



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ



Διπλωματική εργασία:

**Τεχνικο-οικονομική Συγκριτική Αξιολόγηση
Εγκαταστάσεων Φ/Β και Αιολικών Πάρκων-Ανάλυση
οφέλους-κόστους»**

Φοιτήτρια: Ελένη Καταβούτα

Υπεύθυνος καθηγητής: Κωνσταντίνος Αραβώσης, Λέκτορας Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2010



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ &
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

Διπλωματική εργασία:

**Τεχνικο-οικονομική Συγκριτική Αξιολόγηση
Εγκαταστάσεων Φ/Β και Αιολικών Πάρκων-Ανάλυση
οφέλους-κόστους»**

Φοιτήτρια: Ελένη Καταβούτα

Υπεύθυνος καθηγητής: Κωνσταντίνος Αραβώσης, Λέκτορας Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2010

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια των προβλεπόμενων εκπαιδευτικών διαδικασιών για την απόκτηση του Διπλώματος της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Στόχος της εργασίας αυτής είναι η ανάλυση των οικονομικών παραμέτρων, από τις οποίες εξαρτάται η λήψη της απόφασης για την πραγματοποίηση της επένδυσης σε φωτοβολταϊκά και αιολικά συστήματα σε περιοχές ανά την Ελλάδα, αλλά και η περιβαλλοντική αποτίμηση των επενδύσεων αυτών.

Ολοκληρώνοντας την παρούσα εργασία, νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Αραβώση για την αμέριστη βοήθεια και συμπαράστασή του κατά την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας και για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα θέμα ιδιαίτερα αναγκαίο και επίκαιρο.

Περίληψη

Ο στόχος της εργασίας αυτής είναι η τεχνοοικονομική αξιολόγηση επενδύσεων σε φωτοβολταϊκά και αιολικά συστήματα. Σκοπός της εργασίας είναι η χρήση εξειδικευμένου λογισμικού για την ανάλυση επενδυτικών σεναρίων που πρόκειται να εφαρμοστούν ή έχουν ήδη εφαρμοστεί στον ελληνικό χώρο. Αρχικά, στο κεφάλαιο 1 γίνεται αναφορά στην αναγκαιότητα να στραφεί η ανθρωπότητα στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Δίνεται έμφαση στα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και παρουσιάζεται η υφιστάμενη κατάσταση διείσδυσης των αιολικών και φωτοβολταϊκών συστημάτων στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στην τεχνολογία αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας. Γίνεται αναφορά στο αιολικό δυναμικό (δημιουργία-αξιοποίηση) καθώς και στις γενικές αρχές λειτουργίας των ανεμογεννητριών.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται επιγραμματικά ο τρόπος εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αρχικά, γίνεται αναφορά στα χαρακτηριστικά μεγέθη της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ στην συνέχεια αναλύεται το φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Στο τέλος του κεφαλαίου παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά στοιχεία των Φ/Β κυψελών, πλαισίων και συστημάτων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο εξετάζεται το θεσμικό και νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την ηλεκτροπαραγωγή από Α.Π.Ε., και πιο συγκεκριμένα με τη χρήση φωτοβολταϊκών πλαισίων και ανεμογεννητριών. Η δραστηριοποίηση των ευρωπαϊκών κυβερνήσεων – ανάμεσα σε αυτές και η ελληνική – για την ενίσχυση των ανανεώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών υπό την πίεση του κοινωνικού συνόλου εκφράσθηκε μέσω ενός συνόλου νόμων που σκοπό έχουν την απελευθέρωση της ηλεκτρικής ενέργειας και την προώθηση της ηλεκτροπαραγωγής από τις ανανεώσιμες πηγές. Ακόμη δίνεται το πλαίσιο των επενδύσεων στη φωτοβολταϊκή και αιολική τεχνολογία στη χώρα μας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στους χρηματοοικονομικούς δείκτες αξιολόγησης (Καθαρά Παρούσα Αξία (NPV), Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR) και Λόγος Οφέλους – Κόστους (B/C)) που απασχολούν την εργασία.

Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθείται προκειμένου να επιτευχθεί η οικονομική αξιολόγηση των φωτοβολταϊκών και αιολικών συστημάτων μέσω του υπολογιστικού προγράμματος RETScreen και αναλύεται όσο το δυνατόν διεξοδικότερα το κάθε βήμα αυτής. Παρατίθενται τιμές μεγεθών, απαραίτητες στην όλη διαδικασία, ενώ γίνονται και ορισμένες παραδοχές για να διευκολυνθούν οι υπολογισμοί.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρατίθενται τα αποτελέσματα της οικονομικής αξιολόγησης των επενδύσεων στα φωτοβολταϊκά και αιολικά συστήματα για επιλεγμένες περιοχές της ελληνικής περιφέρειας, ενώ πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας στις περιπτώσεις που η απόδοση των επενδύσεων κρίνεται οριακή. Υπολογίζονται όλοι οι δείκτες αξιολόγησης επενδύσεων για το κάθε σενάριο που εξετάζεται. Επίσης δίνονται η ποσότητα της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και το ποσό των μειώσεων των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που προκύπτουν με την εγκατάσταση Φ/Β και αιολικών συστημάτων ανά την ελληνική επικράτεια.

Στο κεφάλαιο 8 παρατίθενται τα συμπεράσματα που εξάγονται από τη μελέτη. Το βασικότερο εύρημα αυτής της εργασίας συνιστάται στην διαπίστωση ότι η εγκατάσταση Φ/Β στοιχείων και ανεμογεννητριών για ιδιοκατανάλωση και για συνδέσεις εκτός δικτύου είναι οικονομικά ασύμφορη και προτείνεται σαν λύση μόνο σε απομονωμένες περιοχές της χώρας, όπου δεν υπάρχει εναλλακτική λύση. Αντίθετα, ευνοούνται από το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο οι επενδύσεις σε σχετικά μεγάλα συστήματα, διασυνδεδεμένα στο κεντρικό δίκτυο, τα οποία τυγχάνουν της δυνατότητας υψηλής επιδότησης αλλά και πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας στη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, σε σχετικά υψηλή τιμή.

Τα πλαίσια της παρούσας εργασίας καθορίζονται από την εξαγωγή προμελέτης και εκτίμησης των πιθανοτήτων επιτυχίας ενός επενδυτικού σχεδίου. Εννοείται ότι πριν από ένα πραγματικό επενδυτικό εγχείρημα πρέπει να εκπονηθεί ολοκληρωμένο επιχειρηματικό πλάνο, με συγκεκριμένα δεδομένα, το οποίο θα αποτυπώνει με ακρίβεια τα οικονομικά αποτελέσματα της επένδυσης.

Abstract

The aim of this essay is the techno-economical evaluation of photovoltaic and wind generator system investments. This paper intends to study the use of specializing software in order to analyze investment case studies which are about to be applied or have already applied in the Greek territory. For a kick off, the first chapter contains a brief reference to the necessity of humanity switching to renewable energy sources. Additionally emphasis is given in the benefits of renewable energy sources ,as well as a presentation of current situation where wind generated and photovoltaic systems are infiltrating the Greek Energy balance.

The second chapter deals with new technology for the comprehensive utilization of wind energy. Reference is made primarily in Aeolian potential (development utility) and secondarily in the general principles of wind generator use. In chapter three, issues concerning the means solar radiation is used via the photovoltaic phenomenon for the production are described succinctly. Initially, the characteristic sizes of solar radiation are presented while further down, the photovoltaic phenomenon becomes analyzed. Furthermore the characteristic sizes of photovoltaic modules, panels and systems are presented.

Chapter four focuses in examining the institutional and legal framework that conditions the generation of electricity from wind and solar energy. The activation of European governments -among which the Greek government-for the reinforcement of renewable recessive technology under the pressure of social body was expressed via a group of laws which aim at releasing electric energy and promoting the production of electricity by renewable sources. Furthermore, the investment frame in the photovoltaic and wind technology in our country is provided.

As far as the fifth chapter is concerned, the variable financial Indicators(Net

Present Value, Internal Rate of Return, benefit-cost ratio, overall rate of return) are presented. The following chapter analyzes the process which is followed in order to achieve an economic evaluation of photovoltaic and Aeolian systems via the calculating program RETScreen whose methodology is elaborately explained step by step. Prices of sizes are cited, since they are of vital importance to the entire procedure, though certain assumptions are made in order to facilitate the calculations.

In the seventh chapter, the consequences of economic evaluation of investments in photovoltaic and wind energy systems in certain selected regions of Greek territory are listed. In addition, there is a sensitivity analysis in cases where the attribution of investments is judged marginal. All the financial indicators of evaluation are calculated for each script that is examined. The quantity of electric produced energy and the sum of reduction of emissions of gases of greenhouse that results with the installation of photovoltaic and wind energy systems over the Greek territory are also given

The most basic discovery of this essay consists the ascertainment that installation of photovoltaic and wind technologies for home use and for connections except network is economically disadvantageous and is proposed as a solution only in isolated regions of country, where an alternative solution is not possible. On the contrary, the investments in relatively big systems are encouraged by the being in effect legislative frame, interlinked in the central network, which enjoy the possibility of high subsidy but also sale of electric energy in the Public Power Corporation, in relatively high price.

In the generic context of this essay the results are limited in evaluating success probabilities of investment efforts in renewable energy resources. In any case, before an actual investment takes place a detailed business plan with specific attributes and parameters is required, in order to get accurate and trustworthy results of investment.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1

1.1. Το ενεργειακό πρόβλημα	11
1.2. Πλεονεκτήματα των ΑΠΕ	14
1.3. Παρούσα κατάσταση διείσδυσης των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας.....	15
1.3.1. Αιολικά Συστήματα στην Ελλάδα.....	16
1.3.2. Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα.....	19

Κεφάλαιο 2

2.1 Αιολική Ενέργεια	23
2.1.1. Ανεμογεννήτριες	24
2.1.2. Αιολικό Δυναμικό	28
2.1.3. Αιολικά Πάρκα	30
2.1.4. Αποτίμηση Αιολικής Ενέργειας.....	31

Κεφάλαιο 3

3.1. Ηλιακή Ενέργεια	35
3.2. Φωτοβολταϊκά Συστήματα	
3.2.1. Τρόπος Λειτουργίας.....	36
3.2.2. Κατηγορίες	37
3.3. Φωτοβολταϊκά Στοιχεία	
3.3.1. Φωτοβολταϊκά πλαίσια	42
3.3.2. Φωτοβολταϊκές Συστοιχίες	43
3.3.3. Στήριξη φωτοβολταϊκών πλαισίων	45
3.3.4. Αντιστροφεία τάσης	46
3.3.5. Συσσωρευτής	48
3.3.6. Ρυθμιστής φόρτισης	50
3.4. Αποτίμηση ηλιακής ενέργειας	51

Κεφάλαιο 4

4.1. Νομικό Πλαίσιο Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ	
4.1.1. Διαδικασία Αδειοδότησης για την εγκατάσταση και λειτουργία σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε.	56
4.1.2. Τιμολόγηση της KW από ΑΠΕ.....	66

4.1.3. Τιμολόγηση Διαδικασίας Αδειοδότησης	71
4.1.4. Τιμολόγιο ΠΠΕ & ΜΠΕ Εγκαταστάσεων Ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε.	72
4.1.5. Εγκρίσεις/ βεβαιώσεις για ΠΠΕ & ΜΠΕ.....	73
4.1.6. Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού	74
4.2. Χρηματοδοτική υποστήριξη επενδύσεων ΑΠΕ	
4.2.1. Αναπτυξιακός Νόμος 3299/04	79
4.3. Νέο Νομοσχέδιο για τις ΑΠΕ	83
Κεφάλαιο 5	
5.1. Ιδιωτικο-Οικονομική αξιολόγηση επενδύσεων-Τεχνικές.....	86
5.1.1. Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ).....	86
5.1.2. Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ)	87
5.1.3. Λόγος Ωφελειών- Κόστους (B/C).....	88
5.1.4. Καθαρό Οικονομικό Αποτέλεσμα (ΚΟΑ).....	88
5.1.5. Χρόνος Αποπληρωμής.....	89
5.2. Σύγκριση Εναλλακτικών Σεναρίων Αξιολόγησης.....	89
5.3. Ανάλυση ευαισθησίας.....	89
Κεφάλαιο 6	
6.1. Δομή και συνοπτική περιγραφή λογισμικού.....	90
6.2. Μεθοδολογικό πλαίσιο αξιολόγησης επενδύσεων αιολικής και φωτοβολταϊκής τεχνολογίας με χρήση του προγράμματος Retscreen	
6.2.1. Υπολογισμός παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.....	94
6.2.2. Ανάλυση κόστους.....	96
6.2.3. Μεθοδολογία υπολογισμού αποφευχθείσας ποσότητας αερίων του θερμοκηπίου	97
6.2.4. Μεθοδολογία υπολογισμού οικονομικών κριτηρίων αξιολόγησης επενδύσεων	99

Κεφάλαιο 7

7.1. Παράθεση αποτελεσμάτων οικονομικής και περιβαλλοντικής αξιοποίησης φωτοβολταϊκών επενδύσεων στην Ελλάδα- Μελέτες περιπτώσεων φωτοβολταϊκών επενδύσεων 102

7.2. Παράθεση αποτελεσμάτων οικονομικής και περιβαλλοντικής αξιοποίησης αιολικών επενδύσεων στην Ελλάδα- Μελέτες περιπτώσεων αιολικών επενδύσεων 125

Κεφάλαιο 8

Συγκριτική Οικονομική Τεχνική και Περιβαλλοντική Αξιολόγηση Επενδύσεων σε ΑΠΕ- Συμπεράσματα..... 139

Κεφάλαιο 1

1.1 Το ενεργειακό πρόβλημα

Το ζήτημα κάλυψης των συνεχώς αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών απασχολεί έντονα την παγκόσμια κοινότητα, δεδομένου ότι η ζήτηση επεκτείνεται δυσανάλογα με την προσφορά που προέρχεται από συμβατικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας. Με την εμφάνιση της ενεργειακής κρίσης του 1973 άρχισε και η συνειδητοποίηση του ενεργειακού προβλήματος. Το ενεργειακό πρόβλημα, ανεξάρτητα από τη χρονική και την τοπική ιδιαιτερότητα που εμφανίζει, προσδιορίζεται κυρίως από τις εξής συνιστώσες:

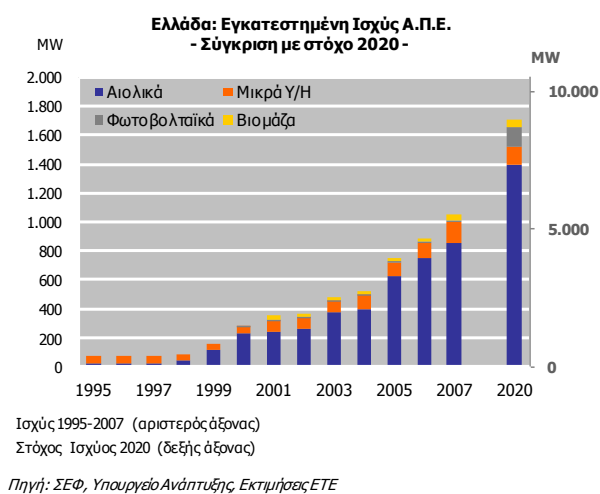
- ✓ Την ανοδική τάση των τιμών της ενέργειας, η οποία δημιουργεί αύξηση του κόστους στο σύνολο των προϊόντων και των υπηρεσιών.
- ✓ Την αβεβαιότητα επάρκειας και σταθερότητας της ενεργειακής τροφοδοσίας. Το φαινόμενο της αβεβαιότητας συντηρείται από τοπικές και περιφερειακές συρράξεις, οι οποίες στις περισσότερες των περιπτώσεων δημιουργούνται από παρέμβαση τρίτων προκειμένου να αυξήσουν την επιρροή τους στο διεθνές κύκλωμα του πετρελαίου.
- ✓ Την εξάντληση των ενεργειακών πόρων, έστω και αν αυτή τοποθετείται σε μακρινούς χρονικούς ορίζοντες.
- ✓ Τη ρύπανση της ατμόσφαιρας και των υδάτινων αποδεκτών. Συγκεκριμένα η ενέργεια επιδρά δυσμενώς στο περιβάλλον σε κάθε φάση της ενεργειακής ροής, δηλαδή από την εξόρυξη των πρώτων υλών μέχρι την τελική χρήση τους. Με συνέπεια να συμβάλλει τα μέγιστα στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου (από τις εκπομπές των αερίων καύσης) και ταυτόχρονα να μειώνει τη διαθεσιμότητα του υδάτινου δυναμικού (από την ποιοτική υποβάθμιση των αποδεκτών). Έτσι το ενεργειακό σύστημα είναι κυρίως υπεύθυνο για την κλιματική αλλαγή και για την παγκόσμια κρίση του νερού.
- ✓ Το κύκλωμα διαχείρισης της ενεργειακής ροής χαρακτηρίζεται από μεγάλες απώλειες, που ανέρχονται στο 85% της πρωτογενούς ενέργειας. Διαπιστώνεται ως εκ τούτου ότι σημαντική συνιστώσα του

ενεργειακού συστήματος είναι η μη ορθολογική διαχείρισή του ή, διαφορετικά, η χαμηλή αποδοτικότητά του.

Κάθε χρόνο εκλύονται στην ατμόσφαιρα περίπου 6 δισεκατομμύρια τόνοι άνθρακα (6 GtC), με τη μορφή διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), από τη χρήση ορυκτών καυσίμων – όπως είναι ο ορυκτός άνθρακας σε όλες τις μορφές (π.χ. λιθάνθρακας, λιγνίτης), το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Τις τελευταίες δεκαετίες αυτές οι εκπομπές έχουν αυξηθεί με ρυθμό περίπου 2% ετησίως. Το CO₂ αποτελεί το σημαντικότερο αέριο του θερμοκηπίου και η σημασία του αναμένεται να επαυξηθεί κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα. Χωρίς τη λήψη συγκεκριμένων μέτρων για τη μείωση των εκπομπών CO₂, περίπου 1.500 δισεκατομμύρια τόνοι άνθρακα (GtC) αναμένεται να εκλυθούν στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα. Συμπληρωματικά με τα παραπάνω, προβλέπεται ότι τα αποθέματα αργού πετρελαίου, φυσικού αερίου και στερεών καυσίμων θα εξαντληθούν σε μερικές δεκαετίες. Κατά την περίοδο αυτή προβλέπεται ο διπλασιασμός του πληθυσμού της γης, με ταυτόχρονη αύξηση των κατά κεφαλήν ενεργειακών καταναλώσεων.

Εναλλακτική λύση είναι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) οι οποίες, προσφέρουν μια καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή λύση και προβάλλουν ως η μόνη διέξοδος για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών που απειλούν σήμερα τον πλανήτη (Greenpeace 2005). Προς την σταδιακή αντικατάσταση των κλασικών και πεπερασμένων σε αποθέματα πηγών ενέργειας καυσίμων όπως το κάρβουνο, το πετρέλαιο, ακόμα και το φυσικό αέριο στρέφεται και η ενεργειακή πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε), η οποία από την εποχή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (τέλη της δεκαετίας του 1970) σταθερά υποστηρίζει και ενισχύει οικονομικά τις ΑΠΕ μέσα από σωρεία ερευνητικών και επενδυτικών προγραμμάτων, διακρατικών συνεργασιών και χιλιάδων εφαρμογών, τόσο στην Ευρώπη, όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες. Οι λόγοι είναι προφανείς και έχουν να κάνουν με τον ευρύτερο πολιτικό στόχο για μείωση της εξάρτησης της Ε.Ε. από το εισαγόμενο κυρίως πετρέλαιο, αλλά και το φυσικό αέριο (Σταμπολής 2004).

Στα πλαίσια της παραπάνω πολιτικής της Ε.Ε εντάσσεται και η Οδηγία 2001/77/ΕΚ "Για την προώθηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας" (ΟJ L283/27.10.2001). Ειδικώς για την Ελλάδα, οι εθνικοί στόχοι ήταν το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας να ανέλθει, από 11% που είναι σήμερα, σε 20,1% μέχρι το 2010 και σε 29% μέχρι το 2020. Ο πρώτος στόχος φαίνεται ήδη μακριά.



Σχήμα 1.1. Εγκατεστημένη Ισχύς Α.Π.Ε στην Ελλάδα. Σύγκριση με τον στόχο του 2020

Επιπροσθέτως, στο πλαίσιο της ενιαίας πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Κιότο που έχει κυρωθεί στη χώρα μας με το ν. 3017/2002 και σύμφωνα και με το Δεύτερο Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης των Εκπομπών που εγκρίθηκε με την ΠΥΣ 5/27.02.2003, η Ελλάδα έχει αναλάβει για την περίοδο 2008-2012 την υποχρέωση της συγκράτησης της αύξησης των εκπομπών της στο + 25% σε σχέση με τις εκπομπές βάσης (Εκπομπές του έτους 1990 για 3 από τα 6 αέρια και 1995 για τα υπόλοιπα) προωθώντας, μεταξύ άλλων, για το σκοπό αυτό και τη χρήση ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.

1.2 Πλεονεκτήματα των ΑΠΕ

Τα κύρια πλεονεκτήματα των ΑΠΕ, είναι τα εξής:

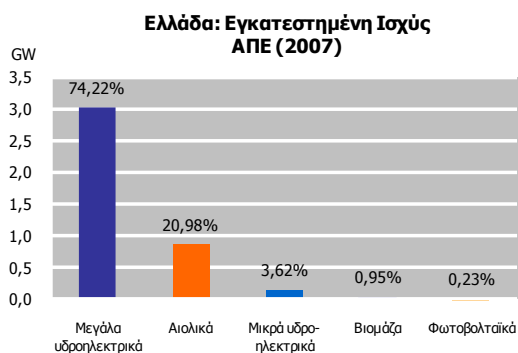
- ✓ Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς ενεργειακούς πόρους.
- ✓ Απαντούν στο ενεργειακό πρόβλημα για τη σταθεροποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και των υπόλοιπων αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, υποκαθιστώντας τους σταθμούς παραγωγής ενέργειας από συμβατικές πηγές οδηγούν σε ελάττωση εκπομπών από άλλους ρυπαντές π.χ. οξείδια θείου και αζώτου που προκαλούν την όξινη βροχή.
- ✓ Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- ✓ Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.
- ✓ Προσφέρουν τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα των ενεργειακών αναγκών των χρηστών (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών, αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή).
- ✓ Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- ✓ Οι επενδύσεις των ΑΠΕ δημιουργούν σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
- ✓ Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την πρόωση ανάλογων

επενδύσεων (π.χ. καλλιέργειες θερμοκηπίου με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας).

1.3. Παρούσα κατάσταση διείσδυσης των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας

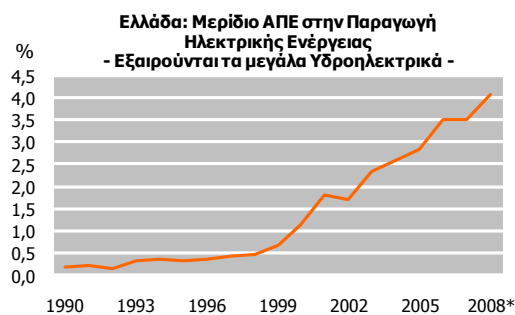
Η χώρα μας, γεωγραφικά και γεωλογικά, διαθέτει σημαντικά πλεονεκτήματα σχετικά με την εκμετάλλευση των ΑΠΕ. Έτσι, συνυπολογίζοντας τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα που αποτελούν περίπου το 75% του συνόλου, το ποσοστό της συνολικής ενεργειακής παραγωγής της χώρας που προέρχεται από ΑΠΕ ανέρχεται σήμερα στο 11,5%. Η συμμετοχή των ΑΠΕ στην εγχώρια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (εξαιρώντας τα μεγάλα υδροηλεκτρικά) παρουσιάζει έντονα ανοδική πορεία διαχρονικά – κυρίως μετά το 1999. Συνολικά η εγκατεστημένη ισχύς σε ΑΠΕ ανερχόταν στα 4.066 MW στο τέλος του 2007 και 1.048 MW αν εξαιρέσουμε τα μεγάλα υδροηλεκτρικά (σε σχέση με 159 MW το 1999). Οι συγκεκριμένες εγκαταστάσεις (εξαιρώντας τα μεγάλα υδροηλεκτρικά), αν και αποτελούν το 7% της συνολικής ισχύος, συμβάλλουν μόλις κατά 4% στη συνολική ηλεκτροπαραγωγή.

Σχήμα 1.2



Πηγή : Υπουργείο Ανάπτυξης, ΣΕΦ

Σχήμα 1.3



*Ρυθμός Ανάπτυξης Ιανουαρίου-Απριλίου
Πηγή: Eurostat , Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε.

Σχήμα 1.2. Εγκατεστημένη ισχύς Α.Π.Ε. μέχρι το έτος 2007

Σχήμα 1.3. Μερίδιο Α.Π.Ε. στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με εξαίρεση των μεγάλων υδροηλεκτρικών

Εκτός από τα παραδοσιακά μεγάλα υδροηλεκτρικά που αντιπροσωπεύουν τα 3/4 των συνολικών εγκαταστάσεων ΑΠΕ στην Ελλάδα, τα αιολικά πάρκα είναι

η κυρίαρχη μορφή ηλεκτροπαραγωγής μέσω ΑΠΕ με ποσοστό 21% (δηλαδή, το 85% των ΑΠΕ εξαιρώντας τα μεγάλα υδροηλεκτρικά). Η κυριαρχία των αιολικών είναι εύλογη, καθώς αποτελούν μέχρι σήμερα την μορφή ΑΠΕ με το χαμηλότερο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας - λόγω πιο «ώριμης» τεχνολογίας σε σχέση με τις άλλες ΑΠΕ. Η εγκατεστημένη ισχύς σε φωτοβολταϊκά το 2007 καλύπτει μόλις το 0,2% των εγκαταστάσεων ΑΠΕ (περίπου το 1/100 της αντίστοιχης ισχύος των αιολικών εγκαταστάσεων), καθώς το υψηλό κόστος εγκατάστασης και η έλλειψη σαφούς ρυθμιστικού πλαισίου απέτρεπαν τους επενδυτές να εισέλθουν στη συγκεκριμένη αγορά τα προηγούμενα χρόνια.

Σημειώνεται ότι το 2008 στην Ελλάδα εγκαταστάθηκαν συνολικά μόλις 210,9 MW από ανανεώσιμες πηγές, ανεβάζοντας τη συνολική ισχύ στα 1.198,33 MW, όταν η Ισπανία την ίδια χρονιά εγκατέστησε 1.000 MW μόνο από μια ανανεώσιμη πηγή, τα φωτοβολταϊκά. Ακόμη από τις 8.200 αιτήσεις που κατατέθηκαν για την παραγωγή 3.500 MW φωτοβολταϊκών, μόλις 9 MW εξ αυτών εγκαταστάθηκαν την περασμένη χρονιά. Στο δεκάμηνο του 2009 μπήκαν ακόμη 200 MW στο Σύστημα από ΑΠΕ εκ των οποίων τα 142 MW αφορούν αιολικά πάρκα. Εάν πάντως κινηθούμε προς την επίτευξη του στόχου που έχει θέσει η Ε.Ε. για το 2020, τότε τα επόμενα χρόνια αναμένεται να μπαίνουν στο σύστημα περίπου 1.000 MW ετησίως από τις ΑΠΕ (εκ των οποίων 700-800 MW θα είναι αιολικά).

1.3.1. Αιολικά συστήματα στην Ελλάδα

Η χώρα μας έχει μεγάλη ακτογραμμή και τεράστιο πλήθος νησιών. Ως εκ τούτου, οι ισχυροί άνεμοι που πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράλιες περιοχές προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στη χώρα. Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει το 13,6% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας (ΚΑΠΕ 2006). Ενέργειες για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας έχουν γίνει σε ολόκληρη τη χώρα, ενώ στο γεγονός αυτό έχει συμβάλει και η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ΑΠΕ, η οποία ενθαρρύνει και επιδοτεί επενδύσεις στις ήπιες

μορφές ενέργειας. Οι κυριότερες περιοχές εγκατάστασης είναι: Εύβοια, Κρήτη, Λακωνία, Θράκη και τα νησιά του Αιγαίου. Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας των περιοχών όπου βρίσκονται εγκατεστημένα αιολικά πάρκα ισχύος μεγαλύτερης των 12 MW (πηγή ΚΑΠΕ 5/2008).

Πίνακας 1.1. Εγκατεστημένη αιολική ισχύς αιολικών πάρκων άνω των 12 MW ανά περιοχή

	ΝΟΜΟΣ	ΙΣΧΥΣ (MW)		ΝΟΜΟΣ	ΙΣΧΥΣ (MW)
1	ΕΥΒΟΙΑΣ	736,8	19	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	88,3
2	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	576,6	20	ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	74,2
3	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	416,5	21	ΚΕΦ/ΝΙΑΣ	70,8
4	ΚΟΖΑΝΗΣ	294,4	22	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	62,5
5	ΦΩΚΙΔΑΣ	285,4	23	ΚΥΚΛΑΔΩΝ	57,6
6	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	260,4	24	ΔΡΑΜΑΣ	57,3
7	ΑΧΑΪΑΣ	248,8	25	ΠΕΙΡΑΙΩΣ	51,5
8	ΛΑΚΩΝΙΑΣ	237,6	26	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	50,0
9	ΦΛΩΡΙΝΑΣ	193,2	27	ΗΛΕΙΑΣ	46,0
10	ΑΙΤΩΛ/ΝΙΑΣ	185,3	28	ΚΕΡΚΥΡΑΣ	39,3
11	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	171,3	29	ΛΕΥΚΑΔΟΣ	39,1
12	ΑΤΤΙΚΗΣ	163,6	30	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	30,0
13	ΚΙΛΚΙΣ	152,0	31	ΞΑΝΘΗΣ	30,0
14	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	137,9	32	ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΣΟΥ	29,9
15	ΕΒΡΟΥ	112,9	33	ΛΑΡΙΣΑΣ	21,9
16	ΡΟΔΟΠΗΣ	105,3	34	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	14,5
17	ΣΕΡΡΩΝ	97,4	35	ΗΜΑΘΙΑΣ	14,0
18	ΘΕΣΠΡΩΤΙΑΣ	92,0	36	ΠΡΕΒΕΖΗΣ	14,0

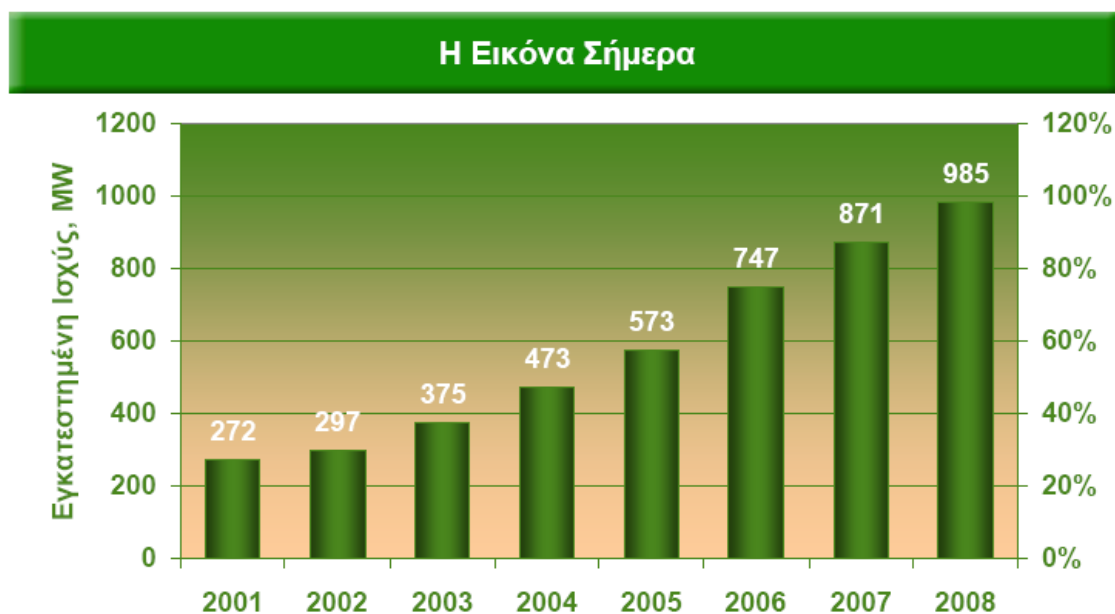
Από το αρχείο μητρώου αδειών παραγωγής αιολικής ενέργειας του ΚΑΠΕ προκύπτει ότι τα μεγαλύτερα αιολικά πάρκα στην Ελλάδα βρίσκονται στην Αργολίδα (50 MW), στην Χαλκιδική (49,5 MW), στη Φλώρινα, στην Αχαΐα και στη Βοιωτία (48 MW).

Παρά το έντονο επενδυτικό ενδιαφέρον, υπάρχει σημαντική υστέρηση στην

υλοποίηση των έργων. Η εγκατεστημένη ισχύς στην Ελλάδα το 1999 ανέρχεται σε 100 MW, το 2005 φτάνει τα 573 MW ενώ το 2006 και το 2007 τα 746 και 871 MW αντίστοιχα (EWEA). Μέσα στο ημερολογιακό έτος 2005 εγκαταστάθηκαν 100 MW ενώ μεταξύ 2006 και 2007 125 MW (ΕΛΕΤΑΕΝ).

Μέσα στο 2008 κατατέθηκαν στη ΡΑΕ αιτήσεις εγκατάστασης αιολικών πάρκων συνολικής ισχύος 701,95 MW (στοιχεία ΚΑΠΕ).

Σήμερα, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς από αιολικά πάρκα στην επικράτεια ανέρχεται στα 1.157 MW. Το μεγαλύτερο μερίδιο στον κλάδο αιολικών πάρκων κατέχει η «Ρόκας», που ανήκει στον ισπανικό οίκο Iberdrola, η οποία λειτουργεί 14 αιολικά πάρκα με συνολική ισχύ 217 MW (το ένα αιολικό πάρκο των 17 MW ανήκει απευθείας στην Iberdrola).



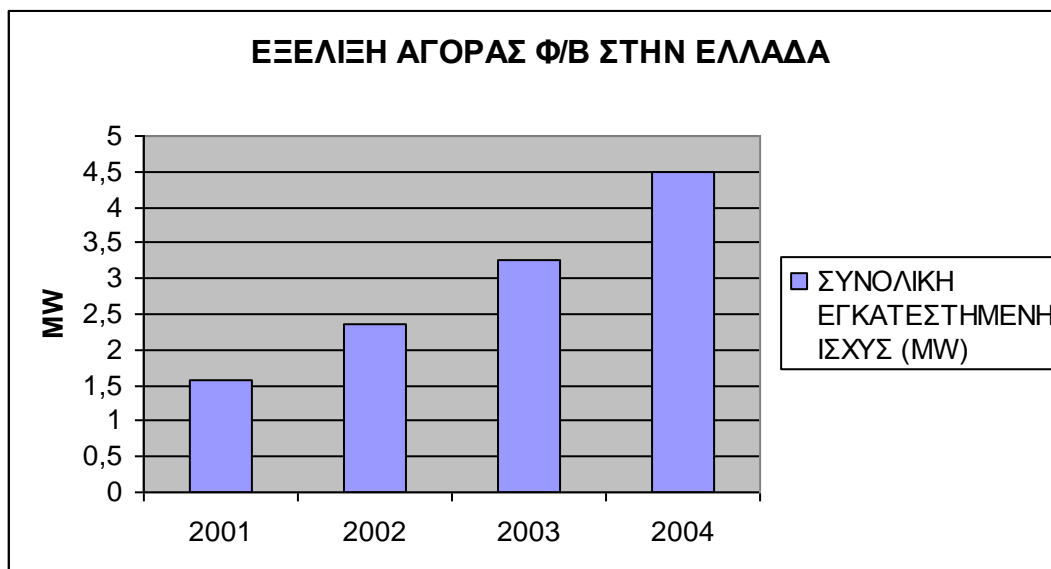
Πηγή: Rokas Renewables, 2009

Σχήμα 1.4. Διαχρονική εξέλιξη εγκατεστημένης ισχύος 2001-2008

1.3.2. Φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα

Η αγορά των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα ήταν μέχρι το προηγούμενο έτος σε εμβρυακή κατάσταση. Ελάχιστες αποκεντρωμένες εφαρμογές συντηρούσαν τις λίγες εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον κλάδο, παρόλο που οι κλιματολογικές συνθήκες στη χώρα μας χαρακτηρίζονται ως άριστες. Μια σχετική έκθεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναφέρει ότι το δυναμικό των Φ/Β συστημάτων θα μπορούσε να καλύψει το 25 - 30% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρισμό.

Το 2004 εγκαταστάθηκαν στη χώρα μας συνολικά 1,3 MWp περίπου, από τα οποία το 55% αφορούσε τις τηλεπικοινωνίες. Έτσι, η συνολικά εγκατεστημένη ισχύς των φωτοβολταϊκών συστημάτων ήταν στα τέλη του 2004 περίπου 4,5 MWp, εκ των οποίων τα τρία τέταρτα είναι αυτόνομα συστήματα και το ένα τέταρτο διασυνδεδεμένα στο δίκτυο ηλεκτρισμού. Στο Σχήμα 1.7 παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη της αγοράς των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα.



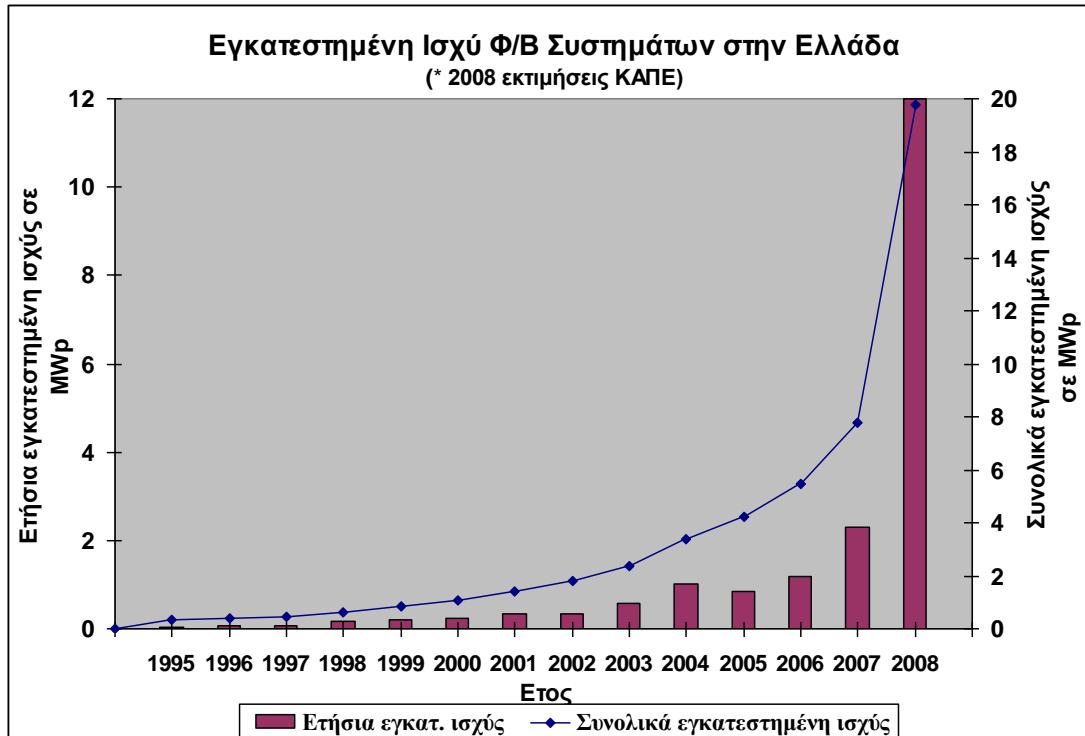
Σχήμα 1.5 : Διαχρονική εξέλιξη της ελληνικής αγοράς φωτοβολταϊκών

Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) (www.rae.gr) ανακοίνωσε στις 7 Απριλίου 2008 την αναστολή της υποβολής αιτήσεων για χορήγηση εξαιρέσης από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής από φωτοβολταϊκούς σταθμούς σε όλες

τις περιοχές της ηπειρωτικής χώρας, εκτός των νησιών (διασυνδεδεμένων και μη, περιλαμβανομένης και της Εύβοιας), τα οποία έχουν χαρακτηριστεί με απόφαση της ΡΑΕ ως περιοχές με κορεσμένα δίκτυα και η αδειοδότηση τέτοιων σταθμών γίνεται με σχετική πρόσκληση.

Διευκρινίζεται ότι η αναστολή αυτή δεν αφορά αιτήσεις αυτοπαραγωγών για φωτοβολταϊκούς σταθμούς στις περιοχές της ηπειρωτικής χώρας, όπως ορίζεται στις σχετικές διατάξεις του νόμου 3468/2006 και του σχετικού Κανονισμού Αδειών.

Η αιτία της αναστολής οφείλεται στο γεγονός ότι το επενδυτικό ενδιαφέρον για την ανάπτυξη φωτοβολταϊκών σταθμών ήταν εξαιρετικά μεγάλο, όπως αυτό προκύπτει από τα στοιχεία που τηρεί η Ρ.Α.Ε. Η συνολική ισχύς των αιτήσεων που έχουν υποβληθεί έως σήμερα, για την χορήγηση εξαιρέσης από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής και για την λήψη άδειας παραγωγής για φωτοβολταϊκούς σταθμούς υπερβαίνει κατά πολύ την ισχύ που αναφέρεται στο «Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Σταθμών. Έως τον Απρίλιο 2008, οπότε ανακοινώθηκε η αναστολή της υποβολής αιτήσεων στη ΡΑΕ, είχαν ήδη υποβληθεί, και αφορούν Φ/Β συστήματα άνω των 20 kWp, 7947 αιτήσεις συνολικής ονομαστικής ισχύος 3756,585 MWp (Ρ.Α.Ε.).



Σχήμα 1.6 : ετήσια και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς Φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα.

Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η ετήσια και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς Φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα.

Κατά το 2008 εκτιμάται ότι διασυνδέθηκαν και παρέχουν ισχύ στο ηλεκτρικό δίκτυο περίπου 12 MWp Φ/Β συστημάτων ενώ εντός του 2009 επταπλασιάστηκε η εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών συστημάτων (PV) στην Ελλάδα, φτάνοντας στα 70 MW. Μέχρι το τέλος του 2010 υπολογίζεται ότι θα ξεπεράσει τα 200 MW.

Η Ελλάδα, που στην ουσία ξεκίνησε μόλις τα τελευταία χρόνια, από το μηδέν, την πιο συστηματική ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών, κατατάσσεται σήμερα 15η στην Ευρώπη σε εγκατεστημένη ισχύ PV. Σε παγκόσμιο επίπεδο, ολοένα και μεγαλύτερες επιφάνειες καλύπτονται από τους γνωστούς πίνακες-ηλιακούς συλλέκτες:

Μεταξύ 2006-2007, η εγκατεστημένη ισχύς PV ανά τον κόσμο αυξήθηκε κατά 50%, ενώ το 2007-2008 κατά 100%, σύμφωνα με το ΚΑΠΕ. Πάντως, αν στα PV η Ελλάδα υστερεί προς το παρόν, δεν συμβαίνει το ίδιο με τα ηλιοθερμικά συστήματα, όπου κατατάσσεται τρίτη στην Ευρώπη και τέταρτη στον κόσμο, στα κατά κεφαλήν τετραγωνικά εγκατεστημένων συλλεκτών (συνολικά 3.000.000 τ.μ.).

Τα Φ/Β συστήματα στην Ελλάδα βρίσκονται διεσπαρμένα σε διάφορες περιοχές, κυρίως νησιωτικές. Μερικά από τα εγκατεστημένα συστήματα αποτελούνται από μικρούς φωτοβολταϊκούς σταθμούς σε συνεργασία με αιολικά συστήματα και ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, όπως για παράδειγμα στη Κύθνο και στη Γαύδο. Μέχρι πρότινος, η πλειοψηφία των συστημάτων αφορούσε την ηλεκτροδότηση για τη λειτουργία απομακρυσμένων από το δίκτυο κεραιών κινητής τηλεφωνίας. Επίσης, σε λειτουργία έχουν τεθεί ψυγεία πρόψυξης γάλακτος σε κτηνοτροφικές μονάδες. Μέχρι το 1991, οπότε και άρχισε η σταδιακή απόσυρση των εγκαταστάσεών του, βρισκόταν σε λειτουργία ο πρώτος Φ/Β σταθμός της Ευρώπης στην Αγία Ρούμελη στη Νοτιοδυτική Κρήτη. Η ισχύς του ήταν 50 kWp και την ευθύνη για τη λειτουργία του είχε η Δ.Ε.Η. Το 2001, χάρη στις επιδοτήσεις του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας του Υπουργείου Ανάπτυξης, εγκαταστάθηκαν μερικές εκατοντάδες kWp διασυνδεδεμένων σε ηλιακές εφαρμογές στην Κρήτη.

