



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ (ΜΒΑ)**

**Διπλωματική Εργασία**

**ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ:  
ΕΞΕΛΙΞΗ - ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ**

Μουζιούρας Νικόλαος του Χρήστου (ΑΜ ΕΜΒΑ:727)

Πειραιάς, 2010

**Αφιερώνεται στους γονείς μου**

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΡΑΙΑ

## ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΞΕΛΙΞΗ – ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ

Μουζιούρας Νικόλαος

Σημαντικοί Όροι: Πράσινη Οικονομία, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Αιολική -Ηλιακή Ενέργεια, Εξέλιξη, Πρόβλεψη

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μία δυναμική τάση προς την οικολογική ανάπτυξη τόσο για οικονομικούς όσο και για περιβαλλοντικούς όρους. Αναπόσπαστο κομμάτι μιας πράσινης οικονομίας αποτελούν οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας όπου από το 2004 και μετά αποτελούν ουσιαστική και αξιόπιστη πηγή ενέργειας.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι α) να προσεγγίσει την ιστορική εξέλιξη αυτών (τόσο ως σύνολο, όσο και ως αιολική και ηλιακή ενέργεια επί μέρους) σε όρους ποσότητας, ποιότητας και επένδυσης, β) να κατανοήσει το γενικότερο πολιτικό και οικονομικό πλαίσιο προώθησης και ανάπτυξής τους και γ) να προβλέψει την μελλοντική πορεία αυτών (μέσω του στατιστικού λογιστικού πακέτου Stat Graphics) στον Ελλαδικό χώρο.

Τα αποτελέσματα έρχονται να επαληθεύσουν την αυξητική πορεία του κλάδου, την επιβράδυνση αυτού λόγω των προβλημάτων της ελληνικής οικονομίας που επικεντρώνονται στο πολύπλοκο γραφειοκρατικό μοντέλο και στην έλλειψη ανταγωνιστικότητας και εν τέλει στην απόσταση της παροντικής πραγματικότητας αλλά και των μελλοντικών προβλέψεων από τους στόχους που έχουν τεθεί από την Ε.Ε. και από την ελληνική πολιτεία αντίστοιχα.

## *Ευχαριστίες*

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Μιχάλη Σφρακιανάκη τόσο για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα όσο και για την ουσιαστική βοήθεια και υποστήριξη που μου παρείχε.*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΑΙΑΣ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	3
Ευχαριστίες	4
Κατάσταση Πινάκων	7
Κατάσταση Διαγραμμάτων	8
Κατάσταση Σχημάτων – Χαρτών	10
<b>Εισαγωγή</b>	<b>12</b>
<b>Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>: ΑΠΕ – ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ</b>	<b>14</b>
1.1 Οικονομική Κρίση και Οικολογικό Πρόβλημα	14
1.2 Παγκόσμια Κρίση και Ενεργειακό Ζήτημα	16
1.3 Ενέργεια – εναλλακτικές μορφές επένδυσης	18
1.3.1 Βελτιστοποίηση Ενεργειακής Αποδοτικότητας	18
1.3.2. Βασικοί Άξονες Επενδύσεων	21
1.3.3. Επενδύσεις σε επίπεδο επιχείρησης	24
1.3.4 Λόγοι που εμποδίζουν την ανάληψη αποφάσεων επενδύσεων	26
1.4 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	27
1.4.1 Εισαγωγικές Έννοιες – Εξέλιξη	28
1.4.1.1 Εξέλιξη: Παγκοσμίως	28
1.4.1.2 Εξέλιξη – Ελλάδα	32
1.4.2 Μορφές ΑΠΕ	35
1.4.2.1 Ηλιακή Ενέργεια	35
1.4.2.2. Αιολική Ενέργεια	37
1.4.2.3 Βιομάζα	37
1.4.2.4 Γεωθερμική Ενέργεια	39
1.4.2.5 Υδραυλική Ενέργεια	39
1.4.3 ΑΠΕ σε οικονομικό Επίπεδο	39
<b>Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>	<b>45</b>
2.1 Γενικά Στοιχεία	45
2.2 Εξέλιξη	47
2.2.1 Εξέλιξη Αιολικής Ενέργειας στην Ε.Ε. – Κόσμο	47
2.2.2 Εξέλιξη Αιολικής Ενέργειας Ελλάδα	51
2.3. Επενδυτικά Κριτήρια	54
2.3.1 Κόστος	54
2.3.2 Τοποθεσία	57

2.3.3 Έσοδα	60
2.3.4. Διαδικασίες	61
2.3.4.1 Αδειοδοτική Διαδικασία	61
2.3.4.2 Άδεια Παραγωγής Ηλεκτρικού Ρεύματος	62
2.3.4.3 Άδεια Εγκαταστάσεως	65
2.4.4.4 Διαδικασία Περάτωσης Έργου	66
2.5 Συμπεράσματα	67
<b>Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Φ/Β ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>	74
3.1 Εισαγωγικά Στοιχεία	74
3.2 Εξέλιξη	74
3.2.1 Παγκόσμια Εξέλιξη	77
3.2.2. Εξέλιξη στην Ελλάδα	88
3.3 Φ/Β: Επένδυση	93
3.3.1 Εξοπλισμός	93
3.3.2 Τοποθεσία	96
3.3.3 Κόστος Επένδυσης και Όφελος αυτής	99
3.3.4 Νομικό Πλαίσιο	100
3.4 Συμπέρασμα	101
<b>4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ</b>	106
4.1 Μεθοδολογία Στατιστικής Ανάλυσης	106
4.1.1 Χρήση Χρονοσειρών	107
4.1.2 Διερεύνηση Ύπαρξης Εποχικότητας	108
4.1.3 Επιλογή Καταλληλότερου Μοντέλου Πρόβλεψης	109
4.1.4 Πρόβλεψη	113
4.2 Περιορισμοί Έρευνας	117
<b>5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ</b>	120
5.1 Ενέργεια παραγόμενη από ΑΠΕ – Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ στον Ελλαδικό Χώρο	120
5.2 Αιολική Ενέργεια – Εγκατεστημένη Ισχύς Ανεμογεννητριών	129
5.3 Στατιστική Ανάλυση Ενέργειας Παραγόμενης από Φ/Β Στοιχεία – Εγκατεστημένης Ισχύος Φ/Β Στοιχείων	136
5.4 Συσχέτιση Μεγεθών – Συγκερασμός Αποτελεσμάτων	142
<b>Κύριο Συμπέρασμα - Επίλογος</b>	149
Βιβλιογραφία	153
<b>Παράρτημα</b>	157
7.1 Στατιστική Ανάλυση	157
7.2 Διαγράμματα (Έξοδος Λογισμικού Stat Graphics)	176

## ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1	Κατανομή επενδύσεων στον Βιομηχανικό Τομέα	20
Πίνακας 2.1	Τιμολόγηση Πωληθέντος μονάδας Η/Ε αιολικής ενέργειας	68
Πίνακας 2.2	Δυνατές Επιχορηγήσεις	69
Πίνακας 3.1	Κατανομή Φ/Β ανά τομέα χρήσης στην Ελλάδα	87
Πίνακας 3.2	Τιμολόγησης παραγόμενης ΚWh από Φ/Β Συστήματα στην Ελλάδα	90
Πίνακας 3.3	Πολυπλοκότητα Διαδικασιών στην Ελλάδα	91
Πίνακας 3.4	Κατηγοριοποίηση Φ/Β βάση χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας	93
Πίνακας 4.1	Αναφορά Ανάλυσης Δεδομένων	110
Πίνακας 4.2	Αναφορά Ανάλυσης Προβλέψεων	111
Πίνακας 4.3	Αναφορά χρησιμοποιούμενων μοντέλων	112
Πίνακας 4.4	Πίνακας κριτηρίου Akake	112
Πίνακας 4.5	Πίνακας Ελέγχου τεστ	112
Πίνακας 4.6	Στοιχεία Πρόβλεψης	114
Πίνακας 5.1	Ενέργεια παραγόμενη από ΑΠΕ (2000-2009)	121
Πίνακας 5.2	Στοιχεία Πρόβλεψης (Ενέργεια ΑΠΕ)	124
Πίνακας 5.3	Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ στην Ελλάδα (2004-2009)	125
Πίνακας 5.4	Στοιχεία Πρόβλεψης (Ισχύος ΑΠΕ)	126
Πίνακας 5.5	Μηνιαία Στοιχεία Αιολικής Ενέργειας (2004-2009)	129
Πίνακας 5.6	Στοιχεία Πρόβλεψης (αιολικής ενέργεια)	131
Πίνακας 5.7	Στοιχεία Εγκατεστημένης Ισχύς Αιολικής Ενέργειας	132
Πίνακας 5.8	Στοιχεία Πρόβλεψης (αιολικής ισχύ)	134
Πίνακας 5.9	Μηνιαία Στοιχεία Φ/Β Ισχύς (2007-2009)	136
Πίνακας 5.10	Στοιχεία Πρόβλεψης (Φ/Β Ισχύς)	138
Πίνακας 5.11	Στοιχεία Ενέργειας Παραγόμενης από Φ/Β Στοιχεία	139
Πίνακας 5.12	Στοιχεία Πρόβλεψης (Φ/Β Ενέργεια)	141
Πίνακας 7.1	Πίνακας κριτηρίου Akake (ΑΠΕ ενέργεια)	158
Πίνακας 7.2	Πίνακας Ελέγχου τεστ (ΑΠΕ ενέργεια)	159
Πίνακας 7.3	Αναφορά Ανάλυσης Δεδομένων (ΑΠΕ ενέργεια)	159
Πίνακας 7.4	Αναφορά Ανάλυσης Προβλέψεων (ΑΠΕ ενέργεια)	159
Πίνακας 7.5	Στοιχεία Πρόβλεψης (ΑΠΕ ενέργεια)	160
Πίνακας 7.6	Αναφορά Ανάλυσης Δεδομένων (ΑΠΕ Ισχύς)	162
Πίνακας 7.7	Αναφορά Ανάλυσης Προβλέψεων ((ΑΠΕ Ισχύς)	162
Πίνακας 7.8	Πίνακας κριτηρίου Akake (ΑΠΕ Ισχύς)	162
Πίνακας 7.9	Πίνακας Ελέγχου τεστ (ΑΠΕ Ισχύς)	163
Πίνακας 7.10	Στοιχεία Πρόβλεψης (ΑΠΕ Ισχύς)	163
Πίνακας 7.11	Πίνακας κριτηρίου Akake (Αιολική ενέργεια)	165
Πίνακας 7.12	Πίνακας Ελέγχου τεστ (Αιολική ενέργεια)	165
Πίνακας 7.13	Αναφορά Ανάλυσης Δεδομένων (Αιολική ενέργεια)	166
Πίνακας 7.14	Αναφορά Ανάλυσης Προβλέψεων (Αιολική ενέργεια)	166
Πίνακας 7.15	Στοιχεία Πρόβλεψης (Αιολική ενέργεια)	167
Πίνακας 7.16	Πίνακας κριτηρίου Akake (Αιολική Ισχύς)	168
Πίνακας 7.17	Πίνακας Ελέγχου τεστ (Αιολική Ισχύς)	168
Πίνακας 7.18	Στοιχεία Πρόβλεψης (Αιολική Ισχύς)	169

Πίνακας 7.19	Αναφορά Ανάλυσης Δεδομένων (Φ/Β Ισχύς)	171
Πίνακας 7.20	Αναφορά Ανάλυσης Προβλέψεων (Φ/Β Ισχύς)	171
Πίνακας 7.21	Πίνακας κριτηρίου Akake (Φ/Β Ισχύς)	171
Πίνακας 7.22	Πίνακας Ελέγχου τεστ (Φ/Β Ισχύς)	172
Πίνακας 7.23	Στοιχεία Πρόβλεψης (Φ/Β Ισχύς)	172
Πίνακας 7.24	Αναφορά Ανάλυσης Δεδομένων (Φ/Β Ενέργεια)	173
Πίνακας 7.25	Αναφορά Ανάλυσης Προβλέψεων (Φ/Β Ενέργεια)	174
Πίνακας 7.26	Πίνακας κριτηρίου Akake (Φ/Β Ενέργεια)	174
Πίνακας 7.27	Πίνακας Ελέγχου τεστ (Φ/Β Ενέργεια)	175
Πίνακας 7.28	Στοιχεία Πρόβλεψης (Φ/Β Ενέργεια)	175

### ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1.1	Κατανάλωση ηλεκτρισμού μέσω ΑΠΕ σε παγκόσμιο επίπεδο (1980-2006)	29
Διάγραμμα 1.2	Αναλογία Βασικών Μεθόδων Παραγωγής Η/Ε σε παγκόσμιο επίπεδο	29
Διάγραμμα 1.3	Ποσοστά ΑΠΕ στην Παγκόσμια Παραγωγή Η/Ε	30
Διάγραμμα 1.4	Δυνητική και Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ στην Ευρώπη (2008)	31
Διάγραμμα 1.5	Καθαρές Μεταβολές ΑΠΕ στην Ε.Ε. (2000-2007)	31
Διάγραμμα 1.6	Ποσοστιαίες Μεταβολές ΑΠΕ στην Ε.Ε. (2000-2007)	32
Διάγραμμα 1.7	Εξέλιξη – κατανομή ΑΠΕ στην Ελλάδα (2003-2009)	33
Διάγραμμα 1.8	Εξέλιξη – ενεργειακή κατανομή από ΑΠΕ στην Ελλάδα (2003-2009)	34
Διάγραμμα 1.9	Εξέλιξη Εγκατεστημένης Ισχύος από ΑΠΕ στην Ελλάδα	35
Διάγραμμα 1.10	Οικονομικά Κίνητρα που ισχύουν στην Ελλάδα	35
Διάγραμμα 1.11	Σύγκριση Ρυθμών Υλοποίησης των Έργων στην Ε.Ε.	35
Διάγραμμα 2.1	Εξέλιξη Αιολικής Ενέργειας σε Ε.Ε. – Παγκόσμιο επίπεδο (1996-2009)	48
Διάγραμμα 2.2	Ετήσια Εγκατεστημένη ισχύ στην Ε.Ε το χρονικό διάστημα (1995-2008)	48
Διάγραμμα 2.3	Εξέλιξη Συνολικής Εγκατεστημένης ισχύς στην Ε.Ε (1995-2008)	49
Διάγραμμα 2.4	Διάγραμμα Κατανομής Ισχυρότερων Αγορών στην Ε.Ε.	49
Διάγραμμα 2.5	Αγορές Μέγιστων Θετικών Μεταβολών (2008)	50
Διάγραμμα 2.6	Εξέλιξη – Πρόβλεψη Επενδύσεων στην Αιολική Ενέργεια	51
Διάγραμμα 2.7	Εξέλιξη Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα (2004-2009)	52
Διάγραμμα 2.8	Εγκατεστημένης Ισχύος Αιολικών Εγκαταστάσεων στην Ελλάδα (2004-2009)	52
Διάγραμμα 2.9	Χρονική Μεταβολή Κόστους Παραγόμενης Ενέργειας	55
Διάγραμμα 2.10	Κόστος Ανεμογεννητριών ανά χώρα	56
Διάγραμμα 2.11	Κόστος Επένδυσης σε σχέση με κόστος που αποφεύγεται	57
Διάγραμμα 3.1	Εξέλιξη Φ/Β Δυναμικότητας σε παγκόσμιο επίπεδο	78
Διάγραμμα 3.2	Εξέλιξη – Πρόβλεψη Παγκόσμιας Φ/Β Εγκατεστημένης Ισχύος	79
Διάγραμμα 3.3	Εξέλιξη Φ/Β Αγοράς στην Γερμανία	80
Διάγραμμα 3.4	Πρόβλεψη Εξέλιξης Φ/Β Αγοράς στην Γερμανία	80
Διάγραμμα 3.5	Εξέλιξη Φ/Β Αγοράς στην Ισπανία	81
Διάγραμμα 3.6	Πρόβλεψη Εξέλιξης Φ/Β Αγοράς στην Ισπανία	81
Διάγραμμα 3.7	Εξέλιξη Φ/Β Αγοράς στις ΗΠΑ	82
Διάγραμμα 3.8	Πρόβλεψη Εξέλιξης Φ/Β Αγοράς στις ΗΠΑ	82
Διάγραμμα 3.9	Εξέλιξη Φ/Β Αγοράς στην Ιαπωνία	83
Διάγραμμα 3.10	Πρόβλεψη Εξέλιξης Φ/Β Αγοράς στην Ιαπωνία	83
Διάγραμμα 3.11	Εξέλιξη Ελληνικής Αγοράς	87
Διάγραμμα 3.12	Σύγκριση Ζήτησης και Πλαφόν Νόμου στην Ελλάδα	90



Διάγραμμα 3.13	Πρόβλεψη Ελληνικής Αγοράς	92
Διάγραμμα 3.14	Γεωγραφική Κατανομή Φ/Β στην Ελλάδα	97
Διάγραμμα 4.1	Χρονική εξέλιξη γενικού δείκτη ενέργειας (1997 έως το 2009)	108
Διάγραμμα 4.2	Περιοδιόγραμμα ανά συχνότητα	109
Διάγραμμα 4.3	Διάγραμμα χοάνης	109
Διάγραμμα 4.4	Διάγραμμα προβλέψεων για τον επόμενο χρόνο	114
Διάγραμμα 4.5	Διάγραμμα χρονοσειράς με τις εκτιμώμενες προβλέψεις	115
Διάγραμμα 4.6	Διάγραμμα περιοδικότητας χρονοσειράς (Κ μοντέλου)	115
Διάγραμμα 4.7	Διάγραμμα συσχέτισης	116
Διάγραμμα 4.8	Διάγραμμα μερικής συσχέτισης	116
Διάγραμμα 4.9	Διάγραμμα προβλέψεων	117
Διάγραμμα 5.1	Γραφική Απεικόνιση Ενέργειας ΑΠΕ	121
Διάγραμμα 5.2	Διάγραμμα Προβλέψεων Ενέργειας ΑΠΕ	123
Διάγραμμα 5.3	Γραφική Απεικόνιση Ισχύος ΑΠΕ	126
Διάγραμμα 5.4	Διάγραμμα Προβλέψεων Ισχύος ΑΠΕ 2009-2010	127
Διάγραμμα 5.5	Γραφική Απεικόνιση Ενέργειας Παραγόμενης από Ανεμογεννήτριες	130
Διάγραμμα 5.6	Διάγραμμα Προβλέψεων Ενέργειας Παραγόμενης από Ανεμογεννήτριες	131
Διάγραμμα 5.7	Γραφική Απεικόνιση Εγκατεστημένης Ισχύος Ανεμογεννητριών	133
Διάγραμμα 5.8	Διάγραμμα Προβλέψεων Εγκατεστημένης Ισχύος Ανεμογεννητριών	134
Διάγραμμα 5.9	Γραφική Απεικόνιση Εγκατεστημένης Ισχύος Φ/Β Στοιχείων	137
Διάγραμμα 5.10	Διάγραμμα Προβλέψεων Εγκατεστημένης Ισχύος Φ/Β Στοιχείων	138
Διάγραμμα 5.11	Γραφική Απεικόνιση Προβλέψεων Ενέργειας Φ/Β Στοιχείων	140
Διάγραμμα 5.12	Διάγραμμα Προβλέψεων Ενέργειας Παραγόμενης από Φ/Β Στοιχεία	141
Διάγραμμα 5.13	Γραφική Απεικόνιση όλων των μορφών Ενέργειας	143
Διάγραμμα 5.14	Γραφική Απεικόνιση όλων των μορφών Ισχύος	144
Διάγραμμα 5.15	Γραφική Απεικόνιση Προβλέψεων όλων των μορφών Ενέργειας	145
Διάγραμμα 5.16	Γραφική Απεικόνιση Προβλέψεων όλων των μορφών Ισχύος	146
Διάγραμμα 7.1	Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Ενέργειας Παραγόμενης από ΑΠΕ	157
Διάγραμμα 7.2	Διάγραμμα Χοάνης Ενέργειας Παραγόμενης από ΑΠΕ	158
Διάγραμμα 7.3	Διάγραμμα Προβλέψεων Ενέργειας Παραγόμενης από ΑΠΕ	160
Διάγραμμα 7.4	Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Ισχύος ΑΠΕ	161
Διάγραμμα 7.5	Διάγραμμα Χοάνης Ισχύος ΑΠΕ	161
Διάγραμμα 7.6	Διάγραμμα Προβλέψεων Ισχύος ΑΠΕ	164
Διάγραμμα 7.7	Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Αιολικής Ενέργειας	164
Διάγραμμα 7.8	Διάγραμμα Χοάνης Αιολικής Ενέργειας	165
Διάγραμμα 7.9	Διάγραμμα Προβλέψεων Αιολικής Ενέργειας	167
Διάγραμμα 7.10	Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Αιολικής Ισχύος	167
Διάγραμμα 7.11	Διάγραμμα Χοάνης Αιολικής Ισχύος	168
Διάγραμμα 7.12	Διάγραμμα Προβλέψεων Αιολικής Ισχύος	169
Διάγραμμα 7.13	Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Φ/Β Ισχύος	170
Διάγραμμα 7.14	Διάγραμμα Χοάνης Φ/Β Ισχύος	170
Διάγραμμα 7.15	Διάγραμμα Προβλέψεων Φ/Β Ισχύος	172
Διάγραμμα 7.16	Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Φ/Β Ενέργειας	173
Διάγραμμα 7.17	Διάγραμμα Χοάνης Φ/Β Ενέργειας	173
Διάγραμμα 7.18	Διάγραμμα Προβλέψεων Φ/Β Ενέργειας	175

Διάγραμμα 7.19	Χρονική Απεικόνιση Ενέργειας από ΑΠΕ	176
Διάγραμμα 7.20	Διάγραμμα Αυτοσυσχέτισης (Ενέργειας ΑΠΕ)	176
Διάγραμμα 7.21	Διάγραμμα Μερικής Αυτοσυσχέτισης (Ενέργειας ΑΠΕ)	177
Διάγραμμα 7.22	Περιοδιόγραμμα Συχνότητας (Ενέργειας ΑΠΕ)	177
Διάγραμμα 7.23	Διάγραμμα Προβλέψεων (Ενέργειας ΑΠΕ)	177
Διάγραμμα 7.24	Χρονική Απεικόνιση (Ισχύος ΑΠΕ)	178
Διάγραμμα 7.25	Διάγραμμα Αυτοσυσχέτισης (Ισχύος ΑΠΕ)	178
Διάγραμμα 7.26	Διάγραμμα Μερικής Αυτοσυσχέτισης (Ισχύος ΑΠΕ)	178
Διάγραμμα 7.27	Περιοδιόγραμμα Συχνότητας (Ισχύος ΑΠΕ)	179
Διάγραμμα 7.28	Διάγραμμα Προβλέψεων (Ισχύος ΑΠΕ)	179
Διάγραμμα 7.29	Χρονική Απεικόνιση Ενέργειας από Ανεμογεννήτριες	180
Διάγραμμα 7.30	Διάγραμμα Αυτοσυσχέτισης (Αιολικής Ενέργειας)	180
Διάγραμμα 7.31	Διάγραμμα Μερικής Αυτοσυσχέτισης (Αιολικής Ενέργειας)	180
Διάγραμμα 7.32	Περιοδιόγραμμα Συχνότητας (Αιολικής Ενέργειας)	181
Διάγραμμα 7.33	Διάγραμμα Προβλέψεων (Αιολικής Ενέργειας)	181
Διάγραμμα 7.34	Χρονική Απεικόνιση (Αιολικής Ισχύος)	182
Διάγραμμα 7.35	Διάγραμμα Αυτοσυσχέτισης (Αιολικής Ισχύος)	182
Διάγραμμα 7.36	Διάγραμμα Μερικής Αυτοσυσχέτισης (Αιολικής Ισχύος)	182
Διάγραμμα 7.37	Περιοδιόγραμμα Συχνότητας (Αιολικής Ισχύος)	183
Διάγραμμα 7.38	Διάγραμμα Προβλέψεων (Αιολικής Ισχύος)	183
Διάγραμμα 7.39	Χρονική Απεικόνιση Ενέργειας από Φ/Β	184
Διάγραμμα 7.40	Διάγραμμα Προβλέψεων (Φ/Β Ενέργειας)	184
Διάγραμμα 7.41	Διάγραμμα Μερικής Αυτοσυσχέτισης (Φ/Β Ενέργειας)	185
Διάγραμμα 7.42	Διάγραμμα Αυτοσυσχέτισης (Φ/Β Ενέργειας)	185
Διάγραμμα 7.43	Περιοδιόγραμμα Συχνότητας (Φ/Β Ενέργειας)	185
Διάγραμμα 7.44	Χρονική Απεικόνιση (Φ/Β Ισχύος)	186
Διάγραμμα 7.45	Διάγραμμα Αυτοσυσχέτισης (Φ/Β Ισχύος)	186
Διάγραμμα 7.46	Διάγραμμα Μερικής Αυτοσυσχέτισης (Φ/Β Ισχύος)	187
Διάγραμμα 7.47	Περιοδιόγραμμα Συχνότητας (Φ/Β Ισχύος)	187
Διάγραμμα 7.48	Διάγραμμα Προβλέψεων (Φ/Β Ισχύος)	187

## ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1	Γεωγραφική Απεικόνιση Ανόδου Θερμοκρασίας	16
Σχήμα 1.2	Διαχωρισμός Εκματάλλευσης Ηλιακής Ενέργειας	37
Σχήμα 2.1	Αναλογία Εγκατεστημένων Ανεμογεννητριών – Ισχύος – Κάλυψης Ενεργειακών Αναγκών μεταξύ του σήμερα και του 2030	42
Σχήμα 2.2	Κατανομή Εγκατεστημένης Δυναμικότητας στην Ε.Ε.	50
Σχήμα 2.3	Χρονική Μεταβολή μεγέθους Ανεμογεννητριών	52
Σχήμα 2.4	Συνολικό Κόστος Επένδυσης	53
Σχήμα 2.5	Αδειοδοτική Διαδικασία Χορηγήσεως Άδειας Παραγωγής Η/Ε σε ηπειρωτικό μέρος	60
Σχήμα 2.6	Αδειοδοτική Διαδικασία Χορηγήσεως Άδειας Παραγωγής Η/Ε σε νησί	60
Σχήμα 2.7	Αδειοδοτική Διαδικασία Χορηγήσεως Άδειας Εγκαταστάσεως	62
Σχήμα 2.8	Χρονοδιάγραμμα Διαδικασίας Περάτωσης Έργου	63
Σχήμα 2.9	Κόστος Επένδυσης	65
Σχήμα 3.1	Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς ανά χώρα στην Ε.Ε. (2007 – 2008)	84
Σχήμα 3.2	Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς ανά χώρα στην Ε.Ε. ( 2008).	85
Σχήμα 3.3	Τιμολόγηση παραγόμενης μονάδας στις σημαντικότερες αγορές της Ε.Ε.	86
Σχήμα 3.4	Κατανομή Συνδεδεμένων – Αυτόνομων Συστημάτων στον Ελλαδικό χώρο	88
Σχήμα 3.5	Ποιοτική Κατανομή Ισχύος αιτήσεων και απαίτησης νόμου	91

## ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 2.1	Χάρτης Αιολικού Δυναμικού της Ελλάδος	55
Χάρτης 2.2	Επενδυτικός Χάρτης της Ελλάδος	66
Χάρτης 3.1	Ηλιακό Δυναμικό – Απόδοση Φ/Β ανά γεωγραφική περιοχή	97

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μία έντονη στροφή της κοινωνίας πρωτίστως και εν συνεχεία της οικονομίας προς την αποκαλούμενη πράσινη ανάπτυξη. Νέα μοντέλα διαχείρισης πόρων έρχονται να αντικαταστήσουν τα παλαιότερα με κύριο γνώμονα την βελτιστοποίηση του ενεργειακού κλάσματος αποδοτικότητας. Κύριος τομέας αλλαγών αποτελεί ο τομέας της κινητήριου δύναμης της οικονομίας που είναι ο τομέας της ενέργειας. Αναπτυγμένα κράτη έχοντας συνειδητοποιήσει την σημαντικότητα του θέματος αλλά και τα τεράστια οικονομικά οφέλη που δύνανται να αποκομίσουν από μια τέτοια κίνηση θεσπίζουν κανόνες οικολογικής λειτουργίας των επιχειρήσεών τους, μειωμένης ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων τους και παραγωγής ενέργειας εκμεταλλευόμενες πιο ήπιες μορφές δημιουργώντας ένα τεράστιο πεδίο νέων επενδύσεων.

Σε αυτή την διπλωματική εργασία γίνεται μια προσπάθεια ανάλυσης του περιβάλλοντος που διαμορφώνεται σε παγκόσμιο επίπεδο στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (η κατανάλωση της οποίας αποτελεί το σημαντικότερο κλάσμα κατανάλωσης ενέργειας) και το οποίο καθορίζει τις μελλοντικές τάσεις του κλάδου. Αναλύονται τα ιστορικά δεδομένα σε όρους ενέργειας και ισχύος και πως αυτά διαμορφώνονται ή καλύτερα επηρεάζονται από συγκεκριμένους παράγοντες. Προσεγγίζονται οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας όχι μόνο ως σύνολο αλλά και επί μέρους ως δυναμικό αιολικής και ηλιακής ενέργειας που αποτελούν τις κυριότερες μορφές της μετά την υδροηλεκτρική. Εξειδικεύει την ανάλυσή της στον ελλαδικό χώρο όπου η ανάπτυξη των ανωτέρω τα τελευταία χρόνια είναι ιδιαίτερα έντονη. Εστιάζοντας στην περίπτωση της Ελλάδος, μελετά τον τρόπο και τον βαθμό επιρροής συγκεκριμένων παραγόντων σε ένα χρονικό πλαίσιο δεκαετίας στην ανάπτυξη των ΑΠΕ. Και εν τέλει προβλέπει την τάση του κλάδου για την Ελλάδα σε ένα βραχυπρόθεσμο επίπεδο μέσω της στατιστικής ανάλυσης των διαθέσιμων ιστορικών δεδομένων.

Κύριοι στόχοι λοιπόν της παρούσας εργασίας είναι: α) η προσέγγιση της ιστορικής εξέλιξης των ΑΠΕ σε όρους ποσότητας, τεχνολογίας, κόστους και κατά συνέπεια επένδυσης τόσο παγκόσμιο επίπεδο όσο και σε εθνικό, β) η κατανόηση του γενικότερου πολιτικού και οικονομικού πλαισίου προώθησης και ανάπτυξής τους, γ) η πρόβλεψη της μελλοντικής πορείας αυτών (μέσω του στατιστικού λογιστικού πακέτου Stat Graphics) στον Ελλαδικό χώρο και δ) η διασύνδεση των αποτελεσμάτων της

στατιστικής ανάλυσης με την πραγματικότητα όπως αυτή καταγράφεται στα κεφάλαια θεωρητικής προσέγγισης του θέματος.

Σε αυτό το πλαίσιο πραγματοποιείται στο πρώτο κεφάλαιο η προσέγγιση - ανάλυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ως κύριο εκφραστή της προσπάθειας βελτιστοποίησης της ενεργειακής αποτελεσματικότητας και ως σημαντικό παράγοντα ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρακολουθείται η εξέλιξη του τομέα της εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας και αναλύεται η δυναμική αυτής ως επενδυτική μορφή ενώ στο τρίτο ακολουθεί η ίδια ανάλυση στον τομέα της ηλιακής ενέργειας. Στο τέταρτο κεφάλαιο εν συνεχεία αναπτύσσεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων, ώστε να ακολουθήσει στο πέμπτο κεφάλαιο η στατιστική ανάλυση, η εκμείευση σημαντικότερων συμπερασμάτων, η πραγματοποίηση προβλέψεων και η διασύνδεση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης με το γενικότερο θεωρητικό υπόβαθρο που αναπτύχθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια.

# 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

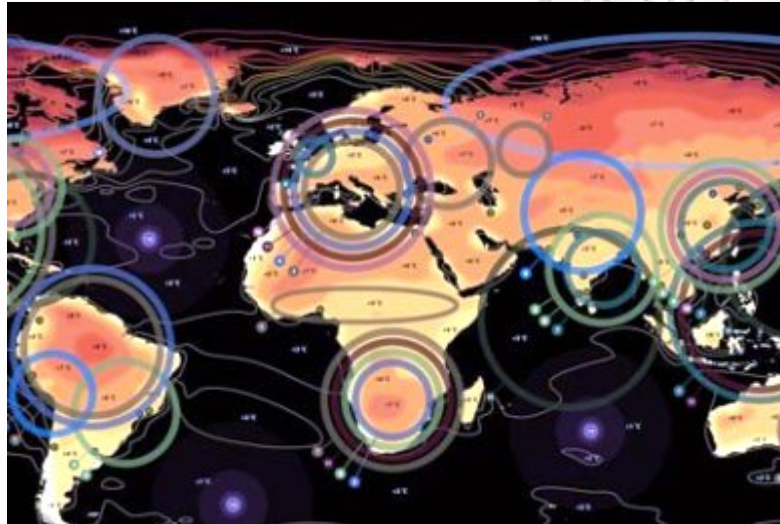
## 1.1 Οικονομική Κρίση και Οικολογικό Πρόβλημα

Όπως είναι ευρέως γνωστό βρισκόμαστε στο μέσο μιας τεράστιας οικονομικής κρίσης. Μίας κρίσης η οποία μπορεί τεχνοκρατικά να ξεκίνησε από το χρηματοπιστωτικό σύστημα αλλά ουσιαστικά η βάση της βρίσκεται στην ιδιοσυγκρασία του ανθρώπου να δημιουργεί περισσότερο χρήμα λαμβάνοντας αρχικά υψηλό ρίσκο και τελικά υψηλές αποδοχές. Οι συνέπειες της οικονομικής κρίσης είναι γνωστές σε όλους και στις περισσότερες περιπτώσεις είναι άκρως αρνητικές. Στον αντίποδα όμως και επιβεβαιώνοντας το ελληνικό ρητό ότι ουδέν κακό αμιγές καλού βρίσκεται η έναρξη μιας τεράστιας παγκόσμιας τάσης επαναπροσδιορισμού κανόνων, συστημάτων, νοοτροπιών ίσως και του ίδιου του οικονομικού άρα και του κοινωνικού μοντέλου ανάπτυξης. Οι κινέζοι θεωρούν ότι η έννοια της καταστροφής και του κινδύνου προέρχεται από δύο λέξεις: την κρίση και την ευκαιρία. Πολλοί θεωρούν λοιπόν ότι βρισκόμαστε ως πολιτισμός μπροστά σε μια μεγάλη ευκαιρία. Μια ευκαιρία να βαδίσει ο πολιτισμός μας σε ένα μοντέλο πιο οικολογικό, πιο μετριοπαθές και όχι τόσο καταναλωτικό. Έτσι, όχι αναίτια, η οικολογική κρίση θεωρήθηκε ότι χαράσσει ένα παράλληλο δρόμο με την οικονομική.

Η αλήθεια είναι ότι οι δύο κρίσεις (τόσο η οικονομική όσο και η οικολογική) έχουν την ίδια βάση, την ίδια αιτία η οποία είναι ότι αυτοί που χρησιμοποιούν τους πόρους απαιτούν υπέρογκα κέρδη χρησιμοποιώντας πόρους τους οποίους δεν μπορούν να αναπληρώσουν. Έτσι όταν κάποιος προσπάθησε να δημιουργήσει χρήμα δανείζοντας ανθρώπους οι οποίοι αδυνατούσαν να πληρώσουν αυτό το χρέος η αγορά κατάρρευσε και μάλιστα με τρόπο αλυσιδωτό τον οποίο κανένας δεν μπορούσε να προβλέψει. Σε ένα παράλληλο άξονα στην οικολογία, αν μία κοινωνία αυξάνεται πληθυσμιακά με τους δικούς μας αριθμούς και η οικονομική ανάπτυξη ακολουθεί ένα ετήσιο αριθμό ανάπτυξης της τάξεως του 3% (που αντικατοπτρίζει και το ρυθμό κατανάλωσης και το οποίο αντιστοιχεί σε 1700% σε ένα αιώνα), το φυσικό σύστημα είναι αδύνατον να μπορέσει να αντεπεξέλθει όσο και αν κάποιος πιστεύουν ότι θα βρει τον τρόπο.

Μελέτες (1,2,3) δείχνουν ότι οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής θα είναι πάρα πολύ σοβαρές πρώτα σε κοινωνικό επίπεδο και στην συνέχεια σε οικονομικό. Ενδεικτικά παρατίθενται στοιχεία που δημοσίευσε ο Στερν (4) και τα οποία συνοψίζονται στο

γεγονός ότι αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης κατά 4 μόνο βαθμούς Κελσίου θα έχει δραματικές επιπτώσεις. Τεράστιες καλλιεργήσιμες εκτάσεις θα ερημοποιηθούν, τεράστια αποθέματα πόσιμου νερού θα εξαφανιστούν, υπόγεια ύδατα θα αφαλμυρωθούν, η στάθμη της θάλασσας θα ανέβει μέσα στα επόμενα χρόνια περίπου ένα μέτρο, φαινόμενα που θα αναγκάσουν περίπου 200 εκατομμύρια ανθρώπους να κινηθούν προς άλλες περιοχές αποτελώντας μια πληθυσμιακή ομάδα γνωστοί ως οικολογικοί μετανάστες (Σχήμα 1.1). Πρόκειται επομένως για μια τεράστια αλλαγή που θα επηρεάσει το μοντέλο επιβίωσης και ανάπτυξης του έως τώρα πολιτισμού.



**Σχήμα 1.1:** Ο εν λόγω χάρτης (πηγή **Μουσείου Επιστημών του Λονδίνου**), παρουσιάζει τον αντίκτυπο που θα έχει η άνοδος της θερμοκρασίας στον πλανήτη, η οποία θα αυξήσει τα φαινόμενα ξηρασίας, θα έχει αρνητικές επιπτώσεις στη γεωργία, στην παροχή νερού και τροφίμων και θα οδηγήσει στη μαζική μετανάστευση των πληθυσμών (5). Με τους κύκλους εντοπίζονται οι περιοχές οι οποίες θα παρουσιάσουν τις μεγαλύτερες θετικές διακυμάνσεις αύξησης θερμοκρασιών. Όσο πιο πολλοί οι ομόκεντροι κύκλοι τόσο πιο έντονο θα είναι το φαινόμενο.

Και φυσικά μια τέτοια αλλαγή δεν έχει μόνο πολιτιστικές ή οικολογικές συνέπειες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η δήλωση του Pavan Sukhdev υψηλόβαθμου στελέχους της Deutsche Bank ότι χάνουμε ετησίως περίπου 2 με 5 τρισεκατομμύρια δολάρια μόνο από την εκχέρωση της γης και τα καμένα δάση αυτής. (6) (Ένα τέτοιο μέγεθος μπορεί να φαίνεται τεράστιο αλλά στον υπολογισμό οποιουδήποτε κόστους όπως είναι φυσικό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη εκτός από το έξοδο καθαυτό, το κόστος ευκαιρίας - όπως είναι το κόστος αναδάσωσης -, το κόστος ευκαιρίας που συνυπολογίζεται από την στιγμή που ένα δάσος παύει να υπάρχει -όπως κόστος καθαρίσματος υδάτων - κόστος εξαγωγής άνθρακα σε άλλο μέρος κ.λ.π.-).

Όλα τα παραπάνω μπορεί να φαντάζουν θεωρητικά ή αρκετά ακαδημαϊκά, στην προσπάθεια να παραλληλιστούν δύο προβλήματα που δεν φαίνεται να έχουν πολύ μεγάλη σχέση μεταξύ τους (οικολογικό - οικονομικό). Και όμως, η λύση που

προσπαθείτε να δοθεί στο ένα ταυτίζεται με την λύση του άλλου. Και αυτό γιατί τόσο η οικολογία όσο και η οικονομία, προσεγγίζονται επί της ουσίας με το ίδιο μοντέλο. Το μοντέλο αυτό (είτε αφορά ένα εργοστάσιο, είτε τον πλανήτη, είτε την λειτουργία της κοινωνίας) δεν είναι τίποτε άλλο παρά ένα απλό σύστημα εισόδου πόρων, επεξεργασίας – διαχείρισης αυτών και εξόδου προϊόντων – υπηρεσιών - αποτελεσμάτων, στο οποίο δεν θα πρέπει να δίδεται βάση μόνο στη μεγιστοποίηση των αποτελεσμάτων του, αλλά θα πρέπει να αντιμετωπίζεται (το σύστημα) ως ολότητα δίνοντας έμφαση επαρκώς σε όλα τα στάδιά του και κυρίως στην διαχείριση των εισόδων του ή καλύτερα των πόρων του.

Πηγαίνουμε σε ένα μοντέλο λοιπόν μεγιστοποίησης του κλάσματος εξόδων και εισόδων (7,8,9,10) εκμεταλλευόμενοι την υπάρχουσα τεχνολογία και τεχνογνωσία και λειτουργώντας σε ένα πλαίσιο πιο οικολογικό απέναντι στον πλανήτη, πιο ηθικό(11) απέναντι στην κοινωνία και πιο αποτελεσματικό απέναντι στην οικονομία. Ίσως ο σημαντικότερος τομέας, η διαχείριση του οποίου θα καθορίσει την εξέλιξη τόσο της οικονομικής όσο και της οικολογικής κρίσης είναι ο τομέας της ενέργειας. Ο τομέας αυτός αποτελεί την κινητήρια δύναμη όλου του πολιτισμού μας και το αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

## **1.2 Παγκόσμια Κρίση και Ενεργειακό Ζήτημα**

Όταν κάποιος θέλει να προσεγγίσει το θέμα της ενέργειας και το μέγεθος του ενεργειακού προβλήματος στο μέλλον, χρειάζεται πρωτίστως να προσδιορίζει τους δύο βασικούς παράγοντες της ζήτησης και της προσφοράς και όλα αυτά σε ένα πλαίσιο παγκοσμιότητας που αυτή τη στιγμή βρίσκεται σε οικονομική κρίση. Και αυτό διότι όσο βρισκόμαστε σε παγκόσμια οικονομική κρίση η κατανάλωση ενέργειας είτε φθίνει είτε παραμένει στάσιμη. Έτσι, υπάρχουν σε πολύ γενικευμένο θεωρητικό επίπεδο τρία πιθανά σενάρια (12). Το πρώτο θεωρεί ότι η αναθέρμανση της οικονομίας έχει ήδη ξεκινήσει και ότι το 2011 το παγκόσμιο ΑΕΠ θα έχει αυξηθεί κατά 3% σε σχέση με το 2010, που σημαίνει ότι η οικονομία μπαίνει από το 2011 και μετά σε τροχιά ανάπτυξης οδηγώντας ήδη από το ίδιο έτος την παγκόσμια παραγωγή πετρελαίου σε επίπεδα προ κρίσης που είναι τα 3 εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως. Το δεύτερο σενάριο θεωρεί ότι η κρίση θα αρχίσει να υποχωρεί επί της ουσίας το 2011, ότι το ΑΕΠ θα αρχίσει να αυξάνεται κατά 3% από το 2012 μέχρι το 2015, οπότε και θα αρχίσει η αύξηση της ζήτησης σε ενέργεια. Το τρίτο σενάριο θεωρεί ότι ο κύκλος ανάπτυξης της οικονομίας – αύξησης της ενέργειας θα αρχίσει μετά το 2015.



Ωστόσο αποφεύγοντας στο να μπούμε σε τέτοιες υποπεριπτώσεις και θεωρώντας μια ενδιάμεση περίπτωση, θα αναφερθούμε στο πιο πιθανό σενάριο (13) όπου προσδοκά την ενεργειακή αύξηση της ζήτησης από το 2010 – 2020 να κυμαίνεται στο 2%-3% ετησίως, με πιο χαρακτηριστικό γνώρισμα ότι αυτή η αύξηση θα προέρχεται κατά 90% από τις αναπτυσσόμενες χώρες (και πιο συγκεκριμένα σε ποσοστό περίπου 40% από την Κίνα-Ινδία και σε μικρότερο ποσοστό από την Μέση Ανατολή) και κατά κύριο λόγω από τους τομείς της οικοδομής, του εμπορίου, της βιομηχανίας και των μεταφορών (14). Έρευνα της McKisney (14) δείχνει ότι η ετήσια αύξηση σε ενεργειακές ανάγκες θα κυμανθεί σε περιπτώσεις best-worst case σενάριο από 1.7% σε 2.8% παγκοσμίως που ισοδυναμεί σε μια μέση εκτίμηση για το 2020 των 613QBTUs (Quadrillion British Thermal Units – παγκόσμια μονάδα θερμικής ενέργειας). Καλό εδώ είναι να τονιστεί ότι σύμφωνα με την ίδια μελέτη η απόκλιση στην εκτίμηση εξαρτάται κατά 46% στους παράγοντες πρώτον της Κίνας (κατά πόσο θα αυξήσει την αγορά και το ΑΕΠ της – η μελέτη θεωρεί ως χειρότερο – καλύτερο σενάριο για την Κίνα την αύξηση κατά  $\pm 2\%$ , την ώρα που για τις άλλες αναπτυσσόμενες χώρες το διαμορφώνει στο  $\pm 1\%$  και για τις αναπτυγμένες στο  $\pm 0.5\%$ -) και δεύτερον της Μέσης Ανατολής (κατά πόσο θα διαμορφώσουν σε υψηλότερο επίπεδο την τιμή του πετρελαίου – η μελέτη παίρνει ως βάση την τιμή των 50\$ ανά βαρέλι και θεωρεί ότι μια μείωση της τιμής του πετρελαίου στα 30\$ θα αφήσει την αγορά ενέργειας ανεπηρέαστη ενώ μια αύξηση κατά 20\$ θα την μετατοπίσει σε ετήσια αύξηση παραγωγής θερμότητας κατά 7QBTUs.

Έτσι δημιουργείται το ερώτημα από πού θα καλυφθεί η συγκεκριμένη υπέρογκη ζήτηση ενέργειας. Και η απάντηση σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα δυστυχώς βρίσκεται στις πηγές που χρησιμοποιούμε σήμερα. Σύμφωνα με τα μέχρι τώρα στοιχεία, αναμένεται το 35% της ζήτησης να καλυφθεί από τη χρήση κάρβουνου, το 30% με τη χρήση αερίου, το 15% από τη χρήση πετρελαίου, το 15% από τη παραγωγή καθαρών μορφών ενέργειας (στις οποίες συνυπολογίζονται και η πυρηνική ενέργεια και η υδροηλεκτρική ενέργεια) και μόλις το 6% από καθαρές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παγκοσμίως! (15). Με άμεσο και εξαιρετικά δυσοίωνο αποτέλεσμα την αύξηση των ρύπων μέχρι το 2020 σε 30% παραπάνω από τα τωρινά επίπεδα και όλα αυτά την ώρα που η περιβαλλοντική πολιτική αποτελεί κοινή προσπάθεια ολόκληρου του αναπτυσσόμενου κόσμου.

## 1.3 Ενέργεια – εναλλακτικές μορφές επένδυσης

### 1.3.1 Βελτιστοποίηση Ενεργειακής Αποδοτικότητας

Αναφερθήκαμε παραπάνω στην προσπάθεια επαναπροσδιορισμού εννοιών, κανόνων και βασικών μοντέλων. Το ίδιο ισχύει και στην ενέργεια. Υπάρχει ένα τεράστιο έλλειμμα μεταξύ προσφοράς και ζήτησης το οποίο δεν γίνεται να καλυφθεί με τα υπάρχοντα μέσα ή με τους μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενους τρόπους. Παρακάτω παρουσιάζεται μια εξαιρετική μελέτη (16) της McKinsey, η οποία δίνει λύση στο ενεργειακό – οικολογικό πρόβλημα με ένα τρόπο εξαιρετικά οικονομικό και εναλλακτικό, βασιζόμενη στην καλύτερη διαχείριση του μοντέλου που αναφέρθηκε στην παράγραφο 1.1. Δίνεται βάση στην συγκεκριμένη μελέτη διότι αποτελεί το αποτέλεσμα πολυετούς εργασίας μιας από τις μεγαλύτερες και εγκυρότερες εταιρείες στον χώρο. Και δίνεται βάση όχι τόσο αριθμητικά (στα συγκεκριμένα νούμερα που προσδιορίζει η ίδια) αλλά ποιοτικά δηλαδή στον τρόπο με τον οποίο προσδιορίζει την μελλοντική εξέλιξη της ενέργειας και αντίστοιχα στις ευκαιρίες που δημιουργούνται στον παγκόσμιο ενεργειακό χάρτη. Το μοντέλο που αναπτύσσει (και συμφωνεί με άλλους μελετητές και οργανισμούς 17,18,19,20,21, 22) στοχεύει στην βελτιστοποίηση της ενεργειακής αποδοτικότητας με εξαιρετικά αποτελέσματα τόσο σε οικονομικό όσο και σε περιβαλλοντικό πεδίο.

Η ενεργειακή αποδοτικότητα είναι ένα μέγεθος το οποίο μετρά το βαθμό εκμετάλλευσης της ενέργειας. Με άλλα λόγια (και σε σχέση με την απόδοση κεφαλαίου ή την απόδοση των πόρων) είναι ένα μέγεθος που συσχετίζει το αποτέλεσμα σε επίπεδο παραγωγής αγαθών και υπηρεσιών με την εισροή πόρων. Σε ποιο μαθηματικό επίπεδο εκφράζει το κλάσμα της αξίας που προστίθεται στο παραγόμενο προϊόν - υπηρεσία προς τις ενεργειακές μονάδες που απαιτούνται (και το οποίο σήμερα οριοθετείται σε \$79 δισεκατομμύρια του ΑΕΠ προς QBTU - QBTU: Quadrillion British Thermal Units - ενέργειας παγκοσμίως). Με άλλα λόγια είναι το αντίστροφο της ενεργειακής επιρροής στο ΑΕΠ, η οποία και εκφράζεται ως την απαιτούμενη ετήσια ενέργεια προς το ΑΕΠ και το οποίο είναι 12600 BTUs ενεργειακής κατανάλωσης ανά παραγόμενο δολάριο. Όταν αναφερόμαστε λοιπόν σε ευκαιρίες επενδύσεων στο ενεργειακό τοπίο, αναφερόμαστε στην προσπάθεια χρήσης της υπάρχουσας τεχνολογίας ώστε να βελτιωθεί το παραπάνω ισοζύγιο (αυξάνοντας τον συντελεστή εσωτερικής απόδοσης κατά 10%) απελευθερώνοντας ταυτόχρονα πλουτοπαραγωγικούς πόρους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν αλλού. Η μελέτη που ακολουθεί δείχνει πως μπορούμε να αυξήσουμε την αποτελεσματικότητά μας ενεργειακά είτε ως κράτος είτε ως επιχείρηση είτε ως σπίτι κερδίζοντας χρήματα (τα οποία μπορούμε να δαπανήσουμε αλλού) και

προστατεύοντας το περιβάλλον. Σε ποιο οικονομικά μεγέθη και θέλοντας να αναπτυχθεί ένα συγκεκριμένο μοντέλο ανάπτυξης με τεχνοκρατικά στοιχεία που θα παρουσιάζει πόσα χρήματα απαιτούνται και που αυτά θα καταναλωθούν, η ίδια μελέτη δείχνει ότι επενδύσεις της τάξεως των 170\$ δισεκατομμυρίων δολαρίων για τα επόμενα 13 χρόνια θα είναι αρκετές για να καλύψουν την προσπάθεια βελτιστοποίησης του παραπάνω δείκτη. Για να γίνουμε πιο αναλυτικοί:

- Ο βιομηχανικός τομέας απαιτεί 83\$ δισεκατομμύρια δολάρια.
- Ο οικιακός τομέας απαιτεί 40\$ δισεκατομμύρια δολάρια.
- Ο εμπορικός τομέας απαιτεί 22\$ δισεκατομμύρια δολάρια.
- Και ο τομέας μεταφορών απαιτεί 25\$ δισεκατομμύρια δολάρια.

Γεωγραφικά προσεγγίζοντας το θέμα ο αναπτυγμένος κόσμος θα απορροφήσει τα 2/3 του παραπάνω κεφαλαίου ενώ ακολουθεί η Κίνα 16% του ολικού επενδυσόμενου κεφαλαίου. Τα οικονομικά και όχι μόνο μεγέθη μιας τέτοιας επένδυσης είναι πολύ ελκυστικά εφόσον:

- i. ο δείκτης εσωτερικής αποδοτικότητας κυμαίνεται στο 17% κάτι το οποίο σημαίνει ότι ετησίως και σε παγκόσμιο επίπεδο τα κέρδη ανέρχονται σε 900\$ εκατομμύρια δολάρια.
- ii. θα βοηθήσει κατά το ήμισυ στην μακροπρόθεσμη προσπάθεια μείωσης των παγκόσμιων ρύπων στο επίπεδο των 450 – 550 ανά τετραγωνικό million.
- iii. Σύμφωνα με τον οργανισμό διεθνούς ενέργειας (IEA: International Energy Agency) κάθε δολάριο που επενδύεται με σκοπό την επένδυση σε πιο αποδοτικές ενεργειακές επενδύσεις (το οποίο μπορεί να αποτελεί μια απλή ηλεκτρική οικιακή συσκευή ενεργειακής κλάσης A) αποφέρει την μείωση κατά 2 δολάρια σε επένδυση ηλεκτρικής παραγωγής με τα συμβατά μέσα (23).

Σε μια πιο αναλυτική προσέγγιση:

#### **Βιομηχανικός Τομέας:**

Όπως ήδη αναφέρθηκε ο βιομηχανικός τομέας δύναται να απορροφήσει ένα κεφάλαιο της τάξεως των 83\$ δισεκατομμυρίων μέχρι το 2020. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα, οι τρόποι με τους οποίους θα επενδυθεί ένα τέτοιο κεφάλαιο είναι οι ακόλουθοι:

**Πίνακας 1.1:** Κατανομή επενδύσεων στον Βιομηχανικό Τομέα

Τομέας	Τρόπος Επένδυσης	Μείωση Θερμότητας (Trillion BTUs)	Επενδύόμενο Κεφάλαιο (\$ billion)	IRR (%)
Βιομηχανία	Παραγωγή Θερμότητας & Δύναμης (CHP generation)	980	43	36
Βιομηχανία	Καταλληλότερες Ηλεκτρικές Συσκευές	420	23	35
Χαρτί	Ανακύκλωση Χαρτιού	109	4.1	19.1
Σίδηρο	Απόρριψη σιδήρου με συγκεκριμένο πρωτόκολλο	149	8.4	10.5
Χημικά	Διαφοροποίηση Χημικών Αποβλήτων	134	0.8	109.2
Απόβλητα	Βελτιστοποίηση απόδοσης κλιβάνων (επίπεδα ρύπων)	146	2.1	37.5
Απόβλητα	Βελτιστοποίηση Συστημάτων Αερίων Αποβλήτων	126	2.2	31.4
Τσιμέντο	Ανακύκλωση	126	0.03	781.5

(Πηγή: McKinsey Global Institute)

Σχολιάζοντας τον παραπάνω πίνακα πρέπει να τονιστεί όπως άλλωστε ήταν αναμενόμενο ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των κεφαλαίων αποτελούν επένδυση στην βελτιστοποίηση των διαδικασιών μέσω των οποίων μια βιομηχανική εγκατάσταση καταναλώνει ενέργεια και αντίστοιχα παράγει θερμότητα. Να υπογραμμισθεί δε ότι η συνολική προσέγγιση που γίνεται από το άρθρο είναι σε παγκόσμιο επίπεδο και δεν μπαίνει σε προοπτική ανάλυσης χώρας, διότι αυτό θα δημιουργούσε διάφορα προβλήματα λόγω των διαφορετικών οικονομικών μεγεθών. Στην Κίνα π.χ. το κόστος κεφαλαίου είναι σαφέστατα μικρότερο από εκείνο της Αμερικής. Έτσι στην Κίνα για να μειωθεί κατά 1 QBTU ετησίως απαιτούνται 33% λιγότερα χρήματα από ότι στην Αμερική (τόσο λόγω διαφορετικής διάρθρωσης της οικονομίας, όσο λόγω μικρότερου ΑΕΠ, φθηνότερων εργατικών χεριών κ.λ.π.). Έτσι ανά χώρα υπάρχει περίπτωση να αλλάζουν αισθητά τα IRR των επενδύσεων που σημαίνει ότι μια συγκεκριμένη επένδυση ενδέχεται να είναι πιο ελκυστική στην Κίνα από ότι στην Αμερική (24).

#### Οικιακός Τομέας:

Ο οικιακός τομέας αντίστοιχα δύναται να απορροφήσει το κεφάλαιο της τάξεως των 40\$ δισεκατομμυρίων δολαρίων μειώνοντας την παγκόσμια παραγωγή θερμότητας κατά 35QBTUs. Πρέπει να αναφερθεί ότι η κάθε χώρα κάνει τελείως διαφορετική χρήση

των οικιακών της συσκευών και κατά συνέπεια σε κάθε χώρα θα πρέπει να δοθεί διαφορετικός συντελεστής βαρύτητας ανά χρήση. Στην Αμερική π.χ. όπως και στο μεγαλύτερο μέρος του αναπτυσσόμενου κόσμου η μεγαλύτερη βαρύτητα θα πρέπει να δοθεί στην αποδοτικότητα του φωτισμού μιας και αφορά το 1/3 της κατανάλωσης. Στην Κίνα απεναντίας θα πρέπει να δοθεί έμφαση στις συσκευές θέρμανσης και ψύξης αντίστοιχα, όπως άλλωστε και στο σύνολο των αναπτυσσόμενων χωρών. Στην Ευρώπη επίσης εδώ και χρόνια οι ηλεκτρικές συσκευές λόγω πολιτικής της Ε.Ε. ακολουθούν συγκεκριμένα πρωτόκολλα και η περαιτέρω αναβάθμιση αυτών δεν είναι εύκολη, εν αντιθέσει με την Κίνα π.χ. που οι διαφορετικές ισχύουσες μέχρι τώρα πολιτικές αυξάνουν κατά πολύ την αποδοτικότητα της επένδυσης (25).

### **Εμπορικός Τομέας:**

Κατά αναλογία με τα προηγούμενα ο εμπορικός τομέας αποτελεί ένα πεδίο υψηλών επενδύσεων που μπορεί να απορροφήσει το ποσό των 21\$ δισεκατομμυρίων δολαρίων για να επιτευχθεί μείωση κατά 13QBTUs παγκοσμίως το 2020. Όπως είναι λογικό το μεγαλύτερο ποσό της συγκεκριμένης επένδυσης (περίπου 60%) δύναται να προσανατολισθεί προς τις ανεπτυγμένες χώρες οι οποίες άλλωστε παρουσιάζουν μεγαλύτερο όγκο παρεχόμενων υπηρεσιών και παραγόμενων προϊόντων. Παρόλα αυτά το συνολικό μείγμα της παγκόσμιας επένδυσης θα αφορά αντικατάσταση συσκευών air-condition – φωτισμού (αναπτυσσόμενες χώρες) και πιο βασικών συσκευών όπως συσκευές θέρμανσης νερού (αναπτυσσόμενες χώρες) όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα:

### **Μεταφορές:**

Ο κλάδος των μεταφορών οδηγείται σε μείωση των εκπομπών ρύπων μέσω 4 βασικών αξόνων (16):

- Πιο αποτελεσματικοί κινητήρες
- Στροφή επιβατικού ενδιαφέροντος προς μικρότερα αυτοκίνητα
- Πιο ελαφριά αυτοκίνητα.
- Χρήση βιοκαυσίμων.

Και οι τέσσερις αυτές κατηγορίες αποτελούν ευκαιρία επενδύσεων.

### 1.3.2. Βασικοί Άξονες Επενδύσεων

Αν ξεφύγουμε από την παραπάνω ανάλυση η οποία μας έδωσε το έναυσμα ποιοτικών συμπερασμάτων είναι δυνατό να διακρίνουμε 4 γενικούς τομείς επενδύσεων:

#### **Θεσμοθέτηση αποδεκτών επιπέδων ενέργειας σε όλες τις συσκευές**

Το να θεσμοθετηθούν ανώτατα επίπεδα ενέργειας σε συσκευές, εξοπλισμό και κάποιους άλλους τομείς όπως είναι ο φωτισμός θεωρείται ότι είναι μια από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους, διότι:

- Οι περισσότερες αλυσίδες παραγωγής λειτουργούν σε τέτοια επίπεδα που μπορούν να αποδεχτούν ομαλά και χωρίς υψηλό κόστος μια τέτοια προσαρμογή.
- Η άνοδος της ολικής παραγωγής μέσω της βελτιστοποίησης της ενεργειακής αποδοτικότητας οδηγεί σε οικονομίες κλίμακας, που σημαίνει ότι το συνολικό κόστος μειώνεται.
- Οι οικονομικές απαιτήσεις δεν είναι τόσο υψηλές (τόσο για τους καταναλωτές όσο και για τους παροχές) ώστε να αποτελεί εμπόδιο αποδοχής του μέτρου.

Τα αποτελέσματα θεσμοθέτησης τέτοιων ορίων είναι ιδιαίτερα θετικά, αφού στην Καλιφόρνια π.χ. η οριοθέτηση απόδοσης των ψυγείων σε μια χρονική διάρκεια 15 χρόνων είχε ως αποτέλεσμα την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της πολιτείας σε 4.4%, ενώ οι οικονομικές απαιτήσεις είναι οι λιγότερες δυνατές εφόσον απαιτούνται μόνο 22 δισεκατομμύρια δολάρια με χρόνο αποπληρωμής λιγότερου του ενός έτους στις περισσότερες των περιπτώσεων! (26)

#### **Βελτιστοποίηση ενεργειακής αποδοτικότητας κτηρίων (παλιών & νέων)**

Μια από τις μεγαλύτερες επενδύσεις σε μακροχρόνιο ορίζοντα που πρέπει να πραγματοποιηθούν είναι η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτηρίων. Αναφερόμαστε σε μια επένδυση που όπως έχει αναφερθεί χρειάζεται να καλύψει το ποσό των 35 εκατομμυρίων δολαρίων ετησίως με χαρακτηριστικό μέγεθος την εσωτερική απόδοση που προβλέπεται κοντά στο 15 % για την Αμερική και την Ευρώπη και το 30% για την Κίνα. Σε πιο τεχνικό επίπεδο είναι οφθαλμοφανές ότι μια τέτοια επένδυση είναι πολύ πιο εύκολο να πραγματοποιηθεί σε ένα νέο κτήριο παρά σε ένα παλιό. Και αυτό διότι όταν αναφερόμαστε στην ενεργειακή απόδοση του κτηρίου εννοούμε το καύσιμο το οποίο καταναλώνει για θέρμανση και ψύξη, το βαθμό στο οποίο είναι μονωμένο, την ποιότητα των συσκευών που χρησιμοποιεί και το πόσο οικολογικά φιλικός είναι ο τρόπος που φωτίζεται. Όπως είναι κατανοητό λοιπόν είναι πολύ πιο εύκολο και οικονομικά προσιτό να μπουν διπλά τζάμια και κεντρικό σύστημα εξαερισμού σε ένα κτήριο το οποίο τώρα κατασκευάζεται παρά σε ένα παλιό κτήριο

που πρέπει να ανακατασκευαστεί. Και για αυτό άλλωστε ο βαθμός απόδοσης μιας τέτοιας επένδυσης στα αναπτυσσόμενα κράτη είναι σαφώς μεγαλύτερος σε σχέση με την Αμερική και την Ευρώπη.

Για να πραγματοποιηθεί ωστόσο ένα τέτοιο project επενδύσεων θα πρέπει πρώτα το κράτος να δώσει κίνητρα στους ιδιώτες αλλά και στις επιχειρήσεις να μετατρέψουν τα κτήριά τους σε πιο οικολογικά και το ίδιο να αρχίσει να μεταβάλλει τα κτήρια που του ανήκουν ή που χρησιμοποιεί σε ενεργειακά αποδοτικά. Τα αποτελέσματα μιας τέτοιας προσπάθειας δεδομένου ότι ο χρόνος ζωής ενός κτηρίου είναι μεγαλύτερος από 60 χρόνια θα είναι πολλά και κυρίως μακροχρόνια. Για αυτό το λόγο η Citigroup και η Bank of America ανακοίνωσε το 2007 κεφάλαια ύψους 50 και 18 εκατομμυρίων δολαρίων αντίστοιχα στην στήριξη τέτοιων επενδύσεων. Στο ίδιο μήκος κύματος η REEP (Renwable Energy and Energy Efficiency Partneship) προσπαθεί με τη συνεργασία 200 κυβερνήσεων, τραπεζών και επιχειρήσεων να οργανώσει ένα παγκόσμιο δίκτυο αναβάθμισης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

#### **Ενεργειακό Κόστος Επιχειρήσεων**

Οι επιχειρήσεις έχοντας την ικανότητα να αναλύουν το περιβάλλον τους και να αντιλαμβάνονται τι αποτελεί ευκαιρία για αυτές και τι κίνδυνο είναι σε θέση να αντιληφθούν ότι το αυξημένο ενεργειακό τους κόστος αποτελεί μεγάλο ανταγωνιστικό μειονέκτημα. Για αυτό μεγάλες εταιρείες όπως η DuPont από πολύ νωρίς (το 1990) εφάρμοσαν και υλοποίησαν πολιτικές βελτιστοποίησης της ενεργειακής αποδοτικότητας (και μάλιστα σε μια περίοδο που το οικονομικό κόστος μιας τέτοιας επένδυσης ήταν πολύ μεγαλύτερο από ότι τώρα). Το αποτέλεσμα αυτής είναι κέρδη της τάξεως των 2-4 εκατομμυρίων δολαρίων.

Και ενώ οι περισσότερες επιχειρήσεις δείχνουν να αντιλαμβάνονται την διάσταση μιας τέτοιας επενδυτικής κίνησης (αν και όπως αναφέραμε υπάρχουν κάποιες οι οποίες προσπαθούν να επωφεληθούν απλά από την καταναλωτική στροφή στα οικολογικά προϊόντα) υπάρχει ένας συγκεκριμένος τομέας ο οποίος δείχνει στάσιμος και εξαιρετικά δυσλειτουργικός. Είναι ο δημόσιος τομέας ο οποίος μη πιεζόμενος από τις συνθήκες της αγοράς να προβεί σε τέτοιες κινήσεις παραμένει στατικός. Οι παγκόσμιες εξελίξεις (27) δείχνουν ότι και ο δημόσιος τομέας μακροπρόθεσμα θα ταυτιστεί με την παγκόσμια τάση. Προς το παρόν ωστόσο αποτελεί μια τεράστια επενδυτική ευκαιρία (υπό προϋποθέσεις) μιας και αποτελεί παρθένο χώρο. Την πιο δελεαστική πρόταση σύμφωνα με τις ESCO εταιρείες αποτελεί ο MUSH (municipality, University, School, Hospitals) τομέας. Οι ESCO (Energy Service Companies) αποτελούν ειδικούς

μεσάζοντες οι οποίες αναλαμβάνουν την ανάλυση των εκάστοτε δεδομένων και την δημιουργία της κατάλληλης ενεργειακής πρότασης (σε κάθε περίπτωση) με συγκεκριμένα χρονοδιαγράμματα επιστροφής χρημάτων και εσωτερικής απόδοσης κεφαλαίων (28) και είναι αυτές οι οποίες πιστεύουν περισσότερο από οποιοδήποτε στην αντιμετώπιση της ενεργειακής αποδοτικότητας ως μέσο κερδοφόρας επένδυσης.

Καταλήγοντας γίνεται αντιληπτό ότι σε μία τέτοια επενδυτική – κοινωνική-περιβαλλοντική προσπάθεια πρωτεύοντα ρόλο θα έπαιζαν οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Ο χώρος των ΑΠΕ παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον τόσο ως επενδυτικό αντικείμενο (όπως αναλύθηκε παραπάνω) όσο και ως ενεργειακή λύση και αναλύεται διεξοδικά παρακάτω. Σε όλες άλλωστε (ή καλύτερα στις περισσότερες) από τις παραπάνω μορφές επένδυσης και αύξησης της ενεργειακής αποδοτικότητας υπεισέρχεται ο παράγων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Και αυτό γιατί ο βασικότερος τομέας που χρειάζεται να γίνει πιο οικολογικός είναι εκείνος της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Είναι γνωστό ότι εάν εξαιρέσουμε το κομμάτι των μεταφορών ο κινητήριος μοχλός του πολιτισμού μας είναι ο ηλεκτρισμός. Κατά συνέπεια η οποιαδήποτε προσπάθεια μείωσης των ρύπων ή αντίστοιχα δημιουργίας πιο οικολογικών επιχειρήσεων, κρατών ή κοινωνιών εν τέλει προϋποθέτει την παραγωγή ηλεκτρισμού με ένα κλάσμα ενεργειακής αποδοτικότητας υψηλό και με τις ελάχιστες αρνητικές συνέπειες για το περιβάλλον. Δυστυχώς αυτή τη στιγμή ο κύριος χρησιμοποιούμενος πόρος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι ο λιγνίτης και το πετρέλαιο. Όπως ωστόσο θα αναλυθεί και παρακάτω υπάρχει μια παγκόσμια τάση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με την χρήση των γνωστών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

### **1.3.3. Επενδύσεις σε επίπεδο επιχείρησης**

Οι ευκαιρίες επενδύσεων στο πλαίσιο της πράσινης οικονομίας εξαρτώνται κατά κύριο λόγο τόσο από το είδος της επιχείρησης στην οποία αναφερόμαστε όσο και από το αν αναφερόμαστε σε δημόσια ή ιδιωτική επιχείρηση. Το κράτος όπως είναι φανερό θα πρέπει τόσο να εκμεταλλευτεί όλα τα μέσα που διαθέτει ώστε το ίδιο να βελτιώσει την ενεργειακή του αποδοτικότητα όσο και να δώσει κίνητρα στις ιδιωτικές επιχειρήσεις ώστε να μπουν στην διαδικασία ενεργειακών επενδύσεων αντιμετωπίζοντας ένα τέτοιο θέμα ως θέμα επένδυσης και ως θέμα κοινωνικής ευθύνης. Στο άλλο άκρο, οι ιδιωτικές επιχειρήσεις ως οικονομικές μονάδες κέρδους θα πρέπει να επενδύσουν τα χρήματα τους λαμβάνοντας τον ρίσκο και την αποδοτικότητα της κάθε τους κίνησης αλλά και το κοινωνικό αντίκτυπο που αυτή θα έχει (δεδομένου ότι έχει αποδειχθεί ότι επιχειρήσεις



με κοινωνικά ευαισθητοποιημένο προφίλ χαίρουν της αποδοχής της κοινωνίας με ότι οικονομικό αντίκτυπο μπορεί να έχει αυτό).

Έτσι, όσον αφορά τις επιχειρήσεις οι οποίες χαρακτηρίζονται ως ενεργειακά πολύ επιβαρυντικές λόγω του ότι φτιάχνουν ή χρησιμοποιούν υλικά εξαιρετικά ρυπογόνα, αυτές θα πρέπει να αναζητήσουν το πεδίο των επενδύσεών τους στις πολύ βασικές τους διαδικασίες (διαδικασίες παραγωγής). Η αντικατάσταση παλιών γραμμών παραγωγής χωρίς διαδικασίες ανακύκλωσης, χωρίς διαδικασίες αποβολής χημικών ή αέριων αποβλήτων, χωρίς διαδικασίες εκμετάλλευσης άλλων μορφών ενέργειας αποτελεί την πιο σημαντική επένδυση αυτών. Η Martinez π.χ. το 2001 άλλαξε την γραμμή παραγωγή της σε μια πιο οικολογική βάση (βελτιώνοντας την ενεργειακή της απόδοση κατά 12%) προσδοκώντας σε ένα χρόνο αποπληρωμής της επένδυσής της μόνο σε 2 χρόνια το οποίο και επέτυχε!

Επιχειρήσεις αντίστοιχα οι οποίες είναι κατασκευαστές προϊόντων έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν την ενεργειακή τους αποδοτικότητα σε πολλά επίπεδα είτε βελτιώνοντας τις δικές τους διαδικασίες είτε απαιτώντας από τους παροχές τους να ακολουθούν συγκεκριμένα φιλικά προς το περιβάλλον πρότυπα. Οι Nestle, Procter & Gamble, Unilever και η Tesco ήταν από τις πρώτες εταιρίες που απαίτησαν από τους προμηθευτές τους συγκεκριμένες τιμές διοξειδίου του άνθρακα κατά την παραγωγή των προϊόντων τους.

Το πρόβλημα ωστόσο είναι ότι οι περισσότερες βιομηχανίες αντιμετωπίζουν το θέμα της οικολογικής συμβατότητας ως θέμα μάρκετινγκ και μόνο. Γνωρίζοντας τα θετικά αποτελέσματα που έχει ένα προϊόν το οποίο τιτλοφορείται ως “πράσινο”, το μόνο που προσπαθούν να κάνουν είναι να προωθήσουν τα προϊόντα με αυτό τον τρόπο αναγράφοντας απλά την τιμή της απαιτούμενης ενέργειας που χρησιμοποιείται για να παραχθεί το εν λόγω προϊόν. Φυσικά και κάτι τέτοιο δεν μπορεί να θεωρηθεί ως πράσινη επένδυση, θεωρείται ωστόσο βέβαιο ότι σε μακροχρόνιο επίπεδο η οικολογική ευαισθητοποίηση και γνώση του καταναλωτή και όχι μόνο θα οδηγήσει όλες τις εταιρείες σε μια πιο οικολογική αντιμετώπιση των λειτουργιών τους. Το όχι μόνο αναφέρεται στο ότι σε μια πρόσφατη έρευνα, το 80% των επιχειρήσεων θεωρούν την κλιματική αλλαγή (συμπεριλαμβανομένων και των ακραίων καιρικών φαινομένων –ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής - ) επιχειρησιακό κίνδυνο(29).

