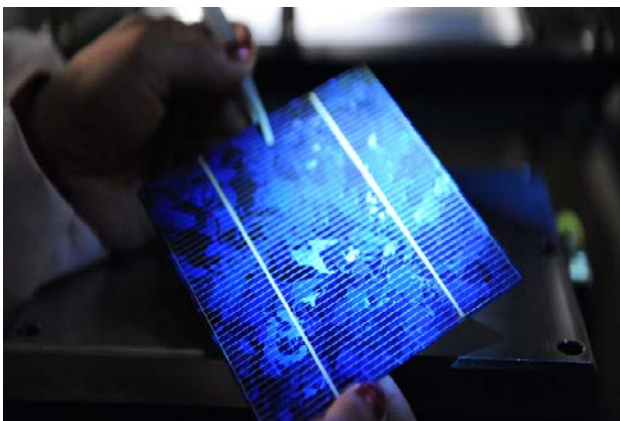




**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
(ΜΠΔ)**

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ- ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΚΑΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΦΑΝΟΜΕΝΟΥ



ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Κος ΒΑΣ.ΜΟΥΣΤΑΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΤΣΑΡΝΑ

ΧΑΝΙΑ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2016

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
2. ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	6
2.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	6
2.2. ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	6
2.2.1. ΕΙΔΗ ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	6
2.3. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	6
2.3.1. ΕΙΔΗ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	8
3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ / ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ.....	10
3.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ	10
3.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ	11
4. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΕ.....	12
4.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΙΣ ΑΙΟΛΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ.....	13
4.1.1. ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΑΝΕΜΟΜΥΛΟΙ.....	13
4.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ	17
4.2.1. ΙΣΤΟΡΙΑ ΑΝΑΚΑΛΛΥΨΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ	17
4.2.2. ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	19
4.2.3. ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ	19
5. ΑΙΟΛΙΚΑ	21
5.1. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	21
5.2. Η ΑΙΟΛΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ	22
5.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΙΣ ΑΙΟΛΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ.....	22
5.2.2. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ.....	22
5.2.3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ.....	24
5.2.4. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΥΠΙΚΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ.....	24
5.3. ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ	30
5.3.1. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ	30
5.3.1.1. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ	31
5.3.1.2. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	31
5.4. ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ	33
5.4.1. ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	35
5.4.2. ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ.....	38
5.5. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ / ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ	41
5.5.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	41
5.5.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	46
5.5.3. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ	46
5.5.3.1. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΠΟΨΗΣ.....	48
5.6. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	50
5.7. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	52
6. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ	54
6.1. ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ.....	54
6.1.1. ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ.....	55
6.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ	59
6.3. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	60
6.3.1. Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑ.....	60
6.3.2. Φ/Β ΣΥΣΤΟΙΧΙΑ.....	60
6.3.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ.....	60
6.3.4. ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	61
6.4. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ & ΤΥΠΟΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	66
6.4.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΑ Φ/Β ΠΡΟΪΟΝΤΑ (1mW100 Wp).....	66
6.4.2. ΑΥΤΟΝΟΜΑ Η ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (100 Wp 200kWp).....	66
6.4.3. ΜΕΓΑΛΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	67
6.4.4. ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΙΚΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ.....	68

6.4.5.	ΟΦΕΛΗ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ Φ/Β ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ	68
6.4.6.	ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ	68
6.4.7.	ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	69
6.5.	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	72
6.5.1.	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	72
6.5.2.	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	76
6.6.	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ /ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ.....	76
6.6.1.	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ Φ/Β.....	76
6.6.2.	ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ Φ/Β.....	77
6.6.3.	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ	77
6.7.	ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	78
6.8.	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	80
7.	ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ & ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	83
7.1.	ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	83
7.2.	ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	86
8.	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΚΑΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	92
8.1.	ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ	92
8.2.	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ	97
9.	ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ-ΛΥΣΕΙΣ	104
10.	ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	108
10.1.	ΘΕΣΜΙΚΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	108
10.1.1.	Η ΡΑΕ.....	108
10.1.2.	Ο ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε.....	108
10.1.3.	Η ΔΕΗ Α.Ε.....	108
10.2.	ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟ ΑΠΕ & ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ	110
10.2.1.	ΓΕΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΧΕΤΙΚΗ ΜΕ ΑΠΕ.....	110
10.2.2.	ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ	111
10.2.3.	ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	111
10.2.4.	ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ.....	111
10.2.5.	ΑΛΛΟΙ ΣΧΕΤΙΚΟΙ ΝΟΜΟΙ.....	112
10.2.6.	ΑΔΕΙΟΔΟΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ & ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΑΠΕ	116
10.2.6.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	116
10.2.6.2.	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ.....	118
10.2.6.3.	ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΔΕΙΩΝ & ΕΓΚΡΙΣΕΩΝ ΈΡΓΩΝ ΑΠΕ ΚΑΙ ΣΗΘΥΑ	119
10.2.6.4.	ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΤΩΝ.....	120
10.2.6.5.	ΑΙΟΛΙΚΑ.....	121
10.2.6.6.	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΑΠΟ ΑΓΡΟΤΕΣ & ΓΗ ΥΨΗΛΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	123
10.2.6.7.	ΛΟΙΠΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ (ΕΚΤΟΣ ΕΙΔΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ)	124
10.2.7.	ΣΗΘΥΑ & ΜΙΚΡΟ-ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	128
10.2.8.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α': ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΈΡΓΩΝ ΑΠΕ ΣΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ.....	129
10.2.9.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β': ΒΑΘΜΟΙ ΟΧΛΗΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟ ΑΠΕ	132
11.	ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΕΣ ΔΕΣΜΕΥΣΕΙΣ	133
11.1.	ΣΥΜΒΑΣΗ-ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΗΝΩΜ.ΕΘΝΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ	133
11.2.	ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΥΟΤΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ	134
11.2.1.	ΠΡΑΞΗ.....	134
11.2.2.	ΣΥΝΟΨΗ	134
11.2.3.	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ	135
11.2.4.	ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ	136
11.2.5.	ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΠΡΑΞΕΙΣ	136
12.	ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ	138
12.1.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	138
12.2.	ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ	138

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι συνεχώς αυξανόμενες καταναλωτικές ανάγκες έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των εγκατεστημένων μονάδων ηλεκτροπαραγωγής που αξιοποιούν κυρίως ορυκτά καύσιμα με συμβατικές μεθόδους. Με δεδομένο ότι οι τομείς της ηλεκτροπαραγωγής και των μεταφορών είναι οι πλέον επιβαρυντικοί για το περιβάλλον, η εντατικοποίηση της χρήσης του πετρελαίου και του άνθρακα έχουν ως αποτέλεσμα την μεγάλη αύξηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των εξ αυτών προβλημάτων.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (συντομευτικά ΑΠΕ) αποτελούν από περιβαλλοντική άποψη, τις πλέον καθαρές τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας και η χρήση τους διαφαίνεται ότι θα περιορίσει σημαντικά τα αυξημένα περιβαλλοντικά προβλήματα και θα συμβάλλουν στην αντιμετώπιση της παγκόσμιας ενεργειακής και οικονομικής κρίσης.

Παρά το γεγονός ότι έχουν γίνει σημαντικά επιτεύγματα στην τεχνολογία των ΑΠΕ, η εφαρμογή και εκμετάλλευσή τους βρίσκεται σε αρχικό στάδιο. Η εκμετάλλευση του ήλιου, του ανέμου, του νερού, της γεωθερμίας και της βιομάζας πρέπει να γίνουν οικονομικά εκμεταλλεύσιμες, ώστε να συμβάλλουν ουσιαστικά στην ανάπτυξη ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και μη ρυπαίνουσες το περιβάλλον.

Στις επόμενες ενότητες της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας υπό τον τίτλο «ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ» γίνεται περιγραφή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και ειδικότερα της Αιολικής Μηχανής και του Φωτοβολταϊκού Φαινομένου:

Στο Κεφάλαιο 2, γίνεται αναφορά στις Πηγές Ενέργειας και διαχωρισμός / κατηγοριοποίηση των πηγών ενέργειας με βάση το ενεργειακό δυναμικό (αποθέματα ενέργειας) σε:

- Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και,
- Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ή Ηπιες Μορφές Ενέργειας.

Περιγράφονται τα είδη των ανωτέρω δύο κατηγοριών ενέργειας, και με πίνακες παρουσιάζεται:

- το ποσοστό ενέργειας που προέρχεται από τις ΑΠΕ σε σχέση με την συνολικά καταναλισκόμενη ενέργεια στις χώρες της Ε.Ε. και ο στόχος της κάθε χώρας για το έτος 2020 και
- η συνεισφορά του κάθε ενός από τα είδη ΑΠΕ όπως η αιολική, η υδραυλική (μικρά υδροηλεκτρικά), τα φωτοβολταϊκά, η βιομάζα, η γεωθερμία, η ηλιοθερμική και η ενέργεια των ωκεανών, στην συνολικά εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ, μέχρι το έτος 2020, καθώς και τους ετήσιους ρυθμούς ανόδου που παρουσίασαν μέχρι το 2006 και αυτούς που πρέπει να παρουσιάσουν στο μέλλον, για να επιτευχθούν οι προτεινόμενοι στόχοι.

Στο Κεφάλαιο 3, γίνεται εκτενής αναφορά στα Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και στο Κεφάλαιο 4 γίνεται μια ιστορική αναδρομή στην ανακάλυψη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και συγκεκριμένα της Αιολικής Μηχανής και του Φωτοβολταϊκού Φαινομένου και την χρήση αυτών στην Ελλάδα.

Στο Κεφάλαιο 5 ΑΙΟΛΙΚΑ, γίνεται εισαγωγή στην Αιολική Ενέργεια και περιγράφεται η Αιολική Μηχανή ως η βασική μονάδα παραγωγής αιολικής ενέργειας, η εξέλιξή της, οι κατηγορίες των ανεμογεννητριών με βάση τον άξονα αυτών, η λειτουργία αυτών και μηχανικές λεπτομέρειες.

Στην συνέχεια του κεφαλαίου γίνεται μια προσέγγιση στην έννοια του αιολικού πάρκου και στη κατηγοριοποίηση των αιολικών πάρκων ανάλογα με τον τρόπο που εγκαθίστανται, στην λειτουργία και συντήρηση αυτών.

Ακολουθεί η περιγραφή και κατηγοριοποίηση του αιολικού δυναμικού σε φυσικό διαθέσιμο, τεχνικώς αξιοποιήσιμο και οικονομικώς αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό και περιγράφεται το αιολικό δυναμικό στην Ελλάδα και στις χώρες της Ε.Ε.

Περιγράφεται η Ανάπτυξη της Αιολικής Ενέργειας σε προστατευόμενες περιοχές.

Ακολουθεί μια εκτενής αναφορά στα πλεονεκτήματα των αιολικών πάρκων και στα περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τεχνικής άποψης μειονεκτήματα αυτών και διατυπώνονται μια σειρά από παρατηρήσεις και συμπεράσματα από την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας.

Στο Κεφάλαιο 6 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ , περιγράφεται η έννοια της ηλιακής ακτινοβολίας και της ηλιακής ενέργειας και η εκμετάλλευση /αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας στην παραγωγή ηλεκτρισμού ,η ιστορική εξέλιξη του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

Ακολουθεί η περιγραφή τεχνολογίας των Φ/Β συστημάτων και των Φ/Β συστοιχιών, η κατηγοριοποίηση αυτών, ο ορισμός του βαθμού απόδοσης και οι προϋποθέσεις κτιρίων για την εγκατάσταση Φ/Β.

Ακολουθεί μια εκτενής αναφορά στα πλεονεκτήματα των Φ/Β και στα περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τεχνικής άποψης μειονεκτήματα αυτών κα διατυπώνονται μια σειρά από παρατηρήσεις και συμπεράσματα από την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.

Στο Κεφάλαιο 7, ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ περιγράφεται η έννοια της απόδοσης των εγκαταστάσεων και παρατίθενται οι μέθοδοι υπολογισμού του μεγέθους απόδοση αυτών.

Στο Κεφάλαιο 8 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΚΑΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ, περιγράφονται με παραδείγματα τα απαιτούμενα οικονομικά μεγέθη που αφορούν την επένδυση των εγκαταστάσεων και την χαρακτηρίζουν ως βιώσιμη.

Στο Κεφάλαιο 9 ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ–ΛΥΣΕΙΣ, αποτυπώνεται μια σειρά κρίσιμων διαπιστώσεων σχετικά με την συμβολή των ΑΠΕ στην αντιμετώπιση της παγκόσμιας περιβαλλοντικής, ενεργειακής και οικονομικής κρίσης, περιγράφεται η κατάσταση στην Ελλάδα και προτείνονται γενικές λύσεις για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που αντιμετωπίζει η εξέλιξη των ΑΠΕ στην χώρα μας.

Στο Κεφάλαιο 10 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ , παρατίθενται οι Θεσμικοί φορείς της αγοράς ενέργειας στην Ελλάδα και οι αρμοδιότητες αυτών και το Νομοθετικό Πλαίσιο Ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και Συμπαράγωγή.

Στο Κεφάλαιο 11 ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΕΣ ΔΕΣΜΕΥΣΕΙΣ, γίνεται αναφορά στη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές και στο Πρωτόκολλο του Κυότο σαν πράξη που διαδέχεται τη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές και αποτελεί μία από τις σημαντικότερες διεθνείς νομοθετικές πράξεις/δεσμεύσεις καταπολέμησης των κλιματικών μεταβολών.

Θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον καθηγητή Κο Βασ. Μουστάκη για την καθοδήγηση και συνεργασία του στην εκπόνηση αυτής της Πτυχιακής Εργασίας και για την πρόθυμη και φιλική αντιμετώπισή του από την πρώτη στιγμή που του ζήτησα την συγκεκριμένη εργασία και του εξήγησα τους λόγους του ενδιαφέροντός μου για περαιτέρω ενασχόληση σε επίπεδο μεταπτυχιακού και εν συνεχεία επαγγελματική απασχόληση.

2. ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ καλούνται οι αποθήκες ενέργειας και διακρίνονται σε αυτογενείς υπάρχουσες στη φύση (πυρήνες ατόμων, ήλιος, γαιάνθρακες, πετρέλαιο) και τεχνητές (ταμιευτήρες, ηλεκτρικοί συσσωρευτές).

Όσον αφορά το ενεργειακό δυναμικό δηλαδή τα αποθέματα ενέργειας, οι πηγές ενέργειας διακρίνονται σε συμβατικές ή μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

2.2. ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εξορύσσονται από το έδαφος ως υγρά, αέρια και στερεά και δεν ανανεώνουν την αποθηκευμένη ενέργεια σε εύλογο για τον άνθρωπο χρονικό διάστημα. Η διαδικασία σχηματισμού τους διήρκεσε εκατομμύρια χρόνια.

Οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι αυτές που χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά (ποσοστό 93%) για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της ανθρωπότητας με προφανή καταστροφικά αποτελέσματα, την μείωση των αποθεμάτων, την κατακόρυφη αύξηση των τιμών και την δραματική επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

2.2.1. ΕΙΔΗ ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

➤ ΓΑΙΑΝΘΡΑΚΑΣ

Οι γαιάνθρακες ή ορυκτό άνθρακες βρίσκονται στο υπέδαφος όπου σχηματίστηκαν στη διάρκεια εκατομμυρίων ετών, από φυτικές ουσίες που νεκρώθηκαν & θάφτηκαν μετά από φυσικές καταστροφές όπως κατιζήσεις, σεισμοί, κλπ.

➤ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Το πετρέλαιο βρίσκεται σε κοιλότητες του υπεδάφους σε υγρή μορφή και σχηματίστηκε στη διάρκεια χιλιάδων ετών από ζωικούς και φυτικούς μικροοργανισμούς, κυρίως θαλάσσιους, που καταπλακώθηκαν.

➤ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Το φυσικό αέριο είναι αέριο ελαφρύτερο από τον αέρα και ανευρίσκεται σε υπόγειες κοιλότητες όπου υπάρχει πετρέλαιο.

➤ ΤΟ ΥΓΡΑΕΡΙΟ

Το υγραέριο παράγεται από την επεξεργασία του πετρελαίου ή του φυσικού αερίου. Είναι ορυκτό καύσιμο και αποθηκεύεται σε υγρή φάση μέσα σε κατάλληλα δοχεία.

2.3. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι ήπιες μορφές ενέργειας ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχεται από διάφορες φυσικές πηγές, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ο όρος “ήπιες” αναφέρεται σε δύο βασικά χαρακτηριστικά τους.

- Για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση, καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση.

- Πρόκειται για καθαρές μορφές ενέργειας, 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.

Σαφώς λοιπόν τα τελευταία χρόνια, λόγω του έντονου προβληματισμού για τη μείωση των αποθεμάτων των συμβατικών μορφών ενέργειας και την αύξηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) καταλαμβάνουν συνεχώς αυξανόμενο μερίδιο στην παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όπως φαίνεται και στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 1 Συνεισφορά του κάθε είδους Α.Π.Ε στη συνολικά παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μέχρι το 2020.

Στην πρώτη στήλη του πίνακα 1 βλέπουμε το ποσοστό της ενέργειας που προέρχεται από τις ΑΠΕ σε σχέση με την συνολικά καταναλισκόμενη ενέργεια στις χώρες της Ε.Ε. κατά το έτος 2005. Στη δεύτερη στήλη φαίνεται ο στόχος της κάθε χώρας για το έτος 2020.

	Μερίδιο ενέργειας από ΑΠΕ στη τελική κατανάλωση ενέργειας κατά το έτος 2005	Στόχος για το 2020
ΒΕΛΓΙΟ	2.2 %	13 %
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	9.4 %	16 %
ΤΣΕΧΙΑ	6.1%	13 %
ΔΑΝΙΑ	17.0%	30 %
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	5.8 %	18 %
ΕΣΤΟΝΙΑ	18.0 %	25 %
ΙΡΛΑΝΔΙΑ	3.1 %	16 %
ΕΛΛΑΔΑ	6.9 %	18 %
ΙΣΠΑΝΙΑ	8.7 %	20 %
ΓΑΛΛΙΑ	10.3 %	23 %
ΙΤΑΛΙΑ	5.2 %	17 %
ΚΥΠΡΟΣ	2.9 %	13 %
ΛΕΤΟΝΙΑ	34.9 %	42 %
ΛΙΤΘΟΥΑΝΙΑ	15.0 %	23 %
ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟ	0.9 %	11 %
ΟΥΓΓΑΡΙΑ	4.3 %	13 %
ΜΑΛΤΑ	0.0 %	10 %
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	2.4 %	14 %
ΑΥΣΤΡΙΑ	23.3 %	34 %
ΠΟΛΩΝΙΑ	7.2 %	15 %
ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ	20.5 %	31 %
ΡΟΥΜΑΝΙΑ	17.8 %	24 %
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	16.0 %	25 %
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	6.7 %	14 %
ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ	28.5 %	38 %
ΣΟΥΗΔΙΑ	39.8 %	49 %
ΒΡΕΤΑΝΙΑ	1.3 %	15 %

Οι ήπιες μορφές ενέργειας βασίζονται στην ηλιακή ακτινοβολία, με εξαίρεση τη γεωθερμική ενέργεια, η οποία είναι ροή ενέργειας από το εσωτερικό του φλοιού της γης, και την ενέργεια από τις παλίρροιες που εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα. Οι βασιζόμενες στην ηλιακή ακτινοβολία ήπιες πηγές ενέργειας είναι ανανεώσιμες, μιας και δεν πρόκειται να εξαντληθούν όσο υπάρχει ο ήλιος, δηλαδή για μερικά ακόμα δισεκατομμύρια χρόνια. Ουσιαστικά είναι ηλιακή ενέργεια “ συσκευασμένη” κατά τον ένα ή τον άλλο τρόπο .

Η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης, η αιολική εκμεταλλεύεται τους ανέμους που προκαλούνται από τη θέρμανση του αέρα ενώ αυτές που βασίζονται στο νερό εκμεταλλεύονται τον κύκλο

εξάτμισης-συμπύκνωσης του νερού και την κυκλοφορία του. Η γεωθερμική ενέργεια δεν είναι ανανεώσιμη, καθώς τα γεωθερμικά πεδία κάποια στιγμή εξαντλούνται.

2.3.1. ΕΙΔΗ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

➤ **ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Ως γνωστόν, η μεγαλύτερη ενεργειακή είσοδος πάνω στη γη και συγχρόνως πρόκειται να συνεχιστεί με τον ίδιο ρυθμό για δισεκατομμύρια χρόνια στο μέλλον. Χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμικές εφαρμογές (ηλιακοί θερμοσίφωνες και φούρνοι) ενώ η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρισμού έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος, με την βοήθεια της πολιτικής προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας από την Ευρωπαϊκή Ένωση και το Ελληνικό κράτος

➤ **ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Οι άνεμοι είναι, επίσης, ανανεώσιμη μορφή ενέργειας χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον. Χρησιμοποιήθηκε παλιότερα για την άντληση νερού από πηγάδια καθώς και για μηχανικές εφαρμογές (π.χ. την άλεση στους ανεμόμυλους). Πλέον πολλά κράτη, κάνουν προσπάθειες για την εκμετάλλευση του ανέμου με εγκαταστάσεις μικρής ισχύος (1-10 KV), μεσαίας ισχύος (της τάξης των 100 KV) και μεγάλης ισχύος (της τάξεως του MW).

➤ **ΥΔΑΤΟΠΤΩΣΕΙΣ**

Είναι τα γνωστά υδροηλεκτρικά έργα, που στο πεδίο των ήπιων μορφών ενέργειας εξειδικεύονται περισσότερο στα μικρά υδροηλεκτρικά. Είναι η πιο διαδεδομένη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας.

➤ **ΒΙΟΜΑΖΑ**

Χρησιμοποιεί τους υδατάνθρακες των φυτών (κυρίως αποβλήτων της βιομηχανίας ξύλου, τροφίμων και ζωοτροφών και της βιομηχανίας ζάχαρης) με σκοπό την αξιοποίηση της ενέργειας που δεσμεύτηκε από το φυτό με τη φωτοσύνθεση. Ακόμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αστικά απόβλητα και απορρίμματα. Μπορεί να δώσει βιοαιθανόλη και βιοαέριο, που είναι καύσιμα πιο φιλικά προς το περιβάλλον από τα παραδοσιακά. Είναι μια πηγή ενέργειας με πολλές δυνατότητες και εφαρμογές που θα χρησιμοποιηθεί στο μέλλον.

➤ **ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Προέρχεται από τη θερμότητα που παράγεται από τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης. Είναι εκμεταλλεύσιμη εκεί όπου η θερμότητα αυτή ανεβαίνει με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια, π.χ. στους θερμοπίδακες ή στις πηγές ζεστού νερού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε απευθείας για θερμικές εφαρμογές είτε για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Η Ισλανδία καλύπτει το 80-90% των ενεργειακών της αναγκών με γεωθερμική ενέργεια.

➤ **ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ**

Εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης, που προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού. Το νερό αποθηκεύεται καθώς ανεβαίνει και για να ξανακατέβει αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρισμό. Έχει εφαρμοστεί στην Αγγλία, τη Γαλλία, τη Ρωσία και αλλού.

➤ **ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΚΥΜΑΤΑ**

Εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια των κυμάτων της θάλασσας.

➤ **ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΩΚΕΑΝΟΥΣ**

Εκμεταλλεύεται τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα στρώματα του ωκεανού, κάνοντας χρήση θερμικών κύκλων. Βρίσκεται στο στάδιο της έρευνας.

Στον πίνακα 2 βλέπουμε την συνεισφορά του κάθε ενός από τα είδη ΑΠΕ όπως η αιολική, η υδραυλική (μικρά υδροηλεκτρικά), τα φωτοβολταϊκά, η βιομάζα, η γεωθερμία, η ηλιοθερμική και η ενέργεια των ωκεανών, στην συνολικά εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ, μέχρι το έτος 2020, καθώς και τους ετήσιους ρυθμούς ανόδου που παρουσίασαν μέχρι το 2006 και αυτούς που πρέπει να παρουσιάσουν στο μέλλον, για να επιτευχθούν οι προτεινόμενοι στόχοι.

	2005 Eurostat TWh	2006 Eurostat TWh	2010 πρόβλεψη TWh	2020 Στόχος TWh
ΑΙΟΛΙΚΗ	70,5	82.0	176	477
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ	346.9	357.2	360	384
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ	1.5	2.5	20	180
ΒΙΟΜΑΖΑ	80.0	89.9	135	250
ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	5.4	5.6	10	31
ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΗ	-	-	2	43
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΩΚΕΑΝΩΝ	-	-	1	5
ΣΥΝΟΛΟ	504.3	537.2	704	1370
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (τείνει στο 2030)	3320,4	3361,5	3568	4078 3391
ΠΟΣΟΣΤΟ	15.2 %	16.0 %	19,7 %	33.6-40.4 %

Πίνακας 2 Συνολική εγκαταστημένη ισχύ ανά είδος ΑΠΕ μέχρι το 2020.

3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ / ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ

Η αξιοποίηση των ΑΠΕ προσφέρει σημαντικά οφέλη. Ωστόσο δεν παύουν να υπάρχουν πολλές φορές και διάφορα μειονεκτήματα τους. Παρακάτω γίνεται η παρουσίαση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων των ΑΠΕ.

3.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα , μειώνοντας ουσιαστικά τις εκπομπές αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα, μια «καθαρή» πηγή ενέργειας από την οποία εξοικονομούνται εκατομμύρια ευρώ που θα δαπανούνταν για την αγορά δικαιωμάτων εκπομπής αέριων ρύπων, ενώ παράλληλα συμβάλουν στη μείωση των εκπομπών των αέριων του Φαινομένου του Θερμοκηπίου.
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα. Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τους εξαντλήσιμους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους.
- Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης μορφής ενέργειας που είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών έως αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή), επιτυγχάνοντας ορθολογικότερη χρησιμοποίηση των ενεργειακών πόρων.
- 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 εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο. Υποκαθιστούν δαπανηρά ορυκτά καύσιμα που πληρώνονται σε συνάλλαγμα.
- Είναι γεωγραφικά διασπαρμένες και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας.
- Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του τοπικού 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 κα έχει μεγάλο χρόνο ζωής.
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος, το οποίο επιπλέον δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των ΑΠΕ διατίθενται σε μικρά μεγέθη και έχουν μικρή διάρκεια κατασκευής, επιτρέποντας έτσι τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας, με επαναλαμβανόμενα συστήματα σε πολλές περιπτώσεις.
- Οι επενδύσεις των ΑΠΕ δημιουργούν πολλές θέσεις εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο και προωθώντας την περιφερειακή ανάπτυξη.
- Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση επενδύσεων που στηρίζονται στη συμβολή των ΑΠΕ (π.χ. θερμοκηπιακές καλλιέργειες με γεωθερμική ενέργεια), και την προσέλκυση ξένων επενδύσεων.

3.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ

Εκτός από τα παραπάνω πλεονεκτήματα οι ΑΠΕ παρουσιάζουν και ορισμένα χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν την αξιοποίηση και ταχεία ανάπτυξή τους :

- 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 υποστηρίζεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω από το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- Το διασπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος, να μεταφερθεί και να αποθηκευθεί.
- Έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλες ισχείς απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.
- Παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητά τους που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.
- Η χαμηλή διαθεσιμότητά τους, συνήθως, οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή αξιοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσής τους.

4. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΕ

(πηγή:ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)

Ο άνθρωπος "τροφοσυλλέκτης" των προϊστορικών χρόνων στηριζόταν αποκλειστικά στη μυϊκή του ενέργεια (δύναμη) για να βρίσκει την τροφή του και να φτιάχνει τα καταφύγια του. Με την πάροδο των ετών χρησιμοποίησε πιο αποδοτικά τη μυϊκή του ενέργεια φτιάχνοντας τα πρώτα απλά εργαλεία από ξύλο, πέτρα, κόκαλα. Αξιοποίησε επίσης τη μυϊκή ενέργεια των ζώων είτε για τη μεταφορά επιβατών και αντικειμένων είτε για όργωμα και άντληση νερού σε συνδυασμό με εργαλεία (π.χ. αλέτρι) και απλές μηχανές. Οι σημαντικότεροι σταθμοί στην ιστορία του ανθρώπου υπήρξαν αναμφισβήτητα η ανακάλυψη και χρήση της **φωτιάς** και η επινόηση του **τροχού**.

Από τη λίθινη ακόμη εποχή γνωρίζουμε ότι οι κάτοικοι των σπηλαίων χρησιμοποίησαν την ενέργεια της φωτιάς αρχικά για το φωτισμό, τη θέρμανση και τη μαγειρική και με το πέρασμα των χιλιετιών για τη μεταλλουργία και την υαλουργία. Τα πρώτα καύσιμα ήταν τα ξερά χόρτα, το ξύλο, η κοπριά και στη συνέχεια το φυτικό και ζωικό λίπος (ανανεώσιμες πηγές ενέργειας).

Αργότερα ανακάλυψε τη δύναμη του ανέμου - αιολική ενέργεια - την οποία χρησιμοποίησε σαν "μηχανική ενέργεια" για την ύδρευση και άρδευση, άλεση δημητριακών, θαλάσσιες μεταφορές. Ήδη από το 3500 π.Χ. ο άνθρωπος χρησιμοποίησε την ενέργεια του ανέμου στα ιστιοφόρα πλοία, ενώ οι πρώτοι ανεμόμυλοι εμφανίστηκαν στην Περσία περίπου το 3000 π.Χ. και στην Ευρώπη, στη Γαλλία συγκεκριμένα, το 1180 π.Χ.

Με την ανακάλυψη του τροχού του νερού περίπου το 200 π.Χ., αξιοποιείται η ενέργεια του νερού που έρρεε ή έπεφτε, για την άλεση των σπόρων - **υδραυλική ενέργεια** - και σήμερα έχει εξελιχθεί στον σύγχρονο υδροστρόβιλο για την παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος.

Βλέπουμε λοιπόν ότι ο πρωτόγονος άνθρωπος αξιοποίησε τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Οι πρώτες προσπάθειες κατασκευής και χρήσης πιο πολύπλοκων μηχανών που απαλλάσσουν τον άνθρωπο από επίπονες εργασίες και αξιοποιούν τις πιο πάνω πηγές ενέργειας, εμφανίζονται περί το 300 π.Χ.. Ο Αρχιμήδης αναφέρεται ανάμεσα στους πρώτους εφευρέτες, καθώς το 212 π.Χ. με τα κοίλα κάτοπτρα που κατασκευάζει, εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια και κατακαίει τα ρωμαϊκά πλοία κατά την πολιορκία των Συρακουσών.

Ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς το 130 π.Χ. κατασκευάζει την πρώτη θερμική μηχανή που αποτελείται από μια περιστρεφόμενη σφαίρα με δύο ακροφύσια και εκμεταλλεύεται τη δύναμη του ατμού.

Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα (467-1453 μ.Χ.) και της Αναγέννησης (1454-1700 μ.Χ.) εμφανίζονται μερικές από τις σπουδαιότερες εφευρέσεις, όπως το υγρό ή ελληνικό πυρ (7ος αιώνας-Καλλίνικος), η πυξίδα (1180), το τηλεσκόπιο (Γαλιλαίος), το ρολόι εκκρεμές (1673-Κρίστιαν Χόιχενς), ενώ διατυπώνονται οι βασικοί νόμοι της Φυσικής (νόμος βαρύτητας, παγκόσμιας έλξης, νόμοι διατήρησης της ενέργειας κ.λπ.). Οι πρώτες χρήσιμες ατμομηχανές εμφανίζονται με τη χρήση των καύσιμων απολιθωμάτων, οπότε ξεκινά η βιομηχανική επανάσταση (1780-1850 μ.Χ.).

Η πρώτη μηχανή εσωτερικής καύσης κατασκευάζεται το 1860 από το Γάλλο εφευρέτη Ζαν-Ζοζέφ-Ετιέν Λενουάρ και τελειοποιείται το 1876 από το Γερμανό μηχανικό Νικολάους Όττο, ο οποίος κατασκευάζει την τετράχρονη μηχανή.

Το 1901 γενικεύεται η πετρελαιοκινούμενη μεταφορά, ενώ στα τέλη του 19ου αιώνα ανακαλύπτεται ο ηλεκτρισμός που μεταμορφώνει τη ζωή και την εργασία του ανθρώπου και δημιουργεί μια παγκόσμια βιομηχανία με τεράστια οικονομικά μεγέθη. Στον εικοστό αιώνα κατασκευάζονται σε μερικές χώρες βιομηχανίες που στηρίζονται στην εντατική χρήση πετρελαίου και ηλεκτρισμού και δίνουν τεράστια ώθηση στην οικονομική ανάπτυξη. Ταυτόχρονα όμως δημιουργούνται νέες ανάγκες που απαιτούν κατανάλωση ενέργειας,

ενώ συσσωρεύονται πολλά προβλήματα στο περιβάλλον, ιδιαίτερα με τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας από τη δεκαετία του 1970 και μετά.

4.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΙΣ ΑΙΟΛΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

(πηγή ΙΝΣΤΟΥΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΜΥΛΩΝ Ι.Τ.Ε.Μ)

Στη χώρα μας χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά ανεμόμυλοι κυρίως στην Ανατολική Κρήτη για την άντληση ποτιστικού νερού από πηγάδια. Οι ανεμόμυλοι αυτοί είναι σιδερένιοι με υφασμάτινα πανιά, και αναφέρονται συγκεντρωμένοι κύρια στο οροπέδιο του Λασιθίου. Την εποχή της άνθησής τους, πριν το 1940, υπήρξαν χιλιάδες ανεμόμυλοι ενώ σήμερα λειτουργούν περίπου χίλιοι.

Παράλληλα στη Σητεία αναφέρθηκε μια ενδιαφέρουσα μέθοδος αντλιοταμείωσης, η οποία διερευνάται ως προς την οικονομικοτεχνική ελκυστικότητα της και σήμερα. Στην περίπτωση αυτή της Σητείας, η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται για την άντληση νερού με την βοήθεια ανεμόμυλων, το οποίο αποθηκεύεται σε υψηλή δεξαμενή. Στη συνέχεια η διαθέσιμη υδατόπτωση χρησιμοποιείται κατά βούληση σε προσκείμενους νερόμυλους. Σημαντικός αριθμός ανεμόμυλων βρέθηκε και στις Κυκλάδες, στη Ρόδο, στη Χίο και γενικότερα στα νησιά του Αιγαίου. Ο τύπος του ανεμόμυλου που αναπτύχθηκε στη πατρίδα μας είναι οριζοντίου άξονα, σε πέτρινο κτίσμα με πάνινα πτερύγια (Μεσογειακός ανεμόμυλος).

Στις αρχές του αιώνα μας πρώτοι οι Δανοί παράγουν ηλεκτρισμό από τον άνεμο, ενώ στην Αμερική ανεμόμυλοι μεταλλικής κατασκευής χρησιμοποιούνται επίσης για ηλεκτροδότηση. Έτσι το 1891 λειτούργησε στο Askon της Δανίας πειραματικός ανεμοκινητήρας με δύο ηλεκτρικές γεννήτριες (2Χ9KW) με διάμετρο 22.8 m κάτω από την επίβλεψη του καθηγητή P. La Cour. Αντίστοιχα τη δεκαετία του 1930 κατασκευάστηκε στη βαλτική μηχανή 100 KW, με σχεδιαστική επίβλεψη του Sabanin και Yuriev. Τέλος το 1940 κατασκευάζεται στο Vermont των Η.Π.Α. ένας πειραματικός δίπτερος ανεμοκινητήρας (ανεμογεννήτρια) σημαντικής ισχύος.

4.1.1. ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΑΝΕΜΟΜΥΛΟΙ



Πάρος - Ελληνικός ανεμόμυλος οριζόντιου άξονα

Οι ανεμόμυλοι εμφανίστηκαν και εξαπλώθηκαν στον ελλαδικό χώρο από τον 12ο αιώνα και μετά. Περιγράφηκαν από τους περιηγητές και αποτυπώθηκαν σε χαρακτηριστικά, τεκμήρια που έχουν σήμερα ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την μελέτη της ιστορίας τους. Για

παράδειγμα, από τα χαρακτηριστικά της Ρόδου, που παρουσιάζονται στο άρθρο του Α.Σ. Μαϊλλη "ΡΟΔΟΣ: Χαρακτικά από τον 15ο ως τον 17ο αιώνα" (περ.ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΑ τεύχ.47, Ιούν. 1993) είναι φανερό ότι στο λιμάνι της Ρόδου υπήρχαν αρκετοί ανεμόμυλοι ήδη από τον 15ο αιώνα.

Σε ελάχιστους ανεμόμυλους σώζεται κτητορική επιγραφή με αναφορά στο έτος κτίσης τους, όμως είναι κάποιες φορές ακόμα και σήμερα ζωντανές οι οικογενειακές ή και κοινοτικές παραδόσεις και νωπές οι αναμνήσεις, που σχετίζονται με την κατασκευή και την ιστορία των ιδιαίτερων αυτών κτισμάτων. Οι κύριες πηγές στοιχείων για αυτούς είναι τα αρχεία των κοινοτήτων και οι αναφορές σε αυτούς στις νοταριακές πράξεις που ρυθμίζουν κληρονομικά και τοπογραφικά θέματα των ανεμόμυλων, οι κοινοτικές αποφάσεις για την δίκαιη εφαρμογή του εθιμικού δίκαιου του αέρα, αλλά και οι αποφάσεις των πολιτικών ή εκκλησιαστικών δικαστηρίων οι σχετικές με διάφορες προστριβές και διενέξεις κατά την λειτουργία τους.

Τέσσερις φαίνεται πως είναι οι τύποι των χρησιμοποιούμενων αλεστικών ανεμόμυλων στον ελληνικό χώρο, που έχουν αρκετές διαφορές μορφολογικά και λειτουργικά, από τους αντίστοιχους ευρωπαϊκούς:

- ❖ **ταράλης κατακόρυφου άξονα ή ταβλόμυλος**
- ❖ **ταράλης οριζόντιου άξονα**
- ❖ **αξετροχάρης ή μονόπαντος ή μονόκαιρος**
- ❖ **ξετροχάρης**
- ❖ Ιδιαίτερη κατηγορία αποτελούν οι **αντλητικοί** ανεμόμυλοι που εγκαταστάθηκαν στο οροπέδιο Λασιθίου στην Κρήτη, που παρουσιάζονται στο άρθρο του Χ. Ματζάνα "Οροπέδιο Λασιθίου: το πρώτο αιολικό πάρκο της Ελλάδας" (περ.ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΑ τεύχ.77, Δεκ. 2000)

ΤΑΡΑΛΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΞΟΝΑ

Ο ταράλης ανεμόμυλος κατακόρυφου άξονα ή ταβλόμυλος είναι ο παλιότερος τύπος ανεμόμυλου που εμφανίζεται στην Ελλάδα και φαίνεται ότι προέρχεται από τον νερόμυλο, που είναι σε χρήση από τα αρχαία χρόνια. Στα Γεωγραφικά του Στράβωνα (63 π.Χ. - 23 μ.Χ.) αναφέρεται νερόμυλος (υδραλέτης) που λειτουργεί στα ανάκτορα στα Κάβειρα του βασιλιά του Πόντου Μιθριδάτη ΣΤ' του Ευπάτορα.

Στον ταράλη κατακόρυφου άξονα το επίπεδο που ορίζεται από τα πτερύγια της πτερωτής είναι οριζόντιο, κάθετο στον άξονα και πάνω από τις μυλόπετρες. Η ξύλινη πτερωτή είναι **μέσα** στο κτίσμα, το οποίο επομένως είναι μεγάλο και ογκώδες. Η πτερωτή βρίσκεται στο στεγασμένο δώμα του κτιρίου και ο αέρας οδηγείται στα πτερύγια περνώντας μέσα από παράθυρα και ειδικά διαμορφωμένη όδευση σαν σήραγγα. Παράθυρα υπάρχουν πολλά στην περιφέρεια του δώματος και από την πλευρά φυσούσε ο αέρας αλλά και από την απέναντι μεριά ώστε να μπορεί να βγει ο αέρας αφού γύριζε την πτερωτή. Στα παράθυρα από τα οποία ο άνεμος έμπαινε στο κτίσμα για να κινήσει την πτερωτή υπήρχαν ξύλινα παραθυρόφυλλα, ώστε να μπορεί να μειωθεί η δύναμη του αέρα πάνω στην πτερωτή, αν χρειαζόταν.

Η κίνηση της πτερωτής από τον άνεμο κινεί τον κατακόρυφο άξονα και με ένα σύστημα ξύλινων γραναζιών η κίνηση αυτή μεταδίδεται τελικά στις μυλόπετρες.

Δεν υπάρχει δυνατότητα αλλαγής της γωνίας πρόσπτωσης του αέρα πάνω στα πτερύγια και η τοποθέτηση των ανεμόμυλων αυτού του τύπου απαιτεί εξαιρετικά καλή γνώση της επικρατέστερης διεύθυνσης των ανέμων που φυσούν στην περιοχή. Όταν ο αέρας που φυσά δεν είναι ευνοϊκός για την κίνηση των πτερύγιων της πτερωτής, ο ανεμόμυλος αυτού του τύπου δεν μπορεί να λειτουργήσει.

Ταράληδες ανεμόμυλοι κατακόρυφου άξονα είναι σπάνιοι στην Ελλάδα. Στο Κορθί της Άνδρου, στην Σέριφο και την Κάρπαθο υπάρχουν ακόμα απομεινάρια από κτίσματα ανεμόμυλων τέτοιου τύπου.

ΤΑΡΑΛΗΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ

Ο τaráλης ανεμόμυλος οριζόντιου άξονα φαίνεται πως είναι μετεξέλιξη του τaráλη κατακόρυφου άξονα, έτσι ώστε το επίπεδο που ορίζεται από τα πτερύγια της πτερωτής είναι κατακόρυφο και κάθετο στον άξονα.

Όταν ο αέρας που φυσά δεν είναι ευνοϊκός για την κίνηση των πτερύγιων της πτερωτής, ο ανεμόμυλος αυτού του τύπου δεν μπορεί να λειτουργήσει, αφού δεν υπάρχει και σε αυτόν η δυνατότητα αλλαγής της γωνίας πρόσπτωσης του αέρα πάνω στα πτερύγια. Είναι φανερό ότι η τοποθέτηση των ανεμόμυλων αυτού του τύπου απαιτεί εξαιρετικά καλή γνώση της επικρατέστερης διεύθυνσης των ανέμων που φυσούν στην περιοχή, ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία τους όσο πιο πολλές μέρες γίνεται.

Τaráληδες ανεμόμυλοι οριζόντιου άξονα είναι σπάνιοι στην Ελλάδα (Κάρπαθος).

ΑΞΕΤΡΟΧΑΡΗΣ



Αξετροχάρηδες ανεμόμυλοι στο Σελί Αμπέλου.

Ο αξετροχάρης (ή μονόπαντος ή μονόκαιρος) ανεμόμυλος έχει σύστημα οριζόντιου άξονα - κατακόρυφων πτερυγίων, που όμως δεν μπορεί να περιστραφεί. Επομένως, η λειτουργία του εξαρτάται από την διεύθυνση του ανέμου που φυσά και γίνεται μόνο όταν ο άνεμος μπορεί να περιστρέψει την πτερωτή και τα πτερύγια. Κατά τα άλλα ισχύουν και για αυτούς όσα αναφέρονται στους ξετροχάρηδες ανεμόμυλους. Αυτός ο τύπος ανεμόμυλου δεν είναι συνηθισμένος στην Ελλάδα. Οι περισσότεροι ανεμόμυλοι τέτοιου τύπου βρίσκονται σήμερα στην Κρήτη, την Σίφνο και την Κάρπαθο.

Στην Κρήτη, αξετροχάρηδες είναι οι 24 ανεμόμυλοι στην θέση Σελί Αμπέλου στο οροπέδιο του Λασιθίου. Είναι προσανατολισμένοι βόρεια - βορειοδυτικά μιά και από αυτή την διεύθυνση φυσάει συνήθως ο αέρας στην περιοχή. Το κτίσμα του αξετροχάρη μύλου είναι ένα πέτρινο κτιστό ψηλό παραλληλεπίπεδο με στρογγυλεμένη τη βορεινή πλευρά του. Η στέγη του είναι επίπεδη με δοκάρια, όπως τα δώματα των σπιτιών.

ΞΕΤΡΟΧΑΡΗΣ

Ο πιο διαδεδομένος τύπος ανεμόμυλου στον ελληνικό χώρο και ιδίως στα αιγαιοπελαγίτικα νησιά και την Κρήτη, είναι ο λεγόμενος ξετροχάρης μύλος.

Πρόκειται για ανεμόμυλο με σύστημα οριζόντιου άξονα - κατακόρυφων πτερυγίων, που μπορούν να περιστραφούν χειροκίνητα, με ειδική διάταξη ανάλογα με την διεύθυνση του ανέμου, ώστε να γίνεται η καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση της έντασης του ανέμου από τα πτερύγια.

Το κτίσμα του ξετροχάρη μύλου είναι κτιστό πέτρινο, συνήθως δίπατο με εσωτερική πέτρινη σκάλα και ξύλινα πατώματα, τύπου πύργου κυλινδρικού σχήματος (πυργόμυλος),

με την διάμετρο δηλαδή στην κορυφή ίση με την διάμετρο στην βάση. Δεν είναι ασυνήθιστοι πάντως ξετροχάρηδες ανεμόμυλοι τύπου κόλουρου κώνου, με την διάμετρο δηλαδή στην κορυφή μικρότερη από την διάμετρο στην βάση. Σπανιότεροι είναι οι ανεμόμυλοι με διάμετρο κορυφής μεγαλύτερη από την διάμετρο της βάσης. Το κτίσμα στεγάζονταν με μια κωνική ξύλινη στέγη, που επενδύονταν συνήθως με λεπτή λαμαρίνα.

Η πέτρινη σκάλα βρίσκεται στην εσωτερική περιφέρεια και ακολουθεί την καμπυλότητα του κτίσματος. Τα ανοίγματα είναι συνήθως δύο, η ξύλινη πόρτα εισόδου στο ισόγειο και ένα παράθυρο ψηλά, προσανατολισμένα στην διεύθυνση του ασθενέστερου ανέμου για την περιοχή.

Στον επάνω όροφο (ανώι) βρίσκονται οι μυλόπετρες αρμοσμένες σε ξύλινο κατακόρυφο άξονα και τα απαραίτητα στοιχεία της ξυλομηχανής για την μετάδοση της κίνησης από τα εξωτερικά πτερύγια στον οριζόντιο άξονα και από αυτόν στον κατακόρυφο άξονα που φέρει τις μυλόπετρες. Στον μεσαίο όροφο (πατάρι) γίνεται η συγκέντρωση του αλέσματος και στο ισόγειο (κατώι) βρίσκεται συνήθως χώρος υποδοχής και αποθήκευσης.

ΟΙ ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΑΝΕΜΟΜΥΛΟΙ ΣΗΜΕΡΑ

Σύμφωνα με στοιχεία του Ινστιτούτου των Ελληνικών Μύλων (Ι.Τ.Ε.Μ.) γύρω στις 45.000 υπολογίζονται οι νερόμυλοι που βρίσκονται σε όλη την ελληνική επικράτεια ενώ γύρω στους 2.000 οι ανεμόμυλοι στον ελληνικό νησιωτικό χώρο (Αιγαίο πέλαγος), τα παράλια και κάποιες κορυφές βουνών της ηπειρωτικής Ελλάδας.

Οι ανεμόμυλοι θεωρούνται μνημεία της νεοελληνικής αρχιτεκτονικής κληρονομιάς και προστατεύονται από την νομοθεσία.

Παρόλα αυτά, όπου και αν ταξιδέψει κανείς στο Βόρειο Αιγαίο, στις Κυκλάδες, στο Ιόνιο, στην Κρήτη, στα Δωδεκάνησα αντικρίζει ερειπωμένους και κατεστραμένους τους περισσότερους ανεμόμυλους. Πολύ λίγες εγκαταστάσεις ανεμόμυλων έχουν συντηρηθεί αρκετά ώστε να θυμίζουν το ένδοξο παρελθόν τους και ελάχιστες είναι σήμερα άρτιες λειτουργικά.

4.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

4.2.1. ΙΣΤΟΡΙΑ ΑΝΑΚΑΛΥΨΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ

(πηγή www.selasenergy.gr/enviroment.php)

Ζούμε μια περίοδο όπου η διόγκωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων σε συνδυασμό με την εξάντληση των ορυκτών ενεργειακών πόρων και τα τεράστια βήματα στην τεχνολογία των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων κάνουν πλέον εφικτή την χρήση τους. Πώς φτάσαμε όμως ως εδώ και ποιά είναι η ιστορία των φωτοβολταϊκών;

- Η πρώτη γνωριμία του ανθρώπου με το φωτοβολταϊκό φαινόμενο έγινε το **1839** όταν ο Γάλλος φυσικός Edmond Becquerel (**1820 - 1891**) ανακάλυψε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο κατά την διάρκεια πειραμάτων του με μια ηλεκτρολυτική επαφή φτιαγμένη από δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια.
- Το επόμενο σημαντικό βήμα έγινε το 1876 όταν οι Adams (1836 - 1915) και ο φοιτητής του Day παρατήρησαν ότι μια ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος παραγόταν από το σελήνιο (Se) όταν αυτό ήταν εκτεθειμένο στο φως.
- **Δεκαετία του 1880.** Κατασκευάστηκαν οι πρώτες φωτοβολταϊκές κυψέλες από σελήνιο, οι οποίες μετέτρεπαν το ορατό φάσμα του φωτός σε ηλεκτρικό ρεύμα με απόδοση που κυμαινόταν μεταξύ 1% και 2%. Οι φωτοευαίσθητοι αισθητήρες των φωτογραφικών μηχανών κατασκευάζονται ακόμα και σήμερα από σελήνιο.
- **1912.** Ο Πολωνός φυσικός Jan Czochralski ανέπτυξε αξιόπιστη μέθοδο παραγωγής μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Οι πλέον αποδοτικές και εμπορικά αξιοποιήσιμες σήμερα φωτοβολταϊκές κυψέλες βασίζονται στο μονοκρυσταλλικό πυρίτιο.
- **Το 1918** ο Πολωνός Czochralski (1885 - 1953) πρόσθεσε την μέθοδο παραγωγής ημιαγωγού μονοκρυσταλλικού πυριτίου (Si) με την σχετική έρευνα του και η οποία μάλιστα χρησιμοποιείται βελτιστοποιημένη ακόμα και σήμερα
- Μια σημαντική ανακάλυψη έγινε επίσης το 1949 όταν οι Mott και Schottky ανέπτυξαν την θεωρία της διόδου σταθερής κατάστασης. Στο μεταξύ η κβαντική θεωρία είχε ξεδιπλωθεί. Ο δρόμος πλέον για τις πρώτες πρακτικές εφαρμογές είχε ανοίξει. Το πρώτο ηλιακό κελί ήταν γεγονός στα εργαστήρια της Bell το 1954 από τους Chapin, Fuller και Pearson. Η απόδοση του ήταν 6% εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.
- **Αρχές 1950.** Αναπτύχθηκε ο μετρητής Czochralski για την μαζική παραγωγή κρυσταλλικού πυριτίου υψηλής καθαρότητας, απαραίτητου για την κατασκευή φωτοβολταϊκών κυψελών υψηλής απόδοσης.
- **1954.** Η εταιρεία Bell Telephone Laboratories κατασκεύασε φωτοβολταϊκή κυψέλη πυριτίου με απόδοση 4%. Αργότερα η απόδοση ανέβηκε στο 11%.
- **Το 1958** η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων προσαρτάται στον χώρο των διαστημικών εφαρμογών όταν τοποθετήθηκε ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα στον δορυφόρο Vanguard I. Το σύστημα αυτό λειτούργησε επιτυχώς για 8 ολόκληρα χρόνια και ήταν ένα από τα πρώτα φωτοβολταϊκά συστήματα.
- **1958, 1959, 1960.** Κατασκευή φωτοβολταϊκών κυψελών με αποδόσεις 9, 10 και 14% από την εταιρεία Hoffman Electronics.
- **1962.** Τίθεται σε τροχιά από την εταιρεία Bell Telephone Laboratories ο πρώτος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος (Telstar) με φωτοβολταϊκά στοιχεία ισχύος 14 W.
- **Το 1962** η μεγαλύτερη ΦΒ εγκατάσταση στον κόσμο γίνεται στην Ιαπωνία από την **Sharp**, σε έναν φάρο. Η εγκατεστημένη ισχύς του συστήματος είναι 242Wp.
- Τα φωτοβολταϊκά ξεκίνησαν λοιπόν να κάνουν την εμφάνισή τους αλλά λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής η εφαρμογή τους ήταν δυνατή μόνο σε ειδικές περιπτώσεις αυτόνομων συστημάτων. Η έρευνα όμως προχωρούσε και η απόδοση των ΦΒ συνεχώς βελτιωνόταν. Κυριότερος πελάτης των φωτοβολταϊκών τις δεκαετίες που ακολούθησαν είναι η NASA.

- Οι υψηλές τιμές στα φωτοβολταϊκα ήταν ο σημαντικότερος λόγος που δεν υπήρχε περισσότερο ενθουσιώδης αποδοχή από την αγορά. Ενδεικτικά η τιμή των φωτοβολταϊκών ξεκινάει από τα 500\$ ανά εγκατεστημένο Watt το 1956, ενώ μετά από 14 χρόνια , το 1970 αγγίζει τα 100\$/Watt. Το 1973 οι βελτιώσεις στις μεθόδους παραγωγής φέρνουν το κόστος των φωτοβολαϊκών στα 50\$/Watt.
- **1963.** Μαζική παραγωγή φωτοβολταϊκών στοιχείων πυριτίου από την Ιαπωνική εταιρεία Sharp Corporation. Εγκαθίσταται στην Ιαπωνία η μεγαλύτερη φωτοβολταϊκή διάταξη στον κόσμο ισχύος 242 W για την ηλεκτροδότηση ενός φάρου.
- **1972.** Γάλλοι επιστήμονες εγκαθιστούν σε χωριό του Νίγηρα φωτοβολταϊκό σύστημα Θειούχου Καδμίου (CdS) για την τροφοδοσία εκπαιδευτικής τηλεόρασης ενός σχολείου. Στο μέλλον, οι κυψέλες CdS υπόσχονται πολλά στη μείωση του κόστους παραγωγής και στην αύξηση των αποδόσεων.
- **1973-74.** Η πρώτη ενεργειακή κρίση ώθησε το Υπουργείο Ενέργειας των Η.Π.Α. στην ίδρυση του Ομοσπονδιακού Προγράμματος για την Εκμετάλλευση του Φωτοβολταϊκού φαινομένου (Federal Photovoltaic Utilization Program). Πολλά από τα 3.100 συστήματα, το οποία εγκαταστάθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος αυτού, εξακολουθούν ακόμα και σήμερα να λειτουργούν.
- **1976.** Οι πρώτες φωτοβολταϊκές κυψέλες άμορφου πυριτίου κατασκευάζονται από τον David Carlson και τον Christopher Wronski των RCA Laboratories. Οι κυψέλες άμορφου πυριτίου επέτρεψαν την ανάπτυξη των τεχνολογιών λεπτής μεμβράνης.
- **1970-90.** Λόγω μειωμένου ενδιαφέροντος εκ μέρους των Η.Π.Α. για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο, πολλές εταιρείες των Η.Π.Α. εξαγοράστηκαν από Γερμανικά και Ιαπωνικά συμφέροντα.
- Η πρώτη εγκατάσταση PV που φτάνει στα επίπεδα του 1MW (μεγαβατ) γίνεται στην Καλιφόρνια το **1980** από την ARCO Solar χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα και σύστημα παρακολούθησης της τροχιάς του ηλίου 2 αξόνων (dual-axis trackers).
- Η εξέλιξη αρχίζει πλέον να γίνεται με ταχύτερους ρυθμούς. Το **1983** η παγκόσμια παραγωγή ΦΒ φτάνει τα 22MW και ο συνολικός τζίρος τα 250.000.000\$.
- **1990.** Ο Α' πόλεμος του Κόλπου πυροδότησε εκ νέου το ενδιαφέρον των Η.Π.Α. για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.
- **Μέσον της δεκαετίας 1990.** Αρχή ραγδαίας ανάπτυξης της αγοράς των φωτοβολταϊκών συστημάτων.
- Το **1999** η εταιρία Spectrolab σε συνεργασία με το NREL αναπτύσσουν ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο με απόδοση 32,3%!!! Το στοιχείο αυτό είναι συνδυασμός τριών υλικών (στρώσεων) και ειδικό για εφαρμογές σε συγκεντρωτικά συστήματα CPV. Την ίδια χρονιά το ρεκόρ στην απόδοση των Thin Films φτάνει στο 18.8%. Η παραγωγή όλων των τεχνολογιών των ΦΒ πάνελ φτάνει συνολικά τα 200 MegaWatt.
- **2004:** Η πορεία πια είναι ασταμάτητη. Η μαζική είσοδος μεγάλων εταιρειών στον χώρο των ΦΒ φέρνει την μαζική παραγωγή και αυτή με την σειρά της την τιμή των διασυνδεδεμένων συστημάτων στα 6,5 ευρώ/Wp. Γερμανία και Ιαπωνία κυριαρχούν στην κατασκευή ΦΒ πάνελ και πλέον σε όλες τις αναπτυσσόμενες χώρες αρχίζουν, με τον έναν (παραγωγή εξοπλισμού) ή τον άλλον τρόπο (κατασκευή ΦΒ εγκαταστάσεων), να υιοθετούν τις τεχνολογίες των φωτοβολταϊκών και να τις παγιώνουν στην συνείδηση των επενδυτών αλλά και των καταναλωτών ενέργειας. Η συνολική παραγωγή το 2004 έφτασε τα 1.200 MegaWatt ΦΒ στοιχείων ενώ ο τζίρος της ίδιας χρονιάς άγγιξε τα 6.500.000.000\$.
- Σήμερα με οικονομίες μεγάλης κλίμακας έχουν επιτευχθεί μεγάλες αποδόσεις στα κρυσταλλικά κυρίως υλικά και αρκετές χώρες με πρωτοπόρες την Γερμανία και την Ιαπωνία έχουν ήδη επενδύσει τεράστια κονδύλια με σκοπό την ευρύτερη εκμετάλλευση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.

