ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΤΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Απόστολος Α. Ροδίτης

Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Θ. Δέρβος

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2011

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΤΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Απόστολος Α. Ροδίτης

Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Θ. Δέρβος

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 14η Μαρτίου 2011

Καθ. Κ.Θ. Δέρβος	Καθ. Παν. Βασιλείου (Χ.Μ.)	Επικ. Καθ. Γ. Ματσόπυλος
Ον/μο Μέλος Δ.Ε.Π	Ον/μο Μέλος Δ.Ε.Π	Ον/μο Μέλος Δ.Ε.Π

Αθήνα, Μάρτιος 2011

.....

Απόστολος Α. Ροδίτης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Απόστολος Α. Ροδίτης, 2011

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό στην εκβάθυνση στην επιστήμη των φωτοβολταϊκών, αλλά και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με την πρόοδο τους, όπως αυτές αντλούνται από τις νομοθετικές ρυθμίσεις των τελευταίων ετών.

Στην πρώτη ενότητα (κεφάλαια 1,2,3,4) γίνεται μια παρουσίαση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακή, υδροηλεκτρική, γεωθερμική και αιολική) και της χρήσης αυτών και ιδιαίτερα της ηλιακής ενέργειας. Επίσης γίνεται αναφορά στις αρχές της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.

Η δεύτερη ενότητα (κεφάλαια 5,6,7,8) αναφέρεται στα προγράμματα ανάπτυξης που πλαισιώνουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα καθώς επίσης και στην μελέτη νομοθετικών πλαισίων σε χώρες του κόσμου (Η.Π.Α. , Γερμανία, Ισπανία, Ιαπωνία, Ιταλία) . Τέλος παρουσιάζεται μια λεπτομερής συγκριτική μελέτη μεταξύ Ελλάδας και των προαναφερθεισών χωρών.

Λέξεις Κλειδιά

Φωτοβολταϊκά συστήματα, ηλιακή ενέργεια, νομοθετικά πλαίσια, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, περιβάλλον

Abstract

This paper is designated to extend the science of photovoltaics and helps us draw useful conclusions on their progress, based on the legislation of the last few years. In the first section (chapters 1,2,3,4) we are going to present renewable sources of energy (solar, hydropower, geothermal, wind) and the very use of those and more significantly the use of solar energy. In addition a short reference is being made on the principles of photovoltaic technology.

The second section (chapters 5,6,7,8) refers to the projects that engulf photovoltaic systems and also focuses on the study of laws in several countries of the world (USA, Germany, Spain, Japan, Italy)

In the end, we are going to present a detailed comparison between Greece and the aforementioned countries.

Key Words

photovoltaics, solar energy, study of laws, renewable sources of energy, environment

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το έτος 2011, για το τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, υπό την επίβλεψη του κ. Κωνσταντίνου Δέρβου, τον οποίο και ευχαριστώ αρχικά για την ενθάρρυνση της επιλογής του θέματος όπως επίσης για τις πολύτιμες συμβουλές του και την άρτια καθοδήγηση του.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως τους φίλους μου και μελλοντικούς συναδέρφους για την πολύτιμη βοήθεια τους κατά την εγγραφή της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την βοήθεια και την στήριξη όλων αυτών των ετών.

Απόστολος Α. Ροδίτης,

Αθήνα, Μάρτιος 2011

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

1. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ 2

1.1 ΑΡΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ 2

1.2 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΑΥΞΗΜΕΝΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ 5

1.3 ΕΞΑΝΤΛΗΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ 6

1.4 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ-ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 8

1.5 ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ 9

1.6 ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ 13

1.7 ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ – ΣΥΝΟΔΟΣ ΚΟΠΕΓΧΑΓΗΣ 14

1.8 ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ 19

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 21

2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ) 23

2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ 23

2.2 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 24

2.3 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 27

2.3.1 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ 28

2.3.2 ΦΥΣΙΚΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΠΕΔΙΑ 30

2.3.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 32

2.3.3.1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ (HEAT PUMPS) 34

2.3.3.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ΜΕ ΔΥΟ ΥΔΡΟΦΟΡΕΙΣ 36

2.3.3.4 ΤΕΧΝΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ 37

2.3.3.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ 38

2.3.3.6 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΙΑΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 39

2.3.3.7 Η ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ 41

2.4 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 42

2.5 Η ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ 44

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 46

3. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 48

3.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 48

3.2 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΛΟΓΩ ΤΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ 52

3.3 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ 52

3.4 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ 54

3.5 ΧΡΗΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 55

3.6 ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ 55

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 63

4. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ..... 65

4.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ-ΠΡΟΟΔΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.... 65

4.2 ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ 66

4.2.1 ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗΣ ΦΥΣΙΚΗ ΤΩΝ ΗΜΙΑΓΩΓΩΝ 66

4.2.2 ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΟΠΗΣ 70

4.2.3. ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ ΤΥΠΟΥ Ν ΚΑΙ Ρ..... 71

4.2.4. ΕΠΑΦΗ PN 72

4.2.5. ΑΝΑΣΤΡΟΦΟ ΡΕΥΜΑ ΚΑΙ ΡΕΥΜΑ ΔΙΑΧΥΣΗΣ..... 73

4.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΕΙ ΤΟ ΦΩΤΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ. 76

4.3.1 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ 77

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ 77

4.4. ΑΝΑΤΡΟΦΕΑΣ ΙΣΧΥΟΣ –INVERTER 78

4.5 ΡΥΘΙΣΤΕΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΣΥΣΣΩΕΡΥΤΩΝ 80

4.6 ΗΛΙΑΚΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ 81

4.7. ΤΥΠΟΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ 83

4.7.1. ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ 83

4.7.2. ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ 85

4.7.3 ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ 87

4.7.4 ΥΒΡΙΔΙΚΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ 88

4.8 ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ..... 89

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 91

5. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ 93

5.1 ΓΕΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ 94

5.2 Η ΕΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 96

5.3 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ 98

5.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.100

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 103

6. ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ 105

6.1 ΧΡΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΙΔΙΩΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ - ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΕΣ ΣΤΕΓΕΣ 105

6.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΕΓΕΣ. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΑΡΚΑ 110

6.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ 114

6.3.1 ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ Ο ΝΕΟΣ ΝΟΜΟΣ 114

6.3.2 ΝΕΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ 119

6.3.2.1 ΟΙΚΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ 119

6.3.2.2 ΜΙΚΡΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΩΣ 10kWp ΣΕ ΣΤΕΓΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ121

6.3.2.3 ΜΙΚΡΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΣΤΕΓΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΑΙ ΜΗ ΚΕΡΔΟΣΚΟΠΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ 122

6.3.2.4 ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΣΤΕΓΕΣ 122

6.3.2.5 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΕ ΓΗΠΕΔΑ 123

6.3.2.6 ΠΑΛΑΙΕΣ ΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ..... 123

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 125

7. ΑΝΑΛΥΣΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ & ΑΓΟΡΑΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΕΛΛΑΔΑ, ΓΕΡΜΑΝΙΑ, ΙΣΠΑΝΙΑ, ΙΤΑΛΙΑ, ΗΠΑ, ΙΑΠΩΝΙΑ 126

7.1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ 127

7.2 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ 128

7.3 ΕΓΚΑΤΕΣΤΙΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ 130

7.4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ 132

7.4.1 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΧΩΡΑ 132

7.4.2 ΕΘΝΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΏΝ 135

7.4.3 ΓΕΡΜΑΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ . 136

7.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΙΣΠΑΝΙΑ 138

7.5.1 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΧΩΡΑ 138

7.5.2 ΕΘΝΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΪΚΩΝ 140

7.5.3 Η ΙΣΠΑΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ 142

7.6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ 143

7.6.1 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΧΩΡΑ 143

7.6.2 ΕΘΝΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗΣ ΑΓΟΡΑΣ 145

7.6.3 ΙΤΑΛΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ 147

7.7 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΙΣ Η.Π.Α. 148

7.7.1 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΧΩΡΑ 148

7.7.2 ΕΘΝΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ 151

7.7.3 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΙΣ ΗΠΑ 153

7.8 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΙΑΠΩΝΙΑ 154

7.8.1 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΧΩΡΑ 154

7.8.2 ΙΑΠΩΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ 156

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 158

8. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ 162

8.1 ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ 162

8.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ 164

8.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ 167

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 171

Κατάλογος Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: «ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ» ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 8

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: «ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ» ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 8

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΙΣΧΥΣ ΗΜΙΤΟΝΟΥ ΑΝΑΣΤΡΟΦΕΑ 79

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΛΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥΣ. 107

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΙΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΚΙΛΟΒΑΤΩΡΑΣ 116

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙΔΟΤΗΣΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟΥ ΝΟΜΟΥ 129

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ 131

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ 134

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ 2009 135

ΠΙΝΑΚΑΣ 10: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ 137

ΠΙΝΑΚΑΣ 11: ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ 138

ΠΙΝΑΚΑΣ 12: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΙΣΠΑΝΙΑ 139

ΠΙΝΑΚΑΣ 13: ΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΚΙΛΟΒΑΤΩΡΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΣΧΕΔΙΟ ΤΙΜΗ FEED-IN TARIFF 141

ΠΙΝΑΚΑΣ 14: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΙΣΠΑΝΙΑ 142

ΠΙΝΑΚΑΣ 15: ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΙΣΠΑΝΙΑ 143

ΠΙΝΑΚΑΣ 16: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ 144

ΠΙΝΑΚΑΣ 17: ΤΙΜΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ ΓΙΑ ΤΟ 2009 146

ΠΙΝΑΚΑΣ 18: ΤΙΜΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ ΓΙΑ ΤΟ 2010 146

ΠΙΝΑΚΑΣ 19: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ 147

ΠΙΝΑΚΑΣ 20: ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ 148

ΠΙΝΑΚΑΣ 21: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΤΩΝ ΗΠΑ 150

ΠΙΝΑΚΑΣ 22: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΙΣ ΗΠΑ 153

ΠΙΝΑΚΑΣ 23: ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΙΣ ΗΠΑ 154

ΠΙΝΑΚΑΣ 24: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΤΗΝ ΙΑΠΩΝΙΑ 155

ΠΙΝΑΚΑΣ 25: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΙΑΠΩΝΙΑ 156

ΠΙΝΑΚΑΣ 26: ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΙΑΠΩΝΙΑ 157

ΠΙΝΑΚΑΣ 27: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΤΩΝ 6 ΧΩΡΩΝ 164

Κατάλογος Διαγραμμάτων

ΔΙΆΓΡΑΜΜΑ 1: ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΚΑΘΑΡΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 7

ΔΙΆΓΡΑΜΜΑ 2: ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ 48

ΔΙΆΓΡΑΜΜΑ 3: ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΚΟ ΜΕΤΡΟ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΕΠΙ ΜΗΝΙΑΙΑ ΒΑΣΗ. 52

ΔΙΆΓΡΑΜΜΑ 4: ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΠΟΥ ΔΕΧΕΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ 53

ΔΙΆΓΡΑΜΜΑ 5: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΓΙΑ ΑΠΕ 62

ΔΙΆΓΡΑΜΜΑ 6: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΠΟΛΥΤΟΥ ΜΗΔΕΝΟΣ. 69

ΔΙΆΓΡΑΜΜΑ 7: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ I-V. ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ ΡΕΥΑΤΟΣ ΣΕ ΜΙΑ ΕΠΑΦΗ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΤΑΣΗ ΠΟΛΩΣΗΣ. 75

ΔΙΆΓΡΑΜΜΑ 8: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ Φ/Β 84

ΔΙΆΓΡΑΜΜΑ 9: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ. 86

ΔΙΆΓΡΑΜΜΑ 10: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 87

ΔΙΆΓΡΑΜΜΑ 11: ΠΟΣΟΣΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 93

ΔΙΆΓΡΑΜΜΑ 12: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ ΓΙΑ ΕΝΑ ΔΩΜΑ ΜΕ ΚΑ ΧΩΡΙΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ 108

ΔΙΆΓΡΑΜΜΑ 13: ΕΤΗΣΙΑ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ 131

ΔΙΆΓΡΑΜΜΑ 14: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ 134

Κατάλογος Εικόνων

ΕΙΚΌΝΑ 1: ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΙΑΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ΓΙΑ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ..... 38

ΕΙΚΌΝΑ 2: ΦΑΣΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ..... 49

ΕΙΚΌΝΑ 3: ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ 51

ΕΙΚΌΝΑ 4: ΤΡΟΧΙΑ ΤΗΣ ΓΗΣ ΓΥΡΟ ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΙΟ..... 54

ΕΙΚΌΝΑ 5: ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΗΣ ΜΟΛΥΒΔΟΥ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ..... 57

ΕΙΚΌΝΑ 6: ΕΝΑ ΑΠΟΤΟ Si ΠΟΥ ΕΧΕΙ ΤΕΣΣΕΡΑ ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΤΡΟΧΙΑΚΑ ΨΥΒΡΙΔ . ΚΑΘΕ ΤΡΟΧΙΑΚΟ ΠΕΡΙΕΧΕΙ ΕΝΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟ. 67

ΕΙΚΌΝΑ 7: ΑΠΕΙΚΟΝΗΣΗ ΜΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΝΟΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΥ Si. ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΟΝΤΑΙ ΚΑΙ ΟΙ ΟΜΟΙΟΠΟΛΙΚΟΙ ΔΕΣΜΟΙ. 68

ΕΙΚΌΝΑ 8: ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ Si 70

ΕΙΚΌΝΑ 9: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΗΣ..... 71

ΕΙΚΌΝΑ 10: ΔΟΜΗ ΕΝΟΣ ΗΜΙΑΓΩΓΟΥ ΤΥΠΟΥ Ν..... 72

ΕΙΚΌΝΑ 11: ΔΟΜΗ ΕΝΟΣ ΗΜΑΓΩΓΟΥ ΤΥΠΟΥ Ρ..... 72

ΕΙΚΌΝΑ 12: ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΠΟΓΥΜΝΩΣΗΣ 73

ΕΙΚΌΝΑ 13: ΗΛΙΑΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΑΦΗ ΗΜΙΑΓΩΓΟΥ ΤΥΠΟΥ-Ν ΚΑΙ ΤΥΠΟΥ-Ρ. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕ ΤΟ ΒΑΘΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ. 76

ΕΙΚΌΝΑ 14: ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΗΜΑ, ΓΥΘΙΟ-ΛΑΚΩΝΙΑ..... 85

ΕΙΚΌΝΑ 15: ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ..... 86

ΕΙΚΌΝΑ 16: ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΣΥΣΗΜΑ..... 88

ΕΙΚΌΝΑ 17: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ 106

ΕΙΚΌΝΑ 18: ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΙΚΙΑΣ 109

ΕΙΚΌΝΑ 19: ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ..... 110

ΕΙΚΌΝΑ 20: ΕΙΚΟΝΕΣ ΑΠΟ ΔΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΑΡΚΑ..... 111

ΕΙΚΌΝΑ 21: ΔΙΑΙΕΣΗ ΕΠΙΚΡΑΤΕΙΑΣ 130

Κατάλογος Ακρώνυμων

Α/Γ : Ανεμογεννήτρια

Α.Π.Ε. : Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Β.Ι.ΠΕ. : Βιομηχανική Περιοχή

Γ.Π.Σ. : Γενική Πολεοδομική Περιοχή

Ε.Α.Π. : Εγκαταστάσεις Αντικεραυνικής Προστασίας

Ε.Β.Η.Ε. : Ένωση Βιομηχάνων Ηλιακής Ενέργειας

Ε.Ε. : Ευρωπαϊκή Ένωση

Θ.Η.Σ. : Θερμικά Ηλιακά Συστήματα

Ι.Γ.Μ.Ε. : Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλικών Ερευνών

Κ.Α.Π.Ε. : Κέντρο Ανανεώσιμης Πηγής Ενέργειας

Κ.Υ.Α. : Κοινή Υπουργική Απόφαση

Μ.Σ.Η.Ε. : Μεσογειακό Σχέδιο Ηλιακής Ενέργειας

Ν.Π.Δ.Δ. : Νομικό Πρόσωπο Δημοσίου Δικαίου

Ν.Π.Ι.Δ. : Νομικό Πρόσωπο ιδιωτικού Δικαίου

Θ.Η.Ε. : Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών

Π.Π.Ε.Α. : Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση και Αξιολόγηση

Σ.Α.Π. : Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας

Σ.Χ.Ο.Ο.Α.Π. : Σχέδια Χωρικής Οικιακής Οργάνωσης Ανοικτής Πόλης

ΥΠ.ΑΝ. : Υπουργείο Ανάπτυξης

C.O.P. : Coefficient Of Performance

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιστορία των φωτοβολταϊκών πηγαίνει πίσω πάνω από 150 χρόνια όταν το 1839 ο Alexandre Edmund Becquerel παρατήρησε ότι παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα από συγκεκριμένες χημικές αντιδράσεις και το ηλιακό φως. Ένα παρόμοιο φαινόμενο παρατηρήθηκε και σε ένα στερεό (σελήνιο) αρκετές δεκαετίες αργότερα. Ωστόσο μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση των φαινομένων αυτών έγινε στις αρχές του 19^{ου} αιώνα με την ανάπτυξη της επιστήμης και της κβαντικής θεωρίας**.** Η ανάπτυξη της πρώτης στερεής συσκευής τη δεκαετία του 1940 άνοιξε το δρόμο για την ανακοίνωση της πρώτης ηλιακής κυψέλης πυριτίου με απόδοση 6% (1954). Η παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά είναι αξιόπιστη, δεν περιλαμβάνει κινούμενα μέρη και το κόστος συντήρησης και λειτουργίας είναι πολύ χαμηλό. Η λειτουργία τους είναι αθόρυβη και δεν μολύνουν το περιβάλλον. Επίσης η ενέργεια παράγεται εκεί που χρειάζεται χωρίς να είναι αναγκαίες γραμμές για τη μεταφορά της.