#### 1.3.4 Λόγοι που εμποδίζουν την ανάληψη αποφάσεων επενδύσεων (16):

Θεωρείται ότι η ενεργειακή αγορά έχει αποτύχει μέχρι στιγμής στο να πείσει τόσο τους καταναλωτές όσο και τους επιχειρηματίες να βελτιστοποιήσουν την ενεργειακή τους απόδοση. Αυτό μπορεί να οφείλεται είτε στην μη επαρκή ενημέρωση των τελευταίων (περί επιλογών ενέργειας για τους καταναλωτές και περί επενδύσεων στους επιχειρηματίες) είτε σε εμπόδια που βάζει η ίδια η πολιτεία – κοινωνία – αγορά. Πολιτικές & ατέλειες αγοράς που λειτουργούν ως εμπόδια στην ενεργειακή αποδοτικότητα:

- Μη επαρκής ανάπτυξη – διάθεση ενεργειακών υποκατάστατων πετρελαίου για μεταφορική χρήση. (Πολιτικές Αποφάσεις)
- Μη επαρκής διάθεση ενεργειακών υποκατάστατων θέρμανσης (ρωσικό φυσικό αέριο). (Πολιτικές Αποφάσεις)
- Μη ύπαρξη οικονομικών κινήτρων για την επένδυση των επιχειρήσεων σε οικολογικές πολιτικές. (Πολιτικές Αποφάσεις)
- Έλλειψη πληροφόρησης στα νοικοκυριά περί των ενεργειακών τους επιλογών και του ολικού κόστους της κάθε τους επιλογής. (Έλλειψη Πληροφόρησης)
- Ο εξ επιλογής θρυμματισμός του κόστους από τις εταιρείες ενεργειακής κάλυψης αποπροσανατολίζει και μπερδεύει τον κόσμο. (Έλλειψη Πληροφόρησης)
- Οι επιχειρήσεις δεν αναλαμβάνουν το κόστος αύξησης της ενεργειακής τους αποδοτικότητας, εκτός αν είναι σίγουρες ότι αυτό το κόστος μετακυλιώμενο στην τιμή του προϊόντος τους θα πληρωθεί από τους καταναλωτές. (Συνθήκες Αγοράς)
- Οι δανειοδότες είναι ακόμη επιφυλακτικοί για την αποδοτικότητα των κεφαλαίων σε μια τέτοια επένδυση. (Συνθήκες Αγοράς)
- Υψηλή αξία αποτίμησης σε συγκεκριμένους κλάδους. (Συνθήκες Αγοράς)
- Επιφυλακτικότητα της κοινωνίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι δεν αποτελεί απαίτηση της κοινωνίας οι δήμοι, τα σχολεία, τα πανεπιστήμια και τα νοσοκομεία να λειτουργούν με απόλυτα οικολογικό τρόπο. (Κοινωνικοί Λόγοι)

## 1.4 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Οι **ήπιες μορφές ενέργειας** (30) ή "ανανεώσιμες πηγές ενέργειας" (ΑΠΕ) ή "νέες πηγές ενέργειας" είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ο όρος "ήπιες" αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχήν, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση, καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερο, πρόκειται για "καθαρές" μορφές ενέργειας, πολύ φιλικές στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Ως "ανανεώσιμες πηγές" θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική. Ο χαρακτηρισμός "ανανεώσιμες" είναι κάπως καταχρηστικός, μια και ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική ενέργεια δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών.

Χρησιμοποιούνται είτε άμεσα (κυρίως για θέρμανση) είτε μετατρεπόμενες σε άλλες μορφές ενέργειας (κυρίως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια). Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό απ' τις ήπιες μορφές ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η υψηλή όμως μέχρι πρόσφατα τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών, τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής καθώς και πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες που έχουν να κάνουν με τη διατήρηση του παρόντος στάτους κβο στον ενεργειακό τομέα εμπόδισαν την εκμετάλλευση έστω και μέρους αυτού του δυναμικού. Ειδικά στην Ελλάδα, που έχει μορφολογία και κλίμα κατάλληλο για νέες ενεργειακές εφαρμογές, η εκμετάλλευση αυτού του ενεργειακού δυναμικού θα βοηθούσε σημαντικά στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας.

### Πλεονεκτήματα

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.

- Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής.
- Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις.

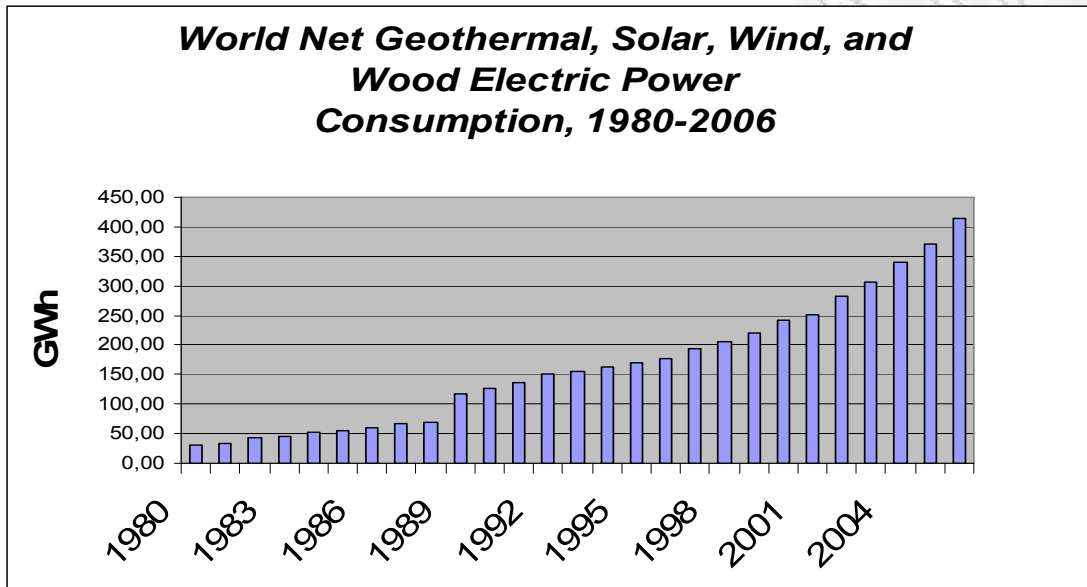
### **Μειονεκτήματα**

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.
- Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.
- Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

#### **1.4.1.1 Εξέλιξη: Παγκοσμίως (31,32,33):**

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καλύπτουν όλο και περισσότερες ανάγκες στην παγκόσμια αγορά παραγωγής ρεύματος με ρυθμούς ανάπτυξης από 20% έως 60% ετησίως. Παρόλα αυτά το μεγαλύτερο μέρος των ΑΠΕ αποτελούν οι υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις οι οποίες σήμερα φτάνουν το 15% της συνολικής παραγόμενης ισχύς. Σε πιο αριθμητικά δεδομένα το 2008 από τα 3.3 τρισεκατομμύρια κιλοβατώρες που παράχθηκαν από ΑΠΕ το 54% προέρχονταν από υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις και το 33% από αιολική ενέργεια. Εξαιρώντας τις τελευταίες (οι οποίες αποτελούν και την

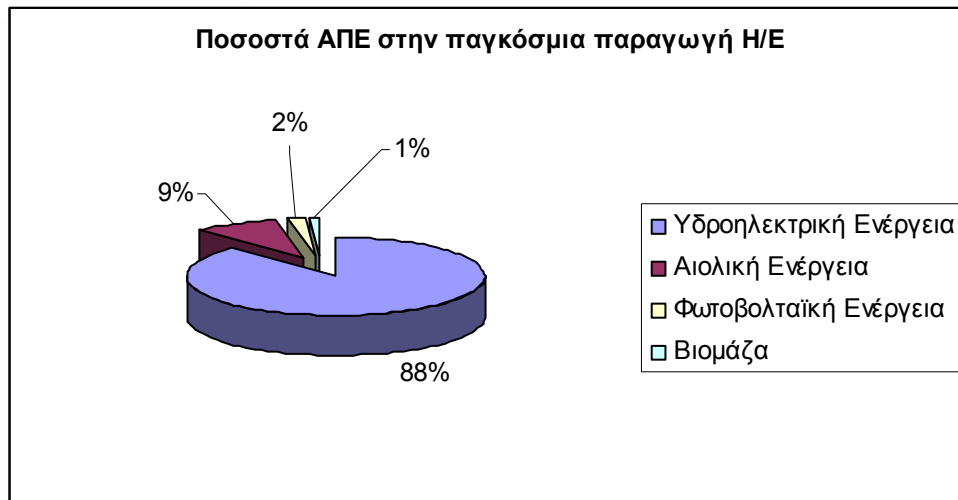
μακροβιότερη μορφή ΑΠΕ), οι επενδύσεις σε δυναμικότητα ΑΠΕ έφτασαν τα 55 δισεκατομμύρια δολάρια για το 2006 και η εγκατεστημένη ισχύς τους ανήλθε στα 407 GW. Παρόλα αυτά και ανεξάρτητα με το πόσο μεγάλο φαντάζει ένα τέτοιο νούμερο, αυτό το δυναμικό καλύπτει μόλις το 3.4% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.



**Διάγραμμα 1.1:** Εξέλιξη κατανάλωσης ηλεκτρισμού μέσω ΑΠΕ σε παγκόσμιο επίπεδο το χρονικό διάστημα 1980-2006 (Πηγή: Energy Information Administration, International Energy Annual, Table posted December 8, 2008).



**Διάγραμμα 1.2:** Ποσοστά Βασικών Μεθόδων Παραγωγής Η/Ε σε παγκόσμιο επίπεδο (Πηγή:ΕΙΑ, [www.eia.doe.gov/iea](http://www.eia.doe.gov/iea)). Θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι όταν αναφερόμαστε σε ποσοστά επί της παραγόμενης ενέργειας ουσιαστικά αναλύουμε το κλάσμα του μεριδίου της καταναλώσεως ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προς την τελική ακαθάριστη κατανάλωση ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, ως κατανάλωση ΑΠΕ εννοούμε την άμεση χρήση κάποιας πηγής ενέργειας (π.χ. βιοκαύσιμα) συν το μέρος του ηλεκτρισμού και της θέρμανσης που παράγεται από αυτές. Ενώ ως τελική ακαθάριστη κατανάλωση ενέργειας (π.χ. παγκοσμίως) θεωρούμε την συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια (στον κλάδο των νοικοκυριών συν τον κλάδο των μεταφορών συν τον κλάδο τον εμπορικό συν τον κλάδο της γεωργίας συν τον κλάδο των υπηρεσιών). Άλλωστε το μέγιστο μειονέκτημα του ηλεκτρισμού είναι κυρίως ότι δεν μπορεί να αποθηκευτεί, που σημαίνει ότι όσο παράγεται τόσο καταναλώνεται.

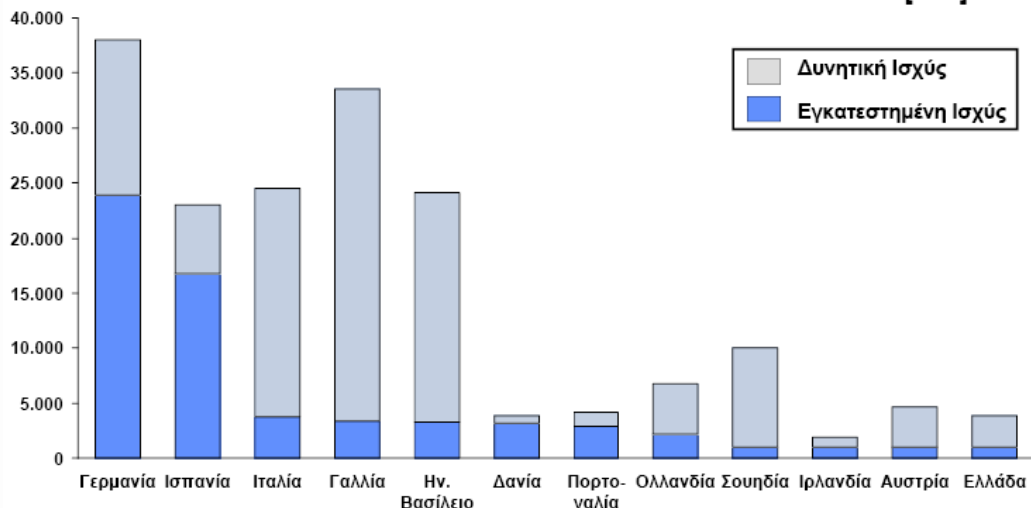


**Διάγραμμα 1.3:** Ποσοστά ΑΠΕ στην Παγκόσμια Παραγωγή Η/Ε (Πηγή:ΕΙΑ, [www.eia.doe.gov/iea](http://www.eia.doe.gov/iea))

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι η πιο αξιόλογη πρόταση ΑΠΕ είναι η αγορά αιολικής ενέργειας. Είναι χαρακτηριστικό ότι παγκοσμίως από τα 11 GW εγκατεστημένης ισχύος το 2000, το 2008 η εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας ανήλθε στα 121 GW, ένα νούμερο που συνεχίζει να αυξάνεται. Η αγορά Φ/Β απεναντίας αποτελεί ακόμη μια αγορά αιχμής (niche) η οποία – όπως θα αναλυθεί αργότερα – παρουσιάζει ιδιαίτερη άνθηση μόνο στις χώρες όπου η πολιτεία έδωσε κίνητρα εγκατάστασης Φ/Β στοιχείων.

Στην Ε.Ε. αντίστοιχα η πιο σημαντική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας παραμένει η υδροηλεκτρική. Η αιολική ενέργεια παρόλα αυτά αποτελεί την πιο ισχυρή αγορά με κύριους πρωταγωνιστές την Δανία (η οποία ήταν και ο πρωτοπόρος ξεκινώντας την εγκατάσταση τέτοιων πάρκων ήδη από την δεκαετία του 90) και την Γερμανία η οποία εκμεταλλευόμενη την τεχνογνωσία και την βαριά της βιομηχανία κατάφερε να αποτελεί πλέον μιας από τις σημαντικότερες αγορές παγκοσμίως. Η αγορά Φ/Β τέλος μόνο ως αγορά αιχμής δεν μπορεί να χαρακτηριστεί στην Ε.Ε. Και αυτό διότι οι χώρες της έδωσαν από το 2004 ισχυρά κίνητρα για την ανάπτυξη αυτής της αγοράς. Το αποτέλεσμα είναι μόλις 5 χρόνια μετά χώρες όπως η Γερμανία και η Ισπανία να αποτελούν κράτη με τις μεγαλύτερες εγκαταστάσεις Φ/Β στοιχείων παγκοσμίως.

### ΔΥΝΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ Α/Π ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ 2008 [MW]

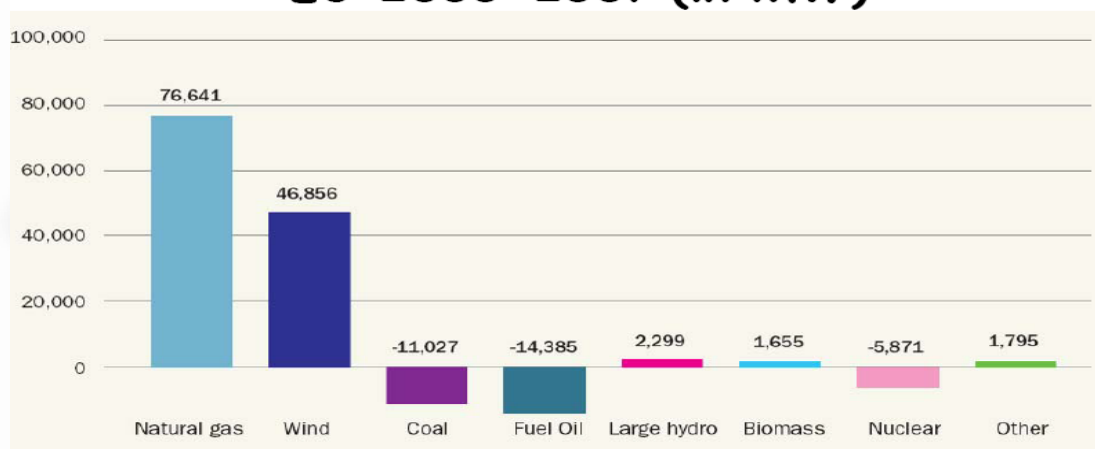


**Διάγραμμα 1.4:** Δυναμική και Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ στην Ευρώπη το 2008 (Πηγή: ΔΕΗ Ανανεώσιμες)

Η Ε.Ε. άλλωστε ακολουθώντας τις επιταγές του πρωτοκόλλου του Κιότο έχει θεσπίσει την Λευκή Βίβλο σύμφωνα με την οποία το 2020 θα πρέπει: (i) το 35% του παραγόμενου ηλεκτρισμού να πραγματοποιείται με ΑΠΕ, (ii) το 25% της θέρμανσης δημιουργείται μέσω ΑΠΕ, (iii) το 10% των χρησιμοποιούμενων καυσίμων για μεταφορά προέρχονται από ΑΠΕ και (iv) το μέσο όρο των ανωτέρω να ανέρχεται στο 20%.

Παρακάτω παρατίθενται δύο πίνακες που παρουσιάζουν την ιστορική εξέλιξη των ΑΠΕ στην Ευρωπαϊκή Ένωση από το 2000 έως το 2007 καθώς και την μεταβολή αυτών μέσα σε ένα χρόνο (2007).

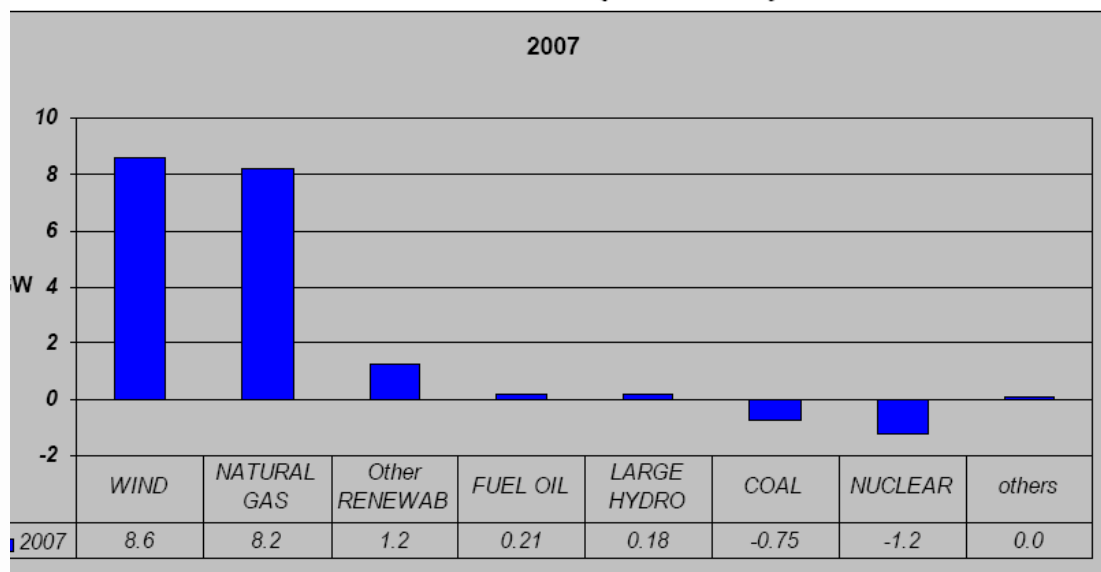
### Net Increase/Decrease in Power Capacity EU 2000-2007 (in MW)



Source: EWEA and Platts PowerVision

**Διάγραμμα 1.5:** Καθαρές Μεταβολές ΑΠΕ στην Ε.Ε. το χρονικό διάστημα 2000-2007 (Πηγή: EWEA)

## Net Increase/Decrease in Power Capacity EU 2007 (in MW)



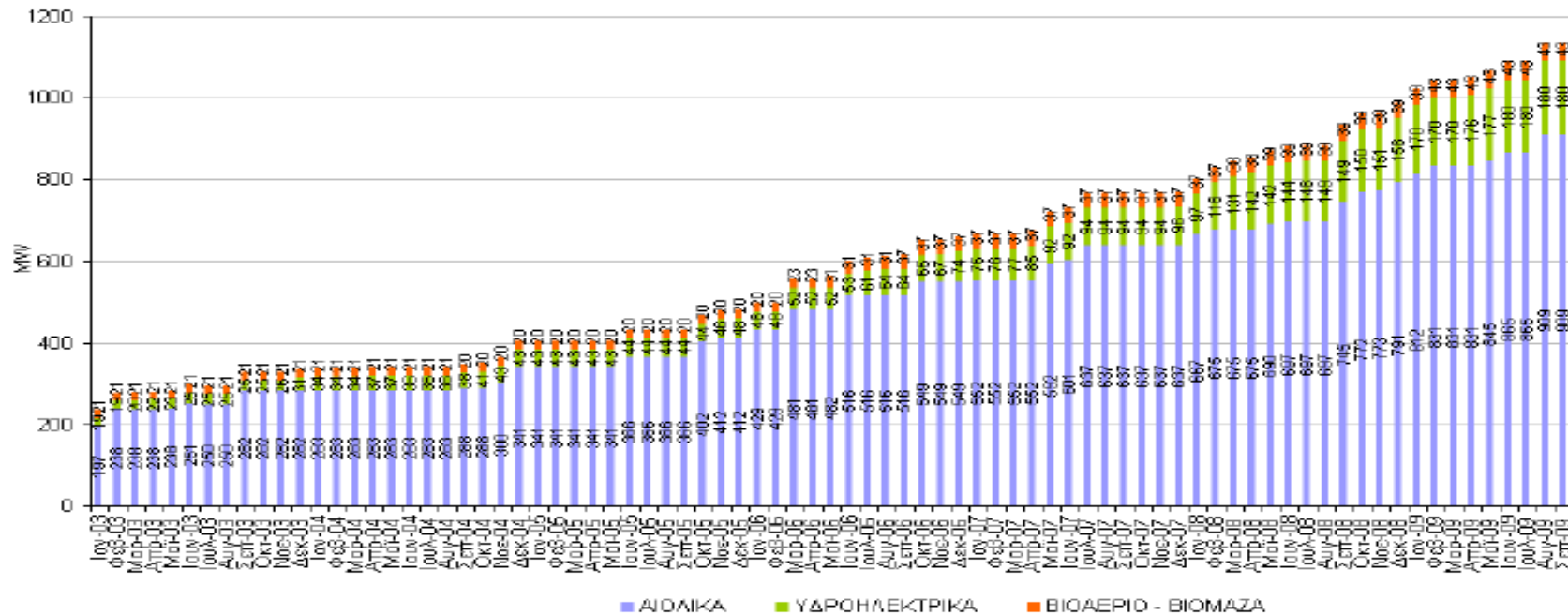
Διάγραμμα 1.6: Ποσοστιαίες Μεταβολές ΑΠΕ στην Ε.Ε. το χρονικό διάστημα 2000-2007 (Πηγή: EWEA)

### 1.4.1.2 Εξέλιξη – Ελλάδα (32,33)

Η Ελλάδα ως μέλος της Ε.Ε. και ακολουθώντας τις επιταγές της Λευκής Βίβλου έχει θέσει τους δικούς της στόχους οι οποίοι αναφορικά είναι: ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην παραγωγή Η/Ε το 2020 σε 20.1% (τη στιγμή που σήμερα είναι μαζί με τα υδροηλεκτρικά 7%). Το οποίο σημαίνει συμμετοχή κατά 7% από υδροηλεκτρικά και κατά 13% από τις υπόλοιπες ΑΠΕ, κάτι το οποίο φαντάζει εξαιρετικά δύσκολο βάση των τελευταίων ρυθμών ανάπτυξης. Σημειώνεται ότι έως τις 31 Οκτωβρίου του 2009 η εγκατεστημένη ισχύς έργων ΑΠΕ στην χώρα ήταν 1.420,6 μεγαβάτ, εκ των οποίων τα 1.157,4 προέρχονταν από αιολικά, τα 180,4 από υδροηλεκτρικούς σταθμούς κάτω των 15 μεγαβάτ, από φωτοβολταϊκά τα 42 μεγαβάτ και από βιομάζα τα 40,8 μεγαβάτ. Όπως θα αναλυθεί παρακάτω οι ρυθμοί ανάπτυξης των επενδυτικών κινήσεων στη χώρα μας είναι εξαιρετικά αργοί λόγω των γραφειοκρατικών προβλημάτων, των πολιτειακών αποφάσεων, του χαμηλού βαθμού κοινωνικής αποδοχής και των απομακρυσμένων δικτύων από το χώρο επενδύσεων. Παρόλα αυτά, το ενθαρρυντικό στην χώρα μας είναι ότι έχει δημιουργηθεί εκείνο το οικονομικό πλαίσιο τόσο ως τιμή πώλησης της κιλοβατώρας όσο και ως πριμ επιδότησης σε περίπτωση επένδυσης (40-50% για Φ/Β και 30% για αιολικά) που καθιστά την χώρα μας από τις πιο ελκυστικές επενδυτικές αγορές ΑΠΕ στην Ευρώπη.



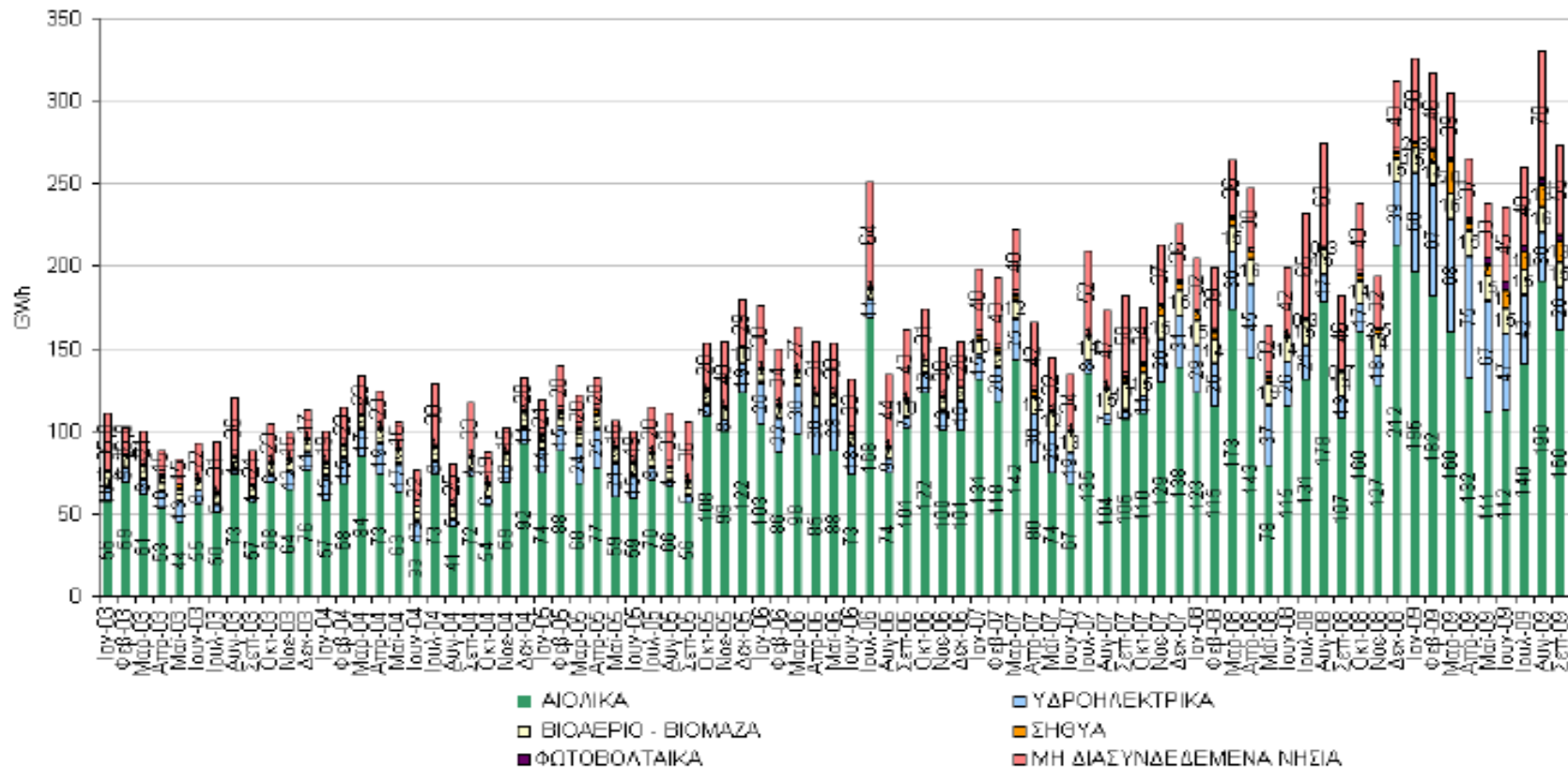
2003 – 2009  
**ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW) ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΤΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**  
 (Άρθρο 9 Ν.3468/2006)



ΔΕΣΜΗΕ/ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2009

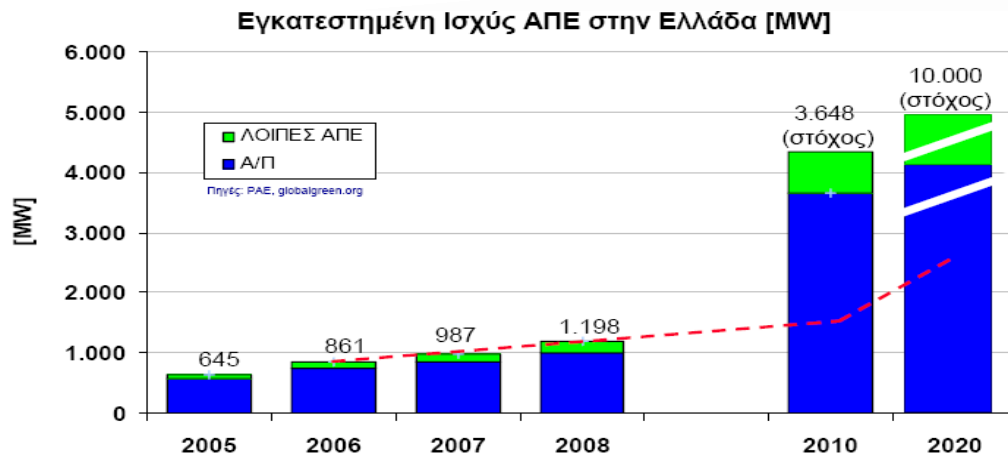
Διάγραμμα 1.7: Εξέλιξη – κατανομή ΑΠΕ στην Ελλάδα το χρονικό διάστημα 2003-2009 (Πηγή: ΔΕΣΜΗΕΑ)

2003 – 2009  
**ΕΘΝΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ Η.Ε. (GWh) ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ (Άρθρα 9 & 10 Ν.3468/2006)**



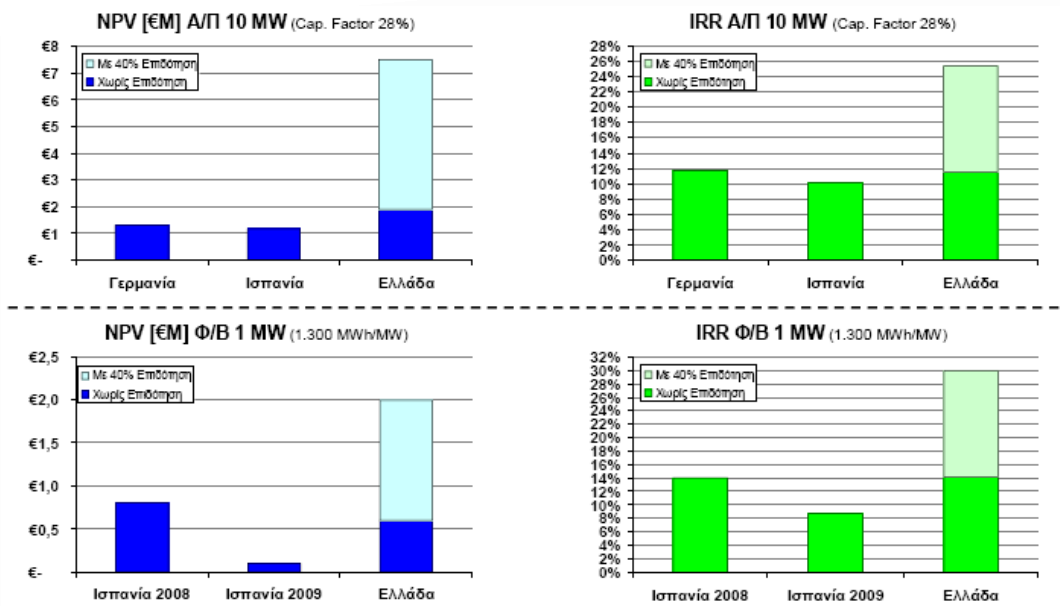
ΔΕΣΜΗΕ/ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2009

Διάγραμμα 1.8: Εξέλιξη – ενεργειακή κατανομή από ΑΠΕ στην Ελλάδα το χρονικό διάστημα 2003-2009 (Πηγή: ΔΕΣΜΗΕΑ)

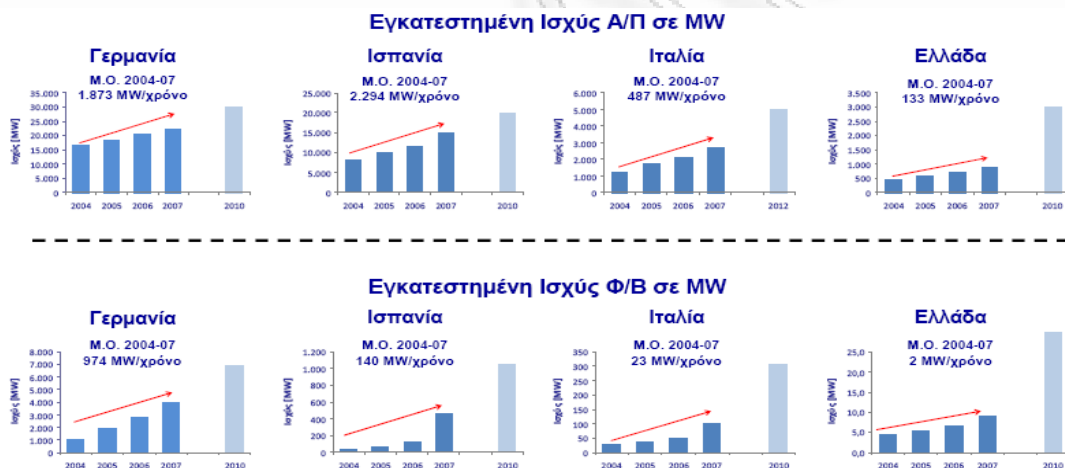


*Αν συνεχίσει η χώρα μας να αναπτύσσεται με τους ρυθμούς των ετών 2007-2008, θα προσεγγίσει τα 1.600 MW, απέχοντας σημαντικά (-56%) σε σχέση με τον στόχο της χώρας μας για το 2010.*

**Διάγραμμα 1.9:** Εξέλιξη Εγκατεστημένης Ισχύος από ΑΠΕ στην χώρα μας (Πηγή: ΔΕΗ Ανανεώσιμες)



Διάγραμμα 1.10: Οικονομικά Κίνητρα που ισχύουν στην Ελλάδα (Πηγή: ΔΕΗ Ανανεώσιμες)



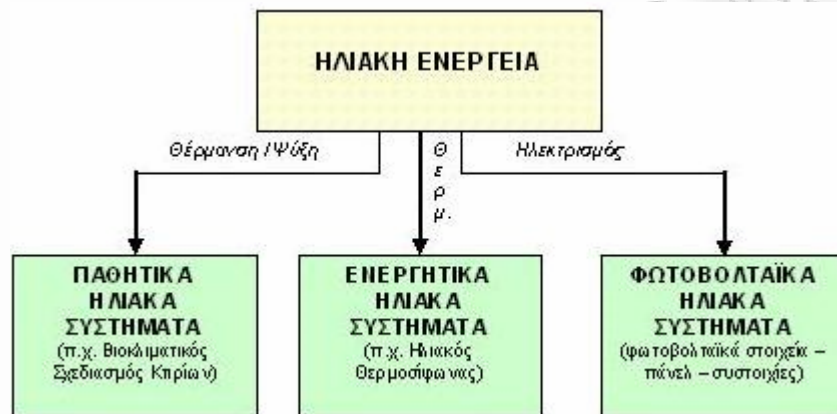
Διαγράμματα 1.11: Ρυθμός Υλοποίησης των Έργων στην Ελλάδα σε σύγκριση με άλλες χώρες (Πηγή: ΔΕΗ Ανανεώσιμες)

## 1.4.2 ΜΟΡΦΕΣ ΑΠΕ (30):

### 1.4.2.1 Ηλιακή Ενέργεια

Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα ή θερμική ενέργεια καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας. Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της.

Όσον αφορά την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.



Σχήμα 1.2: Διαχωρισμός Ηλιακής Ενέργειας (Πηγή: Ηλεκτρονική Βιβλιοθήκη)

Τα φωτοβολταϊκά (ή Φ/Β) συστήματα αποτελούν μια από τις εφαρμογές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, με τεράστιο ενδιαφέρον για την Ελλάδα. Εκμεταλλεόμενο το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, το φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ενέργεια. Τα φωτοβολταϊκά είναι διατάξεις που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα από την ηλιακή ακτινοβολία. Το ηλεκτρικό αυτό ρεύμα χρησιμοποιείται για να δώσει ενέργεια σε μια συσκευή ή για τη φόρτιση μπαταρίας. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται ευρέως σε μικροϋπολογιστές τσέπης που λειτουργούν χωρίς μπαταρία, απλώς με την έκθεσή τους στο φως.

#### 1.4.2.2. Αιολική Ενέργεια

Γενικά **αιολική ενέργεια** ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου. Η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται "ήπια μορφή ενέργειας" και περιλαμβάνεται στις "καθαρές" πηγές όπως συνηθίζονται να λέγονται οι πηγές ενέργειας που δεν εκπέμπουν ή δεν προκαλούν ρύπους. Η αρχαιότερη μορφή εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας ήταν τα ιστία (πανιά) των πρώτων ιστιοφόρων πλοίων και πολύ αργότερα οι ανεμόμυλοι στη ξηρά. Η σημερινή τεχνολογία βασίζεται σε ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα 2 ή 3 πτερυγίων, με αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύ 200 – 400kW. Όταν εντοπιστεί μια ανεμώδης περιοχή – και εφόσον βέβαια έχουν προηγηθεί οι απαραίτητες μετρήσεις και μελέτες – για την αξιοποίηση του αιολικού της

δυναμικού τοποθετούνται μερικές δεκάδες ανεμογεννήτριες, οι οποίες απαρτίζουν ένα «αιολικό πάρκο».

#### 1.4.2.3 Βιομάζα

Με τον όρο **βιομάζα** ονομάζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια της βιομάζας (βιοενέργεια ή *πράσινη ενέργεια*) είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια (η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης). Η μόνη φυσικά ευρισκόμενη πηγή ενέργειας με άνθρακα που τα αποθέματά της είναι ικανά ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων, είναι η βιομάζα. Αντίθετα από αυτά, η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς απαιτείται μόνο μια σύντομη χρονική περίοδος για να αναπληρωθεί ό,τι χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Σε τεχνικό επίπεδο αναφερόμαστε σε υλικά (όπως ξύλα, φυτικά υπολείμματα, άχυρα, πριονίδια, άχρηστους καρπούς ή κουκούτσια, ζωικά απόβλητα, κοπριά, λίπος ζώων, άχρηστα αλιεύματα κ.ά.) που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο, αλλά και τα υγρά απόβλητα και το μεγαλύτερο μέρος από τα αστικά απορρίμματα (υπολείμματα τροφών, χαρτί κ.ά.) των πόλεων και των βιομηχανιών, τα οποία μπορούμε να τα μετατρέψουμε σε ενέργεια.

Βασικό πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και ότι παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Η αξιοποίηση της μπορεί να γίνει με μετατροπή της σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων, με διάφορες μεθόδους και τη χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας. Σαν πλεονέκτημά της καταγράφεται και το ότι κατά την παραγωγή και την μετατροπή της δεν δημιουργούνται οικολογικά και περιβαλλοντολογικά προβλήματα. Από την άλλη, σαν μορφή ενέργειας η βιομάζα χαρακτηρίζεται από πολυμορφία, χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, λόγω χαμηλής πυκνότητας και/ή υψηλής περιεκτικότητας σε νερό, εποχικότητα, μεγάλη διασπορά, κλπ. Τα χαρακτηριστικά αυτά συνεπάγονται πρόσθετες δυσκολίες στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευσή της. Σαν συνέπεια το κόστος μετατροπής της σε πιο εύχρηστες μορφές ενέργειας παραμένει υψηλό.

#### 1.4.2.4 Γεωθερμική Ενέργεια

Γεωθερμία ή Γεωθερμική ενέργεια ονομάζουμε τη φυσική ενέργεια της γης που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια. Η μετάδοση θερμότητας πραγματοποιείται με δύο τρόπους:

- α) Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια με ρυθμό 0,04 - 0,06 W/m<sup>2</sup>
- β) Με ρεύματα μεταφοράς που περιορίζονται όμως στις ζώνες κοντά στα σύνορα των λιθοσφαιρικών πλακών, λόγω ηφαιστειακών και υδροθερμικών φαινομένων.

Μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο έχει η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για την κάλυψη αναγκών του, καθώς είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις. Η Υψηλής Ενθαλπίας (>150 °C) χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρισμού. Η Μέσης Ενθαλπίας (80 έως 150 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων καθώς και μερικές φορές και για την παραγωγή ηλεκτρισμού (π.χ. με κλειστό κύκλωμα φρέον που έχει χαμηλό σημείο ζέσεως). Η Χαμηλής Ενθαλπίας (25 έως 80 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για θέρμανση θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες, για παραγωγή γλυκού νερού. Λόγω κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών, ο Ελλαδικός χώρος διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας) σε οικονομικά βάθη (100-1500μ). Σε μερικές περιπτώσεις τα βάθη των γεωθερμικών ταμιευτήρων είναι πολύ μικρά, κάνοντας ιδιαίτερα ελκυστική, από οικονομική άποψη, τη γεωθερμική εκμετάλλευση.

#### 1.4.2.5 Υδραυλική Ενέργεια

Λέγοντας υδραυλική ενέργεια εννοούμε την ενέργεια που παράγεται από την μετακίνηση του γλυκού νερού από τους ποταμούς και τις λίμνες. Το νερό από την φύση του αποκτάει μεγάλη κινητική ενέργεια κατά την ροή από περιοχές με μεγάλο υψόμετρο σε περιοχές με χαμηλότερο υψόμετρο. Η εκμετάλλευση αυτής της κινητικής ενέργειας μπορεί να γίνει με την κατασκευή υδροηλεκτρικών έργων, τα οποία μας δίνουν την δυνατότητα να μετατρέπουμε αυτήν την ενέργεια σε μηχανική και έπειτα σε ηλεκτρική.

Τις τελευταίες δυο δεκαετίες παρατηρείται διεθνώς έντονο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη μικρών υδροηλεκτρικών έργων. Παρατηρείται επίσης η ίδρυση ενός σημαντικού αριθμού εταιριών κατασκευής και εκμετάλλευσης μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών. Στην χώρα μας η ελληνική νομοθεσία ορίζει ως μικρούς τους υδροηλεκτρικούς

σταθμούς με ισχύ μικρότερη των 10 MW και επιτρέπει υπό προϋποθέσεις παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεξάρτητους παραγωγούς. Η υδροηλεκτρική ανάπτυξη της χώρας μας στην σημερινή εποχή δεν είναι και πολύ έντονη, με εξαίρεση τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα της ΔΕΗ με εγκατεστημένη ισχύ 3 MW το 2000. Σήμερα στην Ελλάδα υπάρχουν 14 μικρά υδροηλεκτρικά έργα σε λειτουργία, με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 43 MW. Εκτιμάται από το ΕΜΠ ότι το εκμεταλλεύσιμο δυναμικό της υδραυλικής ενέργειας στην χώρα μας θα μπορούσε να δώσει εγκατεστημένη ισχύ της τάξης των 1.600 MW.

#### **1.4.3 ΑΠΕ Σε οικονομικό Επίπεδο (34):**

Οι ΑΠΕ παγκοσμίως αποτελούν μία από τις πιο ενδιαφέρουσες επενδυτικές κινήσεις. Όπως θα αναφερθεί στα κατωτέρω κεφάλαια δεν αποτελεί επένδυση με υψηλό κέρδος αλλά είναι μια επένδυση ασφαλής χαμηλού ρίσκου που μπορεί να αποφέρει σταθερά κέρδη. Για το τι συμβαίνει γενικά στον επενδυτικό χώρο της ενέργειας θα δανειστούμε τα αποτελέσματα της ετήσιας μελέτης της PricewaterhouseCoopers (PwC) "Renewables Deals" για να αποδείξουμε το σημαντικό ρόλο των ΑΠΕ στο ενεργειακό τοπίο.

- Το 1/4 των συμφωνιών στην ενέργεια αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή την τεχνολογία.
- Η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές υπολογίζεται στο ένα δέκατο της αξίας των συγχωνεύσεων και εξαγορών στον ευρύτερο τομέα της ενέργειας.
- Το 2007 και 2008 έκλεισαν 441 συμφωνίες στον κλάδο των ανανεώσιμων πηγών με συνολική αξία που ανήλθε στα \$70,3 δισ.
- Οι συμφωνίες παραγωγής ηλιακής ενέργειας τετραπλασιάστηκαν σε αριθμό, ενώ η συνολική τους αξία υπερτετραπλασιάστηκε το 2008, σε σύγκριση με το προηγούμενο έτος. Το μέσο μέγεθος μίας συμφωνίας για παραγωγή ηλιακής ενέργειας αυξήθηκε επίσης – από τα \$76,7 εκατ. το 2007 σε \$89,3 εκατ. το 2008.

Πιο συγκεκριμένα: Η πώληση του 25% της EDP Renováveis -της θυγατρικής εταιρείας ηλιακής ενέργειας του πορτογαλικού ομίλου ενέργειας EDP- σε θεσμικούς επενδυτές βρίσκεται στην πρώτη θέση της λίστας των συμφωνιών στον κλάδο των ανανεώσιμων πηγών για το 2008. Η είσοδος στο χρηματιστήριο της EDP είχε ως αποτέλεσμα την άντληση \$2,8 δισ. Η Scottish & Southern Energy (SSE) ενεπλάκη σε μία άλλη μεγάλη



συμφωνία, αποκτώντας την Airtricity Holdings στην Ιρλανδία σε μία συμφωνία αξίας \$2,1 δισ., καθιστώντας την SSE τον μεγαλύτερο ιδιοκτήτη εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας στη Βρετανία. Οι δύο συμφωνίες εκτός Ευρώπης αφορούσαν αμφοτέρως εγκαταστάσεις υδροηλεκτρικής ενέργειας. Η σημασία των εκτός κλάδου «παικτών» τονίζεται από το γεγονός ότι μόλις το 16% όλων των εξαγορών στις ανανεώσιμες πηγές το 2008 έγινε από εναλλακτικές εταιρείες παραγωγής ενέργειας.

Η έμφαση για συμφωνίες στις ανανεώσιμες πηγές επικεντρώθηκε στην Ευρώπη κατά το 2007 και 2008 με συνολική αξία \$17 δισ., όταν η αξία των συμφωνιών στον υπόλοιπο κόσμο έπεσε σε ετήσια βάση κατά 63%. Το μερίδιο της Βορείου Αμερικής έμεινε σχεδόν στα ίδια επίπεδα όντας περίπου το ένα τέταρτο της συνολικής αξίας των συμφωνιών παγκοσμίως. Οι συμφωνίες στην περιοχή της Ασίας – Ειρηνικού έπεσαν σε ετήσια βάση από 64 σε 53 το 2008. Ο αριθμός των συμφωνιών αυξήθηκε παντού, με εξαίρεση τη Ρωσία, τη Νότια Αμερική και την Αφρική.

Οκτώ από τις δέκα μεγαλύτερες συμφωνίες στο χώρο της ηλιακής ενέργειας ανακοινώθηκαν το δεύτερο εξάμηνο του 2008, με επτά από αυτές να πραγματοποιούνται τους τέσσερις τελευταίους μήνες, κάτι που δείχνει ότι η τάση δεν επηρεάστηκε από την επιδείνωση της τραπεζικής κρίσης το φθινόπωρο.

**Στην Ελλάδα (35):** Στο δείγμα της μελέτης της **Hellastat** έχουν περιληφθεί 297 επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην εκμετάλλευση ΑΠΕ. Από αυτές, μόλις οι 124 παρουσίασαν εμπορική εκμετάλλευση κατά το 2007, μαρτυρώντας το εύρος των επενδύσεων που υλοποιούνται σε όλη την ελληνική επικράτεια. Το 2007 ο συνολικός κύκλος εργασιών του δείγματος αυξήθηκε κατά 36,5% σε σχέση με το προηγούμενο έτος (από €158,5 εκ. το 2006 σε €216,3 εκ. το 2007),. Από τις 124 εταιρείες με δημοσιευμένα οικονομικά στοιχεία για το 2007, οι 73 (58,9% του δείγματος) κινήθηκαν ανοδικά. Η αύξηση του κύκλου εργασιών του δείγματος οφείλεται στη σημαντική αύξηση των εργασιών των εταιρειών με πωλήσεις άνω των €10 εκ. (αύξηση 75,5%).

Τα Μικτά αποτελέσματα παρουσίασαν επίσης σημαντική αύξηση κατά 28,2%, αν και χαμηλότερη σε σχέση με την αύξηση του 2006 (68,6%). Ικανοποιητική αύξηση εμφανίζουν και τα ΚΠΤΦΑ, κατά 16%, στασιμότητα ωστόσο παρατηρείται στα συνολικά καθαρά κέρδη, εξαιτίας των νέων επιχειρήσεων που επιβαρύνονται με λειτουργικά κόστη χωρίς να έχουν κάνει έναρξη της εμπορικής εκμετάλλευσης. Είναι θετικό πάντως ότι, από τις 124 εταιρείες του δείγματος, οι 102 παρουσίασαν θετικά ΚΠΤΦΑ, ενώ οι 87 παρουσίασαν θετικά ΚΠΦ. Παρά τη μείωση του Μικτού περιθωρίου κερδοφορίας, το

περιθώριο ΚΠΤΦΑ το 2007 αυξήθηκε σε 56,6%. Από τις επιμέρους κατηγορίες επιχειρήσεων, μόνο οι μικρότερες εταιρείες παρουσίασαν αύξηση του περιθωρίου ΚΠΤΦΑ, ενώ οι υπόλοιπες παρουσίασαν μείωση του σχετικού περιθωρίου τους, με τις μεγαλύτερες να παρουσιάζουν το χαμηλότερο περιθώριο ΚΠΤΦΑ. Η μείωση του περιθωρίου ΚΠΤΦΑ είχε επίπτωση στο περιθώριο ΚΠΦ, το οποίο διαμορφώθηκε στο 16,6%, μειωμένο σε σχέση με το 2006 (20,2%), αλλά σε παραπλήσια επίπεδα με το 2005. Μείωση του περιθωρίου ΚΠΦ είχαν όλες οι κατηγορίες επιχειρήσεων. Ο δείκτης ξένα προς ίδια κεφάλαια του δείγματος παρουσιάζει μικρή βελτίωση και κυμάνθηκε στο 0,87. Οι εταιρείες στηρίζονται σε σημαντικό βαθμό στα Ίδια Κεφάλαιά τους τα οποία αυξήθηκαν με ρυθμούς ταχύτερους από ότι άλλα στοιχεία του Παθητικού. Λόγω της ενίσχυσής τους καθώς και της μείωσης των περιθωρίων τελικής κερδοφορίας, τόσο η απόδοση του συνολικού ενεργητικού όσο και η απόδοση των Ιδίων Κεφαλαίων εμφανίζονται μειωμένες σε σχέση με το 2006.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

1. A. Mcculloch and JohnM, 27 May 1989, Last Greenhouse Effect, Elsevier, Volume 333, Issue 8648, , Pages 1208-1209
2. Bates B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, June 2008, Climate Change and Water, IPCC, IPCC Technical Paper VI, Geneva, 210 pp.
3. A. McMichael, R. Woodruff, S. Hales, 2006, Climate change and human health: present and future risks, The Lancet, Volume 367, Issue 9513, Pages 859-869
4. Stern, N., S. Peters, V. Bakhshi, A. Bowen, C. Cameron, S. Catovsky, D. Crane, S., Cruickshank, S. Dietz, N. Edmonson, S.-L. Garbett, L. Hamid, G. Hoffman, D., Ingram, B. Jones, N. Patmore, H. Radcliffe, R. Sathiyarajah, M. Stock, C. Taylor, T., Vernon, H. Wanjie, and D. Zenghelis, 2006, Stern Review: The Economics of Climate Change, HM Treasury, London.
5. Science Museum of London ([www.sciencemuseum.org.uk](http://www.sciencemuseum.org.uk))
6. Pavan Sukhdev, 2008, Loss of Natural Capital Costs More Than Bank Crisis, Deutsche Welle, Enviroment, <http://www.dwworld.de/dw/article/0,2144,3718168,00.html>
7. Julia K. Steinberger, Gohan van Niel, Dominique Bourg Energy Policy, 25 October 2008, Profiting from negawatts: Reducing absolute consumption and emissions through performance-based energy economy, Elsevier, Energy Policy 37 (2009) 361-370
8. Stahel, W.R., 2006, The performance economy, Palgrave Macmillan, New York
9. Jaccard et al, 1997, From equipment to infrastructure: community energy management and greenhouse gas emission reduction. Energy Police 25 (13), 1065
10. George Monbiot, 14 October 2008, Sustainable Development Commission, Gurdian, This stock collapse is petty when compared to the nature crunch
11. Θανόπουλος Γ., 2006, Διεθνείς Επιχειρήσεις Interbooks, Αθήνα
12. Bill Emmott, 2009, Times of London: OPEC's Greed will Herald the End of the Oil Age, <http://www.cfr.org/publication/20072/times.of.london.html>
13. Toni Johnson, July 7, 2009, Economic Challenges for Climate Change Policy, <http://www.cfr.org/publication/16009/economic.challenges.for.climate.change.policy.htm>
14. McKinsey Global Institute, May 2007, Curbing Global Energy Demand Growth: The energy productivity opportunity
15. EIA, European International Association, (2009), World Energy Projections Plans
16. McKinsey Global Institute-February 2007, Diana Farrell Jaana Remes Florian Bressand Mark Laabs Anjan Sundaram
17. Gale A. Boyd and Joseph X. Pang, May 2000, Estimating the linkage between energy efficiency and productivity, Elsevier, Volume 28, Issue 5, Pages 289-296
18. Sami Miketa and Peter Mulder, May 2005, Energy productivity across developed and developing countries in 10 manufacturing sectors: Patterns of growth and convergence, Energy Economics, Elsevier, Volume 27, Issue 3, Pages 429-453

19. John Dimitropoulos, December 2007, Energy productivity improvements and the rebound effect: An overview of the state of knowledge, Energy Policy, Elsevier, Volume 35, Issue 12, Pages 6354-6363
20. Karen Fisher-Vanden, Gary H. Jefferson, Ma Jingkui and Xu Jianyi, November 2006, Technology development and energy productivity in China, Energy Economics, Elsevier Volume 28, Issues 5-6, Pages 690-705
21. Diana Farrell, September 17, 2008, Boosting Europe's Energy Productivity, Business Week
22. Jonathan Woetzel, 2008, Profiting from innovation, energy productivity, China Daily
23. World Energy Outlook 2006, International Agency, 2006
24. McKinsey Global Institute, October 2007, The New Power Brokers: How oil, Asia, Hedge Funds and private equity are shaping global capital markets
25. Mark Ellis, Nigel Jollands, Lloyd Harrington and Alain Meier, 2007, Do Energy Efficient Appliances Cost More?, European Council for Energy Efficient Economy.
26. Lawrence Berkeley National Laboratory, Energy International Association, 1970
27. London Accord, [www.london-accord.co.uk](http://www.london-accord.co.uk)
28. Stephen H. Wade, 2005, Price Responsiveness in the AEO2003 NEMS Residential and Commercial Buildings Sector Models, Energy International Association
29. Carbon Disclosure Project Report, Global FT500, 2007
30. Βικιπέδια, <http://el.wikipedia.org>
31. Renewable Energy Sources Statistics, Cres, 2000, [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
32. The State of Renewable Energies In Europe, 8<sup>th</sup> EurOserv'ER Report, 2008
33. Energy Information Administration, Official Energy Statistics from the U.S. Government, <http://www.eia.doe.gov/>
34. Ναυτεμπορική, <http://www.naftemporiki.gr/news/static/09/03/17/1642024.htm>
35. Ανάλυση Αγοράς 2009, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Hellastat, [www.hellastat.eu](http://www.hellastat.eu)

## 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

### 2.1 Γενικά Στοιχεία

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας αποτελεί την πιο ισχυρή περιβαλλοντική βιομηχανία μετά εκείνη της εκμετάλλευσης του νερού. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το θεωρητικό αιολικό δυναμικό της Ευρώπης επαρκεί για την πλήρη κάλυψη των αναγκών αυτής σε ηλεκτρισμό. Η αιολική ενέργεια ωστόσο παρουσιάζει όπως είναι φυσικό κάποια πλεονεκτήματα και κάποια μειονεκτήματα, που κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν:

Πλεονεκτήματα (36,37,38):

- Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, που σημαίνει ότι δεν εξαντλείται, σε αντίθεση με την ενέργεια από συμβατικά καύσιμα.
- Είναι μια καθαρή μορφή και ήπια προς το περιβάλλον ενέργεια, που η χρήση της δεν επιβαρύνει τα οικοσυστήματα των περιοχών εγκατάστασης και παράλληλα αντικαθιστά ιδιαίτερα ρυπογόνες πηγές ενέργειας, όπως το κάρβουνο, το πετρέλαιο και την πυρηνική ενέργεια.
- Έχει ελάχιστες απαιτήσεις γης.
- Συμβάλλει στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.
- Μπορεί να είναι ανεξάρτητη από κεντρικά δίκτυα παραγωγής.

Για τη χώρα μας ισχύουν ειδικά και τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Διαθέτουμε πολύ υψηλό αιολικό δυναμικό, ενδεικτικά στα νησιά του Αρχιπελάγους εμφανίζονται άνεμοι σημαντικής ταχύτητας και διάρκειας σχεδόν ολόκληρο το έτος.
- Απεριόριστες δυνατότητες σύστασης αιολικών εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας σε μια αγορά με σημαντικό αριθμό αναξιοποίητων θέσεων εγκατάστασης.
- Απεξάρτηση της χώρας μας από τα εισαγόμενα καύσιμα, τα οποία οδηγούν αφ' ενός σε συναλλαγματική αιμορραγία τη χώρα μας, αφετέρου σε εξάρτηση της από χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Η υψηλή σεισμικότητα της χώρας μας εγκυμονεί κινδύνους για τις θερμοηλεκτρικές και κυρίως τις πυρηνικές εγκαταστάσεις, με αποτέλεσμα να θεωρείται προβληματική στο άμεσο μέλλον η κατασκευή πυρηνικών μονάδων στη χώρα μας.
- Η σημαντική διασπορά και ανομοιομορφία του κόστους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στα διάφορα τμήματα της χώρας μας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι ακόμα και σε περίπτωση που η μέση τιμή διάθεσης της ηλεκτρικής ενέργειας στη

χώρα μας θα είναι ελαφρώς κατώτερη του οριακού κόστους της παραγόμενης αιολικής KWh, σε αρκετά νησιά της χώρας μας το κόστος παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολλαπλάσιο, ενίοτε και υπερδεκαπλάσιο, του οριακού κόστους παραγωγής της Δ.Ε.Η.

- Η δυνατότητα τόνωσης της ελληνικής κατασκευαστικής δραστηριότητας με προϊόντα υψηλής Εγχώριας Προστιθέμενης Αξίας (Ε.Π.Α.) και συγκριτικά χαμηλού επενδυτικού κόστους, όπως θα μπορούσε να αποτελέσει η απόφαση συμπαραγωγής ανεμογεννητριών στην χώρα μας, συνεισφέροντας ταυτόχρονα και στη μείωση της ανεργίας. Η εκτιμώμενη Ε.Π.Α. μπορεί να φθάσει και να υπερβεί με τη σταδιακή απόκτηση εμπειρίας και στο 90% του συνολικού κόστους μιας ανεμογεννήτριας, ενισχύοντας ταυτόχρονα την εθνική οικονομία.
- Η αξιόλογη εγχώρια ήλεκτρο-μηχανολογική εμπειρία, καθώς και τα το σημαντικό επιστημονικό-ερευνητικό ενδιαφέρον και δραστηριότητα στη γνωστική περιοχή της αιολικής ενέργειας.

Μειονεκτήματα (38,39):

- Παρουσιάζει διακυμάνσεις ως προς την παραγόμενη ισχύς, που σημαίνει ότι συνήθως λειτουργεί προσθετικά στο δίκτυο και όχι αυτόνομα.
- Παρουσιάζει χαμηλή πυκνότητα, ως μορφή ενέργειας.
- Παρουσιάζει υψηλό κόστος εγκατάστασης.
- Αποτελεί στοιχείο ηχορύπανσης, παρεμβολών και αισθητικής παρέμβασης στο περιβάλλον.

## 2.2 Εξέλιξη

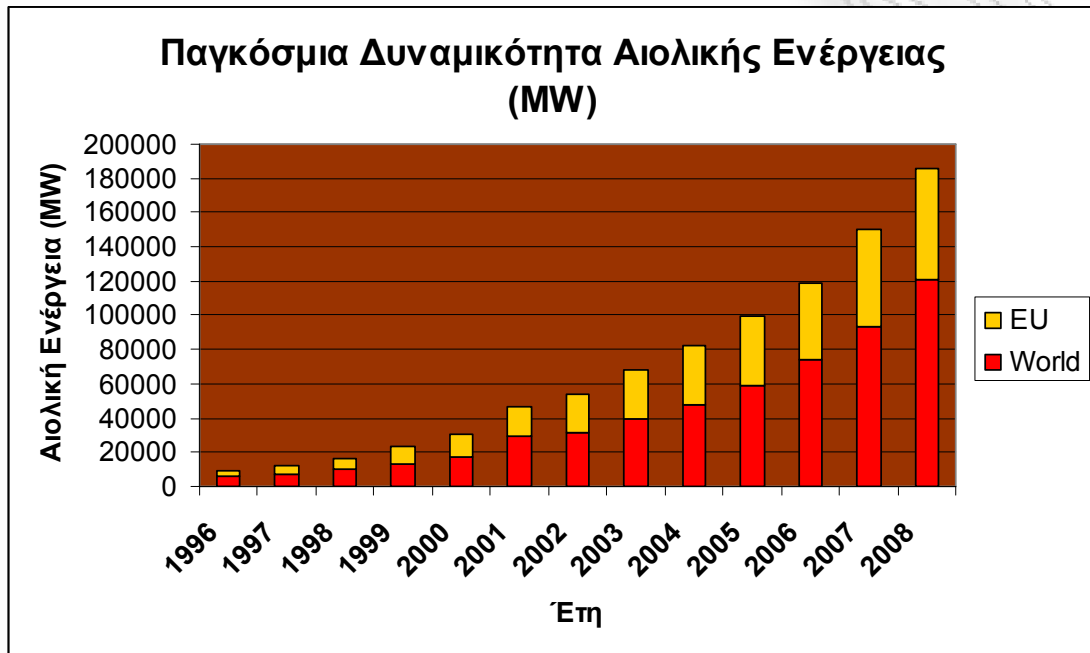
### 2.2.1 Εξέλιξη Αιολικής Ενέργειας στην Ε.Ε. – Κόσμο (40,41,42):

Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας σε παγκόσμια επίπεδο οριοθετείται ότι ξεκινά μετά το 1996. Όπως έχει ήδη γίνει κατανοητό η ανάπτυξη όλων των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ενισχύθηκε ή καλύτερα ουσιαστικά ξεκίνησε όταν η κοινωνία απαίτησε να γίνει μια στροφή όσον αφορά την παραγωγή ρεύματος προς πιο ήπιες μορφές ενέργειας και όταν η πολιτεία έδωσε κίνητρα για την ανάπτυξη αυτών. Η Ε.Ε., ως κυρίαρχος παράγοντας ευαισθητοποίησης σε τέτοια θέματα σε παγκόσμιο επίπεδο αρχίζει να δίνει κίνητρα και να θέτει στόχους ήδη από την δεκαετία του 90. Παρόλα αυτά στην αιολική ενέργεια που ούτως ή άλλως αποτελεί την πιο ουσιαστική μορφή ΑΠΕ μετά τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια αποτελεί την πιο ισχυρή αγορά. Σε παγκόσμιο επίπεδο τώρα και όπως θα φανεί σε παρακάτω σχήματα η εξέλιξη των εγκατεστημένων μονάδων ενέργειας είναι ουσιαστική και συνεχώς αυξανόμενη. Σε αυτό βοηθά τόσο το αυξανόμενο επενδυτικό ενδιαφέρον, όσο και το πλαίσιο προστασίας ή κινήτρων που θέτει η κοινωνία. Φυσικά καθοριστικός παράγοντας ανάπτυξης αυτών αποτελεί και η εξέλιξη της τεχνολογίας που πλέον παρέχει ανεμογεννήτριες αξιόπιστες, αθόρυβες, υψηλής απόδοσης και με εγγυημένο διάστημα ζωής.

Σε επίπεδο χωρών τώρα, η Δανία υπήρξε η πρώτη Ευρωπαϊκή χώρα που υιοθέτησε μια επιτυχημένη πολιτική ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας και παρέμεινε η κυρίαρχη χώρα αναφορικά με την παραγωγή ηλεκτρισμού από αιολική ενέργεια από τις αρχές της δεκαετίας του 1990. Στις αρχές της δεκαετίας αυτής, η κλίμακα ανεμογεννητριών μεγέθους 300 με 500 kW άρχισε να εισάγεται με επιτυχία στην Ευρώπη, σηματοδοτώντας την έκρηξη της αιολικής ενέργειας στη Γερμανία. Κατά τη διάρκεια της ραγδαίας αυτής ανάπτυξης, η Γερμανική βιομηχανία αιολικής ενέργειας έφτασε τα τεχνολογικά επίπεδα της Δανίας και τώρα διαδραματίζει πρωταγωνιστικό ρόλο στην παγκόσμια αγορά αιολικών συστημάτων. Αυτή η ανάπτυξη κατέστη δυνατή λόγω της ύπαρξης ισχυρών αγορών με ασφαλείς συνθήκες για τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικά.

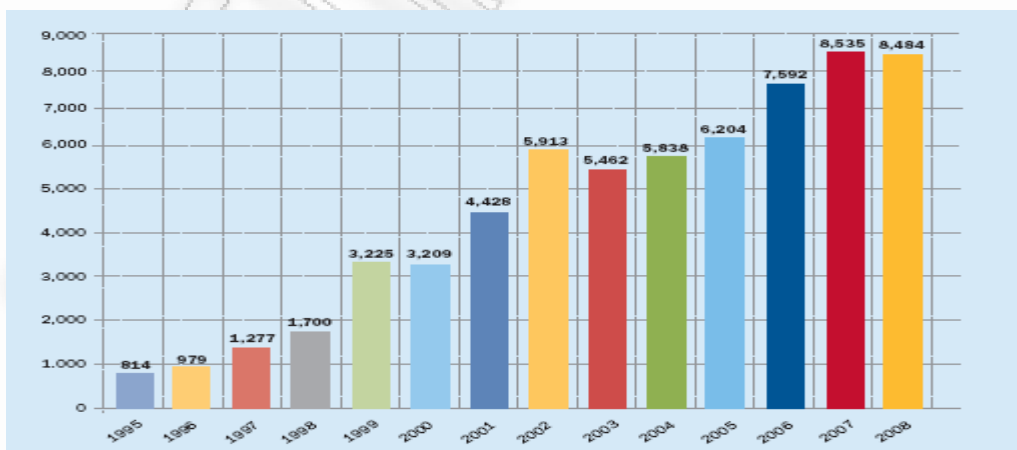
Η πορεία ανάπτυξης της αγοράς της αιολικής ενέργειας τα τελευταία χρόνια υπήρξε συνεχής και εντυπωσιακή. Μέχρι το τέλος του 2000 περίπου 17,500 MW ανεμογεννητριών είχαν εγκατασταθεί και λειτουργούσαν σε 50 χώρες. Από αυτά,

σχεδόν 13,000 MW ήταν εγκατεστημένα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ξεπερνώντας κατά πολύ τα 8,000 MW που είχαν τεθεί ως στόχος από την EWEA (Ευρωπαϊκή Ένωση Αιολικής Ενέργειας) για το έτος 2000. Από το έτος εκείνο και μετά η άνοδος ήταν συνεχής με μέσο όρο ετήσιου ρυθμού ανάπτυξης της αγοράς στην Ευρώπη τα τελευταία 7 χρόνια για την αιολική ενέργεια περίπου στο 30%!



**Διάγραμμα 2.1:** Εξέλιξη Αιολικής Ενέργειας σε Ε.Ε. – Παγκόσμιο επίπεδο το χρονικό διάστημα 1996-2009. (Πηγή: Pure – Power – Wind Energy Scenarios up to 2030, European Energy Association, March 2008, [www.ewea.org](http://www.ewea.org))

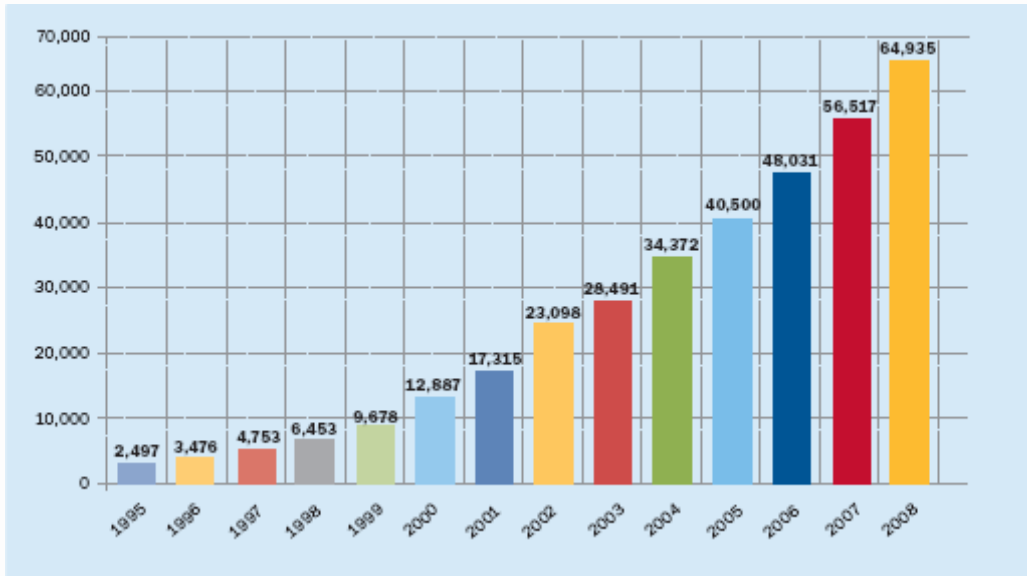
Με ετήσιες εγκατεστημένες MW:



**Διάγραμμα 2.2:** Ετήσια Εγκατεστημένη ισχύ στην Ε.Ε το χρονικό διάστημα 1995-2008 (Πηγή: EWEA, Report: The economics of Wind Energy, March 2009)

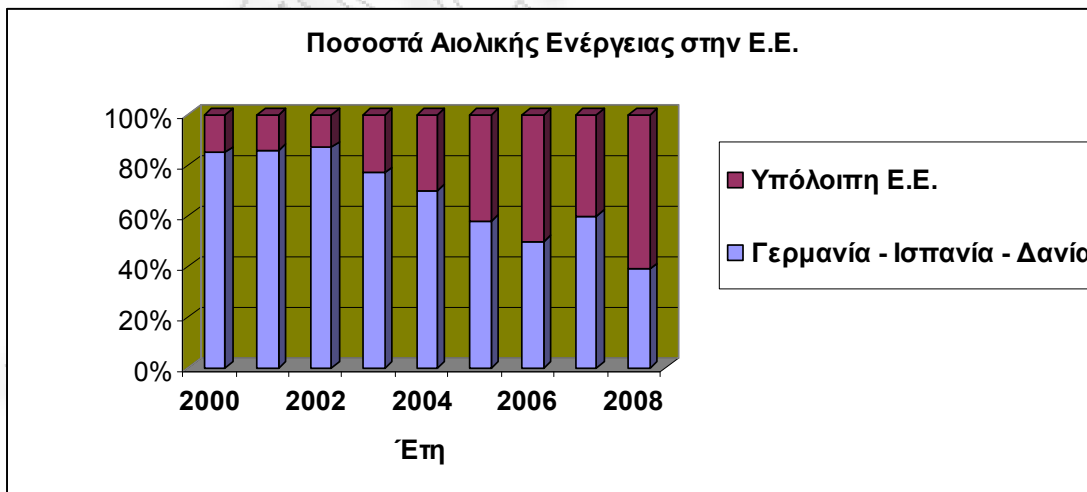


Με συνολική εγκατεστημένη Ισχύς (MW):



**Διάγραμμα 2.3:** Εξέλιξη Συνολικής Εγκατεστημένης ισχύς στην Ε.Ε το χρονικό διάστημα 1995-2008 (Πηγή: EWEA, Report: The economics of Wind Energy, March 2009)

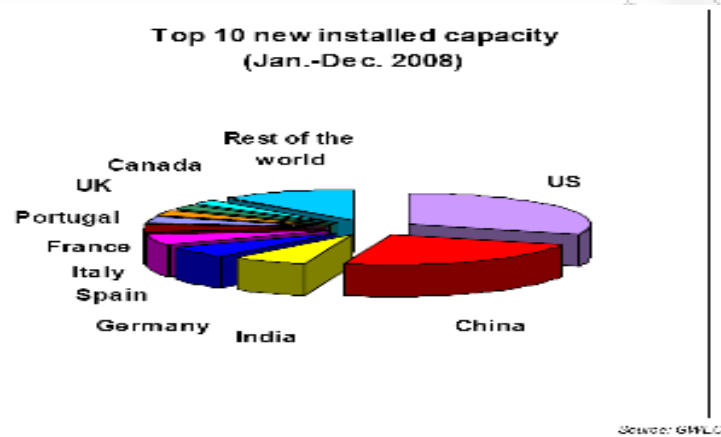
Οι τέσσερις σημαντικότερες αγορές αιολικής ενέργειας (Γερμανία, ΗΠΑ, Δανία και Ισπανία) κάλυπταν περίπου το 80% των πωλήσεων παγκοσμίως το 1999 και 2000, με την Ευρώπη να πρωτοστατεί σε αυτόν τον τομέα καλύπτοντας το 65% της παγκόσμιας αγοράς. Αντίστοιχα, από τους δέκα μεγαλύτερους προμηθευτές, οι οχτώ είναι Ευρωπαίοι. Η Γερμανική αγορά μετά το 1995 κατέχει περίπου τη μισή Ευρωπαϊκή αγορά, ποσοστό υψηλότερο απ' ό,τι κατείχε τα προηγούμενα χρόνια (43).



**Διάγραμμα 2.4:** Διάγραμμα Κατανομής Ισχυρότερων Αγορών στην Ε.Ε. (Πηγή: EWEA, Report: The economics of Wind Energy, March 2009)

Παρατηρούμε ωστόσο από το παραπάνω διάγραμμα ότι οι υπόλοιπες χώρες της Ε.Ε. έχουν όχι απλά ισοσκελίσει το δυναμικό των πρωταγωνιστών του ευρωπαϊκού χώρου αλλά αισίως το 2008 παρουσιάζουν μεγαλύτερη συμμετοχή. Και όλα αυτά την στιγμή

που ο ρυθμός εγκατάστασης σε όλες τις χώρες αυξάνεται (ο παραπάνω πίνακας παρουσιάζει συγκριτικά ποσοστά, σε απόλυτους αριθμούς και έτσι φαίνεται η αλματώδης ανάπτυξη που έχουν πραγματοποιήσει οι υπόλοιπες χώρες μέσα στις οποίες ανήκει και η Ελλάδα).