Κεφάλαιο 2

2.1 Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, γιατί η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας έτσι τους ανέμους. Είναι μια ήπια μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον, πρακτικά ανεξάντλητη. Όπως και οι άλλες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, προωθείται για τη μείωση του ρυθμού εξάντλησης των αποθεμάτων συμβατικών καυσίμων και τον περιορισμό των εκπομπών που προκαλούνται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας (λιγνίτης, πετρέλαιο). Η χρήση των συμβατικών μορφών ενέργειας επιδεινώνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου και γενικότερα αυξάνει την ατμοσφαιρική ρύπανση του πλανήτη γεγονός που είχε σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη της τεχνολογίας και τεχνογνωσίας στον τομέα των ανεμογεννητριών όπως αυτή περιγράφεται στο αντίστοιχο κεφάλαιο. Ο βασικός τρόπος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από μια ανεμογεννήτρια έγκειται στον εξής απλό τρόπο: τα πτερύγια της περιστρέφονται από την πίεση του ανέμου και μεταφέρουν την περιστροφική τους κίνηση μέσω ενός κεντρικού άξονα και στη συνέχεια μέσω ενός πολλαπλασιαστή στροφών, σε μια ηλεκτρογεννήτρια που παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

Αν και η Ελλάδα είναι μια χώρα με συγκριτικά πλεονεκτήματα ως προς τις μορφές ΑΠΕ, εντούτοις δεν παρουσιάζει ικανοποιητικό βαθμό αξιοποίησής τους παρόλο που τα τελευταία χρόνια παίρνονται όλο και περισσότερες πρωτοβουλίες και δίνονται όλο και περισσότερα κίνητρα προς την κατεύθυνση αυτή. Ο σημαντικότερος παράγοντας που αναστέλλει την αξιοποίηση του ελληνικού αιολικού δυναμικού είναι η άγνοια που εκδηλώνεται μέσω καχυποψίας για την περιβαλλοντική συμβατότητα των έργων και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που αυτά επιφέρουν. Αν υπήρχε η δυνατότητα, με τη σημερινή τεχνολογία, να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης, εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ηλεκτρική ενέργεια θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα

2.2. Ανεμογεννήτριες

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες έχουν μοντέρνα αεροδυναμική σχεδίαση, που οφείλεται στην πρόοδο που έχει επιτευχθεί τις τελευταίες δεκαετίες στο σχεδιασμό των αεροπορικών πτερυγίων και ελίκων.

Υπάρχουν πολλών ειδών ανεμογεννήτριες οι οποίες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες :

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

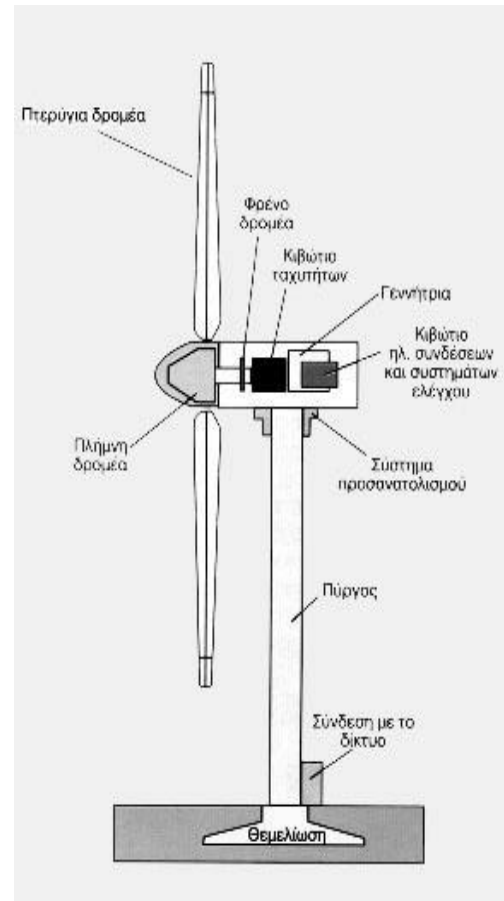
Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της και την ταχύτητα του ανέμου. Το μέγεθος είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει και ποικίλει από μερικές εκατοντάδες μέχρι μερικά εκατομμύρια Watt

Η τυπική ανεμογεννήτρια σήμερα είναι οριζοντίου άξονα με ισχύ από 800 έως 3000kW. Οι τυπικές διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 500 kW είναι: Διάμετρος δρομέα: 40 μέτρα και ύψος 40-50 μέτρα , ενώ αυτής των 3 MW οι διαστάσεις είναι:80 και 80-100 μέτρα αντίστοιχα.

Παρόλο που δεν υφίσταται κανένας καθοριστικός λόγος, εκτός ίσως από την εμφάνιση, στην αγορά έχουν επικρατήσει αποκλειστικά οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα , με δύο ή τρία πτερύγια.

Μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα αποτελείται από τα εξής μέρη :

- Το δρομέα, που αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια που είναι κατασκευασμένα από σύνθετα υλικά (ενισχυμένο πολυεστέρα, υαλονήματα και ειδικές ρητίνες). Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη είτε σταθερά , είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονα τους μεταβάλλοντας το βήμα . Τα πτερύγια έχουν αεροδυναμικό σχήμα και μπορεί να είναι ενιαία ή να διαθέτουν ακροπτερύγια. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των πτερυγίων (αριθμός πτερυγίων, κατανομή πλάτους, επιλογή αεροτομής, συστροφή) προκύπτουν από τη βελτιστοποίηση της αεροδυναμικής σχεδίασης.



- Τον θάλαμο που περιέχει τα μηχανικά υποσυστήματα (κύριος άξονα, έδρανα, ελαστικοί σύνδεσμοι, σύστημα πέδησης, κιβώτιο ταχυτήτων, ηλεκτρογεννήτρια και ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου):
1. Ο κύριος άξονας με το σύστημα πέδησης (φρένα) είναι παρόμοιος με τον άξονα των τροχών ενός αυτοκινήτου με υδραυλικά δισκόφρενα. Το σύστημα πέδησης είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της γεννήτριας
 2. Το κιβώτιο ταχυτήτων είναι παρόμοιας κατασκευής με εκείνο του αυτοκινήτου μας με την διαφορά ότι έχει μόνον μια σχέση. Προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής

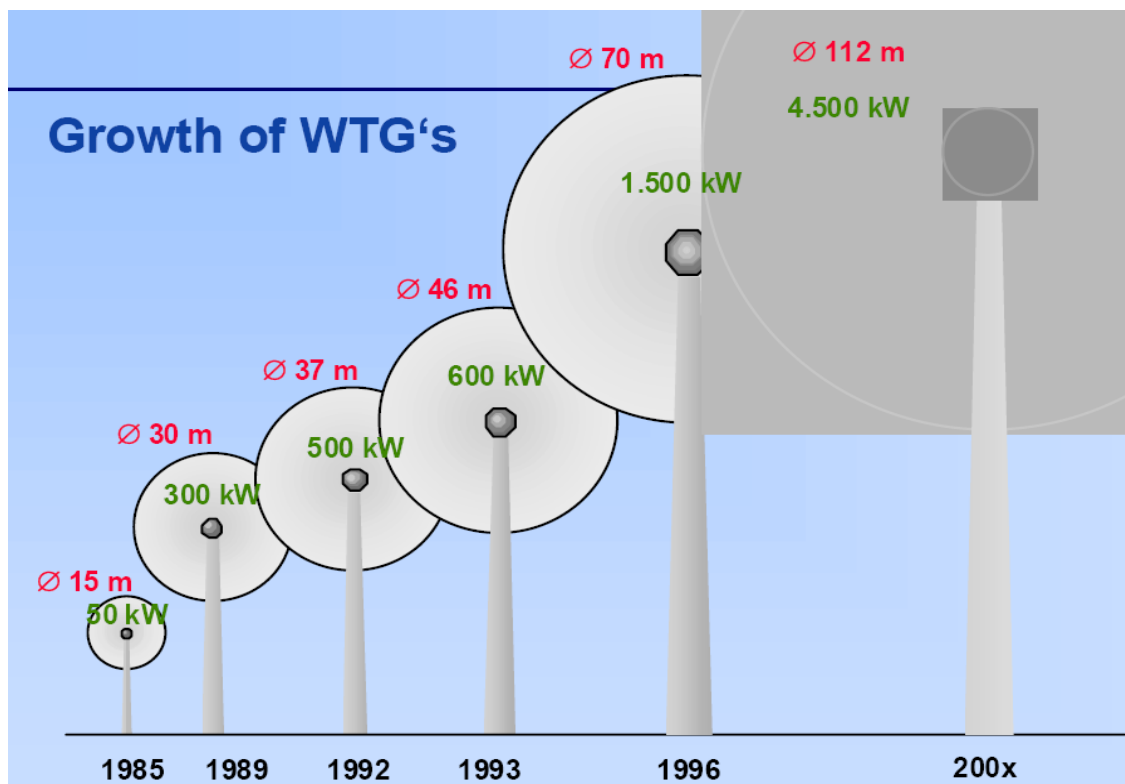
3. Την ηλεκτρική γεννήτρια, σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους η οποία συνδέεται με την έξοδο του πολλαπλασιαστή μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου και μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική και βρίσκεται συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας . Γενικά προτιμούνται οι ασύγχρονες γεννήτριες λόγω της απλότητας της κατασκευής τους, αν και οι σύγχρονες έχουν καλύτερη συμπεριφορά σε αδύνατα δίκτυα.
- το σύστημα προσανατολισμού, περιστρέφει την άτρακτο της Α/Γ στην κατεύθυνση του ανέμου. Αποτελείται από έναν ή περισσότερους ηλεκτροκινητήρες που δίνουν κίνηση σε οδοντωτούς τροχούς σε συνεργασία με έναν μεγαλύτερο που βρίσκεται στην κορυφή του πύργου.
 - τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου , οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου . Το σύστημα ελέγχου παρακολουθεί , συντονίζει και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας , φροντίζοντας για την απρόσκοπτη λειτουργία της.
 - Τον πύργο και τα θεμέλια : Είναι κυλινδρικής-κωνικής μορφής που εξυπηρετεί στην αύξηση της αντοχής και στην εξοικονόμηση υλικών με τη διάμετρο να αυξάνεται όσο πλησιάζουμε τη βάση, κατασκευασμένος από χάλυβα και συνήθως αποτελείται από δύο η τρία συνδεδεμένα τμήματα. Είναι παρόμοιας κατασκευής με τους πύργους που στηρίζουν τα φώτα σε γήπεδα και εθνικούς δρόμους. Στηρίζει τη νασέλα και το δρομέα. Μπορεί να είναι τύπου δικτυώματος, σωληνωτός και σπανιότερα από σκυρόδεμα. Η θεμελίωση γίνεται με οπλισμένο σκυρόδεμα πάνω στο οποίο τοποθετείται με βίδες ο πύργος. (Πηγή: <http://tolinionews.blogspot.com>)

Ως απαραίτητο εξάρτημα λειτουργίας μιας ανεμογεννήτριας σε αιολικό πάρκο, θα μπορούσαμε να συμπεριλάβουμε και τον μετασχηματιστή μετατροπής της χαμηλής τάσης της ανεμογεννήτριας σε μέση τάση προκειμένου να μεταφερθεί η ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο της ΔΕΗ. Ο μετασχηματιστής είναι συνήθως εγκατεστημένος δίπλα στην ανεμογεννήτρια και δεν διαφέρει

κατασκευαστικά από τους μετασχηματιστές που είναι εγκατεστημένοι πάνω στους στύλους της ΔΕΗ και μάλιστα συνήθως λίγα μέτρα από τα σπίτια μας.

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες μπορούν να λειτουργούν συνεχώς και χωρίς ανθρώπινη επιτήρηση για μια προβλεπόμενη διάρκεια ζωής τουλάχιστον 20 ετών και να προσφέρουν 120.000 ώρες ενεργού λειτουργίας, με ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης.

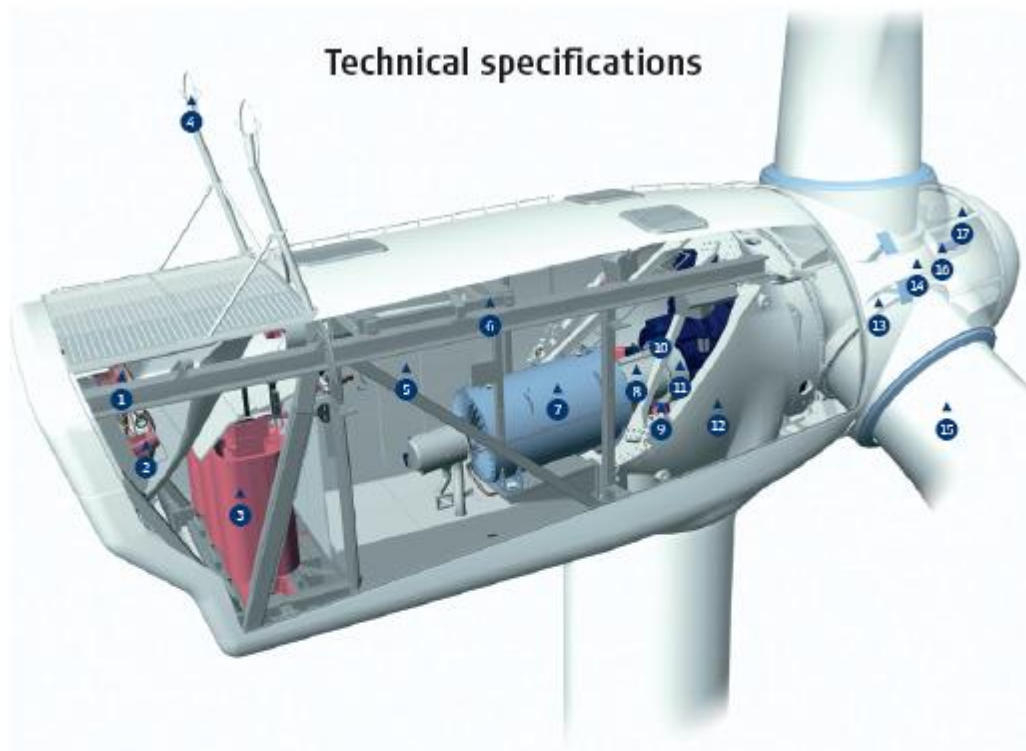
Η ισχύς που μπορεί να παραχθεί από μια σύγχρονη ανεμογεννήτρια σε σχέση με εκείνες του 1980, έχει επίσης αυξηθεί θεαματικά καθώς σήμερα μία και μόνο ανεμογεννήτρια μπορεί να παράγει έως και 5MW ηλεκτρικής ισχύος.



Πηγή: σημειώσεις από το ΔΠΜΣ Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Πειραιά, ΕΜΠ)

Σχήμα 2.2. Εξέλιξη ισχύος ανεμογεννητριών

Μία τυπική ανεμογεννήτρια των 3ΜV ευρέως χρησιμοποιούμενη της εταιρεία Vestas έχει την σύνθεση του σχήματος:



- | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|
| 1 Oil cooler | 6 Service crane | 11 Mechanical disc brake | 16 Pitch cylinder |
| 2 Water cooler for generator | 7 OptiSpeed generator | 12 Machine foundation | 17 Hub controller |
| 3 High voltage transformer | 8 Composite disc coupling | 13 Blade bearing | |
| 4 Ultrasonic wind sensors | 9 Yaw gears | 14 Blade hub | |
| 5 VMP-Top controller with converter | 10 Gearbox | 15 Blade | |

Πηγή: Vestas

Σχήμα 2.3. : τεχνικά χαρακτηριστικά Vestas V90-3.0MW

2.3. Αιολικό Δυναμικό

Τα διάφορα ατμοσφαιρικά φαινόμενα που συμβαίνουν στην κατώτερη ατμόσφαιρα έχουν άμεση επίδραση στη διαμόρφωση του Αιολικού Δυναμικού της χώρας μας. Το κατώτερο τμήμα της ατμόσφαιρας, η τροπόσφαιρα είναι μια περιοχή αδιάκοπης τυρβώδους κίνησης και ανάμιξης αερίων μαζών. Θεωρείται η πηγή του αέρα και παίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία αλλά και την

εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού. Στο κατώτατο τμήμα της ατμόσφαιρας λόγω του ιξώδους του αέρα δημιουργείται ένα στρώμα αέρα, το ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα, μέσα στο οποίο η σχετική ταχύτητα μεταβάλλεται από μηδέν πάνω στην επιφάνεια της Γης, μέχρι μεγαλύτερες τιμές. Τα χαρακτηριστικά του ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος, καθορίζονται κυρίως από την μορφή της επιφάνειας της Γης (τραχύτητα εδάφους), αλλά και από τον άνεμο και την κατάσταση της ατμόσφαιρας.

Για τον υπολογισμό της διανομής της ταχύτητας μέσα στο επιφανειακό στρώμα χρησιμοποιούνται οι σχέσεις:

$$U(z) = \frac{U}{k} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{λογαριθμικός νόμος}$$

$$U(z) = U(z_0) \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)^a \quad \text{εκθετικός νόμος}$$

όπου $U(z)$ η ταχύτητα του ανέμου σε ύψος z , U η ταχύτητα τριβής, a ο εκθέτης του εκθετικού νόμου, k η σταθερά von Karman ($k=0,35$) και z_0 η παράμετρος τραχύτητας. Σε ό,τι αφορά τον εκθέτη a , αυτός προσδιορίζεται πειραματικά και αποτελεί μια ένδειξη της μορφής της επιφάνειας του εδάφους.

Η παραγωγή ισχύος μιας ανεμογεννήτριας μεταβάλλεται με την ταχύτητα του ανέμου. Κάθε μηχανή χαρακτηρίζεται από την καμπύλη ισχύος της που εξαρτάται από τα γεωμετρικά της χαρακτηριστικά και το σχεδιασμό της. Η καμπύλη ισχύος μιας ανεμογεννήτριας χαρακτηρίζεται από την ταχύτητα έναρξης λειτουργίας όπου η ανεμογεννήτρια ξεκινά να παράγει ισχύ, την ταχύτητα διακοπής λειτουργίας όπου η μηχανή τίθεται εκτός λειτουργίας για να προστατευθεί από πολύ δυνατούς ανέμους και την ονομαστική ταχύτητα που είναι η μικρότερη ταχύτητα για την οποία η μηχανή παράγει την ονομαστική της ισχύ.

Η παραγόμενη ενέργεια μιας αιολικής μηχανής εξαρτάται από την καμπύλη ισχύος της μηχανής και από τον άνεμο στην περιοχή. Πρόσθετοι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγόμενη ενέργεια είναι η διαθεσιμότητα της μηχανής, οι απώλειες μεταφοράς και ο βαθμός απόδοσης του αιολικού πάρκου (ο

βαθμός απόδοσης του αιολικού πάρκου εκφράζει τις απώλειες που έχουμε λόγω αλληλεπίδρασης ανεμογεννητριών σε αιολικά πάρκα, και οφείλεται κατά κύριο λόγο στο έλλειμμα της ταχύτητας (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. Επίσης οι ανεμογεννήτριες δεν εγκαθίστανται στοιχισμένες η μία πίσω από την άλλη, αλλά διαγώνια. Απώλειες έχουν επίσης εξαιτίας των καιρικών συνθηκών (χιόνι, πάγος) και λόγω παύσης της λειτουργίας κάποιας ανεμογεννήτριας.

Ενδιαφέρον, για την εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού τους, έχουν οι περιοχές με ικανοποιητικές μέσες ταχύτητες ανέμου. Ένα πάρκο ανεμογεννητριών, το οποίο σε ταχύτητα 8m/sec αποδίδει 1600KW , σε ταχύτητα 4m/sec αποδίδει μόνο 200KW . Σημαντικό ρόλο παίζει ο τόπος εγκατάστασης των ανεμογεννητριών. Η ύπαρξη ανωμαλιών του εδάφους, κτιρίων, δέντρων ή εμποδίων γενικά μπορεί να δημιουργήσει στροβιλισμούς και να μειώσει την αποδοτικότητα. Πριν την επιλογή της περιοχής απαιτείται μελέτη στατιστικών μετεωρολογικών δεδομένων για τις κατευθύνσεις των κυρίαρχων ανέμων για περίοδο ενός χρόνου.

2.4. Αιολικά Πάρκα

Αιολικά πάρκα ονομάζουμε τις συστοιχίες ανεμογεννητριών στις οποίες γίνεται ηλεκτροπαραγωγή. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε αιολικά πάρκα επιβάλλεται από μια σειρά λόγων όπως η μικρή πυκνότητα της αιολικής ενέργειας, τα προβλήματα διαθεσιμότητας γης, η ύπαρξη καλού αιολικού δυναμικού σε συγκεκριμένες περιοχές και τέλος η επιδίωξη ελαχιστοποίησης του κόστους εγκατάστασης και λειτουργίας.

Ο σχεδιασμός του αιολικού πάρκου αποτελεί χρονοβόρα και επίπονη διαδικασία που λαμβάνει υπόψη ποικίλες παραμέτρους όπως η ικανότητα μεταφοράς του ηλεκτρικού δικτύου, οι ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ των ανεμογεννητριών, η υφιστάμενη υποδομή της ευρύτερης περιοχής, οι περιβαλλοντικοί περιορισμοί χρήσης γης και η γειτνίαση με κατοικημένες περιοχές. Οι περισσότεροι από τους παραπάνω παράγοντες αποτελούν και αντικείμενα βελτιστοποίησης με στόχο την μεγιστοποίηση της ηλεκτροπαραγωγής και την ελαχιστοποίηση του κόστους εγκατάστασης και λειτουργίας.

2.5. Αποτίμηση Αιολικής Ενέργειας

Το σημαντικότερο θετικό στοιχείο από την ανάπτυξη-εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας είναι η συμβολή της, ως εγχώρια πηγή ενέργειας, στην απεξάρτηση από ακριβά εισαγόμενα καύσιμα, όπως πετρέλαιο και φυσικό αέριο, οι τιμές των οποίων έχουν μόνιμα ανοδική πορεία, γεγονός που οδηγεί σε υπερβολική αβεβαιότητα για τον αντίστοιχο σχεδιασμό της εθνικής οικονομίας. Επιπρόσθετα δίνει τη δυνατότητα αποκεντρωμένης ανάπτυξης μέσα από αυτόνομα συστήματα παραγωγής ενέργειας, γεγονός που μπορεί να ενισχύσει σημαντικά την οικονομική δραστηριότητα των τοπικών κοινωνιών και να δώσει ώθηση για την αποκέντρωση του ενεργειακού μοντέλου παραγωγής και τέλος προσφέρει ευκαιρίες για αξιοποίηση της αξιόλογης εγχώριας ηλεκτρομηχανολογικής εμπειρίας, του επιστημονικό-ερευνητικού ενδιαφέροντος και της δραστηριότητας στη γνωστική περιοχή της αιολικής ενέργειας.

Η τεχνολογία είναι απόλυτα αποδοτική, ενεργειακά, αλλά και επιχειρηματικά καθώς προσφέρει δυνατότητες αξιοποίησης επενδυτικών προγραμμάτων, που χρηματοδοτούνται εν μέρει από ελληνικούς και κοινοτικούς φορείς, δεδομένων των υψηλών επιχορηγήσεων και του συγκριτικά χαμηλού κόστους που συνοδεύουν παρόμοιες επενδύσεις σε τομείς αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επιπλέον είναι δυνατή στην περίπτωση

ίδρυσης αιολικών πάρκων η σταδιακή εγκατάσταση των μηχανών, με διαχρονική κατανομή του κόστους επένδυσης σύμφωνα με το σχεδιασμό του επενδυτή.

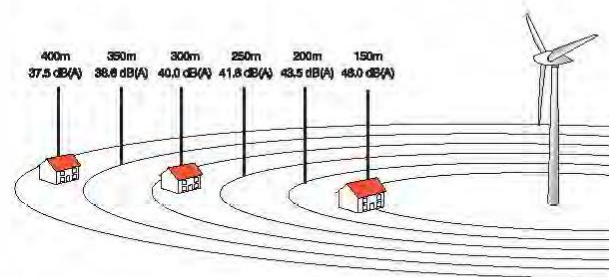
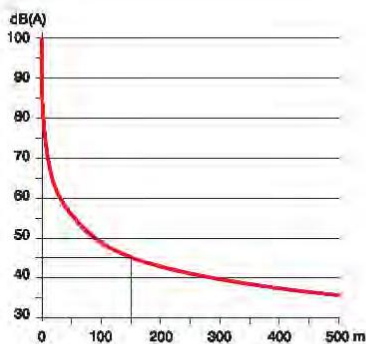
Παρά τον αδιαμφισβήτητο συνδυασμό χαρακτηριστικών που καθιστούν την αιολική ενέργεια μία από τις βέλτιστες λύσεις της παγκόσμιας ενεργειακής κρίσης του πλανήτη, εντούτοις προκύπτουν κάποια βασικά ζητήματα που αφορούν την περιβαλλοντική συμβατότητα των αιολικών εγκαταστάσεων.

Οι περιβαλλοντικές παράμετροι που αφορούν τις μονάδες αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας εξετάζονται κατόπι κατά παράμετρο:

- **Οπτική όχληση-αισθητική ένταξη:** Πρόκειται για καθαρά υποκειμενικό θέμα και για αυτόν ακριβώς τον λόγο δημιουργούνται αντικρουόμενες απόψεις. Σχετίζεται με το ύψος, το σχήμα, το χρώμα και τον αριθμό των εγκατεστημένων ανεμογεννητριών και διαμορφώνεται σε μεγάλο βαθμό από τις κοινωνικές τάσεις της τοπικής κοινωνίας καθώς έχει αποδειχτεί ότι η αίσθηση της οπτικής όχλησης σχετίζεται άμεσα με την διάθεση αποδοχής της τοπικής κοινωνίας των εγκαταστάσεων ενός αιολικού πάρκου. Με το νέο χωροταξικό πλαίσιο που θεσπίστηκε και αναλύεται στο Νομικό Πλαίσιο αναμένεται να περιοριστούν στο ελάχιστο τυχόν αντιδράσεις που αφορούσαν την οπτική όχληση και η εναρμόνιση με το περιβάλλον να γίνεται σταδιακά.
- **Θόρυβος.** Στις ανεμογεννήτριες ο παραγόμενος θόρυβος υπάγεται σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με την προέλευσή του: μηχανικός και αεροδυναμικός. Ο μηχανικός θόρυβος προέρχεται από τα περιστρεφόμενα μηχανικά τμήματα(κιβώτιο ταχυτήτων, ηλεκτρογεννήτρια, έδρανα κλπ). Ο αεροδυναμικός προέρχεται από την περιστροφή των πτερυγίων. Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες έχουν πρακτικά εκμηδενίσει το μηχανικό τους θόρυβο με εξαρχής σχεδίαση(γρανάζια πλάγιας οδόντωσης) ή με εσωτερική ηχομονωτική επένδυση στο κέλυφος της κατασκευής ενώ ο αεροδυναμικός θόρυβος σχετίζεται με παράγοντες όπως η ταχύτητα του αέρα, η υγρασία ή η ύπαρξη φυσικών εμποδίων και αντιμετωπίζεται πλέον και αυτός με

προσεκτική σχεδίαση των πτερυγίων από τους κατασκευαστές. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τα επίπεδα θορύβου σε κάποιους συχνά δημιουργούμενους ήχους και το σχήμα δίνει την απόσβεση του θορύβου σε συνάρτηση με την απόσταση.

Πηγή	Απόσταση από την πηγή (m)	Επίπεδα θορύβου
Απογείωση αεροπλάνου	61	120
Σειρήνα ασθενοφόρου	31	90
Ήπια κυκλοφορία	312	50
Ανεμογεννήτρια >1MW	200	49
Ψίθυρος	2	30



Πηγή: ΚΑΠΕ

Σχήμα 2.4.: Απόσβεση θορύβου ανεμογεννήτριας σε συνάρτηση με την απόσταση

- Χλωρίδα-πανίδα Η αιολική ενέργεια δεν εμποδίζει τις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες καθώς το 99% της γης που φιλοξενεί αιολικό πάρκο είναι διαθέσιμο για χρήσεις(η ανεμογεννήτρια καταλαμβάνει το 1-3% του χώρου στον οποίον εγκαθίσταται συνυπολογίζεται η βάση της α/γ) και δεν καταστρέφει τα δάση, καθώς τα αιολικά πάρκα εγκαθίστανται σε ορεινές θέσεις με αραιή ή καθόλου βλάστηση.

Πολλές ανεμογεννήτριες στην Ευρώπη έχουν εγκατασταθεί σε βοσκοτόπια, ενώ επίσης έχει ήδη αποδειχθεί ότι δεν αποκλείεται η δυνατότητα

συνέχισης της γεωργικής δραστηριότητας στις εν λόγω περιοχές. Επίσης, η κατασκευή αιολικών πάρκων μειώνει τη λειτουργία θερμοηλεκτρικών σταθμών παραγωγής ενέργειας και προσελκύει τον "περιβαλλοντικό τουρισμό" (πχ Σητεία)

Όλα τα παραπάνω συνοψίζονται και στον ακόλουθο πίνακα:

Περιβαλλοντικά Θέματα Μονάδων Αιολικής Ενέργειας		
Θετικές επιπτώσεις	Επιπτώσεις	Προτάσεις
Απουσία εκπομπών (CO ₂ , NO _x , SO ₂)	Θόρυβος	<ul style="list-style-type: none"> Χρήση σύγχρονης τεχνολογίας Α/Γ (κατάλληλη σχεδίαση των πτερυγίων, ελάχιστη επιβάρυνση από μηχανικούς θορύβους). Τακτική συντήρηση των Α/Γ και του εξοπλισμού. Έγκαιρη εκτίμηση της επιβάρυνσης του πάρκου στο ακουστικό περιβάλλον. Μετρήσεις θορύβου κατά τη λειτουργία του πάρκου.
	Οπτική όχληση	<ul style="list-style-type: none"> Κατάλληλη χωροθέτηση των Α/Γ και του πάρκου γενικά (χρήση τεχνικής για εντοπισμό της Ζώνης Οπτικής όχλησης – Zone of Visual Impact, κατάλληλη επιλογή της μορφής των Α/Γ). Κατάλληλος χρωματισμός των Α/Γ συμβατός με το περιβάλλον της περιοχής. Κατάλληλη επιλογή ρυθμού κίνησης των πτερυγίων.
	Ορνιθοπανίδα	<ul style="list-style-type: none"> Κατάλληλη χωροθέτηση Α/Γ και του πάρκου. Ενδελεχής εξέταση στην περίπτωση που εντοπιστεί διάδρομος μετακίνησης πουλιών ή ενδιαπτήματα πανίδας.
	Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές	<ul style="list-style-type: none"> Χρήση κατάλληλων πτερυγίων (fiber blades).
	Χρήση γης	<ul style="list-style-type: none"> Διπλή χρήση της περιοχής (το 99% της περιοχής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλες χρήσεις όπως π.χ. τη γεωργία ή τη βοσκή).
	Σύνδεση με το δίκτυο	<ul style="list-style-type: none"> Περιορισμός επιπτώσεων (π.χ. αποκατάσταση περιοχής, επιλογή υπόγειων καλωδιώσεων ή υπέργειων εργασιών).
	Οδικό δίκτυο	<ul style="list-style-type: none"> Περιορισμός επιπτώσεων (π.χ. χρήση του υφιστάμενου δικτύου όπου είναι εφικτό, κατάλληλη διάνοιξη δρόμων, αποκατάσταση πρανών και φυσικής βλάστησης, συντήρηση του οδικού δικτύου).

Πηγή: ΚΑΠΕ

Πίνακας 2.1.: Περιβαλλοντικά θέματα μονάδων Αιολικής Ενέργειας

Κεφάλαιο 3

3.1 Ηλιακή Ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια αντίστοιχα με την αιολική είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία. Ο ήλιος είναι η βασική πηγή ζωής στον πλανήτη μας. Σχεδόν όλες οι μορφές παράγωγης ενέργειας είναι συσχετισμένες έμμεσα ή άμεσα με την ηλιακή. Η ενέργεια ανά m^2 , που φτάνει στην επιφάνεια της γης κατά την περίοδο μιας ημέρας, εξαρτάται από την κλίση της συλλεκτικής επίπεδης επιφάνειας, το γεωγραφικό πλάτος του τόπου, την ημέρα του χρόνου και από τις συγκεντρώσεις των αερίων, υγρών και στερεών συστατικών και αιωρημάτων της ατμόσφαιρας κατά την ημέρα εκείνη. Προκειμένου να υπάρχουν συγκρίσιμα στοιχεία, σε διεθνή κλίμακα, αναφερόμαστε σε μετρήσεις με αισθητήρες, οι οποίοι τοποθετούνται οριζόντια. Χαρακτηριστικά μεγέθη είναι οι μέσες ημερήσιες τιμές της πυκνότητας ισχύος και της πυκνότητας ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντια επιφάνεια για κάθε μήνα και για το έτος συνολικά. Για να αξιοποιηθούν αυτά τα μετεωρολογικά στοιχεία σε πρακτικές εφαρμογές απαιτούνται μετρήσεις που να καλύπτουν περίοδο τουλάχιστον 10 ετών.

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας διακρίνεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία συγκαταλέγονται όλοι εκείνοι οι τρόποι που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε εσωτερική ενέργεια δομικών κατασκευών και ονομάζονται παθητικά ηλιακά συστήματα, ενώ στη δεύτερη κατηγορία αυτοί που προκαλούν μετατροπή της σε άλλη μορφή ενέργειας ή χρησιμοποιούν θερμό ρευστό σε κίνηση. Αυτά τα συστήματα ονομάζονται ενεργά ηλιακά συστήματα και διακρίνονται σε αυτά που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε εσωτερική ενέργεια θερμού ρευστού και ονομάζονται θερμοσιφωνικά συστήματα, και σε αυτά που μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια, τα οποία και καλούνται φωτοβολταϊκά συστήματα.

3.2 Φωτοβολταικά Συστήματα

3.2.1. τρόπος λειτουργίας

Φωτοβολταϊκό φαινόμενο αποκαλείται η εμφάνιση διαφοράς δυναμικού στα άκρα μιας διόδου η οποία ακτινοβολείται με ηλιακή ενέργεια. Για όσο χρονικό διάστημα διαρκεί η ακτινοβολία παράγεται συνεχές ρεύμα από την διόδο, το οποίο μπορεί να τροφοδοτήσει ένα οποιοδήποτε φορτίο συνεχούς ρεύματος και κατά συνέπεια να έχουμε παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Όταν διακοπεί η ακτινοβολία της διόδου, σταματάει και η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Το φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελεί το δομικό στοιχείο των φωτοβολταϊκών συστημάτων, και είναι σύστημα δύο υλικών σε επαφή, το οποίο όταν φωτίζεται εμφανίζει στα άκρα του συνεχή ηλεκτρική τάση. Βασίζεται στη δημιουργία δύο ημιαγωγίων στρωμάτων σε επαφή, ενός τύπου n και ενός τύπου p . Το ηλεκτροστατικό φράγμα δυναμικού που δημιουργείται εκτείνεται σε όλο το πλάτος του στοιχείου που δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία. Αυτό το φράγμα δυναμικού βρίσκεται κατανεμημένο σε μικρό βάθος από την επιφάνεια και τοποθετείται από την πλευρά από την οποία προσπίπτει το φως. Κάθε φωτόνιο της προσπίπτουσας ακτινοβολίας με ενέργεια ίση ή μεγαλύτερη από το ενεργειακό διάκενο του ημιαγωγού, έχει τη δυνατότητα να απορροφηθεί σε ένα χημικό δεσμό και να δημιουργηθεί ένα ζεύγος φορέων, δηλαδή ένα ηλεκτρόνιο της ζώνης αγωγιμότητας και μια οπή της ζώνης σθένους. Δημιουργείται έτσι, όσο διαρκεί η ακτινοβολία, μια περίσσεια από ζεύγη φορέων, πέρα από τις συγκεντρώσεις που αντιστοιχούν σε συνθήκες ισορροπίας. Η αναγκαιότητα ύπαρξης του ηλεκτροστατικού δυναμικού πηγάζει από την απαίτηση για διαχωρισμό των θετικών και αρνητικών φορέων φορτίου και την συγκέντρωσή τους πάνω στις δύο όψεις του ηλιακού στοιχείου. Συγκεκριμένα, επειδή μερικά από τα ζεύγη των φορέων αυτών δημιουργούνται μέσα ή και δίπλα από την περιοχή του ηλεκτροστατικού φράγματος δυναμικού διαχωρίζονται προκειμένου να ελαχιστοποιήσουν τη δυναμική τους ενέργεια. Σε μια διόδο p - n τα ελεύθερα ηλεκτρόνια

εκτρέπονται προς το τμήμα τύπου-n και οι οπές εκτρέπονται προς το τμήμα τύπου-p. Αποτέλεσμα είναι να συσσωρεύονται φορτία στις δύο αντικρινές επιφάνειες και να δημιουργείται μια διαφορά δυναμικού ανάμεσα στους ακροδέκτες των δύο τμημάτων του ηλιακού στοιχείου, για όσο διάστημα υπάρχει οπτική διέγερση, η εμφάνιση δηλαδή του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

3.2.2. Φωτοβολταϊκά Συστήματα(κατηγορίες)

Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής ευχέρειας του χρήστη. Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5-19% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (με τη σημερινή τεχνολογία, η οποία πάντως βελτιώνεται). Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε.

Οι κύριες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή φ/β στοιχείων είναι:

- Τεχνολογία παραγωγής ημιαγώγιμων υλικών με κρυσταλλική δομή, την πλειοψηφία των οποίων αποτελεί το πυρίτιο.
- Τεχνολογία λεπτών υμενίων (thin film), η οποία ονομάζεται έτσι επειδή το πάχος των στοιχείων είναι πολύ μικρό (μερικά μόνο μm).
- Άλλες τεχνολογίες που σκοπό έχουν να γίνει λιγότερο ενεργοβόρα η παραγωγή του καθαρού πυριτίου, περιορίζοντας τις απώλειες σε ακριβό καθαρό πυρίτιο (π.χ. μέθοδος EFG, edge defined film fed growth και μέθοδος String Process).

Οι κρύσταλλοι και η μορφή λεπτού φιλμ διαφέρουν μεταξύ τους όσον αφορά την απόδοση απορρόφησης του φωτός, την απόδοση μετατροπής της μια μορφής ενέργειας στην άλλη, την τεχνολογία κατασκευής και το κόστος κατασκευής. Είναι ξεκάθαρο ότι το πυρίτιο ως ημιαγώγιμο υλικό κατέχει την συντριπτική πλειοψηφία της αγοράς φ/β στοιχείων και συγκεκριμένα την πρωτιά κατέχει το πολυκρυσταλλικό πυρίτιο που αποτελεί το 54% αυτής.

Το πυρίτιο διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες:

- Μονοκρυσταλλικό πυρίτιο (c - Si): απόδοση Φ/Β πλαισίων 13 - 16%, υψηλό κόστος κατασκευής, χρώμα σκούρο μπλε.
- Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο (mc - Si): απόδοση 10 - 14% σε βιομηχανική μορφή Φ/Β πλαισίου, χαμηλότερο κόστος παρασκευής, γαλάζιο χρώμα.
- Άμορφο πυρίτιο (a - Si): χαμηλότερη απόδοση στα επίπεδα του 8%, δυνατότητα δημιουργίας διαδοχικών Φ/Β στοιχείων σε μεγάλες επιφάνειες.

Το πυρίτιο είναι ένας ημιαγωγός με έμμεσο ενεργειακό διάκενο 1,1eV. Αν και οι δύο αυτές ιδιότητές του, δηλαδή έμμεσο και σχετικά μικρή τιμή ενεργειακού διακένου δεν είναι ιδεώδεις για την φωτοβολταϊκή μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας, το πυρίτιο είναι ο ημιαγωγός που κυριάρχησε από την αρχή αλλά μέχρι και σήμερα, σαν υλικό κατασκευής φ/β στοιχείων. Οι λόγοι για τους οποίους συμβαίνει αυτό έχουν να κάνουν με το γεγονός ότι το πυρίτιο είναι το κύριο υλικό των διατάξεων ηλεκτρονικής για πολλές δεκαετίες. Επομένως οι ιδιότητες του είναι καλά μελετημένες και το υλικό κυκλοφορεί στη αγορά σε αρκετά μεγάλες ποσότητες, με ικανοποιητική χημική καθαρότητα και τελειότητα κρυσταλλικής δομής, με την χρησιμοποίηση τεχνολογικών μεθόδων δοκιμασμένων με επιτυχία. Επιπλέον τα φ/β στοιχεία πυριτίου έχουν λειτουργήσει με απόλυτα ικανοποιητική αξιοπιστία σε ακραίες καιρικές συνθήκες, τόσο σε διαστημικές όσο και σε επίγειες εφαρμογές. Εκτός του οξυγόνου, το πυρίτιο είναι το πιο άφθονο στοιχείο στην επιφάνεια του εδάφους. Σχεδόν πάντα, όμως απαντάται με τη μορφή οξειδίου στο περιβάλλον, συγκεκριμένα ως διοξείδιο του πυριτίου (SiO₂). Για την αξιοποίησή του, επομένως, απαιτείται επεξεργασία έτσι ώστε να αποκτήσει υψηλή καθαρότητα.

Εκτός από τα στοιχεία πυριτίου, κατασκευάζονται σήμερα στοιχεία και από άλλα υλικά, όπως το Cd, το Te, το S, το Ga, το As, το In, τα οποία συνδυάζονται ώστε να προκύψουν στοιχεία με χαρακτηριστικά πλεονεκτήματα σε σχέση με

τα στοιχεία πυριτίου, αλλά και χαρακτηριστικά μειονεκτήματα.

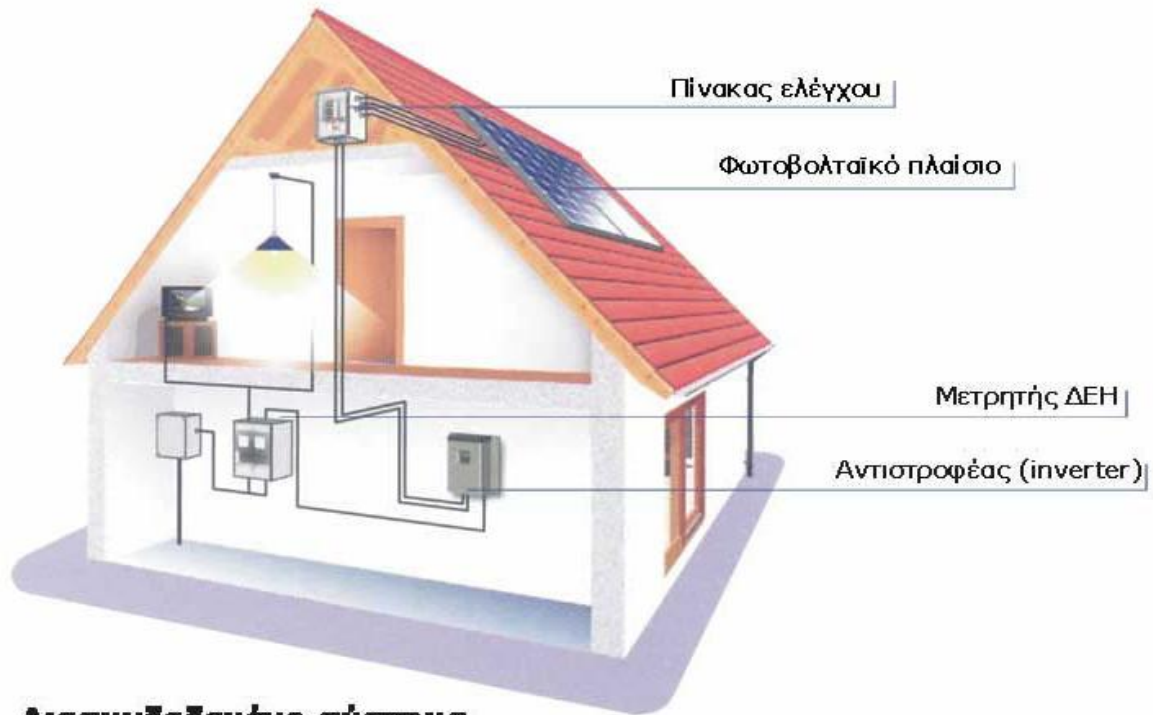
Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν επίσης να χωριστούν σε δυο κατηγορίες :

- Τα διασυνδεδεμένα στο δίκτυο συστήματα.
- Τα αυτόνομα συστήματα.

Και τα δυο έχουν πολλές ομοιότητες μεταξύ τους. Η κύρια διαφορά τους είναι ότι στα πρώτα υπάρχει σύνδεση με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. και η ενέργεια που παράγεται περνάει σε αυτό, ενώ στα δεύτερα δεν υπάρχει τέτοια σύνδεση και η ενέργεια που παράγεται χρησιμοποιείται για ίδια κατανάλωση. Το αυτόνομο σύστημα έχει τη δυνατότητα αποθήκευσης της πλεονάζουσας ενέργειας σε συσσωρευτές (μπαταρίες) για την χρήση της τις βραδινές ώρες ή σε μέρες που έχει συννεφιά

Και τα δυο συστήματα αποτελούνται από επιμέρους μονάδες οι οποίες συνήθως είναι οι εξής :

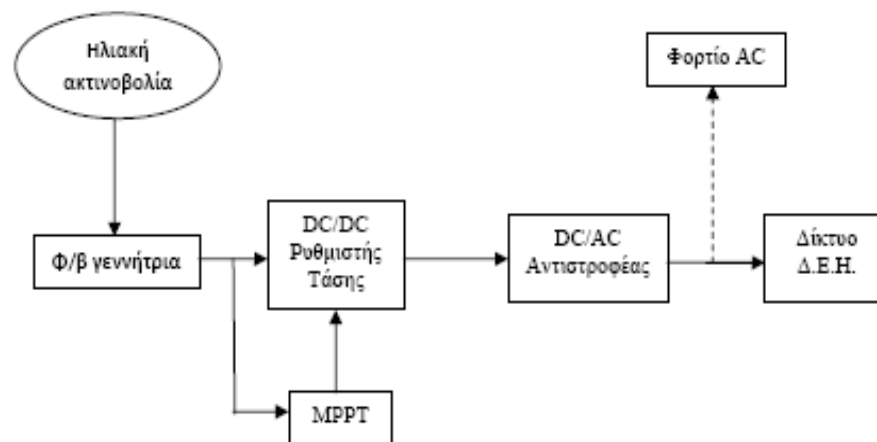
- Διασυνδεδεμένα συστήματα
 - Φωτοβολταϊκό πλαίσιο.
 - Πίνακας ελέγχου.
 - Αντιστροφέας τάσης.
 - Μετρητής Δ.Ε.Η.
- Αυτόνομα συστήματα.
 - Φωτοβολταϊκό πλαίσιο.
 - Πίνακας ελέγχου.
 - Ρυθμιστής φόρτισης.
 - Συσσωρευτής.
 - Αντιστροφέας τάσης.



