέγματος αναπτυξιακών κινήτρων και πολιτικής τιμολόγησης ενέργειας στον τομέα των ΑΠΕ.
- Προώθηση εφαρμογών ΑΠΕ μεγάλης κλίμακας.
- Ενίσχυση της έρευνας.
- Υποστήριξη πρωτοβουλιών εγχώριας παραγωγής.

3.6 Ν. 4046/2012 και άλλες διατάξεις

1. Από 1.4.2014 και σύμφωνα με τις διατάξεις των Υποπαραγράφων ΙΓ.1 & ΙΓ.2 του Ν. 4254/2014 αρχικά όλοι οι σταθμοί παραγωγής ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ, (περιλαμβανομένων και των φωτοβολταϊκών σταθμών έως 100 KW που ανήκουν σε κατ' επάγγελμα αγρότες), οι οποίοι βρίσκονται σε λειτουργία (κανονική ή δοκιμαστική), κατατάσσονται στην κατηγορία ΜΕ (με χρήση ενίσχυσης).

2. Ο ΛΑΓΗΕ για τις συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στο διασυνδεδεμένο σύστημα έχει εκ του νόμου προθεσμία έως την 1η Αυγούστου 2014 να υλοποιήσει κατάλληλο σύστημα πληροφορικής για την υποδοχή ηλεκτρονικών δηλώσεων από τους παραγωγούς προκειμένου να ενταχθούν στις κατηγορίες ΜΕ και ΧΕ της υποπαραγράφου ΙΓ.1. Παρ' όλα αυτά καταβάλλεται κάθε δυνατή προσπάθεια να υλοποιηθεί το εν λόγω σύστημα πολύ πριν την ανωτέρω προθεσμία. Η ημερομηνία θέσης σε λειτουργία του συστήματος θα δημοσιοποιηθεί στην ιστοσελίδα του ΛΑΓΗΕ.

3. Το αναλυτικό περιεχόμενο των άνω ηλεκτρονικών δηλώσεων, οι οποίες επέχουν θέση υπεύθυνης δήλωσης του ν. 1599/1986, θα προσδιορισθεί σύμφωνα με το νόμο και θα αναρτηθεί στην ιστοσελίδα του ΛΑΓΗΕ.

4. Μετά την ηλεκτρονική επεξεργασία των δηλώσεων οι σταθμοί που πληρούν τις προϋποθέσεις κατάταξης στην κατηγορία ΧΕ (χωρίς χρήση ενίσχυσης) θα καταταχθούν αυτόματα σε αυτήν από 1.4.2014. Οι όποιες διαφορές στα ποσά προηγούμενων πιστώσεων θα εκκαθαριστούν συμπληρωματικά.

5. Επιπλέον, και σύμφωνα με τα οριζόμενα στην περίπτωση 1 της Υποπαραγράφου ΙΓ.1. του άνω νόμου, η υποβολή δηλώσεων από τους κατ' επάγγελμα αγρότες παραγωγούς για τη διατήρηση ή μη της ιδιότητας του κατ' επάγγελμα αγρότη, οι οποίες επέχουν θέση υπεύθυνης δήλωσης του ν. 1599/1986 και οι οποίες υποβάλλονται εντός του πρώτου τριμήνου κάθε έτους και αφορούν το προηγούμενο της υποβολής έτος, θα γίνεται με τον ίδιο τρόπο ηλεκτρονικά και μέσω του ιδίου συστήματος πληροφορικής.

3.7 Νομοθετικό πλαίσιο από τις αρχές του 2012 έως σήμερα

Οι ενέργειες στις οποίες προχώρησε η Πολιτεία σε ότι αφορά πλαίσιο αδειοδότησης και λειτουργίας των μονάδων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας από τον Ιανουάριο του 2012 μέχρι σήμερα κατατάσσονται σε 3 περιόδους.

ι) Περίοδος 1^η: Ιανουάριος 2012 - Ιανουάριος 2013.

Η Ελληνική Πολιτεία, λαμβάνοντας υπόψη τη δύσκολη δημοσιονομική κατάσταση, τους δεσμευτικούς ευρωπαϊκούς στόχους της χώρας σχετικά με τη διείσδυση των ΑΠΕ καθώς και την ανάγκη εξυγίανσης του μηχανισμού στήριξης των ΑΠΕ, προχώρησε ήδη από τις αρχές του 2012, με απώτερο στόχο τη σταδιακή απόσβεση του ελλείμματος έως τον Δεκέμβριο του 2014, στην ανάληψη των παρακάτω μέτρων:

1. Αναπροσαρμογή των εγγυημένων τιμών πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς (Ιανουάριος 2012).
2. Επιβολή ειδικού τέλους στην παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από λιγνίτη (Φεβρουάριος 2012)
3. Αναπροσαρμογή των εγγυημένων τιμών πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς (Αύγουστος 2012).
4. Αναστολή διαδικασίας αδειοδότησης και χορήγησης προσφορών σύνδεσης για φωτοβολταϊκούς σταθμούς (Αύγουστος 2012).
5. Προσδιορισμός ποσοστού (25%) της εισφοράς υπέρ της Ε.Ρ.Τ. Α.Ε. ως έσοδο του Ειδικού Λογαριασμού (Αύγουστος 2012).
6. Επιβολή έκτακτης ειδικής εισφοράς αλληλεγγύης στους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ (Νοέμβριος 2012).
7. Κατάργηση της πρόβλεψης, που αφορά στους Φ/Β σταθμούς, για διατήρηση της τιμής αποζημίωσης για 18 ή 36 μήνες από την υπογραφή της σύμβασης πώλησης μεταξύ παραγωγού και ΛΑΓΗΕ Α.Ε. (Νοέμβριος 2012).

Επιπλέον, η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας προχώρησε σε :

8. Αύξηση του Ειδικού Τέλους Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου (ΕΤΜΕΑΡ) του άρθρου 143 παρ. 2 περ. γ' του ν. 4001/2011 (Αύγουστος 2012 (ΡΑΕ 698) & Ιανουάριος 2013 (ΡΑΕ 1/2013)).

ii) Περίοδος 2^η: Μάιος 2013 – Μάρτιος 2014.

1. Επιβολή επιπλέον έκτακτης ειδικής εισφοράς αλληλεγγύης στους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς

που είχαν εξασφαλίσει τιμές προ 10/8/2012 και συνδέθηκαν μετά την 1η Ιανουαρίου 2013 (ν. 4152/ Μάιος 2013).

2. Αναστολή σύναψης συμβάσεων σύνδεσης και πώλησης φωτοβολταϊκών σταθμών έως 31 Δεκεμβρίου 2013 (ν. 4152/ Μάιος 2013).

3. Ελάχιστη (floor) εισροή προς τον Ε.Λ. από το σύστημα συναλλαγών (ΗΕΠ& Μηχανισμός Αποκλίσεων) το Μεσοσταθμικό Μεταβλητό Κόστος των εν λειτουργία θερμικών συμβατικών σταθμών στο διασυνδεδεμένο σύστημα κατά την αντίστοιχη Περίοδο Κατανομής (ώρα). (ν.4152/ Μάιος 2013).

4. Αναπροσαρμογή των εγγυημένων τιμών πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς συμπεριλαμβανομένων των στεγών (Υ.Α.Π.Ε./Φ1/1288/9011 & Υ.Α.Π.Ε./Φ1/1289/9012 / Μάιος 2013).

5. Αύξηση του Ειδικού Τέλους Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου (ΕΤΜΕΑΡ) του αρθ. 143 παρ. 2 του ν. 4001/2011 (Ιούλιος 2013 , ΡΑΕ 1/2014).

iii) Περίοδος^{3η}: από Απρίλιο 2014 μέχρι σήμερα.

1. Έκδοση εκπτώτικων τιμολογίων επί της αξίας της πωληθείσας ενέργειας από ΑΠΕ/ΣΗΘΥΑ για το 2013 (ν.4254/ Απρίλιος 2014).

2. Μόνιμη αναπροσαρμογή (μείωση) των τιμών αποζημίωσης της παραγόμενης από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ ενέργειας από την 1η Απριλίου 2014 με ταυτόχρονη κατάργηση της έκτακτης εισφοράς και αυτοδίκαιη επέκταση των συμβάσεων πώλησης και συμψηφισμού κατά επτά (7) χρόνια (ν.4254/ Απρίλιος 2014).

3. Καταργείται η αναστολή της διαδικασίας αδειοδότησης, χορήγησης προσφορών σύνδεσης και υπογραφής νέων συμβάσεων σύνδεσης και πώλησης για φωτοβολταϊκούς σταθμούς.

4. Εισαγωγή ετήσιου «πλαφόν» στα επίπεδα ισχύος ηλιοθερμικών σταθμών, σταθμών βιομάζας και σταθμών βιοαερίου από βιομάζα, που τίθενται σε λειτουργία και η παραγόμενη ενέργεια των οποίων αποζημιώνεται με τις ισχύουσες τιμές αναφοράς.

5. Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας προχώρησε σε αύξηση του Ειδικού Τέλους Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου (ΕΤΜΕΑΡ) του άρθρου 143 παρ. 2 περ. γ' του ν. 4001/2011 (ΡΑΕ 175/Απρίλιος 2014).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

Αιολική Ενέργεια – Αιολικά Πάρκα

4.1 Ιστορική Αναδρομή

Ο άνθρωπος έχει εκμεταλλευτεί την αιολική ενέργεια από νωρίς στην ιστορία του. Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά για την κίνηση των πλοίων. Οι Κινέζοι, οι Πέρσες, οι Έλληνες και οι Αιγύπτιοι έχουν χρησιμοποιήσει τους ανεμόμυλους πολλούς αιώνες π.Χ. και κυρίως για το άλεσμα των δημητριακών. Συγκεκριμένα οι Πέρσες χρησιμοποιούσαν ανεμόμυλους κάθετου άξονα. Επιπλέον, οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιούνταν για την άντληση νερού από τις πλημμυρισμένες περιοχές¹.

Κατά την διάρκεια του 17^{ου} αιώνα η ανακάλυψη ανεμοστρόβιλων άρχισε να αντικαθιστά τους ανεμόμυλους. Συγχρόνως, στην Αμερική το 1860, οι πολυπτέρυγοι ανεμόμυλοι για άντληση συνέχιζαν να κατασκευάζονται στο Σικάγο, που αποτελούσε το βιομηχανικό κέντρο παραγωγής τους.

Ο ανεμόμυλος χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά ως ανεμογεννήτρια το 1890 όταν εγκαταστάθηκε πάνω σε χαλύβδινο πύργο ο ανεμόμυλος του Π. Λα Κούρ στη Δανία, με διπλά πτερύγια αυτόματης μετάπτωσης προς τη διεύθυνση του ανέμου. Το 1940 κατασκευάζεται στο Vermont των Η.Π.Α. ένας πειραματικός δίπτερος ανεμοκινητήρας (ανεμογεννήτρια) σημαντικής ισχύος. Μία από τις πρώτες μηχανές με τρία πτερύγια της εταιρείας F.L.Smidth εγκαταστάθηκε στο νησί Bogy, στη Δανία το 1942. Η ανεμογεννήτρια συνδυάστηκε με μία νητζελογεννήτρια για την ηλεκτροδότηση του νησιού. Το 1951 έγινε μια μετατροπή της μηχανής από συνεχές σε εναλλασσόμενο ρεύμα 35 KW, με αποτέλεσμα να είναι η δεύτερη μηχανή στον κόσμο που παρήγαγε εναλλασσόμενο ρεύμα. Ο μηχανικός Johannes Juul, μαθητής του Poul LaCour, κατασκεύασε την πρώτη ανεμογεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος στον κόσμο. Η μηχανή εγκαταστάθηκε στο Vester Egesborg, Δανία. Το 1956-57 ο Johannes Juul κατασκεύασε μια πρωτοποριακή μηχανή (200 KW) για την εταιρεία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην περιοχή Gedser

στην νότια Δανία. Η ασύγχρονη μηχανή με τρία πτερύγια, ηλεκτρομαγνητικά μεταβαλλόμενης κλίσης, αποτελεί τη βάση ανάπτυξης των σύγχρονων ανεμογεννητριών. Για πρώτη φορά η μηχανή περιελάμβανε μηχανισμό φρένου για την προστασία της μηχανής από τις υψηλές ταχύτητες του ανέμου. Ο Juul σχεδίασε το σύστημα που ο μηχανισμός του περιελάμβανε τα φρένα στην άκρη τα οποία απελευθερώνταν από την φυγόκεντρο δύναμη όταν η ταχύτητα περιστροφής ξεπερνούσε κάποιο όριο. Η ανεμογεννήτρια που ήταν για αρκετά χρόνια η μεγαλύτερη στον κόσμο, αποδείχθηκε ιδιαίτερα ανθεκτική. Λειτούργησε για 11 χρόνια χωρίς να απαιτηθεί συντήρηση. Από την δεκαετία του 1930 και άλλες ευρωπαϊκές χώρες (Ρωσία, Γαλλία) επιχειρούν να εκσυγχρονίσουν τις αιολικές μηχανές ηλεκτροπαραγωγής.

Χρησιμοποιώντας παρόμοιες, μεταξύ τους, τεχνικές, κατασκευάζουν μηχανές, διαμέτρου 20-30m, μέγιστης ισχύος 32KW, παραμένοντας μακριά από το επιθυμητό αποτέλεσμα και αντιμετωπίζοντας σημαντικά προβλήματα ανθεκτικότητας των υλικών. Μετά το Β' παγκόσμιο πόλεμο, πραγματοποιούνται πιο αξιόλογες μελέτες, κυρίως στη Γαλλία, συντελώντας στην εξέλιξη της αιολικής τεχνολογίας και τον εντοπισμό των παραγόντων που προκαλούν θόρυβο. Μέγιστο επίτευγμα της φάσης αυτής αποτελεί η ανεμογεννήτρια Best Romani, τριών πτερυγίων, διαμέτρου 30m και απόδοσης 800KW. Μετά το Β' παγκόσμιο πόλεμο, στην Αμερική κατασκευάζονται οι ισχυρότερες ανεμογεννήτριες, από το MIT, σπάζοντας το φράγμα του 1MW. Η αιολική ενέργεια δεν θεωρήθηκε όμως σημαντική μέχρι τη δεκαετία του 70' όταν ο άνθρωπος συνειδητοποίησε το ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα του πλανήτη μας και προσπάθησε να ξανασχεδιάσει την ανεμογεννήτρια.



Εικόνα 4 : Δυο από τις πρώτες ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιήθηκαν για ερευνητικά τεστ το 1897 στο Askov της Δανίας κατασκευασμένα από το μετεωρολόγο PoullaCour που θεωρείται πρωτοπόρος στην αιολική ενέργεια

Την δεκαετία του 1950 στο Οροπέδιο Λασιθίου Κρήτης, αναπτύχθηκε, το πρώτο, το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο του κόσμου με 13.000 περίπου ανεμόμυλους, συνολικής εγκαταστημένης ισχύος πάνω από 5 MW για την άρδευση της γης. Οι αντλητικοί αυτοί Ανεμόμυλοι, φτιάχτηκαν από ντόπιους κατοίκους, σε μια εποχή και περιοχή όπου τα διαθέσιμα υλικά και τεχνολογίες ήταν περιορισμένα και σε ποσότητα και σε ποικιλία, για να υπηρετήσουν τον απλό αγρότη, δένοντας αρμονικά με το περιβάλλον, αποτελώντας ένα πρωτόγνωρο θέαμα και μάλιστα σε μια από τις πιο υπήνεμες περιοχές της Κρήτης. Οι ανεμόμυλοι αυτοί είναι σιδερένιοι με υφασμάτινα πανιά, και αναφέρονται συγκεντρωμένοι κύρια στο οροπέδιο του Λασιθίου. Την εποχή της άνθησής τους, πριν το 1940, υπήρξαν χιλιάδες ανεμόμυλοι ενώ σήμερα λειτουργούν περίπου χίλιοι. Παράλληλα στη Σητεία αναφέρθηκε μια ενδιαφέρουσα μέθοδος αντλησιοταμίευσης, η οποία διερευνάται ως προς την οικονομικοτεχνική ελκυστικότητα της και σήμερα. Στην περίπτωση αυτή της Σητείας, η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται για την

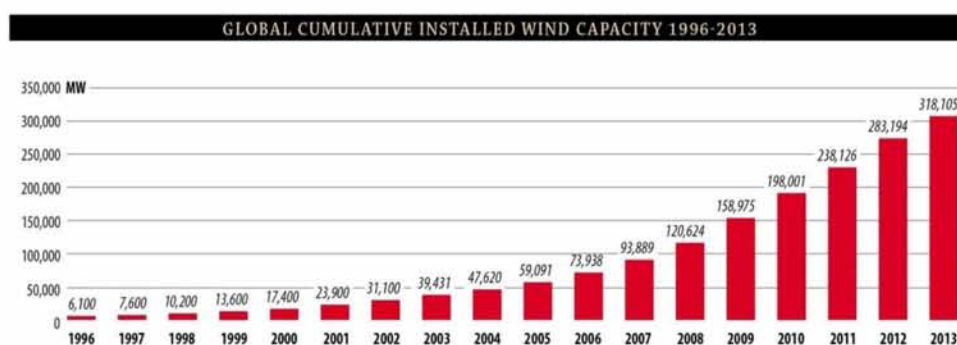
άντληση νερού με την βοήθεια ανεμόμυλων, το οποίο αποθηκεύεται σε υψηλή δεξαμενή. Στη συνέχεια η διαθέσιμη υδατόπτωση χρησιμοποιείται κατά βούληση σε προσκείμενους νερόμυλους. Σημαντικός αριθμός ανεμόμυλων βρέθηκε και στις Κυκλάδες, στη Ρόδο, στη Χίο και γενικότερα στα νησιά του Αιγαίου. Ο τύπος του ανεμόμυλου που αναπτύχθηκε στη πατρίδα μας είναι οριζοντίου άξονα.

Το πρώτο αιολικό πάρκο του κόσμου με 5 ανεμογεννήτριες τύπου MAN των 20kW η κάθε μία δημιουργήθηκε σε ελληνικό έδαφος και συγκεκριμένα στην Κύθνο¹ το 1982. Η εγκατάσταση ξεκίνησε από τη ΔΕΗ . Αρχικά ξεκίνησε με στόχο να καλύψει το 25% των αναγκών της νήσου και αργότερα ξεπέρασε το 75%.

Η εξέλιξη των αιολικών πάρκων είναι τα θαλάσσια αιολικά πάρκα . Περιβαλλοντικοί και ενεργειακοί λόγοι οδήγησαν στην αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στη θάλασσα η οποία άρχισε να διερευνάται στα μέσα της δεκαετίας του '80 για εγκατάσταση υπεράκτιων αιολικών πάρκων. Η αιολική ισχύς είναι μειωμένη στην στεριά σε σχέση με τον άνεμο που φυσά στην αβαθή θάλασσα μακριά από τις ακτές. Ηγέτης στην υπεράκτια αιολική ενέργεια είναι η Αγγλία με το London Array το μεγαλύτερο υπεράκτιο αιολικό πάρκο στον κόσμο, 12 μίλια ανοιχτά των ακτών του Κεντ και του Έσσεξ, στις εκβολές του Τάμεση, ισχύος 630 Μεγαβάτ με 150 ανεμογεννήτριες περίπου. Κατά το πρώτο εξάμηνο του 2013, συνδέθηκαν 500 Μεγαβάτ υπεράκτιας αιολικής ισχύος με το βρετανικό δίκτυο και συνολικά 3,4 Γιγαβάτ ηλεκτροδοτούν δύο εκατομμύρια νοικοκυριά. Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα εξελίσσονται συνεχώς όπως η έρευνα που έχει κάνει το Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Μασαχουσέτης για την τοποθέτηση γιγάντιων σφαιρών από σκυρόδεμα στην βάση της ανεμογεννήτριας μέσα στον βυθό οι οποίες θα λειτουργήσουν σαν σύστημα αποθήκευσης Ωκεάνιας ανανεώσιμης ενέργειας.

4.2 Αιολική Ενέργεια

Τα πρώτα δείγματα ηλεκτροπαραγωγής από αιολική ενέργεια εμφανίστηκαν στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, όμως από το 1980 και μετά η τεχνολογία άρχισε να εξελίσσεται σε τέτοιο βαθμό που να μπορεί να υποστηρίζει ηλεκτροπαραγωγή σε υψηλή κλίμακα. Μέχρι το 2013 ο μέσος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας την τελευταία δεκαετία ήταν περίπου 23%, με 318.105 MW εγκατεστημένη ισχύ στο τέλος του έτους.



Σχήμα 7: Παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας 1996-2013. Πηγή: *Global Wind Energy Council*

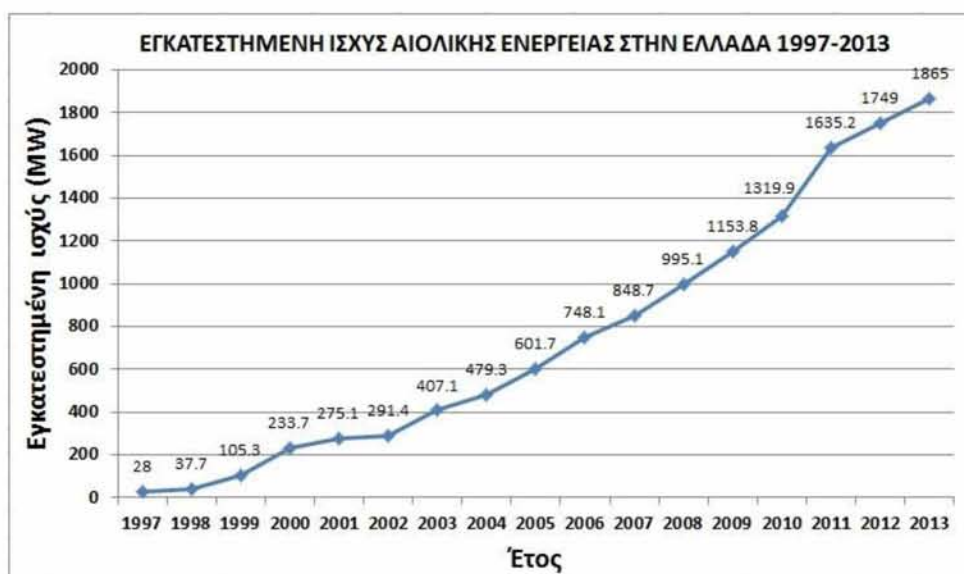
Ο τρόπος με τον οποίο η αιολική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό είναι η ανεμογεννήτρια. Υπάρχουν δύο τύποι ανεμογεννητριών, οριζόντιου και κάθετου άξονα, με αυτές του οριζόντιου άξονα να είναι οι πιο διαδεδομένες αυτή τη στιγμή στον κόσμο. Η ονομαστική ισχύς μίας ανεμογεννήτριας έχει εύρος από μερικές δεκάδες watt μέχρι και 8 MW σήμερα, ανάλογα με το μέγεθος και τα τεχνικά χαρακτηριστικά κάθε συσκευής. Κάθε ανεμογεννήτρια έχει μια χαρακτηριστική καμπύλη ταχύτητας-ισχύος (power curve) που φανερώνει τη σχέση μεταξύ της παραγόμενης ενέργειας και της ταχύτητας του ανέμου για κάθε τύπο ανεμογεννήτριας. Η καμπύλη αυτή εξαρτάται από διάφορες ιδιότητες της ανεμογεννήτριας όπως η επιφάνεια σάρωσης της φτερωτής, η

αεροδυναμική και οι αποδόσεις των κιβωτίων ταχυτήτων και της μηχανής.

Σε γενικές γραμμές, ο σκοπός ενός επενδυτή σε αιολικά πάρκα είναι η μεγιστοποίηση της ηλεκτροπαραγωγής και ταυτόχρονα η ελαχιστοποίηση των εξόδων της παραγωγικής διαδικασίας, όπως επίσης και οι μειωμένες περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιδράσεις. Σημαντικοί παράγοντες είναι η δυνατότητα διείσδυσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος στο δίκτυο, όπως επίσης τα κίνητρα που προσφέρονται από την πολιτεία σε μορφή νομοθεσίας.

Τα κίνητρα, στην Ευρωπαϊκή Ένωση μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο οικονομικά συστήματα που υποστηρίζουν τις επενδύσεις σε αιολική ενέργεια. Τα συστήματα σταθερής τιμής (Fixed Price) και τα συστήματα σταθερής ποσότητας (Fixed Quantity). Στην πρώτη κατηγορία ανήκει το feed-in model, όπου ο διαχειριστής του δικτύου εγγυάται μια ελάχιστη τιμή αγοράς της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται σε Γερμανία, Δανία και Ισπανία. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκει το σύστημα «Πράσινων πιστοποιητικών» όπου ορίζεται ενεργειακός στόχος παραγωγής ηλεκτρισμού από αιολική ενέργεια, και εκδίδονται πιστοποιητικά για κάθε μονάδα αιολικής ενέργειας που παράγεται για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος. Τα πιστοποιητικά αυτά είναι εμπορεύσιμα στη διεθνή αγορά πιστοποιητικών.

Στην Ελλάδα, η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας, αντιμετωπίζει μέχρι τώρα αρκετά προβλήματα, τα οποία έχουν ενταθεί λόγω της παγκόσμιας και εγχώριας οικονομικής κρίσης. Παρά τη σημαντική αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος τα προηγούμενα χρόνια, είναι κοινά αποδεκτό ότι αυτή η αύξηση είναι πολύ μικρή δεδομένου του πλούσιου αιολικού δυναμικού της χώρας μας.