Ήδη βέβαια οι χώρες αυτές έχουν αρχίσει και απολαμβάνουν τους καρπούς της εξελιγμένης τεχνογνωσίας τους. Πάντως τίποτα από αυτά δεν θα γινόταν πραγματικότητα εάν δεν είχε επικυρωθεί το **Πρωτόκολλο του Κιότο** και άλλες διεθνείς συμφωνίες που ακολούθησαν κάτω από την πίεση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Η ουσιαστική ώθηση για τα φωτοβολταϊκά όπως και για τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δόθηκε μέσα από κυβερνητικά προγράμματα με την μορφή επιδοτήσεων των δραστηριοτήτων παραγωγής ενέργειας (κυρίως ηλεκτρικής) με την χρήση "πράσινων" τεχνολογιών (ΑΠΕ). Η περισσότερο γνωστή από αυτές είναι η ευνοϊκή τιμολόγηση της ενέργειας που παράγεται από Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, γνωστή και ως feed - in - tariff.

4.2.2. ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

(πηγή: www.selasenergy.gr/fvsystems.php)

Η Ελλάδα έχει υιοθετήσει και αυτή με την σειρά της κίνητρα για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα οποία μάλιστα ήταν ιδιαίτερα ελκυστικά για τους υποψήφιους επενδυτές.

Όμως ο παροιμιώδης κρατικός μηχανισμός κατάφερε την πιο ελπιδοφόρα τεχνολογία της εποχής μας να την κάνει να χαρακτηριστεί ως "φούσκα" (και μάλιστα από την οπτική γωνία κάποιων, δυστυχώς δικαιολογημένα).

Εκατοντάδες αιτήσεις για άδειες παραγωγής ενέργειας στην ΡΑΕ και άλλες τόσες αιτήσεις αδειών - εξαιρέσεων προς επιδότηση από τον επενδυτικό νόμο, περιμένουν καρτερικά σε κάποια συρτάρια την ώρα (ή την χρονιά) της κρίσης τους.

Παρόλα αυτά, ευτυχώς δεν φαίνεται να "κατόρθωσε" ο κρατικός μηχανισμός να αναχαιτίσει στην χώρα μας την παγκόσμια δυναμική των φωτοβολταϊκών, αφού η εφευρετικότητα του έλληνα κατασκευαστή αλλά και η "προνοητικότητα" κάποιων επενδυτών έχουν ήδη "στείλει" κάποιες μεγάβατες στο δίκτυο της ΔΕΗ.

Επίσης, πέρα από τις επενδύσεις σε διασυνδεδεμένα συστήματα μια άλλη αγορά ΦΒ που αναπτύσσεται είναι αυτή των αυτόνομων συστημάτων, αφού η τιμή της φωτοβολταϊκής κιλοβατώρας πλέον ανταγωνίζεται με αξιώσεις αυτήν του πετρελαίου και μάλιστα παρουσιάζει και αρκετά πλεονεκτήματα έναντι αυτής. Τα περισσότερα αυτόνομα συστήματα προς το παρόν βρίσκονται στο Άγιο Όρος, αλλά πλέον υπάρχουν πολλές ΦΒ εγκαταστάσεις σε εξοχικές κατοικίες, απομακρυσμένους τηλεπικοινωνιακούς σταθμούς, φάρους, κτηνοτροφικές μονάδες κλπ.

4.2.3. ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

(πηγή: www.selasenergy.gr/fvsystems.php)

Πολλοί παρόλα αυτά κρίνουν ότι η διείσδυση των φωτοβολταϊκών έγινε με πολύ αργό ρυθμό παίρνοντας μάλιστα αφορμή από τον εκρηκτικό τρόπο που εξελίχθηκε μια άλλη βιομηχανία ημιαγωγών υλικών, αυτή των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Αυτή η καθυστέρηση οφείλεται κυρίως στις τεχνικές (και οικονομικές) δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι κατασκευαστές στην παραγωγική διαδικασία κατά την προσπάθεια τους να δημιουργήσουν καθαρά ημιαγωγά υλικά (κρυσταλλικό πυρίτιο).

Στα φωτοβολταϊκά συστήματα ο όγκος του απαιτούμενου υλικού (κρυσταλλικού πυριτίου) είναι πολύ μεγάλος και η παραγωγή του είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρος. Επίσης απαιτούνται υπέρογκα κεφάλαια για το κόστος του εξοπλισμού αλλά και της ενέργειας που καταναλώνεται κατά την παραγωγική διαδικασία.

Για τον λόγο αυτό άλλωστε η τάση που φαίνεται ότι θα καταλάβει ένα μεγάλο μερίδιο στην αγορά των φωτοβολταϊκών μετά από κάποια χρόνια (σε σχέση με αυτό που έχει σήμερα) είναι οι τεχνολογίες λεπτού υμενίου (thin film) στις οποίες επιτυγχάνεται σημαντική μείωση του απαιτούμενου όγκου πυριτίου (ή των άλλων τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται) και συνεπώς μείωση στις τιμές των φωτοβολταϊκών.

Σε καμία περίπτωση πάντως δεν πρόκειται να αμφισβητηθούν τα πρωτεία των τεχνολογιών κρυσταλλικού πυριτίου. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τα εκατοντάδες εκατομμύρια ευρώ - δολάρια - γέν και γιουάν, που έχουν επενδυθεί παγκοσμίως για την κατασκευή εργοστασίων παραγωγής πολυπυριτίου (polysilicon), ράβδων μονοκρυσταλλικού και πολυκρυσταλλικού πυριτίου (solar ingot), φωτοβολταϊκών στοιχείων (solar wafers), φωτοβολταϊκών κυψελών (solar cells) και φωτοβολταϊκών πλαισίων (solar panels - modules).

Οι προβλέψεις για το άμεσο μέλλον όσον αφορά την αγορά των φωτοβολταϊκών είναι ιδιαίτερα ευοίωνες, τόσο για την καθολική εξάπλωση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας παγκοσμίως, όσο και για την καθοδική πορεία των τιμών των φωτοβολταϊκών πλαισίων.

5. ΑΙΟΛΙΚΑ



5.1. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

(Πηγή: ΚΑΠΕ «ΟΔΗΓΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟ ΑΠΕ», www.allaboutenergy.gr)

Η Αιολική ενέργεια είναι μια μορφή ενέργειας, η οποία δημιουργείται από τη διαρκή κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα, ο οποίος περιβάλλει τη γη, εξαιτίας μιας σειράς παραμέτρων οι οποίες είναι:

- ❖ Η ηλιακή ακτινοβολία
- ❖ Η ανομοιογένεια του ανάγλυφου του εδάφους
- ❖ Η περιστροφική κίνηση της γης γύρω από τον άξονά της.

Η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης από τον ήλιο προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργεί δηλαδή τους ανέμους.

Ο άνεμος είναι δυνατό να περιστρέφει ανεμοτροχούς, να προωθεί ιστιοφόρα πλοία ή να κινεί αντικείμενα, μπορεί δηλαδή η ενέργεια να καταστεί εκμεταλλεύσιμη. Η πηγή αυτής της ενέργειας είναι πρακτικά ανεξάντλητη, ανανεούμενη συνεχώς, γι' αυτό και ονομάζεται ανανεώσιμη.

Εάν υπήρχε η δυνατότητα, με τη σημερινή τεχνολογία, να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ενέργεια από τον άνεμο θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα. Δυστυχώς, εκτιμάται πως μόνο ένα ποσοστό μεταξύ 1.5 % έως 2,5 % της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, μετατρέπεται: σε κινητική ενέργεια αερίων μαζών στην ατμόσφαιρα.

Από θερμοδυναμικής απόψεως, η ενέργεια αυτή είναι υψηλής ποιότητας και γι' αυτόν τον λόγο προσφέρεται ιδιαίτερα για μετατροπή σε ηλεκτρική ή χρήσιμη μηχανική ενέργεια. Αυτό δεν αποκλείει βέβαια τη δυνατότητα να αξιοποιηθεί και για άλλες χρήσεις, όπως η προστασία θερμοκηπίων από τον παγετό κ.λ.π.

Ακόμη, υπολογίζεται ότι το 25 % της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ταχύτητας πάνω από 5,1 μέτρα το δευτερόλεπτο, σε ύψος 10 μέτρων πάνω από το έδαφος. Όταν σε μια περιοχή οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτήν την τιμή, τότε το αιολικό δυναμικό του τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα.

5.2. Η ΑΙΟΛΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ

5.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΙΣ ΑΙΟΛΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Το πιο σημαντικό μέρος ενός αιολικού πάρκου είναι η αιολική μηχανή. Είναι η διάταξη, η οποία μετατρέπει την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική ή σε δυναμική ενέργεια άλλου σώματος (π.χ. απ' ευθείας άντληση νερού). Κατά τις διάφορες φάσεις της ιστορίας τους αναπτύχθηκαν διάφοροι τύποι αιολικών μηχανών. Τα χαρακτηριστικά τα οποία τα διαφοροποιούν είναι η κατεύθυνση του άξονα περιστροφής και ο αριθμός πτερυγίων.

5.2.2. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

Η ενέργεια του ανέμου χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο ήδη από την αρχαιότητα. Μάλιστα, τόσο είχε εκτιμηθεί η σπουδαιότητα και η χρησιμότητα των ανέμων, ώστε ο ίδιος ο Δίας, κατά την ελληνική μυθολογία, είχε ορίσει ειδικό «διαχειριστή» των ανέμων τον Αίοιο, ο οποίος τους κατηύθυνε από τη μυθική νήσο του, την Αιολία. Εξάλλου, ο εγκλωβισμός των ανέμων στον ασκό του Αιόλου, κατά τον Όμηρο, δείχνει ακριβώς την ανάγκη των ανθρώπων να διαθέτουν τους ανέμους στον τόπο και το χρόνο που ήθελαν.

Για πολλές εκατοντάδες χρόνια, η κίνηση των πλοίων στηριζόταν στη δύναμη του ανέμου, ενώ γινόταν εκτεταμένη χρήση του ανεμόμυλου, ως κινητήριας μηχανής, κυρίως στον αγροτικό τομέα. Η χρήση της όμως άρχισε να ατονεί περίπου στις αρχές του αιώνα, λόγω της εμφάνισης «άφθονων» και φθηνών ορυκτών καυσίμων.

Ο πρωτοπόρος της ανάπτυξης αιολικών μηχανών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν ο μετεωρολόγος Poul La Cour (1846-1908), που δραστηριοποιήθηκε επίσης στην αεροδυναμική και κατασκεύασε και τη δική του σήραγγα για τα πειράματα.

Κατασκεύασε την πρώτη ανεμογεννήτρια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας το 1891. Χρησιμοποίησε την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια για ηλεκτρόλυση, έτσι ώστε να παράγει υδρογόνο που διοχετευόταν στην εγκατάσταση αερίου για τον φωτισμό των κτιρίων ενός σχολείου.

Το υδρογόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν καύσιμο αφού αποδίδει 27.000 kcal / Kg, δηλαδή σχεδόν τριπλάσια θερμότητα καύσης ανά μονάδα μάζας απ' ότι στο πετρέλαιο.

Κατά τη διάρκεια του 2^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου, η κατασκευαστική εταιρεία F.L. Smidth της Δανίας, κατασκεύασε ένα σημαντικό αριθμό ανεμογεννητριών με δυο και τρία πτερύγια (οι τριπτέρυγες συχνά αναφέρονται σαν Δανέζικες μηχανές).

Μία από τις πρώτες μηχανές με τρία πτερύγια της εταιρείας F.L. Smidth εγκαταστάθηκε στο νησί Bogø στη Δανία το 1942. Η ανεμογεννήτρια συνδυάστηκε με μια νηλεζογεννήτρια για την ηλεκτροδότηση του νησιού. Το 1951 έγινε μια μετατροπή

της μηχανής από συνεχές σε εναλλασσόμενο ρεύμα 25 KV, με αποτέλεσμα να είναι η δεύτερη μηχανή στον κόσμο που παρήγαγε εναλλασσόμενο ρεύμα.

Ο μηχανικός Johannes Juul μαθητής του Poul La Cour, κατασκεύασε την πρώτη ανεμογεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος στον κόσμο. Η μηχανή εγκαταστάθηκε στο Vester Egesborg, Δανία.

Το 1956-57 ο Johannes Juul κατασκεύασε μια πρωτοποριακή μηχανή (200 KV) για την εταιρεία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην περιοχή Gedser στη νότια Δανία. Η ασύγχρονη μηχανή με τρία πτερύγια, ηλεκτρομαγνητικά μεταβαλλόμενης κλίσης, αποτελεί τη βάση ανάπτυξης των σύγχρονων ανεμογεννητριών. Για πρώτη φορά η μηχανή περιελάμβανε μηχανισμό φρένου για την προστασία της μηχανής από τις υψηλές ταχύτητες του ανέμου.

Ο Juul σχεδίασε το σύστημα που ο μηχανισμός του περιελάμβανε τα φρένα στην άκρη τα οποία απελευθερώνταν από την φυγόκεντρο δύναμη όταν η ταχύτητα περιστροφής ξεπερνούσε κάποιο όριο. Η ανεμογεννήτρια που ήταν για αρκετά χρόνια η μεγαλύτερη στον κόσμο, αποδείχθηκε ιδιαίτερα ανθεκτική. Λειτουργήσε για 11 χρόνια χωρίς να απαιτηθεί συντήρηση.

Η μηχανή Gedser ανακαινίστηκε το 1975 μετά από αίτημα της NASA που ήθελε να γίνουν κάποιες μετρήσεις για να χρησιμοποιηθούν στην ανάπτυξη και τον σχεδιασμό του προγράμματος αιολικής ενέργειας των ΗΠΑ. Μετά από μερικά χρόνια λειτουργίας και τη συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων, η μηχανή διαλύθηκε και μερικά τμήματα της βρίσκονται στο Μουσείο Ηλεκτρισμού στην πόλη Bjerringbro της Δανίας.

Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στις ΗΠΑ, ιδιαίτερα με τις εγκαταστάσεις στην πολιτεία της Καλιφόρνια, στις αρχές της δεκαετίας του 1980 έδωσε μια σημαντική ώθηση στον τομέα. Χιλιάδες μηχανές εγκαταστάθηκαν σε διάφορες περιοχές. Ένα παράδειγμα είναι το μεγάλο αιολικό πάρκο στο Palm Springs της Καλιφόρνια, όπου εγκαταστάθηκαν πάνω από 1000 μηχανές των 55 KV.

Η αγορά στις ΗΠΑ εκμηδενίστηκε από τη στιγμή που σταμάτησε το ενδιαφέρον και η υποστήριξη της πολιτείας της Καλιφόρνια γύρω στο 1985. Από τότε οι εγκαταστάσεις νέων μηχανών είναι ασήμαντες, αν και τα τελευταία χρόνια υπάρχει κάποια ανάκαμψη.

Το ενδιαφέρον πλέον εστιάζεται στην Ευρώπη και ιδιαίτερα στην Γερμανία, την χώρα με τη μεγαλύτερη ανάπτυξη και εγκατεστημένη ισχύ στην Ισπανία. Ο σχεδιασμός των ανεμογεννητριών έχει προοδεύσει σημαντικά με αποτέλεσμα τη βελτίωση των αποδόσεων,

Για παράδειγμα, η βελτιστοποίηση των πτερυγίων των ανεμογεννητριών με πειραματικές διατάξεις για τη μείωση των τριβών και οι προσομοιώσεις σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές έχουν πετύχει καλύτερες συνθήκες λειτουργίας και απόδοση των μηχανών.

5.2.3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

Οι βασικές κατηγορίες αιολικών μηχανών είναι αυτή του οριζόντιου άξονα που είναι και η συνηθέστερη και αυτή του κατακόρυφου άξονα. Οι μηχανές οριζόντιου άξονα έχουν ένα ή περισσότερα πτερύγια.

❖ **ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ** : οι μηχανές οριζόντιου άξονα διαθέτουν συνήθως ρυθμιζόμενης κλίσης πτερύγια ώστε να ρυθμίζεται η απόδοση της μηχανής ανάλογα με την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου.

❖ **ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΞΟΝΑ** : στις α/γ αυτές ο ρότορας περιστρέφεται περί κατακόρυφο άξονα. Αυτές οι α/γ δεν επηρεάζονται από την αλλαγή της διεύθυνσης του ανέμου, με αποτέλεσμα να είναι απλούστερες στην κατασκευή τους.

Δεν χρειάζονται ειδικά πτερύγια για τον προσανατολισμό του, γιατί ο άνεμος μπορεί να φυσά από οποιαδήποτε κατεύθυνση. Έχουν μικρό βάρος και μικρό κόστος κατασκευής. Η έλλειψη ροπής εκκίνησης προϋποθέτει εξωτερικό μηχανισμό.

Η χαμηλή απόδοση σε σχέση με τις α/γ οριζόντιου άξονα και η μικρή σχετικά ισχύς των μηχανών, έχει περιορίσει τη χρήση τους για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και χρησιμοποιούνται κυρίως για άντληση νερού και για εξαερισμό σπιτιών

.Χαρακτηριστικός τύπος ανεμογεννήτριας κατακόρυφου άξονα είναι ο ρότορας Savonius ή S, ο οποίος σχεδιάστηκε το 1929 και μοιάζει με τους αρχαίους περσικούς ανεμόμυλους, που χρησιμοποιούνταν για την άντληση νερού από πηγάδια.

Άλλοι τύποι α/γ κατακόρυφου άξονα είναι ο τύπος Helius, ο Darrieus και ο ρότορας-H

Σήμερα στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει σε ποσοστό πάνω από 90% οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα.

5.2.4. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΥΠΙΚΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ

Οι σύγχρονες αιολικές μηχανές έχουν συνήθως δύο πτερύγια και είναι οριζόντιου άξονα, ο οποίος είναι τοποθετημένος πάνω σε ένα κατακόρυφο ιστό. Οι ανεμόμυλοι για αγροκτήματα είναι μία τέτοια περίπτωση. Ο ρότορας μπορεί να έχει μία, δύο, τρεις ή πολλές λεπίδες. Οι ρότορες με φτερωτή μιας λεπίδας χρειάζονται αντίβαρο στο άλλο μέρος του άξονα για τον περιορισμό των δονήσεων.

Αυτός ο τύπος δεν είναι πρακτικός εκεί που επικρατεί ψύχος, μπορεί να σχηματιστεί πάγος στο ρότορα, οπότε αυτός παύει να είναι ζυγοσταθμισμένος. Οι ρότορες με δύο λεπίδες είναι πιο δημοφιλείς, γιατί είναι ανθεκτικοί και πιο φθηνοί να κατασκευαστούν. Ο ρότορας με τρεις λεπίδες διανέμει πιο ομοιόμορφα τις καταπονήσεις, ειδικότερα όταν ο άνεμος αλλάζει κατεύθυνση.

Ο τύπος με πολλές λεπίδες (πτερύγια) όπως ο τροχός του ποδηλάτου με τις ακτίνες και αυτός με τη μορφή ιστίου είναι νέοι σχεδιασμοί ρότορα.

Ο τύπος ρότορα «ρόδα ποδηλάτου» έχει πολλές λεπίδες (πτερύγια) που κρατούνται υπό τάση μεταξύ του κεντρικού μέρους και της στερεάς μεταλλικής περιμέτρου. Είναι ελαφρύς και αντοχής.

Ο ρότορας με ιστία χρησιμοποιεί μεταλλικό σωλήνα με την μπροστινή πλευρά της λεπίδας. Μικρές ράβδοι κάθετοι προς το σωλήνα σχηματίζουν λεπίδα του ρότορα (πτερύγιο). Ένα συρματόσχοινο είναι τεντωμένο μεταξύ της κορυφής και της βάσεως, που αποτελεί την πίσω πλευρά της λεπίδας. Η λεπίδα είναι καλυμμένη με πανί σαν γάντι.

ΟΙ ΑΝΕΜΟΜΗΧΑΝΕΣ ΜΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΑΞΟΝΑ ΕΧΟΥΝ ΑΛΛΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΒΑΣΕΙ ΤΩΝ ΟΠΟΙΩΝ ΔΙΑΚΡΙΝΟΝΤΑΙ ΣΕ ΔΥΟ ΤΥΠΟΥΣ:

❖ ΤΥΠΟΣ ΜΕ ΦΤΕΡΩΤΗ ΠΙΣΩ

Στην ανεμομηχανή αυτού του τύπου ο ρότορας βρίσκεται πίσω από τον πύργο και το κάλυμμα, όπου είναι και ο άξονας. Δηλαδή, ο άνεμος, που φυσά, περνά πρώτα από αυτό το κάλυμμα και μετά χτυπά την φτερωτή. Αυτός ο τύπος δεν διαθέτει τη μεταλλική πλάκα (πτερύγιο), που κρατά το ρότορα προσανατολισμένο στον άνεμο. Ο σχεδιασμός αυτός προτιμάται στις μηχανές που χρησιμοποιούνται για ισχυρότερους ανέμους.

❖ ΤΥΠΟΣ ΜΕ ΤΗ ΦΤΕΡΩΤΗ ΜΠΡΟΣΤΑ

Αυτός ο ρότορας είναι σχεδιασμένος να στρέφεται προς τον άνεμο με τη βοήθεια ενός πτερυγίου στην ουρά. Ένας δεύτερος μηχανισμός θέτει τον ρότορα εκτός της ροής του ανέμου όταν φυσά πολύ δυνατά ή όταν η μηχανή τίθεται εκτός λειτουργίας.

Η βελτιστοποίηση του σχεδιασμού των πτερύγων του ρότορα αποτέλεσε αντικείμενο έρευνας σειράς ερευνητικών προγραμμάτων. Το σχήμα της πτέρυγας και η γωνία την οποία σχηματίζει με την σχετική διεύθυνση του ανέμου επηρεάζουν την αεροδυναμική συμπεριφορά της. Οι πτέρυγες τοποθετούνται είτε στην προσήνεμη είτε στην υπήνεμη πλευρά της ατράκτου και του πύργου.

Όταν είναι τοποθετημένες στην προσήνεμη πλευρά τότε δέχονται τον άνεμο χωρίς αυτός να έχει διαταραχθεί από την ύπαρξη του πύργου. Η τοποθέτηση των πτερύγων στην υπήνεμη πλευρά επιτρέπει τον αυτόματο προσανατολισμό του ρότορα στην κατεύθυνση του ανέμου και προκαλεί τυρβώδη κίνηση σ' αυτόν, πριν αυτός συναντήσει τον ρότορα.

Η διάρκεια ζωής του ρότορα εξαρτάται από τα μεταβλητά φορτία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες αυτός εκτίθεται. Για τον λόγο αυτό οι μηχανικές ιδιότητες του ρότορα και ο σχεδιασμός του καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την διάρκεια λειτουργίας του.

Ο ρότορας κατασκευάζεται είτε από ξύλο είτε από συνθετικά υλικά (πολυεστέρα ή εποξικά υλικά, ενισχυμένα από υαλονήματα), είτε τέλος από μέταλλα (κυρίως χάλυβα ή κράματα αλουμινίου).

ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

Η άτρακτος περικλείει τα μηχανικά μέρη του ρότορα και τα στοιχεία ηλεκτροπαραγωγής καθώς επίσης και τον μηχανισμό προσανατολισμού της και ενδεχομένως συστήματα ελέγχου. Αυτά τα επιμέρους τμήματα είναι τα ακόλουθα:

- **Ο ΚΥΡΙΟΣ (Η ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ) ΑΞΟΝΑΣ:** ο ρόλος του είναι να μεταφέρει την κίνηση από τις πτέρυγες στο κιβώτιο ταχυτήτων. Λόγω των ιδιαιτέρως σημαντικών ροπών που αναπτύσσονται σε αυτόν, αποτελεί ένα από τα πλέον ευαίσθητα τμήματα των αιολικών μηχανών. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να ελέγχεται σχολαστικά πριν την τοποθέτησή του.

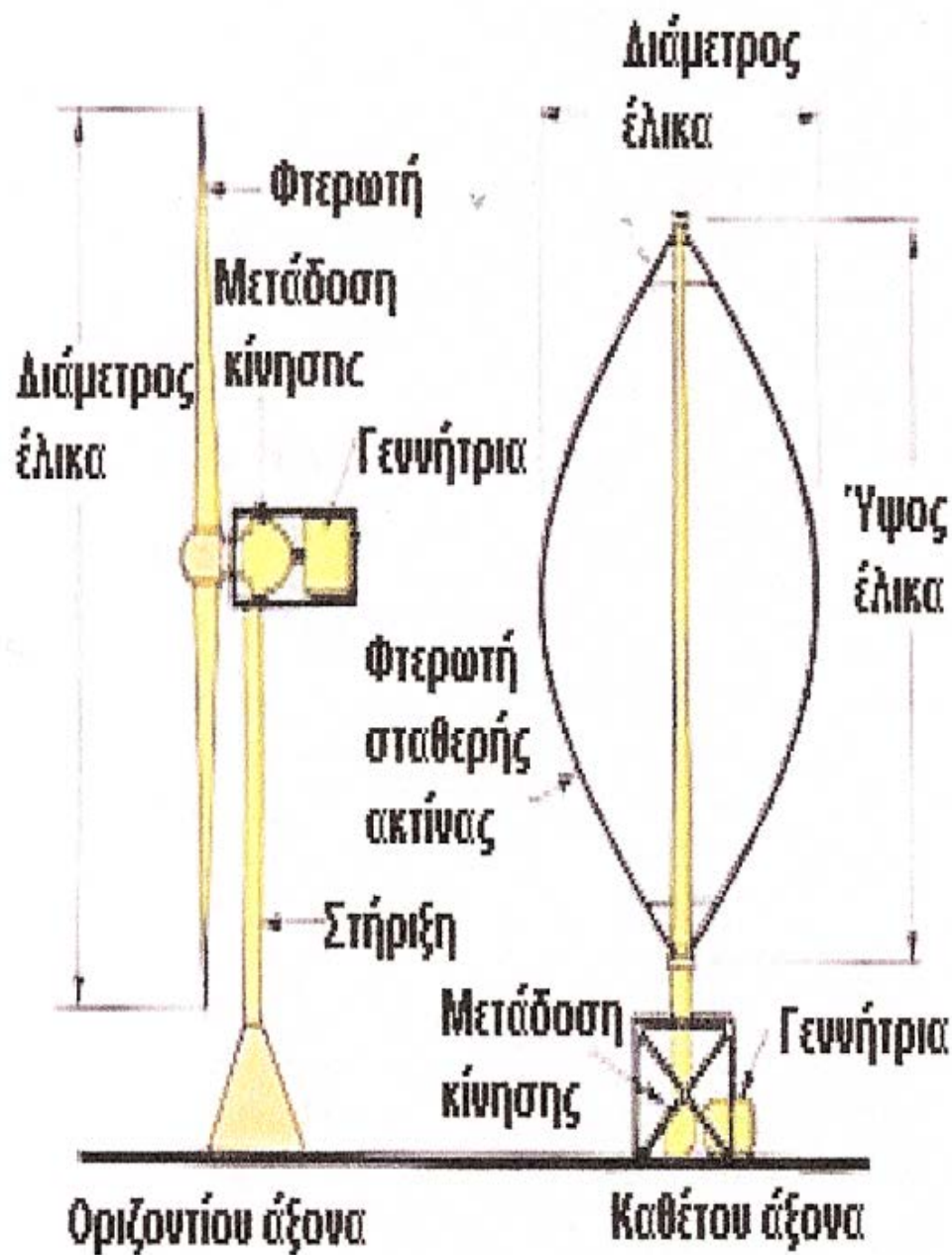
- **ΤΟ ΔΙΣΚΟΦΡΕΝΟ:** τοποθετείται είτε στον κύριο άξονα, πριν το κιβώτιο ταχυτήτων, είτε στον άξονα υψηλής ταχύτητας, μετά από αυτό. Η δεύτερη επιλογή έχει το πλεονέκτημα ότι απαιτεί μικρότερου μεγέθους, άρα φθηνότερο δισκόφρενο για την επιβράδυνση του ρότορα. Έχει όμως το μειονέκτημα να μην μπορεί να ελεγχθεί ο ρότορας σε περίπτωση φθοράς του κιβωτίου ταχυτήτων.
- **ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ:** η ηλεκτρική ενέργεια η οποία παράγεται από την αιολική μηχανή, θα πρέπει να είναι συμβατή με την συχνότητα και την τάση του συμβατικού ηλεκτρικού δικτύου.
 Η συχνότητα των περισσοτέρων δικτύων κυμαίνεται μεταξύ 50-60 Hz, ενώ η συχνότητα περιστροφής του ρότορα είναι περίπου 0,5 Hz. Η αύξηση της συχνότητας περιστροφής γίνεται με τον συνδυασμό ενός κιβωτίου ταχυτήτων και μιας ηλεκτρογεννήτριας πολλαπλών πόλων. Η προσθήκη του κιβωτίου ταχυτήτων μειώνει την απόδοση της αιολικής μηχανής, λόγω πρόσθετων απωλειών.
 Η χρήση του μπορεί να αποφευχθεί εφόσον χρησιμοποιηθούν ειδικές ηλεκτρογεννήτριες χαμηλών στροφών. Αυτές όμως χρειάζονται πολύ μεγάλο ρότορα και στάτορα, ώστε να ενσωματώσουν τους 50 περίπου πόλους οι οποίοι απαιτούνται για την επίτευξη της επιθυμητής συχνότητας.
- **Η ΗΛΕΚΤΡΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ:** μετατρέπει την κινητική ενέργεια του ρότορα σε ηλεκτρισμό. Η έξοδος της πρέπει να είναι συμβατή με το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, εφόσον η αιολική μηχανή προορίζεται να λειτουργήσει διασυνδεδεμένη με το δίκτυο, ή με τις τοπικές ανάγκες κατανάλωσης εφόσον η αιολική μηχανή προορίζεται να λειτουργήσει διασυνδεδεμένη με το δίκτυο, ή με τις τοπικές ανάγκες κατανάλωσης εφόσον λειτουργήσει ως αυτόνομο σύστημα.
 Οι μικρού μεγέθους αιολικές μηχανές διαθέτουν ηλεκτρογεννήτριες συνεχούς ρεύματος, το οποίο χρησιμοποιείται σε εφαρμογές χαμηλής τάσεως. Το συνεχές αυτό ρεύμα μπορεί να αποθηκευτεί φορτίζοντας συσσωρευτές ή να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο με τη βοήθεια ειδικής διάταξης και να συνδεθεί με το δίκτυο διανομής.
 Για τις μηχανές οι οποίες είναι εφοδιασμένες με γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος και οι οποίες πρόκειται να χρησιμοποιηθούν διασυνδεδεμένες με το δίκτυο, πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε το παραγόμενο ρεύμα να μην εμφανίζει διαφορά φάσης με αυτό του δικτύου.
 Πολλές αιολικές μηχανές συνδεδεμένες με το δίκτυο, διαθέτουν επαγωγικές γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος στις οποίες το μαγνητικό πεδίου δημιουργείται με τη βοήθεια του ρεύματος του δικτύου. Με τον τρόπο αυτό η συχνότητα του παραγόμενου ρεύματος είναι η ίδια με αυτή του δικτύου.
- **Η ΔΙΑΤΑΞΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ :** είναι φανερό ότι η βέλτιστη λειτουργία μιας αιολικής μηχανής, απαιτεί τον συνεχή προσανατολισμό της προς τη διεύθυνση του ανέμου. Οι μηχανές με τα πτερύγια στην προσήνεμη πλευρά χρησιμοποιούν διαφορετικά συστήματα προσανατολισμού, αναλόγως του μεγέθους τους.
 Μικρές μηχανές (ισχύος έως 25 KV) διαθέτουν παθητικό σύστημα προσανατολισμού, το οποίο αποτελείται συνήθως από πτερύγια τοποθετημένα στο ουραίο τμήμα της άτρακτου.
 Οι μεγαλύτερες μηχανές διαθέτουν ηλεκτρικό σύστημα προσανατολισμού, το οποίο ενεργοποιείται μόλις αισθητήρες διαγνώσουν αλλαγή της διεύθυνσης του ανέμου, ώστε να προσανατολίσουν την άτρακτο στη σωστή διεύθυνση.
 Μηχανές με τα πτερύγια στην υπήνεμη πλευρά προσανατολίζονται παθητικά αυτομάτως, χωρίς να απαιτούνται πτερύγια ή ηλεκτρικός μηχανισμός.
- **Ο ΠΥΡΓΟΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ :** χρησιμεύει για να μπορεί να τοποθετηθεί η άτρακτος και ο ρότορας σε τέτοιο ύψος στο οποίο η ταχύτητα του ανέμου είναι σημαντικά μεγαλύτερη και λιγότερο τυρβώδης από ότι κοντά στο έδαφος.
 Το ύψος των σύγχρονων πύργων στήριξης μπορεί και να υπερβαίνει και τα 50 m .
 Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να είναι σχεδιασμένοι ώστε να αντέχουν διάφορα

φορτία όπως λόγω βάρους, λόγω περιστροφικών κινήσεων και αιφνίδιων μεταβολών της ταχύτητας του ανέμου.

Πρέπει επιπλέον να μπορούν να αντέξουν την επίδραση των περιβαλλοντικών συνθηκών για τη διάρκεια ζωής της μηχανής, η οποία είναι μεγαλύτερη της εικοσαετίας. Οι πύργοι χωρίζονται σε δύο κατηγορίες : τους σταθερούς και τους ανακλινόμενους.

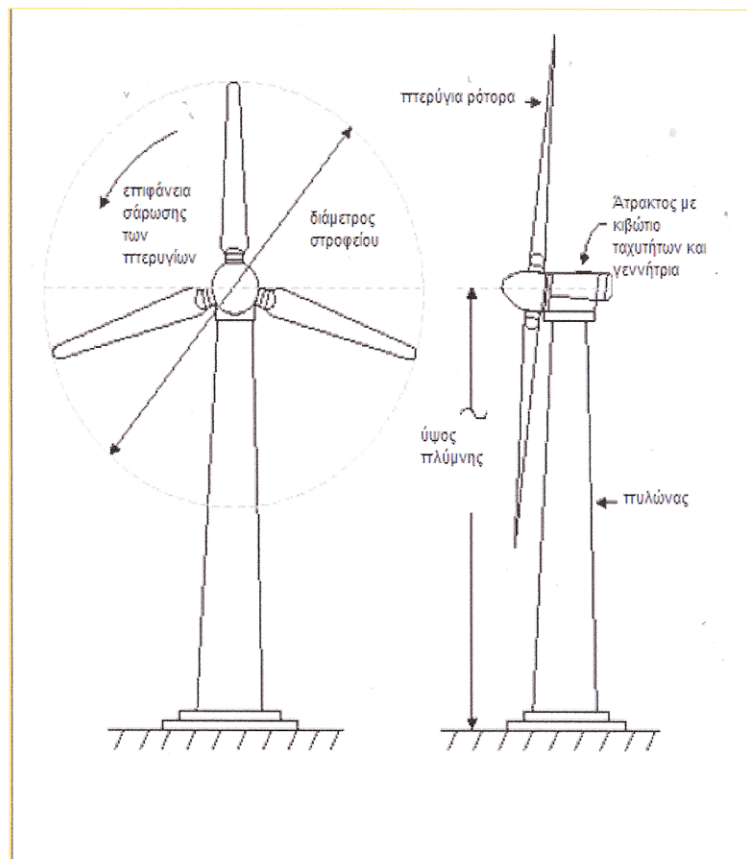
Οι σταθεροί διακρίνονται με τη σειρά τους σε κυλινδρικούς και δικτυωτές. Οι κυλινδρικοί κατασκευάζονται είτε από χάλυβα είτε από σκυρόδεμα.

Οι πύργοι από σκυρόδεμα έχουν μικρότερη ελαστικότητα σε σχέση με τους μεταλλικούς και για τον λόγο αυτό αποσβένουν τους θορύβους που προκαλούν οι διάφορες περιστροφικές κινήσεις, μειώνοντας τους θορύβους που προκαλούνται κατά τη λειτουργία της μηχανής.



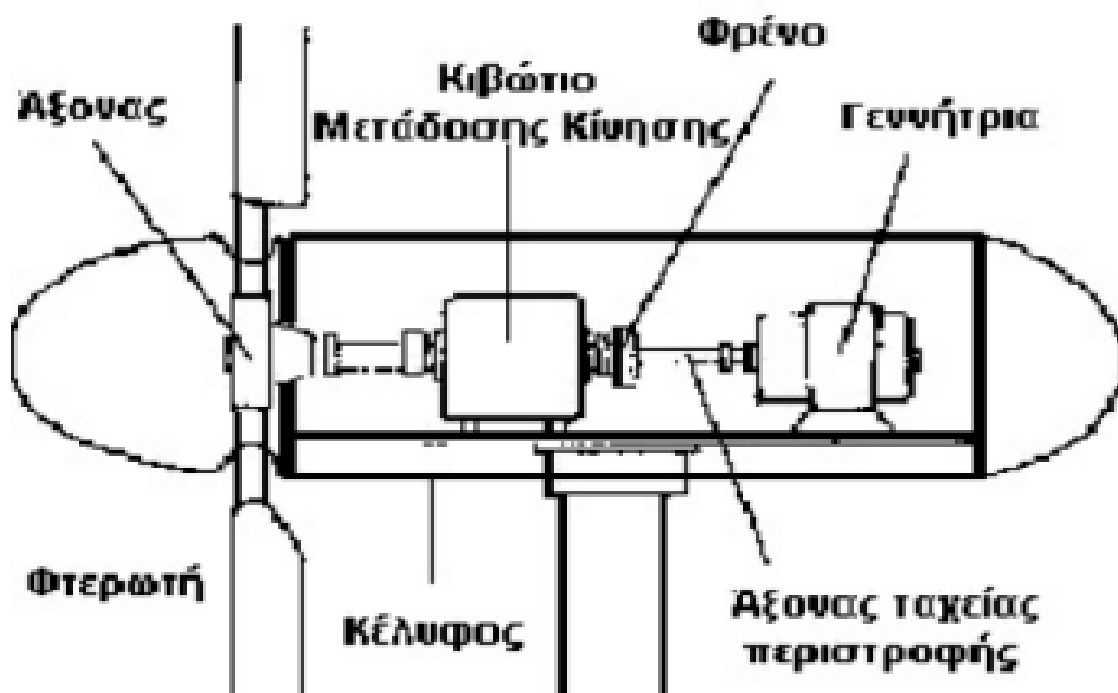
Ανεμογεννήτριες

Σχ.1



σχ.2

Στο σχήμα 1 απεικονίζεται μία α/γ οριζοντίου άξονα και μία κατακόρυφου άξονα και στο σχήμα 2 απεικονίζεται μία α/γ οριζοντίου άξονα.



σχ.3

Οι δικτυωτοί πύργοι είναι ανάλογοι με τους πυλώνες διανομής ηλεκτρισμού. Σήμερα έχουν σταματήσει να χρησιμοποιούνται λόγω της αισθητικής τους.

Οι ανακλινόμενοι πύργοι έχουν το πλεονέκτημα ότι επιτρέπουν την συντήρηση της αιολικής μηχανής στο έδαφος. Μειονέκτημα τους είναι το ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη στήριξη μεγάλων μηχανών και επίσης απαιτούν για τη στήριξή τους συρματοσχοίνα, τα οποία επειδή εκτείνονται σε μεγάλη διάμετρο γύρω από τον πύργο, δεν επιτρέπουν την τοποθέτησή τους σε καλλιεργήσιμες περιοχές.

5.3. ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ

Παρακάτω γίνεται μια προσέγγιση στην έννοια του αιολικού πάρκου. Στη συνέχεια πραγματοποιείται μια διάκριση του αιολικού πάρκου σε χερσαίο και υπεράκτιο, με κριτήριο την περιοχή εγκατάστασης.

Ένα αιολικό πάρκο είναι μια συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, οι οποίες εγκαθίστανται και λειτουργούν σε μια περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοχετεύουν το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό σύστημα.

Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται ή για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας για χρήση σε αντλιοστάσια.

5.3.1. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

Ανάλογα με τον τόπο, όπου εγκαθίστανται οι συστοιχίες των ανεμογεννητριών, τα αιολικά πάρκα διακρίνονται σε Χερσαία και Υπεράκτια.

- ❖ Χερσαία είναι αυτά, τα οποία εγκαθίστανται στη στεριά
- ❖ υπεράκτια αυτά τα οποία εγκαθίστανται στις θάλασσες.

Σε σχέση με τα χερσαία έργα αιολικής ενέργειας, η κατασκευή υπεράκτιων ανεμογεννητριών απαιτεί σημαντική εφαρμοσμένη μηχανική όσον αφορά την υποδομή, τοποθέτηση, ηλεκτρική σύνδεση και την χρήση υλικών, τα οποία αντέχουν στο διαβρωτικό θαλάσσιο περιβάλλον.

Μολονότι η ταχύτητα των υπεράκτιων ανέμων είναι γενικά μεγαλύτερη αυτής των ανέμων της στεριάς, οι προαναφερθέντες παράγοντες δεν επέτρεψαν την υπεράκτια χρήση των ανεμογεννητριών κατά το παρελθόν.

Πάντως, στις μέρες μας είναι πιο εφικτή η χρήση ανεμογεννητριών μεγάλης κλίμακας υπεράκτια και, με την αύξηση του μεγέθους και της αποδοτικότητας των ανεμογεννητριών καθώς και της πείρας στο τομέα αυτό, η υπεράκτια αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας αποκτά μεγάλο δυναμικό.

Γενικά, τόσο το δυναμικό όσο και η εφικτότητα από την άποψη του κόστους της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας καθίστανται πιο ελκυστικά σήμερα λόγω της προόδου της τεχνολογίας και όσο περισσότεροι κατασκευαστές ανεμογεννητριών αρχίζουν να παράγουν ανεμογεννήτριες για υπεράκτια χρήση. Η αύξηση του μεγέθους των ανεμογεννητριών και της απόστασης από τη ακτή (για τη μείωση του θορύβου) συνεπάγονται την εγκατάσταση ολοένα και αποδοτικότερων ανεμογεννητριών, πράγμα που σημαίνει και τη μείωση του κόστους παραγωγής της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας.

Μπορεί βέβαια να ενσκήψουν κάποια κοινωνικά ζητήματα, ανάλογα με την κουλτούρα και την οικονομική κατάσταση του τόπου.

Με προσεκτικό όμως προγραμματισμό και μελέτη, μπορούν να αποφευχθούν τόσο η διατάραξη του περιβάλλοντος όσο και οι αισθητικές επιπτώσεις, αλλά και οι όποιες αντιπαραθέσεις με άλλους τομείς δραστηριότητας. Γι αυτό, πρέπει να εξετάζονται και να

αξιολογούνται οι μετεωρολογικές συνθήκες και οι προβλέψεις για τις προτεινόμενες τοποθεσίες.

Ουσιαστικά, η κατανόηση των αιολικών χαρακτηριστικών είναι ύψιστης σημασίας. Η ταχύτητα των ανέμων στη θάλασσα είναι συνήθως μεγαλύτερη και ομαλότερη απ' ό,τι στην ξηρά. Το βάθος και η φύση του βυθού της θάλασσας είναι παράγοντες που πρέπει να εξετάζονται, σε ορισμένες τοποθεσίες. Οι επιλογές που υπάρχουν όσον αφορά τις κατασκευές έδρασης είναι περιορισμένες και αυτό έχει σημαντική επίπτωση στο συνολικό κόστος τοποθέτησης των γεννητριών.

Επίσης θα πρέπει να εξετάζεται η απόσταση από την ακτή και τους σταθμούς εξυπηρέτησης. Αυτό μπορεί να επηρεάσει τόσο το χρόνο όσο και το κόστος ανέγερσης του αιολικού πάρκου, καθώς και τις εργασίες συντήρησης. Επιπλέον, μπορεί να οδηγήσει στην ανάγκη κατασκευής επιτόπιων εγκαταστάσεων συντήρησης, ιδίως για τα μεγάλα αιολικά πάρκα.

Ακόμη είναι επιτακτική ανάγκη να λαμβάνονται υπόψη η ναυσιπλοΐα, η αλιεία και οι διάδρομοι του θαλάσσιου εμπορίου. Ανάλογα με το μέγεθος του αιολικού πάρκου, είναι πιθανόν να επηρεάζονται τα δρομολόγια των εμπορικών πλοίων.

Το υπεράκτιο αιολικό πάρκο ενδέχεται να έχει επιπτώσεις στο οικοσύστημα. Συνεπώς, θα πρέπει να εξετάζεται η κατάσταση όσον αφορά τα ψάρια, τα θαλάσσια θηλαστικά και πτηνά στην περιοχή.

5.3.1.1. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Η καθημερινή λειτουργία ενός αιολικού πάρκου παρακολουθείται και ελέγχεται με τη χρήση ενός συστήματος εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων (SCADA). Το σύστημα αυτό διασύνδεει όλα τα συστατικά μέρη (δηλ. ανεμογεννήτριες, μετεωρολογικούς σταθμούς και υποσταθμούς) του αιολικού πάρκου σε έναν κεντρικό Η/Υ, που παρέχει τη δυνατότητα στο χειριστή να παρακολουθεί και να ελέγχει τη λειτουργία του αιολικού πάρκου. Το σύστημα παρέχει και αποθηκεύει πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία του αιολικού πάρκου και έτσι μπορούν να εντοπιστούν αστοχίες ή προβλήματα λειτουργίας συγκεκριμένων ανεμογεννητριών.

5.3.1.2. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Η διαδικασία συντήρησης τόσο των υπεράκτιων ανεμογεννητριών όσο και των χερσαίων ανεμογεννητριών απαιτεί τεχνογνωσία παρόμοια λόγω του ότι χρησιμοποιούν παρόμοιες συνιστώσες.

Ωστόσο, οι συνιστώσες είναι συνήθως μεγαλύτερου μεγέθους στην περίπτωση των υπεράκτιων ανεμογεννητριών.

Η διαθεσιμότητα και η αξιοπιστία των α/γ χερσαίας σχεδίασης μειώνεται καθώς απομακρυνόμαστε από τη στεριά και πέφτει στο 50% όταν εγκαθίστανται σε πολύ απομακρυσμένα από την ακτή αιολικά πάρκα.

Αντίθετα, οι βελτιωμένης τεχνολογίας α/γ και οι ακόμη περισσότερο βελτιωμένες τεχνολογικώς α/γ είναι πιο αξιόπιστες και έχουν αυξημένα ποσοστά λειτουργικής διαθεσιμότητας και επομένως το υπεράκτιο αιολικό πάρκο αν και έχει μεγαλύτερο κόστος από ένα χερσαίο, εφόσον λειτουργεί συνεχώς θα αντισταθμίζει το αρχικό κεφαλαιακό κόστος από τα αυξημένα έσοδα λόγω της μεγαλύτερης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι ανεμογεννήτριες σχεδιάζονται έτσι ώστε να απαιτούνται περιοδικοί έλεγχοι μία έως τρεις φορές κατ' έτος. Οι περιοδικοί έλεγχοι συντήρησης διαφέρουν ασφαλώς ανάλογα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και την τεχνολογία που χρησιμοποιεί η συγκεκριμένη ανεμογεννήτρια. Η μη προγραμματισμένη συντήρηση μπορεί να αυξήσει σημαντικά το κόστος συντήρησης (δηλ. τις δαπάνες λειτουργίας και διαχείρισης, συνεπώς το κόστος ανά κιλοβατώρα).

Το πρώτο υπεράκτιο αιολικό έργο, ένα αιολικό πάρκο από έντεκα ανεμογεννήτριες των 450KW, εγκαταστάθηκε στη Δανία το 1991.

Συμπεραίνουμε από τα παραπάνω ότι τα υπεράκτια αιολικά πάρκα κοστίζουν παραπάνω σε σχέση με τα χερσαία τόσο στο αρχικό κεφαλαιουχικό κόστος εγκατάστασης όσο και στη συντήρηση τους. Όμως, λόγω του μεγαλύτερου αιολικού δυναμικού που υπάρχει στις υπεράκτιες περιοχές το αυξημένο κεφαλαιουχικό κόστος και το κόστος συντήρησης αντισταθμίζεται, εκτός και αν δεν υπάρχουν αξιόπιστες α/γ, οι οποίες θα απαιτούν παραπάνω ώρες συντήρησης με αποτέλεσμα να εξαλείφεται τα πλεονεκτήματα του υψηλού αιολικού δυναμικού, το οποίο εμφανίζεται στις υπεράκτιες περιοχές.

5.4. ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

(πηγή: ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ/ΜΑΘΗΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ,ΑΕΙΦΟΡΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ,ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΑΛΕΞ.ΦΛΑΜΟΣ)

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

- a. **Το φυσικό διαθέσιμο αιολικό δυναμικό** είναι η κινητική ενέργεια των αέριων μαζών οι οποίες κινούνται κάθε χρόνο επάνω από την περιοχή. Η αξία αυτού του δυναμικού είναι μόνο θεωρητική.
- b. **Το τεχνικώς αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό** είναι το μέρος του φυσικώς διαθέσιμου αιολικού δυναμικού, το οποίο είναι τεχνικώς δυνατόν να δεσμευτεί από τις αιολικές μηχανές, χωρίς οικονομικό περιορισμό.

Αυτό σημαίνει ότι το κόστος του συστήματος συλλογής δεν λαμβάνεται υπ' όψιν. Να σημειωθεί ότι το τεχνικώς αξιοποιήσιμο δυναμικό μεταβάλλεται χρονικώς, γιατί εξαρτάται από την εκάστοτε διαθέσιμη τεχνολογία.

- c. **Το οικονομικώς αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό** είναι το μέρος του τεχνικώς αξιοποιήσιμου δυναμικού, του οποίου το κόστος αξιοποίησης είναι οικονομικώς συμφέρον. Αυτό το δυναμικό επίσης μεταβάλλεται, δεδομένου ότι εξαρτάται από την εκάστοτε τεχνολογία και τις εκάστοτε οικονομικές συνθήκες.

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

- a. Στις κορυφογραμμές, η ταχύτητα του ανέμου είναι μεγαλύτερη
- b. Σε κοιλάδες ή περάσματα μεταξύ υψωμάτων, η ταχύτητα του ανέμου ενδέχεται να είναι μεγαλύτερη
- c. Στα οροπέδια, ειδικά σε όσα βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο, η ταχύτητα του ανέμου είναι μεγαλύτερη
- d. Μεγάλες ταχύτητες ανέμου εμφανίζονται επίσης σε πολλές παράκτιες περιοχές.

Οι περιοχές στις οποίες πιστεύεται ότι η ταχύτητα του ανέμου είναι σημαντική, μπορούν να εντοπιστούν από τη μελέτη χαρτών και την συλλογή ιστορικών πληροφοριών αναφορικά με το κλίμα τους.

Επισκέψεις στις περιοχές αυτές επιτρέπουν την συλλογή πληροφοριών σχετικά με την ένταση και τη διεύθυνση των επικρατούντων ανέμων. Σε περιοχές με αρκετά δέντρα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση αυτή δείκτες, όπως οι Griggs Puttmnam και Barsch, οι οποίοι βασίζονται στο βαθμό παραμόρφωσης της βλάστησης.

Προσφάτως έχουν δημιουργηθεί άτλαντες αιολικού δυναμικού, οι οποίοι παρέχουν τις ασφαλέστερες πληροφορίες για την εκτίμηση του αιολικού δυναμικού διαφόρων περιοχών. Τέτοιος είναι ο European Wind Atlas, ο οποίος έχει εκπονηθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

Μετά τον αρχικό εντοπισμό ορισμένων περιοχών στις οποίες είναι δυνατή η εγκατάσταση αιολικών μηχανών, πρέπει να συλλέγουν λεπτομερέστερες πληροφορίες ώστε να γίνει η τελική επιλογή.

Για τον λόγο αυτό απαιτούνται λεπτομερείς χρονοσειρές της ταχύτητας του ανέμου, ώστε να εκτιμηθεί η μέση ετήσια ταχύτητα αλλά και το εύρος μεταβολής της.

Η κατανομή συχνοτήτων της ταχύτητας του ανέμου δίνει πληροφορίες σχετικά με τη μέση τιμή και τις πιθανότερες τιμές ταχύτητας, καθώς επίσης και για τον αριθμό των ιδιαίτερα υψηλών ταχυτήτων και των νηνεμιών.

Η πληροφορία αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, γιατί αν σε κάποια περιοχή, για παράδειγμα, εμφανίζονται συχνά ταχύτητες μεγαλύτερες των 25 m/s, ίσως αυτή να είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα για εμπορική εκμετάλλευση, δεδομένου ότι η λειτουργία των μηχανών θα πρέπει να σταματάει αρκετά συχνά για λόγους ασφαλείας.

Η κατανομή συχνοτήτων παρέχει επίσης τις απαραίτητες πληροφορίες για τη διαστασιολόγηση των αιολικών μηχανών. Τα απαραίτητα μετεωρολογικά δεδομένα προέρχονται είτε από ιστορικά μετεωρολογικά αρχεία, είτε από μετρήσεις *in situ*, είτε τέλος με τη βοήθεια μοντέλων.

Εκτός από την ταχύτητα του ανέμου, διάφορες άλλες παράμετροι επηρεάζουν την τελική επιλογή εγκατάστασης των αιολικών μηχανών όπως:

- ❖ Πρόσβαση στο δίκτυο διανομής ηλεκτρισμού
- ❖ Τοπικές περιβαλλοντικές επιδράσεις
- ❖ Οδική πρόσβαση
- ❖ Απόσταση από κατοικημένες περιοχές
- ❖ Επίδραση του θορύβου
- ❖ Παράσιτα σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα (ραδιοφωνικών – τηλεοπτικών σταθμών κ.λ.π.)

5.4.1. ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα είναι 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.

Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει το 13,6% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας. Ενέργειες για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας έχουν γίνει σε ολόκληρη τη χώρα, ενώ στο γεγονός αυτό έχει συμβάλλει και η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ΑΠΕ, η οποία ενθαρρύνει και επιδοτεί επενδύσεις στις ήπιες μορφές ενέργειας.

Αλλά και σε εθνική κλίμακα, ο νέος αναπτυξιακός νόμος 3299/04, σε συνδυασμό με το νόμο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 3468/06, παρέχει ισχυρότατα κίνητρα ακόμα και για επενδύσεις μικρής κλίμακας. Η περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας αν και έχει μικρότερο αιολικό δυναμικό σε σύγκριση με άλλες περιοχές, διαθέτει ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη ανεμωδών "νησίδων" (λόφοι, υψώματα κ.λπ. με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό) την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων.

Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της. Είναι γνωστό ότι η κάλυψη του 15% των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας, που αντιστοιχεί σε περίπου 6,45 Twh, μπορεί να επιτευχθεί οικονομικά με την ανάπτυξη των αιολικών πάρκων.