Το κόστος των φωτοβολταϊκών ήδη ανταγωνίζεται με αυτό των μικρών μονάδων παραγωγής ενέργειας, όπως των γεννητριών πετρελαίου. Το μεγάλο μειονέκτημα τους είναι το υψηλό αρχικό κόστος τους. Στην Ελλάδα οι προσπάθειες για ανάπτυξη των φ/β συστημάτων ξεκίνησαν το 1985 αλλά εντατικοποιήθηκαν μόλις πέρυσι, το 2006, με έναν καινούργιο νόμο που δίνει κίνητρα για την υλοποίηση επενδύσεων και απλοποιεί κατά πολύ τις διαδικασίες αδειοδότησης και εγκατάστασης τέτοιων συστημάτων.

Η επιστήμη των φωτοβολταϊκών έχει αναπτυχθεί και μεγάλο μέρος του ηλεκτρισμού σε αρκετές χώρες του κόσμου καλύπτεται από την χρήση φωτοβολταΪκών . Η Ελλάδα λοιπόν, δεν θα πρέπει να μείνει πίσω σε αυτή την ανάπτυξη διότι τέτοιου είδους τεχνολογικά επιτεύγματα πρέπει να εκμεταλλεύονται στο έπακρο από πολιτικούς και πολίτες για να γίνουν οι πόλεις που ζούμε κατάλληλες για ανθρώπους.

1. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Άνθρωπος και περιβάλλον είναι δυο έννοιες αλληλένδετες. Ο άνθρωπος χρησιμοποιεί το περιβάλλον με πολλούς τρόπους, βασικής σημασίας για τη ζωή του. Οφείλει λοιπόν να σέβεται και να διαφυλάσσει το περιβάλλον και να το εκμεταλλεύεται με σύνεση.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1970, η Ευρώπη ανέλαβε σταθερή δέσμευση όσον αφορά το περιβάλλον. Η δέσμευση αυτή αναφέρει ότι η προστασία της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα και των υδάτων, η διατήρηση των φυσικών πόρων και της βιοποικιλότητας, η διαχείριση των αποβλήτων και των δραστηριοτήτων που έχουν δυσμενείς επιπτώσεις συγκαταλέγονται μεταξύ των πεδίων της ευρωπαϊκής δράσης, τόσο σε επίπεδο κρατών μελών όσο και στον διεθνή χώρο.

Στόχος της ευρωπαϊκής περιβαλλοντικής πολιτικής, που βασίζεται στο άρθρο 174 της συνθήκης για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, είναι η εξασφάλιση της αειφόρου ανάπτυξης του ευρωπαϊκού κοινωνικού μοντέλου, ανεξαρτήτως του εάν πρόκειται για διορθωτικά μέτρα με σκοπό την αντιμετώπιση συγκεκριμένων περιβαλλοντικών προβλημάτων ή για μέτρα που καλύπτουν περισσότερους τομείς ή ενσωματώνονται σε άλλους τομείς άσκησης πολιτικής.

1.1 ΑΡΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Με τον όρο ατμοσφαιρική ρύπανση καλούμαι τη παρουσία ρύπων στην ατμόσφαιρα σε ποσότητα, διάρκεια ή συγκέντρωση , που έχουν ως αποτέλεσμα την αλλοίωση της δομής, των χαρακτηριστικών και της σύστασης της ατμόσφαιρας. Οι αλλαγές αυτές μπορούν να

προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και τα οικοσυστήματα και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.

Κάτω από ορισμένες συνθήκες η ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι πιθανό να φτάσει σε επίπεδα που δημιουργούν ανεπιθύμητες συνθήκες διαβίωσης. Για την περιγραφή της κατάστασης αυτής έχει επικρατήσει ο όρος «νέφος». Ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής τους, οι ρύποι διακρίνονται σε πρωτογενείς και δευτερογενείς.

Οι *πρωτογενείς ρύποι* εκπέμπονται απευθείας από τις διάφορες πηγές στην ατμόσφαιρα και οι σημαντικότεροι είναι τα αιωρούμενα σωματίδια (σκόνη, καπνός, σωματίδια βαρέων μετάλλων, όπως μολύβδου (Pb) και νικελίου (Ni), το διοξείδιο του θείου (SO_2), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), οι υδρογονάνθρακες, το χλώριο (Cl_2) και το φθόριο (F_2)).*(Σαφός Μάνος. Greenpeace)*

Οι *δευτερογενείς ρύποι* σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα από τους πρωτογενείς με χημικές αντιδράσεις που γίνονται είτε μεταξύ τους είτε με τα φυσικά συστατικά της ατμόσφαιρας με συμμετοχή του ηλιακού φωτός, της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Σημαντικότεροι είναι το μονοξείδιο του αζώτου (NO), το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) και το όζον (O_3).*(Σαφός Μάνος. Greenpeace)*

Αιωρούμενα σωματίδια: Υλικά σε στερεή ή υγρή μορφή, προερχόμενα από βιομηχανικές δραστηριότητες, όπως βιομηχανίες τσιμέντου, γύψου, καθώς και από αυτοκίνητα. Προκαλούν ασθένειες στο αναπνευστικό σύστημα και ιδιαίτερα προβλήματα σε ηλικιωμένους, παιδιά και άτομα που πάσχουν από άσθμα. Επίσης προκαλούν φθορές σε βαφές και μειώνουν την ορατότητα της ατμόσφαιρας.*(Σαφός Μάνος. Greenpeace)*

Μονοξείδιο του άνθρακα (CO): Πρόκειται για άχρωμο και άοσμο αέριο που εκπέμπεται ως προϊόν ατελούς καύσεως από πάσης φύσεως μηχανές, π.χ., μηχανές αυτοκινήτων. Επιδρά αρνητικά στην υγεία, καθώς μειώνει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο στους ιστούς, δημιουργώντας έτσι προβλήματα στο καρδιαγγειακό και το νευρικό σύστημα. Όταν βρίσκεται σε

χαμηλές συγκεντρώσεις, επηρεάζει άτομα με καρδιακά προβλήματα, ενώ σε υψηλότερες επηρεάζει αρνητικά ακόμα και υγιή άτομα, επιφέροντας ζαλάδα, πονοκεφάλους και σωματική κόπωση.*(Σαφός Μάνος. Greenpeace)*

Διοξείδιο του θείου (SO_2): Αέριο άχρωμο και άοσμο σε χαμηλές συγκεντρώσεις, αλλά με έντονη μυρωδιά σε υψηλότερες. Φυσικά προέρχεται από τα ηφαίστεια, αλλά οι ανθρωπογενείς και βλαβερές πηγές του είναι οι εκπομπές από τις κεντρικές θερμάνσεις, τα διυλιστήρια πετρελαίου, τις χημικές βιομηχανίες και τα πετρελαιοκίνητα οχήματα. Επηρεάζει άτομα με αναπνευστικά προβλήματα νεαρής και μεγάλης ηλικίας. Προκαλεί σοβαρές αλλοιώσεις στα οικοσυστήματα, καθώς συμβάλλει στο φαινόμενο της όξινης βροχής και προκαλεί τη νέκρωση ορισμένων φυτών. Μειώνει την οξύτητα λιμνών και ποταμών, δημιουργώντας ακραίες συνθήκες ακατάλληλες για την υδρόβια ζωή. Προκαλεί επίσης διάβρωση σε υλικά, όπως στο χάλυβα των σιδηροδρομικών γραμμών και στα μάρμαρα των αρχαίων μνημείων. *(Σαφός Μάνος. Greenpeace)*

Μόλυβδος (Pb): Προέρχεται από την καύση απορριμμάτων, τις βαριές βιομηχανίες και από πηγές καυσίμων με μόλυβδο. Σε υψηλές συγκεντρώσεις επηρεάζει τη λειτουργία των νεφρών και γενικότερα την πνευματική ανάπτυξη, ιδιαίτερα σε άτομα νεαρής ηλικίας.*(Σαφός Μάνος. Greenpeace)*

Διοξείδιο του αζώτου (NO_2): Αέριο με ιδιάζουσα μυρωδιά και καφέ χρώμα, χαρακτηριστικό του ουρανού, όταν βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις. Προέρχεται μέσω χημικών αντιδράσεων, παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας, από το μονοξείδιο του αζώτου (NO), το οποίο παράγεται από αυτοκίνητα, φορτηγά και βιομηχανικούς καυστήρες. Αποτελεί τον κύριο ρύπο του νέφους και της όξινης βροχής. Προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα στους ασθματικούς και στα παιδιά, ενώ επηρεάζει και τη βλάστηση. *(Σαφός Μάνος. Greenpeace)*

Όζον (O_3): Αέριο άοσμο και άχρωμο. Στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας παίζει τον ευεργετικό ρόλο της προστασίας της Γης από τη βλαβερή υπεριώδη ακτινοβολία, αλλά στα κατώτερα στρώματα αποτελεί τον κυριότερο ρύπο του φωτοχημικού νέφους. Αποτελεί το προϊόν χημικών αντιδράσεων μεταξύ του οξυγόνου (O_2), πτητικών οργανικών ενώσεων και οξειδίων του αζώτου, παρουσία ηλιακής ακτινοβολίας και υψηλής θερμοκρασίας. Σε μεγάλες

συγκεντρώσεις επιδρά αρνητικά στους ιστούς των πνευμόνων και δημιουργεί προβλήματα σε άτομα με άσθμα και ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος. Ακόμα και σε υγιή άτομα, η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος προκαλεί ερεθισμό στην αναπνευστική οδό, διαταραχή της αναπνευστικής λειτουργίας, αίσθημα ξηρότητας στο λαιμό, πόνο στο στήθος, βήχα, ναυτία, ακόμα και πνευμονική συμφόρηση. Επίσης έχει τις δυσμενέστερες επιπτώσεις από όλους τους ρύπους στα φυτά, καθώς επιδρά στην ανάπτυξή τους, προκαλεί μεγάλες ζημιές στη δασική βλάστηση και μειώνει την αγροτική παραγωγή. *(Φυσικός Κόσμος, περιοδικό υπό την εποπτεία της Ένωσης Ελλήνων φυσικών)*

Τοξικοί ρύποι (αρσενικό, αμίαντος, βενζόλιο): Προέρχονται από χημικές βιομηχανίες και οικοδομικά υλικά. Προκαλούν αναπνευστικά προβλήματα και σχετίζονται με γενετικές ανωμαλίες, στειρώσεις και καρκινοπάθειες. Σε υψηλές συγκεντρώσεις επιφέρουν άμεσο θάνατο.

1.2 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΑΥΞΗΜΕΝΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ

Τα τελευταία χρόνια οι περιοχές με αυξημένο πρόβλημα ατμοσφαιρικών ρύπων γίνονται ολοένα και περισσότερες. Οι περιοχές αυτές είναι κυρίως τα μεγάλα αστικά κέντρα. Αυτό συμβαίνει διότι τα αστικά κέντρα περιλαμβάνουν το σύνολο των και βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Οι εγκαταστάσεις αυτές απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα μεγάλες ποσότητες ρύπων. Εκτός από τους βιομηχανικούς ρύπους ένα πολύ σημαντικό μέρος της ρύπανσης των αστικών κέντρων οφείλονται στα αυτοκίνητα. Χαρακτηριστικά παρακάτω αναφέρονται οι 10 πιο μολυσμένες πόλεις παγκοσμίως. Αυτές είναι οι :

Linfen, Κίνα. Μόλυνση από εκπομπές βιομηχανικών ρύπων και από ρύπους αυτοκινήτων.

Tianying, Κίνα. Μόλυνση από μόλυβδο και άλλα βαρέα μέταλλα.

Sukinda, Ινδία. Μόλυνση από ορυχεία χρωμίου και άλλων μετάλλων.

Vapi, Ινδία. Μόλυνση από χημικά και βαρέα μέταλλα.

La Oroya, Περού. Μόλυνση από μόλυβδο, χαλκό και ψευδάργυρο.

Dzerzhinsk, Ρωσία. Μόλυνση από ατμοσφαιρική ρύπανση.

Norilsk, Ρωσία. Μόλυνση από χημικά και τοξικά προϊόντα.

Chernobyl, Ουκρανία. Μόλυνση από ραδιενέργεια.

Symgayit, Αζερμπαϊτζάν. Μόλυνση από χημικά και βαρέα μέταλλα.

Kabwe, Ζάμπια. Μόλυνση από μόλυβδο και κάδμιο.