Σχήμα 8 : Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα 1997- 2013

Κύριος λόγος για τη μικρή ανάπτυξη μέχρι το 2001 ήταν το νομοθετικό καθεστώς και το μονοπωλιακό μοντέλο της οικονομίας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μετά τις νομοθετικές αλλαγές στο χώρο των ΑΠΕ και την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, η κατάσταση βελτιώθηκε σημαντικά. Η Ελλάδα εφαρμόζει το σύστημα feed-in και η νομοθεσία προσφέρει επιπλέον αρκετά ικανοποιητικά κίνητρα για τους επενδυτές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το αυξημένο ενδιαφέρον των επενδυτών για ανάπτυξη πολλών MW αιολικής ενέργειας (μεταξύ των οποίων και η Eunice Energy Group). Όμως το επενδυτικό ενδιαφέρον είναι φανερό ότι δεν είναι αρκετό. Χαρακτηριστικά, ο στόχος της χώρας μας για το 2010 ως προς την ηλεκτροπαραγωγή από αιολική ενέργεια ήταν η εγκατεστημένη ισχύς να φτάσει περίπου τα 3500MW ενώ στο τέλος του 2010 η πραγματικά εγκατεστημένη ισχύς ανήλθε μόλις στα 1320 MW. Είναι φανερό ότι σε μια χώρα για την οποία υπάρχει στόχος και καλή θέληση ενώ και οι επενδυτικές προτάσεις δεν είναι λίγες, η ανάπτυξη των αιολικών πάρκων καθυστερεί σημαντικά, με αποτέλεσμα, ο στόχος να έχει πλέον μετατεθεί για το 2020 με εγκατεστημένη ισχύ που θα πρέπει να φτάσει περίπου τα 7500

MW. Οι προβλέψεις μέχρι τώρα δεν είναι ευοίωνες, οι καθυστερήσεις στην έκδοση αδειών παραγωγής και εγκατάστασης είναι σημαντικές και οι προβλέψεις είναι συγκρατημένες.

Οι αιτίες για αυτές τις καθυστερήσεις είναι, η τουλάχιστον μέχρι το 2009, μακροσκελής και περίπλοκη αδειοδοτική διαδικασία, η αδυναμία του δικτύου σε πολλές περιπτώσεις (π.χ. Εύβοια, Κρήτη) να υποστηρίξει επιπλέον εγκατεστημένη ισχύ, οι αντιδράσεις των κατοίκων κυρίως για θέματα οπτικής όχλησης και η έλλειψη χωροταξικού σχεδιασμού. Τα παραπάνω προβλήματα έχουν τεθεί υπό συζήτηση και έχουν καταβληθεί σημαντικές προσπάθειες για την επίλυση τους, όπως η δημιουργία, αρχικά, του νόμου 3468/2006, ο οποίος απλοποίησε κατά ένα μέρος τον τρόπο λήψης άδειας παραγωγής, και, σε δεύτερη φάση, του νόμου 3851/2010 ο οποίος έχει επιταχύνει σημαντικά την αδειοδοτική διαδικασία (ιδιαίτερα στο τμήμα της περιβαλλοντικής αδειοδότησης), χωρίς όμως να λείπουν και σε αυτή την περίπτωση κενά ή αντικρουόμενες αρμοδιότητες μεταξύ κρατικών φορέων. Επίσης, έχουν δρομολογηθεί επεκτάσεις και ενισχύσεις του δικτύου μεταφοράς ρεύματος, ένα έργο το οποίο ενδέχεται να βοηθήσει μακροπρόθεσμα και την αδειοδότηση αλλά και την γρήγορη εισαγωγή των έργων αιολικής ενέργειας στο δίκτυο. Τα προβλήματα των κοινωνικών αντιδράσεων, εφόσον αυτά οφείλονται σε οπτική όχληση από την ύπαρξη των ανεμογεννητριών είναι πάντα δύσκολο να αντιμετωπιστούν, υπό την έννοια ότι το αν σε κάποιον αρέσει ή όχι η όψη μιας ανεμογεννήτριας είναι κάτι το υποκειμενικό. Είναι βέβαιο όμως ότι ένας επενδυτής ο οποίος θα σχεδιάσει και θα τοποθετήσει τις ανεμογεννήτριες, αποφεύγοντας τις υπερβολές και τις μαζικές παρεμβάσεις στο τοπίο μιας περιοχής και με κατανόηση στις ιδιαιτερότητες των τοπικών κοινωνιών, θα αντιμετωπίσει και τα λιγότερα προβλήματα.

4.3 Αιολικά Πάρκα

Η διάταξη πολλών συγκεντρωμένων ανεμογεννητριών σε μια περιοχή σχηματίζουν ένα αιολικό πάρκο. Τα αιολικά πάρκα εγκαθίστανται

συνήθως σε περιοχές όπου το αιολικό δυναμικό της περιοχής, ξεπερνάει τα 5,1 m/s. Ένα αιολικό πάρκο στο οποίο η μέση ταχύτητα του ανέμου είναι 8 m/s τότε αυτό το πάρκο αποδίδει γύρω στα 1600 KW.

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των ανεμογεννητριών και κατ'επέκταση των αιολικών πάρκων είναι η ύπαρξη ανωμαλιών στο έδαφος, η παρουσία δέντρων και γενικότερων εμποδίων καθώς αυτά μπορεί να δημιουργήσουν στροβιλισμούς και να μειώσουν την αποδοτικότητα των ανεμογεννητριών.

Έχουμε τις εξής κατηγορίες αιολικών πάρκων :

- Χερσαία αιολικά πάρκα
- Παράκτια αιολικά πάρκα
- Θαλάσσια αιολικά πάρκα

Ο συνήθης τύπος εγκατάστασης των χερσαίων αιολικών πάρκων είναι πάνω σε κορυφογραμμές μεγάλου υψομέτρου, συνήθως επειδή σε αυτές τις περιοχές επικρατούν υψηλές ταχύτητες του ανέμου. Επειδή η ανάπτυξη της τεχνολογίας των ανεμογεννητριών συντελέστηκε ήδη κατά τα προηγούμενα χρόνια¹, η ανάπτυξη των χερσαίων αιολικών πάρκων θεωρείται μια οικονομικά αποδοτική επένδυση αλλά και μια λύση αρκετά διαδεδομένη. Τα προβλήματα που παρουσιάζει η ανάπτυξη χερσαίων αιολικών πάρκων είναι η μεταφορά του εξοπλισμού πάνω στις κορυφογραμμές, μέσω δύσβατων δρόμων, αλλά και τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκαλούνται εξαιτίας της παρουσίας των ανεμογεννητριών στις κορυφογραμμές, όπως είναι η υποβάθμιση του τοπίου, ο θόρυβος, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις έχει παρατηρηθεί ακόμη και η πρόσκρουση πουλιών πάνω στα πτερύγια των ανεμογεννητριών.



Εικόνα 5 : Χερσαίο αιολικό πάρκο

Τα παράκτια αιολικά πάρκα εγκαθίστανται σε απόσταση μικρότερη των 10 χιλιομέτρων από τη θάλασσα και μικρότερη των 3 χιλιομέτρων από την ακτή. Η εν λόγω τοποθέτηση και εγκατάσταση προτιμάται, καθώς η διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ της θάλασσας και του εδάφους διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο για την επικράτηση ισχυρών ανέμων στις συγκεκριμένες περιοχές. Ωστόσο το κυριότερο πρόβλημα της εγκατάστασης των παράκτιων αιολικών πάρκων είναι η αξία της γης σε αυτές τις περιοχές, καθώς στις παράκτιες περιοχές συγκεντρώνονται ως επί το πλείστον εγκαταστάσεις αναψυχής μεγάλης οικονομικής σημασίας, με αποτέλεσμα να εκφράζονται αντιδράσεις σε σχέση με την υποβάθμιση της περιοχής.



Εικόνα 6 : Παράκτιο αιολικό πάρκο

Εξαιτίας της κάλυψης των παράκτιων περιοχών από ψυχαγωγικές εγκαταστάσεις και τη συνακόλουθη αδυναμία ανάπτυξης αιολικών πάρκων, τα τελευταία χρόνια προτιμάται η εγκατάσταση θαλάσσιων αιολικών πάρκων, σε απόσταση 10 χιλιομέτρων από την ακτή.

Η κατασκευή τους απαιτεί εφαρμοσμένη μηχανική¹, όσον αφορά την υποδομή, την τοποθέτηση, την ηλεκτρική σύνδεση και τη χρήση υλικών που αντέχουν στις διαβρώσεις του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Για το λόγο αυτόν, παρά το γεγονός ότι η ταχύτητα των υπεράκτιων ανέμων είναι γενικά μεγαλύτερη από αυτήν των ανέμων στη στεριά, δεν έχει γίνει ιδιαίτερη σημαντική υπεράκτια χρήση των ανεμογεννητριών κατά το παρελθόν.

Επιπλέον οι ανεμογεννήτριες που εγκαθίστανται στα θαλάσσια αιολικά πάρκα είναι λιγότερο ενοχλητικές σε σχέση με τις παράκτιες², αναφορικά με τον θόρυβο και την οπτική όχληση, ενώ και η ταχύτητα του ανέμου είναι υψηλότερη εξαιτίας της χαμηλής τραχύτητας του εδάφους αλλά και εξαιτίας της απουσίας τύρβης, δεδομένου πως η διαφορά θερμοκρασίας της θάλασσας και του αέρα είναι πολύ μικρή.

Η εφαρμογή τους παρουσιάζει δυσκολίες τεχνικής και οικονομικής φύσης. Η μεταφορά, η εγκατάσταση, η ασφαλής στήριξη και η συντήρηση των ανεμογεννητριών απαιτεί πολύπλοκες διαδικασίες υψηλού κόστους. Η διασύνδεση των υπεράκτιων μηχανών με τα χερσαία συστήματα προϋποθέτει ιδιαίτερες μελέτες και χρήση πολύπλοκων μηχανισμών, προκειμένου να εξαλειφθεί ο κίνδυνος άλλων επιπλοκών.

Επομένως και το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης είναι αρκετά υψηλότερο στα θαλάσσια αιολικά πάρκα, γεγονός που οφείλεται τόσο στη συχνή διάβρωση εξαιτίας του θαλασσινού νερού όσο και στην ιδιαίτερα δαπανηρή συντήρηση και επισκευή τους, η οποία ανεβάζει κατακόρυφα τα έξοδα, σε σχέση με τα χερσαία αιολικά πάρκα. Επίσης η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται μεταφέρεται μέσω ενός υποθαλάσσιου καλωδίου στη στεριά, γεγονός που ανεβάζει ακόμη περισσότερο το κόστος εγκατάστασης.



Εικόνα 7 : Θαλάσσιο αιολικό πάρκο

4.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων

Σήμερα, είναι κοινά αποδεκτό, ότι η παγκόσμια αλλαγή του κλίματος αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες απειλές για το μέλλον της ανθρωπότητας. Η αλλαγή αυτή οφείλεται κατά κύριο λόγο στις εκπομπές των λεγομένων «αερίων του θερμοκηπίου», που συνοδεύουν αναπόφευκτα την παραγωγή ενέργειας από συμβατικά καύσιμα. Θεωρείται, λοιπόν, δεδομένο ότι, η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ιδιαίτερα της αιολικής, είναι η μοναδική –μη πυρηνική– μεσοπρόθεσμη λύση για την αντιμετώπιση του φαινομένου των κλιματικών αλλαγών.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια θεαματική άνοδος της εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος από ανεμογεννήτριες στη χώρα μας. Ο μεγάλος ρυθμός ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας συνοδεύτηκε από την ανησυχία των τοπικών κοινωνιών σχετικά με τις πιθανές επιπτώσεις των ανεμογεννητριών στο περιβάλλον¹. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι φόβοι που εκφράστηκαν ακούγονται μάλλον υπερβολικοί και, κάποιες φορές, εξωπραγματικοί. Σε άλλες πάλι περιπτώσεις, οι ενστάσεις που υπάρχουν στην εγκατάσταση

ανεμογεννητριών ή αιολικών πάρκων έχουν κάποια βάση και χρειάζονται επιπλέον διερεύνηση. Σε κάθε περίπτωση, πάντως, η αποδοχή ή μη της αιολικής ενέργειας από τις τοπικές κοινωνίες, προϋποθέτει την αντικειμενική τους πληροφόρηση για τα οφέλη και τις επιπτώσεις που αυτή θα μπορούσε να έχει, ως μία ακόμη επέμβαση του ανθρώπου στη φύση.

Η αιολική ενέργεια εμφανίζει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα για την παραγωγή ηλεκτρισμού:

- 1) Το βασικό «καύσιμο» παρέχεται δωρεάν απ' τη φύση, άφθονο και έτοιμο προς εκμετάλλευση χωρίς επιπλέον έξοδα. Το πετρέλαιο για παράδειγμα απαιτεί εξόρυξη, μεταφορά, επεξεργασία κ.τ.λ.
- 2) Είναι απολύτως ανανεώσιμη, αφού είναι πρακτικά ανεξάντλητη διότι προέρχεται από τον ήλιο.
- 3) Είναι άφθονη όπως είδαμε. Ο αέρας είναι ανεξάντλητη πηγή. Υπάρχει αρκετό αιολικό δυναμικό στον πλανήτη που μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές μας ανάγκες κατά 4 φορές περισσότερο. Λιγότερο από 1% του παγκόσμιου αιολικού δυναμικού αξιοποιείται αυτή τη στιγμή.
- 4) Είναι απολύτως καθαρή μορφή ενέργειας αφού δεν μολύνει το περιβάλλον επομένως είναι απόλυτα φιλική προς αυτό.
- 5) Αντίθετα με τα εργοστάσια με άνθρακα, πετρέλαιο ή πυρηνικά καύσιμα, τα αιολικά πάρκα δεν αφήνουν κατάλοιπα ή άλλα (επικίνδυνα) παραπροϊόντα.
- 6) Είναι ασφαλής επένδυση καθώς υπάρχουν τεράστια αποθέματα και το πιο σημαντικό, «η πρώτη ύλη» παρέχεται δωρεάν. Επομένως η απόσβεση του κεφαλαίου είναι δεδομένη. Όλα αυτά με την προϋπόθεση ότι η περιοχή εγκατάστασης είναι κατάλληλη. Ειδικά στην Ευρώπη που δεν υπάρχουν πολλά αποθέματα ορυκτών καυσίμων, υπολογίζεται ότι στο μέλλον το 70% των ενεργειακών αναγκών θα καλύπτεται από εισαγωγές.
- 7) Οικονομικά συμφέρουσα εξαιτίας της εξέλιξης της τεχνολογίας χρόνο με το χρόνο και συνεπώς το κόστος εγκατάστασης αιολικών πάρκων είναι συγκρίσιμο με αυτό των συμβατικών.

8) Παρέχει αυτονομία. Στην Ευρώπη τα ήδη εγκατεστημένα αιολικά πάρκα ικανοποιούν τις ηλεκτρικές ανάγκες πάνω από 40.000.000 Ευρωπαίων. Η αυτονομία που παρέχει είναι τόσο σε εθνικό επίπεδο, εφόσον μειώνονται οι εισαγωγές ηλεκτρικής ισχύος, αλλά και σε ατομικό επίπεδο αφού ο καθένας μπορεί να εγκαταστήσει στο χώρο του ανεμοκινητήρα σε οποιοδήποτε σημείο κι αν βρίσκεται.

9) Είναι τεχνολογία των τελευταίων ετών υπό εξέλιξη, άρα απορροφά χιλιάδες εργαζόμενους παγκοσμίως και συντελεί στην μείωση της ανεργίας.

10) Το κοινωνικό αγαθό, το ηλεκτρικό ρεύμα, μπορεί να πάει παντού ακόμη και σε ορεινές και δύσβατες περιοχές κάτι που στο παρελθόν ήταν οικονομικά ασύμφορο.

11) Τα αιολικά πάρκα αυξάνουν την αξιοπιστία του υπάρχοντος ισχυρού δικτύου και μπορούν να βοηθήσουν επαρκώς στην κάλυψη αιχμών.

12) Βοηθά στην μείωση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων.

13) Προστατεύει κάποια ειδικά κτίρια, όπως εταιρειών τηλεφωνίας κ.α. στα οποία είναι απαραίτητη η παροχή ηλεκτρικής ισχύος ακόμη και όταν το υπόλοιπο κράτος είναι σε ολική διακοπή, από πρόσθετες δαπάνες για αυτονομία, όπως νηζελογεννήτριες, οι οποίες εκτός από το κόστος αγοράς και συντήρησης που είναι αρκετά υψηλό απαιτούν συνεχή τροφοδότηση από συμβατικό καύσιμο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα και υψηλό κόστος λειτουργίας. Η αντικατάσταση αυτών των γεννητριών με ανεμογεννήτριες είναι οικονομικά συμφέρουσα και φιλική προς το περιβάλλον.

14) Μπορούν να παράγουν κατόπιν μετατροπής επιθυμητό είδος τάσης Ε.Ρ. (με ασύγχρονες ή σύγχρονες μηχανές) ή Σ.Ρ. (με μηχανές Σ.Ρ. με μόνιμους μαγνήτες) που είναι απαραίτητο για κάποιες ειδικές εφαρμογές. Για παράδειγμα σε κάθε εταιρεία σταθερής και κινητής τηλεφωνίας, τα κυκλώματά των ψηφιακών της κέντρων διαρρέονται από συνεχές ρεύμα.

15) Έχει μακρόπνοο ορίζοντα. Η αιολική βιομηχανία γνωρίζει αλματώδη ανάπτυξη και είναι ακόμα στο ξεκίνημα. Η αγορά των

αιολικών έχει τη δυνατότητα να φτάσει στα 25.000.000.000€ σε λιγότερο από επτά (7) χρόνια σύμφωνα με στοιχεία της EWEA.

16) Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για οικιακή χρήση όσο και για ευρεία. Στην Ευρώπη και με ελάχιστες εξαιρέσεις παγκοσμίως (Ιαπωνία, Γερμανία, Σουηδία κ.τ.λ.) τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται μόνο σε οικιακές χρήσεις.

17) Λόγω της τεράστιας ανάπτυξης που αναφέρθηκε, προσδίδουν «κύρος» σε αυτόν που λειτουργεί ανεμογεννήτριες ή αιολικά πάρκα γενικότερα, αφού χρησιμοποιεί μοντέρνα τεχνολογία.

18) Τα αιολικά πάρκα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για τουριστική εκμετάλλευση που μπορεί να οδηγήσει σε άνοδο του βιοτικού επιπέδου των ντόπιων και σε γνωστοποίηση της περιοχής που μέχρι τότε ήταν άγνωστη.

4.5 Ανεμογεννήτριες

Η αρχή λειτουργίας των ανεμογεννητριών είναι απλή. Ο άνεμος περιστρέφει τον ρότορα (δρομέα) που, με τη σειρά του, περιστρέφει τον κύριο άξονα ο οποίος είναι συνδεδεμένος στην πλήμνη του ρότορα. Μέσω του κιβωτίου ταχυτήτων, η κίνηση του άξονα του ρότορα μεταδίδεται στη γεννήτρια η οποία παράγει ηλεκτρισμό.

Ο ανεμοκινητήρας από την εποχή της εμφάνισης του μέχρι σήμερα έχει περάσει από πολλά στάδια εξέλιξης, τόσο ως προς τον τύπο του (οριζοντίου ή κάθετου άξονα) όσο και ως προς τα υποσυστήματα του (πτερύγια, κιβώτιο ταχυτήτων, πύργος, αυτοματισμοί, γεννήτρια κ.α.).

Εξελίξεις έχουν επίσης σημειωθεί και στον τρόπο δέσμευσης, αξιοποίησης, αποθήκευσης ή μεταφοράς της ενέργειας του ανέμου που μετατρέπεται από την ανεμογεννήτρια σε άλλη μορφή ενέργειας.

Η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται σε μηχανικό έργο με τη βοήθεια αεροδυναμικής διάταξης (π.χ. μιας έλικας). Αυτό το μηχανικό έργο μπορεί να είναι εκμεταλλεύσιμο επί τόπου ή να χρειαστεί να μετατραπεί σε μια άλλη μορφή ενέργειας και να μεταφερθεί στον τόπο της ζήτησης.

Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα τροφοδοτώντας απ ευθείας τους καταναλωτές ή να συνδέονται και να διοχετεύουν ηλεκτρική ενέργεια σε υπάρχων δίκτυο. Στην πρώτη περίπτωση λόγω του ότι ο άνεμος δεν είναι συνεχώς διαθέσιμος, είναι δυνατόν να γίνεται και χρήση ενός ή πολλών ντιζελογεννητριών, οι οποίες λειτουργούν παράλληλα με τις ανεμογεννήτριες. Στην δεύτερη περίπτωση έχουμε μαζική εκμετάλλευση αιολικής ενέργειας από συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, δηλαδή έχουμε ένα αιολικό πάρκο που διοχετεύει το σύνολο της παραγωγής στο ηλεκτρικό σύστημα.

Υπάρχουν πολλών ειδών ανεμογεννήτριες τις οποίες όμως μπορούμε να τις κατατάξουμε σε δύο βασικές κατηγορίες:

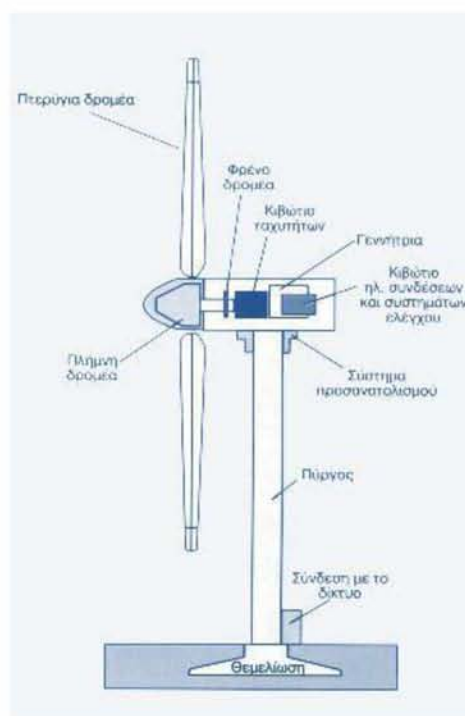
- Οριζοντίου άξονα, όπου ο δρομέας έχει μορφή έλικα, και βρίσκεται συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους και
- Κατακόρυφου άξονα, ο οποίος παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους.



Εικόνα 8 : Ανεμογεννήτριες οριζόντιου και κατακόρυφου άξονα

Η απόδοση μίας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθός της και την ταχύτητα του ανέμου. Το μέγεθος είναι ανάλογο των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει, από μερικές εκατοντάδες W(Watt) μέχρι και μερικά MW. Οι τυπικές διαστάσεις για μία ανεμογεννήτρια με απόδοση, για παράδειγμα, ενός MW, έχει κατά μέσο όρο διάμετρο δρομέα τα 55 μέτρα και ύψος τα 50 – 60 μέτρα. Για λόγους αισθητικής πάντως έχουν επικρατήσει στο 90% της αγοράς οι ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα και δύο ή τρία πτερύγια, ενώ αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχουν και γεννήτριες με ένα μόνο πτερύγιο.

Μία τυπική ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα, κατασκευαστικά αποτελείται από:



Σχήμα 9 : Τομή και περιγραφή εξαρτημάτων ανεμογεννήτριας

- Το δρομέα, που είναι κατασκευασμένος από πολυεστέρα και αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια,
- Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, αποτελούμενο από τον κύριο άξονα, τα έδρανα και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών,
- Την ηλεκτρική γεννήτρια, που μετατρέπει την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική,
- Το σύστημα πέδης, το οποίο είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που τοποθετείται στον κύριο άξονα ή τον άξονα της γεννήτριας,
- Το σύστημα προσανατολισμού, που αναγκάζει τον άξονα της περιστροφής να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου,
- Τον πύργο, όπου βρίσκεται όλη η κατασκευή,
- Τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου, που είναι τοποθετημένοι στην βάση του πύργου και παρακολουθούν, συντονίζουν και ελέγχουν τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας.

Γενικά, η δομή Α/Γ κατακόρυφου άξονα είναι απλούστερη κατασκευαστικά (άρα έχει μικρότερο κόστος κατασκευής) αλλά παρουσιάζει σημαντικά μειονεκτήματα. Το κατώτερο μέρος του δρομέα είναι πολύ κοντά στο έδαφος, οπότε λόγω των χαμηλών ταχυτήτων ανέμου έχει μέτρια συνολική απόδοση (αυτό ισχύει σε μεγάλο βαθμό για τον τύπο Savonius όπου δεν ξεπερνούν το 15%) ενώ η αεροδυναμική της ισχύς ταλαντώνεται έντονα λόγω της συνεχούς αλλαγής του βήματος των πτερυγίων. Επιπλέον, δεν εκκινούν μόνες τους αλλά πρέπει αρχικά να λειτουργήσουν σαν κινητήρες, παίρνοντας ρεύμα απ' το δίκτυο.

Οι Α/Γ οριζόντιου άξονα συγκεντρώνουν τα περισσότερα πλεονεκτήματα και γι' αυτό είναι οι πλέον διαδεδομένες. Έχουν τον άξονα περιστροφής του δρομέα τοποθετημένο οριζόντια και σχεδόν παράλληλα με την κατεύθυνση ροής του ανέμου. Γενικά, έχουν υψηλό αεροδυναμικό συντελεστή (μια καλή μικρή ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα έχει μέση απόδοση 30%-40%) αλλά η γεννήτρια και το κιβώτιο ταχυτήτων πρέπει να τοποθετηθούν στην κορυφή του

πύργου, γεγονός που κάνει το σχεδιασμό τους πιο σύνθετο και ακριβό.

Ακόμα, οι ανεμογεννήτριες κατατάσσονται, ανάλογα με τη μηχανική ισχύ N που παρέχουν, σε τρεις μεγάλες κατηγορίες.

1. Μικρές Α/Γ όταν η ονομαστική ισχύς τους είναι μεταξύ: $50W \leq N \leq 10kW$

2. Μεσαίες Α/Γ όταν η ονομαστική ισχύς τους είναι μεταξύ: $10kW \leq N \leq 200kW$

3. Μεγάλες Α/Γ όταν η ονομαστική ισχύς τους είναι: $200kW \leq N$

Η μορφή των ανεμογεννητριών έχει περάσει από πολλά στάδια στην πάροδο των χρόνων, πριν φτάσουμε στην κλασική μορφή των ανεμογεννητριών που χρησιμοποιούνται σήμερα. Σχεδόν σε όλες τις ανεμογεννήτριες έχουν δοκιμαστεί πολλές διαφορετικές λύσεις και όσον αφορά τον αριθμό των πτερυγίων αλλά και τον προσανατολισμό του άξονα.

Η ισχύς εξόδου αυξάνεται όσο αυξάνει η επιφάνεια που καλύπτει ο δρομέας της ανεμογεννήτριας. Όταν ένας αγρότης αναφέρεται στην έκταση που καλλιεργεί, θα περιγράψει την έκταση που καλλιεργεί σε τετραγωνικά μέτρα, σε στρέμματα. Με μια ανεμογεννήτρια είναι περίπου το ίδιο, μόνο που στην καλλιέργεια η επιφάνεια αναφέρεται σε οριζόντιο επίπεδο ενώ στην Α/Γ σε κάθετο.