Ενδιαφέρον, για την εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού τους, έχουν οι περιοχές με ικανοποιητικές μέσες ταχύτητες ανέμου. Ένα πάρκο ανεμογεννητριών, το οποίο σε ταχύτητα 8m/sec αποδίδει 1600KW, σε ταχύτητα 4m/sec αποδίδει μόνο 200 KW. Σημαντικό ρόλο παίζει ο τόπος εγκατάστασης των ανεμογεννητριών. Η ύπαρξη ανωμαλιών του εδάφους, κτιρίων, δέντρων ή εμποδίων γενικά μπορεί να δημιουργήσει στροβιλισμούς και να μειώσει την αποδοτικότητα.

Πριν από την επιλογή της περιοχής απαιτείται μελέτη στατιστικών μετεωρολογικών δεδομένων για τις κατευθύνσεις των κυρίαρχων ανέμων για περίοδο ενός χρόνου. Στα νησιά του Αιγαίου, στην Κρήτη και στην Αν. Στερεά Ελλάδα οι μέσες ταχύτητες ανέμου είναι 6 - 7 m/sec, με αποτέλεσμα το κόστος της παραγόμενης ενέργειας να είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό, γι' αυτό παρατηρείται πληθώρα έργων εκμετάλλευσης στις περιοχές αυτές. Μετά την απελευθέρωση της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας, υποβλήθηκαν συνολικά περίπου 350 αιτήσεις για άδεια αιολικών εγκαταστάσεων. Γενικά, η παραγωγή ηλεκτρισμού από τον άνεμο είναι σήμερα ελκυστική τόσο για οικονομικούς όσο και για οικολογικούς λόγους.

ΟΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΡΙΝΟΝΤΑΙ ΓΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ:

Δώδεκα θαλάσσιες περιοχές της Ελλάδας προκρίνονται ως υποψήφιες για την χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων. Είναι, σύμφωνα με το υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής οι περιοχές: Αη Στράτη, Αλεξανδρούπολη, Θάσο, Κάρπαθο, Κέρκυρα, Κρουονέρι, Κύμη, Λευκάδα, Λήμνο, Πεταλιό, Σαμοθράκη, Φανάρι.

Σύμφωνα με το νόμο για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας που ψηφίστηκε πρόσφατα, για να προχωρήσει η διαδικασία αδειοδότησης για τα θαλάσσια αιολικά πάρκα απαιτείται η προκαταρκτική αδειοδότηση των περιοχών ενδιαφέροντος επί των οποίων θα γίνουν στη συνέχεια οι αναλυτικές μελέτες και η διαδικασία εκπόνησης Στρατηγικών Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Μέσα από τη διαδικασία αυτή θα καθοριστεί η ακριβής θέση των θαλάσσιων αιολικών πάρκων, η θαλάσσια έκταση που καταλαμβάνουν και η μέγιστη εγκατεστημένη ισχύς. Οι περιοχές αυτές σύμφωνα με τον ίδιο νόμο (συνολικά 274 τετραγωνικά χιλιόμετρα θα δημοπρατηθούν).

Οι περιοχές που έχουν επιλεγεί αφορούν στην πρώτη φάση της ανάπτυξης θαλάσσιων αιολικών πάρκων στην Ελλάδα, με χρονικό ορίζοντα ανάπτυξης 2012-2017.

Για να εξασφαλιστεί η ταχύτητα της ανάπτυξης, η αξιοπιστία και η οικονομικότητα των εγκαταστάσεων, επιλέγεται για την πρώτη φάση η τεχνολογία της θεμελίωσης των ανεμογεννητριών στο θαλάσσιο πυθμένα, αποκλείοντας τις πλωτές ανεμογεννήτριες και τα μεγάλα θαλάσσια βάθη. Πλωτές λύσεις θα εξεταστούν σε πιθανή δεύτερη φάση του προγράμματος (2017-2025), εφόσον προκύψει σχετική ανάγκη.

Οι περιοχές που επελέγησαν για την προκαταρκτική χωροθέτηση προέκυψαν με την εφαρμογή κριτηρίων όπως:

- ❖ Αποκλεισμός περιοχών, όπου η ανάπτυξη θαλάσσιων πάρκων είναι ασύμβατη με άλλες χρήσεις και παραμένοντας εντός των έξι ναυτικών μιλίων.
- ❖ Αποκλεισμός περιοχών με βάθη μεγαλύτερα από 50 μέτρα.
- ❖ Αποφυγή θέσεων με σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Ελαχιστοποίηση της οπτικής όχλησης από τις εγκαταστάσεις.

Η Ελλάδα ως χώρα είναι ευλογημένη από άποψη ενεργειακών πηγών λόγω της αφθονίας του ήλιου ενώ ο αέρας είναι δυνατός, ειδικά στα νησιά, στα οποία είναι αρκετός ώστε να αναπτυχθούν αιολικά πάρκα οικονομικώς βιώσιμα.

Στα νησιά του Αιγαίου υφίστανται δυνατοί άνεμοι, των οποίων η ταχύτητα τους κυμαίνεται από 7-11 m/s κατά μέσο όρο. Ακόμη μετρήσεις έχουν δείξει, πως στα νησιά του Κεντρικού Αιγαίου η μέση ταχύτητα του ανέμου είναι μεγαλύτερη από τα 7 m/s και σε τυπικά μέρη κυμαίνεται μεταξύ 8-10 m/s και σε εξαιρετικές (υπερβολικές) περιπτώσεις φθάνει τα 12 m/s. Στα βόρεια και νότια νησιά του Αιγαίου η ταχύτητα του ανέμου κυμαίνεται στα 6 m/s.

Το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο συνολικό αιολικό δυναμικό στην Ελλάδα, όπως προκύπτει με βάση τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες και τους βασικούς περιορισμούς χωροθέτησης αιολικών πάρκων εκτιμάται σε 11000 MW για ταχύτητες ανέμου πάνω από 6 m/s.{Ζερβός 1999}

Μέχρι το 2003 έχουν εγκατασταθεί στην Ελλάδα 37 MW από τη ΔΕΗ και 338

MW από άλλους φορείς. Στα Ελληνικά νησιά του Αιγαίου, στην Κρήτη και στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα(με επίκεντρο την Εύβοια) μέσες ταχύτητες ανέμου 6-7 μέτρων το δευτερόλεπτο, δεν είναι σπάνιο φαινόμενο.

Αυτό σημαίνει ότι, σε περιοχές σαν αυτές, το κόστος της παραγόμενης ενέργειας είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό και υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για τις εφαρμογές της αιολικής ενέργειας. Έχουν επίσης σχεδιαστεί και κατασκευαστεί Ελληνικές ανεμογεννήτριες από το ΕΜΠ, Εργαστήριο Αεροδυναμικής, για παράδειγμα, οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου και κάθετου άξονα, που έχουν εγκατασταθεί ή πρόκειται να εγκατασταθούν στην Σκύρο.

Η συνολική ισχύς των ανεμογεννητριών των έργων που έχουν προταθεί και κάποια από αυτά έχουν εγκριθεί, στα πλαίσια εθνικών αναπτυξιακών προγραμμάτων (π.χ. ΕΠΕ – Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας, Υπουργείο Ανάπτυξης) και τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) είναι της τάξεως 100 MW.

Από αυτά υπάρχει θετική γνωμοδότηση από τη ΡΑΕ για 10 έργα αιολικών πάρκων στο Νομό Αττικής συνολικής ισχύος 109 MW, 27 έργων για τη Ν.Εύβοια(387 MW), 8 έργων για την Άνδρο και 15 έργων στην Ηπειρωτική Ελλάδα(407 MW), στην Κρήτη περίπου 45 MW κ.λ.π.

Η πρώτη εγκατάσταση ανεμογεννήτριας στην Ελλάδα έγινε από τη ΔΕΗ το 1982 στη Κύθνο με ισχύ 100kw. Ήταν αποτέλεσμα της συνεργασίας Ελλάδος με τη Δυτική Γερμανία. Εγκατάσταση αυτή ήταν πειραματική και λειτουργούσε παράλληλα με τον ηλεκτροπαραγωγικό σταθμό, ο οποίος λειτουργούσε με πετρέλαιο.

Στη συνέχεια η ΔΕΗ δημιούργησε δύο άλλα αιολικά πάρκα, ένα στη Μύκονο(108 kw, τεχνολογία της MICON) και ένα στην Κάρπαθο (175 kw, τεχνολογία της HMZ). Χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές τεχνολογίες, επειδή η ΔΕΗ είχε την πρόθεση να μελετήσει ποια ήταν καταλληλότερη για μελλοντικά προγράμματα.

Επίσης, εγκατέστησε ακόμη δύο αιολικές μονάδες. Η πρώτη αφορούσε τη εγκατάσταση αιολικών μηχανών James Howden ισχύος 400 kw στην Μύκονο (η οποία είναι αποδεδειγμένα ένα εξαιρετικό σημείο για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων) μιας και

η μέση ταχύτητα του ανέμου ανέρχεται στα 11 m/s. Η δεύτερη αφορούσε την εγκατάσταση ανεμογεννητριών ισχύος 350 kw κάθετου τύπου της εταιρείας SIEMENS στη νήσο Άνδρο, όπου η μέση ταχύτητα του ανέμου ανέρχεται στα 9 m/s.

Ωστόσο η μεγάλη ευκαιρία για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας δόθηκε με τη χρηματοδότηση HORS QUOTA από την ΕΟΚ, το οποίο αφορούσε την εγκατάσταση ανεμογεννητριών των 25, 100 και των 24 και 55 kw στο Αιγαίο.

Το πρώτο ιδιωτικό αιολικό πάρκο λειτουργεί από το 1988 στην Κρήτη, ισχύος 10,2 MW (κοινότητα Μετόχι Σητείας) καλύπτοντας τις ενεργειακές ανάγκες 10.000 νοικοκυριών. Ένα άλλο πάρκο 27,5 MW λειτουργεί από το 2000, με ετήσια παραγωγή 90 GWh, καλύπτοντας 5% των ετήσιων ηλεκτρικών αναγκών της Κρήτης.

Σύμφωνα με τη ΡΑΕ, σε κάθε μη διασυνδεδεμένο νησί υπάρχει αυστηρός περιορισμός (περίπου 30% της μέγιστης ζήτησης του έτους) ως προς το συνολικό μέγεθος ισχύος των αιολικών που μπορούν να εγκατασταθούν.

Το κέντρο ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) ανέθεσε στην ΠΥΡΚΑΛ την κατασκευή δύο ανεμογεννητριών μεταβλητών στροφών με ονομαστική ισχύ 500 kw η κάθε μία. Τόσο οι μηχανές όσο και τα πτερύγια είναι Ελληνικού σχεδιασμού και κατασκευής. Η έρευνα στον τομέα αυτό έγινε στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος του Υπουργείου Ανάπτυξης (ΕΠΕΤ Νο 573, πρόγραμμα ΕΚΒΑΝ). Οι μηχανές εγκαταστάθηκαν στην Αγία Μαρίνα Λαυρίου σε αιολικό πάρκο του ΚΑΠΕ, ισχύος 3 MW που κατασκευάστηκε στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας.

Η προοπτική διείσδυσης των ανεμογεννητριών στο Ελληνικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής είναι πολύ θετικές (Ζερβός 1999).

Προβλέπεται ότι είναι δυνατή η εγκατάσταση:

- ❖ 800-1000 MW για το 2005
- ❖ 1500-2000 MW για το 2010

Το αιολικό δυναμικό όπως αναφέραμε παραπάνω είναι: στα νησιά του Αιγαίου (ταχύτητες ανέμου 8-11 m/sec) και Ανατολικής Πελοποννήσου (π.χ. στη Λακωνία 9 m/sec), Εύβοιας (8-9 m/sec) και Ανατολικής Αττικής (6 m/sec) είναι αρκετά ικανό για να επιτρέψει τη μεγαλύτερη διείσδυση των αιολικών για την παραγωγή ενέργειας.

Τα τεχνικά και οικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι διαθέσιμο στον ηλεκτρονικό Άτλαντα του ΚΑΠΕ στο διαδίκτυο (www.Cres.gr).

Τα οφέλη από την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην περίοδο 1999-2005 εκτιμώνται σε :

- ❖ Μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 2,2-2,8 εκατ. τόννους ετησίως,
- ❖ 2.500-3.000 νέες θέσεις εργασίας

Τα οφέλη από την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην περίοδο 2005-2010 εκτιμώνται σε :

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

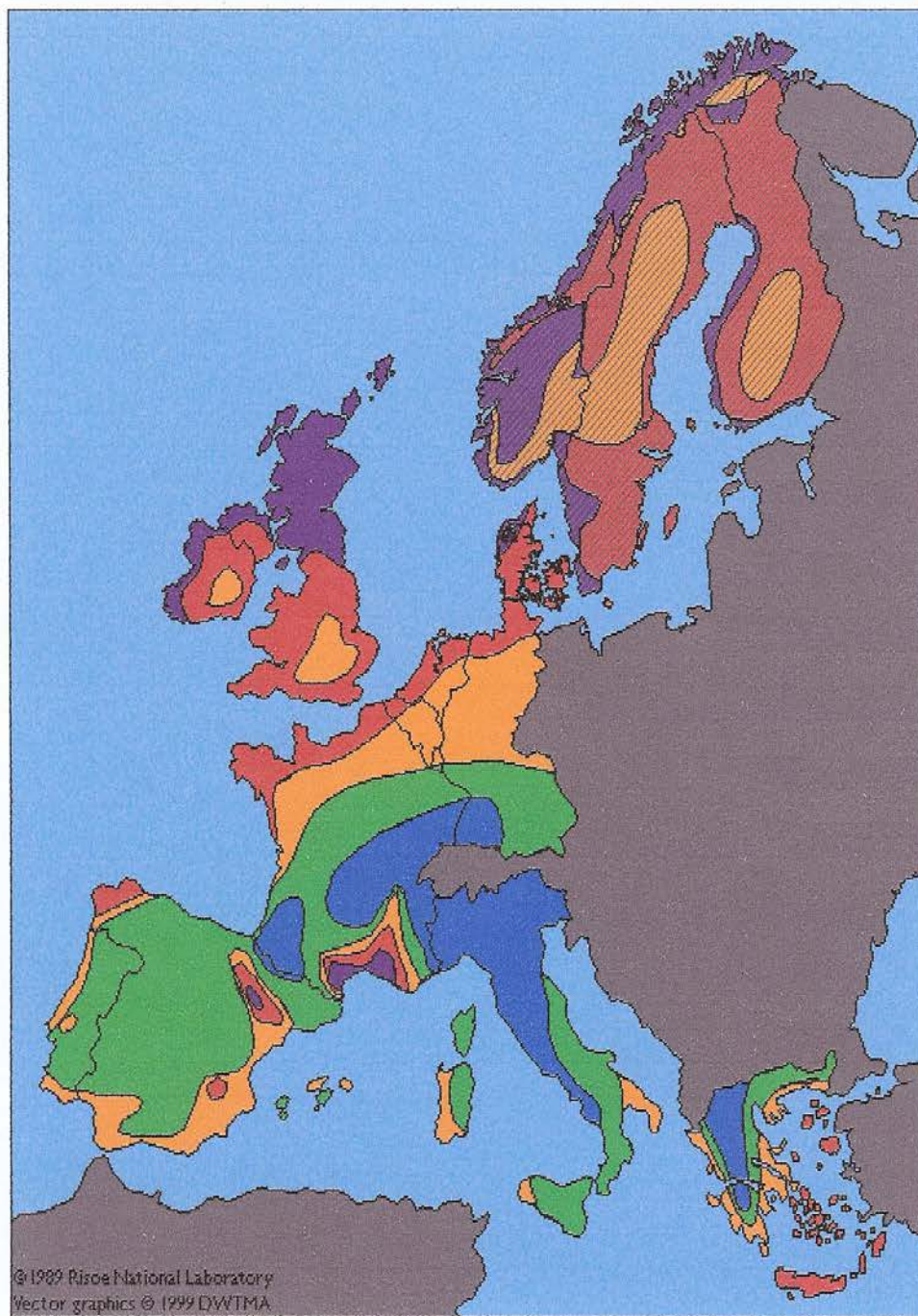
Μέχρι το τέλος του 2009 στην Ελλάδα είχαν εγκατασταθεί αιολικά πάρκα ισχύος 1087 mw καταλαμβάνοντας την 17^η θέση παγκοσμίως.

Αιολικές μονάδες στην Ελλάδα έχουν εγκατασταθεί στον Έβρο, στην Κρήτη, στην Εύβοια, στη Λακωνία, στη Πάτρα και σε νησιά των Κυκλάδων όπως η Κύθνος, η Άνδρος, η Μύκονος κ.α.

Δυστυχώς ο ακριβής θεωρητικός υπολογισμός του δυναμικού των Α/Γ επηρεάζεται από όλες εκείνες τις παραμέτρους που αναφέρθηκαν και οι οποίες πρέπει να είναι μετρημένες με ακρίβεια σε τοπικό επίπεδο κατά τη διάρκεια του έτους (π.χ. γνώση με ακρίβεια της ταχύτητας του ανέμου σε ωριαία ή ημερήσια βάση).

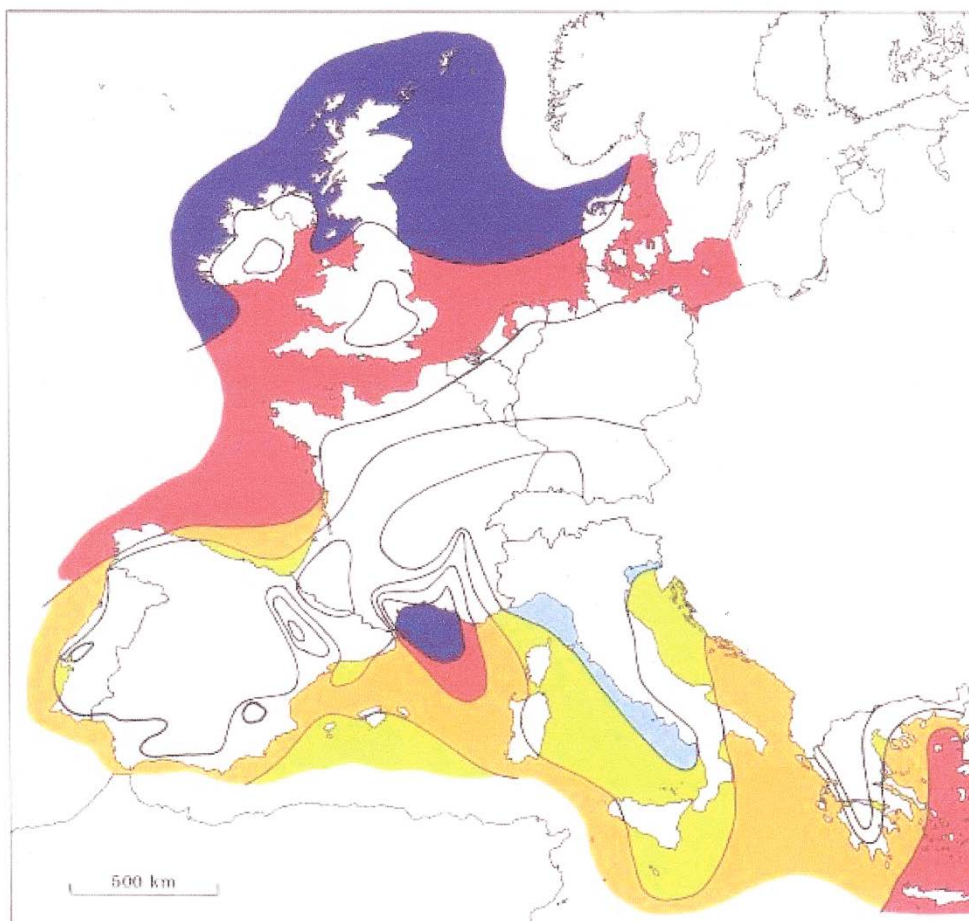
Μετά τον υπολογισμό του τεχνικά αξιοποιήσιμου αιολικού δυναμικού λαμβάνονται υπόψη κάποιες απώλειες της τάξεως του 10-15 %. Αυτές οι απώλειες οφείλονται στη σκίαση των α/γ μεταξύ τους, σε επικαθήσεις σκόνης και αλάτων στα πτερύγια, στη διαθεσιμότητα του δικτύου, στις μικρές απώλειες μεταφοράς κλπ.

5.4.2. ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ



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

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



Wind resources over open sea (more than 10 km offshore) for five standard heights									
	10 m		25 m		50 m		100 m		200 m
	ms^{-1}	Wm^{-2}	ms^{-1}	Wm^{-2}	ms^{-1}	Wm^{-2}	ms^{-1}	Wm^{-2}	ms^{-1}
Dark Blue	> 8.0	> 600	> 8.5	> 700	> 9.0	> 800	> 10.0	> 1100	> 11.0
Red	7.0-8.0	350-600	7.5-8.5	450-700	8.0-9.0	600-800	8.5-10.0	650-1100	9.5-11.0
Orange	6.0-7.0	250-300	6.5-7.5	300-450	7.0-8.0	400-600	7.5- 8.5	450- 650	8.0- 9.5
Yellow	4.5-6.0	100-250	5.0-6.5	150-300	5.5-7.0	200-400	6.0- 7.5	250- 450	6.5- 8.0
Light Blue	< 4.5	< 100	< 5.0	< 150	< 5.5	< 200	< 6.0	< 250	< 6.5

Από τους χάρτες παρατηρούμε ότι και οι άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής ένωσης έχουν κατάλληλες κλιματολογικές συνθήκες για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων.

Ειδικά στην υπεράκτια περιοχή Νότια της Γαλλίας καθώς και στο βόρειο υπεράκτιο τμήμα τόσο της Ισπανίας, της Γαλλίας αλλά και των υπολοίπων χωρών του Ευρωπαϊκού Βορρά (Σκανδιναβικές χώρες, Ηνωμένο Βασίλειο, Γερμανία) αναπτύσσονται κατάλληλες συνθήκες για εκτεταμένη χρήση αιολικών πάρκων.

Γι αυτούς τους λόγους στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης των Δεκαπέντε χωρών μελών η συνολικά εγκατεστημένη ισχύς το 2003 ήταν 28.440 MW (23,4% μεγαλύτερη σε σχέση με το 2002).

Στις δέκα νέες χώρες μέλη της ΕΕ, η συνολικά εγκατεστημένη ισχύς το 2003 ήταν 102 (από τα οποία 57 MW στην Πολωνία).

Στη διευρυμένη Ευρωπαϊκή Ένωση των Εικοσιπέντε χωρών μελών η συνολικά εγκατεστημένη ισχύς το 2003 ήταν 28.542 MW. Στις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες το 2003 είχαν εγκατασταθεί 164 MW, από τα οποία 101 MW στην Νορβηγία.

Επίσης, στις χώρες της ΕΕ έχουν εγκατασταθεί μέχρι το 2009 τα περισσότερα αιολικά πάρκα (με βάση την ισχύ τους) σε σχέση με τον υπόλοιπο κόσμο.

Ως μεμονωμένη χώρα πρώτη έρχονται οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (με εγκατεστημένη ισχύ 35159 MW). Αθροιστικά σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν εγκατασταθεί μέχρι και το τέλος του 2009 αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 74767 MW.

Την πρωτοκαθεδρία την κατέχει η Γερμανία με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 25777 MW. Στη δεύτερη θέση ανάμεσα στις χώρες της ΕΕ βρίσκεται η Ισπανία με εγκατεστημένη ισχύ 19149 MW και ακολουθούν η Ιταλία, η Γαλλία και Ηνωμένο Βασίλειο με ισχύ 4850,4410,4070 MW αντίστοιχα.

Επίσης, σημαντική πρόοδος συμβαίνει και στην εγκατάσταση σημαντικών σε ισχύ υπεράκτιων αιολικών πάρκων στις χώρες της ΕΕ σε αντίθεση με τη χώρα μας, όπου δεν έχει εγκατασταθεί κανένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο.

Με στοιχεία, τα οποία διαθέτουμε έως τον Ιανουάριο του 2009 (EWEA Offshore statistics) στις χώρες της ΕΕ έχουν εγκατασταθεί και τεθεί σε λειτουργία υπεράκτια πάρκα συνολικής ισχύος 1474,33 MW ενώ βρίσκονται υπό κατασκευή και σχεδιασμό μέχρι το 2015 υπεράκτια αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 37441,83 MW.

Την τελευταία πενταετία μέχρι το 2009 σε πολλές χώρες της ΕΕ υπάρχει μεγάλη αύξηση στην εγκατάσταση νέων αιολικών πάρκων.

Στη Γερμανία από το 2004 μέχρι το 2009 εγκαταστάθηκαν 9100 MW με ετήσια κατά μέσο όρο αύξηση 10,8%. Αλλά και στην Ισπανία και τη Γαλλία την ίδια χρονική περίοδο είχαμε κατά μέσο όρο αύξηση 22% ετησίως με 10700 MW και 68,9% με 4000 MW αντιστοίχως να μπαίνουν σε λειτουργία.

Ακόμη, παρατηρούμε σημαντική ανάπτυξη αιολικών πάρκων και από χώρες γειτονικές όπως η Τουρκία, η οποία έχει σημειώσει σημαντική αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος της κατά 88% ανά έτος.

Επίσης, και ταχέως αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία έχουν στρέψει το βλέμμα τους προς την αιολική ενέργεια με αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος τους κατά 84,8% και 35,4% αντίστοιχα κατά την τελευταία πενταετία.

Τέλος κρίνεται ενδιαφέρον να αναφερθεί ότι: η περιοχή που παρουσιάζει την μεγαλύτερη ανάπτυξη της βιομηχανίας αιολικής ενέργειας στην Ευρώπη, είναι η πολιτεία Ναβάρρα της Ισπανίας στα Πυρήνια Όρη [Flavin 1999].

Η περιοχή από το 1998 καλύπτει 23% της ηλεκτρικής ενέργειας από την αιολική ενέργεια. Σε μια προσπάθεια να τονωθεί η βιομηχανία και η οικονομία της περιοχής και παράλληλα να λυθεί το ενεργειακό πρόβλημα αντικαθιστώντας την ηλεκτροπαραγωγή από πυρηνική ενέργεια, θερμική ενέργεια από άνθρακα και την εισαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από άλλες περιοχές της Ισπανίας, αποφασίστηκε η παροχή φορολογικών ελαφρύνσεων και άλλων οικονομικών ενισχύσεων για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας.

Παράλληλα όμως, οι οικονομικές ενισχύσεις δίνονται μόνο σε εγκαταστάσεις που γίνονται χρησιμοποιώντας ανεμογεννήτριες που κατασκευάζονται στην περιοχή. Με τον τρόπο αυτό οι οικονομικές ενισχύσεις παραμένουν στην περιοχή και παράλληλα αναπτύσσεται και η τοπική βιομηχανία (π.χ. στην πόλη της Παμπλόνα). Τα αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά σε όλους τους τομείς, με την εγκατάσταση αρκετών εταιρειών αιολικής ενέργειας.

5.5. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ / ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

(πηγή ΚΑΠΕ «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ,ΜΥΘΟΣ & ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ» Ε.ΜΠΙΝΟΠΟΥΛΟΣ-Π.ΧΑΒΙΑΡΟΠΟΥΛΟΣ)

5.5.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Εδώ γίνεται μία αναλυτική αναφορά στα πλεονεκτήματα από τη χρήση των ΑΠΕ ειδικότερα της αιολικής ενέργειας .

1. Είναι άφθονες στη φύση και διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.
2. Είναι ανεξάντλητες, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
3. Επίσης, είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
4. Πράγματι υπάρχει ισχυρή εξάρτηση της χώρας μας από εισαγόμενα καύσιμα, τα οποία οδηγούν αφ' ενός σε συναλλαγματική αιμορραγία της χώρας μας, αφ' ετέρου σε εξάρτηση της από χώρες εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ας σημειωθεί ότι η χώρα μας εξαρτάται κυρίως από το εισαγόμενο πετρέλαιο, που προέρχεται κυρίως από χώρες υψηλού πολιτικοοικονομικού κινδύνου (χώρες του Περσικού κόλπου) και οι οποίες εμπλέκονται αρκετά συχνά σε πολιτικές και οικονομικές κρίσεις. Με τον τρόπο αυτό το μεσοπρόθεσμο κόστος παραγωγής ενέργειας, η οποία αποτελεί ίσως τον κυριότερο παραγωγικό συντελεστή για πλήθος βασικών αγαθών, δεν μπορεί να προβλεφθεί με λογικά σενάρια, πράγμα που οδηγεί σε υπερβολική αβεβαιότητα τον αντίστοιχο σχεδιασμό της εθνικής οικονομίας.
5. Αποτελούν την καλύτερη, μακράν, περιβαλλοντική λύση γιατί δεν εκπέμπουν αέρια του θερμοκηπίου, ενώ υποκαθιστούν ορυκτά καύσιμα, τα οποία ρυπαίνουν κατά την εξόρυξη, άντληση, μεταφορά αποθήκευση και καύση τους. Έτσι μειώνεται η ατμοσφαιρική ρύπανση, η οποία προκαλείται από την χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας.

Έγκυρες μελέτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έδειξαν ότι μια σημαντική υποκατάσταση των συμβατικών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, και κυρίως με αιολικά πάρκα, που βρίσκονται ήδη σε στάδιο σχεδιασμού ή υλοποίησης, θα μπορούσε να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ηλεκτροπαραγωγή τουλάχιστον κατά 11 %, και επομένως να περιορίσει αντίστοιχα και τις δυσμενείς επιπτώσεις από το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Πιο συγκεκριμένα (Ackermann, Soder 2002) ανάλογα με το μέγεθος των μηχανών και το αιολικό δυναμικό εξοικονομούνται :

Για μέση ταχύτητα ανέμου 4,5 m/s

- 19-34 τόνοι διοξειδίου του άνθρακα ανά GWh
- 18-32 kg διοξειδίου του θείου ανά GWh
- 26-43 kg νιτρικά οξείδια ανά GWh

Για μέση ταχύτητα ανέμου 5,5 m/s

- 13-22 τόνοι διοξειδίου του άνθρακα ανά GWh
- 13-20 kg διοξειδίου του θείου ανά GWh

- 18-27 kg νιτρικά οξείδια ανά GWh

Για μέση ταχύτητα ανέμου 5,5 m/s

- 10-17 τόνοι διοξειδίου του άνθρακα ανά GWh
- 10-16 kg διοξειδίου του θείου ανά GWh
- 14-22 kg νιτρικά οξείδια ανά GWh

Εδώ είναι αναγκαίο να τονίσουμε, πως η αλόγιστη χρήση ορυκτών καυσίμων καθιστά αναγκαία την εξόρυξη από οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη κυρίως πετρελαίου και φυσικού αερίου ώστε η προσφορά να ανταποκριθεί στη ζήτηση. Γι αυτό και γίνονται πλέον εκτεταμένες έρευνες και επενδύσεις σε θαλάσσιες περιοχές. Αυτές οι επενδύσεις όμως ενέχουν σοβαρό κίνδυνο για το περιβάλλον, όπως αποδείχθηκε και πρόσφατα με την έκρηξη και καταστροφή αντλητικής γεώτρησης στον κόλπο του Μεξικού, η οποία καταστροφή θα προκαλέσει σοβαρότερα περιβαλλοντικά προβλήματα και από αυτά που δημιούργησε το δεξαμενόπλοιο Ecxon valdez.

Έτσι συμπεραίνουμε ότι γενικότερα οι ΑΠΕ και συγκεκριμένα τα αιολικά πάρκα συντελούν αποφασιστικά στην προστασία του περιβάλλοντος μιας περιοχής και γενικότερα του πλανήτη, αφού υποκαθιστούν την ανάγκη παραγωγής ορυκτών καυσίμων και περιορίζουν σε σημαντικό βαθμό τις εκπομπές επιβλαβών για την υγεία ρυπαντικών ουσιών, που προκαλούνται από την καύση των ορυκτών καυσίμων (άνθρακα, πετρελαίου, αερίου).

Επιπλέον, για τη χώρα μας συγκεκριμένα η κατασκευή και λειτουργία αιολικών πάρκων 50 MW, έχει ως αποτέλεσμα την αποτροπή έκλυσης στην ατμόσφαιρα περίπου 2.300 τόνων το χρόνο διοξειδίου του θείου, 180 τόνων το χρόνο οξειδίων του αζώτου, 120 τόνων το χρόνο αιρούμενων σωματιδίων και 128.000 τόνων το χρόνο διοξειδίου του άνθρακα (αερίου που είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου).

Πρέπει ακόμη να υπενθυμίσουμε ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου θεωρείται πια, σε παγκόσμιο αλλά και σε τοπικό επίπεδο, υπεύθυνο-σε πολύ μεγάλο βαθμό-για τις υπερβολικά αυξημένες θερμοκρασίες, ιδιαίτερα το καλοκαίρι, για την αυξημένη ξηρασία (μείωση της στάθμης των υδροφόρων οριζόντων και των επιφανειακών νερών), αλλά και για την αύξηση της έντασης καιρικών φαινομένων, όπως οι ξαφνικές και καταστρεπτικές πλημμύρες.

Σε αντίθεση όμως με ότι συμβαίνει με τη χρήση των συμβατικών καυσίμων, το εξωτερικό και κοινωνικό κόστος της αιολικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα χαμηλό. Επίσης, η διάλυση και απομάκρυνση πετρελαιομένων αιολικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής δεν συνοδεύεται από κόστη αποκατάστασης της περιοχής, δεδομένου ότι δεν συνοδεύεται από οικολογικές επιπτώσεις, όπως στην περίπτωση των θερμικών ή πυρηνικών σταθμών.

6. Δημιουργούνται θέσεις εργασίας σε τοπικό επίπεδο.

Η συσσωρευμένη εμπειρία της τελευταίας 15ετίας, τόσος σε διεθνές επίπεδο(μόνο στη Ευρωπαϊκή Ένωση λειτουργούν ήδη πάνω από 33.000 MW αιολικών πάρκων), όσο και στην Ελλάδα, όπου λειτουργούν ήδη περίπου 500 αιολικά MW, δείχνει καθαρά ότι η ίδρυση και λειτουργία αιολικών πάρκων εμπορικής κλίμακας δημιουργεί ισχυρούς πόλους τοπικής ανάπτυξης και περιβαλλοντικής αναβάθμισης και προσπορίζει πολλαπλά, μετρήσιμα και ουσιαστικά οφέλη στις τοπικές κοινωνίες, στις περιοχές των οποίων εγκαθίστανται τα έργα αυτά.

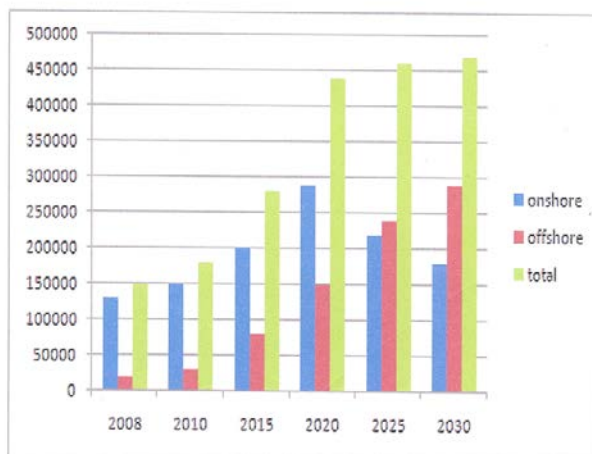
Πιο συγκεκριμένα, και με βάση τα καταγεγραμμένα απολογιστικά στοιχεία των εν λειτουργία αιολικών πάρκων στην Ελλάδα (2004) τα έργα αυτά :

Συμβάλλουν σημαντικά στην τοπική απασχόληση. Έτσι π.χ., για μια εγκαταστημένη ισχύ αιολικών πάρκων 50 MW απαιτούνται : 600-900 ανθρωπομήνες απασχόλησης στη φάση κατασκευής τους. Το 30-40 % αυτής της απασχόλησης προέρχεται από το ντόπιο εργατικό δυναμικό, 13-16 μόνιμοι εργαζόμενοι στη φάση λειτουργίας τους, οι περισσότεροι από τους οποίους (50-100 %) είναι ντόπιοι. Η συμβολή των αιολικών

πάρκων στην απασχόληση, τόσο στην τοπική όσο και αυτήν σε εθνικό επίπεδο, γίνεται πραγματικά εντυπωσιακή εάν συμπεριληφθούν οι προοπτικές εγχώριας κατασκευής /συναρμολόγησης μεγάλων τμημάτων του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού των έργων αυτών, όπως είναι οι πυλώνες των ανεμογεννητριών, οι μετασχηματιστές, οι πίνακες ελέγχου, κ.α.

7. Ακόμη πέρα από τα οφέλη που έχει στην τοπική κοινωνία η εγκατάσταση αιολικών πάρκων ωφελεί και την εθνική οικονομία.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα υπάρχουν από τα κράτη της ΕΕ.(2008 IEA WORLD)



ΠΗΓΗ: EWEA

ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΤΗΝ ΕΕ (2008 – 2030)

8. Ένα μέτρο της ωφέλειας, το οποίο μερικές φορές παραπέμπεται ως συνεισφορά στο ακαθάριστο εγχώριο προϊόν, είναι η σημασία όλων των οικονομικών δραστηριοτήτων, οι οποίες σχετίζονται με την ανάπτυξη.

Συμπεριλαμβάνονται αμοιβές προς το προσωπικό, κόστη πρώτων υλών για τη δημιουργία και την εγκατάσταση, κόστος μεταφορικών, εξαγωγικές πωλήσεις και η αξία του ηλεκτρισμού, ο οποίος παράγεται. Άλλες αξίες, οι οποίες αναφέρονται συμπεριλαμβάνουν την βιομηχανική δραστηριότητα, τον κατασκευαστικό τομέα και την αξία των εξαγωγών. Πολλές χώρες υπολογίζουν τον αριθμό των θέσεων εργασίας, οι οποίες δημιουργούνται από την κατασκευή, την ανάπτυξη και τη λειτουργία των Α/Γ.

Σύμφωνα με την EWEA 15,1 θέσεις εργασίας δημιουργήθηκαν στην ΕΕ για κάθε εγκαταστημένο MW. Επιπρόσθετα 0,4 θέσεις εργασίας δημιουργούνται ανά εγκατεστημένο MW από την λειτουργία, τη συντήρηση και τις παράπλευρες δραστηριότητες. Περίπου οι μισές από αυτές τις θέσεις εργασίας σχετίζονται με την κατασκευή της Α/Γ και των συνοδευτικών της.

Για τα υπεράκτια αιολικά πάρκα οι αριθμοί είναι μεγαλύτεροι. Ως προς τις θέσεις εργασίας θα πρέπει να τονιστεί ακόμη ότι για να καλυφθεί η παρούσα και μελλοντική ζήτηση απαιτούνται πολύ καλά εκπαιδευμένοι και ειδικευμένοι εργάτες.

Επίσης ο ευρωπαϊκός τομέας αιολικής ενέργειας απασχολεί 192.000 εργαζομένους (EWEA FACTSHEETS 2009). Μεταξύ του 2002 και του 2007¹ άμεση απασχόληση στον τομέα αυξήθηκε κατά 125%, μια δημιουργία κατά μέσο όρο 33 νέων θέσεων εργασίας κάθε ημέρα 7 ημέρες την εβδομάδα στην Ευρώπη. Θεωρείται ότι μπορούν να δημιουργηθούν 446.000 θέσεις εργασίας έως το 2020 και 479.000 θέσεις έως το 20320. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ο τομέας της πράσινης ενέργειας μπορεί να δημιουργήσει $2,8 \cdot 10^6$ εργασίες και να προσθέσει μια αύξηση 1,1 % στο ΑΕΠ της ΕΕ εάν ο στόχος για τη συμμετοχή των ΑΠΕ επιτευχθεί.

9. Η κατασκευή αιολικών πάρκων σε μια περιοχή συνοδεύεται από την παράλληλη υλοποίηση σειράς αντισταθμιστικών οφελών, πέραν των άμεσων και μετρήσιμων οικονομικών εισροών και των δημιουργούμενων θέσεων απασχόλησης.

Έτσι :

- ❖ Κατασκευάζονται ή / και βελτιώνονται, χωρίς κόστος για τους δημότες, σημαντικά έργα υποδομής στην ευρύτερη περιοχή (οδικό δίκτυο, τηλεπικοινωνίες, ηλεκτρικό δίκτυο).
- ❖ Κατασκευάζονται, ως αντισταθμιστικά οφέλη (χωρίς κόστος) για τους τοπικούς Δήμους, διάφορα κοινωφελή έργα, όπως κοινοτικοί δρόμοι, σχολεία, παιδικοί σταθμοί κ.α., ενώ προσφέρονται από τους επενδυτές και ανάλογες χορηγίες .
- ❖ Προωθούνται νέες, εναλλακτικές και ιδιαίτερα κερδοφόρες μορφές τουρισμού στην περιοχή, όπως π.χ. ο οικοτουρισμός (επισκέψεις σε εγκαταστάσεις οικολογικών μορφών ενέργειας, όπως είναι τα αιολικά πάρκα).

10. Προσφέρουν τη δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης μορφής ενέργειας, η οποία είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη, έχοντας ως συνέπεια την ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων.

11. Αποφυγή προστίμων από την εκπομπή αερίων ρύπων, τα οποία προβλέπονται από το πρωτόκολλο του Κυότο.

12. Φθηνή ενέργεια: Έχουν χαμηλό συνήθως λειτουργικό κόστος το οποίο επιπλέον δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα της τιμής του πετρελαίου. Ακόμη η τιμή της κιλοβατώρας, η οποία παράγεται από την καύση των ορυκτών καυσίμων δεν περιλαμβάνει το πραγματικό κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος από την παραγωγή και χρήση της και παραμένει χαμηλή μόνο επειδή τα ορυκτά καύσιμα επιδοτήθηκαν, άμεσα ή έμμεσα για δεκαετίες.

13. Η αιολική ενέργεια δεν εμποδίζει τις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες. Περίπου το 99 % της γης που φιλοξενεί ένα αιολικό πάρκο είναι διαθέσιμο για άλλες χρήσεις. Διάφορες αγροτικές δραστηριότητες μπορούν να συνεχίζονται μέχρι τις βάσεις των ανεμογεννητριών, αφού τα θεμέλια τους είναι κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Δεν υπάρχει καμία ένδειξη ότι τα αιολικά πάρκα επιβαρύνουν τη γεωργία ή την κτηνοτροφία. Ενδεικτικά και για λόγους σύγκρισης, αναφέρουμε ότι για την παραγωγή ενέργειας από έναν σταθμό ηλεκτροπαραγωγής που καίει άνθρακα απαιτείται έως και 4,5 φορές μεγαλύτερη έκταση απ' αυτή που απαιτείται για να καλυφθούν οι ίδιες ενεργειακές ανάγκες με αιολική ενέργεια (European Commission 1999) . Ο Υπολογισμός αυτός έγινε λαμβάνοντας υπόψη και τις τεράστιες εκτάσεις γης που δεσμεύονται κατά την εξόρυξη άνθρακα και αφορά τον κύκλο ζωής μια τυπικής μονάδας παραγωγής ενέργειας που είναι περίπου 30 χρόνια.

Όσον αφορά τα αιολικά πάρκα στην Ελλάδα, πρέπει να τονίσουμε ότι στη μεγάλη τους πλειοψηφία εγκαθίστανται σε ορεινές θέσεις με αραιή θαμνώδη βλάστηση, η οποία οφείλεται , ως ένα βαθμό, ακριβώς στις επικρατούσες ανεμολογικές συνθήκες(δηλαδή στις υψηλές ταχύτητες του ανέμου).

Η παρουσία υψηλής βλάστησης σε μια περιοχή (συστάδες δένδρων και δασώδεις εκτάσεις) δεν προσφέρεται για εκμετάλλευση αιολικού δυναμικού , δεδομένου ότι επιβραδύνει τη ροή του ανέμου στα συνήθη ύψη του ρότορα της ανεμογεννήτριας, πράγμα που καθιστά τις θέσεις αυτές μη ελκυστικές για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων. Η συνήθης χρήση της γης στις θέσεις εγκατάστασης αιολικών πάρκων είναι η βοσκή αιγοπροβάτων. Σπανιότερα στις θέσεις αυτές εντοπίζονται ίχνη εγκαταλελειμμένων καλλιεργειών μικρής απόδοσης.

Επειδή δεν απαιτείται η περίφραξη της έκτασης εγκατάστασης των ανεμογεννητριών, αφού το σύνολο του εξοπλισμού τους είναι απροσπέλαστο και προστατευόμενο, όλες οι υφιστάμενες χρήσεις γης μπορούν να συνεχιστούν χωρίς εμπόδια.

14. Η αιολική ενέργεια ενισχύει τον τουρισμό, καθώς αντικαθιστά τις ρυπογόνες μορφές ενέργειας και διαφυλάσσει το φυσικό περιβάλλον.
Στη Σητεία, όπως και σ' άλλες περιοχές σε όλο τον κόσμο, ανθίζει τελευταία ο «περιβαλλοντικός τουρισμός», καθώς η ανάπτυξη των αιολικών πάρκων ελκύει πολλούς επισκέπτες.
15. Οι επενδύσεις σε Α.Π.Ε. μπορούν σε πολλές περιπτώσεις να αποτελέσουν πυρήνα αναζωογόνησης πολλών υποβαθμισμένων περιοχών και να γίνουν πόλος τοπικής ανάπτυξης δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας και προωθώντας επενδύσεις που σχετίζονται ή στηρίζονται στις Α.Π.Ε.
16. Αξιοσημείωτη είναι η δυνατότητα τόνωσης της ελληνικής κατασκευαστικής δραστηριότητας.

5.5.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

5.5.3. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Παρά το ότι οι ανεμογεννήτριες είναι φιλικές προς το περιβάλλον, η τοποθέτησή τους προκαλεί (δικαιολογημένες ή μη) κοινωνικές αντιδράσεις ως προς:

a. ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ

Πρόκειται για το μόνο ουσιαστικό πρόβλημα, αλλά συγχρόνως και το ευκολότερο να ελεγχθεί και να προληφθεί. Στις ανεμογεννήτριες ο εκπεμπόμενος θόρυβος μπορεί να υπαχθεί σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με την προέλευση του: δηλαδή μηχανικός και αεροδυναμικός.

Ο πρώτος προέρχεται από τα περιστρεφόμενα μηχανικά τμήματα (κιβώτιο ταχυτήτων, ηλεκτρογεννήτρια, έδρανα κλπ.)

Ο δεύτερος προέρχεται από την περιστροφή των πτερυγίων.

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι μηχανές πολύ ήσυχες συγκριτικά με την ισχύ τους και με συνεχείς βελτιώσεις από τους κατασκευαστές γίνονται όλο και πιο αθόρυβες. Η αντιμετώπιση του θορύβου γίνεται είτε στην πηγή είτε στη διαδρομή του. Οι μηχανικοί θόρυβοι έχουν ελαχιστοποιηθεί με εξ αρχής σχεδίαση (γρανάζια πλάγιας οδόντωσης), ή με εσωτερική ηχομονωτική επένδυση στο κέλυφος της κατασκευής. Επίσης ο μηχανικός θόρυβος αντιμετωπίζεται στη διαδρομή του με ηχομονωτικά πετάσματα και αντικραδασμικά πέλματα στήριξης. Αντίστοιχα ο αεροδυναμικός θόρυβος αντιμετωπίζεται με προσεκτική σχεδίαση των πτερυγίων από τους κατασκευαστές, που δίνουν άμεση προτεραιότητα στην ελάττωση του.

Το επίπεδο του αντιληπτού θορύβου από μία ανεμογεννήτρια σύγχρονων προδιαγραφών σε απόσταση 200 μέτρων, είναι μικρότερο από αυτό που αντιστοιχεί στο επίπεδο θορύβου περιβάλλοντος μιας μικρής επαρχιακής πόλης και βεβαίως δεν αποτελεί πηγή ενόχλησης. Με δεδομένη δε τη νομοθετημένη απαίτηση να εγκαθίστανται οι ανεμογεννήτριες σε ελάχιστη απόσταση 500 μέτρων από τους οικισμούς, το επίπεδο είναι ακόμη χαμηλότερο και αντιστοιχεί πλέον σε αυτό ενός ήσυχου καθιστικού δωματίου. Επιπλέον, στις ταχύτητες ανέμου που λειτουργούν οι ανεμογεννήτριες ο φυσικός θόρυβος (θόρυβος ανέμου σε δένδρα και θάμνους) υπερκαλύπτει οποιονδήποτε θόρυβο που προέρχεται από τις ίδιες.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω και σε συνδυασμό με τη θέση των «οικοπέδων» που συνήθως εγκαθίστανται τα αιολικά πάρκα στην Ελλάδα για να έχουν καλύτερη απόδοση, μπορούμε να πούμε με σιγουριά ότι τα αιολικά πάρκα δεν προκαλούν:

αύξηση της υπάρχουσας στάθμης θορύβου εκτός των ορίων τους και ακόμη περισσότερο σε κατοικημένες περιοχές έκθεση ανθρώπων σε υψηλή στάθμη θορύβου.

Ο πιο εύκολος και αποτελεσματικός τρόπος, για να πεισθεί κανείς για το ζήτημα του θορύβου είναι μια επίσκεψη σε ένα αιολικό πάρκο μια μέρα που οι ανεμογεννήτριες βρίσκονται σε κανονική λειτουργία.

b. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΑΡΕΜΒΟΛΩΝ ΑΠΟ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Η ανησυχία αυτή συνήθως αναφέρεται αφενός σε προβλήματα που προκαλούν οι ανεμογεννήτριες λόγω της θέσης τους σε σχέση με ήδη υπάρχοντες σταθμούς τηλεόρασης ή ραδιοφώνου και αφετέρου σε πιθανές ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές από τις ίδιες.

Είναι γεγονός ότι , η διάδοση των εκπομπών στις συχνότητες της τηλεόρασης ή και του ραδιοφώνου (κυρίως στις συχνότητες εκπομπών FM) επηρεάζεται από εμπόδια που παρεμβάλλονται μεταξύ πομπού και δέκτη. Το κυριότερο πρόβλημα από τις ανεμογεννήτριες προέρχεται από τα κινούμενα πτερύγια που μπορούν να προκαλέσουν αυξομειώση σήματος λόγω αντανάκλασεων. Αυτό ήταν πολύ εντονότερο στην πρώτη γενιά ανεμογεννητριών που έφερε μεταλλικά πτερύγια. Τα πτερύγια των συγχρόνων ανεμογεννητριών κατασκευάζονται αποκλειστικά από συνθετικά υλικά, τα οποία έχουν ελάχιστη επίπτωση στη μετάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Η Ελληνική νομοθεσία προβλέπει την προώθηση αδειοδότησης ενός αιολικού πάρκου μόνον εφόσον τηρούνται κάποιες ελάχιστες αποστάσεις από τηλεπικοινωνιακούς ή ραδιοτηλεοπτικούς σταθμούς. Οποιαδήποτε πιθανά προβλήματα παρεμβολών μπορούν να προληφθούν με σωστό σχεδιασμό και χωροθέτηση ή να διορθωθούν με μικρό σχετικά κόστος από τον κατασκευαστή του πάρκου με μια σειρά απλών τεχνικών μέτρων, όπως π.χ. η εγκατάσταση επιπλέον αναμεταδοτών. Σε σχέση με την συμβατότητα και τις παρεμβολές στις τηλεπικοινωνίες, αξίζει να αναφέρουμε, ότι σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες οι πύργοι των ανεμογεννητριών όχι μόνον δεν δημιουργούν εμπόδια, αλλά χρησιμοποιούνται ήδη για την εγκατάσταση κεραιών προς διευκόλυνση υπηρεσιών επικοινωνιών, όπως η κινητή τηλεφωνία!

Όσον αφορά τις εκπεμπόμενες ακτινοβολίες, όπως φαίνεται και από την περιγραφή των τμημάτων της ανεμογεννήτριας, τα μόνα υποσυστήματα που θα μπορούσαμε να πούμε ότι «εκπέμπουν» ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χαμηλού επιπέδου, είναι η ηλεκτρογεννήτρια και ο μετασχηματιστής μέσης τάσης. Το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο της ηλεκτρογεννήτριας είναι εξαιρετικά ασθενές και περιορίζεται σε μια πολύ μικρή απόσταση γύρω από το κέλυφος της που είναι τοποθετημένο τουλάχιστον 40-50 μέτρα πάνω από το έδαφος. Για το λόγο αυτό δεν υφίσταται πραγματικό θέμα έκθεσης στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ούτε καν στη βάση της ανεμογεννήτριας. Ο μετασχηματιστής, πάλι, περιβάλλεται πάντα από περίφραξη ασφαλείας ή είναι κλεισμένος σε μεταλλικό υπόστεγο. Η περίφραξη είναι τοποθετημένη σε τέτοια απόσταση που το επίπεδο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι αμελητέο. Μπορούμε λοιπόν να ισχυριστούμε με βεβαιότητα, ότι αυτά που ακούγονται για εκπομπή ραδιενέργειας η ακτινοβολιών άλλου τύπου από τις ανεμογεννήτριες δεν ευσταθούν.

c. ΑΙΣΘΗΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

Αυτό είναι ένα θέμα στο οποίο έχει δοθεί μεγάλη δημοσιότητα.

Η οπτική όχληση είναι κάτι υποκειμενικό και δύσκολα μπορούν να τεθούν κοινά αποδεκτοί κανόνες. Από έρευνες σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης προκύπτει ότι κάποιος που είναι ευνοϊκά διατεθειμένος απέναντι στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας, αποδέχεται τις ανεμογεννήτριες και οπτικά πολύ πιο εύκολα από κάποιον που είναι αρνητικός εξ αρχής. Από τις ίδιες μελέτες, προκύπτει ότι τα αιολικά πάρκα είναι πιο αποδεκτά από αισθητικής άποψης σε ανθρώπους που είναι ενημερωμένοι για τα οφέλη που προέρχονται από την χρήση τους. Αν κάνουμε μια απλή σύγκριση μεταξύ ενός θερμικού σταθμού παραγωγής (π.χ. λιγνιτικού), και ενός αιολικού πάρκου είναι φανερό ότι η οπτική όχληση που προκύπτει από το πρώτο είναι εμφανώς και αντικειμενικά πολύ μεγαλύτερη. Δεδομένου βεβαίως ότι οι ανεμογεννήτριες είναι κατ' ανάγκη ορατές από απόσταση, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες κάθε τόπου εγκατάστασης και να γίνεται προσπάθεια ενσωμάτωσής τους στο τοπίο.

d. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΤΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΕΣ

Δεν υπάρχει καμία ένδειξη ότι τα αιολικά πάρκα επιβαρύνουν τη γεωργία ή την κτηνοτροφία. Δεδομένου ότι περίπου το 99% της γης που φιλοξενεί ένα αιολικό πάρκο είναι διαθέσιμο για άλλες χρήσεις, μπορούμε να κατανοήσουμε ότι οι αγροτικές δραστηριότητες μπορούν να συνεχίζονται και μετά την εγκατάσταση του. Οι συνθήκες θέσεις αιολικών πάρκων είναι σε ορεινές περιοχές με θαμνώδη βλάστηση ακριβώς λόγω

των υψηλών ταχυτήτων του ανέμου που ευνοούν την εγκατάσταση του. Σε αυτές τις περιοχές, η χρήση γης είναι κυρίως για βοσκή αιγοπροβάτων οι οποία μπορεί να συνεχισθεί χωρίς κανένα πρόβλημα και μετά την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου. Χαρακτηριστικά, σε μερικά αιολικά πάρκα έχει παρατηρηθεί ότι οι ανεμογεννήτριες γίνονται πόλος έλξης αιγοπροβάτων που επωφελούνται από τη δροσιά της σκιάς που προσφέρουν οι πύργοι τους !

e. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΤΩΝ ΠΟΥΛΙΩΝ

Τα πουλιά καθώς πετούν μερικές φορές συγκρούονται με κτίρια και άλλες σταθερές κατασκευές. Οι ανεμογεννήτριες όμως δεν προκαλούν ιδιαίτερο πρόβλημα όπως έχει φανεί από μελέτες που έχουν γίνει σε ευρωπαϊκές χώρες όπως η Γερμανία, η Ολλανδία, η Δανία και η Αγγλία. Συγκεκριμένα, υπολογίστηκε ότι στον συνολικό αριθμό πουλιών που σκοτώνονται ετησίως, μόνον 20 θάνατοι οφείλονται σε ανεμογεννήτριες (για εγκατεστημένη ισχύ 1000MW), ενώ αντίστοιχα 1.500 θάνατοι οφείλονται στους κυνηγούς και 2.000 σε πρόσκρουση με οχήματα και τις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (καθότι είναι σχεδόν «αόρατες» για τα πουλιά). Ασφαλώς βέβαια, το θέμα της προστασίας του πληθυσμού των πουλιών σε ευαίσθητες οικολογικά και προστατευόμενες περιοχές πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη φάση σχεδιασμού και χωροθέτησης του αιολικού πάρκου.