Στην χώρα μας οι πόλεις με τα μεγαλύτερα προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι η περιοχή του λεκανοπεδίου Αττικής, η Ελευσίνα όπου φιλοξενεί ένα μεγάλο αριθμό από βιομηχανίες (Ελληνικά Πετρέλαια, χαλυβουργική κλπ.), Πάτρα, Ηράκλειο Κρήτης . *(Ευθυμιόπουλος Η., Μοδινός Μ. (2002), Παγκοσμιοποίηση και Περιβάλλον)*

1.3 ΕΞΑΝΤΛΗΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ

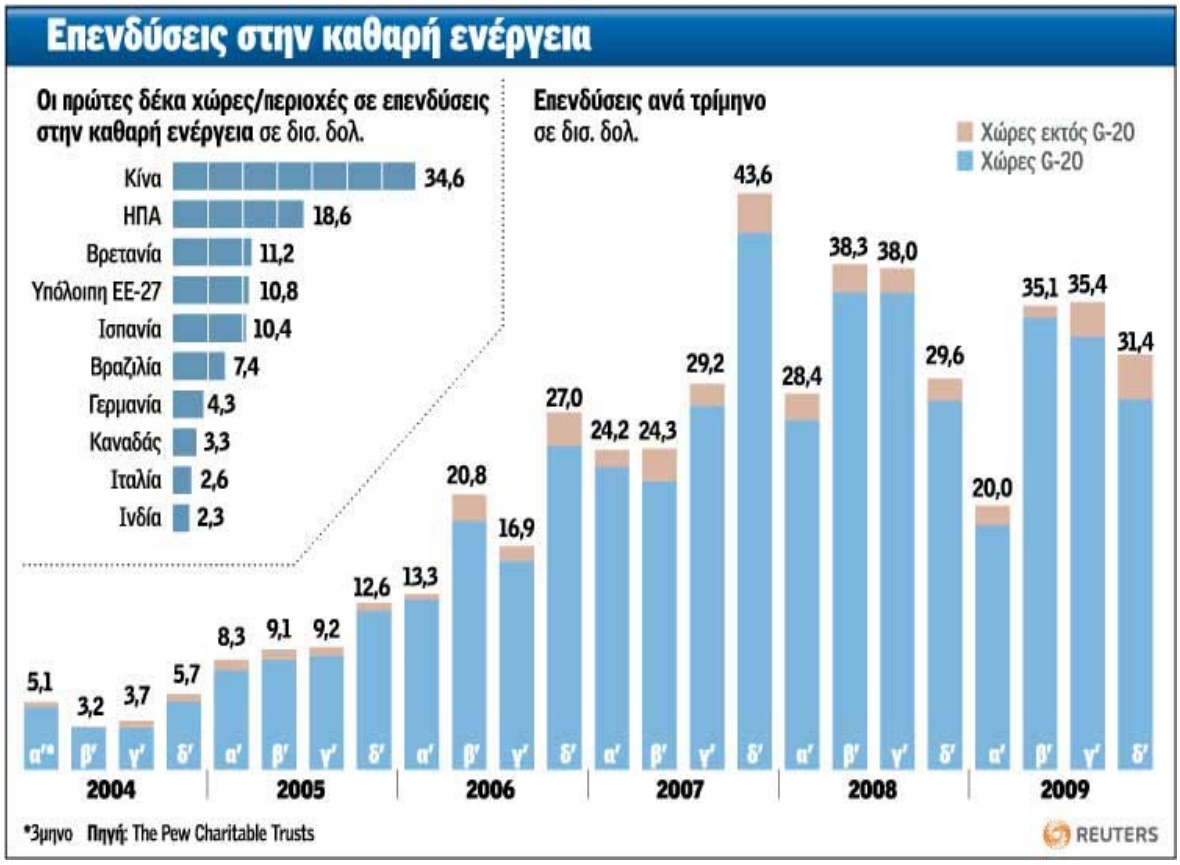
Στην κατηγορία των φυσικών ορυκτών πόρων ανήκουν πηγές όπως το πετρέλαιο, ο λιγνίτης, το φυσικό αέριο και ο άνθρακας, οι οποίες χρησιμοποιούνται παγκοσμίως, σε μεγάλη κλίμακα εφαρμογών για την παραγωγή διαφόρων μορφών ενέργειας. Ειδικότερα η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, βασίζεται σχεδόν στην ολότητα της καύσης των ορυκτών πόρων. Η ζήτηση επομένως και η κατανάλωση τους είναι ήδη τεράστια, αλλά και αυξάνεται συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου και την παράλληλη αύξηση των αναγκών. Το αυτονόητο αποτέλεσμα της πορείας αυτής είναι σε πρώτο επίπεδο η σταδιακή μείωση των αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων που υπάρχουν ανά υφήλιο και πιο μακροπρόθεσμα η παντελής έλλειψη κάποιων πόρων από τον πλανήτη. *(Περιβάλλον, οικονομία και αειφόρος ανάπτυξη στον αιώνα μας)*

Πρόσφατες έρευνες επάνω στην αυξανόμενη αυτή πορεία χρήσης , δείχνουν γενικότερα ότι οι υπάρχοντες πόροι δεν επαρκούν για να καλύψουν στο μέλλον τις αυξανόμενες ανάγκες, γεγονός που εξηγεί παράλληλα και την άνοδο των τιμών τους. Ο διεθνής οργανισμός ενέργειας εκτιμά αναλυτικότερα ότι η παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση θα αυξηθεί κατά 60% έως το 2030 και ότι η

Ευρωπαϊκή Ένωση, της οποίας το 80% της παραγωγής ενέργειας καλύπτεται από ορυκτούς πόρους, θα δει τις εισαγωγές της ενέργειας να αυξάνονται από το 50% που είναι σήμερα, σε 70%. Παράλληλα ο ανταγωνισμός για την διασφάλιση πόρων ενέργειας οδηγεί συχνά μέχρι και σε πολιτικές εντάσεις, απειλώντας ακόμη και την ειρήνη σε ορισμένες περιοχές του πλανήτη. Για τον λόγω αυτό πολλές χώρες προσπαθούν να επενδύσουν πάνω στην καθαρή ενέργεια.

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται τα ποσοστά επενδύσεις ανά χώρα κ οι πρώτες 10 χώρες σε επενδύσεις σε καθαρή ενέργεια (πράσινη ανάπτυξη).

Διάγραμμα 1: ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΚΑΘΑΡΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ



Πηγή: www.energia.gr/photos/articlefiles/clean

1.4 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ-ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στους παρακάτω πίνακες υπάρχει μια γενική αξιολόγηση των διαφόρων πηγών ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα, με κριτήριο τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την παραγωγή και την χρήση τους.

Στον πρώτο πίνακα αξιολογούνται οι *'συμβατικές'* πηγές ενέργειας, οι πηγές δηλαδή, των οποίων τα αποθέματα δεν είναι ανεξάρτητα αλλά περιορίζονται σταδιακά. Στον δεύτερο πίνακα βρίσκονται οι επονομαζόμενες *'ανανεώσιμες'* πηγές ενέργειας, οι πηγές δηλαδή οι οποίες θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Από τις τιμές του πίνακα γίνεται αισθητή η μεγαλύτερη αρνητική επιρροή που δημιουργούν στο περιβάλλον οι *'συμβατικές'* πηγές ενέργειας .

Πίνακας 1: «ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ» ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΠΙΠΤΩΣΗ	ΑΝΘΡΑΚΑΣ	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	ΠΥΡΗΝΙΚΗ	ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ
SO2/NO2	4	3	1	1
CO2	4	4	2	4
CH4	2	1		3
ΥΓΙΕΙΝΗ	1	1	1	
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	2	2		
ΒΑΡΙΑ ΜΕΤΑΛΛΑ	2	1		2
ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΑΣ	1	2		2
ΑΠΟΒΛΗΤΑ	2	1	2	
ΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	2	1	3	1
ΗΧΟΡΥΠΑΝΣΗ	1		2	
ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΓΗΣ	3	1	1	1

Πηγή: www.eurocharity.gr

Πίνακας 2: «ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ» ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	Φ/Β ΗΛΙΑΚΗ	ΑΙΟΛΙΚΗ	ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	ΒΙΟΜΑΖΑ	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ	ΠΑΛΙΡ/ΑΚΗ	ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ
SO2/NO2			1	1			
CO2							

CH4			3	1			
ΥΓΙΕΙΝΗ							
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	1						
ΒΑΡΙΑ ΜΕΤΑΛΛΑ	1						
ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΑΣ	1						
ΑΠΟΒΛΗΤΑ	1		1	2			
ΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	1	3	1	1	2	1	1
ΗΧΟΡΥΠΑΝΣΗ	1	1	1	1	3	3	1
ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΓΗΣ	1	1	3				

Πηγή: www.eurocharity.gr

Επεξήγηση πίνακα :

Ανύπαρκτη = ‘κενό‘ , Ασήμαντη =1, Σημαντική = 2

Σημαντική/μεγάλη =3, Μεγάλη =4

1.5 ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

Η Κοινοτική πολιτική για το περιβάλλον διαμορφώθηκε σταδιακά κατά την διάρκεια των τριών τελευταίων δεκαετιών. Μολονότι η Ευρωπαϊκή Κοινότητα είχε ως πρωταρχικό στόχο την εξάλειψη των τεχνικών εμποδίων στην ελεύθερη κυκλοφορία των προϊόντων, ανέπτυξε μια εκτεταμένη περιβαλλοντική πολιτική, η οποία θέτει κανόνες και όρια που περιορίζουν τις ελευθερίες της αγοράς.

Αρχικά, η Κοινοτική περιβαλλοντική πολιτική αφορούσε μάλλον τον ανταγωνισμό παρά το περιβάλλον. Το προβάδισμα του ανταγωνισμού δεν ήταν απλώς μια πολιτική επιλογή. Εφόσον το περιβάλλον δεν περιλαμβανόταν ως αυτοτελής πολιτικός στόχος στο κείμενο της Συνθήκης της Ρώμης του 1957, Κοινοτική περιβαλλοντική πολιτική δεν ήταν δυνατόν να υπάρξει παρά μόνο ως εξάρτημα της πολιτικής του ανταγωνισμού. Ο κύριος στόχος της Κοινοτικής πολιτικής ήταν η εναρμόνιση των περιβαλλοντικών νομοθεσιών και η ομοιόμορφη καταπολέμηση ορισμένων μορφών ρύπανσης, ώστε να μην εγείρονται τεχνικά εμπόδια στην ελεύθερη κυκλοφορία των εμπορευμάτων λόγω των διαφορετικών εθνικών προσεγγίσεων. Μόνο μετά την Ενιαία Πράξη του

1987, το περιβάλλον και η ανάγκη της προστασίας του ενσωματώθηκαν στο κείμενο της Συνθήκης (Wilkinson 1990).

Η Κοινοτική περιβαλλοντική πολιτική καλύπτει σήμερα σχεδόν το σύνολο των περιβαλλοντικών θεμάτων. Το θεσμικό πλαίσιο στο οποίο αναπτύχθηκε ήταν τα έξη πολυετή Προγράμματα Δράσης για το Περιβάλλον. Το πρώτο θεσπίσθηκε το 1973, ενώ το τρέχον έκτο πρόγραμμα θα ισχύει μέχρι το 2012 *(European Physical society, Global mapping of greenhouse gases and air pollutants, Europhysics news).*

Η προσέγγιση που υιοθετήθηκε αρχικά ήταν η κλασική διοικητική προσέγγιση, βασιζόμενη σε νομοθετικές ρυθμίσεις που αποφασίζονται στο επίπεδο της Ευρωπαϊκής Κοινότητας και εφαρμόζονται με ενιαίο τρόπο από τα κράτη μέλη. Οι Κοινοτικές περιβαλλοντικές ρυθμίσεις είχαν ως επί το πλείστον την μορφή οδηγιών που καθόριζαν ποσοτικούς στόχους και αυστηρά χρονοδιαγράμματα, αφήνοντας στα κράτη μέλη την ευχέρεια να επιλέξουν τις μεθόδους με τις οποίες θα μετέφεραν τις διατάξεις στο εθνικό δίκαιο για να επιτύχουν τους στόχους (αν και σε πολλές περιπτώσεις οι διαθέσιμες μέθοδοι για την επίτευξη των στόχων περιορίζονταν από την «βέλτιστη διαθέσιμη τεχνολογία»).

Εφόσον βρισκόμαστε στο 2011 είναι εύλογο να αναφερθούμε και να αναλύσουμε το έκτο κοινοτικό πρόγραμμα δράσης το οποίο όπως προείπαμε έχει ισχύει ως το 2012.

Το 6^{ο} Κοινοτικό Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον θα αποτελεί το πλαίσιο της Κοινοτικής περιβαλλοντικής πολιτικής κατά την δεκαετία 2003 – 2012. Ουσιαστική καινοτομία σε σύγκριση με τα προηγούμενα Προγράμματα είναι ότι αυτό εγκρίθηκε με «συναπόφαση» της Επιτροπής, του Συμβουλίου και του Κοινοβουλίου ενώ τα προηγούμενα ήταν προγράμματα που είχαν καταρτιστεί από την Επιτροπή με απόφαση του Συμβουλίου. Η διαφορά είναι ουσιαστική γιατί η ισότιμη συμμετοχή του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου αίρει εν μέρει το «δημοκρατικό έλλειμμα» της Ευρωπαϊκής Κοινότητας που έχει αποτελέσει πάγιο αντικείμενο κριτικής. Μια άλλη ουσιαστική διαφορά με τα προηγούμενα Προγράμματα είναι ότι το 6^{ο} Πρόγραμμα δεν περιέχει λεπτομερείς ποσοτικούς στόχους και χρονοδιαγράμματα, αλλά καθορίζει γενικές στρατηγικές

κατευθύνσεις *(European Physical society, Global mapping of greenhouse gases and air pollutants, Europhysics news).*

Κεντρική φιλοσοφία του προγράμματος είναι ότι η προστασία του περιβάλλοντος δεν έρχεται σε αντίθεση με την οικονομία, αλλά ότι, αντίθετα, τα αυστηρά περιβαλλοντικά πρότυπα δημιουργούν κίνητρα που αυξάνουν την ανταγωνιστικότητα της οικονομίας και την επιχειρηματικότητα. Η διατήρηση της καλής ποιότητας του περιβάλλοντος είναι από τη άλλη πλευρά ουσιαστική για την διατήρηση ενός καλού βιοτικού επιπέδου και ποιότητας ζωής. Η κοινωνία, η βιομηχανία και η διοίκηση πρέπει συνεπώς να συνεργασθούν ώστε να επιτευχθεί η αποσύνδεση των πιέσεων στο περιβάλλον από την οικονομική μεγέθυνση.

Το πρόγραμμα δίνει ξεχωριστό βάρος στην εφαρμογή της ισχύουσας περιβαλλοντικής νομοθεσίας, στην ενσωμάτωση του περιβαλλοντικού προβληματισμού στις άλλες πολιτικές, στην χρήση οικονομικών κινήτρων (επιδοτήσεις, περιβαλλοντικοί φόροι) για την προώθηση μεθόδων παραγωγής και καταναλωτικών προτύπων περισσότερο φιλικών προς το περιβάλλον, σε μέτρα επηρεασμού του χωροταξικού σχεδιασμού των εθνικών κυβερνήσεων (π.χ. μέσω των Διαρθρωτικών Ταμείων), ώστε να μειωθούν οι πιέσεις στις αστικές περιοχές, την ύπαιθρο και ιδίως τις παράκτιες περιοχές καθώς και σε δράσεις για την ενημέρωση, ευαισθητοποίηση και συμμετοχή των πολιτών στην διαμόρφωση της Κοινοτικής περιβαλλοντικής πολιτικής.

Προτεραιότητες του Προγράμματος είναι η αλλαγή του κλίματος, η φύση και η βιοποικιλότητα, το περιβάλλον και η υγεία, οι φυσικοί πόροι και τα απόβλητα. Στα θέματα αυτά έχουν καθοριστεί γενικοί ποσοτικοί στόχοι και χρονοδιαγράμματα, που εν μέρει προέρχονται από διεθνείς συμβάσεις ή από προγενέστερες πολιτικές.*(«distributed power generation», H.Lee Willis, Walter G.Scott,).*

Για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής ο μακροπρόθεσμος στόχος είναι να περιοριστεί η αύξηση της θερμοκρασίας στους +2° C, πράγμα που προϋποθέτει ότι η συγκέντρωση CO_2 στην ατμόσφαιρα δεν θα υπερβεί τα 550 ppm. Ποσοτικοί στόχοι έχουν τεθεί στο πλαίσιο της ενεργειακής πολιτικής που

επηρεάζει άμεσα το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τουλάχιστον το 12% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται και 22% της ενέργειας που παράγεται θα πρέπει να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Έως το 2012, το 18% της ενέργειας θα πρέπει να παράγεται από συστήματα συνδυασμένου κύκλου, ενώ θα πρέπει να έχει αποσυνδεθεί η οικονομική μεγέθυνση από την αύξηση του όγκου των μεταφορών.