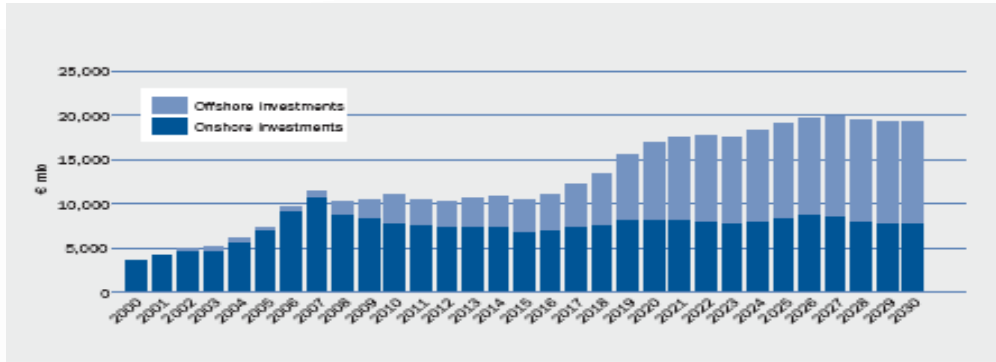


**Διάγραμμα 2.5:** Διάγραμμα Κατανομής Αγορών που παρουσίασαν την μεγαλύτερη θετική διακύμανση το 2008 στον Κόσμο (Πηγή: GWEC)

Σε γενικές γραμμές η Ελλάδα αποτελεί στρατηγική αγορά εγκατάστασης ανεμογεννητριών. Αυτή τη στιγμή η θέση της είναι 10<sup>η</sup> στην Ευρωπαϊκή Ένωση και 12<sup>η</sup> σε ανταγωνιστικότητα σε αυτόν τομέα.

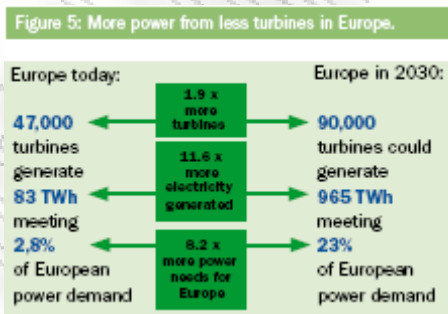
Οι τέσσερις μεγαλύτεροι κατασκευαστές καλύπτουν το 2/3 της παγκόσμιας αγοράς. Οι Δανοί κατασκευαστές καλύπτουν περίπου το μισό της παγκόσμιας αγοράς. Το ποσοστό τους στις εξαγωγές κυμαίνεται κατά μέσο όρο πάνω από το 70% (44).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στη Λευκή Βίβλο για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας έθεσε ως στόχο για την αιολική ενέργεια τα 40,000 MW εγκατεστημένης ισχύος μέχρι το 2010. Υπό τις παρούσες συνθήκες ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας φαίνεται μάλλον συντηρητικό να διατηρηθεί ως στόχος τα 40,000 MW για το 2010. Για το λόγο αυτό, προτάθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση Αιολικής Ενέργειας ένας νέος πιο ρεαλιστικός στόχος. Ο στόχος αυτός είναι 60,000 MW για το 2010 (τον οποίο όπως φαίνεται στο διάγραμμα 1 τον έχουμε ξεπεράσει) και 150,000 MW για το 2020. Τέλος, παρατίθεται ένα διάγραμμα που παρουσιάζει το σύνολο των επενδύσεων και την εκτίμηση εξέλιξης αυτών μέχρι το 2030 στον ευρωπαϊκό χώρο.



**Διάγραμμα 2.6:** Εξέλιξη – Πρόβλεψη Επενδύσεων στην Αιολική Ενέργεια  
(Πηγή: Wind of Energy.A vision for Europe in 2030, European Wind Energy Technology Platform)

Παρατηρούμε βέβαια στο πιο πάνω διάγραμμα πως με τον καιρό οι θαλάσσιες ανεμογεννήτριες θα αποτελούν όλο και μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής στις ΑΠΕ. Κλείνοντας χρειάζεται να αναφερθεί ότι καθώς βελτιώνεται η τεχνολογία αυξάνεται η απόδοση των ανεμογεννητριών. Οδεύουμε επομένως σε ένα πλαίσιο όπου λιγότερες και καλύτερες ανεμογεννήτριες θα εγκαθίστανται στην Ευρώπη πετυχαίνοντας ταυτόχρονα τους ενεργειακούς στόχους που έχουν τεθεί, λύνονται όλα τα επιμέρους προβλήματα.

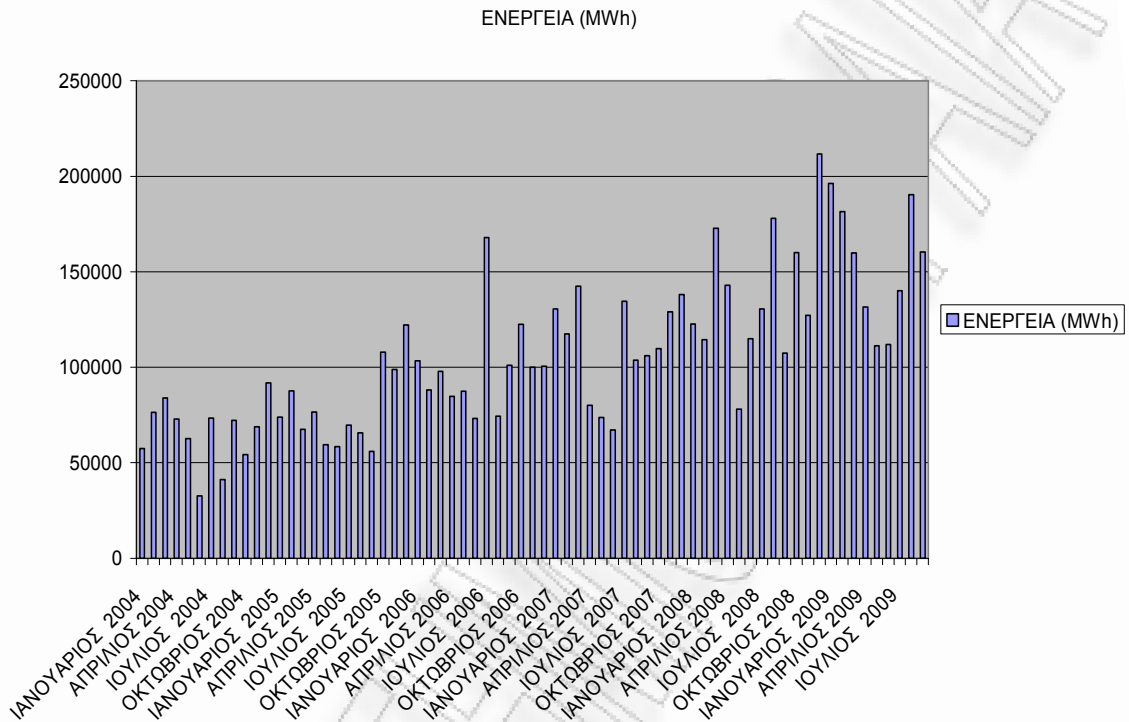


**Σχήμα 2.1:** Αναλογία Εγκατεστημένων Ανεμογεννητριών – Ισχύος – Κάλυψης Ενεργειακών Αναγκών μεταξύ του σήμερα και του 2030. (Πηγή: Wind of Energy.A vision for Europe in 2030, European Wind Energy Technology Platform)

### 2.2.2 Εξέλιξη Αιολικής Ενέργειας Ελλάδα (45,46,47):

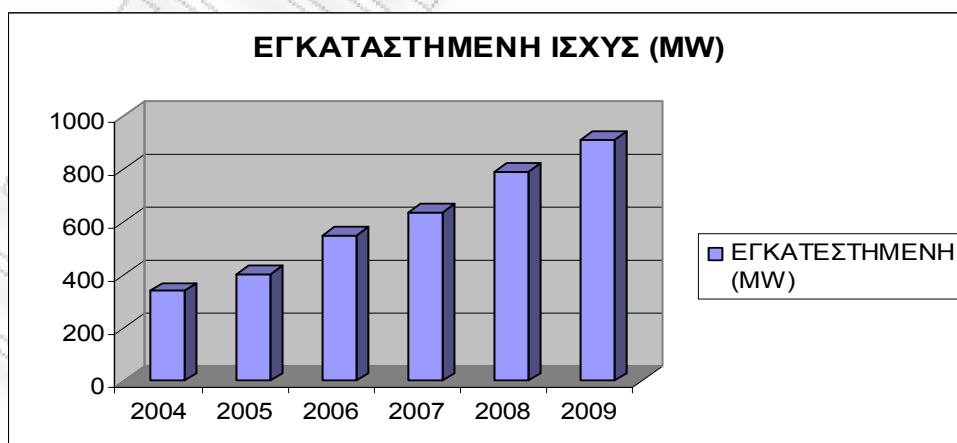
Η Ελλάδα, ως χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης και ως χώρα που διαθέτει κατά μέσο όρο εξαιρετικό αιολικό δυναμικό, ακολουθεί της επιταγές της Λευκής Βίβλου και θέτει τους δικούς της στόχους που είναι το 2010 το 20% της παραγόμενης ενέργειας να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ο στόχος μπορεί να μην φαίνεται ότι δύναται να επιτευχθεί αλλά η Ελλάδα παρουσιάζει ένα ρυθμό ανάπτυξης ετήσιο της τάξης των 200 – 600 MW. Επενδυτικό ενδιαφέρον υπάρχει τεράστιο με κυριότερα

προβλήματα τόσο την γραφειοκρατία που διογκώνει τον χρόνο συνολικής αδειοδότησης του έργου από 6 μήνες σε 4 χρόνια και την ύπαρξη ασθενών δικτύων σε περιοχές με υψηλό αιολικό δυναμικό (αν και υπάρχει επιχορήγηση της τάξεως του 50% υλοποίησης δικτύου μεταφοράς της αιολικής ενέργειας). (48)



Διάγραμμα 2.7: Εξέλιξη Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα από το 2004-2009 (Πηγή ΔΗΣΜΕΑ 2009)

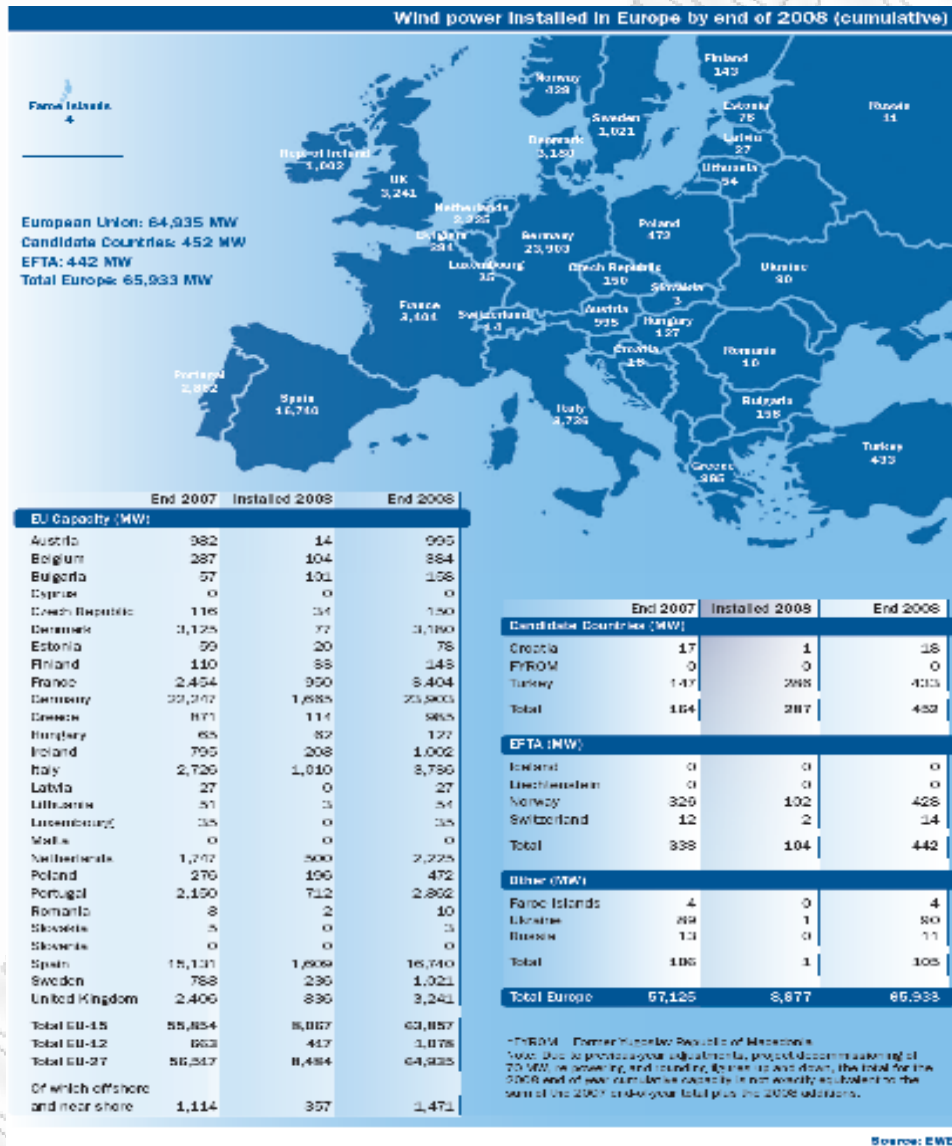
Η παραγόμενη ενέργεια όπως είναι φυσικό μεταβάλλεται ανά μήνα. Το σημαντικό ωστόσο είναι η ανοδική πορεία που υπάρχει στην εγκαταστημένη ισχύ.



Διάγραμμα 2.8: Εξέλιξη Εγκατεστημένης Ισχύος Αιολικών Εγκαταστάσεων στην Ελλάδα από το 2004-2009 (Πηγή ΔΗΣΜΕΑ 2009)

Τα δεδομένα των παραπάνω διαγραμμάτων είναι ιδιαίτερως ενθαρρυντικά μιας και δείχνουν μια απόλυτα ανοδική πορεία της εγκατεστημένης ισχύος και κατά συνέπεια

της παραγόμενης ενέργειας. Παρόλα αυτά, στον παρακάτω χάρτη φαίνεται το περιορισμένο δυναμικό μας σε σχέση με τις άλλες μεσογειακές χώρες, που ως επί το πλείστον παρουσιάζουν τις ίδιες μετεωρολογικές συνθήκες με εμάς και έχουν παραπλήσια γεωμορφία (χωρίς να παρουσιάζουν την ιδιαιτερότητα των νησιών και των καλοκαιρινών μετεμιών). Η Ελλάδα είναι άλλωστε μια χώρα με 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.



Σχήμα 2.2: Κατανομή Εγκατεστημένης Δυναμικότητας στην Ε.Ε.  
 (Πηγή: EWEA, The Economics of Wind Energy, March 2009)

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 (46,48).

## 2.3. Επενδυτικά Κριτήρια

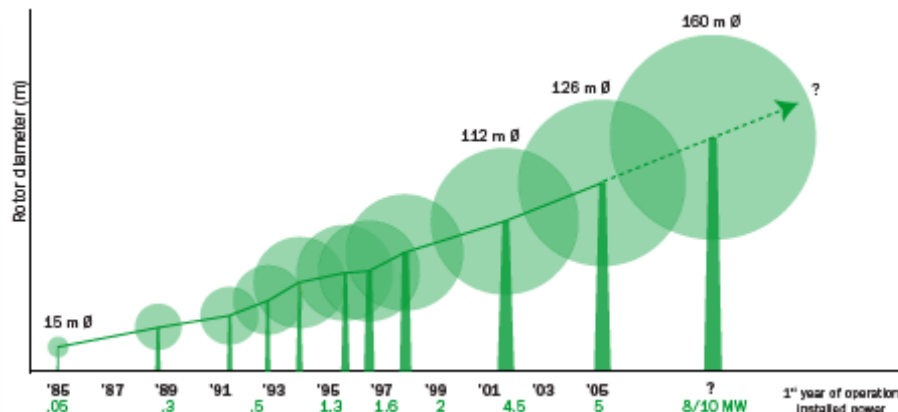
Παρακάτω αναλύονται βασικές παράμετροι που πρέπει να προσδιορίσει πλήρως κάποιος ο οποίος ενδιαφέρεται να πραγματοποιήσει μια επένδυση σε Αιολικό Πάρκο. Να αναφερθεί ότι τα μεγέθη αυτά δεν προσεγγίζονται μόνο ως στατικά μεγέθη (πως έχουν σήμερα) αλλά και ως δυναμικά μεγέθη (πως έχουν εξελιχθεί) ώστε ο αναγνώστης να έχει μια πλήρη εικόνα του αντικειμένου.

### 2.3.1 Κόστος

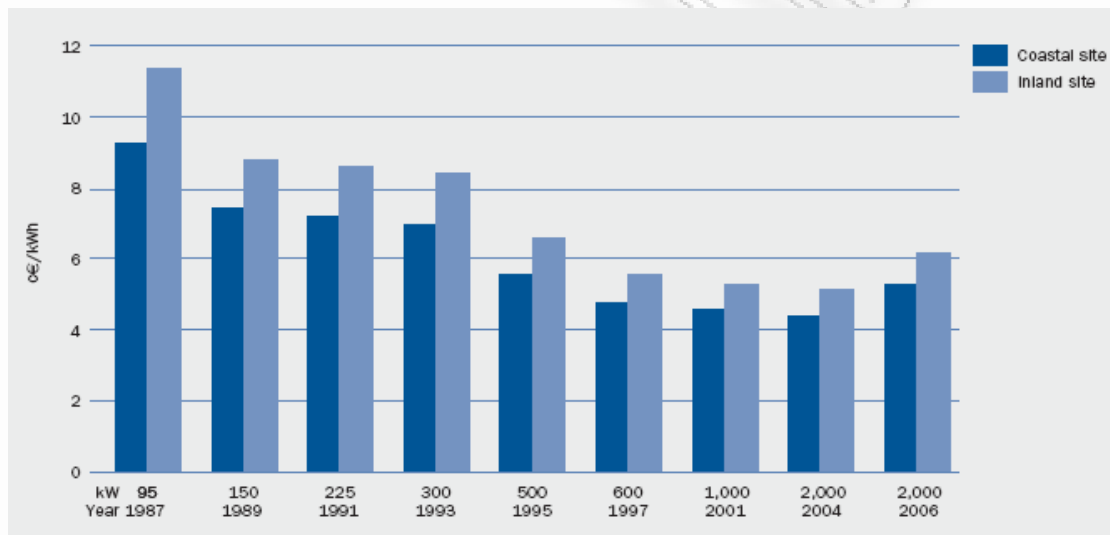
Το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τα έξοδα εγκατάστασης και αγοράς των ανεμογεννητριών. Το πρώτο επομένως που πρέπει να αποφασίσει κάποιος που πρόκειται να προβεί σε μία τέτοια επένδυση είναι το είδος της εγκατάστασης που θα υλοποιήσει. Μια τέτοια απόφαση εξαρτάται προφανώς από συγκεκριμένα κριτήρια που έχει θέσει ο επενδυτής. Τέτοια είναι:

- Το μέγεθος της παραγωγής που καλείται να καλύψει.
- Η επιλογή του κατάλληλου τύπου ανεμογεννήτριας κυρίως βάση του συνολικού παραγόμενου φορτίου.
- Η επιλογή της μορφολογίας της περιοχής εγκατάστασης βάση του αιολικού δυναμικού που θέλει να εκμεταλλευτεί.
- Η επιλογή του είδους του αιολικού πάρκου βάση της τοποθεσίας (ηπειρωτικό, θαλάσσιο).

Αιολικό πάρκο ήδη έχουμε ορίσει ότι είναι σύνολο ανεμογεννητριών. Βάση των ανωτέρω αποφάσεων θα αποφασιστεί τόσο το είδος όσο και το μέγεθος – αριθμός ανεμογεννητριών που θα χρειαστούν. Όπως είναι κατανοητό γενικευμένη προσέγγιση κόστους δεν μπορεί να γίνει εφόσον π.χ. το θαλάσσιο πάρκο έχει διπλάσιο κόστος από το ηπειρωτικό. Ενώ π.χ. το κόστος μιας ανεμογεννήτριας αυξάνεται καθώς αυξάνεται το πλήθος των πτερυγίων της ή καθώς έχει την δυνατότητα να στρέφεται υπό γωνία και κυρίως καθώς αυξάνεται η ονομαστική παραγόμενη ισχύς της. Ένα χαρακτηριστικό μέγεθος ανεμογεννήτριας ηπειρωτικού πάρκου με ονομαστική ισχύ στα 1 MW κοστολογείται ως αγορά και εγκατάσταση στο 1 εκατομμύριο ευρώ. Σαφέστατα ωστόσο με την πάροδο των χρόνων το κόστος των ανεμογεννητριών παραμένει σχετικά σταθερό καθώς βελτιώνεται τόσο η απόδοση αυτών όσο και η ποιότητα των τελευταίων. Παρακάτω ακολουθεί ένα διάγραμμα που δείχνει την εξέλιξη των χρησιμοποιούμενων ανεμογεννητριών με την πάροδο του χρόνου αλλά και το κόστος εγκατάστασης αυτών.



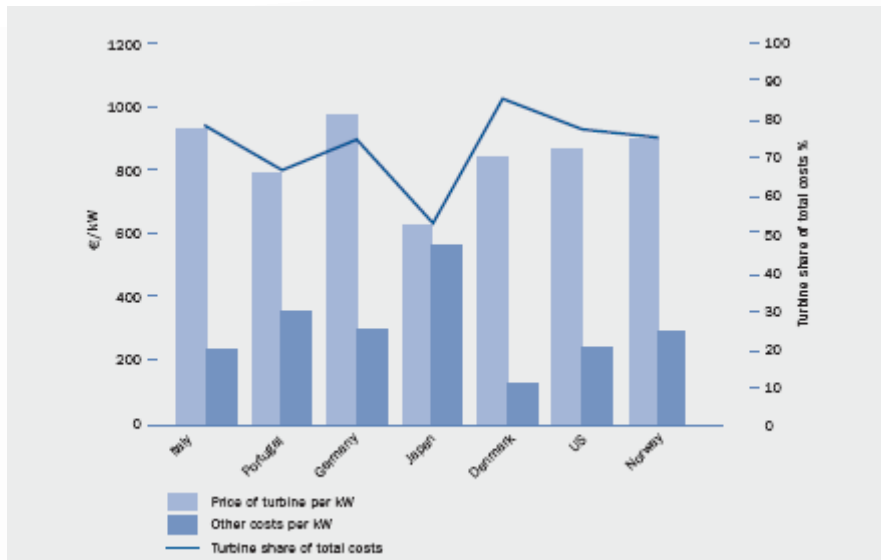
**Σχήμα 2.3:** Χρονική Μεταβολή μεγέθους Ανεμογεννητριών (Πηγή: *Wind Energy: A Vision for Europe in 2030, European Wind Energy Technology Platform*)



**Διάγραμμα 2.9:** Χρονική Μεταβολή Κόστους Παραγόμενης Ενέργειας (Πηγή: *Rise DTU, The Economics of Wind Energy, A report by the European Wind Energy Association*)

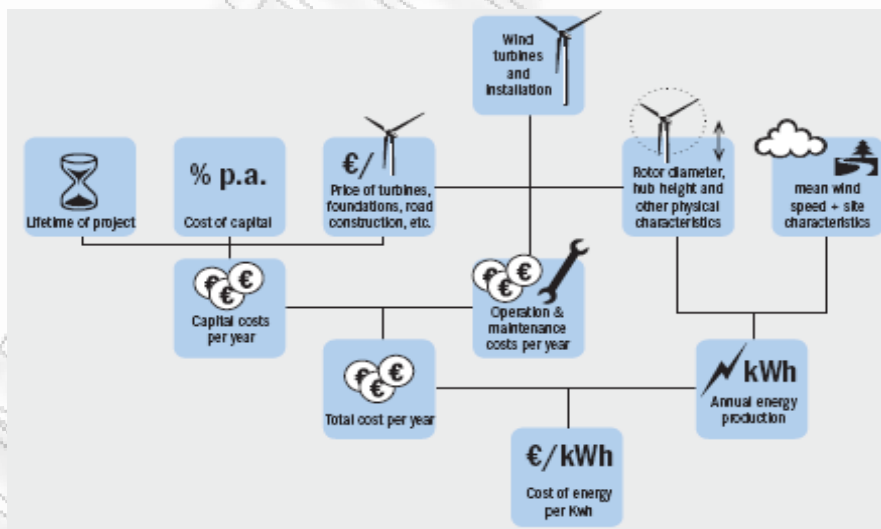
Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ξεκάθαρα ότι με το πέρασμα του χρόνου το κόστος παραγόμενης ενέργειας μειώνεται αισθητά, ενώ η εγκατάσταση σε παραθαλάσσιο μέρος σταθερά έχει μικρότερο κόστος από ότι σε ηπειρωτικό χώρο.

Το υπόλοιπο κόστος λειτουργίας θα θεωρούσαμε ότι είναι ελάχιστο προς το προαναφερθέν εφόσον τα γενικά έξοδα ενός αιολικού πάρκου είναι ελάχιστα με κύρια το νερό που χρειάζεται για καθαρισμούς, η ασφάλιση της μονάδας, το προσωπικό που θα επιβλέπει την ύπαρξη τυχόν ζημιών (το οποίο είναι ελάχιστο - μπορεί να είναι και ένα άτομο μόνο) και το συμβόλαιο συντήρησης με την εταιρεία αγοράς για όλα τα χρόνια ζωής του αιολικού μας πάρκου.



Διάγραμμα 2.10: Κόστος Ανεμογεννητριών ανά χώρα (Πηγή: Rise DTU, **The Economics of Wind Energy, A report by the European Wind Energy Association**)

Παρατηρείται η αναλογία κόστους αγοράς εξοπλισμού και εγκατάστασης. Όπως είναι φανερό στην Ιαπωνία το κόστος εγκατάστασης είναι σαφέστατα πιο υψηλό σε σχέση με την πεδινή και μη σεισμογενή Γερμανία. Αντίστοιχα, παρατηρούμε ότι το κόστος του εξοπλισμού στην Ε.Ε. και στην Αμερική είναι περίπου το ίδιο (με εξαίρεση την Ιαπωνία που είναι σαφέστατα κατώτερη των υπολοίπων χωρών).



Σχήμα 2.4: Συνολικό Κόστος Επένδυσης (Πηγή: **Wind of Energy. A vision for Europe in 2030, European Wind Energy Technology Platform**)

Παρατίθεται το παραπάνω σχήμα όπως βρέθηκε διότι θεωρήθηκε ότι οι σχηματικές απεικονίσεις βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση του. Φαίνεται λοιπόν ότι το συνολικό κόστος ενέργειας προσδιορίζεται από τρεις κατά κύριο λόγο παράγοντες. Ο πρώτος είναι το κόστος κεφαλαίου, το κόστος υλοποίησης του επενδυτικού σχεδίου και ο



χρόνος λειτουργίας αυτού. Ο δεύτερος είναι η επιλογή του μέρους και του είδους της ανεμογεννήτριας που θα καθορίσουν και την παραγόμενη ενέργεια. Και το τρίτο το κόστος συντήρησης. Όλα αυτά τα κόστη συνυπολογίζονται και προσδιορίζουν το κόστος της παραγόμενης ενέργειας ανά kwh.

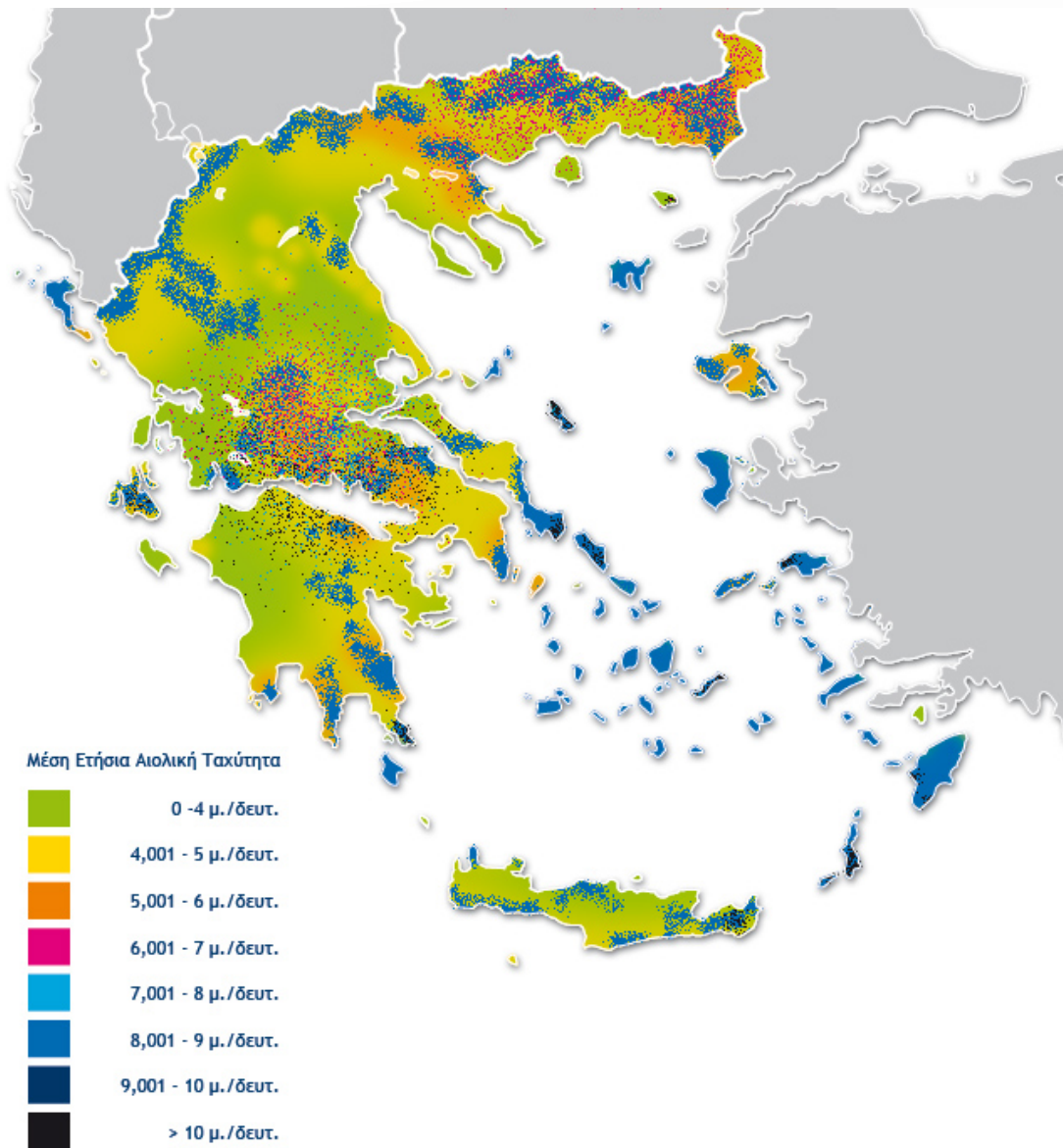
Όταν κάποιος υπολογίζει το κόστος μιας τέτοιας επένδυσης χρειάζεται να προσδιορίσει και το κόστος ευκαιρίας. Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα των ΑΠΕ είναι ότι απελευθερώνουν πόρους ακόμα και αν πρόκειται για άμεσα μη οικονομικούς πόρους. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η αποφυγή κόστους χρήσης συμβατικών πηγών ενέργειας όπως το πετρέλαιο και το κόστους παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με το επενδύσιμο κεφάλαιο σε μια περίοδο από το 2008 έως το 2030. Θεωρείται εντυπωσιακή αναλογία του κεφαλαίου σε σχέση με το κόστος που αποφεύγεται ειδικά όταν φτάνουμε σε βάθος χρόνου εικοσαετίας όπου το όφελος ουσιαστικά είναι πενταπλάσιο.



**Διάγραμμα 2.11:** Κόστος Επένδυσης σε σχέση με κόστος που αποφεύγεται με την πάροδο του χρόνου (Πηγή: Wind of Energy. A vision for Europe in 2030, European Wind Energy Technology Platform)

### 2.3.2 Τοποθεσία

Όπως ήδη αναφέρθηκε η επιλογή της τοποθεσίας είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι επηρεάζει ένα πλήθος σημαντικών παραγόντων. Γενικά, ενδιαφέρον παρουσιάζουν περιοχές με υψηλό αιολικό δυναμικό. Παρακάτω παρατίθεται ο χάρτης της Ελλάδος αιολικού δυναμικού. Στην ΚΑΠΕ υπάρχουν και πιο αναλυτικοί χάρτες και για διάφορα μέρη της Ελλάδας παραδείγματα των οποίων μπορείτε να βρείτε στο παράρτημα.



Χάρτης 2.1: Χάρτης Αιολικού Δυναμικού της Ελλάδος (Πηγή: ΚΑΠΕ)

Εδώ χρειάζεται να τονιστεί ότι ικανοποιητικό αιολικό δυναμικό παρουσιάζουν οι περιοχές που έχουν μέση ταχύτητα ανέμου κοντά στα 7-8 m/sec. Η ταχύτητα του ανέμου δεν παρουσιάζει μια γραμμική συσχέτιση με την απόδοση μιας γεννήτριας. Έτσι, σε χαμηλότερες ταχύτητες των 7 m/sec η απόδοση των ανεμογεννητριών πέφτει κατακόρυφα ενώ στον αντίποδα από ένα μέγιστο σημείο και μετά η απόδοση της γεννήτριας παραμένει σταθερή (μην λαμβάνοντας τις περιπτώσεις ότι σε πολύ υψηλές ταχύτητες η γεννήτρια παύει να δουλεύει ή ακόμη χειρότερα υπάρχει η πιθανότητα βλάβης αυτής). Ως χαρακτηριστικό παράδειγμα να αναφέρουμε την περίπτωση ενός αιολικού πάρκου το οποίο στην ταχύτητα των 8m/sec δύνανται να παράγει 1600KW, ενώ το ίδιο πάρκο στην ταχύτητα των 4m/sec παράγει μόλις 200KW.

Άλλοι δύο παράγοντες που θα πρέπει να προσεχτούν σε σχέση με την επιλογή της τοποθεσίας είναι οι ανωμαλίες του εδάφους και το ύψους εγκατάστασης του αιολικού πάρκου. Στην μεν πρώτη περίπτωση μια ανωμαλία στο έδαφος μπορεί είτε να δημιουργεί στροβιλισμούς στον αέρα (κάτι το οποίο επιβραδύνει την αποδοτικότητα της εγκατάστασης) είτε μπορεί να μειώσει την ταχύτητα του αέρα σε επίπεδα μη αποδεκτά για την εγκατάσταση μας. Στην δε δεύτερη περίπτωση το υψόμετρο παρουσιάζει μια αναλογική θετική ευθύγραμμη συσχέτιση με την ταχύτητα του αέρα, που σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερο το υψόμετρο τόσο μεγαλύτερη η ταχύτητα του αέρα.

Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε την περίπτωση της εκμετάλλευσης του αιολικού δυναμικού του αναβατικού και του καταβατικού ανέμου. Πρόκειται για ρεύματα τα οποία δημιουργούνται τις πρωινές και τις απογευματινές ώρες λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας του αέρα και της επιφάνειας της θάλασσας ή του εδάφους. Έτσι, τις πρωινές ώρες ο αέρας θερμαίνεται πιο γρήγορα από την γη, η οποία συνεχίζει και ψύχει το στρώμα αέρα που βρίσκεται σε επαφή με αυτή με αποτέλεσμα το τελευταίο όντας πιο βαρύ από το πρώτο να κινείται προς την πλαγιά ή αντίθετα προς την θάλασσα (το αντίθετο συμβαίνει το βράδυ). Τέτοια φαινόμενα εμφανίζονται στις παράκτιες περιοχές είτε σε περιοχές μη επίπεδες που βρίσκονται σε κάποια πλαγιά.

Κλείνοντας και ολοκληρώνοντας τα ανωτέρω, οι παράμετροι επιλογής μιας τοποθεσίας μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

- Αιολικό Δυναμικό.
- Συγκεκριμένες γεωφυσικές συνθήκες.
- Τοπικές Μετεωρολογικές συνθήκες.
- Δυνατότητα Πρόσβασης.
- Απαιτούμενα Έργα Υποδομής.
- Υφιστάμενα Δίκτυα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας.
- Περιβαλλοντικές Συνέπειες.
- Ιδιοκτησία Εδαφικών Εκτάσεων και Δυνατότητα Χρήσης Γης.

#### **Παράγοντες που πρέπει να συνυπολογιστούν**

Παρά το γεγονός ότι υπάρχει πλήθος θετικών στοιχείων μιας αιολικής εγκατάστασης σε μια τοποθεσία, υπάρχουν κάποιες παράμετροι που πρέπει να μελετηθούν σχολαστικά πριν την υλοποίηση του πάρκου.

### **Αισθητικά προβλήματα**

Πρόκειται για ένα θέμα εντελώς υποκειμενικό πάνω στο οποίο έχει δοθεί τεράστια δημοσιότητα μιας και οι κάτοικοι περιοχών επιλεγμένων ως μέρη αιολικής επένδυσης αντιτίθενται σθεναρά στις τελευταίες. Το ότι ένα αιολικό πάρκο δύναται να αλλάξει το αισθητικό αποτέλεσμα της περιοχής είναι φυσιολογικό. Το αντε-επιχείρημα ωστόσο σε κάτι τέτοιο είναι ότι η ύπαρξη ενός θερμικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο αντίστοιχο σημείο θα είχε πολλαπλάσια αρνητικά αποτελέσματα στο ίδιο μέρος. Παρόλα αυτά και επειδή οποιαδήποτε επένδυση χρειάζεται της αποδοχής της τοπικής κοινωνίας κρίνεται σκόπιμο, η επιλογή της τοποθεσίας να γίνεται σε σημείο (αν γίνεται) μη ορατό από οικισμούς.

### **Η/Μ Παρεμβολές**

Οι ανεμογεννήτριες πρώτης γενιάς προκαλούσαν αλλοιώσεις σημάτων λόγω της κίνησης των μεταλλικών τους πτερυγίων. Ωστόσο, από τότε και η νομοθεσία επιβάλλει την ελάχιστη απόσταση ανεμογεννητριών από πομπούς και δέκτες σημάτων αλλά και οι ανεμογεννήτριες σύγχρονης τεχνολογίας έχουν ειδικά υλικά απορρόφησης και μη αντανάκλασης σημάτων.

### **Θόρυβος**

Ο αεροδυναμικός θόρυβος μια γεννήτριας είναι τόσο χαμηλός που δεν αποτελεί πηγή ενόχλησης πάνω από 200 μέτρα. Κατά συνέπεια και σύμφωνα με το νόμο αιολικό πάρκο το οποίο βρίσκεται 500 μέτρα μακριά από οποιοδήποτε οικισμό πρακτικά δεν δημιουργεί κανένα πρόβλημα.

### **Πουλιά**

Μελέτες έχουν αποδείξει ότι ετησίως στην Ευρώπη σε σύνολο 3520 θανάτων πουλιών, οι 1500 οφείλονται σε κυνηγούς, οι 2000 σε σύγκρουση με οχήματα και γραμμές μεταφοράς και μόλις οι 20 σε σύγκρουση πουλιών με πτερύγια ανεμογεννητριών.

### **2.3.3 Έσοδα**

Τα έσοδα πωλήσεων μιας τέτοια επένδυσης είναι σταθερά και συμφωνημένα μέσω του συμβολαίου που επισυνάπτεται μεταξύ του επενδυτού και της ΔΕΗ. Σύμφωνα με το νόμο η παραπάνω σύμβαση είναι δεκαετής με σταθερή μονάδα πώλησης τα 73,45€/MWh η οποία δύναται να τροποποιηθεί πέραν τις δεκαετίας (για άλλα δέκα χρόνια) μόνο μετά από απαίτηση του πωλητή (όπου και σε μια τέτοια περίπτωση δεν αναμένεται μείωση τιμής πώλησης). Κατά συνέπεια και λόγω της σχεδόν δεδομένης

ποσότητας παραγωγής είναι δυνατό για οποιαδήποτε εγκατάσταση να γίνει υπολογισμός των εσόδων σε ετήσιο επίπεδο για όσο χρόνο το επιθυμούμε.

Να τονιστεί σε αυτό το σημείο ότι στην παρούσα φάση σε ποσοστό 40% το κόστους μιας τέτοιας επένδυσης καλύπτεται από το κράτος ως κίνητρο ενεργειακής ανάπτυξης της χώρας μας. Γι' αυτό άλλωστε σε ευρωπαϊκό επίπεδο η χώρα μας θεωρείται από τις πιο ευνοϊκές για επενδύσεις σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και ειδικότερα σε Αιολική Ενέργεια. Τέλος να αναφερθεί ότι οι παραπάνω επενδύσεις (σύμφωνα με χρηματοοικονομικά μεγέθη) είναι επενδύσεις χαμηλού ρίσκου, με μικρή περίοδο επιστροφής κεφαλαίου και αρκετά υψηλό δείκτη εσωτερικής απόδοσης ( $IRR \geq 15\%$ ).

#### **2.3.4. Διαδικασίες**

Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω αν και υπάρχουν όλα τα κίνητρα και οι προϋποθέσεις προκειμένου η χώρα μας να γίνει μια από τις πιο ελκυστικές επενδυτικές περιοχές αιολικής ενέργειας εν τούτοις η γραφειοκρατία αποτελεί το νούμερο ένα ανασταλτικό παράγοντα. Γι' αυτό το λόγο κρίθηκε σαφές να αναφερθούν τα σημαντικότερα νομικά βήματα που πρέπει να ακολουθήσει κάποιος προκειμένου να υλοποιήσει μια τέτοια επένδυση. Στο παράρτημα υπάρχουν αναλυτικότερες αναφορές νόμων και διαδικασιών, οι οποίες μπορούν να κατατοπίσουν καλύτερα τον αναγνώστη.

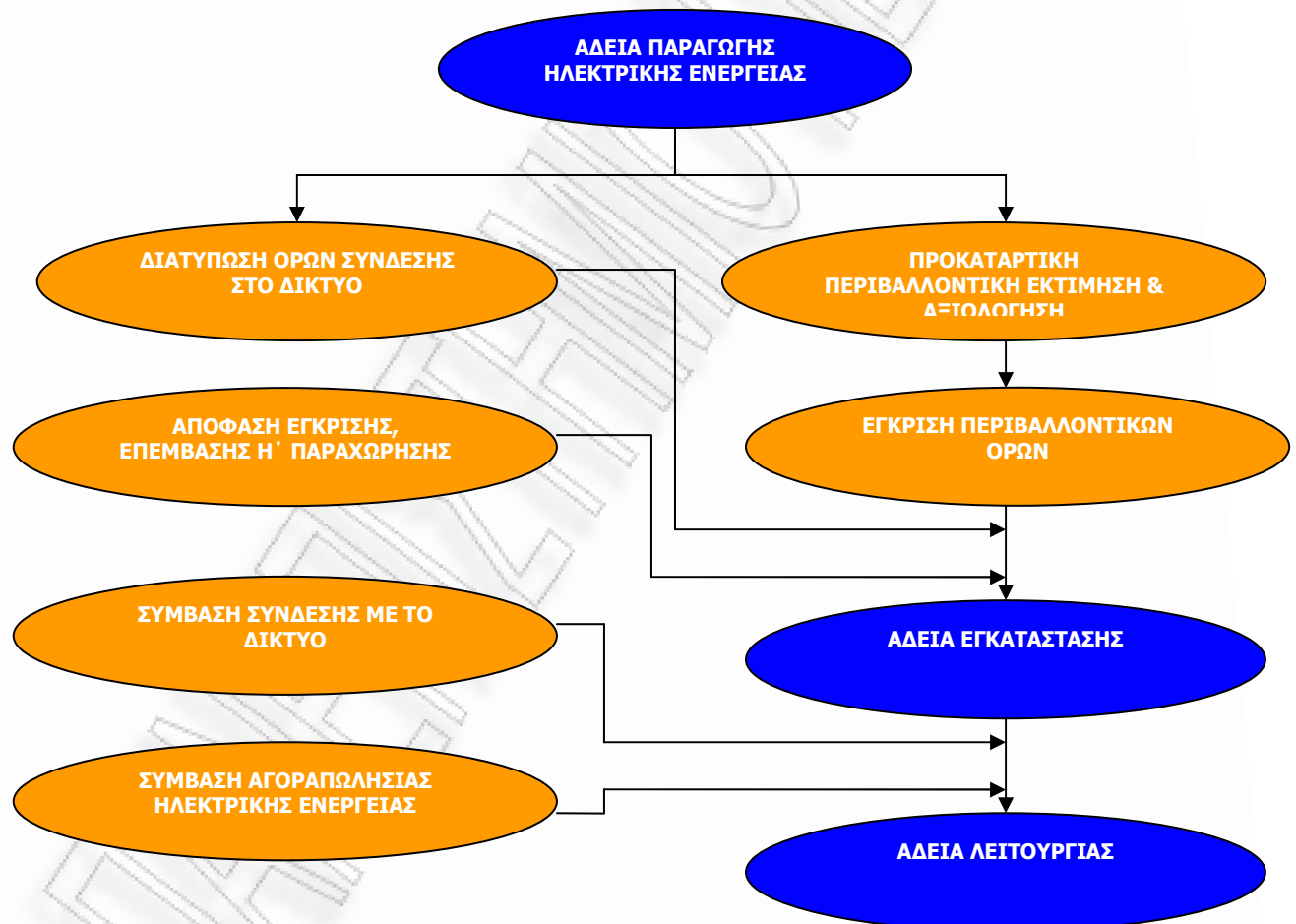
##### **2.3.4.1 Αδειοδοτική Διαδικασία**

Το κομμάτι της αδειοδοτικής διαδικασίας μπορεί να χωριστεί σε τρία μέρη τα οποία θα πρέπει να κατατεθούν στις αρμόδιες υπηρεσίες διαδοχικά. Το κάθε μέρος έχει το δικό του κόστος και παράλληλα τη δική του πιθανότητα να μην γίνει δεκτό από την αρμόδια υπηρεσία. Αν οποιοδήποτε μέρος δεν γίνει αποδεκτό, η διαδικασία σταματά, καθώς δεν υπάρχει κάποια άλλη εναλλακτική.

Το πρώτο μέρος αφορά τις διαδικασίες αδειοδότησης για παραγωγή και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας και κατατίθεται στην Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ). Το περιεχόμενο και οι προδιαγραφές της αίτησης αυτής καθορίζονται από τον κανονισμό αδειών παραγωγής, από τον οδηγό αξιολόγησης αιτήσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και από δημοσιευμένες συμπληρώσεις και διευκρινήσεις στην ιστοσελίδα της ΡΑΕ. Η άδεια παραγωγής Η/Ε χορηγείται από τον Υπουργό Ανάπτυξης ύστερα από σχετική γνωμάτευση της ΡΑΕ. Η άδεια παραγωγής χορηγείται για διάστημα εικοσιπέντε ετών και μπορεί να ανανεωθεί μέχρι και ίσο χρόνο.

Το δεύτερο μέρος αφορά την έγκριση της άδειας εγκατάστασής η οποία και εκδίδεται με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας στην οποία θα πραγματοποιηθεί το έργο. Η άδεια εγκατάστασης ισχύει για δύο έτη και μπορεί να παρατείνεται για ίσο χρόνο μετά από αίτηση του κατόχου της υπό ορισμένες προϋποθέσεις.

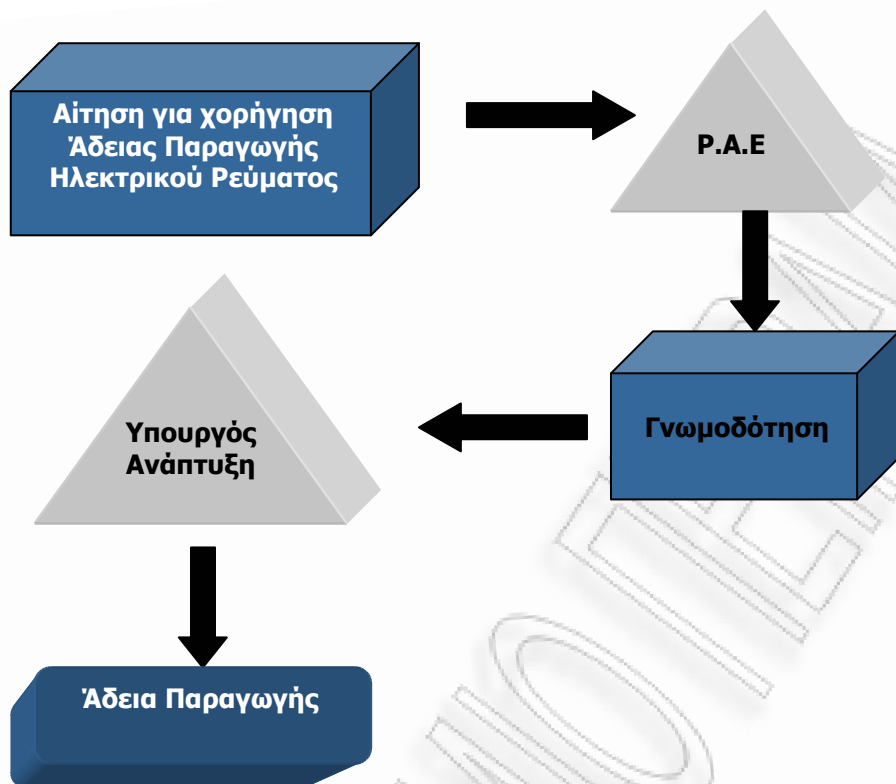
Για την λειτουργία των σταθμών ΑΠΕ τέλος απαιτείται και άδεια λειτουργίας. Η άδεια αυτή χορηγείται με απόφαση του οργάνου που είναι αρμόδιο για την άδεια εγκατάστασης μετά από αίτηση του ενδιαφερομένου και μετά από έλεγχο του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (κατά τη δοκιμαστική λειτουργία του σταθμού) για την τήρηση όλων των τεχνικών όρων. Η άδεια λειτουργίας ισχύει για είκοσι τουλάχιστον έτη και μπορεί να ανανεώνεται για αντίστοιχο χρονικό διάστημα.



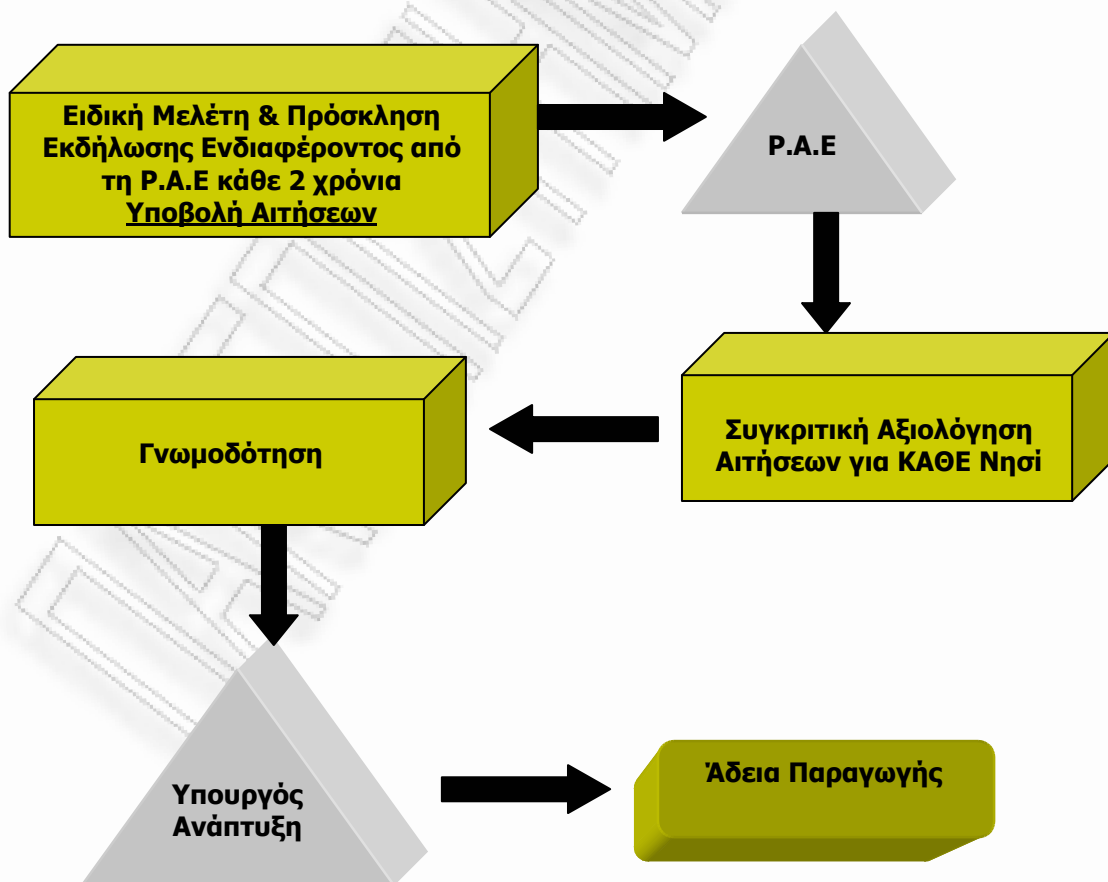
Σχήμα 2.5: Αδειοδοτική Διαδικασία

### 2.3.4.2 Άδεια Παραγωγής Ηλεκτρικού Ρεύματος

Η άδεια παραγωγής για ένα αιολικό πάρκο περιγράφεται συνοπτικώς στα κατωτέρω σχήματα εκ των οποίων το πρώτο αντιστοιχεί στην περίπτωση υλοποίησης της επένδυσης σε ένα ηπειρωτικό μέρος και το δεύτερο σε νησί.



Σχήμα 2.6: Αδειοδοτική Διαδικασία Χορηγήσεως Άδειας Παραγωγής Η/Ε σε ηπειρωτικό μέρος



Σχήμα 2.7: Αδειοδοτική Διαδικασία Χορηγήσεως Άδειας Παραγωγής Η/Ε σε νησί

Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για ΑΠΕ χορηγείται από τον υπουργό ανάπτυξης μετά από γνώμη της ΡΑΕ. Η άδεια χορηγείται κατόπιν αιτήσεως στον υπουργό Ανάπτυξης και στη ΡΑΕ με βάση τα ακόλουθα κριτήρια:

- Την εν γένει ασφάλεια του συστήματος και του δικτύου, των εγκαταστάσεων και του σχετικού εξοπλισμού.
- Την ενεργειακή αποδοτικότητα, όπως προκύπτει από αξιόπιστα δεδομένα του δυναμικού ΑΠΕ.
- Την ωριμότητα της εγκατάστασης, όπως προκύπτει από τις άδειες ή εγκρίσεις υπηρεσιών που έχει λάβει και μελέτες που έχουν εκπονηθεί.
- Την εξασφάλιση ή τη δυνατότητα εξασφάλισης του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου.
- Τις οικονομικές και χρηματοδοτικές δυνατότητες του αιτούντος.
- Την περιβαλλοντική διάσταση του έργου, ιδίως ως προς τη μη πρόδηλη αντίθεση του προτεινόμενου έργου προς την κατηγοριοποίηση που προβλέπεται στο ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ, μετά την έκδοση του.

Η ΡΑΕ γνωμοδοτεί στον Υπουργό Ανάπτυξης εντός 45 ημερών από την συμπλήρωση του σχετικού φακέλου, εκτός εάν με αιτιολογημένη γνώμη της ζητήσει αξιόπιστα δεδομένα για το δυναμικό ΑΠΕ που να καλύπτουν μεγαλύτερη χρονική περίοδο. Ο Υπουργός Ανάπτυξης εκδίδει τη σχετική απόφαση εντός 30 ημερών από την παραλαβή της γνωμοδότησης. Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον τα εξής στοιχεία:

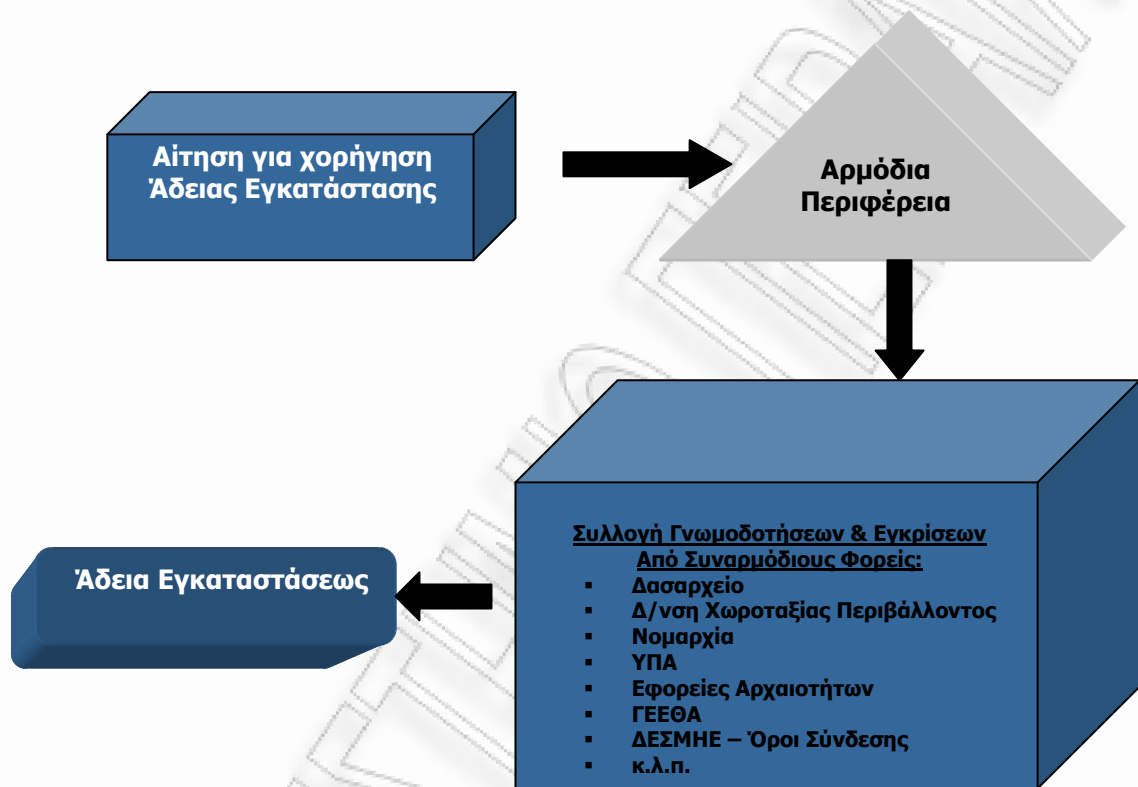
- Το νομικό ή το φυσικό πρόσωπο το οποίο χορηγείται.
- Τη θέση εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τον οποίο χορηγείται.
- Τη μέγιστη αποδιδόμενη ισχύ.
- Τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία ή μορφή ΑΠΕ εάν αναφέρεται σε σταθμό ΑΠΕ.

Εάν εντός περιόδου 24 μηνών μετά από τη χορήγηση της άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, δεν έχει χορηγηθεί άδεια εγκατάστασης, παύει η ισχύς της άδειας παραγωγής. Αλλιώς η διάρκεια ισχύος της άδειας παραγωγής παρατείνεται για όση διάρκεια ισχύει η άδεια εγκατάστασης και εν συνεχεία η άδεια λειτουργίας, εκτός εάν ανακληθεί νωρίτερα.



### 2.3.4.3. Άδεια Εγκαταστάσεως

Μετά την λήψη άδειας παραγωγής Η/Ρ ακολουθεί η διαδικασία λήψης άδειας εγκαταστάσεως ούτως ώστε να αρχίσει η υλοποίηση του έργου:



Σχήμα 2.8: Αδειοδοτική Διαδικασία Χορηγήσεως Άδειας Εγκαταστάσεως

Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται και ο όγκος του γραφειοκρατικού μηχανισμού που αποτελεί τροχοπέδη στην ανάπτυξη της χώρας. Για την έγκριση της άδειας εγκαταστάσεως απαιτείται ένα σύνολο εγκρίσεων από διάφορους φορείς σε πολλές περιπτώσεις μη συνεργαζόμενους μεταξύ τους κάτι το οποίο αποτελεί και πολύ χρόνο και υψηλό κόστος.

#### 2.4.4.4 Διαδικασία Περάτωσης Έργου



Σχήμα 2.9: Χρονοδιάγραμμα Διαδικασίας Περάτωσης Έργου

Παρακάτω δίνονται αναλυτικά οι δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στη χρονική περίοδο από την απόφαση για την επένδυση μέχρι την έναρξη της εμπορικής παραγωγής της μονάδας και παράλληλα τα χρονικά διαστήματα που αναμένεται να διαρκέσει η κάθε δραστηριότητα.

- Σύσταση της εταιρείας: κατάθεση των απαραίτητων δικαιολογητικών στο πρωτοδικείο με την έγκρισή τους να αναμένεται να έχει ολοκληρωθεί εντός (2) δύο εβδομάδων από την ημερομηνία κατάθεσης.
- Λήψη άδειας παραγωγής: κατάθεση του σχετικού φακέλου στη ΡΑΕ με χρόνο αναμονής περίπου τέσσερις (4) μήνες.
- Έγκριση περιβαλλοντικών όρων: κατάθεση της σχετικής αίτησης με μέσο όρο αναμονής τους έξι (6) μήνες.
- Ένταξη στον αναπτυξιακό νόμο 3299/04: αναμένεται να διαρκέσει 2 μήνες, κατατίθεται στην τοπική περιφέρεια.
- Σύμβαση σύνδεσης με τη ΔΕΗ: παράλληλα με την κατάθεση του φακέλου για την ένταξη στον αναπτυξιακό νόμο 3299/04 γίνεται και η αίτηση στη ΔΕΗ για τη σύμβαση σύνδεσης. Διάρκεια περίπου μία εβδομάδα.
- Σύμβαση αγοροπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας με το ΔΕΣΜΗΕ: μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία σύμβασης σύνδεσης με τη ΔΕΗ, κατατίθεται η απαραίτητα η αίτηση

για τη σύμβαση αγοροπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας με το ΔΕΣΜΗΕ. Η διαδικασία αναμένεται να διαρκέσει μία εβδομάδα.

- Απόκτηση και μεταφορά μηχανολογικού εξοπλισμού: παράλληλα με τις απαραίτητες αιτήσεις για την ένταξη στον αναπτυξιακό νόμο 3299/04 θα γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες για την απόκτηση του εξοπλισμού, καθώς θεωρείται απίθανη η άρνηση ένταξης στον αναπτυξιακό νόμο όταν έχει ληφθεί η άδεια παραγωγής και έχουν εγκριθεί οι περιβαλλοντικοί όροι.
- Εργασίες κατασκευής της μονάδας: η διάρκεια των εργασιών αναμένεται να είναι (3) μήνες.
- Χρηματοοικονομικές διευθετήσεις: η επαφή με τραπεζικούς οργανισμούς για να βρεθούν τα απαραίτητα κεφάλαια θα γίνει αμέσως μετά τη σύμβαση αγοροπωλησίας για να μπορεί να εγκριθεί το δάνειο.

## 2.5 Συμπεράσματα

Όπως έγινε σαφές ανωτέρω αποτελεί μια γενικότερη πολιτική και αντίστοιχα απαίτηση της κοινωνίας να οδηγηθούμε σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η Ευρώπη ως κοινωνία ευαισθητοποίησης ήδη αποτελεί τον παγκόσμιο πρωτοπόρο σε αυτόν τον τομέα. Τα νούμερα είναι αποκαλυπτικά (48):

- Το 10% του παραγόμενου ηλεκτρισμού πραγματοποιείται με ΑΠΕ.
- Το 11% της θέρμανσης δημιουργείται μέσω ΑΠΕ.
- Το 2% των χρησιμοποιούμενων καυσίμων για μεταφορά προέρχονται από ΑΠΕ.
- Μέσο όρο 8.5%.

Με θετικά αποτελέσματα άκρως ικανοποιητικά (48):

- Προστασία του περιβάλλοντος.
- Ανάπτυξη οικονομίας – Πιο ανταγωνιστική Οικονομία (40 εκατομμύρια ευρώ έχουν εξοικονομηθεί μέχρι στιγμής).
- Εξασφάλιση Ενεργειακής Επάρκειας.
- Τεχνολογία – Τεχνογνωσία – Μείωση Ανεργίας (ήδη έχουν δημιουργηθεί 400.000 θέσεις εργασίας).

Όπως αναφέρθηκε η Ε.Ε. έχει θεσμοθετήσει την Λευκή Βίβλο, μέσω της οποίας επιτάσσει ανά περίπτωση Ευρωπαϊκά και τοπικά σε κάθε χώρα μέτρα με σκοπό το 2020 (48):

- Το 35% του παραγόμενου ηλεκτρισμού να πραγματοποιείται με ΑΠΕ.
- Το 25% της θέρμανσης δημιουργείται μέσω ΑΠΕ.
- Το 10% των χρησιμοποιούμενων καυσίμων για μεταφορά προέρχονται από ΑΠΕ.
- Μέσο Όρο 20%.

Που θα σημάνει εκτός της μεγιστοποίησης των ανωτέρω ωφελημάτων σε μείωση του παραγόμενου CO<sub>2</sub> κατά 600-900 Mton (το οποίο αντιστοιχεί σε ένα ποσοστό της τάξεως του 12-14% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990).

Η Ελλάδα ως μέλος της Ε.Ε. και ως χώρα με πλούσιο δυναμικό σε ΑΠΕ ακολουθεί τις επιταγές της Λευκής Βίβλου και θέτει ως εθνικούς στόχους για το 2020:

- Την μείωση της χρησιμοποιούμενης ενέργειας από συμβατές πηγές κατά 20%.
- Την χρήση βιοκαυσίμων σε ποσοστό 10%.
- Και τη χρήση ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας κατά 18%.

Την ώρα που σήμερα (2009) έχει την 10<sup>η</sup> θέση συνολικής εγκατεστημένης ισχύς στην Ε.Ε. και είναι η 12<sup>η</sup> χώρα σε ελκυστικότητα πραγματοποίησης επενδύσεων ΑΠΕ. Και αυτό διότι παρουσιάζει τα κατωτέρω επενδυτικά πλεονεκτήματα:

- Εξαιρετικό αιολικό δυναμικό – από τα καλύτερα στην Ευρώπη
- Προτεραιότητα στην πώληση της παραγόμενης ενέργειας στο Διαχειριστή του Συστήματος
- Υψηλές τιμές πώλησης της παραγόμενης ενέργειας (feed in tariffs)
- 20ετούς διάρκειας συμφωνία αγοράς ενέργειας (Power Purchase Agreement, PPA)
- Ευνοϊκό, μακροπρόθεσμο θεσμικό πλαίσιο που διασφαλίζει αξιοπιστία και μακροχρόνιο σχεδιασμό στις επενδύσεις

Τα τρέχοντα τιμολόγια πώλησης παραγόμενης ενέργειας (feed in tariffs, FIT) με 20ετή εγγύηση.

**Πίνακας 2.1:** Τιμολόγηση Πωληθέντος μονάδας Η/Ε παραγόμενη από αιολική ενέργεια (Πηγή: Invest in Greece)

<b>Διασυνδεδεμένο Σύστημα</b>	<b>Σε ΕΥΡΩ/MWh</b>
<b>Ηπειρωτικά Αιολικά Πάρκα</b>	<b>73,45</b>
<b>Παράκτια Αιολικά Πάρκα</b>	<b>80,14</b>
<b>Θαλάσσια Αιολικά Πάρκα</b>	<b>97,14</b>

Η ανάπτυξη του τομέα των ΑΠΕ στην Ελλάδα διασφαλίζεται από δεσμευτικούς συμβατικούς στόχους που απαιτούν τη συμμετοχή κατά 20% στη συνολικά παραγόμενη ενέργεια μέχρι το 2020, έναντι της τρέχουσας συμμετοχής που ανέρχεται στο 7% περίπου.

Οι επενδυτές που επιθυμούν να εγκατασταθούν στην Ελλάδα και να επωφεληθούν από αυτή τη δυναμική αγορά ενέργειας, μπορούν να εκμεταλλευτούν επιχορηγήσεις ή επιδοτήσεις χρηματοδοτικής μίσθωσης ή όφελος από φορολογική απαλλαγή έως 40% του συνολικού επενδυτικού κόστους. Επίσης, εξασφαλίζονται υψηλές τιμές πώλησης της παραγόμενης ενέργειας (feed in tariffs), 20ετή συμφωνία αγοράς ενέργειας (PPA). Οι επενδύσεις στον τομέα της ενέργειας ενισχύονται από το Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς της ΕΕ.

**Πίνακας 2.2:** Δυνατές Επιχορηγήσεις (Πηγή: Invest in Greece)

- Επιχορήγηση ή/και επιδότηση χρηματοδοτικής μίσθωσης έως 40 %\*
- Φορολογική απαλλαγή έως 40 %
- Επιδότηση του κόστους της δημιουργούμενης απασχόλησης έως 40%

\*Ποσοστό δαπανών που καλύπτεται από το εκάστοτε κίνητρο.



**Χάρτης 2.2:** Επενδυτικός Χάρτης της Ελλάδος (Πηγή: ΚΑΠΕ)

Για να πραγματοποιηθούν οι ανωτέρω στόχοι ωστόσο χρειάζεται να εγκαταστηθούν 10 GW Αιολικής Ενέργειας την στιγμή που σήμερα υπάρχουν 890MW. Το νούμερο αυτό βέβαια αναλύεται σε 701 MW (με άδεια εγκατάστασης) και σε 4.5 GW (με άδεια παραγωγής) ενώ υπό αξιολόγηση βρίσκονται άλλες 13 GW! Για να επιτευχθεί επομένως ο εθνικός στόχος χρειάζεται να εγκαθίστανται 700MW ετησίως, ένα νούμερο διόλου ευκαταφρόνητο. Τα κυριότερα προβλήματα ωστόσο που εμποδίζουν να γίνει ρεαλιστική μια τέτοια πρόβλεψη και να μετατραπεί η Ελλάδα σε παράδεισο των Αιολικών Πάρκων όπως αρχικά είχε χαρακτηριστεί είναι τα ακόλουθα (46):

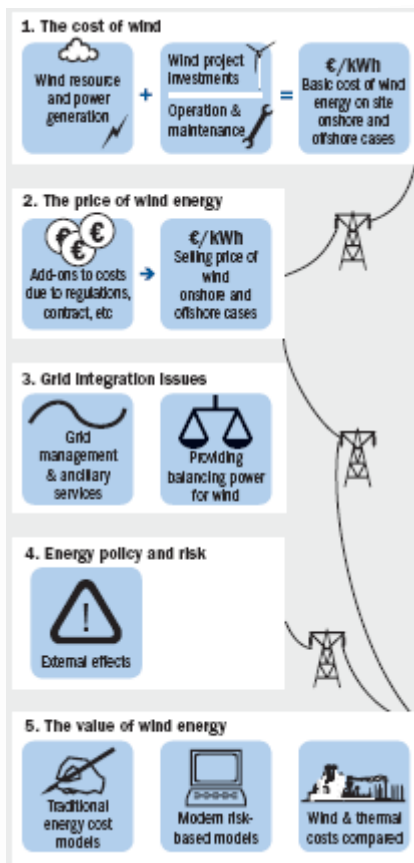
- Η ατελείωτη γραφειοκρατία και το πλήθος των αδειών που απαιτούνται για την ολοκλήρωση ενός έργου. Οι διαδικασίες είναι συριακές, δηλαδή η μία προϋποθέτει την ολοκλήρωση κάποιας άλλης, ενώ θα μπορούσαν να είναι παράλληλες. Η καθυστέρηση μίας απόφασης καθυστερεί την όλη διαδικασία και αυτό είναι συχνό φαινόμενο καθώς οι περισσότερες σχετικές κρατικές υπηρεσίες είναι υποστελεχομένες

- Η έλλειψη του Ειδικού Χωροταξικού για τις ΑΠΕ η καθυστέρηση του οποίου καθυστερεί τις αποφάσεις του Συμβουλίου της επικρατείας και την σχετική ολοκλήρωση των έργων που έχουν παραπεμφθεί εκεί.
- Η καθυστέρηση ολοκλήρωσης των έργων της ΜΑΣΜ που περιορίζει την δυνατότητα διασύνδεσης με το δίκτυο αρκετών έργων κυρίως στην πλούσια σε αιολικό δυναμικό Εύβοια.
- Και τέλος η τοπική κοινωνία, η οποία κυρίως λόγω έλλειψης πληροφόρησης οδηγείτε σε λάθος συμπεράσματα για την επίπτωση των ανεμογεννητριών στο περιβάλλον.

Εάν ολοκληρωθεί παρόλα αυτά ο εθνικός στόχος τότε θα έχουν εγκατασταθεί περίπου 5000 ανεμογεννήτριες σε χώρο μόλις 75000 στρεμμάτων (την ώρα που από τις πυρκαγιές κάηκαν 3 εκατομμύρια στρέμματα δάσους και τα λιγνιτωρυχεία χρησιμοποιούν ούτε λίγο ούτε πολύ 121.000 στρέμματα). Η μείωση των παραγόμενων ρύπων CO<sub>2</sub> ανέλθει στα 21.5 εκατομμύρια τόνους και η μείωση χρήσης πετρελαίου στους 375.000.

Κατά συνέπεια και σε συμφωνία με όσα αναφέρθηκαν οι ΑΠΕ και ιδιαίτερα η Αιολική Ενέργεια που αποτελεί την πιο ανθούσα πηγή εκμετάλλευσης εξ αυτών αποτελεί μια εξαιρετική περίπτωση επένδυσης, μια πολύ καλή προοπτική για την χώρα και ίσως το μονόδρομο προς ενεργειακή απεξάρτηση ή καλύτερα ενεργειακή κάλυψη.

Εν τέλη και εφόσον το όλο σκεπτικό προσέγγισης της αιολικής ενέργειας είναι πλαίσιο επένδυσης παρατίθεται ένα διάγραμμα το οποίο εσωκλείει όλους εκείνους τους παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση υλοποίησης ενός τέτοιου επενδυτικού σχεδίου. Το διάγραμμα παρατίθεται επίσης στα αγγλικά διότι η σχηματική μορφή του θεωρείται απλουστεύει την κατανόηση του.