Συνοψίζοντας, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε, ότι οι οποιεσδήποτε επιπτώσεις από τις ανεμογεννήτριες, αφενός είναι άμεσα «ορατές» και αφετέρου είναι δυνατόν να ελαχιστοποιηθούν με σωστή αντιμετώπιση και προσχεδιασμό. Αντίθετα, οι επιπτώσεις της θερμικής ή πυρηνικής παραγωγής ενέργειας αργούν να φανούν, είναι μακροπρόθεσμες και όση προσπάθεια και κόστος να δαπανηθούν είναι αδύνατον να ελαχιστοποιηθούν. Εν τέλει θα πρέπει να αποφασίσουμε ότι εφόσον πρέπει να παράγουμε ηλεκτρική ενέργεια, είναι σίγουρα προτιμότερο να την παράγουμε με τρόπο που να έχει την μικρότερη δυνατή επιβάρυνση για το περιβάλλον. Από τεχνολογική και οικονομική πλευρά, η πιο ώριμη μορφή ανανεώσιμης και «καθαρής» ενέργειας είναι σήμερα η αιολική. Αυτή μπορεί να συμβάλλει αποτελεσματικά στην αποτροπή των κλιματικών αλλαγών προσφέροντας συγχρόνως ποικίλα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη.

5.5.3.1.ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΠΟΨΗΣ

Από τεχνικής απόψης τα μειονεκτήματα από τη χρήση αιολικών πάρκων και γενικότερα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι:

a. ΤΟ ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΟΥΣ

Το διεσπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος, να μεταφερθεί και να αποθηκευτεί, ενώ έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και συνεπώς για μεγάλη ισχύ απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.

Πιο συγκεκριμένα, η χαμηλή ροή αξιοποιήσιμης κινητικής ενέργειας του ανέμου κατατάσσει την αιολική ενέργεια στις αραιές μορφές ενέργειας. Τυπικές τιμές ροής και αξιοποιούμενης αιολικής ισχύος κυμαίνονται μεταξύ 200 W/m² και 400W/m².

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη χρήση είτε μεγάλου αριθμού ανεμογεννητριών είτε τη χρήση μηχανών μεγάλων διαστάσεων, για την παραγωγή της επιθυμητής ενέργειας.

Ειδικότερα σε περιπτώσεις αυτόνομων μονάδων είναι απαραίτητη η ύπαρξη συστημάτων αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας, σε μια προσπάθεια να έχουμε συγχρονισμό της ζήτησης και της διαθέσιμης ενέργειας.

Το γεγονός αυτό συνεπάγεται αυξημένο αρχικό κόστος (λόγω της προσθήκης του συστήματος αποθήκευσης ενέργειας) και βέβαια επιπλέον απώλειες ενέργειας κατά τις φάσεις μετατροπής και αποθήκευσης, καθώς και αυξημένες υποχρεώσεις συντήρησης και εξασφάλισης της ομαλής λειτουργίας.

b. Η ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥΣ

Ακόμη, παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητα τους, η οποία μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας, απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.

Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής, στην οποία εγκαθίστανται.

Η στοχαστικότητα των μεγεθών, όπως ο άνεμος και η ηλιακή ακτινοβολία, έχουν σαν αποτέλεσμα η τιμή της παραγόμενης ισχύος να έχει μεγάλες διακυμάνσεις, γεγονός που δε μας δίνει τη δυνατότητα να έχουμε την απαραίτητη αιολική ενέργεια τη στιγμή που τη χρειαζόμαστε, απαιτώντας έτσι την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών (όπως π.χ. σύνδεση με ηλεκτρικό δίκτυο) ή δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.

Από την άλλη η στοχαστικότητα αυτή της αιολικής καθώς και των άλλων ειδών ενέργειας αποτελεί τροχοπέδη στην εξ ολοκλήρου διείσδυσή της στο σύστημα, για λόγους ευστάθειας αυτού.

Λύση στο πρόβλημα αυτό της στοχαστικότητας της αιολικής ενέργειας δίνει η αντλησιοταμίευση, με την οποία η αιολική ενέργεια αποθηκεύεται με τη μορφή δυναμικής ενέργειας στην ποσότητα του νερού, το οποίο βρίσκεται σε συγκεκριμένο υψόμετρο.

Δύνεται έτσι η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί μεταγενέστερα και μάλιστα σαν μια ποιοτική ηλεκτρική πηγή ενέργειας η οποία δεν προκαλεί κανένα πρόβλημα στο σύστημα.

c. ΜΕΓΑΛΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΕ ΜΕΓΑΛΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ

Λόγω του μεγάλου αρχικού κόστους εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης, δεν υπάρχει η δυνατότητα κάλυψης μεγάλων αστικών κέντρων αλλά χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.

Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκαταστημένης ισχύος είναι ακόμη υψηλό σε σχέση με τις τιμές των συμβατικών καυσίμων. Ειδικά μάλιστα για μεμονωμένες περιπτώσεις αιολικών μηχανών μικρού μεγέθους.

Στο σημείο αυτό πρέπει να προσθέσουμε ότι η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας και ο ανταγωνισμός μεταξύ των κατασκευαστών έχει τα τελευταία χρόνια συμπίεσει σημαντικά τις τιμές των ανεμογεννητριών.

d. ΟΙ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΛΟΓΩ ΦΥΣΙΚΩΝ Η ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΖΗΤΗΜΑΤΩΝ.

Πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψιν ότι το σύνολο της απορροφούμενης αιολικής ενέργειας από μια ανεμογεννήτρια, μόνο ένα περιορισμένο μέρος της μετατρέπεται σε ωφέλιμη ενέργεια λόγω των αεροδυναμικών και των μηχανικών απωλειών και περιορισμών (π.χ. απώλεια ενέργειας, που διαχέεται στο δίκτυο εξαιτίας της μετατροπής του ρεύματος από σταθερό σε εναλλασσόμενο).

5.6. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

(στοιχεία από Ευρωπαϊκή Ένωση, περιΟδικό SELL & BUILD)

Μολονότι η αιολική ενέργεια δεν απειλεί εν γένει την άγρια πανίδα και χλωρίδα, η άτοπη χωροθέτηση ή ο άστοχος σχεδιασμός αιολικών πάρκων, είναι δυνατό να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις σε ευπαθή είδη και ενδιαιτήματα.

Για τον λόγο αυτό, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή από το Νοέμβριο 2010 δημοσίευσε κατευθυντήριες γραμμές για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας σε προστατευόμενες φυσικές περιοχές. Αυτές οι κατευθυντήριες γραμμές ισχύουν για το δίκτυο Natura 2000, το οποίο αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της πολιτικής για τη βιοποικιλότητα, αλλά και σημαντικό εργαλείο στο πλαίσιο των προσπαθειών της ΕΕ, για την αναχαίτιση και την αντιστροφή της απώλειας της βιοποικιλότητας έως το 2020.

Η αιολική ενέργεια πρέπει να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην επίτευξη του ενωσιακού στόχου αύξησης σε 20% του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών στη συνολική κατανάλωση ενέργειας στην Ευρώπη έως το 2020, και δεν αποκλείεται εξ ορισμού η ανάπτυξη της σε περιοχές Natura 2000.

Σε αυτό το πλαίσιο, τα αναπτυξιακά σχέδια αιολικής ενέργειας πρέπει να αξιολογούνται κατά περίπτωση.

Σε δηλώσεις του, ο Ευρωπαίος Επίτροπος αρμόδιος για το περιβάλλον, Janez Potočnik, τόνισε: «Με αυτές τις νέες κατευθυντήριες γραμμές, παρέχεται στα κράτη μέλη και τη βιομηχανία, σαφήνεια για την ανάληψη δραστηριοτήτων ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας που να συνάδουν με τις απαιτήσεις του δικτύου Natura 2000».

«Δεν πρόκειται για αλλαγή της νομοθεσίας ή της πολιτικής, αλλά απλώς για καθοδήγηση σχετικά με την ισχύουσα νομοθεσία. Σκοπός μας είναι να διασφαλίσουμε ότι θα επιτευχθούν οι στόχοι μας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τηρώντας παράλληλα τη νομοθεσία της ΕΕ για την προστασία των ειδών άγριας πανίδας και χλωρίδας», επεσήμανε.

Το κλειδί είναι ο στρατηγικός σχεδιασμός

Στις κατευθυντήριες γραμμές για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας και της διατήρησης της βιοποικιλότητας σε προστατευόμενες περιοχές, υπογραμμίζεται η ανάγκη για αξιολόγηση των νέων αναπτυξιακών έργων.

Ειδικότερα, στις κατευθυντήριες γραμμές περιλαμβάνονται παραδείγματα βέλτιστων πρακτικών, και υποδεικνύονται τρόποι ανάπτυξης έργων αιολικής ενέργειας, με τους οποίους είναι δυνατό να αποφευχθεί η καταστροφή της φύσης σε ευαίσθητες περιοχές.

Ο στρατηγικός σχεδιασμός των αναπτυξιακών έργων αιολικών πάρκων σε ευρεία γεωγραφική κλίμακα, αποτελεί έναν από τους αποτελεσματικότερους τρόπους για να ελαχιστοποιούνται οι επιπτώσεις των αιολικών πάρκων στη φύση και την άγρια πανίδα και χλωρίδα, από τα πρώτα στάδια της διαδικασίας σχεδιασμού.

Με το στρατηγικό σχεδιασμό δεν συγκροτείται απλώς πιο ολοκληρωμένο πλαίσιο ανάπτυξης, αλλά περιορίζεται και ο κίνδυνος να προκύψουν σε μεταγενέστερα στάδια, δυσκολίες και καθυστερήσεις σε επίπεδο μεμονωμένων έργων.

Ιστορικό

Η Ευρώπη έχει θέσει ως στόχο για το 2020, να ανέλθει σε 20% το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών, στη συνολική κατανάλωση ενέργειας, ενώ η αιολική ενέργεια είναι μια από τις ανανεώσιμες πηγές που προορίζεται να συμβάλει σημαντικά στην επίτευξη αυτού του στόχου.

Η αιολική ενέργεια βοηθά επίσης στην ουσιαστική μείωση των εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων και ατμοσφαιρικών ρύπων, καθώς και στον περιορισμό της κατανάλωσης γλυκού νερού που χρησιμοποιείται για τη συμβατική ηλεκτροπαραγωγή στην ΕΕ.

Η αιολική ενέργεια έχει αναπτυχθεί ραγδαία την τελευταία δεκαετία και το μερίδιό της στη συνολική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ το 2009, ανήλθε στο 4,8%. Το ποσοστό αυτό αναμένεται τουλάχιστον να τριπλασιαστεί έως το 2020.

Το πανευρωπαϊκό οικολογικό δίκτυο “Natura 2000”, το οποίο αποτελείται από περίπου 26.000 τόπους στις 27 χώρες της ΕΕ, συστάθηκε με βάση την οδηγία του 1992 για τα ενδιαιτήματα, και καλύπτει σχεδόν το 18% του χερσαίου εδάφους της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ο στόχος του δικτύου είναι η διατήρηση και αειφόρος χρήση των περιοχών, με υψηλής αξίας βιοποικιλότητα, και η εξασφάλιση της μακροπρόθεσμης επιβίωσης των πλέον πολύτιμων και απειλούμενων ειδών και ενδιαιτημάτων της Ευρώπης.

Το Natura 2000 δεν είναι σύστημα αυστηρά προστατευόμενων βιοτόπων όπου απαγορεύεται κάθε είδους ανθρώπινη δραστηριότητα.

Μολονότι το δίκτυο βεβαίως θα συμπεριλαμβάνει προστατευόμενους βιότοπους, η ιδιοκτησία του μεγαλύτερου μέρους των εκτάσεων που περιλαμβάνει, θα παραμείνει μάλλον ιδιωτική, και η έμφαση θα δοθεί στη διασφάλιση της μελλοντικής διαχείρισης των εκτάσεων αυτών, με περιβαλλοντικά αειφορικό αλλά και οικονομικά βιώσιμο τρόπο.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα, ότι τα αιολικά πάρκα μπορούν να συνυπάρξουν με τις προστατευόμενες περιοχές.

5.7. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χρήση των ΑΠΕ είναι αναγκαία για την περαιτέρω ανάπτυξη του πολιτισμού μας, ο οποίος έχει ως βασικό του στοιχείο την ενέργεια.

- a. Οι εγκαταστάσεις που εκμεταλλεύονται τις ΑΠΕ μπορεί κάποιες φορές να προξενήσουν προβλήματα στο περιβάλλον, τα οποία εν πάσει περιπτώσει μπορεί να εξλειφθούν ύστερα από προσεκτικές μελέτες.
- b. Η αιολική ενέργεια και γενικά οι ΑΠΕ έχουν σοβαρά πλεονεκτήματα τόσο στο περιβάλλον όσο και στην οικονομία μίας χώρας.
- c. Πιο συγκεκριμένα η εγκατάσταση αιολικών πάρκων μειώνει τη χρήση μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίες χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα με αποτέλεσμα την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αέριων ρύπων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, με αποτέλεσμα η κάθε χώρα να έχει τη δυνατότητα να ελέγχει τους εκπεμπόμενους ρύπους της με βάση το πρωτόκολλο του Κυότο και με επακόλουθο αποτέλεσμα τη δυνατότητα μικρότερης ή καθόλου πληρωμής για την αγορά δικαιωμάτων ρύπων.
- d. Η ίδρυση αιολικών πάρκων με την ταυτόχρονη παραγωγή των συστατικών ενός αιολικού πάρκου από την εγχώρια βιομηχανία δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας απορροφώντας εξειδικευμένο προσωπικό.
- e. Αναπτύσσεται η τεχνογνωσία των εργοστασίων με αποτέλεσμα την κατασκευή πιο αποτελεσματικών α/γ αλλά και τη εξαγωγή α/γ έτσι ώστε να επιτυγχάνεται εισαγωγή συναλλάγματος.
- f. Επιπλέον, με τη χρήση α/γ μειώνεται η εισαγωγή ορυκτών καυσίμων, οπότε και η οικονομική αιμορραγία από την εκροή συναλλάγματος αλλά και η εξάρτηση από τα πετρελαιοπαραγωγά κράτη τα οποία πολλές φορές χρησιμοποιούν τη δυνατότητα, που έχουν να παρέχουν πετρέλαιο, για πολιτικούς σκοπούς.
- g. Σε χώρες της ΕΕ γίνεται μεγάλη προσπάθεια και ως ένα βαθμό βρίσκονται κοντά στο να πετύχουν τους εθνικούς στόχους για τη χρήση των ΑΠΕ στη συνολική κατανάλωση ενέργειας σε αντίθεση με τη χώρα μας, η οποία απέχει πολλή από το να πετύχει τους εθνικούς της στόχους.
- h. Όλες οι χώρες της ΕΕ συμπεριλαμβανομένης και της χώρας μας έχουν θεσπίσει επιδοτήσεις κεφαλαίου και φοροαπαλλαγές- άλλες χώρες σε μεγαλύτερο και άλλες σε μικρότερο βαθμό-για την ενίσχυση των επενδύσεων σε αιολικά πάρκα.
- i. Στη χώρα μας δρουν διάφοροι παράγοντες, στους οποίους οφείλετε η έλλειψη ανάπτυξης των αιολικών πάρκων:
 - ✓ Το ζήτημα της πολυνομίας.
 - ✓ Η γραφειοκρατία.
 - ✓ Ακόμη, υπάρχει μεγάλη γραφειοκρατία και στην έγκριση και εκταμίευση των χρημάτων μέσα από τους αναπτυξιακούς νόμους. Επίσης, ο οργανισμός invest in Greece ο οποίος ήταν αρμόδιος να προσελκύσει επενδυτές μεγάλων επενδύσεων και να της προωθήι μέχρι να μπουν στο στάδιο της υλοποίησης ήταν ανύπαρκτος κατά την περασμένη πενταετία, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν εκτεταμένα μεγάλες επενδύσεις σε αιολικά πάρκα.
 - ✓ Η απουσία υπερακτίων αιολικών πάρκων.

Αντίθετα, στη χώρα μας η οποία όπως παρατηρείται και από τους χάρτες αιολικού δυναμικού έχει αρκετά ισχυρό και οικονομικά εκμεταλλεύσιμο υπεράκτιο αιολικό δυναμικό δεν έχει εγκατασταθεί κανένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο.

- ❖ Η μη ενημέρωση του κόσμου για την οικονομική απόδοση των αιολικών πάρκων και την πραγματικότητα που υπάρχει γύρω από τα μειονεκτήματα των αιολικών πάρκων.

Οι φορείς των τοπικών κοινωνιών πρέπει να ενημερωθούν ότι ο θόρυβος και η οπτική όχληση με τη χρήση εμπεριστατωμένων μελετών δεν υφίστανται και θα πρέπει να γίνει υπενθύμιση ότι στη χώρα μας χρησιμοποιούσαν τις α/γ στους ανεμόμυλους και προφανώς τότε δεν υπήρχε ούτε ζήτημα οπτικής όχλησης ούτε ζήτημα θορύβου.

Η ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ ΜΑΣ ΘΑ ΣΥΜΒΑΛΛΕΙ:

- ✓ Στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των πολιτών της χώρας, η οποία δείχνει σεβασμό στο περιβάλλον και είναι προσανατολισμένη στην πράσινη επιχειρηματικότητα.
- ✓ Στην αύξηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με ταυτόχρονη μείωση των εισαγόμενων πρωτογενών πηγών ενέργειας, γεγονός που συνεπάγεται την ανάπτυξη της οικονομίας και συναλλαγματικά οφέλη.
- ✓ Σε σημαντικό περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος, αφού έχει υπολογισθεί ότι η παραγωγή ηλεκτρισμού μίας μόνο ανεμογεννήτριας δυναμικότητας 550 kW σε ένα χρόνο υποκαθιστά την ενέργεια που παράγεται από την καύση 2700 βαρελιών πετρελαίου, οδηγώντας σε μείωση του εκπεμπόμενου CO₂ κατά 735 περίπου τόνους ετησίως.
- ✓ Ατη δημιουργία πολλών νέων θέσεων εργασίας.

Τα ενδεχόμενα εμπόδια για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας είναι ο θόρυβος από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών, οι ούτως ή άλλως σπάνιες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στο ραδιόφωνο, την τηλεόραση και τις τηλεπικοινωνίες, που επιλύονται όμως με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, καθώς επίσης και πιθανά προβλήματα αισθητικής.

6.1. ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Ο ΗΛΙΟΣ

Ο Ήλιος είναι η βασική πηγή ενέργειας του πλανήτη μας. Η ενέργεια που απελευθερώνεται στον πυρήνα του από τη σύντηξη του υδρογόνου και τη μετατροπή του στο στοιχείο ήλιο, ακτινοβολείται προς όλες τις κατευθύνσεις στο διάστημα. Παρότι αυτό συμβαίνει συνεχώς εδώ και 5 δισεκατομμύρια χρόνια, ο ήλιος αποτελείται ακόμη κατά 70 % από υδρογόνο. Επομένως, για πολλά εκατομμύρια χρόνια ακόμη δεν αναμένεται να υπάρξει μείωση της ενέργειας που ακτινοβολείται από αυτόν.

Η ακτινοβολούμενη από τον Ήλιο ισχύς είναι 63 MW από κάθε τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειάς του. Μετά από 8 λεπτά της ώρας φθάνει, τελικά, στα όρια της γήινης ατμόσφαιρας ηλιακή ακτινοβολία ισχύος 1.353 Watt, σε κάθε τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειάς της. Από αυτήν, το 30 % ανακλάται στην ατμόσφαιρα και την επιφάνεια της Γης και επιστρέφει στο διάστημα. Το υπόλοιπο απορροφάται από την ατμόσφαιρα.

Η ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στη γήινη ατμόσφαιρα είναι αυτή που προκαλεί την εξάτμιση του νερού, κινεί τον αέρα και τα θαλάσσια ρεύματα, δημιουργεί τα καιρικά φαινόμενα. Εξάλλου, το ασήμαντο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετασχηματίζεται σε χημική ενέργεια, με τη φωτοσύνθεση, είναι υπεύθυνο για τη ζωή στη Γη και έχει δημιουργήσει, στο πέρασμα των αιώνων, τα ορυκτά καύσιμα.

Παρά το γεγονός ότι η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στα όρια της ατμόσφαιρας είναι παντού σταθερή, δεν συμβαίνει το ίδιο με αυτήν που φθάνει στο έδαφος, η ισχύς της οποίας σπάνια ξεπερνά τα 1.000 Watt ανά τετραγωνικό μέτρο. Αυτή εξαρτάται από την εποχή του έτους, την ώρα της ημέρας, την παρουσία νεφών, ομίχλης και σκόνης, ενώ εξασθενεί τόσο περισσότερο όσο μικρότερη είναι η γωνία πρόσπτωσης της στην επιφάνεια του εδάφους και, συνεπώς, μεγαλύτερη η διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα.

Ο τελευταίος αυτός παράγοντας είναι και ο σημαντικότερος για τη διαμόρφωση της μέσης έντασης της ηλιακής ενέργειας που φθάνει στο έδαφος. Γι' αυτό άλλωστε, το γεωγραφικό πλάτος και το υψόμετρο μιας περιοχής παίζουν τόσο σπουδαίο ρόλο στη διαμόρφωση του καιρού σ' αυτήν, καθώς επίσης και των εποχών στα δύο ημισφαίρια της Γης. Όσο πιο κοντά στον Ισημερινό βρίσκεται αυτή, τόσο μικραίνει η διαδρομή της ηλιακής ακτινοβολίας και αυξάνει η γωνία πρόσπτωσης έως τις 90°, με αποτέλεσμα οι συνέπειές της να γίνονται πιο έντονες.

Από αυτή την άποψη, η Ελλάδα είναι μία από τις πλέον ευνοημένες περιοχές του πλανήτη μας. Ο συνδυασμός του γεωγραφικού της πλάτους και της υψηλής ηλιοφάνειας έχει ως αποτέλεσμα να προσπίπτουν ετησίως, κατά μέσον όρο, 1.570 kWh ηλιακής ενέργειας σε κάθε τετραγωνικό μέτρο οριζόντιας επιφάνειάς της. Στο μεγαλύτερο τμήμα της Ελλάδας, η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2.700 ώρες το χρόνο. Στη Δυτική Μακεδονία και την Ήπειρο εμφανίζει τις μικρότερες τιμές της, κυμαινόμενη από 2.200 ως 2.300 ώρες, ενώ στη Ρόδο και τη νότια Κρήτη ξεπερνά τις 3.100 ώρες ετησίως.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι δυνατή, σε όλη την ελληνική επικράτεια, η οικονομικά επωφελής εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας για θερμικές χρήσεις.

Αδιάψευστη απόδειξη του γεγονότος αυτού αποτελεί η ευρεία διάδοση των ηλιακών θερμικών συστημάτων, με πιο συχνή εφαρμογή τους γνώριμους σε όλους τους Έλληνες ηλιακούς θερμοσίφωνες.

6.1.1. ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας διακρίνεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες.

1. Στην πρώτη κατηγορία συγκαταλέγονται όλοι εκείνοι οι τρόποι που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε εσωτερική ενέργεια δομικών κατασκευών και ονομάζονται **παθητικά ηλιακά συστήματα**, ενώ
2. στη δεύτερη κατηγορία αυτοί που προκαλούν μετατροπή της σε άλλη μορφή ενέργειας ή χρησιμοποιούν θερμό ρευστό σε κίνηση. Αυτά τα συστήματα ονομάζονται **ενεργά ηλιακά συστήματα** και διακρίνονται σε
 - a. αυτά που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε εσωτερική ενέργεια θερμού ρευστού και ονομάζεται **θερμοσιφωνικά συστήματα**, και σε
 - b. αυτά που μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια, τα οποία και καλούνται **φωτοβολταϊκά συστήματα**.

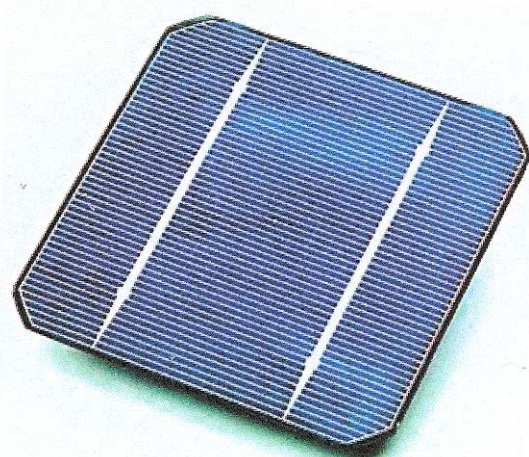
Στα θερμοσιφωνικά συστήματα περιλαμβάνονται οι ευρέως χρησιμοποιούμενοι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες και οι λιγότερο διαδεδομένοι παραβολικοί ηλιακοί συλλέκτες. Τα επίπεδα ηλιακά θερμοσιφωνικά συστήματα αποτελούν μια πολύ διαδεδομένη διάταξη για τη θέρμανση του νερού. Η συλλεκτική επιφάνεια κατασκευάζεται από μεταλλικό φύλλο, το οποίο είτε βάφεται μαύρο είτε εκ του τρόπου κατασκευής αποκτά μαύρη ματ όψη, και τοποθετείται σε κλειστή μεταλλική κατασκευή, η εμπρός επιφάνεια της οποίας κλείνεται με υαλοπίνακα για προστασία από τις καιρικές συνθήκες και τη δημιουργία αυξημένης θερμοκρασίας. Μία μορφή ενός τέτοιου θερμοσιφωνικού συστήματος παρουσιάζεται στο παρακάτω Σχήμα 1. Οι παραβολικοί συλλέκτες αποτελούνται από ημικυλινδρική ανακλαστική επιφάνια παραβολικής τομής.



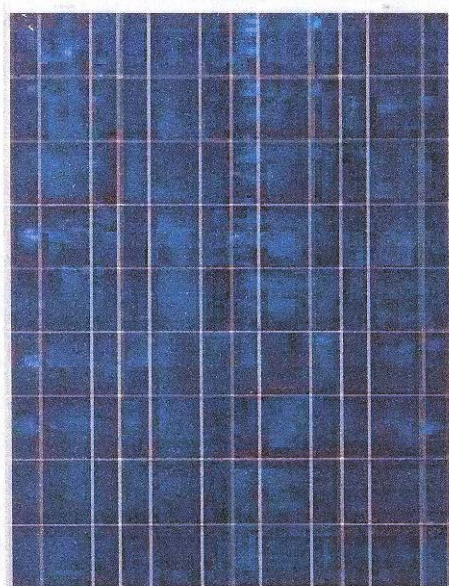
ΣΧΗΜΑ 1: ΗΛΙΑΚΟ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ

Το φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελεί το δομικό στοιχείο των φωτοβολταϊκών συστημάτων, και είναι σύστημα δύο υλικών σε επαφή, το οποίο όταν φωτίζεται εμφανίζει στα άκρα του συνεχή ηλεκτρική τάση. Βασίζεται στη δημιουργία δύο ημιαγώγιμων στρωμάτων σε επαφή, ενός τύπου η και ενός τύπου ρ. Εξωτερικά τοποθετούνται κατάλληλα ηλεκτροδία. Όταν το στοιχείο φωτίζεται, προκαλείται στο εσωτερικό του ηλεκτρικό ρεύμα ευθέως ανάλογο της πυκνότητας ισχύος του ηλιακού φωτός που προσπίπτει στην επιφάνειά του. Τα φωτοβολταϊκά κελιά συνήθως παρασκευάζονται από πυρίτιο με διάφορες μεθόδους προσφέροντας είτε το κρυσταλλικό πυρίτιο (c-Si), που διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό και πολυκρυσταλλικό, είτε το άμορφο πυρίτιο (a-Si).

Στο Σχήμα 2. παρουσιάζεται ενδεικτικά ένα φωτοβολταϊκό κελί μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Πολλά κελιά συνδέονται σε σειρά, ώστε να προκύψει συνολική τάση ανοικτού κυκλώματος 17-22 V. Η ολοκληρωμένη αυτή διάταξη καλείται φωτοβολταϊκό πλαίσιο και αποτελεί τη βασική μονάδα σύνθεσης μεγαλύτερων μονάδων. Η εμπρόσθια πλευρά του πλαισίου καλύπτεται από υαλοπίνακα, ενώ η πίσω πλευρά από υδρομονωτική ουσία υψηλής αντοχής στο χρόνο. Μια τέτοια μονάδα φωτοβολταϊκού πλαισίου πολυκρυσταλλικού πυριτίου εμφανίζεται στο Σχήμα 3.



ΣΧΗΜΑ 2:ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΚΕΛΙ ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ



ΣΧΗΜΑ 3:ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΚΕΛΙ ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρισμό με τη χρήση φωτοβολταϊκών κυψελών ή συστοιχιών τους. Η συγκεκριμένη τεχνολογία εμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1970 στα διαστημικά προγράμματα των ΗΠΑ. Η εξέλιξή της επέτρεψε τη μείωση του κόστους στην παραγωγή ηλεκτρισμού από \$300 σε \$4 ανά Watt. Λόγω της σχετικά χαμηλής απόδοσής τους και του συνεπαγόμενου υψηλού συνολικού κόστους, τα φωτοβολταϊκά συστήματα βρίσκουν κυρίως εφαρμογή ως μονάδες μικρής δυναμικότητας σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές όπου η σύνδεση με το δίκτυο είναι πολύ ακριβή.

Αν και όλη η γη δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία, η ποσότητά της στην επιφάνεια κάθε τόπου εξαρτάται κυρίως από τη γεωγραφική του θέση, την εποχή και τη νεφοκάλυψη. Η έρημος π.χ. δέχεται περίπου το διπλάσιο ποσό ηλιακής ενέργειας από άλλες περιοχές. Στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρα μας η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2700 ώρες το χρόνο. Στη Δυτική Μακεδονία και την Ήπειρο εμφανίζει τις μικρότερες τιμές, κυμαινόμενη από 2200 ως 2300 ώρες, ενώ στη Ρόδο και τη νότια Κρήτη ξεπερνά τις 3100

ώρες ετησίως. Συνεπώς η Ελλάδα αποτελεί μία από τις κατεξοχήν κατάλληλες περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) για εφαρμογές εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας.

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

(Πηγή: www.allaboutenergy.gr)

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρισμού γίνεται κύρια με τη χρήση των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων (Φ/Β), που η λειτουργία τους στηρίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, δηλαδή την άμεση μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα.

Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα κατασκευάζονται από ημιαγώγιμα υλικά, όπως το πυρίτιο που είναι το συνηθέστερο. Όταν το ηλιακό φως προσπίπτει στο φωτοβολταϊκό κύτταρο, μέρος της ακτινοβολίας διεγείρει ηλεκτρόνια τα οποία μπορούν να κινούνται σχετικά ελεύθερα μέσα στον ημιαγωγό. Η εφαρμογή ηλεκτρικού πεδίου υποχρεώνει τα ελεύθερα ηλεκτρόνια να κινηθούν προς συγκεκριμένη κατεύθυνση, παράγοντας ηλεκτρικό ρεύμα του οποίου η ισχύς καθορίζεται από τη ροή των ηλεκτρονίων και την εφαρμοζόμενη τάση στο φωτοβολταϊκό κύτταρο. Για να αυξηθεί η ροή των ελεύθερων ηλεκτρονίων προστίθενται στο καθαρό κρυσταλλικό πυρίτιο προσμίξεις, όπως ο φώσφορος και το βόριο.

Κάθε άτομο πυριτίου έχει 14 ηλεκτρόνια κατανομημένα σε τρεις διαφορετικές στοιβάδες. Οι δύο πρώτες είναι συμπληρωμένες με 2 και 8 άτομα αντίστοιχα. Η εξωτερική στοιβάδα περιλαμβάνει τα υπολειπόμενα 4 ηλεκτρόνια που συμμετέχουν σε δεσμούς με τα γειτονικά άτομα πυριτίου σχηματίζοντας την κρυσταλλική πυραμιδική δομή του καθαρού πυριτίου. Το καθαρό κρυσταλλικό πυρίτιο είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού καθώς δεν υπάρχουν ελεύθερα κινούμενα ηλεκτρόνια όπως στην περίπτωση του μεταλλικού πλέγματος. Όταν διοχετεύεται ενέργεια στο κρυσταλλικό πυρίτιο, κάποια ηλεκτρόνια διεγείρονται, σπάζουν τους δεσμούς τους και απομακρύνονται προς γειτονικά τους άτομα δημιουργώντας διαθέσιμες θετικά φορτισμένες "οπές" στη δομή του υλικού. Οι θέσεις αυτές καταλαμβάνονται από ηλεκτρόνια γειτονικών ατόμων και με τον τρόπο αυτό δημιουργείται ροή ηλεκτρονίων μέσα στο υλικό. Ο αριθμός όμως των ηλεκτρονίων που μπορούν να κινηθούν είναι σημαντικά περιορισμένος για να χρησιμεύσει στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Για το λόγο αυτό εισάγονται ετεροάτομα στην κρυσταλλική δομή, όπως π.χ. φωσφόρου. Η εξωτερική στοιβάδα του φωσφόρου έχει 5 ηλεκτρόνια εκ των οποίων τα 4 συμμετέχουν σε δεσμούς με τα γειτονικά άτομα πυριτίου, ενώ το πέμπτο συγκρατείται ηλεκτροστατικά από τα πρωτόνια του πυρήνα. Το συγκεκριμένο ηλεκτρόνιο απαιτεί σημαντικά χαμηλότερη ενέργεια ενεργοποίησης για να κινηθεί στο κρυσταλλικό πλέγμα. Σαν αποτέλεσμα τα περισσότερα από αυτά τα ηλεκτρόνια ελευθερώνονται και γίνονται φορείς ηλεκτρικού ρεύματος που είναι πολύ περισσότεροι από αυτούς του κρυσταλλικού πυριτίου. Η πρόσμιξη του κρυσταλλικού πυριτίου με άτομα φωσφόρου δημιουργεί ημιαγωγό τύπου N.

Όταν προστίθεται στο κρυσταλλικό πυρίτιο βόριο προκύπτουν ημιαγωγοί τύπου P. Το βόριο έχει στην εξωτερική του στοιβάδα 3 ηλεκτρόνια που συμμετέχουν σε δεσμούς με άτομα πυριτίου. Επειδή σε κάθε άτομο απαιτούνται 8 ηλεκτρόνια για τη συμπλήρωση της εξωτερικής τους στοιβάδας, στην εξωτερική στοιβάδα του βορίου υπάρχουν διαθέσιμες 2 ελεύθερες θέσεις ηλεκτρονίων, δημιουργώντας αντίστοιχες θετικά φορτισμένες "οπές" στη δομή του υλικού. Η κατάληψη των οπών από ηλεκτρόνια γειτονικών ατόμων δίνει την εικόνα διάδοσής τους στο υλικό ή μεταφοράς θετικών φορτίων στην κρυσταλλική δομή του ημιαγωγού.

Φέρνοντας σε επαφή τους ημιαγωγούς τύπου N και P σχηματίζεται ηλεκτρικό πεδίο. Τα ηλεκτρόνια του πυριτίου τύπου N κινούνται προς τις κενές θέσεις του πυριτίου τύπου P για να τις καλύψουν. Στην ένωση των δύο υλικών επιτυγχάνεται ισορροπία και δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο ανάμεσα στις δύο πλευρές. Το ηλεκτρικό πεδίο λειτουργεί σαν ηλεκτρόδιο, επιτρέποντας τα ηλεκτρόνια να περάσουν από το πυρίτιο P στο N αλλά όχι αντίστροφα. Όταν φωτόνια της ηλιακής ακτινοβολίας, κατάλληλου μήκους κύματος, προσπίπτουν σε ένα φωτοβολταϊκό κύτταρο διεγείρουν ηλεκτρόνια και τα ελευθερώνουν δημιουργώντας παράλληλα αντίστοιχες οπές. Κάθε φωτόνιο με αρκετή ενέργεια θα

ελευθερώσει ένα ηλεκτρόνιο και θα δημιουργήσει μια οπή. Αν αυτό συμβεί κοντά στο ηλεκτρικό πεδίο ή αν ένα ελεύθερο ηλεκτρόνιο και μια οπή βρεθούν κοντά στην ένωση P-N ημιαγωγών, το πεδίο θα εξαναγκάσει το ηλεκτρόνιο να πάει στον ημιαγωγό N και θα οδηγήσει την οπή στο πυρίτιο P. Αυτό προκαλεί μεγαλύτερη ανισορροπία στην ηλεκτρική ουδετερότητα και αν χρησιμοποιηθεί μία εξωτερική αγώγιμη οδός τα ηλεκτρόνια θα περάσουν μέσα από αυτή για να πάνε στην αρχική τους θέση από όπου το ηλεκτρικό πεδίο τα απομάκρυνε. Η ροή αυτή των ηλεκτρονίων δημιουργεί το ρεύμα, και το ηλεκτρικό πεδίο δημιουργεί την τάση του ρεύματος.

Το μέγιστο θεωρητικό ποσό ενέργειας που μπορεί να απορροφήσει ένα φωτοβολταϊκό κύτταρο είναι περίπου το 25% της ενέργειας που δέχεται, αλλά το πιο συνηθισμένο ποσοστό είναι λιγότερο από 15%. Καθώς η ηλιακή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία δεν είναι μονοχρωματική, αποτελείται από φάσμα διαφορετικών μηκών κυμάτων, άρα και από φωτόνια διαφορετικών επιπέδων ενέργειας. Τα φωτόνια χαμηλού ενεργειακού περιεχομένου δεν μπορούν να διεγείρουν ηλεκτρόνια του ημιαγωγού και απλώς διέρχονται μέσα από το φωτοβολταϊκό κύτταρο. Μόνο τα φωτόνια που μεταφέρουν μεγαλύτερη ή ίση ενέργεια από ένα συγκεκριμένο ποσό που εξαρτάται από το υλικό που είναι κατασκευασμένο το κύτταρο μπορούν να ελευθερώσουν ηλεκτρόνια. Η τεχνολογία των ημιαγώγιμων υλικών επέτρεψε την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας στην παραγωγή ηλεκτρισμού, καθώς ενδεχόμενη χρήση αγώγιμων υλικών, όπως τα μέταλλα, θα οδηγούσε μεν σε μεγαλύτερη ροή ηλεκτρονίων αλλά θα παρουσίαζε πολύ χαμηλή τάση πεδίου.

Η μέγιστη πραγματική απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων, ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους, κυμαίνεται από 7% (ηλιακά στοιχεία άμορφου πυριτίου) έως 12-15% (ηλιακά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου). Καθώς η παραγόμενη με τον τρόπο αυτό ενέργεια μπορεί να αποθηκευτεί σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές, δίνεται η δυνατότητα αξιοποίησης μιας καθαρής, ανανεώσιμης ενέργειας στην κάλυψη αναγκών λειτουργίας επιστημονικών συσκευών (όπως οι δορυφόροι), για την κίνηση ελαφρών αυτοκινήτων (ηλιακά αυτοκίνητα), για τη λειτουργία απομονωμένων εγκαταστάσεων (π.χ. φάρων), και για την κάλυψη έστω και μέρους των ενεργειακών αναγκών κατοικιών, όπως φωτισμός, τηλεπικοινωνίες, ψύξη και ηχητική κάλυψη.

6.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ

(πηγή :ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ www.helapco.gr,www.alten.gr)

- ❖ **1839:** Παρατήρηση του φωτοβολταϊκού φαινομένου σε μεταλλικά ηλεκτρόδια Pt, Ag μέσα σε ηλεκτρολύτη.
- ❖ **1937:** Κατασκευή φωτοβολταϊκού στοιχείου από PbS (Fischer & Godden).
- ❖ **1939:** Κατασκευή φωτοβολταϊκού στοιχείου από Se με απόδοση 1%.
- ❖ **1941:** Κατασκευή του πρώτου φωτοβολταϊκού στοιχείου από Si (Ohl).
- ❖ **1954:** Κατασκευή φωτοβολταϊκού στοιχείου από Si με σχηματισμό ένωσης p-n και με απόδοση 6%..
- ❖ **1956:** Η πρώτη εμπορική παραγωγή ηλιακών στοιχείων από την εταιρεία Hoffmann.
- ❖ **1958:** Εκτόξευση του αμερικάνικου δορυφόρου Vanguard I ο οποίος έχει ως βοηθητική πηγή ενέργειας 6 στοιχεία Si.
- ❖ **1958:** Εκτόξευση σοβιετικού δορυφόρου με μοναδική πηγή ενέργειας τα ηλιακά στοιχεία.
- ❖ **1959:** Κατασκευή φωτοβολταϊκού στοιχείου από CdS με απόδοση 5%.
- ❖ **1972:** Κατασκευή ιώδους ηλιακού στοιχείου Si με απόδοση 14% (Lindmayer & Allison).
- ❖ **1976:** Κατασκευή φωτοβολταϊκού στοιχείου από άμορφο πυρίτιο (a-Si) με απόδοση 0,01% (Carlson & Wronski).
- ❖ **1977:** Κατασκευή ηλιακού στοιχείου από GaAs με απόδοση 16% (Kameth).
- ❖ **1981:** Πτήση πάνω από την Μάγχη του αεροπλάνου Solar Challenger εξοπλισμένου με 16.128 φωτοβολταϊκά στοιχεία Si συνολικής ισχύος 2,7kW.
- ❖ **1983:** Έναρξη λειτουργίας του φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος 1MW στην Βικτροβίλ.

6.3. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

(Πηγή:ΚΑΠΕ «ΟΔΗΓΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟ ΑΠΕ», ΦΡΑΓΓΙΑΔΑΚΗΣ «ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ», Θ.ΖΑΧΑΡΙΑΣ «ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»)

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική.

6.3.1. Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑ

Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται :

- ❖ από το Φ/Β πλαίσιο ,
- ❖ την ηλιακή γεννήτρια ρεύματος ,
- ❖ και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη **Φ/Β συστοιχία. Ια αυτόνομα συστήματα υπάρχει επίσης το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας σε μπαταρίες.**

6.3.2. Φ/Β ΣΥΣΤΟΙΧΙΑ

Μία τυπική Φ/Β συστοιχία αποτελείται :

Από ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους.

Όταν τα Φ/Β πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ποσοστό 14% περίπου της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται αθόρυβα, αξιόπιστα και χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

6.3.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β) έχουν τη δυνατότητα της απευθείας μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Σήμερα τα Φ/Β εφαρμόζονται σε μια πληθώρα περιπτώσεων με ποικίλες ενεργειακές απαιτήσεις.

Η ηλιακή ακτινοβολία αποτελείται από δύο συνιστώσες, την άμεση, που προέρχεται από τον ηλιακό δίσκο, και τη διάχυτη, που προέρχεται από τον ουράνιο θόλο.

Η βασική δομική μονάδα κάθε Φ/Β συστήματος είναι το φωτοβολταϊκό στοιχείο. Το υλικό το οποίο συνήθως χρησιμοποιείται για την κατασκευή των Φ/Β στοιχείων είναι το πυρίτιο. Ομάδες Φ/Β στοιχείων, ηλεκτρικά συνδεδεμένων σε σειρά και παράλληλα, διαμορφώνουν το Φ/Β πλαίσιο. Σε ένα Φ/Β πλαίσιο τα στοιχεία είναι τοποθετημένα ανάμεσα σε ανθεκτική διαφανή πλαστική ύλη και στην εμπρός πλευρά τοποθετείται γυαλί ειδικών προδιαγραφών. Το πάχος της κατασκευής δεν ξεπερνά τα 5 χιλιοστά, ενώ οι διαστάσεις διαφέρουν ανάλογα με την ονομαστική ισχύ και τον κατασκευαστή.

Το σημαντικότερο από τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του Φ/Β πλαισίου είναι η ισχύς αιχμής (με μονάδα το βατ αιχμής : $W_{p-peak\ watt}$), η οποία εκφράζει την παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ, όταν το Φ/Β εκτεθεί σε ηλιακή ακτινοβολία 1 kW/m^2 και σε θερμοκρασία λειτουργίας 25°C .

Ένα Φ/Β σύστημα ονομαστικής ισχύος 3 kWp έχει τη δυνατότητα παραγωγής περίπου 4.200 kWh/έτος , λαμβανομένων υπόψη και των απωλειών. Αυτή η ενέργεια είναι ικανή να καλύψει τις βασικές ηλεκτρικές ανάγκες μιας τετραμελούς οικογένειας σε ετήσια βάση.

Με δεδομένο ότι τα Φ/Β πλαίσια που κυκλοφορούν στην αγορά μετατρέπουν το 14% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, ένα πλαίσιο επιφανείας 1 m^2 παράγει 140 Wp .

Για την κάλυψη φορτίων μεγαλύτερης ισχύος υπάρχει τεχνική δυνατότητα δημιουργίας Φ/Β συστοιχιών, οι οποίες προκύπτουν από τη σύνδεση αριθμού Φ/Β πλαισίων σε σειρά και παράλληλα. (ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 1)



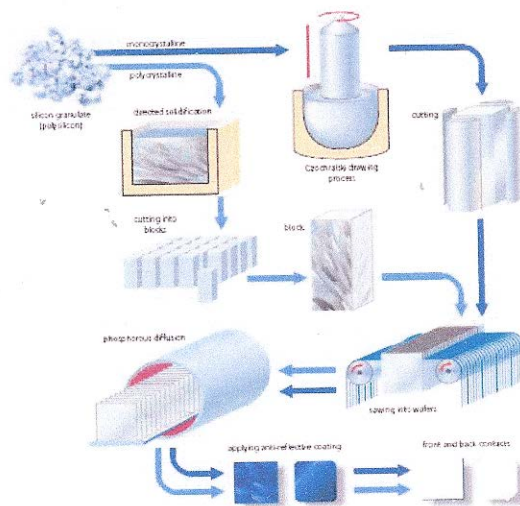
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 1

6.3.4. ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

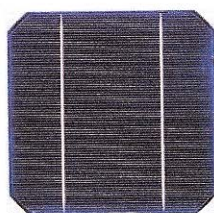
Το υλικό που χρησιμοποιείται ευρύτατα για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι το πυρίτιο, το οποίο διακρίνεται στις εξής κατηγορίες :

❖ **Φωτοβολταϊκά στοιχεία μονοκρυσταλλικού Πυριτίου(Single-Crystal Silicon):**

Το βασικό υλικό είναι μονοκρυσταλλικού και το πάχος του υλικού είναι σχετικά μεγάλο (Wafer ~ 300 μm). Η διαδικασία κατασκευής φωτοβολταϊκών κυττάρων μονοκρυσταλλικού πυριτίου απεικονίζεται στο σχήμα 1. Τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία έχουν το πλεονέκτημα της καλύτερης σχέσης απόδοσης /επιφάνειας, η απόδοση τους κυμαίνεται από 21% με 24%, ενώ χαρακτηρίζονται από υψηλό κόστος κατασκευής και έχουν σκούρο χρώμα (σχήμα 2)



ΣΧΗΜΑ 1: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ



ΣΧΗΜΑ 2: ΤΥΠΙΚΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

❖ Φωτοβολταϊκά στοιχεία πολυκρυσταλλικού Πυριτίου (multicrystalline Silicon mc-Si):

Στην επιφάνεια τους διακρίνονται οι διάφορες ενώσεις των κρυσταλλικών κόκκων από τους οποίους αποτελούνται (μονοκρυσταλλικές περιοχές). Γενικά, όσο μεγαλύτερες είναι οι διαστάσεις των μονοκρυσταλλικών περιοχών του πολυκρυσταλλικού φωτοβολταϊκού στοιχείου, τόσο υψηλότερη η απόδοσή του, η οποία κυμαίνεται από 17% έως 20% σε εργαστηριακή μορφή κυψελίδας. Χαρακτηρίζονται από σχετικά υψηλή χρονική σταθερότητα και το κόστος παρασκευής τους είναι χαμηλότερο σε σχέση με το αντίστοιχο του μονοκρυσταλλικού πυριτίου.



ΣΧΗΜΑ 3: ΤΥΠΙΚΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

❖ Φωτοβολταϊκά στοιχεία ταινίας (Ribbon Silicon)

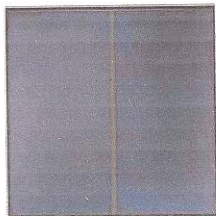
Πρόκειται για τη δημιουργία λεπτής ταινίας από τηγμένο υλικό πολυκρυσταλλικού πυριτίου απόδοσης περίπου 13 % (σχήμα 4). Είναι μέθοδος υψηλού κόστους και προς το παρόν περιορίζεται μόνο σε βιομηχανική παραγωγή.



ΣΧΗΜΑ 4: ΤΥΠΙΚΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΤΑΙΝΙΑΣ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

❖ Φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου Πυριτίου (Amorphous-Thin Film Silicon)

Τεχνολογία λεπτών επιστρώσεων ή υμενίων (films), θεωρητικά πολύ χαμηλού κόστους εξαιτίας της μικρής χρησιμοποιούμενης μάζας υλικού και η απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων αυτών μειώνεται έντονα, στα αρχικά στάδια φωτισμού τους, στα επίπεδα του 6% έως 8% (σχήμα 5). Σήμερα η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται για την παρασκευή σύνθετων φωτοβολταϊκών στοιχείων, με διαδοχικές ενώσεις δυο ή τριών στρωμάτων με διαφορετικό ενεργειακό χάσμα, με σκοπό την αύξηση του αξιοποιήσιμου τμήματος του ηλιακού φάσματος.



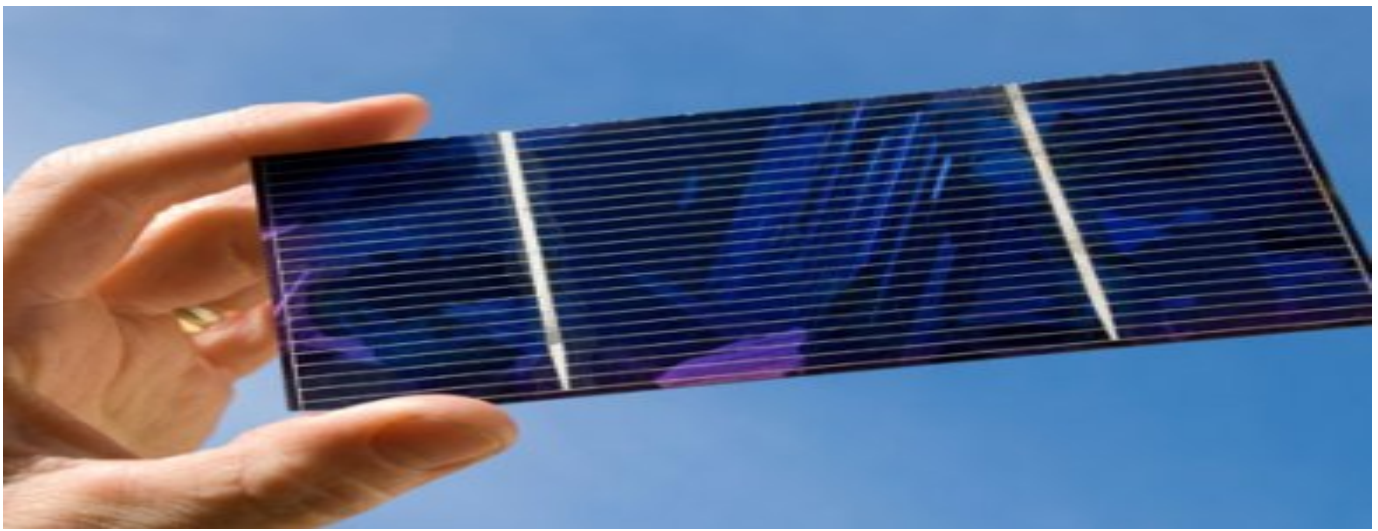
ΣΧΗΜΑ 5: ΤΥΠΙΚΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΑΜΟΡΦΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

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

Επανάσταση αναμένεται να φέρουν στην αγορά ανανεώσιμων πηγών ενέργειας τα εύκαμπτα πλαστικά φωτοβολταϊκά, καθώς, μεταξύ άλλων, είναι φτηνότερα και ελαφρύτερα.

Πέραν αυτού, η εγκατάστασή τους είναι αρκετά ευκολότερη συγκριτικά με τις κυψέλες κρυσταλλικής σιλικόνης που έχουν κατακλύσει την αγορά.

Εκτιμάται ότι τα νέα φωτοβολταϊκά θα κάνουν θραύση χάρη στα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την ευκαμψία του πλαστικού και το χαμηλό κόστος τους. «Τα φωτοβολταϊκά πάνελ που ξετυλίγονται σαν ένα μεγάλο φύλλο ταπετσαρίας είναι μια καλή λύση για το πρόβλημα ηλεκτροδότησης στις αναπτυσσόμενες χώρες», όπως δηλώνει ο καθηγητής Ντέιβιντ Λίντζι από το πανεπιστήμιο του Σέφιλντ.



Φωτοβολταϊκά που εκτυπώνονται, ακόμη και πάνω σε μπλουζάκια, τσάντες, ή ομπρέλες θαλάσσης, ανέπτυξαν ερευνητές του ΑΠΘ στο Εργαστήριο Νανοτεχνολογίας του Τμήματος Φυσικής. Η ιδέα συγκαταλέγεται στις 21 προτάσεις που ξεχώρισαν στο πλαίσιο του διαγωνισμού εφαρμοσμένης έρευνας και καινοτομίας του Συνδέσμου Ελληνικών Βιομηχανιών (ΣΕΒ) και της Eurobank EFG.

Τα εύκαμπτα οργανικά φωτοβολταϊκά (ΕΦ) έχουν ήδη επαρκή απόδοση ώστε να φορτίζουν κινητά και, συντόμως, άλλες συσκευές όπως φορητούς υπολογιστές.

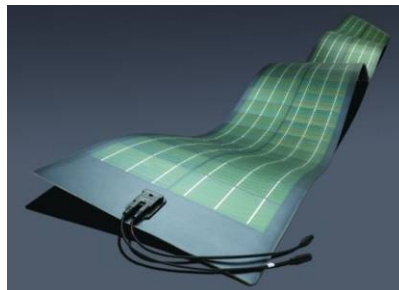
Μιλώντας στο ΑΠΕ-ΜΠΕ, ο Στέργιος Λογοθετίδης, εκπρόσωπος της ερευνητικής ομάδας που ανέπτυξε τα ΕΦ, εξήγησε ότι η νέα αυτή γενιά φωτοβολταϊκών κατασκευάζεται από πολυμερικά υλικά, τα οποία εκτυπώνονται πάνω σε εύκαμπτα ρολά εκατοντάδων μέτρων, με τεχνικές παρόμοιες της εκτύπωσης εντύπων.

Δεδομένου ότι η επιφάνεια όπου τοποθετούνται δεν χρειάζεται να είναι επίπεδη, τα νέα φωτοβολταϊκά θα μπορούν μελλοντικά να τοποθετούνται πάνω σε ρούχα, κεραμίδια, τέντες, ομπρέλες θαλάσσης, ακόμη και σε θερμοκήπια!

Σημειώνεται ότι τώρα οι ερευνητές του ΑΠΘ επικεντρώνονται στην αύξηση της απόδοσης των ΕΦ, έτσι ώστε να είναι αντίστοιχη με εκείνη των συμβατικών.

Αρκετές καινοτόμες επιχειρήσεις κατασκευής φωτοβολταϊκών έχουν προχωρήσει πλέον στην ανάπτυξη εύκαμπτων κυψελών, οι οποίες ουσιαστικά επικολλώνται στις οροφές των κτιρίων και παράγουν ηλεκτρισμό. Ένα από αυτά τα προϊόντα είναι και το PowerFlex BIPV της Global Solar, το οποίο, σύμφωνα με την εταιρεία, στοιχίζει σχεδόν το ίδιο με τα παραδοσιακά συστήματα.

Ένα πλεονέκτημα των νέων φωτοβολταϊκών αυτού του είδους είναι ότι δεν χαρμίζεται χώρος ανάμεσα στις κυψέλες. Έτσι καλύπτουν μεγαλύτερο εμβαδόν και παράγουν περισσότερη ενέργεια. Αποτελούνται από έναν συνδυασμό χαλκού, ινδίου, σεληνίου και γαλλίου.