Στον τομέα του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας προβλέπεται να εξασφαλιστεί στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα ένα ασφαλές επίπεδο ποιότητας νερού έως το 2012, επίσης ένα ασφαλές επίπεδο ποιότητας αέρα και μια σημαντική μείωση των θορύβων. Έως το 2020 θα πρέπει να έχουν καταργηθεί οι ανασφαλείς μέθοδοι στην παραγωγή και χρήση χημικών ουσιών.

Ο γενικός στόχος για την φύση και την βιοποικιλότητα είναι η πλήρης υλοποίηση του δικτύου Natura 2000 και η ανάσχεση της απώλειας ειδών το αργότερο έως το 2006. Δεν υπάρχει όμως αντίστοιχη πρόβλεψη για ζητήματα τοπίου.

Βασική φιλοσοφία σε θέματα που αφορούν την χρήση των φυσικών πόρων και των αποβλήτων είναι να μη υπερβαίνουν οι πιέσεις την εκάστοτε φέρουσα ικανότητα του περιβάλλοντος. Ένα πρώτο βήμα προς την κατεύθυνση αυτή είναι η αποσύνδεση έως το 2012 των εισροών πρώτων υλών και ενέργειας καθώς και της παραγωγής αποβλήτων από την μεγέθυνση της οικονομίας.

Πέραν αυτών των συγκεκριμένων στόχων και χρονοδιαγραμμάτων το Πρόγραμμα προέβλεπε την κατάρτιση έως τα τέλη του 2005 επτά «Θεματικών Στρατηγικών» για την επίτευξη των στόχων του προγράμματος. Αυτές θα καταρτίζονται σε συνεργασία με τα ενδιαφερόμενα μέρη (βιομηχανία, κοινωνικοί εταίροι, δημόσιες αρχές, μη κυβερνητικές οργανώσεις). Ποσοτικοί στόχοι είναι δυνατόν να προβλέπονται αλλά αυτό δεν είναι δεσμευτικό. Οι Θεματικές Στρατηγικές αφορούν:

- την προστασία των εδαφών από την ρύπανση, την διάβρωση, την υποβάθμιση και ερημοποίηση
- την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, με βάση την εφαρμογή των διεθνών συμβάσεων

- την βιώσιμη χρήση φυτοφαρμάκων με στόχο την ελαχιστοποίηση των κινδύνων στην δημόσια υγεία,
- την βελτίωση των ελέγχων των επικίνδυνων ουσιών και την υποκατάστασή τους από ασφαλέστερες ουσίες ή ασφαλέστερες μη χημικές μεθόδους
- την προστασία από την ρύπανση του αέρα, με στόχο την μείωση των υπερβάσεων των κρίσιμων ορίων
- την αναβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος με τον έλεγχο των μεταφορών, την προώθηση των δημόσιων συγκοινωνιών και τον έλεγχο των καυσαερίων
- την αειφόρο χρήση των πόρων
- την αποφυγή και ανακύκλωση αποβλήτων με στόχο την μείωση των ροών πρώτων υλών, την βελτιωμένη απόδοση και την αποσύνδεση από την οικονομική μεγέθυνση.

Οι Θεματικές Στρατηγικές φιλοδοξούν να αποτελέσουν τον πυρήνα μιας νέας περιβαλλοντικής πολιτικής. Δεν αφορούν συγκεκριμένους ρύπους ή οικονομικές δραστηριότητες, αλλά θεματικές ενότητες. Ο χρονικός ορίζοντας στον οποίο στοχεύουν είναι απόμακρος. Οι στόχοι που θέτουν θα πρέπει να έχουν υλοποιηθεί έως το 2020. Κύριο μέλημα στο πλαίσιο των Θεματικών Στρατηγικών είναι η επιλογή των εργαλείων και των μεθόδων για την οικονομικότερη επίτευξη των στόχων, μεταξύ άλλων και με καλύτερη νομοθεσία.

1.6 ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Ο όρος *παγκόσμια υπερθέρμανση* αναφέρεται στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης και των ωκεανών. Σύμφωνα με τν αρμόδια επιτροπή του ΟΗΕ η μέση θερμοκρασία του πλανήτη τον τελευταίο αιώνα έχει αυξηθεί κατά 0,6 βαθμούς Κελσίου. Οι προβλέψεις της ίδιας επιτροπής για το τέλος του αιώνα που διανύουμε είναι ακόμη πιο δυσμενής, καθώς πιθανολογείται επιπλέον

αύξηση της θερμοκρασίας έως και 5,8 βαθμούς Κελσίου.

Το φαινόμενο της παγκόσμιας υπερθέρμανσης έχει άμεσα συνδεθεί με την παραγωγή των αερίων θερμοκηπίου από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και τα αποτελέσματα αυτής της αύξησης έχουν γίνει πλέον αισθητά. Στους πόλους της γης ήδη παρατηρείται λιώσιμο τεράστιων παγόβουνων με γρήγορο ρυθμό. Το επίπεδο της θάλασσας συνεπακόλουθα αναμένεται να ανέβει και να επιφέρει ανάλογες επιπτώσεις.

Με την χρήση δορυφόρων έχει διαπιστωθεί ότι η μέση αύξηση του επιπέδου της θάλασσας είναι 2,8 χιλιοστά/έτος αλλά διατηρούνται επιφυλάξεις για την αξιοπιστία των μετρήσεων. Άλλα αρνητικά φαινόμενα που οφείλονται στην παγκόσμια υπερθέρμανση είναι οι αλλαγές στους ρυθμούς βροχοπτώσεων και η αυξημένη ένταση και συχνότητα ακραίων καιρικών φαινομένων. Μελλοντικά αναμένονται σε κάποιες περιοχές, παρατεταμένη ξηρασία, και θέματα υγιεινής λόγω κλιματικών αλλαγών*(http://www.cres.gr).*

1.7 ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ – ΣΥΝΟΔΟΣ ΚΟΠΕΓΧΑΓΗΣ

Οι επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της συνακόλουθης αλλαγής των παγκοσμίων κλιματικών συνθηκών είναι πλέον ορατές. Οι συχνές βροχοπτώσεις και τα κύματα καύσωνα πλήττουν συχνότερα τον πλανήτη, ενώ οι τροπικοί τυφώνες και οι κυκλώνες έχουν μεγαλύτερη ένταση με καταστροφικές συνέπειες. Ταυτόχρονα, η θερμοκρασία και η στάθμη της επιφάνειας των ωκεανών συνεχίζουν να αυξάνονται, απειλώντας το οικοσύστημα στο σύνολο του.

Ωστόσο, συχνό φαινόμενα σε θέματα συνδιαχείρισης είναι η συγκάλυψη τους από τις αρμόδιες αρχές, κάτω από μια ηθελημένη αδιαφορία, η οποία οδηγεί στη περιβαλλοντική υποβάθμιση. Οι κλιματικές αλλαγές αποτελούν γεγονός, επηρεάζοντας όλους μας, σωρεύονται επί αιώνες και οφείλονται στον άνθρωπο. Η μη έγκαιρη και αποτελεσματική αντιμετώπισή τους θα αποβεί καταστροφική για όλες ανεξαιρέτως τις περιοχές και τους πληθυσμούς της Γης. Η ανθρωπότητα

ποτέ δεν είχε αντιμετωπίσει σοβαρότερη ή δυσκολότερη πρόκληση.

Με σκοπό την αντιμετώπιση αυτής της εφιαλτικής κατάστασης, εξαιτίας της οποίας διαταράσσεται με δραματικούς ρυθμούς η οικολογική ισορροπία του πλανήτη και ολόκληρες περιοχές κινδυνεύουν να βυθιστούν, 120 αρχηγοί κρατών και 192 χώρες έλαβαν μέρος στη Διάσκεψη της Κοπεγχάγης, επιδιώκοντας την επίτευξη μίας νέας, παγκόσμιας, ενιαίας, καθολικής και νομικά δεσμευτικής συμφωνίας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, η οποία θα αντικαταστήσει το Πρωτόκολλο του Κιότο, που λήγει το 2012.

Η χαρακτηριζόμενη ως ιστορική Διάσκεψη, είχε θεωρηθεί από τους επιστήμονες ως η σημαντικότερη που έχει γίνει μέχρι στιγμής. Για πρώτη φορά στην διάρκεια 17 χρόνων συζητήσεων για το κλίμα, ένας μεγάλος αριθμός κρατών ευαισθητοποιήθηκε και κοινοποίησε στόχους και προτάσεις για τη σωτηρία του πλανήτη. Φαίνεται ότι η παγκόσμια κοινότητα αποδέχθηκε την ευθύνη να αναλάβει δράση για την αντιμετώπιση της απειλής της κλιματικής αλλαγής*(European Commission. D.G for Energy and Transport (2009))*

Αντικειμενικοί στόχοι των διαπραγματεύσεων στην Σύνοδο της Κοπεγχάγης υπήρξαν:

- Ο καθορισμός επιπέδων δέσμευσης όλων των αναπτυγμένων κρατών για συγκεκριμένα ποσοστά μείωσης των παραγόμενων ρύπων
- Η επίτευξη δέσμευσης για μέτρα μείωσης εκπομπών αερίων των αναπτυσσόμενων χωρών.
- Ο προσδιορισμός του ύψους της αναγκαίας διεθνούς χρηματοδότησης που θα πρέπει να παρέχουν οι αναπτυγμένες χώρες για την προσαρμογή των αναπτυσσόμενων χωρών στην κλιματική αλλαγή.
- Ο προσδιορισμός των μέσων υλοποίησης των δεσμεύσεων για τη μείωση των εκπομπών και την προσαρμογή των αναπτυσσόμενων χωρών στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Η μεταφορά τεχνολογίας, η χρηματοδότηση και η ανάπτυξη ικανοτήτων των αναπτυσσόμενων χωρών αποτελούν τα μέσα υλοποίησης

Οι συζητήσεις Κοπεγχάγη ξεκίνησαν, στις 7 Δεκεμβρίου 2009, με την υπόσχεση

για την εύρεση μιας δεσμευτικής και φιλόδοξης συμφωνίας για το κλίμα, δίνοντας στον κόσμο την ελπίδα για ένα καλύτερο μέλλον. Το πρώτο επίσημο σχέδιο προέβλεπε οι ανεπτυγμένες χώρες θα έπρεπε, έως το 2020, να μειώσουν τις εκπομπές αερίων κατά 70-85%. Το σχέδιο αυτό απορρίφθηκε από τις Ηνωμένες Πολιτείες και την Κίνα, για διαφορετικούς λόγους από την κάθε πλευρά, προκαλώντας την έντονη δυσαρέσκεια των φτωχότερων χωρών.

Οι διαφωνίες μεταξύ αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και οι διαφωνίες μεταξύ Κίνας και ΗΠΑ, οι οποίες ευθύνονται για το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών στον πλανήτη, κυριάρχησαν στην 15η Σύνοδο του ΟΗΕ για την κλιματική αλλαγή στην Κοπεγχάγη. Οι αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες διαφωνούσαν ως προς το ποσοστό μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και ως προς το ποσό χρηματοδότησης για τις φτωχότερες χώρες, στην προσπάθειά τους να αντιμετωπίσουν το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Η Δανία, κατηγορήθηκε έντονα από τις εν λόγω χώρες, για υπονόμευση των συζητήσεων για το κλίμα, λόγω της αρνητικής στάσης της απέναντι στη μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου, όπως προέβλεπε το Πρωτόκολλο του Κιότο.

Είναι γεγονός, ότι τα φτωχότερα κράτη είναι ευάλωτα στην κλιματική αλλαγή, με τις αφρικανικές χώρες να πληρώνουν το μεγαλύτερο μέρος του τιμήματος. Για τον λόγο αυτό, οι εκπρόσωποί τους έκαναν σαφές ότι οι πλούσιες χώρες θα έπρεπε να δεσμευτούν για τη μείωση των εκπομπών και να μην εγκαταλειφθεί η βάση που θέτει το Πρωτόκολλο του Κιότο.

Η Διεθνής Κοινότητα αναγνώρισε για πρώτη φορά το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής, το 1992, στη Σύνοδο Κορυφής στο Ρίο, με την υπογραφή της Σύμβασης Πλαισίου για την Κλιματική Αλλαγή. Πέντε χρόνια αργότερα, υπογράφηκε το περίφημο Πρωτόκολλο του Κιότο. Κεντρικός άξονας του Πρωτοκόλλου είναι οι νομικά κατοχυρωμένες δεσμεύσεις των βιομηχανικά αναπτυγμένων κρατών να μειώσουν τις εκπομπές έξι αεριών του θερμοκηπίου, στην περίοδο 2008-2012, κατά ποσοστό 5.2%, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.

Όπως φάνηκε στις διαπραγματεύσεις, οι αναπτυγμένες χώρες προωθούσαν μια νέα συμφωνία, χωρίς να λάβουν υπόψη τα προβλήματα και τις ανησυχίες των

οικονομικά αδύναμων χωρών. Φοβούμενες μη χάσουν πολλά από τα οφέλη που προέβλεπε το Πρωτόκολλο του Κιότο, οι φτωχότερες χώρες, εγκατέλειψαν προσωρινά τις διαπραγματεύσεις, για να επιστρέψουν σε αυτές λίγο αργότερα. Από την άλλη πλευρά, οι πλούσιες αναπτυσσόμενες χώρες χάριν της οικονομικής ανάπτυξης, δεν έδειξαν ιδιαίτερη προθυμία να δεσμευτούν για μεγάλες μειώσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Οι φτωχότερες χώρες, καθοδηγούμενες από την Κίνα, ζητούσαν μείωση των ρύπων από τις βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες, με την αιτιολογία ότι εκείνες ευθύνονται για την σημερινή χαοτική κατάσταση. Στην αντίπερα όχθη, οι πλουσιότερες χώρες, υπό τις συστάσεις των ΗΠΑ, επικαλούνταν την οικονομική και πληθυσμιακή ανάπτυξη αυτών των χωρών, χαρακτηρίζοντας την Κίνα, τη Βραζιλία και την Ινδία ως τους μελλοντικούς μεγαλύτερους ρυπαντές.

Η χωρίς δεσμευτικού χαρακτήρα Συμφωνία της Κοπεγχάγης αναγνωρίζει την ανάγκη περικοπών των εκπομπών ρύπων με κύριο στόχο να συγκρατηθεί η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας κάτω από τους 2 βαθμούς Κελσίου, ώστε να αποφευχθούν φυσικές καταστροφές όπως οι πλημμύρες, οι καύσωνες, η εξαφάνιση διάφορων ειδών της πανίδας και της χλωρίδας και η αύξηση της στάθμης των ωκεανών. Το νέο σχέδιο διακήρυξης θέτει ως στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 50% μέχρι το 2050, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Καθορίζει εθελοντικές δεσμεύσεις των μεγάλων αναπτυσσόμενων χωρών για περιορισμό των ρύπων, χωρίς να αναφέρει όμως συγκεκριμένα ποσοστά για τη μείωση τους μέχρι το 2020 ή να επιβάλλει σαφείς χρονικές προθεσμίες. Ωστόσο, καλεί για την υιοθέτηση μιας νομικά δεσμευτικής συνθήκης ως τα τέλη του 2010 και αναφέρεται στην επανεξέταση, το 2016, του σχεδίου της Διακήρυξης, όπου θα αναθεωρηθεί το όριο του 1,5 βαθμού Κελσίου.