Η επιφάνεια του δίσκου που καλύπτει ο ρότορας, καθώς και η ταχύτητα του ανέμου, φυσικά, καθορίζει την ενέργεια που παράγει η ανεμογεννήτρια.

Σε γενικές γραμμές η επιλογή θέσης εγκατάστασης ανεμογεννήτριας παρουσιάζει τα ίδια προβλήματα με την επιλογή θέσης εγκατάστασης οποιουδήποτε συστήματος παραγωγής ενέργειας. Διαφέρει όμως σ' ένα βασικό σημείο: είναι αδύνατο να προσδιορισθεί η καθαρή παραγωγή ενέργειας ή το κατά προσέγγιση κόστος αυτής, αν δεν είναι γνωστή η ακριβής θέση εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας.

Η συμπεριφορά του ανέμου σε μία θέση, είναι αυτή που καθορίζει και τη λειτουργική συμπεριφορά της ανεμογεννήτριας. Έτσι, η οικονομική βιωσιμότητα μιας συγκεκριμένης ανεμογεννήτριας, σ' ένα

συγκεκριμένο τόπο δεν μπορεί να προβλεφθεί χωρίς την ακριβή γνώση της συμπεριφοράς του ανέμου στη θέση αυτή. Επομένως, η ένταση του ανέμου και οι διακυμάνσεις στο μέτρο και τη διεύθυνση είναι οι βασικές παράμετροι για την επιλογή της θέσης της ανεμογεννήτριας όχι όμως και οι μοναδικές. Ανεμογεννήτριες τοποθετημένες σε βιώσιμες θέσεις πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες ιδιότητες:

- Η παραγωγή ενέργειας να είναι συμφέρουσα οικονομικά (το κόστος της παραγόμενης KWh να είναι μικρό).
- Η εγκατάσταση να μην έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- Η λειτουργία της ανεμογεννήτριας να είναι συμβατή με τη λειτουργία του ηλεκτρικού δικτύου.
- Να έχουν ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό της ανεμογεννήτριας οι πιθανές ακραίες μετεωρολογικές συνθήκες της συγκεκριμένης θέσης (παγετοί, εξαιρετικά ισχυροί άνεμοι κλπ.).
- Η επιλεγμένη θέση να είναι αποδεκτή από το κοινό.

Η διαδικασία επιλογής θέσης εγκατάστασης ανεμογεννήτριας μπορεί να χαρακτηριστεί επιτυχής, όταν είναι δυνατός, μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα, ο προσδιορισμός περιοχής με υψηλό αιολικό δυναμικό. Έπειτα, αφού γίνει προσεκτικός έλεγχος της περιοχής αυτής, επιλέγονται οι θέσεις που ικανοποιούν τις υπόλοιπες παραμέτρους που απαριθμήθηκαν προηγουμένως.

Ένας πρωταρχικός παράγοντας που σχετίζεται με την οικονομική βιωσιμότητα της εγκατάστασης είναι το μέγεθος και οι περιοδικές διακυμάνσεις της έντασης του ανέμου. Η πιο πρακτική λύση στο πρόβλημα επιλογής θέσης ανεμογεννήτριας, είναι να χρησιμοποιηθούν υπάρχουσες πληροφορίες για τον προσδιορισμό περιοχών με υψηλό αιολικό δυναμικό, τέτοιο που να δικαιολογεί την οικονομική βιωσιμότητα της εγκατάστασης. Έπειτα, μέσα στις περιοχές αυτές, επιλέγονται τοποθεσίες στις οποίες η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας είναι πρακτικώς εφικτή. Τέλος, εκτελούνται μετρήσεις των ανέμων στις συγκεκριμένες πλέον θέσεις.

Το να προσδιορίσουμε μια τοποθεσία στην οποία πνέουν δυνατοί άνεμοι, δεν σημαίνει ότι βρήκαμε και τη βέλτιστη θέση για την εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας. Πολλές και σημαντικές είναι οι επιμέρους παράμετροι, που πρέπει να έχει υπόψη του ο μηχανικός, προκειμένου να καταλήξει στην επιλογή της οριστικής θέσης εγκατάστασης. Και η επιλογή αυτή θα είναι η βέλτιστη, μόνον εφόσον γίνει σωστή και λεπτομερής αξιολόγηση των παραμέτρων τούτων.

Ο σημαντικότερος στόχος μιας ανεμογεννήτριας είναι να μειώσει το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, γι' αυτό η οικονομική βιωσιμότητα είναι η πρωταρχική ιδιότητα για την αποδοχή ή όχι μιας θέσης. Για να κρίνουμε την οικονομική βιωσιμότητα μιας θέσης ανεμογεννήτριας, χρειαζόμαστε πληροφορίες για το μέγεθος και τις διακυμάνσεις του ανέμου μέσα σ' ένα έτος.

Ένας άλλος οικονομικός παράγοντας πρωταρχικού ενδιαφέροντος είναι το κόστος εγκατάστασης. Τούτο είναι αισθητά μειωμένο αν η εγκατάσταση γίνει κοντά σε υπάρχοντες δρόμους και γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι επιδράσεις των ανεμογεννητριών στο περιβάλλον είναι πολύ μικρές. Ωστόσο, σε ορισμένες μεμονωμένες περιπτώσεις μπορεί η ανεμογεννήτρια να έχει αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον.



Εικόνα 9: Περιοχή έτοιμη προς δημιουργία αιολικής εγκατάστασης



Εικόνα 10: Εκσκαφή για την εγκατάσταση αιολικού πάρκου



Εικόνα 11:Θεμελιακός κλωβός στήριξης πύργου ανεμογεννήτριας



Εικόνα 12:Συναρμολόγηση των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας στο ρότορα

Κεφάλαιο 5ο

Αξιολόγηση Επενδύσεων Αιολικού πάρκου

5.1 Εισαγωγή

Η ανέγερση ενός Α/Π αποτελεί μια αρκετά μεγάλη επένδυση. Στην οικονομία ως «επένδυση» ορίζεται η διαδικασία κατά την οποία μέρος του εισοδήματος χρησιμοποιείται για την παραγωγική δραστηριότητα. Ο όρος επένδυση αναφέρεται στη δέσμευση οικονομικών πόρων, που πραγματοποιείται με την ελπίδα ότι η επιχείρηση ή ο επενδυτής θα αποκομίσει οφέλη, τα οποία αναμένεται ότι θα προκύψουν σταδιακά ή κάποια στιγμή μετά από μια χρονική περίοδο στο μέλλον.

Μια επένδυση ξεκινάει από μια επιχειρηματική ιδέα ή από μια επισήμανση μιας επενδυτικής ευκαιρίας. Αν αυτή κριθεί ενδιαφέρουσα, υποβάλλεται σε περαιτέρω διερεύνηση ή μελέτη. Αν η πραγματοποίηση ενός επενδυτικού προγράμματος είναι αντικειμενικά εφικτή κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, τότε συντάσσεται η οικονομοτεχνική μελέτη με τους παρακάτω στόχους :

- Να διερευνήσει αν ικανοποιούνται οι γενικές προϋποθέσεις
- Να καθορίσει την άριστη κλίμακα των διαφόρων λειτουργιών
- Να καθορίσει τους άριστους συντελεστές εισροών
- Να διερευνήσει τη δυνατότητα πραγματοποίησης της επένδυσης
- Να προσδιορίσει το οικονομικό αποτέλεσμα
- Να ερευνήσει αν υπάρχει κατάλληλη υποδομή
- Να εξετάσει αν υπάρχει εργατικό δυναμικό
- Να καθορίσει την οργανωτική και διοικητική δομή
- Να αξιολογήσει το επενδυτικό πρόγραμμα.

Για την εκτίμηση του αν θα πραγματοποιηθεί ή όχι ένα επενδυτικό πρόγραμμα, χρησιμοποιούνται διάφορα κριτήρια αξιολόγησης, τα οποία είναι διαφορετικά σε διαφορετικές καταστάσεις. Ορισμένα από τα κριτήρια για την ιδιωτική αξιολόγηση είναι :

- Το εμπορικό κέρδος, μέτρο του οποίου είναι ο χρόνος απόσβεσης του κεφαλαίου της επένδυσης.

- Η απόδοση του κεφαλαίου.
- Η μεγιστοποίηση της συμβολής στην εθνική οικονομία.
- Η αύξηση της απασχόλησης.
- Η μεγιστοποίηση της χρησιμοποίησης εγχώριων φυσικών πόρων.
- Η εξοικονόμηση συναλλάγματος.
- Η εκτίμηση της βιωσιμότητας του επενδυτικού προγράμματος.
- Η ανταγωνιστικότητα των προϊόντων.
- Η προοπτική δυναμικής ανάπτυξης του κλάδου.

5.2 Επενδύσεις σε αιολικά συστήματα

Η Ελληνική και η Ευρωπαϊκή νομοθεσία, στην προσπάθειά τους να δώσουν ώθηση στον τομέα των επενδύσεων για τις Α.Π.Ε. έχουν κάνει γενναιόδωρες επιδοτήσεις σε ποσοστό μέχρι και 100%.

Είναι άλλωστε γνωστό ότι μέχρι και σήμερα, η συντριπτική πλειονότητα των Α/Π επιδοτείται σε ποσοστό 40% επί του συνόλου της επένδυσης.

Σύμφωνα με τη νομοθεσία που ήδη υπάρχει στην Ελλάδα μπορούν να πραγματοποιηθούν δυο ειδών επενδύσεις σε αιολικά συστήματα:

A) Επένδυση αυτοπαραγωγού είναι η επένδυση στην οποία η ενέργεια που παράγεται συμψηφίζεται με καθορισμένο τρόπο με την ενέργεια που καταναλώνει ο αυτοπαραγωγός σε άλλα συστήματα του, και σε περίπτωση περίσσειας αυτή, τιμάται με συγκεκριμένο τίμημα.

B) Ανεξάρτητη παραγωγή. Σε αυτή τη περίπτωση παραγωγός διαθέτει το σύνολο της παραγωγής του στο διαχειριστή του συστήματος και το τίμημα της ενέργειας καθορίζεται επακριβώς από την ήδη υπάρχουσα νομοθεσία.

5.3 Χρηματοοικονομικοί δείκτες αξιολόγησης

5.3.1 Καθαρά Παρούσα Αξία (NPV)

Η Καθαρά Παρούσα Αξία ορίζεται ως η παρούσα αξία των ετήσιων εσόδων μείον την παρούσα αξία των ετήσιων εξόδων,

συμπεριλαμβανομένων των επενδύσεων. Πιο απλά η Καθαρή Παρούσα Αξία μιας επένδυσης βρίσκεται αν από την παρούσα αξία των προβλεπόμενων ωφελειών της, για όλη τη διάρκεια της ζωής της, αφαιρεθεί η Παρούσα Αξία του κόστους της.

Στην πράξη κι εφόσον έχει καταστρωθεί ο πίνακας των ταμειακών ροών, ο NPV υπολογίζεται ως η διαφορά των χρηματικών εισροών (καθαρών ταμειακών ροών μετά φόρων) μείον το κόστος των επενδύσεων, όπως, δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

όπου: B_t οι ωφέλειες το έτος t ($0, 1, 2, \dots, n$),

C_t το κόστος το έτος t ($0, 1, 2, \dots, n$),

r το επιτόκιο προεξόφλησης (συντελεστής αναγωγής σε παρούσες αξίες) και

n η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου.

Το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται από τον επενδυτικό φορέα με υποκειμενικά κατά βάση κριτήρια και εκφράζει είτε το κόστος κεφαλαίου της επιχείρησης είτε το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο για να καλύψει τον κίνδυνο επένδυσης έναντι μιας πιο ασφαλούς τοποθέτησης (π.χ. κρατικά ομόλογα).

Όταν εξετάζεται ένα εναλλακτικό σχέδιο ανεξάρτητα από εναλλακτικές επιλογές, τότε οι όροι αποδοχής ή απόρριψής του σε σχέση με

τα δύο αυτά κριτήρια διαμορφώνονται ως εξής:

- $NPV > 0$, η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα
- $NPV = 0$, το οικονομικό αποτέλεσμα της επένδυσης είναι οριακό
- $NPV < 0$, η επένδυση απορρίπτεται

5.3.2 Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (IRR)

Ο IRR ορίζεται μαθηματικά ως το επιτόκιο προεξόφλησης που μηδενίζει τη χρηματοροή, δηλ. εκείνο το επιτόκιο που εξισώνει την

αρχική επένδυση με την αξία όλων των μελλοντικών ταμιακών ροών. Η διαφορά μεταξύ του επιτοκίου που δίνεται από τον IRR και του επιτοκίου της προεξόφλησης έγκειται στο γεγονός ότι το πρώτο προσδιορίζεται από τα χαρακτηριστικά του πίνακα των ταμιακών ροών ενώ το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται εξωγενώς από τον επενδυτικό φορέα. Ο σχετικός τύπος είναι:

$$\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+\lambda)^t}$$

όπου λ , ο συγκεκριμένος συντελεστής προεξόφλησης (Συντελεστής Εσωτερικής Αποδοτικότητας).

Όταν εξετάζεται ένα εναλλακτικό σχέδιο ανεξάρτητα από εναλλακτικές επιλογές, τότε οι όροι αποδοχής ή απόρριψής του σε σχέση με τα δύο αυτά κριτήρια διαμορφώνονται ως εξής:

- IRR > από το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα
- IRR = με το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση θεωρείται οριακή, εφαρμόζεται όταν δεν υπάρχει καλύτερη εναλλακτική λύση
- IRR < από το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση απορρίπτεται.

5.3.3 Λόγος Ωφελειών- Κόστους (B/C)

Το κριτήριο του λόγου Ωφελειών - Κόστους είναι παρόμοιο με το κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας μόνο που εδώ αντί για τη διαφορά ωφελειών και κόστους, λαμβάνεται το αποτέλεσμα της διαίρεσης αυτών, σε παρούσες αξίες. Ο σχετικός τύπος είναι:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

όπου: B_t οι ωφέλειες το έτος t (0,1,2,...,n),

C_t το κόστος το έτος t (0,1,2,...,n),

r ο συντελεστής αναγωγής σε παρούσες αξίες (επιτόκιο προεξόφλησης) και

n ο αριθμός των ετών που εκτείνεται η ανάλυση.

Κριτήριο αποδοχής ή απόρριψης αποτελεί η σχέση του λόγου με τη μονάδα.

Πιο συγκεκριμένα:

- $B/C > 1$, η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα
- $B/C = 1$, η επένδυση θεωρείται οριακή, μπορεί να υλοποιηθεί όταν δεν υπάρχει καλύτερη εναλλακτική λύση
- $B/C < 1$, η επένδυση απορρίπτεται.

5. 4 Το Σύστημα RETScreen

5.4.1 Γενική περιγραφή

Από το εργαστήριο CEDRL (Canada's Energy Diversification Research Laboratory) αναπτύχθηκε μια σειρά προγραμμάτων τα οποία καλύπτουν εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Εκτός από την αιολική, το RETScreen προσομοιώνει και άλλες μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και ειδικότερα την ενέργεια που παράγεται από τη βιομάζα, τα φωτοβολταϊκά συστήματα, τα ηλιακά συστήματα, τα μικρά υδροηλεκτρικά συστήματα κ.α.

Το πρόγραμμα που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των αιολικών πάρκων ονομάζεται wind2000.xls και εκτελείται με τη βοήθεια του λογισμικού του excel. Επίσης το πρόγραμμα διαθέτει βάση δεδομένων και σε πολλά σημεία παρέχει πληροφορίες για τα όρια των τιμών που εισάγονται. Μπορούν να παρατηρηθούν 4 διαφορετικά χρώματα στη σκίαση των κελιών του προγράμματος. Έτσι το γκρι χρώμα στα κελιά φανερώνει ότι χρησιμοποιούνται σαν βοηθητικά, το κίτρινο ότι στα κελιά αυτά γίνεται εισαγωγή των δεδομένων, το μπλε ότι τα δεδομένα μπορούν να ληφθούν από βάσεις δεδομένων και τέλος στα κελιά με άσπρο χρώμα σκίασης γίνεται η παρουσίαση του αποτελέσματος των υπολογισμών.

Το πρόγραμμα αποτελείται συνολικά από 7 φύλλα. Αυτά είναι:

- Intro – Εισαγωγή
- Energy Model – Ενεργειακό Μοντέλο
- Equipment Data – Τεχνικά χαρακτηριστικά εξοπλισμού
- Cost Analysis – Ανάλυση Κόστους
- GHG Analysis – Ανάλυση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου
- Financial Summary – Οικονομική Περίληψη
- Sensitivity – Ανάλυση Ευαισθησίας

5.4.2 Συνοπτική παρουσίαση του προγράμματος

A) Εισαγωγή (intro)

Αυτό είναι το αρχικό φύλλο του RETScreen και περιλαμβάνει εισαγωγικά στοιχεία που αφορούν το πρόγραμμα.

Φύλλο – Intro (RETScreen)



| Μονάδα | Θέση | |
|--|--------------------------|-----------------|
| | Κλιματολογικών δεδομένων | Τοποθεσία έργου |
| Γεωγραφικό πλάτος | 40.9 | 40.9 |
| Γεωγραφικό μήκος | 25.9 | 25.9 |
| Υψόμετρο | 3 | 3 |
| Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού | -3.3 | |
| Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού | 32.2 | |
| Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους | 16.8 | |

| Μήνας | Θερμοκρασία αέρα °C | | Σχετική υγρασία % | Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - kWh/m ² /ημ | | Ατμοσφαιρική πίεση kPa | Ταχύτητα ανέμου m/Δευτερόλεπτο | Θερμοκρασία εδάφους °C | Βαθμό-ημέρες θέρμανσης °C-ημ | Βαθμό-ημέρες ψύξης °C-ημ |
|---------------|---------------------|--------------|-------------------|--|------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------------|--------------------------|
| | Μέγιστη | Ελάχιστη | | Οριζόντια | Κλίση | | | | | |
| Ιανουάριος | 5.0 | 76.2% | 1.81 | 100.0 | 3.5 | 6.2 | 403 | 0 | | |
| Φεβρουάριος | 5.3 | 72.9% | 2.73 | 99.8 | 3.3 | 7.1 | 356 | 0 | | |
| Μάρτιος | 7.7 | 73.4% | 3.97 | 99.7 | 3.5 | 10.2 | 319 | 0 | | |
| Απρίλιος | 12.5 | 71.4% | 5.40 | 99.4 | 2.8 | 14.9 | 165 | 75 | | |
| Μαίος | 17.4 | 67.4% | 6.62 | 99.4 | 2.8 | 20.3 | 19 | 229 | | |
| Ιούνιος | 22.0 | 62.2% | 7.68 | 99.3 | 2.5 | 25.2 | 0 | 360 | | |
| Ιούλιος | 25.0 | 55.6% | 7.58 | 99.2 | 3.0 | 27.5 | 0 | 465 | | |
| Αύγουστος | 25.0 | 57.1% | 6.79 | 99.3 | 3.0 | 27.1 | 0 | 465 | | |
| Σεπτέμβριος | 20.5 | 62.6% | 5.34 | 99.5 | 2.7 | 23.5 | 0 | 315 | | |
| Οκτώβριος | 15.3 | 69.2% | 3.44 | 99.9 | 3.1 | 17.9 | 84 | 164 | | |
| Νοέμβριος | 10.2 | 75.8% | 2.00 | 99.9 | 2.9 | 11.7 | 234 | 6 | | |
| Δεκέμβριος | 6.4 | 77.9% | 1.48 | 100.0 | 3.5 | 7.3 | 360 | 0 | | |
| Ετήσιο | 14.4 | 68.4% | 4.58 | 99.6 | 3.1 | 16.6 | 1.939 | 2.080 | | |
| Μετρημένο σε | m | | | | 10.0 | 0.0 | | | | |

Φύλλο 1-Συνθήκες αναφοράς

B) Ενεργειακό μοντέλο (Energy model)

Στο φύλλο αυτό γίνεται εισαγωγή των τεχνικών χαρακτηριστικών του συστήματος καθώς και οι επικρατούσες συνθήκες στην περιοχή μελέτης.

Αναλυτικότερα, στο φύλλο αυτό επιλέγονται οι μονάδες των υπολογισμών, εισάγονται δεδομένα (όνομα και τοποθεσία της εγκατάστασης), επιλέγεται ο τρόπος υπολογισμών (με βάση την ταχύτητα του ανέμου ή την πυκνότητά του) και εισάγονται τιμές (μέση ταχύτητα ανέμου, ύψος μέτρησης της ταχύτητας, ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας του ανέμου συναρτήσει του ύψους, μέση ατμοσφαιρική πίεση και μέση ετήσια θερμοκρασία).

Αξιίζει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία αυτά δεν εισάγονται τυχαία, όμως βασίζονται σε πραγματικά δεδομένα. Έτσι, η μέση ετήσια ταχύτητα λαμβάνεται από τους πίνακες του Κ.Α.Π.Ε ενώ από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία συλλέχθηκαν στοιχεία σχετικά με την ατμοσφαιρική πίεση και τη μέση ετήσια θερμοκρασία.

Στη συνέχεια, εισάγονται τα χαρακτηριστικά του συστήματος. Στην περίπτωση που μελετάται στην παρούσα εργασία, θεωρείται ως τύπος δικτύου το διασυνδεδεμένο. Στο σημείο αυτό γίνεται η παραδοχή πως ακόμη και τα νησιά του Αιγαίου ανήκουν στο διασυνδεδεμένο σύστημα (ιδανική περίπτωση). Αυτή η παραδοχή γίνεται διότι σκοπός της εργασίας είναι περισσότερο μια ποιοτική μελέτη του αιολικού δυναμικού της χώρας, παρά μια ακριβής χρηματοοικονομική μελέτη αιολικού πάρκου. Αφού η ισχύς του αιολικού πάρκου είναι 12 MW, επιλέγεται ο αριθμός των ανεμογεννητριών (15 γεννήτριες των 800 KW ή 8 γεννήτριες των 1500 KW ή 6 γεννήτριες των 2000 KW).

Η εισαγωγή των δεδομένων ολοκληρώνεται με την εισαγωγή των απωλειών του αιολικού πάρκου. Διακρίνονται οι απώλειες λόγω όμορου (όσο πιο μακριά απέχει η μία ανεμογεννήτρια από την άλλη, τόσο πιο μικρές είναι οι απώλειες της λειτουργίας τους λόγω όμορου. Από την άλλη εξαιτίας του περιορισμένου χώρου στην Ελλάδα και

ειδικότερα στα νησιά δεν υπάρχει η δυνατότητα αυτή σε μεγάλο βαθμό. Για το λόγο αυτό συνήθως λαμβάνεται απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών ίση με $3D$ (D : διάμετρος ρότορα) στην ίδια σειρά και $7D$ μεταξύ των σειρών. Τέλος οι ανεμογεννήτριες δεν εγκαθίστανται στοιχισμένες η μία πίσω από την άλλη, αλλά διαγώνια), οι απώλειες εξαιτίας των καιρικών συνθηκών (χιόνι, πάγος), οι απώλειες λόγω παύσης της λειτουργίας κάποιας ανεμογεννήτριας και οι απώλειες λόγω διάφορων άλλων αιτίων που δεν ανήκουν στις προηγούμενες κατηγορίες. Στο τέλος του φύλλου γίνεται ο υπολογισμός της ετήσιας παραγωγής ενέργειας.

Σύστημα ηλεκτρισμού προτεινόμενης περίπτωσης

Τεχνολογία

Ανεμογενήτρια

Τύπος ανάλυσης

- Μέθοδος 1
 Μέθοδος 2
 Μέθοδος 3

Αξιολόγηση πηγών

Μέθοδος (εκτίμησης) φυσικών πόρων

Ταχύτητα ανέμου

 Δείξε δεδομέναAlexandroupolis
Mil

Ταχύτητα ανέμου - ετήσια

Μετρημένο σε

Εκθέτης παραμόρφωσης ανέμου

Θερμοκρασία αέρα - ετήσια

Ατμοσφαιρική πίεση - ετήσια

| | | | | |
|----------------|------|------|----|------|
| m/Δευτερόλεπτο | 3,1 | 3,1 | | |
| m | 10,0 | 10,0 | ft | 32,8 |
| °C | 14,4 | 14,4 | | |
| kPa | 99,6 | 99,6 | | |

Ανεμογεννήτρια

Ισχύς ανά στρόβιλο

Κατασκευαστής

Μοντέλο

Αριθμός στροβίλων

Ηλεκτρική ισχύς

Ύψος πυλώνα

Διάμετρος ρότορα ανά στρόβιλο

Επιφάνεια σάρωσης ανά στρόβιλο

Καμπύλες ενεργειακών δεδομένων

Παράγων σχήματος

| | | | | |
|----------------|--------------------------|--------------------|-----------------|--------|
| kW | 1.650,0 | | | |
| | Vestas | | | |
| | VESTAS V82-1.65 MW - 78m | | | |
| | 64 | | | |
| kW | 105.600,0 | | | |
| m | 78,0 | 3,1 m/Δευτερόλεπτο | ft | 255,9 |
| m | 82 | | ft | 269,0 |
| m ² | 5.281 | | ft ² | 56.844 |
| | Τυποποιημένο | | | |
| | 2,0 | | | |

Γ) Δεδομένα τεχνικού εξοπλισμού (Equipment Data)

Στο φύλλο αυτό γίνεται εισαγωγή των δεδομένων της καμπύλης απόδοσης της ανεμογεννήτριας και της παραγωγής ενέργειας για διάφορες μέσες ταχύτητες ανέμου.