Ελβετοί ερευνητές ισχυρίζονται πως κατασκεύασαν ένα εύκαμπτο φωτοβολταϊκό απόδοσης 18,7%! Τα πρωτοποριακά εύκαμπτα φωτοβολταϊκά CIGS, κατασκευασμένα από χαλκό, ίνδιο, γάλλιο και διοξείδιο του σεληνίου, υπόσχονται να μειώσουν το κόστος της ηλιακής ενέργειας, καθώς αφενός είναι φθηνότερα και αφετέρου πλησιάζουν πλέον σε αποδοτικότητα τα φωτοβολταϊκά πολυκρυσταλλικής σιλικόνης και τα άκαμπτα CIGS. Την

έρευνα διενήργησε ομάδα επιστημόνων των Ομοσπονδιακών Εργαστηρίων Επιστήμης Υλικών και Τεχνολογίας της Ελβετίας (Empa).



Οι τρεις πλέον σύγχρονες καινοτομίες στον τομέα των φωτοβολταϊκών για την κατασκευή φθηνότερων, αποδοτικότερων και ευκολότερων στην εγκατάσταση συστημάτων είναι οι παρακάτω:

- ❖ Ηλιακές κυψέλες υπό μορφή λεπτής μεμβράνης: οι εν λόγω ηλιακές κυψέλες είναι λεπτές και εύκαμπτες, ενώ η κατασκευή τους προσομοιάζει με την εκτύπωση σε χαρτί. Το κόστος τους είναι το μισό από εκείνο των κλασσικών κρυσταλλικών κυψελών.
- ❖ Μικρομετατροπείς: το κόστος της νέας τεχνολογίας μετατροπέν ρεύματος από συνεχές σε εναλλασσόμενο ανέρχεται στο ένα δέκατο των παραδοσιακών. Με αυτό τον τρόπο «άνοιξε» η αγορά των φωτοβολταϊκών σε καταναλωτές που επιθυμούσαν ένα μικρό σύστημα, αλλά δεν μπορούσαν να το «αντέξουν» οικονομικά.
- ❖ Νέα συστήματα rack για την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών στις στέγες κατά πολύ οικονομικότερα των «προκατόχων» τους.

6.4. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ & ΤΥΠΟΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Σαν κυριότερες κατηγορίες εφαρμογών Φ/Β συστημάτων μπορούν να θεωρηθούν οι εξής:

6.4.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΑ Φ/Β ΠΡΟΪΟΝΤΑ (1mW100 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.

6.4.2. ΑΥΤΟΝΟΜΑ Η ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (100 Wp 200kWp)

Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για κατοικίες και μικρούς οικισμούς που δεν είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο. Ακόμη χρησιμοποιούνται για:

Ηλεκτροδότηση Ιερών Μονών.

Αφαλάτωση / άντληση / καθαρισμό νερού.

Συστήματα εξωτερικού φωτισμού δρόμων, πάρκων, αεροδρομίων κλπ.

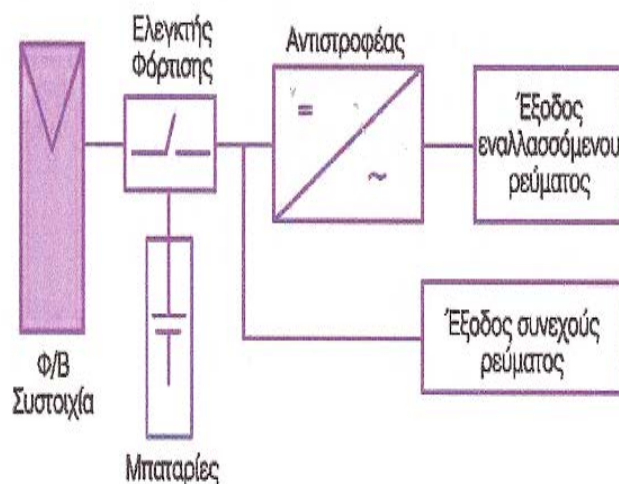
Συστήματα τηλεπικοινωνιών, τηλεμετρήσεων και συναγερμού.

Συστήματα σηματοδότησης οδικής κυκλοφορίας, ναυτιλίας, αεροναυτιλίας κλπ.

Αγροτικές εφαρμογές όπως άντληση νερού, ιχθυοκαλλιέργειες, ψύξη αγροτικών προϊόντων, φαρμάκων κλπ.

ΑΥΤΟΝΟΜΟ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑ (ΣΧΗΜΑ 1)

Στο σύστημα αυτό το ηλεκτρικό φορτίο καλύπτεται αποκλειστικά από το Φ/Β σύστημα και απαιτείται αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας σε μπαταρίες. Το σύστημα αυτό έχει την δυνατότητα παροχής συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος με τη χρήση μετατροπέα ισχύος.



ΣΧΗΜΑ1

Ένα τυπικό αυτόνομο Φ/Β σύστημα αποτελείται κυρίως από τη Φ/Β συστοιχία, το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας (μπαταρίες) και το σύστημα μετατροπής ισχύος. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα Φ/Β αποθηκεύεται στις μπαταρίες. Οι

αντιπροσωπευτικότεροι συσσωρευτές που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι τύπου οξέος-μολύβδου ανοικτού ή κλειστού τύπου, ειδικά σχεδιασμένοι για ηλιακές εγκαταστάσεις. Για την μετατροπή της ισχύος στα Φ/Β συστήματα χρησιμοποιούνται αντιστροφείς συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο (ΣΡ/ΕΡ), μετατροπείς συνεχούς ρεύματος (ΣΡ/ΣΡ) και ελεγκτές φόρτισης.

Η εμπειρία από τη λειτουργία Φ/Β συστημάτων έχει δείξει ότι η ελαχιστοποίηση των ηλεκτρικών απωλειών σε μερικό φορτίο λειτουργίας, η βελτιστοποίηση της ονομαστικής ισχύος του αντιστροφέα και η σωστή διαχείριση της διαδικασίας φόρτισης και εκφόρτισης των συσσωρευτών μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τη συνολική απόδοση και τη διάρκεια ζωής ενός συστήματος.

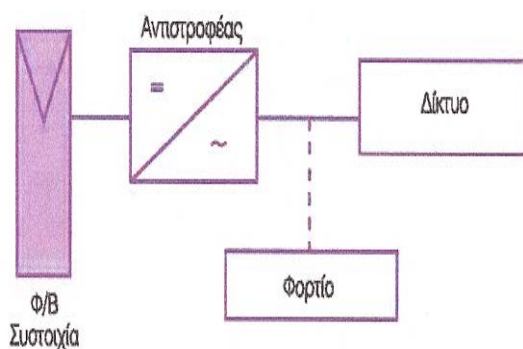
6.4.3. ΜΕΓΑΛΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η κατηγορία αυτή αφορά Φ/Β σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μεγέθους 50kWp έως μερικά MWp, στους οποίους η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται απευθείας στο δίκτυο.

ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ (ΣΧΗΜΑ 2)

Στο σχήμα φαίνεται η τυπική συνδεσμολογία ενός διασυνδεδεμένου με το δίκτυο Φ/Β. Αποτελείται από τη Φ/Β συστοιχία η οποία μέσω ενός αντιστροφέα είναι διασυνδεδεμένη με το ηλεκτρικό δίκτυο.

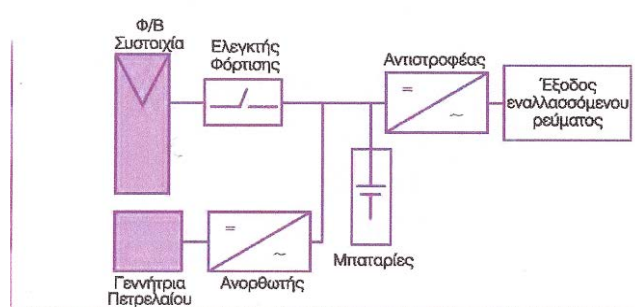
Συνήθως σε εφαρμογές μικρής εγκατεστημένης ισχύος όπου τα Φ/Β πρέπει να καλύψουν ένα συγκεκριμένο τοπικό φορτίο, το δίκτυο χρησιμοποιείται σαν μέσο αποθήκευσης, δηλαδή καλύπτει τις ηλεκτρικές ανάγκες όταν η ενέργεια που παράγεται από τα Φ/Β δεν επαρκεί ενώ, σε περίπτωση περίσσειας της παραγόμενης ενέργειας αυτή διοχετεύεται στο δίκτυο. Σε κεντρικά συστήματα μεγάλης εγκατεστημένης ισχύος η παραγόμενη από τα Φ/Β ενέργεια παρέχεται απευθείας στο ηλεκτρικό δίκτυο.



ΣΧΗΜΑ 2

ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (ΣΧΗΜΑ 3)

Τυπική συνδεσμολογία αυτόνομου υβριδικού συστήματος. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από τη φωτοβολταϊκή συστοιχία σε συνδυασμό με άλλες πηγές ενέργειας όπως γεννήτρια πετρελαίου, ανεμογεννήτρια κ.λ.π.



ΣΧΗΜΑ 3

Συνήθως, σε εφαρμογές μικρής εγκαταστημένης ισχύος, όπου τα Φ/Β πρέπει να καλύψουν ένα συγκεκριμένο τοπικό φορτίο, το δίκτυο χρησιμοποιείται σαν μέσο αποθήκευσης, δηλ. καλύπτει τις ηλεκτρικές ανάγκες όταν η ενέργεια που παράγεται από τα Φ/Β δεν επαρκεί, ενώ, σε περίπτωση περισσεύσεως της παραγόμενης ενέργειας, αυτή διοχετεύεται στο δίκτυο. Σε κεντρικά συστήματα μεγάλης εγκαταστημένης ισχύος, η παραγόμενη από τα Φ/Β ενέργεια παρέχεται απευθείας στο ηλεκτρικό δίκτυο

6.4.4. ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΙΚΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

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.

6.4.5. ΟΦΕΛΗ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ Φ/Β ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ

- ❖ Συγχρονισμός ψυκτικών φορτίων κτιρίων κατά τη θερινή περίοδο με τη μέγιστη παραγόμενη ισχύ από τα Φ/Β.
- ❖ Αποφυγή χρήσης γης για την εγκατάσταση.
- ❖ Αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και επιτόπου κατανάλωση της παραγόμενης ενέργειας.
- ❖ Επίσης, οι Φ/Β συστοιχίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως δομικά στοιχεία των κτιρίων, εφόσον γίνει σωστός σχεδιασμός. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνεται η οικονομική απόδοση του συστήματος, λόγω αποφυγής κόστους συμβατικών οικοδομικών υλικών.

6.4.6. ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο φωτοβολταϊκό στοιχείο.

Τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία που σχεδιάστηκαν τον 19ο αιώνα δεν είχαν παρά 1-2% απόδοση, ενώ το 1954 τα εργαστήρια Bell Laboratories δημιούργησαν τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου με απόδοση 6%.

Στην πορεία του χρόνου, όλο και αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης.

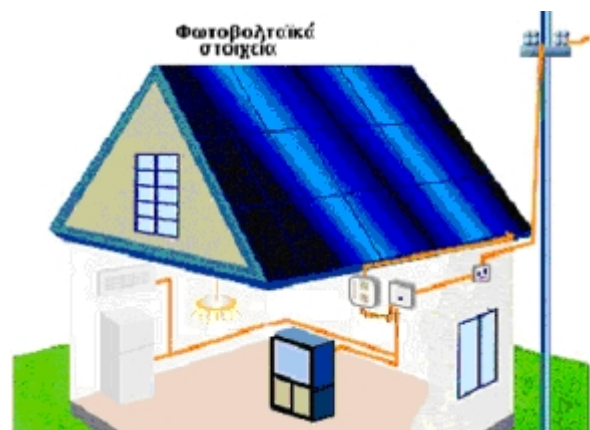
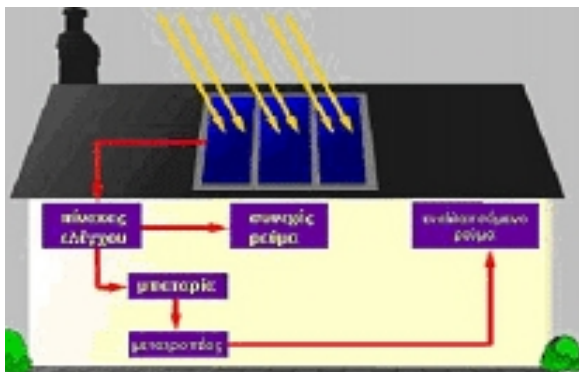
Η αύξηση της απόδοσης έστω και κατά μια ποσοστιαία μονάδα θεωρείται επίτευγμα στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών.

Στη σημερινή εποχή ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου βρίσκεται στο 13 – 15%, ο οποίος συγκρινόμενος με την απόδοση άλλου συστήματος (συμβατικού, αιολικού, υδροηλεκτρικού κλπ.) παραμένει ακόμα αρκετά χαμηλός. Αυτό σημαίνει ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια προκειμένου να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ. Ωστόσο, η απόδοση ενός δεδομένου συστήματος μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών σε ηλιοστάτη.

6.4.7. ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Οι βασικές προϋποθέσεις που πρέπει να καλύπτουν τα κτίρια για την εφαρμογή φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι:

- (α) να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος,
- (β) νότιος προσανατολισμός,
- (γ) σωστή κλίση (γεωγραφικό πλάτος του τόπου $\pm 10^\circ$) και
- (δ) κατάλληλος χώρος για εγκατεστημένα ηλεκτρονικά συστήματα και μπαταρίες.



ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ

Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία κάθε συστήματος που εκμεταλλεύεται τη ηλιακή ενέργεια είναι ο προσανατολισμός του ηλιακού συλλέκτη σε σχέση με την κατεύθυνση της ηλιακής ακτινοβολίας. Στην παράγραφο αυτή θα αναφερθούμε, κατ'αρχήν, σε μια απλή μέθοδο προσδιορισμού του προσανατολισμού του συλλέκτη και στη συνέχεια θα εξετάσουμε σε συντομία τους διάφορους τρόπους τοποθέτησης των συλλεκτών, με βασική απαίτηση τη μεγιστοποίηση της ημερησίας συλλεγόμενης ηλιακής ενέργειας]

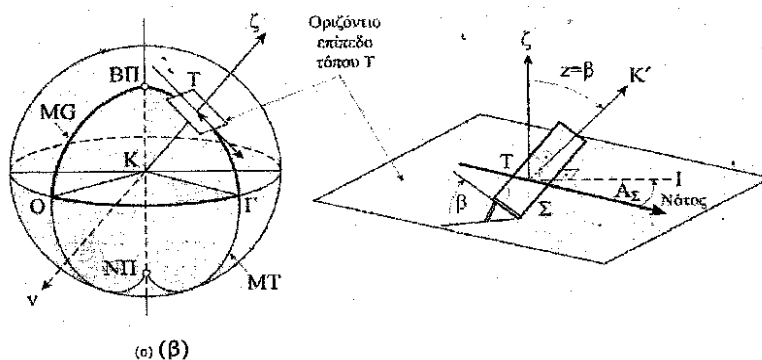
a. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΕΝΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗ

Κάθε τόπος πάνω στην επιφάνεια της γης, προσδιορίζεται από τις σφαιρικές συντεταγμένες του:

α) Το γεωγραφικό μήκος, (L), που καθορίζεται από το τόξο ΟΓ, πάνω στον Ισημερινό ή σε άλλο παράλληλο, με αναφορά το μεσημβρινό του Greenwich (MG), από 0-180° Ανατολικά και από 0-180° Δυτικά.

β) Το γεωγραφικό πλάτος, (φ) που καθορίζεται από το τόξο ΓΤ, πάνω στο μεσημβρινό του τόπου ΜΤ, με αναφορά τον Ισημερινό, από 0-90° Βόρεια και 0-90° Νότια.

Ας θεωρήσουμε έναν επίπεδο συλλέκτη, Σ , τοποθετημένο έτσι ώστε το επίπεδο του να σχηματίζει γωνία β , ως προς τον ορίζοντα. Η γωνία κλίσης του συλλέκτη, β , ισούται με τη ζενίθια γωνία, ζ , της καθέτου στο επίπεδο του συλλέκτη (ΤΚ'), η οποία μπορεί να πάρει τιμές από 0° (Ζενίθ) έως 180° (Ναδίρ)



ΣΧΗΜΑ Α: (α) Παράδειγμα τόπου T , πάνω στην επιφάνεια της γης, οποίος προσδιορίζεται από το γεωγραφικό μήκος του, ίσο με το τόξο $ΟΓ$, και από το πλάτος του, που καθορίζεται από το τόξο $ΓΤ$, πάνω στο μεσημβρινό του τόπου $ΜΤ$. (β) $Ας$ και β , αζιμουθιο και γωνία κλίσης του συλλέκτη Σ .

Η γωνία $Ας$, μεταξύ της κατακόρυφης προβολής $ΤΙ$, της καθέτου στο συλλέκτη, $ΤΚ'$ πάνω στο οριζόντιο επίπεδο, με τη διεύθυνση του νότου, ονομάζεται αζιμουθιο ή αζιμουθιακή γωνία του συλλέκτη και παίρνει τιμές από $+180^\circ$ μέχρι -180° .

Χαρακτηριστικές θέσεις $+180^\circ$ (Βορράς), $+90^\circ$ (Ανατολή), 0° (Νότος), -90° (Δύση) και -180° (Βορράς). Όταν ο συλλέκτης στραφεί ώστε οι ακτίνες του ήλιου (απευθείας ακτινοβολία), να προσπίπτουν κάθετα στη επιφάνεια του, τότε το ύψος του ήλιου EL και η γωνία κλίσης β , του συλλέκτη δίδουν άθροισμα $90^\circ + \beta = 90^\circ$

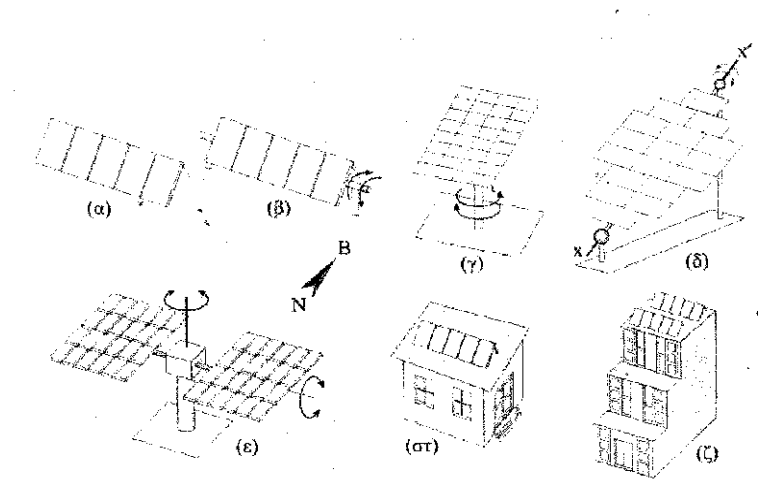
Η στροφή του συλλέκτη, ώστε αυτός να παρακολουθεί ανά πάσα στιγμή τον ήλιο, γίνεται με μηχανισμούς, οι οποίοι οδηγούνται από κατάλληλες ηλεκτρονικές διατάξεις, με βάση τις εξισώσεις κίνησης του ήλιου στην ουράνια σφαίρα. Η γωνία θ , που σχηματίζουν, μια δεδομένη χρονική στιγμή, οι ηλιακές ακτίνες (απευθείας ακτινοβολία), με την κάθετη σ'έναν επίπεδο συλλέκτη, γωνία κλίσης β και αζιμουθιακής γωνίας $Ας$, δίδεται από τη σχέση $\cos(\theta) = \cos(EL) \cdot \sin(\beta) \cdot \cos(A - Ας) + \sin(EL) \cdot \cos(\beta)$ όπου A , η αζιμουθια γωνία και EL το ύψος του ήλιου την ίδια χρονική στιγμή.

b. ΤΡΟΠΟΙ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΥΣ

Διακρίνουμε τρεις διαφορετικούς τρόπους στήριξης συλλεκτών. Σταθερής στήριξης, εποχιακά ρυθμιζόμενης στήριξης και συνεχούς παρακολούθησης της θέσης του ήλιου, με διάταξη που ονομάζεται ηλιοτρόπιο (Solar Tracker). Το **Σχήμα Β** δείχνει μερικούς χαρακτηριστικούς τρόπους στήριξης ΦΒ συστοιχιών.

❖ Στήριξη του συλλέκτη με σταθερή γωνία κλίσης. Γωνία κλίσης για βέλτιστη ενεργειακή απολαβή.

Η απουσία κινητών μερών κατά την στήριξη της συστοιχίας με σταθερή κλίση, προσδίδει στη διάταξη επαρκή μηχανική ανοχή, ιδιαίτερα μάλιστα αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε περιοχές όπου επικρατούν ισχυροί άνεμοι. Στατικές συλλεκτικές επιφάνειες χρησιμοποιούνται επίσης ενσωματωμένες σε κτίρια (**Σχήμα Β**, περιπτώσεις (α), (στ), (ζ)).



ΣΧΗΜΑ Β: (α) Τοποθέτηση ΦΒ συστοιχίας με σταθερή γωνία κλίσης, (β) Συστοιχία με δυνατότητα στροφής γύρω από οριζόντιο άξονα (αλλαγή ζενίθιας γωνίας της συστοιχίας), (γ) Συστοιχία σε ηλιοτρόπιο αζιμουθιακής στροφής με σταθερή γωνία κλίσης, (δ) Συστοιχία με δυνατότητα στροφής ως προς άξονα (XX'), ο οποίος διατηρείται κεκλιμένος συνήθως υπό γωνία ίση (ή μερικές φορές , λίγο μικρότερη) του γεωγραφικού πλάτους του τόπου, δηλαδή ως προς άξονα παράλληλο προς τον πολικό της γης, (ε) Τυπική διάταξη ηλιοτροπίου (Tracker) δύο αξόνων, (στ) ΦΒ Συστοιχία στη στέγη κατοικίας, (ζ) ΦΒ πλαίσια τοποθετημένα σε διάφορες θέσεις σε μεγάλη οικοδομή τοποθέτηση υπό κλίση στη στέγη και σε προβόλους και κατακόρυφα (façade) σε όψεις νότιου προσανατολισμού.

- ❖ Στήριξη με δυνατότητα εποχικής ρύθμισης της κλίσης του συλλέκτη
- ❖ Στήριξη με δυνατότητα στροφής του συλλέκτη γύρω από έναν ή δύο άξονες

6.5. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

(πηγή :ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ www.helapco.gr,www.alten.gr)

6.5.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

- ❖ **Διάσπαρτη Παραγωγή Ενέργειας:** Τα Φ/Β συστήματα μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη λεγόμενη «Διάσπαρτη Παραγωγή Ενέργειας» (Distributed Power Generation), η οποία αποτελεί το νέο μοντέλο ανάπτυξης σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαφοροποίηση στην παραγωγή ενέργειας, που προσφέρεται από τα φωτοβολταϊκά συστήματα, σε συνδυασμό με την κατά μεγάλο ποσοστό απεξάρτηση από το πετρέλαιο και την αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης του περιβάλλοντος, μπορούν να δημιουργήσουν συνθήκες οικονομικής ανάπτυξης σε ένα νέο ενεργειακό τοπίο που αυτή τη στιγμή διαμορφώνεται στις αναπτυσσόμενες χώρες.
- ❖ **Αξιοπιστία Μεγάλη διάρκεια ζωής:** Η αρχική τους κατασκευή ήταν για χρήση στο διάστημα όπου οι επισκευές είναι δαπανηρές έως ακατόρθωτες. Οι Φωτοβολταϊκοί συλλέκτες σήμερα τροφοδοτούν με ρεύμα σχεδόν όλους τους δορυφόρους
- ❖ **Μηδενικό κόστος λειτουργίας:** Χρησιμοποιούν το φως του ήλιου για να παράγουν ηλεκτρισμό. Δεν καταναλώνουν πρώτες ύλες.
- ❖ **Δεν χρειάζονται συντήρηση:** Τα Φωτοβολταϊκά συστήματα δεν χρειάζονται καθόλου συντήρηση κατά την λειτουργία τους. Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία κατά τη λειτουργία. Οι εγγυήσεις που δίνονται από τους κατασκευαστές για τις Φ/Β γεννήτριες είναι περισσότερο από 25 χρόνια καλής λειτουργίας
- ❖ **Δεν μολύνουν το περιβάλλον:** Δεν παράγουν υποπροϊόντα ούτε χρειάζονται καύσιμα για να λειτουργήσουν. Δεν προκαλούν ηχορύπανση αφού η λειτουργία τους είναι εντελώς αθόρυβη. Κατασκευάζονται από ανακυκλώσιμα υλικά (γυαλί, αλουμίνιο, πυρίτιο) συνεπώς είναι περιβαλλοντικά καθαρά
- ❖ **Ευελιξία – Επεκτασιμότητα:** Τα Φωτοβολταϊκά συστήματα τοποθετούνται ανάλογα με τις απαιτήσεις σε ενέργεια. Σε περίπτωση που οι ανάγκες αυξηθούν πολύ εύκολα το σύστημα αναβαθμίζεται για να καλύψει ενεργειακά την νέα ζήτηση.
- ❖ **Αυτονομία:** Παρέχουν πλήρη ενεργειακή αυτονομία. Έτσι μπορούν να τοποθετηθούν σε δύσβατες περιοχές, σε πλωτές εξέδρες και γενικά όπου το δίκτυο της ΔΕΗ είναι οικονομικά ασύμφορο να φτάσει.
- ❖ **Επεκτασιμότητα:** Είναι βαθμωτά συστήματα, δηλαδή μπορούν να επεκταθούν σε μεταγενέστερη φάση για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών, χωρίς μετατροπή του αρχικού συστήματος.
- ❖ **Ευελιξία στις εφαρμογές:** Τα φωτοβολταϊκά συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την

αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πουλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου).

Η Φ/Β τεχνολογία είναι μια από τις καθαρότερες και ασφαλέστερες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, συνυπολογιζόμενη και της διαδικασίας κατασκευής των Φ/Β πλαισίων. Οι πρώτες ύλες κατασκευής Φ/Β στοιχείων και πλαισίων είναι κυρίως αδρανή υλικά, όπως πυρίτιο, γυαλί, αλουμίνιο, κ.λ.π. Για κάθε kWh ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Φ/Β αποφεύγεται η έκλυση περίπου 09kg ρύπων στην ατμόσφαιρα, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), αλλά και διοξειδίου του θείου (SO₂), μονοξειδίου του άνθρακα (CO), οξειδίων του αζώτου (NO_x), και υδρογονανθράκων, που θα εκπέμπονταν αν χρησιμοποιούνταν συμβατικά καύσιμα.

Τα οφέλη από τη μεγάλης κλίμακας εφαρμογή των Φ/Β σε κτίρια είναι πολλαπλά. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β είναι η μόνη τεχνολογία που μπορεί να εφαρμοσθεί σε αστικό περιβάλλον με μηδενική ρύπανση. Με τη μεγάλης κλίμακας εφαρμογή των Φ/Β σε κτίρια, θα αυξηθεί σημαντικά το ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β, συμβάλλοντας στην επίτευξη των στόχων του Κιότο για μείωση εκπομπών που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Μια σημαντική παράμετρος είναι η δέσμευση γης για τους μεγάλους κεντρικούς σταθμούς, όταν οι υποδομές γίνονται πάνω στο έδαφος (περίπου 16 στρέμματα ανά MWp). Η χρήση γης μπορεί να μειωθεί, όταν τα Φ/Β συστήματα εγκαθίστανται σε επιφάνειες κτιρίων. Εκτιμάται ότι το διαθέσιμο δυναμικό από την εκμετάλλευση κατάλληλων επιφανειών σε οροφές κτιρίων στην Ευρώπη ανέρχεται σε 600GWp. Στην Ελλάδα, η συνολική ηλιακά εκμεταλλεύσιμη επιφάνεια σε οροφές κτιρίων εκτιμάται στα 80km².

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το βασικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας των Φ/Β είναι η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με μηδενική ρύπανση της ατμόσφαιρας.

Η ανάπτυξη των Φ/Β εφαρμογών έχει πολλαπλά οφέλη για τους καταναλωτές, την εταιρεία ηλεκτρισμού και την εθνική οικονομία.

Συγκεκριμένα έχουμε:

- ❖ Αξιοποίηση μιας εγχώριας και ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, που βρίσκεται σε αφθονία, με συμβολή στην ασφάλεια παροχής ενέργειας και στη μείωση των διακοπών ρεύματος.
- ❖ Ενίσχυση του ηλεκτρικού δικτύου στις ώρες των μεσημβρινών αιχμών, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο έλλειψης ή πολύ υψηλού κόστους αιχμής, όπου τα Φ/Β παράγουν το μεγάλο μέρος ηλεκτρικής ενέργειας.
- ❖ Μείωση των απωλειών του δικτύου με την παραγωγή στον τόπο της κατανάλωσης, ελάφρυνση των γραμμών και χρονική μετάθεση των επενδύσεων στο δίκτυο.
- ❖ Αύξηση του τουρισμού, λόγω καθαρότερου περιβάλλοντος και θετικής εικόνας των προορισμών με Φ/Β (οικολογικός τουρισμός), ιδιαίτερα στα νησιά.
- ❖ Κοινωνική προσφορά του παραγωγού/καταναλωτή και συμβολή του στη βιώσιμη ανάπτυξη.
- ❖ Ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων με έντονη συμβολή σε αναπτυξιακούς και κοινωνικούς στόχους, με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.
- ❖ Ανάπτυξη βιομηχανικών δραστηριοτήτων, εντός και εκτός της χώρας στους κλάδους της κατασκευής Φ/Β, ανάπτυξης ηλεκτρονικών ισχύος και παραγωγής μπαταριών για Φ/Β εφαρμογές.

Η ανάπτυξη των Φ/Β συμβάλλει επίσης στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Είναι χαρακτηριστικό ότι για κάθε νέο μεγαβάτ (MW) Φ/Β δημιουργούνται περίπου 50 νέες θέσεις εργασίας (20 στην κατασκευή Φ/Β και 30 στην εμπορία, εγκατάσταση και παροχή συναφών υπηρεσιών).

ΚΑΠΕ-ΔΕΗ

Το 1999 ολοκληρώθηκε ένα διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα ισχύος 60kWp στη Σίφνο. Το έργο συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Από Ελληνικής πλευράς, συμμετείχαν στο έργο Το ΚΑΠΕ και η ΔΕΗ, ενώ ενισχύθηκε Οικονομικά από το ΥΠΕΧΩΔΕ.(ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ Α)



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ Α

ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΦΑΡΩΝ ΤΟΥ ΠΟΛΕΜΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

Περίπου 900 Φ/Β συστήματα μικρής ονομαστικής ισχύος έχει εγκαταστήσει η Υπηρεσία Φάρων του Πολεμικού Ναυτικού. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των Συστημάτων αυτών υπολογίζεται σε 70 kWp. (ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ Β)



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ Β

ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

Σε αυτόνομα τηλεπικοινωνιακά συστήματα χρησιμοποιούνται Φ/Β υνολικής ισχύος 100 kWp, από τον ΟΤΕ, ραδιοτηλεοπτικούς σταθμούς και εταιρείες ινητής τηλεφωνίας.(ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ Γ)



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ Γ

6.5.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

- ❖ **Υψηλό κόστος κατασκευής:** Το μόνο μειονέκτημα που θα μπορούσε να καταλογίσει κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι το κόστος τους. Παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις, το κόστος παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 6000 Ευρώ ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kW) ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση στην Ελλάδα απαιτεί από 1,5 έως 3,5 κιλοβάτ, το κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο. Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, και ο κόσμος έχει αρχίσει να στρέφεται όλο και πιο πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά ειδικότερα, για την κάλυψη ή συμπλήρωση των ενεργειακών του αναγκών.
- ❖ **Προβλήματα αποθήκευσης ενέργειας:** Σημειώνεται ότι τα φωτοβολταϊκά στοιχεία παράγουν συνεχές ρεύμα που απαιτείται να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο 220 V. Τυχόν περίσσεια του παραγόμενου ρεύματος αποτελεί εμπορεύσιμο αγαθό σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία. Με τα σημερινά οικονομικά και τεχνολογικά δεδομένα, η χρήση αυτών των συστημάτων δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη. Πιστεύεται όμως ότι η τεχνολογική εξέλιξη σύντομα θα κάνει εφικτή την εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων σε μονάδες μεγάλης δυναμικότητας με ανταγωνιστικό κόστος.

6.6. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ /ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

Τα Φ/Β συστήματα έχουν αθόρυβη λειτουργία, αξιοπιστία, και μεγάλη διάρκεια ζωής, δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες, δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.

Οι ενδεχόμενες επιπτώσεις που μπορεί να έχει η χρήση και η τελική διάθεση των Φ/Β έχουν εξεταστεί ενδελεχώς εδώ και αρκετά χρόνια, αφού εκατομμύρια συστήματα βρίσκονται ήδη εγκατεστημένα σε όλο τον κόσμο και αφορούν στη λειτουργική περίοδο των Φ/Β και στην τελική διάθεση των Φ/Β μετά το πέρας του ωφέλιμου χρόνου ζωής τους (ο οποίος ανέρχεται σε 30 χρόνια περίπου).

6.6.1. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ Φ/Β

Κατά τη λειτουργία τους, τα Φ/Β δεν προκαλούν καμία περιβαλλοντική όχληση, αφού είναι αθόρυβα, δεν ελκύουν ρύπους και δεν παράγουν απόβλητα. Αντιθέτως, η εγκατάσταση Φ/Β συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος με την υποκατάσταση ρυπογόνων ενεργειακών πόρων. Επιπλέον, λόγω της φύσης των χρησιμοποιούμενων υλικών (τα οποία προσομοιάζουν σε κοινά δομικά υλικά), τα Φ/Β μπορούν να ενσωματωθούν εύκολα στο κέλυφος των κτιρίων ή/ και σε ελεύθερα οικόπεδα εντός οικισμών, χωρίς να δημιουργούν προβλήματα αισθητικής φύσης(βλ. περισσότερα στις τεχνικές προδιαγραφές). Αντίθετα μάλιστα, τα Φ/Β προσφέρονται για καινοτόμες και δημιουργικές αρχιτεκτονικές εφαρμογές.

Πιθανή βλάβη στις συστοιχίες συσσωρευτών των αυτόνομων Φ/Β συστημάτων είναι δυνατόν να προκαλέσει σχετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, όπως έκρηξη, διαφυγή επικίνδυνων αερίων και ουσιών. Για την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας βλάβης στις συστοιχίες συσσωρευτών, απαιτείται τακτικός έλεγχος των συσσωρευτών, αερισμός, ειδική ηλεκτρική εγκατάσταση στον χώρο των συσσωρευτών και αυτόματο σύστημα ανίχνευσης αερίων.

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από τυχόν απαιτήσεις για την διάνοιξη δρόμων και επέκταση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας αντιμετωπίζονται με τα μέτρα που συνήθως απαιτούνται κατά την κατασκευή και λειτουργία των δικτύων αυτών.

6.6.2. ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ Φ/Β

Σε ότι αφορά στο στάδιο της τελικής διάθεσης των Φ/Β, αυτό αντιμετωπίζεται πλέον και νομοθετικά, μιας και είναι υποχρεωτική η ανακύκλωση των πλαισίων, των συσσωρευτών (εάν υπάρχουν) και των ηλεκτρονικών μερών του συστήματος. Ήδη, σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, έχει δημιουργηθεί η πρώτη μονάδα ανακύκλωσης Φ/Β πλαισίων (στη Γερμανία), αν και ο μεγάλος όγκος «απορριμμάτων» προς ανακύκλωση αναμένεται μετά από δύο τουλάχιστον δεκαετίες.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθεται κωδικοποιημένα τα περιβαλλοντικά θέματα που σχετίζονται με τα Φ/Β συστήματα και τα μέτρα αντιμετώπισης ανεπιθύμητων καταστάσεων που μπορούν να εφαρμοστούν.

Περιβαλλοντικά θέματα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων		
Θετικές επιδράσεις	Επιπτώσεις	Προτάσεις
Αποφυγή εκπομπών CO ₂ .	Χρήση γης: απαίτηση μεγάλων εκτάσεων σε περίπτωση κεντρικών συστημάτων.	Κατάλληλη χωροθέτηση: Χρήση σε απομονωμένες περιοχές - αποφυγή ευαίσθητων οικολογικά περιοχών. Ενσωμάτωση σε μεγάλα κτίρια.
Απουσία θορύβου.	Αισθητική ένταξη.	Κατάλληλη χωροθέτηση: Ενσωμάτωση των Φ/Β ως δομικών στοιχείων του κτιρίου.
Απουσία μεγάλων καλωδιώσεων.	Κατασκευαστική φάση (αναφέρεται σε μεγάλα συστήματα Φ/Β).	Εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών τοποθέτησης. Αποκατάσταση του χώρου. Αποφυγή εγκατάστασης σε ευαίσθητες περιοχές.
	Χρήση τοξικών και εύφλεκτων υλικών (κατά τη διάρκεια της κατασκευής των στοιχείων).	Εφαρμογή βέλτιστων βιομηχανικών πρακτικών και κατάλληλης διάθεσης αποβλήτων. Τήρηση κανόνων υγιεινής και ασφάλειας.

6.6.3. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Οι εν δυνάμει οχλήσεις που προκύπτουν από τη χρήση των Φ/Β συστημάτων, εστιάζονται στα εξής θέματα:

Περίπτωση ατυχήματος (θραύση πλαισίων ή πυρκαγιά). Σε ότι αφορά στην περίπτωση ατυχήματος (θραύση πλαισίων ή πυρκαγιά), δεν υπάρχει πρόβλημα από τη θραύση των Φ/Β πλαισίων, καθώς αυτά είναι σχεδιασμένα να αντέχουν σε δυνατές κρούσεις, θερμικές καταπονήσεις, θαλάσσιο αμμώδη άνεμο, χαλαζόπτωση και επικάλυψη πάγου. Ακόμη και σε περίπτωση θραύσης, όμως, δεν έχουμε αποκόλληση τεμαχίων γυαλιού, αλλά απλώς μειωμένη λειτουργικότητα ή/και αστοχία του πλαισίου. Σε περίπτωση πυρκαγιάς, οι εκλύσεις προσομοιάζουν σε αυτές ενός γυαλιού που λιώνει σε υψηλές θερμοκρασίες. Στο παρελθόν, είχαν εκφραστεί κάποιες επιφυλάξεις για ορισμένες τεχνολογίες Φ/Β (όπως των πλαισίων τεχνολογίας CdTe), οι οποίες, λόγω του ενθυλακωμένου καδμίου, θεωρήθηκε ότι μπορεί να οδηγήσουν στην έκλυση τοξικών ουσιών σε περίπτωση καύσης του πλαισίου. Οι ανησυχίες αυτές όμως αποδείχτηκαν υπερβολικές.

Αισθητικά αποδεκτή ενσωμάτωση των Φ/Β. Τα Φ/Β 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.

Το ορατό μέρος των Φ/Β συστημάτων αφορά στα Φ/Β πλαίσια και μόνο, αφού τα υπόλοιπα στοιχεία του συστήματος (αντιστροφέας και πιθανώς συσσωρευτές) βρίσκονται συνήθως σε κάποιο φυλασσόμενο χώρο. Αν και το θέμα της αισθητικής είναι εν πολλοίς υποκειμενικό, δεν έχουν καταγραφεί παράπονα αισθητικής φύσης για τα Φ/Β πλαίσια (πολλά από τα οποία είναι υψηλής αισθητικής και προορίζονται για ειδικές αρχιτεκτονικές εφαρμογές). Επιπλέον, λόγω της σκουρόχρωμης επιφάνειάς τους, τα Φ/Β δεν προκαλούν θαμβώσεις ή ενοχλητικές ανακλάσεις, σε αντίθεση με ορισμένες άλλες εφαρμογές γυάλινων επιφανειών. Όταν υπάρχει πρόβλημα αισθητικής ενσωμάτωσης, αυτό δεν αφορά στα Φ/Β πλαίσια, αλλά, συνήθως, στις βάσεις στήριξης. Τα Φ/Β μπορούν να τοποθετηθούν σε επίπεδες ή κεκλιμένες στέγες, σε κεραμοσκεπές (υποκαθιστώντας πιθανώς τα κεραμίδια), σε προσόψεις κτιρίων, σε ελεύθερα οικόπεδα, σε μη κτιριακές κατασκευές, σε ρόλο ηχοφράγματος, κ.λ.π.

Προδιαγραφές που πρέπει να πληρούν οι συσσωρευτές (αφορά μόνο σε αυτόνομα συστήματα ή/και συστήματα UPS). Στην περίπτωση αυτόνομων συστημάτων ή/και συστημάτων UPS, απαιτείται η χρήση συσσωρευτών ανοιχτού ή κλειστού τύπου, ειδικά σχεδιασμένων για Φ/Β (χαμηλού αντιμονίου <3%). Οι προδιαγραφές των συσσωρευτών θα πρέπει να ακολουθούν τις γενικές κατευθύνσεις που περιγράφονται στο πρότυπο EN IEC61427 (ή ισοδύναμες). Το εν δυνάμει πρόβλημα με τους συσσωρευτές απορρέει από τη μη χρηστή τελική διάθεσή τους. Κάτι τέτοιο, όμως, προλαμβάνεται πλέον από τη σχετική νομοθεσία που προβλέπει την ανακύκλωσή τους. Βέβαια, η πλειοψηφία των εφαρμογών της διεθνούς αγοράς αφορά σε συστήματα διασυνδεδεμένα με δίκτυα, τα οποία δεν απαιτούν τη χρήση συσσωρευτών.

6.7. ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα παρουσιάζει αξιοσημείωτες προϋποθέσεις για ανάπτυξη και εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Οι λόγοι για την προώθηση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας, της έρευνας και των εφαρμογών στην Ελλάδα συνοψίζονται ως ακολούθως :

- ❖ Η Ελλάδα έχει τον μεγαλύτερο δείκτη ηλιοφάνειας σε ολόκληρη την Ε.Ε. Η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία στη χώρα μας κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα τόσο κατά τη καλοκαιρινή όσο και κατά την χειμερινή περίοδο.
- ❖ 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. Επιπλέον η παραγωγή ενέργειας μεγιστοποιείται κατά τους θερινούς μήνες οπότε αυξάνεται και η ζήτηση.
- ❖ Ενίσχυση του ηλεκτρικού δικτύου τις ώρες των μεσημβρινών αιχμών, όπου τα φωτοβολταϊκά 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.
- ❖ Προώθηση των στόχων της ΕΕ και του Κιото σχετικά με τη μείωση των αερίων ρύπων και τη διείσδυση των ΑΠΕ στη συνολική ηλεκτροπαραγωγή, σε ποσοστό 20% έως το 2020.

6.8. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- a. Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5-17% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Υπάρχουν π.χ. τα λεγόμενα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, και τα άμορφα. Τα τελευταία έχουν χαμηλότερη απόδοση είναι όμως σημαντικά φθηνότερα. Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής σας ευχέρειας.

Όλα τα φωτοβολταϊκά πάντως μοιράζονται τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- μηδενική ρύπανση
 - αθόρυβη λειτουργία
 - αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που φθάνει τα 30 χρόνια)
 - απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
 - δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
 - ελάχιστη συντήρηση
- b. Τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία. Οφέλη για τον καταναλωτή, για τις αγορές ενέργειας και για τη βιώσιμη ανάπτυξη.
- c. 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 κτιρίου 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. Ένα επιπλέον κοινό αυτών των νέων τεχνολογιών είναι η φιλικότητά τους προς το περιβάλλον.
- d. Η ηλιακή ενέργεια είναι μια καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.
- e. 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%.
- f. 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.

- g. Η βαθμιαία αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τη διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.
- h. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από μικρούς παραγωγούς μπορεί να περιορίσει επίσης την ανάγκη επενδύσεων σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος μιας νέας γραμμής μεταφοράς είναι πολύ υψηλό, αν λάβουμε υπόψη μας πέρα από τον τεχνολογικό εξοπλισμό και θέματα που σχετίζονται με την εξάντληση των φυσικών πόρων και τις αλλαγές στις χρήσεις γης.
- i. Οι διάφοροι μικροί παραγωγοί πράσινης ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν ιδανική λύση για τη μελλοντική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιπτώσεις όπου αμφισβητείται η ασφάλεια της παροχής. Η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν δοκιμάζεται από δαπανηρές ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το ηλεκτρικό δίκτυο (απώλειες, οι οποίες στην Ελλάδα ανέρχονται σε 12% κατά μέσο όρο). Από την άλλη, η μέγιστη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης (ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες), βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή.
- j. 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.
Όσον αφορά στην ποιότητα του ηλεκτρισμού, τα θέματα είναι ξεκάθαρα: η ενέργεια που χρησιμοποιώ προέρχεται από θερμοηλεκτρικό σταθμό που χρησιμοποιεί ορυκτά καύσιμα και καταστρέφει το περιβάλλον, ενώ μπορεί να προέλθει από μια μονάδα που δεν ρυπαίνει το περιβάλλον;
Ποιά ηλεκτρική ενέργεια πρέπει να αγοράσω; Μπορώ, τουλάχιστον, να αγοράσω μικρές ποσότητες καθαρής ενέργειας για να ενθαρρύνω τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας;
Αυτά αποτελούν θέματα που απασχολούν οπωσδήποτε τις έξυπνες επιχειρήσεις παραγωγής ενέργειας. 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.
- k. 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).

- I. Τέλος, τα φωτοβολταϊκά παρέχουν κύρος στο χρήστη τους και βελτιώνουν το image των επιχειρήσεων που τα επιλέγουν. Στις πιο αναπτυγμένες αγορές (όπως η ιαπωνική και η γερμανική) τα φωτοβολταϊκά είναι πλέον απαραίτητα για κάθε νέα κτιριακή εφαρμογή.

7. ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ & ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

7.1. ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Η απόδοση μιας τεχνολογικής εγκατάστασης για την παραγωγή ενός προϊόντος μετράται ως ποσοστό του πόρου που αναλώνει για την λειτουργία της. Η έννοια της απόδοσης δεν έχει νόημα για την αιολική ενέργεια παρά μόνο για την σύγκριση της αποδοτικότητας των διαφόρων γεννητριών μεταξύ τους και όχι για σύγκριση της με άλλες συμβατικές τεχνολογίες. Δεν έχει κανένα νόημα να λέμε ότι η α/γ αξιοποιεί το 30% ή το 50% της ενέργειας του ανεξάντλητου ανέμου και να συμπεραίνουμε ότι είναι χειρότερη από ένα συμβατικό σταθμό που αξιοποιεί το 50% της ενέργειας του ορυκτού και αναλώσιμου φυσικού αερίου.

1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

- **ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ D**,
- **ΥΨΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ H**, **ΣΥΝΗΘΩΣ** $1 < H/D < 1,5$
- **ΠΛΗΘΟΣ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ**: Έχουν επικρατήσει οι αιολικές μηχανές με 3 πτερύγια. Με λιγότερα πτερύγια (2 ή 1) απαιτείται μεγαλύτερη ταχύτητα περιστροφής για το ίδιο ενεργειακό αποτέλεσμα που συνεπάγεται περισσότερο θόρυβο και φθορές, με μόνο πλεονέκτημα το μικρότερο κόστος.
- **ΕΙΔΟΣ ΤΩΝ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ** (πάχος, υλικό): Οι πολύ συμπαγείς πτερωτές (πολλά ή φαρδιά πτερύγια) ξεκινάνε τη λειτουργία τους με μικρές ταχύτητες ανέμου αλλά θα πρέπει να βγαίνουν εκτός λειτουργίας στις μεγάλες ταχύτητες.
- **ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ C**: Υπολογίζεται από το πηλίκο της παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος προς την εισερχόμενη ενέργεια του αέρα.

Ουσιαστικά είναι ο αεροδυναμικός βαθμός απόδοσης πτερωτής και έχει μέγιστο όριο την τιμή $C \leq 16/27 = 0,593$ (όριο Betz, 1919).

Πρακτικά στην περίπτωση καλού σχεδιασμού ο συντελεστής κυμαίνεται στο 0,35.

2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το ποσό της ενέργειας του αέρα που προσπίπτει στην φτερωτή της ανεμογεννήτριας είναι η κινητική ενέργεια του ανέμου:

$Windenergy = 1/2 * m_{air} * u^2$ όπου m_{air} μάζα του αέρα

$m_{air} = \text{πυκνότητα του αέρα (} \rho \text{) } * \text{ όγκος του αέρα (} V \text{)}$ ο οποίος προσπίπτει στην φτερωτή σε ορισμένο χρονικό διάστημα.

Ο άνεμος είναι σε διαρκή κίνηση, συνεπώς ο όγκος υπολογίζεται ως το γινόμενο της ταχύτητας με τον χρόνο.

$V = \text{εμβαδόν φτερωτής}$

$(A) * u$, όπου $u = \text{ταχύτητα του αέρα}$.

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση:

$Windenergy = 1/2 * m_{air} * u^2 = 1/2 * (\rho * V) * u^2 = 1/2 * (\rho * A * u * \Delta t) * u^2 = 1/2 * \rho * A * u^3 * \Delta t$

$r = \text{ακτίνα φτερωτής}$, $A = \pi * r^2$

Η ισχύς $Windpower$ ορίζεται ως ενέργεια προς μονάδα χρόνου (ρυθμός παροχής ενέργειας:

$Windenergy / \Delta t$)

$$\text{Windpower} = P_{\text{wind}} = \frac{1}{2} \rho \pi r^2 u^3 = \frac{1}{2} \pi r^2 (u^3 \rho)$$

Ο άνεμος βέβαια δεν διακόπτεται μετά την πρόσπτωση του στην ανεμογεννήτρια . Μόνο ένα μέρος της κινητικής ενέργειας του ανέμου είναι ανακτήσιμο για τη παραγωγή Η.Ε.

Η μέγιστη θεωρητική ισχύς υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση (άνω όριο της απόδοσης ανεμογεννήτριας, Betz limit).

$$P_{\text{max}} = \left(\frac{8}{27}\right) \pi r^2 (u^3 \rho)$$

Η συνολική απόδοση της ανεμογεννήτριας εκφράζεται ως το πηλίκο της ηλεκτρικής ισχύος στην έξοδο προς την αιολική ισχύ στην είσοδο.

$$n_{\text{wind}} = P_{\text{elec}} / P_{\text{wind}} = P_{\text{elec}} / \left[\frac{1}{2} \pi r^2 (u^3 \rho)\right]$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΙΣΧΥΟΣ

Ποια είναι η ισχύς του ανέμου ταχύτητας $u=12\text{m/s}$ που διέρχεται από τη ν φτερωτή ανεμογεννήτριας διαμέτρου 20m ;

Ο άνεμος έχει μάζα (αέρας σε κίνηση) και κινητική ενέργεια την οποία η α/γ μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια.

Κάθε δευτερόλεπτο διέρχεται από την φτερωτή αέρας όγκου $V=u \cdot A=12\text{m} \cdot \pi \cdot 10^2\text{m}^2=3.770\text{m}^3$

Η Πυκνότητα σε φυσιολογικές συνθήκες πίεσης είναι: $1,29\text{Kg/m}^3$

Συνεπώς η μάζα του αέρα που διέρχεται από την φτερωτή ανά δευτερόλεπτο είναι:

$$m_{\text{air}} = 1,29\text{Kg/m}^3 \cdot 3.770\text{m}^3 = 4.863 \text{ Kg}$$

Η κινητική ενέργεια μάζας m υπολογίζεται από τον τύπο:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{air}} \cdot u^2 = \frac{1}{2} \cdot 4.863 \text{ Kg} \cdot (12\text{m/s})^2 = 350.000 \text{ Joules/sec} ; \text{άρα εισερχόμενη ισχύς}$$

$$P_{\text{input}} = 350\text{KW}$$

Αν η ταχύτητα του ανέμου είναι η μισή $u=6\text{m/s}$ (με εφαρμογή των τύπων) τότε η μάζα αέρα που διέρχεται από την φτερωτή ανά δευτερόλεπτο είναι $m_{\text{air}} = 2.431 \text{ Kg}$,δηλαδή η μισή , και η $P_{\text{input}} = 44\text{KW}$.

Το παράδειγμα καταδικνύει γιατί είναι σημαντικό το αιολικό δυναμικό της περιοχής που εγκαθίσταται ένα αιολικό πάρκο.

Φυσικά δεν είναι δυνατό η α/γ να δεσμεύσει την συνολική αιολική που διέρχεται από την φτερωτή.Επιπλέον υπάρχουν απώλειες. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στην περίπτωση α/γ με φτερωτή διαμέτρου 20m , από την οποία διέρχεται άνεμος ταχύτητας $u=12\text{m/s}$,η ισχύς στην έξοδο θα είναι της τάξης των $100 - 150\text{KW}$.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Να προσδιοριστούν: για α/γ με διάμετρο φτερωτής 50m που λειτουργεί σε κορυφή λόφου όπου η ταχύτητα $u_{\text{air}}=9,0\text{m/sec}$,η θερμοκρασία του ανέμου είναι 100°C και η πυκνότητά του $\rho_{\text{air}}=1,25\text{Kg/m}^3$.

α) η ισχύς του ανέμου που κινεί την φτερωτή

β) η μέγιστη θεωρητική ισχύς

γ) η πραγματική ηλεκτρική ισχύς (θεωρώντας ότι η συνολική απόδοση της α/γ είναι 34%)

α) η ισχύς του ανέμου που κινεί την φτερωτή

$$P_{\text{wind}} = \frac{1}{2} \pi r^2 u_{\text{air}}^3 \cdot \rho_{\text{air}} = \frac{1}{2} \pi \cdot 3,14 \cdot (50/2)^2 \cdot 9^3 \cdot 1,25 = 8,942 \cdot 10^5 \text{W} = 894\text{KW}$$

β) η μέγιστη θεωρητική ισχύς

$$P_{\text{max}} = \left(\frac{8}{27}\right) \pi r^2 (u^3 \cdot \rho) = \left(\frac{8}{27}\right) \cdot 3,14 \cdot (50/2)^2 \cdot 9^3 \cdot 1,25 = 5,3 \cdot 10^5 \text{W} = 530\text{KW} = 0,593 \cdot P_{\text{wind}}$$

γ) η πραγματική ηλεκτρική ισχύς

$$n_{\text{wind}} = P_{\text{elec}} / P_{\text{wind}} = 0,34 \rightarrow P_{\text{elec}} = 0,34 \cdot P_{\text{wind}} = 0,34 \cdot 895 = 304 \text{ KW}$$

3. ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

- Μελέτη για τον προσδιορισμό της διεύθυνσης και της ταχύτητας των επικρατούντων ανέμων
- Εντοπισμός των φυσικών και τεχνητών εμποδίων
- Εκτίμηση της τραχύτητας του εδάφους
- Καταγραφή του υπάρχοντος στην περιοχή ηλεκτρικού δικτύου
- Εκτίμηση της ευκολίας υλοποίησης κατασκευών (πρόσβαση στη θέση, μορφολογία εδάφους)
- Οι αποστάσεις μεταξύ δύο α/γ πρέπει να είναι 5-9 φορές την διάμετρο της πτερωτής (στην διεύθυνση των επικρατούντων ανέμων) και 3-5 φορές (κάθετα στην επικρατούσα διεύθυνση)
- Γενικά σε αιολικά πάρκα οι απώλειες κυμανονται από 5% έως 15%
- Όταν ο αέρας βρεί άνοιγμα ,η ταχύτητα του μπορεί να αυξηθεί έως και 50% (tunnel effect)
- Η ταχύτητα ανέμου αυξάνεται στις κορυφές λόφων (hill effect)
- Εκτίμηση αιολικού δυναμικού στην ευρύτερη περιοχή
- Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων

7.2. ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

1. ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

(πηγή: SMA Solar Technology AG)

Το ποσοστό απόδοσης (performance ratio) είναι ένα μέγεθος για την ποιότητα μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης ανεξάρτητα από το σημείο τοποθέτησης της και για αυτό παίρνει συχνά το όνομα ποιοτικός συντελεστής. Το ποσοστό απόδοσης (ΠΑ) δίνεται επί τοις εκατό και περιγράφει την αναλογία ανάμεσα στην πραγματική και την ιδανική απόδοση της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης. Με αυτόν τον τρόπο προσδιορίζεται το ποσοστό της ενέργειας που είναι πραγματικά διαθέσιμο για την τροφοδοσία μετά την αφαίρεση των ενεργειακών απωλειών(π.χ. λόγω απωλειών θερμότητας και απωλειών αγωγού) και της ιδιοκατανάλωσης για τη λειτουργία.