Σχήμα 2.6: Κόστος Επένδυσης

(Πηγή: Wind of Energy.A vision for Europe in 2030, European Wind Energy Technology Platform)

- Στο υπάρχον δίκτυο Η/Ε και την πολιτική διαχείρισης αυτού, που επηρεάζει σε μέγιστο βαθμό τόσο το κόστος όσο και το management του σχεδίου.
- Στην ενεργειακή πολιτική της εκάστοτε χώρας, που αποτελεί το εξωτερικό περιβάλλον άμεσου επηρεασμού του σχεδίου μας.
- Και στην αξία της αιολικής ενέργειας όχι τόσο σε οικονομικό επίπεδο όσο σε κοινωνικό – περιβαλλοντικό.

Σχολιάζοντας το διπλανό διάγραμμα μπορούμε να πούμε ότι ένα επενδυτικό σχέδιο αιολικής ενέργειας συνοψίζεται:

- Στο συνολικό κόστος της παραγόμενης ενέργειας.
- Στην τιμή πώλησης αυτής που καθορίζει και τα έσοδα του επενδυτικού σχεδίου.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

36. Ελληνικός Σύνδεσμος Ηλεκτροπαραγωγών Από ΑΠΕ,  
<http://www.hellasres.gr/Greek/with-frames/my-index-01.htm>
37. ΚΑΠΕ, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμηση Ενέργειας,  
<http://www.cres.gr/kape/energeia.politis/energeia.politis.wind.htm>
38. Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας, <http://www.eletaen.gr/>
39. U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy,  
<http://www.eere.energy.gov/>
40. EWEA, European Wind Energy Association, <http://www.ewea.org/index.php>
41. GWEC, Global Wind Energy Council, <http://www.gwec.net/>
42. EEA, European Environment Agency, <http://www.eea.europa.eu/>
43. EREC, European Renewable Energy Council, <http://www.erec.org/>
44. Α. Ζερβός, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος EWEA, Η Ανάπτυξη της Αιολικής Ενέργειας στην Ευρώπη, Ελληνικός Σύνδεσμος Ηλεκτροπαραγωγών από ΑΠΕ,  
<http://www.hellasres.gr/Greek/ΤΗΜΑΤΑ/ARTHRA/zervos.htm>
45. Γ. Λ. Γληνού, Δ. Α. Παπαχρήστου και Α. Μ. Παπαδόπουλος, 2006, Η Εκμετάλλευση της Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα: Αναδρομή, Παρούσα Κατάσταση και Προοπτικές, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή
46. Κ. Φαϊτζόγλου, 04-06-2009, Η Αιολική Ενέργεια στην Ελλάδα, Καθημερινή,  
<http://news.kathimerini.gr/4dcgi/.w.articles.ell.1.04/06/2009.317264>
47. ΔΕΣΜΗΕ, [www.desmhe.gr](http://www.desmhe.gr)
48. Arthouros ZERVOS, 2007, European Renewable Energy Market Development & Future Outlook, EREC,  
<http://www.erec.org/fileadmin/erec.docs/Events.Documents/Brussels.Policy.Conference/AZspeech290107.pdf>

## 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

### 3.1 Εισαγωγικά Στοιχεία

Με τον γενικό όρο φωτοβολταϊκά χαρακτηρίζονται οι βιομηχανικές διατάξεις μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική και οι οποίες ανήκουν στη κατηγορία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), εφόσον εκμεταλλεύονται τον ήλιο την πιο ανανεώσιμη μορφή αυτής. Κατά το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, φωτόνια της ηλιακής ακτινοβολίας διεγείρουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού σε μια υψηλότερη ενεργειακή στάθμη, δημιουργώντας ηλεκτρική τάση και με την κατάλληλη συνδεσμολογία παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα. Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται είναι συνεχές το οποίο φυσικά με κατάλληλες διατάξεις μπορεί να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο ρεύμα (ίδιο με το ρεύμα του δικτύου). Κατά συνέπεια μια φωτοβολταϊκή διάταξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο αυτόνομα – ανεξάρτητα σε ένα τοπικό δίκτυο όσο και προσθετικά, που σημαίνει να δίνει ενέργεια σε ένα υπάρχον δίκτυο. Χρειάζεται να τονιστεί σε αυτό το σημείο ότι η παραγόμενη ενέργεια και η όλη λειτουργία του φωτοβολταϊκού φαινομένου, δεν συνδέει την ηλιακή ενέργεια με την ηλεκτρική με την έννοια της θερμότητας αλλά με την έννοια της φωτεινότητας. Το συμπέρασμα που προκύπτει από τα παραπάνω είναι, ότι η ισχύς που αποδίδει το ηλιακό κύτταρο μεταβάλλεται σε μια ευρεία περιοχή ανάλογα με την ακτινοβολούμενη ένταση φωτισμού. Έτσι, η απόδοση, λοιπόν, ενός φωτοβολταϊκού κυττάρου ορίζεται ως το επί της εκατό ποσοστό της φωτεινής ισχύος εισόδου, που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ισχύ εξόδου, δηλαδή (49,50):

$$\text{Απόδοση Ηλιακού Κυττάρου} = \frac{\text{Ηλεκτρική Ισχύς Εξόδου}}{\text{Φωτεινή Ισχύς Εισόδου}} \times 100$$

Τα σημερινά αποδεκτά ηλιακά κύτταρα τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως έχουν βαθμό απόδοσης που κυμαίνεται μεταξύ του 10% και του 20%, αν και εργαστηριακά έχει επιτευχθεί βαθμός απόδοσης 25% για ηλιακά κύτταρα GaAs.

Τα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστοιχιών ήταν γνωστά από πολύ νωρίς (δεκαετία του 1960), η αδυναμία ωστόσο δημιουργίας συστοιχιών υψηλής αποδόσεως και η μη εφαρμογή αυτών σε μεγάλο όγκο χρήσεων διατηρούσε τη χρησιμότητά τους σε χαμηλά επίπεδα. Από τη στιγμή ωστόσο όπου το οικολογικό πρόβλημα άρχισε να αποτελεί θέμα παγκόσμιας ανησυχίας και το ενεργειακό θέμα αποτελεί ένα θέμα προβληματισμού, ο ήλιος ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας αποτέλεσε ουσιαστικό θέμα. Έτσι από το 2004 και μετά η χρήση της ηλιακής ενέργειας ως πηγή παραγωγής

ηλεκτρισμού αποτελεί όχι μόνο πραγματικότητα αλλά ουσιαστική λύση. Και αυτό διότι τα φωτοβολταϊκά συστήματα (50,51,52):

- ✓ Παράγουν «δωρεάν» ηλεκτρική ενέργεια από τον ήλιο.
- ✓ Δεν έχουν κινούμενα μέρη και παράγουν ισχύ αθόρυβα.
- ✓ Δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον με αέρια ή με άλλα κατάλοιπα.
- ✓ Μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα και αξιόπιστα χωρίς την παρουσία κάποιου χειριστή.
- ✓ Μπορούν να εγκατασταθούν σε απομονωμένες περιοχές.
- ✓ Δεν καταναλώνουν καύσιμο.
- ✓ Μπορούν εύκολα να λειτουργήσουν παράλληλα με άλλα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- ✓ Λειτουργούν χωρίς προβλήματα κάτω από όλες τις καιρικές συνθήκες.
- ✓ Είναι επεκτάσιμα ανάλογα με τις ανάγκες σε φορτίο.
- ✓ Έχουν πρακτικά απεριόριστη διάρκεια ζωής (τουλάχιστον 20 ή 30 χρόνια).

Τα φωτοβολταϊκά είναι μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες της νέας εποχής που ανατέλλει στο χώρο της ενέργειας. Μιας νέας εποχής που θα χαρακτηρίζεται ολοένα και περισσότερο από τις μικρές αποκεντρωμένες εφαρμογές σε ένα περιβάλλον απελευθερωμένης αγοράς. Τα μικρά, ευέλικτα συστήματα που μπορούν να εφαρμοστούν σε επίπεδο κατοικίας, εμπορικού κτηρίου ή μικρού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής (όπως π.χ. τα φωτοβολταϊκά, τα μικρά συστήματα συμπαραγωγής, οι μικροτουρμπίνες και οι κυψέλες καυσίμου) αναμένεται να κατακτήσουν ένα σημαντικό μερίδιο της ενεργειακής αγοράς στα χρόνια που έρχονται\*. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

---

\* Τα συστήματα αυτόνομης διανομής ενέργειας αποτελούν μια από τις παγκόσμιες τάσεις στην αγορά ενέργειας. Λίγο πολύ τα συστήματα διανομής ενέργειας είναι απόλυτα κεντρωμένα. Δηλαδή υπάρχει ένα τεράστιο δίκτυο με ένα διαχειριστή, με συγκεκριμένες πηγές παραγωγής και συγκεκριμένο φορτίο. Πλέον η δημιουργία αυτόνομων, ευέλικτων μικροδικτύων τα οποία θα μπορούν να λειτουργήσουν σύμφωνα με τις ανάγκες του καταναλωτή αλλά και προσθετικά στο βασικό δίκτυο αποτελεί τη νέα μελλοντική πρόταση στο χώρο της διαχείρισης ενέργειας. Αν υποθέσουμε ότι μια κοινότητα έχει ένα Φ/Β πάρκο ικανό να καλύψει τις ανάγκες της κοινότητας. Αυτό το δίκτυο είναι αυτόνομο (ανεξάρτητο του υπόλοιπου δικτύου) και ευέλικτο εφόσον μπορεί και προσαρμόζεται στις ενεργειακές απαιτήσεις της κοινότητας, αλλά μπορεί να λειτουργήσει και προσθετικά σε περίπτωση που το βασικό δίκτυο έχει κάποια ενεργειακή ανάγκη (53) .

Τα φωτοβολταϊκά είναι λειτουργικά καθώς προσφέρουν επεκτασιμότητα της ισχύος τους και δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) αναιρώντας έτσι το μειονέκτημα της ασυνεχούς παραγωγής ενέργειας. 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. Η εμπειρία της Δανίας π.χ. έδειξε μείωση της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού από χρήστες φωτοβολταϊκών, της τάξης του 5-10%.

Για τις επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρισμού, υπάρχουν ευδιάκριτα τεχνικά και εμπορικά πλεονεκτήματα από την εγκατάσταση μικρών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Όσο περισσότερα συστήματα παραγωγής ενέργειας εγκατασταθούν και συνδεθούν με το δίκτυο ηλεκτροδότησης, τόσο περισσότερα είναι τα οφέλη για τις επιχειρήσεις, όπως π.χ. η βελτίωση της ποιότητας της ηλεκτρικής ισχύος, η σταθερότητα της ηλεκτρικής τάσης και η μείωση των επενδύσεων για νέες γραμμές μεταφοράς. Τα φωτοβολταϊκά, εκτός από καθαρή ενέργεια, παρέχουν ακόμη προσέλκυση πελατών και αξιοπιστία σε ένα απελευθερωμένο περιβάλλον. Σε ένα υψηλά ανταγωνιστικό περιβάλλον, οι επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρισμού χρειάζονται κίνητρα για να προσελκύσουν και να διατηρήσουν τους πελάτες τους. Τα προγράμματα καθαρής ενέργειας μπορούν να είναι ελκυστικά σε αρκετά μεγάλο αριθμό καταναλωτών που ενδιαφέρονται γενικά για το περιβάλλον και ειδικότερα για τις κλιματικές αλλαγές. Σήμερα οι καταναλωτές στις απελευθερωμένες ενεργειακές αγορές δεν αγοράζουν απλά τη φθηνότερη ηλεκτρική ενέργεια, καθώς υπάρχει πλέον θέμα τόσο ποιότητας όσο και υπηρεσιών. Η επιχείρηση που αποδέχεται τα φωτοβολταϊκά συστήματα θα προσελκύσει πελάτες-παραγωγούς που θα χρησιμοποιούν φωτοβολταϊκά και θα πωλούν στη συνέχεια σε αυτή καθαρή ενέργεια. Σε ένα περιβάλλον απελευθερωμένης αγοράς, τέτοιοι πελάτες - παραγωγοί μπορεί να βρίσκονται οπουδήποτε.

Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά παρέχοντας τη δυνατότητα για καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς, καθώς διατίθενται σε ποικιλία χρωμάτων, μεγεθών, σχημάτων και μπορούν να παρέχουν ευελιξία και πλαστικότητα στη φόρμα, ενώ δίνουν και δυνατότητα διαφορικής διαπερατότητας του φωτός ανάλογα με τις ανάγκες του σχεδιασμού. Αντικαθιστώντας άλλα δομικά υλικά συμβάλλουν στη μείωση του συνολικού κόστους μιας κατασκευής (ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση των ηλιακών προσόψεων σε εμπορικά κτίρια).

Στον αντίποδα ωστόσο χρειάζεται να περιγραφούν ως μειονεκτήματα (54,55):

1. Έχουν ακόμα υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης
2. Απαιτούν σχετικά μεγάλες επιφάνειες εγκατάστασης.
3. Έχουν ακόμη σχετικά μικρό βαθμό απόδοσης.

Εδώ χρειάζεται να αποσαφηνιστούν κάποιοι όροι (30):

- **Φωτοβολταϊκό φαινόμενο** ονομάζεται η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση. Για ευκολία, συνήθως χρησιμοποιούμε τη σύντμηση Φ/Β για τη λέξη "φωτοβολταϊκό" (photovoltaic - PV).
- **Φωτοβολταϊκό στοιχείο.** Η ηλεκτρονική διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχεται ακτινοβολία. Λέγεται ακόμα Φ/Β κύτταρο ή Φ/Β κυψέλη (PV cell).
- **Φωτοβολταϊκό πλαίσιο.** Ένα σύνολο Φ/Β στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της Φ/Β γεννήτριας (PV module).
- **Φωτοβολταϊκό πανέλο.** Ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια, που έχουν προκατασκευαστεί και συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή, έτοιμη για να εγκατασταθεί σε Φ/Β εγκατάσταση (PV panel).
- **Φωτοβολταϊκή συστοιχία.** Μια ομάδα από Φ/Β πλαίσια ή πανέλα με ηλεκτρική αλληλοσύνδεση, τοποθετημένα συνήθως σε κοινή κατασκευή στήριξης (PV array).
- **Φωτοβολταϊκή γεννήτρια.** Το τμήμα μιας Φ/Β εγκατάστασης που περιέχει Φ/Β στοιχεία και παράγει συνεχές ρεύμα (PV generator).

### 3.2.1 Παγκόσμια Εξέλιξη Φ/Β Συστημάτων

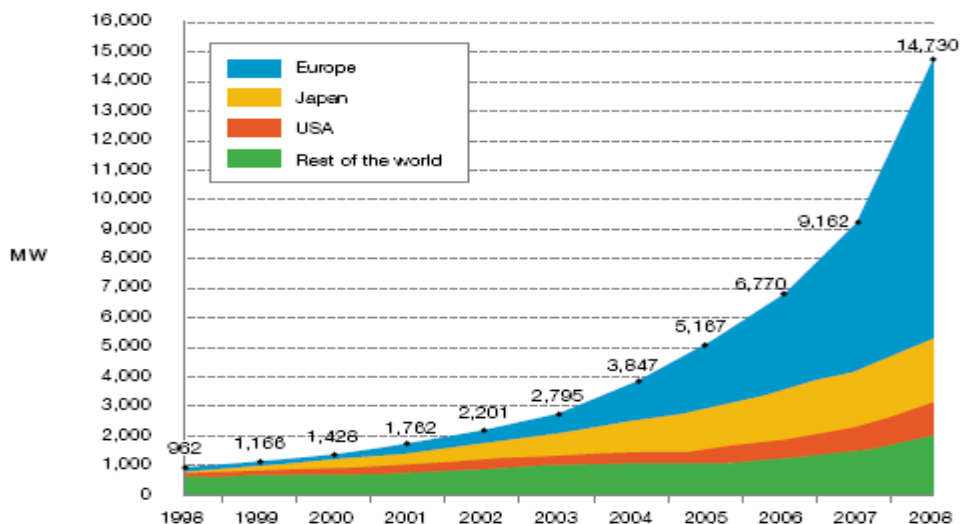
Παρακολουθώντας κάποιος την εξέλιξη της χρήσης της ηλιακής ενέργειας μέσω φωτοβολταϊκών στοιχείων σε παγκόσμιο επίπεδο έχει να παρατηρήσει τα ακόλουθα:

- Αναφερόμαστε σε μια αγορά η οποία άρχισε να υπάρχει ουσιαστικά μόλις το 2001 και επί της ουσίας να αναπτύσσεται μετά το 2006.
- Είναι δυνατό να αντιμετωπίσει κάποιος την αγορά αυτή ως ένα σύνολο σε παγκόσμιο επίπεδο αλλά μόνο για ακαδημαϊκούς λόγους. Όπως θα γίνει σαφές

παρακάτω η κάθε χώρα παρουσιάζει τις δικές της ιδιαιτερότητες και καθιστά μια αυτόνομη αγορά με τα δικά της χαρακτηριστικά.

- Η ανάπτυξη ή όχι μιας αγοράς εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την πολιτική η οποία εφαρμόζεται στην χώρα για τις ΑΕΠ και για τα Φ/Β συγκεκριμένα. Αυτός είναι ο κύριος λόγος ανάπτυξης ή αντίστοιχα ύφεσης μιας αγοράς.

Σε πιο ποσοτικά μεγέθη η παγκόσμια αγορά εγκαταστημένων Φ/Β συστημάτων αριθμούσε το 2001 μόλις 1.3 GW. Το 2007 το νούμερο αυτό ανήρθε στον αριθμό των 9 GW και το 2008 στο εντυπωσιακό αριθμό των 15.2 GW. Η εντυπωσιακή εν λόγω αύξηση προήλθε κατά κύριο λόγο από την Ισπανία η οποία εγκατέστησε 2.5 GW και από την Γερμανία, η οποία εγκατέστησε 1.5 GW μέσα στο 2008. Το έτος που διανύουμε και μόλις 8 χρόνια μετά την ανάπτυξη των εν λόγω συστημάτων, η Ε.Ε. κρατάει τα σκήπτρα της εγκατεστημένης ισχύος έχοντας το 65% της παγκόσμιας αγοράς ενώ ακολουθεί η Ιαπωνία με 15% και οι Η.Π.Α. με 8%. Άλλωστε μέσα στο 2008 εκτός από τις παραπάνω χώρες προέβησαν και άλλα μέλη της Ε.Ε. σε σημαντικές φωτοβολταϊκές επενδύσεις όπως είναι η Αγγλία με (342 MW), η Γαλλία με 105 MW, η Τσεχία με 51 MW, η Πορτογαλία με 50 MW και το Βέλγιο με 48 MW.

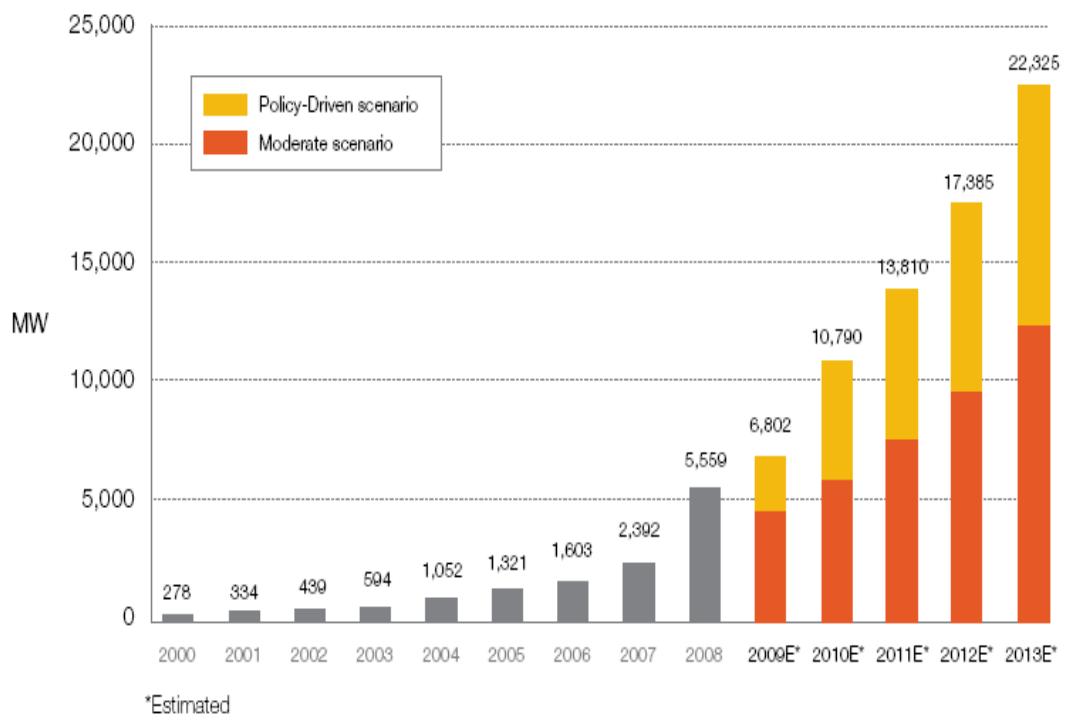


**Διάγραμμα 3\_1:** Εξέλιξη Φ/Β Δυναμικότητας σε παγκόσμιο επίπεδο (Πηγή: EPIA, European Photovoltaic Industry Association Global market outlook for photovoltaics until 2013).

Σε παγκόσμιο επίπεδο τώρα μέχρι το 2010 αναμένεται να έχουμε 35% αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος με κύρια προωθητική δύναμη τις εφαρμοζόμενες πολιτικές ενίσχυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ωστόσο την χρονιά αυτή αναμένεται να παρουσιαστεί το φαινόμενο της υπέρογκης προσφοράς σε σχέση με την ζήτηση. Αυτό οφείλεται σε δύο κυρίως παράγοντες: πρώτον ότι οι κατασκευαστές ακολούθησαν την φρενήρη κούρσα που επέβαλε η Ισπανία τα δύο τελευταία χρόνια (το 2009 έχουμε μια

αύξηση της παραγωγής κατά 57% και το 2010 ενδέχεται να φτάσουμε στο 83%) – ενώ η αύξηση της ζήτησης όπως αναφέρθηκε είναι στο +30-35% και δεύτερον στην οικονομική κρίση που πλήττει και τον τομέα της ενέργειας. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των τιμών από την πλευρά των κατασκευαστών και την εντατικοποίησης της αγοράς. Που σημαίνει ότι μόνο οι μεγάλες εταιρείες θα μπορούσαν να παραμείνουν στην διεθνή αγορά. Θα υπάρξει μια περίοδος αυξομειώσεων και σίγουρα επιβράδυνσης του συνολικού ρυθμού ανάπτυξης μέχρι να ισορροπήσει το σύστημα και να ενισχυθεί στην συνέχεια τόσο από την ολοκλήρωση των δικτύων όσο και από την ανάπτυξη του οικιακού τομέα (56,57).

Κλείνοντας να παρουσιάσουμε και μια πρόβλεψη σε παγκόσμιο επίπεδο για τα επόμενα χρόνια:



**Διάγραμμα 3\_2: Εξέλιξη – Πρόβλεψη Εγκατεστημένης Ισχύος (Πηγή: EPIA, European Photovoltaic Industry Association Global market outlook for photovoltaics until 2013)**

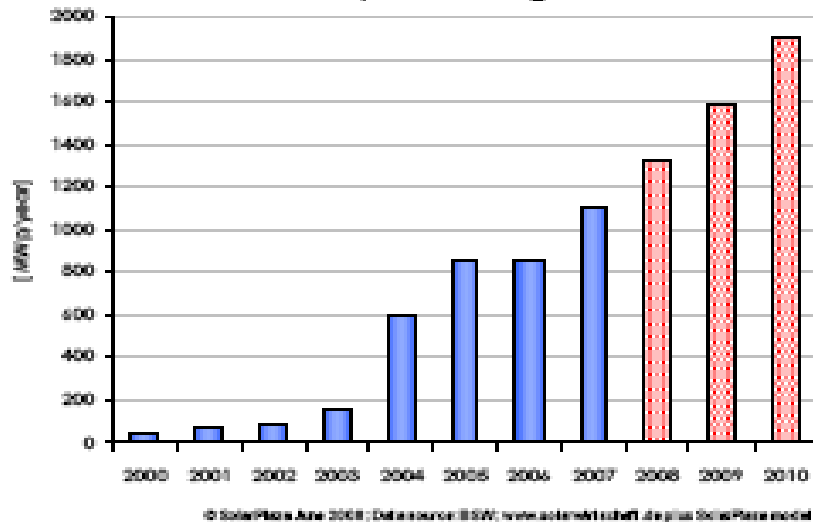
(\*) Να επεξηγήσουμε εδώ τους όρους του moderate και policy driven scenario. Τα διαγράμματα αυτά αποτελούν προβλέψεις της Ευρωπαϊκής Φ/Β υπηρεσίας. Το moderate σενάριο και λιγότερο ελπιδοφόρο έχει γίνει με οικονομικά μεγέθη στην λογική του business as usual. Ενώ στην δεύτερη περίπτωση έχει ληφθεί υπόψη η πολιτική που εφαρμόζεται ή θα εφαρμοστεί σε κάθε χώρα σε σχέση με τα Φ/Β για το χρονικό διάστημα μέχρι το 2013.

Σε πιο αναλυτικό επίπεδο θα αναφερθούν τέσσερα παραδείγματα χωρών που ανήκουν στις 10 πρώτες χώρες με εγκατεστημένη παραγωγή για να γίνει εύλογα και η σύγκριση με την χώρα μας.

**Γερμανία (58,59,60,61):**

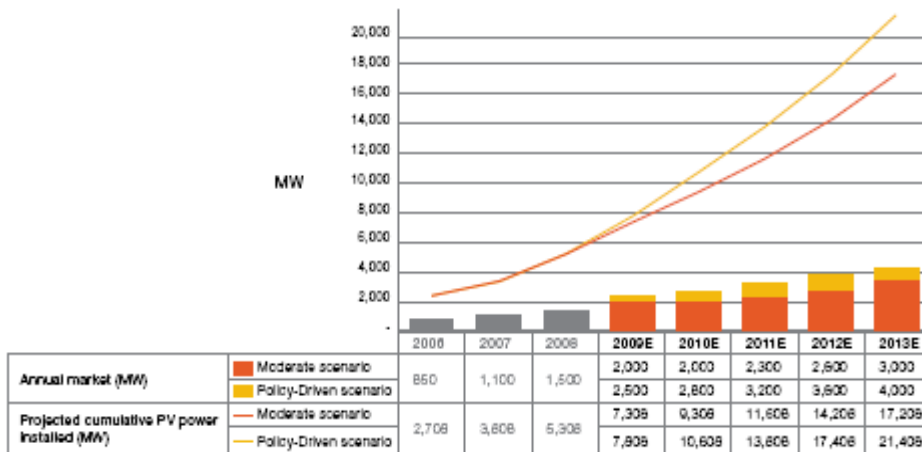
Η Γερμανία με μόλις 195 MW εγκαταστημένης ισχύος το 2001 αυτή τη στιγμή καταλαμβάνει την πρώτη θέση στην Ε.Ε. και το 35% του κόσμου με 5337 MW. Κύριοι λόγοι της τεράστιας ανάπτυξης της σε αυτόν τον τομέα θεωρούνται τα αναπτυξιακά κυβερνητικά μέτρα (όπως το εθνικό πρόγραμμα εγκατάστασης ηλιακών στεγών με 10ετές άτοκο δάνειο), η τεχνογνωσία που υπήρχε στον γερμανικό χώρο και η διασύνδεση της συγκεκριμένης αγοράς με την πανεπιστημιακή κοινότητα.

### Εξέλιξη Φ/Β Αγοράς στην Γερμανία



**Διάγραμμα 3\_3:** Εξέλιξη Φ/Β Αγοράς στην Γερμανία  
(Πηγή: SolarPlaza June 2008; Data source: BSW; www.solarwirtschaft.de plus SolarPlaza model)

### Πρόβλεψη Εξέλιξης Φ/Β Αγοράς στην Γερμανία



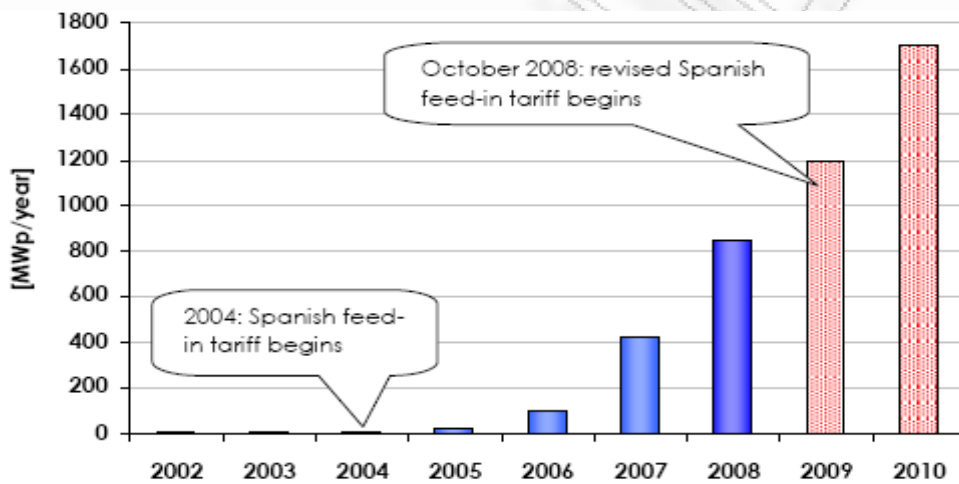
**Διάγραμμα 3\_4:** Πρόβλεψη Εξέλιξης Φ/Β Αγοράς στην Γερμανία  
(Πηγή: EPIA, European Photovoltaic Industry Association Global market outlook for photovoltaics until 2013)



**Ισπανία (58,59,60,61):**

Η Ισπανία αποτελεί ένα από τα παραδείγματα όπου η πολιτική είτε δημιουργεί το κατάλληλο επενδυτικό περιβάλλον το οποίο και αποτελεί τον κύριο λόγο ανάπτυξης της αγοράς είτε δημιουργεί το πλαίσιο επιβράδυνσης αυτής. Το 2004 ανακοινώνεται ο αναπτυξιακός νόμος για τα Φ/Β με κύριο σημείο την πολιτική της Feed In Tariff η οποία θα ίσχυε μέχρι τις 20 Σεπτεμβρίου του 2008. Μέσα σε αυτά τα χρόνια κατάφερε να γνωρίσει τεράστια άνθηση (της τάξεως του 300%) και να έχει το 2008, 2670 εγκατεστημένες MW. Το Σεπτέμβριο του 2008 όμως ανακοινώνεται ένα πλαφόν μέγιστης εγκαταστημένης ισχύς 500 MW το χρόνο για τα έτη 2009-2010 και 2011.

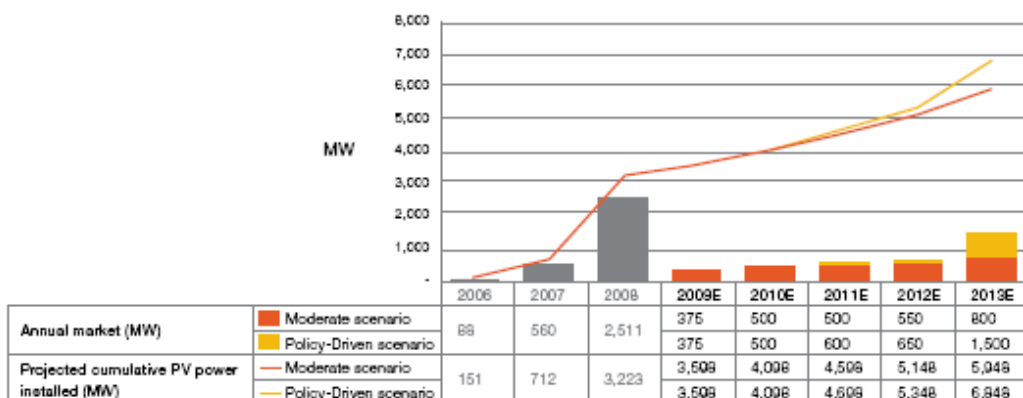
### Εξέλιξη Φ/Β Αγοράς στην Ισπανία



**Διάγραμμα 3\_5:** Εξέλιξη Φ/Β Αγοράς στην Ισπανία

(Πηγή: SolarPlaza June 2008; Data source: BSW; www.solarwirtschaft.de plus SolarPlaza model)

### Πρόβλεψη Εξέλιξης Φ/Β Αγοράς στην Ισπανία



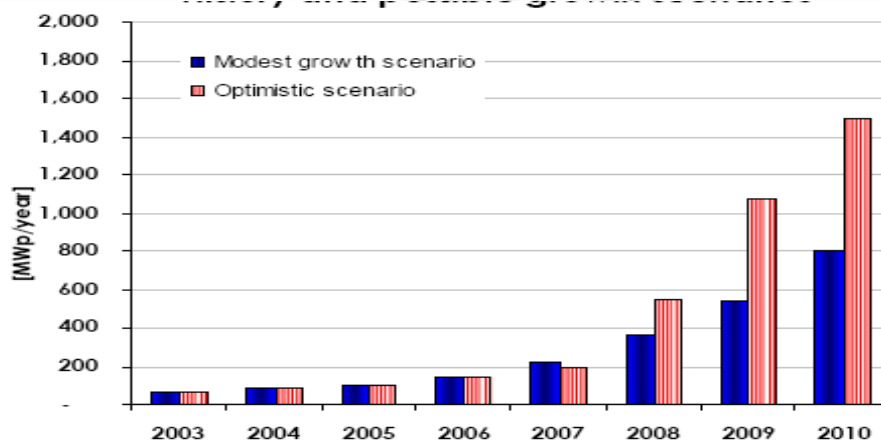
**Διάγραμμα 3\_6:** Πρόβλεψη Εξέλιξης Φ/Β Αγοράς στην Ισπανία

(Πηγή: EPIA, European Photovoltaic Industry Association Global market outlook for photovoltaics until 2013)

### Αμερική (58, 61):

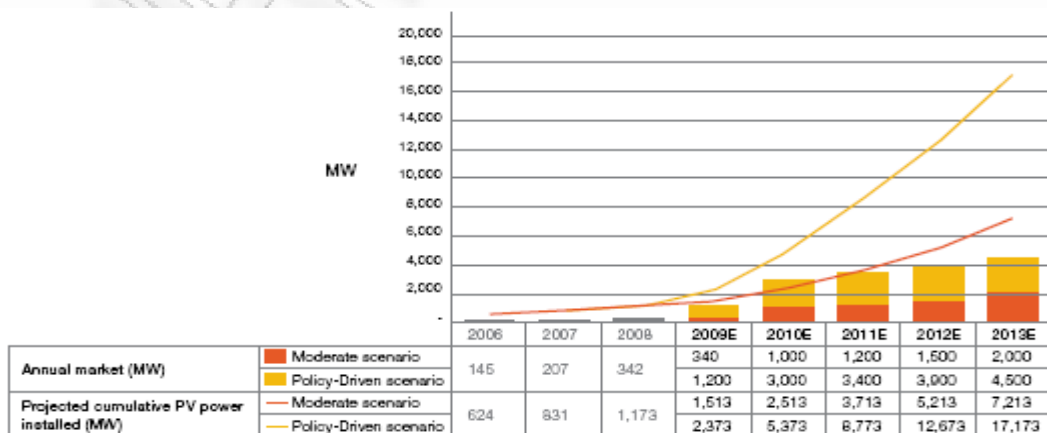
Οι Η.Π.Α. είναι μια χώρα με ούτως ή άλλως τεράστιες δυνατότητες. Και μόνο από το γεγονός ότι είναι μόλις στην 3<sup>η</sup> θέση της παγκόσμιας κατάταξης αντιλαμβάνεται κάποιος τις τεράστιες δυναμικές που έχει η Φ/Β αγορά σε αυτή τη χώρα. Το 2001 οι Η.Π.Α. είχαν εγκατεστημένα μόλις 168 MW. Το 2008 υπάρχουν 1110 MW, το οποίο ισοδυναμεί σε ετήσια αύξηση του 31%. Η Αμερική ωστόσο είναι μια χώρα όπου δεν υπάρχει από τη μία ιδιαίτερη οικολογική συνείδηση ενώ το κράτος είχε δώσει κίνητρα μόνο με την μέθοδο των φορολογικών απαλλαγών. Με την άνοδο του νέου προέδρου όμως, τη δημιουργία νέων οικονομικών κινήτρων (Investment Tax Credit (ITC), την συνέχιση των κρατικών επιδοτήσεων για ΑΠΕ και την ύπαρξη νέων αναπτυξιακών προγραμμάτων ανά πολιτεία (FiT) πιστεύεται ότι σε λίγα χρόνια θα αποτελεί μια από τις υπερδυνάμεις του χώρου.

#### Εξέλιξη Φ/Β Αγοράς στις Η.Π.Α.



Διάγραμμα 3\_7: Εξέλιξη Φ/Β Αγοράς στην Αμερική  
(Πηγή: SolarPlaza June 2008; Data source: BSW; www.solarwirtschaft.de plus SolarPlaza model)

#### Πρόβλεψη Εξέλιξης Φ/Β Αγοράς στις Η.Π.Α.

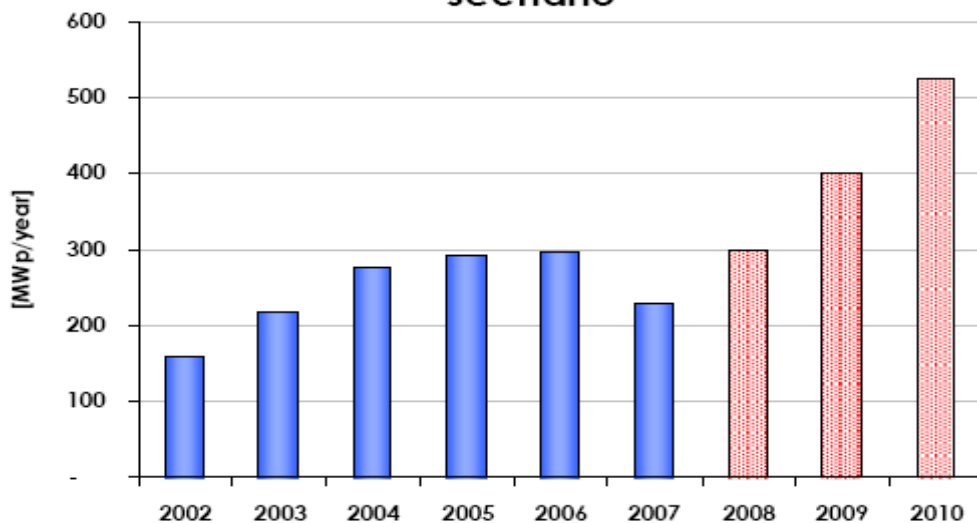


Διάγραμμα 3\_8: Πρόβλεψη Εξέλιξης Φ/Β Αγοράς στην Αμερική  
(Πηγή: EPIA, European Photovoltaic Industry Association Global market outlook for photovoltaics until 2013)

## Ιαπωνία (58,61):

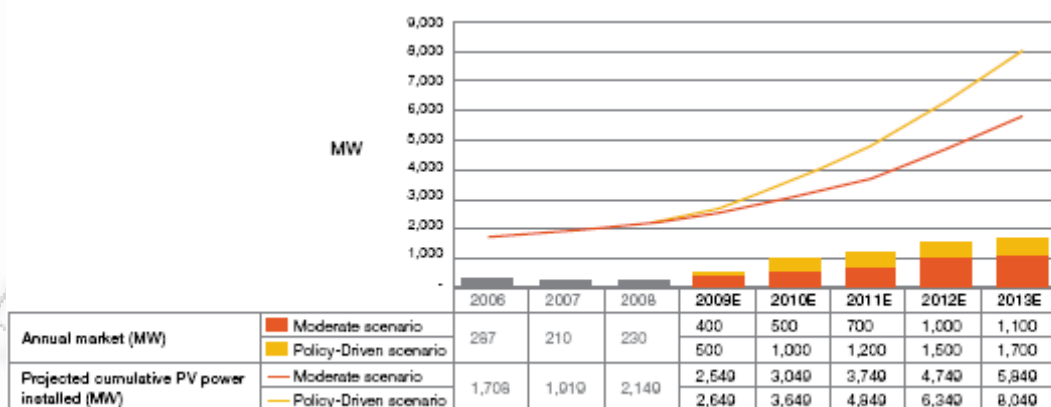
Το παράδειγμα της Ιαπωνίας αναφέρεται ως παράδειγμα όπου σταμάτησαν οι κρατικές επιχορηγήσεις το έτος 2004 (όπως πρόγραμμα εγκατάστασης 700.000 ηλιακών στεγών) οπότε και παρουσίασε μια βύθιση. Η Ιαπωνία να τονιστεί ότι είναι μια χώρα που έδωσε ιδιαίτερο βάρος από ένα σημείο και μετά στον κατασκευαστικό τομέα. Που σημαίνει ότι ασχολήθηκε κατά κύριο λόγο με τις εξαγωγές και όχι με την κάλυψη ή ανάπτυξη της δικής της αγοράς. Παρόλα αυτά τα επόμενα χρόνια αναμένεται ανάπτυξη της αγοράς της με κύριο άξονα των οικιακό τομέα.

### Εξέλιξη Φ/Β Αγοράς στην Ιαπωνία



Διάγραμμα 3\_9: Εξέλιξη Φ/Β Αγοράς στην Ιαπωνία  
(Πηγή: SolarPlaza June 2008; Data source: BSW; www.solarwirtschaft.de plus SolarPlaza model)

### Πρόβλεψη Εξέλιξης Φ/Β Αγοράς στην Ιαπωνία



Διάγραμμα 3\_10: Πρόβλεψη Εξέλιξης Φ/Β Αγοράς στην Ιαπωνία  
(Πηγή: EPIA, European Photovoltaic Industry Association Global market outlook for photovoltaics until 2013)

**E.E.** (59,60,62):

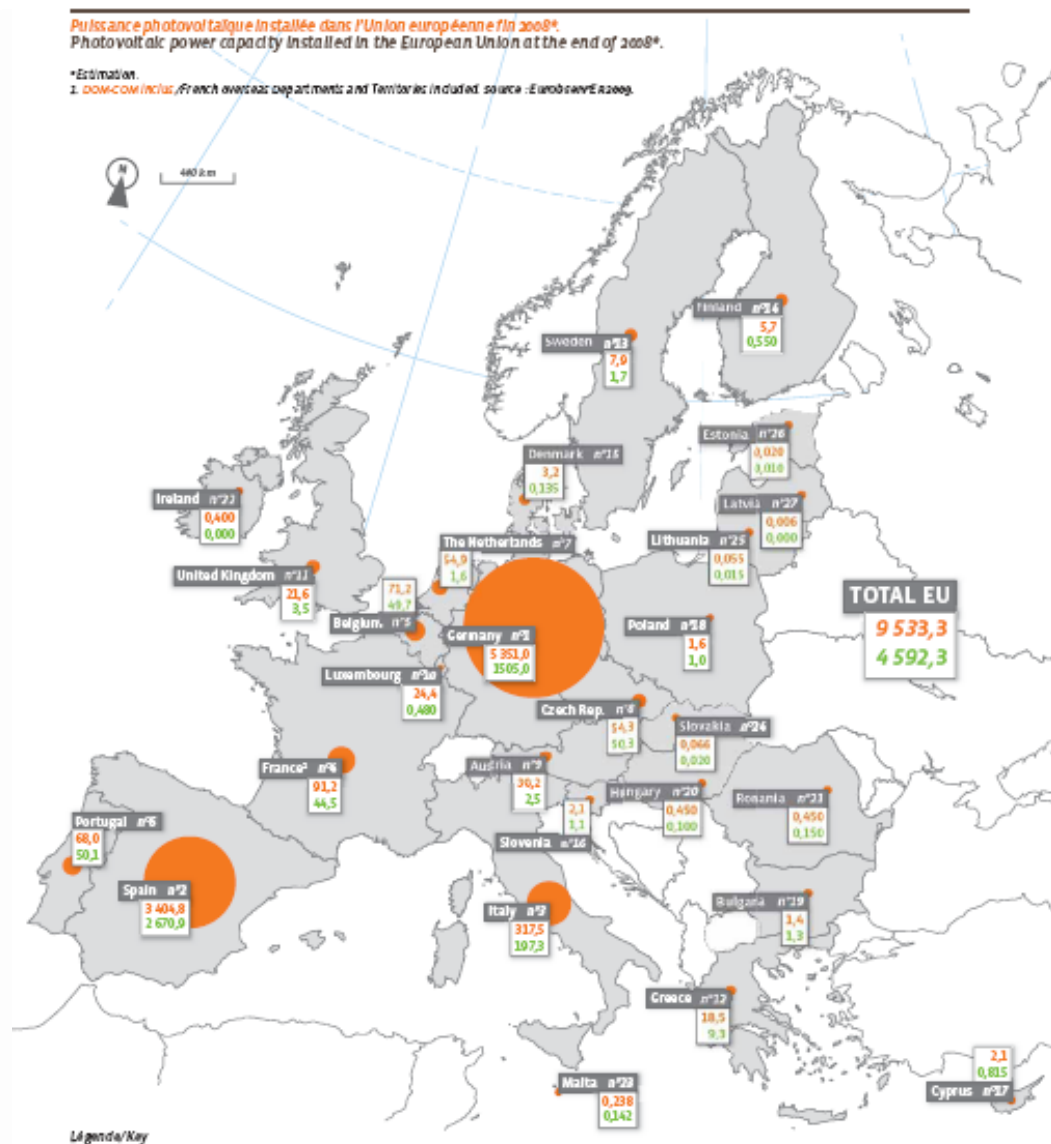
Η Ε.Ε. όπως γίνεται αντιληπτό αποτελεί την πιο ισχυρή αγορά παγκοσμίως αυτή τη στιγμή. Έχοντας την Γερμανία η οποία είναι η πιο σταθερή και συνεχώς αυξανόμενη αγορά στο παγκόσμιο στερέωμα, την Ισπανία που παρουσίασε μια τρελή πορεία τα τελευταία χρόνια και πολλές χώρες οι οποίες ακολουθούν με αυξητικούς ρυθμούς η Ε.Ε. παρουσίασε μία αύξηση των εγκαταστάσεων μόλις σε ένα χρόνο κατά 152% (από 1825.6 MWp το 2007 σε 4592.3 MWp το 2008). Βέβαια οι ρυθμοί το 2009 έχουν πέσει και αναμένεται να πέσουν ίσως περισσότερο το 2010 και αυτό λόγω του πλαφόν που επιβληθεί στην Ισπανία αλλά και λόγω της οικονομικής κρίσης. Βέβαια το τελικό αποτέλεσμα θα εξαρτηθεί πολύ από την ανάπτυξη των αγορών των μικρότερων χωρών. Πολλοί π.χ. προβλέπουν ότι η Ελλάδα θα γίνει ο επόμενος ισχυρός παγκόσμιος παίχτης ενδυναμώνοντας με αυτόν τον τρόπο και κατά πολύ την θέση της Ε.Ε.

### Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς ανά χώρα στην Ε.Ε. στο τέλος του 2007 και του 2008

	2007			2008*		
	Réseau On-grid	Hors réseau Off-grid	Total	Réseau On-grid	Hors réseau Off-grid	Total
Germany	3 811,000	35,000	3 846,000	5 311,000	40,000	5 351,000
Spain	716,334	17,512	733,846	3 386,250	18,512	3 404,762
Italy	107,100	13,100	120,200	304,100	13,400	317,500
France	24,481	22,178	46,659	68,809	22,346	91,155
Belgium	21,471	0,053	21,524	71,138	0,053	71,191
Portugal	15,029	2,841	17,870	65,011	2,941	67,952
Netherlands	48,000	5,300	53,300	49,000	5,900	54,900
Czech Republic	3,754	0,207	3,961	54,083	0,207	54,290
Austria	24,477	3,224	27,701	26,977	3,224	30,201
Luxembourg	23,934	0,000	23,934	24,414	0,000	24,414
United Kingdom	16,620	1,470	18,090	19,920	1,670	21,590
Greece	3,310	5,860	9,170	12,000	6,500	18,500
Sweden	1,676	4,566	6,242	3,076	4,866	7,942
Finland	0,153	4,946	5,099	0,170	5,509	5,679
Denmark	2,690	0,385	3,075	2,790	0,420	3,210
Slovenia	0,925	0,100	1,025	2,045	0,100	2,145
Cyprus	0,844	0,430	1,274	1,587	0,502	2,089
Poland	0,155	0,483	0,638	0,425	1,213	1,638
Bulgaria	0,055	0,020	0,075	1,375	0,032	1,407
Hungary	0,220	0,130	0,350	0,270	0,180	0,450
Romania	0,125	0,175	0,300	0,245	0,205	0,450
Ireland	0,100	0,300	0,400	0,100	0,300	0,400
Malta	0,096	0,000	0,096	0,238	0,000	0,238
Slovakia	0,026	0,020	0,046	0,046	0,020	0,066
Lithuania	0,000	0,040	0,040	0,000	0,055	0,055
Estonia	0,000	0,010	0,010	0,000	0,020	0,020
Latvia	0,000	0,006	0,006	0,000	0,006	0,006
<b>Total EU 27</b>	<b>4 822,575</b>	<b>118,356</b>	<b>4 940,931</b>	<b>9 405,070</b>	<b>128,181</b>	<b>9 533,250</b>

\*Estimation. Les décimales sont séparées par une virgule. Decimals are written with a comma. Source : EurObserv'ER 2009.

**Σχήμα 3\_1:** Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς ανά χώρα στην Ε.Ε. στο τέλος του 2007 και του 2008 (Πηγή: Ευρωπαϊκό Φωτοβολταϊκό Βαρόμετρο 2008)



**Σχήμα 3\_2:** Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς ανά χώρα στην Ε.Ε. στο τέλος του 2008. Με πορτοκαλί χρώμα είναι η συνολική ισχύς και με πράσινα η εγκατεστημένη κατά το έτος 2008. (Πηγή: PV Barometer 2008)

Όπως γίνεται αντιληπτό από τα παραπάνω διαγράμματα σημαντικότερο ρόλο στις προβλέψεις διαδραματίζει η πολιτική βούληση της εκάστοτε χώρας για το θέμα των Φ/Β. Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας που περιγράφει την τιμολόγηση και τον τρόπο τιμολόγησης της κάθε χώρας:

## Tabl. Espagne/Spain

Tarif d'achat Feed-in tariffs		Puissance maximum de la centrale Maximum power plant capacity	Tarif 2009 (en c€/kWh) 2009 tariff (in €/kWh)	Plafond 2009 (en MW) 2009 cap (in MW)	Plafond 2010 (en MW) 2010 cap (in MW)	Plafond 2011 (en MW) 2011 cap (in MW)
		En toiture Rooftop	≤ 20 kWp	34	27	30
		≤ 2 MWp	32	240	265	292
	Centrale au sol Ground-based	≤ 10 MWp	32	233	207	162
	Plafond maximum Total cap			500	502	488

Les tarifs d'achat sont garantis pendant 25 ans. Tarifs et plafonds sont ajustés chaque trimestre selon les installations réalisées le trimestre précédent.  
Feed-in tariff payment duration fix for 25 years. Tariffs and caps are adjusted quarterly according to demand in previous quarter.

## Tabl. Allemagne/Germany

Tarif d'achat Feed-in tariff	En toiture/Rooftop				Centrale au sol Ground-based	
	≤ 30 kWp	> 30 kWp	> 100 kWp	> 1000 kWp	Toutes tailles/All sizes	
	Dégressivité Degression	€/kWh	Dégressivité Degression	€/kWh	Dégressivité Degression	€/kWh
2008		46,75	44,48	43,99	43,99	35,49
2009	8%	43,01	40,91	39,58	35,00	31,94
2010	8%	39,57	37,64	35,62	29,70	28,75
2011	9%	36,01	34,25	32,42	27,03	26,16

Les tarifs d'achat sont garantis pendant 20 ans. Feed-in tariffs are guaranteed for 20 years.

Dégressivité Degression	Marché 2009 (en MWc) 2009 market (in MWp)	Marché 2010 (en MWc) 2010 market (in MWp)	Marché 2011 (en MWc) 2011 market (in MWp)
+1%	>1500	>1700	>1900
-1%	<1000	<1100	<1200

Si la croissance annuelle du marché photovoltaïque (nouvelles installations) est plus importante ou plus faible que la fourchette définie, le taux de dégressivité de l'année suivante augmentera ou diminuera d'un point de pourcentage. If the growth of the photovoltaic market (new installations) in a year is stronger or weaker than the defined growth corridor, the degression in the following year will increase or decrease a percentage point respectively.

## Tabl. Italie/Italy

	Puissance (en kWc) Capacity (in kWp)	Intégré au bâti (en c€/kWh) Building-integrated (in €/kWh)	En toiture (en c€/kWh) Rooftop (in €/kWh)	Centrale au sol (en c€/kWh) Ground-based (in €/kWh)
Tarif d'achat Feed-in tariff (2008)	1 - 3	49	44	40
	>3 - 20	46	42	38
	>20	44	40	36

Le tarif d'achat s'applique à une puissance maximum cumulée de 1200 MWc. Un bonus équivalent à un premium de 5% est accordé dans quelques cas. Un taux de dégressivité de 2% s'applique sur les tarifs 2009 et de même les années suivantes. Les tarifs d'achat sont garantis pendant 20 ans. The maximum admissible cumulative capacity is 1200 MWp. A bonus, equal to a 5% premium, is provided in some cases. Starting from 2009, the 2008 tariffs will reduce by 2% per annum for the forthcoming years. The feed-in tariff payment is fixed for 20 years.

## Tabl. Grèce/Greece

	Continent (en c€/kWh) Mainland (in €/kWh)	Iles (en c€/kWh) Islands (in €/kWh)
Tarif d'achat Feed-in tariff (2008)	< 100 kWp	45,28
	> 100 kWp	50,28

Les tarifs d'achat sont garantis pendant 20 ans, possibilité de prolonger sur les 10 années suivantes. Feed-in tariffs are guaranteed for 20 years, extension for a further 10 years possible.

Σχήμα 3\_3: Τιμολόγηση παραγόμενης μονάδας στις σημαντικότερες αγορές της Ε.Ε. (Πηγή: European PV 2008)

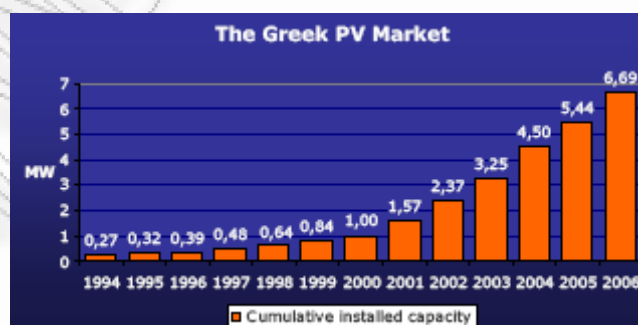
Από τους παραπάνω πίνακες γίνεται αντιληπτό ότι κάθε χώρα έχει τη δική της τιμή, τον δικό της διαχωρισμό κατηγοριοποίησης συστημάτων, το δικό της βαθμό αύξησης ή μείωσης της τιμής ή αντίστοιχα χρονοδιαγράμματος εφαρμογής του μέτρου και κυρίως το δικό της στόχο μέσω της εφαρμογής του μέτρου. Δεν είναι τυχαίο ότι ο διαχωρισμός τιμής στην Ελλάδα αφορά την ηπειρωτική Ελλάδα και την νησιωτική ενώ στην Ιταλία ο αντίστοιχος διαχωρισμός αφορά τον τόπο εγκατάστασης (αν είναι δηλαδή σε ταράσα ή σε οικόπεδο κλπ).

### 3.2.2. Εξέλιξη στην Ελλάδα

Η χώρα μας ακολουθώντας την παγκόσμια τάση δεν παρουσίασε κάποιο ιδιαίτερο ενδιαφέρον προς τα φωτοβολταϊκά πάρκα παρά μόνο μετά την υπογραφή του Κιότο (μολονότι έχει εγκαταστηθεί ήδη από το 1992 το πρώτο ηλιακό πάρκο στην Κύθνο). Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιούνταν έως τότε σχεδόν εξ ολοκλήρου στον οικιακό τομέα και κυρίως για την θέρμανση νερού και εγκαταστάσεων (63).

**Πίνακας 3\_1:** Κατανομή Φ/Β ανά τομέα χρήσης  
(Πηγή: Final Report by C.R.E.S - Department of Energy Information Systems 2001)

	Households	Tertiary	Industry
1991	225536	1464	0
1992	209855	1145	0
1993	165671	820	1509
1994	162650	350	0
1995	168840	160	0
1996	184970	30	0
1997	196448	852	0
1998	232448	937	15
1999	184137	863	0
2000	170014	7386	3600



**Διάγραμμα 3\_11:** Εξέλιξη Ελληνικής Αγοράς  
(Πηγή: The Greek PV Market - Opportunities for investments in Greece -Hellenic Association of Photovoltaic Companies – September 2007)



**Σχήμα 3\_5:** Κατανομή Συνδεδεμένων – Αυτόνομων Συστημάτων στον Ελλαδικό χώρο  
(Πηγή: The Greek PV Market - Opportunities for investments in Greece -Hellenic Association of Photovoltaic Companies – September 2007)

Το πρώτο διάγραμμα μπορεί να παρουσιάζει την αυξητική τάση η οποία υπάρχει από το 1994 έως το 2006 αλλά σε απόλυτους αριθμούς παρατηρούμε ότι η εγκατεστημένη ενέργεια κινείται σε πολύ χαμηλά επίπεδα της τάξεως των 5MW. Παρατηρούμε λοιπόν μία πολύ μικρή αγορά μέχρι το 2006 η οποία αποτελείται κυρίως πάρα συνδεδεμένα στο υπάρχον δίκτυο. Αυτό άλλωστε ήταν φυσικό λόγω τόσο του μικρού μεγέθους παραγόμενης ισχύος όσο και λόγω της χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας η οποία δεν μπορούσε να εγγυηθεί ανεξάρτητα δίκτυα τροφοδοτούμενα αποκλειστικά και μόνο από ηλιακή ενέργεια. Παρόλα αυτά μετά το 2004 (ουσιαστικά) όπου αρχίζει η ανάπτυξη της εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας ιδιαίτερα σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο η Ελλάδα αναγνωρίζει τα οφέλη που μπορεί να αποκομίσει από την εκμετάλλευση αυτής της ανανεώσιμης πηγής προχωρά σε πολιτικές κινήσεις για να ενισχύσει την δημιουργία τέτοιων πάρκων (64).

Χρειάζεται να καταστεί σαφές ότι αν και η Ελλάδα σε επίπεδο εξέλιξης των φωτοβολταϊκών πάρκων ταυτίζεται ή έπεται με εκείνο των υπόλοιπων Ευρωπαϊκών χωρών, αποτελεί μια χώρα με πολύ ιδιαίτερα ενεργειακά χαρακτηριστικά. Καταρχάς είναι μια χώρα με υψηλό ηλιακό δυναμικό το οποίο μπορεί να προσφέρει υψηλές ενεργειακές απόδοσης.

Ταυτόχρονα υπάρχουν δίκτυα (όπως στα νησιά) τα οποία είναι εξαιρετικά κοστοβόρα για να συντηρηθούν ενεργειακά, πράγμα που σημαίνει ότι η αντικατάσταση από ένα τόσο φθηνό ενεργειακό μέσο θα ήταν καταπληκτική λύση. Τέλος, και πλην των οικολογικών λόγων ο υψηλός τουρισμός αυξάνει την συσχέτιση ενεργειακής ζήτησης και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Σε μια πιο αναλυτική παρουσίαση των ενδεχομένων οφελών από την δημιουργία φωτοβολταϊκών πάρκων στην Ελλάδα παρουσιάζουμε τα ακόλουθα (37, 64):



- Αξιοποίηση μιας εγχώριας και ανανεώσιμης πηγής ενέργειας που είναι σε αφθονία, με συμβολή στην ασφάλεια παροχής ενέργειας.
- Υποστήριξη του τουριστικού τομέα για ανάπτυξη φιλική προς το περιβάλλον και οικολογικό τουρισμό, ιδιαίτερα στα νησιά. Η ενεργειακή εξάρτηση των νησιωτικών σταθμών παραγωγής ενέργειας από το πετρέλαιο και το τεράστιο κόστος μεταφοράς της, έχουν άμεσο αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα ζωής των κατοίκων, στην τουριστική ανάπτυξη και στο κόστος παραγωγής ενέργειας, το οποίο τελικώς χρεώνεται η ΔΕΗ.
- Ενίσχυση του ηλεκτρικού δικτύου τις ώρες των μεσημβρινών αιχμών, όπου τα Φ/Β παράγουν το μεγάλο μέρος ηλεκτρικής ενέργειας, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο που παρατηρείται έλλειψη ή πολύ υψηλό κόστος ενέργειας.
- Μείωση των απωλειών του δικτύου, με την παραγωγή ενέργειας στον τόπο της κατανάλωσης, ελάφρυνση των γραμμών και χρονική μετάθεση των επενδύσεων στο δίκτυο.
- Περιορισμός του ρυθμού ανάπτυξης νέων κεντρικών σταθμών ισχύος συμβατικής τεχνολογίας. Συμβολή στη μείωση των διακοπών ηλεκτροδότησης λόγω υπερφόρτωσης του δικτύου ΔΕΗ.
- Σταδιακή απεξάρτηση από το πετρέλαιο και κάθε μορφής εισαγόμενη ενέργεια και εξασφάλιση της παροχής ενέργειας μέσω αποκεντρωμένης παραγωγής.
- Κοινωνική προσφορά του παραγωγού / καταναλωτή και συμβολή στην αειφόρο ανάπτυξη, την ποιότητα ζωής και προστασία του περιβάλλοντος στα αστικά κέντρα και στην περιφέρεια.
- Ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων με σημαντική συμβολή σε αναπτυξιακούς και κοινωνικούς στόχους.
- Ανάπτυξη της Ελληνικής Βιομηχανίας Φ/Β Συστημάτων με άριστες προοπτικές για πλήρη κάλυψη της Ελληνικής αγοράς και εξαγωγικές δραστηριότητες. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και ανάπτυξη Ελληνικής τεχνογνωσίας.
- Προώθηση των στόχων της ΕΕ και του Κyoto σχετικά με τη μείωση των αερίων ρύπων και τη διεύρυνση των ΑΠΕ στη συνολική ηλεκτροπαραγωγή, σε ποσοστό 20% έως το 2010.

Η πολιτεία λοιπόν αναγνωρίζοντας τα παραπάνω οφέλη δημιουργεί το 2006 το νόμο 3468 με τον οποίο και ουσιαστικά απελευθερώνει την αγορά ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα με κύρια τέσσερα χαρακτηριστικά (65,66,67)

- πρώτον χρησιμοποιεί τη μέθοδο της feed in tariff που σημαίνει ότι η τιμή οριοθετείτε σε ένα συγκεκριμένο σημείο για δέκα χρόνια (με ετήσια σχετική

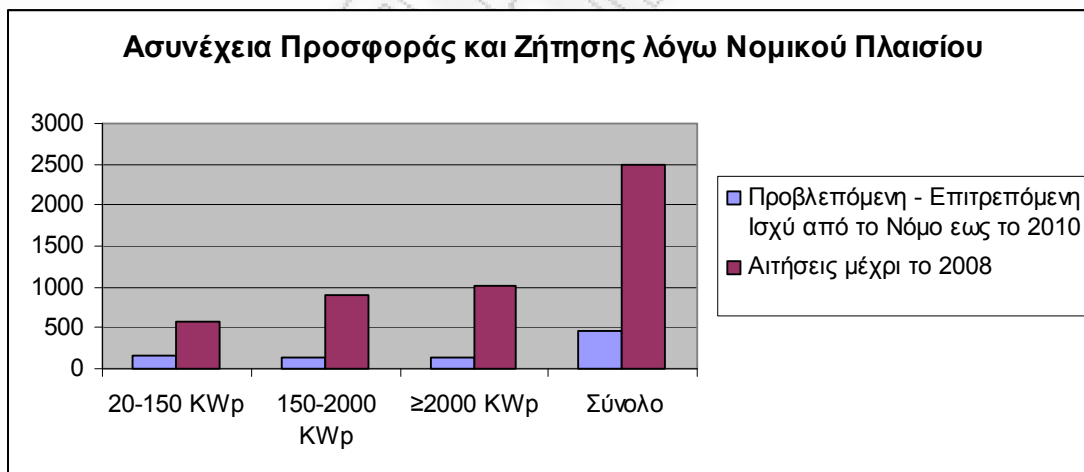
προσαύξηση) και επεκτάσιμη για άλλα δέκα χρόνια μετά από αίτηση του παραγωγού,

Πίνακας 3\_2: Τιμολόγησης παραγόμενης KWh από Φ/Β Συστήματα

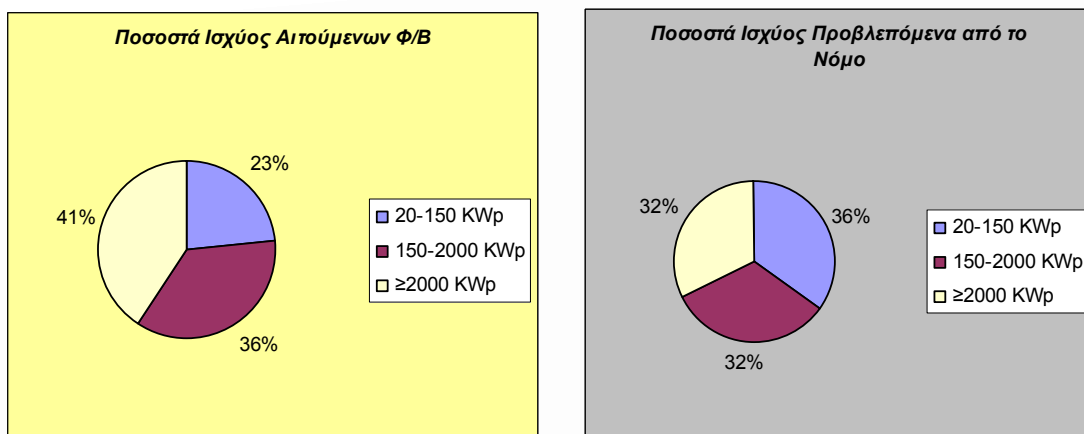
Κατηγορία Φ/Β Συστήματος	Ηπειρωτική Ελλάδα	Νησιωτική Ελλάδα
≤100 KWp	0.45 €/KWh	0.50 €/KWh
≥ 100 KWp	0.40 €/KWh	0.45 €/KWh

- δεύτερον βάζει χρονοδιαγράμματα για την επιδιωκόμενη επενδύσιμη ισχύ,
- τρίτον χωρίζει την παραγόμενη ισχύ σε τέσσερις βασικές κατηγορίες και
- τέταρτον είναι εξαιρετικά γραφειοκρατικός.

Τα χρονοδιαγράμματα που τέθηκαν περιλάμβαναν αρχικά και μέχρι το 2020 να εγκατασταθούν 700MWp (το p εκφράζει την ισχύς αιχμής) σε όλη τη χώρα, ένας στόχος που επαναπροσδιορίστηκε σε 640 MWp στην ηπειρωτική Ελλάδα και σε 200MWp σε αυτόνομα δίκτυα σε νησιά. Παρόλα αυτά η αγορά κινήθηκε πολύ πιο δυναμικά με αποτέλεσμα να υπάρχουν πολύ περισσότερες αιτήσεις από ότι αναμενόταν (2.5GWp σε οικονομικά μεγέθη αναφερόμαστε σε 4 δισεκατομμύρια επενδύσεις μέχρι το 2010).



Διάγραμμα 3\_12: Σύγκριση Ζήτησης και Πλαφόν Νόμου στην Ελλάδα (Πηγή: The Greek PV Market - Opportunities for investments in Greece -Hellenic Association of Photovoltaic Companies – September 2007)



**Σχήμα 3\_7:** Ποιοτική Κατανομή Ισχύος αιτήσεων και απαίτησης νόμου (Πηγή: *The Greek PV Market - Opportunities for investments in Greece -Hellenic Association of Photovoltaic Companies – September 2007*)

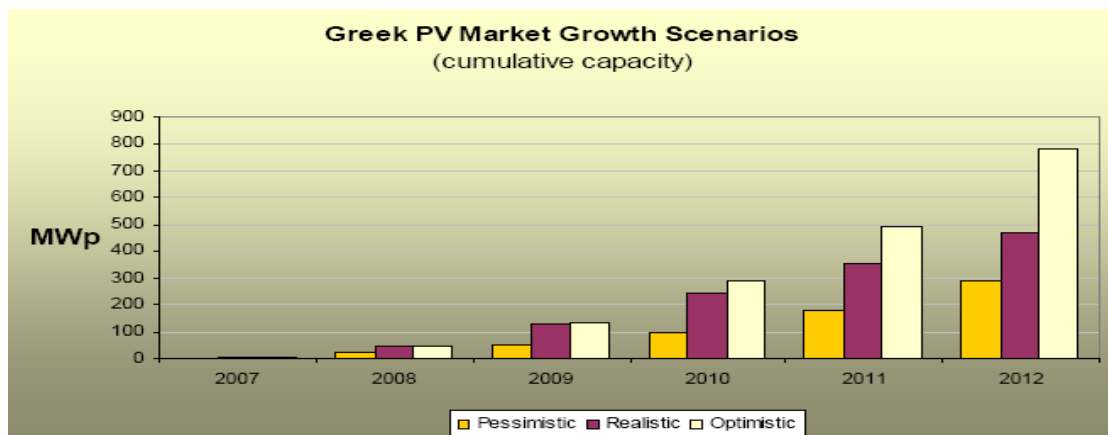
Το παραπάνω σχήμα παρουσιάζει την αδυναμία του νομικού πλαισίου να προβλέψει όχι μόνο ποσοτικά αλλά και ποιοτικά τη ζητούμενη ισχύ. Κάτι το οποίο είναι σαφέστατα πολύ σημαντικό διότι όσο πιο υψηλό είναι το επίπεδο ισχύος που δύναται να παράγει μια μονάδα τόσο πιο υψηλό είναι το κόστος αλλά και το έργο της επένδυσης.

Η γραφειοκρατία άλλωστε φαίνεται από το παρακάτω σχήμα:

**Πίνακας 3\_3:** Πολυπλοκότητα Διαδικασιών (Πηγή: *EuPD\_Research\_Proposal\_Greece*).

<b>Απαιτούμενες Διαδικασίες Αδειοδότησης ανά κατηγορία</b>							
	<b>Δ1</b>	<b>Δ2</b>	<b>Δ3</b>	<b>Δ4</b>	<b>Δ5</b>	<b>Δ6</b>	<b>Δ7</b>
<b>&lt; 20KWp</b>						✓	✓
<b>20&lt;KWp&lt;150</b>			✓		✓	✓	✓
<b>&gt;150KWp</b>		✓	✓	✓	✓	✓	✓

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι βασικές κατηγορίες κατά το νόμο. Να τονιστεί εδώ ότι ο πίνακας αποτελεί όπως είναι φανερό μια γενίκευση των διαδικασιών και αποτελεί μια ένδειξη της αυξητικής πολυπλοκότητας σε σχέση με την ισχύ. Το γεγονός αυτό συν τον ούτως ή άλλως γραφειοκρατικό νόμο έκαναν την αγορά να επιβραδυνθεί. Υπάρχουν διάφορα σενάρια για το προσεχές μέλλον. Παρακάτω παρουσιάζονται τρεις διαφορετικές προβλέψεις οι οποίες θα σχολιαστούν στο αντίστοιχο κεφάλαιο.



Πηγή 3\_13: Πρόβλεψη Ελληνικής Αγοράς (Πηγή: **The Greek PV Market - Opportunities for investments in Greece -Hellenic Association of Photovoltaic Companies – September 2007**)

Ο κος Ψωμάς (68) αντίστοιχα αναμένει μία αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος κατά 38 Mwp μέσα στο 2010 (που αφορούν αποκλειστικά επενδύσεις που προγραμματίστηκαν τα προηγούμενα χρόνια) και σε ένα συντηρητικό επίπεδο 100 Mwp για το 2010, 145 Mwp για το 11 και 160 Mwp για το 2012. Ο τεμαχισμός (segmentation) στον ελληνικό χώρο παραμένει ο κλασικός (οικιακός, εμπορικός και βιομηχανικός) με αντίστοιχα χρονικά διαστήματα όπου πιστεύεται ότι θα επιτευχθεί η ολοκλήρωση δικτύων 2013 – 2017 για τον εμπορικό τομέα, 2015 – 2017 για τον οικιακό τομέα και 2014 για τον τομέα γενικής χρήσεως.

Συμπερασματικά χρειάζεται να ειπωθεί ότι η Ελλάδα εν έτη 2006-2007 χαρακτηριζόταν (58,61) ως ο μελλοντικός επενδυτικός παράδεισος των ηλιακών συστημάτων. Η γραφειοκρατία και η μείωση των εθνικών στόχων είχαν ως αποτέλεσμα να μειωθούν κατά πολύ οι υλοποιήσιμες επενδύσεις. Ωστόσο οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι μία αγορά που βρίσκεται μόλις στην αρχή τους. Οι παγκόσμιες εκτιμήσεις δείχνουν ότι οι αγορά αυτή θα αυξηθεί σημαντικά. Τεράστιοι επενδυτές περιμένουν να δημιουργηθεί ένα καλύτερο επιχειρηματικό περιβάλλον για να έρθουν στην χώρα μας. Ελπίζουμε αυτό να γίνει το συντομότερο δυνατό.

### 3.3 Φ/Β: Επένδυση

#### 3.3.1 Εξοπλισμός

Μία από τις σημαντικότερες αποφάσεις που χρειάζεται να πάρει κάποιος σε περίπτωση επένδυσης Φ/Β είναι ποια τεχνολογία να επιλέξει. Φυσικά αυτή δεν είναι μια απόφαση που λαμβάνεται ανεξάρτητα από άλλους παράγοντες όπως είναι η ποσότητα παραγωγής, ο χρόνος χρήσης, η τοποθεσία κ.λ.π. Παρακάτω παρατίθενται οι βασικές κατηγοριοποιήσεις των φωτοβολταϊκών στοιχείων ανάλογα (i) με την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία, (ii) με τον τρόπο συλλογής του ηλιακού φωτός, (iii) ανάλογα με τη διασύνδεση τους με το σύστημα και (iv) ανάλογα με την χρήση τους. Μέσω αυτής της αναπτύξεως θεωρείται ότι ο αναγνώστης θα πάρει μια γενική – ολοκληρωμένη εικόνα περί των φωτοβολταϊκών στοιχείων.