Αναλυτικότερα, με βάση τα χαρακτηριστικά κάθε είδους ανεμογεννητριών που επιλέγονται, εισάγονται στο πρόγραμμα τιμές όπως η ισχύς κάθε ανεμογεννήτριας, το ύψος της, η διάμετρος του ρότορα, η περιοχή επικάλυψης (swept area), ο κατασκευαστής της, το μοντέλο της, ενώ επιλέγεται και ο τρόπος υπολογισμού της καμπύλης ισχύος (με κατανομή Weibul ή Royleigh ή άλλη μέθοδο). Στη συνέχεια εισάγονται τα δεδομένα της καμπύλης ισχύος των ανεμογεννητριών που επιλέγονται ενώ το πρόγραμμα ταυτόχρονα σχεδιάζει τα αντίστοιχα διαγράμματα ισχύος και ενέργειας.

| Ταχύτητα ανέμου m/Δευτερόλεπτο | Δεδομένα καμπύλης ισχύος kW | Καμπύλες ενεργειακών MWh |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 0 | 0,0 | |
| 1 | 0,0 | |
| 2 | 0,0 | |
| 3 | 0,0 | 463,3 |
| 4 | 66,0 | 1.297,0 |
| 5 | 147,0 | 2.515,9 |
| 6 | 277,0 | 3.911,4 |
| 7 | 456,0 | 5.273,7 |
| 8 | 719,0 | 6.457,0 |
| 9 | 1.025,0 | 7.377,8 |
| 10 | 1.313,0 | 8.009,0 |
| 11 | 1.523,0 | 8.368,3 |
| 12 | 1.612,0 | 8.498,5 |
| 13 | 1.646,0 | 8.451,1 |
| 14 | 1.650,0 | 8.274,9 |
| 15 | 1.650,0 | 8.011,1 |
| 16 | 1.650,0 | |
| 17 | 1.650,0 | |
| 18 | 1.650,0 | |
| 19 | 1.650,0 | |
| 20 | 1.650,0 | |
| 21 | | |
| 22 | | |
| 23 | | |
| 24 | | |
| 25 - 30 | | |

| | | |
|-------------------------------|-------|--------|
| Απώλειες διάταξης | % | 4,0% |
| Απώλειες πτερυγίου | % | 2,0% |
| Λοιπές απώλειες | % | 4,0% |
| Διαθεσιμότητα | % | 95,0% |
| Περίληψη | | |
| Συντελεστής ισχύος | % | 3,2% |
| Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο | MWh | 29.575 |
| Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού | €/MWh | 99,45 |

| | Ανά στρόβιλο | |
|-----------------------------------|---------------------|-------|
| Μη διορθωμένη ενεργειακή παραγωγή | MWh | 547 |
| Συντελεστής πίεσης | | 0,983 |
| Συντελεστής θερμοκρασίας | | 1,002 |
| Συνολική ενεργειακή παραγωγή | MWh | 539 |
| Συντελεστής απωλειών | | 0,86 |
| Ειδική παραγωγή | kWh/m ² | 88 |

Φύλλο 2β-Ενεργειακό μοντέλο(Εργο ηλεκτροπαραγωγής)**Δ) Ανάλυση κόστους (cost analysis)**

Στο φύλλο αυτό γίνεται εισαγωγή των δεδομένων για τα στοιχεία κόστους για κάθε επιμέρους τμήμα της εγκατάστασης και της πορείας υλοποίησης.

Αναλυτικότερα, διακρίνονται τρία είδη κόστους, το αρχικό, το λειτουργικό (ετήσιο) και το περιοδικό (πχ. κάθε 10 έτη).

Στο αρχικό κόστος περιλαμβάνεται:

- το κόστος της μελέτης σκοπιμότητας (γίνεται εισαγωγή δεδομένων σχετικά με τα κόστη εύρεσης της κατάλληλης περιοχής, της αποτίμησης του αιολικού δυναμικού, της περιβαλλοντικής αποτίμησης, του αρχικού σχεδιασμού, των λεπτομερών υπολογισμών, της μελέτης της μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, της προετοιμασίας της αναφοράς, της διαχείρισης του σχεδίου, των ταξιδιών)

- το κόστος της ανάπτυξης (διαπραγμάτευση αγοράς ενέργειας, άδειες και εγκρίσεις, δικαιώματα γης, χωροστάθμηση, καταγραφή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, οικονομία, λογιστική, ανάπτυξη και διαχείριση του σχεδίου, ταξίδια)
- το κόστος της μελέτης-σχεδίασης (τοποθέτηση ανεμογεννητριών, μηχανολογικά σχέδια, ηλεκτρολογικά σχέδια, σχέδια πολιτικού μηχανικού, προσφορές και συμβόλαια καθώς και επίβλεψη της όλης διαδικασίας)
- το κόστος του εξοπλισμού (κόστος ανεμογεννητριών, ανταλλακτικών, κόστος μεταφοράς)
- το κόστος του δευτερεύοντος εξοπλισμού (εγκατάσταση και ανόρθωση ανεμογεννητριών, κατασκευή δρόμων, γραμμών μεταφοράς, υποσταθμού, κτιρίων επίβλεψης και ελέγχου, διασύνδεση)
- τα υπόλοιπα κόστη που δεν κατατάσσονται σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες (δοκιμές, κλπ).

Στα ετήσια κόστη περιλαμβάνονται:

- ❖ το κόστος ενοικίου της γης
- ❖ το κόστος των φόρων ιδιοκτησίας
- ❖ το κόστος της ασφάλισης
- ❖ το κόστος της συντήρησης των γραμμών μεταφοράς
- ❖ το κόστος για την πληρωμή των εργαζομένων
- ❖ το κόστος της παρακολούθησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου
- ❖ το κόστος των επικοινωνιών
- ❖ το κόστος των ταξιδιών
- ❖ γενικά και διοικητικά κόστη
- ❖ άλλα κόστη
- ❖ ενδεχόμενα κόστη

Τέλος στα περιοδικά κόστη περιλαμβάνονται κόστη μηχανολογικού εξοπλισμού και πτερυγίων των ανεμογεννητριών.

| Ανάλυση κόστους RETScreen - Έργο ηλεκτροπαραγωγής | | | | |
|--|---------------|-----------------|-----------------------|----------------|
| Ρυθμίσεις | Μονάδα | Ποσότητα | Μονάδα κόστους | Σχετικό κόστος |
| <ul style="list-style-type: none"> Ⓐ Μέθοδος 1 Ⓑ Μέθοδος 2 | | | | Καμία |
| <ul style="list-style-type: none"> Ⓒ Σημειώσεις/Έυρος Ⓓ Δεύτερο νόμισμα Ⓔ Καταναμμή κόστους | | | | |
| | | | | |
| Αρχικό κόστος (πιστώσεις) | Μονάδα | Ποσότητα | Μονάδα κόστους | Ποσό |
| Μελέτη σκοπιμότητας | κόστος | 1 | € 47.000 | 47.000 |
| Υπο-σύνολο: | | | € | 47.000 |
| 0,4% | | | | |
| Ανάπτυξη | Μονάδα | Ποσότητα | Μονάδα κόστους | Ποσό |
| Ανάπτυξη | κόστος | 1 | € 30.000 | 30.000 |
| Υπο-σύνολο: | | | € | 30.000 |
| 0,2% | | | | |
| Μηχανολογικά | Μονάδα | Ποσότητα | Μονάδα κόστους | Ποσό |
| Μηχανολογικά | κόστος | 1 | € 85.000 | 85.000 |
| Υπο-σύνολο: | | | € | 85.000 |
| 0,6% | | | | |
| Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας | Μονάδα | Ποσότητα | Μονάδα κόστους | Ποσό |
| Ανεμογεννήτρια | kW | 105 600,00 | € 100 | 10.560.000 |
| Έργα οδοποιίας | km | 6 | € 120.000 | 720.000 |
| Γραμμή μεταφοράς ηλεκρισμού | km | 5 | € 46.000 | 230.000 |
| Υποσταθμός | Έργο | 1 | € 675.000 | 675.000 |
| Μέτρα ενεργειακής απόδοσης | Έργο | 2 | € 32.000 | 64.000 |
| Οριζόμενο από τον χρήστη | κόστος | | € | - |
| Υπο-σύνολο: | | | € | 12.249.000 |
| 93,1% | | | | |
| Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα | Μονάδα | Ποσότητα | Μονάδα κόστους | Ποσό |
| Ανταλλακτικά | % | 19,0% | € 5.500 | 1.045 |
| Μεταφορά | Έργο | 5 | € 150.000 | 750.000 |
| Εκπαίδευση & θέση σε λειτουργία | ανά ημέρα | | € | - |
| Οριζόμενο από τον χρήστη | κόστος | | € | - |
| Απρόβλεπτα | % | | € 13.162.045 | - |
| Τόκος κατά την κατασκευή | | | € 13.162.045 | - |
| Υπο-σύνολο: | | | € | 751.045 |
| 5,7% | | | | |
| Συνολικά αρχικά κόστη | | | € | 13.162.045 |
| 100,0% | | | | |
| Ετήσια κόστη (πιστώσεις) | Μονάδα | Ποσότητα | Μονάδα κόστους | Ποσό |
| Λειτουργία & Συντήρηση | Έργο | 1 | € 74.000 | 74.000 |
| Τμήματα & Εργασία | κόστος | | € | - |
| Οριζόμενο από τον χρήστη | % | 2,0% | € 74.000 | 1.480 |
| Απρόβλεπτα | | | € | - |
| Υπο-σύνολο: | | | € | 75.480 |
| | | | | |
| Περιοδικά κόστη (πιστώσεις) | Μονάδα | Είτος | Μονάδα κόστους | Ποσό |
| Οριζόμενο από τον χρήστη | κόστος | 13 | € 1.650.000 | 1.650.000 |
| Υπο-σύνολο: | | | € | - |
| Τέλος διάρκειας ζωής έργου | κόστος | | € | - |

Φύλλο 3-Ανάλυση κόστους

Ε)Ανάλυση εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

Στο φύλλο αυτό γίνεται υπολογισμός της μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου αν αντικατασταθούν τα συμβατικά συστήματα παραγωγής ενέργειας με το αιολικό πάρκο. Τα αποτελέσματα του φύλλου αυτού δεν αποτελούν αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, όμως στη συνέχεια παρατίθεται μια εικόνα του συγκεκριμένου φύλλου στα πλαίσια της γενικότερης παρουσίασης του προγράμματος RETScreen.

Βασική περίπτωση συστήματος ηλεκτρισμού (Σενάριο Αναφοράς)

| Κράτος - περιφέρεια | Καυσίμου | Τύπος | Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ (εξαιρούνται Μ&Δ) | | Απώλεες Μ&Δ | Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ | |
|---------------------|----------|-------|--|---------------|-------------|--------------------------|----------|
| | | | Καυσίμου | Όλοι οι τύποι | | % | Καυσίμου |
| Κεντρικός | | | 0,196 | | | | 0,196 |

Γ Αλλαγές στο Σενάριο Αναφοράς κατά τη διάρκεια ζωής του έργου

Περίληψη εκπομπών ΑΤΟ βασικού σεναρίου (σεναρίου αναφοράς)

| Τύπος Καυσίμου | Μήγμα καυσίμου % | Κατανάλωση καυσίμου | | Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ | |
|--------------------|------------------|---------------------|-------|--------------------------|-------|
| | | ΜΜWh | ΜΜWh | ΜΜWh | ΜΜWh |
| Ηλεκτρική ενέργεια | 100,0% | | 1.896 | | 0,196 |
| Σύνολο | 100,0% | | 1.896 | | 0,196 |

Περίληψη εκπομπών ΑΤΟ προτεινόμενης περίπτωσης (Έργο ηλεκτροπαραγωγής)

| Τύπος Καυσίμου | Μήγμα καυσίμου % | Κατανάλωση καυσίμου | | Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ | |
|----------------|------------------|---------------------|-------|--------------------------|-------|
| | | ΜΜWh | ΜΜWh | ΜΜWh | ΜΜWh |
| Αιολικό | 100,0% | | 1.896 | | 0,000 |
| Σύνολο | 100,0% | | 1.896 | | 0,000 |

Απώλεες Μ&Δ

Φύλλο 4 – Ανάλυση εκπομπών αερίου

ΣΤ) Οικονομική περίληψη (Financial summary)

Στο φύλλο αυτό γίνεται η παρουσίαση των χρηματοοικονομικών μεγεθών για τη βιωσιμότητα της μελέτης και η εισαγωγή στοιχείων κόστους, όπως τα στοιχεία δανειοδότησης και το κόστος της ενέργειας που αντικαθίσταται.

Αναλυτικότερα, εισάγονται οικονομικές παράμετροι όπως η τιμή απορρόφησης ενέργειας (σύμφωνα με την Υπουργική απόφαση υπ' αριθ. Δ6/Φ1/οικ.14619 η τιμή αυτή καθορίζεται στα 75,82 Ευ/MWh), το μέτρο των πράσινων πιστοποιητικών (δεν εφαρμόζεται στην Ελλάδα), το κόστος από τη μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου, ο ρυθμός αύξησης της τιμής της ενέργειας ετησίως, ο πληθωρισμός, το επιτόκιο προεξόφλησης και ο χρόνος ζωής του αιολικού πάρκου (παραδοχή 20 έτη). Αυτό είναι και ο τυπικός χρόνος ζωής ενός αιολικού πάρκου και βασίζεται κυρίως σε τεχνικούς

παράγοντες που έχουν να κάνουν με το χρόνο ζωής μιας ανεμογεννήτριας. Μετά το πέρας της εικοσαετίας, θεωρείται ότι, ο επενδυτής δεν μπορεί να έχει όφελος από την πώληση του εξοπλισμού του πάρκου καθώς σε αυτή την χρονική περίοδο θεωρείται μη εκμεταλλεύσιμος και απαξιωμένος. Στη συνέχεια εισάγονται τα στοιχεία του δανείου (περιγράφονται σε παρακάτω κεφάλαιο).

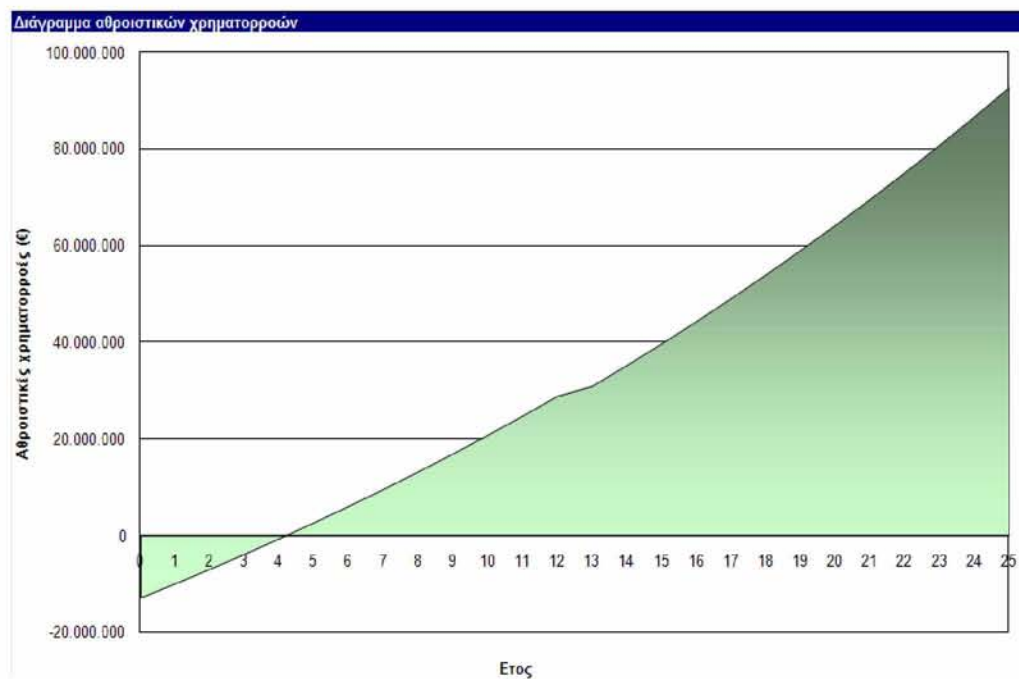
Το πρόγραμμα υπολογίζει το αρχικό, λειτουργικό και περιοδικό κόστος, ενώ ταυτόχρονα γίνεται και εισαγωγή των δεδομένων τυχόν επιχορηγήσεων. Σύμφωνα με τον επενδυτικό νόμο 3299/2004 {ΦΕΚ 261 Α' - 23/12/2004} και την τροποποίησή του (Νόμος 3522/2006, Άρθρο 37 {ΦΕΚ 276 Α' - 22/12/2006}) για επενδύσεις πάνω σε αιολικά πάρκα προβλέπεται επιχορήγηση από 20 έως 40% ανάλογα με την αναπτυξιακή ζώνη στην οποία ανήκει ο νομός. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι η επιχορήγηση αφορά μόνο το μηχανολογικό εξοπλισμό του αιολικού πάρκου.

Τέλος, γίνονται οι υπολογισμοί οικονομικών δεικτών (όπως του IRR, του χρόνου αποπληρωμής του αρχικού κεφαλαίου, της Καθαρής Παρούσας Αξίας(NPV), του ετήσιου κύκλου εργασιών, του λόγου

Οφέλους/Κόστους (B/C)) και παρατίθενται οι πίνακες των ετήσιων χρηματοροών καθώς και ένα διάγραμμα της αθροιστικής χρηματοροής συναρτήσει του χρόνου.

| Οικονομική Ανάλυση RETScreen - Έργο ηλεκτροπαραγωγής | | Οικονομικοί Παράμετροι | | Ετήσια κέρδη και αποσπασματικότητα | | Ετήσια χρεωστικοί | | Ετήσια χρεωστικοί | |
|--|--|------------------------|------------|--|-------|-------------------|--------|-------------------|------------|
| Γενικά | Κυρίως φέρους κόστους εισοδήμου | % | 3.0% | Αρχική κόστη | € | 47.000 | 0.4% | € | 47.000 |
| | Τμήν πληνφορμού | % | 2.0% | Μείωση απεικονίσιμης | € | 30.000 | 0.2% | € | 30.000 |
| | Επίπεδο απιστοσύνης | % | 7.0% | Μηχανολογικά | € | 85.000 | 0.6% | € | 85.000 |
| | Διάγραμμα ζωής έργου | έτος | 25 | Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας | € | 12.243.000 | 93.1% | € | 12.243.000 |
| Χρηματοδότηση | Κόληρα και επιχορήγησης | € | 75.000 | Καθαρό συνολικό κόστος & διάφορα | € | 751.045 | 5.7% | € | 751.045 |
| | Τακτοποίηση | % | 2.0% | Συνολικά αρχικά κόστη | € | 13.162.045 | 100.0% | € | 13.162.045 |
| | Χρέος | € | 263.241 | Κόληρα και επιχορήγησης | € | 75.000 | | € | 75.000 |
| | Μίστοση | € | 12.098.804 | Ετήσια κέρδη και πληρωμές χρέους | € | 75.480 | | € | 75.480 |
| | Επίπεδο διακέρου | % | 3.00% | Λειτουργία & Συντήρηση | € | 0 | | € | 0 |
| | Παράβολος χρέους | € | 15 | Κόστης καύσιμου - προσαρτημένη περίπτωση | € | 22.051 | | € | 22.051 |
| | Πληρωμές χρέους | € | 22.051 | Πληρωμές χρέους - 15 έτη | € | 97.531 | | € | 97.531 |
| Ανάλυση φόρου εισοδήματος | | | | Συνολικά ετήσια κέρδη | € | 1.650.000 | | € | 1.650.000 |
| | | | | Παροδικά κόστη (ημερήσια) | € | 0 | | € | 0 |
| | | | | Οφέλεμα από τον μίστοση - 13 έτη | € | 2.941.275 | | € | 2.941.275 |
| Ετήσια έσοδα | Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας | MWh | 29.575 | Ετήσια αποσπασματικά και έσοδα | € | 0 | | € | 0 |
| | Ηλεκτρική ενέργεια στα δίκτυα | €/MWh | 89.45 | Κόστης καύσιμου - βασική περίπτωση | € | 0 | | € | 0 |
| | Τμήν πωλούμενου ηλεκτρισμού | € | 2.941.275 | Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας | € | 2.941.275 | | € | 2.941.275 |
| | Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας | % | 3.0% | Συνολικά ετήσια κέρδη και εισοδήματα | € | 2.941.275 | | € | 2.941.275 |
| | Κυρίως φέρους πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας | | | | | | | | |
| Εσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΟ | | | | | | | | | |
| | Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΟ | tn CO2/έτος | 19.060 | Οικονομική Βιωσιμότητα | | | | | |
| | Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΟ - 25 έτη | tn CO2 | 476.510 | Επιπλέον ετήσια ετήσια επίδοσης προ φόρων - μιστοσύνης | % | 25.5% | | % | 25.5% |
| | | | | (IRR) προ φόρου - περιμετρημένα στοιχεία | | | | | |
| Προσαρτημένη εσοδών πωλήσει (απώλειαν) | | | | (IRR) μετά φόρου - μιστοσύνης | % | 25.5% | | % | 25.5% |
| | | | | (IRR) μετά φόρου - περιουσιακό στοιχείο | % | 25.5% | | % | 25.5% |
| | | | | Αντά αποπληρωμή | έτος | 4.6 | | έτος | 4.6 |
| | | | | Αποπληρωμή Απογών | έτος | 4.2 | | έτος | 4.2 |
| | | | | Καθαρή Παροικία Αξία (ΚΠΑ) | € | 31.532.222 | | € | 31.532.222 |
| | | | | Ετήσιες αποσπασματικές καθ' ύλην | € | 2.706.054 | | € | 2.706.054 |
| | | | | Απώλεια Οφέλους-Κόστους (O-K) | € | 3.44 | | € | 3.44 |
| | | | | Κόληρα λειτουργικών υποχρεώσεων | €/MWh | 133.90 | | €/MWh | 133.90 |
| | | | | Κόστης παραγωγής ενέργειας | €/MWh | 32.03 | | €/MWh | 32.03 |
| | | | | Κόστης μείωσης εκπομπών ΑΤΟ | €/MWh | 142 | | €/MWh | 142 |

Φύλλο 5α - Οικονομική ανάλυση



Φύλλο 5β - Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών

Z) Ανάλυση ευαισθησίας (Sensitivity analysis)

Στο φύλλο αυτό γίνεται ανάλυση ευαισθησίας των οικονομικών παραμέτρων.

Κεφάλαιο 6ο

Αποτελέσματα Έρευνας

6.1 Στοιχεία της επένδυσης

Στην παρούσα εργασία θεωρήθηκε αιολικό πάρκο συνολικής ισχύος 12 MW (διασυνδεδεμένο στο εθνικό δίκτυο). Το αιολικό πάρκο επιλέγεται να κατασκευαστεί σε κάποιες περιοχές της Ελλάδας με διαφορετικό αιολικό δυναμικό η κάθε μια. Με τη χρήση συγκεκριμένου λογισμικού γίνεται μία προσπάθεια εξαγωγής ποιοτικών περισσότερο συμπερασμάτων σχετικά με τους οικονομικούς δείκτες που προκύπτουν από την εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου σε κάθε περιοχή.

Στη συγκεκριμένη εργασία μελετάται η συμπεριφορά των ανεμογεννητριών σε διάφορες κλάσεις ταχυτήτων του ανέμου καθώς και σύγκριση της βιωσιμότητας της επένδυσης σε διάφορες περιοχές και με διάφορους τύπους ανεμογεννητριών.

Για τις ανάγκες της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν 3 είδη ανεμογεννητριών. Αυτές είναι οι ανεμογεννήτριες τύπου A, οι τύπου B και οι τύπου C (στο εξής AA, AB, AC). Η επιλογή έγινε με κριτήριο τη διαφορετικότητα των ανεμογεννητριών ως προς την εταιρεία κατασκευής και ως προς τα χαρακτηριστικά τους (κυρίως την ισχύ). Μερικά από τα χαρακτηριστικά τους παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες.

| Είδος Α/Γ | ΑΑ | ΑΒ | ΑC |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Ισχύς(KW) | 800 | 1500 | 2000 |
| Διάμετρος πτερυγίου(m) | 52,9 | 77 | 88 |
| Ύψος(m) | 73 | 61,5 | 80 |
| Επιφάνεια σάρωσης(m ²) | 2198 | 4657 | 6082 |

Πίνακας 3:Χαρακτηριστικά ανεμογεννητριών

Φυσικά για την μελέτη είναι απαραίτητη η γνώση του αιολικού δυναμικού σε κάθε περιοχή, στοιχεία τα οποία παρέχονται από την ιστοσελίδα του ΚΑΠΕ.