Στη Συμφωνία προβλέπεται η σύσταση ενός Κλιματικού Μηχανισμού Χρηματοδότησης προς τις αναπτυσσόμενες χώρες, το οποίο θα διαχειρίζεται κεφάλαιο ύψους 100 δις δολαρίων ετησίως. Η ΕΕ δεσμεύτηκε να συμβάλει με το ποσό των 10.6 δις δολαρίων και η Ιαπωνία υποσχέθηκε να παρέχει το ποσό των 11 δις δολαρίων ενώ οι ΗΠΑ. μόλις στο ποσό των 3.6 δις δολαρίων. Τα κονδύλια αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τις αναπτυσσόμενες χώρες για να καταπολεμήσουν την αποδάσωση, να στραφούν στην πράσινη ανάπτυξη, να

μειώσουν τις εκπομπές τους, καθώς και για να προστατευτούν από τις αναπόφευκτες επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών. Επιπροσθέτως, οι αναπτυσσόμενες χώρες δέχθηκαν να αναλάβουν μονομερείς δράσεις για τη μείωση των εκπομπών τους, εάν λάβουν επαρκή οικονομική βοήθεια από τις αναπτυγμένες χώρες.

Η Συμφωνία δεν κάνει καμία αναφορά στο αίτημα τον αναπτυσσόμενων κρατών για παράταση, μετά του 2012, του Πρωτοκόλλου του Κιότο, του μοναδικού νομικά δεσμευτικού κειμένου, ούτε προνοεί για την δημιουργία ενός μηχανισμού ελέγχου του περιορισμού των ρύπων.

Η Συμφωνία είναι σχεδιασμένη ώστε να μην υιοθετηθεί από τις 193 χώρες που πήραν μέρος στην Διάσκεψη. Εάν εναντιωθούν ορισμένες χώρες, θα υιοθετηθεί μόνο από εκείνες που την υποστηρίζουν. Οι αντιπροσωπείες τις Βενεζουέλας, της Βολιβίας, της Κούβας και της Νικαράγουας αποκήρυξαν ήδη τη Συμφωνία, τονίζοντας ότι καταρτίστηκε αδιαφανώς και ότι δεν θα συμβάλλει στην αντιμετώπιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Ο επίλογος της Διάσκεψης της Κοπεγχάγης γράφτηκε με μια συμφωνία μη δεσμευτικού χαρακτήρα και χωρίς απτά αποτελέσματα. Το κυρίαρχο μοντέλο οικονομικής ανάπτυξης δυστυχώς φαίνεται να υπερίσχυσε της ανελαστικής αναγκαιότητας για τη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας, θέτοντας σε κίνδυνο το μέλλον των επόμενων γενεών. Τα πλούσια κράτη δεν έδειξαν καμία διάθεση παραχώρησης προς τις αναπτυσσόμενες χώρες. Οι έντονες αντιδράσεις της Κίνας προς ένα σύστημα που θα ελέγχει τις εκπομπές αεριών του θερμοκηπίου και η απροθυμία των ΗΠΑ να προβούν σε νέες δεσμεύσεις για την μείωση των ρύπων υπήρξαν τα δύο μεγαλύτερα εμπόδια για την επίτευξη συμφωνίας. Τα αφρικανικά κράτη έδωσαν μάχη για αυστηρά όρια στις εκπομπές ρύπων των βιομηχανικών κρατών και ζήτησαν σημαντική οικονομική βοήθεια. Με την απόρριψη των αιτημάτων αυτών, οι αφρικανικές χώρες συνεχίζουν να βρίσκονται σε δυσχερή θέση και ο συμβιβασμός της Κοπεγχάγης υπήρξε για αυτές απογοητευτικός *(http://www.europarl.europa.eu).*

1.8 ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Όλοι μας έχουμε συνδυάσει την έννοια τεχνολογία με αυτή του περιβαλλοντικού προβλήματος.

Είναι πού οξύμωρο να ισχυριζόμαστε ότι καθημερινός εκατοντάδες νέες χημικές ουσίες δημιουργούνται από την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Η πραγματικότητα όμως είναι ότι η σωστή χρήση της τεχνολογίας μπορεί να καταφέρει πολύ σημαντικά πράγματα για την προστασία του περιβάλλοντος.

Μια σύντομη αναφορά στις φιλικές περιβαλλοντικές τεχνολογίες είναι χρήσιμη για να γίνει γνωστό ότι η τεχνολογική ανάπτυξη μπορεί να κάνει το μέλλον μας να μην μοιάζει δυσοίωνο.

- *Στον αέρα* :

Η υποχρεωτική απαγόρευση και αντικατάσταση του γνωστού υλικού των ψυγείων *'φρέον'*, κύριου αίτιου δημιουργίας της γνωστής επικίνδυνης τρύπας του όζοντος με νέα φιλικά για το περιβάλλον υλικά και τεχνολογίες οδηγούν στην επαναδημιουργία του λεπτού προστατευτικού στρώματος του όζοντος (το πάχος του στρώματος αυτού αν μπορούσαμε να το συμπυκνώσουμε δεν υπερβαίνει τα 3 εκατοστά) μοναδικού φίλτρου στις θανατηφόρες ηλιακές υπεριώδεις ακτίνες.

- *Οι σύγχρονες τεχνολογίες για ήπιες μορφές ενέργειας* :

Φωτοβολταικά, ανεμογεννήτριες, γεωθερμίες, κυματική ενέργεια, βιοκαύσιμα κ.α οδηγούν στη σταδιακή απομάκρυνση των ρυπογόνων του παρελθόντος μορφών ενέργειας πετρελαίου και ανθράκων.

- *Τα νέα υβριδικά αυτοκίνητα και σύντομα τα ηλεκτροκίνητα* :

Θα απαλλάξουν τον αέρα των πόλεων από τους σοβαρούς για την υγεία μας ρύπους αλλά και θα μειωθούν και οι θόρυβοι.

- *Στο έδαφος :*

Νέοι τύποι λιπασμάτων με βάση τη θρέψη των φυτών και την ενεργοποίηση της εδαφικής μικροπανίδας (μικροοργανισμούς, βακτήρια, μυκόριζα κλπ) περιορίζουν πλέον την χρήση των επιβαρυντικών για το έδαφος και τη μόλυνση των υπόγειων υδάτων γνωστών και συχνά περιττών κοκκωδών λιπασμάτων που παραμένουν στο έδαφος και το καταστρέφουν. Νέες καλλιέργειες με ανθεκτικά διατροφικά είδη φυτών (όχι τα μεταλλαγμένα) σε ανάγκες για λιγότερο νερό και χωρίς λιπάσματα και με χρήση βιολογικών καταπολεμηστών αντί των επικίνδυνων εντομοκτόνων και φυτοφαρμάκων οδηγούν σε μια υγιεινή διατροφή με λιγότερη την περιβαλλοντική επιβάρυνση *(Energy – Efficiency – Ecology – Economy, Energy Point, «Οικολογία και νέες τεχνολογίες»).*

Οι αναφορές που κάναμε παραπάνω είναι πολύ λίγες συγκριτικά με το σύνολο των νέων φιλικών ως προς το περιβάλλον τεχνολογικών υπηρεσιών, αλλά ικανές για να πάρουμε μια ιδέα για το τι μπορεί να επιφέρει ο συνδυασμός της τεχνολογίας και της περιβαλλοντικής σκέψης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

- Περιβάλλον, οικονομία και αειφόρος ανάπτυξη στον αιώνα μας, περιοδικό Περιβάλλον 21, τεύχος 21, Ιανουάριος-Φεβρουάριος 2008.
- Ένωση Ελλήνων Φυσικών, «Περιβάλλον, Ενέργεια και Ανάπτυξη», πρακτικά εργασιών συνεδρίου, Ρόδος 1-3 Νοεμβρίου 2002.
- Φυσικός Κόσμος, περιοδικό υπό την εποπτεία της Ένωσης Ελλήνων φυσικών, τεύχος 2, Φεβρουάριος 2007.
- Energy – Efficiency – Ecology – Economy, Energy Point, «Οικολογία και νέες τεχνολογίες», τεύχος 10, Ιανουάριος 2008.
- Ευθυμιόπουλος Η., Μοδινός Μ. (2002), Παγκοσμιοποίηση και Περιβάλλον, Ελληνικά Γράμματα-Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών.
- Σαφός Μάνος. Greenpeace (Δεκέμβριος 2003), Κυβέρνηση εναντίον καθαρής ενέργειας, Greenpeace.

Ξένη βιβλιογραφία

- «DISTRIBUTED POWER GENERATION», H.Lee Willis, Walter G.Scott, Εκδοσεις Marcel Dekker, INC, New York, 2000.
- European Physical society, Global mapping of greenhouse gases and air pollutants, Europhysics news, volume 38, number 6, March 2008
- Brundtland, G.H. (1987), Our Common Future, Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford.
- Elliott, D. (2003), Energy, Society and Environment, Routledge.
- European Commission. D.G for Energy and Transport (2009), Green Paper Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply,

European Communities.

Διαδικτυακός τύπος

- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

  http://www.cres.gr

- Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ)

  http://www.rae.

- Οι καλύτερες σελίδες για ενέργεια

  http://www.energia.gr

- ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ

  http://www.europarl.europa.eu

2. ΆΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρουσιάζουν μια σειρά από σημαντικά πλεονεκτήματα που αντανακλούν τόσο στον τομέα του περιβάλλοντος όσο και στην οικονομική και όχι μόνο ανάπτυξη μιας χώρας.

Σε αντίθεση με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας με ορυκτά καύσιμα όπως ο λιγνίτης, το πετρέλαιο ή το φυσικό αέριο, οι ανανεώσιμες πηγών ενέργειας είναι ανεξάντλητες αλλά οικονομικά και ενεργειακά αποδοτικές. Αντικαθιστώντας λοιπόν τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής ενέργειας μπορούν να συμβάλουν στην επιβράδυνση της εξάντλησης των ορυκτών καυσίμων.

Επιπρόσθετα το γεγονός ότι οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν εκπέμπουν αέρια που επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα (όπως είναι τα αέρια του θερμοκηπίου), τις καθιστά άκρως φιλικές προς το περιβάλλον αλλά και μια σημαντική ενέργεια για την προστασία του από την σταδιακή μόλυνση που υφίσταται *(Energy – Efficiency – Ecology – Economy, Energy Point, «Η νέα κοινοτική οδηγία για τις ΑΠΕ»).*

Από την άλλη πλευρά, οι φυσικοί πόροι αξιοποιούν τα συγκεκριμένα συστήματα παραγωγής ενέργειας, δεν περιορίζονται (σε αντίθεση και πάλι με τα συμβατικά ορυκτά) σε συγκεκριμένους γεωγραφικούς χώρους. Αυτό σημαίνει αφενός μεγαλύτερο σταθερότητα στη λειτουργία του συστήματος μεταφοράς, αφετέρου μείωση των απωλειών κατά τη μεταφορά, λόγω καλύτερης κατανομής των σταθμών σε σχέση με τους πόλους κατανάλωσης.

Σημαντικό είναι το γεγονός της συμβολής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην αξιοποίηση των εγχώριων φυσικών πόρων που ενισχύει την ενεργειακή αυτονομία της χώρας.

Τέλος η τεχνολογία και η κατασκευή των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών

ενέργειας συνιστούν έναν ταχύτατα εξελισσόμενο επιστημονικό και οικονομικό κλάδο, που είναι σε θέση να τονώσει την οικονομία σε εθνικό και τοπικό επίπεδο προσελκύοντας επενδύσεις και δημιουργώντας θέσεις εργασίας. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι θέσεις κατασκευής μονάδων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βρίσκονται συνήθως σε απομονωμένες, μη αστικοποιημένες περιοχές για τις οποίες αποτελούν ζωτική οικονομική δραστηριότητα, τόσο κατά την κατασκευή, όσο και κατά τη λειτουργία τους.

Οι προαναφερθέντες λόγοι αποτελούν το βασικό υπόβαθρο επάνω στο οποίο στηρίζεται η ολοένα μεγαλύτερη ανάπτυξη του κλάδου αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε πληθώρα εφαρμογών σε οικιστικό και βιομηχανικό επίπεδο.

2.2 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η αιολική ενέργεια είναι η ενέργεια του ανέμου που προέρχεται από τη μετακίνηση αερίων μαζών της ατμόσφαιρας. Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της. Οι μηχανές με τις οποίες εκμεταλλευόμαστε το φαινόμενο αυτό, ονομάζονται *ανεμογεννήτριες* (Α/Γ). Διακρίνουμε δύο είδη: τις *δίπτερες* και τις *τρίπτερες*. Οι τρίπτερες, με ρότορα μικρότερο των 10 μέτρων, έχουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης ασθενούς αιολικού δυναμικού. Στις μηχανές μεγάλου μεγέθους επικρατούν οι δίπτερες, με κόστος κατασκευής και συντήρησης μικρότερο απ' αυτό των τρίπτερων αντίστοιχου μεγέθους.

Η σύγχρονη τεχνολογία χρήσης της αιολικής ενέργειας ξεκίνησε με μικρές Α/Γ δυναμικότητας 20 ως 75 KW. Σήμερα χρησιμοποιούνται Α/Γ δυναμικότητας 200 ως 2.000 KW. Ενδιαφέρον, για την εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού τους, έχουν οι περιοχές με ικανοποιητικές μέσες ταχύτητες ανέμου. Ενα 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 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 350 αιτήσεις για άδεια αιολικών εγκαταστάσεων. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από τον άνεμο είναι σήμερα ελκυστική για πολλούς λόγους.

Κατά αρχήν πρόκειται για «καθαρή» ενέργεια. Η χρήση μιας τουρμπίνας 600KW, σε κανονικές συνθήκες, αποτρέπει την αποβολή 1200 τόνων CO_2 ετησίως, που θα αποβάλλονταν στο περιβάλλον αν χρησιμοποιούνταν άλλη πηγή για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως π.χ. άνθρακας. Δεν έχει καμιά επιβάρυνση για το περιβάλλον και ο τρόπος παραγωγής έχει αδιαμφισβήτητη ασφάλεια.

Η αιολική ενέργεια είναι σήμερα η πιο φτηνή απ' όλες τις υπάρχουσες ήπιες μορφές και είναι ανεξάντλητη. Η παραγωγή ενέργειας από μια ανεμογεννήτρια κατά τα 20 χρόνια λειτουργίας της ισοδυναμεί με την 80πλάσια ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κατασκευή, λειτουργία και καταστροφή της όταν αυτή κριθεί ανενεργή.

Το 1999 η αιολική ενέργεια κάλυψε το 10% των αναγκών για ηλεκτρισμό στη Δανία και το 2003 αναμένεται να καλύψει το 14%. Θεωρητικά, η αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού της Ευρώπης στο μέγιστο θα μπορούσε να καλύψει όλες τις ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια. Στην Ευρώπη, στις αρχές του 1999, πάνω από 6600MW κάλυψαν τις ανάγκες 7 εκατομμυρίων ανθρώπων.

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 6,45 Twh, το 2001 μπορεί να επιτευχθεί οικονομικά με την ανάπτυξη των Αιολικών Πάρκων.

Οι προηγμένες τεχνολογίες, εν προκειμένω, στην αεροδυναμική, στην αντοχή των υλικών και στη μετεωρολογία, έχουν συνεισφέρει σε ετήσια αύξηση 5% στην απόδοση ανά τετραγωνικό μέτρο έλικα (στατιστικά στοιχεία καταγεγραμμένα στη Δανία μεταξύ 1980 - 1995). Επίσης, έρευνες που γίνονται στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ, προσανατολίζονται στη θεαματική μείωση του κόστους παραγωγής της γύρω στο 2005.