#### i. Ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία (50,51,53,54)

##### 1. Κρυσταλλικού Πυριτίου

- *Μονοκρυσταλλικού πυριτίου*, με ονομαστικές αποδόσεις πλαισίων 14,5% έως 21%. Προσφέρουν υψηλή απόδοση και υψηλό κόστος.
- *Πολυκρυσταλλικού πυριτίου*, με ονομαστικές αποδόσεις πλαισίων 13% έως 14,5%. Η διαδικασία κατασκευής τους είναι απλούστερη από εκείνη των μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών με αποτέλεσμα το φθηνότερο κόστος παραγωγής. Παρουσιάζουν όμως σε γενικές γραμμές μικρότερη απόδοση της τάξεως του 12%.

##### 2. Λεπτών Μεμβρανών

- *Άμορφου Πυριτίου*, ονομαστικής απόδοσης ~7%. Το φθηνό όμως κόστος κατασκευής τους τα κάνει ιδανικά σε εφαρμογές όπου δεν απαιτείται υψηλή απόδοση.
- *Χαλκοπυριτών CIS / CIGS*, ονομαστικής απόδοσης από 7% έως 11%.

Ο πίνακας που ακολουθεί δίνει μια γενική εικόνα.

**Πίνακας 3\_4:**Κατηγοριοποίηση Φ/Β βάση χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας

<i>Υλικό της φωτοβολταϊκής κυψέλης</i>	<i>Απόδοση φωτοβολταϊκής κυψέλης</i>
<b>Μονοκρυσταλλικό πυρίτιο</b>	11-16%
<b>Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο (Κυψέλες EFG)</b>	10-14%
<b>Πολυκρυσταλλική κυψέλη</b>	8-10%
<b>Λεπτός υμένας π.χ. δισεληνο-ϊνδιούχος χαλκός, τελερουδιούχο κάδμιο κ.α.</b>	6-10%
<b>Άμορφη σιλικόνη</b>	4-7%

Το πυρίτιο (Si) είναι η βάση για το 90% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής Φ/Β. Το πυρίτιο, ανάλογα με την επεξεργασία του, δίνει μονοκρυσταλλικά, πολυκρυσταλλικά ή άμορφα υλικά, από τα οποία παράγονται τα Φ/Β στοιχεία. Τα λεπτά υλικά είναι ένας τρόπος να μειωθεί το κόστος των Φ/Β πλαισίων και να αυξηθεί η απόδοσή τους. Εκτός από τη χρήση μικρότερης ποσότητας υλικού, ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι ολόκληρα πλαίσια μπορούν να κατασκευαστούν παράλληλα με τη διαδικασία απόθεσης. Αυτό είναι συμφέρον οικονομικά, αλλά επίσης πολύ απαιτητικό τεχνικά, επειδή η επεξεργασία χωρίς ατέλειες αφορά μεγαλύτερη επιφάνεια. Στα πλεονεκτήματα των λεπτών πλαισίων τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω, θα πρέπει να αντιπαρατεθεί η χαμηλότερη ως τώρα απόδοσή τους, η οποία περιορίζεται στο 5-10%, ανάλογα με το υλικό. Πάντως η τεχνολογία λεπτού στρώματος (thin film) είναι σε φάση ανάπτυξης, αφού με διάφορες μεθόδους επεξεργασίας και χρήση διαφορετικών υλικών αναμένεται αύξηση της απόδοσης, σταθεροποίηση των χαρακτηριστικών τους και αύξηση της διείσδυσης στην αγορά. Σήμερα πάντως αποτελούν την πιο φθηνή επιλογή Φ/Β πλαισίων.

Η τεχνολογία σιλικόνης αυτή την στιγμή αποτελεί την πιο χρησιμοποιούμενη τεχνολογία (89% της συνολικής αγοράς) και αναμένεται αυτή να παραμείνει μέχρι το 2013 (με μία μικρή μείωση στο 79% της συνολικής αγοράς). Και αυτό την ώρα που η πολυκρυσταλλική σιλικόνη έρχεται να αναβαθμίσει την υπάρχουσα τεχνολογία και αναμένεται να αναπτυχθεί με ρυθμούς κοντά στο 285% μέχρι το τέλος του συγκεκριμένου έτους.

Η τεχνολογία λεπτών ταινιών η οποία αυτή τη στιγμή αριθμεί το ποσοστό του 10% αναμένεται να αυξηθεί με μικρούς ρυθμούς (της τάξεως του 45%) και να ανέρθει στο ποσοστό του 19%. Η ανάπτυξη αυτή θεωρείται μικρή και φυσιολογική, ενώ οφείλεται κατά κύριο λόγο στην βελτιωμένη απόδοση της συγκεκριμένης τεχνολογίας και της δυνατότητας χρήσης σε μια μεγάλη γκάμα εφαρμογών (69).

Το μέλλον ωστόσο φαίνεται να ανήκει στα μικρά φιλμ και στα υπερ-ευαίσθητα ηλιακά συστήματα τα οποία μπορεί τώρα να καταλαμβάνουν μόνο το 0.5% της παγκόσμιας αγοράς (19.2 MW in 2008) αλλά μέσω της συνεχής εξέλιξής τους αναμένεται να αποτελέσουν την πιο αξιόπιστη – αποτελεσματική λύση του μέλλοντος.

## ii. Ανάλογα με τον βαθμό πολυπλοκότητας στην κατασκευή και την λειτουργία (50,51,53,54)

- Τις απλές διατάξεις, όπου τα ηλιακά κύτταρα είναι τοποθετημένα σε σταθερά επίπεδα πλαίσια και δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία με τη φυσική της πυκνότητα και διακύμανση στη διάρκεια της ημέρας.
- Τις διατάξεις με κινητά πλαίσια που περιστρέφονται αυτόματα και παρακολουθούν συνεχώς την πορεία του ήλιου στον ουρανό, ώστε τα ηλιακά κύτταρα να δέχονται κάθετα την ηλιακή ακτινοβολία σε όλη τη διάρκεια της ημέρας.  
Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η ηλεκτρική ενέργεια που παράγει ένα ηλιακό κύτταρο μέχρι 50% περίπου, αφού δέχεται πυκνότερη ακτινοβολία ανά μονάδα εμβαδού της επιφανείας του.
- Τις διατάξεις, που με την χρησιμοποίηση φακών ή κατόπτρων συγκεντρώνουν την ηλιακή ακτινοβολία και την στέλνουν πολύ συμπυκνωμένη πάνω στα ηλιακά κύτταρα. Για την αποφυγή θέρμανσης, στις συγκεντρωτικές φωτοβολταϊκές διατάξεις απαιτείται συνήθως η τεχνητή ψύξη των ηλιακών κυττάρων με κυκλοφορία ψυχρού αέρα ή ψυκτικών υγρών.

## iii. Ανάλογα με τον τρόπο συνδεσμολογίας των Φ/Β συστημάτων (50,51,53,54):

- *Αυτοδύναμα ή αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα:* Ιδανικά για απομακρυσμένες περιοχές, όπου δεν υπάρχει τρόπος σύνδεσης με το δίκτυο και όπου είναι δύσκολη η μεταφορά καυσίμου σε περίπτωση που χρησιμοποιούνταν μία γεννήτρια ντίζελ. Τα συστήματα αυτά απαιτούν συσσωρευτές για την εξασφάλιση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τις νυκτερινές ώρες ή σε μέρες συννεφιάς.
- *Φωτοβολταϊκά συστήματα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο:* Τα συστήματα αυτά βρίσκονται εγκατεστημένα κοντά σε ήδη υπάρχων ηλεκτρικό δίκτυο και παρέχουν την ηλεκτρική τους ισχύ σε αυτό.
- *Συμμετοχή φωτοβολταϊκών σε υβριδικά συστήματα:* Τα υβριδικά συστήματα αποτελούνται από διάφορες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας ανανεώσιμες και συμβατικές.

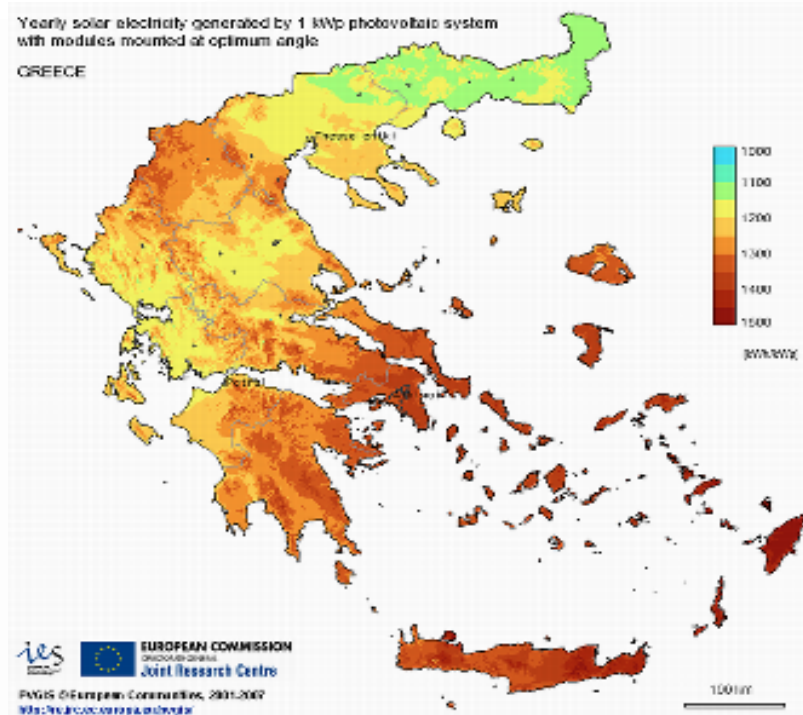
#### **iv. Ανάλογα με την εφαρμογή τους και την ονομαστική τους ισχύ (50,51,53,54):**

- *Καταναλωτικά προϊόντα (1mW–100 Wp):* Τα συστήματα της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές μικρής κλίμακας ισχύος όπως τροχόσπιτα, σκάφη αναψυχής, εξωτερικός φωτισμός κήπων, ψύξη και προϊόντα όπως μικροί φορητοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές, φανοί κ.ά.
- *Αυτόνομα ή απομονωμένα συστήματα (100 Wp –200k Wp):* Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για κατοικίες και μικρούς οικισμούς που δεν είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο.
- *Μεγάλα Διασυνδεδεμένα στο Δίκτυο Φ/Β Συστήματα:* Η κατηγορία αυτή αφορά Φ/Β σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μεγέθους 50kWp έως μερικά MWp, στους οποίους η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται απευθείας στο δίκτυο.
- *Διασυνδεδεμένα Φ/Β Συστήματα – Οικιακός Τομέας:* Στην κατηγορία αυτή εμπίπτουν Φ/Β συστήματα τυπικού μεγέθους 1,5kWp έως 20kW, τα οποία έχουν εγκατασταθεί σε στέγες ή προσόψεις κατοικιών και τροφοδοτούν άμεσα τις καταναλώσεις του κτιρίου, η δε πλεονάζουσα ενέργεια διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο. Όπως προαναφέρθηκε, η κατηγορία αυτή αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας αγοράς Φ/Β συστημάτων.

#### **3.3.2 Τοποθεσία**

Η επιλογή της τοποθεσίας είναι μια από τις πιο σημαντικές επιλογές που πρέπει να κάνει κάποιος κατά την επένδυσή του σε φωτοβολταϊκά συστήματα. Και αυτό διότι όπως έχει ήδη αναφερθεί η απόδοση ενός συστήματος έχει να κάνει πρώτον με την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία και δεύτερον με το επίπεδο ηλιοφάνειας της περιοχής εγκατάστασης. Η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία σχετίζεται με την τοποθεσία όχι τόσο στο αν θα επιλεγεί τεχνολογία σιλικόνης ή λεπτών επιστρώσεων αλλά στον αν θα χρησιμοποιηθεί σταθερό πλαίσιο ή περιστρεφόμενο που θα ακολουθεί την πορεία του ήλιου. Όσον αφορά καθαρά την περιοχή υπάρχουν χάρτες οι οποίοι αποτυπώνουν την μετρούμενη ηλιακή ακτινοβολία και φανερώνουν το υψηλό ή όχι ηλιακό δυναμικό κάθε περιοχής.





**Χάρτης 3.1:** Ηλιακό Δυναμικό – Απόδοση Φ/Β ανά γεωγραφική περιοχή (Πηγή: European Commission, Joint Research Centre)

όπου με πιο έντονο χρώμα φαίνονται οι περιοχές οι οποίες έχουν την δυνατότητα μεγαλύτερης παραγωγής ενέργειας ανά εγκατεστημένο πλαίσιο. Όπως παρατηρεί κανείς από το παραπάνω χάρτη κατά κανόνα όσο πιο νότια βρίσκεται μια περιοχή τόσο πιο υψηλό είναι το δυναμικό το οποίο συναντά. Παρόλα αυτά το επενδυτικό ενδιαφέρον είναι συνάρτηση και άλλων οικονομικών παραγόντων και κινήτρων. Έτσι παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει μια σταθερή κατανομή αλλά μία εναλλαγή όσον αφορά τις περιοχές με τα υψηλότερα επίπεδα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων και με τις ηπειρωτικές περιοχές να κινούν το περισσότερο ενδιαφέρον παρά το γεγονός ότι τα νησιά αποδίδουν περισσότερο λόγω υψηλότερης τιμής πώλησης. Ωστόσο τα νησιωτικό σύμπλεγμα έχει υψηλότερο κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας παρά του ότι θα έπρεπε τα νησιά να αποτελούν πόλο έλξης αυτόνομων Φ/Β συστημάτων.



**Διάγραμμα 3\_14:** Γεωγραφική Κατανομή Φ/Β (Πηγή: ΔΕΣΜΗΕ 2009)

Παρά τις τάσεις στον Ελλαδικό χώρο και την παρουσίαση του χάρτη με τις καλύτερες δυνατές αποδόσεις για έναν νέο επενδυτή η ερώτηση παραμένει: πως θα επιλεγεί η τοποθεσία εγκατάστασης της επένδυσής μου. Ο παραπάνω χάρτης αποτελεί μόνο μια γενική εκτίμηση της τοποθεσίας και απαντά στο ουσιαστικό ερώτημα τι ενέργεια θα παράγει ένα συγκεκριμένο Φ/Β πάρκο αν εγκατασταθεί σε ένα συγκεκριμένο σημείο. Παράγοντες όπως γειτονικοί ορεινοί όγκοι, τοπικές κλιματολογικές συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία) κ.ά. επηρεάζουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Ερωτήματα, όπως πόσο αποτελεσματική θα ήταν η βελτίωση της απόδοσης του συστήματος με τη χρήση ενός συστήματος στήριξης 2πλου άξονα πρέπει να απαντηθούν πριν την απόφαση για μια τέτοια επένδυση. Πώς θα γίνει, λοιπόν, η επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας;

Η απάντηση έγκειται στην εκτίμηση της απόδοσης του Φ/Β συστήματος μέσω προσομοίωσης. Η προσομοίωση μπορεί να είναι γενική ή λεπτομερής, όπου τα ειδικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου Φ/Β συστήματος πρέπει να δηλωθούν. Θα εξετάσουμε την περίπτωση της γενικής προσομοίωσης με εργαλεία που είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο: Το google earth και η βάση PVGIS της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (Photovoltaic Geographical Information System) η οποία αποτελεί μια βάση δεδομένων που συνδυάζει γεωγραφικά, μετεωρολογικά και ηλιακής ακτινοβολίας δεδομένα. Παρέχει χωρική διακριτική ικανότητα 100 m, γεγονός που οδηγεί σε ακριβέστερες εκτιμήσεις της έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία, ειδικά σε ορεινές περιοχές όπου ο ακριβής υπολογισμός των σκιάσεων έχει μείζονα σημασία). Παρατίθεται παράδειγμα το οποίο δείχνει την ποσότητα των παραγόντων που προσδιορίζονται μέσω μιας τέτοιας προσομοίωσης.

- Αφού εντοπίσουμε μέσω των δορυφορικών φωτογραφιών του google earth το αγροτεμάχιο που μας ενδιαφέρει, καταγράφουμε τη θέση (γεωγραφικό μήκος και πλάτος) όπου βρίσκεται. Τα στοιχεία αυτά θα τα εισαγάγουμε στο PVGIS για την εκτίμηση της απόδοσης του φωτοβολταϊκού συστήματος.
- Εισάγουμε την ονομαστική ισχύ του φωτοβολταϊκού συστήματος, π.χ. 100 kWp. Στη συνέχεια ενεργοποιούμε τις επιλογές:
  - Εισάγουμε τις συντεταγμένες, γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος που σημειώσαμε μέσω του google earth βλέπουμε τη μηνιαία παραγωγή ενέργειας με σταθερό σύστημα στήριξης, ενώ λίγο πιο κάτω τη μηνιαία παραγωγή με σύστημα στήριξης 2πλού άξονα.
  - Βλέπουμε επίσης στο ακόλουθο σχήμα ότι η περιοχή που επιλέξαμε δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα από γειτονικούς ορεινούς όγκους.

Τα παραπάνω ωστόσο προσεγγίζουν την καθαρά αποδοτική πλευρά του θέματος. Η επιλογή μιας τοποθεσίας αν προσεγγιστεί σφαιρικά το θέμα εξαρτάται από (70,71).

- Οικονομικούς Παράγοντες (πόσο είναι το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας και ποιο το όφελος ως τιμή πώλησης).
- Ηλιακού Δυναμικού (πόσο απόδοση θα έχω).
- Δικτύου (υπάρχει εγκατεστημένο δίκτυο και ποιο το κόστος να συνδεθώ με αυτό – πλην φυσικά της περιπτώσεως της δημιουργίας αυτόνομου δικτύου).
- Κινήτρων (υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο επενδυτικό κίνητρο για την συγκεκριμένη περιοχή).
- Κοινωνικής Αποδοχής (κάθε επένδυση για να είναι βιώσιμη χρειάζεται να έχει την αποδοχή της κοινωνίας στην οποία πραγματοποιείται).

### 3.3.3 Κόστος Επένδυσης και Όφελος αυτής

Παρακάτω παρατίθεται ένα μέσο θεωρητικό αλλά ρεαλιστικό παράδειγμα επένδυσης Φ/Β πάρκου στην Ελλάδα. Όταν αναφερόμαστε στην έννοια του μέσου εννοούμε ότι αναφερόμαστε σε μέσες τιμές: μέση τιμή αγοράς εξοπλισμού, μέση τιμή απόδοσης Φ/Β, επιλογής περιοχής με μέσο αιολικό δυναμικό, επενδυτικά κίνητρα μέσης εμβέλειας κ.λ.π.

Οι περισσότερες εταιρείες που κατασκευάζουν φωτοβολταϊκά πάρκα δίνουν τιμές για κάθε εγκατεστημένο kWp (δηλαδή τη μέση τιμή του κόστους κατά την παράδοση του Φ/Β πάρκου). Το κόστος αυτό είναι της τάξεως των 6000€ ανά εγκατεστημένο kWp, για την περίπτωση της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών με σταθερή στήριξη, ποσό που θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερο για μικρές εγκαταστάσεις. Έτσι ένα Φ/Β πάρκο των 100kWp έχει ένα αρχικό κόστος 600.000 €.

Για την εγκατάσταση ενός τέτοιου πάρκου απαιτείται έκταση  $100\text{kWp} \times 10 \text{ m}^2/\text{kWp} = 1000 \text{ m}^2$  ή ένα στρέμμα. Η έκταση αυτή πρέπει να θεωρηθεί ως η ελάχιστη δυνατή καθώς θα απαιτηθούν βοηθητικοί χώροι για τον συνοδευτικό εξοπλισμό. Ειδικά στην περίπτωση που δεν επιλεγεί σταθερή στήριξη για τα φωτοβολταϊκά, αλλά κινούμενο σύστημα απλού ή διπλού άξονα, θα απαιτηθεί ενδεχομένως σημαντικά μεγαλύτερη έκταση για την αποφυγή σκιάσεων κατά την κίνηση των φωτοβολταϊκών πάνελ. Η επιπλέον έκταση που θα απαιτηθεί είναι συνάρτηση της μορφολογίας του εδάφους. Ποιος θα είναι όμως ο χρόνος απόσβεσης και το κέρδος μιας τέτοιας επένδυσης; Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν μια τέτοια απάντηση.

Ας δούμε αρχικά το χάρτη με το φωτοβολταϊκό δυναμικό της Ελλάδος (Χάρτης 3.1). Παρατηρούμε ότι ολόκληρη η επικράτεια είναι χωρισμένη σε ζώνες με παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μεγαλύτερης των 1100KWh/KWp ανά έτος. Ας θεωρήσουμε σαν μια μέση τιμή τα 1250 KWh/kWp. Αυτό σημαίνει ότι το ένα εγκαταστημένο kWp παράγει σε ένα έτος ενέργεια 1250 kWh. Επομένως ένα Φ/Β πάρκο 100kWp παράγει ετησίως 125 MWh. Αν λάβουμε υπόψη μας ότι ο ΔΕΣΜΙΕ (ή η ΔΕΗ) είναι υποχρεωμένος να αγοράσει την ηλεκτρική ενέργεια για 452,82 € την MWh, τότε η ακαθάριστη απόδοση θα ήταν περίπου 56.500€ ετησίως προ φόρων.

Για μια πιο ακριβή ανάλυση θα πρέπει να συνυπολογίσουμε τα εξής:

- Τα τιμολόγια απορρόφησης ηλεκτρικής ενέργειας αναπροσαρμόζονται υποχρεωτικά κάθε χρόνο κατά το 80% του πληθωρισμού ή σύμφωνα με τις αναπροσαρμογές της ΔΕΗ βάσει του ν. 3468/06 για τα επόμενα 20 χρόνια.
- Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση παρουσιάζει απώλειες λόγω των μετατροπένων (inverters) ,καλωδίων κ.λπ. που συνολικά μπορεί να φθάνουν το 5%-10%. Αν σε αυτές προστεθούν και απώλειες λόγω μεταβολών θερμοκρασίας και λόγω σκόνης, το συνολικό ποσοστό μπορεί να φθάσει το 20%.
- Τα φωτοβολταϊκά εμφανίζουν μείωση της απόδοσής τους με την πάροδο του χρόνου. Οι πιο γνωστές κατασκευαστικές εταιρείες εγγυώνται ότι μετά από 20 ή 25 χρόνια τα Φ/Β θα έχουν το πολύ 20% μείωση της απόδοσης τους.
- Βάσει του αναπτυξιακού νόμου τα φ/β πάρκα μπορεί να τύχουν επιδότησης μέχρι και 60%.
- Λειτουργικά έξοδα και έξοδα συντήρησης

Αν συνυπολογίσουμε όλους αυτούς τους παράγοντες και υποθέσουμε ότι το Φ/Β πάρκο των 100kWp τυχαίνει επιδότησης της τάξης του 50% καταλήγουμε ότι η απόσβεση της αρχικής επένδυσης θα γίνει περίπου σε 8 έτη, ενώ στα υπόλοιπα 12 έτη θα έχει ενδεικτικό καθαρό κέρδος της τάξης των 500.000€.

### **3.3.4 Νομικό Πλαίσιο (54,72,73,74,75)**

Το νομικό πλαίσιο μέσα στο οποίο πρέπει να κινηθεί ο επενδυτής είναι εκείνο που καθορίζεται από το νόμο για όλες τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Παρόλα αυτά και όπως είναι φυσικό ο νόμος περιλαμβάνει πολλές εξαιρέσεις και ιδιαιτερότητες στην συγκεκριμένη περίπτωση. Για να μην αναφέρουμε όλες τις εξαιρέσεις του νόμου κάτι το οποίο θεωρούμε ότι θα κουράσει και ότι ξεφεύγει από τα πλαίσια αυτής της διπλωματικής παραπέμπουμε τον αναγνώστη στο παράρτημα για να διαβάσει όλες τις λεπτομέρειες του νομικού πλαισίου.

Τα σημαντικότερα σημεία του νομικού πλαισίου περιλαμβάνονται κατωτέρω:

- Επένδυση για εγκατάσταση Φ/Β μπορεί να επιχορηγηθεί με ποσοστό μέχρι 40% του κόστους επένδυσης, μέσω του Επενδυτικού Νόμου, ανάλογα την περιοχή της επένδυσης και το είδος της επιχείρησης. Το κατώτερο όριο για ένταξη επένδυσης στον Επενδυτικό Νόμο είναι 100.000 € για πολύ μικρές επιχειρήσεις. Περαιτέρω πληροφορίες [www.mnec.gr](http://www.mnec.gr) – site Υπουργείου Οικονομικών.
- Μέσα στον 2007 προκηρύχθηκε το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα και Επιχειρηματικότητα 2007-2013, του 4ου Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης, το οποίο θα επιδοτεί και δράσεις που αφορούν στις ΑΠΕ. Περαιτέρω πληροφορίες [www.antonistikitita.gr](http://www.antonistikitita.gr).
- Ο ΔΕΣΜΗΕ είναι ο αρμόδιος φορέας που υποχρεούται να αγοράζει την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται, εκτός έκτακτων καταστάσεων. Η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας υπογράφεται με τον ΔΕΣΜΗΕ (διαχειριστή του ηπειρωτικού δικτύου) ή με την ΔΕΗ για τα μη-διασυνδεδεμένα νησιά, για τα επόμενα 10 + 10 χρόνια (Ν.3468/2006). Η δυνατότητα υπογραφής νέας σύμβασης μετά την 10ετία είναι δυνατό να αποφασίζεται μονομερώς από τον παραγωγό και προϋποθέτει την κατάθεση έγγραφης δήλωσης του παραγωγού, απευθυνόμενης στον οικείο διαχειριστή, πριν τη λήξη της αρχικής περιόδου ισχύος της σύμβασης. Ο νέος νόμος 3734/2009 προβλέπει εγγυημένες τιμές πώλησης για μια 20ετία και υπογραφή νέων συμβάσεων για όσους διαθέτουν παλιά συμβόλαια που τρέχουν ήδη. Οι τιμές θα αναπροσαρμόζονται ετησίως με το 25% του πληθωρισμού της προηγούμενης χρονιάς.
- Με απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης, καθορίζονται οι όροι και οι προϋποθέσεις καθώς και λοιπά κριτήρια της διαγωνιστικής διαδικασίας για την υποβολή αιτημάτων για χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς ισχύος άνω των 10 MW στο πλαίσιο διαγωνιστικής διαδικασίας βάσει τιμολόγησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Η υποβολή αιτημάτων γίνεται κατόπιν πρόσκλησης του Υπουργού Ανάπτυξης, μετά από γνώμη της ΡΑΕ, στην οποία καθορίζονται η ελάχιστη ισχύς κάθε έργου και η εκάστοτε προκηρυσσόμενη προς αδειοδότηση ισχύς.
- Οι άδειες παραγωγής ή αποφάσεις εξαίρεσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς δεν επιτρέπεται να μεταβιβασθούν πριν την έναρξη λειτουργίας των σταθμών (Ν.3734/2009).

### 3.4 Συμπέρασμα (52,53,54,61)

Στο ερώτημα αν είναι μια ενδιαφέρουσα επένδυση η εγκατάσταση Φ/Β στοιχείων στο Ελλαδικό χώρο μπορούμε συμπερασματικά να πούμε:

- Όπως προαναφέρθηκε η μεγαλύτερη αγορά του κόσμου είναι η Γερμανία. Η βασική παράμετρος για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας με Φ/Β είναι η ηλιοφάνεια. Συγκρίνοντας Ελλάδα και Γερμανία κάποιος μπορεί σαφώς να διαπιστώσει την αυξημένη ενέργεια (κατά 15-20%) που είναι δυνατόν να παραχθεί στην Ελλάδα λόγω της μεγαλύτερης ηλιοφάνειας.
- Τα Φ/Β έχουν μεγαλύτερη παραγωγή τις μεσημεριανές ώρες, όταν υπάρχει η μεγαλύτερη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα. Επιπλέον, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεγαλύτερη τους καλοκαιρινούς μήνες όταν παρουσιάζεται και η μεγαλύτερη ζήτηση λόγω των κλιματιστικών. Επομένως όχι μόνο δεν είναι ανταγωνιστικές στην παραγωγή της ΔΕΗ, αλλά αντιθέτως εγχέουν ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο όταν υπάρχει μεγαλύτερη ανάγκη και πιθανότητα blackout.
- Σύμφωνα με τη νέα νομοθεσία για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας που ψηφίστηκε στις 6-6-2006 (Ν. 3468/2006), κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από τον ήλιο και εγχέεται στο δίκτυο της ΔΕΗ, θα ενισχύεται με 0,4-0,5 ευρώ. 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. Η τιμή αυτή αναπροσαρμόζεται κάθε έτος με βάση τις μεσοσταθμικές αυξήσεις των τιμολογίων της ΔΕΗ ή το 80% του πληθωρισμού.
- Το Ιούλιο του 2007 υπεγράφη ο Αναπτυξιακός Νόμος ο οποίος προβλέπει επιδότηση της επένδυσης μέχρι 40%.

Οι ανωτέρω λόγοι καθιστούν την επένδυση σε Φ/Β μία από τις ελκυστικότερες σήμερα. Αυτό που πρέπει να ληφθεί υπόψη από τον επενδυτή για να πάρει την τελική απόφαση είναι οι στόχοι και επιδιώξεις του, τα διαθέσιμα κεφάλαιά του, η ικανότητα δανεισμού του, σύγκριση με δυνατότητες επενδύσεων σε άλλους τομείς. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι λαμβάνοντας υπόψη σενάριο το οποίο περιλαμβάνει 25% κάλυψη της επένδυσης από ίδια κεφάλαια, 40% επιδότηση από τον Αναπτυξιακό Νόμο, και 35% δανεισμό είναι δυνατόν να επιτευχθεί απόδοση κεφαλαίων (IRR(7)) από 12% μέχρι και 18%. Κατά περίπτωση είναι δυνατόν το IRR να ξεπεράσει και το 20% σε περιοχή αυξημένης ηλιοφάνειας, μεγάλου Φ/Β πάρκου (μεγαλύτερο του 1 MW), διαφορετικής σύνθεσης των πηγών χρηματοδότησης (αναλογία ιδίων κεφαλαίων, δανεισμού). Από τη σύνθεση των πηγών χρηματοδότησης εξαρτάται και η περίοδος αποπληρωμής (payback period)

της επένδυσης που μπορεί να κυμαίνεται ενδεικτικά από 5-6 έως 12 έτη. Από τα ανωτέρω γίνεται ξεκάθαρο ότι μία επένδυση σε Φ/Β χρειάζεται λεπτομερή ανάλυση των παραμέτρων της καθώς επίσης και του σχετικού επενδυτικού κινδύνου. Σε καμία περίπτωση δεν εγγυάται εύκολο και γρήγορο κέρδος, αλλά αποτελεί μία σοβαρή επένδυση με μακροχρόνια προοπτική και απόδοση. Το γεγονός ότι το κόστος της επένδυσης που απαιτείται είναι σχετικά υψηλό, σε συνδυασμό με την πολύ ικανοποιητική μεν απόδοση κεφαλαίων, αλλά σε βάθος χρόνου επιστροφή αυτών, καθιστά αναγκαία τη συνεχή και απρόσκοπτη λειτουργία της Φ/Β μονάδας για 20 έτη. Επομένως, ο μεγαλύτερος επιχειρηματικός κίνδυνος που αναλαμβάνεται από τον επενδυτή είναι ότι το Φ/Β πάρκο θα πρέπει να λειτουργεί χωρίς διακοπή για τουλάχιστον 20 έτη. Το αποτέλεσμα αυτό εξασφαλίζεται μόνο εφόσον επιτευχθεί συνεργασία με αξιόπιστους προμηθευτές που παρέχουν εγγυημένη ελάχιστη απόδοση της παραγωγής του πάρκου για 20 έτη.

Το γενικότερο περιβάλλον τέλος που αποτελεί έμμεσο ρυθμιστικό παράγοντα για οποιαδήποτε επένδυση ρυθμίζεται πλήρως από την πολιτεία στην συγκεκριμένη περίπτωση. Το γραφειοκρατικό νομοθετικό πλαίσιο σε συνδυασμό με την ύπαρξη μεγίστου ορίου εγκατεστημένης ισχύος που ισοδυναμεί με πάγωμα των επενδύσεων καθιστούν τον κλάδο της Φ/Β ενέργειας μη ελκυστικό. Και αυτό την ώρα όπου τα κίνητρα που δίδονται τόσο σε οικονομικό επίπεδο όσο και σε τιμολογιακό είναι από τα καλύτερα στην Ευρώπη και εν δυνάμει καθιστούν τη χώρα μας ως έναν από τους πιο ελκυστικούς χώρους επενδύσεων.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα ακολουθήσει η στατιστική ανάλυση και η πρόβλεψη τέτοιων μεγεθών, όπου θα καταστήσουν με πιο σαφή τρόπο ποια είναι η αναμενόμενη πορεία του κλάδου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

49. Nasa at science: How do photovoltaics work, <http://science.nasa.gov/default.htm>
50. European commission Joint Research Centre: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/countries/countries-europe.htm>
51. Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών, <http://www.helapco.gr>
52. European Commission, Energy Research, <http://ec.europa.eu/research/energy.htm>
53. Energy Efficiency & Renewable Energy, [http://www.eere.energy.gov/de/power\\_generation.html](http://www.eere.energy.gov/de/power_generation.html)
54. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, ΠΑΕ, [www.rae.gr](http://www.rae.gr)
55. Photovoltaic Technology Platform, 2007, A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology, [www.eupvplatform.org/](http://www.eupvplatform.org/)
56. Edwin Koot, July 2008, The global PV market: fasten your seatbelts, Analyses of market demand to 2010, Solar Plaza, [www.solarplaza.com](http://www.solarplaza.com)
57. Aarkstore, Global Solar Photovoltaic Market Analysis and Forecasts to 2020, [www.aarkstore.com](http://www.aarkstore.com)
58. SolarPlaza, June 2008; Data source: BSW; [www.solarwirtschaft.de](http://www.solarwirtschaft.de) plus
59. EUROBSERV'ER, March 2009, PV Varometro 2008, , <http://www.eurobserv-er.org/>
60. PV Status Report 2009, European Commission, Joint Research Centre, <http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm>
61. Dr. Murray Cameron, 23-09-2009, European Photovoltaic Industry Association Global market outlook for photovoltaics until 2013, EPIA, [www.epia.org](http://www.epia.org)
62. EU PV Market Overview, 2008, Athens Workshop, EPIA, [www.epia.org](http://www.epia.org)
63. C.R.E.S., Final Report by C.R.E.S - Department of Energy Information Systems 2001, [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
64. Theocharis Tsoutsos, Ioannis Mavrogiannis, Nikolas Karapanagiotis, Stathis Tselepis, Dimosthenis Agoris , June 2003, An analysis of the Greek photovoltaic market, Centre for Renewable Energy Sources (CRES), Greece
65. The Greek PV Market - Opportunities for investments in Greece - Hellenic Association of Photovoltaic Companies , September 2007, [www.helapco.com](http://www.helapco.com)
66. EuPD Research, [EuPD\\_Research\\_Proposal\\_Greece](http://www.eupd-research.com/en/home/), <http://www.eupd-research.com/en/home/>
67. Greece Hellenic Association of Photovoltaic Companies (HELAPCO), The Greek PV Market Opportunities for investments in Greece Hellenic Association of Photovoltaic Companies (HELAPCO) September 2007, [www.helapco.com](http://www.helapco.com)
68. Stelios Psommas, September 2009, Third Global PV Demand Conference, Hamburg Germany, [www.globaldemandconference.com](http://www.globaldemandconference.com)
69. *PV Market Expected To Reach \$32 Billion by 2012 Photovoltaics: Global Markets & Technologies, 2008, BCC Research, <http://www.environmentalleader.com/2008/01/04/pv-market-expected-to-reach-32-billion-by-2012/>*
70. Q-Shells SE Company, <http://www.q-cells.com/en/company/index.html>
71. JA Solar Company, [www.jasolar.com](http://www.jasolar.com)
72. Δικτυακή πύλη ΑΠΕ, [www.aenaon.net](http://www.aenaon.net)



73. Υπουργείου Ανάπτυξης, [www.yraa.gr](http://www.yraa.gr)

74. Υπουργείο Χωροταξίας Περιβάλλοντος, [www.minev.gr](http://www.minev.gr)

75. Υπουργείου Οικονομικών, [www.mnec.gr](http://www.mnec.gr)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΑΙΑ

## 4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

### 4.1 Μεθοδολογία Στατιστικής Ανάλυσης (76,77)

Στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση και η εξαγωγή προβλέψεων για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην χώρα μας. Πρόκειται για μια διαδικασία η οποία βασίζεται στην χρήση χρονοσειρών οι οποίες αποτελούνται από μηνιαία στοιχεία που ελήφθησαν από έγκυρες στατιστικές υπηρεσίες είτε της χώρας μας είτε του εξωτερικού. Το πρόβλημα που αντιμετωπίστηκε είναι το γεγονός ότι η στατιστική ανάλυση και αντίστοιχα η εκμείευση προβλέψεων από μια χρονοσειρά είναι τόσο πιο έγκυρη όσο πιο πολλά είναι τα παρελθοντικά στοιχεία. Και αυτό διότι πρόκειται για μια μέθοδο η οποία μέσω διάφορων στατιστικών μοντέλων επεξεργάζεται τα παρελθοντικά στοιχεία για να κάνει προβλέψεις. Κατά συνέπεια όσο πιο πολυπληθές είναι το δείγμα τόσο καλύτερη απεικόνιση μας δίνει για την παρελθοντική εξέλιξη του φαινομένου αλλά και τόσο πιο αξιόπιστο είναι το μοντέλο για την εξαγωγή προβλέψεων και ποιοτικών – ποσοτικών συμπερασμάτων. Η εν λόγω διπλωματική εργασία πραγματεύτηκε μεγέθη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας τα οποία ορίζονται παρακάτω:

- Συνολική Ενέργεια παραγόμενη από ΑΠΕ στον Ελλαδικό χώρο.  
(Πηγή: IEA, International Energy Association)
- Συνολικά εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ στον Ελλαδικό χώρο.  
(Πηγή: ΔΕΣΜΗΕ)
- Ενέργεια παραγόμενη από Αιολικές Μονάδες στον Ελλαδικό χώρο.  
(Πηγή: ΔΕΣΜΗΕ)
- Εγκατεστημένη Ισχύς Αιολικής Ενέργειας στον Ελλαδικό χώρο.  
(Πηγή: ΔΕΣΜΗΕ)
- Ενέργεια παραγόμενη από Φωτοβολταϊκά Στοιχεία στον Ελλαδικό χώρο.  
(Πηγή: ΔΕΣΜΗΕ)
- Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτοβολταϊκής Ενέργειας στον Ελλαδικό χώρο.  
(Πηγή: ΔΕΣΜΗΕ)

Όπως είναι κατανοητό λοιπόν και βάση του γεγονότος ότι οι ΑΠΕ είναι μορφές ενέργειας με μικρή διάρκεια ουσιαστικής χρήσης αναφερόμαστε σε μεγέθη τα οποία εκφράζουν ή καλύτερα περιγράφουν φαινόμενα – λειτουργίες οι οποίες είτε παγκοσμίως είτε στην ελληνική επικράτεια έχουν μικρό χρόνο εφαρμογής. Κατά συνέπεια η συλλογή των στατιστικών δεδομένων έπρεπε να αφορά υποχρεωτικά χρονοσειρές μηνιαίων δεδομένων για τα χρόνια χρήσης των ΑΠΕ στον Ελληνικό χώρο

κάτι το οποίο ήταν εξαιρετικά δύσκολο μιας και οι περισσότερες υπηρεσίες σε παγκόσμιο επίπεδο κρατούν στατιστικά δεδομένα ετήσιας διάρκειας (κάτι το οποίο εν τέλει κατέστη εφικτό). Το σημαντικό παρά ταύτα είναι ότι χρησιμοποιούμε μεγέθη τα οποία ως στατιστικές πληροφορίες είναι αντικειμενικές και αδιαμφισβήτητες. Και αυτό γιατί η δημιουργία δεικτών από τις στατιστικές υπηρεσίες πολλές φορές περιλαμβάνει διαδικασίες οι οποίες εξαρτώνται από υποκειμενικές μεθόδους όπως η χρήση ερωτηματολογίων, τηλεφωνικών συνεντεύξεων κ.λ.π. Στην δική μας περίπτωση τα μεγέθη είναι ποσοτικώς μετρούμενα με αντικειμενικούς και απόλυτους όρους, οπότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως η καλύτερη δυνατή βάση επεξεργασίας και εξαγωγής συμπερασμάτων που είναι και το ζητούμενο της παρούσης.

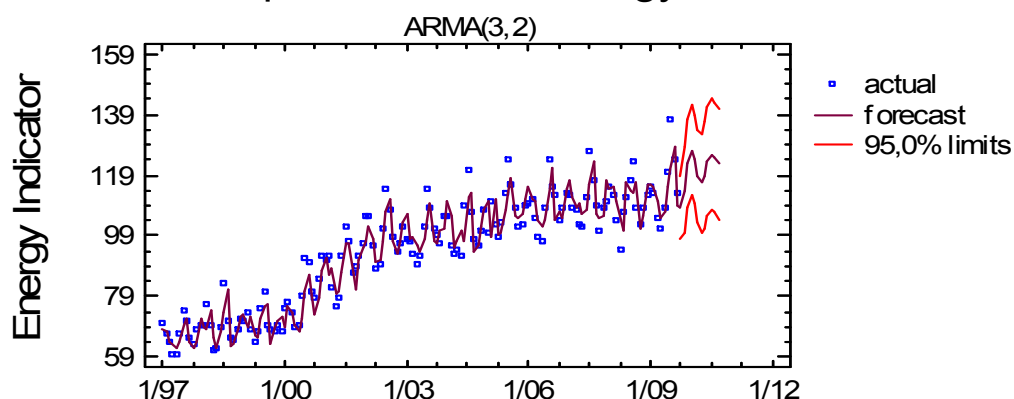
Το λογισμικό πακέτο το οποίο χρησιμοποιήθηκε είναι το στατιστικό πρόγραμμα Stat Graphics και η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε είναι η μεθοδολογία στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων και εξαγωγής προβλέψεων η οποία συνοψίζεται στα κατωτέρω βήματα:

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

#### **4.1.1 Χρήση Χρονοσειρών**

Σε πρώτο στάδιο χρησιμοποιούμε την χρονοσειρά δεδομένων για να κάνουμε την γραφική αναπαράσταση της εξέλιξης του υπό εξέταση μεγέθους (π.χ. Διάγραμμα 1). Αυτό μας παρέχει τη δυνατότητα να διαπιστώσουμε σε γραφική μορφή όλη την παρελθοντική εξέλιξη του φαινομένου και να μελετήσουμε πως, τα όσα αναφέρθησαν θεωρητικά στα προηγούμενα κεφάλαια επηρέασαν την εξέλιξη του φαινομένου σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές. Αναφερόμαστε κατά συνέπεια σε μια γραφική απεικόνιση ποσοτικής διάστασης η οποία όμως μας παρέχει την δυνατότητα εξαγωγής χρήσιμων ποιοτικών συμπερασμάτων.

## Time Sequence Plot for Energy Indicator



**Διάγραμμα 4.1:** Χρονική εξέλιξη γενικού δείκτη ενέργειας από το 1997 έως το 2009.

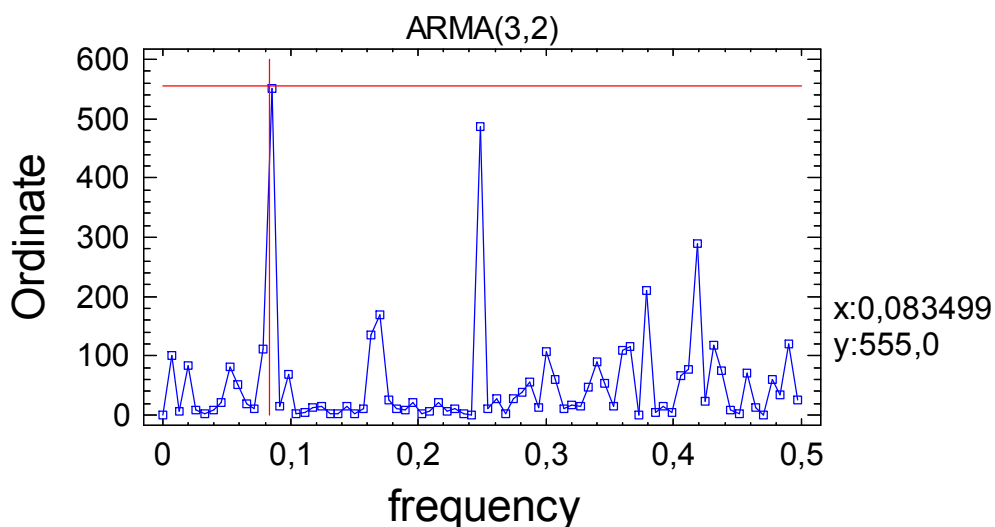
\* Να σημειωθεί εδώ ότι το κομμάτι που βρίσκεται μετά την κόκκινη διαγράμμιση δείχνει την εκτιμώμενη πρόβλεψη κάτι το οποίο δεν θα σχολιαστεί τώρα (διότι δεν έχει γίνει η κατάλληλη ανάλυση για να θεωρείται έμπιστη και αξιόπιστη).

\*\* Ως παράδειγμα σε όλη την έκταση της παραγράφου παρατίθεται ο δείκτης βιομηχανικής παραγωγής ενέργειας στην χώρα μας με στοιχεία τα οποία έχουν ληφθεί από την ελληνική στατιστική υπηρεσία.

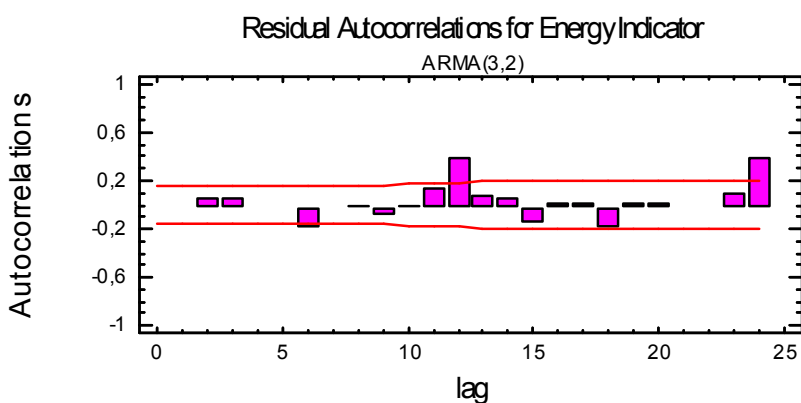
### 4.1.2 Διερεύνηση Ύπαρξης Εποχικότητας

Σε δεύτερο επίπεδο είναι αναγκαίο να ελεγχθεί η εποχικότητα ή μη του φαινομένου, δηλαδή η επαναληψιμότητα του ή όχι σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Ένα φαινόμενο είναι περιοδικό όταν εμφανίζει μία ίδια συμπεριφορά στο ίδιο χρονικό διάστημα. Ο όρος αυτός σίγουρα δεν έχει σχέση με την γενική τάση του μεγέθους (που μπορεί να είναι γενικά αυξητική ή σταθερή ή μειωμένη) και δεν πρέπει να συγχέεται με την κυκλικότητα που εκφράζει την επαναληπτική συμπεριφορά ενός φαινομένου σε τυχαία χρονικά διαστήματα. Η ύπαρξη εποχικότητας ή όχι εκτός από ποιοτικούς λόγους έχει μεγάλη σημασία διότι καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τα αποτελέσματα της μελλοντικής πρόβλεψης. Για την εκτίμησή της (ή όχι) χρησιμοποιούνται 2 διαγράμματα: το συνεχές περιοδιόγραμμα (residual periodogram) της χρονοσειράς και την συνεχή αυτοσυσχέτιση της χρονοσειράς (residual autocorrelation). Τα διαγράμματα αυτά αποτελούν απόκριση της μεθόδου χρονοσειρών και της αυτόματης πρόβλεψης.

## Residual Periodogram for Energy Indicator



Διάγραμμα 4.2: Περιοδιόγραμμα ανά συχνότητα



Διάγραμμα 4.3: Διάγραμμα χοάνης

Το πρώτο διάγραμμα όπως είναι φανερό είναι εκφρασμένο σε μονάδες συχνότητας και το δεύτερο σε μονάδες χρόνου (στη μονάδα χρόνου που γίνεται η μεταβολή της χρονοσειράς μας – ανά μήνα π.χ.-). Στο διάγραμμα 4.3 είναι φανερή η επαναληψιμότητα του φαινομένου σε μία συγκεκριμένη συχνότητα την οποία μπορούμε να “κλειδώσουμε” ως τετμημένη του πρώτου μεγίστου μέσω του προγράμματος και η οποία ταυτίζεται με την τετμημένη εκείνου του σημείου στο διάγραμμα χοάνης που βγαίνει εκτός ορίων. Η συχνότητα με το χρόνο άλλωστε συνδέονται μέσω της σχέσης:

$$T = 1/f$$

### 4.1.3 Επιλογή Καταλληλότερου Μοντέλου Πρόβλεψης

Σε τρίτο επίπεδο χρειάζεται να γίνει η βέλτιστη επιλογή μοντέλου πρόβλεψης. Το λογισμικό πακέτο που χρησιμοποιούμε βασίζεται σε ένα σύνολο στατιστικών μοντέλων τα οποία το πρόγραμμα τα ελέγχει και στην εκάστοτε περίπτωση αποφασίζει ποιο είναι το καλύτερο για την εξαγωγή μελλοντικών προβλέψεων. Για να γίνει αυτό ξαναρχίζουμε την προηγούμενη διαδικασία μεθόδου χρονοσειρών – προβλέψεων προσθέτοντας την περίπτωση που υπάρχει η επαναληψιμότητα του φαινομένου.

Το πρώτο στοιχείο που εξάγει το σύστημα είναι ένας πίνακας ανάλυσης (πίνακας 4.1) όπου παραθέτει τα βασικά στοιχεία της χρονοσειράς μας και η αναφορά πρόβλεψης (Πίνακας 4.2), όπου μας πληροφορεί για το αυτόματα επιλεγόμενο μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για την πρόβλεψη και μας δείχνει στοιχεία που αφορούν τα ιστορικά δεδομένα μας. Πιο συγκεκριμένα επιδεικνύει:

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

Τα στοιχεία αυτά αφορούν τα σφάλματα που προκύπτουν από τη διαφορά ανάμεσα στις τιμές των ιστορικών δεδομένων σε χρόνο  $t$  και στις προβλέψεις των δεδομένων αυτών σε χρόνο  $t-1$ . Τα τρία πρώτα στοιχεία μετρούν το μέγεθος των σφαλμάτων και τα δύο τελευταία μετρούν το συστηματικό σφάλμα δείγματος. Στο παράδειγμά μας:

**Πίνακας 4.1:** Αναφορά Ανάλυσης Δεδομένων

#### **Analysis Summary**

Data variable: Energy\_Indicator

Number of observations = 153

Start index = 1/97

Sampling interval = 1,0 month(s)

Length of seasonality = 12

Πίνακας 4.2: Αναφορά Ανάλυσης Προβλέψεων

### Forecast Summary

Seasonal adjustment: Multiplicative

Forecast model selected: Simple exponential smoothing with alpha = 0,5179

Number of forecasts generated: 12

Number of periods withheld for validation: 0

Statistic	Estimation Period	Validation Period
RMSE	3,31451	
MAE	2,50915	
MAPE	2,69394	
ME	0,622376	
MPE	0,606177	

Το σημαντικότερο ωστόσο είναι να επιλεγεί από εμάς εκείνο το μοντέλο το οποίο κρίνεται καταλληλότερο ούτως ώστε να έχουμε τις καλύτερες δυνατές προβλέψεις. Τα μοντέλα τα οποία επιλέγουμε είναι όλα εκτός από τα τέσσερα πρώτα τα οποία ως επί το πλείστον είναι πιο απλοϊκά. Και τα οποία αναφέρονται στον πίνακα παρακάτω:

Πίνακας 4.3: Αναφορά χρησιμοποιούμενων μοντέλων

### Models

- (E) Exponential trend =  $\exp(1,93861 + 0,00403735 t)$
- (F) S-curve trend =  $\exp(7,14018 + -1667,35 / t)$
- (G) Simple moving average of 3 terms
- (H) Simple exponential smoothing with alpha = 0,5182
- (I) Brown's linear exp. smoothing with alpha = 0,1979
- (J) Holt's linear exp. smoothing with alpha = 0,4462 and beta = 0,0149
- (K) Brown's quadratic exp. smoothing with alpha = 0,1278
- (L) Winter's exp. smoothing with alpha = 0,3939, beta = 0,0001, gamma = 0,2293
- (M) ARMA(0,0) SARMA(0,0)
- (N) ARMA(1,0) SARMA(1,0)
- (O) ARMA(2,1) SARMA(2,1)
- (P) ARMA(3,2) SARMA(3,2)
- (Q) ARMA(4,3) SARMA(4,3)
- (R) ARMA(5,4) SARMA(5,4)
- (S) ARMA(6,5) SARMA(6,5)

Όσο αφορά στην επιλογή του βέλτιστου μοντέλου, χρησιμοποιούμε το **κριτήριο Akake**. Όποιο μοντέλο παρουσιάζει την μικρότερη τιμή του εν λόγω μεγέθους ενδείκνυται να είναι το καλύτερο. Ωστόσο, θα πρέπει να γίνει συσχετισμός με τον πίνακα ελέγχου σφαλμάτων. Το μοντέλο μας θα πρέπει να περνάει τα αντίστοιχα τεστ (σε περίπτωση θετικής αναγράφεται η ένδειξη ok). Σε αντίθετη περίπτωση ένας

αστερίσκος (\*) σημαίνει ότι αποτυγχάνει σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, δύο αστερίσκοι (\*\*) σημαίνουν ότι απορρίπτεται σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%, ενώ τέλος οι τρεις αστερίσκοι (\*\*\*) σημαίνουν ότι αποτυγχάνει σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99.9%. Έτσι είναι δυνατό να προβούμε κατά περίπτωση σε αλλαγή επιλογής μοντέλου εφόσον κάποιο άλλο παρουσιάζει μεγαλύτερο δείκτη Akake (όσο το δυνατόν πιο κοντά στην ελάχιστη τιμή) αλλά έχει περάσει με επιτυχία τουλάχιστον ένα τεστ παραπάνω από το προηγούμενο μοντέλο. Παρακάτω παρουσιάζεται μία τέτοια περίπτωση κατά την πρόβλεψη της χρονοσειράς ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε σε όλα τα παραπάνω παραδείγματα με Χρησιμοποιούμενη Παραμετροποίηση:

Maximum Order Model: 6

Transformation: None

Πίνακας 4.4: Πίνακας κριτηρίου Akake

Estimation Period	Model RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(E)	6,77814	5,64387	6,03868	0,163073	-0,251263	3,85355
(F)	6,04148	4,91976	5,26312	0,132157	-0,20115	3,62344
(G)	3,39993	2,68634	2,88615	0,669482	0,658878	2,44751
(H)	3,31451	2,50913	2,6939	0,622002	0,605777	2,40969
(I)	3,33425	2,52844	2,73491	0,108383	0,071334	2,42157
(J)	3,27781	2,45647	2,64728	0,0924287	0,0517507	2,4005
(K)	3,4037	2,60942	2,817	0,0397853	-0,0468082	2,4628
(L)	3,62196	2,74183	2,90605	0,270373	0,20446	2,61324
(M)	18,1109	15,3158	17,8695	9,56678E-15	-4,18953	5,8061
(N)	4,73328	3,44832	3,65084	0,462944	0,238742	3,14845
(O)	3,5928	2,66755	2,86994	-0,0533924	-0,0915602	2,64937
(P)	4,03247	3,03571	3,20318	0,758374	0,759603	2,93255
(Q)	3,55543	2,57839	2,77177	0,293318	0,298336	2,73303
(R)	3,60019	2,57557	2,78576	0,249824	0,252473	2,81034
(S)	16,2616	11,125	12,7909	-0,963093	-0,60398	5,87827

Πίνακας 4.5: Πίνακας Ελέγχου τεστ

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(E)	6,77814	*	***	***	OK	OK
(F)	6,04148	**	***	***	OK	OK
(G)	3,39993	***	**	OK	OK	OK
(H)	3,31451	*	OK	OK	OK	*
(I)	3,33425	*	*	OK	OK	OK
(J)	3,27781	*	*	OK	OK	OK
(K)	3,4037	**	OK	OK	OK	OK
(L)	3,62196	*	OK	OK	OK	OK
(M)	18,1109	***	***	***	***	***
(N)	4,73328	OK	OK	***	OK	OK
(O)	3,5928	*	OK	OK	OK	OK
(P)	4,03247	OK	OK	*	OK	*
(Q)	3,55543	OK	OK	OK	OK	OK
(R)	3,60019	OK	OK	*	OK	OK
(S)	16,2616	OK	**	***	OK	OK



Σύμφωνα με το κριτήριο AIC προκρίνεται το μοντέλο **(J) Holt's linear exp. smoothing with alpha = 0,4462 and beta = 0,0149** δεδομένου ότι έχει την μικρότερη τιμή. Στον πίνακα ροών όμως βλέπουμε ότι το μοντέλο (Q) παρουσιάζει καλύτερη απόδοση όσον αφορά τα τεστ ελέγχου (εφόσον το J μοντέλο αποτυγχάνει σε δύο τεστ με βαθμό 95%) όπως επίσης και τα μοντέλα (K) και (L) τα οποία αποτυγχάνουν σε ένα τεστ λιγότερο. Η επιλογή που θα πραγματοποιηθεί τώρα είναι ως ένα βαθμό υποκειμενική και θα πρέπει να συγκεράζει και τα 2 κριτήρια. Δεδομένου αυτού θεωρούμε ότι η καλύτερη δυνατή επιλογή είναι το μοντέλο (K), όπου η τιμή του AIC βρίσκεται πολύ κοντά στην ελάχιστη τιμή και περνάει ένα τεστ παραπάνω με επιτυχία. Η αλλαγή μοντέλου πραγματοποιείται μέσω της διαδικασίας απομόνωσης μοντέλων (analysis option) και μέσω της μείωσης του μέγιστου αριθμού συγκρινόμενων μοντέλων (maximum order model).

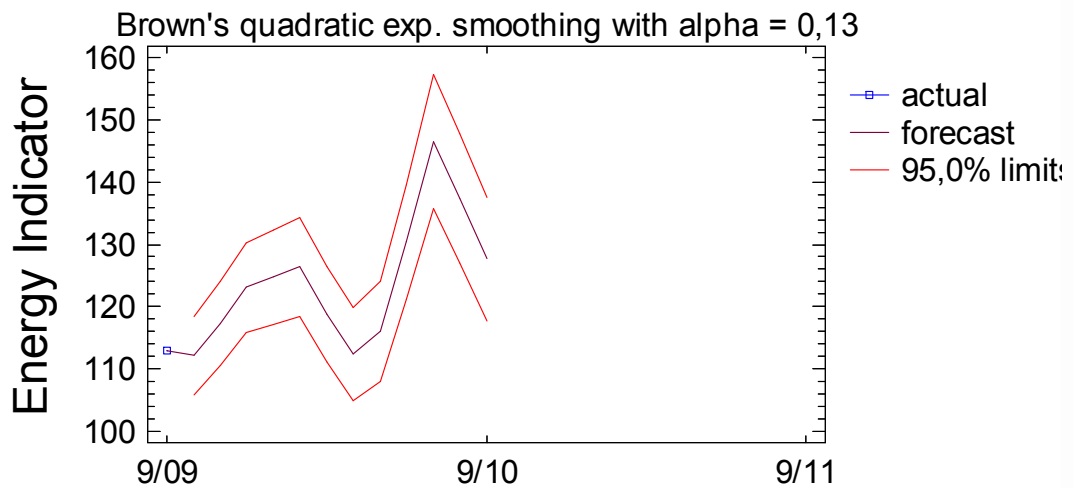
#### 4.1.4 Πρόβλεψη

Έχοντας επιλέξει το καλύτερο δυνατό μοντέλο μπορούμε να εξετάσουμε τα στοιχεία προβλέψεων αυτού. Το σημαντικότερο στοιχείο των προβλέψεων είναι το πλήθος αυτών. Αυτό εξαρτάται κατά κύριο λόγο από το πλήθος των στοιχείων της χρησιμοποιούμενης χρονοσειράς και προσδιορίζεται σε αναλογία με τα τελευταία ως ένα ποσοστό 10% αυτών. Δηλαδή σε μια χρονοσειρά 120 στοιχείων μια πρόβλεψη 12 στοιχείων (ενός έτους) θεωρείται εξαιρετικά αξιόπιστη. Το δεύτερο σημείο που χρειάζεται να εξεταστεί είναι το γεγονός ότι το πρόγραμμα εκτός από τις απόλυτες τιμές των προβλέψιμων μεγεθών βγάζει και τις μέγιστες – ελάχιστες δυνατές τιμές αυτών με πιθανότητα σωστής εκτίμησης 95%. Τα στοιχεία αυτά ανά περίπτωση μπορεί να είναι μεγαλύτερης σημασίας από την πρόβλεψη κάθε αυτή, μιας και μας δίνουν την διακύμανση την οποία θα παρουσιάσει το μέγεθος. Στο παράδειγμα που αναλύουμε λοιπόν:

**Πίνακας 4.6:** Στοιχεία Πρόβλεψης

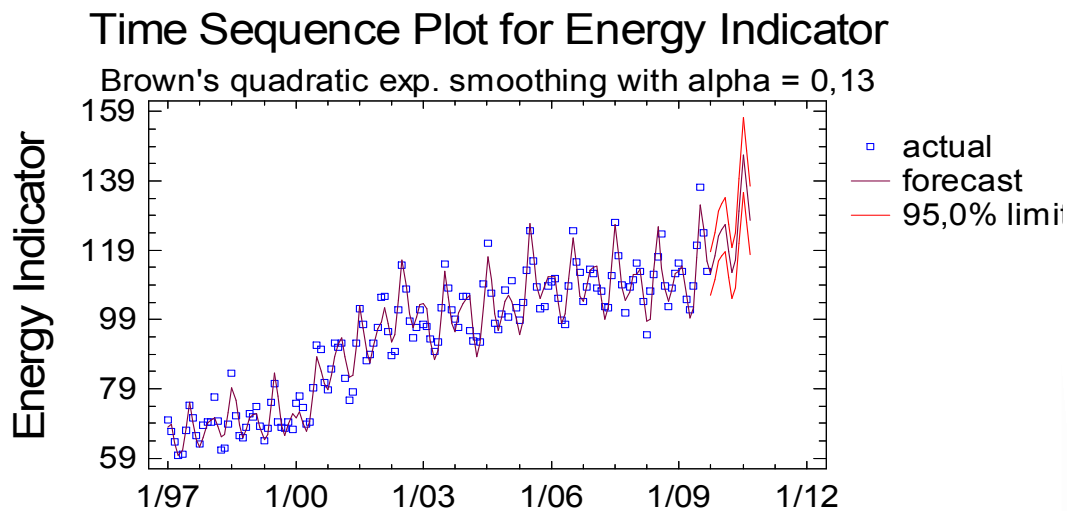
Period	Forecast	Lower 95,0% Limit	Upper 95,0% Limit
10/09	112,2	105,942	118,459
11/09	117,284	110,573	123,995
12/09	123,121	115,882	130,36
1/10	124,801	117,25	132,353
2/10	126,375	118,496	134,253
3/10	118,726	111,093	126,36
4/10	112,468	105,005	119,931
5/10	116,066	108,114	124,018
6/10	130,372	121,148	139,596
7/10	146,451	135,75	157,153
8/10	137,357	126,992	147,722
9/10	127,699	117,75	137,649

### Forecast Plot for Energy Indicator

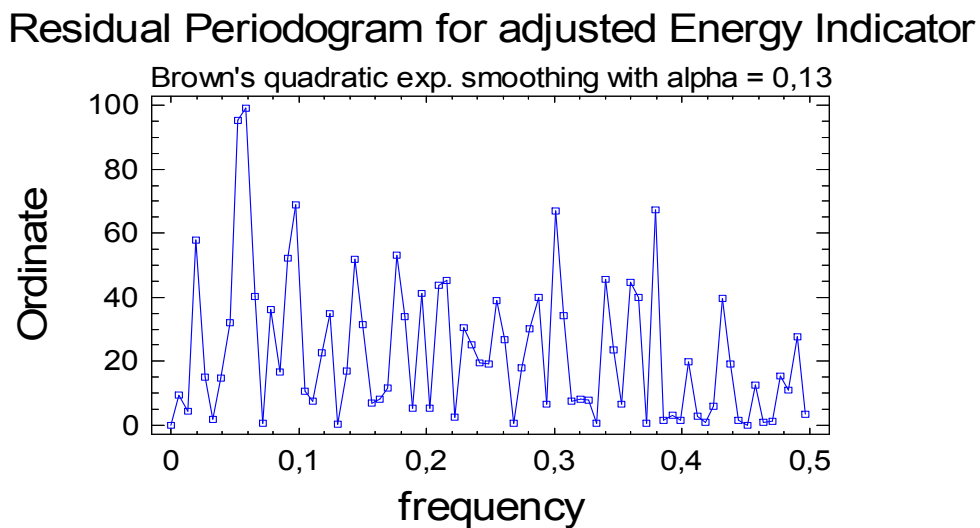


**Διάγραμμα 4.4:** Διάγραμμα προβλέψεων για τον επόμενο χρόνο

Ολοκληρώνοντας το κομμάτι της ανάλυσης παρουσιάζονται τα διαγράμματα που αποτελούν την φυσική έξοδο του λογιστικού συστήματος ώστε ο αναγνώστης να έχει μια ολοκληρωμένη εικόνα της χρονοσειράς.

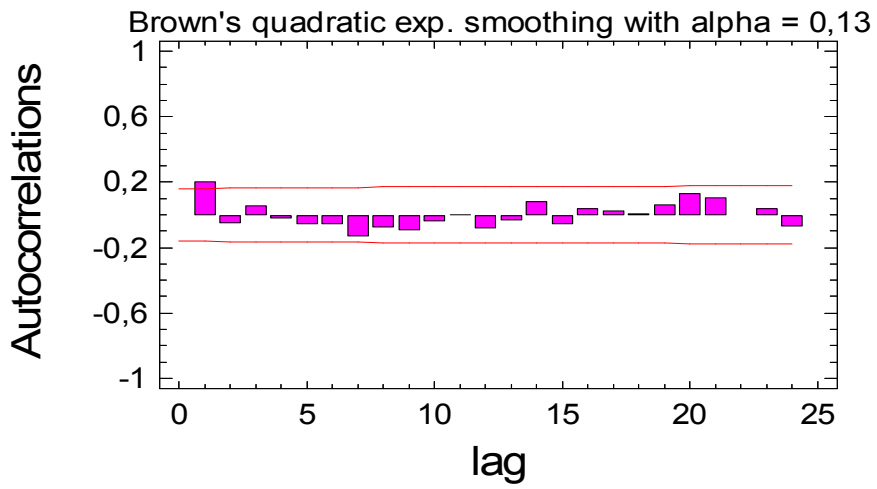


Διάγραμμα 4.5: Διάγραμμα χρονοσειράς με τις εκτιμώμενες προβλέψεις



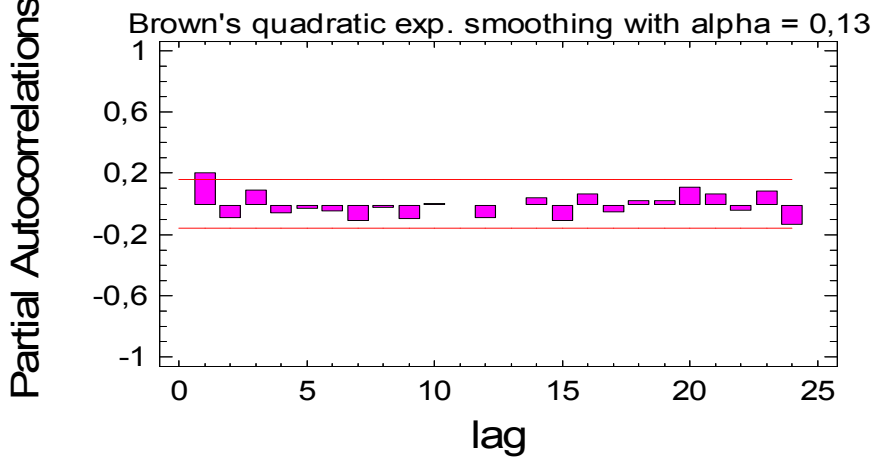
Διάγραμμα 4.6: Διάγραμμα περιοδικότητας χρονοσειράς (μέσω της ανάλυσης του K μοντέλου)

### Residual Autocorrelations for adjusted Energy Indicator



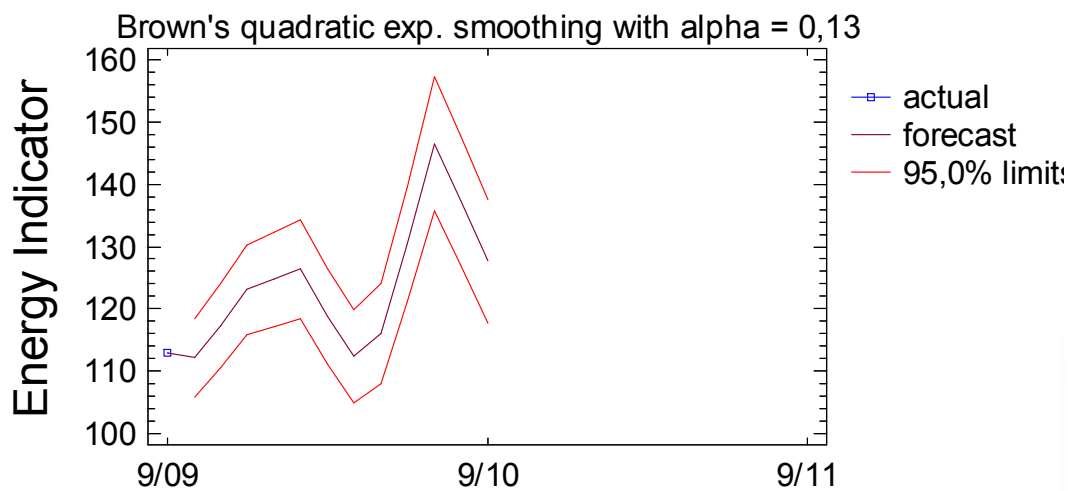
Διάγραμμα 4.7: Διάγραμμα συσχέτισης

### Residual Partial Autocorrelations for adjusted Energy Indicator



Διάγραμμα 4.8: Διάγραμμα μερικής συσχέτισης

## Forecast Plot for Energy Indicator



Διάγραμμα 4.9: Διάγραμμα προβλέψεων

Εν τέλει χρησιμοποιώντας τα παραπάνω διαγράμματα μπορεί ο καθένας να βγάλει τα συμπεράσματα που επιθυμεί τόσο για την συμπεριφορά όσο και για την μελλοντική εξέλιξη του μεγέθους που τον απασχολεί.

## 4.2 Περιορισμοί Έρευνας

Η εν λόγω έρευνα βασίζεται σε μοντέλα στατιστικής ανάλυσης. Ως εκ τούτου οι περιορισμοί που τίθενται έχουν να κάνουν με τα χρησιμοποιούμενα στατιστικά στοιχεία (ως πλήθος) και με το μέγιστο δυνατό αριθμό προβλέψεων. Τα μεγέθη στα οποία αναφερόμαστε αφορούν διαδικασίες οι οποίες έχουν λίγα χρόνια εφαρμογής τόσο στον Ελλαδικό χώρο όσο και στον Ευρωπαϊκό – παγκόσμιο χώρο. Διότι είναι κάτι τελείως διαφορετικό μία τεχνολογία να χρησιμοποιείται σε ερευνητικό και πειραματικό επίπεδο από το να αποτελεί εμπορική, αξιόπιστη πηγή ενέργειας. Επιπρόσθετα, για τα χρόνια όπου οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αποτελούν ουσιαστική πηγή ενέργειας οι περισσότεροι οργανισμοί κρατούν ετήσια στοιχεία κατανάλωσης ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος. Και αυτό είναι απόλυτα λογικό διότι σε μια πιο σφαιρική προσέγγιση του θέματος και σε μια μελλοντική μακροπρόθεσμη βάση (πολλαπλών ετών) η ετήσια μεταβολή μπορεί να αποκαλύψει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των εν λόγω μεγεθών (ειδικά στην περίπτωση της ισχύος). Παρόλα αυτά, και μετά από επικοινωνία με πλήθος οργανισμών (ΔΕΗ, ΔΕΣΜΗΕ, ΥΠΑΝ, ΡΑΕ, ΕΛΕΤΕΑΝ, HELAPCO, ECN, GWEC, IEA, GRST, EWEA, EREC, DOE, EURV, EPIA, EBB-EU, ITA-SA) τα μηνιαία στατιστικά στοιχεία βρέθηκαν τόσο από την ΔΕΣΜΗΕ όσο και από τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας. Κατά συνέπεια, η συγκεκριμένα έρευνα χρησιμοποιεί τον μέγιστο αριθμό παρελθοντικών στοιχείων που είναι διαθέσιμα αυτή την στιγμή από αξιόπιστους οργανισμούς.

Ο περιορισμός των χρησιμοποιούμενων στοιχείων αυτομάτως θέτει και περιορισμούς στις μελλοντικές προβλέψεις. Για να θεωρείται μία πρόβλεψη βάση πιθανοτήτων αξιόπιστη χρειάζεται πληθυσμιακά να αποτελείται από το 10% των χρησιμοποιούμενων στοιχείων. Όπως είναι φανερό και ειδικά στην περίπτωση των Φ/Β στοιχείων η χρήση των οποίων ουσιαστικά αρχίζει το 2007 μειώνεται αισθητά. Παρόλα αυτά θεωρείται ότι τα στοιχεία που έχουμε στην διάθεσή μας είναι αρκετά για να αποκαλύψουν τις τάσεις των μεγεθών, τους τρόπους μεταβολής αυτών και κατά συνέπεια να επιβεβαιώσουν ή όχι το θεωρητικό υπόβαθρο που επί της ουσίας οριοθέτησε τους παράγοντες και τον τρόπο που αυτοί επηρεάζουν τα συγκεκριμένα μεγέθη.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

76. Σφακιανάκης Μιχάλης, Μάρτιος 2002, Πρακτική Πληροφορική και Εφαρμογές, Πατάκης, Αθήνα
77. Παπαδάκης Μ., Τσίμπος Κ. & Μουρελάτος Αλ., 1997, Στατιστική Ανάλυση δεδομένων με το λογισμικό StatGraphics, Σταμούλης, Αθήνα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΡΑΙΑΣ

## 5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

### 5.1 Ενέργεια παραγόμενη από ΑΠΕ – Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ στον Ελλαδικό Χώρο

Παρακάτω ακολουθεί η ανάλυση και η πρόβλεψη της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα. Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο τα δεδομένα αυτής της χρονοσειράς είναι μηνιαία και προέρχονται από τον διεθνή οργανισμό ενέργειας (IEA: International Energy Association) ο οποίος και κρατά δεδομένα για τις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες από το 1999 και μετά. Ενώ αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από όλες τις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας που σημαίνει ότι σε αυτές περιλαμβάνονται: (i) Αιολική Ενέργεια (ii) Ηλιακή Ενέργεια (iii) Γεωφυσική Ενέργεια (iv) Υδροηλεκτρική Ενέργεια (v) Βιομάζα. Όσον αφορά την χώρα μας τα στατιστικά δεδομένα ξεκινούν από το 2000 και μετά. Αυτό συμβαίνει όχι γιατί μέχρι το 2000 η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα ήταν μηδενική αλλά πιθανότατα διότι ο διεθνής οργανισμός δεν έχει καταχωρήσει στατιστικά δεδομένα για τα χρόνια πριν του 1999. Αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα στην ανάλυσή μας διότι έχουμε μια χρονοσειρά 120 μηνιαίων στοιχείων τα οποία είναι υπέρ αρκετά για να πραγματοποιήσουμε τόσο την στατιστική μας ανάλυση όσο και την πρόβλεψη 12 μηνιαίων στοιχείων (ενός έτους).