Όσο πιο κοντά στο 100% βρίσκεται η τιμή του ποσοστού απόδοσης μίας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, τόσο πιο αποδοτικά δουλεύει η εγκατάσταση αυτή. Ωστόσο, μία τιμή της τάξης του 100% δεν είναι πραγματικά δυνατή, επειδή κατά τη λειτουργία της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης υπάρχουν πάντα απώλειες που δεν μπορούν να αποφευχθούν(π.χ. απώλειες θερμότητας εξαιτίας της θέρμανσης των φωτοβολταϊκών μονάδων). Παρόλα αυτά, το ποσοστό απόδοσης των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων φτάνει μέχρι και 80 %.

2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Το ποσοστό απόδοσης ενημερώνει για την ενεργειακή αποδοτικότητα και την αξιοπιστία της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.

Με το ποσοστό απόδοσης γίνεται σύγκριση της απόδοσης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Ωστόσο, κατά τον υπολογισμό του ποσοστού απόδοσης σε τακτικά και προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα δεν γίνεται λόγος για μια απόλυτη σύγκριση, αλλά για μια δυνατότητα ελέγχου πορείας και απόδοσης:

Κατά την έναρξη λειτουργίας μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης και με την προϋπόθεση ότι σε εκείνη τη χρονική στιγμή η εγκατάσταση δουλεύει ιδανικά, εάν διασφαλίζεται το 100% της τιμής εξόδου για το ποσοστό απόδοσης, τότε μέσω του υπολογισμού των υπόλοιπων τιμών ποσοστού απόδοσης μπορούν να ανιχνευτούν οι αποκλίσεις κατά τη διάρκεια του χρόνου και να παρθούν έγκαιρα αντίμετρα. Επομένως, οι αποκλίσεις της τιμής του ποσοστού απόδοσης με τιμές κάτω από την κανονική περιοχή, δείχνουν από νωρίς μια πιθανή βλάβη της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Για γίνει ο υπολογισμός του ποσοστού απόδοσης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης απαιτούνται διάφορα μεγέθη:

- Οι τιμές πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στο σημείο τοποθέτησης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης. Οι τιμές αυτές μπορούν να ληφθούν μέσω μιας συσκευής μέτρησης (π.χ. Sunny SensorBox), η οποία μετρά την ποσότητα ενέργειας για τη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση που προέρχεται από την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Η επιφάνεια μονάδας της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, και
- ο βαθμός απόδοσης των φωτοβολταϊκών μονάδων. Ο βαθμός απόδοσης μονάδας υπάρχει στο φύλλο στοιχείων της φωτοβολταϊκής μονάδας.

4. ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Εάν για τη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση χρησιμοποιείται κάποια συσκευή μέτρησης (π.χ. Sunny SensorBox), η οποία μετρά την άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας, οι φωτοβολταϊκές μονάδες και η συσκευή μέτρησης πρέπει να έχουν ρυθμιστεί με τον ίδιο τρόπο, προκειμένου να υπολογισθεί σωστά η τιμή του ποσοστού απόδοσης. Για το λόγο τόσο στις φωτοβολταϊκές μονάδες όσο και στη συσκευή μέτρησης πρέπει να έχουν ρυθμιστεί τα ίδια ποσά για την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας και οι ίδιες θερμοκρασίες.

5. ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

Το καλύτερο χρονικό διάστημα εξέτασης για τον υπολογισμό του ποσοστού απόδοσης είναι 1 χρόνος. Ωστόσο, μπορούν να επιλεγούν μικρότερα χρονικά διαστήματα, π.χ. σε περιπτώσεις που γίνεται σύγκριση της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης με άλλες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις.

Παρόλα αυτά, πρέπει να επιλεγεί ένα χρονικό διάστημα εξέτασης τουλάχιστον 1 μήνα προκειμένου να είναι διασφαλισμένο πως ο υπολογισμός δεν θα επηρεαστεί σημαντικά από συνθήκες περιβάλλοντος, όπως είναι η χαμηλή θέση του ήλιου, οι χαμηλές θερμοκρασίες και η σκίαση των φωτοβολταϊκών μονάδων και/ ή της συσκευής μέτρησης.

6. ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Τύπος για τον χειροκίνητο υπολογισμό του ποσοστού απόδοσης

$$ΠΑ(\text{ποσοστό απόδοσης}) = \frac{\text{ετήσια πραγματική αναγνώσιμη απόδοση εγκατάστασης σε kWh}}{\text{ετήσια υπολογισμένη ονομαστική απόδοση εγκατάστασης σε kWh}}$$

Η ανάγνωση της πραγματικής απόδοσης εγκατάστασης σε kWh γίνεται στο τέλος του χρόνου στον μετρητή τροφοδοσίας.

Το άθροισμα της ετήσιας υπολογισμένης, ονομαστικής απόδοσης εγκατάστασης υπολογίζεται ως εξής:

Τύπος υπολογισμού της ονομαστικής απόδοσης εγκατάστασης

Ετήσια πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας πάνω στην επιφάνεια της γεννήτριας της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης Χ βαθμό απόδοσης των μονάδων της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.

Η καταγραφή της τιμής πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας, η οποία υπολογίζεται από την συσκευή μέτρησης, γίνεται στο επίπεδο της μονάδας και η ιδανική διάρκεια καταγραφής είναι ένας ολόκληρος χρόνος. Για να προσδιοριστεί αυτή η τιμή πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας πρέπει να υπολογιστεί η μέση τιμή της πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας για το χρονικό διάστημα εξέτασης μέσα από τις τιμές πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας που είναι καταγεγραμμένες στην συσκευή μέτρησης (π.χ. Sunny SensorBox). Μετά, η τιμή πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας ανά m^2 που προσδιορίστηκε με αυτόν τον τρόπο εφαρμόζεται στη συνολική επιφάνεια μονάδας της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης (επιφάνεια γεννήτριας). Ο βαθμός απόδοσης μονάδας βρίσκεται στο φύλλο στοιχείων της φωτοβολταϊκής μονάδας.

Παράδειγμα :Υπολογισμός του ποσοστού απόδοσης για χρονικό διάστημα εξέτασης 1 χρόνου

Απαιτούνται οι παρακάτω πληροφορίες για τον χειροκίνητο υπολογισμό :

- Χρονικό διάστημα εξέτασης
Αρχικά καθορίζεται το χρονικό διάστημα εξέτασης. Το ιδανικό χρονικό διάστημα εξέτασης είναι 1 χρόνος.
- Επιφάνεια γεννήτριας της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης
Το μέγεθος της επιφάνειας γεννήτριας της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης είναι γνωστό.
- Βαθμός απόδοσης των φωτοβολταϊκών μονάδων
Ο βαθμός απόδοσης μονάδας της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης βρίσκεται στο φύλλο στοιχείων των φωτοβολταϊκών μονάδων.
- Πραγματική, αναγνώσιμη απόδοση εγκατάστασης
Η ανάγνωση της τιμής αυτής γίνεται στο τέλος του χρόνου στο μετρητή τροφοδοσίας σας.
- Υπολογισμένη, ονομαστική απόδοση εγκατάστασης
Απαιτείται ο τύπος για τον υπολογισμό της ονομαστικής απόδοσης εγκατάστασης
- Καταμετρημένη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας στο χρονικό διάστημα εξέτασης.
Για να προσδιορίσετε την τιμή αυτή, χρειάζεται τις τιμές πρόσπτωσης της ηλιακής **ακτινοβολίας, οι οποίες έχουν δοθεί στο Sunny WebBox από το Sunny SensorBox.**

Το Sunny WebBox ζητά τις μεμονωμένες τιμές που έχουν καταμετρηθεί από το SensorBox ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Από αυτές τις μεμονωμένες τιμές το Sunny WebBox υπολογίζει τις μέσες ημερήσιες τιμές. Προκειμένου να προσδιορισθεί η συνολική τιμή για την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στο χρονικό διάστημα εξέτασης, πρέπει να επεκτείνετε αντίστοιχα τις μέσες ημερήσιες τιμές για την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Για να γίνει αυτό πρέπει να ακολουθηθούν αυτό τα εξής βήματα.

Το Sunny WebBox αποθηκεύει τις μέσες ημερήσιες τιμές για την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας πάνω στη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση σε διαστήματα των 5,10 ή 15 λεπτών, ανάλογα με τις ρυθμίσεις στην επιφάνεια εργασίας. Το Sunny WebBox αποθηκεύει κάθε μήνα τις μέσες ημερήσιες τιμές μαζί με άλλες μέσες τιμές της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης σε καταλόγους με αντίστοιχα ονόματα ως αρχεία.csv ή .xml.

Για να υπολογισθεί η τιμή πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω των αποθηκευμένων μέσων ημερήσιων τιμών για χρονικό διάστημα π.χ. 1 χρόνου πρέπει καταρχάς να υπολογίσετε τις μέσες μηνιαίες τιμές. Για να γίνει αυτό προσθέστε τις μέσες ημερήσιες τιμές ενός μήνα. Στη συνέχεια, διαιρέστε το άθροισμα που προέκυψε με τον αριθμό των ημερών του μήνα και θα έχετε τη μέση μηνιαία τιμή. Με τον τρόπο αυτό, μπορείτε κατά τη διάρκεια του έτους να υπολογίσετε τις μέσες μηνιαίες τιμές και για τους 12 μήνες. Για να υπολογισθεί η μέση ετήσια τιμή, πρέπει να προσθέσετε τις 12 μέσες μηνιαίες τιμές και να διαιρέσετε το άθροισμα με τον αριθμό των μηνών, δηλαδή το 12. Έπειτα, επεκτείνετε την τιμή που προέκυψε στην επιφάνεια της γεννήτριας της φωτοβολταϊκής σας εγκατάστασης. Έτσι, έχετε την ονομαστική απόδοση εγκατάστασης για χρονικό διάστημα εξέτασης 1 χρόνου, την οποία μπορείτε να προσθέσετε μαζί με τις ήδη γνωστές τιμές στον τύπο για τον υπολογισμό του ποσοστού απόδοσης.

Για το παράδειγμα δίνονται λοιπόν οι παρακάτω σταθερές προϋποθέσεις και τιμές:

- Χρονικό διάστημα εξέτασης: 1 χρόνος
- Καταμετρημένη μέση πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας σε 1 χρόνο:120kWh/m²
- Επιφάνεια γεννήτριας της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης: 10m²
- Βαθμός απόδοσης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης: 15%
- Πραγματική τροφοδοτούμενη απόδοση εγκατάστασης :110 kWh

Οι καταμετρημένες τιμές πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στο σημείο τοποθέτησης ανέρχονται για το συνολικό χρονικό διάστημα εξέτασης κατά μέσο όρο σε 120 kWh/m^2 . Αυτή η τιμή πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας επεκτείνεται στην επιφάνεια μονάδας της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης ως εξής :

Τιμή πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας σε kWh/m^2 επιφάνεια εγκατάστασης σε $\text{m}^2 = 120 \text{ kWh/m}^2 \times 10 \text{ m}^2 = 1200 \text{ kWh}$

Κατόπιν, για τον υπολογισμό της ονομαστικής απόδοσης εγκατάστασης, η προσδιορισμένη τιμή πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας για τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις πολλαπλασιάζεται με το βαθμό απόδοσης μονάδας:

$$1200 \text{ kWh} \times 15 \% = 1200 \text{ kWh} \times 0,15 = 180 \text{ kWh}$$

Για το επιλεγμένο χρονικό διάστημα εξέτασης προκύπτει μια προσδοκώμενη ονομαστική απόδοση εγκατάστασης ύψους 1200 kWh . Αυτή η προσδοκώμενη ονομαστική απόδοση εγκατάστασης αντιστοιχεί σε ποσοστό απόδοσης 100%.

Ωστόσο, η αναγνώσιμη τιμή για την πραγματική απόδοση εγκατάστασης που τροφοδοτείται στο δίκτυο μέσω των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων είναι μόνο 110 kWh . Αν η τιμή αυτή μπει στον τύπο για τον υπολογισμό του ποσοστού απόδοσης μαζί με την υπολογισμένη ονομαστική απόδοση εγκατάστασης, τότε προκύπτει:

$$\text{ΠΑ (ποσοστό απόδοσης)} = \frac{110 \text{ kWh}}{180 \text{ kWh}} = \text{περ.} 0,61 = \text{περ.} 61\%$$

Η τιμή του ποσοστού απόδοσης είναι περίπου 61 %. Αυτό σημαίνει, ότι περίπου το 39 % της ενέργειας που προκύπτει από την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στο χρονικά διάστημα εξέτασης δεν χρησιμοποιείται, εξαιτίας περιπτώσεων όπως είναι οι απώλειες αγωγού, οι απώλειες θερμότητας ή π.χ. οι βλάβες εξαρτημάτων. Στην περίπτωση αυτή το ποσοστό απόδοσης λειτουργεί ως δείκτης και σε μια περισσότερο ενδελεχή επιθεώρηση της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης ενδέχεται να είναι η αφορμή, για να μπορέσουν π.χ. να απομακρυνθούν ακαθαρσίες από τις φωτοβολταϊκές μονάδες ή να μετακινηθούν ή / και να αντικατασταθούν επί τόπου εξαρτήματα με βλάβη.

7. ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Το ποσοστό απόδοσης μπορεί να υπολογιστεί και αυτόματα αν δοθούν στο Sunny Portal τα κατάλληλα δεδομένα της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης. Παράλληλα, στο Sunny Portal υπάρχει η δυνατότητα διευκρινιστικής παρουσίασης του ποσοστού απόδοσης με τη μορφή διαγράμματος.

Ο τρόπος με τον οποίο υπολογίζεται αυτόματα το ποσοστό απόδοσης και μπορούν και παρουσιάζονται οι τιμές του με τη μορφή διαγράμματος περιγράφεται στις οδηγίες χρήσης του Sunny Portal στην ιστοσελίδα [www. Sunny Portal.com](http://www.SunnyPortal.com).

Προϋποθέσεις για τον αυτόματο υπολογισμό στο Sunny Portal

Για να είναι δυνατός ο υπολογισμός του ποσοστού απόδοσης στο Sunny Portal πρέπει να τηρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- Ύπαρξη ενός Sunny WebBox μέσω του οποίου μεταδίδονται τα απαραίτητα δεδομένα στο Sunny Portal.
- Στο Sunny WebBox να είναι συνδεδεμένο ένα Sunny SensorBox.
- Χρήση των ανιχνευτών πρόσπτωσης ηλιακής ακτινοβολίας του Sunny SensorBox.
- Το Sunny SensorBox να μετρά κάθε μια ώρα στο σημείο τοποθέτησης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης μία μέση πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας ύψους 60 W/m^2 .

Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται σύνδεση στο Sunny Portal μέσω του Sunny SensorBox περιγράφεται στις οδηγίες χρήσης του Sunny WebBox.

Παράγοντες που επηρεάζουν το ποσοστό απόδοσης

Το ποσοστό απόδοσης είναι ένα απλό μέγεθος ορισμού, το οποίο θα μπορούσε να πάρει τιμές μεγαλύτερες του 100% υπό την επίδραση συγκεκριμένων παραγόντων, Ο

λόγος για αυτό είναι ότι κατά τον υπολογισμό του ποσοστού απόδοσης χρησιμοποιούνται παράμετροι ισχύος για τις φωτοβολταϊκές μονάδες, οι οποίες προσδιορίζονται βάσει των συνθηκών των βασικών δοκιμών (πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας 1000 W ανά τετραγωνικό μέτρο και θερμοκρασία μονάδας 25 βαθμοί Κελσίου). Επομένως, αποκλίνουσες συνθήκες κατά την πραγματική λειτουργία επηρεάζουν το ποσοστό απόδοσης.

Οι παρακάτω παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν την τιμή του ποσοστού απόδοσης:

- Παράγοντες περιβάλλοντος
 - Θερμοκρασία των φωτοβολταϊκών μονάδων
 - Πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας και ισχύς απώλειας
 - Σκίαση ή ακαθαρσίες στη συσκευή μέτρησης (π.χ. Sunny SensorBox)
 - Σκίαση ή ακαθαρσίες στις φωτοβολταϊκές μονάδες
 - Περισσότεροι παράγοντες
 - Χρονικό διάστημα καταχώρησης
 - Απώλειες αγωγού
 - Βαθμός απόδοσης φωτοβολταϊκών μονάδων
 - Βαθμός απόδοσης του μετατροπέα
 - Διαφορετικές τεχνολογίες ηλιακών κυψελών της συσκευής μέτρησης (π.χ. Sunny SensorBox) και των φωτοβολταϊκών μονάδων
- Διάταξη της συσκευής μέτρησης (π.χ. Sunny SensorBox)

Παράγοντες περιβάλλοντος

Θερμοκρασία των φωτοβολταϊκών μονάδων

Η ισχύς και η αποδοτικότητα μίας ηλιακής κυψέλης εξαρτάται μεταξύ άλλων και από τη θερμοκρασία της φωτοβολταϊκής μονάδας. Μια φωτοβολταϊκή μονάδα είναι ιδιαίτερα αποδοτική σε χαμηλές θερμοκρασίες. Για παράδειγμα, σε περίπτωση συννεφιάς τη χειμερινή περίοδο η φωτοβολταϊκή μονάδα είναι κρύα. Εάν κατά τη διάρκεια αυτής της κακοκαιρίας το σύνολο της ηλιακής ακτινοβολίας προσπέσει πάνω στην κρύα φωτοβολταϊκή μονάδα, τότε η μονάδα αυτή θα δουλέψει με μεγάλη αποδοτικότητα. Το γεγονός αυτό μπορεί να παρουσιάσει για σύντομο διάστημα μία υψηλή τιμή ποσοστού απόδοσης. Ωστόσο, μετά από μία συγκεκριμένη ώρα η φωτοβολταϊκή μονάδα ζεσταίνεται και η αποδοτικότητα πέφτει ξανά.

Πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας και ισχύς απώλειας

Τις πρωινές και βραδινές ώρες και ιδίως το χειμώνα, ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά, η τιμή της πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας πλησιάζει την τιμή για την ισχύ απώλειας(= διαφορά ανάμεσα στην προσλαμβάνουσα και την διδόμενη ισχύ) πολύ περισσότερο σε σχέση με άλλες μέρες και περιόδους του έτους. Για το λόγο αυτό η τιμή του ποσοστού απόδοσης τις εν λόγω χρονικές στιγμές υπολογίζεται μικρότερη από ότι συνήθως.

Σκίαση ή ακαθαρσίες στη συσκευή μέτρησης (π.χ. Sunny SensorBox)

Σε οποιοδήποτε σημείο τοποθέτησης υπάρχει περίπτωση να πέσει πάνω στη συσκευή μέτρησης της φωτοβολταϊκής σας εγκατάστασης (π.χ. Sunny SensorBox) σκιά από φυτά ή οικοδομές, προκαλώντας έτσι σύντομη ή και συνεχή σκίαση της συσκευής μέτρησης. Ιδιαίτερα σε περιόδους όπου ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά, ακόμα και τμήματα της ίδιας της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης μπορούν να ρίξουν σκιά πάνω στη συσκευή μέτρησης. Η μερική ή πλήρης σκίαση της συσκευής μέτρησης ενδέχεται να οδηγήσει σε τιμές ποσοστού απόδοσης και πάνω από το 100%. Εκτός αυτού, περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως χιόνι, σκόνη ή γύρη ενδέχεται να βρωμίσουν τη συσκευή μέτρησης της φωτοβολταϊκής σας εγκατάστασης και έτσι να εμφανιστούν επίσης τιμές ποσοστού απόδοσης πάνω από 100 %.

Σκίαση ή ακαθαρσίες στις φωτοβολταϊκές μονάδες

Σε οποιοδήποτε σημείο τοποθέτησης υπάρχει περίπτωση να πέσει πάνω στις φωτοβολταϊκές σας μονάδες σκιά από φυτά ή οικοδομές, προκαλώντας έτσι σύντομη ή και συνεχή σκίαση των φωτοβολταϊκών μονάδων. Επίσης, ακαθαρσίες από σκόνη, γύρη, χιόνι κ.α. μπορεί να προκαλέσουν σκίαση των φωτοβολταϊκών μονάδων. Η σκίαση αυτή έχει ως αποτέλεσμα οι φωτοβολταϊκές μονάδες να μπορούν να απορροφήσουν λιγότερη ηλιακή ακτινοβολία. Επομένως, η αποδοτικότητα των φωτοβολταϊκών μονάδων μειώνεται και ακολούθως και η τιμή ποσοστού απόδοσης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.

Περισσότεροι παράγοντες

Χρονικό διάστημα καταγραφής

Όταν το χρονικό διάστημα καταγραφής είναι πολύ μικρό (δηλαδή μικρότερο από ένα μήνα), υπάρχουν πολύ λίγα δεδομένα μέτρησης για τον υπολογισμό του ποσοστού απόδοσης. Η χαμηλή θέση του ήλιου, οι χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες αλλά και η σκίαση επηρεάζουν σε αυτήν την περίπτωση πολύ περισσότερο το αποτέλεσμα του υπολογισμού, επειδή οι τιμές αυτές έχουν κατά πάσα πιθανότητα καταγραφεί ατελώς.

Απώλειες αγωγού

Κατά τη μεταφορά της ενέργειας από τον μετατροπέα στον μετρητή τροφοδοσίας του φορέα εκμετάλλευσης δικτύου υπάρχουν απώλειες αγωγού εξαιτίας του είδους και του υλικού του χρησιμοποιούμενου καλωδίου. Εξαιτίας αυτών των απωλειών αγωγού η τιμή του ποσοστού απόδοσης μπορεί να μειωθεί.

Βαθμός απόδοσης των φωτοβολταϊκών μονάδων

Ο βαθμός απόδοσης των φωτοβολταϊκών μονάδων επιδρά καταλυτικά πάνω στο ποσοστό απόδοσης της φωτοβολταϊκής σας εγκατάστασης. Όσο ψηλότερος ο βαθμός απόδοσης των φωτοβολταϊκών μονάδων, τόσο υψηλότερη η τιμή του ποσοστού απόδοσης (σε κατάλληλες επικρατούσες συνθήκες, όπως υψηλή πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας στο σημείο τοποθέτησης κ.α.)

Βαθμός απόδοσης του μετατροπέα

Εάν ο μετατροπέας που είναι συνδεδεμένος στην φωτοβολταϊκή εγκατάσταση έχει υψηλό βαθμό απόδοσης, τότε αυτό μπορεί να επιφέρει υψηλές τιμές ποσοστού απόδοσης.

Διαφορετικές τεχνολογίες ηλιακών κυψελών στις φωτοβολταϊκές μονάδες και τη συσκευή μέτρησης (π.χ. Sunny SensorBox)

Υπάρχουν διάφορα είδη ηλιακών κυψελών για τις φωτοβολταϊκές μονάδες. Συνήθως χρησιμοποιούνται τα τρία παρακάτω είδη ηλιακών κυψελών: μονοκρυσταλλικές κυψέλες σιλικόνης, πολυκρυσταλλικές κυψέλες σιλικόνης και κυψέλες λεπτής μεμβράνης. Εάν η συσκευή μέτρησης που έχει τοποθετηθεί στη φωτοβολταϊκή σας εγκατάσταση (π.χ. Sunny SensorBox) χρησιμοποιεί διαφορετική τεχνολογία ηλιακών κυψελών από ότι οι φωτοβολταϊκές σας μονάδες, τότε ενδέχεται να εμφανιστούν αποκλίσεις στον υπολογισμό του ποσοστού απόδοσης.

Υποβιβασμός των ηλιακών κυψελών

Ο υποβιβασμός των ηλιακών κυψελών λόγω παλαίωσης τους προκαλεί με το πέρασμα των χρόνων χαμηλές τιμές ποσοστού απόδοσης. Οι μονοκρυσταλλικές και πολυκρυσταλλικές ηλιακές κυψέλες παλαιώνουν μέχρι και 20 % μέσα σε 20 χρόνια.

Διάταξη της συσκευής μέτρησης (π.χ. Sunny SensorBox)

Σε περίπτωση που μία συσκευή μέτρησης (π.χ. Sunny SensorBox) είναι τμήμα της φωτοβολταϊκής εγκατάστασής αλλά δεν έχει ρυθμιστεί κατάλληλα προς τις φωτοβολταϊκές μονάδες της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, τότε εξαιτίας της διαφορετικής πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας οι τιμές του ποσοστού απόδοσης μπορεί να φτάσουν και πάνω από 100 %.

8. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΚΑΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

(πηγή: ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗ Κου ΠΑΥΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑΚΗ)

8.1. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Η μεταβολή των οικονομικών των ανεμογεννητριών είναι ραγδαία καθώς οι Α/Γ γίνονται μεγαλύτερες, περισσότερο αποδοτικές και τοποθετούνται σε περιοχές με περισσότερο άνεμο.

Οι μεγαλύτερες ανεμογεννήτριες που κατασκευάζονται σήμερα είναι από 2000 kW έως 3000 kW.

Περισσότερο αποδοτικές μηχανές τοποθετημένες σε περιοχές με καλύτερο αιολικό δυναμικό και με μεγαλύτερα ύψη πλήμνης έχουν διπλασιάσει τη μέση παραγωγικότητα ενέργειας από 600 kWh/yr ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας πτερυγίων είκοσι χρόνια πριν, σε περίπου 1200 kWh/yr ανά τετραγωνικό μέτρο σήμερα.

ΚΟΣΤΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΚΟΣΤΗ

Ενώ η ονομαστική ισχύς των νέων μηχανών αυξάνεται κάθε χρόνο, το αντίστοιχο κόστος κεφαλαίου ανά kW μειώνεται.

Το κόστος κεφαλαίου νέων εγκαταστάσεων έχει μειωθεί από περίπου \$1500/kW για Α/Κ 150 kW το 1989 σε περίπου \$800/kW το 2000 για μηχανές ονομαστικής ισχύος 1650 kW. Η επίδραση των οικονομιών κλίμακας είναι προφανής.

Το εργατικό κόστος που απαιτείται για να κατασκευαστεί μία μεγαλύτερη μηχανή δεν είναι πολύ μεγαλύτερο από το αντίστοιχο μίας μικρής μηχανής.

Το κόστος των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων έχει μόνο μέτριες διαφορές.

Το κόστος του δρομέα είναι περίπου ανάλογο της διαμέτρου ενώ η παρεχόμενη ενέργεια είναι ανάλογη του τετραγώνου της διαμέτρου.

Ψηλότεροι πύργοι αυξάνουν την ενέργεια περισσότερο από ότι το κόστος.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΕΝΑ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ 60 MW ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ 40 Α/Γ ΤΩΝ 1.5 MW ΦΑΙΝΕΤΑΙ ΣΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ 1

Στον Πίνακα 1 περιλαμβάνεται ανάλυση κόστους για το αρχικό κόστος κεφαλαίου και μία εκτίμηση για το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης. Το κόστος αγοράς των Α/Γ αντιπροσωπεύει περίπου τα 3/4 του κόστους κεφαλαίου, ενώ το υπόλοιπο τμήμα του κόστους κεφαλαίου αφορά το κόστος εγκατάστασης, σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο, καθώς και τα κόστη για θεμελιώσεις, δρόμους, και κτίρια.

Τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης περιλαμβάνουν την προγραμματισμένη συντήρηση, επισκευές, αποθήκευση ανταλλακτικών, ασφάλεια, εκμίσθωση ακινήτου, και διοικητικά έξοδα. Μερικά από αυτά είναι ετήσια κόστη τα οποία δεν εξαρτώνται από τις ώρες λειτουργίας των Α/Γ, όπως ασφάλεια και διοικητικά έξοδα, ενώ άλλα, που περιλαμβάνουν φυσιολογική φθορά των εξαρτημάτων, σχετίζονται απευθείας με την ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Στο παράδειγμα αυτό, τα ετήσια κόστη λειτουργίας και συντήρησης, τα οποία συμπεριλαμβάνουν μελλοντικές αναπροσαρμογές του κόστους, είναι μόλις 3% πάνω από το αρχικό κόστος κεφαλαίου του αιολικού πάρκου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Κόστη Κεφαλαίου	Ποσόν (\$)	Ποσοστό
40 Α/Γ των 1.5 MW με τα ανταλλακτικά τους	46,640,000	76.6
Κόστος εγκατάστασης, σύνδεση με το δίκτυο	9,148,000	15.0
Τόκοι κατά την κατασκευή, έκτακτα έξοδα	3,514,000	5.8
Ανάπτυξη του έργου, μελέτη σκοπιμότητας	965,000	1.6
Κόστος μηχανικού	611,000	1.0
Συνολικό Κόστος Κεφαλαίου	60,878,000	100.0

Ετήσια Κόστη	Ποσόν (\$)	Ποσοστό
Εξαρτήματα και εργατικά	1,381,000	70.3
Ασφάλεια	135,000	6.9
Έκτακτα έξοδα	100,000	5.1
Εκμίσθωση γης	90,000	4.6
Φόροι ακίνητης περιουσίας	68,000	3.5
Συντήρηση γραμμής μεταφοράς	80,000	4.1
Γενικά και διάφορα έξοδα	111,000	5.6
Συνολικά Ετήσια Κόστη	1,965,000	100

ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Το ετήσιο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτριες εκτιμάται διαιρώντας τα ετήσια κόστη με την ετήσια παραγόμενη ενέργεια.

Τα ετήσια κόστη θα βρεθούν αν κατανεμηθεί το κόστος κεφαλαίου σε όλη τη διάρκεια ζωής της ανεμογεννήτριας κι εν συνεχεία προστεθεί το κόστος λειτουργίας και συντήρησης

Αν ένα έργο αιολικού πάρκου χρηματοδοτείται από κάποιο δάνειο τότε μπορούμε να υπολογίσουμε το ετήσιο κόστος κεφαλαίου χρησιμοποιώντας ένα συντελεστή ανάκτησης κεφαλαίου ο οποίος εξαρτάται από το επιτόκιο i και τη διάρκεια ζωής του κεφαλαίου n .

Οι ετήσιες πληρωμές A τότε θα δίνονται από τον τύπο.

$$A = P \cdot [i \cdot (1+i)^n / ((1+i)^n - 1)] = P \cdot \Sigma AK(i, n)$$

A είναι οι ετήσιες πληρωμές,

P είναι το κεφάλαιο του δανείου,

i το επιτόκιο,

n η διάρκεια του δανείου και

ΣAK ο συντελεστής ανάκτησης κεφαλαίου που υπολογίζεται από την σχέση

$$\Sigma AK(i, n) = i \cdot (1+i)^n / ((1+i)^n - 1)$$

ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

Αρχικά γίνεται ο υπολογισμός των ετησίων εσόδων τα οποία αποτελούνται από:

1. Τα έσοδα από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας
2. Την αμοιβή για την πράσινη ενέργειας
3. Την επιχορήγηση

Έτος	Πώληση ενέργειας (€)	Αμοιβή "πράσινης" ενέργειας (€)	Χορηγίες (€)	Συνολικά έσοδα (€)
0	0	0	680,000	680,000
1	5,833,152	2,296,320	0	8,129,472
2	5,978,981	2,296,320	0	8,275,301
3	6,128,455	2,296,320	0	8,424,775
4	6,281,667	2,296,320	0	8,577,987
5	6,438,708	2,296,320	0	8,735,028
6	6,599,676	2,296,320	0	8,895,996
7	6,764,668	0	0	6,764,668
8	6,933,785	0	0	6,933,785
9	7,107,129	0	0	7,107,129
10	7,284,808	0	0	7,284,808
11	7,466,928	0	0	7,466,928
12	7,653,601	0	0	7,653,601
13	7,844,941	0	0	7,844,941
14	8,041,064	0	0	8,041,064
15	8,242,091	0	0	8,242,091
16	8,448,143	0	0	8,448,143
17	8,659,347	0	0	8,659,347
18	8,875,831	0	0	8,875,831
19	9,097,726	0	0	9,097,726
20	9,325,170	0	0	9,325,170
21	9,558,299	0	0	9,558,299
22	9,797,256	0	0	9,797,256
23	10,042,188	0	0	10,042,188
24	10,293,242	0	0	10,293,242
25	10,550,573	0	0	10,550,573

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Στην συνέχεια γίνεται ο υπολογισμός των συνολικών ετησίων εξόδων

Τα ετήσια έξοδα αποτελούνται από:

- Το αρχικό κεφάλαιο
- Τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης

Στον παρακάτω πίνακα 3 παρουσιάζονται τα ετήσια έξοδα ενός αιολικού πάρκου

Έτος	Αρχικό κεφάλαιο (€)	Έξοδα λειτουργίας & συντήρησης (€)	Συνολικά έξοδα (€)
0	52,380,000	0	52,380,000
1	0	921,024	921,024
2	0	944,050	944,050
3	0	967,651	967,651
4	0	991,842	991,842
5	0	1,016,638	1,016,638
6	0	1,042,054	1,042,054
7	0	1,068,105	1,068,105
8	0	1,094,808	1,094,808
9	0	1,122,178	1,122,178
10	0	1,150,233	1,150,233
11	0	1,178,989	1,178,989
12	0	1,208,463	1,208,463
13	0	1,238,675	1,238,675
14	0	1,269,642	1,269,642
15	0	1,301,383	1,301,383
16	0	1,333,917	1,333,917
17	0	1,367,265	1,367,265
18	0	1,401,447	1,401,447
19	0	1,436,483	1,436,483
20	0	1,472,395	1,472,395
21	0	1,509,205	1,509,205
22	0	1,546,935	1,546,935
23	0	1,585,609	1,585,609
24	0	1,625,249	1,625,249
25	0	1,665,880	1,665,880

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Αφού υπολογίσαμε τα ετήσια έσοδα και τα ετήσια έξοδα μπορούμε να υπολογίσουμε τις ετήσιες ταμειακές ροές οι οποίες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 4

Έτος	Συνολικά έσοδα (€)	Συνολικά έξοδα (€)	Ταμειακή ροή (€)	Συσσωρευτική ταμειακή ροή (€)	Καθαρή παρούσα αξία (€)
0	680,000	52,380,000	-51,700,000	-51,700,000	-51,700,000
1	8,129,472	921,024	7,208,448	-44,491,552	6,613,255
2	8,275,301	944,050	7,331,251	-37,160,301	6,170,567
3	8,424,775	967,651	7,457,124	-29,703,176	5,758,268
4	8,577,987	991,842	7,586,145	-22,117,032	5,374,216
5	8,735,028	1,016,638	7,718,390	-14,398,642	5,016,424
6	8,895,996	1,042,054	7,853,942	-6,544,700	4,683,049
7	6,764,668	1,068,105	5,696,563	-848,137	3,116,215
8	6,933,785	1,094,808	5,838,977	4,990,840	2,930,385
9	7,107,129	1,122,178	5,984,951	10,975,791	2,755,638
10	7,284,808	1,150,233	6,134,575	17,110,365	2,591,311
11	7,466,928	1,178,989	6,287,939	23,398,304	2,436,783
12	7,653,601	1,208,463	6,445,138	29,843,442	2,291,470
13	7,844,941	1,238,675	6,606,266	36,449,708	2,154,823
14	8,041,064	1,269,642	6,771,423	43,221,131	2,026,324
15	8,242,091	1,301,383	6,940,708	50,161,839	1,905,488
16	8,448,143	1,333,917	7,114,226	57,276,065	1,791,858
17	8,659,347	1,367,265	7,292,082	64,568,147	1,685,004
18	8,875,831	1,401,447	7,474,384	72,042,530	1,584,523
19	9,097,726	1,436,483	7,661,243	79,703,774	1,490,033
20	9,325,170	1,472,395	7,852,774	87,556,548	1,401,178
21	9,558,299	1,509,205	8,049,094	95,605,642	1,317,621
22	9,797,256	1,546,935	8,250,321	103,855,963	1,239,047
23	10,042,188	1,585,609	8,456,579	112,312,542	1,165,159
24	10,293,242	1,625,249	8,667,994	120,980,535	1,095,677
25	10,550,573	1,665,880	8,884,693	129,865,229	1,030,339
				Σύνολο:	17,924,656

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

8.2. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ

Για να ερευνήσουμε την οικονομική βιωσιμότητα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος θα πρέπει να γίνουν δύο κατηγορίες οικονομικών αναλύσεων

Στόχος είναι να αποφασίσουμε αν θα χρησιμοποιήσουμε σύστημα ιχνηλασίας ή συλλέκτη με σταθερή κλίση, ποιοί συλλέκτες και ποιός αντιστροφέας είναι οι πιο οικονομικά αποδοτικοί και φυσικά να αποφασίσουμε αν η επένδυση αξίζει τον κόπο.

Το παρακάτω παράδειγμα θα μας βοηθήσει να καταλάβουμε την διαδικασία για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ένα φ/β σύστημα για μία οικία στο Boulder, Colorado, πρόκειται να σχεδιαστεί για να παράγει 4000 kWh/yr. Με δεδομένα τα παρακάτω κόστη, να αποφασίσετε αν θα χρησιμοποιηθεί συλλέκτης με σταθερή κλίση ίση με το γεωγραφικό πλάτος μείον 15° (L-15) ή σύστημα ιχνηλασίας ενός άξονα. Η απόδοση των φ/β είναι 12% και ο συντελεστής μετατροπής του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο ρεύμα είναι 0.75. Η ηλιακή ένταση στο Boulder για κλίση συλλέκτη L-15 είναι 5.4 kWh/m²-day και για σύστημα ιχνηλασίας ενός άξονα είναι 7.2 kWh/m²-day.

Στοιχείο	Κόστος
Φ/Β	\$4.20/W _{dc}
Αντιστροφέας	\$1.20/W
Ιχνηλασία	\$400 + \$100/m ²
Εγκατάσταση	\$3800

Λύση

Ιχνηλασία ενός άξονα

Η ονομαστική ισχύς συνεχούς ρεύματος σε πρότυπες συνθήκες δοκιμής του φ/β συλλέκτη θα είναι:

$$P_{dc(STC)} = \frac{4000 \text{ kWh/yr}}{0.75 \cdot (7.2 \text{ h/day}) \cdot (365 \text{ days/yr})} \Rightarrow P_{dc(STC)} = 2.03 \text{ kW}$$

οπότε το κόστος των φ/β θα είναι περίπου \$4.20/W x 2030 W = \$8524.

Ο αντιστροφέας θα κοστίζει \$1.20/W x 2030 W = \$2435.

Η επιφάνεια του συλλέκτη θα είναι:

$$A = \frac{P_{dc(STC)}}{(1 kW/m^2) \cdot n} = \frac{2.03 kW}{(1 kW/m^2) \cdot 0.12} \Rightarrow A = 16.9 m^2$$

Το επιπλέον κόστος του συστήματος ιχνηλασίας θα είναι $\$400 + \$100/m^2 \times 16.9 m^2 = \2091 .

Συλλέκτης με σταθερή κλίση

Η ονομαστική ισχύς συνεχούς ρεύματος σε πρότυπες συνθήκες δοκιμής του φ/β συλλέκτη θα είναι:

$$P_{dc(STC)} = \frac{4000 kWh/yr}{0.75 \cdot (5.4 h/day) \cdot (365 days/yr)} \Rightarrow P_{dc(STC)} = 2.71 kW$$

οπότε το κόστος των φ/β θα είναι περίπου $\$4.20/W \times 2710 W = \11365 .

Θα χρειαστεί μεγαλύτερος αντιστροφέας για να προσαρμοστεί με τη μεγαλύτερη ονομαστική ισχύ του φ/β συλλέκτη. Ο αντιστροφέας θα κοστίζει $\$1.20/W \times 2710 W = \3247 .

Σύγκριση των δύο συστημάτων

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η σύγκριση των δύο εναλλακτικών διαμορφώσεων.

Στοιχείο	Ιχνηλασία	Σταθερή κλίση
Φ/Β	\$8524	\$11365
Αντιστροφέας	\$2435	\$3247
Ιχνηλασία	\$2091	\$0
Εγκατάσταση	\$3800	\$3800
Σύνολο	\$16850	\$18412

Προκύπτει λοιπόν ότι το σύστημα με ιχνηλασία κοστίζει 16850 \$ ενώ το σύστημα με σταθερή κλίση κοστίζει 18412 \$,οπότε είναι προφανές ότι το σύστημα με ιχνηλασία πλεονεκτεί. Πρέπει όμως να αναφερθεί ότι μόνο μία πιο προσεκτική ανάλυση βασισμένη σε πραγματικά δεδομένα θα μπορούσε να επαληθεύσει το συμπέρασμα στο οποίο καταλήξαμε.

ΣΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΕΤΑΙ Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΠΩΛΗΣΗΣ ΤΗΣ ΚΙΛΟΒΑΤΟΡΑΣ

Έτος	Συστήματα σε οικιακές & εμπορικές στέγες ≤10 kWp (€/MWh)	Μήνας	Ηπειρωτικό δίκτυο (€/MWh)		Μη διασυνδεδεμένα νησιά (€/MWh)
			>100kWp	≤100kWp	Ανεξαρτήτως ισχύος (με εξαίρεση τα μικρά συστήματα έως 10 kWp σε κτίρια όπου ισχύουν ενιαίες τιμές για όλη τη χώρα)
2009	550	Φεβρουάριος	400	450	450
		Αύγουστος			
2010		Φεβρουάριος	392,04	441,05	441,05
		Αύγουστος			
2011	522,5	Φεβρουάριος	372,83	419,43	419,43
		Αύγουστος			
2012		Φεβρουάριος	333,81	375,53	375,53
		Αύγουστος			
2013	496,38	Φεβρουάριος	298,38	336,23	336,23
		Αύγουστος			
2014	471,56	Φεβρουάριος	268,94	302,56	302,56
		Αύγουστος			
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά μΟΤΣ _{ν-1} = Μέση Οριακή Τιμή Συστήματος κατά το προηγούμενο έτος ν-1	-5% ετησίως	1,3*μΟΤΣ _{ν-1}		1,4*μΟΤΣ _{ν-1}	1,4*μΟΤΣ _{ν-1}
Διάρκεια σύμβασης	25 έτη	20 έτη			
Οι τιμές που καθορίζονται στον ανωτέρω πίνακα αναπροσαρμόζονται κάθε έτος, κατά ποσοστό 25% του δείκτη τιμών καταναλωτή του προηγούμενου έτους					

(πηγή helapco.gr)

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Οι πιο σημαντικές εισοδοι στην οικονομική ανάλυση ενός φωτοβολταϊκού είναι το συνολικό αρχικό κόστος εγκατάστασης του συστήματος και η ποσότητα ενέργειας που παράγει κάθε χρόνο.

Με τον παρακάτω πίνακα γίνεται μια εκτενής ανάλυση για το παραπάνω παράδειγμα που παραθέσαμε ώστε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα βιωσιμότητας ή μη βιωσιμότητας ενός φωτοβολταϊκού συστήματος.

Παράμετρος	Ιχνηλασία	Σταθερή κλίση
Ενέργεια (kWh/yr)	4000	4000
Ηλιακή ένταση (kWh/m ² -day)	7.2	5.4
Συνολικό κόστος εγκατάστασης (\$)	16850	18412
$P_{dc(STC)}$ (W)	2029	2706
P_{ac} (W)	1522	2029
Συνολικό κόστος εγκατάστασης χωρίς EPF (\$/Wdc)	8.30	6.80
Συνολικό κόστος εγκατάστασης χωρίς EPF (\$/Wac)	11.07	9.07
Συνολικό κόστος εγκατάστασης με EPF (\$/Wdc)	6.23	
Συνολικό κόστος εγκατάστασης με EPF (\$/Wac)	8.30	

Όταν ένα φ/β σύστημα χρησιμοποιεί ιχνηλασία, πρέπει να συμπεριληφθεί ένας συντελεστής παραγωγής ενέργειας (EPF) προκειμένου να κάνει τους απλούς δείκτες \$/Wdc ή \$/Wac απευθείας συγκρίσιμους με τα συστήματα που έχουν συλλέκτη με σταθερή κλίση. Ο EPF είναι ουσιαστικά ο λόγος της ηλιακής έντασης του συστήματος με ιχνηλασία I_i προς την ηλιακή ένταση του συστήματος για συλλέκτη με σταθερή κλίση I_f :

$$EPF = \frac{I_i}{I_f}$$

Για το παράδειγμα μας καταλήγουμε στο αποτέλεσμα 1.333 σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο

Ακολουθώντας μπορεί με την παρακάτω σχέση να υπολογισθεί το κόστος εγκατάστασης του συστήματος με ιχνηλασία

$$(\$ / W)_i = \frac{(\$ / W)_f}{EPF}$$

Δηλαδή υπολογίζουμε το κόστος εγκατάστασης του συστήματος με ιχνηλασία μέσω του κόστους εγκατάστασης του συστήματος με συλλέκτη σταθερής κλίσης ($(\$ / W)_f$)

ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Ένας απλός τρόπος για να εκτιμηθεί το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα είναι να υποθέσουμε ότι λαμβάνουμε ένα

δάνειο για το σύστημα και έπειτα να χρησιμοποιήσουμε τις ετήσιες πληρωμές διαιρούμενες με την ετήσια παραγόμενη ενέργεια ώστε να προκύψει το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας σε \$/kWh.

Αν ένα χρηματικό ποσό P (σε \$) δανείζεται για μία περίοδο n (σε χρόνια) με ένα ετήσιο επιτόκιο, τότε οι ετήσιες πληρωμές A (σε \$/yr) του δανείου θα είναι:

$$A = P \cdot CRF(i, n)$$

όπου $CRF(i, n)$ είναι ο συντελεστής ανάκτησης κεφαλαίου που υπολογίζεται

$$CRF(i, n) = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Έτσι λοιπόν, το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας CE (\$/kWh) που παράγεται από το φ/β σύστημα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$CE = \frac{A}{E}$$

Μία σημαντική παράμετρος που θα πρέπει να συμπεριληφθεί στον υπολογισμό του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας είναι η επίδραση του πλεονεκτήματος στο φόρο εισοδήματος που σχετίζεται με ένα δάνειο για τεχνικές εργασίες στην κατοικία. Το επιτόκιο σε τέτοια δάνεια είναι φοροαπαλλασσόμενο και μόνο το προκύπτον καθαρό εισόδημα υπόκειται σε φόρο εισοδήματος. Κατά τη διάρκεια των πρώτων χρόνων ενός μακροπρόθεσμου δανείου, σχεδόν όλες οι ετήσιες πληρωμές θα είναι τόκοι, με πολύ μικρό τμήμα των πληρωμών να μειώνουν το κεφάλαιο του δανείου, ενώ το αντίθετο συμβαίνει προς το τέλος του δανείου. Αυτό σημαίνει ότι το πλεονέκτημα του ύψους της φοροαπαλλαγής μεταβάλλεται από χρόνο σε χρόνο. Για παράδειγμα, τον πρώτο χρόνο, το επιτόκιο αφορά ολόκληρο το ποσό του δανείου και η μείωση φόρου TR (\$) θα είναι:

$$TR = i \cdot P \cdot MTB$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Το συγκεκριμένο παράδειγμα είναι αντιπροσωπευτικό όλων όσων παρουσιάσαμε παραπάνω.

Ένα φ/β σύστημα 3 kWac προβλέπεται ότι θα παράγει 6000 kWh/yr σε μία οικία η οποία πληρώνει \$0.12/kWh για ηλεκτρική ενέργεια σε ηλεκτρική εταιρία. Το φ/β σύστημα, το οποίο κοστίζει \$27000, δικαιούται έκπτωση φόρου \$4.50/Wac. Αν το οφειλόμενο υπόλοιπο αποπληρώνεται με δάνειο διάρκειας 30 ετών και επιτοκίου 6% και ο ιδιοκτήτης ανήκει σε συντελεστή φορολογικής κλίμακας 37%, να υπολογιστεί το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας από το φ/β σύστημα για τον πρώτο χρόνο καθώς και το οικονομικό όφελος για τον πρώτο χρόνο. Αν η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας της ηλεκτρικής εταιρίας (κόστος ηλεκτρισμού) αυξάνει κατά 2% ετησίως, να υπολογιστεί το οικονομικό όφελος του ιδιοκτήτη φ/β για κάθε ένα από τα 30 χρόνια.

Το καθαρό κόστος του συστήματος έπειτα από την έκπτωση φόρου είναι:

$$P = \$27000 - (\$4.5/W) \cdot (3000W) \Rightarrow P = \$13500$$

Στο Παράδειγμα 3.29 υπολογίσαμε ότι ο συντελεστής ανάκτησης κεφαλαίου είναι 0.07265/yr, οπότε η ετήσια πληρωμή δανείου είναι:

$$A = P \cdot CRF(i, n) = (\$13500) \cdot (0.07265/yr) \Rightarrow A = \$980.78/yr$$

Από τη σχέση (3.99) έχουμε ότι τον πρώτο χρόνο η μείωση του φόρου είναι:

$$TR = i \cdot P \cdot MTB = 0.06 \cdot 13500 \cdot 0.37 \Rightarrow TR = \$299.70$$

Το καθαρό κόστος του φ/β συστήματος τον πρώτο χρόνο θα είναι:

$$NC = A - TR = \$980.78 - \$299.70 \Rightarrow NC = \$681.08$$

Το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας τον πρώτο χρόνο θα είναι:

$$CE = \frac{NC}{E} = \frac{\$681.08/yr}{6000 kWh/yr} \Rightarrow CE = \$0.1135/kWh$$

Το καθαρό οικονομικό όφελος του ιδιοκτήτη για τον πρώτο χρόνο θα είναι:

$$Benefit = (6000 kWh/yr) \cdot [(0.12 - 0.1135) \$/kWh] \Rightarrow Benefit = \$39/yr$$

ΕΤΗΣΙΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ ΤΟΥ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Έτος	Υπόλοιπο δανείου (\$)	Πληρωμή δανείου (\$)	Τόκος δανείου (\$)	Μείωση κεφαλαίου δανείου (\$)	Μείωση φόρου (\$)	Ετήσιο κόστος (\$)	Κόστος φ/β (€/kWh)	Κόστος ηλεκτρισμού (€/kWh)	Όφελος (\$/yr)
0	13500	981	810	171	300	681	11.4	12.0	39
1	13329	981	800	181	296	685	11.4	12.2	50
2	13148	981	789	192	292	689	11.5	12.5	60
3	12956	981	777	203	288	693	11.6	12.7	71
4	12753	981	765	216	283	698	11.6	13.0	82
5	12537	981	752	229	278	702	11.7	13.2	93
6	12309	981	739	242	273	708	11.8	13.5	103
7	12067	981	724	257	268	713	11.9	13.8	114
8	11810	981	709	272	262	719	12.0	14.1	125
9	11538	981	692	288	256	725	12.1	14.3	136
10	11249	981	675	306	250	731	12.2	14.6	147
11	10943	981	657	324	243	738	12.3	14.9	157
12	10619	981	637	344	236	745	12.4	15.2	168
13	10276	981	617	364	228	753	12.5	15.5	179
14	9911	981	595	386	220	761	12.7	15.8	189
15	9525	981	572	409	211	769	12.8	16.2	200
16	9116	981	547	434	202	778	13.0	16.5	210
17	8682	981	521	460	193	788	13.1	16.8	220
18	8223	981	493	487	183	798	13.3	17.1	230
19	7735	981	464	517	172	809	13.5	17.5	240
20	7218	981	433	548	160	821	13.7	17.8	249
21	6671	981	400	581	148	833	13.9	18.2	259
22	6090	981	365	615	135	846	14.1	18.6	268
23	5475	981	328	652	122	859	14.3	18.9	276
24	4823	981	289	691	107	874	14.6	19.3	284
25	4131	981	248	733	92	889	14.8	19.7	292
26	3398	981	204	777	75	905	15.1	20.1	300
27	2622	981	157	823	58	923	15.4	20.5	306
28	1798	981	108	873	40	941	15.7	20.9	313
29	925	981	56	925	21	960	16.0	21.3	318
30	0	0	0	0	0	0	0.0	21.7	1304

9. ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ-ΛΥΣΕΙΣ

(πηγή: ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ/ ΚΑΠΕ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ LIFE-ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ), ΤΡΑΠΕΖΑ ΠΕΙΡΑΙΩΣ/ΚΛΑΔΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΔΡ.ΑΘ.ΔΑΓΚΑΛΙΔΗΣ,

Οι τεχνολογίες που μπορούν να προσφέρουν λύσεις σε οικονομικά, περιβαλλοντικά και ενεργειακά προβλήματα αποτελούν το κυρίαρχο στοιχείο της μελλοντικής οικονομικής ανάπτυξης του κόσμου.

ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΑΠΛΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΕ ΘΕΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΔΟΚΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΑΛΛΑ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΙΔΙΟ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.

Τα οφέλη από την χρήση τους είναι πολλαπλά. Εκτός από τα σταθερά και μακροχρόνια κέρδη που προσφέρουν στους επενδυτές, μπορούν επιπλέον να παρέχουν και υψηλές ευκαιρίες για απασχόληση, όχι μόνο στις περιοχές όπου εγκαθίστανται ενισχύοντας την περιφερειακή ανάπτυξη, αλλά και στις βιομηχανίες και τα μεγάλα εργοστάσια όπου συναρμολογούνται και κατασκευάζονται, απασχολώντας χιλιάδες εργαζομένους.

Γι αυτά ακριβώς τα ελκυστικά κίνητρα που προσφέρουν οι σύγχρονες τεχνολογίες ΑΠΕ, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει επιδοθεί σε έναν αγώνα δρόμου προκειμένου να κερδίσει το στοίχημα του μέλλοντος αυξάνοντας το ποσοστό διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών στην τελική κατανάλωση ενέργειας.

Δεν πρέπει να παραβλέψουμε πως μέσα από την επίτευξη αυτού του στόχου θα υπάρξει σημαντική μείωση στα αέρια του θερμοκηπίου και κατά συνέπεια στα υψηλά κόστη που προκύπτουν από την περιβαλλοντική καταστροφή.

ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ διάφορα εμπόδια επιβραδύνουν την ανάπτυξη των τεχνολογιών ΑΠΕ. Εμπόδια που προέρχονται από διοικητικούς φορείς και γραφειοκρατικές διαδικασίες, χωρίς να ληφθεί ακόμη δράση εκ μέρους των κυβερνήσεων, του ιδιωτικού τομέα και των μεμονωμένων καταναλωτών ενέργειας. Δυστυχώς εμμένει στη χρήση συμβατικών καυσίμων με διαρκώς υψηλά πρόστιμα για τις υπερβάσεις στις εκλύσεις αερίων του θερμοκηπίου.

Απαιτούνται λοιπόν κάποιες ριζικές ανατροπές ώστε να προωθηθούν αυτές οι τεχνολογίες στην χώρα μας:

- **Σε θεσμικό επίπεδο**, δημιουργώντας ένα κέντρο συντονισμού της προσπάθειας, όπως ένα κατάλληλα δομημένο Υπουργείο Περιβάλλοντος θα περιορίζονταν τα προβλήματα συνεννόησης των αρμόδιων φορέων στα θέματα που αφορούν την προώθηση της ανανεώσιμης τεχνολογίας. Ταυτόχρονα μια θεσμικά ισχυρή τοπική αυτοδιοίκηση, που στηρίζεται στη αρχή της διαρκούς κοινωνικής λογοδοσίας και έχει πλήρη ενημέρωση πάνω σε θέματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ακρογωνιαίος λίθος αυτής της προσπάθειας. Στη συνέχεια το νομικό πλαίσιο που προσδιορίζει την εικόνα της αγοράς των ανανεώσιμων πηγών, είναι πλέον αναγκαίο να σταθεροποιηθεί χωρίς συνεχείς μεταβολές των νόμων και ασάφειες. Ενώ μπορεί να δώσει την ευκαιρία για μια πιο απελευθερωμένη αγορά, με καταναλωτές που θα μπορούν να επιλέγουν εναλλακτικά της ΔΕΗ την επιχείρηση από την οποία επιθυμούν να αγοράσουν ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια.
- **Σε οικονομικό επίπεδο** μπορεί να δοθεί έμφαση σε φορολογικές ελαφρύνσεις που διευκολύνουν τις επενδύσεις στην πράσινη τεχνολογία. Επιπλέον είναι

απαραίτητη η στήριξη μέσα από χαμηλά επιτόκια δανεισμού και επιβολή αντικειμενικά υψηλών προστίμων σε εκείνες τις επιχειρήσεις που επιβαρύνουν με τις δραστηριότητες τους το περιβάλλον. Έτσι θα γίνεται περισσότερο αισθητή η υπεροχή της ανανεώσιμης τεχνολογίας σε οικονομικό επίπεδο με διαμόρφωση καθαρότερων κανόνων ανταγωνισμού.