Σήμερα, ο σχετικός τομέας στη βιομηχανία προσφέρει 40.000 θέσεις εργασίας παγκοσμίως. Οι δημοσκοπήσεις σε ευρωπαϊκές χώρες, όπως Δανία, Γερμανία, Ολλανδία, Μ. Βρετανία έδειξαν ότι το 70% του πληθυσμού προτιμά την παραγωγή και χρήση αιολικής ενέργειας. Η Δανία κατέχει την πρώτη θέση στην παγκόσμια παραγωγή. Το παραγόμενο αιολικό δυναμικό στη Δανία το 1998 ήταν 1200 MW και το ίδιο έτος οι Δανοί κατασκευαστές κατείχαν το 50% της παγκόσμιας αγοράς σε ανεμογεννήτριες.

Ένα σημαντικό μειονέκτημα της αιολικής ενέργειας είναι ότι εξαρτάται άμεσα από την ύπαρξη ικανοποιητικών ταχυτήτων ανέμου. Όταν δεν φυσάει άνεμος, επειδή δεν υπάρχουν δυνατότητες για οικονομική αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας, επιβάλλεται να υπάρχει εφεδρεία συμβατικών σταθμών για το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος των ανεμογεννητριών. Για ηλεκτρικά συστήματα, όπως το σύστημα της Κρήτης, όπου οι αιχμές φορτίου καλύπτονται με αεροστρόβιλους ντίζελ και με υψηλό κόστος παραγωγής, θα μπορούσε να εξεταστεί η περίπτωση συνδυασμού ανεμογεννητριών με αντλητικά υδροηλεκτρικά έργα.

Τρίπτερη ανεμογεννήτρια

Δίπτερη ανεμογεννήτρια

Τρίπτερες ανεμογεννήτριες με ρότορα μήκους μικρότερου των 10 μέτρων έχουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης ασθενούς αιολικού ανέμου (ευρύ φάσμα ταχυτήτων ανέμου) και κόστος κατασκευής και συντήρησης μικρό καθώς τα προβλήματα αντοχής και δυναμικής καταπόνησης μηχανικών μερών είναι περιορισμένα στις μηχανές αυτής της κατηγορίας.

Στις μηχανές μεγάλου μεγέθους επικρατούν οι δίπτερες, με κόστος κατασκευής και συντήρησης σαφώς μικρότερο, από αυτό των τριπτερύγων αντιστοίχου μεγέθους.

Η κατασκευή μηχανών της τάξεως Μεγαβάτ δεν κατάφερε να ενταχθεί στο οικονομικά και κατασκευαστικά βιώσιμο κατεστημένο. Η οικονομική υποστήριξη της κατασκευής μηχανών αυτής της κατηγορίας είναι πλέον εφικτή μόνο μέσα από Ευρωπαϊκά προγράμματα *(http://engineering.asu.edu/.)*

2.3 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από το εσωτερικό της γης είτε μέσω ηφαιστειακών εκροών είτε μέσω ρηγμάτων του υπεδάφους, που αναβλύζουν ατμούς και θερμό νερό. Ανάλογα με τη θερμοκρασία των ρευστών που ανέρχονται στην επιφάνεια, η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως :

- υψηλής ενθαλπίας (για θερμοκρασίες πάνω από 150 °C),
- μέσης ενθαλπίας (για θερμοκρασίες 100 - 150 °C), και
- χαμηλής ενθαλπίας (για θερμοκρασίες μικρότερες από 100 °C).

Η γεωθερμική ενέργεια υψηλής ενθαλπίας χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρισμού σ’ όλο τον κόσμο.

Η προέλευση της θερμότητας της γης δεν είναι με ακρίβεια γνωστή. Υπάρχουν διάφορες θεωρίες που αναφέρονται στους μηχανισμούς που συμμετέχουν στην παραγωγή της.

Επικρατέστερη θεωρείται αυτή που αναφέρεται στη διάσπαση των ραδιενεργών ισοτόπων του ουρανίου, του θορίου, του καλίου και άλλων στοιχείων. Η μάζα της γης είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με την επιφάνειά της και καλύπτεται από

υλικά χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας, με αποτέλεσμα η θερμότητά της να συγκρατείται στο εσωτερικό της.

Η θερμοκρασία της γης αυξάνεται με το βάθος, η μέση δε γεωθερμική βαθμίδα στις ηπείρους για μάζες που βρίσκονται σχετικά κοντά στην επιφάνεια είναι 300 °C/km, δηλαδή για κάθε χιλιόμετρο βάθους η θερμοκρασία αυξάνεται κατά 300 °C. Σε πολύ μεγάλα βάθη, η θερμοκρασία δεν είναι με ακρίβεια γνωστή.

Στα όρια μεταξύ μανδύα και φλοιού, πιστεύεται ότι η θερμοκρασία φτάνει στους 6000 °C, ενώ στο κέντρο της γης στους 6.0000 °C. Φαίνεται ότι η παραγωγή θερμότητας από ραδιενεργά ισότοπα είναι συγκεντρωμένη περισσότερο στο φλοιό παρά στον πυρήνα, με αποτέλεσμα η γεωθερμική βαθμίδα να μειώνεται με το βάθος (Energy, Society and Environment, Elliott, D.).

2.3.1 *ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ*

Η συγκεντρωμένη στο εσωτερικό της γης θερμότητα μεταφέρεται κοντά στην επιφάνειά της μέσω γεωλογικών φαινομένων, δημιουργώντας έτσι υπέρθερμες περιοχές με γεωθερμική βαθμίδα μεγαλύτερη από 700 °C/km. Το σημαντικότερο από αυτά τα γεωλογικά φαινόμενα είναι αυτό των λιθοσφαιρικών πλακών: Το εξωτερικό κέλυφος της γης, η λιθόσφαιρα, δεν είναι ενιαίο αλλά αποτελείται από πολλά κομμάτια, τις λιθοσφαιρικές πλάκες. Οι πλάκες αυτές βρίσκονται σε μια διαρκή κίνηση που πραγματοποιείται με πολύ μικρή ταχύτητα, μερικά μόλις εκατοστά το χρόνο.

Ανάλογα με τη σχετική κίνηση των πλακών , στα όρια τους παρατηρούνται τρία διαφορετικά φαινόμενα:

- *Οι δύο πλάκες αποκλίνουν*, δηλαδή κινούνται έτσι που να απομακρύνονται η μια από την άλλη. Στο κενό που αφήνουν, αναβλύζει μάγμα που στερεοποιείται, γεμίζει το κενό και δημιουργεί καινούργια λιθόσφαιρα, Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται οι λεγόμενες «ράχες».

- *Οι δύο πλάκες συγκλίνουν*, έτσι που η μια να βυθίζεται κάτω από την άλλη και τελικά να απορροφάται από το μανδύα ή να καταστρέφεται. Φαινόμενα τριβής στα όρια των πλακών έχουν σαν αποτέλεσμα, μέρος

της μηχανικής ενέργειας να μετατρέπεται σε θερμότητα. Αυτή η θερμότητα εκτονώνεται με τη μορφή ηφαιστειακής δράσης. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται οι «τάφροι». Στις τάφρους η λιθόσφαιρα καταστρέφεται με το ρυθμό που δημιουργείται στις ράχες.

- *Οι δύο πλάκες «γλυστρούν»,* η μια παράλληλα στην άλλη με τρόπο που ούτε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται λιθόσφαιρα.

Τόσο οι «τάφροι» όσο και οι «ράχες» συνδέονται με ηφαιστειακή δράση και κατά συνέπεια με υπέρθερμες περιοχές. Γι' αυτό και τα σημαντικότερα γεωθερμικά πεδία εντοπίζονται σε συγκεκριμένες περιοχές, δηλαδή στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών , τις λεγόμενες «ζώνες σεισμικών εστιών». Περιοχές με μικρότερο γεωθερμικό ενδιαφέρον , δηλαδή με γεωθερμική βαθμίδα λίγο υψηλότερη από τη μέση, μπορεί να βρεθούν και εκτός των εν λόγω ζωνών .

Αυτό μπορεί να οφείλεται σε κάποιον από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Τοπικά υψηλή θερμική ροή από το μανδύα και τη βάση του φλοιού προς την επιφάνεια, σε μεγάλες περιοχές.
- Αυξημένες συγκεντρώσεις των ραδιενεργών στοιχείων ουρανίου, θορίου και καλίου σε ορισμένες περιοχές στο φλοιό της γης, που συντελούν στην παραγωγή θερμότητας και κατά συνέπεια στην αύξηση της γεωθερμικής βαθμίδας. Πετρώματα με αυξημένες αυτές τις συγκεντρώσεις είναι τα γρανιτικά με 5-10 ppm σε ουράνιο και 80 ppm σε θόριο.
- Φαινόμενα συναγωγής που προκαλούνται από κυκλοφορία νερού διαμέσου πορωδών σχηματισμών ή μέσα από συστήματα ρηγμάτων. Με αυτό τον τρόπο μεταφέρεται η θερμότητα σε μικρότερα βάθη και αυξάνεται η γεωθερμική βαθμίδα.
- Σε μια περιοχή με δεδομένη θερμική ροή στη βάση του φλοιού και απουσία άλλης θερμής πηγής μέσα στο φλοιό, η γεωθερμική βαθμίδα ποικίλλει ανάλογα με τη θερμική αγωγιμότητα των πετρωμάτων που αποτελούν το φλοιό. Τα αργιλικά πετρώματα έχουν τη χαμηλότερη

θερμική αγωγιμότητα, ενώ τα κρυσταλλικά χαρακτηρίζονται από υψηλή θερμική αγωγιμότητα (περίπου 6 φορές αυτή των αργίλων) .

Οι παραπάνω μηχανισμοί μπορεί να δημιουργήσουν δευτερεύουσας σημασίας γεωθερμικές ανωμαλίες μακριά από τα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών. Έτσι, ενώ σημαντικές θερμικές ανωμαλίες εντοπίζονται σε συγκεκριμένες περιοχές, περιοχές με ελαφρά αυξημένη γεωθερμική βαθμίδα απαντώνται σε όλη τη γη. Δεδομένου ότι η θερμότητα του πλανήτη μας βρίσκεται στο εσωτερικό του, πρέπει να γίνουν γεωτρήσεις προκειμένου να προσπελαστεί στις ζώνες σεισμικών εστιών, θερμοκρασίες κατάλληλες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να βρεθούν σε βάθη 2-3 km, ενώ σ' αυτά τα βάθη, σε περιοχές με μέση γεωθερμική βαθμίδα, οι θερμοκρασίες είναι πολύ χαμηλότερες, ικανές μόνο για κάλυψη θερμικών αναγκών. Σ' αυτές τις περιοχές χρειάζονται γεωτρήσεις βάθους 6- 7 km για να βρεθούν θερμοκρασίες κατάλληλες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτά είναι και τα μέγιστα βάθη γεωτρήσεων που πραγματοποιούνται επειδή οι βαθιές γεωτρήσεις κοστίζουν πολύ, δεν είναι ιδιαίτερα ασφαλείς και επιπλέον σ' αυτά τα βάθη είναι πιθανόν να μη υπάρχει υδροφορία.

2.3.2 *ΦΥΣΙΚΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΠΕΔΙΑ*

Η ύπαρξη υψηλής γεωθερμικής βαθμίδας σε κάποια περιοχή δεν είναι η μοναδική συνθήκη-προϋπόθεση για την ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου γεωθερμικού πεδίου. Η γεωθερμική ενέργεια είναι πρωτογενώς αποθηκευμένη μέσα στα πετρώματα, είναι διασκορπισμένη μέσα στη μάζα τους και πρέπει να συγκεντρωθεί και να μεταφερθεί στην επιφάνεια της γης προκειμένου να χρησιμοποιηθεί το μεταλλικό νερό (σε υγρή ή αέρια φάση) που περιέχεται μέσα σε πορώδη πετρώματα ή σε συστήματα ρηγμάτων αποτελεί το μέσο που μεταφέρει τη θερμότητα από τα πετρώματα αυτά στην επιφάνεια της γης.

Έτσι, η παραγωγικότητα μιας θερμικής περιοχής προσδιορίζεται και συχνά καθορίζεται από την υδρολογία των γεωλογικών σχηματισμών. Δεν έχουν όμως όλες οι θερμικές περιοχές κατάλληλη υδρολογία που αποτελεί τη δεύτερη συνθήκη για την ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου γεωθερμικού πεδίου. Κατά συνέπεια,

ένα φυσικό γεωθερμικό πεδίο είναι συνδυασμός θερμών πετρωμάτων και ύπαρξης νερού που να κυκλοφορεί μέσα σ' αυτά.

Τα γεωθερμικά πεδία χωρίζονται σε δύο ομάδες:

- Στα πεδία *«υψηλής ενθαλπίας»*, όπου το ρευστό (άνω των 1500 °C) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή θέρμανσης, και
- Στα πεδία *«χαμηλής ενθαλπίας»* όπου το ρευστό (κάτω των 150 °C) μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για θέρμανση.

Στις ζώνες σεισμικών εστιών, υπάρχουν πεδία χαμηλής και υψηλής ενθαλπίας που σχετίζονται μεταξύ τους. Χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η Ισλανδία, που βρίσκεται πάνω στη μέσο-ωκεάνια ράχη του Ατλαντικού.

Το γεωθερμικό ρευστό έχει μετεωρική προέλευση, δηλαδή προέρχεται από τις κατακρημνίσεις. Το νερό από τις βροχές και τα χιόνια εισχωρεί στο έδαφος και σιγά-σιγά προχωρεί στο εσωτερικό της γης φτάνοντας σε βάθη μέχρι και 5 km. Στην πορεία του θερμαίνεται λόγω της υψηλής θερμικής ροής και στη συνέχεια βρίσκει διόδους μέσα από ρήγματα και ρωγμές και επιστρέφει στην επιφάνεια. Από αναλύσεις βασισμένες σε ραδιοισότοπα βρέθηκε ότι ο κύκλος του νερού σε ένα γεωθερμικό σύστημα διαρκεί περίπου 500 χρόνια. Η περιοχή τροφοδοσίας του συστήματος μπορεί να βρίσκεται πολύ κοντά στο πεδίο ή σε μεγάλη από αυτό απόσταση μέχρι και 200 km, οπότε και η διαδρομή του ρευστού ποικίλλει ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες. Το νερό, λόγω της μεγάλης του θερμοχωρητικότητας, λειτουργεί και σαν «συμπυκνωτής» θερμότητας. Η μέση θερμοχωρητικότητα των πετρωμάτων που βρίσκονται στα πρώτα 10 km από την επιφάνεια της γης είναι 85 kJ/kg, ενώ του νερού στην ίδια μέση θερμοκρασία (1300 °C) είναι 420 kJ/kg, δηλαδή πενταπλάσια. Η θερμοχωρητικότητα του κορεσμένου ατμού στους 2360 °C είναι 2.790 kJ/kg δηλαδή τριακονταπλάσια αυτής των πετρωμάτων. Για να απορροφήσει το νερό αυτή τη θερμότητα, είτε πρέπει να έρθει σε επαφή με πολύ μεγάλες μάζες πετρωμάτων που βρίσκονται σε υψηλή θερμοκρασία είτε να διανύσει πολύ μεγάλη διαδρομή μέχρι να φτάσει στις γεωτρήσεις. Και στις δύο περιπτώσεις, οι μάζες των πετρωμάτων που συμμετέχουν στο σύστημα πρέπει να είναι πολύ μεγάλες, της τάξης των

εκατοντάδων κυβικών χιλιομέτρων.