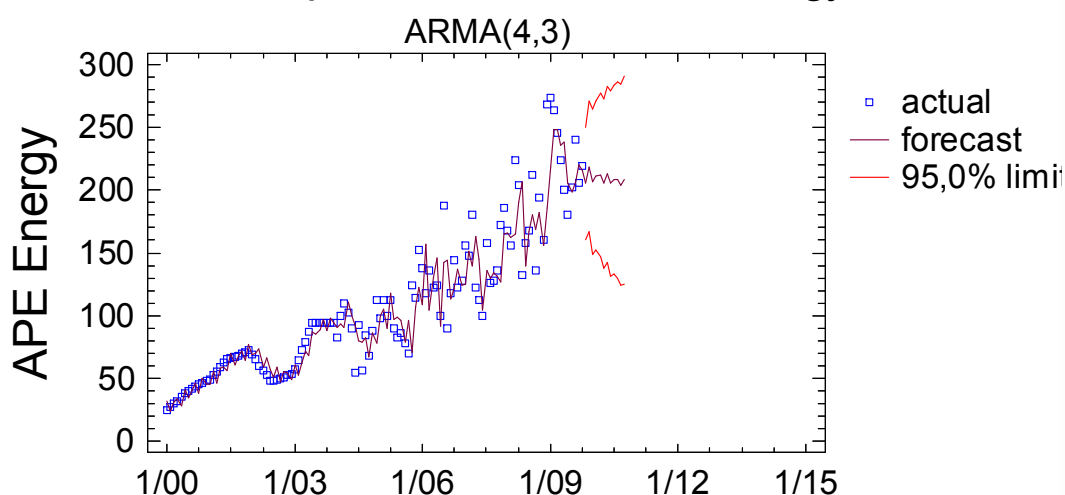
Κρίνεται σκόπιμο να τονιστεί σε αυτό το σημείο ότι μέρος της ανάλυσης περιλαμβάνει την συσχέτιση των μεγεθών της ενέργειας και της ισχύος δύο μεγεθών τα οποία δεν θα πρέπει να συγχέονται, εφόσον το μέγεθος της ενέργειας αποτελεί χρονικό πολλαπλάσιο του δευτέρου. Μια συσκευή π.χ. ονομαστικής ισχύος 1KW όταν λειτουργεί για μία ώρα καταναλώνει ενέργεια 1KWh. Η ισχύς κατά συνέπεια μπορεί να περιγραφεί ως ένα μέγεθος προσεγγιστικά στατικό εν αντιθέσει με την ενέργεια που είναι ένα μέγεθος εξαιρετικά σημαντικό και εξαιρετικά δυναμικό. Διότι η ενέργεια μεταβάλλεται με το χρόνο ή πιο σωστά μεταβάλλεται κάθε χρονική στιγμή ανάλογα με το ενεργειακό φορτίο (στιγμιαία ισχύ) της χώρας και ένα μέγεθος που εκτός από νούμερα αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο δείκτη (ως κινητήριο δύναμη) κάθε χώρας. Φυσικά ο παρακάτω πίνακας δείχνει την συνολική ενέργεια που παράχθηκε ανά μήνα από ΑΠΕ (που είναι κλάσμα της συνολικής παραγόμενης ενέργειας). Παρόλα αυτά διατηρεί την εξαιρετική σημαντικότητά του ως μελλοντικός δείκτης ανάπτυξης, ως δείκτης που αποδεικνύει την στροφή ή όχι στα οικολογικά μοντέλα ανάπτυξης, ως δείκτης αύξησης της αποτελεσματικότητας της ενέργειας.



Πίνακας 5.1: Ενέργεια παραγόμενη από ΑΠΕ (2000-2009)

Source: IEA, Desmie, 2009									
Monthly Electricity Production from Total Renewables									
Units: GWh=10 <sup>6</sup> kWh									
Greece									
Ιαν-00	24	Ιαν-02	69	Ιαν-04	82	Ιαν-06	138	Ιαν-08	168
Φεβ-00	27	Φεβ-02	65	Φεβ-04	110	Φεβ-06	118	Φεβ-08	156
Μαρ-00	30	Μαρ-02	60	Μαρ-04	110	Μαρ-06	136	Μαρ-08	224
Απρ-00	32	Απρ-02	56	Απρ-04	102	Απρ-06	122	Απρ-08	204
Μαΐ-00	35	Μαΐ-02	52	Μαΐ-04	90	Μαΐ-06	124	Μαΐ-08	132
Ιουν-00	38	Ιουν-02	48	Ιουν-04	54	Ιουν-06	100	Ιουν-08	158
Ιουλ-00	40	Ιουλ-02	48	Ιουλ-04	92	Ιουλ-06	188	Ιουλ-08	168
Αυγ-00	42	Αυγ-02	49	Αυγ-04	56	Αυγ-06	90	Αυγ-08	212
Σεπ-00	43	Σεπ-02	50	Σεπ-04	84	Σεπ-06	118	Σεπ-08	136
Οκτ-00	45	Οκτ-02	51	Οκτ-04	68	Οκτ-06	144	Οκτ-08	194
Νοε-00	46	Νοε-02	52	Νοε-04	88	Νοε-06	122	Νοε-08	160
Δεκ-00	48	Δεκ-02	53	Δεκ-04	112	Δεκ-06	128	Δεκ-08	268
Ιαν-01	49	Ιαν-03	57	Ιαν-05	98	Ιαν-07	156	Ιαν-09	274
Φεβ-01	52	Φεβ-03	64	Φεβ-05	112	Φεβ-07	148	Φεβ-09	264
Μαρ-01	55	Μαρ-03	72	Μαρ-05	100	Μαρ-07	180	Μαρ-09	246
Απρ-01	59	Απρ-03	79	Απρ-05	112	Απρ-07	122	Απρ-09	224
Μαΐ-01	62	Μαΐ-03	87	Μαΐ-05	90	Μαΐ-07	112	Μαΐ-09	200
Ιουν-01	65	Ιουν-03	94	Ιουν-05	82	Ιουν-07	100	Ιουν-09	180
Ιουλ-01	66	Ιουλ-03	94	Ιουλ-05	86	Ιουλ-07	158	Ιουλ-09	202
Αυγ-01	67	Αυγ-03	94	Αυγ-05	78	Αυγ-07	126	Αυγ-09	240
Σεπ-01	68	Σεπ-03	94	Σεπ-05	70	Σεπ-07	128	Σεπ-09	206
Οκτ-01	70	Οκτ-03	94	Οκτ-05	124	Οκτ-07	136	Οκτ-09	219
Νοε-01	71	Νοε-03	94	Νοε-05	114	Νοε-07	172		
Δεκ-01	72	Δεκ-03	94	Δεκ-05	152	Δεκ-07	186		

Time Sequence Plot for APE Energy



Διάγραμμα 5.1: Γραφική Απεικόνιση Ενέργειας ΑΠΕ

Παρατηρώντας την παραπάνω χρονοσειρά παρατηρούμε τα εξής ποιοτικά χαρακτηριστικά:

- Η χρονοσειρά παρουσιάζει μια σταθερή αυξητική τάση εκτός της χρονικής περιόδου 2002-2003 και της 2008-2009. Ανατρέχοντας στην βιβλιογραφία ανακαλύπτουμε ότι το 2002-2003 υπήρχε σαφέστατη μείωση της παραγόμενης υδροηλεκτρικής ενέργειας, η οποία άλλωστε εκείνη την χρονολογία εξέφραζε και σχεδόν το σύνολο των ΑΠΕ. Η μείωση αυτή οφειλόταν στις μειωμένες βροχοπτώσεις των συγκεκριμένων ετών. Το 2008-2009 η χώρα βρίσκεται σε περίοδο ύφεσης άρα και λιγότερης κατανάλωσης που ισοδυναμεί με μείωση του γενικού δείκτη ενέργειας και κατά συνέπεια του δείκτη ενέργειας των ΑΠΕ. Ταυτόχρονα έχουμε ήδη αναφέρει ότι η πολλά υποσχόμενη αγορά ΑΠΕ της Ελλάδος από το 2008 και μετά παρουσιάζει μια σημαντική επιβράδυνση λόγω γραφειοκρατικών προβλημάτων και πολιτειακών αποφάσεων που έθεταν μέγιστα όρια εγκαταστημένης ισχύος.
- Ακριβώς αντίθετα μετά το 2006 όπου έχουμε το ψήφισμα του νόμου περί ΑΠΕ και την ύπαρξη σημαντικότερων επενδύσεων στη χώρα ο δείκτης σαφέστατα παρουσιάζει τρομερή άνοδο.
- Η σταθερότητα εν τέλει το χρονικό διάστημα 2003-2004 οφείλεται στην ισορροπία του συστήματος με μια σταθερή υδροηλεκτρική ενέργεια και χωρίς νέες επενδύσεις ΑΠΕ στην χώρα.
- Η χρονοσειρά παρουσιάζει μία επαναληπτικότητα η οποία θα προσεγγιστεί παρακάτω. Κάθε Δεκέμβριο παρουσιάζει το μέγιστο του έτους ενώ κάθε Ιούλιο παρουσιάζει το μέγιστο της εαρινής περιόδου. Αυτό είναι απόλυτα φυσιολογικό δεδομένου ότι τον κάθε Ιούλιο υπάρχει μια μεγιστοποίηση του φορτίου λόγω χρήσης κλιματιστικών το οποίο πέφτει τον Αύγουστο λόγω της υπολειτουργίας του συνόλου των κλάδων της χώρας. Ακριβώς αντίστοιχα παρατηρείται μια μεγιστοποίηση της ζήτησης ενέργειας τον Δεκέμβριο για λόγους θέρμανσης, καύσης, μεταφοράς αλλά και λόγω των εορτών των Χριστουγέννων. Να υπενθυμίσουμε σε αυτό το σημείο ότι αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας ισοδυναμεί με αύξηση της παραγωγής αυτής και κατά συνέπεια με αύξηση της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ. Άλλωστε στις περισσότερες των περιπτώσεων οι ΑΠΕ λειτουργούν προσθετικά στο δίκτυο είτε πρόκειται για υδροηλεκτρικά εργοστάσια που αυξάνουν την λειτουργία τους, τους καλοκαιρινούς – χειμερινούς μήνες είτε για ανεμογεννήτριες οι οποίες παράγουν μεγαλύτερη ισχύ το χειμώνα-καλοκαίρι λόγω των αυξημένων ανέμων.
- Το ποσό αύξησης του εν λόγω δείκτη: το 2000 αριθμούσε μόλις τις 24GWh και πλέον αντιστοιχεί στο νούμερο των 219 GWh. Αυτό και μόνο πέραν της αυξητικής τάσης αποδεικνύει τον δεκαπλασιασμό της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ.

Φυσικά και αν συγκριθεί αυτό το ποσό σε απόλυτα μεγέθη με τις ενεργειακές ανάγκες της χώρας θα δείχνει μικρό αλλά παρόλα αυτά δείχνει την αυξητική πορεία των ΑΠΕ.

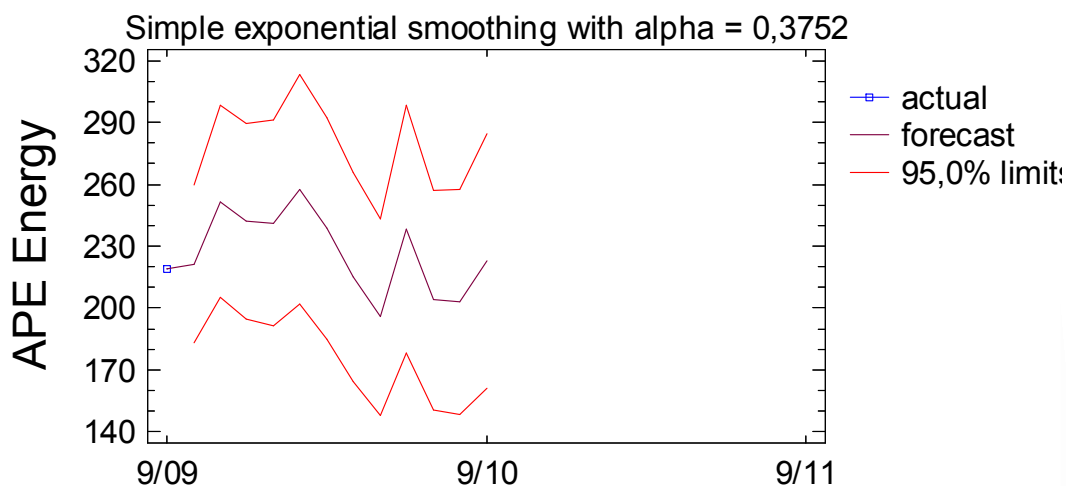
Εν συνεχεία, περνάμε στην παρουσίαση των στοιχείων πρόβλεψης παρακάμπτοντας την διαδικασία στατιστικής ανάλυσης την οποία ο αναγνώστης μπορεί να βρει σε πλήρη ανάπτυξη στο παράρτημα (σελ. 157). Αυτό γίνεται για να αποφευχθεί η παρουσίαση όλου του όγκου της μαθηματικής πληροφορίας στο κύριο μέρος της εργασίας, παραμένοντας και εστιάζοντας στην ανάπτυξη και στο σχολιασμό των κύριων συμπερασμάτων της ανάλυσης και όχι στην μαθηματική ανάλυση κάθε αυτή.

Χρησιμοποιώντας κατά συνέπεια το στατιστικό πακέτο Stat Graphics και έχοντας υπόψη ότι η χρονοσειρά μας παρουσιάζει ετήσια εποχικότητα πραγματοποιείται η στατιστική ανάλυση προς επιλογή του βέλτιστου μαθηματικού μοντέλου πρόβλεψης και την εξαγωγή προβλέψεων. Το λογισμικό πακέτο εξάγει στοιχεία προβλέψεως μέσω του μοντέλου (H - το οποίο έχει επιλεγεί ως βέλτιστη λύση - Simple exponential smoothing with alpha = 0,3752) τα οποία και παρατίθενται στον επόμενο πίνακα και παρουσιάζονται γραφικά στο ακόλουθο διάγραμμα:

**Πίνακας 5.2:** Στοιχεία Πρόβλεψης (Ενέργεια ΑΠΕ)

Περίοδος	Πρόβλεψη	Κατώτατο Στοιχείο Πρόβλεψης (P>95%)	Ανώτατο στοιχείο Πρόβλεψης (P>95)
11/09	221,401	183,052	259,75
12/09	251,731	205,161	298,301
1/10	242,004	194,551	289,457
2/10	241,112	191,305	290,919
3/10	257,423	201,677	313,169
4/10	238,559	184,622	292,496
5/10	215,067	164,473	265,662
6/10	195,598	147,86	243,336
7/10	238,307	178,119	298,495
8/10	204,045	150,831	257,258
9/10	203,205	148,59	257,82
10/10	222,904	161,268	284,54

## Forecast Plot for APE Energy



Διάγραμμα 5.2: Διάγραμμα Προβλέψεων Ενέργειας ΑΠΕ

Από τα παραπάνω πηγάζουν τα εξής συμπεράσματα:

Οι προβλέψεις για την επόμενη χρονιά ομοιάζουν και σε τάση και σε χαρακτηριστικά με εκείνα τα στοιχεία του 2009. Δηλαδή τα μέγιστα της ενέργειας παρουσιάζονται τους χειμερινούς μήνες και επίσης παρατηρείται μία αξιοσημείωτη αύξηση τον Ιούνιο. Στα μεσοδιαστήματα εντωμεταξύ η παραγωγή ενέργειας εμφανίζεται σαφέστατα μειωμένη. Καλό θα είναι σε αυτό το σημείο να τονιστεί ότι ενδεικτικά χαρακτηριστικά μιας πρόβλεψης δεν αποτελούν μόνο οι απόλυτες τιμές αυτών αλλά και τα όρια μεταβολής του μεγέθους ανά μήνα. Έτσι μπορεί σύμφωνα με την πρόβλεψη να εμφανίζεται εαρινό μέγιστο τον Ιούνιο και όχι τον Ιούλιο παρόλα αυτά το σημαντικότερο είναι το πώς κινείται η καμπύλη πρόβλεψης και μέσα σε ποια όρια. Έτσι η ελαφρά ανοδική εξέλιξη του φαινομένου με την ίδια περιοδικότητα αποτελεί το σημαντικότερο συμπέρασμα. Και είναι ανοδική ενώ ίσως κάποιος θα περίμενε να είναι καθοδική ή σταθερή. Και αυτό διότι αυτή τη στιγμή υπάρχουν 2 αντίρροπες δυνάμεις στον ελλαδικό χώρο. Η μία είναι η περίοδος ύφεσης όπου βρίσκεται η ελληνική οικονομία. Ύφεση όπως έχει αναφερθεί σημαίνει μείωση κατανάλωσης ρεύματος και μείωση παραγωγής ρεύματος. Στα πιθανά σενάρια που αναφέρθηκαν στο πρώτο κεφάλαιο, το πιο πιθανό σενάριο εξόδου από την κρίση είναι στα τέλη του 2010 κάτι που πιθανότατα κάνει την προαναφερθείσα δύναμη λιγότερο ισχυρή. Από την άλλη πλευρά οι ΑΠΕ αποτελούν εθνικό και ευρωπαϊκό στόχο. Παρά τα προβλήματα της ελληνικής αγοράς και τα μέγιστα πλαφόν εγκαταστάσεως που έχουν τεθεί από την ελληνική πολιτεία, η τάση μπορεί να είναι επιβραδύνουσα (όπως φαίνεται μεταξύ των ετών 08-09) παραμένει ωστόσο αυξητική. Οι προβλέψεις που κάνουμε δεν αφορούν το σύνολο της παραγόμενης ενέργειας αλλά

της παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ. Και για αυτό το λόγο το αποτέλεσμα αυτών των αντίρροπων δυνάμεων είναι μια μικρή αυξητική τάση.

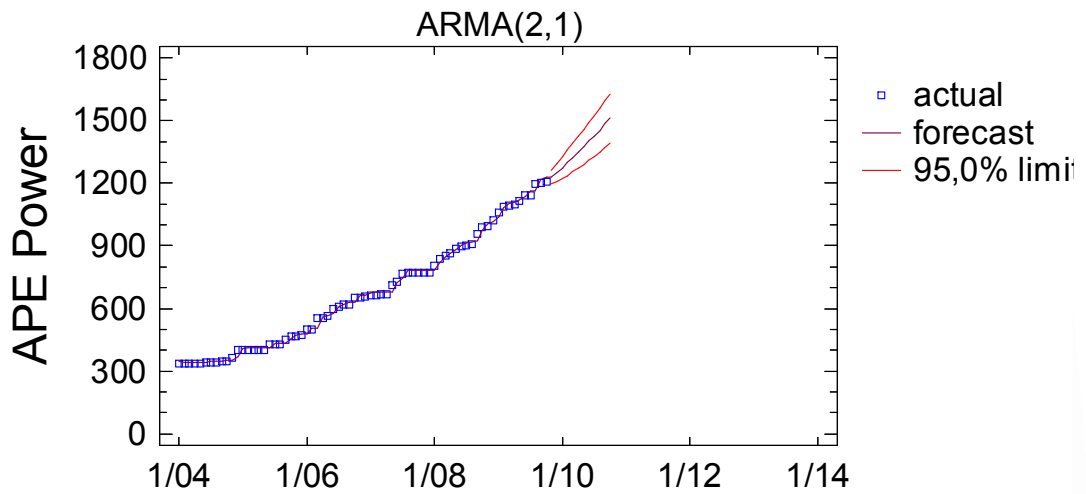
Αυτό άλλωστε φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί που είναι το αποτέλεσμα προβλέψεων της εγκατεστημένης ισχύος στον ελλαδικό χώρο (όπου για λόγους συντομίας παρουσιάζεται το τελικό αποτέλεσμα πρόβλεψης χωρίς πλήρης ανάλυση των ενδιάμεσων βημάτων). Η χρονοσειρά αποδεικνύει όπως είναι αναμενόμενο την παρελθοντική αυξητική τάση και η πρόβλεψη (ακόμη και αν είναι σχετικά μακροπρόθεσμη για τα διαθέσιμα στοιχεία που υπάρχουν) δείχνει ξεκάθαρα την μικρή αναμενόμενη αυξητική τάση.

Στην συνέχεια ακολουθεί η ανάλυση του μεγέθους της εγκατεστημένης ισχύος. Ενός μεγέθους με σαφέστατα πιο σταθερή συμπεριφορά και ενός μεγέθους που περιγράφει απόλυτα την τάση των ΑΠΕ στην χώρα ανεξαρτήτου περιοδικότητας κύκλων.

**Πίνακας 5.3:** Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ στην Ελλάδα (2004-2009)

Source: Desmie 2009					
Total Monthly APE Power Capacity					
Units: MW					
Greece					
Ιαν-04	338,35	Ιαν-06	497,41	Ιαν-08	805,891
Φεβ-04	338,35	Φεβ-06	497,41	Φεβ-08	835,317
Μαρ-04	338,35	Μαρ-06	555,76	Μαρ-08	851,364
Απρ-04	338,35	Απρ-06	555,76	Απρ-08	863,12
Μαΐ-04	338,35	Μαΐ-06	564,69	Μαΐ-08	885,612
Ιουν-04	340,19	Ιουν-06	599,84	Ιουν-08	896,318
Ιουλ-04	340,19	Ιουλ-06	608,23	Ιουλ-08	903,079
Αυγ-04	340,19	Αυγ-06	617,2	Αυγ-08	907,254
Σεπ-04	345,99	Σεπ-06	617,29	Σεπ-08	955,938
Οκτ-04	348,59	Οκτ-06	652,34	Οκτ-08	987,535
Νοε-04	363,91	Νοε-06	653,17	Νοε-08	995,756
Δεκ-04	404,19	Δεκ-06	660,3	Δεκ-08	1022,435
Ιαν-05	404,19	Ιαν-07	665,09	Ιαν-09	1062,483
Φεβ-05	404,19	Φεβ-07	665,09	Φεβ-09	1085,753
Μαρ-05	404,19	Μαρ-07	666,29	Μαρ-09	1090,926
Απρ-05	404,19	Απρ-07	666,29	Απρ-09	1098,71
Μαΐ-05	404,19	Μαΐ-07	714,446	Μαΐ-09	1116,321
Ιουν-05	429,99	Ιουν-07	730,626	Ιουν-09	1140,496
Ιουλ-05	429,99	Ιουλ-07	769,0894	Ιουλ-09	1143,055
Αυγ-05	429,99	Αυγ-07	769,3806	Αυγ-09	1198,809
Σεπ-05	450,03	Σεπ-07	769,668	Σεπ-09	1203,849
Οκτ-05	466,03	Οκτ-07	770,4318	Οκτ-09	1215,15
Νοε-05	467,93	Νοε-07	771,2		
Δεκ-05	470,31	Δεκ-07	770,0593		

## Time Sequence Plot for APE Power



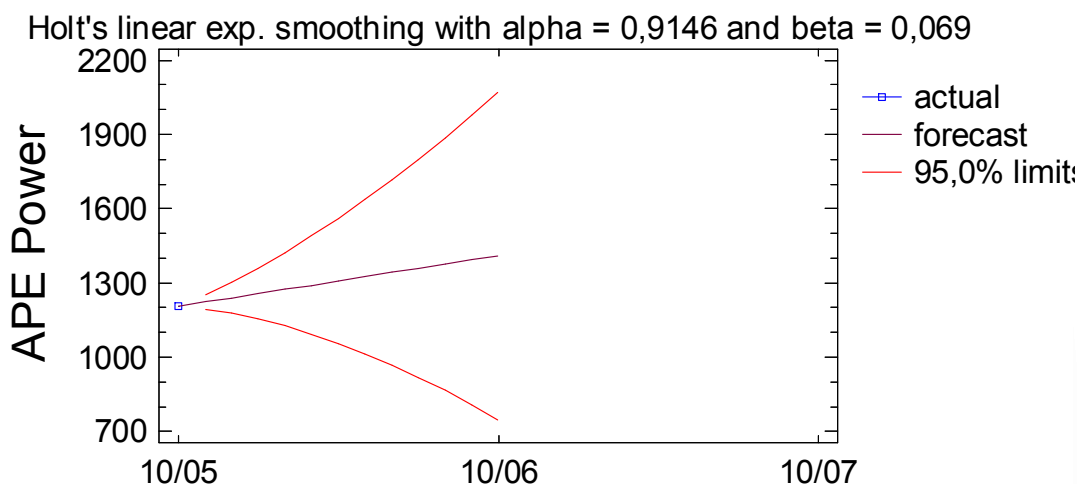
**Διάγραμμα 5.3:** Γραφική Απεικόνιση Ισχύος ΑΠΕ

Το λογισμικό πακέτο εξάγει τις παρακάτω προβλέψεις μέσω της στατιστικής ανάλυσης που περιγράφεται στο παράρτημα (σελ. 161), χρησιμοποιώντας το μοντέλο (J - Holt's linear exp. smoothing with  $\alpha = 0,8977$  and  $\beta = 0,0777$ ) ως βέλτιστο μοντέλο επιλογής χωρίς την ύπαρξη εποχικότητας.

**Πίνακας 5.4:** Στοιχεία Πρόβλεψης (Ενέργεια ΑΠΕ)

Περίοδος	Πρόβλεψη	Κατώτατο Στοιχείο Πρόβλεψης (P>95%)	Ανώτατο στοιχείο Πρόβλεψης (P>95)
11/09	1223,61	1193,3	1253,92
12/09	1240,57	1177,38	1303,75
1/10	1257,52	1154,96	1360,08
2/10	1274,47	1126,88	1422,07
3/10	1291,43	1093,75	1489,1
4/10	1308,38	1056,04	1560,72
5/10	1325,34	1014,1	1636,57
6/10	1342,29	968,197	1716,38
7/10	1359,24	918,577	1799,91
8/10	1376,2	865,434	1886,96
9/10	1393,15	808,934	1977,37
10/10	1410,11	749,226	2070,98

## Forecast Plot for APE Power



Διάγραμμα 5.4: Διάγραμμα Προβλέψεων Ισχύος 2009-2010

Σχολιάζοντας τα δύο παραπάνω διαγράμματα:

- Το πρώτο που χρειάζεται να παρατηρήσει κανείς είναι η μεγάλη ποσοστιαία αύξηση που έχει πραγματοποιηθεί από το 2004 έως το 2009. Και αυτό διότι η εγκατεστημένη ισχύς από 338 MW που ήταν το 2004 έχει ανέλθει στα 1200 MW το 2009.
- Ποιοτικά βέβαια το αποτέλεσμα είναι ακόμη πιο εντυπωσιακό διότι το σύνολο της εν λόγω αύξησης προέρχεται από επενδύσεις ΑΠΕ (οι επενδύσεις σε νέες μονάδες υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων ήταν πολύ μικρές).
- Ερευνώντας τις βαθμιαίες ετήσιες αυξήσεις παρατηρεί κανείς ότι από το 2004 έως το 2006 πραγματοποιήθηκε μια αύξηση της τάξεως των 200 MW, ενώ από την θεσμοθέτηση του ευνοϊκού για τις ΑΠΕ νομοθετικού πλαισίου υπήρξε μία άνθηση της τάξεως των 600 MW μέσα σε τρία χρόνια. Ένας ρυθμός αύξησης που παρά τα γραφειοκρατικά προβλήματα παρέμεινε σταθερός μέχρι και το 2009. Για αυτό άλλωστε το μοντέλο πρόβλεψης εξάγει στοιχεία που διατηρούν τον ίδιο ρυθμό αύξησης μέχρι το τέλος του 2010. Και αυτός ο ρυθμός αύξησης δικαιολογεί και την αυξητική πορεία της ενέργειας που μελετήσαμε προηγουμένως.
- Το ερώτημα φυσικά που τίθεται σε ένα ρεαλιστικό επίπεδο εάν ο εν λόγω ρυθμός αύξησης είναι αρκετός. Η Ελλάδα έχει ως στόχο άλλωστε : (i) την μείωση της χρησιμοποιούμενης ενέργειας από συμβατές πηγές κατά 20%, (ii) την χρήση βιοκαυσίμων σε ποσοστό 10% και (iii) την χρήση ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας κατά 18%. Που σημαίνει ότι χρειάζεται να ξεπεραστούν τα 12 GW

εγκατεστημένης ισχύος. Με τους παραπάνω ρυθμούς φαίνεται ένα νούμερο προσεγγίσιμο. Παρόλα αυτά χρειάζεται να ληφθούν μέτρα ώστε να μειωθεί η γραφειοκρατία που κρατάει δεσμευμένη την αγορά και την καθιστά μη ανταγωνιστική. Το νομοθετικό πλαίσιο όπως αποδείχθηκε είναι ιδιαίτερα δελεαστικό και ικανό να φέρει εισροή επενδυτικών κεφαλαίων στην χώρα.

Ολοκληρώνοντας την ανωτέρα ανάλυση καλό είναι να αναφερθούν κάποια νούμερα για να είναι πιο ουσιαστική η προσέγγιση του θέματος και των μεγεθών αντίστοιχα. Το έτος 2009 μέχρι το μήνα Οκτώβριο ο παγκόσμιος οικιακός τομέας κατανάλωσε 90TWh ηλεκτρικού ρεύματος μόνο για φωτισμό. Το έτος 2008 αντίστοιχα η Ελλάδα κατανάλωσε συνολικά 59.33 TWh ηλεκτρικής ενέργειας εκ των οποίων το 33% ο οικιακός τομέας, το 30% ο βιομηχανικός κλάδος, 31% το εμπόριο, 6% ο αγροτικός κλάδος και 1% οι μεταφορές. Το 2009 μέχρι στιγμής λόγω οικονομικής ύφεσης παρατηρείτε μείωση κατά 5.33% το μήνα Οκτώβριο σε σχέση με τον προηγούμενο Οκτώβριο και 6% συνολικά, μία μείωση η οποία οφείλεται κατά κύριο λόγο στην μειωμένη κατανάλωση ενέργειας του βιομηχανικού κλάδου. Παρόλα αυτά το νούμερο των 60 TWh που εκφράζει την ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας δεν παραμένει πολύ υψηλό σε σχέση με τα 12 TWh που αποδεικνύει η μελέτη μας ότι προέρχονται από τις ΑΠΕ και το οποίο είναι κοντά στο 18% που έχει οριστεί από την Ε.Ε. και την χώρα μας ως εθνικός στόχος για το 2020. Αναλογικά η συνολική ισχύς της χώρας ανέρχεται για το έτος 2009 στα 13GW, το οποίο και είναι 10 φορές μεγαλύτερο από την εγκατεστημένη σε ΑΠΕ ισχύς.

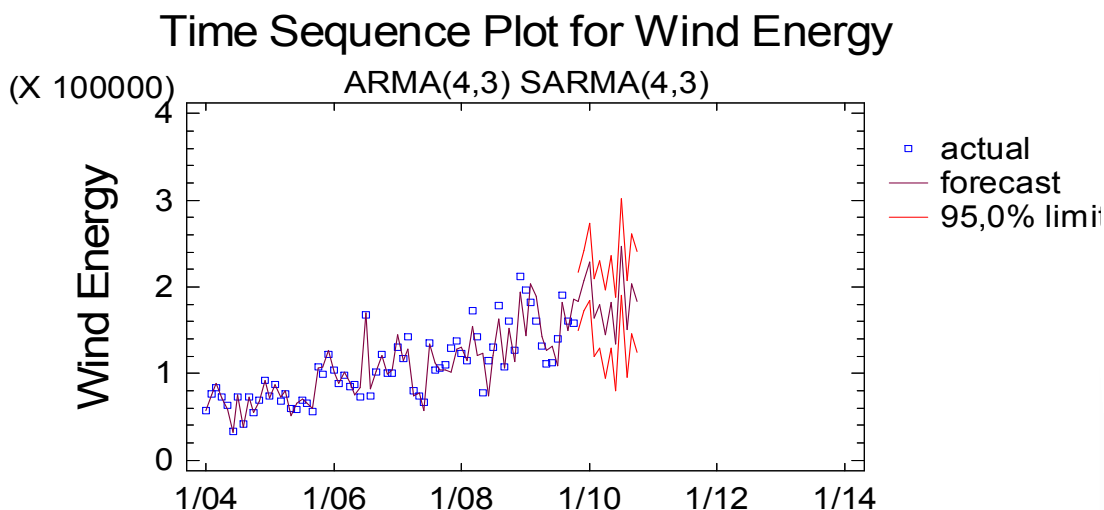


## 5.2 Αιολική Ενέργεια – Εγκατεστημένη Ισχύς Ανεμογεννητριών

Στην παράγραφο αυτή θα πραγματοποιηθεί η στατιστική ανάλυση της ενέργειας που παράγεται από αιολικές εγκαταστάσεις καθώς επίσης και του συνόλου της εγκατεστημένης ισχύος αυτών με μηνιαία στοιχεία τα οποία συλλέχτηκαν από την ΔΕΣΜΗΕ. Και πάλι η ανάλυση θα πραγματοποιηθεί μέσω της συσχέτισης των δύο μεγεθών, τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των οποίων αποκαλύπτουν πληροφορίες αλληλοσυμπληρώμενες, Να τονιστεί εδώ ότι και πάλι το κομμάτι της στατιστικής ανάλυσης παρακάμπτεται και παρουσιάζεται στο παράρτημα (σελ.164).

Πίνακας 5.5: Μηνιαία Στοιχεία Ενέργειας Παραγόμενης από Ανεμογεννήτριες (200-2009)

Source: Desmie 2009					
Monthly Electricity Production from Wind Energy					
Units: MWh					
Greece					
Ιαν-04	57433	Ιαν-06	103432	Ιαν-08	122671
Φεβ-04	76519	Φεβ-06	88163	Φεβ-08	114505
Μαρ-04	84024	Μαρ-06	97754	Μαρ-08	172910
Απρ-04	72826	Απρ-06	84828	Απρ-08	142991
Μαΐ-04	62666	Μαΐ-06	87500	Μαΐ-08	78037
Ιουν-04	32642	Ιουν-06	73295	Ιουν-08	114988
Ιουλ-04	73395	Ιουλ-06	167991	Ιουλ-08	130599
Αυγ-04	41271	Αυγ-06	74320	Αυγ-08	178069
Σεπ-04	72208	Σεπ-06	101039	Σεπ-08	107427
Οκτ-04	54205	Οκτ-06	122450	Οκτ-08	160060
Νοε-04	68842	Νοε-06	100068	Νοε-08	127223
Δεκ-04	91757	Δεκ-06	100538	Δεκ-08	211749
Ιαν-05	73881	Ιαν-07	130532	Ιαν-09	196185
Φεβ-05	87604	Φεβ-07	117545	Φεβ-09	181521
Μαρ-05	67589	Μαρ-07	142420	Μαρ-09	159813
Απρ-05	76624	Απρ-07	80141	Απρ-09	131513
Μαΐ-05	59469	Μαΐ-07	73847	Μαΐ-09	111337
Ιουν-05	58521	Ιουν-07	67244	Ιουν-09	111984
Ιουλ-05	69707	Ιουλ-07	134664	Ιουλ-09	140117
Αυγ-05	65609	Αυγ-07	103672	Αυγ-09	190379
Σεπ-05	55862	Σεπ-07	106090	Σεπ-09	160405
Οκτ-05	107878	Οκτ-07	109789	Οκτ-09	157498
Νοε-05	98890	Νοε-07	128993		
Δεκ-05	122260	Δεκ-07	138123		



**Διάγραμμα 5.5:** Γραφική Απεικόνιση Ενέργειας Παραγόμενης από Ανεμογεννήτριες

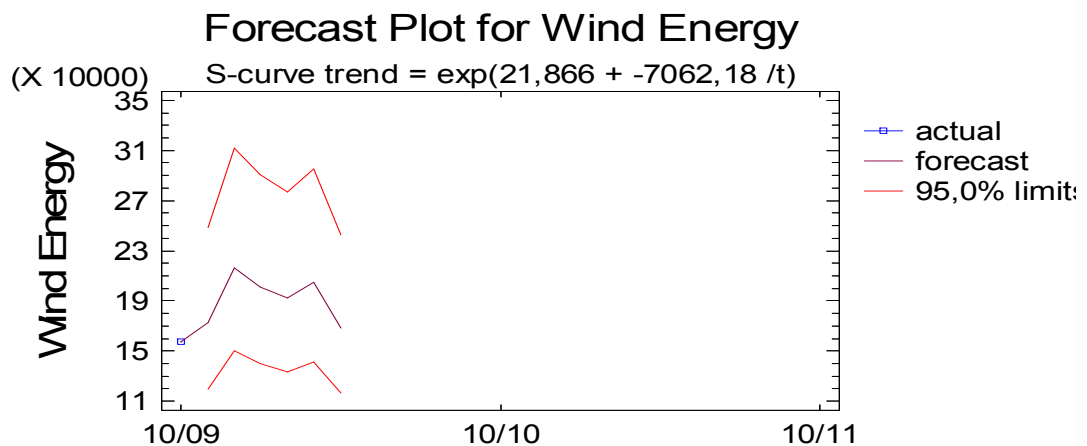
Σχολιάζοντας το παραπάνω διάγραμμα χρειάζεται να παρατηρήσουμε τα ακόλουθα:

- Καταρχάς στον κατακόρυφο άξονα και σε αντίθεση με τον πίνακα δεδομένων οι τιμές της ενέργειας αναφέρονται σε GWh.
- Η παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ παρουσιάζει μια συνεχώς αυξητική τάση από το 2004 και μετά όπως άλλωστε ήταν αναμενόμενο.
- Η ενέργεια παρουσιάζει μια περιοδική συμπεριφορά (όπως και στην περίπτωση του συνόλου των ΑΠΕ) παρουσιάζοντας αυξημένες τιμές τον Δεκέμβριο και τον Ιούλιο. Οι λόγοι που συμβαίνει αυτό ως κατανάλωση ενέργειας έχουν εξηγηθεί στην προηγούμενη παράγραφο. Οι λόγοι που τα αιολικά πάρκα ως παραγωγοί ενέργειας μπορούν να εξασφαλίσουν το μέγιστο της λειτουργίας τους εκείνη την περίοδο έγκειται στο γεγονός ότι ο αέρας παρουσιάζει υψηλές τιμές ταχύτητας τόσο τον Δεκέμβριο – Ιανουάριο - Φεβρουάριο όσο και τον Ιούλιο-Αύγουστο.
- Μέσα σε 3 χρόνια η παραγόμενη ενέργεια από 57433 MW ανήλθε στα 160405 MW, που σημαίνει ότι τριπλασιάστηκε.
- Συγκρίνοντας το νούμερο αυτό (160405 MW) με την αντίστοιχη συνολική ενέργεια ΑΠΕ τον ίδιο μήνα (206000 MW) παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο μέρος των ΑΠΕ στον ελλαδικό χώρο (πλην των υδροηλεκτρικών, όπου η συμμετοχή τους ανά μήνα ελέγχεται) προέρχεται από ανεμογεννήτριες. Είναι άλλωστε παγκοσμίως διαπιστωμένο ότι τα αιολικά πάρκα αποτελούν την ισχυρότερη αγορά ΑΠΕ.
- Από το 2004 έως το 2006 έχουμε μία αύξηση από 0.5 GWh σε 1.6 GWh και από 2006 έως το 2008 σε 2.11 GWh, με το 2009 να κινείται στα ίδια και ίσως λίγο χαμηλότερα επίπεδα του 08 (περίοδος ύφεσης).

Προχωρώντας στο στάδιο της μαθηματικής ανάλυσης και των προβλέψεων αντίστοιχα να αναφέρουμε ότι η χρονοσειρά μας παρουσιάζει μία ετήσια εποχικότητα, την οποία το λογισμικό χρησιμοποιεί για να βγάλει τις ακόλουθες προβλέψεις μέσω του μοντέλου (F: S-curve trend =  $\exp(21,866 + -7062,18 /t)$ ):

**Πίνακας 5.6:** Στοιχεία Πρόβλεψης (ενέργειας παραγόμενης από ανεμογεννήτριες)

Περίοδος	Πρόβλεψη	Κατώτατο Στοιχείο Πρόβλεψης (P>95%)	Ανώτατο στοιχείο Πρόβλεψης (P>95)
11/09	172738,0	119894,0	248873,0
12/09	216271,0	150052,0	311711,0
1/10	201546,0	139782,0	290602,0
2/10	192177,0	133231,0	277201,0
3/10	204671,0	141836,0	295343,0
4/10	168150,0	116479,0	242742,0



**Διάγραμμα 5.6:** Διάγραμμα Προβλέψεων Ενέργειας Παραγόμενης από Ανεμογεννήτριες

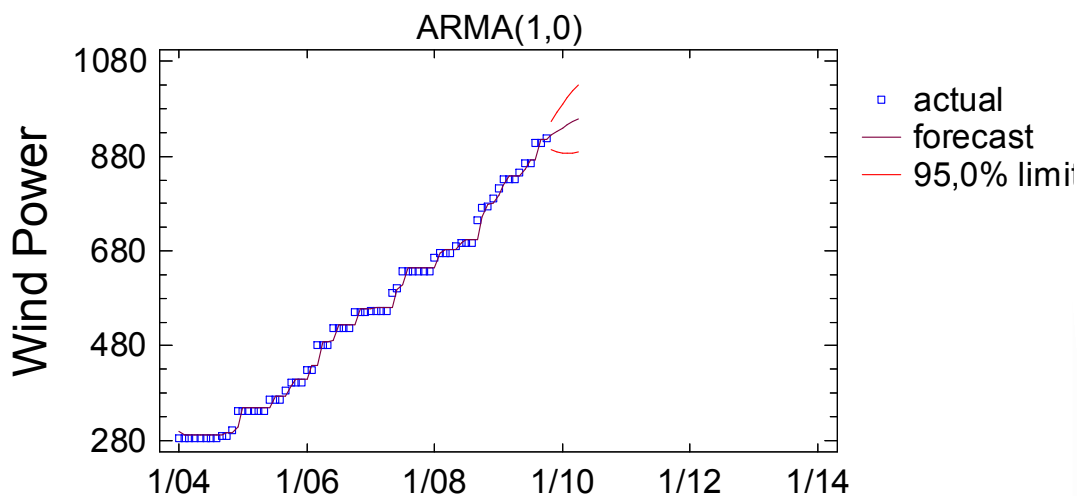
Να παρατηρήσουμε εδώ ότι λόγω του μικρού συνόλου παρελθοντικών σημείων μόνο 6 στοιχεία πρόβλεψης μπορούν να γίνουν αποδεκτά με ασφάλεια, τα οποία εν προκειμένης πιάνουν την χειμερινή ουσιαστικά περίοδο. Σύμφωνα με το μοντέλο πρόβλεψης η ενέργεια θα παρουσιάσει την ίδια συμπεριφορά παρουσιάζοντας ένα μέγιστο τον Δεκέμβριο και θα κινηθεί στα ίδια επίπεδα με το 2008, δηλαδή θα είναι ελαφρώς αυξημένη σε σχέση με το 2009. Αυτό άλλωστε έδειξε και η προηγούμενη ανάλυση της ενέργειας η οποία προέρχεται από το σύνολο των ΑΠΕ, παρά το γεγονός ότι αποδεδειγμένα βρισκόμαστε σε περίοδο ύφεσης. Θεωρούμε σε αυτό το σημείο ότι

δεν χρειάζεται περαιτέρω ανάλυση του μεγέθους της ενέργειας μιας και ακολουθεί μια ενδεδειγμένη προσέγγιση σε συνδυασμό με το μέγεθος της ισχύος.

**Πίνακας 5.7:** Στοιχεία Εγκατεστημένης Ισχύς Αιολικής Ενέργειας

Source: Desmie 2009 Monthly Wind Establishments Units: MW Greece					
Ιαν-04	283,46	Ιαν-06	428,88	Ιαν-08	666,76
Φεβ-04	283,46	Φεβ-06	428,88	Φεβ-08	674,76
Μαρ-04	283,46	Μαρ-06	480,81	Μαρ-08	674,76
Απρ-04	283,46	Απρ-06	480,81	Απρ-08	674,76
Μαϊ-04	283,46	Μαϊ-06	481,61	Μαϊ-08	689,66
Ιουν-04	283,46	Ιουν-06	515,81	Ιουν-08	696,56
Ιουλ-04	283,46	Ιουλ-06	515,81	Ιουλ-08	696,56
Αυγ-04	283,46	Αυγ-06	515,81	Αυγ-08	696,56
Σεπ-04	287,66	Σεπ-06	515,81	Σεπ-08	744,56
Οκτ-04	287,66	Οκτ-06	549,21	Οκτ-08	771,76
Νοε-04	300,28	Νοε-06	549,21	Νοε-08	772,56
Δεκ-04	340,56	Δεκ-06	549,21	Δεκ-08	790,56
Ιαν-05	340,56	Ιαν-07	551,76	Ιαν-09	812,31
Φεβ-05	340,56	Φεβ-07	551,76	Φεβ-09	831,21
Μαρ-05	340,56	Μαρ-07	551,76	Μαρ-09	831,21
Απρ-05	340,56	Απρ-07	551,76	Απρ-09	831,21
Μαϊ-05	340,56	Μαϊ-07	591,76	Μαϊ-09	845,01
Ιουν-05	365,76	Ιουν-07	600,76	Ιουν-09	865,01
Ιουλ-05	365,76	Ιουλ-07	636,76	Ιουλ-09	865,01
Αυγ-05	365,76	Αυγ-07	636,76	Αυγ-09	908,61
Σεπ-05	385,78	Σεπ-07	636,76	Σεπ-09	908,61
Οκτ-05	401,78	Οκτ-07	636,76	Οκτ-09	916,61
Νοε-05	401,78	Νοε-07	636,76		
Δεκ-05	401,78	Δεκ-07	636,76		

## Time Sequence Plot for Wind Power



**Διάγραμμα 5.7:** Γραφική Απεικόνιση Εγκατεστημένης Ισχύος Ανεμογεννητριών

Από τον παραπάνω πίνακα και το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται καλύτερα η συνολική δυναμική του κλάδου. Είναι εμφανές λοιπόν τόσο η συνεχής εξέλιξη αυτού όσο και η τρομακτική άνοδος που έχει επέλθει από το 2006 και μετά (2004-2006: μεταβολή κατά 200MW 2006-2009: μεταβολή κατά 600MW). Παρόλα αυτά για να γίνουν καλύτερα κατανοητά αυτά τα νούμερα καλύτερα να θυμίσουμε το πλαίσιο στόχων – λειτουργίας που έχουν τεθεί τόσο από την Ελλάδα όσο και από την Ε.Ε σε σύγκριση με τα πραγματικά δεδομένα.

- Η Ελλάδα τον Οκτώβριο του 2009 παρουσιάζει συνολικό αιολικό δυναμικό ηλεκτρικής ισχύος 916 MW. Την ίδια ώρα που χώρες με παρόμοια γεωφυσικά χαρακτηριστικά όπως η Ισπανία και η Ιταλία εμφανίζουν 16 GW και 4GW ονομαστικής ισχύος αντίστοιχα. Η Γερμανία δε ως πρωτοπόρος στην Ε.Ε. εμφανίζει ένα δυναμικό της τάξεως των 22 GW.
- Σκοπός της Ελλάδος είναι το 2010 το 20% της παραγόμενης ενέργειας να παράγεται μέσω ΑΠΕ και το 2020 το ποσοστό αυτό να έχει ανέλθει στο 29%. Που σημαίνει ότι η δυναμικότητα των αιολικών πάρκων πρέπει να ανέβει στα 10GW με ετήσια αύξηση τουλάχιστον 600 MW την στιγμή που σήμερα η αύξηση είναι μικρότερη από 200MW.
- Στόχος της Ε.Ε. για το 2010 ήταν τα 40 GW, ο οποίος αναθεωρήθηκε στα 60 GW για να επιτευχθεί πριν το 2010 εφόσον αυτή τη στιγμή υπάρχουν 64GW εγκατεστημένης ισχύος στην Ε.Ε. Ο στόχος για το 2020 είναι τα 150 GW και θεωρείται άκρως ρεαλιστικός.

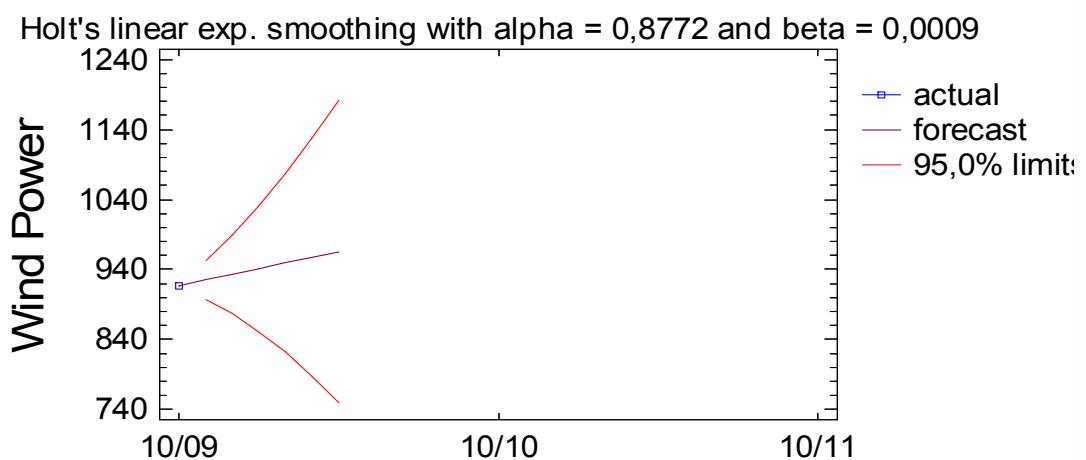
- Αυτή τη στιγμή στην Ελλάδα τα 0.9 GW έχουν άδεια εγκατάστασης, 4.5 GW βρίσκονται στα χαρτιά έχοντας αποκτήσει μόνο άδεια παραγωγής, ενώ 13GW είναι υπό γενική εξέταση – αξιολόγηση!
- Ένα σπίτι καταναλώνει περίπου 0.45MWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως. Όταν η παραγωγή ενέργειας μέσω αιολικών πάρκων μόνο για το μήνα Οκτώβριο ήταν 157GWh και η συνολική εγκατάσταση ανερχόταν σε 1GW αντιλαμβάνεται κανείς το πόσο αξιόπιστη και ποσοτικά μεγάλη λύση δύναται να αποτελέσει η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας στην χώρα μας.

Εξετάζοντας την επαναληψιμότητα παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει περιοδικότητα στο φαινόμενο, οπότε το λογισμικό πακέτο εξάγει τις ακόλουθες προβλέψεις μέσω του βέλτιστου μοντέλου επιλογής (J: Holt's linear exp. smoothing with alpha = 0,8576 and beta = 0,0338):

**Πίνακας 5.8:** Πίνακας Στοιχείων Προβλέψεων Εγκατεστημένης Ισχύος Ανεμογεννητριών

Περίοδος	Πρόβλεψη	Κατώτατο Στοιχείο Πρόβλεψης (P>95%)	Ανώτατο στοιχείο Πρόβλεψης (P>95%)
11/09	924,825	897,21	952,441
12/09	932,965	877,198	988,732
1/10	941,105	851,841	1030,37
2/10	949,244	821,809	1076,68
3/10	957,384	787,595	1127,17
4/10	965,523	749,568	1181,48

### Forecast Plot for Wind Power



**Διάγραμμα 5.8:** Διάγραμμα Προβλέψεων Εγκατεστημένης Ισχύος Ανεμογεννητριών

Το μοντέλο πρόβλεψης δείχνει ότι η αυξητική πορεία των επενδύσεων στη χώρα συνεχίζεται με ρυθμούς οι οποίοι είναι μεγαλύτεροι από ότι προηγουμένως εφόσον εμφανίζεται μια εξαμηνιαία αύξηση της τάξεως των 600GW. Αυτό φυσικά και δικαιολογείται μιας και αν απελευθερωθεί κάποιο μέρος από τα 4.5GW τα οποία δεν έχουν ακόμη πάρει άδεια λειτουργίας ή από τα 13GW που βρίσκονται ακόμη στο στάδιο της εξέτασης αυτό είναι εφικτό.

Συνδυάζοντας τις δύο παραπάνω αναλύσεις και τις προβλέψεις αυτών μπορούμε να εξάγουμε τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η αιολική ενέργεια αποτελεί την κυριότερη μορφή επένδυσης μετά τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια στην χώρα μας αριθμώντας περίπου 1GW εγκατεστημένης ισχύος και 200GWh παραγόμενης ενέργειας.
- Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας είναι σταθερή τα τελευταία χρόνια με ιδιαίτερη άνθηση από το 2006 και μετά, λόγω του νομοθετικού πλαισίου που χαρακτηριζόταν από ιδιαίτερα ευνοϊκά επενδυτικά κίνητρα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των επενδύσεων κατά 200-400MW ετησίως.
- Οι κύριοι λόγοι οι οποίοι επιβραδύνουν τους ρυθμούς ανάπτυξης και καθιστούν την χώρα ουραγό σε σχέση με άλλες μεσογειακές χώρες παρόμοιων μορφολογικών – κλιματολογικών συνθηκών είναι η γραφειοκρατία και ο μικρός βαθμός ανταγωνιστικότητας.
- Ο στόχος που έχει θέσει η Ελλάδα για το 2020 είναι η ύπαρξη 10 GW εγκατεστημένων αιολικών πάρκων. Σύμφωνα με το μοντέλο πρόβλεψης ο ρυθμός ανάπτυξης δείχνει να αυξάνει ποσό σαφέστατα πιο κοντά στα 600+GW ετήσιου δυναμικού που απαιτούνται.
- Σε ενεργειακό επίπεδο, ο δείκτης παραγωγής ενέργειας από αιολικά στοιχεία αποδεικνύει εμπράκτως το αυξημένο δυναμικό εγκατάστασης. Παρουσιάζει μια μικρή μείωση από το 2008 και μετά, διότι επισήμως η χώρα βρίσκεται σε περίοδο ύφεσης και μειωμένης κατανάλωσης.
- Ο δείκτης ενέργειας ακολουθεί μια περιοδική συμπεριφορά παρουσιάζοντας σημεία μεγίστου τον Δεκέμβριο και τον Ιούλιο. Σε ποιοτικό επίπεδο δικαιολογείται απόλυτα λόγω των αυξημένων ανέμων που πνέουν στον ελλαδικό χώρο τους αντίστοιχους μήνες.
- Σε μελλοντικά νούμερα παρατηρείται μία αύξηση της ενέργειας κοντά στα νούμερα του 2008 κάτι το οποίο ταυτίζεται πλήρως με την προηγούμενη πρόβλεψη που αφορούσε όλες τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Αυτό δεδομένου ότι βρισκόμαστε σε περίοδο ύφεσης δείχνει λίγο αντιφατικό αλλά συνυπολογίζοντας τον ρυθμό αύξησης των εγκατεστημένων ΑΠΕ και πιο εξειδικευμένα των εγκατεστημένων αιολικών πάρκων δικαιολογεί πλήρως την πρόβλεψη.

### 5.3 Στατιστική Ανάλυση Ενέργειας Παραγόμενης από Φ/Β Στοιχεία – Εγκατεστημένης Ισχύος Φ/Β Στοιχείων

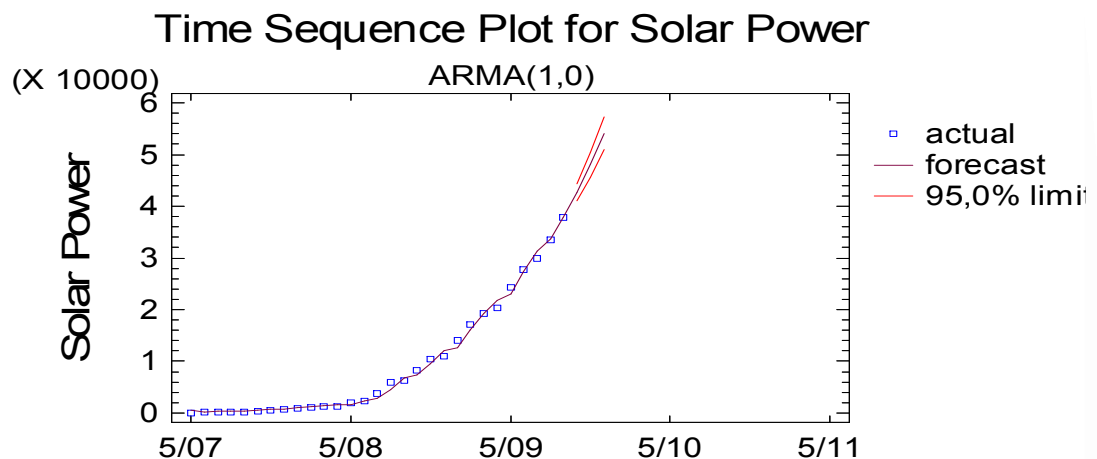
Στην τελευταία παράγραφο πραγματοποιείται η ποσοτική ανάλυση της ενέργειας που μπορεί να παραχθεί μέσω της εκμετάλλευσης του ηλιακού δυναμικού και κατά συνέπεια των Φ/Β στοιχείων. Όπως έγινε αντιληπτό από τα προηγούμενα κεφάλαια τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό της εγκατεστημένης ισχύος στο σύνολο των ΑΠΕ τόσο στην χώρα μας όσο και παγκοσμίως, που σημαίνει ότι η ισχύς τους είναι σαφέστατα μικρότερη σε σχέση με εκείνη της ανεμογεννήτριας παραδείγματος χάριν. Παρόλα αυτά η μεγάλη χρησιμότητα τους έγκειται στο σύνολο των εφαρμογών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στην δικτυακή τους ανεξαρτησία. Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να αποτελέσουν ένα προσθετικό στοιχείο ισχύος στο σύστημα ή αντίστοιχα την μοναδική παραγωγική δύναμη ενός ανεξάρτητου δικτύου νησιού ή χωριού. Αυτό σημαίνει υψηλό κόστος και υψηλό δαπανούμενο κεφάλαιο. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αντιθέτως μπορούν να αποτελέσουν την πηγή ενέργειας ενός σπιτιού. Ο οικιακός τομέας αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή ενέργειας από όλους τους κλάδους (ουσιαστικά ισοδυναμεί με εκείνο του βιομηχανικού). Στην προσπάθεια της Ε.Ε. να γίνουν τα σπίτια όσον το δυνατό πιο βιοκλιματικά, τα στοιχεία αυτά αποτελούν την πιο οικονομική και αξιόπιστη λύση, που μακροπρόθεσμα αποτελεί και μια καταπληκτική επένδυση. Στην Ελλάδα λοιπόν η πορεία εγκατεστημένης ισχύος που βρίσκεται σε λειτουργία φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 5.9:** Στοιχεία Εγκατεστημένης Ισχύος Φ/Β Στοιχείων

<b>Source: Desmie 2009</b>			
<b>Total Monthly Solar Power Capacity</b>			
<b>Units: KW</b>			
<b>Greece</b>			
Μαϊ-07	13	Αυγ-08	5843
Ιουν-07	113	Σεπ-08	6363
Ιουλ-07	113	Οκτ-08	8279
Αυγ-07	113	Νοε-08	10499
Σεπ-07	233,54	Δεκ-08	10983
Οκτ-07	380,8	Ιαν-09	14084
Νοε-07	505	Φεβ-09	17057
Δεκ-07	720,51	Μαρ-09	19207
Ιαν-08	890	Απρ-09	20297
Φεβ-08	1077	Μαϊ-09	24307
Μαρ-08	1194	Ιουν-09	27758
Απρ-08	1294	Ιουλ-09	29843
Μαϊ-08	1929	Αυγ-09	33532
Ιουν-08	2356	Σεπ-09	37886
Ιουλ-08	3822	Οκτ-09	40563



Το πρώτο που παρατηρεί κανείς στον παραπάνω πίνακα είναι το γεγονός ότι τα στοιχεία είναι σαφέστατα μικρότερα σε πλήθος. Όπως αναπτύχθηκε εκτενώς σε προηγούμενη παράγραφο τα φωτοβολταϊκά στη χώρα μας γνώρισαν άνθηση μόλις μετά την ενεργοποίηση του νόμου περί ΑΠΕ οπότε και θεωρήθηκαν μια αξιόπιστη επένδυση. Για αυτό το λόγο η ΔΕΣΜΗΕ που ως εταιρεία κρατάει στατιστικά δεδομένα περί ΑΠΕ αναφέρεται σε αυτό το χρονικό διάστημα. Κατά συνέπεια και λόγω του μικρού αριθμού στοιχείων η πρόβλεψη που θα κάνουμε θα είναι μόνο για 4 μήνες.



**Διάγραμμα 5.9:** Γραφική Απεικόνιση Εγκατεστημένης Ισχύος Φ/Β Στοιχείων

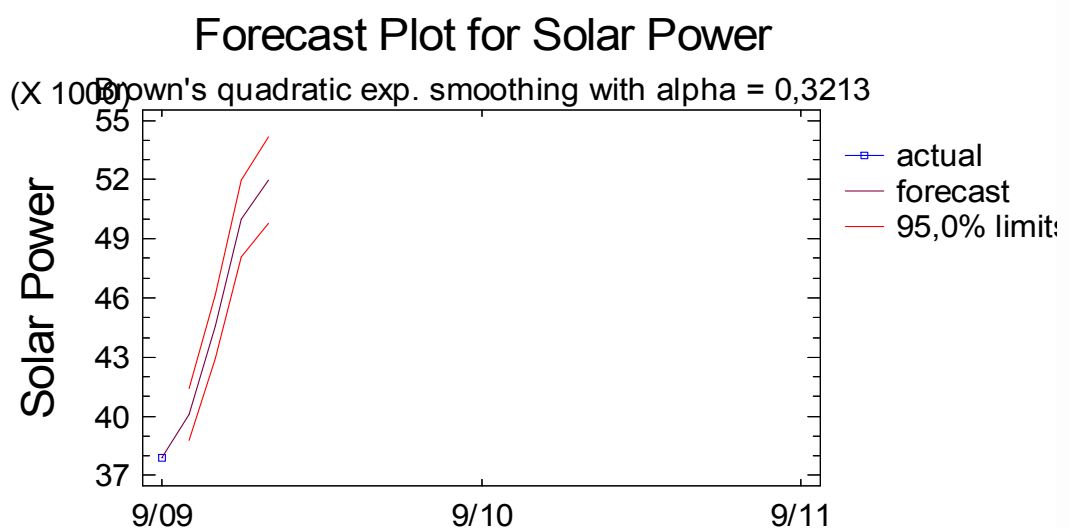
Το παραπάνω διάγραμμα απεικονίζει την πορεία της εγκατεστημένης ισχύος σε λειτουργία. Αυτό εξηγεί την εξέλιξη που υπήρχε κατά το έτος 2007. Μετά την ανακοίνωση του νομοθετικού πλαισίου και ύστερα από ένα χρόνο επενδυτικής προσαρμογής οι αιτήσεις εγκατάστασης Φ/Β στοιχείων παρέμεναν στα χαρτιά ως πιθανές αιτήσεις έγκρισης. Από το 2008 και μετέπειτα όπου έχουμε τις πρώτες μονάδες να μπαίνουν σε λειτουργία παρατηρείται η γεωμετρική πρόοδος ανάπτυξης της εγκατεστημένης ισχύος. Άλλωστε τα νούμερα είναι αφοπλιστικά: το 2007 αναφερόμαστε σε μόλις 13KW εγκατεστημένης ισχύος και το 2009 σε 40MW εγκατεστημένης ισχύος. Σε απόλυτους αριθμούς η αύξηση είναι ραγδαία εφόσον μόνο για το 2009 ο αριθμός έχει ανέβει από τα 18MW στα 40MW. Σε συγκρίσιμα μεγέθη όμως η Ισπανία έχει εγκαταστήσει 2.5GW και η Γερμανία 1.5GW σε ένα χρόνο. Όπως έχει αναφερθεί στην θεωρία κύρια προβλήματα που αντιμετωπίζει η εγχώρια αγορά είναι τα εξαιρετικά γραφειοκρατικά προβλήματα και το μέγιστο πλαφόν εγκατεστημένης ισχύος που ισχύει μέχρι το 2011. Να υπενθυμίσουμε ότι στόχος της Ελλάδος ήταν μέχρι το 2020 να εγκατασταθούν 700 MW ηλιακών πάρκων. Ως νούμερο φαντάζει εξαιρετικά υψηλό ακόμη και σε βάθος χρόνου 10ετίας. Παρόλα αυτά η πραγματικότητα

είναι τελείως διαφορετική. Η αγορά στην εφαρμογή του επενδυτικού πλαισίου που όρισε η πολιτεία κινήθηκε πολύ πιο δυναμικά από ότι αναμενόταν και αυτή τη στιγμή υπάρχουν 2.5GW υπό αξιολόγηση αιτήσεων!

Ένα από σημαντικότερα στοιχεία της εγκατεστημένης ισχύος φωτοβολταϊκών είναι ότι παρουσιάζουν μία επαναληπτικότητα ανά 3 μήνες, η οποία δικαιολογείται από μία αλματώδη αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα πιθανότατα ως αποτέλεσμα του τρόπου αδειοδότησης. Το γραφειοκρατικό μοντέλο δηλαδή το οποίο διαρκεί αρκετούς μήνες δίνει το μεγαλύτερο ποσοστό των αδειών στο τέλος κάθε τριμήνου. Λαμβανομένου υπόψη της ανωτέρας περιοδικότητας προχωρούμε στην στατιστική ανάλυση της χρονοσειράς, η οποία βάση του μοντέλου (K : Brown's quadratic exp. smoothing with alpha = 0,3213) εξάγει τα ακόλουθα αποτελέσματα:

**Πίνακας 5.10:** Στοιχεία Πρόβλεψης Εγκατεστημένης Ισχύος Φ/Β Στοιχείων

Περίοδος	Πρόβλεψη	Κατώτατο Στοιχείο Πρόβλεψης (P>95%)	Ανώτατο στοιχείο Πρόβλεψης (P>95)
10/09	40091,3	38767,7	41414,9
11/09	44556,9	42959,3	46154,5
12/09	50017,7	48075,8	51959,6
1/10	51972,6	49801,7	54143,5



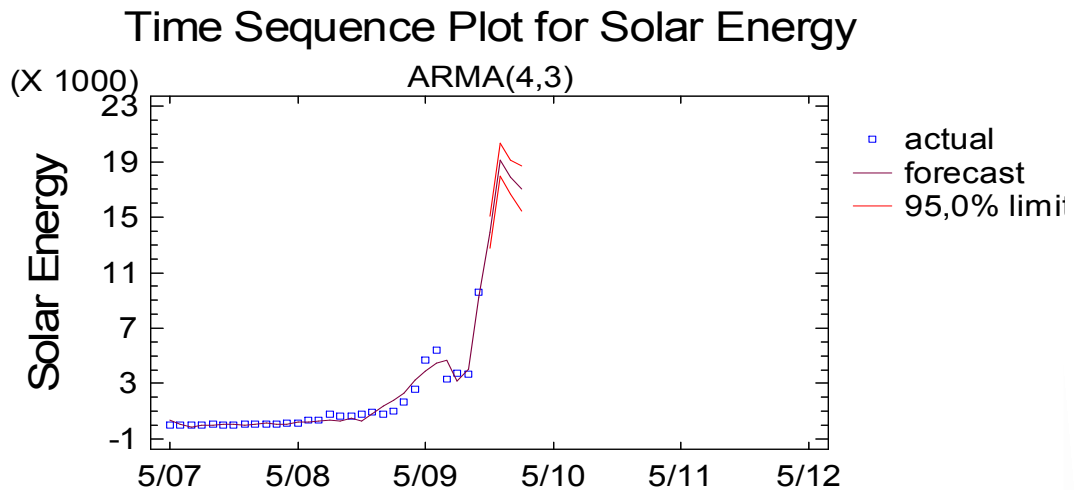
**Διάγραμμα 5.10:** Διάγραμμα Προβλέψεων Εγκατεστημένης Ισχύος Φ/Β Στοιχείων

Η πρόβλεψή μας περιλαμβάνει μία εκ νέου αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος κατά 10MW μόλις μέσα στο τελευταίο τρίμηνο του 2009. Στατιστικά και σύμφωνα με την άνοδο που υπήρχε μέσα στο τελευταίο χρόνο αυτό καθώς επίσης και λόγω του μεγάλου όγκου των αιτήσεων που είναι σε αναμονή αυτό είναι απόλυτα σωστό. Παρόλα αυτά και δεδομένου ότι η πολιτεία τουλάχιστον μέχρι το τέλος του 2010 προσπαθεί να επιβραδύνει την εξέλιξη υπάρχει μια υπόθεση στον κλάδο ότι το επόμενο έτος θα είναι άκρως συντηρητικό και θα επιτραπούν να εγκατασταθούν το πολύ 50MW Φ/Β στοιχείων. Αυτή η τάση άλλωστε παρουσιάζεται στο διάγραμμα προβλέψεων μιας και από την είσοδο του νέου έτους και μετά παρατηρείται μια μείωση στο ρυθμό ανόδου και μια επιβράδυνση των αναμενόμενων επενδύσεων. Τέτοιες προβλέψεις δυσοίωνες άλλωστε αποτρέπουν το επενδυτικό ενδιαφέρον από τη χώρα μας, τη στιγμή που θα περίμενε κανείς το 2010 να ήταν ένα έτος υψηλών επενδύσεων και πολλαπλών υλοποιήσεων ηλιακών πάρκων και Φ/Β στοιχείων.

Η ενέργεια ταυτόχρονα παρουσιάζει μία παρόμοια συμπεριφορά:

Πίνακας 5.11: Στοιχεία Ενέργειας Παραγόμενης από Φ/Β Στοιχεία

Source: Desmie 2009			
Total Monthly Solar Power Energy			
Units: MWh			
Greece			
Μαΐ-07	0,14	Αυγ-08	801,75
Ιουν-07	0,19	Σεπ-08	675,6
Ιουλ-07	0,14	Οκτ-08	665,3
Αυγ-07	0,22	Νοε-08	808,73
Σεπ-07	64,49	Δεκ-08	914,61
Οκτ-07	0,12	Ιαν-09	780,11
Νοε-07	24,44	Φεβ-09	1037,16
Δεκ-07	55,92	Μαρ-09	1664,18
Ιαν-08	77,38	Απρ-09	2599,56
Φεβ-08	40,26	Μαΐ-09	4691,53
Μαρ-08	97,29	Ιουν-09	5417,44
Απρ-08	133,41	Ιουλ-09	3314,96
Μαΐ-08	118,73	Αυγ-09	3758,6
Ιουν-08	390,19	Σεπ-09	3699,1
Ιουλ-08	373,08	Οκτ-09	9595,07



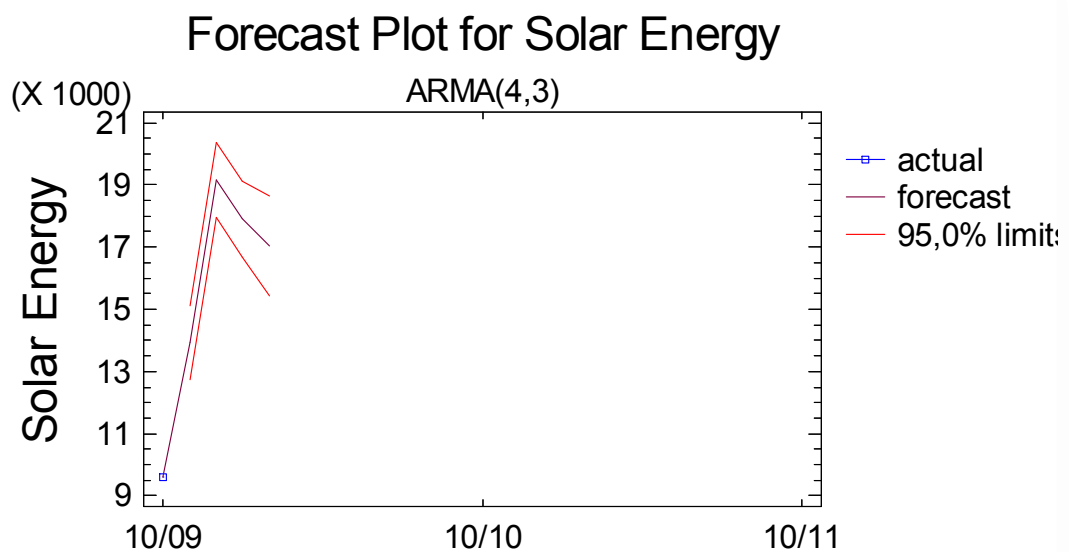
**Διάγραμμα 5.11:** Γραφική Απεικόνιση Ενέργειας Παραγόμενης από Φ/Β Στοιχεία

Εν αντιθέσει με τις προηγούμενες παραγόμενες ενέργειες σε αυτή την περίπτωση το μέγεθος της ενέργειας παρουσιάζει μία τελείως διαφορετική συμπεριφορά. Καταρχάς δεν παρουσιάζει την αναμενόμενη περιοδικότητα. Αυτό και βάση των όσων αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια οφείλεται στο γεγονός ότι σε μεγάλο ποσοστό τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιούνται είτε ως προσθετικά στοιχεία δικτύου (πολύ μικρής αναλογίας σε σχέση με το καταναλισκόμενο φορτίο) είτε ως αυτόνομα συστήματα στον οικιακό τομέα. Αυτό συνεπάγεται ότι δεν εξαρτώνται (μέχρι στιγμής) άμεσα από τις εποχικές μεταβολές του ενεργειακού φορτίου. Ταυτόχρονα η παραγόμενη ενέργεια από Φ/Β στοιχεία αρχίζει και γίνεται αξιοσημείωτη μετά τα μέσα του 2008 όπου ουσιαστικά τίθενται σε λειτουργία τα εγκατεστημένα στοιχεία. Από εκείνο το σημείο και μετά η παραγωγή αυξάνεται γεωμετρικά για να φτάσει τον Ιούνιο του 2009 τις 5 GWh. Τον Οκτώβριο του ίδιου έτους παρόλα αυτά παρουσιάζει το μέγιστο σημείο της χρονοσειράς μας κάνοντας ένα άλμα στις 9GWh. Η παραγόμενη ενέργεια εξάλλου εξαρτάται και ορίζεται από το μέγιστο της εγκατεστημένης ισχύος (που είναι μέγιστη τον Οκτώβριο του 2009). Επιπροσθέτως η εισροή μεγάλων φωτοβολταϊκών μονάδων το καλοκαίρι του 09 βοήθησε στην δημιουργία αυτού του μεγίστου. Τέλος, να τονίσουμε ότι τα 5 GWh παραγόμενης ενέργειας φαντάζουν εξαιρετικά λίγα σε σχέση με τις 206 GWh των ανεμογεννητριών. Παρόλα αυτά αν σκεφτεί κανείς ότι η ετήσια κατανάλωση ενός μέσου σπιτιού ανέρχεται στις 0.5MWh ετησίως αντιλαμβάνεται κανείς το επίπεδο συμμετοχής των Φ/Β στο ενεργειακό δυναμικό της χώρας.