Παρακάτω ακολουθεί ο πίνακας που παραθέτει σε τιμές τις καμπύλες ισχύος των παραπάνω ανεμογεννητριών.

| | ΑΑ | ΑΒ | ΑC |
|---------------|--------------|--------------|--------------|
| U(m/s) | P(kW) | P(kW) | P(kW) |
| 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2 | 2,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | 14,0 | 0,0 | 0,0 |
| 4 | 38,0 | 44,0 | 14,0 |
| 5 | 77,0 | 131,0 | 138,0 |
| 6 | 141,0 | 244,0 | 312,0 |
| 7 | 228,0 | 400,0 | 546,0 |

| | | | |
|----|-------|--------|--------|
| 8 | 336,0 | 600,0 | 840,0 |
| 9 | 480,0 | 854,0 | 1180,0 |
| 10 | 645,0 | 1111,0 | 1535,0 |
| 11 | 744,0 | 1331,0 | 1856,0 |
| 12 | 780,0 | 1475,0 | 2037,0 |
| 13 | 810,0 | 1500,0 | 2088,0 |
| 14 | 810,0 | 1500,0 | 2100,0 |
| 15 | 810,0 | 1500,0 | 2100,0 |
| 16 | 810,0 | 1500,0 | 2100,0 |
| 17 | 810,0 | 1500,0 | 2100,0 |
| 18 | 810,0 | 1500,0 | 2100,0 |
| 19 | 810,0 | 1500,0 | 2100,0 |
| 20 | 810,0 | 1500,0 | 2100,0 |
| 21 | 810,0 | 1500,0 | 2100,0 |
| 22 | 810,0 | 1500,0 | 2100,0 |
| 23 | 810,0 | 1500,0 | 2100,0 |
| 24 | 810,0 | 1500,0 | 2100,0 |
| 25 | 810,0 | 1500,0 | 2100,0 |

Πίνακας 4: Καμπύλες ισχύος χρησιμοποιούμενων ανεμογεννητριών

Το Κ.Α.Π.Ε έχει διαχωρίσει τις κλάσεις του αιολικού δυναμικού σε κάθε περιοχή. Έτσι, διακρίνονται κλάσεις ταχύτητας ανέμου μεγαλύτερες των 6, 7, 8, 9, 10 m/s. Επιπλέον κάθε περιοχή αντιστοιχεί σε κάποια ζώνη ανάπτυξης. Από το δικτυακό τόπο της Ρ.Α.Ε λήφθηκαν τα στοιχεία των περιοχών αυτών καθώς και το ύψος της επιχορήγησης (σε ποσοστό επί του μηχανολογικού εξοπλισμού). Τα στοιχεία αυτά σε συνδυασμό με τις μέσες ταχύτητες του ανέμου για κάθε κλάση στις περιοχές αυτές δίνονται στον ακόλουθο πίνακα. Στην παρούσα εργασία οι μελέτες γίνονται για «κλάσεις αιολικού δυναμικού» μεγαλύτερες των 6 m/s, 8 m/s, 9 m/s και 10 m/s.

| Περιοχή | Ζώνη | Επιχορήγηση% | >6 m/s | >7 m/s | >8 m/s | >9 m/s | >10 m/s |
|-----------|------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Αγρίνιο | C | 40 | 6,72 | 7,65 | 8,57 | 9,3 | - |
| Αργολίδα | C | 40 | 6,6 | 7,5 | 8,3 | - | - |
| Αθήνα | A | 20 | - | 8,04 | 9,08 | 9,9 | 10,9 |
| Άρτα | C | 40 | 6,7 | 7,4 | - | - | - |
| Έβρος | C | 40 | 6,71 | 7,6 | 8,48 | 9,33 | - |
| Φλώρινα | B | 30 | - | 9 | 9,7 | 10,6 | 11,7 |
| Ημαθία | B | 30 | 6,38 | - | - | - | - |
| Ιωάννινα | C | 40 | 6,5 | 7,4 | - | - | - |
| Καλαμάτα | C | 40 | 6,9 | 7,8 | 8,7 | - | - |
| Καρδίτσα | B | 30 | 6,84 | 7,6 | 8,4 | - | - |
| Κόρινθος | C | 40 | 6,6 | 7,6 | 8,6 | - | - |
| Κοζάνη | B | 30 | 6,24 | - | - | - | - |
| Λαμία | B | 30 | 6,8 | 7,6 | 8,5 | 9,5 | - |
| Λάρισα | B | 30 | 6,2 | - | - | - | - |
| Μαγνησία | B | 30 | 6,4 | 7,3 | - | - | - |
| Πάτρα | C | 40 | 6,3 | - | - | - | - |
| Σέρρες | B | 30 | 6,8 | 7,9 | 9,1 | 10,1 | - |
| Θεσ/νίκη | A | 20 | 6,6 | 7,65 | 8,54 | 9,4 | - |
| Τρίπολη | C | 40 | 6,8 | 7,5 | 8,3 | - | - |
| Χαλκιδική | B | 30 | 6,5 | 7,5 | 8,2 | - | - |
| Ξάνθη | C | 40 | 6,75 | 7,55 | 8,44 | 9,3 | - |
| Ηράκλειο | B | 30 | - | 9,25 | 10,23 | 11 | 11,6 |
| Κέρκυρα | B | 30 | - | 7,81 | 9 | 10 | 11,2 |

| | | | | | | | |
|---------|---|----|---|------|------|------|-------|
| Λέσβος | C | 40 | - | 7,8 | 8,6 | 9,4 | 10,3 |
| Λευκάδα | B | 30 | - | 8,1 | 8,8 | 9,7 | 10,4 |
| Μήλος | B | 30 | - | 7,8 | 8,7 | 9,6 | 10,5 |
| Νάξος | B | 30 | - | 9,1 | 9,6 | 10,4 | 11,3 |
| Ρόδος | B | 30 | - | 8,27 | 9 | 9,9 | 11,07 |
| Σάμος | C | 40 | - | 8,6 | 9,5 | 10,4 | 11,1 |
| Σπάρτη | C | 40 | - | 7,9 | 8,8 | 9,7 | 10,6 |
| Χανιά | B | 30 | - | 8,69 | 9,55 | 10,6 | 11 |
| Χίος | C | 40 | - | 7,9 | 8,9 | 9,9 | 10,9 |

Πίνακας 5: Μέσες ταχύτητες για κάθε περιοχή (ΚΑΠΕ) και ποσοστά επιχορήγησης ανά ζώνη

6.2 Παραδοχές Έρευνας

Μια τεχνικοοικονομική μελέτη για ένα αιολικό πάρκο, με τη βοήθεια του λογισμικού RETScreen, είναι μια αρκετά επίπονη διαδικασία λόγω του μεγάλου όγκου των δεδομένων που απαιτούνται από το συγκεκριμένο πρόγραμμα. Επίσης η μελέτη δεν έγινε μόνο σε μια συγκεκριμένη περιοχή και για ένα συγκεκριμένο αιολικό δυναμικό. Για το λόγο αυτό έγιναν κάποιες παραδοχές ώστε να διευκολυνθεί η πραγματοποίηση των μελετών. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι, οι παραδοχές αυτές ίσως επηρέασαν τα αποτελέσματα των μελετών, σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό, αναλόγως την περιοχή και τον τύπο των ανεμογεννητριών.

Σε ό,τι αφορά την εισαγωγή των απωλειών των αιολικών πάρκων, θεωρήθηκε πως οι απώλειες λόγω καιρικών συνθηκών κυμαίνονται μεταξύ 0% (π.χ. νησιά) και 3% (Φλώρινα), αναλόγως του διαστήματος που παρατηρούνται φαινόμενα χιονόπτωσης και παγετού. Για τις απώλειες λόγω παύσης της λειτουργίας του πάρκου ή μέρους του (κάποιας ανεμογεννήτριας) (διαθεσιμότητα) θεωρήθηκαν απώλειες της τάξης του 2%, ενώ για τις απώλειες εξαιτίας άλλων αιτιών θεωρήθηκε τιμή 3%. Τέλος για τις απώλειες λόγω όμορου λήφθηκαν υπόψη παράμετροι όπως η έκταση της διαθέσιμης περιοχής (που ορίζεται από το ΚΑΠΕ για κάθε περιοχή), ο αριθμός των ανεμογεννητριών και η διάμετρος τους. Οι απώλειες αυτές

αυξάνονται όσο μειώνεται η διαθέσιμη έκταση, αυξάνεται ο αριθμός των ανεμογεννητριών και το μήκος του πτερυγίου τους.

Άλλη μια σημαντική παραδοχή έγινε σε ό,τι αφορά τη διασύνδεση του αιολικού πάρκου. Στις μελέτες θεωρήθηκε πως το αιολικό πάρκο είναι διασυνδεδεμένο με το κεντρικό δίκτυο κάτι που στην πραγματικότητα ισχύει για την πλειοψηφία των περιοχών εκτός από κάποια νησιά του Αιγαίου. Η παραδοχή αυτή έγινε ώστε ο υπολογισμός των οικονομικών αποτελεσμάτων να γίνει με τον ίδιο τρόπο σε όλη την Ελλάδα και τη μοναδική παράμετρο στη μελέτη να αποτελεί σχεδόν αποκλειστικά το αιολικό δυναμικό.

Επίσης θεωρήθηκαν σταθερές οι τιμές στις μελέτες σκοπιμότητας, στην ανάπτυξη των σχεδίων, στο σχεδιασμό του πάρκου από τους μηχανικούς, καθώς και το λειτουργικό και περιοδικό κόστος, αφού είναι πολύ δύσκολο να γίνει ακριβής προσδιορισμός των αμοιβών των συντηρητών των πάρκων σε κάθε περιοχή.

Παράλληλα θεωρήθηκε σταθερή η τιμή του ενεργειακού εξοπλισμού και έγινε αναγωγή του στο σύνολο της ισχύος που παράγει το αιολικό πάρκο (κόστος εξοπλισμού/παραγόμενο MW).

Τέλος για την περάτωση του έργου θεωρήθηκε ότι έχει εξασφαλιστεί δάνειο που θα καλύψει το 30% της επένδυσης με επιτόκιο αποπληρωμής 8% και αποπληρωμή σε 5 χρόνια. Επιπρόσθετα θεωρήθηκε φόρος στο 35% των κερδών, ο οποίος επιβάλλεται από την αρχή λειτουργίας του αιολικού πάρκου.

6.3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ξεκινά όταν τα πτερύγια των ανεμογεννητριών αρχίζουν να περιστρέφονται εξαιτίας της επίδρασης του ανέμου. Για κάθε ταχύτητα ανέμου, εντός των ορίων λειτουργίας της ανεμογεννήτριας, (ανάμεσα στην ταχύτητα έναρξης λειτουργίας U_0 και στην ταχύτητα διακοπής της λειτουργίας U_{max}), η παραγόμενη ενέργεια προκύπτει από το γινόμενο του αριθμού των ωρών εμφάνισης της συγκεκριμένης ταχύτητας ετησίως με την ισχύ

που αντιστοιχεί(σύμφωνα με την καμπύλη ισχύος). Με τον τρόπο αυτό κατασκευάζεται και η καμπύλη κατανομής παραγόμενης ενέργειας. Η συνολική ετήσια ενέργεια προκύπτει από το άθροισμα της παραγόμενης ενέργειας για όλες τις ταχύτητες ανέμου που λειτουργεί η ανεμογεννήτρια.

Με τη βοήθεια των δεδομένων του πίνακα στον οποίο αναφέρονται οι τιμές των καμπύλων ισχύος των ανεμογεννητριών κατασκευάζονται οι καμπύλες ισχύος των ανεμογεννητριών AA, AB, AC.

Από την καμπύλη για την ανεμογεννήτρια AA γίνεται εμφανές ότι αυτή ξεκινά να παράγει ισχύ για ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη των 2 m/s. Όσο αυξάνει η ένταση του ανέμου, αυξάνει και η τιμή της ισχύος που παράγει η ανεμογεννήτρια. Αυτό συμβαίνει μέχρι η ανεμογεννήτρια να φτάσει στην ονομαστική της ισχύ όταν η ταχύτητα του ανέμου φτάσει τα 13 m/s. Η λειτουργία της ανεμογεννήτριας διακόπτεται (για λόγους προστασίας του μηχανισμού) όταν η ταχύτητα του ανέμου ξεπεράσει τα 24 m/s.

Με την παραπάνω μέθοδο υπολογίστηκε η παραγόμενη ενέργεια σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας για αιολικό δυναμικό >6m/s, 8m/s, 9m/s και 10m/s και για τους τρεις τύπους ανεμογεννητριών που χρησιμοποιήθηκαν.

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν μετά την εισαγωγή των δεδομένων στο πρόγραμμα RETScreen, γίνεται εμφανές ότι στη συντριπτική πλειοψηφία των περιοχών ή αύξηση της ταχύτητας του ανέμου επιφέρει και αύξηση της παραγόμενης ενέργειας του αιολικού πάρκου. Έτσι, στην Αργολίδα, στην Αθήνα, στον Έβρο, στην Καλαμάτα, στην Καρδίτσα, στην Κόρινθο, στη Λαμία, στις Σέρρες, στη Θεσσαλονίκη, στην Τρίπολη, στη Χαλκιδική, στο Ηράκλειο, στη Νάξο, στη Ρόδο, στη Σάμο, στη Σπάρτη, στα Χανιά και στη Χίο παρατηρείται αύξηση της παραγόμενης ενέργειας συναρτήσει της αύξησης του αιολικού δυναμικού.

Αντίθετα σε περιοχές όπως το Αγρίνιο, η Ξάνθη, η Λέσβος και η Μήλος η παραγωγή της ενέργειας φαίνεται να ελαττώνεται με την

αύξηση του αιολικού δυναμικού. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην αύξηση των απωλειών του αιολικού πάρκου.

| ΑΑ | MWh | | | |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| | >6m/s | >8m/s | >9m/s | >10m/s |
| Περιοχή | | | | |
| Αργίτιο | 38.311 | 52.364 | 49.728 | - |
| Αργολίδα | 37.266 | 47.217 | - | - |
| Αθήνα | - | 55.373 | 59.141 | 61.583 |
| Άρτα | 38.137 | - | - | - |
| Έβρος | 38.610 | 52.356 | 56.640 | - |
| Φλώρινα | - | 57.658 | 59.044 | 59.432 |
| Ημαθία | 35.121 | - | - | - |
| Ιωάννινα | 36.396 | - | - | - |
| Καλαμάτα | 39.877 | 51.537 | - | - |
| Καρδίτσα | 39.355 | 50.847 | - | - |
| Κόρινθος | 37.266 | 48.863 | - | - |
| Κοζάνη | 33.940 | - | - | - |
| Λαμία | 39.007 | 51.361 | 54.517 | - |
| Λάρισα | 33.437 | - | - | - |
| Μαγνησία | 35.493 | - | - | - |
| Πάτρα | 34.526 | - | - | - |
| Σέρρες | 38.182 | 54.931 | 59.413 | - |
| Θεσ/νίκη | 37.643 | 52.714 | 54.647 | - |
| Τρίπολη | 39.007 | 50.771 | - | - |
| Χαλκιδική | 36.396 | 46.067 | - | - |
| Ξάνθη | 38.182 | 51.076 | 50.904 | - |
| Ηράκλειο | - | 60.419 | 62.689 | 63.725 |
| Κέρκυρα | - | 54.901 | 59.580 | 61.169 |
| Λέσβος | - | 52.541 | 56.948 | 53.956 |
| Λευκάδα | - | 55.373 | 58.264 | 59.092 |
| Μήλος | - | 53.131 | 56.090 | 52.033 |
| Νάξος | - | 57.825 | 60.920 | 63.226 |
| Ρόδος | - | 54.901 | 59.141 | 62.845 |
| Σάμος | - | 57.386 | 60.920 | 62.894 |
| Σπάρτη | - | 53.721 | 58.264 | 60.279 |
| Χανιά | - | 57.606 | 61.510 | 62.689 |
| Χίος | - | 54.311 | 59.141 | 62.394 |

Πίνακας 6: Παραγωγή ενέργειας (ΑΑ)

| ΑΑ | MWh | | | |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| | >6m/s | >8m/s | >9m/s | >10m/s |
| Περιοχή | | | | |
| Αργίριο | 35.111 | 49.315 | 47.119 | - |
| Αργολίδα | 34.097 | 44.180 | - | - |
| Αθήνα | - | 52.270 | 56.315 | 59.115 |
| Άρτα | 34.942 | - | - | - |
| Έβρος | 35.380 | 49.287 | 53.719 | - |
| Φλώρινα | - | 54.871 | 56.645 | 56.216 |
| Ημαθία | 32.381 | - | - | - |
| Ιωάννινα | 33.174 | - | - | - |
| Καλαμάτα | 36.631 | 48.566 | - | - |
| Καρδίτσα | 36.124 | 47.743 | - | - |
| Κόρινθος | 34.097 | 42.561 | - | - |
| Κοζάνη | 30.748 | - | - | - |
| Λαμία | 35.787 | 48.226 | 51.851 | - |
| Λάρισα | 30.293 | - | - | - |
| Μαγνησία | 32.244 | - | - | - |
| Πάτρα | 31.313 | - | - | - |
| Σέρρες | 35.007 | 51.857 | 56.604 | - |
| Θεσ/νίκη | 34.442 | 49.638 | 51.937 | - |
| Τρίπολη | 35.787 | 47.505 | - | - |
| Χαλκιδική | 33.174 | 37.427 | - | - |
| Ξάνθη | 35.007 | 48.024 | 48.234 | - |
| Ηράκλειο | - | 57.746 | 60.188 | 61.577 |
| Κέρκυρα | - | 51.807 | 56.748 | 57.783 |
| Λέσβος | - | 49.489 | 54.124 | 49.342 |
| Λευκάδα | - | 52.270 | 55.448 | 55.502 |
| Μήλος | - | 50.068 | 53.364 | 48.148 |
| Νάξος | - | 55.014 | 58.423 | 61.069 |
| Ρόδος | - | 51.807 | 56.315 | 60.394 |
| Σάμος | - | 54.580 | 58.423 | 60.482 |
| Σπάρτη | - | 50.648 | 55.448 | 57.831 |
| Χανιά | - | 54.797 | 59.011 | 60.188 |
| Χίος | - | 51.227 | 56.315 | 59.894 |

Πίνακας 7: Παραγωγή ενέργειας (ΑΒ)

| Περιοχή | >6m/s | >8m/s | >9m/s | >10m/s |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| Αγρίνιο | 38.117 | 52.556 | 49.896 | - |
| Αργολίδα | 37.021 | 45.293 | - | - |
| Αθήνα | - | 55.694 | 59.443 | 61.809 |
| Αρτα | 37.935 | - | - | - |
| Έβρος | 38.410 | 52.527 | 56.837 | - |
| Φλώρινα | - | 57.920 | 59.852 | 58.908 |
| Ημαθία | 35.364 | - | - | - |
| Ιωάννινα | 36.107 | - | - | - |
| Καλαμάτα | 39.762 | 51.757 | - | - |
| Καρδίτσα | 39.214 | 50.993 | - | - |
| Κόρινθος | 37.021 | 47.995 | - | - |
| Κοζάνη | 33.613 | - | - | - |
| Λαμία | 38.848 | 51.508 | 54.734 | - |
| Λάρισα | 33.116 | - | - | - |
| Μαγνησία | 35.193 | - | - | - |
| Πάτρα | 34.228 | - | - | - |
| Σέρρες | 38.004 | 55.222 | 59.573 | - |
| Θεσ/νίκη | 37.395 | 52.900 | 54.848 | - |
| Τρίπολη | 38.848 | 50.891 | - | - |
| Χαλκιδική | 36.107 | 44.744 | - | - |
| Ξάνθη | 38.004 | 51.232 | 51.076 | - |
| Ηράκλειο | - | 60.580 | 62.769 | 63.835 |
| Κέρκυρα | - | 55.208 | 59.875 | 59.354 |
| Λέσβος | - | 52.741 | 57.157 | 53.500 |
| Λευκάδα | - | 55.694 | 58.529 | 58.047 |
| Μήλος | - | 53.358 | 56.329 | 53.425 |
| Νάξος | - | 58.072 | 61.102 | 63.315 |
| Ρόδος | - | 55.208 | 59.443 | 62.917 |
| Σάμος | - | 57.614 | 61.102 | 62.969 |
| Σπάρτη | - | 53.975 | 58.529 | 60.481 |
| Χανιά | - | 57.843 | 61.715 | 62.796 |
| Χίος | - | 51.232 | 59.443 | 62.623 |

Πίνακας 8: Παραγωγή ενέργειας (AC)

6.4 Αποτελέσματα από την παραγωγή ενέργειας

Ως προς την παραγωγή ενέργειας, οι επιδόσεις του πάρκου με ανεμογεννήτριες ΑΑ, ιεραρχούνται ανά περιοχή ως εξής:

- Για αιολικό δυναμικό $>6\text{m/s}$ η Καλαμάτα εμφανίζει την μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας και ακολουθούν η Καρδίτσα, η Λαμία και η Τρίπολη, ο Έβρος, το Αγρίνιο, οι Σέρρες και η Ξάνθη, η Άρτα, η Θεσσαλονίκη, η Αργολίδα και η Κόρινθος, η Χαλκιδική και τα Ιωάννινα, η Μαγνησία, η Ημαθία, η Πάτρα, η Κοζάνη και τέλος η Λάρισα.
- Για αιολικό δυναμικό $>8\text{m/s}$ την μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας εμφανίζει το Ηράκλειο και ακολουθούν η Νάξος, η Φλώρινα, τα Χανιά, η Σάμος, η Αθήνα και η Λευκάδα, οι Σέρρες, η Κέρκυρα και η Ρόδος, η Χίος, η Σπάρτη, η Μήλος, η Θεσσαλονίκη, η Λέσβος, το Αγρίνιο, ο Έβρος, η Καλαμάτα, η Λαμία, η Ξάνθη, η Καρδίτσα, η Τρίπολη, η Κόρινθος, η Αργολίδα και τέλος η Χαλκιδική.
- Για αιολικό δυναμικό $>9\text{m/s}$ την μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας εμφανίζει το Ηράκλειο και ακολουθούν τα Χανιά, η Νάξος και η Σάμος, η Κέρκυρα, οι Σέρρες, η Ρόδος, η Αθήνα και η Χίος, η Φλώρινα, η Λευκάδα και η Σπάρτη, η Λέσβος, ο Έβρος, η Μήλος, η Θεσσαλονίκη, η Λαμία, η Ξάνθη και τέλος το Αγρίνιο.
- Για αιολικό δυναμικό $>10\text{m/s}$ η μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας εμφανίζεται στο Ηράκλειο και ακολουθούν η Νάξος, η Σάμος, η Ρόδος, τα Χανιά, η Χίος, η Αθήνα, η Κέρκυρα, η Σπάρτη, η Φλώρινα, η Λευκάδα, η Λέσβος και τέλος η Μήλος.

Παρόμοια αποτελέσματα εμφανίζονται και στα αιολικά πάρκα που τοποθέτησαν ανεμογεννήτριες τύπου ΑΒ και ΑC.

Από τα συνολικά αποτελέσματα αποκαλύπτεται ότι οι καλύτερες περιοχές για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων είναι αυτές που εμφανίζουν μεγάλες τιμές αιολικού δυναμικού. Επομένως οι παραθαλάσσιες περιοχές είναι αυτές που κεντρίζουν το ενδιαφέρον

των επενδυτών. Στις χαμηλές ταχύτητες ανέμων θεωρούνται οι περιοχές της Μαγνησίας, της Καρδίτσας και της Λάρισας.

6.5 Ανάλυση Οικονομικών Δεικτών

Το RETScreen εκτός από την ενέργεια που παράγεται στο υπό μελέτη αιολικό πάρκο, μπορεί να υπολογίσει και κάποιους σημαντικούς οικονομικούς δείκτες που σχετίζονται με την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης. Αυτοί είναι ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR) και η καθαρά παρούσα αξία (NPV).

Οι παραπάνω σημαντικοί οικονομικοί δείκτες υπολογίζονται πολύ εύκολα από το πρόγραμμα RETScreen, εισάγοντας όλα τα δεδομένα που αναλύθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση έγινε εισαγωγή των δεδομένων και για τους 3 προαναφερθέντες τύπους ανεμογεννητριών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Εδώ θα πρέπει να τονιστεί για μια ακόμη φορά ότι η ακρίβεια των αποτελεσμάτων δεν αγγίζει το 100%, καθώς έγιναν παραδοχές οι οποίες αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Παρόλα αυτά όμως τα αποτελέσματα που καταγράφονται στους πίνακες αυτούς δεν παύουν να μας βοηθούν να εξάγουμε μερικά ποιοτικά και χρήσιμα συμπεράσματα για την μεταβολή των IRR και NPV και επομένως την αποδοτικότητα της επένδυσης για τις 32 περιοχές στις οποίες γίνεται η μελέτη.

| ΑΑ | >6m/s | | >8m/s | | >9m/s | | >10m/s | |
|-------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|
| | IRR(%) | NPV (10 ⁶ €) | IRR(%) | NPV (10 ⁶ €) | IRR(%) | NPV (10 ⁶ €) | IRR(%) | NPV (10 ⁶ €) |
| Αγρίνιο | 24,1 | 12,46 | 33,9 | 20,65 | 32,0 | 19,11 | - | - |
| Αργολίδα | 23,4 | 11,85 | 30,3 | 17,65 | - | - | - | - |
| Αθήνα | - | - | 29,5 | 20,80 | 31,6 | 22,99 | 33,0 | 24,41 |
| Αρτα | 24,0 | 12,36 | - | - | - | - | - | - |
| Έβρος | 24,3 | 12,63 | 33,9 | 20,64 | 36,9 | 23,14 | - | - |
| Φλώρινα | - | - | 33,8 | 22,93 | 34,7 | 23,74 | 34,9 | 23,96 |
| Ημαθία | 19,7 | 9,80 | - | - | - | - | - | - |
| Ιωάννινα | 22,8 | 11,34 | - | - | - | - | - | - |
| Καλαμάτα | 25,2 | 13,37 | 33,3 | 20,16 | - | - | - | - |
| Καρδίτσα | 22,4 | 12,26 | 29,6 | 18,96 | - | - | - | - |
| Κόρινθος | 23,4 | 11,85 | 31,4 | 18,61 | - | - | - | - |
| Κοζάνη | 19,0 | 9,11 | - | - | - | - | - | - |
| Λαμία | 22,2 | 12,06 | 29,9 | 19,26 | 31,9 | 21,10 | - | - |
| Λάρισα | 18,7 | 8,82 | - | - | - | - | - | - |
| Μαγνησία | 20,0 | 10,01 | - | - | - | - | - | - |
| Πάτρα | 21,4 | 10,25 | - | - | - | - | - | - |
| Σέρρες | 21,7 | 11,58 | 32,1 | 21,34 | 34,9 | 23,95 | - | - |
| Θεσσαλονίκη | 19,5 | 10,46 | 28,0 | 19,25 | 29,1 | 20,37 | - | - |
| Τρίπολη | 24,6 | 12,86 | 32,8 | 19,72 | - | - | - | - |
| Χαλκιδική | 20,6 | 10,54 | 26,6 | 16,17 | - | - | - | - |
| Ξάνθη | 24,0 | 12,38 | 33,0 | 19,90 | 32,8 | 19,80 | - | - |
| Ηράκλειο | - | - | 35,5 | 24,54 | 37,0 | 25,86 | 37,6 | 26,46 |
| Κέρκυρα | - | - | 32,1 | 21,32 | 35,0 | 24,05 | 36,0 | 24,97 |
| Λέσβος | - | - | 34,0 | 20,75 | 37,1 | 23,32 | 35,0 | 21,57 |
| Λευκάδα | - | - | 32,4 | 21,6 | 34,2 | 23,28 | 34,7 | 23,76 |
| Μήλος | - | - | 31,0 | 20,29 | 32,8 | 22,02 | 30,3 | 19,65 |
| Νάξος | - | - | 33,9 | 23,03 | 35,8 | 24,83 | 37,3 | 26,17 |
| Ρόδος | - | - | 32,1 | 21,32 | 34,7 | 23,79 | 37,1 | 25,95 |
| Σάμος | - | - | 37,4 | 23,57 | 39,9 | 25,63 | 41,3 | 26,78 |
| Σπάρτη | - | - | 34,8 | 21,44 | 38,0 | 24,08 | 39,4 | 25,26 |
| Χανιά | - | - | 33,8 | 22,90 | 36,2 | 25,17 | 37,0 | 25,86 |
| Χίος | - | - | 35,2 | 21,78 | 38,6 | 24,60 | 40,9 | 26,49 |