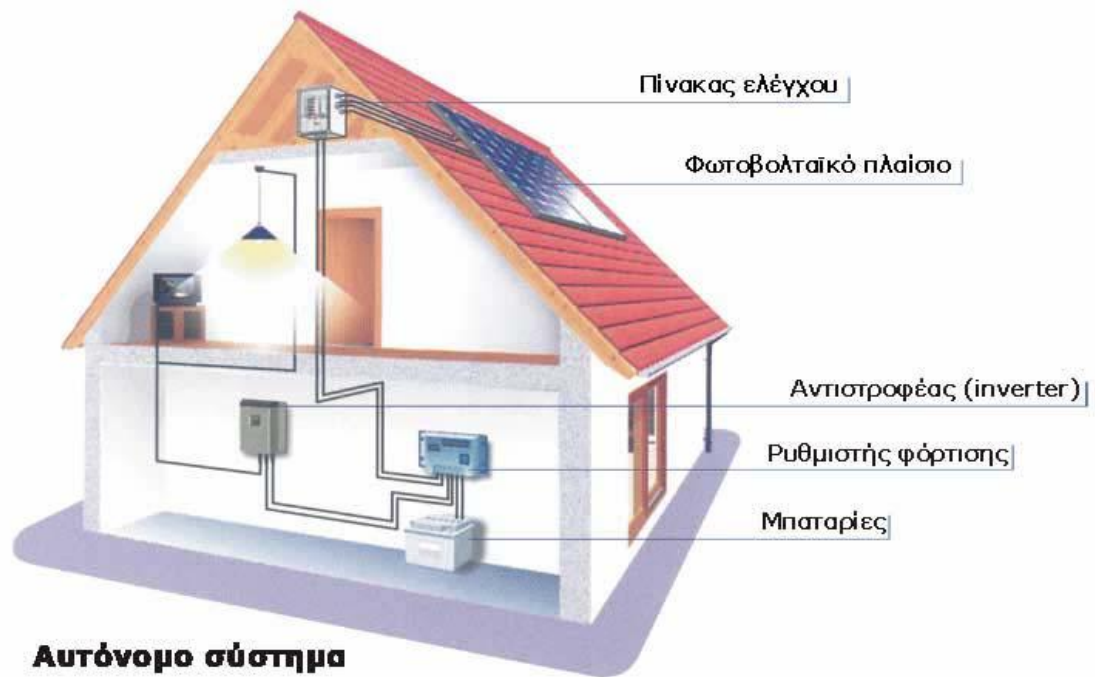
Διασυνδεδεμένο σύστημα (ανταλλάσσει ενέργεια με το δίκτυο της ΔΕΗ)

Πηγή: Σύλλογος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών (ΣΕΦ)

Σχήμα 3.1. Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα

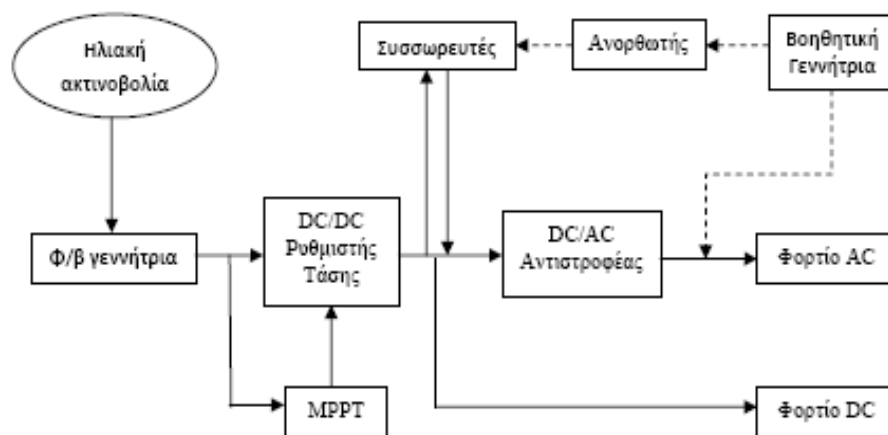


Σχήμα 3.2. Απλοποιημένο διάγραμμα διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος



Πηγή: Σύλλογος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών (ΣΕΦ)

Σχήμα 3.3.Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα



Σχήμα 3.4.Απλοποιημένο διάγραμμα αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος

3.3 Φωτοβολταϊκό στοιχείο

3.3.1.Πλαίσια

Η τάση και η ισχύς ενός φ/β στοιχείου είναι πολύ μικρή για να ανταποκριθεί στην τροφοδότηση των συνηθισμένων ηλεκτρικών καταναλώσεων ή για τη φόρτιση των συσσωρευτών. Για αυτό το λόγο τα φ/β στοιχεία τοποθετούνται σε ένα ενιαίο πλαίσιο με κοινή ηλεκτρική έξοδο. Μετά την παρασκευή της βασικής δομής του, το Φ/Β στοιχείο κόβεται στο επιθυμητό μέγεθος και σχήμα, συνήθως τετραγωνικό, ώστε κατά την σύνθεσή τους σε μεγαλύτερη μονάδα, να αφήνουν μεταξύ τους ελάχιστη μη εκμεταλλεύσιμη επιφάνεια. Τα βασικά κριτήρια για την σύνδεση των στοιχείων είναι ηλεκτρολογικά και μορφολογικά. Μετά την σύνθεσή τους, ακολουθεί η τοποθέτησή τους σε επίπεδη γυάλινη πλάκα υψηλής διαφάνειας προσαρμοσμένης σε μεταλλικό πλαίσιο υψηλής αντοχής και ειδικών προδιαγραφών. Αυτή η τυπική διάταξη καλείται φωτοβολταϊκό πλαίσιο (module) και αποτελεί μέρος μεγαλύτερης μονάδας, της φωτοβολταϊκής συστοιχίας (array).

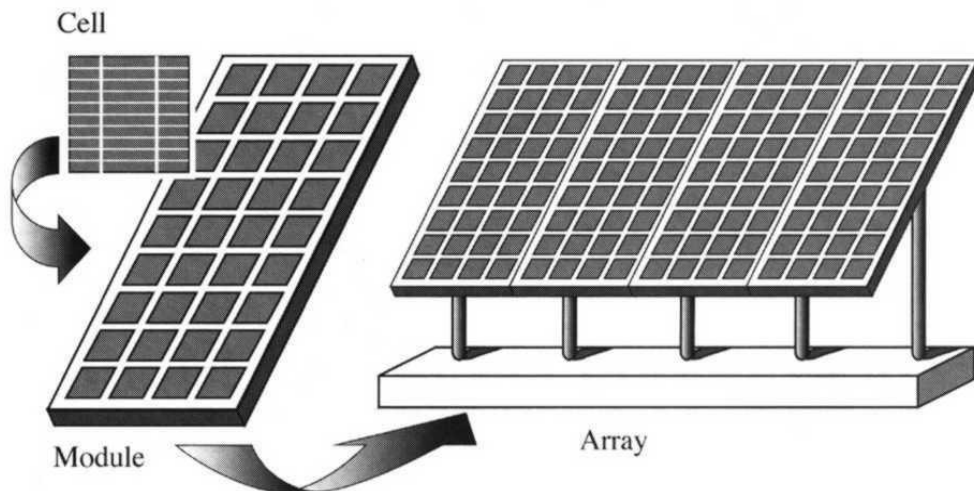
Στο πλαίσιο αυτό, τα στοιχεία συνδέονται σε σειρά, σε ομάδες κατάλληλου πλήθους για την απόκτηση επιθυμητής τάσης. Τα πλαίσια είναι προκατασκευασμένα στο εργοστάσιο. Τα ηλιακά στοιχεία στερεώνονται με κολλητική ουσία σε ένα ανθεκτικό φύλλο από μέταλλο (συνήθως αλουμίνιο) ή από ενισχυμένο πλαστικό, που αποτελεί την πλάτη του πλαισίου, ενώ η εμπρός όψη τους καλύπτεται από ένα προστατευτικό φύλλο γυαλιού ή διαφανούς πλαστικού. Το εμπρός και πίσω φύλλο συγκρατούνται μεταξύ τους, στεγανά και μόνιμα, με τη βοήθεια μιας ταινίας από φυσικό ή συνθετικό ελαστικό και συσφίγγονται με ένα περιμετρικό μεταλλικό περίβλημα. Διαμορφώνεται έτσι το φ/β πλαίσιο (module), που είναι η δομική μονάδα που κατασκευάζεται βιομηχανικά και κυκλοφορεί στο εμπόριο για να χρησιμοποιηθεί ως συλλέκτης στη συγκρότηση φ/β γεννητριών. Λόγω των απαιτούμενων υλικών και εργασιών για την κατασκευή του, το κόστος προκύπτει σημαντικά μεγαλύτερο από τα φ/β στοιχεία που περιέχουν.

Συνώνυμο σχεδόν με το φ/β πλαίσιο είναι το φ/β πανέλο (panel). Όπως και το πλαίσιο, έχει συναρμολογηθεί και προκατασκευαστεί στο εργοστάσιο και είναι έτοιμο για τοποθέτηση σε φ/β εγκατάσταση, αλλά με τη διαφορά ότι ένα πανέλο μπορεί να αποτελείται από περισσότερα χωριστά πλαίσια (το ένα δίπλα στο άλλο) που είναι σε κοινή συσκευασία και κοινή ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ τους. Τα τελευταία χρόνια σχεδόν όλες οι εταιρίες που κατασκευάζουν φ/β στοιχεία, δεν διαχωρίζουν τα πλαίσια από τα πανέλα. Το προϊόν που παράγεται ονομάζεται φ/β πλαίσιο (module) και διατίθεται σε ποικιλία, όσον αφορά την ισχύ που παράγει, την τάση και τελικά τις διαστάσεις του.

3.3.2.Φωτοβολταϊκή συστοιχία (string)

Σε μια φ/β εγκατάσταση που έχει σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή λειτουργεί ως σταθμός παραγωγής, μπορεί να χρησιμοποιηθούν εκατοντάδες ή και χιλιάδες φ/β πλαίσια. Όπως είναι αναμενόμενο τα φ/β πλαίσια πρέπει να ομαδοποιηθούν και να συνδεθούν κατάλληλα. Για την αύξηση της αξιοπιστίας ενός φ/β συστήματος είναι σκόπιμο οι συνδέσεις των φ/β στοιχείων μέσα στα πλαίσια, αλλά και ανάμεσα στα πλαίσια να μην είναι μόνο στη σειρά αλλά και παράλληλες. Με αυτόν τον τρόπο, αν ένα φ/β στοιχείο σκιαστεί ή αν πάθει βλάβη δεν θα μηδενιστεί η ισχύς που παράγει το σύστημα. Έτσι τα φ/β πλαίσια ομαδοποιούνται σε φ/β συστοιχίες και τοποθετούνται σε κοινή βάση στήριξης, η οποία είναι συνήθως μεταλλική. Η σύνδεση των πλαισίων στη σειρά ή παράλληλα γίνεται έτσι ώστε να η τάση εξόδου της γεννήτριας να αποκτήσει την επιθυμητή τιμή.

Η σχέση του φ/β πλαισίου με την φ/β συστοιχία και την φ/β γεννήτρια φαίνεται στο σχήμα:



Σχήμα 3.5.:Σχέση φ/β πλαισίου με την φ/β συστοιχία και την φ/β γεννήτρια

Σταθερές συστοιχίες

Ο απλούστερος τύπος μιας φ/β συστοιχίας είναι ο σταθερός (fixed), ο οποίος έχει το πλεονέκτημα των ακίνητων τμημάτων και το μειονέκτημα ότι δεν εκμεταλλεύεται με τον μέγιστο βαθμό την ηλιακή ακτινοβολία. Τα πλαίσια τοποθετούνται με νότιο προσανατολισμό (για το Βόρειο ημισφαίριο) που έχουν τη μέγιστη απόδοση και έχουν μια κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο κατάλληλη ώστε να μεγιστοποιείται η πρόσληψη ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα με το χρονικό διάστημα που είναι επιθυμητό. Αποκλίσεις από το Νότο έως και 45 μοίρες είναι επιτρεπτές, μειώνουν όμως την απόδοση. Η σωστή κλίση του φωτοβολταϊκού σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο και συνεπώς ταυτίζεται συνήθως με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής στην οποία εγκαθίσταντο. Συνήθως επιλέγεται μια κλίση που να δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Στην Ελλάδα, η βέλτιστη κλίση είναι γύρω στις 30°. Το μικρό τους βάρος και η απλότητά τους, τις καθιστά χρήσιμες για μια πληθώρα εφαρμογών. Ωστόσο, αν δεν είναι αρκετή η ενέργεια που παράγεται και δεν υπάρχει επιπλέον διαθέσιμος χώρος, αναγκαστικά πρέπει να καταφύγει κάποιος σε μια εκ των επομένων εναλλακτικών.

Στρεφόμενες συστοιχίες

Για να βελτιωθεί η απόδοση συγκέντρωσης της ηλιακής ακτινοβολίας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν συστοιχίες με κινητά πλαίσια, τα οποία θα παρακολουθούν την κίνηση του ηλίου. Για να μεγιστοποιηθεί η προσλαμβανόμενη ηλιακή ακτινοβολία απαιτείται η κίνηση των συστοιχιών τόσο στον οριζόντιο άξονα (άξονας ανύψωσης) όσο και στον πολικό άξονα (αζιμούθιος άξονας). Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το αν κινούνται σε έναν άξονα ή δύο άξονες.

3.3.3. Στήριξη φωτοβολταϊκών πλαισίων

Οι κατασκευές στήριξης των φ/β πλαισίων πρέπει να έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

- Αντίσταση στον αέρα.
- Χαμηλό κόστος.
- Αποφυγή σκιασμού.
- Εύκολη προσέγγιση ώστε να είναι δυνατός ο καθαρισμός των φ/β μονάδων.

Η κατασκευή πρέπει να διαθέτει ύψος ώστε να μην κινδυνεύουν οι μονάδες από την βλάστηση ή από πέτρες, αλλά ταυτόχρονα να είναι δυνατός ο εύκολος καθαρισμός τους. Επειδή οι φ/β μονάδες είναι πολύ ακριβές θα πρέπει να είναι πολύ καλά στερεωμένες για να είναι δύσκολη η κλοπή τους. Επίσης είναι απαραίτητη η χρήση φράχτη για να εμποδίζεται η είσοδος σε όσους δεν έχουν σχέση με το έργο και να αποφεύγονται τυχόν βανδαλισμοί και καταστροφές από ζώα. Τέλος οι μονάδες θα πρέπει να είναι σε κατάλληλη απόσταση μεταξύ τους και από τον φράχτη ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα σκιασμού.

3.3.4. Αντιστροφείας τάσης

Οι αντιστροφείς τάσης είναι ηλεκτρονικές συσκευές που χρησιμοποιούνται σε συνδεδεμένα με το δίκτυο φ/β συστήματα αλλά και σε αυτόνομα συστήματα με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες.

Αντιστροφείς τάσης για συνδεδεμένα στο δίκτυο συστήματα

Ο σχεδιασμός ενός συνδεδεμένου με το δίκτυο φ/β συστήματος αρχίζει με την επιλογή ενός κατάλληλου αντιστροφέα τάσης. Αυτό καθορίζει την τάση του συνεχούς ρεύματος που θα έχει το σύστημα και ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του αντιστροφέα επιλέγονται και οι κατάλληλοι συλλέκτες. Ο αντιστροφέας είναι η

δεύτερη σημαντικότερη μονάδα του συστήματος μετά τους συλλέκτες. Δουλειά του είναι να μετατρέπει την συνεχή τάση που παράγεται στους συλλέκτες σε εναλλασσόμενη τάση συχνότητας 50Hz η οποία προωθείται στο δίκτυο. Σε αντίθεση με τους αντιστροφείς των αυτόνομων συστημάτων, αυτοί των συνδεδεμένων πρέπει να αντιδρούν το ίδιο στις μεταβολές των χαρακτηριστικών του δικτύου ηλεκτροδότησης και στις μεταβολές της απόδοσης των συλλεκτών. Αφού όλο το παραγόμενο ρεύμα περνά από αυτόν τα χαρακτηριστικά του επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τη συμπεριφορά και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του συστήματος.

Εκτός από την απόδοση στη μετατροπή της συνεχούς τάσης σε εναλλασσόμενη, τα ηλεκτρονικά του αντιστροφέα περιλαμβάνουν συστήματα που είναι υπεύθυνα για την ημερήσια λειτουργία του συστήματος. Φροντίζουν η λειτουργία να ξεκινά την κατάλληλη στιγμή το πρωί, όταν οι συλλέκτες παράγουν αρκετή ενέργεια. Ανεπιτυχής έναρξη της λειτουργίας απαιτεί ενέργεια από το δίκτυο και πρέπει να αποφεύγεται. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, το βέλτιστο σημείο λειτουργίας στην καμπύλη I-V μεταβάλλεται ανάλογα με τη διακύμανση της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας των συλλεκτών. Ο «έξυπνος» έλεγχος του μετατροπέα περιλαμβάνει παρακολούθηση του σημείου μέγιστης ενέργειας και συνεχή ρύθμιση στο

βέλτιστο κάθε φορά σημείο λειτουργίας. Επίσης υπάρχουν φωτοβολταϊκά συστήματα που αυτόματα αποσυνδέουν το σύστημα αν εμφανισθούν ανωμαλίες στο δίκτυο ή στους συλλέκτες. Σήμερα τα περισσότερα μοντέλα αντιστροφών τάσης είναι εξοπλισμένα με συστήματα που επιτρέπουν τη συνεχή μέτρηση της ισχύος, της τάσης του ρεύματος και άλλων λειτουργικών παραμέτρων του συστήματος. Τα δεδομένα αυτά μπορούν στη συνέχεια να συλλεχθούν και να αναλυθούν με τη χρήση Η/Υ.

Αντιστροφείς τάσης για αυτόνομα συστήματα

Εξαιτίας των ειδικών συνθηκών λειτουργίας των αντιστροφών των αυτόνομων συστημάτων, χρησιμοποιείται διαφορετικός σχεδιασμός. Σ' ένα τυπικό οικιακό σύστημα, ο λόγος της ονομαστικής ισχύος προς τη μέση ισχύ είναι περίπου 25:1. Για το λόγο αυτό ο αντιστροφέας πρέπει να έχει υψηλή απόδοση γύρω στο 90%, στα μερικά φορτία και συγκεκριμένα στην περιοχή του 5-10% της ονομαστικής ισχύος. Λίγοι αντιστροφείς ικανοποιούν τις συνθήκες αυτές, μαζί με έξοδο τάσης με καμπυλοειδή κυματομορφή, και την ικανότητα να αντέχει μικρής διάρκειας υπερφορτώσεις. Ανάλογα τις απαιτήσεις μπορεί να χρησιμοποιηθούν τετραγωνικής και καμπυλοειδούς κυματομορφής. Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ένας αντιστροφέας τάσης αυτόνομου συστήματος είναι τα ακόλουθα :

- Μεγάλο εύρος τάσης εισόδου (-10% με +30% της ονομαστικής τάσης).
- Τάση εξόδου όσο το δυνατόν πιο κοντά στην καμπυλοειδή κυματομορφή.
- Μικρή διακύμανση στην συχνότητα και τάση εξόδου.
- $\pm 8\%$ σταθερότητα τάσης, $\pm 2\%$ σταθερότητα συχνότητας.
- Υψηλό βαθμό απόδοσης στα μερικά φορτία. Βαθμό απόδοσης τουλάχιστον 90% στο 10% του φορτίου.
- Ικανότητα να υπομένει μικρής διάρκειας υπερφορτώσεις για τις συνθήκες εκκίνησης συσκευών.
- Ελάχιστες δυνατές υπερ-τάσεις για επαγωγικά και χωρητικά φορτία.
- Ικανότητα να αντέχει βραχυκύκλωμα.

3.3.5. Συσσωρευτής (Μπαταρία)

Τα αυτόνομα (μη διασυνδεδεμένα) φωτοβολταϊκά συστήματα απαιτούν την αποθήκευση της ενέργειας ώστε να έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν και σε περιόδους με καθόλου ή λίγη ηλιακή ακτινοβολία, όπως κατά τη διάρκεια της νύχτας ή κατά τη διάρκεια συννεφιάς. Η πιο βολική λύση για αποθήκευση ενέργειας σε ένα φ/β σύστημα είναι ο κλασικός ηλεκτροχημικός συσσωρευτής (μπαταρία), ειδικά αφού παράγεται συνεχές ρεύμα και έτσι επιτρέπεται η απευθείας σύνδεση μεταξύ ηλιακών κυψελών και μπαταρίας χωρίς να χρειάζεται μετατροπή. Ωστόσο η εμπειρία έχει δείξει ότι σε ένα αυτόνομο φ/β σύστημα η μπαταρία είναι το πιο αδύνατο σημείο, καθώς η διάρκεια ζωής της είναι γενικά πολύ μικρότερη από όλες τις άλλες μονάδες του συστήματος. Έτσι το 30% περίπου ή και περισσότερο από τα έξοδα κατά τη διάρκεια ζωής ενός τέτοιου συστήματος δαπανείται στις μονάδες αποθήκευσης.

Τυπικά η μπαταρία σε ένα αυτόνομο φ/β σύστημα είναι διαστασιολογημένη ώστε να διασφαλίζει ότι εφόσον η ηλιακή ακτινοβολία δεν επαρκεί, τα φορτία που πρέπει, μπορούν να καλυφθούν για τουλάχιστον 3-4 ημέρες. Το αποτέλεσμα της διαστασιολόγησης αυτής είναι ότι το ποσοστό της ημερήσιας εκφόρτισης μιας μπαταρίας φ/β συστήματος είναι περίπου 25% με 30% της θεωρητικής χωρητικότητας της. Επιπλέον η διαστασιολόγηση των φ/β κυψελών συνήθως γίνεται για την κάλυψη όλων των φορτίων που έχουμε υπό συνθήκες μέσης ακτινοβολίας της περιοχής. Αυτές οι δυο βασικές υποθέσεις μας επιτρέπουν να συμπεράνουμε τις τυπικές συνθήκες λειτουργίας για μια μπαταρία σε ένα αυτόνομο φ/β σύστημα.

- Λειτουργία με περίσσεια ενέργειας : Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού κάθε φ/β σύστημα λειτουργεί υπό συνθήκες περίσσειας ενέργειας, καθώς είναι σχεδιασμένο για συνθήκες χαμηλότερης μέσης ηλιακής ακτινοβολίας. Ως αποτέλεσμα η μπαταρία φτάνει τη μέγιστη τάση φόρτισης της σχεδόν κάθε μέρα το μεσημέρι και μέχρι το απόγευμα είναι πλήρως φορτισμένη. Κατά τη διάρκεια της νύχτας η μπαταρία

- εκφορτίζεται και το πρωί με την ανατολή του ηλίου έχει φτάσει στην ελάχιστη κατάσταση εκφόρτισης, περίπου στο 70% της θεωρητικής χωρητικότητας της. Κατά τη διάρκεια της επόμενης ημέρας πραγματοποιείται πάλι ο ίδιος κύκλος φόρτισης και έχουμε και πάλι πλήρη φόρτιση μέχρι το απόγευμα. Αυτές είναι οι ευνοϊκότερες συνθήκες λειτουργίας για την μπαταρία του φ/β συστήματος.
- Λειτουργία με έλλειψη ενέργειας : Κατά τη διάρκεια του χειμώνα αν δεν έχει γίνει σημαντική υπερδιαστασιολόγηση, το ίδιο φ/β σύστημα λιγότερο ή περισσότερο συχνά αντιμετωπίζει συνθήκες λειτουργίας έλλειψης ενέργειας. Κάθε φορά που ο ουρανός θα είναι συννεφιασμένος (έλλειψη άμεσης ακτινοβολίας) και η συννεφιά θα παραμένει για μερικές ημέρες, η κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας σταδιακά θα μειώνεται και αργά η γρήγορα η τάση της θα πέσει κάτω από την ελάχιστη τάση εκφόρτισης. Αν ο χρήστης δεν μειώσει εκουσίως την κατανάλωση το αποτέλεσμα θα είναι η προστασία βαθιάς εκφόρτισης της μπαταρίας να διακόψει την παροχή ρεύματος. Η διακοπή θα συνεχιστεί μέχρι η μπαταρία να φορτιστεί και πάλι κατά την διάρκεια της επόμενης ηλιόλουστης ημέρας και να φτάσει ένα ικανοποιητικό επίπεδο τάσης.
 - Λειτουργία με κύκλους διακύμανσης ενέργειας : Κατά τη διάρκεια των ημερών που η μπαταρία δεν φορτίζεται στο 100% και ούτε πέφτει στην ελάχιστη τάση εκφόρτισης, λειτουργεί σε μια κατάσταση διακύμανσης που είναι δύσκολο να εκτιμηθεί. Ωστόσο σε σχέση με τις δυο προηγούμενες καταστάσεις λειτουργίας αυτή η ενδιάμεση κατάσταση έχει πολύ μικρή σημασία για την διάρκεια ζωής της μπαταρίας γιατί δεν εμφανίζεται τόσο συχνά όσο οι άλλες δυο.

Οι συνθήκες λειτουργίας και η διάρκεια ζωής μιας μπαταρίας φ/β συστήματος καθορίζονται βασικά από τον αριθμό των ημερών που η μπαταρία φορτίζεται στο 100% (που είναι το ιδανικό) και των αριθμό των ημερών που φτάνει την ελάχιστη τάση εκφόρτισης. Αν οι κυψέλες έχουν διαστασιολογηθεί να είναι μικρές για τα φορτία που θα τροφοδοτούν, η μπαταρία θα φτάνει πιο συχνά την ελάχιστη αυτή τάση και η διάρκεια ζωής της θα είναι μικρότερη. Αν

αντιθέτως οι συλλέκτες είναι υπερδιαστασιοποιημένοι η μπαταρία θα φτάνει στο 100% σχεδόν κάθε μέρα του χρόνου και η διάρκεια ζωής της θα είναι μεγαλύτερη. Από τη στιγμή που η διάρκεια ζωής της μπαταρίας είναι ένας από τους παράγοντες «κλειδιά» για το κόστος κατά τη διάρκεια ζωής του συστήματος, κάποιος πρέπει να ακολουθήσει μια σειρά από κανόνες όταν στοχεύει στη μεγιστοποίηση της. Πρέπει να επιλέξει την κατάλληλη τεχνολογία που ταιριάζει στην εφαρμογή του , να επιλέξει κατάλληλα το ανώτατο όριο φόρτισης και το κατώτατο όριο εκφόρτισης, να αποφύγει τις πλήρεις εκφορτίσεις (κάτω του κατώτατου ορίου εκφόρτισης), να αποφύγει τη δημιουργία στρωμάτων οξέως στον ηλεκτρολύτη, να αποφύγει τις υψηλές θερμοκρασίες μπαταρίας, να εξασφαλίσει συχνές πλήρεις φορτίσεις.

Τύποι μπαταριών φ/β συστημάτων

Οι κυριότεροι τύποι επαναφορτιζόμενων μπαταριών που χρησιμοποιούνται σε φ/β συστήματα είναι :

- Μπαταρίες μολύβδου – ασβεστίου (lead – acid). Οι μπαταρίες μολύβδου –ασβεστίου αποτελούνται από δυο ηλεκτρόδια και τον ηλεκτρολύτη. Το θετικό ηλεκτρόδιο αποτελείται από διοξείδιο του μολύβδου (PbO_2), ενώ το αρνητικό ηλεκτρόδιο είναι μεταλλικός μόλυβδος Pb. Κατά την εκφόρτιση το διοξείδιο του μολύβδου στην άνοδο μεταπίπτει σε θειϊκό μόλυβδο, και ο μόλυβδος στην κάθοδο μεταπίπτει επίσης σε θειϊκό μόλυβδο. Ο ηλεκτρολύτης είναι θειϊκό οξύ διαλυμένο σε νερό ή σε μορφή ζελέ.
- Μπαταρίες νικελίου – καδμίου (Ni – Cd). Οι μπαταρίες νικελίου – καδμίου στην φορτισμένη κατάσταση έχουν θετικά ηλεκτρόδια με $NiOOH$ σαν ενεργό υλικό, αρνητικά ηλεκτρόδια με κάδμιο σαν ενεργό υλικό και για ηλεκτρολύτη υδροξείδιο του καλίου σε νερό.

3.3.6 Ρυθμιστής φόρτισης

Παρόλο που ένα φ/β σύστημα μπορεί να λειτουργήσει χωρίς ρυθμιστή φόρτισης και αυτό συμβαίνει συχνά σε μικρά συστήματα, αν θέλουμε να

σκεφτούμε την μακροχρόνια λειτουργία των αυτόνομων φ/β συστημάτων πρέπει να αποφύγουμε την υπερφόρτιση και την βαθιά εκφόρτιση της μπαταρίας. Όπως είδαμε και στην προηγούμενη παράγραφο, το κόστος της μπαταρίας κατά τη διάρκεια ζωής ενός φ/β συστήματος κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό του κόστους λειτουργίας του συστήματος. Και η ζωή της μπαταρίας εξαρτάται σε μεγάλο ποσοστό από τον τρόπο που την λειτουργούμε. Ο ρυθμιστής φόρτισης είναι ο σύνδεσμος μεταξύ του συλλέκτη, της μπαταρίας και του φορτίου. Αποτρέπει την υπερφόρτιση και την βαθιά εκφόρτιση της μπαταρίας. Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά ενός ρυθμιστή φόρτισης είναι τα εξής:

- Μικρή εσωτερική κατανάλωση ρεύματος (<5 mA).
- Υψηλό βαθμό απόδοσης (96% - 98%).
- Διακοπή του φορτίου αν εμφανιστεί βαθιά εκφόρτιση.
- Τακτική φόρτιση σε υψηλότερη τάση.
- Προστασία από αντίστροφη πολικότητα.
- Προστασία από υπερφόρτιση.
- Λειτουργία σε θερμοκρασίες 0 °C – 50 °C.

Με κατάλληλη διαχείριση της ενέργειας η χρήση των συλλεκτών και η διάρκεια ζωής ευαίσθητων μονάδων του συστήματος μπορούν να βελτιωθούν. Για το λόγο αυτό συνίσταται το σύστημα να έχει πίνακα ελέγχου που να πληροφορεί το χρήστη για την τρέχουσα κατάσταση του και να του δίνει συμβουλές για το πώς να αντιδράσει σε περίπτωση ανάγκης.

Ο πίνακας ελέγχου είναι η μονάδα στην οποία φαίνεται η κατάσταση του συστήματος κάθε στιγμή. Έχει επικοινωνία με όλες τις μονάδες και μπορεί σε περίπτωση που εμφανισθεί κάποιο πρόβλημα να διακόψει τη λειτουργία, ώστε να προστατευθεί το σύστημα.

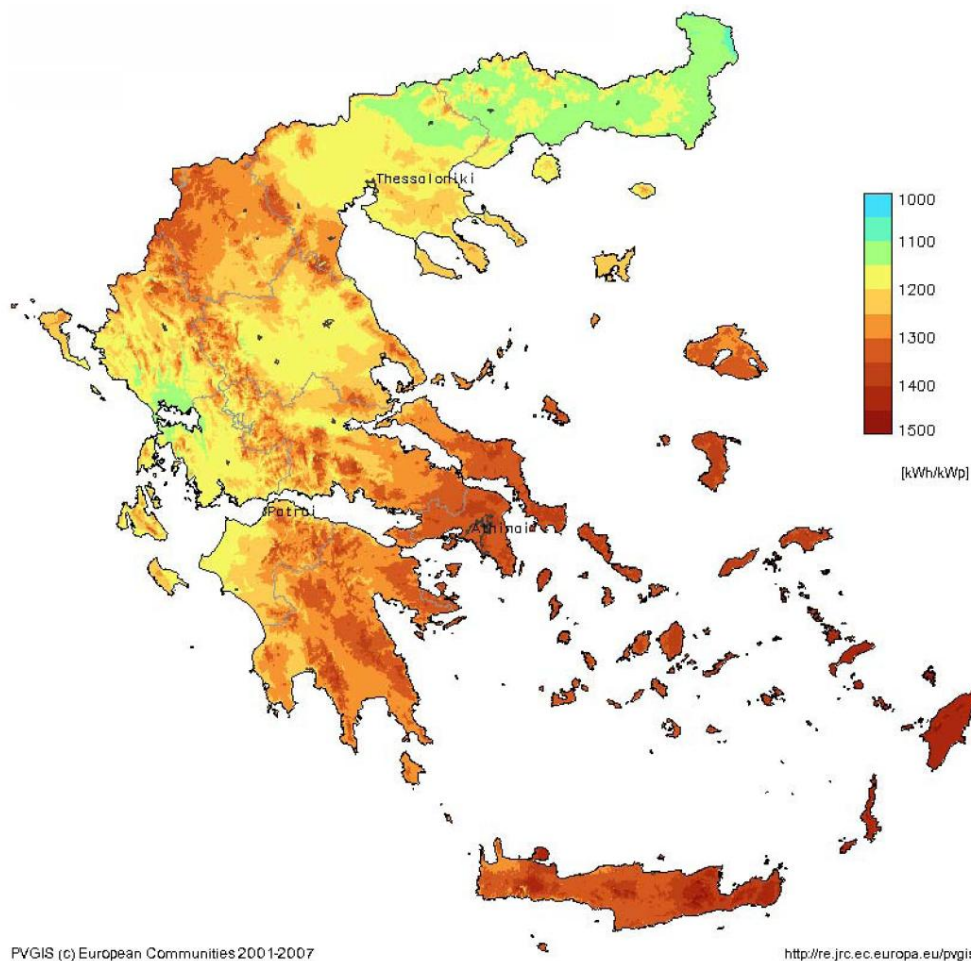
3.4. Αποτίμηση Ηλιακής Ενέργειας

Όλα τα φωτοβολταϊκά πάντως μοιράζονται τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- μηδενική ρύπανση
- αθόρυβη λειτουργία

- αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που φθάνει τα 30 χρόνια)
- απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
- δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
- ελάχιστη συντήρηση

Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός περίπου κιλού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου). Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ, αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους. Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξειδία του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κλπ). Ένα ακόμα πλεονέκτημά τους είναι Η εξαιρετικά προβλέψιμη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο ειδικά για τη χώρα μας. Αυτό που ενδιαφέρει, είναι πόσες κιλοβατώρες θα μας δώσει το σύστημά σε ετήσια βάση. Σε γενικές γραμμές, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Ελλάδα παράγει κατά μέσο όρο ετησίως περί τις 1.150-1.400 κιλοβατώρες ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (KWh/έτος/KW). Προφανώς στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα φωτοβολταϊκό παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό απ' ότι στις βόρειες.



Πηγή: Joint Research centre

Σχήμα 3.6. Ετήσια παραγωγή ενέργειας (κιλοβατώρες ανά κιλοβάτ) από φωτοβολταϊκά στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου στη βέλτιστη κλίση.

Το βασικότερο μειονέκτημα που εντοπίζεται σήμερα στη χρήση των φωτοβολταϊκών είναι το μεγάλο αρχικό κόστος εγκατάστασής τους.

Το κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης για ένα φωτοβολταϊκό πάρκο είναι περίπου 5-5,5 €/Wp. Στο κόστος αυτό θα πρέπει να προσθέσει κανείς και τα έξοδα για πιθανή αγορά γης, τη διαμόρφωση και περιφραγή του οικοπέδου, τις μελέτες και τη σύνδεση με τη ΔΕΗ. Και πάλι ως τάξη μεγέθους και μόνο, αναφέρουμε πως το συνολικό κόστος είναι περί τα 6 €/Wp. Με άλλα λόγια, μια επένδυση σε ένα φωτοβολταϊκό σταθμό ισχύος 100 kWp είναι της τάξης των 600.000 €, ενώ μια επένδυση ισχύος 1 MWp κοστίζει 5-5,5 εκατ. €. Αν σκοπεύει να βάλει κανείς σύστημα παρακολούθησης της τροχιάς του ήλιου (tracker), θα πρέπει να υπολογίσει ένα 20% παραπάνω στα κόστη του εξοπλισμού.

Τα λειτουργικά κόστη ενός φωτοβολταϊκού σταθμού περιλαμβάνουν τα εξής:

- Κόστος συντήρησης (O&M).

- Κόστος ασφάλισης (υποχρεωτικό για τη δανειοδότηση του έργου).
- Κόστος φύλαξης (συμβόλαιο με εταιρεία security, υποχρεωτικό για τη δανειοδότηση του έργου σε περίπτωση εγκατάστασης σε αγροτεμάχιο).
- Διοικητικά κόστη (λογιστήριο, δημοσίευση ισολογισμών σε περίπτωση ΑΕ και ΕΠΕ, τηλεφωνικά τέλη για αυτόματη αποστολή δεδομένων σε ΔΕΣΜΗΕ-ΔΕΗ).
- Κόστη προσωπικού (π.χ. επιστάτη στην περίπτωση μεγάλων φωτοβολταϊκών σταθμών ή κόστη καθαρισμού των πλαισίων).

Προφανώς, τόσο το μέγεθος του σταθμού όσο και το εταιρικό σχήμα και ο τόπος εγκατάστασης επηρεάζουν τα παραπάνω κόστη. Σε γενικές γραμμές, τα παραπάνω κόστη κυμαίνονται συνήθως από 0,5% έως 2% του συνολικού κόστους της επένδυσης ετησίως.

Κεφάλαιο 4

4.1 Νομικό Πλαίσιο

Η Ευρωπαϊκή Ένωση με την Πράσινη Βίβλο (96/576) έφερε στο προσκήνιο τους προβληματισμούς για τις ΑΠΕ και ώθησε τα κράτη-μέλη προς την συστηματικότερη χρήση των φιλικών προς το Περιβάλλον πηγών ενέργειας. Ακολούθησε η Λευκή Βίβλος, η οποία πρότεινε μια συλλογική στρατηγική και ένα σχέδιο δράσης (97/599) σχετικά με τις ΑΠΕ, μέσω προγραμμάτων, όπως το JOULE - THERMIE, το INCO και το FAIR και φυσικά το σημαντικότερο όλων το ALTENER και το ALTENER II. Σκοπός του σχεδίου αυτού ήταν να προωθήσει την πρόσβαση των ΑΠΕ στην αγορά ηλεκτρισμού και να καθιερώσει φορολογικά και χρηματοδοτικά κίνητρα και ελαφρύνσεις προς εταιρείες και ιδιώτες, προκειμένου να χρησιμοποιούν «πράσινη» ενέργεια για τις ανάγκες τους.

Στην Ελλάδα το νομοθετικό πλαίσιο είναι επηρεασμένο ως ένα βαθμό από την Ευρωπαϊκή πολιτική στα ζητήματα της Ενέργειας. Το ελληνικό κράτος το 1994 με τον Ν. 2244 (Φ.Ε.Κ. Α' 168) κάνει το πρώτο βήμα για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τρίτους εκτός της Δ.Ε.Η., δίνοντας τη δυνατότητα και σε ανεξάρτητους παραγωγούς να διεισδύσουν στον χώρο αυτόν και ιδιαίτερα στην ηλεκτροπαραγωγή από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Το 1999 με τον Ν. 2773 (Φ.Ε.Κ. Α' 286), εναρμονίζεται το θεσμικό πλαίσιο της Ελλάδας σύμφωνα με την Οδηγία 96/92/ΕΚ, L.0092 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και η Ελλάδα οδηγείται προς την απελευθέρωση της αγοράς. Με τον νόμο αυτό, δημιουργείται ένα ευνοϊκό καθεστώς για τους σταθμούς παραγωγής από ΑΠΕ, δίνοντας προτεραιότητα στην απορρόφηση της παραγόμενης από αυτούς ενέργειας έναντι των συμβατικών μονάδων (άρθρα 35 έως 37) αλλά και ορίζοντας ιδιαίτερο τρόπο τιμολόγησής της (άρθρα 38 και 39). Επιπλέον, το 2006 με τον Ν. 3468 (Φ.Ε.Κ. Α' 129), αφ' ενός μεταφέρεται στο ελληνικό δίκαιο η Οδηγία 2001/77/ΕΚ, L.283 και αφ' ετέρου προωθείται κατά προτεραιότητα, με κανόνες και αρχές, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες ΑΠΕ και μονάδες Συμπαγωγής.

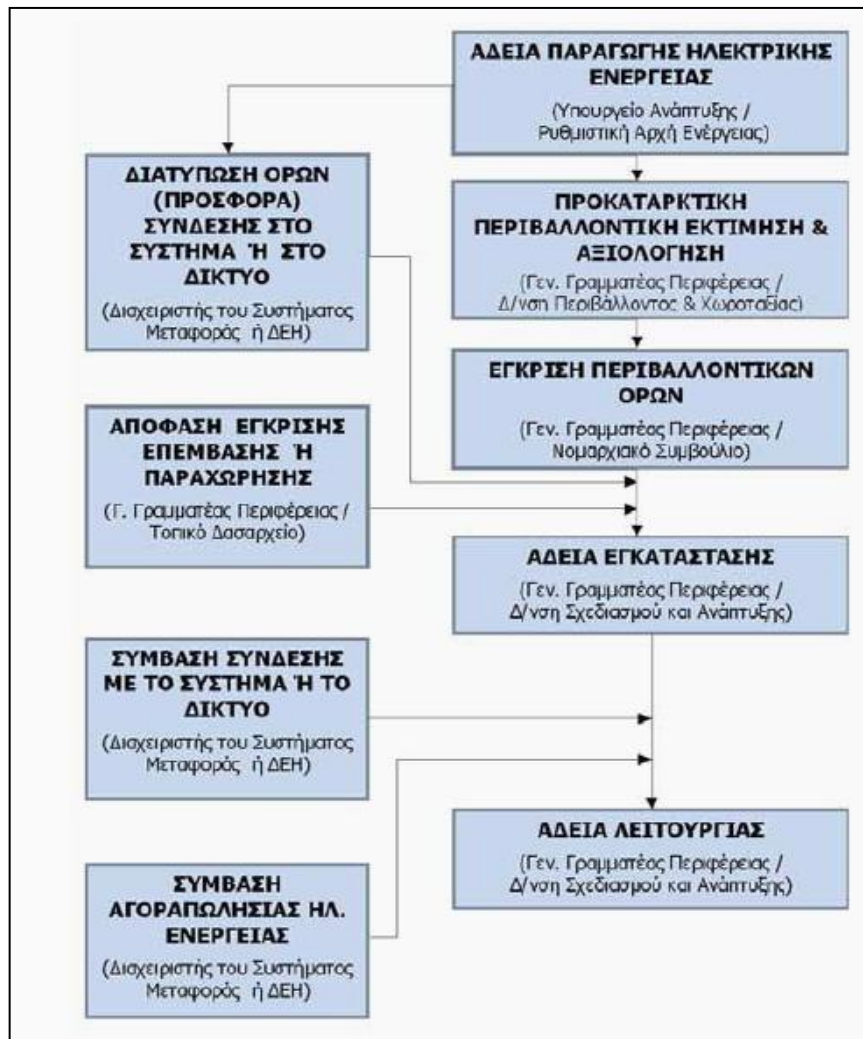
Στις 23 Ιανουαρίου 2008 παρουσιάστηκαν δύο προτάσεις από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, σε συνέχεια του ευρωπαϊκού Σχεδίου Δράσης για την Ενέργεια, για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά την περίοδο 2013-2020 και για τις ΑΠΕ. Για τις ΑΠΕ, η μέτρηση της διείσδυσης θα γίνεται στην τελική

κατανάλωση(και όχι στην πρωτογενή ενέργεια), όπου ισχύει 20% δεισδυσση σε ευρωπαϊκή επίπεδο. Για την Ελλάδα, ο στόχος είναι 18% επί της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για το 2020.

Τελικά, ο νέος νόμος Ν.3734/2009 επέφερε νέες ρυθμίσεις στο αδειοδοτικό και λειτουργικό πλαίσιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τα σημαντικότερα σημεία του είναι η επίσπευση των διαδικασιών αδειοδότησης καθώς και οι αλλαγές στην τιμολόγηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς.

4.1.1.Διαδικασία Αδειοδότησης για την εγκατάσταση και λειτουργία σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. σύμφωνα με το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο

Για την κατασκευή και την λειτουργία ενός σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, απαιτείται η έκδοση ή υπογραφή σχετικών αδειών και συμβάσεων. Αυτές χορηγούνται από τους αρμόδιους κατά περίπτωση φορείς κατόπιν αιτήσεως η οποία συνοδεύεται από τα απαραίτητα δικαιολογητικά και μελέτες. Η υφιστάμενη αδειοδοτική διαδικασία έργων ΑΠΕ, όπως αυτή προκύπτει από το ισχύον θεσμικό και κανονιστικό πλαίσιο, απεικονίζεται σχηματικά στο διάγραμμα που ακολουθεί:



Πηγή: www.draxis.gr

Σχήμα 4.1: υφιστάμενη αδειοδοτική διαδικασία έργων ΑΠΕ

Η διαδικασία αδειοδότησης για την εγκατάσταση και λειτουργία σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με την χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) απαρτίζεται από τα ακόλουθα 7 διακριτά βήματα:

➤ Βήμα 1ο . Άδεια Παραγωγής

Η άδεια παραγωγής προβλέπεται από το άρθρο 3 του Ν. 3468 / 2006 (ΦΕΚ129/Α/27-6-2006) και 9 του Ν. 2773/1999 και απαιτείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από κάθε ενεργειακή πηγή (συμβατικά καύσιμα, ΑΠΕ, κ.α.). Χορηγείται από τον Υπουργό Ανάπτυξης ύστερα από γνώμη της ΡΑΕ, σύμφωνα με τους όρους και τις προϋποθέσεις που προβλέπονται στο Ν. 2773/99 και στον Κανονισμό Αδειών Παραγωγής και Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΥΑ 17951/8.12.2000). Με τον νέο Νόμο Ν.3734/2009 ορίζεται χρονοδιάγραμμα για την αδειοδότηση από τη ΡΑΕ και πιο συγκεκριμένα ορίζεται ως προθεσμία

αξιολόγησης και εξέτασης των αιτήσεων η 28^η-02-2009 για όσες έχουν υποβληθεί έως και την 31-5-2007, η 30^η -4-2009 για όσες έχουν υποβληθεί έως και 30-6-2007 και η 31^η -12-2009 για όσες έχουν υποβληθεί έως 29-02-2008.

Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- α) τον κάτοχό της, παραγωγό ή αυτοπαραγωγό, φυσικό ή νομικό πρόσωπο,
- β) τον τόπο εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας,
- γ) την Εγκατεστημένη Ισχύ και τη Μέγιστη Ισχύ Παραγωγής,
- δ) τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία ή τη μορφή Α.Π.Ε.
- ε) τη διάρκεια ισχύος της,
- στ) το ή τα πρόσωπα τα οποία έχουν την οικονομική δυνατότητα για τη χρηματοδότηση και υλοποίηση του έργου.

Εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής οι παρακάτω:

1. πρόσωπα που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από σταθμούς οι οποίοι εγκαθίστανται σε ακίνητο ή που βρίσκονται στη νόμιμη κατοχή των προσώπων αυτών, για όσο χρόνο τα πρόσωπα αυτά είναι κύριοι ή νόμιμοι κάτοχοι, εφόσον η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται:

α) Με γεωθερμική ενέργεια, από σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση του μισού (0,5) MWe.

β) Με χρήση βιομάζας ή βιοκαυσίμων, από σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των εκατό (100) kWe.

γ) Από φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, από σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των εκατόν πενήντα (150) kW_{peak}.

δ) Με αιολική ενέργεια, από σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των είκοσι (20) kWe, εφόσον οι σταθμοί αυτοί εγκαθίστανται σε Απομονωμένα Μικροδίκτυα, όπως αυτά ορίζονται στο άρθρο 2 του ν. 2773/1999 ή από σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των σαράντα (40) kWe, εφόσον οι σταθμοί αυτοί εγκαθίστανται στα λοιπά Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά και με Εγκατεστημένη

Ισχύ μικρότερη ή ίση των πενήντα (50) kWe, εφόσον οι σταθμοί αυτοί εγκαθίστανται στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα.

ε) Από σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ έως πέντε (5) MWe, που εγκαθίστανται από εκπαιδευτικούς ή ερευνητικούς φορείς, του δημόσιου ή ιδιωτικού τομέα, για όσο χρόνο οι σταθμοί αυτοί λειτουργούν αποκλειστικά για εκπαιδευτικούς ή ερευνητικούς σκοπούς.

στ) Από σταθμούς που εγκαθίστανται από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.), για όσο χρόνο οι σταθμοί αυτοί λειτουργούν για τη διενέργεια πιστοποιήσεων ή μετρήσεων.

ζ) Από λοιπούς σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των πενήντα (50) kWe, εφόσον οι σταθμοί αυτοί χρησιμοποιούν Α.Π.Ε., από τις οριζόμενες στην παράγραφο 2 του άρθρου 2, με μορφή διαφορετική από αυτή των ανωτέρω περιπτώσεων.

2. Σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., με Εγκατεστημένη Ισχύ έως είκοσι (20) kWe, εκτός εάν πρόκειται για σταθμούς που εγκαθίστανται σε Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά όπου υφίσταται κορεσμός του δικτύου, ο οποίος διαπιστώνεται με απόφαση της Ρ.Α.Ε.
3. Αυτόνομοι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. οι οποίοι δεν συνδέονται στο Σύστημα ή στο Δίκτυο, με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των πέντε (5) MWe. Για αυτόνομους σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ έως πενήντα (50) kW δεν απαιτείται διαπιστωτική απόφαση της Ρ.Α.Ε.

➤ **Βήμα 2ο . Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση & Αξιολόγηση (Π.Π.Ε.Α)**

Συνοπτικά προβλέπεται από τους νόμους: 1650 / 85 για την προστασία του περιβάλλοντος, 3010/ 02 περί κατάταξης των δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων, ΚΥΑ 104247/2006 (ΦΕΚ 663/Β/26-5-2006) περί «Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων έργων Α.Π.Ε», ΚΥΑ 104248/2006 (ΦΕΚ 663/Β/26-5-2006) περί «Περιεχομένου,

δικαιολογητικών και λοιπών στοιχείων των Προμελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, καθώς και συναφών μελετών περιβάλλοντος, έργων Α.Π.Ε» και από την ΚΥΑ 1726 / 2003 περί έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για έργα ΑΠΕ.

Σύμφωνα με τις διατάξεις της ΚΥΑ 1726/03, πρέπει να τηρείται μία αυστηρά καθορισμένη διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.)

Φάκελος ΠΠΕΑ

Ο φάκελος αυτός περιλαμβάνει τα εξής δικαιολογητικά:

1. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Αναφέρονται συνοπτικά η ονομασία και το είδος του έργου (μέγεθος, τεχνολογία), η γεωγραφική θέση και η υπάρχουσα κατάσταση περιβάλλοντος και γίνεται συνοπτική περιγραφή αυτού σε όσον αφορά στην έκταση και στο είδος των επεμβάσεων και στα μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης των επιπτώσεων).

2. ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Η περάτωση της ΠΠΕ είναι συνήθως χρονοβόρα και μπορεί να αποτελέσει εύκολο στόχο ενστάσεων κατόπιν στη πορεία της διαδικασίας αδειοδότησης. Αρχικά γίνεται μια γενική περιγραφή του έργου (θέση, είδος, έκταση) και προσδιορίζεται το είδος, η εφαρμοζόμενη τεχνολογία και τα γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου ή της δραστηριότητας. Κατόπιν παρουσιάζονται οι συνθήκες της περιοχής στην οποία θα πραγματοποιηθεί το έργο ή η δραστηριότητα (τοπογραφικές συνθήκες, αναφορά σε τυχόν εγκεκριμένα χωροταξικά και ρυθμιστικά σχέδια, πολεοδομικά σχέδια και χρήσεις γης που εφαρμόζονται στην προτεινόμενη περιοχή εγκατάστασης του έργου ή της δραστηριότητας, γεωλογικές - υδρολογικές και εδαφολογικές συνθήκες, κλιματολογικές συνθήκες, βλάστηση - πανίδα - βιότοποι, τοπίο - αισθητική εκτίμηση, τυχόν υφιστάμενη διαχείριση δασικών εκτάσεων), διευκρινίζεται η χρήση των φυσικών πόρων όπως αυτή

προβλέπεται και αναλύεται η σωρευτική δράση του υπόψιν έργου με άλλα έργα ή δραστηριότητες.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις πιθανές επιπτώσεις και οχλήσεις του έργου προς το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον (παραγωγή αποβλήτων, προκαλούμενη ρύπανση και οχλήσεις, μεταβολές στη γεωμορφολογία και επιπτώσεις στο τοπίο, επιπτώσεις στη βλάστηση – βιότοπους, επιπτώσεις στην πανίδα, επιπτώσεις στον υδρολογικό κύκλο και στις υφιστάμενες χρήσεις του νερού, κίνδυνοι φωτιάς, ξήρανσης, κλπ. στο χώρο επέμβασης και στην ευρύτερη δασική περιοχή, επιπτώσεις από λύματα, επιπτώσεις στο πολιτιστικό και ανθρωπογενές περιβάλλον). Απαιτείται επίσης και ειδική μελέτη θορύβου που περιλαμβάνει την φωτορεαλιστική απεικόνιση της εγκατάστασης και τις επιπτώσεις των επιπέδων του εκτιμώμενου θορύβου στην κοινωνική και αναπτυξιακή φυσιογνωμία της περιοχής)

Εκτενής περιγραφή γίνεται στα μέτρα που προβλέπονται προκειμένου να αποφευχθούν, να μειωθούν και εφόσον είναι δυνατόν, να επανορθωθούν σημαντικές δυσμενείς επιπτώσεις (Αποκατάσταση γεωμορφολογίας, μέτρα για τη διατήρηση ειδών και βιοτόπων, διατήρηση - αποκατάσταση του χαρακτήρα του τοπίου-αισθητική αναβάθμιση, μέτρα για την προληπτική και κατασταλτική προστασία της βλάστησης) καθώς επίσης και στην πρόληψη ατυχημάτων ιδίως από τη χρήση ουσιών ή τεχνολογίας. Ακόμα περιγράφονται οι εναλλακτικές λύσεις που εξέτασε ο κύριος του έργου ή της δραστηριότητας και αναφέρονται οι βασικοί λόγοι της τελικής επιλογής του, λαμβανομένων υπ' όψη των επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Τέλος καταγράφονται τα οφέλη για την εθνική οικονομία, την εθνική ασφάλεια, τη δημόσια υγεία και την εξυπηρέτηση άλλων λόγων δημοσίου συμφέροντος, οι θετικές επιπτώσεις στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, σε μία ευρύτερη περιοχή από εκείνη που επηρεάζεται άμεσα από το έργο ή τη δραστηριότητα καθώς και τα αναγκαία μέτρα μετά την οριστική παύση της δραστηριότητας.

3. ΧΑΡΤΕΣ ΚΑΙ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Στο έντυπο οπτικό υλικό που κατατίθενται περιλαμβάνονται τοπογραφικοί χάρτες κατάλληλης κλίμακας (1:50.000 και 1:5.000), που αποτυπώνουν τη θέση και την έκταση του έργου, όπως και τις υφιστάμενες υποδομές και χρήσεις γης στην περιοχή καθώς επίσης και την όδευση του δικτύου διασύνδεσης του σταθμού παραγωγής ενέργειας με το τυχόν υφιστάμενο Σύστημα Μεταφοράς ή Δίκτυο. Επίσης απαιτείται φωτογραφικό υλικό της θέσης εγκατάστασης, τόσο από το εσωτερικό της, όσο και από χαρακτηριστικά σημεία της ευρύτερης περιοχής.

➤ **Βήμα 3ο . Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο)**

Η έγκριση περιβαλλοντικών όρων των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ αποτελεί μία από τις πλέον σημαντικές προϋποθέσεις που απαιτούνται για την έκδοση της άδειας εγκατάστασης. Η διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων διέπεται από τις διατάξεις του Ν. 1650/85 για την προστασία του περιβάλλοντος, όπως αυτός έχει τροποποιηθεί από το Ν. 3010/02 κατάταξης των δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων. Στόχος του αρχικού Ν. 1650/85 ήταν η ενσωμάτωση στο ελληνικό δίκαιο της Οδηγίας 85/337/ΕΚ σχετικά με την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων δημόσιων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον.

Οι υπουργικές αποφάσεις ΚΥΑ 104247/2006 (ΦΕΚ 663/Β/26-5-2006) περί «Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων έργων Α.Π.Ε» ,ΚΥΑ 104248/2006 (ΦΕΚ 663/Β/26-5-2006) περί «Περιεχομένου, δικαιολογητικών και λοιπών στοιχείων των Προμελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, καθώς και συναφών μελετών περιβάλλοντος, έργων Α.Π.Ε» και ΚΥΑ 1726 / 2003 περί έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για έργα ΑΠΕ συμπληρώνουν την υφιστάμενη ισχύουσα νομοθεσία.

ΦΑΚΕΛΟΣ ΕΠΟ

Ο φάκελος αυτός περιλαμβάνει την πλήρη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) του έργου, η οποία αναλύει εκτενέστερα και αναλυτικότερα το σύνολο των στοιχείων που περιέχονται στην Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Π.Π.Ε.).

Τόσο στην ΠΠΕΑ όσο και στη ΜΠΕ, περιλαμβάνεται χωριστό κεφάλαιο, το οποίο αναφέρεται στα έργα που σχετίζονται με το δίκτυο διασύνδεσης, σε επίπεδο προμελέτης – βασικού σχεδιασμού. Η αδειοδότηση των άνω έργων διασύνδεσης γίνεται σύμφωνα με την κείμενη Νομοθεσία.

➤ Βήμα 4ο . Βεβαίωση Χρήσης Γης

Ιδιαίτερη σημασία έχει η υποβολή νόμιμου αποδεικτικού αποκλειστικής χρήσης του γηπέδου ή του χώρου εγκατάστασης του σταθμού ΑΠΕ, δυνάμει εμπράγματος δικαιώματος ή ενοχικής σχέσης. Στα δικαιώματα αυτά περιλαμβάνεται το δικαίωμα επικαρπίας ή κυριότητας, η μισθωτική σχέση που περιβάλλεται τον τύπο του συμβολαιογραφικού εγγράφου, εφόσον το τελευταίο αυτό έχει μετεγγραφεί στο οικείο υποθηκοφυλακείο, καθώς και η χρηματοδοτική μίσθωση.

Η αποκλειστική χρήση του γηπέδου ή του χώρου εγκατάστασης είναι δυνατό να αποδειχθεί και με Απόφαση Έγκρισης Επέμβασης σε δασική έκταση, σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν. 998/79 περί προστασίας των δασών. Σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 2 του Ν. 2941/01, τα έργα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα έργα δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, κατασκευής υποσταθμών και εν γένει κάθε κατασκευή που αφορά την υποδομή και εγκατάσταση σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, χαρακτηρίζονται ως δημόσιας ωφέλειας, ανεξάρτητα από το φορέα υλοποίησής τους.

➤ Βήμα 5ο . Άδεια Εγκατάστασης

Η διαδικασία χορήγησης άδειας εγκατάστασης έργων ΑΠΕ διέπεται από το άρθρο 8 του Ν. 3468 / 2006 και τις διατάξεις της υπ' αριθμόν Δ6/Φ1/2000/6.2.2002 Απόφασης του Υπουργού Ανάπτυξης. Η παραπάνω απόφαση ισχύει μέχρι σήμερα, όπως έχει τροποποιηθεί με την υπ' αριθμόν Δ6/Φ1/10200/5.6.2002 Απόφαση του

Υπουργού Ανάπτυξης. Για την εγκατάσταση σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. απαιτείται σχετική άδεια. Η άδεια αυτή εκδίδεται με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας, στα όρια της οποίας εγκαθίσταται ο σταθμός.

Για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης παρέχεται στον Υπουργό Ανάπτυξης, από το Κ.Α.Π.Ε., γραμματειακή, τεχνική και επιστημονική υποστήριξη, αντί αμοιβής, η οποία καθορίζεται με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης. Η άδεια εγκατάστασης ισχύει για δύο (2) έτη και μπορεί να παρατείνεται, κατά ανώτατο όριο, για ίσο χρόνο, μετά από αίτηση του κατόχου της υπό προϋποθέσεις.

Για την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. απαιτείται η Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων. Για σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. που εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής δεν απαιτείται η λήψη άδειας εγκατάστασης και λειτουργίας. Για τους σταθμούς αυτούς απαιτείται, σε κάθε περίπτωση, η περιβαλλοντική αδειοδότηση.

➤ **Βήμα 6ο . Οικοδομική Άδεια**

Σύμφωνα με το Ν. 2941/01, για την εγκατάσταση αιολικών σταθμών και ανεμογεννητριών δεν απαιτείται η έκδοση οικοδομικής άδειας, αλλά θεώρηση που χορηγείται από την αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία, ύστερα από αίτηση του ενδιαφερόμενου, συνοδευόμενη από υπεύθυνες δηλώσεις αναθέσεων και αναλήψεων μελετών και επιβλέψεων του έργου, τοπογραφικό διάγραμμα με σαφές οδοιπορικό, διάγραμμα κάλυψης, σχέδια, προϋπολογισμό του έργου, αποδεικτικά πληρωμής φόρων και αποδεικτικά εισφορών και αμοιβών μηχανικών. Δεν απαλλάσσονται από την υποχρέωση έκδοσης οικοδομικής άδειας οι δομικές κατασκευές, όπως τα θεμέλια των πύργων των ανεμογεννητριών, τα οικήματα στέγασης του εξοπλισμού ελέγχου και των μετασχηματιστών.

Σε κάθε περίπτωση, τα έργα ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας υπάγονται στις περί βιομηχανικών εν γένει εγκαταστάσεων διατάξεις του άρθρου 4 του από 24.5.1985 Προεδρικού Διατάγματος για την εκτός σχεδίων

πόλεων δόμηση, καθώς και σε κάθε άλλη ειδική διάταξη του ίδιου Προεδρικού Διατάγματος που αφορά έργα της ΔΕΗ, ανεξάρτητα από το φορέα υλοποίησής τους.

Με κοινή απόφαση των Υπουργών Ανάπτυξης, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων και του κατά περίπτωση αρμόδιου Υπουργού, που δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, μπορεί να καθορίζονται ειδικοί όροι και περιορισμοί δόμησης για την ανέγερση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης ΑΠΕ, καθώς και ειδικές αποστάσεις από τα όρια οικισμών κατά παρέκκλιση των διατάξεων του ως άνω Προεδρικού Διατάγματος (ήδη άρθρου 268 του Κώδικα Βασικής Πολεοδομικής Νομοθεσίας).

Η κανονιστική απόφαση που ρύθμιση την παραπάνω διαδικασία είναι η ΚΥΑ 19500 (ΦΕΚ 1671/11.11.2004), η οποία τροποποίησε και συμπλήρωσε την ΚΥΑ 13727/724/2003 ως προς την αντιστοίχιση των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία. Σημαντικότερη διάταξη της απόφασης αυτής είναι ο χαρακτηρισμός των μικρών υδροηλεκτρικών έργων (<_10 MW), των έργων ηλεκτροπαραγωγής από ανεμογεννήτριες ισχύος <_20 KW και των φωτοβολταϊκών συστημάτων ισχύος <_0,5 MW ως μη οχλουσών δραστηριοτήτων.

➤ **Βήμα 7ο . Άδεια Λειτουργίας**

Για τη λειτουργία σταθμών που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, απαιτείται και άδεια λειτουργίας σύμφωνα με τα άρθρα 8 του Ν. 3468 / 2006 (ΦΕΚ 129/Α/27-6-2006) και άρθρα 14, 15 της Υ.Α 2000/2002, ΦΕΚ Β 158/13-2-02. Η άδεια αυτή χορηγείται με απόφαση του οργάνου που είναι αρμόδιο για τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης, μετά από αίτηση του ενδιαφερομένου και έλεγχο, από τα αρμόδια όργανα, της τήρησης των τεχνικών όρων εγκατάστασης κατά τη δοκιμαστική λειτουργία του σταθμού, καθώς και έλεγχο, από το Κ.Α.Π.Ε., της διασφάλισης των αναγκαίων λειτουργικών και τεχνικών χαρακτηριστικών του εξοπλισμού του σταθμού. Η άδεια λειτουργίας εκδίδεται εντός αποκλειστικής προθεσμίας δεκαπέντε (15) ημερών από την ολοκλήρωση των ανωτέρω ελέγχων, εφόσον αυτοί αποβούν θετικοί και ισχύει για είκοσι (20) τουλάχιστον έτη και μπορεί να ανανεώνεται μέχρι ίσο χρονικό διάστημα.

4.1.2 Τιμολόγηση της KWh από ΑΠΕ

Ο βασικός νόμος που ρυθμίζει τα θέματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ είναι ο Νόμος 2773/99 για την απελευθέρωση της εσωτερικής αγοράς ηλεκτρισμού και ο Νόμος 3486/2006 για την «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης», και πιο συγκεκριμένα τα Άρθρα 9 περί Ένταξης σταθμών Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α στο Σύστημα ή το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο, το Άρθρο 10 περί Ένταξης σταθμών Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά, το Άρθρο 12 για την Σύμβαση Πώλησης και το άρθρο 13 περί Τιμολόγησης ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. και από Υβριδικούς Σταθμούς. Με τον Νέο Νόμο Ν3734/2009 και συγκεκριμένα με το άρθρο του 27Α θεσπίζεται νέο πλαίσιο για την τιμολόγηση της ηλιακής ενέργειας.

Οι βασικές διατάξεις του Νόμου 3486/2006 και του Νόμου 3734/2009 που αφορούν τις ΑΠΕ έχουν ως εξής:

- Για σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. που συνδέονται με το Σύστημα ή το Δίκτυο, εκτός από το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, εφόσον δεν τίθεται σε κίνδυνο η ασφάλεια του Συστήματος ή του Δικτύου, ο αρμόδιος Διαχειριστής του Συστήματος ή του Δικτύου υποχρεούται, κατά την κατανομή του Φορτίου, να δίνει προτεραιότητα σε διαθέσιμες εγκαταστάσεις παραγωγής, στις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από Α.Π.Ε., ανεξάρτητα από την Εγκατεστημένη Ισχύ τους, καθώς και σε υδροηλεκτρικές μονάδες με Εγκατεστημένη Ισχύ μέχρι δεκαπέντε (15) MWe.
- Στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά, ο αρμόδιος Διαχειριστής αυτών υποχρεούται να απορροφά, κατά προτεραιότητα, την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από σταθμό Α.Π.Ε. Παραγωγού ή Αυτοπαραγωγού, καθώς και από τις μονάδες Α.Π.Ε. Υβριδικού Σταθμού και, ακολούθως, το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει Αυτοπαραγωγός από σταθμό Σ.Η.Θ.Υ.Α.
- Για την ένταξη σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. στο Σύστημα ή στο Δίκτυο, περιλαμβανομένου και του Δικτύου

των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, εφόσον οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνδέονται στο Σύστημα είτε απευθείας είτε μέσω του Δικτύου ή ο Διαχειριστής Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, εφόσον οι εγκαταστάσεις παραγωγής συνδέονται με το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, υποχρεούνται να συνάψουν σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας με τον κάτοχο της άδειας παραγωγής της.

- Η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας ισχύει για δέκα (10) έτη και μπορεί να παρατείνεται για δέκα (10), επιπλέον, έτη, μονομερώς, με έγγραφη δήλωση του παραγωγού, εφόσον αυτή υποβάλλεται τρεις (3), τουλάχιστον, μήνες πριν από τη λήξη της αρχικής σύμβασης. Η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Υβριδικούς Σταθμούς ισχύει για είκοσι (20) έτη και μπορεί να παρατείνεται, σύμφωνα με τους όρους της άδειας αυτής, μετά από έγγραφη συμφωνία των μερών, εφόσον ισχύει η σχετική άδεια παραγωγής.

Ειδικότερα για την ηλιακή ενέργεια με τον Νόμο 3734/2009 ορίζονται νέες τιμές πώλησης της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας. Οι τιμές αυτές θα είναι εγγυημένες για μια 20ετία (και για τα παλιά συμβόλαια που τρέχουν ήδη) και θα αναπροσαρμόζονται ετησίως με το 25% του πληθωρισμού της περασμένης χρονιάς. Οι τιμές αυτές κλειδώνουν με την υπογραφή της σύμβασης αγοροπωλησίας με τον ΔΕΣΜΗΕ (ή τη ΔΕΗ για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά) και στη συνέχεια έχει κανείς άλλους 18 μήνες για να υλοποιήσει το έργο κάνοντας χρήση αυτής της τιμής. Αν καθυστερήσει πάνω από 18 μήνες, θα πάρει την τιμή που ισχύει τη στιγμή της έναρξης λειτουργίας. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι οι τιμές παραμένουν σταθερές έως και το 2011.

- Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Παραγωγό ή Αυτοπαραγωγό μέσω σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. ή μέσω Υβριδικού Σταθμού και απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, τιμολογείται, σε μηνιαία βάση, κατά τα ακόλουθα:

1. Η τιμολόγηση γίνεται με βάση την τιμή, σε ευρώ ανά μεγαβατώρα (MWh), της ηλεκτρικής ενέργειας που απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, συμπεριλαμβανομένου και του Δικτύου Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

2. Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά την προηγούμενη περίπτωση εκτός από την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς, γίνεται με βάση τα στοιχεία του ακόλουθου πίνακα όπως αυτός αναπροσαρμόστηκε σύμφωνα με την Υπουργική απόφαση υπ' αριθ. Δ6/Φ1/οικ.14619 σχετικά με την αναπροσαρμογή των τιμολογίων απορρόφησης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ:

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)	
	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
(α) Αιολική ενέργεια	75,82	87,42
(β) Αιολική ενέργεια από αιολικά πάρκα στη θάλασσα	92,82	
(γ) Υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ έως δεκαπέντε (15) MWe	75,82	87,42
(στ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από μονάδες άλλης τεχνολογίας, πλην αυτής των φωτοβολταϊκών, με Εγκατεστημένη Ισχύ έως πέντε (5) MWe	252,82	272,82
(ζ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από μονάδες άλλης τεχνολογίας, πλην αυτής των φωτοβολταϊκών, με Εγκατεστημένη Ισχύ μεγαλύτερη των πέντε (5) MWe	232,82	252,82
η) Γεωθερμική ενέργεια, βιομάζα, αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέρια	75,82	87,42
(θ) Λοιπές Α.Π.Ε.	75,82	87,42
(ι) Σ.Η.Θ.Υ.Α	75,82	87,42

Πίνακας 4.1.: Τιμή Ενέργειας (€/MWh) για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ

Οι τιμές του ανωτέρω πίνακα για τους Αυτοπαραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας ισχύουν μόνο για σταθμούς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. με Εγκατεστημένη Ισχύ έως 35 MW και για το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που διατίθεται στο Σύστημα ή στο Δίκτυο, το οποίο μπορεί να ανέλθει μέχρι ποσοστό 20% της συνολικά παραγόμενης, από τους σταθμούς αυτούς, ηλεκτρικής ενέργειας, σε ετήσια βάση.

Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς γίνεται με βάση τα στοιχεία του ακόλουθου πίνακα (€/MWh):

Έτος Μήνας	ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ		ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ	
	A	B	Γ	Δ
	>100 kW	<= 100 kW	> 100 kW	<= 100 kW
2009 Φεβρουάριος	400,00	450,00	450,00	500,00
2009 Αύγουστος	400,00	450,00	450,00	500,00
2010 Φεβρουάριος	400,00	450,00	450,00	500,00
2010 Αύγουστος	392,04	441,05	441,05	490,05
2011 Φεβρουάριος	372,83	419,43	419,43	466,03
2011 Αύγουστος	351,01	394,88	394,88	438,76
2012 Φεβρουάριος	333,81	375,53	375,53	417,26
2012 Αύγουστος	314,27	353,56	353,56	392,84
2013 Φεβρουάριος	298,87	336,23	336,23	373,59
2013 Αύγουστος	281,38	316,55	316,55	351,72
2014 Φεβρουάριος	268,94	302,56	302,56	336,18
2014 Αύγουστος	260,97	293,59	293,59	326,22
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά	1,3xμΟΤΣ _{ν-1}	1,4xμΟΤΣ _{ν-1}	1,4xμΟΤΣ _{ν-1}	1,5xμΟΤΣ _{ν-1}

μΟΤΣ_{ν-1}: Μέση Οριακή Τιμή Συστήματος κατά το προηγούμενο έτος ν-1

Πίνακας 4.2.: Τιμή Ενέργειας (€/MWh) για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς

Η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκό σταθμό συνάπτεται για είκοσι (20) έτη, συνομολογείται με την τιμή αναφοράς που αναγράφεται στον ανωτέρω πίνακα και αντιστοιχεί στο μήνα και έτος που υπογράφεται η Σύμβαση Αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας με τον αρμόδιο Διαχειριστή, υπό την προϋπόθεση έναρξης δοκιμαστικής λειτουργίας ή για τις περιπτώσεις που δεν

προβλέπεται περίοδος δοκιμαστικής λειτουργίας ενεργοποίησης της σύνδεσης του φωτοβολταϊκού σταθμού, εντός δεκαοχτώ (18) μηνών για τους σταθμούς ισχύος έως 10 MW και εντός τριανταέξι μηνών (36) για τους σταθμούς ισχύος από 10 MW και άνω. Σε αντίθετη περίπτωση, ως τιμή αναφοράς θα λαμβάνεται η τιμή που αντιστοιχεί στο μήνα και έτος που πραγματοποιείται η έναρξη δοκιμαστικής λειτουργίας ή για τις περιπτώσεις που δεν προβλέπεται περίοδος δοκιμαστικής λειτουργίας η ενεργοποίηση της σύνδεσης του φωτοβολταϊκού σταθμού, με βάση την ισχύ που διαθέτει ο σταθμός κατά την εν λόγω χρονική στιγμή.

Οι τιμές που καθορίζονται στον ανωτέρω πίνακα, αναπροσαρμόζονται κάθε έτος, κατά ποσοστό 25% του δείκτη τιμών καταναλωτή του προηγούμενου έτους, όπως αυτός καθορίζεται από την Τράπεζα της Ελλάδος. Αν η τιμή που αναφέρεται στον πίνακα αυτό, αναπροσαρμοσμένη κατά τα ανωτέρω, είναι μικρότερη της μέσης Οριακής Τιμής του Συστήματος, όπως αυτή διαμορφώνεται κατά το προηγούμενο έτος, προσαυξημένης κατά 30%, 40%, 40% και 50%, αντίστοιχα για τις περιπτώσεις Α, Β, Γ, και Δ του ανωτέρω πίνακα, η τιμολόγηση γίνεται με βάση τη μέση Οριακή Τιμή του Συστήματος του προηγούμενου έτους, προσαυξημένη κατά τους αντίστοιχους ως άνω συντελεστές.

4.1.3 Τιμολόγηση της Διαδικασίας Αδειοδότησης

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται ενδεικτικές τιμές των απαραίτητων εγγράφων αδειοδότησης που απαιτούνται για την εγκατάσταση μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ:

Βήμα	Άδεια	Ενδεικτική Τιμή (€)		Σχόλιο
		Εξαιρέση	Άδεια	
1 ^ο	Άδεια Παραγωγής	1.000	4.000-5.000	Η τιμή καθορίζεται σε συνεννόηση με τον Μηχανικό – Οικονομολόγο που εκπονεί την Τεχνοοικονομική Μελέτη
2 ^ο	Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση & Αξιολόγηση (Π.Π.Ε.Α)	2.000	2.000-5.000	Η τιμή εξαρτάται από την περιβαλλοντική κατάσταση του έργου, όπως αναλύεται στην § 4 του παρόντος
3 ^ο	Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο)			
4 ^ο	Βεβαίωση Χρήσης Γης			
5 ^ο	Άδεια Εγκατάστασης	3000	Ανάλογα με την Περιοχή	Η τιμή καθορίζεται σε συνεννόηση με τον Μηχανολόγο Μηχανικό που εκπονεί την Μηχανολογική Μελέτη
6 ^ο	Οικοδομική Άδεια	3.000	Ανάλογα με το κτίριο και το μέγεθος	Η τιμή καθορίζεται σε συνεννόηση με τον Πολιτικό Μηχανικό και τον Τοπογράφο που εκπονούν τις σχετικές μελέτες όταν απαιτούνται
7 ^ο	Άδεια Λειτουργίας	0	1000	Δεν απαιτείται εκπόνηση μελετών, παρά μόνο κατάθεση φακέλου δικαιολογητικών.
ΣΥΝΟΛΟ		10000 - 15000		

(πηγή: <http://www.draxis.gr>)

Πίνακας 4.3. Ενδεικτικές τιμές απαραίτητων εγγράφων αδειοδότησης για την εγκατάσταση μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ

4.1.4. Τιμολόγιο ΠΠΕ & ΜΠΕ Εγκαταστάσεων Ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε.

α/α ¹	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΟΥ Ή ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	ΟΜΑΔΑ ¹	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ¹			ΑΔΕΙΟΔΟΤΟΥΣΑ ΑΡΧΗ (Κατάθεση)			ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ² (χωρίς ΦΠΑ)
			ΚΑΤΗΓ. 1η, ΥΠΟΚΑΤΗΓ. 1η (Α1)	ΚΑΤΗΓ. 1η, ΥΠΟΚΑΤΗΓ. 2η (Α2)	ΚΑΤΗΓ. 2η, ΥΠΟΚΑΤΗΓ. 3η (Β3)	εάν η μελέτη είναι Α1	εάν η μελέτη είναι Α2	εάν η μελέτη είναι Β3	
15	Υδροηλεκτρικά έργα	2 ^η «ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ»	Με ταμειυτήρα $T \geq 1.000.000 m^3$, είτε με αγωγό εκτροπής $\geq 1000m$, είτε με ισχύ $\geq 8 MW$	Τα λοιπά εκτός των υποκατηγ. 1 ^η και 3 ^η .	Χωρίς ταμειυτήρα (μόνο έργο υδροληψίας ύψους 2m) και με αγωγό εκτροπής $< 1000m$, είτε με ισχύ $< 1MW$	Υ.Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε (Ειδική Υπηρεσία Περιβλήτος)	ΟΙΚΕΙΑ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ (Διεύθυνση Περιβάλλοντος και Χωροταξίας-ΔΙ.Π.Ε.Χ.Ω)	ΟΙΚΕΙΑ ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΗ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗ (Διεύθυνση Περιβλήτος)	A1: 5.000 € A2: 3.000 € B3: 2.000 €
11	Ηλεκτροπαραγωγή από αιολική και ηλιακή ενέργεια	10 ^η «ΕΙΔΙΚΑ ΕΡΓΑ»	εάν η εγκατεστημένη ισχύς είναι $> 40MW$	εάν η εγκατεστημένη ισχύς είναι 40-5MW	εάν η εγκατεστημένη ισχύς είναι $< 5 MW$				A1: 5.000 € A2: 3.000 € B3: 2.000 €
12	Ηλεκτροπαραγωγή από Φωτοβολταϊκά Τόξα	10 ^η «ΕΙΔΙΚΑ ΕΡΓΑ»	-	εάν η εγκατεστημένη ισχύς είναι $\geq 2 MW$	εάν η εγκατεστημένη ισχύς είναι α) 2 MW - 20 kW, εφόσον βρίσκεται εκτός περιοχής NATURA, κτλ. β) $< 2 MW$, εφόσον βρίσκεται εντός περιοχής NATURA, Εθνικών Δρυμίων, κτλ.				A1: 5.000 € A2: 3.000 € B3: 2.000 €
274	Εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής από γεωθερμική ενέργεια ή χρήση βιομάζας και αγροτικών απορριμ.	9 ^η «ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ»	εάν η εγκατεστημένη ισχύς είναι $> 30 MW$	εάν η εγκατεστημένη ισχύς είναι 30 - 1 MW	εάν η εγκατεστημένη ισχύς είναι $< 1 MW$				A1: 5.000 € A2: 3.000 € B3: 2.000 €

(πηγή: <http://www.draxis.gr>)

- Σύμφωνα με την ΚΥΑ 15393/2332/2002 (ΦΕΚ 1022B/5-8-2002) περί «Κατάταξης δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων» και όπως αυτή τροποποιείται από την ΥΑ 145799 (ΦΕΚ 1002B/18-7-2005).
- Η τιμή μπορεί να τροποποιηθεί ανάλογα με την δυσκολία της μελέτης π.χ χωροθέτηση σε προστατευόμενη περιοχή κ.α

4.1.5. Εγκρίσεις/Βεβαιώσεις για ΠΠΕ & ΜΠΕ

Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται συνοπτικά οι βεβαιώσεις που απαιτούνται για την Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Π.Π.Ε.) και για την Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) από την εκάστοτε αρμόδια υπηρεσία και ανάλογα με την κατηγορία που ανήκει η Μελέτη:

α/α	ΥΠΗΡΕΣΙΑ	ΒΕΒΑΙΩΣΗ	A1	A2	B4	Προτείνεται να εξασφαλιστεί έγκριση πριν την κατάρτιση της μελέτης
1	Διεύθυνση Χωροταξίας ΥΠΕΧΩΔΕ	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα.	✓			
2	Διεύθυνση Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού του ΥΠΕΧΩΔΕ εάν το έργο βρίσκεται εντός Natura 2000 ή Ramsar.	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα.	✓			
3	Γενικό Επιτελείο Εθνικής Αμυνας	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα.	✓	✓		
4	Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα.	✓	✓		
5	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα.	✓			
6	Περιφερειακή Υπηρεσία Δασών / ΝΕΧΩΠ οικείας Νομαρχίας	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα. Χαρακτηρισμός έκτασης. Έγκριση χρήσης γης ως γη μη υψηλής παραγωγικότητας.		✓	✓	✓
7	Υπουργείο Τουριστικής Ανάπτυξης	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα.	✓			
8	Περιφερειακή Υπηρεσία Τουρισμού	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα.		✓		
9	Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση – Εφορεία κλασικών αρχαιοτήτων και εφορεία βυζαντινών αρχαιοτήτων.	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα. Βεβαίωση μη ύπαρξης αρχαιολογικού ενδιαφέροντος.	✓	✓	✓	✓
10	Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών. <u>Αποκλειστικά για θέματα επικοινωνίας.</u>	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα.	✓			
11	Περιφερειακή Υπηρεσία Υπουργείου Μεταφορών και Επικοινωνιών. <u>Αποκλειστικά για θέματα επικοινωνίας.</u>	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα.		✓		
12	Ο.Ρ.Α ή Ο.Ρ.ΘΕ <u>εάν το γήπεδο εγκατάστασης υπάγεται στις περιοχές δικαιοδοσίας τους.</u>	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα.	✓	✓	✓	
13	Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών <u>εάν το έργο βρίσκεται εντός περιοχής δικαιοδοσίας τους.</u>	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα.	✓			
14	Υπουργείο Εμπορικής Ναυτιλίας, <u>εάν το έργο εγκαθίσταται στην θάλασσα ή στο αιγιαλό.</u>	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα.	✓			
15	Αρμόδια Λιμενική Αρχή του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας, <u>εάν το έργο εγκαθίσταται στην θάλασσα ή στο αιγιαλό.</u>	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα.		✓		
16	Περιφερειακή Διεύθυνση Υδάτων, <u>αποκλειστικά για Υδροηλεκτρικά έργα</u>	Γνωμοδότηση, συνοδευόμενη από χάρτη πρωτοτύπου θεωρημένο από το φορέα.	✓	✓	✓	
17	Οικείος Δήμος – Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών.	Χαρακτηρισμός οδού προσπέλασης από δήμο ή κοινότητα και βεβαίωση για το πλάτος αυτής.	✓	✓		✓
18	Οικεία Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση – Διεύθυνση Πολεοδομίας & Περιβάλλοντος <u>εάν απαιτούνται κτηριακές εγκαταστάσεις</u>	Βεβαίωση για τους ισχύοντες όρους δόμησης στο τοπογραφικό χάρτη του έργου (κλίμακας 1:2000).	✓	✓	✓	✓
19	Τεκμηρίωση / διευκρίνιση ιδιοκτησιακού καθεστώτος		✓	✓	✓	✓
20*	ΔΕΗ	Αίτηση ηλεκτροδότησης	✓	✓		✓
21*	ΟΤΕ	Αίτηση τηλεφωνικής σύνδεσης	✓	✓		✓

(πηγή: <http://www.draxis.gr>)

Πίνακας 4.5. βεβαιώσεις που απαιτούνται για την Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Π.Π.Ε.) και για την Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.)

4.1.6. Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού

Αν και τα έργα ΑΠΕ χαρακτηρίζονται ως δραστηριότητες φιλικές προς το περιβάλλον, εν τούτοις δεν στερούνται παντελώς επιπτώσεων σε αυτό. Οι επιπτώσεις αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος της εκάστοτε χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας ΑΠΕ (αιολική, υδροηλεκτρική, γεωθερμική, ηλιακή ενέργεια κλπ.), ενώ μπορεί να εκτείνονται τόσο στο ανθρωπογενές (πόλεις, οικισμούς και εν γένει οικιστικές περιοχές) όσο και στο φυσικό περιβάλλον (τοπίο, χλωρίδα και πανίδα, κλπ.) των περιοχών εγκατάστασης, καθώς και στις γειτνιάζουσες παραγωγικές δραστηριότητες (τουρισμό, γεωργία κλπ.). Για την πρόληψη, την άμβλυνση και την αποτροπή των επιπτώσεων αυτών απαιτείται η καθιέρωση σαφών κανόνων χωροθέτησης των έργων ΑΠΕ, ώστε αφενός να μειωθούν οι αβεβαιότητες και οι συγκρούσεις χρήσεων γης που συχνά αναφύονται επί του πεδίου και αφετέρου να ικανοποιηθούν οι ευρύτερες ανάγκες προστασίας του περιβάλλοντος και η αειφόρος ανάπτυξη των περιοχών υποδοχής τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι η δημιουργία του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού σχεδιασμού αποτελούσε πάγιο αίτημα των τελευταίων ετών και αναμένεται να δώσει σε κάποιο ποσοστό λύση στον μεγάλο αριθμό εμπλεκόμενων φορέων και στις παρατηρούμενες χρονικές καθυστερήσεις

Η χωροθέτηση των εγκαταστάσεων ΑΠΕ στην Ελλάδα έχει αντιμετωπισθεί μέχρι σήμερα αποκλειστικά στο πλαίσιο των διαδικασιών περιβαλλοντικής αδειοδότησης των σχετικών έργων. Η διαδικασία αυτή, αν και επιτρέπει την εκτίμηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον στο επίπεδο κάθε συγκεκριμένης εγκατάστασης, εν τούτοις δεν μπορεί, λόγω του εξατομικευμένου χαρακτήρα της, να απαντήσει στην ανάγκη καθιέρωσης γενικών κριτηρίων χωροθέτησης έργων ΑΠΕ, δηλαδή κριτηρίων που να διασφαλίζουν ένα κοινό πλαίσιο χωρικής οργάνωσης της συγκεκριμένων δραστηριοτήτων ανάλογα με τη φυσιογνωμία και τις χωροταξικές ιδιαιτερότητες των επιμέρους ενοτήτων του ελληνικού χώρου, τις επιμέρους κατηγορίες έργων ΑΠΕ και τις ειδικές ανάγκες ανάπτυξης, προστασίας ή διαφύλαξης που απαντώνται σε συγκεκριμένες περιοχές και σε ευπαθή οικοσυστήματα της χώρας.

Για τους παραπάνω λόγους επομένως εγκρίθηκε το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας που

καθορίζει τις βασικές κατευθύνσεις και τους γενικούς κανόνες για τη χωροθέτηση έργων ΑΠΕ στο σύνολο του εθνικού χώρου, ώστε αφενός να καταστούν εκ των προτέρων γνωστές οι κατηγορίες περιοχών στις οποίες αποκλείεται εν όλω ή εν μέρει η χωροθέτηση έργων ΑΠΕ και αντιστοίχως οι εν δυνάμει κατάλληλες για την υποδοχή τους περιοχές και αφετέρου οι ειδικότερες, ανά κατηγορία ΑΠΕ, χωροταξικές προϋποθέσεις εγκατάστασης ιδίως σε συνάρτηση με τη φυσιογνωμία, τη φέρουσα ικανότητα και εν γένει το περιβάλλον των περιοχών εγκατάστασης.

Σκοπός του συγκεκριμένου Ειδικού Πλαισίου είναι :

✓ η διαμόρφωση πολιτικών χωροθέτησης έργων ΑΠΕ, ανά κατηγορία δραστηριότητας και κατηγορία χώρου, βάσει των διαθέσιμων σε εθνικό επίπεδο στοιχείων. Ειδικότερα όσον αφορά στις αιολικές εγκαταστάσεις αποσκοπεί στον εντοπισμό, με βάση τα διαθέσιμα σε εθνικό επίπεδο στοιχεία αιολικού δυναμικού, κατάλληλων περιοχών που θα επιτρέπουν ανάλογα με τις χωροταξικές και περιβαλλοντικές ιδιαιτερότητές τους τη μεγαλύτερη δυνατή χωρική συγκέντρωση των αιολικών εγκαταστάσεων και την επίτευξη οικονομιών κλίμακας στα απαιτούμενα δίκτυα.

✓ η καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που θα επιτρέπουν αφενός την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων ΑΠΕ και αφετέρου την αρμονική ένταξή τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

✓ η δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των εγκαταστάσεων ΑΠΕ, ώστε να επιτευχθεί ανταπόκριση στους στόχους των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών.

Δεν υπάγονται στο Ειδικό Χωροταξικό Πλαίσιο:

α. Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ που εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης αδείας παραγωγής και αδείας εγκατάστασης και λειτουργίας, σύμφωνα με τα άρθρα 4 και 8 παρ. 8 του ν. 3468/2006 (ΦΕΚ 129 Α').

β. Οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ που χαρακτηρίζονται ως μη οχλούσες εγκαταστάσεις, σύμφωνα με το άρθρο 2 της ΚΥΑ 19500/2004 (ΦΕΚ 1671 Β' / 11.11.2004) με εξαίρεση τα ΜΥΗΕ.

γ. Οι εγκαταστάσεις ΑΠΕ που αφορούν Αυτόνομους Παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας κατά την έννοια του άρθρου 2 παρ. 4 του ν. 3468/2006 (ΦΕΚ 129 Α').

Για τη χωροθέτηση των αιολικών εγκαταστάσεων ο εθνικός χώρος, με βάση το εν δυνάμει εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό του και τα ιδιαίτερα χωροταξικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά του, διακρίνεται στις 4 κατηγορίες:

1. Στην ηπειρωτική χώρα, συμπεριλαμβανομένης και της νήσου Εύβοιας
2. Στην Αττική, που αποτελεί ειδικότερη κατηγορία της ηπειρωτικής χώρας λόγω του μητροπολιτικού χαρακτήρα της
3. Στα κατοικημένα νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους, συμπεριλαμβανομένης και της Κρήτης
4. Στον υπεράκτιο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες.