Προχωρώντας στη στατιστική ανάλυση και στις προβλέψεις μέσω του μοντέλου Q: ARMA(4,3):

**Πίνακας 5.12:** Στοιχεία Πρόβλεψης Παραγόμενης Ενέργειας Φ/Β Στοιχείων

Περίοδος	Πρόβλεψη	Κατώτατο Στοιχείο Πρόβλεψης (P>95%)	Ανώτατο στοιχείο Πρόβλεψης (P>95)
11/09	13923,7	12755,8	15091,6
12/09	19147,9	17944,6	20351,1
1/10	17908,1	16677,7	19138,5
2/10	17039,6	15421,4	18657,8



**Διάγραμμα 5.12:** Γραφική Απεικόνιση Προβλέψεων Ενέργειας Παραγόμενης από Φ/Β Στοιχεία

Σχολιάζοντας το παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε μια έντονη αυξητική τάση η οποία συνοδεύεται από μία σημαντική επιβράδυνση. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο από την υψηλή τιμή μεγίστου που παρουσιάζεται ως τελευταίο στοιχείο σε μια χρονοσειρά μόλις 30 στοιχείων. Επιπρόσθετα όπως παρουσιάσαμε στην προηγούμενη ενότητα η ισχύς παρουσιάζει για τους επόμενους μήνες μια έντονα αυξητική πορεία μέχρι τις αρχές του 2010. Γι αυτούς τους λόγους η παραπάνω πρόβλεψη αν και υπερβολική δικαιολογείται. Για αυτό άλλωστε εν συνεχεία το μέγεθος μειώνεται απότομα θέτοντας ουσιαστικά το σύστημα σε ισορροπία.

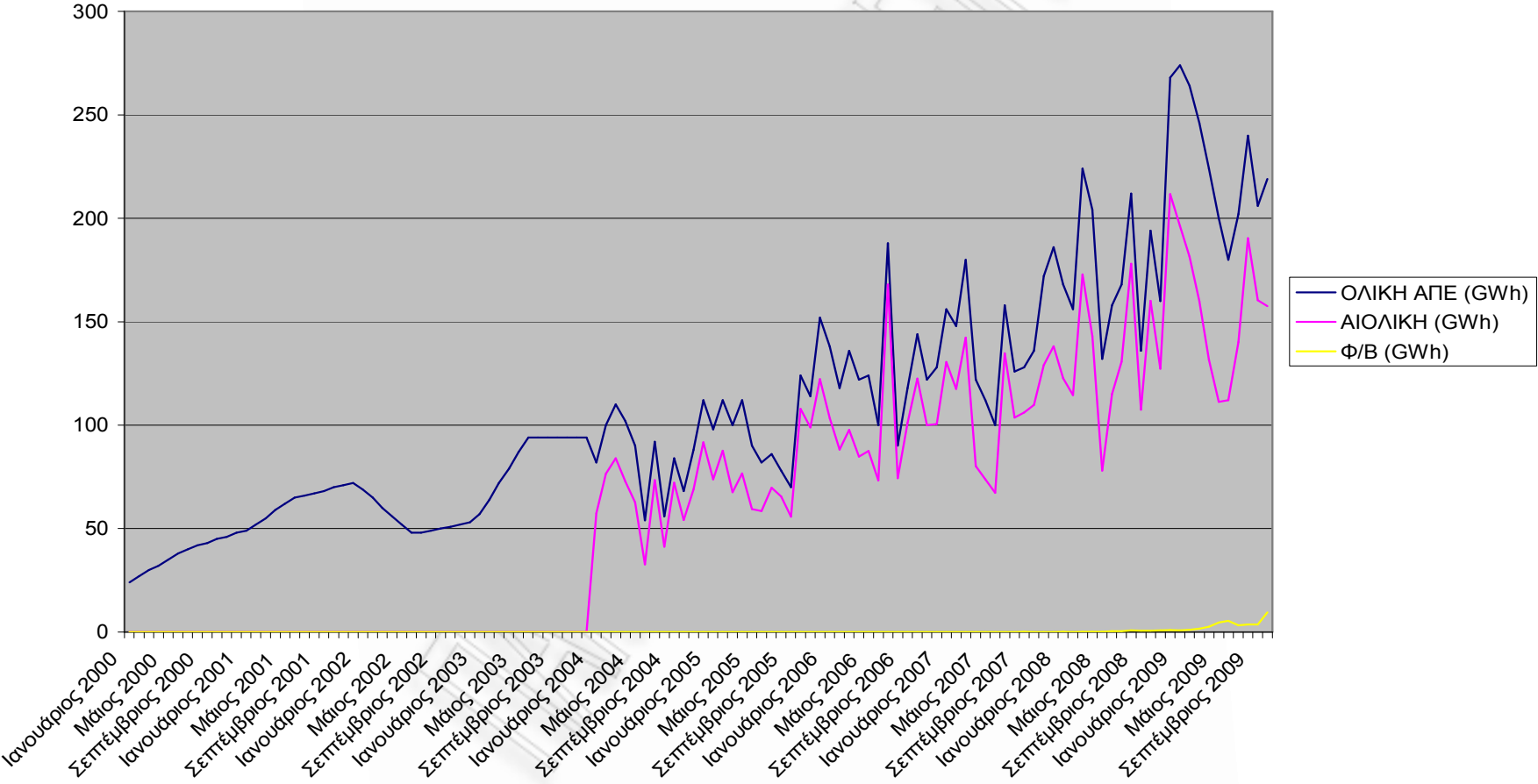
Προσεγγίζοντας τις δύο ανώτερες αναλύσεις ως σύνολο και σε μια πιο ποιοτική βάση καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η ηλιακή ενέργεια στην χώρα μας έχει οπωσδήποτε ένα ευοίωνα μέλλον. Πολλοί όπως έχουμε αναφέρει έχουν χαρακτηρίσει την Ελλάδα ως

τον επόμενο μεγάλο παίκτη στο διεθνές ηλιακό πεδίο. Και πολλοί πιστεύουν ότι δύναται να αναπτυχθεί στα πρότυπα και στο μέγεθος της Ισπανίας. Άλλωστε όλα τα απαιτούμενα κριτήρια υπάρχουν: και το υψηλό δυναμικό και το απαιτούμενο ευνοϊκό επενδυτικό πλαίσιο. Ανασταλτικοί παράγοντες βέβαια αποτελούν η γραφειοκρατία, η προσέγγιση της πολιτείας σε ένα βραχυπρόθεσμο ορίζοντα έτους και η μη ύπαρξη ολοκληρωμένων δικτύων σύνδεσης με τέτοιες επενδύσεις. Δυστυχώς και δεδομένων των λίγων αριθμητικά στοιχείων που διαθέτουμε δεν μπορούμε να κάνουμε μια μακροπρόθεσμη πρόβλεψη. Παρόλα αυτά το στατιστικό μας μοντέλο ουσιαστικά καταγράφει την προαναφερθείσα δυναμική που αν και μέχρι στιγμής κινείται σε πολύ μικρά νούμερα εγκατεστημένης ισχύος (40MW), δείχνει μια αυξητική πορεία γεωμετρικής προόδου.

#### **5.4 Συσχέτιση Μεγεθών – Συγκερασμός Αποτελεσμάτων**

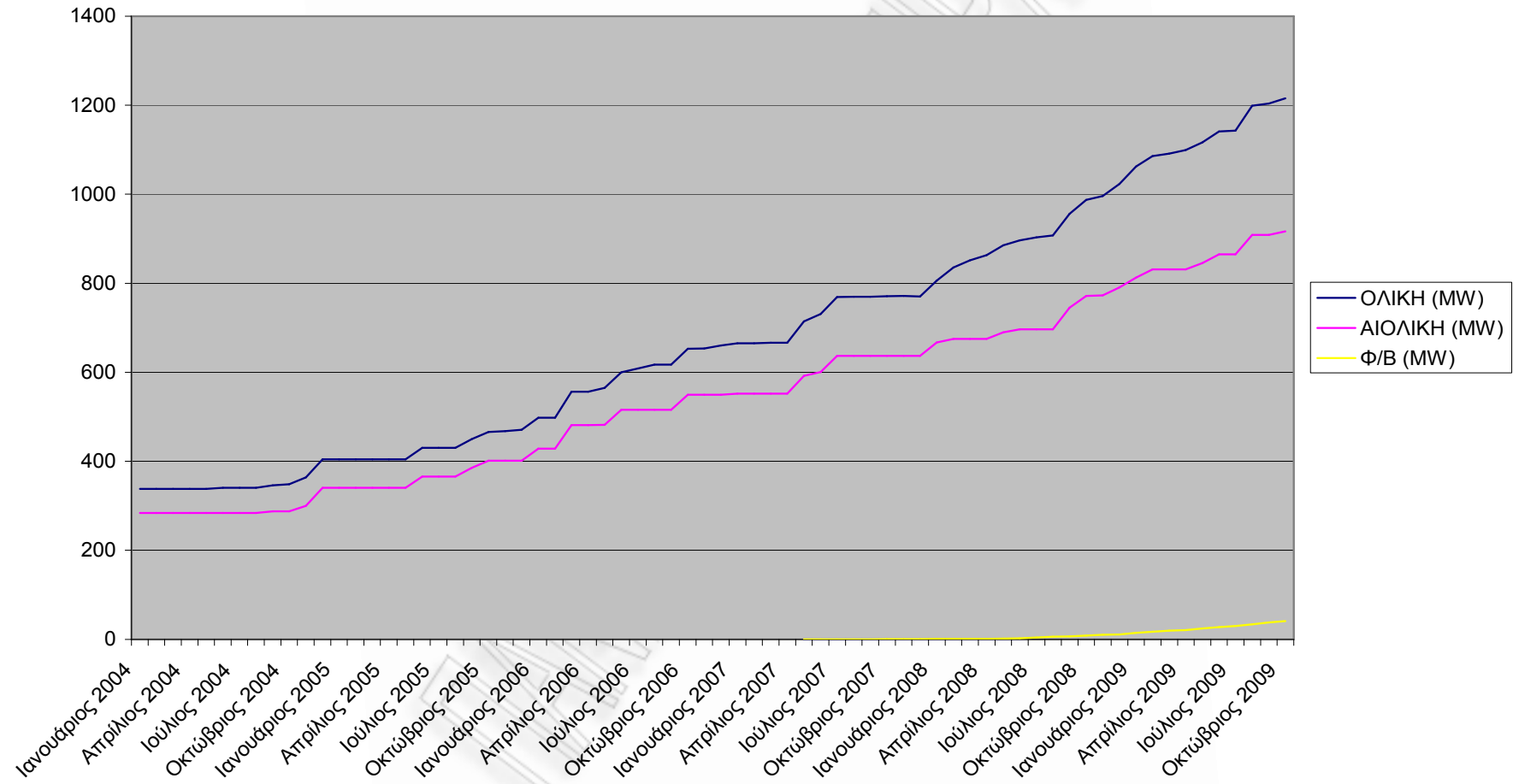
Ολοκληρώνοντας την ανάλυση μας παρατίθενται συγκεντρωτικά τα διαγράμματα εξέλιξης και προβλέψεων των ΑΠΕ και ως σύνολο και ως επί μέρους αιολικό – ηλιακό δυναμικό για να έχει ο αναγνώστης μία ολοκληρωμένη εικόνα των μεγεθών.

ΕΝΕΡΓΕΙΑ (GWh)



Διάγραμμα 5.13: Γραφική Απεικόνιση Ενέργειας

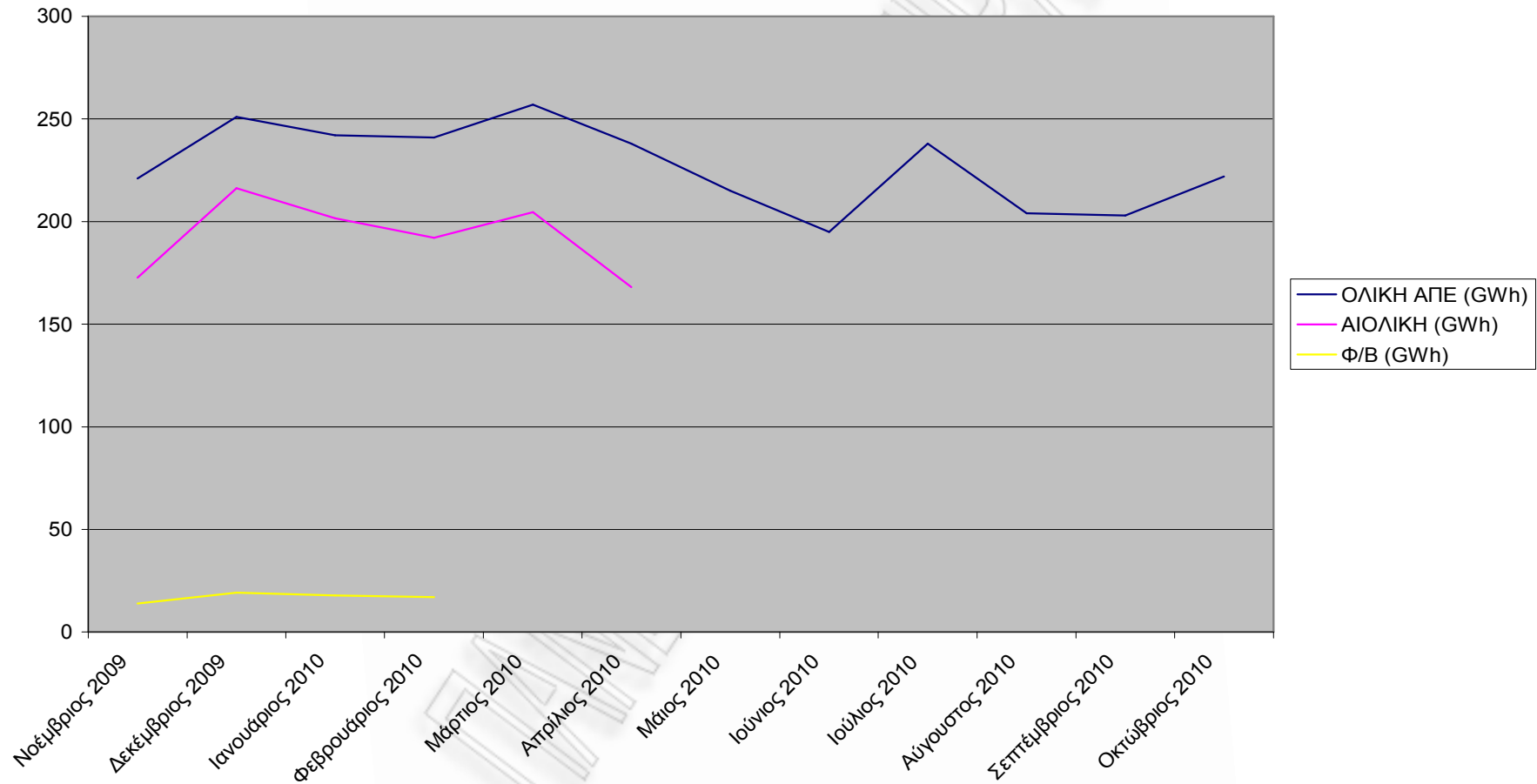
### ΙΣΧΥΣ (MW)



Διάγραμμα 5.14: Γραφική Απεικόνιση Ισχύος

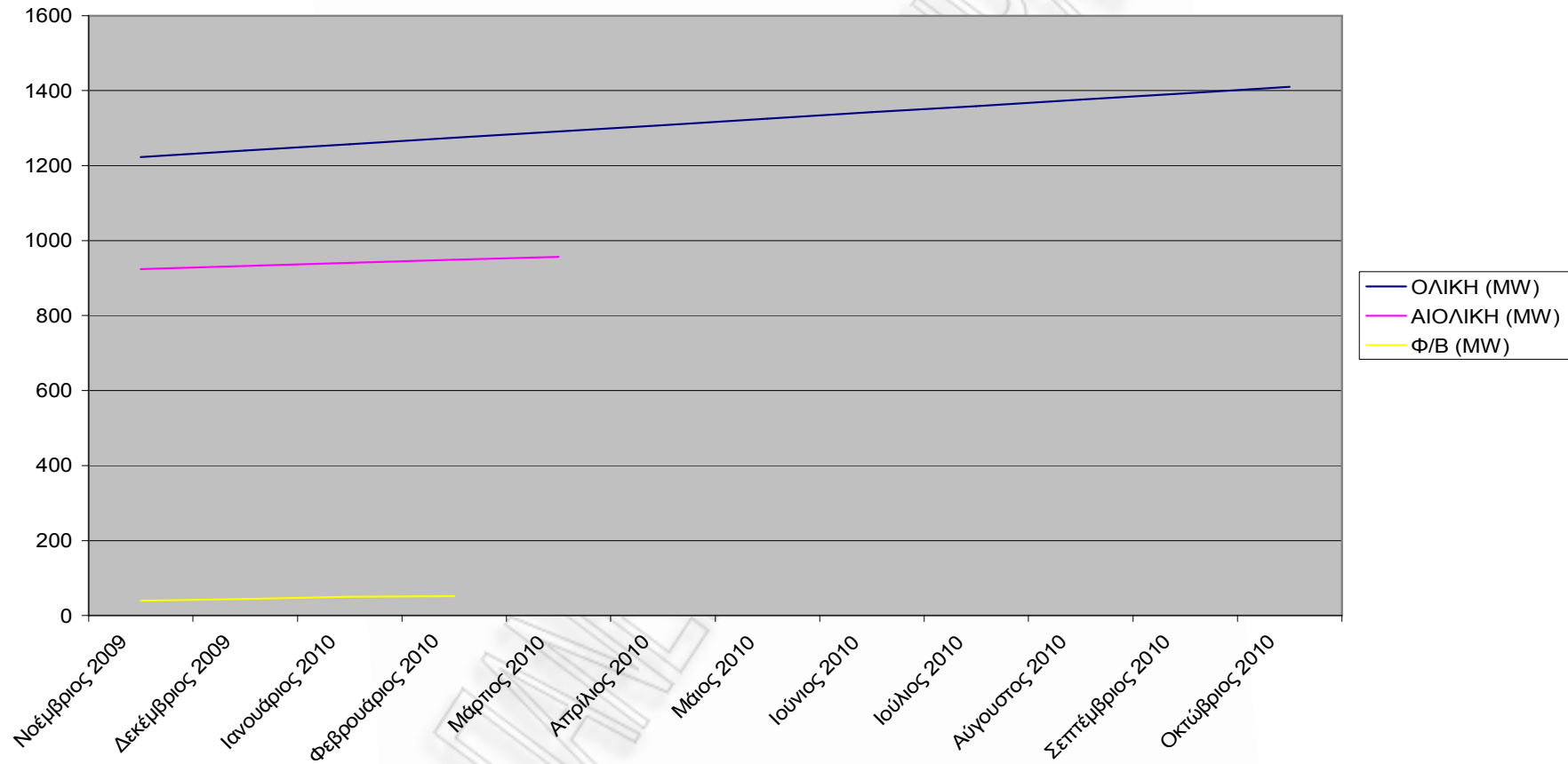


### ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Διάγραμμα 5.15: Γραφική Απεικόνιση Προβλέψεων Ενέργειας

### ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΙΣΧΥΟΣ (MW)



Διάγραμμα 5.16: Γραφική Απεικόνιση Προβλέψεων Ισχύος

Παρατηρούμε λοιπόν την ομοιότητα μεταβολής μεταξύ της συνολικής παραγόμενης ενέργειας ΑΠΕ και της επί μέρους παραγόμενης αιολικής ενέργειας. Αυτό είναι απόλυτα λογικό αφενός διότι η αιολική ενέργεια αποτελεί το κύριο κλάσμα της ενέργειας ΑΠΕ αφετέρου διότι τα δύο αυτά μεγέθη επηρεάζονται από τους ίδιους ακριβώς παράγοντες (εποχικότητα, κύκλους οικονομίας). Παρατηρούμε ταυτόχρονα την διαφορετική εξέλιξη της Φ/Β ενέργειας η οποία δεν ακολουθεί τις διακυμάνσεις του γενικότερου ενεργειακού φορτίου. Έχει αναλυθεί άλλωστε ότι η παραγωγή ενέργειας είναι απόλυτα ταυτισμένη με την κατανάλωση αυτής όχι όμως και στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών στοιχείων που αποτελούν αυτοδύναμα σε πολλές περιπτώσεις δίκτυα ή στοιχεία ελάχιστης προσθετικής δυναμικής σε ένα δίκτυο. Ένα άλλο χαρακτηριστικό επίσης των φωτοβολταϊκών είναι η μικρή τους χρονική και ποσοτική εξέλιξη σε σχέση με τους άλλους τομείς των ΑΠΕ, ένα γεγονός που παρόλα αυτά δεν μειώνει την επενδυτική τους αξία λόγω του μικρού τους κόστους, της πολυχρησιμότητάς τους και του ευνοϊκού τους επενδυτικού τους πλαισίου.

Ακριβώς στο ίδιο μήκος κύματος βρίσκεται η εξελικτική πορεία της εγκατεστημένης ισχύος που ακολουθεί την παγκόσμια τάση ανάπτυξης. Μία τάση που προωθείται και επιβάλλεται με γοργούς ρυθμούς στα χωρικά πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης η οποία θέλει και παίζει τον πρωτοπόρο στις ΑΠΕ. Μίας τάσης όμως που δεν έχει την δυναμική που θα περιμέναμε. Μίας τάσης που λόγω των πολύπλοκων γραφειοκρατικών διαδικασιών και των ιδιαίτερων πολιτειακών αποφάσεων παρουσιάζεται επιβραδύνουσα ή ελάχιστα θετικά αυξανόμενη την ώρα που το επενδυτικό ενδιαφέρον είναι σαφέστατα πολύ μεγάλο.

Σε επίπεδο προβλέψεων τώρα η ενέργεια παρουσιάζει την αναμενόμενη επαναληπτικότητα (πλην της περιπτώσεων της ηλιακής ενέργειας) με μία τάση σταθεροποίησης - μείωσης σε χρονική περίοδο έτους. Κάτι το οποίο έχει δικαιολογηθεί πλήρως εφόσον τα στατιστικά μοντέλα προβλέψεων της οικονομίας δεν περιμένουν περίοδο ανάκαμψης πριν το μέσο του 2010, εν αντιθέσει με την ενέργεια που παράγεται από Φ/Β στοιχεία η οποία παρουσιάζει μία ελαφρά ανοδική τάση αν και πρόκειται για χειμερινούς μήνες αναδεικνύοντας τα Φ/Β την πιο σημαντικά μεταβαλλόμενη (σε απόλυτους αριθμούς ενέργειας) βιομηχανία. Το ίδιο ισχύει και για την ισχύ, όπου παρατηρούμε την εγκατεστημένη ισχύ ανεμογεννητριών να αυξάνεται με μικρούς ρυθμούς σε σχέση με τους ρυθμούς ανάπτυξης των Φ/Β (αν και είναι τελείως διαφορετική η κλίμακα αναφοράς τους).

Το μειονέκτημα των εν λόγω προβλέψεων είναι το γεγονός ότι είναι εξαιρετικά βραχυπρόθεσμες εφόσον στην μία περίπτωση η πρόβλεψη είναι 12μήνου, στην δεύτερη 6μήνου και στην τρίτη 4μήνου. Κάτι το οποίο είναι απολύτως αναγκαίο μιας και μία πιο μακροπρόθεσμη πρόβλεψη θα ενείχε υψηλό ποσοστό σφάλματος και λόγω της μικρής χρονικής διάρκειας λειτουργίας τέτοιων στοιχείων σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο, το οποίο και μας δίδει ελάχιστα στατιστικά δεδομένα.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΑΙΑ

## 6° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### Κύριο Συμπέρασμα - Επίλογος

Για να γίνει κατανοητή η σημασία της ανωτέρας στατιστικής ανάλυσης όσο και των προβλέψεων αυτής χρειάζεται να προσεγγιστεί ανάμεσα σε δύο χρονικά επίπεδα αναφοράς. Πιο απλά χρειάζεται να αναφερθεί που βρισκόμαστε ως χώρα και ως κλάδος ΑΠΕ και που θέλουμε να φτάσουμε. Την συγκεκριμένη χρονική περίοδο στην Ελλάδα βρίσκονται 1.2 GWh εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ, με το 0.9 GWh από αυτά να αποτελούν ανεμογεννήτριες και τα 40 MW αυτού φωτοβολταϊκά στοιχεία την στιγμή που άλλες χώρες παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερη δυναμικότητα της τάξεως των 16 GW Γερμανία και των 4GW Ισπανία. Ο στόχος που έχει τεθεί αντίστοιχα είναι το 2020 η Ελλάδα να έχει 12 GW εγκατεστημένης ισχύος (ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της Λευκής Βίβλου του 18% της παραγόμενης ενέργειας να προέρχεται από ΑΠΕ), τα οποία να ισοδυναμούν σε 10GW ανεμογεννητριών και 1 GW περίπου Φ/Β στοιχείων. Αυτό που μας αποκάλυψε η στατιστική ανάλυση είναι ότι ο ρυθμός αύξησης της εγκατεστημένης ισχύος αιολικών πάρκων ανέρχεται στα 200-400MW ετησίως με αυξητικές τάσεις τα 600+MW (βάση του μοντέλου πρόβλεψης) και ο ρυθμός αύξησης της εγκατεστημένης ισχύος Φ/Β στοιχείων ανέρχεται στα 20 MW ετησίως με έντονα αυξητικές τάσεις για το επόμενο διάστημα (περίπου 50 MW για το 2010), οι οποίες θα φθίνουν εν συνεχεία. Σε ενεργειακό επίπεδο αντίστοιχα το πρώτο 7μηνο του 2009 έχουν παραχθεί συνολικά 31.215 TWh ηλεκτρικής ενέργειας εκ των οποίων το 1.583 TWh προέρχονται από ΑΠΕ (συμπεριλαμβανομένου των υδροηλεκτρικών εργοστασίων) ποσοστό που αντιστοιχεί στο 5% της παραγόμενης ενέργειας. Όπως αντιλαμβάνεται λοιπόν ο καθένας τα νούμερα αυτά είναι δεν είναι ιδιαίτερος αισιόδοξα σε σχέση με τις στοχοθετήσεις της χώρας. Και όλα αυτά τη στιγμή που η χώρα θέτει νέους στόχους μέσω ενός νομοσχεδίου που κατατίθεται μέσα στις μέρες και σύμφωνα με το οποίο: *καθορίζεται ως εθνικός δεσμευτικός στόχος το 20% για τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην κάλυψη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας το 2020 (αντί του 18% που προέβλεπε η Οδηγία 28/2009). Καθορίζεται αντίστοιχος εθνικός στόχος 40%, κατ' ελάχιστον, για τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην κάλυψη της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας το 2020, ο οποίος παραπέμπει στην προσθήκη άνω των 1GW εγκατεστημένης ισχύος σε ετήσια βάση μέχρι τότε κάτι το οποίο σύμφωνα με το δικό μας στατιστικό μοντέλο φαντάζει εξαιρετικά δύσκολο. Κάτι οποίο σύμφωνα με την μελέτη μας είναι εξαιρετικά δύσκολο αν όχι άπιαστο.*

Ταυτόχρονα, η Ε.Ε. στην συνεδρίαση της Κοπενχάγης ανεβάζει ακόμη πιο πολύ τον πήχη θέτοντας νέους στόχους (απώτερο στόχο την μείωση των εκπομπών ρύπων του CO<sub>2</sub> κατά τουλάχιστον 50% το 2050) : (i) Μείωση 20% των εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων μέχρι το 2020, συγκριτικά με τα επίπεδα εκπομπών του 1990. Η μείωση ενδέχεται να αυξηθεί στο 30% εφόσον επιτευχθεί διεθνής συμφωνία με ανάλογες δεσμεύσεις και από τις άλλες αναπτυσσόμενες χώρες. (ii) Μείωση κατά 20% της κατανάλωσης μέσω προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας και βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας. (iii) Το 20% της καταναλισκόμενης ενέργειας μέχρι το 2020, συγκριτικά με τα επίπεδα εκπομπών του 2005, χρειάζεται να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως π.χ. η αιολική, η ηλιακή, η υδροηλεκτρική και η χρήση βιομάζας. (iv) Τέλος, τα καύσιμα των μεταφορών πρέπει να περιλαμβάνουν βιοκαύσιμα σε ποσοστό 10%.

Αποτελούν επομένως εξαιρετικά φιλόδοξα τα σχέδια που αναφέρθηκαν παραπάνω ή η ανάλυση που πραγματοποιήσαμε είναι λανθασμένη; Τίποτε από τα δύο. Και αυτό διότι τα υπό μελέτη μεγέθη (τα οποία αναλύθηκαν σε ένα συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο) επηρεάζονται από ένα σύνολο παραγόντων, κάποιιοι από τους οποίους μεταβάλλονται ή δύνανται να μεταβληθούν μελλοντικά ώστε να δημιουργήσουν ένα ευνοϊκότερο πλαίσιο ανάπτυξης των ΑΠΕ. Άλλωστε αυτός είναι και ένας από τους στόχους της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Να αποκαλύψει και να αναλύσει την εξέλιξη όλων εκείνων των παραγόντων που επηρεάζουν είτε θετικά είτε αρνητικά τα παραπάνω μεγέθη και οι οποίοι παρουσιάζονται περιληπτικά παρακάτω:

**(i) Το γενικότερο παγκόσμιο περιβάλλον, με κύρια χαρακτηριστικά:**

- Βελτιστοποίηση της ενεργειακής αποδοτικότητας
- Στροφή στην πράσινη οικονομία
- Κίνητρα για επενδύσεις σε οικολογικές μορφές ενέργειας

**(i) Το ισχύον επενδυτικό περιβάλλον στην Ελλάδα το οποίο αποτελεί ένα από τα ευνοϊκότερα στην Ευρώπη**

- Προτεραιότητα στην πώληση της παραγόμενης ενέργειας στο Διαχειριστή του Συστήματος
- Υψηλές τιμές πώλησης της παραγόμενης ενέργειας (feed in tariffs)
- 20ετούς διάρκειας συμφωνία αγοράς ενέργειας (Power Purchase Agreement, PPA)
- Ευνοϊκό, μακροπρόθεσμο θεσμικό πλαίσιο που διασφαλίζει αξιοπιστία και μακροχρόνιο σχεδιασμό στις επενδύσεις
- Επιχορήγηση ή/και επιδότηση χρηματοδοτικής μίσθωσης έως 40 %\*

- Φορολογική απαλλαγή έως 40 %
- Επιδότηση του κόστους της δημιουργούμενης απασχόλησης έως 40%.

**(ii) Ιδιαίτερα γεο-μορφολογικά χαρακτηριστικά της χώρας μας**

- Υψηλό Επίπεδο Ηλιοφάνειας
- Υψηλό Επίπεδο Ανέμων (τόσο σε παράκτιες όσο και σε ηπειρωτικές περιοχές)
- Υψηλό Κόστος Ηλεκτρικής Παροχής σε Νησιωτικά Συμπλέγματα
- Αντίστοιχα χαμηλή κατανάλωση Ενέργειας σε αυτά

**(iii) Εξέλιξη της τεχνολογίας**

- Αξιόπιστη Τεχνολογία Υψηλής Απόδοσης
- Μείωση Κόστους σε σχέση με την παρεχόμενη ισχύ
- Μείωση των μειονεκτημάτων τους

**(iv) Το γενικότερο κοινωνικό – πολιτικό – νομοθετικό πλαίσιο της χώρας**

- Ατελείωτη γραφειοκρατία και πλήθος αδειών που απαιτούνται για την ολοκλήρωση ενός έργου.
- Η συριακή ακολουθία των διαδικασιών όπου η μία αποτελεί προϋπόθεση της ολοκλήρωσης κάποιας άλλης, ενώ θα μπορούσαν να είναι παράλληλες.
- Οι αποφάσεις για μέγιστα πλαφόν εγκατεστημένης ισχύος σε συγκεκριμένα χρονικά πλαίσια.
- Η έλλειψη του Ειδικού Χωροταξικού για τις ΑΠΕ η καθυστέρηση του οποίου καθυστερεί τις αποφάσεις του Συμβουλίου της επικρατείας και την σχετική ολοκλήρωση των έργων που έχουν παραπεμφθεί εκεί.
- Η καθυστέρηση ολοκλήρωσης των έργων της ΜΑΣΜ που περιορίζει την δυνατότητα διασύνδεσης με το δίκτυο αρκετών έργων κυρίως στην πλούσια σε αιολικό δυναμικό Εύβοια.
- Και τέλος η τοπική κοινωνία, η οποία κυρίως λόγω έλλειψης πληροφόρησης οδηγείτε σε λάθος συμπεράσματα για την επίπτωση των ανεμογεννητριών στο περιβάλλον.

Γίνεται αντιληπτό λοιπόν ότι κάποιοι από τους παραπάνω παράγοντες έχουν στατική ισχύ και κάποιοι άλλοι δυναμική (το νέο νομοσχέδιο π.χ. έρχεται να καταπολεμήσει την κωλυσιεργία της γραφειοκρατίας και των σειριακών υποδομών). Κρίνουμε σκόπιμο λοιπόν ως αντικείμενο μελέτης μίας άλλης εργασίας την ανάλυση των δεδομένων και την πραγματοποίηση προβλέψεων σε ένα μελλοντικό περιθώριο χρόνου όπου οι

επενδυτικές και όχι μόνο συνθήκες πιθανόν να έχουν αλλάξει. Άλλωστε ο κλάδος των ΑΠΕ βρίσκεται μόλις στην αρχή της δημιουργίας του. Όλα δείχνουν (όπως και η παρούσα διπλωματική εργασία) ότι η ανάπτυξη του θα αποτελέσει κύριο χώρο επενδυτικού ενδιαφέροντος, πολιτικού προσανατολισμού και εν τέλει κοινωνικής απαίτησης.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΑΙΑ



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική (Βιβλίο)

Θανόπουλος Γ., 2006, Διεθνείς Επιχειρήσεις Interbooks, Αθήνα

Σφακιανάκης Μιχάλης, Μάρτιος 2002, Πρακτική Πληροφορική και Εφαρμογές, Πατάκης, Αθήνα

Παπαδάκης Μ., Τσίμπος Κ. & Μουρελάτος Αλ., 1997, Στατιστική Ανάλυση δεδομένων με το λογισμικό StatGraphics, Σταμούλης, Αθήνα

### Ξενόγλωσση (Άρθρο)

A. Mcculloch and JohnM, 27 May 1989, Last Greenhouse Effect, Elsevier, Volume 333, Issue 8648, Pages 1208-1209

Bates B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, June 2008, Climate Change and Water, IPCC, IPCC Technical Paper VI, Geneva, 210 pp.

A. McMichael, R. Woodruff, S. Hales, 2006, Climate change and human health: present and future risks, The Lancet, Volume 367, Issue 9513, Pages 859-869

Stern, N., S. Peters, V. Bakhshi, A. Bowen, C. Cameron, S. Catovsky, D. Crane, S., Cruickshank, S. Dietz, N. Edmonson, S.-L. Garbett, L. Hamid, G. Hoffman, D., Ingram, B. Jones, N. Patmore, H. Radcliffe, R. Sathiyarajah, M. Stock, C. Taylor, T., Vernon, H. Wanjie, and D. Zenghelis, 2006, Stern Review: The Economics of Climate Change, HM Treasury, London.

Julia K. Steinberger, Gohan van Niel, Dominique Bourg Energy Policy, 25 October 2008, Profiting from negawatts: Reducing absolute consumption and emissions through performance-based energy economy, Elsevier, Energy Policy 37 (2009) 361-370

Jaccard et al, 1997, From equipment to infrastructure: community energy management and greenhouse gas emission reduction. Energy Police 25 (13), 1065

Gale A. Boyd and Joseph X. Pang, May 2000, Estimating the linkage between energy efficiency and productivity, Elsevier, Volume 28, Issue 5, Pages 289-296

Sami Miketa and Peter Mulder, May 2005, Energy productivity across developed and developing countries in 10 manufacturing sectors: Patterns of growth and convergence, Energy Economics, Elsevier, Volume 27, Issue 3, Pages 429-453

John Dimitropoulos, December 2007, Energy productivity improvements and the rebound effect: An overview of the state of knowledge, Energy Policy, Elsevier, Volume 35, Issue 12, Pages 6354-6363

Karen Fisher-Vanden, Gary H. Jefferson, Ma Jingkui and Xu Jianyi, November 2006, Technology development and energy productivity in China, Energy Economics, Elsevier Volume 28, Issues 5-6, Pages 690-705

## **Ελληνική (Άρθρο)**

Γ. Λ. Γληνού, Δ. Α. Παπαχρήστου και Α. Μ. Παπαδόπουλος, 2006, Η Εκμετάλλευση της Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα: Αναδρομή, Παρούσα Κατάσταση και Προοπτικές, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή

Theocharis Tsoutsos, Ioannis Mavrogiannis, Nikolas Karapanagiotis, Stathis Tselepis, Dimosthenis Agoris, June 2003, An analysis of the Greek photovoltaic market, Centre for Renewable Energy Sources (CRES), Greece

## **Ξενόγλωσση (Συλλογικός Τόμος)**

Diana Farrell Jaana Remes Florian Bressand Mark Laabs, Anjan Sundaram February 2007, McKinsey Global Institute

World Energy Outlook 2006, International Agency, 2006

McKinsey Global Institute, October 2007, The New Power Brokers: How oil, Asia, Hedge Funds and private equity are shaping global capital markets

Mark Ellis, Nigel Jollands, Lloyd Harrington and Alain Meier, 2007, Do Energy Efficient Appliances Cost More?, European Council for Energy Efficient Economy.

Stephen H. Wade, 2005, Price Responsiveness in the AEO2003 NEMS Residential and Commercial Buildings Sector Models, Energy International Association

Carbon Disclosure Project Report, 2007, Global FT500

Photovoltaic Technology Platform, 2007, A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology, [www.eupvplatform.org/](http://www.eupvplatform.org/)

Edwin Koot, July 2008, The global PV market: fasten your seatbelts, Analyses of market demand to 2010, Solar Plaza

Aarkstore, Global Solar Photovoltaic Market Analysis and Forecasts to 2020

SolarPlaza, June 2008; Data source: BSW

EUROSERV'ER, March 2009, PV Varometro 2008

PV Status Report 2009, European Commission, Joint Research Centre

Dr. Murray Cameron, 23-09-2009, European Photovoltaic Industry Association Global market outlook for photovoltaics until 2013, EPIA

EU PV Market Overview, 2008, Athens Workshop, EPIA, [www.epia.org](http://www.epia.org)

C.R.E.S., 2002, Final Report by C.R.E.S - Department of Energy Information Systems 2001

Renewable Energy Sources Statistics, 2000, Cres

The State of Renewable Energies In Europe, 8<sup>th</sup> EurOserv'ER Report, 2008

The Greek PV Market - Opportunities for investments in Greece - Hellenic Association of Photovoltaic Companies, September 2007, HELAPCO

Pavan Sukhdev, 2008, Loss of Natural Capital Costs More Than Bank Crisis, Deutsche Welle, Environment, <http://www.dwworld.de/dw/article/0,2144,3718168,00.html>

EuPD Research, EuPD\_Research\_Proposal\_Greece, <http://www.eupd-research.com/en/home/>

Greece Hellenic Association of Photovoltaic Companies (HELAPCO), The Greek PV Market Opportunities for investments in Greece Hellenic Association of Photovoltaic Companies (HELAPCO) September 2007, HELAPCO

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

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

### **Ελληνική (Συλλογικός Τόμος)**

Ανάλυση Αγοράς 2009, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Hellastat, [www.hellastat.eu](http://www.hellastat.eu)

### **Ξενόγλωσση (Άρθρα σε εφημερίδες)**

Stahel, W.R., 2006, The performance economy, Palgrave Macmillan, New York

George Monbiot, 14 October 2008, Sustainable Development Commission, Gurdian, This stock collapse is petty when compared to the nature crunch

Bill Emmott, 2009, Times of London: OPEC's Greed will Herald the End of the Oil Age, <http://www.cfr.org/publication/20072/times.of.london.html>

Toni Johnson, July 7, 2009, Economic Challenges for Climate Change Policy, <http://www.cfr.org/publication/16009/economic.challenges.for.climate.change.policy.html>

Nasa at science: How do photovoltaics work, <http://science.nasa.gov/default.htm>

PV Market Expected To Reach \$32 Billion by 2012 Photovoltaics: Global Markets & Technologies, 2008, BCC Research, <http://www.environmentalleader.com/2008/01/04/pv-market-expected-to-reach-32-billion-by-2012/>

Diana Farrell, September 17, 2008, Boosting Europe's Energy Productivity, Business Week

Jonathan Woetzel, 2008, Profiting from innovation, energy productivity, China Daily

### **Ελληνική (Άρθρα σε Εφημερίδες)**

Ναυτεμπορική, <http://www.naftemporiki.gr/news/static/09/03/17/1642024.htm>

Κ. Φαίτζόγλου, 04-06-2009, Η Αιολική Ενέργεια στην Ελλάδα, Καθημερινή, <http://news.kathimerini.gr/4dcgi/.w.articles.ell.1.04/06/2009.317264>

Α. Ζερβός, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος ΕWEA, Η Ανάπτυξη της Αιολικής Ενέργειας στην Ευρώπη, Ελληνικός Σύνδεσμος Ηλεκτροπαραγωγών από ΑΠΕ, <http://www.hellasres.gr/Greek/THEMATA/ARTHRA/zervos.htm>

## Πηγές

Science Museum of London ([www.sciencemuseum.org.uk](http://www.sciencemuseum.org.uk))

London Accord, [www.london-accord.co.uk](http://www.london-accord.co.uk)

Βικιπέδια, <http://el.wikipedia.org>

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

Q-Shells SE Company, <http://www.q-cells.com/en/company/index.html>

JA Solar Company, [www.jasolar.com](http://www.jasolar.com)

U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy, <http://www.eere.energy.gov/>

EWEA, European Wind Energy Association, <http://www.ewea.org/index.php>

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

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

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

European commission Joint Research Centre: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvngis/countries/countries-europe.htm>

European Commission, Energy Research, <http://ec.europa.eu/research/energy.htm>

Energy Efficiency & Renewable Energy, [http://www.eere.energy.gov/de/power\\_generation.html](http://www.eere.energy.gov/de/power_generation.html)

Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, ΠΑΕ, [www.rae.gr](http://www.rae.gr)

ΔΕΣΜΗΕ, [www.desmhe.gr](http://www.desmhe.gr)

Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών, <http://www.helapco.gr>

Δικτυακή πύλη ΑΠΕ, [www.aenaon.net](http://www.aenaon.net)

Υπουργείου Ανάπτυξης, [www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)

Υπουργείο Χωροταξίας Περιβάλλοντος, [www.minev.gr](http://www.minev.gr)

Υπουργείου Οικονομικών, [www.mnec.gr](http://www.mnec.gr)

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

ΚΑΠΕ, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμηση Ενέργειας, <http://www.cres.gr/kape/energeia.politis/energeia.politis.wind.htm>

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

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### 7.1. Στατιστική Ανάλυση

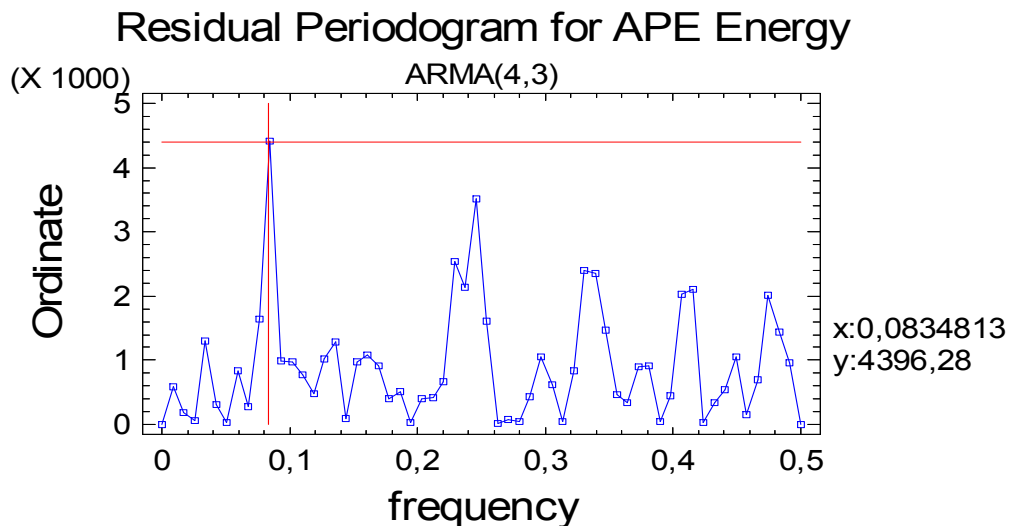
Όπως αναλύθηκε στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο η στατιστική ανάλυση μίας χρονοσειράς περιλαμβάνει τα παρακάτω 3 βασικά βήματα:

- Έλεγχος Εποχικότητας
- Επιλογή Βέλτιστου Μοντέλου
- Προβλέψεις

Παρακάτω ακολουθούν οι αναλύσεις για όλες τις περιπτώσεις χρονοσειρών που χρησιμοποιήθηκαν (6 στο σύνολο) με σκοπό πρωτίστως να παρουσιαστεί πλήρως η μαθηματική διαδικασία που ακολουθήθηκε και δευτερευόντως να αιτιολογηθεί η επιλογή του μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε για την εκμείευση προβλέψεων και κατά συνέπεια αποτελεσμάτων.

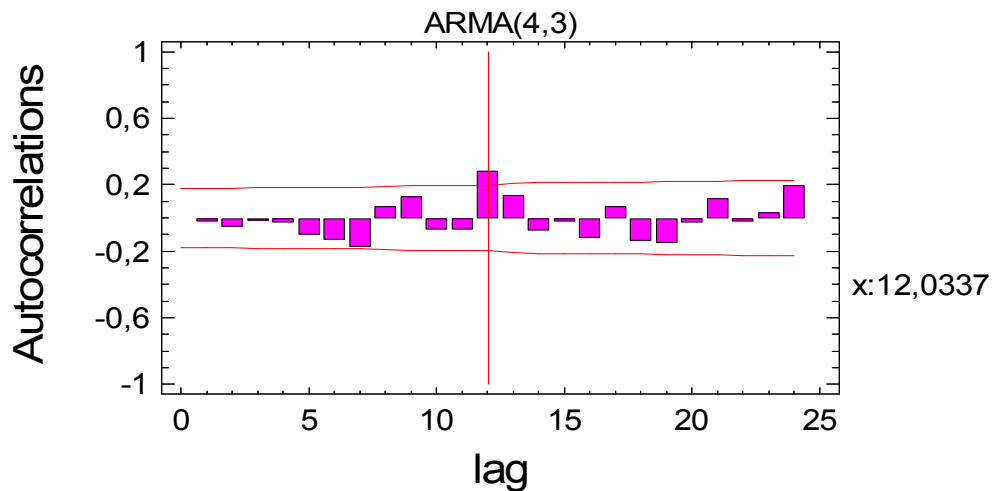
#### 7.1.1. Στατιστική Ανάλυση Ενέργειας Παραγόμενη από ΑΠΕ

Εισάγοντας τα δεδομένα στο λογισμικό πακέτο Stat Graphic και αναζητώντας την εποχικότητα της χρονοσειράς ελέγχουμε τα 2 ακόλουθα διαγράμματα:



Διάγραμμα 7.1: Περιοδιόγραμμα ανά συχνότητα Ενέργειας

## Residual Autocorrelations for APE Energy



Διάγραμμα 7.2: Διάγραμμα Χοάνης Ενέργειας

Από τα παραπάνω δύο διαγράμματα βγαίνει το συμπέρασμα της ύπαρξης εποχικότητας με συχνότητα 12μηνου. Προχωράμε λοιπόν στο στάδιο της επιλογής του βέλτιστου μοντέλου:

Πίνακας 7.1: Πίνακας κριτηρίου Akaike (Ενέργεια ΑΠΕ)

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(D)	19,4558	14,8611	16,0599	0,120696	-3,7404	5,98757
(E)	19,1634	14,4434	14,8493	1,71871	-1,70348	5,94019
(F)	19,9028	14,9258	15,1109	1,98083	-1,72086	6,01591
(G)	21,2512	14,8162	12,6862	3,64265	1,78859	6,11283
(H)	20,0845	13,9304	12,4948	4,55956	2,45123	6,01699
(I)	20,0239	14,9186	14,5127	2,30058	1,19863	6,01095
(J)	19,675	13,9622	12,9941	2,15463	-0,60824	5,99288
(K)	20,2098	15,505	15,8567	1,26235	-0,324839	6,02943
(L)	22,0592	16,2273	14,6425	0,0417443	-3,96109	6,23874
(M)	58,7677	47,2658	57,6072	-1,18545E-13	-33,0222	8,16428
(N)	25,4573	16,1258	14,6852	1,37948	-3,60479	6,52528
(O)	22,5954	14,2664	11,8343	2,12178	-0,878342	6,35515
(P)	19,2293	13,5546	13,3811	0,0478081	-2,30921	6,1009
(Q)	19,5096	13,3618	13,1186	0,463991	-2,09503	6,19822
(R)	22,4172	14,5938	13,2152	-0,0215675	-2,42015	6,54444

Πίνακας 7.2: Πίνακας Ελέγχου τεστ (Ενέργεια ΑΠΕ)

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(D)	19,4558	OK	*	***	OK	**
(E)	19,1634	OK	OK	***	OK	***
(F)	19,9028	OK	**	***	OK	***
(G)	21,2512	OK	OK	*	OK	***
(H)	20,0845	OK	OK	OK	OK	***
(I)	20,0239	OK	***	OK	OK	***
(J)	19,675	OK	*	OK	OK	***
(K)	20,2098	*	**	OK	OK	***
(L)	22,0592	OK	*	OK	OK	***
(M)	58,7677	***	***	***	***	***
(N)	25,4573	OK	OK	***	*	***
(O)	22,5954	OK	*	***	OK	***
(P)	19,2293	*	OK	***	OK	***
(Q)	19,5096	OK	OK	***	OK	***
(R)	22,4172	***	*	***	OK	***

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το βέλτιστο μοντέλο λαμβανομένου υπόψη του κριτηρίου ελαχίστου AIC είναι το (E), το οποίο ωστόσο παρουσιάζει αποτυχία ελέγχου σε τρία τεστ σε βαθμό εμπιστοσύνης 95% και 99,5% αντίστοιχα. Ταυτόχρονα υπάρχει ένα άλλο μοντέλο το (H) το οποίο παρουσιάζει ελάχιστη διαφοροποιημένη τιμή AIC και μία επιτυχία στα τεστ παραπάνω. Κατά συνέπεια, θα επιλέξουμε το μοντέλο (H) σύμφωνα με το οποίο:

Πίνακας 7.3: Αναφορά Ανάλυσης Δεδομένων (Ενέργεια ΑΠΕ)

### Analysis Summary

Data variable: APE Energy

Number of observations = 117

Start index = 1/00

Sampling interval = 1,0 month(s)

Length of seasonality = 12

Πίνακας 7.4: Αναφορά Ανάλυσης Προβλέψεων (Ενέργεια ΑΠΕ)

### Forecast Summary

Seasonal adjustment: Multiplicative

Forecast model selected: Simple exponential smoothing with alpha = 0,3752

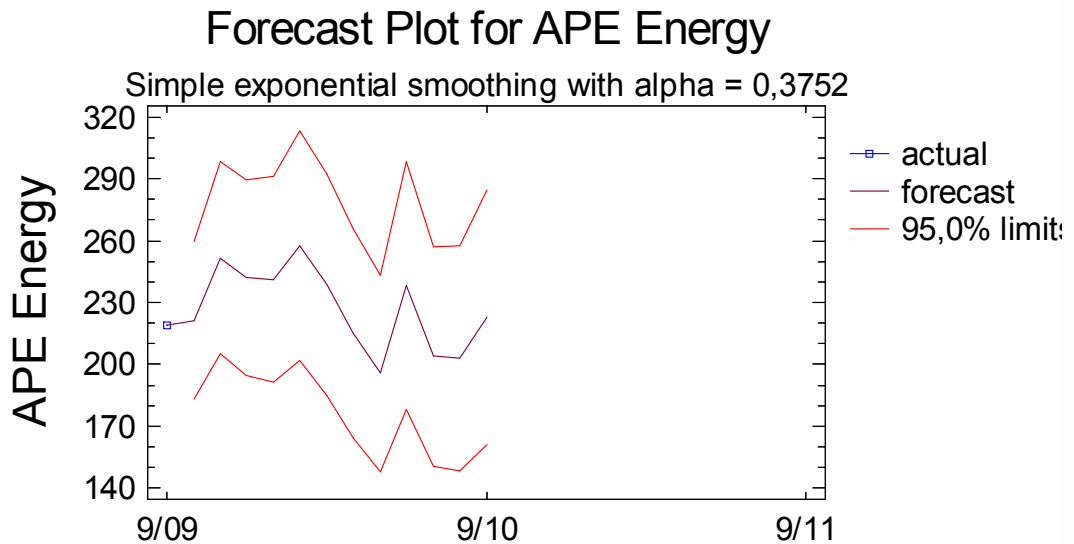
Number of forecasts generated: 12

Number of periods withheld for validation: 0

Statistic	Estimation Period	Validation Period
RMSE	20,0845	
MAE	13,9304	
MAPE	12,4948	
ME	4,55956	
MPE	2,45123	

**Πίνακας 7.5:** Στοιχεία Πρόβλεψης (Ενέργεια ΑΠΕ)

Period	Forecast	Lower 95,0% Limit	Upper 95,0% Limit
11/09	221,401	183,052	259,75
12/09	251,731	205,161	298,301
1/10	242,004	194,551	289,457
2/10	241,112	191,305	290,919
3/10	257,423	201,677	313,169
4/10	238,559	184,622	292,496
5/10	215,067	164,473	265,662
6/10	195,598	147,86	243,336
7/10	238,307	178,119	298,495
8/10	204,045	150,831	257,258
9/10	203,205	148,59	257,82
10/10	222,904	161,268	284,54

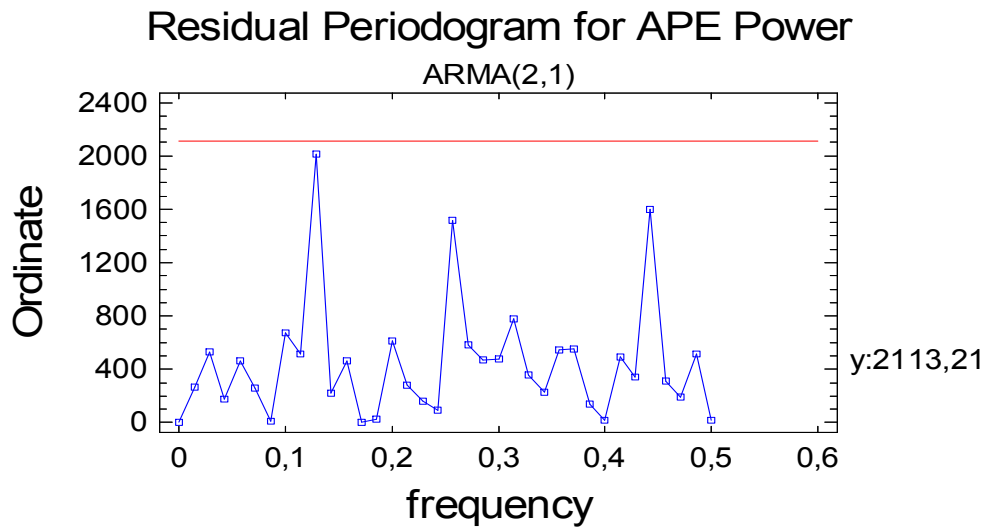


**Διάγραμμα 7.3:** Διάγραμμα Προβλέψεων Ενέργειας ΑΠΕ

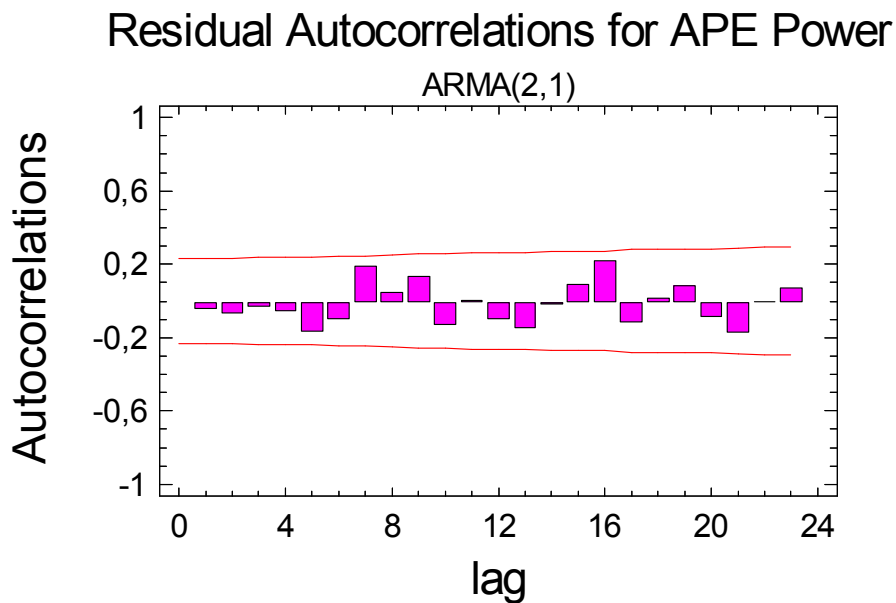


### 7.1.2. Στατιστική Ανάλυση Συνολικά Εγκατεστημένης Ισχύος ΑΠΕ

Ελέγχουμε αρχικά την εποχικότητα:



Διάγραμμα 7.4: Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Ισχύος ΑΠΕ



Διάγραμμα 7.5: Διάγραμμα Χοάνης Ισχύος ΑΠΕ

Από τα παραπάνω στοιχεία φαίνεται όπως άλλωστε ήταν αναμενόμενο ότι δεν υπάρχει εποχικότητα. Δεδομένου αυτού, προχωράμε στην επιλογή του μοντέλου πρόβλεψης:

Πίνακας 7.6: Αναφορά Ανάλυσης Δεδομένων (Ισχύος ΑΠΕ)

### Analysis Summary

Data variable: APE Power

Number of observations = 70

Start index = 1/04

Sampling interval = 1,0 month(s)

Πίνακας 7.7: Αναφορά Ανάλυσης Προβλέψεων (Ισχύος ΑΠΕ)

### Forecast Summary

Seasonal adjustment: Multiplicative

Forecast model selected: Holt's linear exp. smoothing with alpha = 0,9146 and beta = 0,069

Number of forecasts generated: 12

Number of periods withheld for validation: 0

Statistic	Estimation Period	Validation Period
RMSE	15,6887	
MAE	11,6746	
MAPE	1,83071	
ME	2,35665	
MPE	0,294889	

Πίνακας 7.8: Πίνακας κριτηρίου Akaike (Ισχύος ΑΠΕ)

Estimation Period	Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(D)		19,6293	16,2933	2,79428	-5,2028E-12	-0,118965	6,03977
(E)		21,2741	17,3994	2,99054	0,00707508	-0,0674963	6,17212
(F)		19,7784	16,6462	2,95111	0,552971	-0,0673205	6,02632
(G)		32,4717	25,8413	3,65375	25,8301	3,6523	6,96074
(H)		20,0921	12,4167	1,77319	12,3841	1,76896	6,02922
(I)		16,5314	12,693	1,93487	1,43282	0,292339	5,6391
(J)		<b>15,6887</b>	<b>11,6746</b>	<b>1,83071</b>	<b>2,35665</b>	<b>0,294889</b>	<b>5,56303</b>
(K)		17,5594	13,9724	2,14851	-0,915733	-0,1705	5,75974
(M)		270,266	228,707	40,3008	-1,16935E-13	-17,7741	11,2274
(N)		16,2703	12,4154	2,0865	2,1968	-0,0393819	5,63583
(O)		15,5603	11,6879	1,83302	0,867411	0,113104	5,60373
(P)		15,8383	11,5619	1,80028	1,09215	0,171345	5,69629
(Q)		15,93	11,8312	1,85131	0,937425	0,180693	5,76498
(R)		15,7782	11,7044	1,84693	-0,0596853	-0,0871376	5,80298
(S)		15,9042	10,9468	1,69285	2,19604	0,470653	5,87603

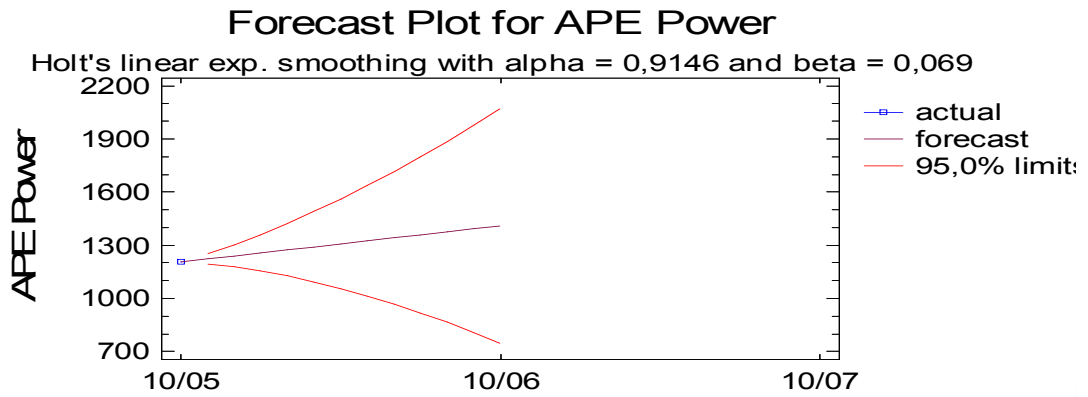
Πίνακας 7.9: Πίνακας Ελέγχου τεστ (Ισχύος ΑΠΕ)

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(D)	19,6293	***	***	***	OK	OK
(E)	21,2741	***	***	***	OK	OK
(F)	19,7784	***	***	***	OK	OK
(G)	32,4717	**	**	***	**	OK
(H)	20,0921	OK	*	OK	OK	OK
(I)	16,5314	**	OK	*	OK	OK
(J)	15,6887	OK	OK	OK	OK	OK
(K)	17,5594	**	*	**	OK	OK
(M)	270,266	***	***	***	***	**
(N)	16,2703	OK	*	OK	*	OK
(O)	15,5603	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	15,8383	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	15,93	OK	*	OK	OK	OK
(R)	15,7782	OK	OK	OK	OK	OK
(S)	15,9042	OK	OK	OK	OK	OK

Πίνακας 7.10: Στοιχεία Πρόβλεψης (Ισχύος ΑΠΕ)

**Model: Holt's linear exp. smoothing with alpha = 0,8977 and beta = 0,0777**

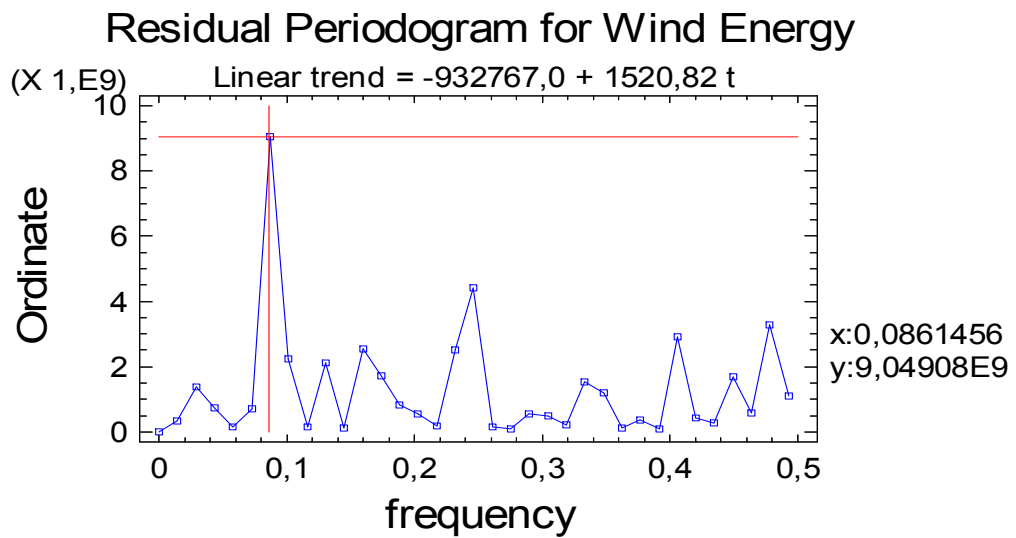
Period	Forecast	Lower 95,0% Limit	Upper 95,0% Limit
11/09	1223,61	1193,3	1253,92
12/09	1240,57	1177,38	1303,75
1/10	1257,52	1154,96	1360,08
2/10	1274,47	1126,88	1422,07
3/10	1291,43	1093,75	1489,1
4/10	1308,38	1056,04	1560,72
5/10	1325,34	1014,1	1636,57
6/10	1342,29	968,197	1716,38
7/10	1359,24	918,577	1799,91
8/10	1376,2	865,434	1886,96
9/10	1393,15	808,934	1977,37
10/10	1410,11	749,226	2070,98



**Διάγραμμα 7.6:** Διάγραμμα Προβλέψεων Ισχύος 2009-2010

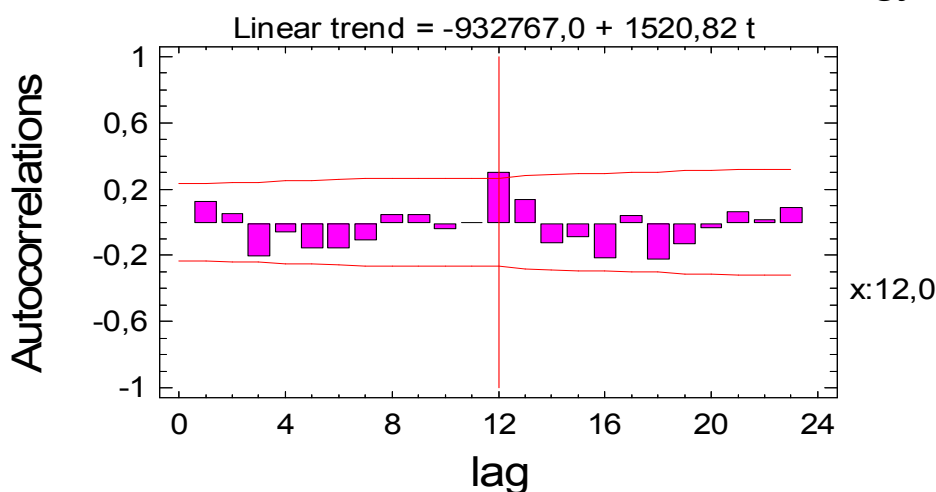
### 7.1.3. Στατιστική Ανάλυση Ενέργειας Παραγόμενη από Ανεμογεννήτριες

Παρακάτω παρουσιάζονται τα 2 διαγράμματα τα οποία αποδεικνύουν την ύπαρξη περιοδικότητας στο φαινόμενο ανά 12 μήνες.