2.3.3 *ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ*

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες: *την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας* και *τη θέρμανση*. Το 1988, η εγκατεστημένη ισχύς για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε όλο τον κόσμο ήταν 5, 15 GW, ενώ η εγκατεστημένη θερμική ισχύς ήταν 7 GW.

Οι πιο σημαντικές θερμικές εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας είναι η θέρμανση κτιρίων και θερμοκηπίων . Πολλοί επιστήμονες συζητούν την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας και στο βιομηχανικό τομέα. Οι κλάδοι της βιομηχανίας στους οποίους η γεωθερμία έχει ήδη εφαρμοστεί με επιτυχία είναι η βιομηχανία τροφίμων και οι ιχθυοκαλλιέργειες. Παρόλο που είναι κοινός τόπος ότι οι βιομηχανικές εφαρμογές αποτελούν το πεδίο μελλοντικής ανάπτυξης της γεωθερμίας, τα βήματα παραμένουν πολύ αργά, ενώ παρατηρείται σημαντική αύξηση στις εφαρμογές που αφορούν τη θέρμανση οικιών, δημόσιων και εμπορικών κτιρίων.

Στη δεκαετία του 1970, λόγω της πετρελαϊκής κρίσης, δόθηκε σημαντική ώθηση στην ανάπτυξη της γεωθερμίας, ακόμα και σε περιοχές με σχετικά χαμηλή γεωθερμική βαθμίδα, όπως είναι η λεκάνη του Παρισιού. Η παρουσία θερμού νερού στους γεωλογικούς σχηματισμούς της λεκάνης του Παρισιού είχε ανακαλυφθεί ήδη από τη δεκαετία του 1950 ενώ διεξάγονταν έρευνες για πετρέλαιο, αλλά η πρώτη γεωθερμική γεώτρηση έγινε μόλις το 1962 στο Carríers-surseine.

Το πρόβλημα που ανέκυψε και έπρεπε να λυθεί ήταν αυτό της διάθεσης του γεωθερμικού ρευστού μετά τη χρήση του λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε άλατα. Αυτό αντιμετωπίστηκε με τη διάνοιξη και δεύτερης γεώτρησης. Το νερό εξέρχεται από τη μια γεώτρηση (*production well*) και, αφού αφαιρεθεί από αυτό η περιεχόμενη θερμότητα, επιστρέφει στο έδαφος μέσω της άλλης γεώτρησης (*injection well*). Αφού λύθηκε το πρόβλημα, ο δρόμος ήταν ανοικτός για την αξιοποίηση της λεκάνης του Παρισιού. Σημαντική ανάπτυξη σημειώθηκε στα επόμενα χρόνια, με αποτέλεσμα σε 200.000 κατοικίες που καλύπτουν τις θερμικές τους ανάγκες από τη γεωθερμική ενέργεια να επιτυγχάνεται

εξοικονόμηση 200.000 τόνων ισοδύναμου πετρελαίου ετησίως. Το 1986, με την πτώση της τιμής του πετρελαίου, μειώθηκαν και οι ρυθμοί ανάπτυξης της γεωθερμίας.

Ενέργεια χαμηλής ενθαλπίας χρησιμοποιείται στη βιομηχανία, για τηλεθέρμανση κτιρίων. Η παραγωγή ζεστού νερού για θέρμανση κατοικιών με την εκμετάλλευση της κανονικής γεωθερμικής βαθμίδας (70 °C στα 2.000 μέτρα) είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στο Παρίσι. Στην Ισλανδία το 50% των κτιρίων θερμαίνεται με τη χρήση ζεστού νερού. Το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία ποικίλλει από 0,024 έως 0,064 ECU/KWh.

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορούμε να έχουμε αν μεταδώσουμε ένα μέρος της θερμότητας των ρευστών, που έχουν μικρή σχετικά ενθαλπία, σε ειδικά υγρά με πολύ χαμηλό σημείο βρασμού, όπως είναι πχ το φρέον, το ισοβουτάνιο, το προπάνιο και το χλωριούχο αιθύλιο. Στη Ρωσία λειτουργεί πειραματικός σταθμός 680 KW με φρέον και στις ΗΠΑ σταθμός με ισοβουτάνιο, που θερμαίνεται με νερό θερμοκρασίας 81,5 °C. Οι δυνατότητες που προσφέρει ο τρόπος αυτός της εκμετάλλευσης είναι τεράστιες και οι προοπτικές για το μέλλον θα είναι ακόμη μεγαλύτερες με την ανάπτυξη της σχετικής τεχνογνωσίας.

Η εκμεταλλευσιμότητα ενός γεωθερμικού πεδίου δεν εξαρτάται μόνο από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του, αλλά και από την οικονομικότητα της επένδυσης που πρέπει να γίνει. Η οικονομικότητα αυτή σχετίζεται με το «περιβάλλον» μέσα στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η επένδυση. Για παράδειγμα, οι τιμές των ορυκτών καυσίμων καθώς και οι δυσμενείς επιπτώσεις που έχουν αυτά τα καύσιμα στο περιβάλλον καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την οικονομικότητα μιας τέτοιας επένδυσης. Η αξιοποίηση ενός γεωθερμικού πεδίου που σε κάποια δεδομένη χρονική στιγμή θεωρείται αντιοικονομική, ενδέχεται στο μέλλον να αποδειχθεί συμφέρουσα. Ένας παράγοντας που ενισχύει αυτή την άποψη είναι το γεγονός ότι η γεωθερμία έχει το πλεονέκτημα ότι δεν μολύνει το περιβάλλον και δεν συμμετέχει στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Άρα, όταν κάποτε το κοινωνικό κόστος της μόλυνσης του περιβάλλοντος ενσωματωθεί στο κόστος των ορυκτών καυσίμων, θα δοθεί σημαντική ώθηση στην ανάπτυξη της γεωθερμίας, ακόμα και σε περιοχές με μέση γεωθερμική βαθμίδα.

Το πρόβλημα επάρκειας νερού για οικιακή, γεωργική και βιομηχανική χρήση γίνεται καθημερινά οξύτερο. Τα γεωθερμικά ρευστά μπορούν οικονομικά να συμβάλλουν στη λύση του προβλήματος, ιδιαίτερα σε περιοχές όπου άλλες λύσεις είτε είναι ουσιαστικά ανεφάρμοστες, είτε υπερβολικά δαπανηρές. Η αφαλάτωση μπορεί να γίνει με συμπύκνωση του παραγόμενου ρευστού (ξερού ή υγρού ατμού) ή χρησιμοποιώντας την ενέργεια για την αφαλάτωση του θαλασσινού νερού.

Τα γεωθερμικά πεδία περιέχουν μερικές φορές, χρήσιμα άλατα, ή αέρια. Μεταξύ των πρώτων σημειώνουμε τη χρησιμοποίηση των αλάτων του Καλίου (K) και Μαγνησίου (Mg) όπου παράγονται από γεωθερμικές ενέργειες.

Ένα αέριο που έχει τεράστια σημασία για τα θερμοκήπια είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) που παράγεται συνήθως σε αφθονία στα γεωθερμικά πεδία. Είναι γνωστό ότι με τη θερμότητα καλυτερεύουμε την απόδοση στις καλλιέργειες, γι' αυτό κατασκευάζουμε τα θερμοκήπια. Είναι επίσης γνωστό ότι το CO_2 έχει ζωτική σημασία στη δημιουργία των οργανικών ουσιών και επομένως στην ανάπτυξη των φυτών. Λίγοι όμως γνωρίζουν ότι η τεχνητή αύξηση της περιεκτικότητα σε CO_2 σε κλειστούς χώρους, όπως τα θερμοκήπια, αποτελεί το καλύτερο χημικό λίπασμα και μπορεί ακόμα να διπλασιάσει την παραγωγή.

Σε μερικές περιπτώσεις τα γεωθερμικά ρευστά περιέχουν σε ελάχιστες ποσότητες, πολύτιμα ορυκτά που μπορούν να αξιοποιηθούν σαν υποπροϊόντα της όλης εκμετάλλευσης.

2.3.3.1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ (HEAT PUMPS)

Όπως προαναφέραμε η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί μία ανανεώσιμη, καθαρή και πλήρως αποδεκτή πηγή ενέργειας, ικανή για να καλύψει μέρος των ενεργειακών αναγκών καθώς και να συνεισφέρει στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σύμφωνα με τις κατευθύνσεις του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

Εκτός από τη γεωθερμική ενέργεια υψηλής και χαμηλής ενθαλπίας, υπάρχει και η δυνατότητα αξιοποίησης της λεγόμενης αβαθούς γεωθερμικής ενέργειας (*earth energy)* με θερμοκρασίες υπογείων πετρωμάτων και ρευστών μικρότερες από

25ºC.

Η τεχνολογία χρήσης αντλιών θερμότητας με «γήινους εναλλάκτες» (*geo-exchangers*) και με αξιοποίηση γεωθερμικών ρευστών (νερό) χαμηλών θερμοκρασιών (8-20°C) είναι πολύ διαδεδομένη στις ΗΠΑ και την Ευρώπη ενώ στη χώρα μας, όπου επικρατούν οι καταλληλότερες θερμοκρασίες (15-20°C), ελάχιστα αξιοποιείται στον κλιματισμό (θέρμανση–ψύξη). Επιπλέον, θα μπορούσε να αξιοποιηθεί στον κλιματισμό μικρών θερμοκηπίων και ιδιαίτερα ορνιθοτροφείων αλλά και χοιροστασίων, όπου ο κλιματισμός του χώρου εκτροφής είναι μία συνεχής διαδικασία. Αντί αυτού, σήμερα στην Ελλάδα προωθείται η χρήση του φυσικού αερίου για τον κλιματισμό κτιρίων, σα να πρόκειται για εγχώρια πηγή ενέργειας παραβλέποντας τις παραμέτρους της οικονομικής και εθνικής εξάρτησης, αλλά και των προβλημάτων του «φαινομένου του θερμοκηπίου».

Σε βάθη από *0-100* μέτρα η αποθηκευμένη θερμική ενέργεια προέρχεται και ανανεώνεται συνεχώς από δύο πηγές:

- Τη *ροή θερμότητας* από το εσωτερικό της γης, και
- Την *ηλιακή ακτινοβολία*. Αυτή η θερμική ενέργεια εκφράζεται με θερμοκρασίες των 15-20ºC, που είναι πολύ ευνοϊκές για την απόδοση των γεωθερμικών αντλιών και δίνουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης πολύ μεγαλύτερων ποσοτήτων γεωθερμικής ενέργειας.

Η αβαθής γεωθερμική ενέργεια χαμηλών θερμοκρασιών μπορεί να αξιοποιηθεί είτε με εκμετάλλευση της θερμικής ενέργειας αβαθών πετρωμάτων δημιουργώντας γήινο εναλλάκτη με σειρά αβαθών γεωτρήσεων 50-100 m (δίχως κίνηση ρευστού), είτε με εκμετάλλευση υπογείων νερών θερμοκρασίας 15-20ºC, τα οποία στη συνέχεια και σε ειδικές περιπτώσεις μπορούν να επαναδιοχετευθούν σε υπόγειους υδροφορείς.

Στις μεγάλες ιζηματογενείς λεκάνες παρατηρούνται επάλληλοι υπόγειοι υδροφορείς με θερμοκρασίες 15-20ºC και στην περίπτωση αυτή συντρέχουν οι καταλληλότερες συνθήκες για αξιοποίηση μεγαλύτερων ποσοτήτων θερμικής ενέργειας. Για παράδειγμα, γεώτρηση βάθους 150 m και σταθερής παροχής 50

m^3/h παράγει νερό θερμοκρασίας 20°C. Όταν αυτό οδηγηθεί στην αντλία θερμότητας και ψυχθεί κατά 10C (*Δt = 20-10ºC = 10ºC*), η προσφερόμενη θερμική ισχύς ανέρχεται στα 581 kWt. Με συντελεστή απόδοσης C.O.P. (Coefficient of Performance) 4:1, η αντλία θερμότητας θα αποδώσει ζεστό νερό 40-45ºC για θέρμανση και θα έχει ισχύ 194 kW. Άρα η αποδιδόμενη θερμική ισχύς θα είναι *581 + 194 = 775 kWt* με ισχύ κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος 194 kWe.

Αντίστοιχα λειτουργικά δεδομένα καταγράφονται στον ψυκτικό κύκλο λειτουργίας του ίδιου μηχανολογικού εξοπλισμού με πρόσθετο σημαντικό κέρδος την παροχή θερμού νερού για χρήση στους 45-50ºC *(Κ. Καρύτσας και Δ.Μενδρινός. Τμήμα Γεωθερμίας ΚΑΠΕ (2004)).*

2.3.3.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ΜΕ ΔΥΟ ΥΔΡΟΦΟΡΕΙΣ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η δυνατότητα εφαρμογής αντλιών θερμότητας σε σύστημα μιας (απλής) γεώτρησης με δύο υδροφορείς. Πρόκειται για μια νέα τεχνική που βρίσκεται σε εξέλιξη με σημαντικά πλεονεκτήματα. Μοιάζει με ανοιχτά κυκλώματα μιας ή δύο γεωτρήσεων αλλά προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με συστήματα κλειστού κυκλώματος λόγω του χαμηλότερου κόστους εκεί όπου μπορεί να εφαρμοσθεί. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα είναι οι μεγάλες ποσότητες θερμότητας που μπορούν να αξιοποιηθούν και οι οποίες φθάνουν και ξεπερνούν το 1 MWt.

Οι προϋποθέσεις για την εφαρμογή της μεθόδου είναι:

- Η ύπαρξη εκτεταμένων υδροφορέων θερμοκρασίας 15-20ºC σε οικονομικά βάθη, της τάξης των 100-150 m,
- Σχετικά υψηλή υδραυλική αγωγιμότητα (της τάξης των 10-3 m/sec) για ικανοποιητικές παροχές
- Σχετικά υψηλή υδροστατική στάθμη, για εύκολη άντληση του ρευστού.

Τέτοιες συνθήκες συντρέχουν σχεδόν σ' όλες τις ιζηματογενείς λεκάνες της Ελλάδος και στις περιπτώσεις αυτές η εφαρμογή της μεθόδου είναι εύκολη. Για

καλύτερα αποτελέσματα επιλέγονται οι περιοχές με επάλληλους υδροφορείς, όπως συμβαίνει στις περισσότερες πεδινές αλλουβιακές λεκάνες.