Η ηπειρωτική χώρα διακρίνεται περαιτέρω σε Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) και σε Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (ΠΑΚ) όπως απεικονίζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ)

ΠΕΡΙΟΧΗ 1	
ΝΟΜΟΣ ΕΒΡΟΥ	ΝΟΜΟΣ ΡΟΔΟΠΗΣ
Δ. Φερών	Δ. Αρριανών
Δ. Τραϊανούπολης	Κ. Κέχρου
Δ. Αλεξανδρούπολης (όμορος)	
Δ. Σουφλίου (όμορος)	
Δ. Τυχερού (όμορος)	
Αιολικό δυναμικό της Περιοχής 1: 538 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 1.076 MWe).	
ΠΕΡΙΟΧΗ 2	
ΝΟΜΟΣ ΕΥΒΟΙΑΣ	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ
Δ. Αυλώνος	Δ. Αποδοτίας
Δ. Δυστίων	Δ. Πλατάνου
Δ. Καρύστου	Δ. Θέρμου (όμορος)
Δ. Μαρμαρίου	ΝΟΜΟΣ ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ
Δ. Μεσσαπίων	Δ. Αγ. Γεωργίου Τυμφρηστού
Δ. Στυραίων	Δ. Σπερχειάδος
Κ. Καφηρέως	Δ. Υπάτης
Δ. Διρφύων (όμορος)	Δ. Αταλάντης
Δ. Κύμης (όμορος)	Δ. Μακρακώμης (όμορος)
	Δ. Οπουντίων (όμορος)
ΝΟΜΟΣ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	ΝΟΜΟΣ ΦΩΚΙΔΑΣ
Δ. Αγράφων	Δ. Βαρδουσίων
Δ. Βίνιανης	Δ. Λιδωρικίου
Δ. Δομίστας	Δ. Δεσφίνης
Δ. Καρπενησίου	Δ. Αμφίσσης (όμορος)
Δ. Κτημενίων	Δ. Καλλιέων (όμορος)
Δ. Ποταμιάς	ΝΟΜΟΣ ΚΑΡΑΙΤΣΑΣ
Δ. Προυσσού	Δ. Καλλιφώνου
Δ. Φουρνά	Δ. Μενελαΐδας
Δ. Φραγκίστας (όμορος)	Δ. Ρεντίνης
ΝΟΜΟΣ ΒΟΙΩΤΙΑΣ	Δ. Ιτάμου (όμορος)
Δ. Δαύλειας	
Δ. Διστόμου	
Δ. Λεβαδέων	
Δ. Ορχομενού	
Δ. Χαιρώνειας	
Δ. Αραχώβης	
Κ. Κυριακίου	
Αιολικό δυναμικό της Περιοχής 2: 2.174 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 4.348 MWe)	
ΠΕΡΙΟΧΗ 3	
ΝΟΜΟΣ ΛΑΚΩΝΙΑΣ	ΝΟΜΟΣ ΑΡΚΑΔΙΑΣ
Δ. Βοϊών	Δ. Λεωνιδίου
Δ. Γερονθρών	Κ. Κοσμά
Δ. Ζάρακα	
Δ. Μολάων	
Δ. Μονεμβασίας	
Δ. Νιάτων	
Αιολικό δυναμικό της Περιοχής 3: 478 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 955 MWe)	
Συνολικό αιολικό δυναμικό των ΠΑΠ: 3.190 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 6.379 MWe)	

Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) είναι οι περιοχές της ηπειρωτικής χώρας, που διαθέτουν συγκριτικά πλεονεκτήματα για την εγκατάσταση αιολικών σταθμών (ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού, αυξημένη ζήτηση εγκατάστασης Α/Γ κλπ), ενώ ταυτόχρονα προσφέρονται από απόψεως επίτευξης των χωροταξικών στόχων διότι συγκεντρώνουν τη μεγαλύτερη ζήτηση (αιτήσεις παραγωγής, εγκατάστασης, λειτουργίας). Στις περιοχές αυτές εκτιμάται η μέγιστη δυνατότητα χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων (φέρουσα ικανότητα)

Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (ΠΑΚ) είναι οι ομάδες ή επιμέρους περιοχές πρωτοβάθμιων Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) της ηπειρωτικής χώρας καθώς και μεμονωμένες θέσεις, οι οποίες δεν εμπίπτουν σε ΠΑΠ αλλά διαθέτουν ικανοποιητικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό, και προσφέρονται για το λόγο αυτό για την χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων

Στο ίδιο πλαίσιο τίθενται επίσης κριτήρια χωροθέτησης εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας. Οι γυμνές και άγονες περιοχές σε χαμηλό υψόμετρο της ηπειρωτικής και της νησιωτικής χώρας, κατά προτίμηση αθέατες από πολυσύχναστους χώρους, και με δυνατότητες διασύνδεσης με το Δίκτυο ή το Σύστημα ορίζονται ως περιοχές προτεραιότητας για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας (Φωτοβολταϊκά πεδία). Αντίστοιχα ορίζονται και ζώνες αποκλεισμού για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, δηλαδή ζώνες στις οποίες πρέπει να αποκλείεται η εγκατάστασή τους.

Στο Πρόγραμμα Δράσης του ειδικού Χωροταξικού Πλαισίου θεσπίζονται επιπροσθέτως μέτρα και δράσεις θεσμικού και διοικητικού - οργανωτικού χαρακτήρα:

1. Εναρμόνιση των Περιφερειακών Πλαισίων Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης.
2. Εναρμόνιση των Γενικών Πολεοδομικών Σχεδίων (ΓΠΣ) και των Σχεδίων Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτών Πόλεων (ΣΧΟΟΑΠ).
3. Τροποποίηση των προδιαγραφών εκπόνησης των ΓΠΣ και των ΣΧΟΟΑΠ.
4. Διερεύνηση τοπικών χωροταξικών δεδομένων σε πρωτοβάθμιους ΟΤΑ με υψηλό δείκτη τουριστικής ανάπτυξης και υψηλή ζήτηση αιολικών

εγκαταστάσεων.

5. Δημιουργία μηχανισμού παρακολούθησης και αξιολόγησης της εφαρμογής του Ειδικού Πλαισίου.
6. Δημιουργία βάσης δεδομένων για τις άδειες παραγωγής και τις άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας έργων ΑΠΕ.
7. Συνεχής καταγραφή και επικαιροποίηση δεδομένων εκμεταλλεύσιμου δυναμικού από ΑΠΕ.
8. Δημιουργία των αναγκαίων έργων υποδομής για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων ΑΠΕ.
9. Επέκταση του Συστήματος για την κάλυψη των αναγκών των εγκαταστάσεων ΑΠΕ.
10. Διερεύνηση βέλτιστων τεχνικών λύσεων για τη διέλευση του Συστήματος από περιοχές που υπάγονται σε ειδικό καθεστώς προστασίας και διαχείρισης.
11. Προγραμματισμός – κατασκευή τοπικών οδικών δικτύων προσπέλασης εντός των Περιοχών Αιολικής Προτεραιότητας.

4.2 Χρηματοδοτική υποστήριξη επενδύσεων ΑΠΕ

Το κύριο χρηματοδοτικό όργανο για την ενίσχυση παραγωγικών εν γένει επενδύσεων, το οποίο παρέχουν σημαντικές δημόσιες επιχορηγήσεις (μεταξύ άλλων) και σε επενδυτικά έργα ΑΠΕ είναι ο νέος Αναπτυξιακός Νόμος (Νόμος 3299/04, ο οποίος τέθηκε σε ισχύ το Δεκέμβριο του 2004)

4.2.1 Αναπτυξιακός Νόμος 3299/04

Ο Αναπτυξιακός Νόμος είναι ένα εθνικό, οικονομικό εργαλείο, που καλύπτει τις ιδιωτικές επενδύσεις στην Ελλάδα, σε όλους σχεδόν τους τομείς οικονομικής δραστηριότητας. Στο καθεστώς του Ν. 3299/2004, Φ.Ε.Κ. Α' 261, όπως αυτός έχει τροποποιηθεί με τους νόμους 3470/2006, Φ.Ε.Κ. Α' 132, 3522/2006, Φ.Ε.Κ. Α' 276 και 3631/2008, Φ.Ε.Κ. Α' 6, έχουν υπαχθεί και τα επενδυτικά σχέδια παραγωγής ηλεκτρισμού από ήπιες μορφές ενέργειας και ειδικότερα την αιολική, την ηλιακή, την υδροηλεκτρική, τη γεωθερμική, την βιομάζα καθώς και σχέδια συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας. (ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 4, ως προς τα ποσοστά χρηματοδότησης: νέα κατηγορία 1) Ο αναπτυξιακός νόμος έχει ισχυρό

περιφερειακό αναπτυξιακό χαρακτήρα, γι' αυτό και το ύψος της χορηγούμενης δημόσιας ενίσχυσης εξαρτάται σε καθοριστικό βαθμό από τη γεωγραφική περιοχή, στην οποία προγραμματίζεται να υλοποιηθεί η συγκεκριμένη ιδιωτική επένδυση. Περιοχές με υψηλά ποσοστά ανεργίας και χαμηλό κατά κεφαλήν εισόδημα λαμβάνουν και το υψηλότερο ποσοστό δημόσιας επιχορήγησης ανά επένδυση.

Οι βασικές ρυθμίσεις του Νόμου 3299/04 που αφορούν στην επιχορήγηση επενδύσεων ΑΠΕ είναι οι ακόλουθες:

- ✓ Παρέχεται δημόσια επιχορήγηση 30% επί του συνολικού επιλέξιμου κόστους μιας επένδυσης ΑΠΕ (συμπεριλαμβανομένου του κόστους διασύνδεσης με το Σύστημα ή το Δίκτυο). Το ποσοστό επιχορήγησης αυξάνεται σε 40% για τη Θράκη και τη συνοριακή ζώνη (20 χλμ.) της Ανατολικής Μακεδονίας και της Ηπείρου, για τους Νομούς της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου, τους Νομούς της Περιφέρειας Πελοποννήσου καθώς και τους Νομούς της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδος, ενώ μειώνεται σε 20% για τα νομαρχιακά διαμερίσματα Αττικής και Θεσσαλονίκης.
- ✓ Εναλλακτικά, παρέχεται φοροαπαλλαγή κατά 100% για τις γεωγραφικές ζώνες Β' και Γ' και κατά 60% για τη ζώνη Α' στο συνολικό επιλέξιμο κόστος μιας επένδυσης ΑΠΕ

Γεωγραφική ζώνη	Τοποθεσίες	Ποσοστό επιχορήγησης	Φορολογική απαλλαγή
Α'	Περιλαμβάνει τους Νομούς Αττικής και Θεσσαλονίκης πλην των Βιομηχανικών Επιχειρηματικών Περιοχών (Β.Ε.ΠΕ.) και των νησιών των Νομών αυτών που εντάσσονται στην περιοχή Β	20% + (10% για μεσαίες Επιχειρήσεις, 20% για μικρές)	60%
Β'	Περιλαμβάνει τους Νομούς της Περιφέρειας Θεσσαλίας (Καρδίτσας, Λάρισας, Μαγνησίας, Τρικάλων), τους Νομούς της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου (Κυκλάδων, Δωδεκανήσου), τους Νομούς της Περιφέρειας Ιονίων Νήσων (Κέρκυρας, Λευκάδας, Κεφαλληνίας, Ζακύνθου), τους Νομούς της Περιφέρειας Κρήτης (Ηρακλείου, Λασιθίου, Ρεθύμνου, Χανίων), τους Νομούς της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας (Χαλκιδικής, Σερρών, Κιλκίς, Πέλλας, Ημαθίας, Πιερίας), τους Νομούς της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας (Γρεβενών, Κοζάνης, Φλώρινας, Καστοριάς), καθώς και τους	30% + (10% για μεσαίες Επιχειρήσεις, 20% για μικρές)	100%

	Νομούς της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδος (Φθιώτιδας, Φωκίδας, Εύβοιας, Βοιωτίας, Ευρυτανίας)		
Γ'	Περιλαμβάνει τους Νομούς της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης (Καβάλας, Δράμας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου), τους Νομούς της Περιφέρειας Ηπείρου (Άρτας, Πρέβεζας, Ιωαννίνων, Θεσπρωτίας), τους Νομούς της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου (Λέσβου, Χίου, Σάμου), τους Νομούς της Περιφέρειας Πελοποννήσου (Λακωνίας, Μεσσηνίας, Κορινθίας, Αργολίδας, Αρκαδίας), καθώς και τους Νομούς της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδος (Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Ηλείας)	40% + (10% για μεσαίες Επιχειρήσεις, 20% για μικρές)	100%

Κατηγορία Επιχείρησης	Περιοχή σύμφωνα με τον Αναπτυξιακό Νόμο		
	A	B	Γ
Μεγάλη	20%	30%	40%
Μεσαία	30%	40%	40%
Μικρή	40%	40%	40%
Πολύ Μικρή	40%	40%	40%

Πηγή: Σ.Ε.Φ.

Πίνακας 4.8. Ποσοστό επιχορήγησης ανάλογα με το μέγεθος της επιχείρησης

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΣΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ				
	ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΗ	ΜΙΚΡΗ	ΜΕΣΑΙΑ	ΜΕΓΑΛΗ
Εργαζόμενοι	<10	<50	<250	>250
Κύκλος Εργασιών	<2 εκ. €	<10 εκ. €	<50 εκ. €	≥50 εκ. €
Σύνολο ενεργητικού	<2 εκ. €	<10 εκ. €	<43 εκ. €	≥43 εκ. €

Πηγή: Σ.Ε.Φ.

Πίνακας 4.9. Κριτήρια κατάταξης επιχειρήσεων



Σχήμα 4.1. Ποσοστό επιχορήγησης αναπτυξιακού νόμου κατά νομό.

- ✓ Το ποσοστό επιχορήγησης ή φορολογικής απαλλαγής μιας επένδυσης είναι ανεξάρτητο από τη συγκεκριμένη τεχνολογία ΑΠΕ που χρησιμοποιείται (αιολικά, βιομάζα, μικρά υδροηλεκτρικά, κλπ.)
- ✓ Απαιτούμενο ελάχιστο ύψος ιδίων κεφαλαίων : 25% του συνολικού κόστους της επένδυσης.
- ✓ Απαιτούμενο ελάχιστο ύψος επένδυσης: 100.000-500.000 Ευρώ (ανάλογα με το μέγεθος της αιτούμενης επιχείρησης).
- ✓ Μέγιστο ύψος επιχορήγησης: 20 εκατομμύρια Ευρώ (σωρευτικά για 5 χρόνια) για επενδύσεις που αφορούν την ίδια παραγωγική διαδικασία.
- ✓ Οι αιτήσεις των φορέων για ένταξη επενδύσεων ή και προγραμμάτων χρηματοδοτικής μίσθωσης εξοπλισμού για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας συνοδεύονται υποχρεωτικά από την άδεια παραγωγής του Υπουργείου Ανάπτυξης.

Η τροποποίηση του αναπτυξιακού νόμου (Ν.3752/09) προβλέπει ότι όταν ξαναρχίσει η διαδικασία υποβολής αιτήσεων στη ΡΑΕ, τα έργα με ισχύ άνω των 2 ΜWp δεν θα δικαιούνται επιδότησης από τον αναπτυξιακό. Αντίθετα, δεν υπάρχει όριο για τις αιτήσεις που έχουν υποβληθεί μέχρι τώρα.

Προτάσεις ιδιωτικών επενδύσεων μπορούν να υποβάλλονται στον Αναπτυξιακό Νόμο οποιαδήποτε χρονική στιγμή, αξιολογούνται δε ανάλογα με το βαθμό κάλυψης (πληρότητας) των θεσμοθετημένων κριτηρίων επιλογής επενδυτικών έργων, δηλαδή, στην ουσία, αξιολογούνται ανεξάρτητα από άλλες υποβληθείσες προτάσεις. Ο Νόμος 3299/04 δεν έχει συνολικό ανώτατο όριο (ετήσιου) προϋπολογισμού, κατά συνέπεια (θεωρητικά) δεν υπάρχει προκαθορισμένο ανώτατο όριο στον αριθμό και το συνολικό προϋπολογισμό των προτάσεων που μπορούν να εγκριθούν για δημόσια επιχορήγηση.

Η καταβολή της δημόσιας επιχορήγησης σε ένα επενδυτικό έργο γίνεται σε δύο δόσεις. Το πρώτο 50% της επιχορήγησης καταβάλλεται με την ολοκλήρωση του 50% του έργου, ενώ το υπόλοιπο 50% καταβάλλεται μετά την επίσημη πιστοποίηση της πλήρους ολοκλήρωσης του έργου και την έναρξη της εμπορικής λειτουργίας του. Παρέχεται η δυνατότητα εφάπαξ προκαταβολής στον επενδυτή (μέχρι και 30% επί της συνολικής επιχορήγησης), υπό τον όρο ότι θα προσκομίσει ισόποση (+ 10%) εγγυητική επιστολή. Μπορεί επίσης να εγκριθεί, κατά τη διάρκεια υλοποίησης μιας επένδυσης, αναθεωρημένος προϋπολογισμός, μέχρι και 115% του αρχικού, και να καλυφθεί, αντίστοιχα, από δημόσια επιχορήγηση.

4.3 Νέο Νομοσχέδιο για τις ΑΠΕ

Ένα νέο νομοσχέδιο συζητιέται την παρούσα χρονική στιγμή και αναμένεται να εφαρμοστεί σύντομα. Το εν λόγω νομοσχέδιο σκοπό έχει να ενισχύσει τον ανταγωνισμό, να απλοποιήσει τις διαδικασίες περιβαλλοντικής έγκρισης, να αναβαθμίσει το ρόλο της ρυθμιστικής αρχής ενέργειας, να περιορίσει το εμπόριο αδειών και να ενισχύσει την διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας. Ο Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών (ΣΕΦ) χαρακτήρισε θετικό το νομοσχέδιο για τις ΑΠΕ που έδωσε στη δημοσιότητα, η υπουργός Περιβάλλοντος. Ο Σύνδεσμος ανέφερε ότι το νομοσχέδιο υιοθετεί απλούστερες

αδειοδοτικές διαδικασίες που έχουν δοκιμαστεί με επιτυχία σε άλλες χώρες, αλλά και τις ρυθμίσεις της νέας κοινοτικής Οδηγίας για τις ΑΠΕ (2009/28) που ψηφίστηκε στις αρχές του έτους.

Όσον αφορά τα φωτοβολταϊκά συστήματα, ο Σύνδεσμος επισημαίνει ότι με το νομοσχέδιο υιοθετούνται πολλά από τα αιτήματα της αγοράς και συγκεκριμένα:

- Καταργείται η διαδικασία έκδοσης άδειας παραγωγής (ή άλλης διαπιστωτικής πράξης), καθώς και άδειας εγκατάστασης και λειτουργίας για τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς.
- Καταργείται η διαδικασία της περιβαλλοντικής αδειοδότησης για τα μικρά και μεσαία φωτοβολταϊκά συστήματα που χαρακτηρίζονται ως μη οχλούσες δραστηριότητες, ενώ καταργείται τελείως το στάδιο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης για συστήματα που εγκαθίστανται σε κτίρια και οργανωμένες βιομηχανικές περιοχές.
- Βελτιώνεται το Ειδικό Χωροταξικό για τις ΑΠΕ καθώς καθορίζονται με σαφήνεια οι περιοχές αποκλεισμού (περιοχές προστασίας), ενώ επιτρέπεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε γαίες υψηλής παραγωγικότητας.

Η υιοθέτηση των προτάσεων αυτών από το κοινοβούλιο, όχι μόνο θα απεγκλωβίσει χιλιάδες επενδύσεις που σήμερα λιμνάζουν λόγω γραφειοκρατίας, αλλά θα οδηγήσει σε μία εύρωστη και υγιή αγορά φωτοβολταϊκών τα επόμενα χρόνια σύμφωνα με τον ΣΕΦ.

Ορισμένες από τις νέες ρυθμίσεις που φέρνει το υπό διαβούλευση νομοσχέδιο για τις ΑΠΕ αποτελούν και οι ακόλουθες: Τα φωτοβολταϊκά πάρκα (ανεξαρτήτως ισχύος), τα αιολικά ως 700 kW, τα μικρά υδροηλεκτρικά ως 10 MW, οι μονάδες γεωθερμίας και βιομάζας ως 5 MW και οι μονάδες συμπαραγωγής ως τα 5 MW, απαλλάσσονται από την υποχρέωση έκδοσης άδειας παραγωγής με το νέο νομοσχέδιο για τις ΑΠΕ. Συγχρόνως, σταθμοί από ΑΠΕ μέχρι 500 kW απαλλάσσονται από την υποχρέωση της περιβαλλοντικής αδειοδότησης και οποιασδήποτε άλλης άδειας.

Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας όμως κρούει το καμπανάκι του κινδύνου για τις επιπτώσεις, που μπορεί να υπάρχουν στο περιβάλλον και στην τσέπη του

καταναλωτή, η σχεδόν ανεξέλεγκτη υλοποίηση επενδύσεων ΑΠΕ. Η κατάργηση των εν λόγω αδειών, μπορεί να εγκυμονεί πολλούς κινδύνους, τόσο σε τεχνικό επίπεδο όσο και σε οικονομικό, με τεράστια επιβάρυνση από την υλοποίηση αθρόων επενδύσεων π.χ φωτοβολταϊκά, καθώς οι παραγωγοί ενέργειας από τον ήλιο αμείβονται με υψηλότερες εγγυημένες τιμές. Η ΡΑΕ επισήμανε, στα σχόλια που κατέθεσε στο υπό διαβούλευση νομοσχέδιο, ότι τα μικρά έργα ΑΠΕ μέχρι 500 kW θα μπορούν να υλοποιούνται και να διασυνδέονται μόνο με μία απευθείας αίτηση στον αρμόδιο διαχειριστή δικτύου, γεγονός που μπορεί να δημιουργήσει «συνωστισμό», προβλήματα στο περιβάλλον και υπέρμετρη επιβάρυνση των καταναλωτών μέσω του τέλους υπέρ ΑΠΕ. Επίσης η απελευθέρωση της αδειοδότησης φωτοβολταϊκών πάρκων ανεξαρτήτως ισχύος στην ηπειρωτική χώρα συνεπάγεται ότι κάθε ενδιαφερόμενος μπορεί να κλειδώσει τις ιδιαίτερα ευνοϊκές τιμές (feed-in-tariffs) του ν. 3734/2009, επιβαρύνοντας τους καταναλωτές μέσω του τέλους υπέρ ΑΠΕ, χωρίς αυτό να είναι απαραίτητο, καθώς οι επενδύσεις θα είναι εξαιρετικά κερδοφόρες, δεδομένης της πτώσης του κόστους εγκατάστασης φωτοβολταϊκών», αναφέρει η ΡΑΕ.

Κεφάλαιο 5

5.1 Ιδιωτικό – οικονομική αξιολόγηση επενδύσεων-Τεχνικές

Σκοπός της ιδιωτικό-οικονομικής ή χρηματικής ανάλυσης είναι να διερευνήσει την ιδιωτική ή χρηματική αποδοτικότητα του σχεδίου επένδυσης. Η ουσία της είναι να προσδιορίσει τη σχέση μεταξύ απόδοσης (κέρδους) και επενδυόμενου κεφαλαίου. Επειδή η ιδιωτικό-οικονομική αποδοτικότητα, δηλαδή η απόδοση για τον επενδυτικό φορέα έχει κρίσιμη σημασία, η σχετική ανάλυση προχωρά παραπέρα και αξιολογεί ή ελέγχει το βαθμό αξιοπιστίας της αποδοτικότητας από άποψη αβεβαιότητας και ευαισθησίας σε ορισμένες πιθανές εξελίξεις.

Εξετάζεται στη συνέχεια το θέμα της αξιολόγησης των επενδυτικών σχεδίων και πιο συγκεκριμένα η ανάλυση παραγωγικών επενδύσεων. Έστω π.χ. ότι εξετάζεται μια αρχική επένδυση K_0 , η οποία θα αποφέρει i Καθαρές Ταμειακές Ροές (ΚΤΡ) στην επενδυτική περίοδο $i = 1, \dots, n$, όπου

$$ΚΤΡ_i = \text{Ταμειακές Εισροές}_i - \text{Ταμειακές Εκροές}_i = \text{Έσοδα}_i - \text{Έξοδα}_i$$

σε κάθε χρονική περίοδο i .

Εξετάζονται οι εξής μέθοδοι αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων:

- Καθαρή Παρούσα Αξία, ΚΠΑ
- Καθαρό Οικονομικό Αποτέλεσμα, ΚΟΑ
- Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης, ΕΒΑ
- Περίοδος Αποπληρωμής Κεφαλαίου

5.1.1 Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)

Η ΚΠΑ ενός επενδυτικού σχεδίου ορίζεται ως:

$$ΚΠΑ = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{ΚΤΡ_i}{(1+r)^i}$$

Όπου K_0 : κόστος επένδυσης στο έτος 0

$ΚΤΡ_i$: καθαρές ταμειακές ροές στην περίοδο i

r : επιτόκιο προεξόφλησης των KTP_i , $i=1, \dots, v$

v : η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου

Αγνοώντας προς το παρόν τον κίνδυνο, το κόστος προεξόφλησης, r , εκφράζει την απόδοση που μπορεί να επιτευχθεί στην αγορά Κεφαλαίου από τους Χρηματοδότες της επένδυσης.

Όταν η $KPA > 0$ η επένδυση γίνεται αποδεκτή

Όταν η $KPA = 0$ η επένδυση είναι οριακή και αξιολογείται κατά περίπτωση

Όταν η $KPA < 0$ η επένδυση απορρίπτεται

Όταν εξετάζονται αμοιβαία αποκλειόμενες επενδύσεις (ανταγωνιστικά επενδυτικά σχέδια) επιλέγεται εκείνη η επένδυση με την μεγαλύτερη KPA

5.1.2 Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA)

Ο EBA υπολογίζεται ως το επιτόκιο εκείνο το οποίο εξισώνει το κόστος της επένδυσης K_0 με την παρούσα αξία των KTP . Δηλαδή, είναι η λύση ως προς r της ακόλουθης εξίσωσης.

$$0 = \sum_{t=1}^v \frac{KTP_t}{(1+r)^t} - K_0$$

όπου: KTP_t = η Καθαρή Ταμειακή Ροή το έτος t

K_0 = η αρχική επένδυση το χρόνο $t = 0$

v = η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου

EBA = το επιτόκιο προεξόφλησης που καθιστά την $KPA = 0$

Όταν ο EBA > Κόστος κεφαλαίου, η επένδυση γίνεται αποδεκτή

Όταν ο EBA = Κόστος κεφαλαίου, η επένδυση είναι οριακή και αξιολογείται κατά περίπτωση

Όταν ο EBA < Κόστος κεφαλαίου, η επένδυση απορρίπτεται

Όταν εξετάζονται αμοιβαία αποκλειόμενες επενδύσεις (ανταγωνιστικά επενδυτικά σχέδια) επιλέγεται εκείνη η επένδυση με τον μεγαλύτερο EBA

5.1.3. 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:

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

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

5.1.4. Καθαρό Οικονομικό Αποτέλεσμα (ΚΟΑ)

Η διαφορά μεταξύ ΚΤΡ και $K_0(1+r)$ – δηλαδή η διαφορά της Μελλοντικής Αξίας (ΜΑ) των ΚΤΡ και της ΜΑ του K_0 ονομάζεται Καθαρό Οικονομικό Αποτέλεσμα (ΚΟΑ) $KOA = KTP - K_0(1+r)$

Όταν $KOA > 0$, η επένδυση γίνεται αποδεκτή

Όταν $KOA = 0$, είμαστε αδιάφοροι

Όταν $KOA < 0$, επένδυση απορρίπτεται

5.1.5. Χρόνος Αποπληρωμής

Υπολογίζεται ο αριθμός των ετών που απαιτείται για να πληρωθεί το αρχικά επενδυόμενο κεφάλαιο. Το επενδυτικό σχέδιο εγκρίνεται όταν η περίοδος αποπληρωμής είναι μικρότερη του επιθυμητού χρόνου ανάκτησης του κεφαλαίου. Σε περίπτωση αμοιβαίων αποκλειόμενων επενδύσεων, επιλέγεται το

επιχειρηματικό σχέδιο με τη μικρότερη περίοδο αποπληρωμής του αρχικού κόστους της επένδυσης.

5.2. Σύγκριση Εναλλακτικών Σεναρίων Αξιολόγησης

Υπάρχουν εναλλακτικοί τρόποι για την επένδυση ενός δεδομένου ποσού χρημάτων. Μπορεί να αποδειχθεί ότι, δεδομένου του αντικειμενικού στόχου της επιχείρησης να μεγιστοποιήσει τα κέρδη της, βέλτιστη κατανομή των πόρων επιτυγχάνεται αν επιλέξουμε το έργο με την μεγαλύτερη Καθαρή Παρούσα Αξία, δεδομένου και του τρέχοντος προεξοφλητικού επιτοκίου. Ο λόγος είναι ότι με το κριτήριο της ΚΠΑ εκφράζεται σε απόλυτες τιμές (σε ευρώ) ενώ με το κριτήριο του ΕΒΑ εκφράζεται ως ποσοστό. Έτσι ο ΕΒΑ ως ποσοστό, αγνοεί τη διάσταση «μέγεθος», και μπορεί να οδηγήσει στην επιλογή μιας επένδυσης με μεγάλο ποσοστό κέρδους, αλλά πολύ μικρό μέγεθος κέρδους, έναντι μιας άλλης με μικρό ποσοστό κέρδους, αλλά μεγάλο κέρδος σε απόλυτη τιμή. Η ΚΠΑ λαμβάνει υπόψη της την απόδοση (μέσω του επιτοκίου προεξόφλησης) και το μέγεθος της επένδυσης. Επιπλέον το κριτήριο της ΚΠΑ δεν επηρεάζεται από τις αλλαγές των πρόσημων των ΚΤΡ και δεν δίνει πολλαπλές λύσεις όπως είναι δυνατόν να συμβεί για ορισμένα επενδυτικά σχέδια τα οποία εμφανίζουν περισσότερους από έναν θετικούς ΕΒΑ.

5.3. Ανάλυση ευαισθησίας

Με την τεχνική αυτή επιχειρείται η ποσοτική διερεύνηση των επιπτώσεων που θα έχει η διακύμανση μιας σημαντικής παραμέτρου στην οικονομικότητα της επένδυσης. Πολλές φορές οι επιπτώσεις αυτές αλληλοαναιρούνται, συχνά όμως μπορούν να οδηγήσουν σε ουσιαστική ανατροπή των αρχικών συμπερασμάτων σε σχέση με τη σκοπιμότητα προώθησης του σχεδίου επένδυσης. Συγκεκριμένα σε μια ανάλυση ευαισθησίας, υπολογίζεται η τιμή του κριτηρίου της οικονομικής αποδοτικότητας που μελετάται για μια σειρά τιμών που πιθανά θα λάβει η παράμετρος αυτή στο μέλλον. Το εύρος των τιμών που εξετάζεται είναι τέτοιο ώστε να συμπεριλαμβάνει όλες τις δυνατές αποκλίσεις γύρω από την εκτιμώμενη πιθανότερη τιμή. Το αποτέλεσμα μιας τέτοιας ανάλυσης μας πληροφορεί για την πιθανότητα να προκύψει η μία ή η άλλη τιμή οικονομικής αποδοτικότητας, αλλά αναδεικνύει τη σοβαρότητα που μπορεί να έχει μια λάθος εκτίμηση σε σχέση με τη μελλοντική τιμή της εξεταζόμενης παραμέτρου.

Κεφάλαιο 6 **Δομή και συνοπτική περιγραφή λογισμικού**

Καθίσταται σαφές ότι μέσω του νέου νομοθετικού και επενδυτικού πλαισίου, οι επενδύσεις στη φωτοβολταϊκή και στην αιολική τεχνολογία προσελκύουν το ενδιαφέρον των ιδιωτών επενδυτών από όλες τις διοικητικές περιφέρειες. Όμως, οι διαφορές στη δημόσια χρηματοδότηση κατά Ζώνες όπως αυτές προκύπτουν από την Τροποποίηση του Επενδυτικού Νόμου και τη νέα Κοινή Υπουργική Απόφαση, αλλά και το γεγονός ότι η ενεργειακή πυκνότητα της ηλιακής ακτινοβολίας και το αιολικό δυναμικό διαφέρει από περιοχή σε περιοχή οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι επενδυτικές ευκαιρίες δεν είναι ίδιες για όλες τις περιοχές της χώρας. Κρίνεται, λοιπόν, αναγκαίο να μελετηθούν και να αξιολογηθούν οικονομικά τα φωτοβολταϊκά και αιολικά συστήματα ώστε να αποδειχθεί η ορθότητα των ισχυρισμών περί βιωσιμότητας αυτών των επενδύσεων.

Σε αυτήν την προσπάθεια χρησιμοποιείται το υπολογιστικό πρόγραμμα RETScreen (**R**enewable **E**nergy **T**echnologies). Το πρόγραμμα RETScreen αναπτύχθηκε προκειμένου να αποφύγουμε τα εμπόδια που δημιουργεί το στάδιο της μελέτης σκοπιμότητας. Παρέχει μια μεθοδολογία που συγκρίνει με αξιόπιστο τρόπο τις συμβατικές τεχνολογίες και τις τεχνολογίες καθαρής ενέργειας. Το λογισμικό αυτό δημιουργήθηκε κάτω από την εποπτεία του Υπουργείου Φυσικών Πόρων του Καναδά (RETScreen™ Software 2000). Θεωρείται ένα από τα πιο αξιόπιστα εργαλεία για την εκτίμηση της βιωσιμότητας μιας επένδυσης που στηρίζεται στην αξιοποίηση Ανανεώσιμων Μορφών Ενέργειας. Μελετώντας τη διεθνή βιβλιογραφία, διαπιστώθηκε ότι το λογισμικό RETScreen έχει χρησιμοποιηθεί για ένα πλήθος ερευνητικών εφαρμογών και εγκαταστάσεων ΑΠΕ με σκοπό την τελική αξιολόγησή τους.

Πληροφορία έργου [Δείτε βάση δεδομένων έργων](#)

Όνομασία έργου:

Τοποθεσία έργου:

Συνθήκες για Συνθήκες από:

Τύπος έργου: Παράγωγή ηλεκτρισμού

Τεχνολογία: Φωτοβολταϊκά

Τύπος δικτύου: Κεντρικό δίκτυο

Τύπος ανάλυσης: Μέθοδος 2

Θερμότητας καύσιμα αναφοράς: Ανάλυση Θερμότητας καύσιμα (ΑΒ)

Δείξε ρυθμίσεις

Γλώσσα: Ελληνικά

Επιχειρησιακή χρήση: Ελλάδα - Αττική

Μονάσμα: Σύμβολο Ευρώ

Μονάδες: Μονάδες μετρικού συστήματος

Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας [Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων](#)

Θέση κλιματολογικών δεδομένων: Αθήνα (Athens) Observatory

Δείξε δεδομένα

Γεωγραφικό πλάτος	Θέση κλιματολογικών δεδομένων		Τοποθεσία έργου
	Μονάδα	Δεδομένα	
Γεωγραφικό μήκος	°E	39.0	39.0
Υψόμετρο	-A	23.7	23.7
Θερμότητα θερμοκρασίας βάσης αναφοράς	m	107	107
Θερμότητα βάσης αναφοράς	°C	3.1	3.1
Θερμότητα βάσης αναφοράς	°F	33.0	33.0

Εκκίνηση Ενεργειακό Μοντέλο Ανάλυση Κόστους Ανάλυση Εκπομπών Οικονομική Ανάλυση Ανάλυση

Σχήμα 6.1.:Υπολογιστικό φύλλο Retscreen

Το λογισμικό RETScreen™ αποτελείται από 7 (επτά) υπολογιστικά φύλλα Excel. Τα οποία, με την σειρά που παρατίθενται, είναι τα εξής:

1. Φύλλο εκκίνησης- εισαγωγής (Intro): όπου επιλέγονται οι βασικές παράμετροι του έργου και συμπληρώνονται οι συνθήκες αναφοράς για την τοποθεσία του.
2. Ενεργειακό μοντέλο (Energy Model): όπου περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά και οι προδιαγραφές του συστήματος (τεχνικές πληροφορίες για τη Φ/Β συστοιχία και το αιολικό σύστημα αντίστοιχα) και εισάγονται παράμετροι όπως ο τρόπος υπολογισμών (με βάση την ταχύτητα του ανέμου ή την πυκνότητά του), μέση ταχύτητα ανέμου, το ύψος μέτρησης της ταχύτητας, ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας του ανέμου συναρτήσει του ύψους, η μέση ατμοσφαιρική πίεση και η μέση ετήσια θερμοκρασία για τα αιολικά και αντίστοιχα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής εγκατάστασης για τα Φ/Β συστήματα. Στο φύλλο αυτό δίνονται επίσης για τα αιολικά συστήματα οι καμπύλες απόδοσης και παραγωγής ενέργειας του μοντέλου των ανεμογεννητριών που χρησιμοποιείται για διάφορες μέσες ταχύτητες ανέμου. Τέλος εισάγονται και οι τιμές απορρόφησης της ηλιακής και αιολικής kWh.

3. Ανάλυση κόστους (Cost Analysis): όπου περιγράφονται και αναλύονται τα οικονομικά στοιχεία της επένδυσης. Διεξάγεται μια λεπτομερής ανάλυση κόστους η οποία λαμβάνει υπόψη της το αρχικό αλλά και το ετήσιο κόστος που

συμπεριλαμβάνονται στην επένδυση. Οι κύριες κατηγορίες κόστους που εμπλέκονται σε αυτήν την εξέταση είναι:

Αρχικό Κόστος (Initials costs), στο οποίο περιλαμβάνονται δαπάνες για:

1. Μελέτη σκοπιμότητας (Feasibility study)
2. Ανάπτυξη επένδυσης (Development)
3. Μηχανικός σχεδιασμός (Engineering)
4. Εξοπλισμός ΑΠΕ (Renewable energy equipment)
5. Ισοζύγιο εγκατάστασης (Balance of plant)
6. Διάφορα έξοδα (Miscellaneous)

Ετήσιο κόστος (Annual costs), στα οποία περιλαμβάνονται δαπάνες για λειτουργία και συντήρηση (Operation and maintenance)

4. Ανάλυση αερίων του θερμοκηπίου [Greenhouse Gas (GHG) Analysis]: όπου υπολογίζεται η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που δεν θα εκπέμπει στην ατμόσφαιρα από την υλοποίηση επένδυσης ΑΠΕ.

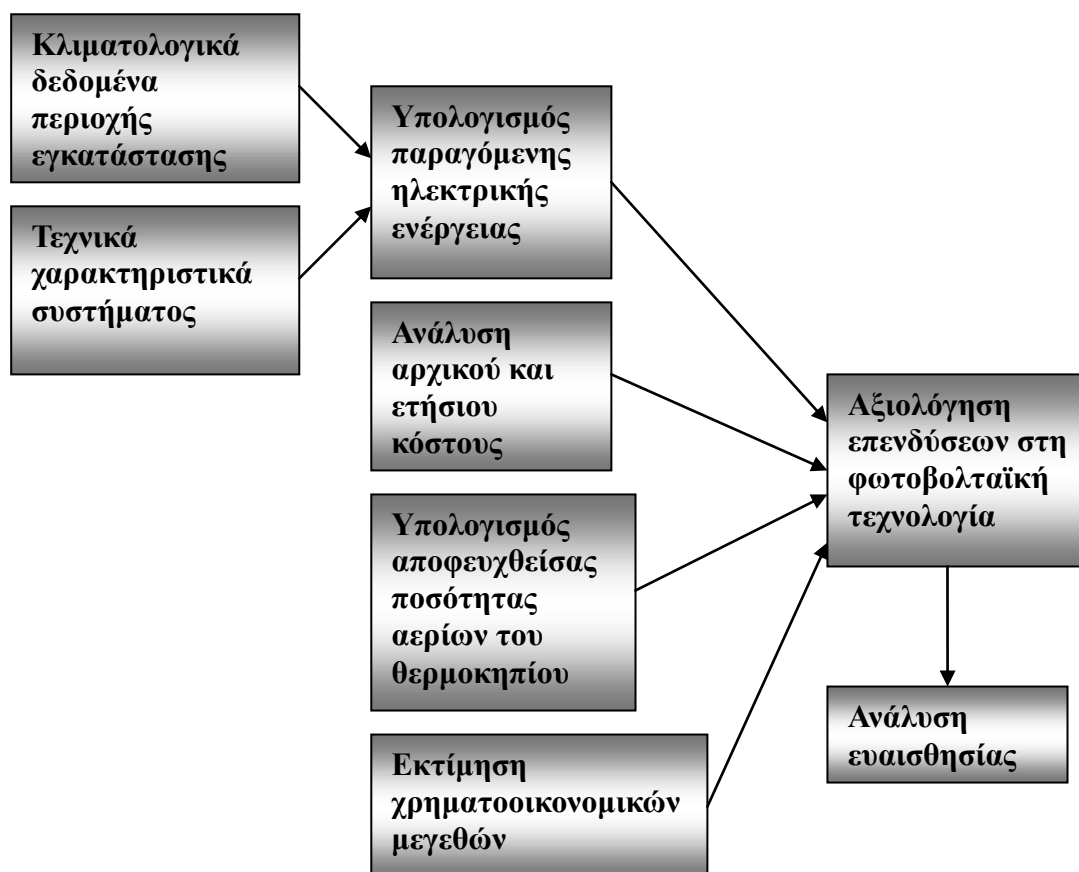
5. Οικονομική Ανάλυση (Financial Summary): όπου παρουσιάζονται συνοπτικά όλες οι χρηματοοικονομικές παράμετροι (πληθωρισμός, φόροι επένδυσης κ.α.), το περιοδικό και ετήσιο κόστος, όλες οι ροές χρημάτων και στοιχεία που σχετίζονται με τη δανειοδότηση ή την επιχορήγηση του έργου. Τέλος, γίνονται οι υπολογισμοί 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 συναρτήσεως του χρόνου. Αυτοί οι χρηματοοικονομικοί δείκτες βιωσιμότητας μας παρέχουν την δυνατότητα αξιολόγησης της υπό εξέταση επένδυσης .

6. Ανάλυση ευαισθησίας και κινδύνου (Sensitivity & Risk Analysis): στο τελευταίο βήμα (Sensitivity) του λογισμικού διεξάγεται μια εκτεταμένη ανάλυση προκειμένου να αναδειχτούν οι παράμετροι οι οποίοι έχουν την μεγαλύτερη επίδραση σε κάποιους από τους πιο σημαντικούς χρήματος-οικονομικούς δείκτες. Παραδείγματα τέτοιων παραμέτρων είναι το αρχικό και το ετήσιο κόστος της επένδυσης. Σε αυτό το στάδιο μπορούν να επιλεγθούν οι δείκτες για τους οποίους κρίνεται απαραίτητο να γίνουν οι διάφορες αναλύσεις, να εισαχθεί - ως ποσοστό - η κλίμακα με βάση την οποία θα γίνει η ανάλυση ευαισθησίας (sensitivity range)

καθώς και να εισαχθεί μια οριακή τιμή (threshold value) - ως ποσοστό - η οποία θα καθορίζει το κάτω ή πάνω από ποια τιμή των οικονομικών δεικτών θα γίνεται αποδεκτή η επένδυση.

7.Εργαλεία: όπου δίνονται εξειδικευμένες επιλογές και δυνατότητες.

Στο Σχήμα 5.1 παρουσιάζεται επιγραμματικά το διάγραμμα ροής των υπολογισμών και των εκτιμήσεων που πραγματοποιούνται μέσω του προγράμματος RETScreen στα υπολογιστικά φύλλα αυτού για την οικονομική αξιολόγηση των επενδύσεων στη φωτοβολταϊκή τεχνολογία.



Σχήμα 6.2: Διάγραμμα ροής των υπολογισμών και των εκτιμήσεων μέσω του προγράμματος RETScreen

Από το πλήθος των υπολογιστικών φύλλων γίνεται αντιληπτό ότι πολλές είναι οι παράμετροι που επηρεάζουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης. Χαρακτηριστικά

αναφέρεται ότι βασικές παράμετροι για την εκπόνηση της εργασίας μέσω του συγκεκριμένου προγράμματος αποτελούν τα κλιματολογικά δεδομένα, τα χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών και αιολικών συστημάτων, τα αρχικά και περιοδικά κόστη της επένδυσης, το κόστος της παραγόμενης ενέργειας, τα χρηματοοικονομικά μεγέθη, το ύψος των κρατικών επιδοτήσεων και οι παραδοχές και το επίπεδο αβεβαιότητας του χρήστη του προγράμματος.

Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας και αναλύθηκε σε αυτό το Κεφάλαιο έχει ως στόχο να διαμορφώσει ένα ισχυρό υπόβαθρο προκειμένου να βασιστεί σε αυτό το πρακτικό μέρος της έρευνας που διεξήχθη. Έχει βιβλιογραφικό χαρακτήρα σε πρώτο επίπεδο, αλλά συμπεριλαμβάνει συλλογή πληροφοριών καθώς και χρήση υπολογιστικών εργαλείων σε ικανοποιητικό βαθμό. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο κρίθηκε απαραίτητο να αναπτυχθούν κάποια βασικά σενάρια εργασίας, έτσι ώστε να δοθεί μια όσο το δυνατόν πιο εμπειριστατωμένη εικόνα της κατάστασης που επικρατεί αυτήν τη στιγμή στον ελληνικό χώρο γύρω από την αγορά και την εγκατάσταση αιολικών και Φ/Β συστημάτων. Επίσης με τη χρήση αυτών των σεναρίων αλλά και την επεξεργασία τους μέσα από το λογισμικό RETScreen™, επιδιώκεται η εξαγωγή χρήσιμων δεδομένων τα οποία θα μας βοηθήσουν στην περαιτέρω αξιολόγηση τέτοιου είδους επενδύσεων τόσο από οικονομικής όσο και από περιβαλλοντικής σκοπιάς.