Πίνακας 9:Ανεμογεννήτριες ΑΑ – Τιμές δεικτών IRR, NPV για κάθε περιοχή και αιολικό δυναμικό

| ΑΑ | >6m/s | | >8m/s | | >9m/s | | >10m/s | |
|-------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|
| | IRR(%) | NPV (10 ⁶ €) | IRR(%) | NPV (10 ⁶ €) | IRR(%) | NPV (10 ⁶ €) | IRR(%) | NPV (10 ⁶ €) |
| Αργίτιο | 23,0 | 10,96 | 33,3 | 19,24 | 31,7 | 17,96 | - | - |
| Αργολίδα | 22,2 | 10,37 | 29,6 | 16,24 | - | - | - | - |
| Αθήνα | - | - | 29,0 | 19,39 | 31,4 | 21,74 | 33,0 | 23,38 |
| Αρτα | 22,8 | 10,86 | - | - | - | - | - | - |
| Έβρος | 23,2 | 11,12 | 33,3 | 19,22 | 36,6 | 21,80 | - | - |
| Φλώρινα | - | - | 33,6 | 21,69 | 34,8 | 22,72 | 34,5 | 22,47 |
| Ημαθία | 18,9 | 8,58 | - | - | - | - | - | - |
| Ιωάννινα | 21,5 | 9,83 | - | - | - | - | - | - |
| Καλαμάτα | 24,1 | 11,85 | 32,8 | 18,80 | - | - | - | - |
| Καρδίτσα | 21,4 | 10,76 | 29,0 | 17,53 | - | - | - | - |
| Κόρινθος | 22,2 | 10,37 | 28,4 | 15,30 | - | - | - | - |
| Κοζάνη | 17,7 | 7,63 | - | - | - | - | - | - |
| Λαμία | 21,1 | 10,57 | 29,3 | 17,82 | 31,6 | 19,93 | - | - |
| Λάρισα | 17,4 | 7,37 | - | - | - | - | - | - |
| Μαγνησία | 18,8 | 8,50 | - | - | - | - | - | - |
| Πάτρα | 20,2 | 8,75 | - | - | - | - | - | - |
| Σέρρες | 20,6 | 10,11 | 31,6 | 19,93 | 34,7 | 22,70 | - | - |
| Θεσσαλονίκη | 18,4 | 9,00 | 27,5 | 17,85 | 28,8 | 19,19 | - | - |
| Τρίπολη | 23,5 | 11,35 | 32,0 | 18,18 | - | - | - | - |
| Χαλκιδική | 19,4 | 9,05 | 22,2 | 11,52 | - | - | - | - |
| Ξάνθη | 22,9 | 10,90 | 32,4 | 18,48 | 32,6 | 18,61 | - | - |
| Ηράκλειο | - | - | 35,5 | 23,36 | 37,1 | 24,79 | 38,0 | 25,60 |
| Κέρκυρα | - | - | 31,6 | 19,90 | 34,8 | 22,78 | 35,5 | 23,36 |
| Λέσβος | - | - | 33,5 | 19,34 | 36,9 | 22,04 | 33,4 | 19,25 |
| Λευκάδα | - | - | 31,9 | 20,17 | 34,0 | 22,02 | 34,0 | 22,06 |
| Μήλος | - | - | 30,5 | 18,89 | 32,6 | 20,81 | 29,2 | 17,77 |
| Νάξος | - | - | 33,7 | 21,77 | 35,9 | 23,76 | 37,7 | 25,30 |
| Ρόδος | - | - | 31,6 | 19,90 | 34,5 | 22,53 | 37,2 | 24,91 |
| Σάμος | - | - | 37,2 | 22,30 | 40,1 | 24,54 | 41,6 | 25,74 |
| Σπάρτη | - | - | 34,3 | 20,01 | 37,9 | 22,81 | 39,6 | 24,20 |
| Χανιά | - | - | 33,6 | 21,64 | 36,3 | 24,10 | 37,1 | 24,79 |
| Χίος | - | - | 34,8 | 20,35 | 38,5 | 23,31 | 41,2 | 25,40 |

Πίνακας 10: Ανεμογεννήτριες ΑΒ – Τιμές δεικτών IRR, NPV για κάθε περιοχή και αιολικό δυναμικό

| ΑΑ | >6m/s | | >8m/s | | >9m/s | | >10m/s | |
|-------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|
| | IRR(%) | NPV (10 ⁶ €) | IRR(%) | NPV (10 ⁶ €) | IRR(%) | NPV (10 ⁶ €) | IRR(%) | NPV (10 ⁶ €) |
| Αγρίνιο | 25,5 | 12,82 | 36,3 | 21,23 | 34,3 | 19,68 | - | - |
| Αργολίδα | 24,7 | 12,18 | 30,9 | 17,00 | - | - | - | - |
| Αθήνα | - | - | 31,4 | 21,50 | 33,7 | 23,68 | 35,1 | 25,06 |
| Αρτα | 25,4 | 12,71 | - | - | - | - | - | - |
| Έβρος | 25,8 | 12,99 | 36,2 | 21,21 | 39,5 | 23,72 | - | - |
| Φλώρινα | - | - | 36,1 | 23,57 | 37,4 | 24,70 | 36,7 | 24,15 |
| Ημαθία | 21,1 | 10,43 | - | - | - | - | - | - |
| Ιωάννινα | 24,1 | 11,64 | - | - | - | - | - | - |
| Καλαμάτα | 26,8 | 13,77 | 35,7 | 20,76 | - | - | - | - |
| Καρδίτσα | 23,7 | 12,67 | 31,5 | 19,54 | - | - | - | - |
| Κόρινθος | 24,7 | 12,18 | 32,9 | 18,57 | - | - | - | - |
| Κοζάνη | 20,2 | 9,41 | - | - | - | - | - | - |
| Λαμία | 23,5 | 12,46 | 31,8 | 19,84 | 34,0 | 21,72 | - | - |
| Λάρισα | 19,6 | 9,12 | - | - | - | - | - | - |
| Μαγνησία | 21,0 | 10,33 | - | - | - | - | - | - |
| Πάτρα | 22,7 | 10,55 | - | - | - | - | - | - |
| Σέρρες | 22,9 | 11,97 | 34,3 | 22,00 | 37,2 | 24,54 | - | - |
| Θεσσαλονίκη | 20,5 | 10,83 | 29,8 | 19,87 | 30,9 | 21,00 | - | - |
| Τρίπολη | 26,1 | 13,24 | 35,0 | 20,26 | - | - | - | - |
| Χαλκιδική | 21,6 | 10,86 | 27,4 | 15,90 | - | - | - | - |
| Ξάνθη | 25,5 | 12,75 | 35,3 | 20,46 | 35,2 | 20,37 | - | - |
| Ηράκλειο | - | - | 37,9 | 25,12 | 39,3 | 26,41 | 40,0 | 27,02 |
| Κέρκυρα | - | - | 34,3 | 21,99 | 37,4 | 24,71 | 37,0 | 24,41 |
| Λέσβος | - | - | 36,4 | 21,34 | 39,7 | 23,91 | 37,0 | 21,78 |
| Λευκάδα | - | - | 34,6 | 22,28 | 36,5 | 23,93 | 36,2 | 23,65 |
| Μήλος | - | - | 33,1 | 20,92 | 35,0 | 22,65 | 33,1 | 20,96 |
| Νάξος | - | - | 36,2 | 23,66 | 38,2 | 25,43 | 39,7 | 26,72 |
| Ρόδος | - | - | 34,3 | 21,99 | 37,1 | 24,46 | 39,4 | 26,49 |
| Σάμος | - | - | 40,1 | 24,18 | 42,7 | 26,21 | 44,1 | 27,30 |
| Σπάρτη | - | - | 37,3 | 22,06 | 40,7 | 24,71 | 42,2 | 25,85 |
| Χανιά | - | - | 36,0 | 23,53 | 38,6 | 25,79 | 39,3 | 26,41 |
| Χίος | - | - | 37,8 | 22,42 | 41,4 | 25,24 | 43,8 | 27,09 |

Πίνακας 11: Ανεμογεννήτριες AC – Τιμές δεικτών IRR, NPV για κάθε περιοχή και αιολικό δυναμικό

Από τους παραπάνω πίνακες εύκολα καταδεικνύεται ότι, τόσο ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) όσο και η καθαρή παρούσα αξία (NPV), αυξάνονται ανάλογα με το αιολικό δυναμικό. Αυτό βλέπουμε ότι ισχύει για κάθε περιοχή και για τους 3 τύπους ανεμογεννητριών.

Με άλλα λόγια, μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι, επαληθεύεται η θεωρία, σύμφωνα με την οποία, η ενέργεια που παράγεται από κάθε ανεμογεννήτρια εξαρτάται από το αιολικό δυναμικό της περιοχής στην οποία είναι εγκατεστημένη.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρούμε ότι, η θεωρία αυτή βρίσκει απόλυτη εφαρμογή στην πλειονότητα των περιοχών που μελετούνται. Αντίθετα, παρατηρούμε ότι, σε ελάχιστες περιπτώσεις αύξηση του αιολικού δυναμικού δεν συνεπάγεται ταυτόχρονη αύξηση των οικονομικών δεικτών. Η εξήγηση για αυτό το γεγονός παρέχεται από τον ΚΑΠΕ. Σύμφωνα με τα στοιχεία του συγκεκριμένου ιστοτόπου, σε κάθε κατηγορία αιολικού δυναμικού αντιστοιχεί μια συγκεκριμένη έκταση της περιοχής που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου. Αύξηση του αιολικού δυναμικού σημαίνει αντίστοιχη μείωση της διαθέσιμης έκτασης σε κάθε περιοχή. Κάτι τέτοιο, μετά από λίγη σκέψη φαντάζει απόλυτα λογικό αφού, σχεδόν σε κάθε περιοχή της Ελλάδας, μπορεί να καταγραφεί αιολικό δυναμικό της τάξης των 6 m/s, όμως δεν είναι το ίδιο εύκολο στην ίδια περιοχή να καταγραφούν μεγαλύτερες τιμές. Ακόμα όμως και στην περίπτωση που κάτι τέτοιο συμβαίνει, συγκεντρώνουν μεγάλες πιθανότητες αυτές να καταγράφονται σε μικρότερες εκτάσεις ή σε κορυφογραμμές. Μείωση της διαθέσιμης έκτασης για την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου, οδηγεί τους μηχανικούς στην τοποθέτηση των ανεμογεννητριών σε κοντινές αποστάσεις μεταξύ τους, κάτι που προκαλεί αύξηση των απωλειών λόγω όμορου. Αυτό συμβαίνει διότι η λειτουργία κάθε ανεμογεννήτριας επηρεάζεται από τις γειτονικές της. Σε αυτές ακριβώς τις απώλειες οφείλονται τα διαφορετικής φύσεως αποτελέσματα που καταγράφονται σε συγκεκριμένες περιοχές. Για παράδειγμα στο Αγρίνιο παρατηρούμε ότι αύξηση της τιμής του

αιολικού δυναμικού από 8 m/s σε 9 m/s συνοδεύεται από μείωση των οικονομικών δεικτών. Συγκεκριμένα για τη δεύτερη ανεμογεννήτρια κατά τη μετάβαση του αιολικού δυναμικού από 8 m/s σε 9 m/s, ο IRR από 33,4 ελαττώνεται σε 31,8 ενώ ο NPV από 19,3 σε 17,99. Το ίδιο παρατηρούμε ότι συμβαίνει και σε άλλες περιοχές με σχετικά υψηλούς οικονομικούς δείκτες, όπως η Λέσβος και η Μήλος.

6.6 Ανάλυση Ευαισθησίας

Μελετάται η επίδραση, του τύπου των ανεμογεννητριών που χρησιμοποιούνται σε ένα αιολικό πάρκο, στους οικονομικούς δείκτες IRR και NPV. Για το σκοπό αυτό επιλέγονται 8 τύποι ανεμογεννητριών (AD, AE, AF, AG, AH, AI, AJ, AK), τα χαρακτηριστικά των οποίων αντιστοιχούν στα χαρακτηριστικά πραγματικών ανεμογεννητριών που κυκλοφορούν στην αγορά.

Το μοναδικό κοινό σημείο αναφοράς τους είναι η ισχύς τους (όλες οι ανεμογεννήτριες έχουν ονομαστική ισχύ 2MW). Στη συνέχεια παρουσιάζονται σε μορφή πινάκων τα κυριότερα χαρακτηριστικά στοιχεία κάθε τύπου ανεμογεννητριών που χρησιμοποιούνται στο αιολικό πάρκο καθώς και οι αντίστοιχες καμπύλες ισχύος.

| | ΙΣΧΥΣ (KW) | ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ (m) | ΥΨΟΣ (m) | ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΑΡΩΣΗΣ (m ²) |
|----|---------------|----------------------------|-------------|--------------------------------------|
| AD | 2000 | 76 | 60 | 4536,46 |
| AE | 2000 | 80 | 80 | 5026,5 |
| AF | 2000 | 82 | 78 | 5281 |
| AG | 2000 | 80 | 60 | 5026,5 |
| AH | 2000 | 70 | 65 | 3848,5 |
| AI | 2000 | 88 | 80 | 6082 |
| AJ | 2000 | 80 | 60 | 5026,5 |
| AK | 2000 | 90 | 80 | 6361,7 |

Πίνακας 12: Κύρια χαρακτηριστικά χρησιμοποιούμενων ανεμογεννητριών

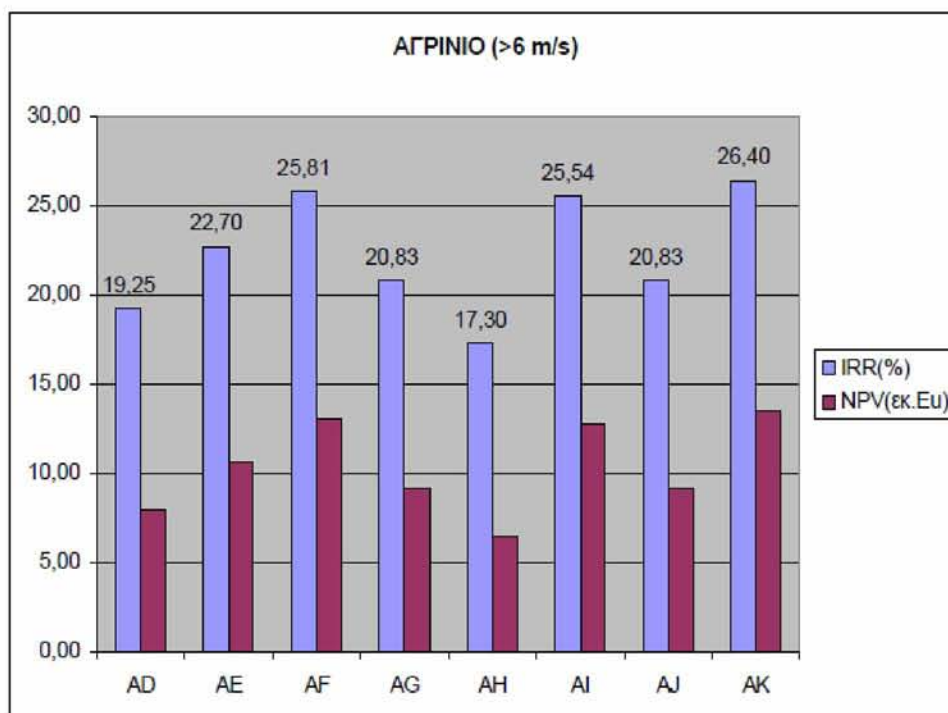
| | AD | AE | AF | AG | AH | AI | AJ | AK |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| U (m/s) | P (kW) | P (kW) | P (kW) | P (kW) | P (kW) | P (kW) | P (kW) | P (kW) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 43 | 51 | 82 | 66,3 | 18 | 14 | 66,3 | 90 |
| 5 | 133 | 145 | 174 | 152 | 94 | 138 | 151 | 201 |
| 6 | 237 | 276 | 321 | 280 | 197 | 312 | 280 | 366 |
| 7 | 401 | 457 | 532 | 457 | 333 | 546 | 457 | 595 |
| 8 | 623 | 692 | 815 | 690 | 512 | 840 | 690 | 891 |
| 9 | 886 | 985 | 1180 | 978 | 735 | 1180 | 978 | 1236 |
| 10 | 1190 | 1321 | 1612 | 1296 | 1009 | 1535 | 1296 | 1584 |
| 11 | 1502 | 1639 | 1890 | 1598 | 1305 | 1856 | 1598 | 1859 |
| 12 | 1740 | 1850 | 2000 | 1818 | 1597 | 2037 | 1818 | 1975 |
| 13 | 1891 | 1954 | 2050 | 1935 | 1865 | 2088 | 1935 | 1998 |
| 14 | 1962 | 1997 | 2050 | 1980 | 2000 | 2100 | 1980 | 2000 |
| 15 | 1988 | 2000 | 2050 | 1995 | 2000 | 2100 | 1995 | 2000 |
| 16 | 1996 | 2000 | 2050 | 1999 | 2000 | 2100 | 1999 | 2000 |
| 17 | 1999 | 2000 | 2050 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| 18 | 2000 | 2000 | 2050 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| 19 | 2000 | 2000 | 2050 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| 20 | 2000 | 2000 | 2050 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| 21 | 2000 | 2000 | 2050 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| 22 | 2000 | 2000 | 2050 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| 23 | 2000 | 2000 | 2050 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| 24 | 2000 | 2000 | 2050 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| 25 | 2000 | 2000 | 2050 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |

Πίνακας 13: Καμπύλες ισχύος χρησιμοποιούμενων ανεμογεννητριών

Η μελέτη θα γίνει σε δυο περιοχές της Ελλάδας. Επιλέγεται η Σάμος (που είναι και η περιοχή με τις καλύτερες επιδόσεις των δεικτών IRR και NPV) και η περιοχή του Αγρινίου (που είναι μια περιοχή που εμφανίζονται απώλειες λόγω ομόρων).

| ΑΓΡΙΝΙΟ (>6 m/s) | IRR (%) | NPV (εκ.Ευ) | B/C |
|------------------|---------|-------------|------|
| AD | 19,25 | 7,92 | 1,91 |
| AE | 22,70 | 10,59 | 2,22 |
| AF | 25,81 | 13,03 | 2,50 |
| AG | 20,83 | 9,14 | 2,05 |
| AH | 17,30 | 6,44 | 1,74 |
| AI | 25,54 | 12,82 | 2,48 |
| AJ | 20,83 | 9,13 | 2,05 |
| AK | 26,40 | 13,49 | 2,56 |

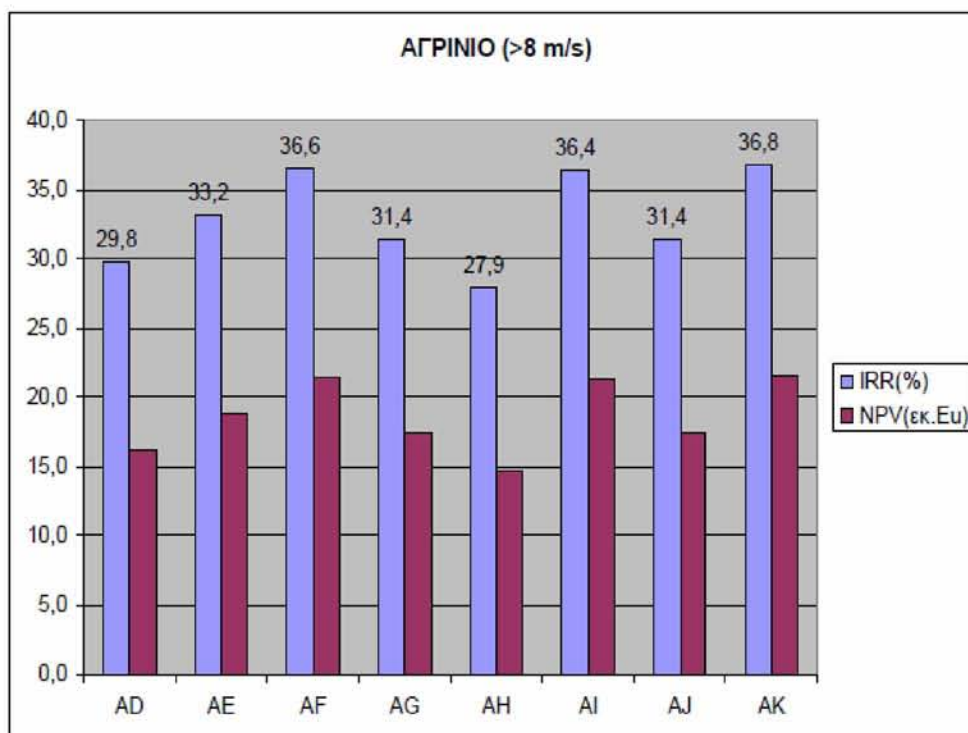
Πίνακας 14:Οικονομικοί δείκτες IRR-NPV-B/C για κάθε ανεμογεννήτρια στην περιοχή του Αγρινίου για άνεμο >6 m/s



Σχήμα 10:Γραφική απεικόνιση δεικτών IRR-NPV για κάθε ανεμογεννήτρια στην περιοχή του Αγρινίου για άνεμο >6 m/s

| ΑΓΡΙΝΙΟ (>8 m/s) | IRR (%) | NPV (εκ.Ευ) | B/C |
|------------------|---------|-------------|------|
| AD | 29,8 | 16,17 | 2,87 |
| AE | 33,2 | 18,82 | 3,17 |
| AF | 36,6 | 21,48 | 3,48 |
| AG | 31,4 | 17,42 | 3,01 |
| AH | 27,9 | 14,67 | 2,69 |
| AI | 36,4 | 21,34 | 3,46 |
| AJ | 31,4 | 17,42 | 3,01 |
| AK | 36,8 | 21,62 | 3,50 |

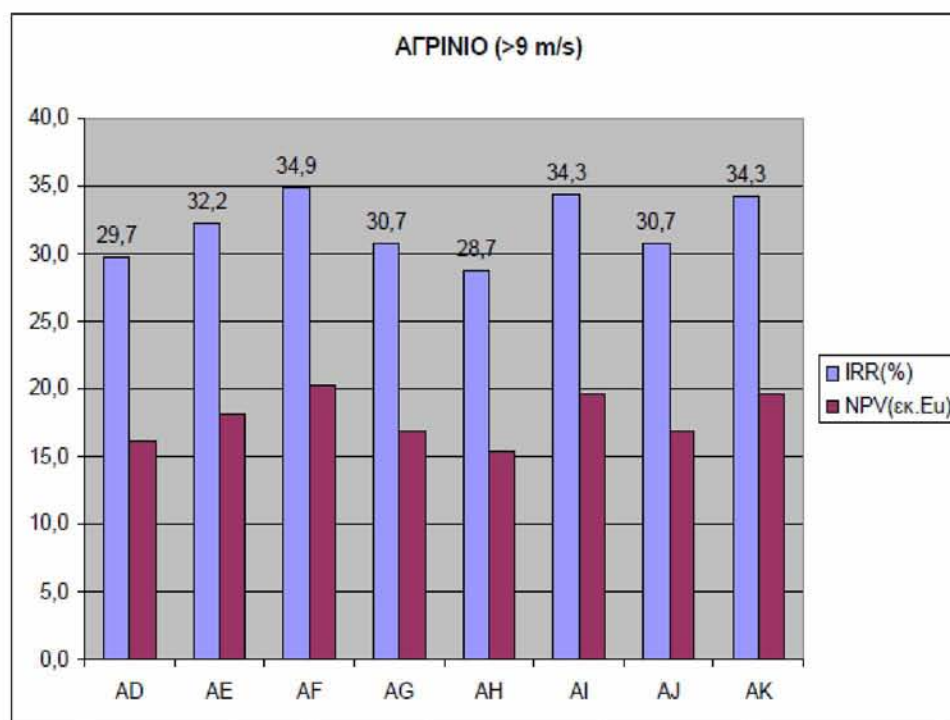
Πίνακας 15: Οικονομικοί δείκτες IRR-NPV-B/C για κάθε ανεμογεννήτρια στην περιοχή του Αγρινίου για άνεμο >8 m/s



Σχήμα 11: Γραφική απεικόνιση δεικτών IRR-NPV για κάθε ανεμογεννήτρια στην περιοχή του Αγρινίου για άνεμο >8 m/s

| ΑΓΡΙΝΙΟ (>9 m/s) | IRR (%) | NPV (εκ. Ευ) | B/C |
|------------------|---------|--------------|------|
| AD | 29,7 | 16,09 | 2,86 |
| AE | 32,2 | 18,08 | 3,09 |
| AF | 34,9 | 20,15 | 3,33 |
| AG | 30,7 | 16,89 | 2,95 |
| AH | 28,7 | 15,33 | 2,77 |
| AI | 34,3 | 19,68 | 3,27 |
| AJ | 30,7 | 16,89 | 2,95 |
| AK | 34,3 | 19,67 | 3,27 |

Πίνακας 16: Οικονομικοί δείκτες IRR-NPV-B/C για κάθε ανεμογεννήτρια στην περιοχή του Αγρινίου για άνεμο >9 m/s



Σχήμα 12: Γραφική απεικόνιση δεικτών IRR-NPV για κάθε ανεμογεννήτρια στην περιοχή του Αγρινίου για άνεμο >9 m/s

Από τα χαρακτηριστικά στοιχεία των ανεμογεννητριών είναι εμφανής η ομοιότητα των ανεμογεννητριών AG και AJ τόσο ως προς την ισχύ τους, το ύψος τους και την περιοχή σάρωσής τους, όσο και ως προς την καμπύλη ισχύος της κάθε μιας. Τα αποτελέσματα των μελετών καταδεικνύουν ανάλογη ομοιότητα (ως προς τους οικονομικούς δείκτες IRR και NPV).