- **Σε κοινωνικό επίπεδο** η γνώση του πολίτη για τις νέες τεχνολογικές εφαρμογές από τις οποίες μπορεί να επωφεληθεί, ξεκινά από την διοχέτευση αυτής της γνώσης στα πανεπιστήμια και στα ερευνητικά κέντρα μέσω της αύξησης των απαραίτητων κονδυλίων για έρευνα και καινοτομία. Χωρίς γνώση για τις τεχνολογίες του μέλλοντος που μπορούν να λύσουν τα σοβαρότερα προβλήματα της ανθρωπότητας και να εκτοξεύσουν τις επιχειρηματικές δραστηριότητες είναι σαν να συμβιβάζομαστε με το σκοτάδι και με μια νέα μεσαιωνική εποχή.

ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΙΝΑΙ Η ΕΛΠΙΔΑ ΓΙΑ ΝΑ ΞΕΠΕΡΑΣΕΙ Η ΑΝΘΡΩΠΟΤΗΤΑ ΤΙΣ ΜΕΓΑΛΕΣ ΚΡΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΠΟΡΟΥΝ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥΣ ΝΑ ΦΩΤΙΣΟΥΝ ΕΝΑ ΚΑΛΥΤΕΡΟ ΜΕΛΛΟΝ.

Οι δύο μεγάλες προκλήσεις που αντιμετωπίζει σήμερα η ανθρωπότητα είναι η κλιματική αλλαγή και η ενεργειακή ασφάλεια.

Οι προκλήσεις της ενεργειακής ασφάλειας και της προστασίας του περιβάλλοντος εμφανίζονται σήμερα καθαρά ως δύο τεμνόμενοι κύκλοι. Ενεργειακή πολιτική χωρίς περιβαλλοντική ευαισθησία μπορεί να αποβεί εξαιρετικά επιζήμια για την κοινωνία. Και από την άλλη, πολιτική περιβαλλοντικής προστασίας που αγνοεί το ενεργειακό υπόβαθρο της οικονομικής ανάπτυξης είναι ατελής, ασθενής, και εν τέλει κινδυνεύει να ακυρωθεί στην πράξη.

- **Όσον αφορά στην κλιματική αλλαγή**, η επιτυχής αντιμετώπισή της απαιτεί πολιτικές που προωθούν την αειφόρο ανάπτυξη και εγγυώνται ένα βιώσιμο αύριο για τις επόμενες γενιές. Είναι προφανές και σήμερα το συνειδητοποιούμε ξεκάθαρα πως ότι βλάπτει το περιβάλλον, βλάπτει την οικονομία, την κοινωνία, την ίδια τη ζωή μας.
- **Όσον αφορά στην ενεργειακή ασφάλεια**, η επίτευξή της επιβάλλει αξιοποίηση της γεωστρατηγικής θέσης της κάθε χώρας, με ένταξή της στα μεγάλα διεθνή δίκτυα πετρελαίου, φυσικού αερίου και ηλεκτρισμού, μέσα από την προώθηση και την υλοποίηση διεθνών και διακρατικών συμφωνιών. Η γεωπολιτική της ενέργειας, προσδιορίζει σφαίρες επιρροής, χώρους ζωτικών συμφερόντων και δύναται να εξελιχθεί σε παράγοντα εντάσεων ή ειρήνης. Χώρες που παράγουν πετρέλαιο ή φυσικό αέριο έχουν πολυδιάστατη ισχύ. Την ίδια στιγμή, χώρες από τις οποίες διέρχονται αγωγοί αποκτούν σημαίνοντα ρόλο στη ροή της ενέργειας. Για αυτό και η ενεργειακή ισορροπία αποτελεί βασική παράμετρο της ειρήνης, της ασφάλειας και της σταθερότητας.

Η ΕΛΛΑΔΑ ήδη χαράσσει το ενεργειακό της μέλλον, μέσα από αναπτυξιακή πολιτική που εκμεταλλεύεται τη γεωστρατηγική θέση της χώρας, ενσωματώνοντας και την περιβαλλοντική διάσταση.

Πράγματι, η χώρα μας έχει ήδη πραγματοποιήσει μεγάλα βήματα προς τις δύο αυτές κατευθύνσεις. Με την υλοποίηση νέων διακρατικών συμφωνιών, τόσο για την προμήθεια όσο και για τη διέλευση φυσικού αερίου, εξασφαλίζει μακροχρόνια και αδιάλειπτη ροή, του πλέον δημοφιλούς και επαρκούς διεθνώς συμβατικού καύσιμου, του φυσικού αερίου. Με την υλοποίηση νέων διακρατικών συμφωνιών εξασφαλίζει την κατασκευή νέων δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας με τις γειτονικές της χώρες. Με πλούσιο νομοθετικό έργο, προωθεί τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την εξοικονόμηση ενέργειας σε όλες τις

ιδιωτικές και δημόσιες δραστηριότητες, αναπτύσσοντας ταυτόχρονα καμπάνιες ευαισθητοποίησης των πολιτών στα θέματα προστασίας περιβάλλοντος. Όλα τα παραπάνω βήματα της Ελλάδας, ταυτίζονται με τις νέες και συγκεκριμένες ενεργειακές κατευθύνσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με χρονικό ορίζοντα το 2020.

Οι ΑΠΕ και ιδιαίτερα η αιολική ενέργεια (λόγω ωρίμανσης) ίσως αποτελεί τη σημαντικότερη απάντηση στις προκλήσεις της παγκόσμιας οικονομικής , περιβαλλοντικής και ενεργειακής κρίσης διότι θα απαιτήσει τεράστιες επενδύσεις, θα περιορίσει τις κλιματικές αλλαγές και θα μειώσει την εξάρτηση από το πετρέλαιο ή τα λοιπά ορυκτά καύσιμα τα οποία αναμένεται να εξαντληθούν.

ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ :

Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια αξιόπιστη λύση στο πρόβλημα της ενεργειακής-τεχνολογικής εξάρτησης από το εξωτερικό, στον περιορισμό των εκπομπών ρίπων(που σύντομα θα κοστολογούνται) και στην αντιμετώπιση της οικονομικής κρίσης μέσω της εισαγωγής κεφαλαίων, της δημιουργίας εγχώριας προστιθέμενης αξίας και θέσεων απασχόλησης.

Λόγω του συγκριτικού πλεονεκτήματος της μεγαλύτερης ηλιοφάνειας στην Ευρώπη η Ελλάδα διαθέτει ένα ανεξάντλητο δυναμικό ηλιακής ενέργειας. Το δυναμικό αυτό σε συγκεκριμένο με τα πολλαπλά και πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών (μηδενική συντήρηση, μηδενικές απώλειες, πανεύκολος χειρισμός διασύνδεσης, κατανάλωση ακριβώς στον τόπο παραγωγής, πλήρης απεξάρτηση από τους ξένους κλπ.) θα μπορούσε, μετατρέπόμενο σε ηλεκτρική ενέργεια, να συνεισφέρει με πολλούς τρόπους, στην ουσιαστική οικονομική ανάπτυξη της χώρας μας, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα και ένα πεντακάθαρο περιβάλλον. Σε χώρες όπως η Ομοσπονδιακή Δημοκρατία της Γερμανίας, παρόλο που διαθέτουν τα δύο τρίτα ή και λιγότερο της ηλιοφάνειας που έχουμε στη χώρα μας, η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας άρχισε δραστήρια και κερδοφόρα με συγκεκριμένες δράσεις, ήδη από το 1990. 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 κτιρίου ή μικρού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής αναμένεται να κατακτήσουν ένα σημαντικό μερίδιο της ενεργειακής αγοράς στα χρόνια που έρχονται. Ένα επιπλέον κοινό αυτών των νέων τεχνολογιών είναι η φιλικότητά τους προς το περιβάλλον

Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας και της ηλιακής ενέργειας αντιμετωπίζει βέβαια τα προαναφερθέντα προβλήματα αλλά επιβάλλεται η υπέρβαση τους, διότι οι προοπτικές που διανοίγονται είναι τεράστιες.

Ο κλάδος παραγωγής ηλεκτρισμού από Α/Π είναι σχετικά νέος στη χώρα μας αλλά το επενδυτικό ενδιαφέρον είναι έντονο λόγω των υποχρεώσεων που έχει αναλάβει η χώρα μας για περιορισμό των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και των υψηλών ενισχύσεων που προβλέπονται για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Οι ενισχύσεις αυτές είναι επιβεβλημένες, διότι η αιολική ενέργεια παρά την πρόοδο των τελευταίων ετών και το εξαιρετικά ελπιδοφόρο μέλλον της, δεν είναι ακόμη πλήρως ανταγωνιστική των συμβατικών πηγών.

Παρά το ευνοϊκό περιβάλλον και το επενδυτικό ενδιαφέρον σοβαρών εταιριών από την Ελλάδα και το εξωτερικό (που είχαν σαν αποτέλεσμα η μέχρι σήμερα αιτηθείσα ισχύς Α/Π να υπερκαλύψει την απαιτούμενη για την επόμενη 10ετία), τα περισσότερα σχέδια Α/Π δεν υλοποιήθηκαν λόγω γραφειοκρατικών διαδικασιών, τοπικών αντιδράσεων ή προβλημάτων διασύνδεσης.

Οι επενδύσεις σε Αιολικά πάρκα είναι σχεδόν μηδενικού κινδύνου, λόγω της σχετικά σταθερής ετήσιας απόδοσης τους, των χαμηλών εξόδων λειτουργίας τους, της υψηλής τιμής αγοράς από τη ΔΕΗ(ή τη ΔΕΣΜΗΕ) και της εξασφαλισμένης διάθεσης της παραγωγής για μια 20ετία. Η οικονομική απόδοση των επενδύσεων είναι ικανοποιητική και

εξαρτάται κυρίως από τις ανεμολογικές συνθήκες της περιοχής, τις ισχύουσες τιμές αγοράς, το κόστος διασύνδεσης καθώς και τις οικονομίες κλίμακας (μέγεθος του Α/Π και ισχύς του Α/Γ).

Οι προοπτικές ανάπτυξης του κλάδου είναι πολύ θετικές λόγω κυρίως των υψηλών στόχων που έθεσε το Πρόγραμμα ΑΠΕ και των γενναιόδωρων τιμών αγοράς. Θετική επίδραση αναμένεται να έχει τις επόμενες δεκαετίες η τεχνολογική ανάπτυξη που θα επιτρέψει τη αύξηση των αποδόσεων και τη μείωση του κόστους των αιολικών συστημάτων, καθώς και αύξηση του κόστους των συμβατικών πηγών ενέργειας.

Τα σημαντικότερα προβλήματα, που ενδεχομένως θα περιορίσουν τις αναπτυξιακές προοπτικές , σχετίζονται με τις ανεπάρκειες του κρατικού μηχανισμού, τις αντιδράσεις των τοπικών κοινωνιών, το υψηλό κόστος παραγωγής ηλεκτρισμού, τον ασθενή βιομηχανικό ιστό της χώρας μας και την υπερκάλυψη των στόχων σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο.

Η επιτυχία του φιλόδοξου αλλά και δαπανηρού αιολικού προγράμματος της χώρας μας, θα κριθεί όχι τόσο από την επίτευξη των στόχων διείσδυσης των Α/Π, όσο κυρίως από την ικανότητα της εγχώριας βιομηχανίας να ανταποκριθεί δημιουργώντας πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα για το σύνολο της οικονομίας . Αυτό όμως προϋποθέτει συντεταγμένη προσπάθεια που θα επιτρέψει τη δημιουργία ισχυρής τεχνολογικής και παραγωγικής υποδομής, ώστε ο εκκολαπτόμενος κλάδος παραγωγής αιολικού εξοπλισμού να γίνει διεθνώς ανταγωνιστικός.

10. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

10.1. ΘΕΣΜΙΚΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

10.1.1. Η ΡΑΕ

Η ΡΑΕ είναι η ανεξάρτητη διοικητική αρχή (ελέγχεται μόνο από τον Υπουργό Ανάπτυξης) που έχει ως σκοπό να ελέγχει την λειτουργία της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Η ΡΑΕ γνωμοδοτεί για την χορήγηση αδειών για δραστηριότητες στον χώρο της Ηλεκτρικής Ενέργειας, για τις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας, τον τρόπο λειτουργίας της αγοράς και γενικότερα έχει ουσιαστικό ρόλο στην δημιουργία μιας υγιούς και ελεύθερης αγοράς με σκοπό την παροχή των βέλτιστων υπηρεσιών στον τελικό αποδέκτη που είναι ο καταναλωτής.

Η σύσταση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας επιβλήθηκε ουσιαστικά από την ανάγκη εναρμόνισης της Ελληνικής νομοθεσίας με την Κοινοτική Οδηγία 96/92ΕΚ (Σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας) και συστήθηκε με τον νόμο Ν.2773/22-12-99 (Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας - Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις).

10.1.2. Ο ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε

Ο Διαχειριστής του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας είναι Ανώνυμη Εταιρεία της οποίας η ύπαρξη υποδείχθηκε επίσης με τον νόμο Ν.2773/22-12-99 και συστήθηκε με το ΠΔ328/2000. Ασκεί δύο βασικές δραστηριότητες.

Η πρώτη είναι να φροντίζει ώστε να διατηρείτε σταθερή η ισορροπία παραγωγής - κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τρόπο όσο το δυνατόν οικονομικά αποδοτικότερο, αξιόπιστο, ασφαλή και ποιοτικά αποδεκτό. Ο άλλος είναι να λειτουργεί ως ένα είδος χρηματιστηρίου που υπολογίζει κάθε μέρα, σε επίπεδο διμερών συναλλακτικών σχέσεων (παραγωγός/προμηθευτής - πελάτης) ποιος οφείλει σε ποιόν. Ανήκει κατά 51% στο Ελληνικό Δημόσιο και κατά 49% στις Ελληνικές εταιρείες παραγωγής ενέργειας

10.1.3. Η ΔΕΗ Α.Ε

Η ΔΕΗ είναι ο συντριπτικά μεγαλύτερος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας στην χώρα και ο ρόλος της στο πεδίο ήταν καταλυτικός στα 50 χρόνια της ύπαρξης της. Με τις νομοθετικές ρυθμίσεις των τελευταίων ετών και την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας έγινε ανώνυμος εταιρεία με το ΠΔ333/2000. Οι κύριοι σκοποί της εταιρείας σύμφωνα με το καταστατικό της είναι:

- ❖ Η άσκηση εμπορικής και βιομηχανικής δραστηριότητας στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα και στο εξωτερικό.
- ❖ Η μελέτη, η επίβλεψη, η κατασκευή, η εκμετάλλευση, η συντήρηση και η λειτουργία εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπως και δικτύων μεταφοράς και διανομής.
- ❖ Η προμήθεια καθώς και η πώληση ηλεκτρικής ενέργειας.
- ❖ Η εξόρυξη, η παραγωγή και η προμήθεια ενεργειακών πρώτων υλών και γενικότερα η δραστηριοποίηση στον ευρύτερο τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας με την μορφή συνεργασιών, επενδύσεων κλπ.

Από την 1.1.2001 λειτουργεί ως ανώνυμη εταιρία ενώ από τις 12.12.2001 έχει εισαχθεί στα Χρηματιστήρια Αξιών Αθηνών και Λονδίνου.

Κατέχει περίπου το 96% της εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος στην Ελλάδα (12.695 MW) η οποία προέρχεται από λιγνιτικές, υδροηλεκτρικές, πετρελαϊκές

μονάδες, μονάδες φυσικού αερίου καθώς και από αιολικά και ηλιακά πάρκα. Παράγει από λιγνίτη το 61% περίπου της ηλεκτρικής της παραγωγής (2ος μεγαλύτερος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση).

Έχει στην ιδιοκτησία της το εθνικό σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας μήκους 11.400 χλμ. καθώς και το δίκτυο διανομής συνολικού μήκους 208.000 χλμ. Είναι η μοναδική εταιρία διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, την οποία παρέχει σε 7,1 εκατομμύρια πελάτες μέσω ενός δικτύου των 277 καταστημάτων.

10.2. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟ ΑΠΕ & ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ

(πηγές desmie.gr , investinggreece.gov.gr ,ypeca.gr ,rae.gr ,dei.gr)

10.2.1. ΓΕΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΧΕΤΙΚΗ ΜΕ ΑΠΕ

N.3851/10 (ΦΕΚ Α' 85/4-6-10): «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.».

N.3734/09 (ΦΕΚ Α' 8/28-1-09): «Προώθηση της συμπαραγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας, ρύθμιση ζητημάτων σχετικών με το Υδροηλεκτρικό Έργο Μεσοχώρας και άλλες διατάξεις».

N.3468/06 (ΦΕΚ Α' 129/27-6-06): «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις».

N. 2941/01 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 201/12-09-01): «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. «ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ» και άλλες διατάξεις.».

N. 2244/94 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 168/07-10-94): «Ρύθμιση θεμάτων Ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις».

N. 2773/99 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 286/22-12-99): «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας-Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις».

N. 2647/98 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 237/22-10-98): «Μεταβίβαση αρμοδιοτήτων στις περιφέρειες και την αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις».

Υ.Α. ΣΕ 2708/17-12-87 ΥΒΕΤ (Τεύχος ΦΕΚ Β' 761): «Δικαιολογητικά που απαιτούνται για την έκδοση αδειών ίδρυσης, εγκατάστασης και λειτουργίας των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής»

Η απόφαση αυτή τροποποιήθηκε από τις :

Υ.Α. Δ6/Φ1/ΟΙΚ12230/3.8.99 ΥΠΑΝ (Τεύχος ΦΕΚ Β' 1560/04-08-99): «Τροποποίηση διαδικασίας έκδοσης αδειών εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ μη εγγυημένης ισχύος στα ηλεκτρικά συστήματα Κρήτης, Ρόδου και Κω της ΔΕΗ και λοιπές ρυθμίσεις»

Υ.Α. 8860/11.5.1998 ΥΠΑΝ:«Τροποποίηση διατάξεων της απόφασης του Υπουργού ΒΕΤ 8295/19.4.1995»

Υ.Α. Δ6/Φ1/51298/2.8.1996 ΥΠΑΝ (Τεύχος ΦΕΚ Β 766/28.08.1996):«Τροποποίηση και αντικατάσταση διατάξεων καθώς και διόρθωση παροραμάτων της απόφασης του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας με αριθ. πρωτ. Δ6/Φ1/ΟΙΚ.8295/19.4.1995».

Υ.Α. Δ6/Φ1/ΟΙΚ.8295/19.4.1995 ΥΒΕΤ (Τεύχος ΦΕΚ Β 385/10.5.1995):

«Α. Διαδικασίες και δικαιολογητικά που απαιτούνται για την έκδοση των αδειών

εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, τα καταβλητέα παράβολα καθώς και κάθε άλλη αναγκαία λεπτομέρεια.

Β. Καθορισμός γενικών τεχνικών και οικονομικών όρων των συμβάσεων μεταξύ παραγωγών και ΔΕΗ, λεπτομέρειες διαμόρφωσης των τιμολογίων καθώς και όροι διασύνδεσης»

Υ.Α. Δ6/Φ1/ΟΙΚ.13129/2.8.96 ΥΠ.ΑΝ (Τεύχος ΦΕΚ Β 766/28.8.1996): «Προσδιορισμός παραβάσεων και καθορισμός διαδικασίας επιβολής σχετικών κυρώσεων σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής»

10.2.2. ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ

Ν. 1739/1987 (Τεύχος ΦΕΚ Α 201/20-11-1987): «Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις»

Π.Δ. 256/1989 (Τεύχος ΦΕΚ Α 121/11.5.89) «Άδεια χρήσης νερού»

Υ.Α. Φ16/5813/17.5.89 ΥΒΕΤ (Τεύχος ΦΕΚ Β 383/24.5.89): «Άδεια εκτέλεσης έργου αξιοποίησης υδατικών πόρων από νομικά πρόσωπα ιδιωτικού δικαίου, που δεν περιλαμβάνονται στον Δημόσιο τομέα και από φυσικά πρόσωπα»

Υ.Α. 12160/30.7.1999 ΥΠΑΝ (Τεύχος ΦΕΚ Β 1552/3.8.99): «Διαδικασία επιλογής υποψηφίων ηλεκτροπαραγωγών για έκδοση αδειών εγκατάστασης μικρών υδροηλεκτρικών έργων με τη βέλτιστη αξιοποίηση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού της χώρας»

10.2.3. ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Π.Δ. 126/1986 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 44/17-04-86) «Διαδικασία παραχώρησης της εκμετάλλευσης, συντήρησης και βελτίωσης των δασών που ανήκουν στο Δημόσιο και στα νομικά πρόσωπα του Δημοσίου τομέα στους δασικούς συνεταιρισμούς».

10.2.4. ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ

Ν. 1475/84 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 131/11-09-1984): "Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού»

Υ.Α. Δ9-8/Φ261/31928/21-12-93 (Τεύχος ΦΕΚ Β' 958/31.12.1993) «Καθορισμός μισθώματος γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας για άμεση χρήση βάσει του καταναλισκόμενου θερμοενεργειακού δυναμικού του γεωθερμικού ρευστού».

10.2.5. ΑΛΛΟΙ ΣΧΕΤΙΚΟΙ ΝΟΜΟΙ

Ν. 2503/97: «Διοίκηση –οργάνωση στελέχωση της Περιφέρειας, ρύθμιση θεμάτων για την Τοπική Αυτοδιοίκηση»

Ν. 1558/85 (Τεύχος ΦΕΚ 381/Α/26.7.1985): « Κυβέρνηση και κυβερνητικά όργανα»

Π.Δ. 27/1996 «Συγχώνευση των Υπουργείων Τουρισμού, Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας και Εμπορίου στο Υπουργείο Ανάπτυξης»

Ν.3851/10 (ΦΕΚ Α' 85/4-6-10): «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής».

Ν.3734/09 (ΦΕΚ Α' 8/28-1-09): «Προώθηση της συμπαραγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας, ρύθμιση ζητημάτων σχετικών με το Υδροηλεκτρικό Έργο Μεσοχώρας και άλλες διατάξεις».

Ν.3468/06 (ΦΕΚ Α' 129/27-6-06): «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις».

Ν. 2941/01 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 201/12-09-01): «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. «ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ» και άλλες διατάξεις».

Ν. 2244/94 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 168/07-10-94): «Ρύθμιση θεμάτων Ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις».

Το θεσμικό πλαίσιο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ) στην Ελλάδα καθορίζεται από το νόμο 2244/94. Ο νόμος αυτός άλλαξε σημαντικά το τοπίο επιχειρώντας να δώσει ισχυρά οικονομικά κίνητρα για την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα με την προσέλκυση ιδιωτικών κεφαλαίων. Η βασική κατεύθυνση του ν. 2244/94 εναρμονίζεται με τα μέτρα και τις διατάξεις που ισχύουν σχεδόν σε όλες τις χώρες της Ε.Ε. με σκοπό την αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο.

Τα κύρια σημεία του ν. 2244/94 μπορούν να συνοψισθούν στα παρακάτω:

- Επιτρέπεται η παραγωγή και διάθεση ηλεκτρικής ενέργειας από ανεξάρτητους παραγωγούς (ΑΠ) εφ' όσον χρησιμοποιούνται ΑΠΕ.
- Επιβάλλεται στη ΔΕΗ η υποχρέωση να αγοράζει την ενέργεια που παράγεται από ανεξάρτητους παραγωγούς.
- Προσφέρονται ιδιαίτερα ελκυστικές και σχετικά σταθερές τιμές στους ΑΠ από ΑΠΕ που συνδέονται με τα τιμολόγια των καταναλωτών.

- Παρέχεται σταθερό επιχειρησιακό περιβάλλον με τη σύναψη μακροχρόνιων (10ετών) συμβολαίων αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Ν. 2773/99 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 286/22-12-99): «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας-Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις».

Ο νόμος αυτός καθορίζει το βασικό πλαίσιο ρύθμισης της απελευθερωμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας που θα αρχίσει να ισχύει από τον Φεβρουάριο του 2001 σύμφωνα με την Οδηγία 96/92 της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ο νόμος αυτός προβλέπει:

- ❖ Την σύσταση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ) ως ανεξάρτητης και αυτοτελούς διοικητικής αρχής που εποπτεύεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης και τις αρμοδιότητές της.
- ❖ Την σύσταση του Διαχειριστή του Ηλεκτρικού Συστήματος που θα εποπτεύεται από την ΡΑΕ
- ❖ Την απελευθέρωση της παραγωγής και εκμετάλλευσης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ, Συμπαράγωγή αλλά και από συμβατικά καύσιμα
- ❖ Την μετατροπή της ΔΕΗ σε Ανώνυμη Εταιρεία.

Ν. 2647/98 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 237/22-10/98): «Μεταβίβαση αρμοδιοτήτων στις περιφέρειες και την αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις».

Με το νόμο αυτό ορίζονται οι αρμοδιότητες που μεταβιβάζονται από την Κεντρική Διοίκηση στις Περιφέρειες και την Αυτοδιοίκηση.

Οι σχετικές με την παραγωγή ενέργειας αρμοδιότητες του Υπουργού Ανάπτυξης που μεταβιβάζονται στις Περιφέρειες περιλαμβάνουν:

- ❖ Χορήγηση άδειας εγκατάστασης, λειτουργίας και επέκτασης ή ανανέωσης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ.
- ❖ Χορήγηση άδειας χρήσης νερού σε περιπτώσεις μικρών υδροηλεκτρικών έργων καθώς και χορήγηση ενιαίας άδειας χρήσης νερού και εκτέλεσης έργου αξιοποίησης υδατικών πόρων.
- ❖ Εκμίσθωση γεωθερμικού πεδίου χαμηλής ενθαλπίας.
- ❖ Επιβολή κυρώσεων σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.

Υ.Α. ΣΕ 2708/17-12-87 ΥΒΕΤ (Τεύχος ΦΕΚ Β' 761): «Δικαιολογητικά που απαιτούνται για την έκδοση αδειών ίδρυσης, εγκατάστασης και λειτουργίας των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής».

Υ.Α. Δ6/Φ1/ΟΙΚ12230/3.8.99 ΥΠΑΝ (Τεύχος ΦΕΚ Β' 1560/04-08-99): «Τροποποίηση διαδικασίας έκδοσης αδειών εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ μη εγγυημένης ισχύος στα ηλεκτρικά συστήματα Κρήτης, Ρόδου και Κω της ΔΕΗ και λοιπές ρυθμίσεις».

Με αυτή την Υ.Α. ορίζεται το χρονικό διάστημα ισχύος των αδειών εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ καθώς και το χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης έργων προκειμένου να εγκριθεί παράταση του διαστήματος αυτού.

Υ.Α. 8860/11.5.1998 ΥΠΑΝ: «Τροποποίηση διατάξεων της απόφασης του Υπουργού ΒΕΤ 8295/19.4.1995».

Υ.Α. Δ6/Φ1/51298/2.8.1996 ΥΠΑΝ: «Τροποποίηση και αντικατάσταση διατάξεων καθώς και διόρθωση παροραμάτων της απόφασης του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας με αριθ. πρωτ. Δ6/Φ1/ΟΙΚ.8295/19.4.1995».

Υ.Α. Δ6/Φ1/ΟΙΚ.8295/19.4.1995 ΥΒΕΤ (Τεύχος ΦΕΚ Β 385/10.5.1995):

«Α. Διαδικασίες και δικαιολογητικά που απαιτούνται για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, τα καταβλητέα παράβολα καθώς και κάθε άλλη αναγκαία λεπτομέρεια.

Β. Καθορισμός γενικών τεχνικών και οικονομικών όρων των συμβάσεων μεταξύ παραγωγών και ΔΕΗ, λεπτομέρειες διαμόρφωσης των τιμολογίων καθώς και όροι διασύνδεσης».

Υ.Α. Δ6/Φ1/ΟΙΚ.13129/2.8.96 ΥΠ.ΑΝ (Τεύχος ΦΕΚ Β 766/28.8.1996): «Προσδιορισμός παραβάσεων και καθορισμός διαδικασίας επιβολής σχετικών κυρώσεων σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής».

Οι διατάξεις αυτής τη Υ.Α. καθορίζουν τη διαδικασία επιβολής κυρώσεων σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής για παραβάσεις διατάξεων του Ν. 2294/94.

Ως παραβάσεις που επισύρουν κυρώσεις θεωρούνται οι εξής:

- ❖ Εγκατάσταση ή λειτουργία σταθμού ηλεκτροπαραγωγής χωρίς προηγούμενη άδεια του Υπουργού Ανάπτυξης
 - ❖ Παράβαση των όρων και περιορισμών της άδειας εγκατάστασης ή λειτουργίας του σταθμού.
 - ❖ Παράληψη ανανέωσης της άδειας λειτουργίας.
-

Ν. 1739/1987 (Τεύχος ΦΕΚ Α 201/20-11-1987): «Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις».

Με το νόμο αυτό ορίζονται οι έννοιες των υδατικών πόρων, τα μέτρα και οι δραστηριότητες διαχείρισης τους, τα υδατικά διαμερίσματα και τα υδατικά ισοζύγια, καθώς και οι αρμόδιες αρχές κατά κατηγορία χρήσης των υδατικών πόρων.

Ο νόμος αυτός προβλέπει τη διαδικασία προγραμματισμού ανάπτυξης υδατικών πόρων, βασικές διατάξεις έρευνας και έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων, χρήσης νερού καθώς και διατήρησης και προστασίας υδατικών πόρων.

Π.Δ. 256/1989 (Τεύχος ΦΕΚ Α 121/11.5..89) «Άδεια χρήσης νερού».

Υ.Α. Φ16/5813/17.5.89 ΥΒΕΤ (Τεύχος ΦΕΚ Β 383/24.5.89): «Άδεια εκτέλεσης έργου αξιοποίησης υδατικών πόρων από νομικά πρόσωπα ιδιωτικού δικαίου, που δεν περιλαμβάνονται στον Δημόσιο τομέα και από φυσικά πρόσωπα».

Υ.Α. 12160/30.7.1999 ΥΠΑΝ (Τεύχος ΦΕΚ Β 1552/3.8.99): «Διαδικασία επιλογής υποψηφίων ηλεκτροπαραγωγών για έκδοση αδειών εγκατάστασης μικρών υδροηλεκτρικών έργων με τη βέλτιστη αξιοποίηση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού της χώρας».

Στην απόφαση αυτή:

- ❖ προβλεπονται οι απαιτήσεις των τεχνικών προμελετών υδροηλεκτρικών έργων ανεξάρτητων παραγωγών και αυτοπαραγωγών, σύμφωνα με τον Ν.2244/94.
- ❖ ορίζεται διαδικασία αξιολόγησης των επενδυτικών σχεδίων σύμφωνα με τη βέλτιστη αξιοποίηση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού της χώρας, για υδροηλεκτρικούς σταθμούς εγκατεστημένης ισχύος έως 10 MW.

Π.Δ. 126/1986 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 44/17-04-86)«Διαδικασία παραχώρησης της εκμετάλλευσης, συντήρησης και βελτίωσης των δασών που ανήκουν στο Δημόσιο και στα νομικά πρόσωπα του Δημοσίου τομέα στους δασικούς συνεταιρισμούς».

Το Π.Δ. 126 περιλαμβάνει διατάξεις σχετικές με:

- ❖ το σχέδιο εκμετάλλευσης, συντήρησης και βελτίωσης δασών στους δασικούς συνεταιρισμούς
- ❖ αίτηση παραχώρησης, εκμετάλλευσης, συντήρησης και βελτίωσης δασών στους δασικούς συνεταιρισμούς
- ❖ την παραχώρηση των ανωτέρω δικαιωμάτων, τη διάρκεια αυτής καθώς και τις απαιτούμενες εγγυήσεις που πρέπει να πληρούνται
- ❖ την καταμέτρηση των παραχθέντων δασικών προϊόντων

και άλλες σχετικές διατάξεις.

Ν. 1475/84 (Τεύχος ΦΕΚ Α'/11-09-1984): «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού».

Με το νόμο αυτό ορίζονται οι έννοιες του γεωθερμικού δυναμικού, γεωθερμικής ενέργειας και θερμών νερών που εμπίπτουν στις διατάξεις του καθώς και οι έννοιες των προϊόντων, υποπροϊόντων και παραπροϊόντων εκμετάλλευσης του γεωθερμικού δυναμικού.

Ο Ν. 1475 περιέχει βασικές διατάξεις σχετικά με τα δικαιώματα αναζήτησης, έρευνας και εκμετάλλευσης του γεωθερμικού δυναμικού καθώς και εκμίσθωσης γεωθερμικών πηγών.

Υ.Α. Δ9-8/Φ261/31928/21-12-93 (Τεύχος ΦΕΚ Β' 958/31.12.1993): «Καθορισμός μισθώματος γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας για άμεση χρήση βάσει του καταναλισκόμενου θερμοενεργειακού δυναμικού του γεωθερμικού ρευστού».

Ν. 2503/97: «Διοίκηση–οργάνωση στελέχωση της Περιφέρειας, ρύθμιση θεμάτων για την Τοπική Αυτοδιοίκηση».

Π.Δ. 27/1996 (Τεύχος ΦΕΚ 19/Α/1-2-1996): «Συγχώνευση των Υπουργείων Τουρισμού, Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας και Εμπορίου στο Υπουργείο Ανάπτυξης».

10.2.6. ΑΔΕΙΟΔΟΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ & ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΑΠΕ

10.2.6.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

Τον Ιανουάριο του 2009, με τον Ν.3734 (ΦΕΚ.Α'8): α) εναρμονίζεται η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2004/8/ΕΚ για την προώθηση της Συμπαγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά και συμπληρώνεται το σχετικό νομικό πλαίσιο και, β) αναπροσαρμόζονται τα τιμολόγια απορρόφησης της ενέργειας που παράγεται από Φωτοβολταϊκούς σταθμούς. Τον Ιούνιο του 2009, με Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ Β'1079) που εκδόθηκε κατ' εξουσιοδότηση του Ν.3468 όπως αυτός τροποποιήθηκε με τον Ν.3734, καταρτίζεται ειδικό πρόγραμμα ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών και ανοίγει ο δρόμος για την εγκατάσταση μικρών συστημάτων πάνω σε κτίρια.

Τον Ιούνιο του 2010, με τον Ν.3851 (ΦΕΚ.Α'85) γίνεται προσπάθεια περαιτέρω απλούστευσης και συντόμευσης της διαδικασίας αδειοδότησης νέων έργων ΑΠΕ με τον παραλληλισμό ορισμένων χρονοβόρων επιμέρους βημάτων και την κατάργηση άλλων. Ιδιαίτερη σημασία στο πλαίσιο αυτό έχει το γεγονός ότι δεν απαιτείται πλέον Άδεια Παραγωγής, Εξαίρεση από την ΡΑΕ ή άλλη σχετική διαπιστωτική πράξη για Φωτοβολταϊκούς και Ηλιοθερμικούς σταθμούς ισχύος ως και 1 MW. Επιπλέον, με τον Ν.3851 και την κατ' εξουσιοδότησή του Απόφαση της Υπουργού Ανάπτυξης Α.Υ./Φ1/οικ.19598 (ΦΕΚ Β'1630/11.10.2010), καθορίστηκαν εθνικοί στόχοι για την διείσδυση των ΑΠΕ ως το 2020 (αναθεωρήσιμοι ανά διετία):

α) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20%.

β) Συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 40%. Η επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος ανά τεχνολογία και κατηγορία παραγωγού φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

Κατηγορία	2014 (MW)	2020 (MW)
Υδροηλεκτρικά	3700	4650
Μικρά (0 – 15 MW)	300	350
Μεγάλα (> 15 MW)	3400	4300
Φωτοβολταϊκά	1500	2200
Εγκαταστάσεις από επαγγελματίες αγρότες της περίπτωσης (β) της §6 του αρθ.15 του Ν.3851	500	750
Λοιπές Εγκαταστάσεις	1000	1450
Ηλιοθερμικά	120	250
Αιολικά (περιλαμβανομένων των θαλασσίων)	4000	7500
Βιομάζα	00	350

γ) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη σε ποσοστό τουλάχιστον 20%. δ) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές σε ποσοστό τουλάχιστον 10%.

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία :

Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) νοούνται (Ν.3468/2006, αρθ.2, §§2, 19-22) οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η ενέργεια κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η βιομάζα, τα αέρια που εκλύονται από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, τα βιοαέρια, η γεωθερμική ενέργεια και η υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς.

Ως Συμπαγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας και Θερμότητας (Σ.Η.Θ.) νοείται (Ν.3734/2009, αρθ.3, §1) η ταυτόχρονη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ή και μηχανικής ενέργειας στο πλαίσιο μιας μόνο διαδικασίας. Ως Συμπαγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.) ορίζεται η συμπαγωγή που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 10%, σε σχέση με τη θερμική και ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στο πλαίσιο διακριτών διαδικασιών, καθώς και η παραγωγή από Μονάδες Συμπαγωγής Μικρής και Πολύ Μικρής Κλίμακας που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, ανεξάρτητα από το ποσοστό της εξοικονόμησης.

Αυτόνομος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ λέγεται ο παραγωγός που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ και του οποίου ο σταθμός δεν είναι συνδεδεμένος με το Σύστημα ή σε Δίκτυο.

Αυτοπαραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. λέγεται ο παραγωγός που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από μονάδες Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. κυρίως για δική του χρήση και διοχετεύει τυχόν πλεόνασμα της ενέργειας αυτής στο Σύστημα ή στο Δίκτυο

10.2.6.2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ

(ΠΗΓΗ DESMIE.GR)

Για την κατασκευή και την λειτουργία ενός σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, απαιτείται η έκδοση ή υπογραφή σχετικών αδειών και συμβάσεων. Αυτές χορηγούνται από τους αρμόδιους κατά περίπτωση φορείς κατόπιν αιτήσεως που συνοδεύεται από τα απαραίτητα δικαιολογητικά και μελέτες. Γενικά, τα βήματα που χρειάζεται να γίνουν είναι τα εξής:

Έκδοση Άδειας Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΡΑΕ).

Ταυτόχρονα (παραλληλισμός διαδικασιών) αιτήσεις για:

Διατύπωση Προσφοράς Σύνδεσης του σταθμού παραγωγής στο Σύστημα ή σε Δίκτυο (αρμόδιος Διαχειριστής – ΔΕΗ ή ΔΕΣΜΗΕ).

Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) ή Απαλλαγή από Ε.Π.Ο. (Περιφέρεια).

Άδεια Επέμβασης σε δάσος ή δασική έκταση, εφόσον απαιτείται, ή γενικά των αναγκαίων αδειών για την απόκτηση του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου (Περιφέρεια).

Ταυτόχρονα (παραλληλισμός διαδικασιών) ενέργειες για:

Έκδοση Άδειας Εγκατάστασης (με ενσωματωμένη Ενιαία Άδεια Χρήσης Νερού και Εκτέλεσης

Έργων όταν πρόκειται για Μικρό Υδροηλεκτρικό Σταθμό) (Περιφέρεια).

Έκδοση Οικοδομικών Αδειών (όπου απαιτείται εκτέλεση δομικών έργων) ή άλλων αδειών και εγκρίσεων που τυχόν απαιτούνται και μπορούν να εκδοθούν χωρίς να υπάρχει ακόμα η Άδεια Εγκατάστασης (Πολεοδομία ή αρμόδια κατά περίπτωση αρχή).

Υπογραφή Σύμβασης Σύνδεσης στο Σύστημα ή σε Δίκτυο (αρμόδιος Διαχειριστής – ΔΕΗ ή ΔΕΣΜΗΕ).

Υπογραφή Σύμβασης Αγοραπωλησίας Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ)

Δοκιμαστική Περίοδος και έκδοση Άδειας Λειτουργίας (Περιφέρεια).

Όπως φαίνεται από τον σχετικό «Πίνακα Αδειών και Εγκρίσεων Έργων ΑΠΕ», η διαδικασία αυτή διαφοροποιείται ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ του σταθμού παραγωγής, την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία και τον τόπο εγκατάστασης.

10.2.6.3. ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΔΕΙΩΝ & ΕΓΚΡΙΣΕΩΝ ΈΡΓΩΝ ΑΠΕ ΚΑΙ ΣΗΘΥΑ

Η διαδικασία της αδειοδότησης σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, διαφοροποιείται ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ του σταθμού παραγωγής, την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία και τον τόπο εγκατάστασης. Για τον ενδιαφερόμενο επενδυτή, ο ακόλουθος πίνακας μπορεί να αποτελέσει την αφετηρία της πλοήγησής του στις λεπτομέρειες που αφορούν το υπό μελέτη έργο:

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΔΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΓΚΡΙΣΕΩΝ ΈΡΓΩΝ ΑΠΕ

- Αιολικά Πάρκα στην ξηρά.
- Αιολικά Πάρκα στη θάλασσα.
- Σταθμοί αξιοποίησης Βιομάζας ή Βιοκαυσίμων.
- Σταθμοί παραγωγής ηλεκτρισμού από Γεωθερμική Ενέργεια.
- Μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (μΥΗΣ).
- Φωτοβολταϊκά σε κτίρια με $P_{\text{installed}} \leq 10 \text{ kW}$ (ειδικό πρόγραμμα).
- Φωτοβολταϊκά από επαγγελματίες αγρότες με $P_{\text{installed}} \leq 100 \text{ kW}$.
- Άλλοι Φωτοβολταϊκοί ή Ηλιοθερμικοί Σταθμοί (εκτός ειδικών προγραμμάτων)
- Λοιποί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε., με μορφή διαφορετική από αυτή των ανωτέρω περιπτώσεων, όπως Ενέργεια Κυμάτων και Παλιρροϊκή Ενέργεια.
- Αυτόνομοι σταθμοί παραγωγής από ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ.
- Υβριδικοί σταθμοί παραγωγής από ΑΠΕ.
- Σταθμοί ΣΗΘΥΑ και Μικρο-Συμπαραγωγή.

10.2.6.4. ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΤΩΝ

(πηγες desmie.gr , investinggreece.gov.gr , ypeca.gr , rae.gr , dei.gr)

Από το 1996 η Ελληνική Κυβέρνηση, σε συνεννόηση με την Ευρωπαϊκή Ένωση, προχώρησε στην ίδρυση του Ελληνικού Κέντρου Επενδύσεων (ΕΛ.Κ.Ε.) (Ν.2372/1996, ΦΕΚ.Α' 29, «Σύσταση φορέων για την επιτάχυνση της αναπτυξιακής διαδικασίας»), με στόχο την αποτελεσματική προσέλκυση και υποστήριξη άμεσων επενδύσεων στη χώρα καθώς και την υποβοήθηση ανάπτυξης συνεργασιών των ελληνικών επιχειρήσεων με διεθνείς οργανισμούς και επιχειρήσεις. Σήμερα, η εταιρεία «Επενδύστε στην Ελλάδα Α.Ε.», όπως μετονομάστηκε το ΕΛΚΕ (βλ. Ν.3775, ΦΕΚ Α'122/2009 και Ν.3894, ΦΕΚ Α'204/2010 για την «Επιτάχυνση και Διαφάνεια υλοποίησης Στρατηγικών Επενδύσεων»), εξακολουθεί να λειτουργεί ως Κέντρο Εξυπηρέτησης Επενδυτών ("one-stop-shop"), παρέχοντας δωρεάν ενημέρωση στους επενδυτές για θέματα που προκύπτουν στο στάδιο της απόφασής τους για εγκατάσταση, κατά τη διάρκεια, καθώς και μετά την υλοποίηση της επένδυσής τους. Ιδιαίτερα διευκολύνει και υποστηρίζει τους υποψήφιους επενδυτές σε θέματα που αφορούν την υπαγωγή έργων στους εκάστοτε ισχύοντες αναπτυξιακούς νόμους για χρηματοδότηση, όταν το ύψος της επένδυσης είναι άνω των δεκαπέντε εκατομμυρίων (15.000.000) ευρώ, ή άνω των τριών εκατομμυρίων (3.000.000) ευρώ, εφόσον το 50% τουλάχιστον της ίδιας συμμετοχής προέρχεται από κεφάλαια εξωτερικού. Ακόμα, στην «Επενδύστε στην Ελλάδα Α.Ε.» μπορούν να απευθύνονται ιδιωτικοί φορείς που ενδιαφέρονται για Στρατηγικές Επενδύσεις κατά την έννοια του άρθρου 1 του νόμου 3894/2010.

Επιπλέον, για την ενημέρωση και πληροφόρηση των επενδυτών αλλά και την προσφορά υπηρεσιών «μιας στάσης» για την αδειοδότηση έργων ΑΠΕ σε όσους το επιθυμούν, έχει συσταθεί από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής ειδική Αυτοτελής Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα ΑΠΕ.

Για ειδικότερες πληροφορίες σε επιμέρους ζητήματα σχετικά με την αδειοδότηση έργων ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ, οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να απευθύνονται στην αρμόδια κατά περίπτωση υπηρεσία. Ειδικά για θέματα που αφορούν:

Την Άδεια Παραγωγής στην Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ).

Την Προσφορά Σύνδεσης του σταθμού με το Σύστημα ή σε Δίκτυο στον αρμόδιο κατά περίπτωση Διαχειριστή (ΔΕΣΜΗΕ ή ΔΕΗ αντίστοιχα).

Την Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) και τις Άδειες Εγκατάστασης και Λειτουργίας, στις αρμόδιες διευθύνσεις (ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ, ΔΙ.Σ.Α.) της Διοικητικής Περιφέρειας όπου πρόκειται να εγκατασταθεί ο σταθμός παραγωγής.

Τη Σύμβαση Σύνδεσης καθώς και για οικονομικά-εμπορικά θέματα αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας, στον αρμόδιο κατά περίπτωση Διαχειριστή (ΔΕΗ ή ΔΕΣΜΗΕ).

Ευκαιρίες Χρηματοδότησης

Οι εκάστοτε αναπτυξιακοί νόμοι, καθορίζουν πλαίσια ενίσχυσης της επιχειρηματικής δραστηριότητας που έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας, την προστασία του περιβάλλοντος και την επίτευξη της περιφερειακής σύγκλισης, μέσω επιδοτήσεων και απαλλαγών που καλύπτουν, όπως είναι αναμενόμενο, και τις επενδύσεις σε έργα ηλεκτροπαραγωγής με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Με το άρθρο 10 του Ν.3816 (ΦΕΚ Α'6/26.1.2010) ανεστάλη η υποβολή αιτήσεων υπαγωγής επενδυτικών σχεδίων στις διατάξεις του αναπτυξιακού νόμου 3299/2004.

Τον Ιανουάριο του 2010 ψηφίστηκε νέος αναπτυξιακός νόμος (Ν.3908/2011, ΦΕΚ.Α'8/1.2.2011), που όμως εξαιρεί από το καθεστώς των ενισχύσεων του την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ειδικά από Φωτοβολταϊκά συστήματα (άρθ.2, §3στ). Για την υπαγωγή έργων ηλεκτροπαραγωγής από άλλες μορφές ΑΠΕ πλην των Φ/Β, που μπορούν να ενταχθούν στα Γενικά Επενδυτικά Σχέδια του άρθρου 6, υποβάλλονται αιτήσεις κατά τους μήνες Απρίλιο και Οκτώβριο και μόνο. Εξαίρεση αποτελούν τα 'Μεγάλα Επενδυτικά Σχέδια' για τα οποία αιτήσεις υποβάλλονται οποτεδήποτε.

Στα επενδυτικά σχέδια που υπάγονται στις διατάξεις του Ν.3908 παρέχονται τα ακόλουθα είδη ενισχύσεων είτε μεμονωμένα, είτε συνδυαστικά (άρθ.4):

α) Απαλλαγή από την καταβολή φόρου εισοδήματος,

β) Επιχορήγηση που συνίσταται στη δωρεάν παροχή από το Δημόσιο χρηματικού ποσού για την κάλυψη τμήματος των ενισχυόμενων δαπανών, και

γ) Επιδότηση χρηματοδοτικής μίσθωσης που συνίσταται στην κάλυψη από το Δημόσιο τμήματος των καταβαλλόμενων δόσεων για την απόκτηση μηχανολογικού και λοιπού εξοπλισμού.

Στον νόμο αυτόν προβλέφθηκε η έκδοση Προεδρικών Διαταγμάτων και μιας σειράς Υπουργικών Αποφάσεων για τη ρύθμιση και την εξειδίκευση θεμάτων σχετικών με τη διαδικασία υποβολής, εξέτασης και έγκρισης των υποβαλλόμενων αιτήσεων και των λοιπών σταδίων υλοποίησης των επενδυτικών σχεδίων. Έτσι:

- ❖ Με το Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθ. 33 (ΦΕΚ Α'83/14.4.2011), συστήνονται στο Υπουργείο Οικονομίας, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας και στις Διευθύνσεις Αναπτυξιακού Προγραμματισμού των Περιφερειών, Γραφεία Εξυπηρέτησης Επενδυτών (αρθ.1). Αυτά αναλαμβάνουν όλη την επικοινωνία των αρμόδιων κρατικών φορέων με τους επενδυτές. Στις αρμοδιότητές τους συμπεριλαμβάνονται η παραλαβή των αιτήσεων υπαγωγής των επενδυτικών σχεδίων στις διατάξεις του νόμου 3908, η διενέργεια προελέγχου πληρότητας του φακέλου, η ενημέρωση για την πορεία εξέτασης των αιτημάτων, και η παραλαβή αιτήσεων και δικαιολογητικών για τα επόμενα στάδια υλοποίησης των επενδύσεων. Με τα επόμενα άρθρα του ΠΔ αυτού, καθορίζονται η διαδικασία αξιολόγησης (αρθ.4,7) και τελικής επιλογής των προς ενίσχυση σχεδίων, καθώς και διαδικασίες για τον έλεγχο κατά την φάση της υλοποίησης, αλλά και ύστερα, κατά την διάρκεια της παραγωγικής λειτουργίας της επένδυσης. (αρθ.8-11).
- ❖ Με το Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθ. 35 (ΦΕΚ Α'88/19.4.2011), καθορίζονται ο τρόπος υπολογισμού της ίδιας συμμετοχής του επενδυτή και ο τρόπος καταβολής των ενισχύσεων.
- ❖ Με την Υπουργική Απόφαση ΥΠΟΙΑΝ/17303 (ΦΕΚ.Β'651/20.4.2011) καθορίζονται τα δικαιολογητικά και τα τεχνοοικονομικά στοιχεία που πρέπει να συνοδεύουν τις αιτήσεις υπαγωγής στον αναπτυξιακό νόμο.
- ❖ Με την Υπουργική Απόφαση ΥΠΟΙΑΝ/17299 (ΦΕΚ.Β'652/20.4.2011) καθορίζονται τα στοιχεία αξιολόγησης και οι δείκτες βαθμολογίας και στάθμισης των επενδυτικών προτάσεων.
- ❖ Με τις σειρές Υπουργικών Αποφάσεων ΥΠΟΙΑΝ/17300,17301,17302,17304,17305 και ΥΠΟΙΑΝ/17296,17297 (όλες στο ΦΕΚ.Β'653/20.4.2011), ορίζονται οι επιχειρηματικές δραστηριότητες που εντάσσονται στις κατηγορίες της Περιφερειακής Συνοχής και της Τεχνολογικής Ανάπτυξης και κατανέμονται τα συνολικά ετησίως διαθέσιμα κονδύλια ανά κατηγορία και είδος ενίσχυσης.

10.2.6.5. ΑΙΟΛΙΚΑ

Αιολικά Πάρκα στην ξηρά, ανά κατηγορία εγκατεστημένης ισχύος $P_{installed}$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα παρακάτω όρια ισχύος είναι αθροιστικά, και για λόγους αδειοδότησης και τιμολόγησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας νοούνται ως η συνολική ισχύς των σταθμών που ανήκουν στο ίδιο φυσικό ή νομικό πρόσωπο και εγκαθίστανται στο ίδιο ή σε όμορο ακίνητο.

$P_{installed} \leq 20 \text{ kW}$	$20 \text{ kW} < P_{installed} \leq 100 \text{ kW}$	$P_{installed} > 100 \text{ kW}$
Δεν απαιτείται Άδεια Παραγωγής ή άλλη σχετική με αυτήν διαπιστωτική απόφαση.		Απαιτείται Άδεια Παραγωγής. Η αίτηση πρέπει να συνοδεύεται από τεκμηρίωση αιολικού δυναμικού που να βασίζεται σε μετρήσεις πιστοποιημένου φορέα.
Πρέπει να υποβληθεί αίτηση για την διατύπωση Προσφοράς Σύνδεσης προς τον αρμόδιο Διαχειριστή, ο οποίος και θεωρεί τα τοπογραφικά διαγράμματα αποτύπωσης του τρόπου		

<p>σύνδεσης. Ο Διαχειριστής χορηγεί Προσφορά Σύνδεσης, αρχικά μη-δεσμευτική, η οποία οριστικοποιείται και καθίσταται δεσμευτική με το πέρας της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, όπου απαιτείται.</p>	
<p>Απαιτείται η χορήγηση βεβαίωσης απαλλαγής από την υποχρέωση ΕΠΟ. Αυτή εκδίδεται από την ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. της οικείας Περιφέρειας εντός αποκλειστικής προθεσμίας 20 ημερών, μετά την άπρακτη παρέλευση της οποίας θεωρείται αυτή χορηγηθείσα (Ν.3851, αρθ.3). Για την απόδειξη της άπρακτης παρέλευσης, ο ενδιαφερόμενος πρέπει στα επόμενα στάδια να προσκομίζει σχετική βεβαίωση της Περιφέρειας, ή εναλλακτικά, αντίγραφο του αιτήματός του με τον αριθμό πρωτοκόλλου και την ημερομηνία κατάθεσής του, μαζί με υπεύθυνη δήλωση για την παρέλευση του 20ημέρου χωρίς έκδοση ούτε απαλλαγής, ούτε αρνητικής απόφασης. Κατ' εξαίρεση απαιτείται ΕΠΟ εάν:</p> <p>α) το έργο εγκαθίσταται εντός περιοχής Natura 2000 ή σε απόσταση < 100m από αιγιαλό, ή</p> <p>β) γειτνιάζει σε απόσταση <150 m με άλλο σταθμό ίδιας τεχνολογίας, η δε αθροιστική ισχύς υπερβαίνει το όριο των 20 kW.</p>	<p>Απαιτείται απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ). Με την έκδοση της απόφασης αυτής, οριστικοποιείται και καθίσταται δεσμευτική η Προσφορά Σύνδεσης.</p>
<p>Εφόσον απαιτείται, πρέπει να ζητηθεί η έκδοση Άδειας Επέμβασης σε δάσος ή δασική έκταση ή γενικά των αναγκών αδειών για την απόκτηση του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης.</p> <p>Δεν απαιτείται ΕΠΟ αλλά ούτε και απαλλαγή για ανεμογεννήτριες που εγκαθίστανται εντός οργανωμένων υποδοχέων βιομηχανικών δραστηριοτήτων (ΒΙ.ΠΕ., ΒΙ.ΠΑ. κτλ), ή πάνω σε κτίρια και άλλες δομικές κατασκευές (Ν.3468/2006, αρθ.8, όπως αντικαταστάθηκε με τον Ν.3851/2010, αρθ.3, §2). Στην περίπτωση αυτή, πρέπει να προσκομίζεται τοπογραφικό διάγραμμα ή έγγραφο προσφοράς σύνδεσης απ' όπου να προκύπτει σαφώς η εγκατάσταση σε υποδοχέα ή πάνω σε κτίριο αντίστοιχα.</p>	
<p>Δεν απαιτείται Άδεια Εγκατάστασης.</p>	<p>Απαιτείται Άδεια Εγκατάστασης.</p>
<p>Για την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών δεν απαιτείται Οικοδομική Άδεια, αλλά Έγκριση Εργασιών Δόμησης Μικρής Κλίμακας από την αρμόδια Διεύθυνση Πολεοδομίας (Ν.3851/2010, αρθ.9, §8), κατ' εφαρμογή των ισχυουσών Γενικών και Ειδικών Πολεοδομικών Διατάξεων.</p> <p>Απαιτείται Σύμβαση Σύνδεσης.</p> <p>Απαιτείται Σύμβαση Αγοραπωλησίας.</p>	
<p>Δεν απαιτείται Δοκιμαστική Λειτουργία.</p> <p>Δεν απαιτείται Άδεια Λειτουργίας (Ν.3468/2006, αρθ.8, όπως αντικαταστάθηκε με τον Ν.3851/2010, αρθ.3, §2).</p>	<p>Απαιτείται Προσωρινή Σύνδεση για Δοκιμαστική Λειτουργία που γίνεται κατόπιν αιτήσεως προς τον αρμόδιο Διαχειριστή. Εφόσον επιτευχθεί απροβλημάτιστη λειτουργία 15 ημερών, ο Διαχειριστής εκδίδει βεβαίωση επιτυχούς περάτωσης των δοκιμών (ΥΑ.13310/2007, ΦΕΚ.Β'1153, άρθ.14).</p> <p>Απαιτείται Άδεια Λειτουργίας.</p>

10.2.6.6. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΑΠΟ ΑΓΡΟΤΕΣ & ΓΗ ΥΨΗΛΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ

Με την Υπουργική Απόφαση 19598 (ΦΕΚ Β'1630/11.10.2010) καθορίστηκε η επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος και η κατανομή της στο χρόνο μεταξύ των διάφορων τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και κατηγοριών παραγωγών. Ειδικά για τα Φωτοβολταϊκά, οι στόχοι που τέθηκαν είναι:

Κατηγορία	Ως το 2014 (MW)	Ως το 2020 (MW)
Εγκαταστάσεις από επαγγελματίες αγρότες	500	750
Λοιπές εγκαταστάσεις	1000	1450
Σύνολο	1500	2200

Οι ενδιαφερόμενοι αγρότες που θέλουν να χαρακτηριστούν ως επαγγελματίες για τον σκοπό της υποβολής αίτησης για αδειοδότηση Φωτοβολταϊκών σταθμών ισχύος ως 100 kW σε εκτάσεις ιδιοκτησίας τους, πρέπει να έχουν την σχετική βεβαίωση της επαγγελματικής τους ιδιότητας που εκδίδεται από τον ΟΠΕΚΕΠΕ με την διαδικασία που περιγράφεται στην ΥΑ.249448 (ΦΕΚ Β'1049/12.7.2010).