**Διάγραμμα 7.7:** Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Ενέργειας Παραγόμενης από Ανεμογεννήτριες

## Residual Autocorrelations for Wind Energy



Διάγραμμα 7.8: Διάγραμμα Χοάνης Ενέργειας Παραγόμενης από Ανεμογεννήτριες

Και προχωρώντας στην πρόβλεψη:

Πίνακας 7.11: Πίνακας κριτηρίου Akaike (για την ενέργεια παραγόμενη από ανεμογεννήτριες)

Estimation Period	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(D)	19772,7	15150,2	14,8492	-221,466	-3,12717	19,8698
(E)	19694,7	15287,6	14,7764	1340,83	-1,54978	19,8333
(F)	19643,4	15185,6	14,6822	1363,21	-1,54404	19,8281
(G)	23826,5	18518,8	17,4657	2888,72	-0,660789	20,1571
(H)	21816,4	16681,5	15,8741	5706,64	2,17583	20,0094
(I)	21433,6	16847,9	16,1906	3855,94	1,63532	19,974
(J)	20812,1	15973,8	15,408	1951,68	-0,820317	19,9437
(K)	21425,4	16840,6	16,384	1475,92	-0,290564	19,9732
(L)	24233,4	18487,2	15,5355	3811,13	0,584092	20,2767
(M)	40017,0	32360,0	36,1376	3,40931E-11	-15,8563	21,2227
(N)	28002,2	20968,3	21,0529	3414,77	-3,84198	20,5658
(O)	25883,5	18836,7	17,8319	4304,38	-0,35315	20,5227
(P)	20954,1	14216,4	12,4629	542,86	-1,61573	20,2145
(Q)	16282,4	9278,83	8,01968	1287,43	0,293389	19,8242

Πίνακας 7.12: Πίνακας Ελέγχου τεστ (της ανάλυσης της ενέργεια παραγόμενη από ανεμογεννήτριες)

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(D)	19772,7	OK	OK	OK	OK	*
(E)	19694,7	OK	OK	OK	OK	*
(F)	19643,4	OK	OK	OK	OK	*
(G)	23826,5	OK	OK	OK	OK	*
(H)	21816,4	OK	OK	OK	OK	**
(I)	21433,6	OK	OK	OK	OK	**
(J)	20812,1	OK	OK	OK	OK	**

(K)	21425,4	OK	OK	OK	OK	**
(L)	24233,4	OK	OK	OK	OK	*
(M)	40017,0	OK	***	***	***	OK
(N)	28002,2	OK	OK	**	*	OK
(O)	25883,5	OK	OK	*	OK	*
(P)	20954,1	OK	OK	OK	OK	***
(Q)	16282,4	OK	OK	*	OK	***

Παρατηρούμε λοιπόν πλήθος μοντέλων με καλύτερη συμπεριφορά στα τεστ και λίγο υψηλότερη τιμή στο βασικό κριτήριο. Κατά συνέπεια θεωρούμε βέλτιστη επιλογή το μοντέλο (F) S-curve trend =  $\exp(21,866 + -7062,18 / t)$ :

**Πίνακας 7.13:** Αναφορά Ανάλυσης Δεδομένων (ενέργειας παραγόμενης από ανεμογεννήτριες)

### Analysis Summary

Data variable: Wind Energy

Number of observations = 70

Start index = 1/04

Sampling interval = 1,0 month(s)

Length of seasonality = 12

**Πίνακας 7.14:** Αναφορά Ανάλυσης Προβλέψεων (ενέργειας παραγόμενης από ανεμογεννήτριες)

### Forecast Summary

Seasonal adjustment: Multiplicative

Forecast model selected: S-curve trend =  $\exp(21,866 + -7062,18 / t)$

Number of forecasts generated: 12

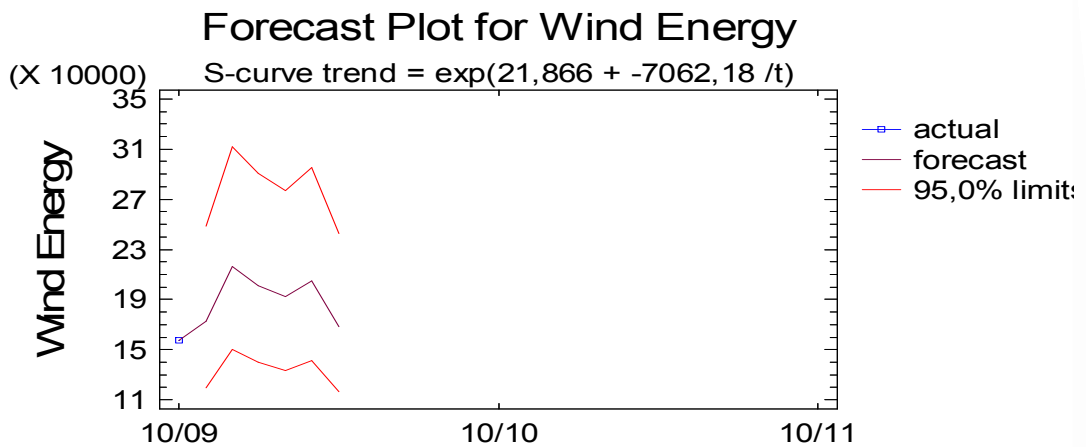
Number of periods withheld for validation: 0

Statistic	Estimation Period	Validation Period
RMSE	19643,4	
MAE	15185,6	
MAPE	14,6822	
ME	1363,21	
MPE	-1,54404	

Parameter	Trend Model Summary			
	Estimate	Std. Error	t	P-value
Constant	21,866	0,719778	30,3789	0,000000
Slope	-7062,18	491,323	-14,3738	0,000000

**Πίνακας 7.15:** Στοιχεία Πρόβλεψης (ενέργειας παραγόμενης από ανεμογεννήτριες)

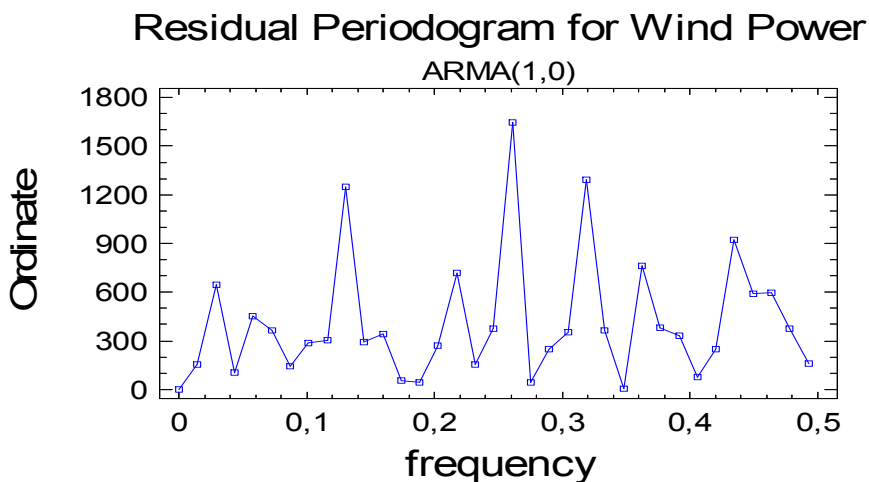
Period	Lower 95,0% Forecast	Upper 95,0% Limit	Limit
11/09	172738,0	119894,0	248873,0
12/09	216271,0	150052,0	311711,0
1/10	201546,0	139782,0	290602,0
2/10	192177,0	133231,0	277201,0
3/10	204671,0	141836,0	295343,0
4/10	168150,0	116479,0	242742,0



**Διάγραμμα 7.9:** Διάγραμμα Προβλέψεων Ενέργειας Παραγόμενης από Ανεμογεννήτριες

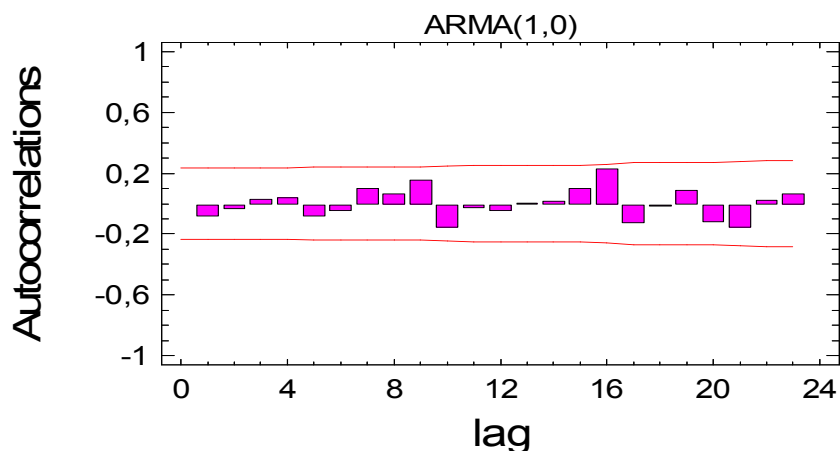
#### 7.1.4. Στατιστική Ανάλυση Εγκατεστημένης Ισχύος Ανεμογεννητριών

Εξετάζοντας την επαναληψιμότητα παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει περιοδικότητα στο φαινόμενο:



**Διάγραμμα 7.10:** Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Εγκατεστημένης Ισχύος Ανεμογεννητριών

## Residual Autocorrelations for Wind Power



Διάγραμμα 7.11: Διάγραμμα Χοάνης Εγκατεστημένης Ισχύος Ανεμογεννητριών

Και αναζητώντας το καλύτερο μοντέλο πρόβλεψης:

Πίνακας 7.16: Πίνακας Αναφοράς Κριτηρίου Akaike

Estimation Period	Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(D)	18,7545	15,2623	3,28452	-2,08209E-12	-0,15865	5,94858	
(E)	25,7006	20,4489	3,94123	-0,324764	-0,119306	6,55017	
(F)	22,0779	17,6581	3,54146	-0,123074	-0,0975522	6,2463	
(G)	24,9621	18,7806	3,35281	18,7806	3,35281	6,43472	
(H)	16,9314	9,04589	1,62413	9,04589	1,62413	5,68691	
(I)	15,1224	11,2272	2,11823	1,29018	0,305203	5,46092	
(J)	14,2957	10,9722	2,21203	1,27843	-0,0217512	5,37705	
(K)	15,9889	12,379	2,36779	-0,665762	-0,200776	5,57236	
(M)	195,794	165,802	36,1917	-6,98362E-14	-14,8591	10,5827	
(N)	14,58	11,1697	2,26595	1,3134	-0,0334027	5,41644	
(O)	14,4242	10,6627	2,04565	0,820492	0,146836	5,45209	
(P)	14,6677	10,3512	1,95886	1,16289	0,261478	5,54272	
(Q)	14,9552	11,0218	2,13572	0,43122	0,025916	5,63869	
(R)	14,7587	10,9951	2,19179	0,0133089	-0,172138	5,66938	
(S)	15,2811	10,186	1,94631	1,22954	0,245833	5,7961	

Πίνακας 7.17: Πίνακας Αναφοράς Τεστ Μοντέλων

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(D)	18,7545	***	***	***	OK	OK
(E)	25,7006	***	***	***	OK	OK
(F)	22,0779	***	***	***	OK	OK
(G)	24,9621	***	***	*	OK	OK
(H)	16,9314	**	OK	OK	OK	OK



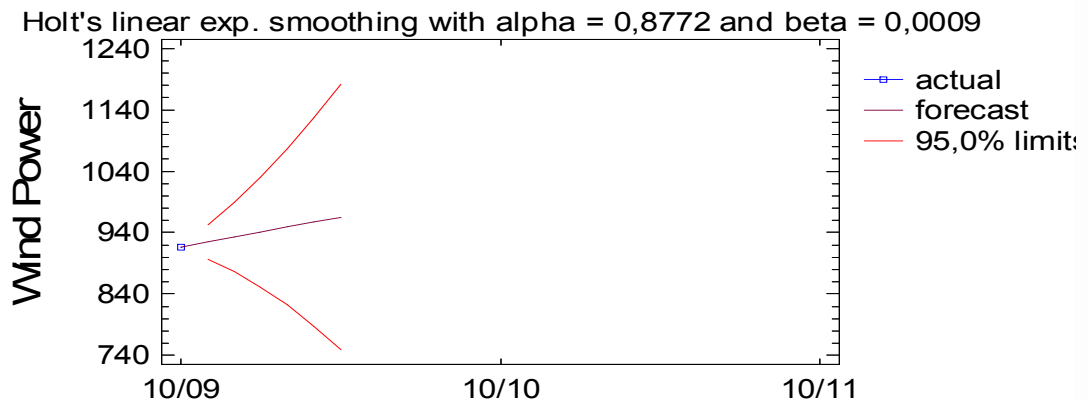
(I)	15,1224	**	OK	OK	OK	OK
(J)	14,2957	**	*	OK	OK	OK
(K)	15,9889	**	OK	***	OK	OK
(M)	195,794	***	***	***	***	OK
(N)	14,58	**	**	OK	OK	OK
(O)	14,4242	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	14,6677	*	OK	OK	OK	OK
(Q)	14,9552	OK	OK	OK	OK	OK
(R)	14,7587	OK	OK	OK	OK	OK
(S)	15,2811	OK	*	OK	OK	OK

Το μοντέλο το οποίο προτείνεται είναι το μοντέλο (J) Forecast model selected: Holt's linear exp. smoothing with alpha = 0,8576 and beta = 0,0338, το οποίο ωστόσο αποτυγχάνει σε ένα τεστ. Παρατηρώντας ότι το μοντέλο (O) παρουσιάζει παρόμοια συμπεριφορά όσο αφορά το πρωτεύον κριτήριο AIC και ότι περνάει όλα τα τεστ κρίνεται η βέλτιστη επιλογή. Παρόλα αυτά το μοντέλο (O) ανήκει στην ομάδα ARMA στην οποία δεν μπορούμε να απομονώσουμε το μοντέλο (O) από το μοντέλο (N), το οποίο παρουσιάζει μικρότερο AIC και το οποίο αυτομάτως γίνεται αποδεκτό από το πρόγραμμα. Σύμφωνα με τα παραπάνω το μοντέλο το οποίο επιλέγουμε εν τέλει για να πραγματοποιήσουμε την πρόβλεψη είναι εκείνο που επέλεξε αυτόματα το πρόγραμμα (J):

**Πίνακας 7.18:** Πίνακας Στοιχείων Προβλέψεων Εγκατεστημένης Ισχύος Ανεμογεννητριών

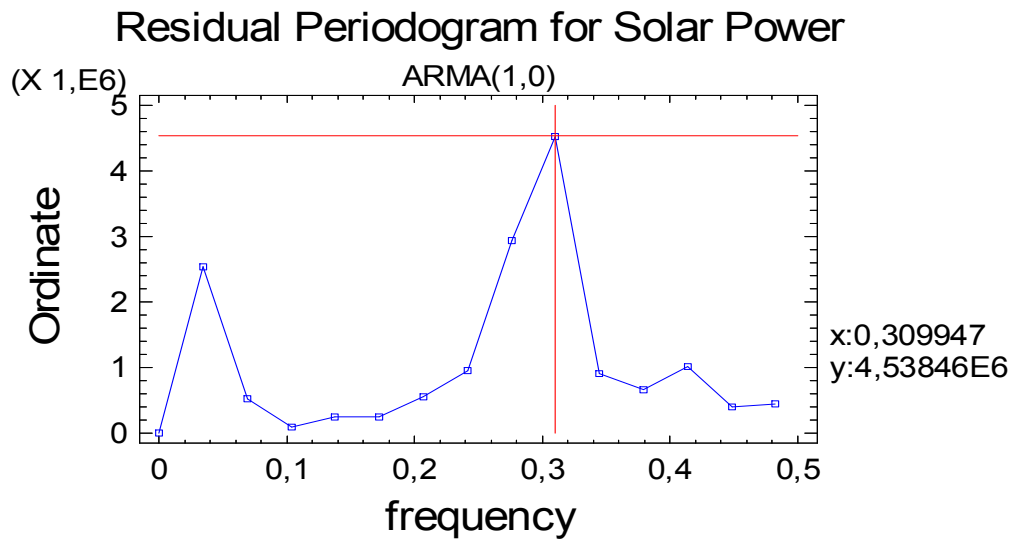
Lower 95,0% Period	Upper 95,0% Forecast	Limit	Limit
11/09	924,825	897,21	952,441
12/09	932,965	877,198	988,732
1/10	941,105	851,841	1030,37
2/10	949,244	821,809	1076,68
3/10	957,384	787,595	1127,17
4/10	965,523	749,568	1181,48

### Forecast Plot for Wind Power

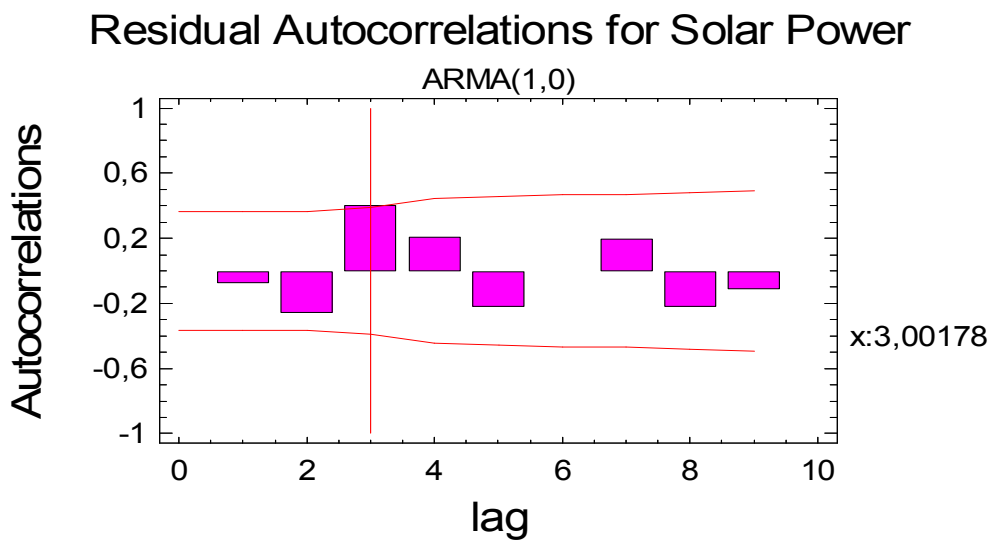


**Διάγραμμα 7.12:** Διάγραμμα Προβλέψεων Εγκατεστημένης Ισχύος Ανεμογεννητριών

### 7.1.5. Στατιστική Ανάλυση Εγκατεστημένης Ισχύος Φωτοβολταϊκών Στοιχείων



Διάγραμμα 7.13: Περιοδιόγραμμα (Συχνότητας) Ισχύος Φ/Β Στοιχείων



Διάγραμμα 7.14: Διάγραμμα Χοάνης Εγκατεστημένης Ισχύος Φ/Β Στοιχείων

Τα παραπάνω διαγράμματα δείχνουν να παρουσιάζουν μία περιοδικότητα ανά 3 μήνες η οποία δικαιολογείται από μία αλματώδη αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα πιθανότατα ως αποτέλεσμα του τρόπου αδειοδότησης. Λαμβανομένου υπόψη της ανωτέρας περιοδικότητας προχωρούμε στην στατιστική ανάλυση της χρονοσειράς:

Πίνακας 7.19: Αναφορά Ανάλυσης Ισχύος Φ/Β Στοιχείων

### Analysis Summary

Data variable: Solar Power  
 Number of observations = 29  
 Start index = 5/07  
 Sampling interval = 1,0 month(s)  
 Length of seasonality = 3

Πίνακας 7.20: Αναφορά Στοιχείων Πρόβλεψης Εγκατεστημένης Ισχύος Φ/Β Στοιχείων

### Forecast Summary

Seasonal adjustment: Multiplicative

Forecast model selected: Brown's quadratic exp. smoothing with alpha = 0,3213  
 Number of forecasts generated: 4  
 Number of periods withheld for validation: 0

Statistic	Estimation Period	Validation Period
RMSE	698,904	
MAE	475,99	
MAPE	100,778	
ME	103,683	
MPE	-92,3791	

Πίνακας 7.21: Αναφορά Κριτηρίου AIC Εγκατεστημένης Ισχύος Φ/Β Στοιχείων

Estimation Period	Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(D)		851,463	646,515	576,071	-2,14153	-481,769	13,7008
(E)		10578,0	4412,37	48,5602	-2847,41	-19,1376	18,671
(F)		9912,74	4160,15	45,8348	-2679,6	-17,6124	18,5411
(G)		3531,85	2670,16	33,7114	2670,16	33,7114	16,3392
(H)		1860,17	1270,71	20,1494	1270,59	20,0379	15,1258
(I)		798,71	534,426	30,3682	310,915	26,7723	13,435
(J)		1368,41	1203,51	220,376	-43,6172	-212,84	14,5807
(K)		<b>698,904</b>	<b>475,99</b>	<b>100,778</b>	<b>103,683</b>	<b>-92,3791</b>	<b>13,168</b>
(L)		1179,62	781,227	16,4112	630,562	12,9461	14,3528
(M)		11602,0	9585,08	3930,24	-4,26522E-12	-3893,37	18,7868
(N)		674,577	450,055	60,3195	12,7697	-52,6561	13,2351
(O)		708,622	438,765	48,0202	2,66854	-26,0404	13,6094
(P)		772,642	430,452	29,0045	113,248	-0,535878	14,0583
(Q)		841,086	381,593	34,797	109,38	10,5329	14,5039
(R)		840,446	408,224	84,6396	44,8509	67,3261	14,7782
(S)		1238,0	409,25	47,1325	18,7793	-41,7421	15,8287

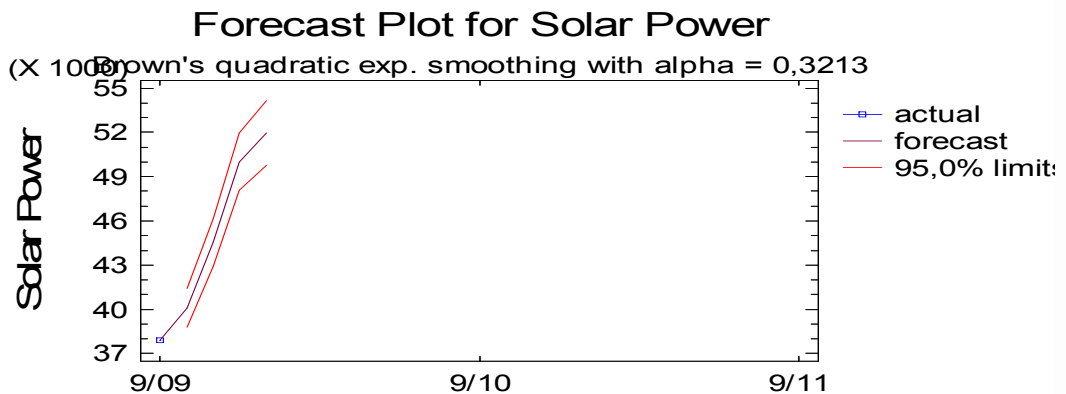
Πίνακας 7.22: Αναφορά Τεστ Μοντέλων για την ανάλυση Εγκατεστημένης Ισχύος Φ/Β Στοιχείων

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(D)	851,463	*** *	**	OK	OK	
(E)	10578,0	** *** *		OK	***	
(F)	9912,74	** *** *		OK	***	
(G)	3531,85	** *** ***	***	***	***	
(H)	1860,17	OK **	***	***	***	
(I)	798,71	OK OK	OK	OK	***	
(J)	1368,41	OK **	***	***	**	
(K)	698,904	OK OK	OK	OK	***	
(L)	1179,62	OK OK	OK	*	***	
(M)	11602,0	*** ***	***	***	***	
(N)	674,577	OK OK	OK	OK	***	
(O)	708,622	OK OK	OK	OK	***	
(P)	772,642	OK OK	OK	OK	***	
(Q)	841,086	OK OK		OK	***	
(R)	840,446	OK OK		OK	*	
(S)	1238,0	OK OK		OK	***	

Σύμφωνα με το μοντέλο (K) που είναι απόλυτα αποδεκτό παρουσιάζουμε τις προβλέψεις τέσσερις (4) τον αριθμό διότι για τρεις το λογισμικό δεν έβγαξε αποτέλεσμα.

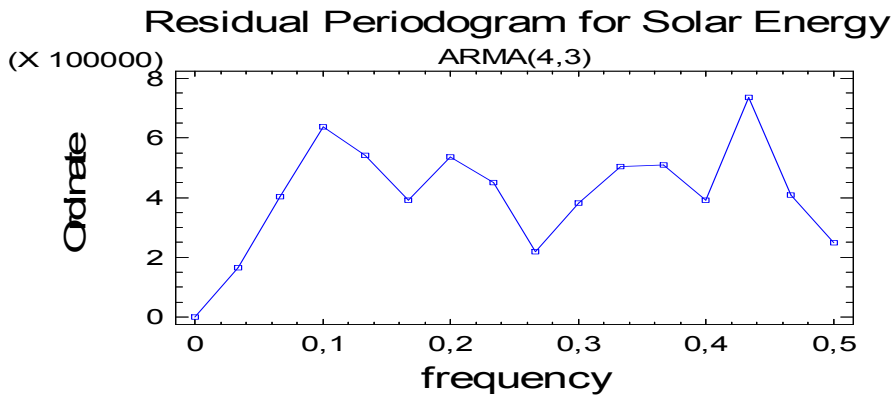
Πίνακας 7.23: Στοιχεία Πρόβλεψης Εγκατεστημένης Ισχύος Φ/Β Στοιχείων

Period	Forecast	Lower 95,0%	Upper 95,0%
		Limit	Limit
10/09	40091,3	38767,7	41414,9
11/09	44556,9	42959,3	46154,5
12/09	50017,7	48075,8	51959,6
1/10	51972,6	49801,7	54143,5

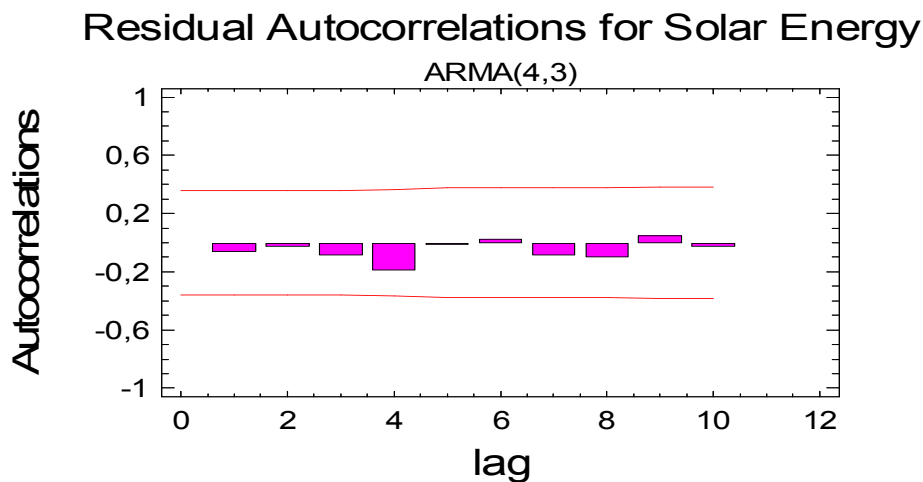


Διάγραμμα 7.15: Διάγραμμα Προβλέψεων Εγκατεστημένης Ισχύος Φ/Β Στοιχείων

### 7.1.6. Στατιστική Ανάλυση Ενέργειας Παραγόμενη από Φ/Β



Διάγραμμα 7.16: Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Ενέργειας Παραγόμενης από Φ/Β Στοιχεία



Διάγραμμα 7.17: Διάγραμμα Χοάνης Ενέργειας Παραγόμενης από Φ/Β Στοιχεία

Εν αντιθέσει με τις προηγούμενες παραγόμενες ενέργειες σε αυτή την περίπτωση το μέγεθος της ενέργειας παρουσιάζει μία τελείως διαφορετική συμπεριφορά. Καταρχάς δεν παρουσιάζει την αναμενόμενη περιοδικότητα. Προχωρώντας στη στατιστική ανάλυση και στις προβλέψεις:

Πίνακας 7.24: Αναφορά Ανάλυσης Ενέργειας παραγόμενης από Φ/Β Στοιχεία

#### Analysis Summary

Data variable: Solar Energy  
Number of observations = 30  
Start index = 5/07  
Sampling interval = 1,0 month(s)

Πίνακας 7.25: Αναφορά Πρόβλεψης Ενέργειας παραγόμενης από Φ/Β Στοιχεία

### Forecast Summary

Forecast model selected: ARMA(4,3)  
 Number of forecasts generated: 4  
 Number of periods withheld for validation: 0

	Estimation Statistic	Validation Period
RMSE	544,795	
MAE	330,009	
MAPE	14076,3	
ME	-0,903597	
MPE	-7988,75	

Πίνακας 7.26: Αναφορά Κριτηρίου AIC Ενέργειας παραγόμενης από Φ/Β Στοιχεία

Estimation Period	Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(D)	1004,04	664,008	35317,2	-7,51303E-10	-24843,6	14,0236	
(E)	4410,01	1633,56	304,611	-1413,81	-239,852	16,9166	
(F)	4150,02	1554,91	293,672	-1341,65	-229,935	16,7951	
(G)	1430,14	652,488	699,946	493,1	-633,828	14,5311	
(H)	1258,91	490,914	1823,24	319,843	-1769,0	14,3427	
(I)	1210,61	546,834	5143,84	309,724	4783,59	14,2644	
(J)	1177,07	590,718	20981,0	313,748	20960,5	14,2749	
(K)	1168,84	577,92	12095,9	176,394	-12078,7	14,1942	
(M)	2185,97	1572,92	151257,0	0,0	-151226,0	15,4463	
(N)	1240,6	574,245	37039,6	41,2124	-37027,7	14,38	
(O)	1190,43	509,62	15314,7	63,9687	-10337,4	14,4308	
(P)	1109,21	487,552	11462,8	97,7479	-5238,89	14,4228	
(Q)	544,795	330,009	14076,3	-0,903597	-7988,75	13,1342	
(R)	517,4	287,214	10917,3	15,7263	2256,56	13,1643	
(S)	499,464	282,075	7977,2	6,00267	-3037,57	13,2271	

Πίνακας 7.27: Αναφορά Τεστ Μοντέλων Πρόβλεψης Ενέργειας παραγόμενης από Φ/Β Στοιχεία

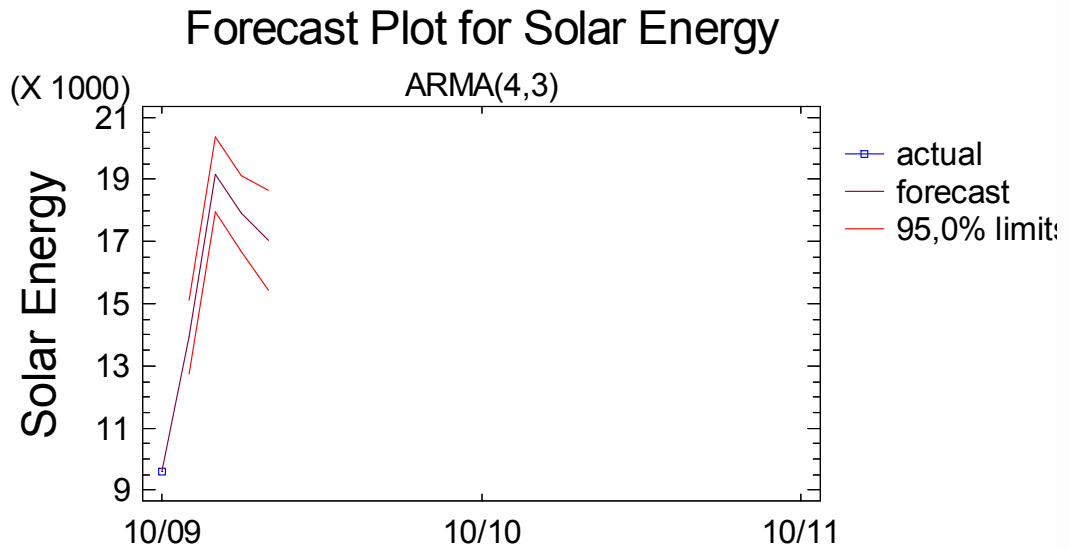
Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(D)	1004,04	***	***	OK	OK	***
(E)	4410,01	**	**	OK	*	***
(F)	4150,02	**	**	*	*	***
(G)	1430,14	OK	OK	OK	OK	***
(H)	1258,91	OK	OK	OK	OK	***
(I)	1210,61	OK	OK	OK	OK	***
(J)	1177,07	**	*	OK	OK	***
(K)	1168,84	OK	OK	OK	OK	***
(M)	2185,97	OK	***	**	***	***
(N)	1240,6	OK	OK	OK	OK	***

(O)	1190,43	OK	OK	OK	OK	***
(P)	1109,21	OK	OK	OK	OK	***
(Q)	544,795	OK	OK	OK	OK	***
(R)	517,4	OK	OK	OK	OK	***
(S)	499,464	OK	OK	OK	OK	***

Το επιλεγμένο μοντέλο πρόβλεψης είναι το (Q) (Q) ARMA(4,3) με προβλέψεις:

Πίνακας 7.28: Στοιχεία Πρόβλεψης Ενέργειας παραγόμενης από Φ/Β Στοιχεία

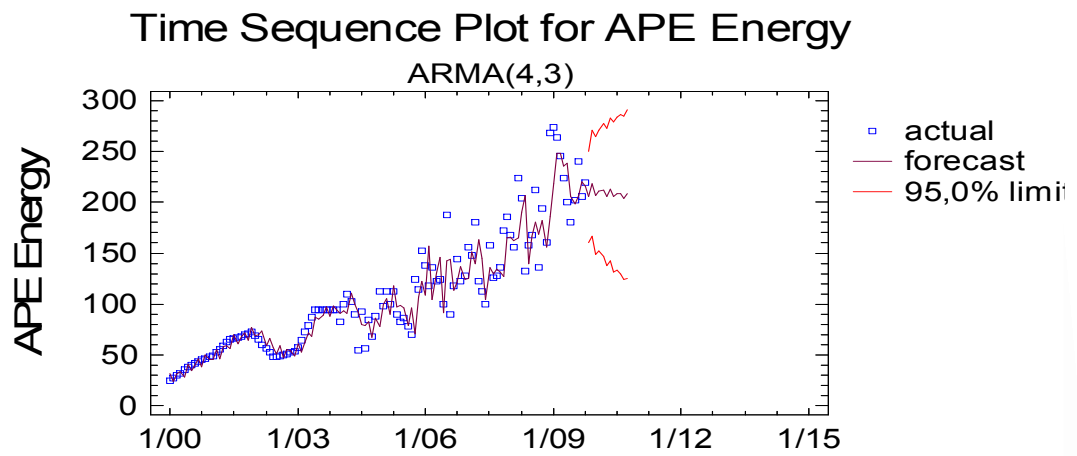
Period	Forecast	Lower 95,0% Limit	Upper 95,0% Limit
11/09	13923,7	12755,8	15091,6
12/09	19147,9	17944,6	20351,1
1/10	17908,1	16677,7	19138,5
2/10	17039,6	15421,4	18657,8



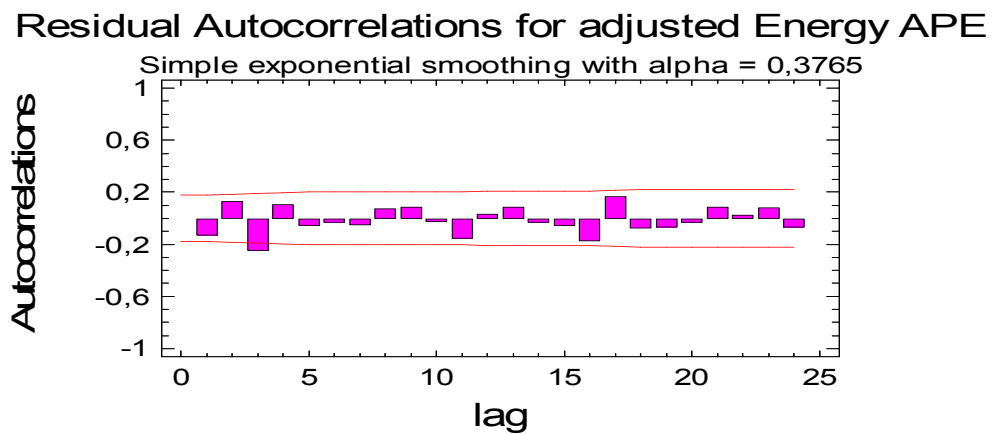
Διάγραμμα 7.18: Γραφική Απεικόνιση Προβλέψεων Ενέργειας Παραγόμενης από Φ/Β Στοιχεία

## 7.2 Διαγράμματα (Έξοδος Λογισμικού Stat Graphics)

ΑΠΕ Ενέργεια:



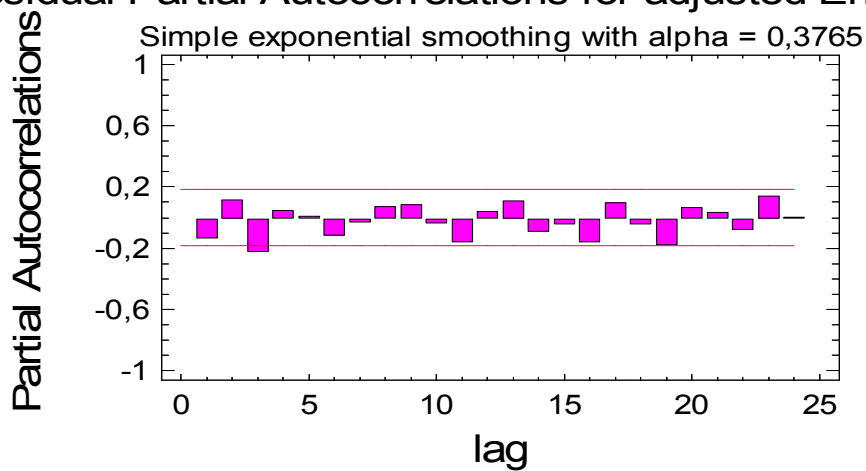
Διάγραμμα 7.19: Χρονική Απεικόνιση Ενέργεια ΑΠΕ (2000-2009)



Διάγραμμα 7.20: Διάγραμμα Αυτοσυσχέτισης Ενέργειας ΑΠΕ

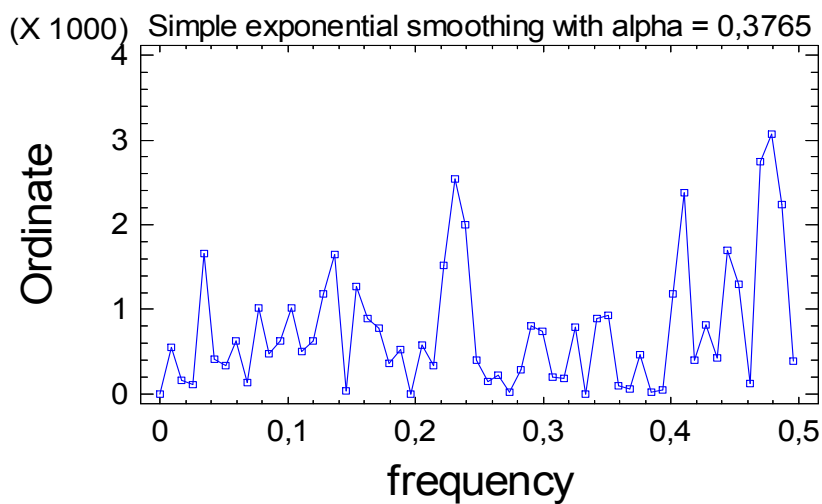


## Residual Partial Autocorrelations for adjusted Energy APE



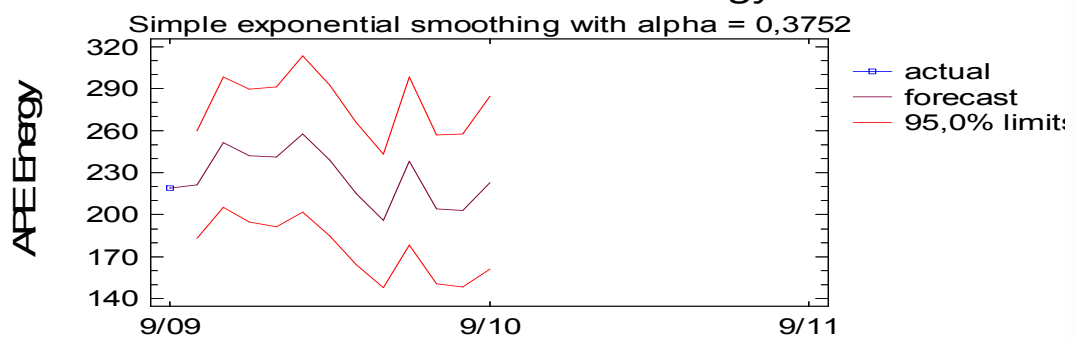
Διάγραμμα 7.21: Διάγραμμα Μερικής Αυτοσυσχέτισης Ενέργειας ΑΠΕ

## Residual Periodogram for adjusted Energy APE



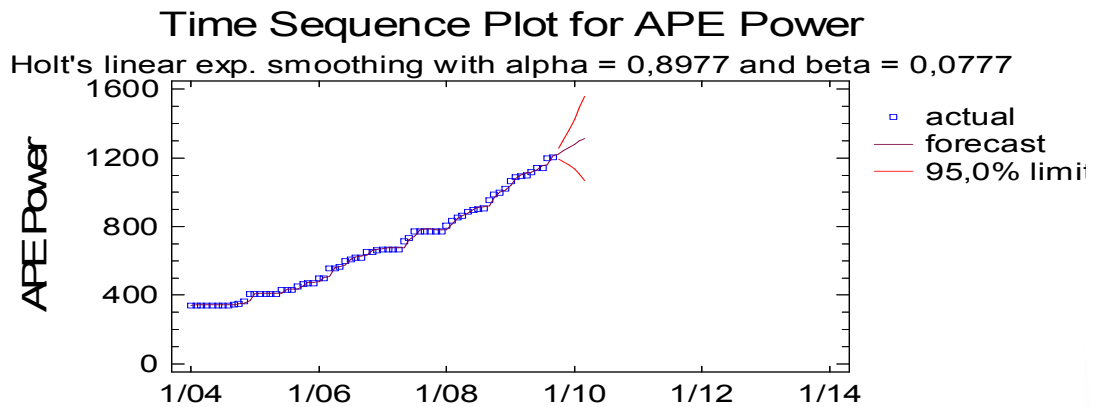
Διάγραμμα 7.22: Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Ενέργειας ΑΠΕ

## Forecast Plot for APE Energy

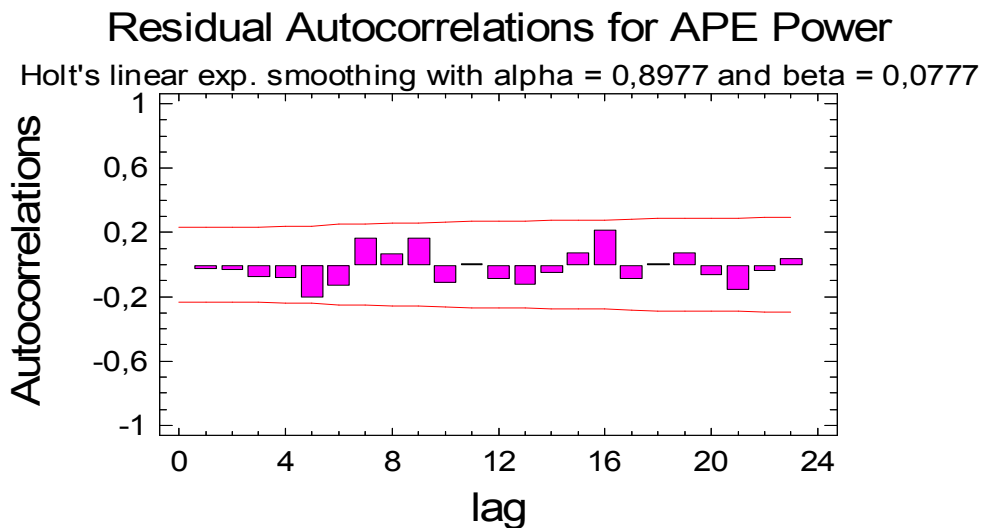


Διάγραμμα 7.23: Διάγραμμα Προβλέψεων Ενέργειας ΑΠΕ

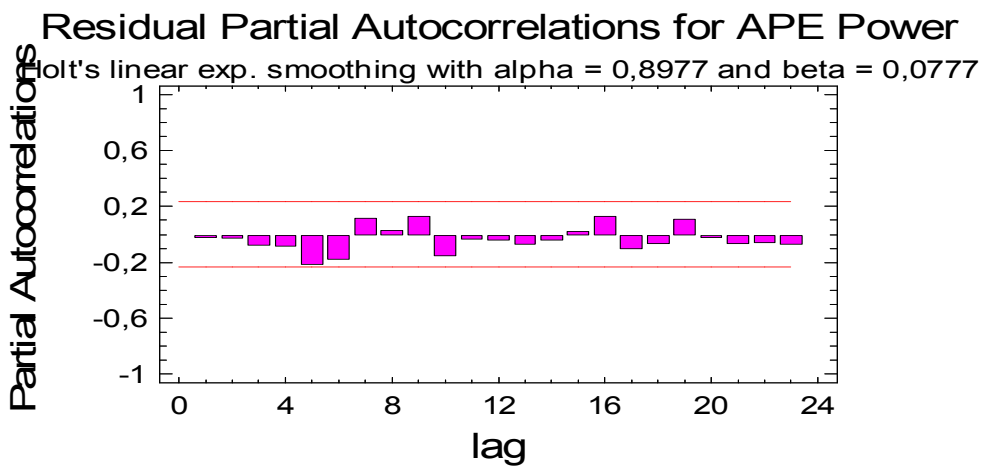
## ΑΠΕ Ισχύς



Διάγραμμα 7.24: Χρονική Απεικόνιση Ισχύος ΑΠΕ (2000-2009)



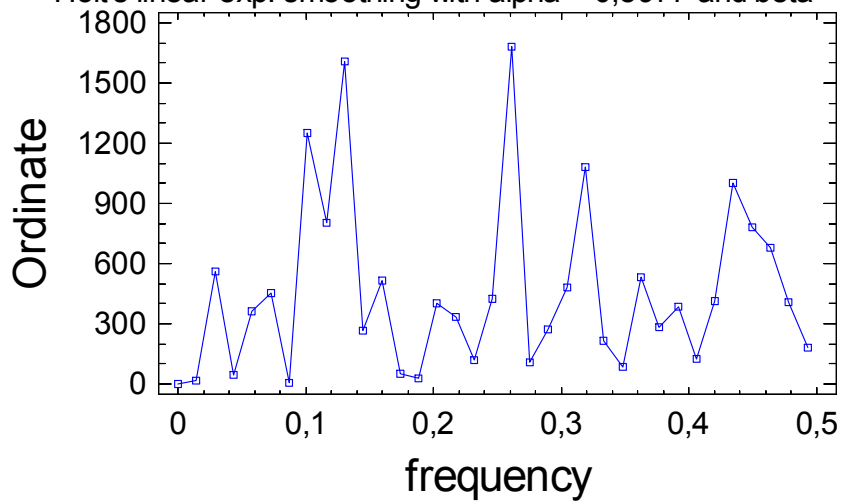
Διάγραμμα 7.25: Διάγραμμα Αυτοσυσχέτισης Ισχύος ΑΠΕ



Διάγραμμα 7.26: Διάγραμμα Μερικής Αυτοσυσχέτισης Ισχύος ΑΠΕ

## Residual Periodogram for APE Power

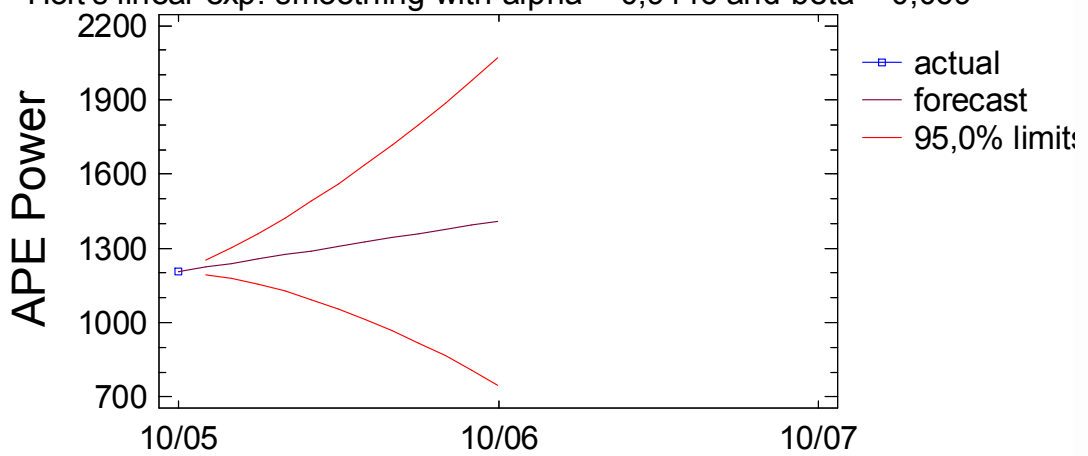
Holt's linear exp. smoothing with  $\alpha = 0,8977$  and  $\beta = 0,0777$



Διάγραμμα 7.27: Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Ισχύος ΑΠΕ

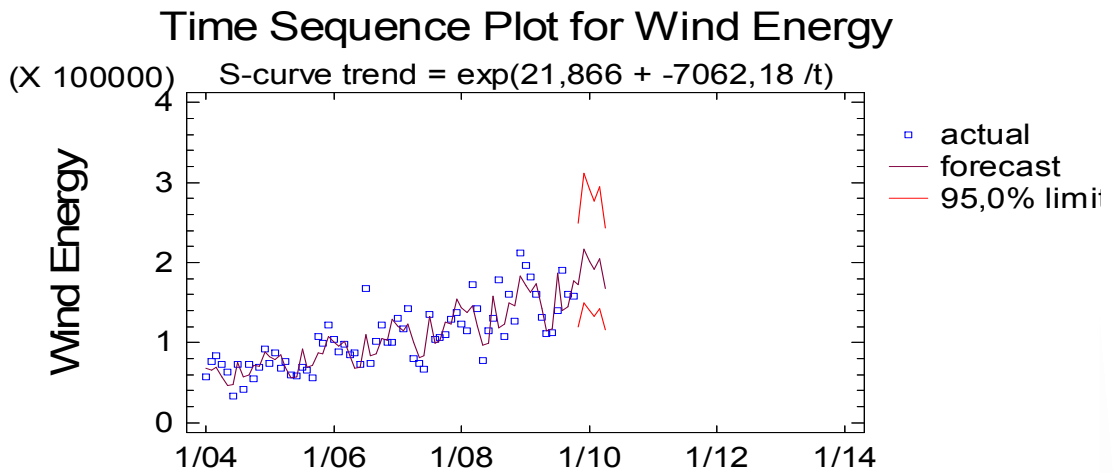
## Forecast Plot for APE Power

Holt's linear exp. smoothing with  $\alpha = 0,9146$  and  $\beta = 0,069$



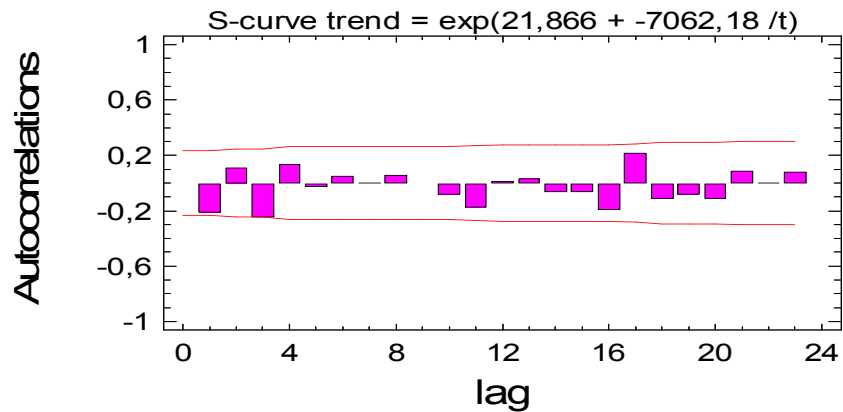
Διάγραμμα 7.28: Διάγραμμα Προβλέψεων Ισχύος ΑΠΕ

**Αιολική Ενέργεια:**



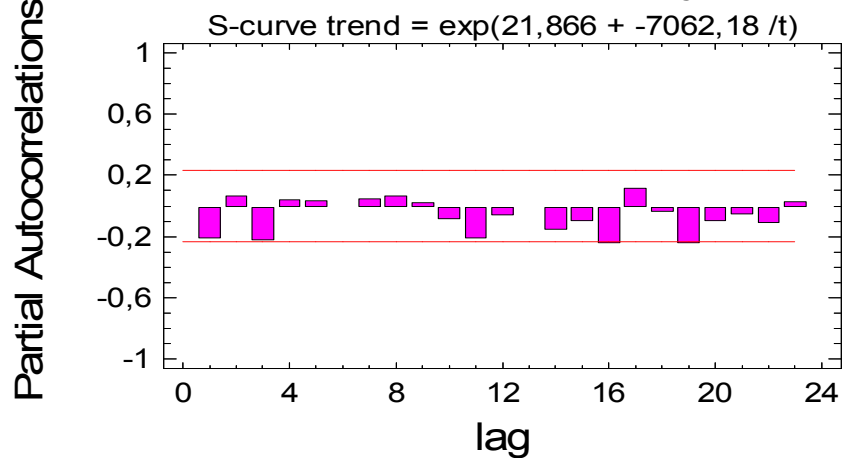
Διάγραμμα 7.29: Χρονική Απεικόνιση Αιολικής Ενέργεια (2004-2009)

### Residual Autocorrelations for adjusted Wind Energy



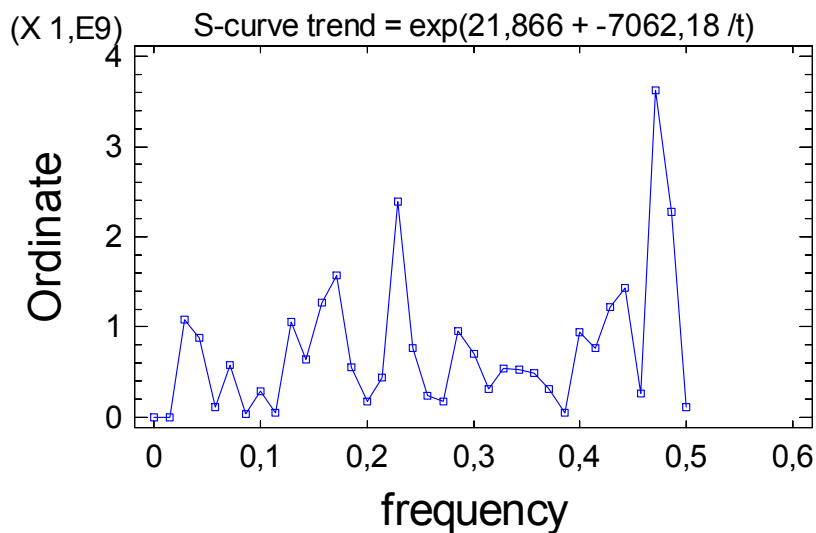
Διάγραμμα 7.30: Διάγραμμα Αυτοσυσχέτισης Αιολικής Ενέργειας

### Residual Partial Autocorrelations for adjusted Wind Energy



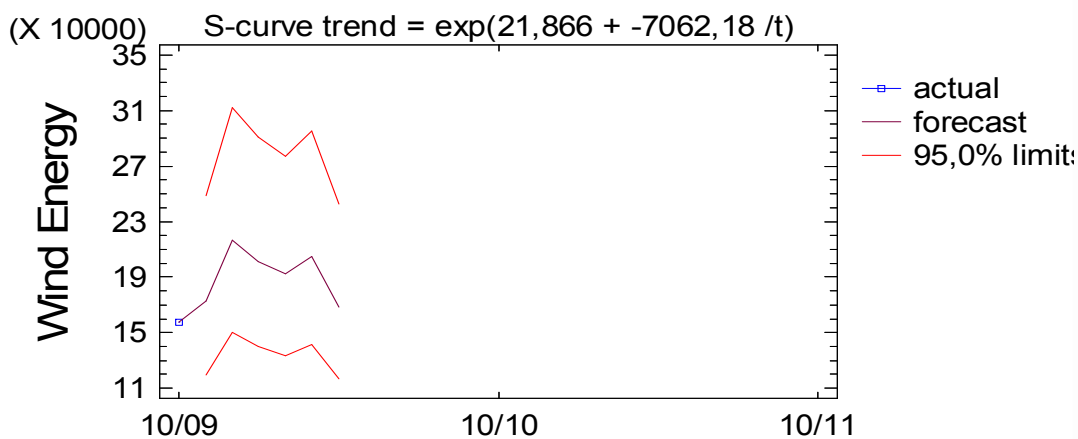
Διάγραμμα 7.31: Διάγραμμα Μερικής Αυτοσυσχέτισης Αιολικής Ενέργειας

### Residual Periodogram for adjusted Wind Energy



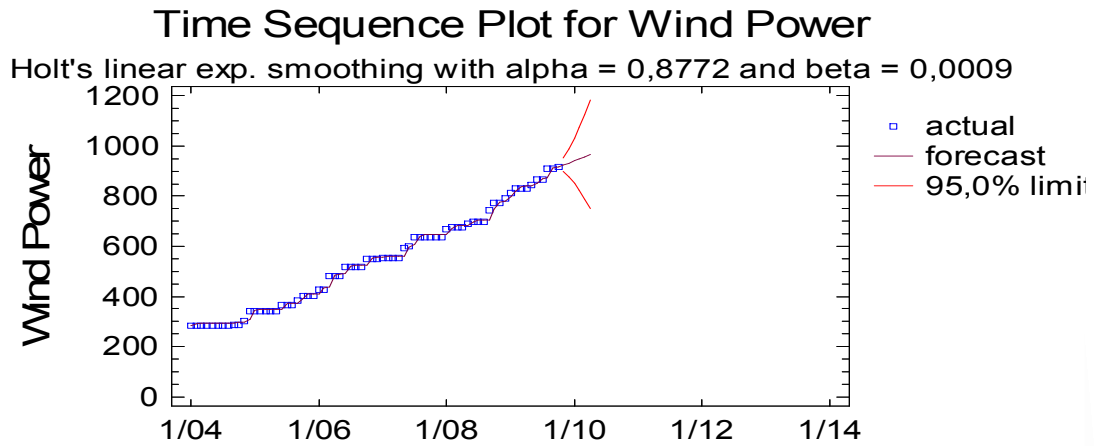
Διάγραμμα 7.32: Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Αιολικής Ενέργειας

### Forecast Plot for Wind Energy

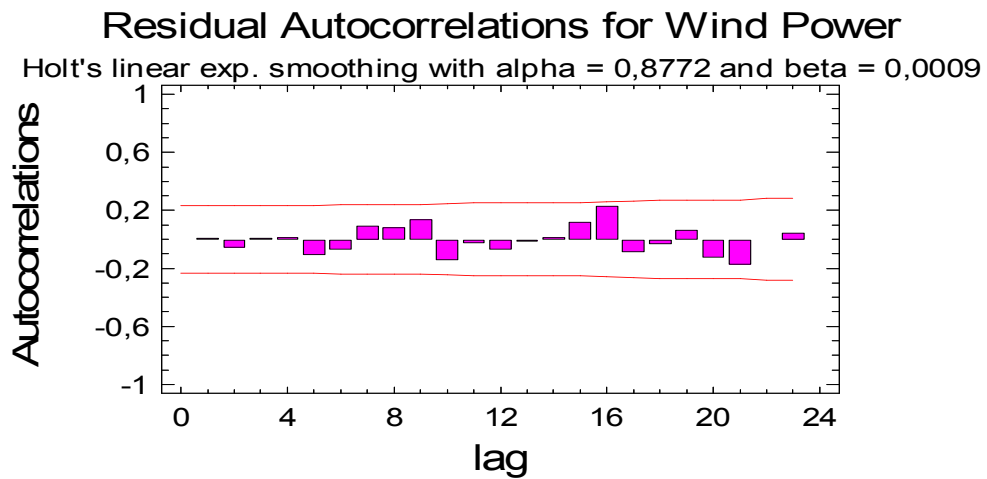


Διάγραμμα 7.33: Διάγραμμα Προβλέψεων Αιολικής Ενέργειας

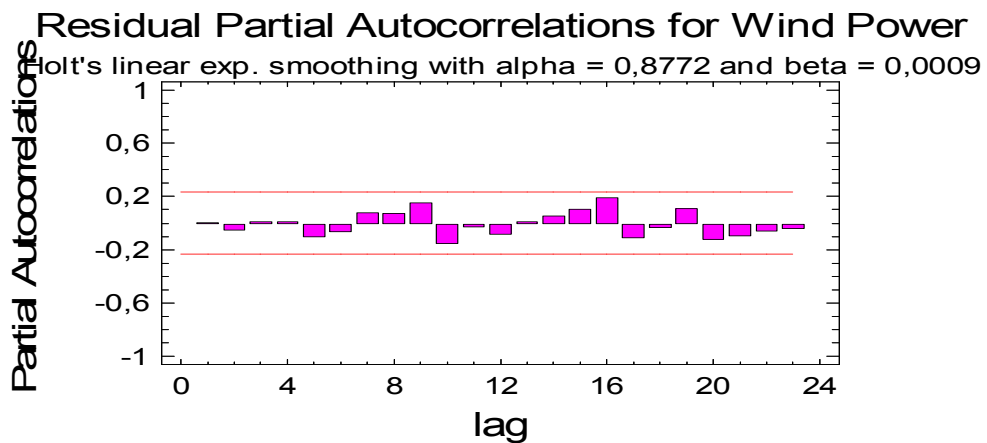
#### 7.4 Αιολική Ισχύς:



Διάγραμμα 7.34: Χρονική Απεικόνιση Αιολικής Ισχύος (2004-2009)



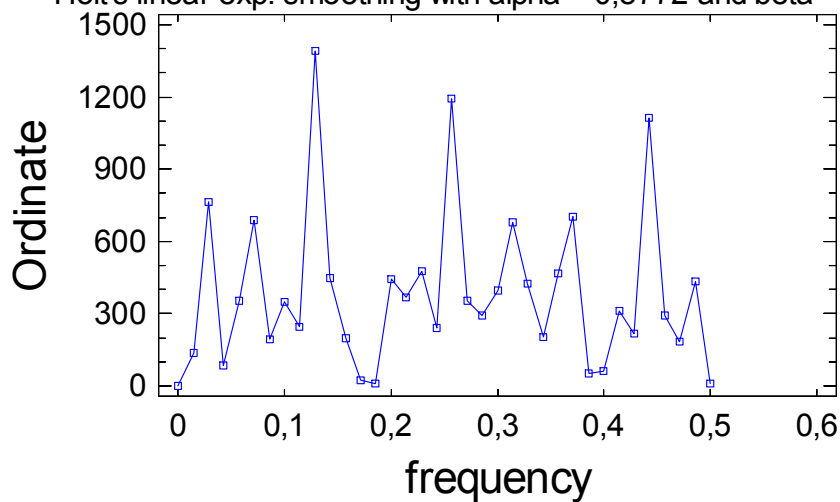
Διάγραμμα 7.35: Διάγραμμα Αυτοσυσχέτισης Αιολικής Ισχύος



Διάγραμμα 7.36: Διάγραμμα Μερικής Αυτοσυσχέτισης Αιολικής Ισχύος

### Residual Periodogram for Wind Power

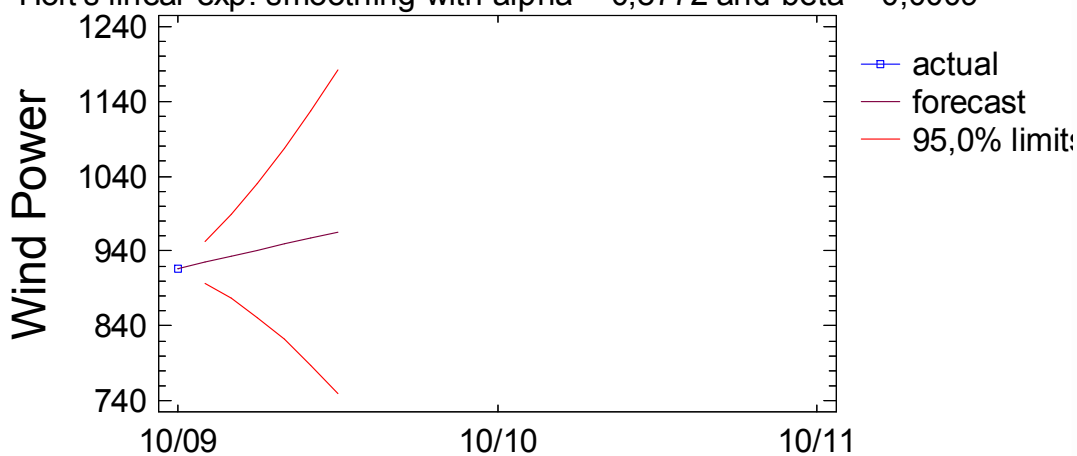
Holt's linear exp. smoothing with  $\alpha = 0,8772$  and  $\beta = 0,0009$



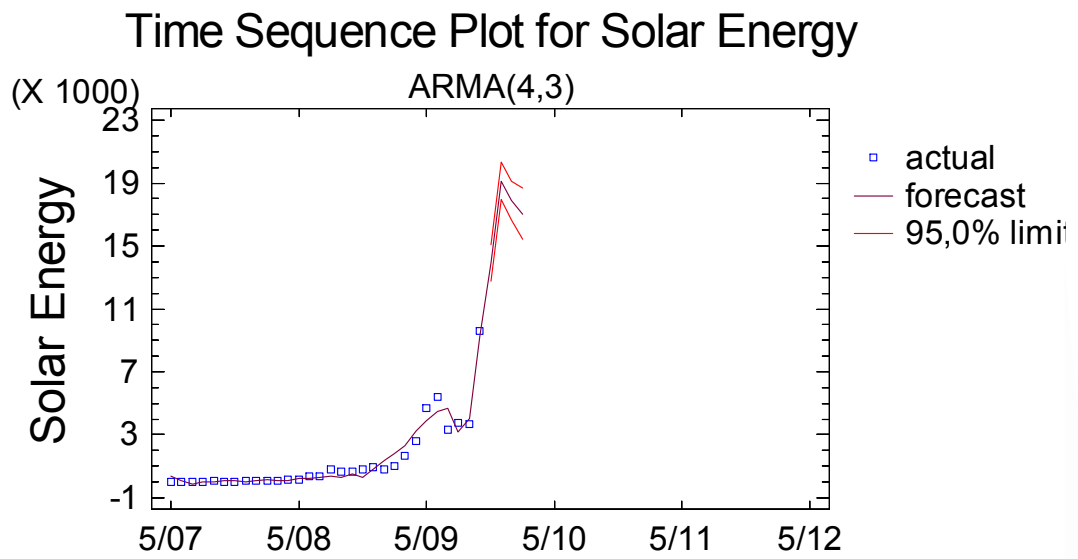
Διάγραμμα 7.37: Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Αιολικής Ισχύος

### Forecast Plot for Wind Power

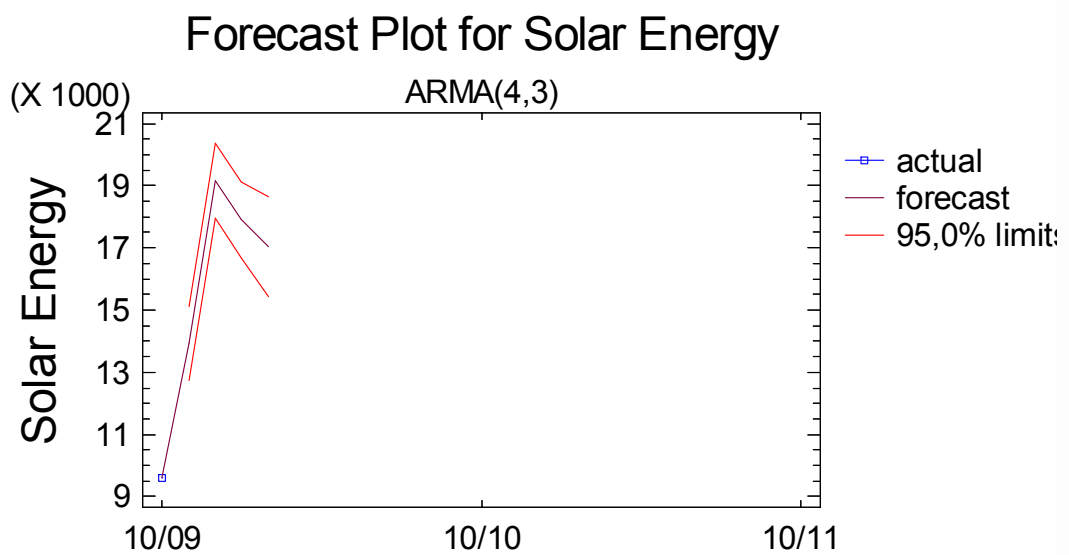
Holt's linear exp. smoothing with  $\alpha = 0,8772$  and  $\beta = 0,0009$



Διάγραμμα 7.38: Διάγραμμα Προβλέψεων Αιολικής Ισχύος



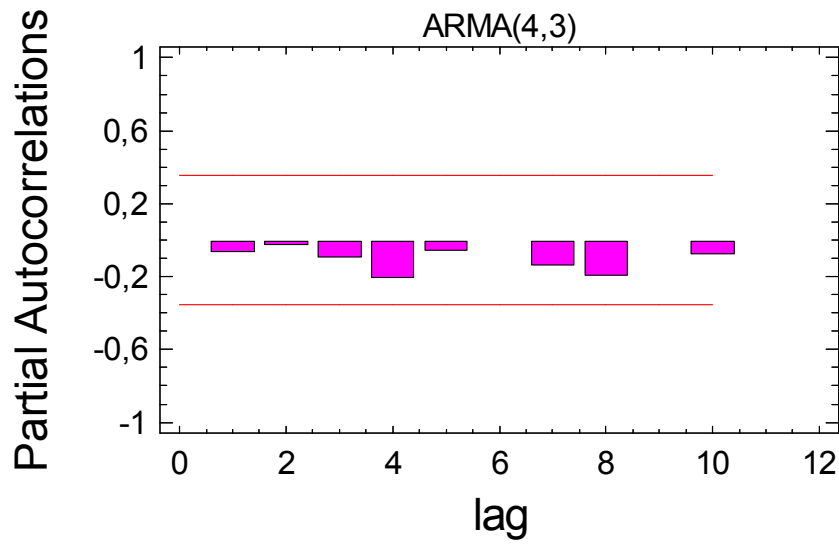
**Διάγραμμα 7.39:** Χρονική Απεικόνιση Φ/Β Ενέργεια (2004-2009)



**Διάγραμμα 7.40:** Διάγραμμα Προβλέψεων Φ/Β Ενέργειας

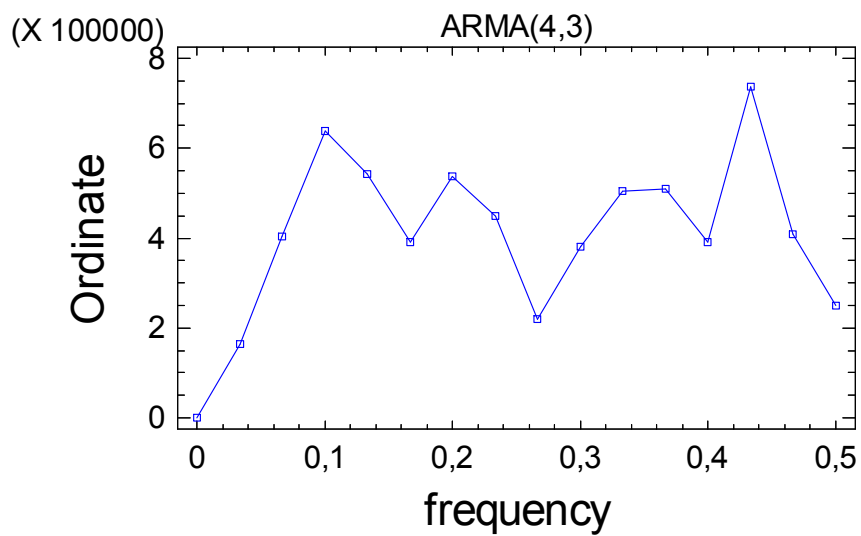


## Residual Partial Autocorrelations for Solar Energy



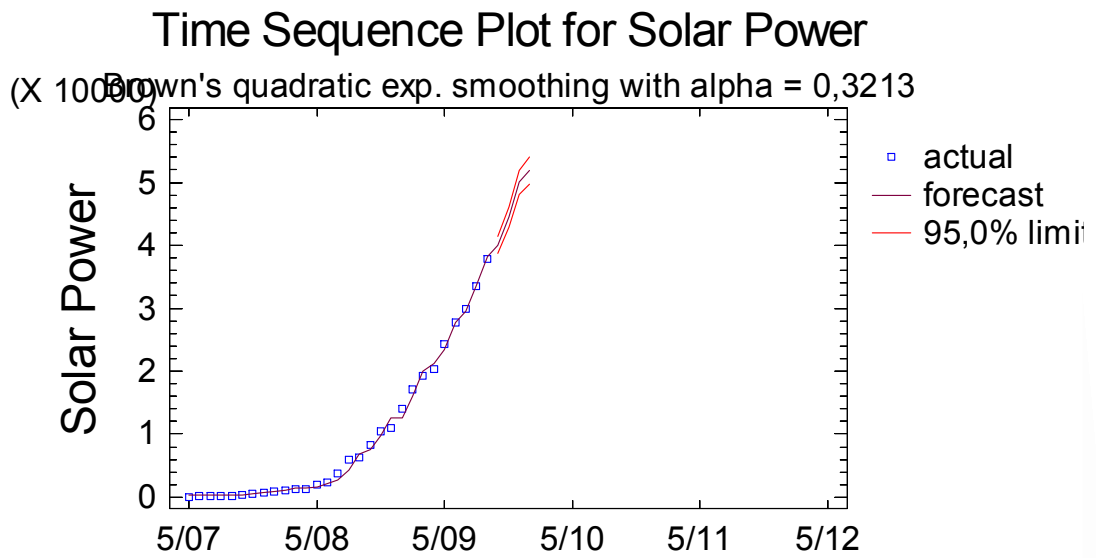
Διάγραμμα 7.41: Διάγραμμα Μερικής Αυτοσυσχέτισης Φ/Β Ενέργειας

## Residual Periodogram for Solar Energy

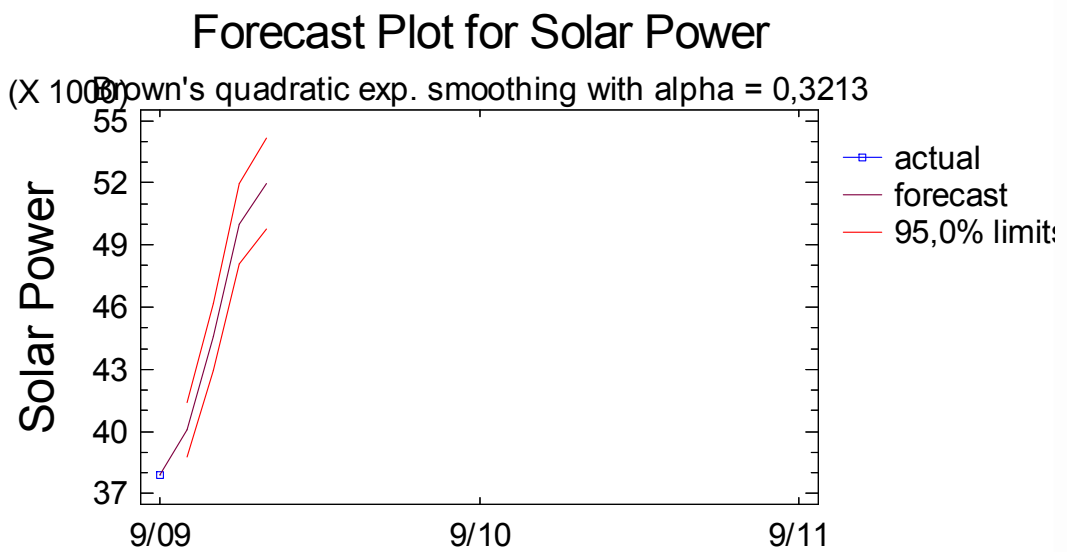


Διάγραμμα 7.42: Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Φ/Β Ενέργειας

## 7.6 Φ/Β Ισχύς

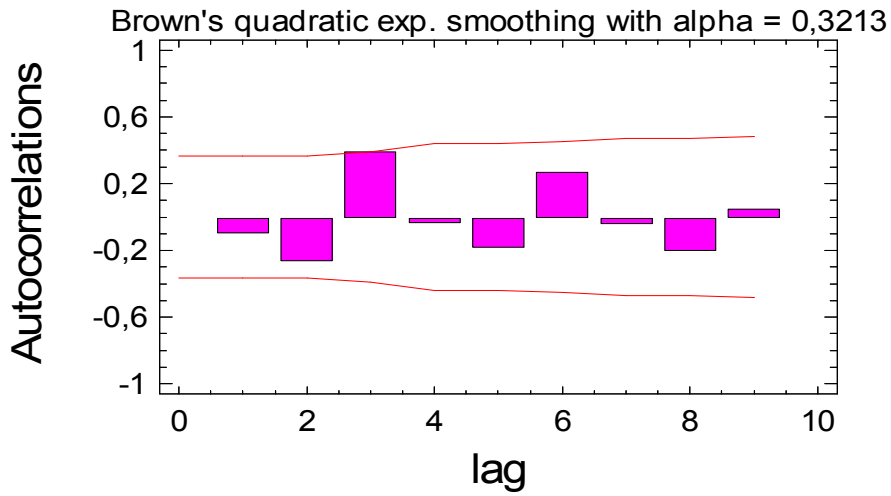


Διάγραμμα 7.43: Χρονική Απεικόνιση Φ/Β Ισχύος



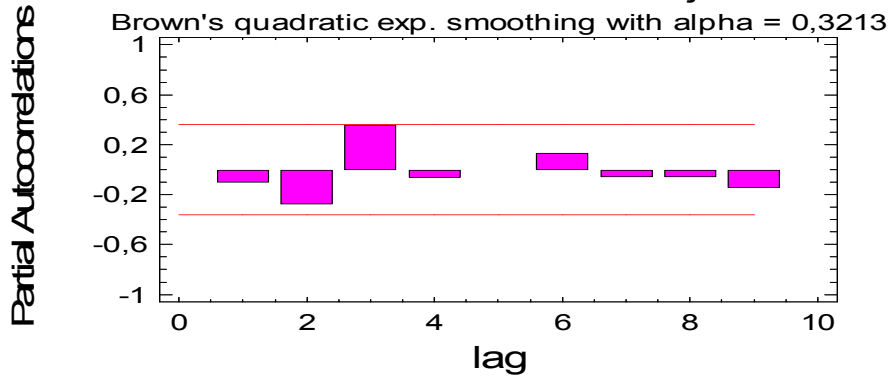
Διάγραμμα 7.44: Διάγραμμα Προβλέψεων Φ/Β Ενέργειας

### Residual Autocorrelations for adjusted Solar Power



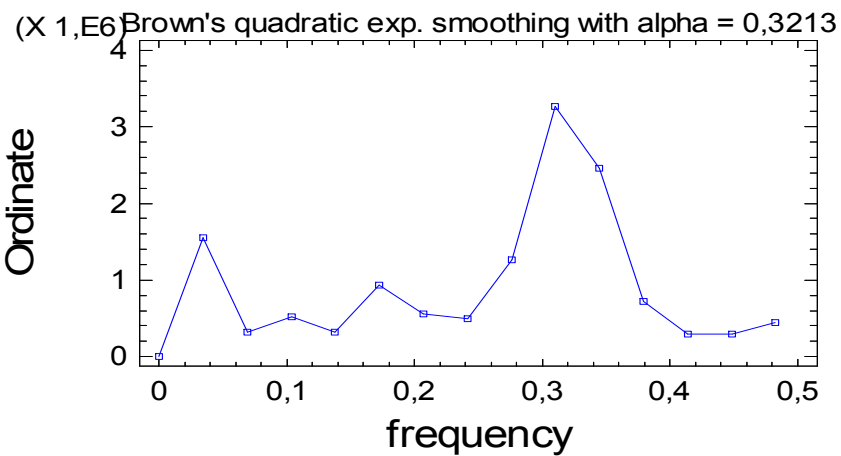
Διάγραμμα 7.45: Διάγραμμα Χοάνης Φ/Β Ισχύος

### Residual Partial Autocorrelations for adjusted Solar Power



Διάγραμμα 7.46: Διάγραμμα Μερικής Αυτοσυσχέτισης Φ/Β Ισχύος

### Residual Periodogram for adjusted Solar Power



Διάγραμμα 7.47: Περιοδιόγραμμα Συχνότητας Φ/Β Ισχύος