Για αιολικό δυναμικό μεγαλύτερο των 6 m/s η ανεμογεννήτρια AK δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα ενώ ακολουθούν η AF, η AI, η AE, οι AG και AJ, η AD και η AH. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται η θέση των ανεμογεννητριών για την περιοχή του Αγρινίου για κάθε κλάση αιολικού δυναμικού με βάση τους οικονομικούς δείκτες που προκύπτουν.

| ΑΓΡΙΝΙΟ | | |
|-----------|-----------|-----------|
| >6 m/s | >8 m/s | >9 m/s |
| (1) AK | (1) AK | (1) AF |
| (2) AF | (2) AF | (2) AK-AI |
| (3) AI | (3) AI | (3) AE |
| (4) AE | (4) AE | (4) AG-AJ |
| (5) AG-AJ | (5) AG-AJ | (5) AD |
| (6) AD | (6) AD | (6) AH |
| (7) AH | (7) AH | |

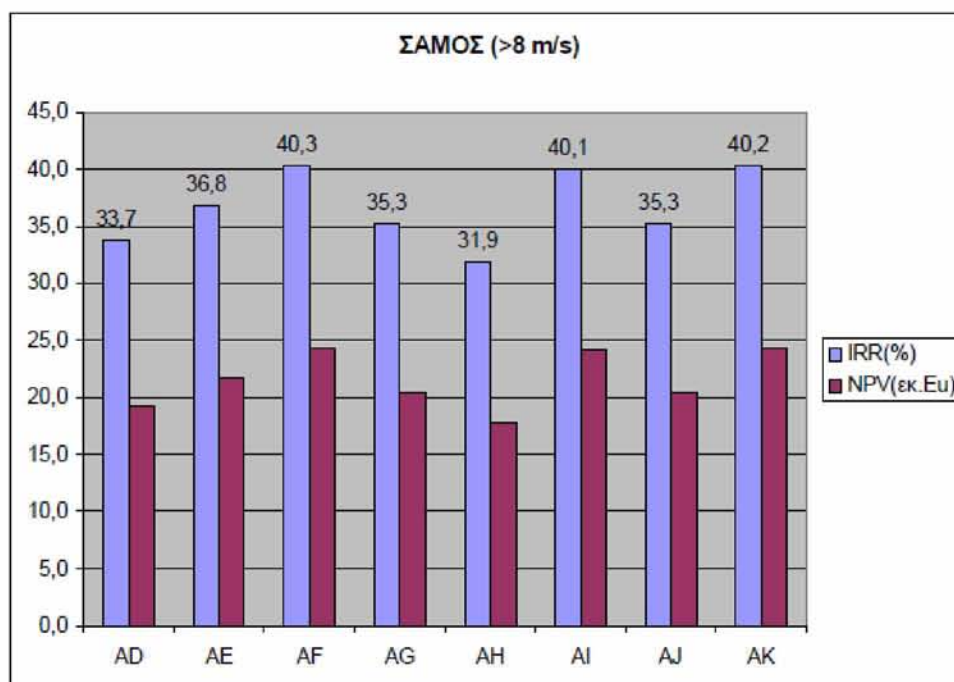
Πίνακας 17: Κατάταξη ανεμογεννητριών ανάλογα με τις επιδόσεις του πάρκου (IRR-NPV)

Από τα αποτελέσματα γίνεται εμφανές πως τελικά σε ό,τι αφορά τη συμπεριφορά των ανεμογεννητριών, σημαντική επίδραση έχουν παράμετροι όπως το ύψος της ανεμογεννήτριας, το μήκος του πτερυγίου, η περιοχή σάρωσης, αλλά κυρίως η καμπύλη ισχύος. Επίσης, αποδεικνύεται πως το ύψος των ανεμογεννητριών επιδρά θετικά στη συμπεριφορά τους.

Οι τιμές των οικονομικών δεικτών IRR, NPV και B/C που προέκυψαν από τις μελέτες με το πρόγραμμα RETScreen για την περιοχή της Σάμου παρατίθενται στους ακόλουθους πίνακες για κάθε κλάση αιολικού δυναμικού.

| ΣΑΜΟΣ (>8 m/s) | IRR (%) | NPV (εκ.Ευ) | B/C |
|----------------|---------|-------------|------|
| AD | 33,7 | 19,26 | 3,22 |
| AE | 36,8 | 21,68 | 3,50 |
| AF | 40,3 | 24,33 | 3,81 |
| AG | 35,3 | 20,46 | 3,36 |
| AH | 31,9 | 17,79 | 3,05 |
| AI | 40,1 | 24,18 | 3,79 |
| AJ | 35,3 | 20,46 | 3,36 |
| AK | 40,2 | 24,32 | 3,81 |

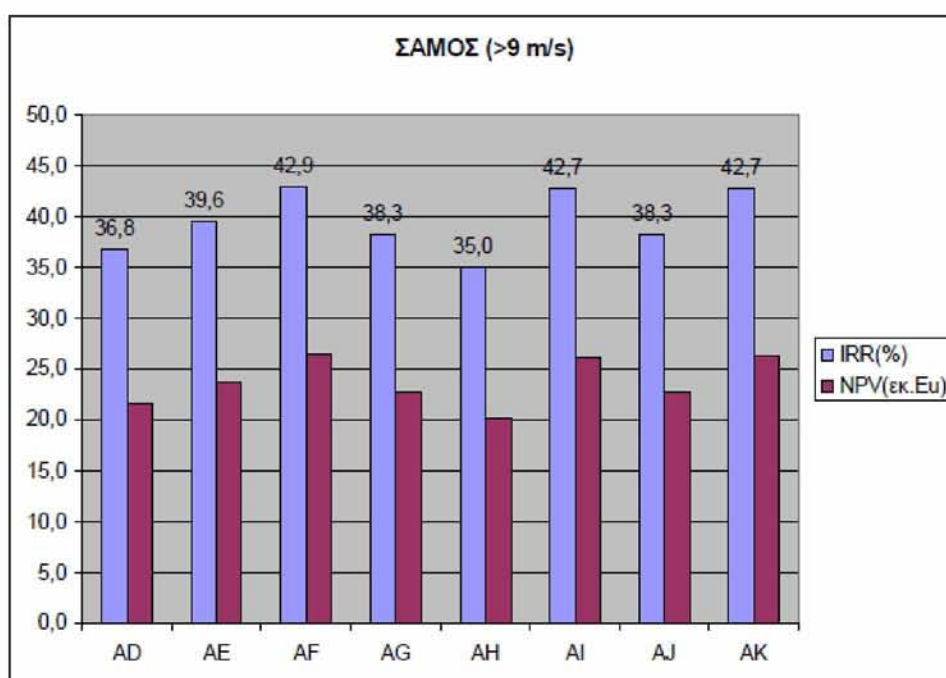
Πίνακας 18: Οικονομικοί δείκτες IRR-NPV-B/C για κάθε ανεμογεννήτρια στην περιοχή της Σάμου για άνεμο >8 m/s



Σχήμα 13: Γραφική απεικόνιση δεικτών IRR-NPV για κάθε ανεμογεννήτρια στην περιοχή της Σάμου για άνεμο >8 m/s

| ΣΑΜΟΣ (>9 m/s) | IRR (%) | NPV (εκ. Ευ) | B/C |
|----------------|---------|--------------|------|
| AD | 36,8 | 21,67 | 3,50 |
| AE | 39,6 | 23,79 | 3,75 |
| AF | 42,9 | 26,40 | 4,05 |
| AG | 38,3 | 22,81 | 3,63 |
| AH | 35,0 | 20,24 | 3,34 |
| AI | 42,7 | 26,21 | 4,02 |
| AJ | 38,3 | 22,80 | 3,63 |
| AK | 42,7 | 26,25 | 4,03 |

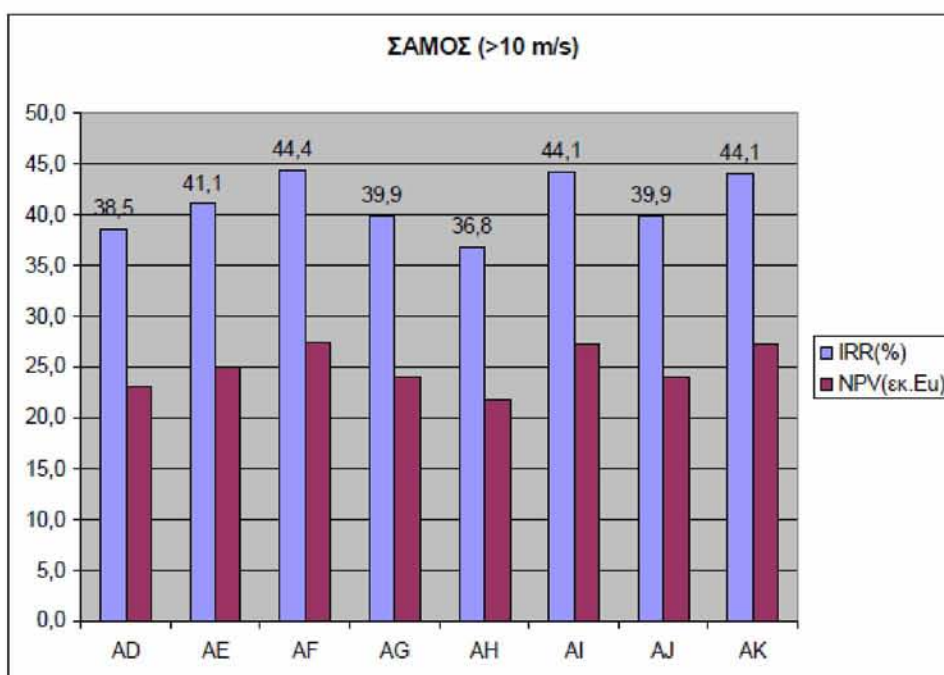
Πίνακας 19: Οικονομικοί δείκτες IRR-NPV-B/C για κάθε ανεμογεννήτρια στην περιοχή της Σάμου για άνεμο >9 m/s



Σχήμα 14: Γραφική απεικόνιση δεικτών IRR-NPV για κάθε ανεμογεννήτρια στην περιοχή της Σάμου για άνεμο >9 m/s

| ΣΑΜΟΣ (>10 m/s) | IRR (%) | NPV (εκ.Ευ) | B/C |
|-----------------|---------|-------------|------|
| AD | 38,5 | 23,00 | 3,65 |
| AE | 41,1 | 24,96 | 3,88 |
| AF | 44,4 | 27,52 | 4,18 |
| AG | 39,9 | 24,08 | 3,78 |
| AH | 36,8 | 21,68 | 3,50 |
| AI | 44,1 | 27,30 | 4,15 |
| AJ | 39,9 | 24,08 | 3,78 |
| AK | 44,1 | 27,28 | 4,15 |

Πίνακας 20:Οικονομικοί δείκτες IRR-NPV-B/C για κάθε ανεμογεννήτρια στην περιοχή της Σάμου για άνεμο >10 m/s



Σχήμα 15:Γραφική απεικόνιση δεικτών IRR-NPV για κάθε ανεμογεννήτρια στην περιοχή της Σάμου για άνεμο >10 m/s

Στην περιοχή της Σάμου, οι ανεμογεννήτριες AF δίνουν τα καλύτερα οικονομικά αποτελέσματα. Χαρακτηριστικό της περιοχής (εξαιτίας των ισχυρών ανέμων (άφθονο αιολικό δυναμικό), αλλά και των μηδαμινών απωλειών λόγω γειννίασης των ανεμογεννητριών μεταξύ τους) είναι πως δεν υπάρχουν ανακατατάξεις ως προς τη σειρά κατάταξης των ανεμογεννητριών με βάση τους οικονομικούς δείκτες που εμφανίζονται.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο πίνακας κατάταξης των ανεμογεννητριών με βάση τις οικονομικές τους επιδόσεις.

| ΣΑΜΟΣ | | |
|-----------|-----------|-----------|
| >8 m/s | >9 m/s | >10 m/s |
| (1) AF | (1) AF | (1) AF |
| (2) AK | (2) AK-AI | (2) AK-AI |
| (3) AI | (3) AE | (3) AE |
| (4) AE | (4) AG-AJ | (4) AG-AJ |
| (5) AG-AJ | (5) AD | (5) AD |
| (6) AD | (6) AH | (6) AH |
| (7) AH | | |

Πίνακας 21: Κατάταξη ανεμογεννητριών ανάλογα με τις επιδόσεις του πάρκου (IRR-NPV)

Επαληθεύεται και εδώ η άποψη ότι, η συμπεριφορά των ανεμογεννητριών δεν σχετίζεται μόνο με την ισχύ τους, αλλά και με τον τύπο τους. Όμως δεν μπορεί να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα πως, όσο αυξάνει το μήκος του πτερυγίου μιας ανεμογεννήτριας, τόσο βελτιώνεται η συμπεριφορά της (η AK με διάμετρο 90m δίνει μικρότερους δείκτες IRR και NPV από την AF με διάμετρο 82m).

Από την ανάλυση ευαισθησίας των ανεμογεννητριών προκύπτει για άλλη μια φορά πως όσο μικραίνει ο διαθέσιμος χώρος για την εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου, τόσο μεγαλύτερες είναι οι απώλειες και τόσο μικρότερα είναι τα οικονομικά αποτελέσματα. Χαρακτηριστικό είναι πως στην περιοχή του Αγρινίου σχεδόν όλες οι ανεμογεννήτριες εμφανίζουν χαμηλότερες τιμές IRR και NPV σε

αιολικό δυναμικό μεγαλύτερο των 9 m/s σε σχέση με το αιολικό δυναμικό των 8 m/s και άνω (ειδικά όσες έχουν μεγάλη διάμετρο πτερυγίου).

Τελικά απ' όλες της μελέτες οικονομικής διεύθυνσης του αιολικού δυναμικού στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας, παρατηρήθηκε πως η περιοχή της Σάμου εμφανίζει τους καλύτερους οικονομικούς δείκτες. Στην περιοχή αυτή οι ανεμογεννήτριες τύπου AF εμφανίζουν τα καλύτερα αποτελέσματα.

Κεφάλαιο 7ο

Δυναμική της Θεσσαλίας

7.1 Εισαγωγή

Η Θεσσαλία αποτελεί γεωγραφικό διαμέρισμα της Ελλάδας, το οποίο προσαρτήθηκε το 1881. Αποτελείται από τους νομούς Λάρισας, Μαγνησίας, Τρικάλων και Καρδίτσας. Έχει συνολική έκταση 14.036km² και αντιπροσωπεύει το 11% περίπου της συνολικής έκτασης της ελληνικής επικράτειας.

Το έδαφος της είναι 50% ορεινό – ημιορεινό και 50% πεδινό. Η πεδιάδα της Θεσσαλίας είναι η μεγαλύτερη πεδιάδα και ο σιτοβολώνας της ελληνικής επικράτειας. Διαρρέεται κατά τον άξονα ανατολή – δύση από τον ποταμό Πηνειό, το τρίτο μεγαλύτερο ποτάμι της χώρας. Στον ορεινό όγκο περιλαμβάνονται ο Όλυμπος, το νότιο τμήμα της οροσειράς της Πίνδου, το βόρειο τμήμα των Αγράφων, η Όσσα, το Πήλιο και η Όθρυς.

7.2 Φυτική Παραγωγή

Στη Θεσσαλία καλλιεργούνται συνολικά 4.109.000 στρέμματα. Το 46% της καλλιεργούμενης έκτασης βρίσκεται στο Ν. Λάρισας. Οι ετήσιες καλλιέργειες καλύπτουν το 81,1% της συνολικής έκτασης ενώ οι δενδρώδεις το 11,1% αυτής.

Όσον αφορά τη φυτική παραγωγή, η Περιφέρεια Θεσσαλίας παράγει το 14,2% της αγροτικής παραγωγής της χώρας (η 2^η μεγαλύτερη συμμετοχή μετά την Κεντρική Μακεδονία), το 6,5% της μεταποιητικής παραγωγής και το 5,2% των υπηρεσιών.

Ανάμεσα στους τέσσερις νομούς παρουσιάζονται διαφορές ως προς την αγροτική δραστηριότητα. Στο Ν. Καρδίτσας το 94,1% των εκτάσεων καλύπτεται από ετήσιες καλλιέργειες. Στον Ν. Μαγνησίας οι ετήσιες καλλιέργειες καλύπτουν το 53%, ενώ το 37,4% των καλλιεργούμενων εκτάσεων είναι δενδρώδεις, ποσοστό που αντιστοιχεί στο 60% των εκτάσεων με δενδρώδεις καλλιέργειες στη

Θεσσαλία. Επόμενος νομός έρχεται ο Ν. Λάρισας με ποσοστό δενδρωδών καλλιεργούμενων εκτάσεων 8,4%.

Από τις πολυετείς καλλιέργειες η πιο διαδεδομένη είναι η καλλιέργεια της μηλιάς (κυρίως στο Πήλιο και στην Αγιά), καλύπτοντας περίπου 42.000 στρέμματα. Έπεται η καλλιέργεια του αμπελιού με 39.000 στρέμματα, της ροδακινιάς και της αχλαδιά που καλύπτουν 15.000 στρέμματα, ενώ οι κερασιές καλύπτουν 5.000 στρέμματα.

Οι βιολογικές καλλιέργειες σύμφωνα με στοιχεία του 2003 καλύπτουν έκταση 61.320 στρέμματα. Η πλειοψηφία των εκτάσεων αυτών αφορά βοσκοτόπους (47.835 στρ.) και ακολουθούν το σκληρό σιτάρι (5.993 στρ.) και η ελιά (3.132 στρ.).

Οι ετήσιες καλλιέργειες στην περιοχή της Θεσσαλίας είναι πλήρως μηχανοποιημένες σε όλα τα στάδια παραγωγής, από τη σπορά ή μεταφύτευση έως και τη συγκομιδή και αφορά κυρίως το βαμβάκι και τα δημητριακά. Σημαντικές είναι και οι εκτάσεις με βιομηχανική τομάτα, κυρίως, στο Ν. Λαρίσης. Η ύπαρξη εργοστασίων μεταποίησης της βιομηχανικής τομάτας επέκτεινε τη δυναμική αυτή καλλιέργεια σε μεγάλες περιοχές της Θεσσαλίας και πιθανόν να τη διατηρήσει παρά τα σημερινά προβλήματα στη διάθεση των προϊόντων της διεθνώς, όπως αυτά έχουν ανακύψει, κυρίως, τα τελευταία χρόνια με τον ανταγωνισμό από χώρες χαμηλού κόστους παραγωγής (όπως Κίνα).

Η καλλιέργεια της μηλιάς γίνεται κυρίως στο Πήλιο και την Αγιά. Το αμπέλι καλλιεργείται κυρίως στο νομό Λαρίσης (26.000 στρ.) ειδικά σε περιοχές του Τυρνάβου και σε διάφορα άλλα κέντρα της Θεσσαλίας (Δαμάσι, Ραψάνη, Ελασσόνα). Ροδάκινα παράγονται, επίσης στην ευρύτερη περιοχή Τυρνάβου (Τύρναβος, Φαλάνη, Γιάννουλη, Αμπελώνας) και στο Πήλιο. Σημαντικό ποσοστό είναι τα συμπύρηνα ροδάκινα τα οποία κονσερβοποιούνται από τις τοπικές βιομηχανίες. Αχλάδια παράγονται, κυρίως, επίσης στην ευρύτερη περιοχή Τύρναβου (Φαλάνης, Γιάννουλης, Αμπελώνα) και στα παράλια του Παγασητικού. Η παραγωγή βερίκοκου είναι σχετικά

μικρή λόγω της επικινδυνότητας καταστροφής της παραγωγής από παγετούς.

Η Θεσσαλία έχει κυρίαρχη θέση στην Ελλάδα στην παραγωγή αμύγδαλου. Η καλλιέργεια της ελιάς επεκτείνεται και πιθανόν να συνεχίσει να αναπτύσσεται, καθώς υπάρχουν αρκετές βιομηχανίες, οι οποίες μάλιστα ευρίσκονται σε συνεχή πορεία ανάπτυξης για παραγωγή και εμπορία κονσερβοποιημένης ελιάς και προϊόντων της σε όλο τον κόσμο και επιπλέον πολλοί παραγωγοί εισήλθαν πρόσφατα στη βιολογική παραγωγή ελαιόλαδου, το οποίο και θα διατίθεται πιο εύκολα και σε καλές τιμές στο διεθνές εμπόριο.

Η Θεσσαλία διαθέτει, επίσης, σημαντικές περιοχές με ονομαστά προϊόντα υψηλής ποιότητας, συμβατικά ή βιολογικά. Πολλές από τις περιοχές έχουν υψηλή ποιότητα λόγω θέσης και κλίματος (υψόμετρο) ενώ άλλες περιοχές είναι γνωστές από τη δράση ομάδων παραγωγών που επέβαλλαν το όνομα. Υψηλή ποιότητα πατάτας παράγεται σε περιοχές με μέσο ή μεγάλο υψόμετρο, όπως η Μαρμάργιανη στην περιοχή Αγιάς και η Καλιπεύκη στον Όλυμπο (πρώην λίμνη Νιζηρού με υψόμετρο 1000 μ. περίπου). Πολλές από τις ορεινές περιοχές της Θεσσαλίας παρήγαγαν υψηλής ποιότητας λαχανικά, όπως η Ανατολή Αγιάς (φασολάκια), η Σπηλιά στον Κίσαβο (επιτραπέζια τομάτα) αλλά «ευφυείς» πολιτικές των Κυβερνήσεων στις δεκαετίες του '70 και '80 κατέστρεψαν την παραγωγική βάση με διατιμήσεις των προϊόντων. Τα παραδείγματα αυτά δείχνουν σημαντικές δυνατότητες της Θεσσαλίας να παράγει προϊόντα υψηλής ποιότητας που θα βρουν αγορές στη χώρα ή στο εξωτερικό .

Σημαντικές προσπάθειες παραγωγής υψηλής ποιότητας κρασιών υπάρχουν σε όλο το Θεσσαλικό χώρο. Οι παραδοσιακές περιοχές παραγωγής κρασοστάφυλων και υψηλής ποιότητας κρασιών, όπως η Ραψάνη (Τσάνταλης ΑΕ), η Κρανιά (Κατσαρός), ο Μεσηνικόλας (Συνεταιρισμός), έχουν ακολουθηθεί από νέες προσπάθειες σε πολλές περιοχές. Εκτός των Βιολογικών κρασιών του Σαρανταπόρου, πολύ πετυχημένη μονάδα αναπτύχθηκε στα Βούναινα (Βιολογικά κρασιά Καρυτίδη), στην Ελασσόνα (Λόλλας) κλπ.

7.3 Ορεινός όγκος

Ο Όλυμπος, το ψηλότερο βουνό της Ελλάδας (2.918m), η κατοικία των δώδεκα Θεών της αρχαιότητας, είναι και η πρώτη περιοχή για την οποία εφαρμόστηκε, πριν από 50 χρόνια, ειδικό καθεστώς προστασίας στην χώρα μας με την κήρυξή του ως Εθνικού Δρυμού το 1938.

Σκοπός της κήρυξης αυτής ήταν «...η διατήρηση στο διηνεκές του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής, δηλαδή της άγριας χλωρίδας, της πανίδας και του φυσικού τοπίου, καθώς και των πολιτιστικών και άλλων αξιών της...». Ακόμα, η ανακήρυξη του Δρυμού έγινε με σκοπό την ενίσχυση της επιστημονικής έρευνας, παράλληλα με την περιβαλλοντική εκπαίδευση του κοινού και την ανάπτυξη του τουρισμού στην ευρύτερη περιοχή.

Με ειδική νομοθεσία έχει απαγορευτεί κάθε είδους εκμετάλλευση στην ανατολική πλευρά του βουνού σε έκταση 40.000 στρεμμάτων περίπου, που αντιπροσωπεύει τον πυρήνα του Δρυμού. Μια ευρύτερη περιοχή γύρω από τον πυρήνα, χαρακτηρίστηκε «περιφερειακή ζώνη του Δρυμού», ώστε η διαχείριση και εκμετάλλευσή της να γίνεται έτσι ώστε να μην επηρεάζει αρνητικά την προστασία του πυρήνα. Σήμερα, μετά από ειδική μελέτη, ο Δρυμός έχει επεκταθεί σε μια έκταση 234.000 στρεμμάτων.

Το 1981 η UNESCO ανακήρυξε τον Όλυμπο «Διατηρητέο Οικοσύστημα της Παγκόσμιας Βιόσφαιρας». Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα έχει συμπεριλάβει τον Όλυμπο στις «Σημαντικές για την Ορνιθοπανίδα Περιοχές της Ευρωπαϊκής Κοινότητας». Έχει επίσης καταχωρηθεί στον κατάλογο του ευρωπαϊκού Δικτύου Natura 2000 ως «ζώνη ειδικής προστασίας» και «τόπος κοινοτικού ενδιαφέροντος».

Ο Δρυμός προστατεύεται με ειδική νομοθεσία. Για τους παραβάτες εφαρμόζονται οι διατάξεις του Ν.Δ. 86/1969, του Ν.Δ. 996/1971 του νόμου 177/1975 και του νόμου 998/1979. Βάσει του «Ειδικού

Κανονισμού», η είσοδος στον Δρυμό επιτρέπεται μόνο από τους υπάρχοντες δρόμους και η κυκλοφορία επιτρέπεται από την ανατολή μέχρι την δύση του ηλίου μόνο στα διαμορφωμένα μονοπάτια. Ο επισκέπτης πρέπει επίσης να ξέρει ότι δεν επιτρέπονται τα παρακάτω:

- Η είσοδος σε παιδιά κάτω των 14 χρονών χωρίς συνοδό.
- Η στάθμευση σε χώρους άλλους εκτός από τους ειδικούς χώρους στάθμευσης.
- Η κοπή δέντρων, η μεταφορά φυτοχώματος, το ξερίζωμα και η συλλογή θάμνων, φυτών, σπόρων.
- Το κυνήγι κάθε ζώου με οποιοδήποτε μέσο σε όλη την διάρκεια του χρόνου.
- Η καταστροφή και η συλλογή φωλιών, αυγών ή νεοσσών και γενικά η ενόχληση και καταστροφή ειδών της πανίδας.
- Η πρόκληση ζημιών σε γεωλογικούς σχηματισμούς.
- Η ελεύθερη κυκλοφορία οποιονδήποτε ζώων που συνοδεύουν επισκέπτες.