Με την ερμηνευτική Εγκύκλιο ΥΑΠΕ/26928/16.12.2010, περιγράφονται λεπτομερώς τα απαιτούμενα βήματα της διαδικασίας αδειοδότησης έργων σε Γεωργική Γη που μπορεί να είναι και Υψηλής Παραγωγικότητας (ΓΓΥΠ) κατά την έννοια της ΚΥΑ.168040 (ΦΕΚ Β'1528/7.9.2010), από επενδυτές, συμπεριλαμβανομένων και των επαγγελματιών αγροτών.

Μικρά Φωτοβολταϊκά (≤ 10 kW) σε κτίρια

Με Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ Β'1079/2009) που εκδόθηκε κατ' εξουσιοδότηση του νόμου 3468/2006 (άρθ.14) όπως τροποποιήθηκε με τον 3734/2009 (άρθ.27Α) και ισχύει, καταρτίζεται Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κατοικίες και άλλες κτιριακές εγκαταστάσεις. Το Πρόγραμμα αφορά σε Φωτοβολταϊκά Συστήματα ισχύος μέχρι 10 kW_{peak}, που εγκαθίστανται σε στέγες, δώματα ή στέγαστρα βεραντών και συνδέονται στο δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης. Με την απόφαση αυτή, καθορίζονται, κατά παρέκκλιση των λοιπών διατάξεων που αφορούν στην ανάπτυξη Φωτοβολταϊκών σταθμών, η αδειοδοτική διαδικασία, η τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας και το περιεχόμενο των συμβάσεων πώλησης ("Συμβάσεων Συμψηφισμού") της παραγόμενης ενέργειας. Συγκεκριμένα, η τιμή της παραγόμενης από το Φωτοβολταϊκό Σύστημα ενέργειας ορίζεται σε 0,55 ευρώ/kWh για τις συμβάσεις που θα συναφθούν κατά τα έτη 2009-2011, ενώ προβλέπονται αναπροσαρμογές για τα επόμενα έτη ως το 2019. Στα κίνητρα του Προγράμματος περιλαμβάνεται επίσης και απαλλαγή από τις φορολογικές υποχρεώσεις για την διάθεση της ενέργειας στο Δίκτυο (δες άρθρα 3 & 6 της Κ.Υ.Α.).

Δικαίωμα ένταξης στο Πρόγραμμα είχαν αρχικά μόνο φυσικά πρόσωπα μη επιτηδευματίες ή νομικά πρόσωπα επιτηδευματίες που κατατάσσονται στις πολύ μικρές επιχειρήσεις, τα οποία έχουν στην κυριότητά τους το χώρο στον οποίο εγκαθίσταται το Φωτοβολταϊκό ή όντας κύριοι οριζόντιας ιδιοκτησίας του κτιρίου, τους έχει εγγράφως παραχωρηθεί η χρήση του χώρου για τον σκοπό αυτό (βλ. άρθ.1 της πιο πάνω Κ.Υ.Α.). Το Πρόγραμμα συμπληρώθηκε με την Κ.Υ.Α.18513 (ΦΕΚ Β'1557/22.9.2010) ώστε: α) να περιλάβει όλη την Επικράτεια (για την Κρήτη ορίζεται όριο ισχύος 10 kW, ενώ για τα υπόλοιπα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά 5 kW), και β) να έχουν δικαίωμα ένταξης και τα Νομικά Πρόσωπα Δημοσίου Δικαίου (Ν.Π.Δ.Δ.) καθώς και τα Νομικά Πρόσωπα Ιδιωτικού Δικαίου (Ν.Π.Ι.Δ.) μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα. Το δικαίωμα εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος σε κτίριο ιδιοκτησίας Νομικού Προσώπου Δημοσίου Δικαίου, τη χρήση του οποίου έχει αναλάβει διαχειριστής (π.χ. σχολική επιτροπή), παρέχεται στο διαχειριστή μετά από συναίνεση του κυρίου του κτιρίου.

Προϋποθέσεις για την ένταξη στο Πρόγραμμα είναι:

- ❖ Η ύπαρξη ενεργού σύνδεσης κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος στο όνομα του κυρίου του Φωτοβολταϊκού, στο κτίριο στο οποίο εγκαθίσταται το σύστημα.
- ❖ Η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό με την χρήση Α.Π.Ε. όπως ενδεικτικά η ύπαρξη ηλιακού θερμοσίφωνα.
- ❖ Η μη χρηματοδότηση από άλλο πρόγραμμα.
- ❖ Για την εγκατάσταση ενός τέτοιου μικρού Φωτοβολταϊκού σε κτίριο ακολουθούνται τα εξής βήματα (δες παράλληλα και το σχετικό πληροφοριακό δελτίο της ΔΕΗ):
- ❖ Υποβάλλεται Αίτηση Σύνδεσης προς την τοπική υπηρεσία της ΔΕΗ, η οποία και χορηγεί τα σχετικά έντυπα. **Η αίτηση αυτή περιλαμβάνει:**
- ❖ Τα στοιχεία του κυρίου του Φωτοβολταϊκού και, σε περίπτωση επιχείρησης, στοιχεία που να αποδεικνύουν την ιδιότητα της Μ.Μ.Ε.,
- ❖ Υπεύθυνες δηλώσεις ότι πληρούνται οι πιο πάνω προϋποθέσεις για την ένταξη στο Πρόγραμμα,
- ❖ Τα στοιχεία της εγκατάστασης,
- ❖ Τα τεχνικά στοιχεία των πλαισίων και του αντιστροφέα.
- ❖ Διατυπώνεται εντός είκοσι (20) ημερών Προσφορά Σύνδεσης από την ΔΕΗ προς τον ενδιαφερόμενο, η οποία περιλαμβάνει την περιγραφή και την δαπάνη των έργων σύνδεσης.
- ❖ Ο αιτών, εφόσον αποδεχθεί την Προσφορά, προσκομίζει από την αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία "έγκριση εκτέλεσης εργασιών μικρής κλίμακας".
- ❖ Υπογράφεται η Σύμβαση Σύνδεσης μεταξύ του κυρίου του Φωτοβολταϊκού και της ΔΕΗ ως Διαχειριστή του Δικτύου και καταβάλλεται η σχετική δαπάνη. Η ΔΕΗ κατασκευάζει τα έργα σύνδεσης εντός είκοσι (20) ημερών εφόσον δεν απαιτούνται νέα έργα Δικτύου.
- ❖ Μετά την υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης υποβάλλεται από τον κύριο του Φωτοβολταϊκού αίτηση για την σύναψη Σύμβασης Συμψηφισμού. Η αίτηση αυτή είναι 25ετούς διάρκειας, συντάσσεται κατά το υπόδειγμα του παραρτήματος της Κ.Υ.Α., και απευθύνεται προς την τοπική υπηρεσία εμπορίας της ΔΕΗ ή προς άλλον Προμηθευτή που τυχόν ηλεκτροδοτεί τις καταναλώσεις της ιδιοκτησίας του κυρίου όπου εγκαθίσταται το Φωτοβολταϊκό.
- ❖ Υποβάλλεται Αίτηση Ενεργοποίησης της Σύνδεσης του Φωτοβολταϊκού προς την τοπική υπηρεσία της ΔΕΗ με την οποία συνυποβάλλονται:
- ❖ Αντίγραφο της Σύμβασης Συμψηφισμού.
- ❖ Υπεύθυνη δήλωση μηχανικού κατάλληλης ειδικότητας με τα απαραίτητα συνοδευτικά έγγραφα (δες άρθ.4, §6 της Κ.Υ.Α.).
- ❖ Υπεύθυνη δήλωση του κυρίου του Φωτοβολταϊκού συστήματος όπου θα αναφέρεται ότι καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας του Φωτοβολταϊκού δεν θα τροποποιηθούν οι ρυθμίσεις που δηλώθηκαν από τον μηχανικό.

10.2.6.7. ΛΟΙΠΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ (ΕΚΤΟΣ ΕΙΔΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ)

Με την Υπουργική Απόφαση 19598 (ΦΕΚ Β'1630/11.10.2010) καθορίστηκε η επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος και η κατανομή της στο χρόνο μεταξύ των διάφορων τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και κατηγοριών παραγωγών. Ειδικά για τα Φωτοβολταϊκά, οι στόχοι που τέθηκαν είναι:

Κατηγορία	Ως το 2014 (MW)	Ως το 2020 (MW)
Εγκαταστάσεις από επαγγελματίες αγρότες	500	750
Λοιπές εγκαταστάσεις	1000	1450
Σύνολο	1500	2200

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Σύμφωνα με την §4 του άρθρου 2 της Απόφασης αυτής, κατά την εκτίμηση της ενδεχόμενης υπερκάλυψης των ορίων ισχύος του παραπάνω πίνακα δεν συνυπολογίζεται η ισχύς Φωτοβολταϊκών που εντάσσονται στο Ειδικό Πρόγραμμα Στεγών. Για μια σειρά από λόγους που παρατίθενται στην εισηγητική απόφαση ΡΑΕ/1252/2010, επιτρέπεται η ανάπτυξη Φ/Β ισχύος έως 150 kW στα Διασυνδεδεμένα με το Σύστημα ή το Δίκτυο Νησιά (ΥΑ.27904, ΦΕΚ.Β'2143/31.12.2010). Σ' αυτά, καθώς στα Φ/Β του Ειδικού Προγράμματος Στεγών, θα δοθεί όση ισχύς έχει απομείνει από τα περιθώρια απορρόφησης ισχύος όπως αυτά είχαν εκτιμηθεί το 2008 (βλ. Πίνακα Ι της Απόφασης ΡΑΕ/1253/2010) με την «Μεθοδολογία Προσδιορισμού των Περιθωρίων Ανάπτυξης ΑΠΕ σε Κορεσμένα Δίκτυα» (Απόφαση ΡΑΕ/85/2007, όπως τροποποιήθηκε με την ΡΑΕ/702/2008). Παρομοίως, τα εναπομείναντα από τα περιθώρια ισχύος για Φωτοβολταϊκούς σταθμούς όπως είχαν προσδιοριστεί ανά Μη-Διασυνδεδεμένο Νησί με την Απόφαση ΡΑΕ/703/2008, δύνανται να αξιοποιούνται και από Φ/Β σε στέγες (Απόφαση ΡΑΕ/1251/2010).

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΑΔΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα παρακάτω όρια ισχύος είναι αθροιστικά, και για λόγους αδειοδότησης και τιμολόγησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας νοούνται ως η συνολική ισχύς των σταθμών που ανήκουν στο ίδιο φυσικό ή νομικό πρόσωπο και εγκαθίστανται στο ίδιο ή σε όμορο ακίνητο.

$P_{peak} \leq 500 \text{ kW}$	$500 \text{ kW} < P_{peak} \leq 1 \text{ MW}$	$P_{peak} > 1 \text{ MW}$
Δεν απαιτείται Άδεια Παραγωγής, ούτε άλλη σχετική διαπιστωτική απόφαση (Ν.3468/2006, αρθ.4, όπως αντικαταστάθηκε με τον Ν.3851/2010, αρθ.2, §12).	Απαιτείται Άδεια Παραγωγής.	Απαιτείται Άδεια Παραγωγής.
Πρέπει να υποβληθεί αίτηση για την διατύπωση Προσφοράς Σύνδεσης προς τον αρμόδιο Διαχειριστή, ο οποίος και θεωρεί τα τοπογραφικά διαγράμματα αποτύπωσης του τρόπου σύνδεσης. Χορηγείται Προσφορά Σύνδεσης καταρχήν μη δεσμευτική. Αυτή οριστικοποιείται και καθίσταται δεσμευτική μετά το τέλος της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, όπου απαιτείται (αρθ.187, Ν.4001/2011).		
Απαιτείται η χορήγηση βεβαίωσης απαλλαγής από την υποχρέωση ΕΠΟ. Αυτή εκδίδεται από την ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. της οικείας Περιφέρειας εντός αποκλειστικής προθεσμίας 20 ημερών, μετά την άπρακτη παρέλευση της οποίας θεωρείται αυτή χορηγηθείσα (Ν.3851, αρθ.3). Για την απόδειξη της άπρακτης παρέλευσης, ο ενδιαφερόμενος πρέπει στα επόμενα στάδια να προσκομίζει σχετική βεβαίωση της Περιφέρειας, ή εναλλακτικά, αντίγραφο του αιτήματός του με τον αριθμό πρωτοκόλλου και την ημερομηνία κατάθεσής του, μαζί με υπεύθυνη δήλωση για την παρέλευση του 20ημέρου χωρίς έκδοση ούτε απαλλαγής, ούτε αρνητικής απόφασης. Κατ' εξαίρεση απαιτείται ΕΠΟ εάν: α) το έργο εγκαθίσταται εντός περιοχής Natura 2000 ή σε απόσταση < 100m από αιγιαλό, ή		Απαιτείται Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ). Χορηγείται κατόπιν αιτήσεως που συνοδεύεται από Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) τύπου ανάλογου με την κατηγορία του έργου.

<p>β) γειτνιάζει σε απόσταση <150m με άλλο σταθμό ίδιας τεχνολογίας, η δε αθροιστική ισχύς υπερβαίνει το όριο των 500 kW.</p>	
<p>Δεν απαιτείται ΕΠΟ αλλά ούτε και απαλλαγή για τα Φ/Β που εγκαθίστανται εντός οργανωμένων υποδοχέων βιομηχανικών δραστηριοτήτων (ΒΙ.ΠΕ., ΒΙ.ΠΑ. κτλ), πάνω σε κτίρια, ή άλλες δομικές κατασκευές (Ν.3468/2006, αρθ.8, όπως αντικαταστάθηκε με τον Ν.3851/2010, αρθ.3, §2). Στην περίπτωση αυτή, πρέπει να προσκομίζεται τοπογραφικό διάγραμμα ή έγγραφο προσφοράς σύνδεσης απ' όπου να προκύπτει σαφώς η εγκατάσταση σε υποδοχέα ή πάνω σε κτίριο αντίστοιχα. Εφόσον απαιτείται, πρέπει να ζητηθεί η έκδοση των αναγκαίων αδειών για την απόκτηση του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης.</p>	
<p>Δεν απαιτείται Άδεια Εγκατάστασης (Ν.3468/2006, αρθ.8, όπως αντικαταστάθηκε με τον Ν.3851/2010, αρθ.3, §2).</p>	<p>Απαιτείται Άδεια Εγκατάστασης.</p>
<p>Με την ΥΑ.36720, ΦΕΚ.Β'376/6.9.2010 όπως τροποποιήθηκε και ισχύει, επιβάλλονται ειδικοί όροι και περιορισμοί για την εγκατάσταση Φ/Β σε κτίρια καθώς και σε ιστορικά τμήματα πόλεων ή περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους. Μεταξύ άλλων ορίζεται ότι:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Για την τοποθέτηση Φ/Β ≤ 100 kW <i>πάνω σε κτίρια</i> δεν απαιτείται οικοδομική άδεια, ούτε έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας, αλλά έγγραφη γνωστοποίηση εργασιών και εκπόνησης της μελέτης εγκατάστασης του Φ/Β προς τον προμηθευτή που ηλεκτροδοτεί το κτίριο. • Για τα μεγαλύτερης ισχύος απαιτείται η συνυποβολή έγκρισης εργασιών μικρής κλίμακας και δήλωσης πολιτικού μηχανικού για τη στατική επάρκεια του κτιρίου. • Για την εγκατάσταση Φ/Β ισχύος > 10 kW <i>σε κτίρια εκτός σχεδίου πόλεως</i> απαιτείται επιπλέον η συνυποβολή τοπογραφικού διαγράμματος και αντιγράφου της οικοδομικής άδειας (δες άρθ.2, §3 της τροποποίησης). • Για την εγκατάσταση <i>στους ακάλυπτους</i> χώρους των οικοπέδων εντός σχεδίου περιοχών ή εντός οικισμών απαιτείται έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας. • <i>Δεν δικαιολογείται η τοποθέτηση Φ/Β σε αδόμητα οικόπεδα</i> (δες άρθ.4, §2 της τροποποίησης). <p>Με την ΥΑ.40158, ΦΕΚ.Β'1556/22.9.2010 όπως τροποποιήθηκε και ισχύει, επιβάλλονται ειδικοί όροι για την εγκατάσταση Φ/Β ανεξαρτήτως ισχύος <i>σε γήπεδα εκτός σχεδίου</i> περιοχών. Δεν απαιτείται τα γήπεδα να είναι άρτια και οικοδομήσιμα, εκτός αν ζητούνται δομικές κατασκευές πέραν των "απολύτως αναγκαίων". Ως "απολύτως αναγκαίες κατασκευές" νοούνται: α) ο στυλίσκος μετρητή της ΔΕΗ, β) ένας οικίσκος εγκατάστασης ηλεκτρονικού εξοπλισμού Φ/Β ανά 500 kW ισχύος με εμβαδό ως 15 τ.μ., γ) προστατευτική περίφραξη ύψους ως 2,5 μ. με συμπαγές τοιχίο ως 30 εκατ. (άρθ.2, §1 της τροποποίησης). Επιπλέον, τα Φ/Β δεν επιτρέπεται να υπερβαίνουν σε κάλυψη το 60% του γηπέδου. Σε περίπτωση ανέγερσης και άλλων χρήσεων δομικών κατασκευών εντός του γηπέδου (όπως σπίτι, γεωργικές αποθήκες, κλπ.), αυτές συνυπολογίζονται στο παραπάνω καθοριζόμενο ποσοστό κάλυψης, ενώ ως προς τους λοιπούς όρους και περιορισμούς δόμησης για τις χρήσεις αυτές θα ισχύουν οι γενικοί της εκτός σχεδίου δόμησης ή οι τυχόν ειδικοί όροι και περιορισμοί που ισχύουν από άλλες ρυθμίσεις.</p>	
<p>Δεν απαιτείται Οικοδομική Άδεια εκτός αν πρόκειται να εκτελεστούν εργασίες από σκυρόδεμα, π.χ. θεμελιώσεις βάσεων στήριξης στοιχείων με μπετόν.</p>	
<p>Απαιτείται Σύμβαση Σύνδεσης. Απαιτείται Σύμβαση Αγοραπωλησίας.</p>	

Δεν απαιτείται Δοκιμαστική Λειτουργία.

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

Απαιτείται Προσωρινή
Σύνδεση για Δοκιμαστική
Λειτουργία που γίνεται
κατόπιν αιτήσεως προς τον
αρμόδιο Διαχειριστή.

Εφόσον επιτευχθεί
απροβλημάτιστη λειτουργία
15 ημερών, ο Διαχειριστής
εκδίδει *βεβαίωση επιτυχούς
περάτωσης* των δοκιμών
(ΥΑ.13310/2007,
ΦΕΚ.Β'1153, άρθ.14).
Απαιτείται Άδεια Λειτουργίας.

10.2.7. ΣΗΘΥΑ & ΜΙΚΡΟ-ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ

Βιομηχανική Συμπαραγωγή

ΣΗΘ ή απλά συμπαραγωγή (CHP), είναι η παραγωγή δύο ή περισσότερων μορφών χρήσιμης ενέργειας στο πλαίσιο μίας μόνο διαδικασίας. Στις περισσότερες εφαρμογές ΣΗΘ, η χημική ενέργεια του καυσίμου μετατρέπεται σε μηχανική και θερμική. Η μηχανική ενέργεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού και η θερμική χρησιμοποιείται συνήθως για την παραγωγή ατμού, θερμού αέρα ή νερού. Το κύριο πλεονέκτημα της ΣΗΘ είναι η καλύτερη αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου του καυσίμου σε σύγκριση είτε με τις απλές βιομηχανικές εγκαταστάσεις που παράγουν ατμό ή θερμό νερό για τις ανάγκες κάποιου σταδίου της παραγωγικής τους διαδικασίας (process heat) και οι οποίες αγοράζουν το ρεύμα που χρειάζονται από προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας, είτε με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ρεύματος και μόνο. Αν και στις εφαρμογές ΣΗΘ γίνεται συνήθως πρώτα η παραγωγή θερμότητας, είναι δυνατή η παραγωγή ηλεκτρισμού και ατμού (ή χρήσιμης θερμικής ενέργειας σε άλλη μορφή) με διαφορετική σειρά και σε διάφορες αναλογίες. Γενικά, ανάλογα με το αν η βιομηχανική μονάδα έχει μεγαλύτερες ανάγκες σε θερμότητα ή σε ρεύμα μπορεί να παράγεται πρώτα ηλεκτρισμός και η θερμότητα που αλλιώς θα αποβαλλόταν να αξιοποιείται στην συνέχεια για την παραγωγή ατμού ή θερμού νερού χρήσιμου σε κάποιο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας (topping-cycle-systems), είτε το αντίστροφο, δηλαδή να παράγεται πρώτα θερμότητα και δευτερευόντως, από το περίσσειμά της, να παράγεται ρεύμα (bottoming-cycle-systems). Αφαιρετικά, τα συστήματα συμπαραγωγής αποτελούνται από τρία βασικά μέρη, έναν 'κινητήρα' για την οδήγηση μιας γεννήτριας (συνήθως ατμοστρόβιλος, αεριοστρόβιλος ή σε μικρότερες εφαρμογές εμβολοφόρος μηχανή εσωτερικής καύσης), την ίδια τη γεννήτρια, και έναν μηχανισμό ανάκτησης θερμότητας που συνήθως περιλαμβάνει κάποιον λέβητα.

Η πίεση του ανταγωνισμού για μείωση του κόστους παραγωγής έχει στρέψει αρκετές βιομηχανικές μονάδες προς την κατεύθυνση αυτή, αφού η συμπαραγωγή όπου και όταν εφαρμοστεί σωστά, κατόπιν προσεκτικού σχεδιασμού και μελέτης όλων των τεχνικών και οικονομικών παραμέτρων, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση των συνολικών εξόδων για την εξασφάλιση της απαιτούμενης ενέργειας. Επιπλέον με την συμπαραγωγή μπορεί να μειωθεί η εξάρτηση του εργοστασίου από το δίκτυο, ή με άλλα λόγια μπορεί να διασφαλιστεί σε ένα μεγάλο βαθμό η αδιάλειπτη και ποιοτική εξυπηρέτηση ενός στρατηγικής σημασίας τμήματος του φορτίου του. Η βιομηχανία επεξεργασίας Βιομάζας ή γενικότερα μονάδες που παράγουν απόβλητα που χαρακτηρίζονται ως Βιομάζα, έχουν άλλο ένα πλεονέκτημα εκτός από τα δύο παραπάνω: μπορούν να χρησιμοποιήσουν ως καύσιμο τα ίδια τους τα απόβλητα μειώνοντας ακόμα περισσότερο το κόστος λειτουργίας τους. Και επιπλέον υπάρχουν οι γνωστές δυνατότητες χρηματοδοτήσεων και εξασφάλισης εσόδων από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο κάτω από το ευνοϊκό νομικό καθεστώς που διέπει την ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ - για όποιες απ' αυτές μπορούν να παράγουν περίσσεια ρεύματος. Τέτοιες βιομηχανίες όπου η ΣΗΘ είναι μια δυνατότητα που αξίζει να εξεταστεί, είναι τα εργοστάσια επεξεργασίας ζαχαροκάλαμου για την παραγωγή ζάχαρης που παράγουν bagasse ως απόβλητο, τα εργοστάσια αποφλοίωσης ρυζιού, η βιομηχανία παραγωγής χαρτιού, η βιομηχανία επεξεργασίας ξύλου, μεγάλες κτηνοτροφικές και πτηνοτροφικές μονάδες, κ.ά.

Στην Ελληνική Νομοθεσία (Ν.3734/2010, αρθ.3), με τον όρο “Αποδοτικότητα Συμπαραγωγής” εννοείται το ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας που επιτυγχάνεται με τη συμπαραγωγή σε σύγκριση με τη χωριστή παραγωγή χρήσιμης θερμικής και ηλεκτρικής ή και μηχανικής ενέργειας. Αντίστοιχα, με τον όρο “Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας” (ΣΗΘΥΑ) εννοείται η συμπαραγωγή με αποδοτικότητα τουλάχιστον 10%, καθώς και η συμπαραγωγή από μονάδες μικρής (≤ 1 MWe) και πολύ μικρής (≤ 50 kWe) κλίμακας που εξασφαλίζει την εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ανεξαρτήτως αποδοτικότητας.

Υπουργική Απόφαση ΥΠΑΝ/Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15606, (ΦΕΚ.Β'1420/15.7.2009) Καθορισμός εναρμονισμένων τιμών αναφοράς των βαθμών απόδοσης για τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής Ενέργειας».

Υπουργική Απόφαση ΥΠΑΝ/Δ5/-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641(ΦΕΚ.Β'1420/15.7.2009) «Καθορισμός λεπτομερειών της μεθόδου υπολογισμού της ηλεκτρικής ενέργειας από συμπαραγωγή και της αποδοτικότητας συμπαραγωγής»

Νόμος 3734/2009 (ΦΕΚ.Α'8/28.1.2009)
«Προώθηση της Συμπαραγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας»
Οδηγός Αξιολόγησης Έργων ΣΗΘ ως προς την Ενεργειακή Αποδοτικότητα ΠΑΕ/20.12.2007, Έκδοση 1)

10.2.8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α': ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΈΡΓΩΝ ΑΠΕ ΣΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

Σύμφωνα με το νόμο 1650/1986, ΦΕΚ.Α'160, αρθ.3, όπως αναθεωρήθηκε από τον Ν.3010/2002, ΦΕΚ.Α'91, αρθ.1, τα δημόσια και ιδιωτικά έργα και δραστηριότητες κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον :

- Η πρώτη (Α) κατηγορία περιλαμβάνει τα έργα και τις δραστηριότητες που λόγω της φύσης, του μεγέθους ή της έκτασής τους είναι πιθανό να προκαλέσουν σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Διαιρείται στις υποκατηγορίες Α1 και Α2.
- Η δεύτερη (Β) κατηγορία περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες τα οποία, χωρίς να προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις, πρέπει να υποβάλλονται για την προστασία του περιβάλλοντος σε γενικές προδιαγραφές, όρους και περιορισμούς που προβλέπονται από κανονιστικές διατάξεις. Διαιρείται στις υποκατηγορίες Β3 και Β4.
- Η Τρίτη (Γ) κατηγορία περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες που προκαλούν μικρές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα έργα παραγωγής ηλεκτρισμού από ΑΠΕ που κατατάχθηκαν στις κατηγορίες Α1 ως Β4 με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 15393/2332/2002, ΦΕΚ.Β'1022, όπως τροποποιήθηκε από την ΚΥΑ.145799/2005, ΦΕΚ.Β'1002 σε σχέση με τα Φωτοβολταϊκά συστήματα και την ΚΥΑ.126880/2007,

ΦΕΚ.Β'435 σε σχέση με τους υποσταθμούς και τις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας :

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΈΡΓΩΝ ΑΠΕ ΣΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΟΥ Ή ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΡΩΤΗ		ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΕΥΤΕΡΗ		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	A1	A2	B3	B4	
Ηλεκτροπαραγωγή από Αιολική και Ηλιακή Ενέργεια (πλην Φωτοβολταϊκών)	Pinstalled> 40 MW	5 MW - 40 MW	Pinstalled< 5 MW		Οι μονάδες αναφέρονται σε εγκατεστημένη ισχύ. Η υποκατηγορία συνοδών έργων (π.χ. οδοποιία, γραμμές μεταφοράς ρεύματος) αν είναι ανώτερη, συμπαράσχει την υποκατηγορία του κυρίως έργου.
Ηλεκτροπαραγωγή από Φωτοβολταϊκά συστήματα		Pinstalled>= 2 MW	α) 20 kW έως 2 MW εφόσον βρίσκεται εκτός περιοχών NATURA 2000, Εθνικών Δρυμών, παραδοσιακών οικισμών και περιοχών αρχαιολογικού ενδιαφέροντος. β) < 2 MW εφόσον βρίσκεται εντός περιοχών NATURA 2000, Εθνικών Δρυμών, κλπ. ως άνω.		
Ηλεκτροπαραγωγή από Γεωθερμική Ενέργεια ή χρήση Βιομάζας.	Pinstalled> 30 MW	1 – 30 MW	Pinstalled< 1 MW		Οι μονάδες αναφέρονται σε εγκατεστημένη ισχύ. Η υποκατηγορία συνοδών έργων (π.χ. οδοποιία, γραμμές μεταφοράς ρεύματος) αν είναι ανώτερη, συμπαράσχει την υποκατηγορία του κυρίως

					έργου.
Γεωθερμικές γεωτρήσεις	Υψηλής ενθαλπίας	Μέσης ενθαλπίας	Χαμηλής ενθαλπίας		
Υδροηλεκτρικά έργα	Με ταμιευτήρα $T > 106 \text{ m}^3$ ή αγωγό εκτροπής $\geq 1000 \text{ m}$, είτε με ισχύ $8 \text{ MW} \leq P_{\text{installed}} \leq 15 \text{ MW}$	Τα υπόλοιπα εκτός των υποκατηγοριών Α1, Β3	Χωρίς ταμιευτήρα (μόνο έργο υδροληψίας μεγίστου ύψους 2 m) και με αγωγό εκτροπής $< 1000 \text{ m}$ και ισχύος $P_{\text{installed}} < 1 \text{ MW}$		- // -
Εναέριες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας	$\geq 150 \text{ Kv}$		$< 150 \text{ kV}$ και $\geq 50 \text{ kV}$		
Υποσταθμοί επί της επιφάνειας του εδάφους, γραμμών μεταφοράς: α) Υποσταθμοί ανοιχτού τύπου β) Υποσταθμοί κλειστού τύπου	$\geq 400 \text{ kV}$			$< 400 \text{ kV}$ και $\geq 150 \text{ kV}$ $\geq 150 \text{ kV}$	
Δημοτικές και κοινοτικές οδοί εκτός σχεδίων πόλεων ή ορίων οικισμών			Το σύνολο		
Αγροτικές οδοί διατομής Η ή ισοδύναμης ή μικρότερης			Το σύνολο		
Δασικοί δρόμοι που εξυπηρετούν ειδικές χρήσεις ή προτείνονται από μη Δασικές Υπηρεσίες			Το σύνολο		

10.2.9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β': ΒΑΘΜΟΙ ΟΧΛΗΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟ ΑΠΕ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΒΑΘΜΟΣ ΟΧΛΗΣΗΣ			
	ΥΨΗΛΗ	ΜΕΣΗ	ΧΑΜΗΛΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Ηλεκτροπαραγωγή από γεωθερμική ενέργεια	-	> 5 MW	> 0,5 MW <= 5 MW	Αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς
Ηλεκτροπαραγωγή με χρήση βιομάζας ή αγροτικών παραπροϊόντων	-	> 5 MW	> 0,5 MW <= 5 MW	-//-
Ηλεκτροπαραγωγή με χρήση βιοαερίου	-	> 0,5 MW	<= 0,5 MW	-//-
Ηλεκτροπαραγωγή από Φωτοβολταϊκά συστήματα	-	-	> 0,5 MW	-//-
Ηλεκτροπαραγωγή από ανεμογεννήτριες	-	> 700 kW	> 20 kW <= 700 kW	-//-
Μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί	-	-	-	-//-

11. ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΕΣ ΔΕΣΜΕΥΣΕΙΣ

11.1. ΣΥΜΒΑΣΗ-ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΗΝΩΜ.ΕΘΝΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

(Πηγή Βικιπαίδεια)

Η Σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος, το πρώτο διεθνές μέτρο με το οποίο επιδιώχθηκε να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, συνήφθη το Μάιο του 1992 και άρχισε να ισχύει το Μάρτιο του 1994. Επιβάλλει σε όλα τα συμβαλλόμενα μέρη την υποχρέωση να θεσπίσουν εθνικά προγράμματα για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και να υποβάλλουν τακτικές εκθέσεις, ενώ απαιτεί από τις βιομηχανικές συνυπογράφουσες χώρες, σε αντιδιαστολή με τις αναπτυσσόμενες, να επιτύχουν τη σταθεροποίηση των δικών τους εκπομπών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου στα επίπεδα του 1990, μέχρι το έτος 2000. Ο στόχος αυτός, ωστόσο, δεν είναι δεσμευτικός.

Με τη διάκριση ανάμεσα στις βιομηχανικές και τις αναπτυσσόμενες χώρες, η Σύμβαση –πλαίσιο αναγνωρίζει το γεγονός ότι οι βιομηχανικές χώρες ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου και ότι διαθέτουν επίσης τη θεσμική και χρηματοοικονομική ικανότητα να τις περιορίσουν. Τα συμβαλλόμενα μέρη συναντώνται ετησίως για μία επισκόπηση της προόδου και για τη συζήτηση νέων μέτρων, ενώ έχουν θέσει σε εφαρμογή ορισμένους μηχανισμούς πλανητικής παρακολούθησης και υποβολής εκθέσεων, ώστε να καταγράφονται οι εκπομπές αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Το 1994, ήταν ήδη παραδεκτό ότι οι αρχικές δεσμεύσεις βάσει της Σύμβασης –πλαίσιο δεν επρόκειτο να επαρκέσουν για να αναχαιτιστεί η παγκόσμια αύξηση των εκπομπών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου. Στις 11 Δεκεμβρίου 1997, οι κυβερνήσεις προχώρησαν ένα βήμα περισσότερο, εγκρίνοντας πρωτόκολλο της Σύμβασης –πλαίσιο στην ιαπωνική πόλη του Κιότο.

Στη Σύμβαση –πλαίσιο, οι συνολικά 186 χώρες που ήταν συμβαλλόμενα μέρη υποδιαιρούνται σε δύο κύριες ομάδες:

μέρη του Παραρτήματος Ι: πρόκειται για 40 συνολικά βιομηχανικές χώρες [σε αυτές συγκαταλέγονται οι 24 σχετικά εύπορες βιομηχανικές χώρες που ήταν μέλη του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) το 1992, τα (τότε) 15 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και 11 χώρες με οικονομίες που διέρχονται φάση μετάβασης προς την οικονομία της αγοράς, μεταξύ των οποίων η Ρωσία, οι Βαλτικές χώρες και ορισμένα κράτη της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης] και έναν περιφερειακό οργανισμό οικονομικής ανάπτυξης.

μέρη εκτός του Παραρτήματος Ι: πρόκειται για τις υπόλοιπες 146 αναπτυσσόμενες – κυρίως – χώρες που δεν περιλαμβάνονται στο Παράρτημα Ι [σε αυτές περιλαμβάνονται χώρες που είναι ευάλωτες είτε λόγω των αρνητικών επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος (όπως για παράδειγμα οι χώρες που θα αντιμετωπίσουν σημαντικά προβλήματα εξαιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας ή από την ερημοποίηση και την ξηρασία), είτε λόγω των δυνητικών επιπτώσεων στην οικονομία τους εξαιτίας της λήψης μέτρων κατά της κλιματικής αλλαγής από τρίτες χώρες (όπως για παράδειγμα οι χώρες που το εισόδημά τους βασίζεται κυρίως στην παραγωγή και το εμπόριο ορυκτών καυσίμων)]. Αναφέρεται ότι η Σύμβαση δίνει ιδιαίτερη προσοχή σε εκείνες τις 48 χώρες που χαρακτηρίζονται από τα Ηνωμένα Έθνη ως λιγότερο αναπτυγμένες εξαιτίας των περιορισμένων δυνατοτήτων τους να αντιδράσουν στην κλιματική αλλαγή και να προσαρμοστούν στις αρνητικές επιπτώσεις της. Συγκεκριμένα, προβλέπεται ότι θα πρέπει να προβλεφθούν ορισμένα μέσα (όπως για παράδειγμα, η χρηματοδότηση και η μεταφορά τεχνογνωσίας) προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες τους.

Εκτός από τις δύο προαναφερθείσες κατηγορίες υπάρχει και η ομάδα των μερών του Παραρτήματος II. Η ομάδα αυτή είναι υποσύνολο της ομάδας των μερών του Παραρτήματος I. Συγκεκριμένα, αποτελείται από εκείνα τα μέρη του Παραρτήματος I που είναι μέλη του ΟΟΣΑ, αλλά όχι από τα μέρη με μεταβατική οικονομία. Τα μέρη του Παραρτήματος II οφείλουν να παρέχουν οικονομικούς πόρους στα αναπτυσσόμενα κράτη προκειμένου να τα βοηθήσουν να επιτύχουν τους στόχους μείωσης των εκπομπών τους και να προσαρμοστούν στις αρνητικές επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος. Επιπρόσθετα, τα μέρη του Παραρτήματος II οφείλουν να παρέχουν την απαραίτητη τεχνογνωσία για την ανάπτυξη φιλοπεριβαλλοντικών τεχνολογιών τόσο στις χώρες με μεταβατική οικονομία, όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η προβλεπόμενη παροχή της οικονομικής βοήθειας πραγματοποιείται μέσω ειδικού ταμείου, όπως αυτό προβλέπεται από τους οικονομικούς μηχανισμούς της Σύμβασης.

Η Ελλάδα κύρωσε τη Σύμβαση με το Νόμο 2205 τον Απρίλιο του 1994 (ΦΕΚ 60/Α/1994

11.2. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΥΟΤΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

(Πηγή : Σύνοψη της Νομοθεσίας της Ε.Ε, <http://eur-lex. Europa.eu>)

Το πρωτόκολλο του Κυότο που διαδέχεται τη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές είναι μία από τις σημαντικότερες διεθνείς νομοθετικές πράξεις καταπολέμησης των κλιματικών μεταβολών. Περιλαμβάνει τις δεσμεύσεις που έχουν αναλάβει οι εκβιομηχανισμένες χώρες για τον περιορισμό των οικείων εκπομπών ορισμένων αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, υπεύθυνων για τη θέρμανση του πλανήτη. Οι συνολικές εκπομπές των ανεπτυγμένων χωρών πρέπει να μειωθούν τουλάχιστον κατά 5% την περίοδο 2008-2012 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.

11.2.1. ΠΡΑΞΗ

Απόφαση 2002/358/ΕΚ του Συμβουλίου της 25ης Απριλίου 2002 για την έγκριση, εξ ονόματος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, του Πρωτοκόλλου του Κυότο στη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές και την από κοινού τήρηση των σχετικών δεσμεύσεων.

11.2.2. ΣΥΝΟΨΗ

Στις 4 Φεβρουαρίου 1991, το Συμβούλιο εξουσιοδότησε την Επιτροπή να συμμετάσχει εξ ονόματος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας στις διαπραγματεύσεις για τη **σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές**, η οποία εγκρίθηκε στη Νέα Υόρκη στις 9 Μαΐου 1992. Η σύμβαση-πλαίσιο επικυρώθηκε από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα με την απόφαση 94/69/ΕΚ της 15 Δεκεμβρίου 1993. Η εν λόγω σύμβαση τέθηκε σε ισχύ την 21η Μαρτίου 1994.

Η σύμβαση-πλαίσιο συνέβαλε σημαντικά στη θέσπιση βασικών αρχών για τη καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος σε παγκόσμιο επίπεδο. Ειδικότερα, δίνει τον ορισμό της αρχής των «κοινών αλλά διαφοροποιημένων αρμοδιοτήτων». Συνέβαλε επίσης στην περαιτέρω ευαισθητοποίηση του κοινού, παγκοσμίως, στα προβλήματα που συνδέονται με την αλλαγή του κλίματος. Ωστόσο, η σύμβαση δεν περιλαμβάνει ποσοτικώς εκφρασμένες και λεπτομερείς ανά χώρα δεσμεύσεις μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου..

Τα συμβαλλόμενα κράτη στη σύμβαση αποφάσισαν στην πρώτη συνεδρίαση των μερών, που πραγματοποιήθηκε στο Βερολίνο τον Μάρτιο του 1995, να διαπραγματευθούν ένα Πρωτόκολλο που να περιλαμβάνει μέτρα μείωσης των εκπομπών για τη μετά το 2000 περίοδο, εις ό,τι αφορά τις εκβιομηχανισμένες χώρες.

Κατόπιν μακροχρόνιων εργασιών, το **Πρωτόκολλο του Κυότο** θεσπίστηκε στις 11 Δεκεμβρίου 1997, στο Κυότο.

Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα υπέγραψε το Πρωτόκολλο στις 29 Απριλίου 1998. Τον Δεκέμβριο του 2001, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Laeken επιβεβαίωσε τη βούληση της Ένωσης για τη θέση σε ισχύ του Πρωτοκόλλου του Κυότο πριν από την Παγκόσμια Διάσκεψη Κορυφής για την αιεφόρο ανάπτυξη, του Γιοχάνεσμπουργκ (26 Αυγούστου-4 Σεπτεμβρίου 2002). Προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος αυτός, **η παρούσα απόφαση εγκρίνει το Πρωτόκολλο εξ ονόματος της Κοινότητας**. Τα κράτη μέλη οφείλουν να καταθέσουν τα οικεία επικυρωτικά έγγραφα ταυτόχρονα με την Κοινότητα και, στο μέτρο του δυνατού, πριν από την 1η Ιουνίου 2002.

Η Ελλάδα υπέγραψε το Πρωτόκολλο του Κιότο τον Απρίλιο του 1998, παράλληλα με τα υπόλοιπα Κράτη-Μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και το κύρωσε τον Μάιο του 2002 με το Νόμο 3017 (ΦΕΚ 117/Α/2002).

Το παράρτημα II της παρούσας απόφασης ορίζει τις **δεσμεύσεις εις ό,τι αφορά τον περιορισμό και τη μείωση των εκπομπών**, που συμφωνήθηκαν από την Κοινότητα και τα κράτη μέλη της για την πρώτη περίοδο δεσμεύσεως (2008-2012).

11.2.3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ

Το Πρωτόκολλο του Κυότο αφορά τις εκπομπές **έξι αερίων θερμοκηπίου**:

- του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2).
- του μεθανίου (CH_4).
- του πρωτοξειδίου του αζώτου (N_2O).
- των υδροφθορανθράκων (HFC).
- των υπερφθοριωμένων υδρογονανθράκων (PFC).
- του εξαφθοριούχου θείου (SF_6).

Συνιστά ένα σημαντικό βήμα στην καταπολέμηση της θέρμανσης του πλανήτη, επειδή περιλαμβάνει **δεσμευτικούς και ποσοτικοποιημένους στόχους** περιορισμού και μείωσης των αερίων θερμοκηπίου.

Συνολικά, τα συμβαλλόμενα κράτη στο παράρτημα I της σύμβασης-πλαισίου (ήτοι οι εκβιομηχανισμένες χώρες) δεσμεύονται συλλογικά να μειώσουν τις οικείες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, για μείωση των συνολικών εκπομπών των ανεπτυγμένων χωρών **κατά 5%, τουλάχιστον, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990**, την περίοδο 2008-2012. Το Παράρτημα Β του Πρωτοκόλλου περιέχει αριθμητικές δεσμεύσεις τις οποίες αναλαμβάνουν τα συμβαλλόμενα κράτη.

Τα **κράτη που ήταν μέλη της ΕΕ πριν το 2004 οφείλουν συλλογικά να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου κατά 8%** μεταξύ 2008 και 2012. Τα κράτη μέλη που προσχώρησαν στην ΕΕ μετά από την ημερομηνία αυτή δεσμεύονται να μειώσουν τις οικείες εκπομπές κατά 8%, με εξαίρεση την Πολωνία και την Ουγγαρία (6%), καθώς και την Μάλτα και την Κύπρο, οι οποίες δεν εμφανίζονται στον κατάλογο του παραρτήματος I της σύμβασης-πλαισίου.

Για την περίοδο που προηγείται του 2008, τα συμβαλλόμενα κράτη δεσμεύονται στην επίτευξη προόδου όσον αφορά την υλοποίηση των δεσμεύσεών τους το αργότερο το 2005 και στην ανά πάσα στιγμή προσκόμιση των σχετικών αποδείξεων.

Το έτος 1995 μπορεί να θεωρηθεί, από τα συμβαλλόμενα κράτη που το επιθυμούν, ως έτος αναφοράς για τις εκπομπές HFC, PFC και SF_6 .

Για την επίτευξη των εν λόγω στόχων, το Πρωτόκολλο προτείνει **μια σειρά μέσων**:

- ενίσχυση ή θέσπιση εθνικών πολιτικών μείωσης των εκπομπών (αύξηση της ενεργειακής αποτελεσματικότητας, προώθηση των αιεφόρων μορφών γεωργίας, ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κ.ά.).
- συνεργασία με τα άλλα συμβαλλόμενα μέρη (ανταλλαγή πείρας ή πληροφοριών, συντονισμός των εθνικών πολιτικών, μέσω αδειών εκπομπής, από κοινού εφαρμογής, και κατάλληλου μηχανισμού ανάπτυξης).

Το αργότερο ένα έτος πριν από την πρώτη περίοδο δέσμευσης, τα συμβαλλόμενα κράτη θεσπίζουν **εθνικό σύστημα υπολογισμού των ανθρωπογενών εκπομπών**, καθώς και της απορρόφησης, από τις καταβόθρες, όλων των αερίων του θερμοκηπίου (που δεν ελέγχονται από το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ).

Προβλέπεται έλεγχος των δεσμεύσεων το αργότερο μέχρι το 2005, για τη δεύτερη περίοδο των δεσμεύσεων.

Στις 31 Μαΐου 2002, η Ευρωπαϊκή Ένωση επικύρωσε το πρωτόκολλο του Κυότο. Το πρωτόκολλο ετέθη σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005, μετά την επικύρωσή του εκ μέρους της Ρωσίας. Αρκετές εκβιομηχανισμένες χώρες αρνήθηκαν να επικυρώσουν το πρωτόκολλο, μεταξύ των οποίων οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Αυστραλία.

11.2.4. ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

Πράξη	Έναρξη ισχύος	Προθεσμία για μεταφορά στο εθνικό δίκαιο των κρατών μελών	Επίσημη Εφημερίδα
Απόφαση 2002/358/ΕΚ	2.5.2002	-	ΕΕ L 130 της 15.5.2002

11.2.5. ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΠΡΑΞΕΙΣ

Έκθεση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο - Σχετικά με την πρόοδο για την επίτευξη των στόχων του Κυότο (απαιτούμενη βάσει του άρθρου 5 της απόφασης 280/2004/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για μηχανισμό παρακολούθησης των εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου στην Κοινότητα και εφαρμογής του Πρωτοκόλλου του Κυότο) [COM(2009) 630 τελικό – Δεν έχει δημοσιευτεί στην Επίσημη Εφημερίδα].

Η έκθεση διαπιστώνει ότι οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τήρησαν τους στόχους που είχαν τεθεί με το Πρωτόκολλο του Κυότο. Οι οικείες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου μειώθηκαν κατά 12,5% σε σύγκριση με το 1990 (έτος αναφοράς), ενώ συνεχίστηκε η οικονομική τους μεγέθυνση.

Κατά τη διάρκεια της περιόδου από το 1990 μέχρι το 2007, η Επιτροπή αναφέρει μείωση των εκπομπών κατά:

- 7% στον τομέα της ενέργειας·
- 11% όσον αφορά τις βιομηχανικές διεργασίες (παραγωγή αδιπτικού οξέος, αλογονανθράκων και εξαφθοριούχου θείου)·
- 11% στο γεωργικό τομέα (συρρίκνωση του αριθμού των εκτρεφόμενων μεγάλων ζώων και μειωμένη χρήση τεχνητών και φυσικών λιπασμάτων)·
- 39% στον τομέα των αποβλήτων (εκπομπές μεθανίου στους υπό διαχείριση χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων).

Ωστόσο, η Επιτροπή παρατηρεί αύξηση των εκπομπών στον τομέα των μεταφορών κατά 24%.

Οι στόχοι του Κυότο εξυπηρετήθηκαν από την εφαρμογή ευρωπαϊκού προγράμματος για την αλλαγή του κλίματος (ΕCCP-ΕΠΑΚ) και του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου της Κοινότητας (ΣΕΔΕ).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση ενέκρινε νέα στρατηγική για την κλιματική αλλαγή. Νέα μέτρα εγκρίθηκαν υπέρ του κλίματος και της ενέργειας σχετικά με:

- τη βελτίωση του ΣΕΔΕ·
- τη μείωση των εκπομπών στους τομείς πέραν του πεδίου εφαρμογής του ΣΕΔΕ·
- τον τομέα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας·
- τη δέσμευση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα, μετά την υιοθέτηση της οδηγίας 2009/31/ΕΚ·
- τις εκπομπές άνθρακα από τα επιβατικά αυτοκίνητα·
- την ποιότητα των καυσίμων.

Άλλα μέτρα συνέβαλαν στην μείωση των εκπομπών, ιδιαίτερα η υιοθέτηση της οδηγίας 2008/101/ΕΚ σχετικά με τον τομέα των αερομεταφορών και της οδηγίας 2009/33/ΕΚ σχετικά με τις οδικές μεταφορές. Θα χρειαστούν πρόσθετα μέτρα για τη μείωση τουλάχιστον κατά 20% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην ΕΕ.

Ανακοίνωση της Επιτροπής, της 15ης Δεκεμβρίου 2005, με τίτλο : «Έκθεση σχετικά με τις απτές προόδους που έχουν επιτευχθεί βάσει του πρωτοκόλλου του Κυότο» [COM(2005) 615 τελικό – Δεν έχει δημοσιευθεί στην Επίσημη Εφημερίδα]. Η έκθεση υπογραμμίζει ότι, δεδομένου ότι το πρωτόκολλο του Κυότο έχει τεθεί μόλις πρόσφατα σε ισχύ, η ΕΕ έχει επιτύχει ουσιαστικές προόδους όσον αφορά την ανταπόκρισή της στις δεσμεύσεις που έχει αναλάβει. Τα εν λόγω βήματα προόδου οφείλονται κυρίως στην υλοποίηση του ευρωπαϊκού προγράμματος σχετικά με την παγκόσμια κλιματική αλλαγή, στην εφαρμογή ειδικών μέτρων για ορισμένους τομείς (μεταφορές, βιομηχανίες, ενέργειες κ.λπ.) και σε συμπληρωματικά εθνικά μέτρα. Ο βάσει του πρωτοκόλλου καθορισμένος στόχος της μείωσης κατά 8% μπορεί να επιτευχθεί εφόσον εφαρμοστούν συμπληρωματικά εθνικά μέτρα και χρησιμοποιηθούν οι μηχανισμοί ευελιξίας. Η εν λόγω έκθεση, η οποία στηρίζεται σε πληροφορίες που διαβιβάστηκαν στην Επιτροπή τον Ιούνιο 2005, απαιτείται βάσει του άρθρου 5 παράγραφος 3 της απόφασης αριθ. 280/2004/ΕΚ.

Ανακοίνωση της Επιτροπής, της 9ης Φεβρουαρίου 2005, «Επιτυχής καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος του πλανήτη» [COM(2005) 35 τελικό – Επίσημη Εφημερίδα C 125 της 21.05.2005].

Απόφαση αριθ. 280/2004/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 11ης Φεβρουαρίου 2004, για μηχανισμό παρακολούθησης των εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου στην Κοινότητα και εφαρμογής του πρωτοκόλλου του Κυότο [Επίσημη Εφημερίδα L 49 της 19.02.2004].

Ανακοίνωση της Επιτροπής στο Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, της 19ης Μαΐου 1999: Προετοιμασία για την εφαρμογή του πρωτοκόλλου του Κυότο [COM(1999) 230 τελικό– Δεν έχει δημοσιευθεί στην Επίσημη Εφημερίδα].

Ανακοίνωση της Επιτροπής στο Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, της 3ης Ιουνίου 1998: Κλιματολογικές αλλαγές, προς μια κοινοτική στρατηγική μετά το Κυότο [COM(1998) 353 τελικό – Δεν έχει δημοσιευθεί στην Επίσημη Εφημερίδα].

Απόφαση 94/69/ΕΚ του Συμβουλίου, της 15ης Δεκεμβρίου 1993, σχετικά με τη σύναψη της σύμβασης-πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές [Επίσημη Εφημερίδα L 33 της 07.02.1994].

12. ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ

12.1. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΡΘΟΥΡΟΣ ΖΕΡΒΟΣ, «ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»
- ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ, «ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ» Εκδόσεις Ζήτη
- ΚΑΓΚΑΡΑΚΗ , «ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ» Εκδόσεις Συμμετρία
- Θ.ΖΑΧΑΡΙΑΣ, «ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»
- Δρ. Ν. ΒΑΣΤΑΚΟΣ, « ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΤΟΠΙΚΕΣ ΚΟΙΝΩΝΙΕΣ»
- Γ. ΜΠΕΡΓΕΛΕΣ, «ΑΝΕΜΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ» Εκδόσεις Συμewν
- Ν. ΠΕΤΡΑΚΟΣ, « ΤΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ,ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & Η ΤΟΠΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»
- Ε. ΜΠΙΝΟΠΟΥΛΟΣ, Π. ΧΑΒΙΑΡΟΠΟΥΛΟΣ, (ΚΑΠΕ), «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ»
- ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗ Κου ΠΑΥΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑΚΗ)
- ΚΑΠΕ,«ΟΔΗΓΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟ ΑΠΕ»,ΑΙΟΛΙΚΑ, ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ
- ΚΑΠΕ, «ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΑΤΛΑΝΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΤΕΧΝΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΙΜΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»
- ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ / ΜΑΘΗΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ,ΑΕΙΦΟΡΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ,ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΑΛΕΞ.ΦΛΑΜΟΣ)

12.2. ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

- ΡΑΕ, ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, πηγή www.rae.gr
- ΔΕΣΜΗΕ, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, πηγή www.desmie.gr
- ΔΕΗ, ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
- ΚΑΠΕ, ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, πηγή www.cres.gr
- ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
- ΣΥΝΟΨΗ ΤΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΤΗΣ Ε.Ε
- ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ, ΑΙΟΛΙΚΑ / ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ πηγή www.wikipedia.gr
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ, πηγή www.ypan.gr
- ΥΠΕΧΩΔΕ, «ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΕΙΔ. ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΠΕ»
- ΙΟΒΕ, ΙΔΡΥΜΑ ΚΟΙΝΟΝΟΙΚΩΝ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, «ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»
- ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ , «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»
- ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ, «ΕΝΕΡΓΕΙΑ, ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΕΙΧΕΙΡΙΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ»
- ΤΡΑΠΕΖΑ ΠΕΙΡΑΙΩΣ, Δρ. ΔΑΓΚΑΛΙΔΗΣ ΑΘ. , «ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ»
- ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ, πηγή www.helapco.gr
- ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ECOTEC
- ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ BUILDING , ΔΟΜΗΣΗ-ΕΝΕΡΓΕΙΑ-ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
- ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ SELL & BUILD, «ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ, ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ»

- POST BANK GREEN INSTITUTE
- «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ «ΜΥΘΟΣ & ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ» πηγή [www. ecokorinthia.gr](http://www.ecokorinthia.gr)
- Πηγή [www. pfusics.gr](http://www.pfusics.gr)
- SOLAR SYSTEMS
- Πηγή [www. alten.gr](http://www.alten.gr)
- Πηγή [www. Buildnet.gr](http://www.Buildnet.gr)
- Πηγή insight.com
- SMA Solar Technology AG