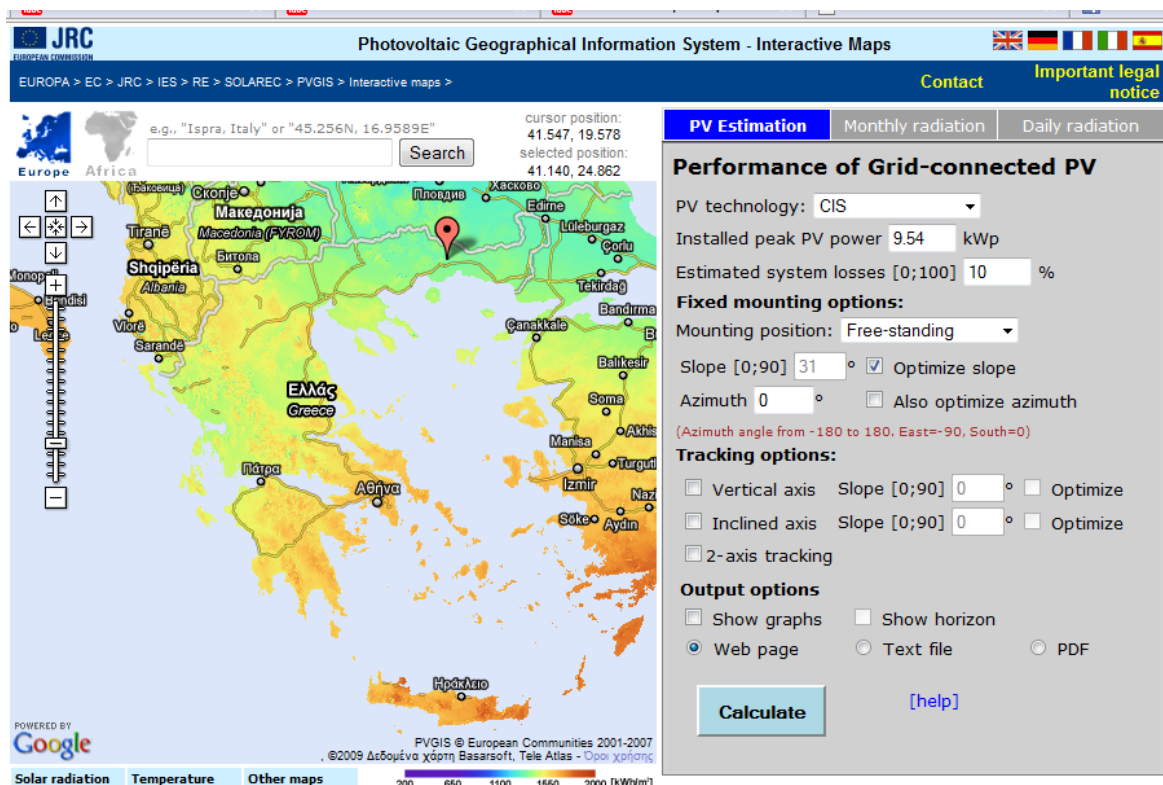
6.2 Μεθοδολογικό Πλαίσιο αξιολόγησης επενδύσεων φωτοβολταϊκής τεχνολογίας με χρήση του προγράμματος Retscreen

6.2.1 Υπολογισμός παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας

Η πρωταρχική κίνηση για την αξιολόγηση της επενδυτικής προσπάθειας στη φωτοβολταϊκή τεχνολογία είναι ο υπολογισμός της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τα αιολικά και τα Φ/Β συστήματα που εξετάζονται. Στον υπολογισμό της παραγόμενης ενέργειας σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η επιλογή του τεχνολογικού συστήματος, καθώς από σύστημα σε σύστημα διαφοροποιούνται σημαντικά τα τεχνικά χαρακτηριστικά. Το πρόγραμμα RETScreen παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ των προϊόντων

της βάσης δεδομένων. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τον συγκεκριμένο σκοπό είναι ακριβώς αυτά που έχουν ήδη εγκατασταθεί στα έργα που κατασκευάστηκαν από τις εταιρίες που μας έδωσαν τα απαιτούμενα οικονομοτεχνικά στοιχεία.

Ειδικότερα για τα φωτοβολταϊκά λάβαμε υπόψη ότι η μέση απόδοση ενός inverter είναι περίπου ίση με 90% σύμφωνα με τις εκτιμήσεις. Επίσης σημειώνεται ότι για τη βέλτιστη κλίση που πρέπει να έχουν τα σταθερά panel ώστε να απορροφούν το μέγιστο της ηλιακής ακτινοβολίας, χρησιμοποιήθηκε η τιμή βέλτιστης κλίσης από το πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης PVGIS Solar Irradiation Data. Από το ίδιο πρόγραμμα υπολογίστηκαν και οι απώλειες του συστήματος λόγω αντανάκλασης και λόγω θερμοκρασίας. Διαπιστώνεται ότι η βέλτιστη κλίση τοποθέτησης των πλαισίων είναι περίπου 30° με νότιο προσανατολισμό.



Σχήμα 6.3.: Υπολογιστικό φύλλο προγράμματος PVGIS

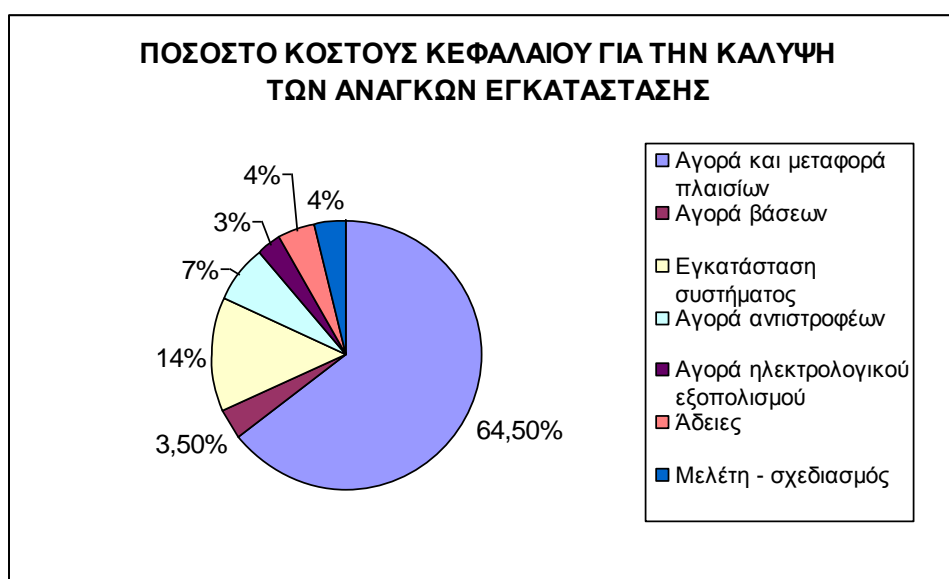
Στα αιολικά συστήματα η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ξεκινά όταν τα πτερύγια των ανεμογεννητριών αρχίζουν να περιστρέφονται εξαιτίας της επίδρασης του ανέμου. Για κάθε ταχύτητα ανέμου εντός των ορίων λειτουργίας της ανεμογεννήτριας (ανάμεσα στην ταχύτητα έναρξης λειτουργίας U_0 και στην ταχύτητα διακοπής 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. 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 ενώ η λειτουργία της διακόπτεται (για λόγους προστασίας του μηχανισμού) όταν η ταχύτητα του ανέμου ξεπεράσει κάποιο συγκεκριμένο όριο.

6.2.2 Ανάλυση Κόστους

Στην συνέχεια γίνεται η εκτίμηση του κόστους εγκατάστασης και του λειτουργικού κόστους της κάθε διάταξης. Ελήφθησαν δεδομένα στοιχεία της αγοράς από προσφορές εγκατάστασης αιολικών και φ/β έργων από κατασκευαστικές εταιρίες. Εκτός από το κόστος εγκατάστασης, υπάρχει και το λειτουργικό και το περιοδικό κόστος. Στα φωτοβολταϊκά στο λειτουργικό κόστος περιλαμβάνονται το κόστος συντήρησης (περίπου 1% του κόστους εγκατάστασης) και τα ασφάλιστρα (περίπου 0,3% αυτού) ενώ στο περιοδικό κόστος περιλαμβάνεται η αντικατάσταση του inverter κάθε δεκαετία.

Σχεδόν το 90% του ποσού δαπανάται για την αγορά, τη μεταφορά και την εγκατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού (Φ/Β πλαίσια, βάσεις, αντιστροφείς, ηλεκτρολογικός εξοπλισμός).



Σχήμα 6.4: Ποσοστό κόστους κεφαλαίου για την κάλυψη των απαιτούμενων εργασιών

Στα αιολικά στο λειτουργικό κόστος περιλαμβάνονται το κόστος συντήρησης και τα ασφάλιστρα (περίπου 2% του κόστους εγκατάστασης).

6.2.3 Μεθοδολογία υπολογισμού αποφευχθείσας ποσότητας αερίων του θερμοκηπίου

Μετά την εκτίμηση του κόστους εγκατάστασης και του λειτουργικού κόστους των φωτοβολταϊκών συστημάτων, ακολουθεί ο υπολογισμός της ποσότητας των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου που μπορούν να αποφευχθούν με τη χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Για τη διευκόλυνση αυτών των υπολογισμών, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή χρησιμοποιεί το δείκτη GWP (Global Warming Potential) προκειμένου να δώσει το μέγεθος της συνεισφοράς καθενός από τα 6 αέρια στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με την Τρίτη Αναφορά της Διακυβερνητικής Επιτροπής για το Δυναμικό Παγκόσμιας Υπερθέρμανσης που δημοσιεύθηκε το 2001, τα στοιχεία έχουν αναθεωρηθεί ελαφρώς σε σχέση με αυτά που παρουσιάστηκαν στην Αναθεωρημένη Έκδοση του 1996. Έτσι, το GWP του CH₄ είναι 23 τόνοι CO₂, του N₂O 296 τόνοι CO₂, ενώ του CO₂ είναι 1.

Για τον υπολογισμό της ποσότητας των αερίων του θερμοκηπίου που αποφεύγονται με την προώθηση της Φ/Β τεχνολογίας, απαραίτητα δίνεται το ενεργειακό μίγμα που καταναλώνεται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας. Σύμφωνα με στοιχεία της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού, τα ποσοστά κατανάλωσης των καυσίμων για την ηλεκτροπαραγωγή στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα εμφανίζεται στον Πίνακα 5.4. Για τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά θεωρήθηκε ότι καταναλώνεται πετρέλαιο diesel.

Από την Αναθεωρημένη Έκδοση Οδηγιών για την Καταγραφή των Αερίων του Θερμοκηπίου το 1996 προκύπτουν οι συντελεστές εκπομπών των αερίων CO₂, CH₄, N₂O για τις διάφορες τεχνολογίες καύσης, όπως αυτοί δίνονται στον Πίνακα 5.4. Σε σχέση με τη μεθοδολογία CORINAIR προκύπτουν διαφοροποιήσεις της τάξης του 20% όσον αφορά τις εκπομπές που προέρχονται από την καύση του λιγνίτη. Η δυσκολία έγκειται στο γεγονός ότι αποτελεί δύσκολο εγχείρημα ο υπολογισμός του περιεχόμενου άνθρακα στο λιγνίτη. Οι εκπομπές CO₂ κατά την

καύση της βιομάζας θεωρούνται μηδενικές, καθώς αποτελεί μέρος του φυσικού κύκλου του άνθρακα.

Τύπος καυσίμου	Ποσοστό χρήσης του καυσίμου	CO₂ (kg/GJ)	CH₄ (kg/GJ)	N₂O (kg/GJ)
Λιγνίτης	59,6%	101,2	0,002	0,003
Φυσικό αέριο	14,1%	56,1	0,003	0,001
Πετρέλαιο diesel	15,2%	74,1	0,002	0,002
Μεγάλα Υ/Η	8,8%	0	0	0
Αιολικά	1,9%	0	0	0
Βιομάζα	0,4%	0	0,032	0,004

Πίνακας 6.1: Ποσοστό χρήσης καυσίμων για ηλεκτροπαραγωγή και συντελεστές εκπομπής αερίων θερμοκηπίου

Οι συντελεστές απόδοσης κατά την ενεργειακή μετατροπή που δίνονται στο πρόγραμμα RETScreen βρίσκονται στο εύρος τιμών που δίνεται στη διεθνή βιβλιογραφία. Επομένως, λαμβάνονται υπόψη οι τιμές των συντελεστών απόδοσης που προτείνει το πρόγραμμα για τη μετατροπή των καυσίμων και που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.5.

Τύπος καυσίμου	Εύρος τιμών βιβλιογραφία	σύμφωνα με τη Τιμές RETScreen
Βιομάζα	20 – 30 %	25 %
Λιγνίτης	30 – 43 %	35 %
Φυσικό αέριο	40 – 45 %	45 %
Πετρέλαιο diesel	30 -35 %	30 %

Πίνακας 6.2: Εύρος τιμών συντελεστών απόδοσης σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία και συντελεστές απόδοσης σύμφωνα με το πρόγραμμα RETScreen

Το Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας παρουσιάζει απώλειες κατά τη μεταφορά του ηλεκτρισμού. Σύμφωνα με επικαιροποιημένα στοιχεία του Διαχειριστή Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας, αυτές δεν ξεπερνούν το 4 %. Παράλληλα, εμφανίζονται απώλειες κατά τη διάθεση της

ηλεκτρικής ενέργειας, επομένως στη δυσμενέστερη περίπτωση οι συνολικές απώλειες προσεγγίζουν την τιμή του 8 %, που τελικά υιοθετείται.

6.2.4. Μεθοδολογία Υπολογισμού Οικονομικών Κριτηρίων Αξιολόγησης Επενδύσεων

Μετά τον υπολογισμό της ποσότητας των αερίων του θερμοκηπίου που αποφεύγονται με την ευρύτερη χρήση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας για ηλεκτροπαραγωγή, ακολουθεί ο υπολογισμός των οικονομικών δεικτών που αποτελούν κριτήρια για την ολοκληρωμένη αξιολόγηση των επενδύσεων. Στην παρούσα εργασία, οι οικονομικοί δείκτες που υπολογίζονται μέσω του προγράμματος RETScreen είναι ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (διεθνώς αναφέρεται ως Internal Rate of Return – IRR), η Καθαρά Παρούσα Αξία (Net Present Value), ο λόγος οφέλους – κόστους (Benefit / Cost Ratio) και ο χρόνος εμφάνισης θετικής χρηματοροής (Year - to - Positive Cash Flow). Σε ετήσια βάση, οι εισροές της επιχείρησης περιλαμβάνουν τα έσοδα από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ στις εκροές περιλαμβάνονται τα ετήσια έξοδα συντήρησης και λειτουργίας της επένδυσης συμπεριλαμβανομένων και των εξόδων ασφάλισης, τα χρηματοοικονομικά έξοδα που περιλαμβάνουν τους τόκους των δανείων, αλλά και τις αποσβέσεις του πάγιου εξοπλισμού της επιχείρησης, που καθορίζονται από τη φορολογική νομοθεσία, αλλά αποτελούν λογιστική και όχι ταμειακή ροή.

Βέβαια, για την ανάλυση των επενδύσεων στον τομέα της ενέργειας είναι απαραίτητος και ο συνυπολογισμός της αβεβαιότητας της συμπεριφοράς της επένδυσης. Γι' αυτό το λόγο κρίνεται σκόπιμη η χρήση της ανάλυσης ευαισθησίας για τους διάφορους δείκτες οικονομικής συμπεριφοράς σε ορισμένες εκ των περιπτώσεων. Το πρόγραμμα RETScreen προχωρά στην ανάλυση ευαισθησίας βασισμένο στην προσομοίωση Monte Carlo. Δίνοντας τιμές στο κόστος και την ποσότητα παραγόμενης ενέργειας, το αρχικό και το ετήσιο κόστος, ύψος και το επιτόκιο δανεισμού, το χρόνο αποπληρωμής του δανείου, προκύπτουν τιμές για τα οικονομικά κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων μέσω της σχέσης: $Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \varepsilon$, όπου: β_k : ο συντελεστής της κάθε παραμέτρου, ε : το σφάλμα του μοντέλου. Μέσω της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων υπολογίζονται οι συντελεστές λαμβάνοντας υπόψη τις μήτρες X και

Υ. Οι συντελεστές αυτές προτυποποιούνται μέσω της σχέσης: $b_k = \frac{s_k}{s_Y} \beta_k$, όπου :

s_k : η τυπική απόκλιση 500 τιμών X_k και s_Y : η τυπική απόκλιση 500 τιμών Υ.

Για να υπολογιστούν οι οικονομικοί δείκτες, που αποτελούν κριτήρια για τη βιωσιμότητα των επενδυτικών προσαθειών, θα πρέπει να εκτιμηθούν ορισμένα χρηματοοικονομικά μεγέθη, τα οποία και παρατίθενται στον Πίνακα 5.6. Τα μεγέθη αυτά προέκυψαν έπειτα από παρακολούθηση παρόμοιων περιπτώσεων επένδυσης σε φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα, καθώς και από έρευνα σε χρηματοπιστωτικά ιδρύματα της χώρας. Οι κυριότερες παράμετροι που παρουσιάζονται σε αυτόν τον Πίνακα 6.3 είναι οι εξής:

- i. Προεξοφλητικό επιτόκιο (Discount rate): ο συντελεστής αναγωγής (προεξόφλησης) μελλοντικών αξιών στο έτος αναφοράς
- ii. Πληθωρισμός (Inflation): είναι η αύξηση του κόστους των αγαθών και υπηρεσιών ανά μονάδα χρόνου. Ο πληθωρισμός των επιμέρους συνιστωσών κόστους μιας επένδυσης μπορεί να διαφέρει από συνιστώσα σε συνιστώσα και από έτος σε έτος. Για λόγους ευκολίας, συνηθίζεται ο πληθωρισμός να αναφέρεται σε ένα έτος και σε συγκεκριμένη ομάδα δαπανών.
- iii. Επιτόκιο δανεισμού (Debt interest rate): είναι ο τόκος ανά μονάδα χρόνου και κεφαλαίου. Συνήθως εκφράζεται επί τοις εκατό ανά έτος. Στο επιτόκιο δανεισμού ο δανειζόμενος καταβάλλει τα χρήματα που δανείσθηκε και επομένως αποτελεί δαπάνη.
- iv. Λόγος του χρέους (Debt ratio): είναι ο λόγος των συνολικών χρηματοπιστωτικών υποχρεώσεων ως προς το άθροισμα των συνολικών χρηματοπιστωτικών υποχρεώσεων και του κεφαλαίου. Μετράει το επίπεδο χρέους της επιχείρησης. Τέλος, πρέπει να επισημανθεί ότι τα παραπάνω δεδομένα ισχύουν για όλα τα εναλλακτικά σενάρια εργασίας. Στη συνέχεια όμως, για την καλύτερη απόδοση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων, θα γίνει ένας διαχωρισμός τους ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε σεναρίου.

- Τιμή πληθωρισμού 3%
- Επιτόκιο αναγωγής 9%
- Διάρκεια ζωής έργου 20 έτη
- Δανεισμός 35% του συνολικού κόστους επένδυσης
- Επιτόκιο δανεισμού 7% σε 10 έτη
- Επιχορήγηση 20%, 30% ή 40% ανάλογα με την περιοχή εγκατάστασης όπως ακριβώς περιγράφεται στον αναπτυξιακό νόμο
- Ίδια κεφάλαια 35% ή 25% ανάλογα με την επιχορήγηση
- Συντελεστής φόρου εισοδηματικής επίπτωσης 25%
- Μέθοδος απόσβεσης : ευθεία γραμμή
- Φορολογική βάση απόσβεσης 5%
- Περίοδος απόσβεσης 20 έτη
- Αποσβηθέντα στοιχεία: Η/Μ εξοπλισμός (εκτός της επιδότησης)

Πίνακας 6.3 : Εκτιμηθέντα χρηματοοικονομικά μεγέθη για επενδύσεις στα Φ/Β συστήματα

Παράλληλα, έγινε χρήση των διατάξεων των Νόμων 3468 / 2006, 3299 / 2004, 3522 / 2006 και της Κοινής Υπουργικής Απόφασης της 5^{ης} Ιουλίου περί της τιμολόγησης της ηλεκτρικής kWh από Φ/Β συστήματα, της δημόσιας επιδότησης των επενδύσεων στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και του ελάχιστου ποσοστού της ίδιας συμμετοχής στην επένδυση. Μετά την εκτίμηση των συγκεκριμένων μεγεθών, ακολουθεί ο υπολογισμός των οικονομικών δεικτών που αποτελούν κριτήρια για τη βιωσιμότητα των επενδύσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1 Παράθεση αποτελεσμάτων οικονομικής και περιβαλλοντικής αξιολόγησης φωτοβολταϊκών επενδύσεων στην Ελλάδα

Έπειτα από την εφαρμογή της μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε στο Κεφάλαιο 3, την εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων στο Λογισμικό (RETScreen) αλλά και την ανάλυσή του, προέκυψαν τα τελικά αποτελέσματα της παρούσας εργασίας τα οποία συνοψίζονται σε αυτό το Κεφάλαιο. Για λόγους ευκολίας τα αποτελέσματα παρατίθεται σε Πίνακες, Σχήματα και Εικόνες - το σύνολο των οποίων έχει προέρθει από το λογισμικό RETScreen - ξεχωριστά για κάθε εναλλακτικό σενάριο εργασίας σύμφωνα με τα τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά που συλέχθησαν από την αγορά και σύμφωνα με τη σειρά με την οποία αντλήθηκαν από την επεξεργασία του Λογισμικού.

Επίσης μια πολύ σημαντική παράμετρος που προκύπτει από την ανάπτυξη του Λογισμικού είναι ο υπολογισμός της ποσότητας των αερίων του θερμοκηπίου που θα αποφευχθεί να διαρρεύσει στην ατμόσφαιρα, εφόσον πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση των αιολικών και Φ/Β συστημάτων που αναλύονται κατά περίπτωση και κατά περιοχή. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται στο Πίνακα 4.4, αποδιδόμενα σε τόνους CO₂ ανά έτος, για 10 και 25 έτη.

Μελέτες περιπτώσεων φωτοβολταϊκών επενδύσεων

Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα 9,54kW

Ο βασικός εξοπλισμός περιλαμβάνει:

- 53 Φωτοβολταϊκά πλαίσια Sanyo μονοκρυσταλλικού πυριτίου ισχύος 180W έκαστο
- Μετατροπέας Δικτύου Sunny Boy 2500
- 2 Μετατροπείς Δικτύου Sunny Boy 3300
- Βάσεις στήριξης Αλουμινίου για επίπεδη επιφάνεια
- Ηλεκτρολογικό Υλικό (Ασφάλειες, Ρελέ διαρροής, ηλεκτρικοί πίνακες, διακόπτες, καλώδια)

Προϋπολογισμός έργου: 48.291€

Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα 99,7kW

Ο βασικός εξοπλισμός του Φ/Β σταθμού αποτελείται από τα εξής:

- 554 Φωτοβολταϊκά Πλαίσια (Συνολικής ισχύος 99,75kWp) μονοκρυσταλλικού πυριτίου ισχύος 180 Wp (+5%/-0%) έκαστον,
- Εννέα Μετατροπείς (Inverters) της Εταιρίας SMA, τύπος SMC 11000TL.
- Ένα Πίνακα Ελέγχου Sunny Boy Control του Γερμανικού οίκου SMA (Μονάδα ελέγχου, επικοινωνίας και καταγραφής των μεγεθών όλου του συστήματος).
- Υλικά μεταλλικών βάσεων στήριξης Φ/Β πλαισίων
- Εξοπλισμός ελέγχου, καταγραφής δεδομένων και επικοινωνίας Φ/Β Σταθμού
- Ηλεκτρολογικό Υλικό (Ασφάλειες, Ρελέ διαρροής, διακόπτες, καλώδια, Υλικά αντικεραυνικής προστασίας

Προϋπολογισμός έργου: 494.461€

Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα 1998 kW

Ο βασικός εξοπλισμός του Φ/Β σταθμού αποτελείται από τα εξής:

- 8880 Φ/Β πλαίσια ICP Solar Technologies των 225kW έκαστο
- Τρεις Μετατροπείς SMA Sunny Central SC 700MV με τους αντίστοιχους τρεις (3) Μετασχηματιστές ανύψωσης τάσης, έκαστος εντός προκατασκευασμένου οικίσκου
- Καλωδιώσεις DC και AC δικτύων, Ηλεκτρικός πίνακας Μ.Τ. κλπ.
- Μεταλλικές βάσεις στήριξης και υλικά
- Ηλεκτρολογικό Υλικό (Ασφάλειες, Ρελέ διαρροής, ηλεκτρικοί πίνακες, διακόπτες, καλώδια, μετρητής ενέργειας)

Προϋπολογισμός έργου: 9.122.160 €

Στις παραπάνω τιμές περιλαμβάνονται επίσης εκτός από το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, και το κόστος δαπάνης σύνδεσης του συστήματος με το δίκτυο της ΔΕΗ, το κόστος διαμόρφωσης

περιβάλλοντα χώρου(Αφαίρεση φυτικής γης, επίχωση με 3Α, συμπύκνωση, δημιουργία περιμετρικών τάφρων ,περίφραξη φωτοβολταϊκού σταθμού) και το κόστος μελέτης εφαρμογής.

Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα 4,56 kW

Οι κύριες ανάγκες μιας κατοικίας για ηλεκτρική ενέργεια παρατίθενται στον Πίνακα 2.3. Οι ενεργειακές απαιτήσεις των συσκευών υπολογίστηκαν με βάση τις μέσες καταναλώσεις τους σε συνδυασμό με τις ενδεικτικές τιμές που δίνει η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού – οι οποίες παρατίθεται στο Παράρτημα 1 της παρούσας εργασίας.

α/α	Συσκευή	Ισχύς (Watt)	Χρόνος λειτουργίας (Ωρες για κάθε μέρα)	Χρόνος λειτουργίας (Μέρες για κάθε εβδομάδα)
1	Ψυγείο (Α' Εν. Κλάσης)	200	6,00	7
2	Τηλεόραση 17"	60	4,00	7
3	Μίξερ	150	0,75	1
4	Τοστιέρα	800	0,15	6
5	Στεγνωτήρας μαλλιών	1000	0,50	2
6	Πλυντήριο ρούχων (Α' Εν. Κλάσης)	2100	2,00	2
7	Φωτισμός	200	6,00	7
8	Ράδιο	30	1,25	7
9	Ανεμιστήρας	50	1,50	7
10	Ηλεκτρική σκούπα	1000	0,50	2
11	Ηλεκτρικό σίδερο	1000	0,25	4
12	Ηλεκτρική κουζίνα	2000	1,50	7
13	Υπολογιστής	200	4,00	7

Πίνακας 7.1. Αναλυτική περιγραφή των ηλεκτρικών καταναλώσεων της οικίας

Προκειμένου να υπολογισθούν οι ημερήσιες και ετήσιες ηλεκτρικές καταναλώσεις της οικίας εφαρμόστηκε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία. Αρχικά στην τέταρτη στήλη εκτιμήθηκε η μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση της κάθε συσκευής (π.χ. εάν μια συσκευή χρησιμοποιείται για μισή ώρα ημερησίως το νούμερο που θα μπει σε αυτήν την στήλη θα είναι 0,5), στη συνέχεια στη πέμπτη στήλη

εκτιμήθηκε το πόσες φορές την εβδομάδα χρησιμοποιείται η κάθε συσκευή, έπειτα το γινόμενο των δυο αυτών στηλών πολλαπλασιάστηκε με την τρίτη στήλη - όπου εμφανίζεται η ισχύς της κάθε συσκευής - και τέλος αυτό το γινόμενο διαιρέθηκε με τις επτά ημέρες της εβδομάδας.

Έπειτα από αυτούς του υπολογισμούς προέκυψε ότι οι μέσες ημερήσιες απαιτήσεις για ηλεκτρική ενέργεια της υπό μελέτη οικίας είναι 8,3 KWh/ημέρα το οποίο αντιστοιχεί - εφόσον το πολλαπλασιάσουμε με τις 365 ημέρες του χρόνου - σε συνολικές ετήσιες απαιτήσεις 3029,5 KWh/έτος. Τα αποτελέσματα θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια για τον υπολογισμό των στοιχείων της εγκατάστασης (Μαλαμής 1999).

Υποθέσαμε ότι το Φ/Β σύστημα που θα εφαρμοστεί θα είναι αυτόνομο, δηλαδή δεν θα είναι συνδεδεμένο με το κεντρικό δίκτυο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η εγκατεστημένη ισχύς του θα είναι 4,56 kW. Η ισχύς αυτή προέκυψε από την ανάλυση των ηλεκτρικών καταναλώσεων που έγιναν στο λογισμικό RETScreen. Σύμφωνα με το λογισμικό δεν απαιτείται να εφαρμοστεί εγκατάσταση ίση με το σύνολο των ηλεκτρικών καταναλώσεων - οι οποίες αθροιστικά ανερχόταν σε 8,3 kw/ημέρα - καθώς θεωρήθηκε - από το RETScreen - ότι οι ηλεκτρικές συσκευές δεν θα λειτουργούν όλες μαζί. Αυτό το σενάριο, το οποίο ανταποκρίνεται στις πραγματικές ανάγκες ενός νοικοκυριού αποτελούμενο από 4 (τέσσερα) μέλη, επιλέχθηκε με σκοπό να ελεγχθεί το μέγεθος της επένδυσης που απαιτείται προκειμένου οι οικιακοί καταναλωτές να καταφέρουν να απεξαρτηθούν ηλεκτρικά από το ρυπογόνο υφιστάμενο σύστημα διάθεσης ηλεκτρικής ενέργειας και να μελετηθούν οι διάφορες οικονομικές συνιστώσες αυτής της επένδυσης.

Ο βασικός εξοπλισμός περιλαμβάνει:

- 26 τεμάχια φωτοβολταϊκών πλαισίων Conergy 175Wp στα 24V
- 1 τεμάχιο inverter καθαρού ημιτόνου Conergy MIC 1000VA / 24V (Μετ/εας 1000 VA 24V)
- 6 τεμάχια Μπαταρίες Effekta BTL βαθιάς εκφόρτισης (με πλέγμα τεχνολογίας gel) 6 χ 200AH/12V δηλαδή (1200 AH/12V) /600AH/24V
- Έναν Ρυθμιστή φόρτισης Ψηφιακός Conergy 1 χ 40A
- Ηλεκτρολογικό Υλικό (Ασφάλειες, Ρελέ διαρροής, ηλεκτρικοί πίνακες, διακόπτες, καλώδια)

Προϋπολογισμός έργου: 29.047€

Έχοντας υπόψη τις παραδοχές που έχουν αναφερθεί πιο πάνω, παρατίθενται αποτελέσματα του προγράμματος Retscreen για τα τέσσερα προαναφερθέντα φωτοβολταϊκά συστήματα για διάφορες περιοχές της Ελλάδας, έχοντας λάβει υπόψη τα διαφορετικά ποσοστά επιχορήγησης σύμφωνα με το Σχήμα 4.1 καθώς και την τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας σύμφωνα με τους πίνακες 4.1. και 4.2. . Εκτός από το κόστος εγκατάστασης έχει επίσης προβλεφτεί λειτουργικό κόστος ίσο με το 1% του αρχικού κόστους εγκατάστασης και ασφάλιστρα ίσα με το 0,3% αυτού για κάθε έτος. Σύμφωνα με τους ισχύοντες νόμους δεν προβλέπεται επιχορήγηση από τον αναπτυξιακό για συστήματα ΑΠΕ με εγκατεστημένη ισχύ κάτω των 20kW ωστόσο στην παρούσα εργασία έχει υπολογιστεί η βιωσιμότητα μικρών επενδύσεων και με υποτιθέμενη επιχορήγηση ώστε να σχολιαστεί η αποτελεσματικότητα ή μη μιας τέτοιας κίνησης.

Σταθερό φωτοβολταϊκό σύστημα 9,54kW											
Εξεταζόμενες Περιοχές	Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (MWh)	Συντελεστής Ισχύος (%)	IRR μετά φόρων Μετοχές (%)	Αποπληρωμή ή μετοχών (έτη)	Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	Ετήσιες Αποταμιεύσεις Κύκλου Ζωής (€/έτος)	Λόγος Οφέλους Κόστους	Δείκτης κάλυψης Δανειακών Υποχρεώσεων	Κόστος Παραγωγής Ενέργειας (€/MWh)	Ετήσια μείωση Εκπομπών CO ₂ (ton)	Κόστος μείωσης Εκπομπών ΑΤΘ (€/tCO ₂)
Χωρίς επιδότηση με δάνειο 35%											
ΧΑΝΘΗ	11,928	14,3	8,8	11,4	-592	-65	0,98	2,28	455,79	10	7
ΛΑΡΙΣΑ	12,130	14,5	9,1	11,2	187	20	1,01	2,31	448,20	10	2
ΑΘΗΝΑ(ΕΛΛΗΝΙΚΟ)	13,000	15,6	10,2	10,5	3539	388	1,11	2,48	418,22	11	37
ΚΡΗΤΗ	14,953	17,9	12,8	8,5	11070	1213	1,35	2,85	363,58	12	100
Με επιδότηση και δάνειο 35%											
ΧΑΝΘΗ(40%)	11,928	14,3	22,5	5,1	18696	2048	1,60	2,28	267,03	10	211
ΛΑΡΙΣΑ(30%)	12,130	14,5	17,2	6,7	14652	1605	1,47	2,31	309,00	10	162
ΑΘΗΝΑ(ΕΛΛΗΝΙΚΟ) (20%)	13,000	15,6	15,1	7,5	13182	1444	1,42	2,48	331,63	11	136
ΚΡΗΤΗ(30%)	14,953	17,9	23,1	4,8	25536	2797	1,81	2,85	250,65	12	230

Πίνακας 7.1.1. : Αποτελέσματα οικονομικής και περιβαλλοντικής ανάλυσης λογισμικού προγράμματος Retscreen για την εγκατάσταση και λειτουργία σταθερού διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος 9,54kW με δανειοδότηση 35% του συνολικού κόστους, επιτόκιο δανεισμού 7% για επιλεγμένες περιοχές της Ελλάδας που εξετάζονται.

Σταθερό φωτοβολταϊκό σύστημα 99,7kW											
Εξεταζόμενες Περιοχές	Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (MWh)	Συντελεστής Ισχύος (%)	IRR μετά φόρων Μετοχές (%)	Αποπληρωμή ή μετοχών (έτη)	Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	Ετήσιες Αποταμιεύσεις Κύκλου Ζωής (€/έτος)	Λόγος Οφέλους Κόστους	Δείκτης κάλυψης Δανειακών Υποχρεώσεων	Κόστος Παραγωγής Ενέργειας (€/MWh)	Ετήσια μείωση Εκπομπών CO ₂ (ton)	Κόστος μείωσης Εκπομπών ΑΤΘ (€/tCO ₂)
Χωρίς επιδότηση με δάνειο 35%											
ΧΑΝΘΗ	113,985	12,7	5,6	13,6	-92543	-10138	0,71	1,85	544,78	93	109
ΛΑΡΙΣΑ	116,001	12,9	5,9	13,4	-84770	-9286	0,73	1,89	535,31	95	98
ΑΘΗΝΑ(ΕΛΛΗΝΙΚΟ)	124,355	13,8	7,1	12,5	-52565	-5758	0,83	2,04	499,34	57	101
ΚΡΗΤΗ	143,170	15,9	9,7	10,8	19962	2187	1,06	2,4	433,72	117	19
Με επιδότηση και δάνειο 35%											
ΧΑΝΘΗ(40%)	113,985	12,7	16,6	7,5	105241	11529	1,33	1,85	342,22	93	124
ΛΑΡΙΣΑ(30%)	116,001	12,9	12,6	10,2	63568	6964	1,20	1,89	386,0	95	74
ΑΘΗΝΑ(ΕΛΛΗΝΙΚΟ)(20%)	124,355	13,8	11,2	10,5	46327	5075	1,15	2,04	406,51	101	50
ΚΡΗΤΗ(30%)	143,170	15,9	18,3	6,3	168300	18437	1,53	2,4	312,77	117	158

Πίνακας 7.1.2. : Αποτελέσματα οικονομικής και περιβαλλοντικής ανάλυσης λογισμικού προγράμματος Retscreen για την εγκατάσταση και λειτουργία σταθερού διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος 99,7kW με δανειοδότηση 35% του συνολικού κόστους, επιτόκιο δανεισμού 7% για επιλεγμένες περιοχές της Ελλάδας που εξετάζονται.

Σταθερό φωτοβολταϊκό σύστημα 1998kW											
Εξεταζόμενες Περιοχές	Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (MWh)	Συντελεστής Ισχύος (%)	IRR μετά φόρων Μετοχές (%)	Αποπληρωμή μετοχών (έτη)	Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	Ετήσιες Αποταμιεύσεις Κύκλου Ζωής (€/έτος)	Λόγος Ωφέλους Κόστους	Δείκτης κάλυψης Δανειακών Υποχρεώσεων	Κόστος Παραγωγής Ενέργειας (€/MWh)	Ετήσια μείωση Εκπομπών CO ₂ (ton)	Κόστος μείωσης Εκπομπών ΑΤΘ (€/tCO ₂)
Χωρίς επιδότηση με δάνειο 35%											
ΧΑΝΘΗ	2.218,4	12,7	4,6	14,6	-2.226.482	-243.903	0,62	1,70	517,16	1.808	135
ΛΑΡΙΣΑ	2.259,3	12,9	4,9	14,4	-2.086.254	-228.542	0,65	1,74	507,79	1.841	124
ΑΘΗΝΑ(ΕΛΛΗΝΙΚΟ)	2.421,7	13,8	6	13,4	-1.529.915	-167.597	0,74	1,88	473,75	1.974	85
ΚΡΗΤΗ	2.788	15,9	8,5	11,6	-274.471	-30.067	0,95	2,21	411,49	2.272	13
Με επιδότηση και δάνειο 35%											
ΧΑΝΘΗ(40%)	113,985	12,7	14,4	9,1	1422382	155817	1,24	1,70	325,15	1808	86
ΛΑΡΙΣΑ(30%)	116,001	12,9	11	11	650394	71248	1,11	1,74	366,39	1841	39
ΑΘΗΝΑ(ΕΛΛΗΝΙΚΟ)(20%)	124,355	13,8	9,7	11,3	294517	32263	1,05	1,88	385,8	1974	16
ΚΡΗΤΗ(30%)	143,170	15,9	16,3	7,2	2472177	270818	1,42	2,21	296,49	2272	119

Πίνακας 7.1.3. : Αποτελέσματα οικονομικής και περιβαλλοντικής ανάλυσης λογισμικού προγράμματος Retscreen για την εγκατάσταση και λειτουργία σταθερού διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος 1998 kW με δανειοδότηση 35% του συνολικού κόστους, επιτόκιο δανεισμού 7% για επιλεγμένες περιοχές της Ελλάδας που εξετάζονται.

Σταθερό αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα 4,56kW										
Εξεταζόμενες Περιοχές	Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (MWh)	Συντελεστής Ισχύος (%)	IRR μετά φόρων Μετοχές (%)	Αποπληρωμή μετοχών (έτη)	Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	Ετήσιες Αποταμιεύσεις Κύκλου Ζωής (€/έτος)	Λόγος Οφέλους Κόστους	Δείκτης κάλυψης Δανειακών Υποχρεώσεων	Ετήσια μείωση Εκπομπών CO ₂ (ton)	Κόστος μείωσης Εκπομπών ΑΤΘ (€/tCO ₂)
Χωρίς επιδότηση με δάνειο 35%										
ΧΑΝΘΗ	3,31	14,3	<0	>έργου	-25.361	-2.778	-0,34	0,17	2	1125
ΛΑΡΙΣΑ	3,28	14,7	<0	>έργου	-25.361	-2.778	-0,34	0,17	2	1125
ΑΘΗΝΑ(ΕΛΛΗΝΙΚΟ)	3,31	15,8	<0	>έργου	-25.361	-2.778	-0,34	0,17	2	1125
ΚΡΗΤΗ	3,35	18,2	<0	>έργου	-25.361	-2.778	-0,34	0,17	2	1156
Με επιδότηση και δάνειο 35%										
ΧΑΝΘΗ	3,31	14,3	<0	>έργου	-14442	-1582	0,24	0,17	2	641
ΛΑΡΙΣΑ	3,28	14,7	<0	>έργου	-17347	-1900	0,08	0,17	2	770
ΑΘΗΝΑ(ΕΛΛΗΝΙΚΟ)	3,31	15,8	<0	>έργου	-20252	-2211	-0,07	0,17	2	899
ΚΡΗΤΗ	3,35	18,2	<0	>έργου	-17347	-1900	0,08	0,17	2	770

Πίνακας 7.1.4. : Αποτελέσματα οικονομικής και περιβαλλοντικής ανάλυσης λογισμικού προγράμματος Retscreen για την εγκατάσταση και λειτουργία σταθερού αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος 4,56kW με δανειοδότηση 35% του συνολικού κόστους, επιτόκιο δανεισμού 7% για επιλεγμένες περιοχές της Ελλάδας που εξετάζονται.

Μετά από τα παραπάνω αποτελέσματα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι στις επενδύσεις που αφορούν σε Φ/Β σταθμούς τον κυριότερο ρόλο για επιτυχή κατάληξη της δραστηριότητας διαδραματίζουν η περιοχή εγκατάστασης, η οποία έχει άμεση σχέση με την πρόσπτωση της ηλιακής ενέργειας και το ύψος επιχορήγησης από τον αναπτυξιακό νόμο.

Διαπιστώνουμε ότι οι επιδοτήσεις που προβλέπονται για την τοποθέτηση ηλιακών συστημάτων, δυστυχώς, αφορούν μόνο τα σχετικά μεγάλα συστήματα και αποκλείονται, μέχρι στιγμής τουλάχιστον, οι μικροί καταναλωτές, γεγονός που επιδρά αρνητικά στη διείσδυση της ηλιακής ενέργειας στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας μας. Ακόμα και χωρίς επιδότηση όμως στα φωτοβολταϊκά συστήματα μικρής κλίμακας στην πλειονότητα των περιπτώσεων (Αθήνα, Λάρισα Κρήτη) η καθαρή παρούσα αξία είναι θετική, ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι οριακά μεγαλύτερος του επιτοκίου αναγωγής που θεωρήθηκε ίσο με 9% και ο λόγος ωφελειών/κόστους οριακά μεγαλύτερος της μονάδας. Σε αυτές τις περιπτώσεις καθοριστικό ρόλο παίζει η περιοχή εγκατάστασης καθώς η σωστή επιλογή της κρίνει την βιωσιμότητα ή μη της επένδυσης. Ο χρόνος απόσβεσης κυμαίνεται από 8,5 μέχρι 14,5 χρόνια που θεωρούνται αρκετά και προκαλούν προβληματισμό στον υποψήφιο επενδυτή.

Τα αυτόνομα συστήματα ακόμα και με τα υποτιθέμενα σενάρια της επιχορήγησής τους αποδεικνύονται εντελώς μη βιώσιμα με αρνητικό εσωτερικό βαθμό απόδοσης και προτιμώνται αποκλειστικά και μόνο ως λύση ανάγκης όταν η σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ για ηλεκτροδότηση είναι εξαιρετικά ασύμφορη ή και αδύνατη για τεχνικούς λόγους.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα με εγκατεστημένη ισχύ ελάχιστα κάτω των 100kW φαίνεται να συνδυάζουν πολλά πλεονεκτήματα καθώς και διατηρούν την τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας των μικρών συστημάτων(450€/MWh) αλλά και πληρούν τις οικονομικές απαιτήσεις για επιχορήγηση από τον αναπτυξιακό. Ετσι ακόμα και περιοχές με χαμηλότερη τιμή ενεργειακής πυκνότητας ηλιακής ακτινοβολίας όπως η Ξάνθη αλλά με ευνοϊκότερο καθεστώς επιχορήγησης (40%) αποδίδουν οικονομικά περισσότερο παρόλο που ενεργειακά παράγουν μικρότερα ποσά ενέργειας από άλλες περιοχές με μεγαλύτερη ηλιοφάνεια. Η επένδυση στην Ξάνθη σε αυτή την κατηγορία ισχύος φαίνεται να έχει μεγαλύτερο εσωτερικό

βαθμό απόδοσης από Λάρισα και Αθήνα και μικρότερο χρονικό διάστημα απόσβεσης παρόλο που η παραγωγή ηλιακής ενέργειας στην Ξάνθη είναι μικρότερη από την αντίστοιχη της Αθήνας και της Λάρισας. Συνεπώς καταλήγουμε ότι και το ύψος της επιχορήγησης στο αρχικό κόστος εγκατάστασης του συστήματος μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στην βιωσιμότητα των επενδύσεων και να ανατρέψει τις μεταξύ τους «ενεργειακές» συσχετίσεις. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι δεδομένης της απουσίας οποιασδήποτε επιδότησης το επίπεδο ηλιοφάνειας παίζει πλέον τον κυρίαρχο ρόλο. Στην Κρήτη για παράδειγμα που διαθέτει από τα πιο αξιόλογα ηλιακά δυναμικά στη χώρα μας ακόμα και χωρίς επιδότηση πετυχαίνει μεγαλύτερο $IRR=9,7\%$ του επιτοκίου αναγωγής και θετική καθαρή παρούσα αξία.

Στα μεγάλα φωτοβολταϊκά συστήματα πάνω από 100kW, το θεσμικό πλαίσιο προβλέπει χαμηλότερες εγγυημένες τιμές αγοράς ενέργειας κατά 50€/MWh οδηγώντας σε μειωμένες αναλογικά εισερχόμενες ταμειακές ροές ανά παραγόμενη MWh, σε σχέση με τα συστήματα της προηγούμενης κατηγορίας. Οι επενδύσεις σε Φ/Β σταθμούς των 100KW εμφανίζουν υψηλότερους IRR, μεγαλύτερους Λόγους Κόστους-Ωφέλους και μικρότερους χρόνου ανάκτησης κεφαλαίου, γεγονός που συνεπάγεται ότι η μείωση της τιμής αγοράς ενέργειας μετά από τα 100KW έχει σαν αποτέλεσμα αυξημένες αναλογικά καθαρές Ταμειακές Ροές για τις μικρότερες επενδύσεις. Ως εκ τούτου δρα καταλυτικά υπέρ των μικρών επενδυτικών σχεδίων αντισταθμίζοντας το όφελος από ενδεχόμενες οικονομίες κλίμακας σε Φ/Β σταθμούς άνω των 100KW.