Η Πίνδος είναι οροσειρά με υψηλό υψόμετρο και μεγάλο ορεινό όγκο και το ανάγλυφό της χαρακτηρίζεται εξαιρετικά σύνθετο σύμφωνα με διεθνή βιβλιογραφία (μεγάλες υψομετρικές διαφορές, έντονες κλίσεις). Η μορφή αυτή της τοπογραφίας, εκτός από αξιολογη και σημαντική για την χλωρίδα και την πανίδα της, δυσχεραίνει ακόμα περισσότερο την αξιολόγηση του αιολικού δυναμικού και τη βέλτιστη χωροθέτησή του, αφού συνήθως εμφανίζονται αυξημένες ταχύτητες λόγω ορογραφίας και τραχύτητας, αλλαγές της κατακόρυφης διακύμανσης της ταχύτητας, ζώνες αποκόλλησης ροής και περιοχές υψηλής τύρβης. Το μεγάλο υψόμετρο, μέσω της επικρατούσας ατμοσφαιρικής πίεσης, επηρεάζει την πυκνότητα του αέρα και τη μείωση της απόδοσης των Α/Γ. Επίσης η αυξημένη υγρασία και οι συχνές βροχοπτώσεις συμβάλλουν στην εμφάνιση οξειδωσης και διάβρωσης των Α/Γ. Ειδικότερα οι Α/Γ εποξειδικής ρητίνης

παρουσιάζουν το μειονέκτημα να απορροφούν κατά μεγάλο ποσοστό το νερό και την υγρασία, με συνέπεια την πιθανή καταστροφή σε συνθήκες παγετώνα. Ο παγετός επιδρά καθοριστικά στη λειτουργία ενός αιολικού πάρκου. Η επικάθιση πάγου στα μέρη της ανεμογεννήτριας αυξάνει τη στατική και δυναμική της καταπόνηση. Εκτός από το αυξημένο βάρος στα πτερύγια των ανεμογεννητριών, υπάρχει και μεγάλη πιθανότητα εκτόξευσης τμημάτων πάγου κατά την περιστροφή τους. Επιπλέον ο παγετός προκαλεί δυσλειτουργία ή καταστροφή των μετρητικών οργάνων αλλά και μετέπειτα του ανεμοδείκτη και ανεμομέτρου της α/γ. Οι συχνές χιονοπτώσεις προκαλούν δυσκολία στην πρόσβαση και μειώνουν την αεροδυναμική απόδοση των α/γ. Όταν το χιόνι παγιοποιείται έχουμε τα προβλήματα που περιγράφηκαν παραπάνω. Επίσης το χιόνι μπάνει εντός της πλήμνης η οποία δεν είναι αεροστεγώς κλειστή και μπορεί να συγκεντρωθεί εντός της, προκαλώντας φθορά στον εξοπλισμό. Ενδεικτικά αναφέρουμε διάφορα προβλήματα αποδοτικότητας όπως βλαβών εξαιτίας παγώματος των μηχανημάτων. Πιθανόν να προκύψουν και διάφορα προβλήματα π.χ. στις εγκαταστάσεις υψηλής τάσης. Δηλαδή οι Α/Γ καλούνται να δουλέψουν σε ένα ακραίο περιβάλλον μεγάλου υψομέτρου και χαμηλών θερμοκρασιών εξαιτίας του οποίου ενδέχεται να έχουν αρκετές βλάβες και μειωμένη απόδοση για μεγάλο διάστημα μέσα στο έτος. Με βάση τις διαπιστωμένες ακραίες καιρικές συνθήκες, είναι αδύνατη η πρόσβαση για επισκευή βλαβών κατά τους χειμερινούς μήνες, πράγμα ιδιαίτερα επιβαρυντικό για την ηλεκτροπαραγωγή, χωρίς να υπολογίσουμε τις σχεδόν αναπόφευκτες καταστροφές επί των οδών πρόσβασης ή εξυπηρέτησης λόγω γεωλογίας και καιρικών φαινομένων. Οι γυμνές επιφάνειες της ψευδαλπικής ζώνης, την ημέρα "ψήνονται " απ' τον ήλιο και το βράδυ παγώνουν, το οργανικό έδαφος είναι ελαχίστου πάχους, αποτέλεσμα του κλίματος και της ποώδους βλάστησης (που σημαίνει μικρό βάθος ριζών και κατά συνέπεια διεργασιών), που απαιτεί χιλιετίες να δημιουργηθεί. Κάτω απ' αυτές τις συνθήκες οποιαδήποτε αποκατάσταση είναι δύσκολη,

αν όχι ανέφικτη. Ακόμη, σε μεγάλα υψόμετρα (άνω των 1800μ.) είναι γνωστό ότι υπάρχουν περιορισμοί στη λειτουργία των Α/Γ λόγω καιρικών συνθηκών(παγετοί, καθιζήσεις χιονιού στα πτερύγια κλπ). Λόγω του μεγάλου υψομέτρου η περιοχή είναι συχνά αποκλεισμένη το χειμώνα και χρειάζονται εκχιονιστικά μηχανήματα για τη διάνοιξη των δρόμων. Ακόμη, λόγω των καιρικών συνθηκών και των κατολισθήσεων οι δρόμοι κλείνουν. Οι δασικοί δρόμοι ανήκουν στο ελληνικό δημόσιο το οποίο αναλαμβάνει τη συντήρηση και επισκευή τους. Αυτό σημαίνει πως θα δαπανώνται μεγάλα ποσά σε βάρος του κρατικού προϋπολογισμού για να διατηρούνται οι δρόμοι αυτοί ανοιχτοί. Δεδομένων των ακραίων καιρικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή, του γεγονότος ότι οι δρόμοι αυτοί κλείνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα λόγω χιονιού και κατολισθήσεων και της οικονομικής κρίσης που επικρατεί στην Ελλάδα, αντιλαμβανόμαστε τη δυσκολία συντήρησης των δρόμων οι οποίοι εξυπηρετούν αποκλειστικά και μόνον τα συμφέροντα των εταιρειών των αιολικών πάρκων, χωρίς να υπολογιστούν και τυχόν προσφυγές τους εναντίον του Ελληνικού Δημοσίου, για διαφυγόντα κέρδη σε περίπτωση αδυναμίας επισκευής ή μη έγκαιρης αποκατάστασης του οδικού δικτύου αφού δεν θα έχουν πρόσβαση στις εγκαταστάσεις των ανεμογεννητριών. Επίσης θα υπάρχουν αρνητικές πιέσεις στην κτηνοτροφία που ασκείται παραδοσιακά στην περιοχή λόγω κατακερματισμού των βοσκοτόπων και απώλειας έκτασης που καλύπτει διατροφικές ανάγκες του κτηνοτροφικού κεφαλαίου.

Ο Κίσσαβος αποτελεί μέρος του Ευρωπαϊκού Οικολογικού Δικτύου “Natura 2000”, ως σημαντικός τόπος που φιλοξενεί φυσικούς τύπους οικοτόπων και οικοτύπους ειδών. Ως “Natura 2000” εντάσσεται στις Ζώνες Ειδικής Προστασίας [ΖΕΠ] με κωδικό 1420007 [ΦΕΚ 1495/6-9-2010- οδηγία 79/409/ΕΟΚ], με προστατευόμενα είδη ορνιθοπανίδας. Το Δασικό σύμπλεγμα του βουνού εντάσσεται στους Τόπους Κοινοτικής Σημασίας [ΤΚΣ – οδηγία 92/43/ΕΚ]. Χαρακτηρίζεται ως το μεγαλύτερο στη χώρα «Αισθητικό Δάσος» με πολύ πλούσια χλωρίδα και πανίδα. Η τοποθέτηση

ανεμογεννητριών συντελεί στην καταπάτηση και την έντονη διατάραξη του ευαίσθητου αυτού οικότοπου. Για τον νομό Λάρισας, ο Κίσσαβος αποτελεί ζωτικής σημασίας τόπο, περιβαλλοντικής αισθητικής και ήπιας τουριστικής ανάπτυξης. Ας σημειωθεί ότι η εγκατάσταση των α/γ θα αλλοιώσει σε μεγάλο βαθμό το εθνικό μονοπάτι Ο2 που διασχίζει το βουνό καθώς και πολλά άλλα πανέμορφα μονοπάτια που αποτελούν πόλο έλξης για τους πεζοπόρους, ποδηλάτες, ορειβάτες, αναρριχητές, τροφοσυλλέκτες και άλλους επισκέπτες. Ο Κίσσαβος είναι μικρής κλίμακας ορεινός όγκος και η υλοποίηση των απαραίτητων έργων για την τοποθέτηση ανεμογεννητριών θα επιφέρει την καταστροφή και τη μη αναστρέψιμη αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος, κάνοντάς τον μία βιομηχανική ζώνη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Το όρος Όθρυς, το βουνό των Τιτάνων, βρίσκεται στη νοτιοδυτική πλευρά του Νομού Μαγνησίας και στη βορειοανατολική πλευρά του Νομού Φθιώτιδας και οριοθετεί τη Θεσσαλία και τη βόρεια Στερεά Ελλάδα. Η ψηλότερη κορυφή είναι το Γκιούζι με υψόμετρο 1.726μ, ενώ οι χαράδρες συχνά ξεπερνούν τα 1.300μ. Η ανατολική πλευρά του βουνού βλέπει τον Παγασητικό κόλπο, ενώ η νότια τον Μαλιακό κόλπο.

Έχει δάση βελανιδιάς, δρυός και ελάτης κυρίως κεφαλληνιακής αλλά και υβριδογενούς. Ένα από τα προβλήματα της περιοχής είναι η υπερβόσκηση καθώς και παλιότερα η υλοτομία της ελάτης που τα τελευταία χρόνια έχει περιοριστεί.

Αποτελεί καταφύγιο θηραμάτων και παρατηρείται πυκνή βλάστηση: το πλούσιο φυσικό περιβάλλον έχει αναδείξει το βουνό τα τελευταία χρόνια ως προορισμό οικότουρισμού.

Η Ανάβρα Μαγνησίας είναι ένα ορεινό χωριό, χτισμένο στα 780 μ. υψόμετρο, ψηλά στις πλαγιές του όρους Όθρυς. Απέχει 38 χλμ. από τον Αλμυρό, 69 χλμ. από το Βόλο, 40 χλμ. από το Δομοκό Φθιώτιδας, 40 χλμ. από τη Λαμία και 250 χλμ. από την Αθήνα. Μέχρι και το 1928 λεγόταν Γούρα, ενώ κατά την απογραφή του 2011 είχε μόνιμο πληθυσμό 584 κατοίκων. Οι περισσότεροι από αυτούς είναι

κτηνοτρόφοι, που απασχολούνται σε περίπου 80 βιοκτηνοτροφικές μονάδες παραγωγής βιολογικού κρέατος. Στα γύρω λιβάδια βόσκουν ελεύθερα περίπου 13.000 αιγοπρόβατα, 7.000 αγελάδες και 6.000 γουρούνια.

Η Ανάβρα σήμερα αποτελεί πρότυπο οικισμό ανάπτυξης, καθώς οι κάτοικοί της απολαμβάνουν υψηλό επίπεδο διαβίωσης και μηδαμινή ανεργία. Με μεράκι, όραμα και ενθουσιασμό αξιοποίησαν με απόλυτη επιτυχία τα κονδύλια και τα προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης και δημιουργήθηκε ένα μικρό θαύμα. Στήθηκε ένα αιολικό πάρκο με 20 ανεμογεννήτριες, που αφενός καλύπτουν δωρεάν τις ενεργειακές ανάγκες του χωριού και αφετέρου το πλεόνασμα που πωλείται στη ΔΕΗ αποφέρει στην κοινότητα ετήσια έσοδα 100.000 €. Με τα χρήματα της Ε.Ε. και με τα έσοδα από το ηλεκτρικό ρεύμα και χωρίς καθόλου βοήθεια από το ελληνικό δημόσιο, δημιουργήθηκαν τρία μεγάλα κτηνοτροφικά πάρκα, ένα σύγχρονο σφαγείο βιολογικής γραμμής, ένα διώροφο κλειστό πάρκινγκ 60 θέσεων για δωρεάν χρήση των κατοίκων του χωριού, ένα γήπεδο ποδοσφαίρου, ένα γήπεδο μπάσκετ, ένα δωρεάν γυμναστήριο, μία κοινοτική βιβλιοθήκη και το λαογραφικό μουσείο κτηνοτροφικής ζωής. Η μοναδική σωρευτική επίπτωση που δύναται να επιφέρει η λειτουργία των Α/Π είναι η οπτική και ακουστική όχληση στους γύρω οικισμούς.

Κεφάλαιο 8ο

Συμπεράσματα

Η αιολική ενέργεια αποτελεί την πιο γρήγορα αναπτυσσόμενη ΑΠΕ στην Ευρώπη με μέσο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης μεγαλύτερο του 20%, ποσοστό το οποίο μπορεί να συγκριθεί μόνο με την ανάπτυξη της βιομηχανίας ηλεκτρονικών υπολογιστών και του τομέα των τηλεπικοινωνιών.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού της κάθε χώρας, προάγει σε πρακτικό πλέον επίπεδο την πολυσυζητημένη έννοια της αειφόρου ανάπτυξης. Η αειφόρος ανάπτυξη ορίζεται ως η ανάπτυξη η οποία καλύπτει τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να υποβιβάζει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών για να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες.

Από τα αποτελέσματα που παρατέθηκαν στους παραπάνω πίνακες φαίνεται ότι, τόσο ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR) όσο και η Καθαρά Παρούσα Αξία (NPV), αυξάνουν όσο αυξάνει το αιολικό δυναμικό. Αυτό ισχύει για κάθε τύπο ανεμογεννητριών και σχεδόν για κάθε περιοχή.

Στην ουσία επαληθεύεται η θεωρία, σύμφωνα με την οποία, η ενέργεια που παράγεται από κάθε ανεμογεννήτρια εξαρτάται από το αιολικό δυναμικό της περιοχής που είναι εγκατεστημένη. Η θεωρία επιβεβαιώνεται στην πλειοψηφία των περιοχών (ειδικά στις περιοχές που υπάρχει μεγάλη διαθέσιμη έκταση (για την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου) ανά κλάση αιολικού δυναμικού. Έτσι, στην Αργολίδα, στην Αθήνα, στον Έβρο, στην Καλαμάτα, στην Καρδίτσα, στην Κόρινθο, στη Λαμία, στις Σέρρες, στη Θεσσαλονίκη, στην Τρίπολη, στη Χαλκιδική, στο Ηράκλειο, στη Νάξο, στη Ρόδο, στη Σάμο, στη Σπάρτη, στα Χανιά και στη Χίο παρατηρείται αύξηση του IRR και του NPV συναρτήσει της αύξησης του αιολικού δυναμικού.

Στον αντίποδα, κάποιες περιοχές (και ανάλογα με τον τύπο της ανεμογεννήτριας) παρουσιάζουν μείωση των παραπάνω οικονομικών δεικτών με την αύξηση του αιολικού δυναμικού. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Κ.Α.Π.Ε, σε κάθε κατηγορία αιολικού δυναμικού (για

κάθε περιοχή) αντιστοιχεί μία συγκεκριμένη έκταση της περιοχής, που μπορεί να αξιοποιηθεί για την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου. Όσο πιο πολύ αυξάνει η αιολική «κλάση», τόσο πιο πολύ μειώνεται η διαθέσιμη έκταση σε κάθε περιοχή. Αυτό είναι λογικό, αφού για παράδειγμα, σχεδόν σε κάθε περιοχή της Ελλάδας μπορεί κανείς να καταγράψει αιολικό δυναμικό της τάξης των 6 m/s, όμως στην ίδια περιοχή είναι δυσκολότερο να καταγραφούν μεγαλύτερες τιμές (ή καταγράφονται σε μικρότερες εκτάσεις (πχ. κορυφογραμμές)). Σε κάθε αιολικό πάρκο η λειτουργία κάθε ανεμογεννήτριας επηρεάζεται από τις γειτονικές της. Επομένως, όσο πιο μικρή είναι η διαθέσιμη έκταση για την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου, τόσο πιο κοντά πρέπει να τοποθετηθούν οι ανεμογεννήτριες και τόσο μεγαλύτερες είναι οι απώλειες που εμφανίζονται λόγω όμορου.

Για παράδειγμα στο Αγρίνιο, ενώ αρχικά παρατηρείται μια αύξηση των δεικτών IRR και NPV (πχ. για τις ανεμογεννήτριες AA από IRR=24,1% και NPV=12.457.748 Ευ για αιολικό δυναμικό >6 m/s, IRR=33,9% και NPV=20.646.160 Ευ για αιολικό δυναμικό >8 m/s), στη συνέχεια και με την αύξηση της τιμής του αιολικού δυναμικού, οι τιμές αυτές μειώνονται (IRR=32% και NPV=19.110.082 Ευ για αιολικό δυναμικό >9 m/s). Το ίδιο συμβαίνει και σε άλλες περιοχές (ενδεικτικά αναφέρονται η Λέσβος και η Μήλος).

Από την ανάλυση των πινάκων προκύπτει πως οι καταλληλότερες περιοχές για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων είναι κατά σειρά η Σάμος, η Χίος, η Σπάρτη, το Ηράκλειο και η Νάξος. Από την άλλη πλευρά περιοχές που παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές IRR και NPV είναι η Καρδίτσα, η Πάτρα, η Ημαθία, η Μαγνησία, η Κοζάνη και τέλος η Λάρισα. Σ' όλες όμως τις περιοχές της χώρας, για κάθε είδος ανεμογεννήτριας που χρησιμοποιήθηκε, οι επενδυτικοί δείκτες φανερώνουν ότι το αιολικό δυναμικό στην Ελλάδα αποτελεί επικερδή πηγή ενέργειας.

Όμως, εξετάζοντας το συνεκτικό οικιστικό δίκτυο της Θεσσαλίας, με ισχυρές μεσαίες προς μεγάλες πόλεις, (συνολικά 20 περίπου αστικών και τουριστικών οικιστικών κέντρων), τους ορεινούς όγκους, το

μεγάλο κάμφο, τα ποτάμια, τις τεχνητές λίμνες, τη θάλασσα, το νησιωτικό σύμπλεγμα και τη κεντροβαρής θέση της Θεσσαλίας, παρατηρούμε ότι όλα αυτά συνθέτουν ένα περιβάλλον υψηλής αναπτυξιακής δυναμικής.

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα συνοψίζονται:

1. Στη Γεωγραφική θέση που εξασφαλίζει, για τους επισκέπτες και τους κατοίκους της, σύντομη και άνετη πρόσβαση σε οποιοδήποτε μέρος της χώρας.
2. Στις Κλιματολογικές – οικολογικές - περιβαλλοντικές συνθήκες, που επιτρέπουν την ποιοτική παραγωγή προϊόντων.
3. Στη Μεγάλη και γόνιμη πεδιάδα, που αποτελεί μια ισχυρή παραγωγική βάση.
4. Στην αξιόλογη ποικιλία οικοσυστημάτων και στο περιβάλλον με ιδιαίτερα υψηλή αισθητική, πολιτιστική και ιστορική αξία και ιδιαίτερο φυσικό κάλλος.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες και με δεδομένο ότι, βασική τροχοπέδη στην εξέλιξη των εναλλακτικών πηγών ενέργειας στην Ελλάδα αποτελεί η μακρόχρονη έλλειψη νομοθεσίας και χωροταξικού σχεδιασμού για τις ΑΠΕ, η επένδυση αιολικών πάρκων στη Θεσσαλία απαιτεί ανά περίπτωση ιδιαίτερη μελέτη και έρευνα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Διακουλάκη Δ. (2014): Ο ενεργειακός τομέας στην Ελλάδα της κρίσης : προκλήσεις και προοπτικές, Αθήνα
- 2) Τζιάσιου Ε. (2012), Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ελλάδα και Προώθηση εξοικονόμησης ενέργειας, ΕΜΠ, Αθήνα.
- 3) Μπάλας Ε. (2012), Πολυκριτηριακή αξιολόγηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα, Μεταπτυχιακή Εργασία, Πάντειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- 4) Simmond J. (2013), Advantages and Disadvantages of renewable energy, London.
- 5) Fallatah H., An Introduction to Report Writing - Advantages and Disadvantages of Renewable Energy, 2014
- 6) Energy Information Administration, World Energy Outlook 2008. On line available at <http://www.eia.doe.gov>
- 7) <http://solarenergynews.cybercivilian.com/category/solar-energy/>
- 8) Turkenburg W. (2011), Renewable Energy, Brussels.
- 9) Καπλάνης Σωκράτης (2003) Ήπιες μορφές ενέργειας - Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - Εκδόσεις ΙΩΝ 2003
- 10) http://www.helapco.gr/ims/file/oikiaka/pv_guide_jan11.pdf
ABB Sace (ABB - <http://www.abb.com/>) : Technical Application Papers No 10 - Photovoltaic Plants
- 11) Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών : " Ένας πρακτικός οδηγός για επενδύσεις στα φωτοβολταϊκά" (<http://www.helapco.gr/>)
- 12) [www. cres. Gr](http://www.cres.gr)
- 13) ΚΑΠΕ
- 14) Έκθεση UNEP 2009
- 15) Διαδικτυακός τόπος gwec
- 16) EWEA, European Wind Energy Association (EWEA), www.ewea.org
- 17) http://users.sch.gr/kpara/ape2009_10/ydrauliki.html#1
- 18) Turkenburg W. (2011), Renewable Energy, Brussels.
- 19) http://library.tee.gr/digital/kdth/kdth_3460/kdth_3460_lois.pdf

- 20) www.ypeka.gr
- 21) Wichmann J. and Ghazal-Aswad N. (2014), Renewable Energy Jobs: Status, Prospects & Policies Biofuels and grid-connected electricity generation.
- 22) Ορφανού – Νικολάου, Σοφία - Σωτηρία (2010), Διπλωματική εργασία: «Αναπτυξιακοί στόχοι και χωροθέτηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην ελληνική ύπαιθρο: Μελέτη περίπτωσης με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών», Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο – Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του χώρου», Αθήνα.
- 23) Υφαντή Γ. (2013), Η περιβαλλοντική διάσταση της ενεργειακής πολιτικής της Ε.Ε., Πανεπιστήμιο Πειραιά, Πειραιάς.
- 24) Γεωργιάδης Α. (2009), Θεσμικό πλαίσιο και νέες επενδυτικές ευκαιρίες στις ΑΠΕ, Διημερίδα στο Holiday Inn του ΥΠΑΠΕΝ, Αθήνα.
- 25) Υφαντή Γ. (2013), Η περιβαλλοντική διάσταση της ενεργειακής πολιτικής της Ε.Ε., Πανεπιστήμιο Πειραιά, Πειραιάς.
- 26) Διακουλάκη Δ. (2014), Ο ενεργειακός τομέας στην Ελλάδα της κρίσης: προκλήσεις και προοπτικές, Αθήνα.
- 27) Οικονόμου Α. (2007), Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – Η θέση τους στο νέο ενεργειακό τοπίο της χώρας και στην περιοχή της Θεσσαλίας, Λάρισα.
- 28) Νόμος 3468/2006 «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α 129)
- 29) Νόμος 3299/2004 «Κίνητρα Ιδιωτικών Επενδύσεων για την οικονομική ανάπτυξη και περιφερειακή σύγκλιση» (ΦΕΚ Α 131)
- 30) http://www.rae.gr/site/categories_new/global_regulation/global_national/global_national_laws/N_3851_2010.csp
- 31) Γιακουμέλος Α. (2013): Το Ελληνικό Ενεργειακό Σύστημα – ΑΠΕ, ΚΑΠΕ, Ελασσόνα.

- 32) Ψωμάς Σ. (2011), Η συμβολή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στη Δημιουργία Νέων Θέσεων Εργασίας, Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών
- 33) Νόμος 4046/2012 και άλλες διατάξεις
- 34) Minimum cost solution of wind - photovoltaic based stand - alone power systems for remote consumers. Energy policy 42 - J.K Kandellis, D. Zfeirakis, E. Kondili / 105 - 117
- 35) Τζιάσιου Ε. (2012), Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ελλάδα και Προώθηση εξοικονόμησης ενέργειας, ΕΜΠ, Αθήνα.
- 36) Θυμάκης Γ.- Τσουνής Δ.(2013), Μελέτη Αιολικού Πάρκου Ισχύος 2,4 MW, Τμήμα Ηλεκτρολογίας ΤΕΙ Πειραιά, Πειραιάς.
- 37) Γαλανού Α.(2012), Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Χρονική Εξέλιξη-Σύγκριση, Ε.Μ.Π, Αθήνα.
- 38) ΚΟΛΙΠΕΤΡΗΣ Β.-ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ Κ.: Αιολικό πάρκο Ελληνικό Κολλέγιο
- 39) http://www.eunice-group.com/index.php?option=com_content&view=article&id=155&Itemid=169&lang=el
- 40) Φραγκόπουλος Φ. (2011), Ανανεώσιμες τεχνολογίες και εφαρμογές στην Ελλάδα, Τμήμα Μηχανολογίας, ΤΕΙ Ηρακλείου Κρήτης, Ηράκλειο.
- 41) Turkenburg W. (2011), Renewable Energy, Brussels
- 42) Σιούτα Χ.(2011), ΑΠΕ και διαχείριση παράκτιας ζώνης στην Ελλάδα, Μεταπτυχιακή Εργασία στην σχολή Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ, ΕΜΠ, Αθήνα.
- 43) Turkenburg W. (2011), Renewable Energy, Brussels.
- 44) Καββάλου Μ,- Κοσμαδάκη Ε. (2013), Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – Σύγκριση Ελλάδος με χώρες του εξωτερικού, Ηράκλειο.
- 45) Μπάλας Ε.(2012), Πολυκριτηριακή αξιολόγηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα, Μεταπτυχιακή Εργασία, Πάντειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

- 46)Ε. Μπινόπουλος, Π. Χαβιαρόπουλος : Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων : "Μύθος και πραγματικότητα"
- 47)Γ. Μπεργελές: «Ανεμοκινητήρες», Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα, 1990.
- 48)Μαρούδα Διονύση, Διπλωματική Εργασία: «Συγκριτική ανάλυση αιολικών συστημάτων και έλεγχος ισχύος σε σύστημα με ΑΜΔΤ (Ασύγχρονη Μηχανή Διπλής Τροφοδοσίας)» Πάτρα 2008.
- 49)Γ. Κορρές-Α. Χασιακός: Οικονομική Τεχνικών Έργων , Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- 50)Αναστασίου Θ. :Οικονομοτεχνικές μελέτες, Εκδόσεις Έλλην.
- 51)Αρτίκης Γεώργιος, Χρηματοοικονομική Διοίκηση Ανάλυση και Προγραμματισμός, 2003
- 52)Πηγή Λογισμικό RETSCREEN