Αναφέρθηκε ότι για την ανάλυση των επενδύσεων στον ενεργειακό τομέα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και συντελεστής αβεβαιότητας. Στις περιπτώσεις που ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης είναι μικρότερος του 12% (προσεγγίζοντας την τιμή του επιτοκίου αναγωγής, που θεωρήθηκε ίσος με 9% στην συγκεκριμένη ανάλυση επενδύσεων) και παράλληλα ο λόγος οφέλους – κόστους προσεγγίζει την τιμή της μονάδας, καθιστώντας οριακές τις αποδόσεις της επένδυσης, είναι απαραίτητη η διενέργεια ανάλυσης ευαισθησίας. Επομένως, είναι σκόπιμο να γίνει ανάλυση ευαισθησίας για τους οικονομικούς δείκτες στις περιπτώσεις αυτές.

Αρχικά, εκτιμάται η σημαντικότητα του κάθε κριτηρίου λαμβάνοντας υπόψη τα

αποτελέσματα της οικονομικής αξιολόγησης. Σύμφωνα με αυτά, ως σημαντικότερο κριτήριο θεωρήθηκε ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης. Η ανάλυση ευαισθησίας διενεργήθηκε βάση των παρακάτω μεγεθών: παραγόμενη ποσότητα και τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, αρχικό και ετήσιο κόστος, ύψος, επιτόκιο και περίοδος αποπληρωμής δανείου. Στους Πίνακες 6.1 – 6.6 δίνεται η ανάλυση ευαισθησίας του Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης για επενδύσεις σε φωτοβολταϊκά συστήματα με $a=15\%$ που εγκαταστάθηκαν σε ενδεικτικές περιοχές όπου τα συστήματα του 9,54K MW έχουν χαμηλότερη αλλά αποδεκτή οικονομική απόδοση.

Πίνακας 7.1: Ανάλυση ευαισθησίας Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε Φ/Β σύστημα 9,54kW ($\alpha = 15\%$) στην Λάρισα χωρίς επιδότηση με τοκοχρεολύσιο 35% και επιτόκιο δανεισμού 7% του συνολικού κόστους εγκατάστασης

	Αρχικά κόστη			€
38.633	43.462	48.291	53.120	57.949
-20%	-10%	0%	10%	20%
13,0%	10,8%	9,1%	7,6%	6,3%
13,0%	10,8%	9,1%	7,6%	6,3%
13,0%	10,8%	9,1%	7,6%	6,3%
13,0%	10,8%	9,1%	7,6%	6,3%
13,0%	10,8%	9,1%	7,6%	6,3%
	Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού			€/MWh
360,00	405,00	450,00	495,00	540,00
-20%	-10%	0%	10%	20%
5,6%	7,4%	9,1%	10,7%	12,3%
5,6%	7,4%	9,1%	10,7%	12,3%
5,6%	7,4%	9,1%	10,7%	12,3%
5,6%	7,4%	9,1%	10,7%	12,3%
5,6%	7,4%	9,1%	10,7%	12,3%
	Τοκοχρεολύσιο			%
28%	32%	35%	39%	42%
-20%	-10%	0%	10%	20%
8,9%	9,0%	9,1%	9,2%	9,3%
8,9%	9,0%	9,1%	9,2%	9,3%
8,9%	9,0%	9,1%	9,2%	9,3%
8,9%	9,0%	9,1%	9,2%	9,3%
8,9%	9,0%	9,1%	9,2%	9,3%
	Επιτόκιο δανεισμού			%
5,60%	6,30%	7,00%	7,70%	8,40%
-20%	-10%	0%	10%	20%
9,3%	9,2%	9,1%	8,9%	8,8%
9,3%	9,2%	9,1%	8,9%	8,8%
9,3%	9,2%	9,1%	8,9%	8,8%
9,3%	9,2%	9,1%	8,9%	8,8%
9,3%	9,2%	9,1%	8,9%	8,8%
	Περίοδος χρέους			έτος
8	9	10	11	12
-20%	-10%	0%	10%	20%
9,2%	9,3%	9,3%	9,4%	9,5%
9,0%	9,1%	9,2%	9,3%	9,4%
8,9%	9,0%	9,1%	9,1%	9,2%
8,8%	8,9%	8,9%	9,0%	9,0%
8,7%	8,7%	8,8%	8,8%	8,9%

Πίνακας 7.2: Ανάλυση ευαισθησίας Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε Φ/Β σύστημα 9,54kW (α = 15%) στην Αθήνα χωρίς επιδότηση με τοκοχρεολύσιο 35% και επιτόκιο δανεισμού 7% του συνολικού κόστους εγκατάστασης

	Αρχικά κόστη			€
38.633	43.462	48.291	53.120	57.949
-20%	-10%	0%	10%	20%
14,3%	12,1%	10,2%	8,7%	7,3%
14,3%	12,1%	10,2%	8,7%	7,3%
14,3%	12,1%	10,2%	8,7%	7,3%
14,3%	12,1%	10,2%	8,7%	7,3%
14,3%	12,1%	10,2%	8,7%	7,3%
	Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού			€/MWh
360,00	405,00	450,00	495,00	540,00
-20%	-10%	0%	10%	20%
6,6%	8,5%	10,2%	11,9%	13,6%
6,6%	8,5%	10,2%	11,9%	13,6%
6,6%	8,5%	10,2%	11,9%	13,6%
6,6%	8,5%	10,2%	11,9%	13,6%
6,6%	8,5%	10,2%	11,9%	13,6%
	Τοκοχρεολύσιο			%
28%	32%	35%	39%	42%
-20%	-10%	0%	10%	20%
10,2%	10,4%	10,5%	10,7%	10,9%
10,1%	10,2%	10,4%	10,5%	10,7%
10,0%	10,1%	10,2%	10,4%	10,5%
9,9%	10,0%	10,1%	10,2%	10,3%
9,8%	9,9%	10,0%	10,0%	10,1%
	Επιτόκιο δανεισμού			%
5,60%	6,30%	7,00%	7,70%	8,40%
-20%	-10%	0%	10%	20%
10,5%	10,4%	10,2%	10,1%	10,0%
10,5%	10,4%	10,2%	10,1%	10,0%
10,5%	10,4%	10,2%	10,1%	10,0%
10,5%	10,4%	10,2%	10,1%	10,0%
10,5%	10,4%	10,2%	10,1%	10,0%
	Περίοδος χρέους			έτος
8	9	10	11	12
-20%	-10%	0%	10%	20%
10,1%	10,2%	10,2%	10,3%	10,4%
10,1%	10,2%	10,2%	10,3%	10,4%
10,1%	10,2%	10,2%	10,3%	10,4%
10,1%	10,2%	10,2%	10,3%	10,4%
10,1%	10,2%	10,2%	10,3%	10,4%

Πίνακας 7.3: Ανάλυση ευαισθησίας Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε Φ/Β σύστημα 99,7 kW (α = 15%) στην Κρήτη χωρίς επιδότηση με τοκοχρεολύσιο 35% και επιτόκιο δανεισμού 7% του συνολικού κόστους εγκατάστασης

	Αρχικά κόστη			€
391.920	440.910	489.900	538.890	587.880
-20%	-10%	0%	10%	20%
13,7%	11,5%	9,7%	8,2%	6,8%
13,7%	11,5%	9,7%	8,2%	6,8%
13,7%	11,5%	9,7%	8,2%	6,8%
13,7%	11,5%	9,7%	8,2%	6,8%
13,7%	11,5%	9,7%	8,2%	6,8%
	Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού			€/MWh
360,00	405,00	450,00	495,00	540,00
-20%	-10%	0%	10%	20%
5,7%	7,7%	9,7%	11,6%	13,4%
5,7%	7,7%	9,7%	11,6%	13,4%
5,7%	7,7%	9,7%	11,6%	13,4%
5,7%	7,7%	9,7%	11,6%	13,4%
5,7%	7,7%	9,7%	11,6%	13,4%
	Λειτουργία & Συντήρηση			€
5.656	6.363	7.070	7.777	8.484
-20%	-10%	0%	10%	20%
10,4%	10,2%	10,0%	9,8%	9,5%
10,2%	10,0%	9,8%	9,6%	9,4%
10,1%	9,9%	9,7%	9,5%	9,3%
10,0%	9,8%	9,6%	9,3%	9,1%
9,8%	9,6%	9,4%	9,2%	9,0%
	Τοκοχρεολύσιο			%
28%	32%	35%	39%	42%
-20%	-10%	0%	10%	20%
9,5%	9,6%	9,7%	9,8%	9,9%
9,5%	9,6%	9,7%	9,8%	9,9%
9,5%	9,6%	9,7%	9,8%	9,9%
9,5%	9,6%	9,7%	9,8%	9,9%
9,5%	9,6%	9,7%	9,8%	9,9%
	Επιτόκιο δανεισμού			%
5,60%	6,30%	7,00%	7,70%	8,40%
-20%	-10%	0%	10%	20%
10,0%	9,8%	9,7%	9,6%	9,4%
10,0%	9,8%	9,7%	9,6%	9,4%
10,0%	9,8%	9,7%	9,6%	9,4%
10,0%	9,8%	9,7%	9,6%	9,4%
10,0%	9,8%	9,7%	9,6%	9,4%

	Περίοδος χρέους			έτος
8	9	10	11	12
-20%	-10%	0%	10%	20%
9,8%	9,9%	10,0%	10,1%	10,2%
9,7%	9,7%	9,8%	9,9%	10,0%
9,5%	9,6%	9,7%	9,8%	9,8%
9,4%	9,5%	9,6%	9,6%	9,7%
9,3%	9,4%	9,4%	9,5%	9,5%

Πίνακας 7.4: Ανάλυση ευαισθησίας Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε Φ/Β σύστημα 99,7kW ($\alpha = 15\%$) στην Αθήνα με επιδότηση 20% με τοκοχρεολύσιο 35% και επιτόκιο δανεισμού 7% του συνολικού κόστους εγκατάστασης

	Αρχικά κόστη			€
391.920	440.910	489.900	538.890	587.880
-20%	-10%	0%	10%	20%
17,6%	13,9%	11,2%	9,0%	7,2%
17,6%	13,9%	11,2%	9,0%	7,2%
17,6%	13,9%	11,2%	9,0%	7,2%
17,6%	13,9%	11,2%	9,0%	7,2%
17,6%	13,9%	11,2%	9,0%	7,2%
	Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού			€/MWh
360,00	405,00	450,00	495,00	540,00
-20%	-10%	0%	10%	20%
6,6%	8,9%	11,2%	13,3%	15,4%
6,6%	8,9%	11,2%	13,3%	15,4%
6,6%	8,9%	11,2%	13,3%	15,4%
6,6%	8,9%	11,2%	13,3%	15,4%
6,6%	8,9%	11,2%	13,3%	15,4%
	Λειτουργία & Συντήρηση			€
5.656	6.363	7.070	7.777	8.484
-20%	-10%	0%	10%	20%
12,1%	11,8%	11,5%	11,3%	11,0%
11,9%	11,6%	11,4%	11,1%	10,8%
11,7%	11,4%	11,2%	10,9%	10,6%
11,5%	11,2%	11,0%	10,7%	10,4%
11,3%	11,0%	10,8%	10,5%	10,2%

	Τοκοχρεολύσιο			%
28%	32%	35%	39%	42%
-20%	-10%	0%	10%	20%
10,8%	11,0%	11,2%	11,4%	11,6%
10,8%	11,0%	11,2%	11,4%	11,6%
10,8%	11,0%	11,2%	11,4%	11,6%
10,8%	11,0%	11,2%	11,4%	11,6%

10,8%	11,0%	11,2%	11,4%	11,6%
Επιτόκιο δανεισμού				%
5,60%	6,30%	7,00%	7,70%	8,40%
-20%	-10%	0%	10%	20%
11,5%	11,4%	11,2%	11,0%	10,8%
11,5%	11,4%	11,2%	11,0%	10,8%
11,5%	11,4%	11,2%	11,0%	10,8%
11,5%	11,4%	11,2%	11,0%	10,8%
11,5%	11,4%	11,2%	11,0%	10,8%
Περίοδος χρέους				έτος
8	9	10	11	12
-20%	-10%	0%	10%	20%
11,2%	11,4%	11,5%	11,7%	11,9%
11,0%	11,2%	11,4%	11,5%	11,7%
10,9%	11,0%	11,2%	11,3%	11,4%
10,7%	10,8%	11,0%	11,1%	11,2%
10,6%	10,7%	10,8%	10,9%	11,0%

Πίνακας 7.5: Ανάλυση ευαισθησίας Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε Φ/Β σύστημα 1998kW ($\alpha = 15\%$) στη Λάρισα με επιδότηση 30% με τοκοχρεολύσιο 35% και επιτόκιο δανεισμού 7% του συνολικού κόστους εγκατάστασης

	Αρχικά κόστη			€
7.297.728	8.209.944	9.122.160	10.034.376	10.946.592
-20%	-10%	0%	10%	20%
19,4%	14,4%	11,0%	8,4%	6,5%
19,4%	14,4%	11,0%	8,4%	6,5%
19,4%	14,4%	11,0%	8,4%	6,5%
19,4%	14,4%	11,0%	8,4%	6,5%
19,4%	14,4%	11,0%	8,4%	6,5%
	Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού			€/MWh
320,00	360,00	400,00	440,00	480,00
-20%	-10%	0%	10%	20%
6,2%	8,6%	11,0%	13,2%	15,5%
6,2%	8,6%	11,0%	13,2%	15,5%
6,2%	8,6%	11,0%	13,2%	15,5%
6,2%	8,6%	11,0%	13,2%	15,5%
6,2%	8,6%	11,0%	13,2%	15,5%
	Λειτουργία & Συντήρηση			€
104.357	117.402	130.447	143.491	156.536
-20%	-10%	0%	10%	20%
12,1%	11,7%	11,4%	11,1%	10,7%
11,8%	11,5%	11,2%	10,9%	10,5%

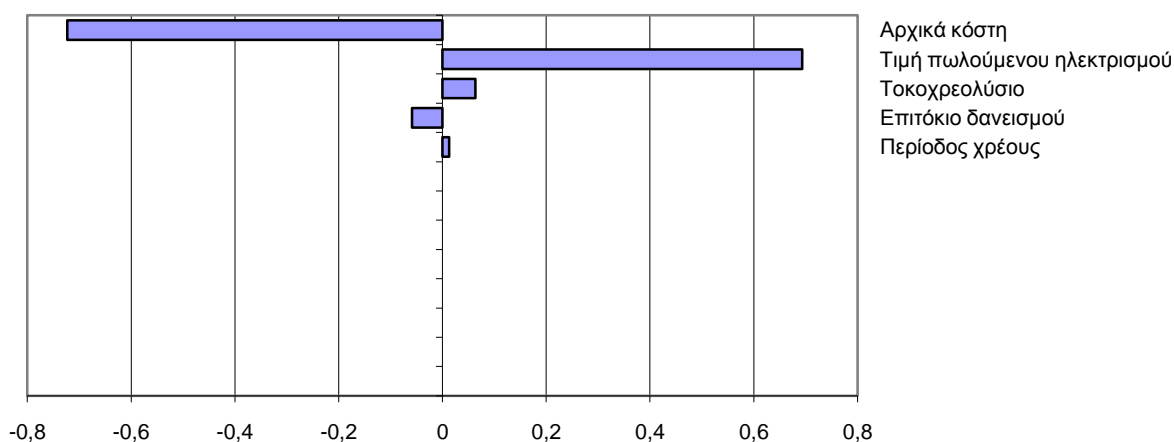
11,6%	11,3%	11,0%	10,6%	10,3%
11,4%	11,1%	10,7%	10,4%	10,1%
11,1%	10,8%	10,5%	10,2%	9,8%
	Τοκοχρεολύσιο			%
28%	32%	35%	39%	42%
-20%	-10%	0%	10%	20%
10,5%	10,7%	11,0%	11,2%	11,5%
10,5%	10,7%	11,0%	11,2%	11,5%
10,5%	10,7%	11,0%	11,2%	11,5%
10,5%	10,7%	11,0%	11,2%	11,5%
10,5%	10,7%	11,0%	11,2%	11,5%
	Επιτόκιο δανεισμού			%
5,60%	6,30%	7,00%	7,70%	8,40%
-20%	-10%	0%	10%	20%
11,4%	11,2%	11,0%	10,7%	10,5%
11,4%	11,2%	11,0%	10,7%	10,5%
11,4%	11,2%	11,0%	10,7%	10,5%
11,4%	11,2%	11,0%	10,7%	10,5%
11,4%	11,2%	11,0%	10,7%	10,5%
	Περίοδος χρέους			έτος
8	9	10	11	12
-20%	-10%	0%	10%	20%
11,0%	11,2%	11,4%	11,6%	11,8%
10,8%	11,0%	11,2%	11,4%	11,6%
10,6%	10,8%	11,0%	11,1%	11,3%
10,4%	10,6%	10,7%	10,9%	11,0%
10,3%	10,4%	10,5%	10,6%	10,7%

Πίνακας 7.6: Ανάλυση ευαισθησίας Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε Φ/Β σύστημα 1998kW ($\alpha = 15\%$) στην Αθήνα με επιδότηση 20% με τοκοχρεολύσιο 35% και επιτόκιο δανεισμού 7% του συνολικού κόστους εγκατάστασης

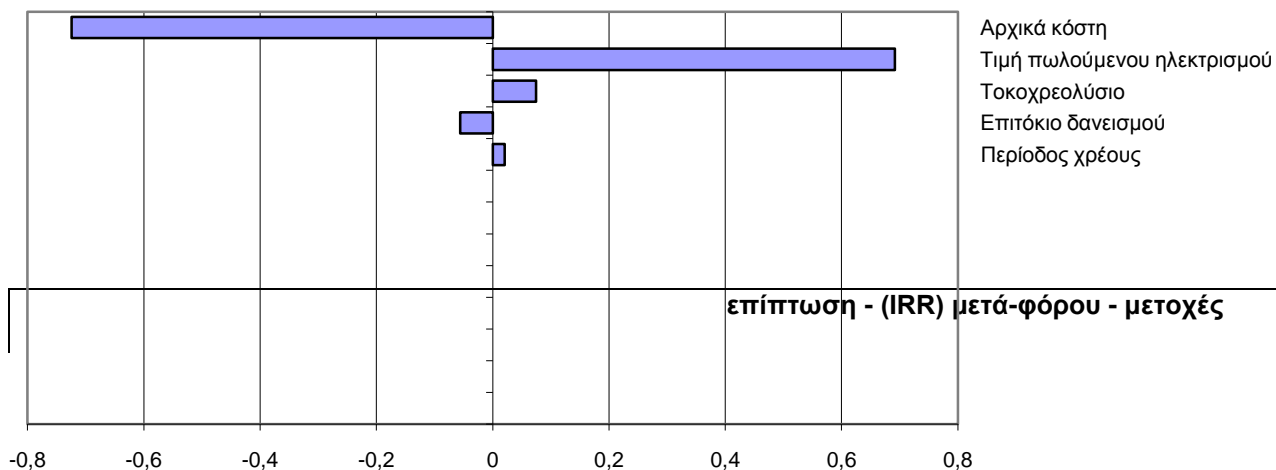
	Αρχικά κόστη			€
7.297.728	8.209.944	9.122.160	10.034.376	10.946.592
-20%	-10%	0%	10%	20%
15,7%	12,3%	9,7%	7,7%	6,1%
15,7%	12,3%	9,7%	7,7%	6,1%
15,7%	12,3%	9,7%	7,7%	6,1%
15,7%	12,3%	9,7%	7,7%	6,1%
15,7%	12,3%	9,7%	7,7%	6,1%

	Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού			€/MWh
320,00	360,00	400,00	440,00	480,00
-20%	-10%	0%	10%	20%
5,4%	7,6%	9,7%	11,8%	13,7%
5,4%	7,6%	9,7%	11,8%	13,7%
5,4%	7,6%	9,7%	11,8%	13,7%
5,4%	7,6%	9,7%	11,8%	13,7%
5,4%	7,6%	9,7%	11,8%	13,7%
	Λειτουργία & Συντήρηση			€
104.357	117.402	130.447	143.491	156.536
-20%	-10%	0%	10%	20%
10,7%	10,4%	10,1%	9,8%	9,5%
10,5%	10,2%	9,9%	9,6%	9,4%
10,3%	10,0%	9,7%	9,5%	9,2%
10,1%	9,8%	9,5%	9,3%	9,0%
9,9%	9,6%	9,4%	9,1%	8,8%
	Τοκοχρεολύσιο			%
28%	32%	35%	39%	42%
-20%	-10%	0%	10%	20%
9,5%	9,6%	9,7%	9,9%	10,1%
9,5%	9,6%	9,7%	9,9%	10,1%
9,5%	9,6%	9,7%	9,9%	10,1%
9,5%	9,6%	9,7%	9,9%	10,1%
9,5%	9,6%	9,7%	9,9%	10,1%
	Επιτόκιο δανεισμού			%
5,60%	6,30%	7,00%	7,70%	8,40%
-20%	-10%	0%	10%	20%
10,1%	9,9%	9,7%	9,5%	9,4%
10,1%	9,9%	9,7%	9,5%	9,4%
10,1%	9,9%	9,7%	9,5%	9,4%
10,1%	9,9%	9,7%	9,5%	9,4%
10,1%	9,9%	9,7%	9,5%	9,4%
	Περίοδος χρέους			έτος
8	9	10	11	12
-20%	-10%	0%	10%	20%
9,8%	10,0%	10,1%	10,2%	10,4%
9,7%	9,8%	9,9%	10,0%	10,2%
9,5%	9,6%	9,7%	9,8%	9,9%
9,4%	9,5%	9,5%	9,6%	9,7%
9,2%	9,3%	9,4%	9,4%	9,5%

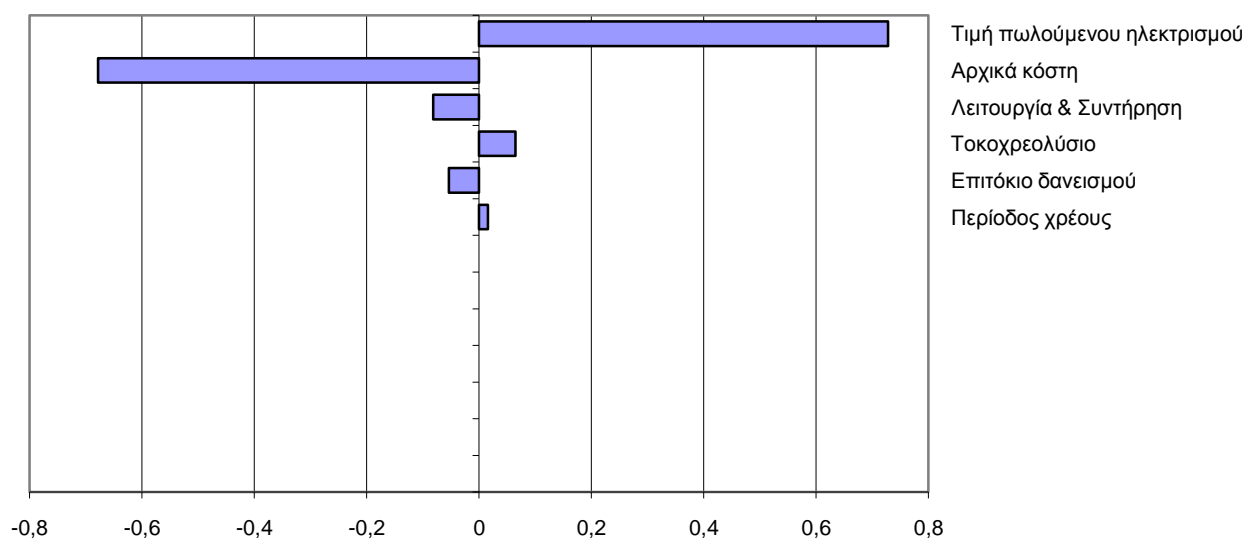
Από τους Πίνακες 7.1 – 7.6 εύκολα εξάγεται το συμπέρασμα ότι διαφορετική είναι η επίδραση κάθε παραμέτρου στον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης των επενδύσεων. Με μια πρώτη ματιά, σημαντικότερη επίδραση έχουν η τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας, το αρχικό κόστος εγκατάστασης και το ετήσιο κόστος. Διαγραμματικά, η επίδραση του κάθε μεγέθους για τις εξεταζόμενες περιπτώσεις παρουσιάζεται στα Σχήματα 7.1 – 7.7, στα οποία δίνεται η συγκριτική συνεισφορά κάθε παραμέτρου στον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης μέσω ενός αδιάστατου μεγέθους, που αποτελεί τον συντελεστή κάθε παραμέτρου που υπολογίζεται σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε σε προηγούμενη παράγραφο. Οι θετικές τιμές δηλώνουν ότι η αύξηση της τιμής της παραμέτρου έχει ως συνέπεια την παράλληλη αύξηση της τιμής του Εσωτερικού Συντελεστή. Το αντίθετο συμβαίνει στην περίπτωση που το αδιάστατο μέγεθος λαμβάνει αρνητικές τιμές.



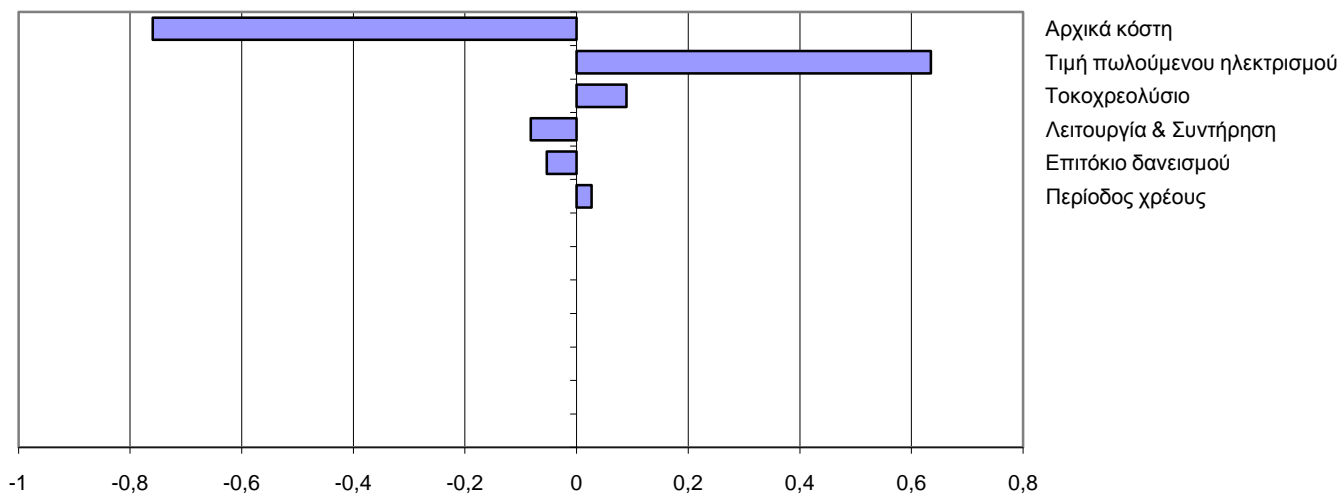
Σχήμα 6.1: Επίδραση μεγεθών στον Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε Φ/Β σύστημα 9,54kW ($\alpha = 15\%$) στην Λάρισα χωρίς επιδότηση



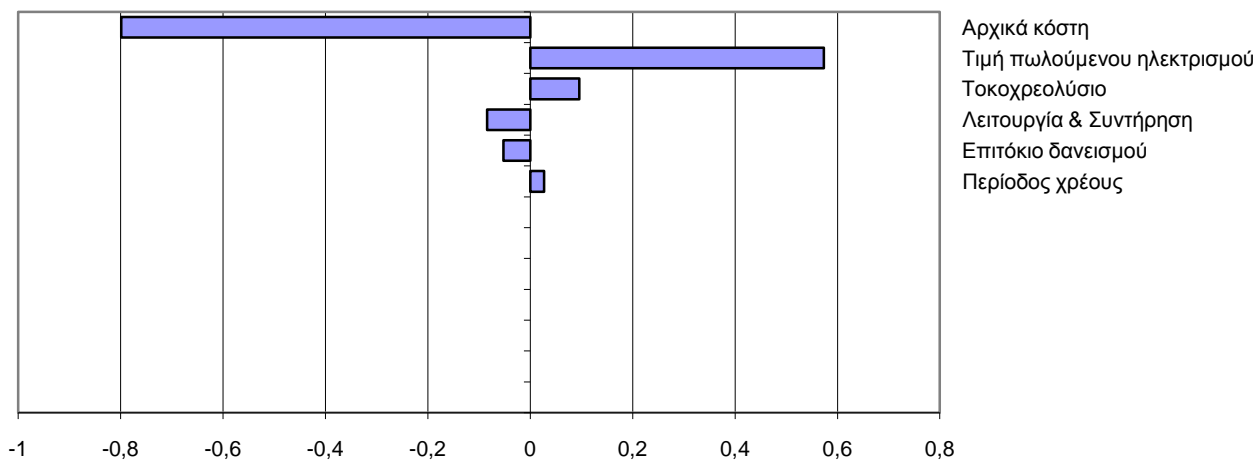
Σχήμα 6.2: : Επίδραση μεγεθών στον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε Φ/Β σύστημα 9,54kW ($\alpha = 15\%$) στην Λάρισα χωρίς επιδότηση



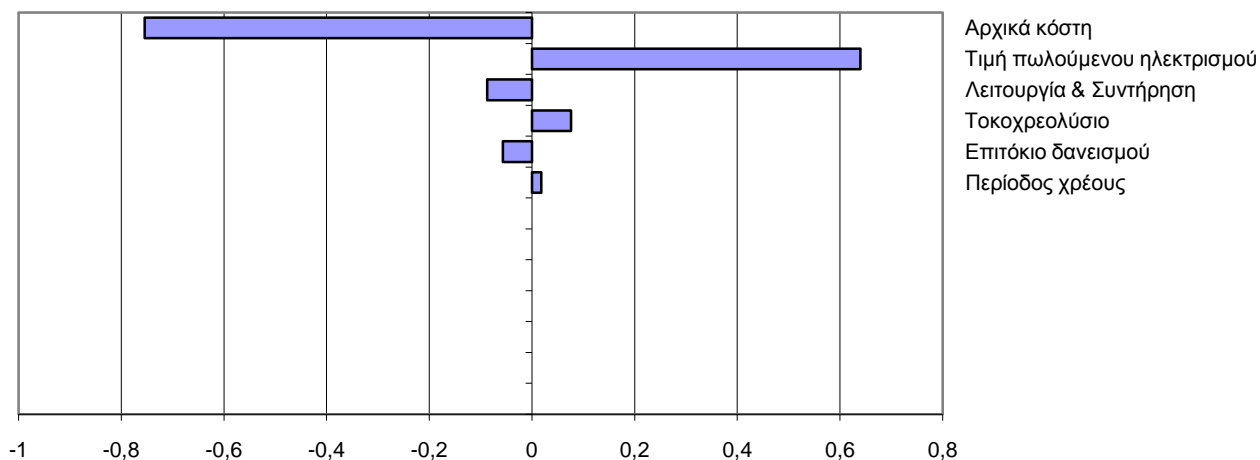
Σχήμα 6.3: Επίδραση μεγεθών στον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε Φ/Β σύστημα 99,7kW ($\alpha = 15\%$) στην Κρήτη χωρίς επιδότηση



Σχήμα 6.4: Επίδραση μεγεθών στον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε Φ/Β σύστημα 99,7kW ($\alpha = 15\%$) στην Αθήνα με επιδότηση 20%



Σχήμα 6.5: Επίδραση μεγεθών στον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε Φ/Β σύστημα 1998kW ($\alpha=15\%$) στη Λάρισα με επιδότηση 30%



Σχήμα 6.6: Επίδραση μεγεθών στον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε Φ/Β σύστημα 1998kW ($\alpha=15\%$) στην Αθήνα με επιδότηση 20%

Παρατηρείται ότι η τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας επιδρά θετικά στον Εσωτερικό Συντελεστή Απόσβεσης σε σημαντικό βαθμό, καθώς το εξεταζόμενο αδιάστατο μέγεθος λαμβάνει τιμές άνω του 0,5. Το ίδιο παρατηρείται και στην περίπτωση του ύψους του δανείου και της περιόδου αποπληρωμής του, όμως σε μικρότερο βαθμό. Αντιθέτως, το αρχικό κόστος επηρεάζει αρνητικά αυτόν το δείκτη, με αποτέλεσμα η αύξηση του να συνεπάγεται σημαντική μείωση του Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης. Αρνητικά επιδρούν το ετήσιο κόστος και το επιτόκιο δανεισμού, σε μικρότερο όμως βαθμό, καθώς η τιμή των συντελεστών τους είναι μικρότερη του 0,1.

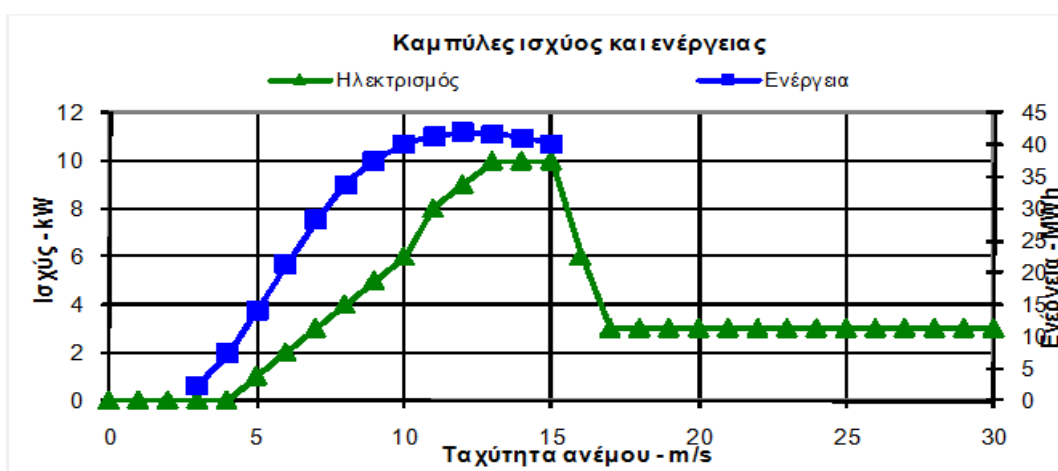
7.2 Παράθεση αποτελεσμάτων οικονομικής και περιβαλλοντικής αξιοποίησης αιολικών επενδύσεων στην Ελλάδα

Διασυνδεδεμένο αιολικό σύστημα 10kW

Ο βασικός εξοπλισμός περιλαμβάνει:

- 1 ανεμογεννήτρια 10KW τύπου BERGEY BWC EXCEL - 18.3m του κατασκευαστή Bergey Windpower με χαρακτηριστικά: ύψος πυλώνα 18,3m, διάμετρο ρότορα 7m, επιφάνεια σάρωσης 38 m² και χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας όπως στο παρακάτω διάγραμμα
- Πύργο με βάσεις στήριξης
- Μετατροπείς δικτύου
- Ηλεκτρολογικό Υλικό (Ασφάλειες, Ρελέ διαρροής, ηλεκτρικοί πίνακες, διακόπτες, καλώδια)

Προϋπολογισμός έργου: 17.880€

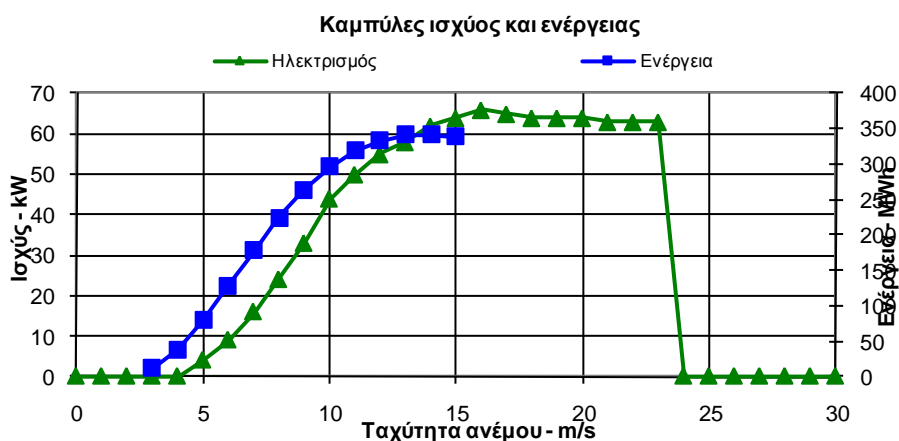


Διασυνδεδεμένο αιολικό σύστημα 150kW

Ο βασικός εξοπλισμός περιλαμβάνει:

- 3 ανεμογεννήτριες 50KW τύπου AOC 15/50 - 25m του κατασκευαστή Atlantic Orient με χαρακτηριστικά: ύψος πυλώνα 25m, διάμετρο ρότορα 15m, επιφάνεια σάρωσης 177 m² και χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας όπως στο παρακάτω διάγραμμα
- Πύργο με βάσεις στήριξης
- Μετατροπείς δικτύου
- Ηλεκτρολογικό Υλικό (Ασφάλειες, Ρελέ διαρροής, ηλεκτρικοί πίνακες, διακόπτες, καλώδια)

Προϋπολογισμός έργου: 261.160€

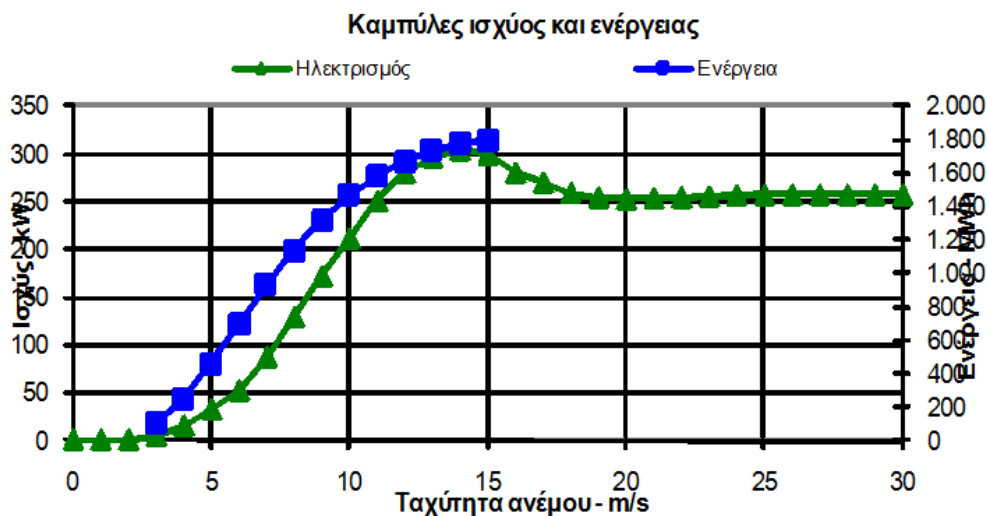


Διασυνδεδεμένο αιολικό σύστημα 1800 kW

Ο βασικός εξοπλισμός του αποτελείται από τα εξής:

- 6 ανεμογεννήτριες 300KW καθεμία τύπου AN BONUS 300 kW Mk III - 30m του κατασκευαστή Siemens με χαρακτηριστικά: ύψος πυλώνα 30m, διάμετρο ρότορα 33m, επιφάνεια σάρωσης 876 m² και χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας όπως στο παρακάτω διάγραμμα
- Πύργο με βάσεις στήριξης
- Μετατροπείς δικτύου
- Ηλεκτρολογικό Υλικό (Ασφάλειες, Ρελέ διαρροής, ηλεκτρικοί πίνακες, διακόπτες, καλώδια)

Προϋπολογισμός έργου: 3.105.000 €



Στις παραπάνω τιμές περιλαμβάνονται επίσης εκτός από το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, και το κόστος δαπάνης σύνδεσης του συστήματος με το δίκτυο της ΔΕΗ, το κόστος διαμόρφωσης περιβάλλοντα χώρου και το κόστος μελέτης εφαρμογής.

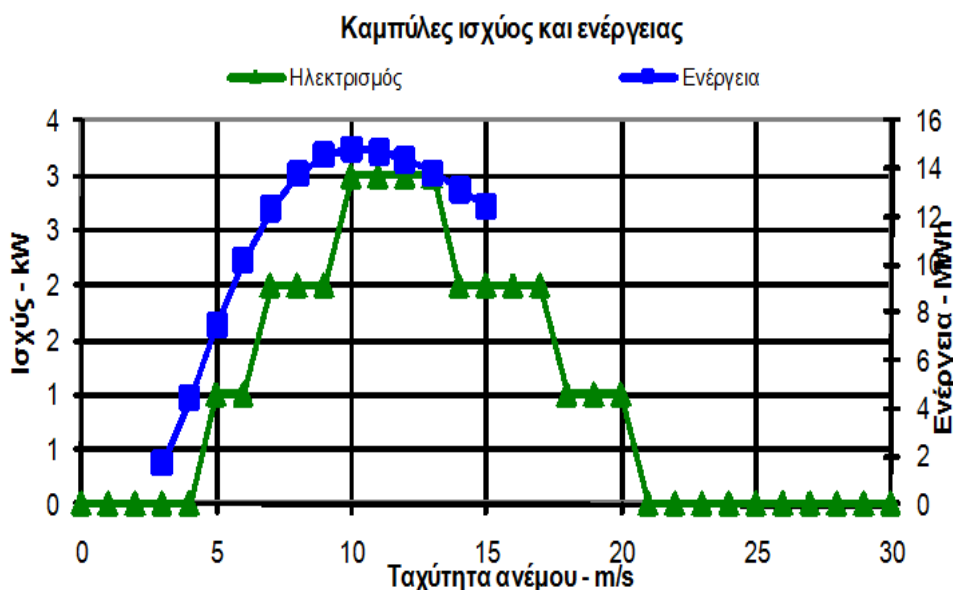
Αυτόνομο αιολικό σύστημα 5 kW

Με την ίδια μεθοδολογία που ακολουθήσαμε και στα φωτοβολταϊκά συστήματα υποθέτουμε ένα αιολικό σύστημα που να καλύπτει τις κύριες ανάγκες μιας τυπικής κατοικίας που δεν θα είναι συνδεδεμένο με το κεντρικό δίκτυο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η εγκατεστημένη ισχύς του θα είναι 5 kW.

Ο βασικός εξοπλισμός του αποτελείται από τα εξής:

- 2 ανεμογεννήτριες 2,5KW η καθεμία τύπου WES 5 Tulipo - 12.25m του κατασκευαστή Wind Energy Solutions Canada με χαρακτηριστικά: ύψος πυλώνα 12m, διάμετρο ρότορα 5m, επιφάνεια σάρωσης 20 m² και χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας όπως στο παρακάτω διάγραμμα
- Πύργο με βάσεις στήριξης
- Μετατροπείς δικτύου
- Ηλεκτρολογικό Υλικό (Ασφάλειες, Ρελέ διαρροής, ηλεκτρικοί πίνακες, διακόπτες, καλώδια)

Προϋπολογισμός έργου: 9.315 €



Ομοίως με την ανάλυση των φωτοβολταϊκών συστημάτων έχοντας υπόψη τις παραδοχές που έχουν αναφερθεί πιο πάνω, παρατίθενται αποτελέσματα του προγράμματος Retscreen για τα τέσσερα προαναφερθέντα αιολικά συστήματα για διάφορες περιοχές της Ελλάδας, έχοντας λάβει υπόψη τα διαφορετικά ποσοστά επιχορήγησης σύμφωνα με τους πίνακες καθώς και την τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας σύμφωνα με τον πίνακα. Επίσης υποθέτουμε κόστος ετήσιας συντήρησης και λειτουργίας 2% του κόστους αρχικής επένδυσης, εκθέτη παραμόρφωσης ανέμου (wind shear exponent) 0,40 ,απώλειες διάταξης 7%, απώλειες πτερυγίου 3% και διαθεσιμότητα 94%.

Διασυνδεδεμένο αιολικό σύστημα 10kW

Εξεταζόμενες Περιοχές	Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (MWh)	Συντελεστής Ισχύος (%)	IRR μετά φόρων Μετοχές (%)	Αποπληρωμή ή μετοχών (έτη)	Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	Ετήσιες Αποταμιεύσεις Κύκλου Ζωής (€/έτος)	Λόγος Οφέλους Κόστους	Δείκτης κάλυψης Δανειακών Υποχρεώσεων	Κόστος Παραγωγής Ενέργειας (€/MWh)	Ετήσια μείωση Εκπομπών CO ₂ (ton)	Κόστος μείωσης Εκπομπών ΑΤΘ (€/tCO ₂)
Χωρίς επιδότηση με δάνειο 35%											
ΕΡΜΟΥΠΟΛΗ(ΣΥΡΟΣ)	21	24	1,4	18	-7.095	-777	0,39	1,41	117,9	15	51
ΚΑΒΑΛΑ	16	18,2	-2,9	>έργου	-10154	-1112	0,13	0,97	154,96	12	97
ΚΕΡΚΥΡΑ	9	10	-13	>έργου	-14624	-1602	-0,26	0,35	281,36	6	253
ΣΗΤΕΙΑ(ΚΡΗΤΗ)	22	24,7	1,9	17,4	-6702	-734	0,42	1,47	113,38	16	47
Με επιδότηση με δάνειο 35%											
ΕΡΜΟΥΠΟΛΗ(ΣΥΡΟΣ)(30%)	21	24	6,2	13,7	-1731	-190	0,85	1,41	86,09	15	13
ΚΑΒΑΛΑ(30%)	16	18,2	2,7	17	-3002	-329	0,74	0,97	99,22	12	29
ΚΕΡΚΥΡΑ(30%)	9	10	-11,3	>έργου	-9260	-1014	0,20	0,35	205,44	6	160
ΣΗΤΕΙΑ(ΚΡΗΤΗ)(30%)	22	24,7	6,9	13,2	-1338	-147	0,88	1,47	83,52	16	9

Πίνακας 7.2.1. : Αποτελέσματα οικονομικής και περιβαλλοντικής ανάλυσης λογισμικού προγράμματος Retscreen για την εγκατάσταση και λειτουργία σταθερού διασυνδεδεμένου αιολικού συστήματος 10 kW με δανειοδότηση 35% του συνολικού κόστους, επιτόκιο δανεισμού 7% για επιλεγμένες περιοχές της Ελλάδας που εξετάζονται.

Διασυνδεδεμένο αιολικό σύστημα 150kW											
Εξεταζόμενες Περιοχές	Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (MWh)	Συντελεστής Ισχύος (%)	IRR μετά φόρων Μετοχές (%)	Αποπληρωμή μετοχών (έτη)	Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	Ετήσιες Αποταμιεύσεις Κύκλου Ζωής (€/έτος)	Λόγος Οφέλους Κόστους	Δείκτης κάλυψης Δανειακών Υποχρεώσεων	Κόστος Παραγωγής Ενέργειας (€/MWh)	Ετήσια μείωση Εκπομπών CO ₂ (ton)	Κόστος μείωσης Εκπομπών ΑΤΘ (€/tCO ₂)
Χωρίς επιδότηση με δάνειο 35%											
ΕΡΜΟΥΠΟΛΗ(ΣΥΡΟΣ)	497	37,6	9,7	10,7	10726	1175	1,06	2,53	73,12	356	3
ΚΑΒΑΛΑ	378	28,8	4,9	14,3	-60056	-6579	0,65	1,84	95,58	272	24
ΚΕΡΚΥΡΑ	75	5,7	<0	>έργου	-253054	-27721	-0,49	-0,01	481,47	54	512
ΣΗΤΕΙΑ(ΚΡΗΤΗ)	494	37,6	9,7	10,7	10064	1103	1,06	2,52	73,28	355	3
Με επιδότηση με δάνειο 35%											
ΕΡΜΟΥΠΟΛΗ(ΣΥΡΟΣ) (30%)	497	37,6	18,1	6,4	89074	9758	1,52	2,53	53,4	356	27
ΚΑΒΑΛΑ(30%)	378	28,8	14,9	8,8	44408	4865	1,26	1,84	61,21	272	18
ΚΕΡΚΥΡΑ(30%)	75	5,7	<0	>έργου	-174706	-19138	-0,03	-0,01	351,6	54	354
ΣΗΤΕΙΑ(ΚΡΗΤΗ) (30%)	494	37,6	18,1	6,4	88142	9685	1,52	2,52	53,51	355	27

Πίνακας 7.2.1. : Αποτελέσματα οικονομικής και περιβαλλοντικής ανάλυσης λογισμικού προγράμματος Retscreen για την εγκατάσταση και λειτουργία σταθερού διασυνδεδεμένου αιολικού συστήματος 150 kW με δανειοδότηση 35% του συνολικού κόστους, επιτόκιο δανεισμού 7% για επιλεγμένες περιοχές της Ελλάδας που εξετάζονται.

Διασυνδεδεμένο αιολικό σύστημα 1800kW											
Εξεταζόμενες Περιοχές	Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (MWh)	Συντελεστής Ισχύος (%)	IRR μετά φόρων Μετοχές (%)	Αποπληρωμή μετοχών (έτη)	Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	Ετήσιες Αποταμιεύσεις Κύκλου Ζωής (€/έτος)	Λόγος Οφέλους Κόστους	Δείκτης κάλυψης Δανειακών Υποχρεώσεων	Κόστος Παραγωγής Ενέργειας (€/MWh)	Ετήσια μείωση Εκπομπών CO ₂ (ton)	Κόστος μείωσης Εκπομπών ΑΤΘ (€/tCO ₂)
χωρίς επιδότηση											
ΕΡΜΟΥΠΟΛΗ (ΣΥΡΟΣ)	5613	35,6	8,8	11,2	-35754	-3917	0,98	2,39	76,61	4042	1
ΚΑΒΑΛΑ	4529	28,7	5	14,2	-695535	-76193	0,66	1,85	94,94	3261	23
ΚΕΡΚΥΡΑ	1220	7,7	<0	>έργου	-2757876	-302116	-0,37	0,19	352,3	879	344
ΣΗΤΕΙΑ(ΚΡΗΤΗ)	5600	35,5	8,8	11,3	-43264	-4739	0,98	2,39	76,78	4033	1
χωρίς επιδότηση με δάνειο											
ΕΡΜΟΥΠΟΛΗ (ΣΥΡΟΣ)	5613	35,6	16,7	7	895746	98126	1,44	2,39	55,95	4042	24
ΚΑΒΑΛΑ	4529	28,7	15,1	8,6	546465	59863	1,27	1,85	60,8	3261	18
ΚΕΡΚΥΡΑ	1220	7,7	<0	>έργου	-1826376	-200073	0,1	0,19	257,29	879	228
ΣΗΤΕΙΑ(ΚΡΗΤΗ)	5600	35,5	16,7	7	888236	97303	1,44	2,39	56,07	4033	24

Πίνακας 7.2.2. : Αποτελέσματα οικονομικής και περιβαλλοντικής ανάλυσης λογισμικού προγράμματος Retscreen για την εγκατάσταση και λειτουργία σταθερού διασυνδεδεμένου αιολικού συστήματος 1800 kW με δανειοδότηση 35% του συνολικού κόστους, επιτόκιο δανεισμού 7% για επιλεγμένες περιοχές της Ελλάδας που εξετάζονται.

Αυτόνομο αιολικό σύστημα 5kW										
Εξεταζόμενες Περιοχές	Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (MWh)	Συντελεστής Ισχύος (%)	IRR μετά φόρων Μετοχές (%)	Αποπληρωμή μετοχών (έτη)	Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	Ετήσιες Αποταμιεύσεις Κύκλου Ζωής (€/έτος)	Λόγος Οφέλους Κόστους	Δείκτης κάλυψης Δανειακών Υποχρεώσεων	Ετήσια μείωση Εκπομπών CO ₂ (ton)	Κόστος μείωσης Εκπομπών ΑΤΘ (€/tCO ₂)
χωρίς επιδότηση με Χανείο 35%										
ΕΡΜΟΥΠΟΛΗ (ΣΥΡΟΣ)	3,4	7,7	-8,4	>έργου	-6821	-747	-0,13	0,52	1	1169
ΚΑΒΑΛΑ	3,4	7,7	-8,4	>έργου	-6821	-747	-0,13	0,52	1	1169
ΚΕΡΚΥΡΑ	3,4	7,7	-8,4	>έργου	-6821	-747	-0,13	0,52	1	1169
ΣΗΤΕΙΑ(ΚΡΗΤΗ)	3,4	7,7	-8,4	>έργου	-6821	-747	-0,13	0,52	1	1169
Με επιδότηση και δάνειο 35%										
ΕΡΜΟΥΠΟΛΗ (ΣΥΡΟΣ) (30%)	3,4	7,7	-6	>έργου	-4026	-441	0,34	0,52	1	690
ΚΑΒΑΛΑ (30%)	3,4	7,7	-4,8	>έργου	-3095	-339	0,49	0,52	1	530
ΚΕΡΚΥΡΑ (30%)	3,4	7,7	-6	>έργου	-4026	-441	0,34	0,52	1	690
ΣΗΤΕΙΑ(ΚΡΗΤΗ) (30%)	3,4	7,7	-6	>έργου	-4026	-441	0,34	0,52	1	690

Πίνακας 7.2.1. : Αποτελέσματα οικονομικής και περιβαλλοντικής ανάλυσης λογισμικού προγράμματος Retscreen για την εγκατάσταση και λειτουργία σταθερού διασυνδεδεμένου αιολικού συστήματος 10 kW με δανειοδότηση 35% του συνολικού κόστους, επιτόκιο δανεισμού 7% για επιλεγμένες περιοχές της Ελλάδας που εξετάζονται.

Από τα αποτελέσματα που εξήχθησαν χρησιμοποιώντας το λογισμικό RETScreen προκύπτει ότι στις επενδύσεις που αφορούν τα αιολικά συστήματα το σπουδαιότερο ρόλο διαδραματίζει η επιλογή της περιοχής εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας. Ο παράγοντας αιολικό δυναμικό φαίνεται να επηρεάζει τις επενδύσεις σε αιολικά συστήματα σε πολύ πιο κυρίαρχο βαθμό από ότι επηρεάζει το ηλιακό δυναμικό τις αντίστοιχες ηλιακές επενδύσεις.

Η ταχύτητα του ανέμου που πρέπει να υπάρχει στην υποψήφια προς επένδυση περιοχή είναι περίπου 4m/sec και ο συντελεστής ισχύος τουλάχιστον 25%, ώστε η επένδυση να καταστεί οριακά συμφέρουσα.

Οποιαδήποτε επένδυση σε αιολικό σύστημα κάτω από αυτά τα επίπεδα ανέμου οδηγεί το επενδυτικό εγχείρημα σε αποτυχία ακόμη και με γενναία επιδότηση.

Όσον αφορά στα μικρά αιολικά συστήματα της τάξης μεγέθους των 10kW παρατηρούμε πως ακόμα και με υποτιθέμενη επιδότηση οι εσωτερικοί βαθμοί απόδοσης παραμένουν εξαιρετικά μικροί γεγονός που μας οδηγεί στον αποκλεισμό της αιολικής ενέργειας τουλάχιστον σε οικιακό επίπεδο με τα παρόντα δεδομένα τη αγοράς(κόστος κατασκευής, τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικά).ομοίως και οι υπόλοιποι οικονομικού δείκτες επιβεβαιώνουν την ένδειξη αυτή. Οι καθαρές παρούσες αξίες είναι αρνητικές, η αποπληρωμή των μετοχών γίνεται προς το τέτο της εικοσαετίας είτε ακόμα και σε μεγαλύτερο ορίζοντα από τη διάρκεια ζωής του έργου και οι ετήσιες αποταμιεύσεις παραμένουν αρνητικές.

Προεξέχουσα θέση όσον αφορά στα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων ενδεικτικής ισχύος 150kW και 1800kW κατέχουν η Σύρος και η Κρήτη που διαθέτουν πλούσιο αιολικό δυναμικό με πολύ ικανοποιητικούς εσωτερικούς βαθμούς απόδοσης που κυμαίνονται μεταξύ 15%-18% λαμβάνοντας υπόψη τις αντίστοιχες επιδοτήσεις που προβλέπονται από τον αναπτυξιακό νόμο. Οι περιοχές αυτές επιδοτούνται επιπλέον με 30% του αρχικού κόστους εγκατάστασης για τις μεσαίες και μεγάλες κατηγορίες. Οι επενδύσεις σε περιοχές με ικανοποιητικό αιολικό δυναμικό όπως οι προαναφερθέντες σε συνδυασμό και με την επιδότηση που προβλέπεται από τον αναπτυξιακό παρουσιάζουν εξαιρετική βιωσιμότητα, μεγάλους εσωτερικούς βαθμούς απόδοσης, έχουν απόσβεση γύρω στα 7 έτη και λόγο ωφελειών/κόστους που κυμαίνεται κοντά στο 1,50. Ακόμα και χωρίς επιδότηση ωστόσο οι χρηματο-οικονομικοί δείκτες δείχνουν οριακή βιωσιμότητα με εσωτερικούς βαθμούς απόδοσης να κυμαίνονται κοντά στο

επιτόκιο αναγωγής που έχει ληφθεί 9%.

Αντίθετα βλέπουμε ότι επενδύσεις σε περιοχές με ανεπαρκές αιολικό δυναμικό όπως η Κέρκυρα δεν καθίστανται βιώσιμες ούτε με τον συνυπολογισμό της επιδότησης αποδεικνύοντας και τονίζοντας για ακόμα μια φορά τη σπουδαιότητα της επιλογής της περιοχής εγκατάστασης ενός αιολικού συστήματος.

Το σπουδαιότερο συμπέρασμα που προκύπτει από την ανάλυση των αιολικών συστημάτων εντοπίζεται στην βέλτιστη απόδοση των αιολικών συστημάτων σε μεγάλης τάξης μεγέθους έργα. Είναι σαφές ότι η αιολική τεχνολογία αποδίδει καλύτερα σε εγκαταστάσεις πάνω του ενός MW. Πρόκειται για τεχνολογία μαζικής παραγωγής ενέργειας και μεγάλης δυναμικότητας.

Ακολούθως διεξάγουμε ανάλυση ευαισθησίας για τις περιπτώσεις όπου ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης είναι μικρότερος του 12% (προσεγγίζοντας την τιμή του επιτοκίου αναγωγής, που θεωρήθηκε ίσος με 9% στην συγκεκριμένη ανάλυση επενδύσεων) και παράλληλα ο λόγος οφέλους – κόστους προσεγγίζει την τιμή της μονάδας, καθιστώντας οριακές τις αποδόσεις της επένδυσης. Η ανάλυση ευαισθησίας διενεργήθηκε βάση των παρακάτω μεγεθών: παραγόμενη ποσότητα και τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, αρχικό και ετήσιο κόστος, ύψος, επιτόκιο και περίοδος αποπληρωμής δανείου. Στους Πίνακες 7.2.1 – 7.2.2 δίνεται η ανάλυση ευαισθησίας του Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης για επενδύσεις σε φωτοβολταϊκά συστήματα με $a=15\%$ που εγκαταστάθηκαν σε ενδεικτικές περιοχές όπου τα συστήματα έχουν χαμηλότερη αλλά αποδεκτή οικονομική απόδοση.

	Αρχικά κόστη			€
208.928	235.044	261.160	287.276	313.392
-20%	-10%	0%	10%	20%
13,7%	11,5%	11,5%	8,2%	6,9%
13,7%	11,5%	9,7%	8,2%	6,9%
13,7%	11,5%	9,7%	8,2%	6,9%
13,7%	11,5%	9,7%	8,2%	6,9%
13,7%	11,5%	9,7%	8,2%	6,9%

Λειτουργία & Συντήρηση				€
4.178	4.701	5.223	5.745	6.268
-20%	-10%	0%	10%	20%
10,3%	10,0%	9,7%	9,4%	9,1%
10,3%	10,0%	9,7%	9,4%	9,1%
10,3%	10,0%	9,7%	9,4%	9,1%
10,3%	10,0%	9,7%	9,4%	9,1%
10,3%	10,0%	9,7%	9,4%	9,1%
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού				€/MWh
60,66	68,24	75,82	83,40	90,98
-20%	-10%	0%	10%	20%
5,9%	8,0%	9,9%	11,9%	13,7%
5,7%	7,8%	9,8%	11,7%	13,6%
5,6%	7,7%	9,7%	11,6%	13,4%
5,5%	7,6%	9,6%	11,5%	13,3%
5,4%	7,5%	9,4%	11,3%	13,2%
Τοκοχρεολύσιο				%
28%	32%	35%	39%	42%
-20%	-10%	0%	10%	20%
9,5%	9,6%	9,7%	9,8%	9,9%
9,5%	9,6%	9,7%	9,8%	9,9%
9,5%	9,6%	9,7%	9,8%	9,9%
9,5%	9,6%	9,7%	9,8%	9,9%
9,5%	9,6%	9,7%	9,8%	9,9%
Επιτόκιο δανεισμού				%
5,60%	6,30%	7,00%	7,70%	8,40%
-20%	-10%	0%	10%	20%
9,9%	9,8%	9,7%	9,6%	9,4%
9,9%	9,8%	9,7%	9,6%	9,4%
9,9%	9,8%	9,7%	9,6%	9,4%
9,9%	9,8%	9,7%	9,6%	9,4%
9,9%	9,8%	9,7%	9,6%	9,4%
Περίοδος χρέους				έτος
8	9	10	11	12
-20%	-10%	0%	10%	20%
9,7%	9,8%	9,9%	10,1%	10,2%
9,6%	9,7%	9,8%	9,9%	10,0%
9,5%	9,6%	9,7%	9,8%	9,9%
9,4%	9,5%	9,6%	9,6%	9,7%
9,3%	9,4%	9,4%	9,5%	9,6%

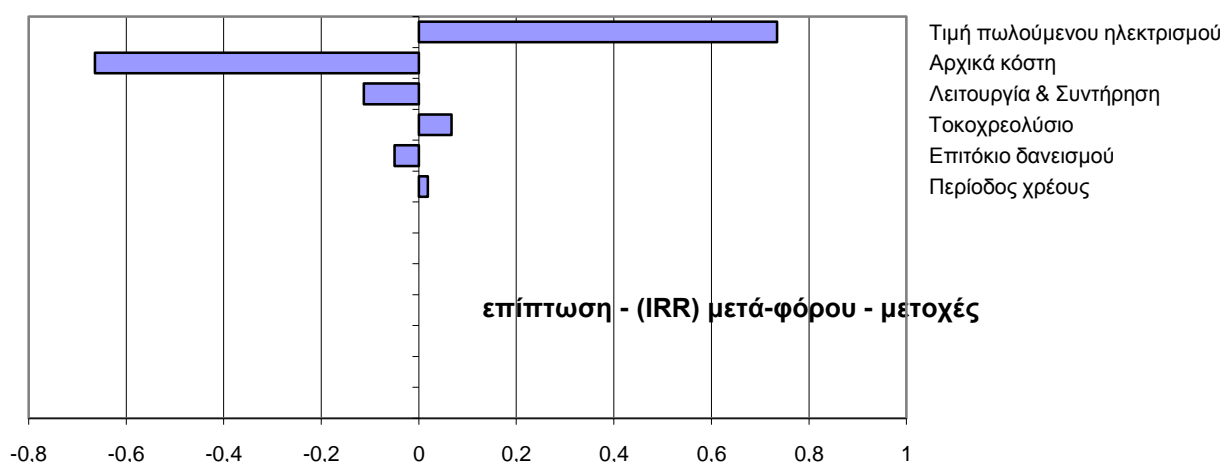
Πίνακας 7.2.1: Ανάλυση ευαισθησίας Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε αιολικό σύστημα 150kW ($\alpha = 15\%$) στη Σύρο με τοκοχρεολύσιο 35% και επιτόκιο δανεισμού 7% του συνολικού κόστους εγκατάστασης

	Αρχικά κόστη			€
208.928	235.044	261.160	287.276	313.392
-20%	-10%	0%	10%	20%
13,6%	11,4%	9,7%	8,1%	6,8%
13,6%	11,4%	9,7%	8,1%	6,8%
13,6%	11,4%	9,7%	8,1%	6,8%
13,6%	11,4%	9,7%	8,1%	6,8%
13,6%	11,4%	9,7%	8,1%	6,8%
	Λειτουργία & Συντήρηση			€
4.178	4.701	5.223	5.745	6.268
-20%	-10%	0%	10%	20%
10,2%	9,9%	9,7%	9,4%	9,1%
10,2%	9,9%	9,7%	9,4%	9,1%
10,2%	9,9%	9,7%	9,4%	9,1%
10,2%	9,9%	9,7%	9,4%	9,1%
10,2%	9,9%	9,7%	9,4%	9,1%
	Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού			€/MWh
60,66	68,24	75,82	83,40	90,98
-20%	-10%	0%	10%	20%
5,8%	7,9%	9,9%	11,8%	13,6%
5,7%	7,8%	9,8%	11,7%	13,5%
5,6%	7,7%	9,7%	11,6%	13,4%
5,5%	7,5%	9,5%	11,4%	13,3%
5,3%	7,4%	9,4%	11,3%	13,1%
	Τοκοχρεολύσιο			%
28%	32%	35%	39%	42%
-20%	-10%	0%	10%	20%
9,4%	9,5%	9,7%	9,8%	9,9%
9,4%	9,5%	9,7%	9,8%	9,9%
9,4%	9,5%	9,7%	9,8%	9,9%
9,4%	9,5%	9,7%	9,8%	9,9%
9,4%	9,5%	9,7%	9,8%	9,9%
	Επιτόκιο δανεισμού			%
5,60%	6,30%	7,00%	7,70%	8,40%
-20%	-10%	0%	10%	20%
9,9%	9,8%	9,7%	9,5%	9,4%
9,9%	9,8%	9,7%	9,5%	9,4%
9,9%	9,8%	9,7%	9,5%	9,4%
9,9%	9,8%	9,7%	9,5%	9,4%
9,9%	9,8%	9,7%	9,5%	9,4%

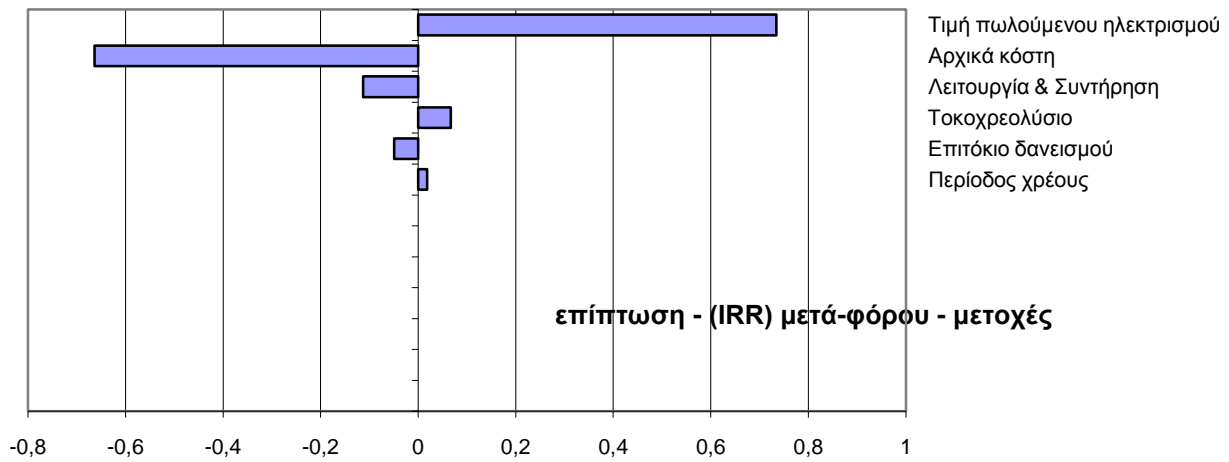
	Περίοδος χρέους			έτος
8	9	10	11	12
-20%	-10%	0%	10%	20%
9,7%	9,8%	9,9%	10,0%	10,1%
9,6%	9,7%	9,8%	9,9%	10,0%
9,5%	9,6%	9,7%	9,7%	9,8%
9,4%	9,5%	9,5%	9,6%	9,7%
9,3%	9,3%	9,4%	9,5%	9,5%

Πίνακας 7.2.2: Ανάλυση ευαισθησίας Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε αιολικό σύστημα 150kW ($\alpha = 15\%$) στη Σητεία με τοκοχρεολύσιο 35% και επιτόκιο δανεισμού 7% του συνολικού κόστους εγκατάστασης

Από τους Πίνακες 7.2..1 – 7.2.2 εύκολα εξάγεται το συμπέρασμα ότι όπως και στα φωτοβολταϊκά συστήματα, διαφορετική είναι η επίδραση κάθε παραμέτρου στον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης των επενδύσεων. Ομοίως, σημαντικότερη επίδραση έχουν η τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας, το αρχικό κόστος εγκατάστασης και το ετήσιο κόστος. Διαγραμματικά, η επίδραση του κάθε μεγέθους για τις εξεταζόμενες περιπτώσεις παρουσιάζεται στα Σχήματα 7.2.1 – 7.2.2, στα οποία δίνεται η συγκριτική συνεισφορά κάθε παραμέτρου στον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης μέσω ενός αδιάστατου μεγέθους, που αποτελεί τον συντελεστή κάθε παραμέτρου. Οι θετικές τιμές δηλώνουν ότι η αύξηση της τιμής της παραμέτρου έχει ως συνέπεια την παράλληλη αύξηση της τιμής του Εσωτερικού Συντελεστή. Το αντίθετο συμβαίνει στην περίπτωση που το αδιάστατο μέγεθος λαμβάνει αρνητικές τιμές.



Σχήμα 7.2.1: Επίδραση μεγεθών στον Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε αιολικό σύστημα 150kW ($\alpha = 15\%$) στη Σύρο χωρίς επιδότηση με τοκοχρεολύσιο 35% του αρχικού κόστους επένδυσης και επιτόκιο δανεισμού 7%



Σχήμα 7.2.2: Επίδραση μεγεθών στον Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης της επένδυσης σε αιολικό σύστημα 150kW ($\alpha = 15\%$) στη Σητεία χωρίς επιδότηση με τοκοχρεολύσιο 35% του αρχικού κόστους επένδυσης και επιτόκιο δανεισμού 7%

Κεφάλαιο 8

Συγκριτική Οικονομική Τεχνική και Περιβαλλοντική Αξιολόγηση Επενδύσεων σε ΑΠΕ-Συμπεράσματα

Κάθε μορφή ενέργειας παρουσιάζει όπως διαπιστώνουμε ιδιαίτερα οφέλη αλλά και δυσκολίες. Από τεχνικής άποψης οι τεχνολογίες εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας επιτυγχάνουν πολύ υψηλότερα επίπεδα απόδοσης που κυμαίνονται μεταξύ 75-100% τη στιγμή που οι ανεμογεννήτριες αποδίδουν μόνο στο 17% της ονομαστικής ισχύς τους. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν το προτέρημα ότι είναι λειτουργικά και προσφέρουν επεκτασιμότητα της ισχύος τους και δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) , καθώς εύκολα μπορούν να γίνουν προσθαφαιρέσεις στον αριθμό των ηλιακών πλαισίων, αυξομειώνοντας ανάλογα την παραγωγική τους δυνατότητα και αναιρώντας έτσι το μειονέκτημα της ασυνεχούς παραγωγής ενέργειας. Ακόμη, δίνοντας τον απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή, και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια, τον καθιστούν πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν έτσι στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της Δανίας όπου παρουσιάστηκε μείωση της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού από χρήστες φωτοβολταϊκών, της τάξης του 5-10%. Οι ανεμογεννήτριες από την άλλη προσφέρουν ελάχιστα περιθώρια ευελιξίας, καθώς είναι προκαθορισμένου μεγέθους και δεν επιδέχονται σημαντικής αναβάθμισης.

Ακόμα η αστάθεια στην απόδοσή των ανεμογεννητριών, εξαιτίας των ευμετάβλητων χαρακτηριστικών του ανέμου, ενέχει κινδύνους, ενώ παράλληλα προϋποθέτει την συνεχή παρακολούθηση και αξιολόγηση των δεδομένων καθώς και την συστηματική διενέργεια προβλέψεων προκειμένου να εντοπιστούν εγκαίρως ανεπιθύμητες απότομες πτώσεις στην απόδοσή τους. Η εποχικότητα του αιολικού δυναμικού, η οποία στην ηπειρωτική χώρα παίρνει χαμηλές τιμές κατά τους κρίσιμους καλοκαιρινούς μήνες όταν η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος είναι αυξημένη, εξαιτίας κυρίως της τεράστια προσέλευσης τουριστών και της μεγάλης χρήσης των κλιματιστικών αποτελεί σημαντικό μειονέκτημα της αιολικής. Εξαιρεση αποτελούν οι νησιωτικές περιοχές κυρίως του Αιγαίου πελάγους. Αντιθέτως τα φωτοβολταϊκά συστήματα χαρακτηρίζονται από αυξημένη

σταθερότητα και λαμβάνουν την υψηλότερη τους απόδοση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες όταν οι ανάγκες είναι αυξημένες, ενώ το μόνο που απαιτείται είναι αλλαγή της κλίσης τους μερικές φορές τον χρόνο ούτως ώστε να συμβαδίζουν πλήρως με την κίνηση του ηλίου. Αυτό βεβαίως είναι εφικτό μόνο στα συστήματα μεταβλητού άξονα. Ένα ακόμα θέμα των αιολικών πάρκων είναι ότι τις μέρες με χαμηλό αιολικό δυναμικό, οι ανεμογεννήτριες χρειάζονται ενίσχυση από συμβατικούς υποσταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με αποτέλεσμα περίπου το 30% της συνολικής τους απόδοσης να παράγεται με την χρήση συμβατικών καυσίμων, κάτι που δε συμβαίνει με τα φωτοβολταϊκά συστήματα που είναι 100% ενεργειακώς καθαρά.

Όσον αφορά στην εγκατάσταση και λειτουργία των δύο ειδών συστημάτων φαίνεται να υπερτερεί και εδώ η ηλιακή ενέργεια. Η εγκατάσταση ανεμογεννητριών απαιτεί τη διάνοιξη δρόμων μεγάλου συνολικού μήκους, δεδομένου ότι οι ανεμογεννήτριες συνήθως εγκαθίστανται σε δυσπρόσιτες περιοχές προκειμένου να εκμεταλλευτούν πλήρως το αιολικό δυναμικό, και τη δημιουργία πλατειών πολλών στρεμμάτων. Για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού απαιτείται περιορισμένη έκταση γης και υπάρχουν πολλές περιοχές όπου ο μέσος όρος παραγωγικών ωρών ηλιοφάνειας ημερησίως είναι εξίσου υψηλός, επομένως οι επιλογές περιοχών και ακινήτων είναι περισσότερες ενώ η εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου προϋποθέτει άμεση αρνητική επίδραση σε πολλαπλάσια έκτασης γη και υψηλό αιολικό δυναμικό οπότε δε δίνει την δυνατότητα επιλογής υποβαθμισμένων περιοχών ή περιοχών με περιορισμένες δυνατότητες ανάπτυξης

Αντιδράσεις επίσης προκαλεί το γεγονός ότι η λειτουργία των πανύψηλων ανεμογεννητριών στην χώρα μας, ελλοχεύει τεράστιους κινδύνους στην ασφάλεια των κατοίκων και των περιουσιών, καθώς σύμφωνα με την διεθνή εμπειρία και τις δυνατότητες της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας, μια φλεγόμενη ανεμογεννήτρια είναι αδύνατο να κατασβηστεί στα 130μ ύψος, ενώ θα εκσφενδονίζει πυρ μέσω του έλικα της σκορπώντας εστίες πυρκαγιάς στις γύρω περιοχές. Εξίσου αμφιλεγόμενο είναι και το γεγονός ότι οι ανεμογεννήτριες τοποθετούνται σε σημεία που στην πλειοψηφία τους εντάσσονται στις διαδρομές τις οποίες έχουν επιλέξει τα

αποδημητικά πουλιά για είσοδο-έξοδο. Τέλος πρόβλημα αποτελούν οι παρεμβολές στα ραντάρ της αεροπορίας και στις τηλεπικοινωνίες που δημιουργούνται από τις ανεμογεννήτριες. . Το υπουργείο Άμυνας του Ηνωμένου Βασιλείου, έχει σταματήσει σε ολόκληρη τη χώρα 28 Αιολικά Πάρκα από το να εγκατασταθούν σε διάστημα ενός χρόνου, λόγω των παρεμβολών που προκαλούν οι ανεμογεννήτριες στα ραντάρ της αεροπορίας. Οι εγκαταστάσεις που στοχεύουν στην ηλιακή ενέργεια από την άλλη είναι φιλικές προς το περιβάλλον και δεν υφίστανται τέτοιου είδους προβλήματα

Συγκρίνοντας από οικονομική σκοπιά τις 2 μορφές ενέργειας εντελώς επιφανειακά φαίνεται να αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα ανάπτυξης το μεγάλο αρχικό κόστος των φωτοβολταϊκών έναντι του μικρού κόστους αγοράς των ανεμογεννητριών. Ωστόσο κρίνοντας σφαιρικά τα δεδομένα φαίνεται να διαφέρουν. Από την εγκατάσταση και λειτουργία αιολικών πάρκων επηρεάζεται αρνητικά και η οικονομία της χώρας, λόγω της μείωσης της αξίας των ακινήτων και της μείωσης του τουρισμού στις περιοχές όπου υπάρχουν ανεμογεννήτριες. Η μείωση του τουρισμού επέρχεται λόγω της οπτικο-ακουστικής ρύπανσης από τις ανεμογεννήτριες. Τα Φωτοβολταϊκά πάρκα δεν επιφέρουν μείωση στον τουρισμό και οι εγκαταστάσεις που στοχεύουν στην ηλιακή ενέργεια είναι φιλικές προς το περιβάλλον Επίσης, το 100% των ανεμογεννητριών και του εξοπλισμού που αφορά στα αιολικά πάρκα θα πρέπει να εισαχθεί από το εξωτερικό ενώ το 75% περίπου του εξοπλισμού που αφορά στα ηλιοθερμικά μπορεί να παραχθεί και μόνο το 25% να εισαχθεί. Υψηλότατο κόστος και ανυπολόγιστες συνέπειες δημιουργούν οι μεταφορές προς και εντός της χώρας μας των άκαμπτων ελίκων προκειμένου να συναρμολογηθούν. Τα φωτοβολταϊκά πάρκα δεν επιφέρουν μείωση στον τουρισμό και οι εγκαταστάσεις που στοχεύουν στην ηλιακή ενέργεια είναι φιλικές προς το περιβάλλον

Η εγκατάστασή των φωτοβολταϊκών σε κατοικίες και άλλα κτίρια είναι πολύ προτιμότερη από τις αυτόνομες εγκαταστάσεις για δύο λόγους: Πρώτον αποφεύγεται η δέσμευση μεγάλων γεωργικών εκτάσεων για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών και η περαιτέρω αισθητική επιβάρυνση και αλλοίωση της υπαίθρου μας. Επιπλέον η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών σε κτίρια μπορεί να

γίνει με τρόπο που να «δένει» αρχιτεκτονικά με την αισθητική των κτηρίων. Κατά δεύτερον η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών οδηγεί σε παραγωγή ενέργειας κοντά στην κατανάλωση και κατά συνέπεια αποφεύγονται οι απώλειες συστήματος και δικτύου. Η ανάπτυξη φωτοβολταϊκών κοντά στη ζήτηση θα μπορούσε να βοηθήσει στην καθυστέρηση ή αποφυγή επενδύσεων στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής ενέργειας που θα ήταν διαφορετικά αναγκαίες.

Ωστόσο μία από τις σημαντικότερες διαπιστώσεις που προκύπτουν είναι ότι η εγκατάσταση αιολικών και Φ/Β συστημάτων για ιδιοκατανάλωση και για συνδέσεις εκτός δικτύου είναι οικονομικά ασύμφορη και προτείνεται σαν λύση μόνο σε απομονωμένες περιοχές της χώρας, όπου δεν υπάρχει εναλλακτική λύση. Το συμπέρασμα αυτό αποδεικνύεται και από την οικονομική ανάλυση του προγράμματος REtscreen. Οι εσωτερικοί βαθμοί απόδοσης των επενδύσεων σε αυτόνομα αιολικά και φωτοβολταϊκά συστήματα είναι όχι μόνο μικρότεροι του λαμβανόμενου ως επιτοκίου αναγωγής 9% αλλά και αρνητικοί σε πολλές των περιπτώσεων. Οι επιδοτήσεις που προβλέπονται για την τοποθέτηση ηλιακών συστημάτων, δυστυχώς, αφορούν μόνο τα σχετικά μεγάλα συστήματα και αποκλείονται, μέχρι στιγμής τουλάχιστον, οι μικροί καταναλωτές. Γεγονός, το οποίο γεννά ερωτήματα σχετικά με την επίδραση που θα έχει αυτή η «πολιτική» στην εξάπλωση των ΑΠΕ στο επίπεδο του οικιακού τομέα ο οποίος θεωρείται και ένας από τους πλέον ενεργοβόρους και ταυτόχρονα ρυπογόνους τομείς της ελληνικής οικονομίας. Χαρακτηριστικά, σημειώνουμε, ότι η μεγάλη διείσδυση των Φ/Β συστημάτων στην Γερμανία, Ιαπωνία και σε άλλες ανεπτυγμένες χώρες οφείλεται κυρίως στις μικρές ιδιωτικές εφαρμογές και όχι σε μεγάλες εγκαταστάσεις οι οποίες καταλαμβάνουν εκτάσεις γης, που δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται παράλληλα για άλλη εκμετάλλευση, όπως αγροτική ή κτηνοτροφική.

Αντίθετα, ευνοούνται από το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο οι επενδύσεις σε σχετικά μεγάλα συστήματα, αιολικά και φωτοβολταϊκά διασυνδεδεμένα στο κεντρικό δίκτυο, τα οποία τυγχάνουν της δυνατότητας υψηλής επιδότησης αλλά και πώλησης της περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας στη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, σε σχετικά υψηλή τιμή.

Συγκρίνοντας τους βαθμούς απόδοσης ανά κατηγορία διασυνδεδεμένων συστημάτων επιχειρούμε μια συγκριτική αποτίμηση επενδύσεων μεταξύ της αιολικής και της ηλιακής ενέργειας για τα διασυνδεδεμένα συστήματα. Στις μικρές κατηγορίες 5-10-20kW που αφορούν κυρίως περιπτώσεις ιδιοκατανάλωσης και ενσωμάτωσης φωτοβολταϊκής και αιολικής τεχνολογίας σε στέγες κτηρίων βλέπουμε να υπερτερούν από οικονομικής άποψης τα φωτοβολταϊκά συστήματα όπου παρουσιάζουν εξαιρετικά αποδοτικούς εσωτερικούς βαθμούς απόδοσης οι οποίοι θα ήταν ακόμα υψηλότεροι αν ίσχυαν οι επιδοτήσεις που ισχύουν και για τα μεγαλύτερα συστήματα. Ακόμα και χωρίς επιδότηση ωστόσο οι επενδύσεις χαρακτηρίζονται συμφέρουσες με μοναδικό μειονέκτημα το γεγονός ότι ο χρόνος αποπληρωμής παραμένει υψηλός χωρίς επιδοτήσεις διαμορφούμενος μεταξύ 8-12 έτη ανάλογα την περίπτωση. Οι αντίστοιχες αιολικές επενδύσεις σε αυτή την κατηγορία τάξης μεγέθους είναι ασύμφωρες και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η αιολική ενέργεια θεωρείται πηγή ενέργειας μεγάλης κλίμακας.

Στη μεσαία κατηγορία των 100kW τα φωτοβολταϊκά συστήματα εκμεταλλεύονται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο την ανεβασμένη τιμή της MWh σε σχέση με τα μεγαλύτερα συστήματα πάνω των 100MW (όπου η τιμή πώλησης της ηλιακής MWh πέφτει) και εμφανίζουν τους μέγιστους εσωτερικούς βαθμούς απόδοσης. Στην ίδια κατηγορία και στη μεγαλύτερη κατηγορία άνω του 1MW οι αιολικές επενδύσεις εμφανίζουν μεγαλύτερους εσωτερικούς βαθμούς απόδοσης στις περιοχές που εμφανίζουν υψηλό αιολικό δυναμικό και φαίνεται να υπερτερούν έναντι των αντίστοιχων φωτοβολταϊκών εγχειρημάτων. Απαραίτητη προϋπόθεση ωστόσο για την σωστή εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας παραμένει η σωστή επιλογή κατάλληλης περιοχής. Τα αιολικά συστήματα φαίνεται να αποδίδουν καλύτερα σε εγκαταστάσεις πάνω του 1 MV.

Κλείνοντας είναι σαφές ότι η αιολική τεχνολογία αποδίδει καλύτερα σε εγκαταστάσεις πάνω του ενός MW. Πρόκειται για τεχνολογία μαζικής παραγωγής ενέργειας και μεγάλης δυναμικότητας που θα μπορούσε να αποφέρει σημαντικές επενδυτικές ευκαιρίες και τεράστια ηλεκτροπαραγωγή. Από την άλλη μεριά τα φωτοβολταϊκά συστήματα με το ισχύον νομικό πλαίσιο κ ακόμα περισσότερο εάν διευρυνθεί η χρήση τους στο επίπεδο του οικιακού τομέα με τα κατάλληλα κίνητρα μπορούν να ενσωματωθούν αρμονικά και να συνεισφέρουν στον οικιακό ενεργειακό ισοζύγιο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αραβώσης Κωνσταντίνος, Κατάρτιση και αξιολόγηση επενδυτικών σχεδίων, εκδόσεις Νομική Βιβλιοθήκη, 2007
- Αρθούρος Ζερβός, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Πανεπιστημιακές Σημειώσεις), Εκδόσεις Ε.Μ.Π. , 2000
- Ασημακόπουλος Διονύσιος, Διδακτικές Σημειώσεις στο μάθημα: Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Τμήμα Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. , 2006
- Γ. Μπεργελές – Ανεμοκινητήρες, Εκδόσεις Ε.Μ.Π, 2005
- Γιαννακίκου Αμαλία, Αιολική Ενέργεια: Ευκαιρίες και προκλήσεις, Rokas Renewables, 2009
- Διακουλάκη Δανάη, Διδακτικές Σημειώσεις στο μάθημα: Οικονομική της Ενέργειας και του Περιβάλλοντος, Τμήμα Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., 2006
- ECOTEC, Renewable Energy Sector in the EU: Its employment and export potential, a final report to DG Environment, 2002
- Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης, Ενέργεια, Περιβάλλον και Επιχειρηματικότητα, 2003
- European Commission, Promotion of green electricity, 2001
- European Commission, Special Barometer: Energy Technologies, 2007
- Καπλάνης Σωκράτης, Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Εκδόσεις Ίων, 2003
- Καλδέλλης Ιωαννης-Κλεανθη ,Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας, Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε, 2005
- Καρβούνης Σωτήρης, Γεωργάκελλος Δημήτρης, Διαχείριση του Περιβάλλοντος: Επιχειρήσεις και Βιώσιμη Ανάπτυξη, 2003
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Θεσμικό, αδειοδοτικό και χρηματοοικονομικό πλαίσιο υλοποίησης έργων ΑΠΕ στην Ελλάδα, 2006
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Περιβαλλοντικές επιπτώσεις πάρκων αιολικής ενέργειας, 2005
- Μαλαμής Βασίλειος, Αυτόνομες εφαρμογές ηλιακής ενέργειας μικρού και μεσαίου μεγέθους, εκδόσεις ΙΩΝ, 1999
- Μ. Π. Παπαδόπουλος , Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές, Εκδόσεις Ε.Μ.Π, 1997

- Παπαδόπουλος Άγις, Διδακτικές Σημειώσεις στα μαθήματα: Οικονομική των Επιχειρήσεων και Ανάλυση – Αξιολόγηση Επενδύσεων, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Α.Π.Θ., 2001
- Σταμπολής Κ., Ουραγός στις ανανεώσιμες πηγές η Ελλάδα, Καθημερινή, 2004
- Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, Ευρωβαρόμετρο για τα Φ/Β 2006
- Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, Η αγορά φωτοβολταϊκών: τάσεις και προοπτικές, 2006
- Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, Ένας πρακτικός οδηγός για επενδύσεις σε φωτοβολταϊκούς σταθμούς, 2009
- Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, Στρατηγικές ανάπτυξης της αγοράς φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα, 2003
- Υπουργείο Ανάπτυξης, 3^η Εθνική Έκθεση για το επίπεδο διεύθυνσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας το έτος 2010, 2005
- Φραγκιαδάκης Ι. Ε. , Φωτοβολταϊκά Συστήματα, 2004
- Χατζηβασιλειάδης Ιωάννης, Ανάπτυξη των Φωτοβολταϊκών εφαρμογών στην Ελλάδα, 2007

Δικτυακοί τόποι

- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας : www.cres.gr
- RETScreen International-Clean Energy Decision Support Centre: “Wind Energy Project Analysis” : www.etscreen.net .
- Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας : www.rae.gr
- Παγκόσμιο Συμβούλιο Αιολικής Ενέργειας : www.gwec.net
- European Wind Energy Association : www.ewea.org
- Υπουργείο Ανάπτυξης : www.ypan.gr
- www.greenpeace.gr
- Εθνική Τράπεζα της Ελλάδος : www.nbg.gr/Ανακοινώσεις-Εκδόσεις/Δημοσιεύματα-Εκδόσεις/ Κλαδικές Μελέτες
- Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας: www.eletaen.gr
- <http://tolinionews.blogspot.com>
- www.econews.gr
- www.draxis.gr
- Photovoltaic Geographical Information System
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α. Καταναλώσεις συνηθισμένων οικιακών συσκευών

Παρακάτω υπάρχουν μερικές ενδεικτικές τιμές κατανάλωσης σε Watt συνηθισμένων οικιακών συσκευών:

Πίνακας Α-1. Καταναλώσεις συνηθισμένων οικιακών συσκευών

Οικιακή συσκευή	Κατανάλωση ανά ώρα σε Watt
Ηλεκτρική καφετιέρα	900-1200 W
Στεγνωτήριο ρούχων	1800-5000 W
Πλυντήριο πιάτων (μεγάλο)	2500-3200 W
Πλυντήριο ρούχων	1500-2800 W
Ηλεκτρική κουζίνα	1500-2700 W
Ψυγείο (frost-free, 16 κυβικά πόδια)	725 W
Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας	2500-4000W
Ανεμιστήρας οροφής	65-175 W
Πιστολάκι μαλλιών	1000-1875 W
Φορητή Θερμάστρα	1500-2000 W
Ηλεκτρικό Σίδερο	1000-1800 W
Φούρνος Μικροκυμάτων	400-1100 W
Ηλεκτρονικός Υπολογιστής:	
CPU – εν λειτουργία / standby	120 / 30 W
Οθόνη εν λειτουργία / standby	150 / 30 W
Laptop	50 W
Στερεοφωνικό	70-400 W
Τηλεοράσεις (έγχρωμες) έως 19"	65-110 W
Τοστιέρα	800-1400 W
Βίντεο / DVD	20-50 W
Ηλεκτρική σκούπα	1000-1800 W

(Πηγή: <http://www.dei.gr>)