2.3.3.4 ΤΕΧΝΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

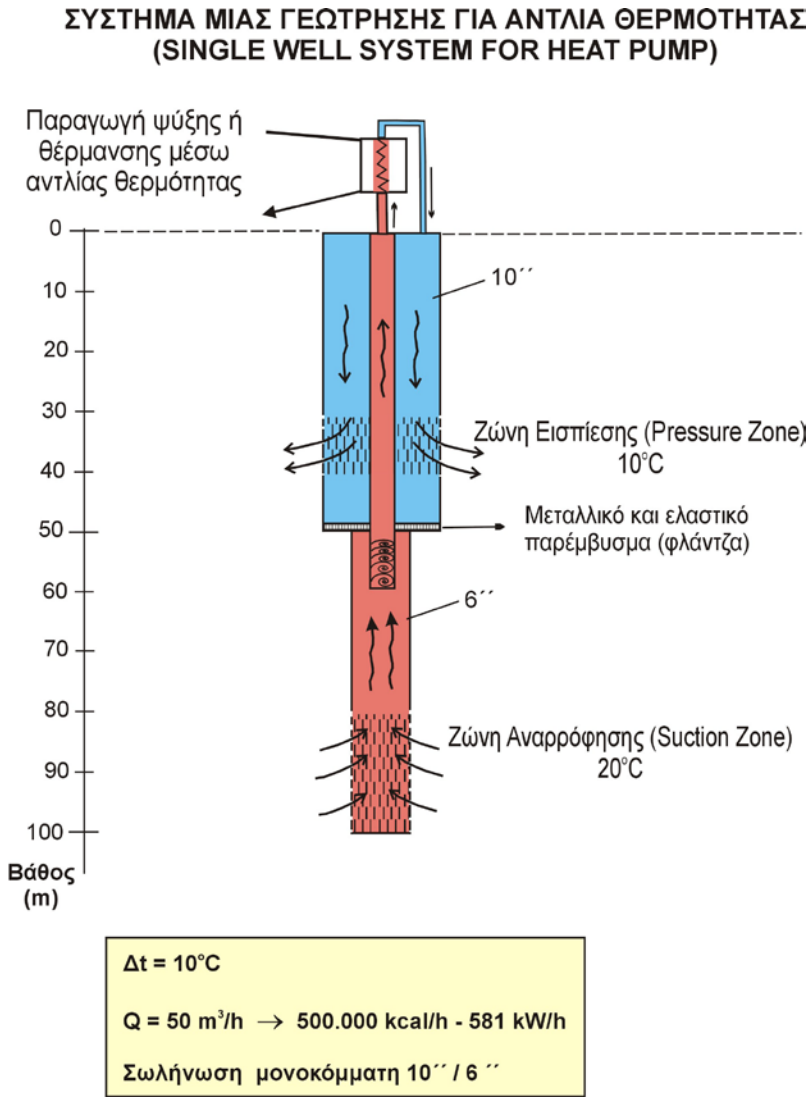
Η τεχνολογία κατασκευής των γεωτρήσεων είναι δανεισμένη από την τεχνική των γεωθερμικών γεωτρήσεων όταν θέλουμε να αποκλείσουμε επιφανειακούς κρύους υδροφόρους. Στην περίπτωση αυτή οι γεωτρήσεις κατασκευάζονται τηλεσκοπικά, χρησιμοποιώντας δύο διαμέτρους σωλήνωσης, που μπορεί να είναι 10΄΄/6΄΄, 8΄΄/6΄΄, 6΄΄/4΄΄ και ακόμη και 4΄΄/2΄΄, όταν οι απαιτούμενες αντλούμενες ποσότητες είναι μικρές. Στη φάση διάτρησης με συμβατικά γεωτρητικά μέσα γίνεται αξιολόγηση της στρωματογραφικής κατανομής των πετρωμάτων, αξιολόγηση των διατρηθέντων σχηματισμών με διαγραφίες (loggings), καταγραφή των θερμοκρασιών σε διάφορα βάθη και επιλογή των ζωνών εκμετάλλευσης πριν την τελική σωλήνωση. Στη διάρκεια ανάπτυξης της γεώτρησης και πριν από την επιλογή του αντλητικού συγκροτήματος, μέσω ροομέτρων που διαθέτουν τα συστήματα διαγραφιών (loggings) είναι δυνατή η καταγραφή των ζωνών τροφοδοσίας καθώς και η δειγματοληψία ρευστού από κάθε υδροφορέα ξεχωριστά για πλήρη χημική ανάλυση των ρευστών. Τα φίλτρα της σωλήνωσης τοποθετούνται σε δύο ξεχωριστούς υδροφορείς (ΕΙΚΟΝΑ 1), έτσι ώστε να αποφευχθεί υδραυλική επικοινωνία. Αν οι συνθήκες απομόνωσης δεν είναι ικανοποιητικές στην ενδιάμεση περιοχή μεταξύ των υδροφορέων μπορεί να γίνει ειδική τσιμέντωση και πρόσθετη μόνωση.

Η καινοτομία της σχεδίασης αυτής της σωλήνωσης έγκειται στην εύκολη εσωτερική απομόνωση των δύο ταμιευτήρων, που επιτυγχάνεται με την τοποθετημένη φλάντζα με ελαστικό παρέμβυσμα στην αλλαγή της διαμέτρου των σωληνώσεων και πάνω από τον στρόβιλο του μηχανοκίνητου ή ηλεκτροκίνητου αντλητικού συγκροτήματος.

Στην περίπτωση αυτή είναι εφικτή η άντληση ρευστού μόνο από τον κατώτερο και θερμότερο υδροφορέα των 18-20°C, όπου δημιουργείται μία ζώνη υποπίεσης. Το ρευστό μετά τη χρήση του στην αντλία θερμότητας είτε απευθείας (όταν η ποιότητά του είναι ικανοποιητική) είτε μέσου εναλλάκτη νερού – νερού κλειστού κυκλώματος απορρίπτεται στον επιφανειακό υδροφορέα στην ίδια γεώτρηση, συνήθως δίχως κατάθλιψη. Το νερό αυτό, κυκλοφορώντας και διαχεόμενο στον

πορώδη υδροφόρο ορίζοντα, θα ακολουθήσει τον υδραυλικό του κύκλο και θα αποκτήσει τη θερμοκρασία του πετρώματος μέσα στο οποίο θα διαχυθεί, κλείνοντας τον υδραυλικό κύκλο. (Κ. Καρύτσας και Δ.Μενδρινός. Τμήμα Γεωθερμίας ΚΑΠΕ)

Εικόνα 1: ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΙΑΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ΓΙΑ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ



Πηγή: http://www.heat-pumps-systems.com

2.3.3.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

Η τεχνική αυτή υπερέχει έναντι των άλλων ανοιχτών ή κλειστών κυκλωμάτων ως προς τα εξής:

- Γίνεται κατασκευή μιας μόνο γεώτρησης με χαμηλότερο κόστος.
- Απαιτούνται λιγότερα μηχανικά μέρη (μία μόνο αντλία)

- Είναι εύκολη η τοποθέτηση του αντλητικού συγκροτήματος δίχως τη χρήση ειδικών συστημάτων απομόνωσης (packers).
- Επιτυγχάνεται αποτελεσματική μόνωση των δύο υδροφορέων, δίχως τον κίνδυνο υδραυλικής επικοινωνίας.
- Εξασφαλίζεται συνεχής και σταθερή παροχή ρευστού από συγκεκριμένο ταμιευτήρα με σταθερή θερμοκρασία χειμώνα – καλοκαίρι και χαμηλή έως μηδενική πτώση στάθμης.
- Αποτρέπεται η διατάραξη της υδραυλικής ισορροπίας του συστήματος.
- Αποφεύγονται τυχόν περιβαλλοντικά προβλήματα από την ελεύθερη διάθεση ψυχρού ή θερμού νερού.
- Υπάρχει η δυνατότητα χρήσης του επιφανειακού υδροφορέα για δροσισμό (ψύξη χώρων) χωρίς τη χρήση της αντλίας θερμότητας αλλά με απλή άντληση νερού από τον υδροφορέα αυτόν.
- Υπάρχει η δυνατότητα αξιοποίησης μεγάλων ποσοτήτων θερμότητας.

2.3.3.6 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΙΑΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Λαμβάνοντας υπ’ όψη τα παραπάνω δεδομένα, διαπιστώνεται ότι είναι δυνατή η αξιοποίηση ενός τεράστιου ενεργειακού αποθέματος, που μένει αναξιοποίητο και διαχέεται στο περιβάλλον μέσω της ροής θερμότητας. Στις πεδινές κυρίως ζώνες με έντονη οικονομική δραστηριότητα και οικιστική ανάπτυξη, σύγχρονη γεωργία και κτηνοτροφία σταβλισμένων ζώων, πτηνοτροφεία αλλά και θερμοκηπιακές δραστηριότητες, μικρές βιοτεχνικές μονάδες και δημόσια κτίρια είναι εύκολη η εξοικονόμηση ενέργειας μέσω αυτού του συστήματος. Μάλιστα σε πολλές περιπτώσεις (αγροτικο-κτηνοτροφικές δραστηριότητες) είναι ευνοϊκή και η τιμολογιακή πολιτική της Δ.Ε.Η. για την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια, υποβοηθώντας έτσι στην ανάπτυξη αυτού του συστήματος.

Πολλοί από τους επαγγελματίες των προαναφερθέντων κλάδων διαθέτουν ιδιόκτητες υδρογεωτρήσεις, οι οποίες από μετρήσεις που έγιναν στη Λεκάνη της Θεσσαλονίκης παρουσιάζουν κατάλληλα στρωματογραφικά και θερμοκρασιακά

χαρακτηριστικά. Ο κλιματισμός ενός σχολείου, ο κλιματισμός ενός πτηνοτροφείου ή η θέρμανση ενός μικρού (2 – 3 στρεμμάτων) θερμοκηπίου είναι εύκολη υπόθεση με τη συγκεκριμένη μέθοδο. Πολύ χαμηλές θερμοκρασίες της τάξης των –5 έως –10ºC, που προκαλούν ζημιές στο ζωικό κεφάλαιο, μπορούν να αντιμετωπισθούν. Σημαντική μπορεί να είναι η ενεργειακή συνδρομή των αντλιών θερμότητας στις Βιομηχανικές Περιοχές (ΒΙ.ΠΕ.), όπου και γεωτρήσεις υπάρχουν και έτοιμη, διαθέσιμη υποδομή υφίσταται.

Η ανάπτυξη, η προστασία του περιβάλλοντος, η εξοικονόμηση ενέργειας και η ποιότητα ζωής αναβαθμίζονται όταν καταβάλλεται προσπάθεια αξιοποίησης των εγχώριων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτά επιτυγχάνονται όταν η πολιτεία θέτει τέτοιους στόχους, κάνει εύστοχες παρεμβάσεις, περιορίζει την γραφειοκρατία, πριμοδοτεί και επιβάλλει τέτοιες δράσεις, αποθαρρύνοντας παράλληλα την χρήση συμβατικών καυσίμων είτε αυτό λέγεται πετρέλαιο είτε φυσικό αέριο, για το οποίο επιδεικνύεται τελευταία υπερβολική ευαισθησία για την αύξηση της κατανάλωσής του *(European Conference for Renewable Energy (Berlin, 19-21 January 2004)).*

Το Υπουργείο Ανάπτυξης με την Υπουργική Απόφαση Υπ. Αριθμ. Δ9Β, Δ/Φ.166/ΟΙΚ.18508/5552/207 δημοσιευμένη στο Φ.Ε.Κ. Αρ. Φύλλου 1595/25-10-2004 με τίτλο «Άδειες εγκατάστασης για ίδια χρήση ενεργειακών συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης χώρων μέσω της εκμετάλλευσης της θερμότητας των γεωλογικών σχηματισμών και των νερών, επιφανειακών και υπόγειων, που δεν χαρακτηρίζονται γεωθερμικό δυναμικό» προσδιορίζει τους όρους, τις προϋποθέσεις, τα απαιτούμενα δικαιολογητικά, τις διαδικασίες έκδοσης των αδειών εγκατάστασης και γενικά το καθεστώς αξιοποίησης της γήινης θερμότητας με την χρήση αντλιών θερμότητας, κατάλληλες για θέρμανση – ψύξη. Παρά το πλήθος (11) των απαιτούμενων δικαιολογητικών για την έκδοση της σχετικής άδειας από τις Διευθύνσεις Βιομηχανίας και Ορυκτού Πλούτου των Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων, σε σχέση με το Νόμο 3175/2003 για την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας, η όλη διαδικασία είναι πιο απλή και αποτελεσματική.

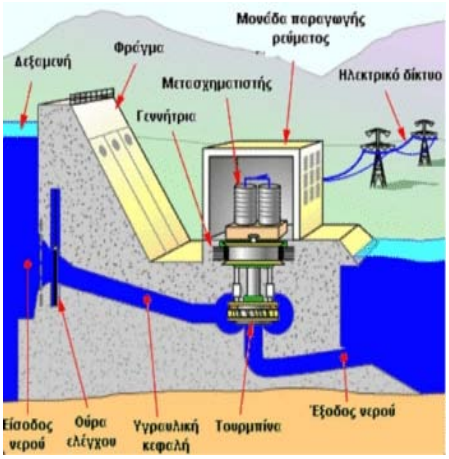
2.3.3.7 Η ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Οι γεωλογικές συνθήκες στην Ελλάδα ευνόησαν γενικά τη δημιουργία ενός πολύ σημαντικού γεωθερμικού δυναμικού χαμηλής ενθαλπίας. Η έρευνα για τον εντοπισμό αξιοποιήσιμων γεωθερμικών ρευστών χαμηλής ενθαλπίας άρχισε από το ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών) το 1980 και εντατικοποιείται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Από αυτήν την έρευνα προκύπτει ότι το γεωθερμικό δυναμικό χαμηλής ενθαλπίας στην Ελλάδα είναι σίγουρα πολύ σημαντικό. Τα περισσότερα από τα γεωθερμικά πεδία που ερευνήθηκαν βρίσκονται σε περιοχές με ευνοϊκές αναπτυξιακές συνθήκες, ενώ οι προοπτικές άμεσης εκμετάλλευσης των ρευστών είναι πολύ ευοίωνες. Τα γεωθερμικά ρευστά φαίνεται ότι έχουν συνήθως μικρή έως μηδαμινή περιεκτικότητα σε διαβρωτικά άλατα και αέρια και δεν δημιουργούν σοβαρά τεχνικά προβλήματα εκμετάλλευσης ούτε βέβαια περιβαλλοντικά προβλήματα.

Το ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ελλάδος) συμβάλλει στην προσπάθεια αξιοποίησής τους. Η προσπάθεια εκμετάλλευσης γεωθερμικών πεδίων στη Μήλο και στη Νίσυρο δεν ευδοκίμησε, λόγω έκλυσης στο περιβάλλον δύσοσμων αερίων, γεγονός που προκάλεσε την αντίδραση των κατοίκων.

2.4 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδροηλεκτρικών έργων (υδατοταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες εκμεταλλεύονται τη φυσική διαδικασία του κύκλου του νερού. Κάθε μέρα ο πλανήτης μας αποβάλλει μια μικρή ποσότητα νερού καθώς η υπεριώδης ακτινοβολία διασπά τα μόρια του νερού σε ιόντα. Ταυτόχρονα νέες ποσότητες νερού εμφανίζονται λόγω της ηφαιστειακής δραστηριότητας, έτσι ώστε η συνολική ποσότητα του νερού να διατηρείται περίπου σταθερή. Η λειτουργία των υδροηλεκτρικών μονάδων βασίζεται στην κίνηση του νερού λόγω διαφοράς μανομετρικού ύψους μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου. Για το σκοπό αυτό κατασκευάζεται ένα φράγμα που συγκρατεί την απαιτούμενη ποσότητα νερού στον δημιουργούμενο ταμιευτήρα. Κατά τη διέλευσή του από τον αγωγό πτώσεως κινεί έναν στρόβιλο ο οποίος θέτει σε λειτουργία τη γεννήτρια. Μία τουρμπίνα που είναι εγκατεστημένη σε μεγάλη μονάδα μπορεί να ζυγίζει μέχρι 172 τόνους και να περιστρέφεται με 90 rpm. Η ποσότητα του ηλεκτρισμού που παράγεται καθορίζεται από αρκετούς παράγοντες. Δύο από τους σημαντικότερους είναι ο όγκος του νερού που ρέει και η διαφορά μανομετρικού ύψους μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας του ταμιευτήρα και του στροβίλου. Η ποσότητα ηλεκτρισμού που παράγεται είναι ανάλογη των δύο αυτών μεγεθών. Συνεπώς, ο παραγόμενος ηλεκτρισμός εξαρτάται από την ποσότητα του νερού του ταμιευτήρα. Για το λόγο αυτόν μόνο σε περιοχές με σημαντικές βροχοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευαστούν υδροηλεκτρικά έργα. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά ως προς άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, καλύπτοντας φορτία αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική



ενέργεια ικανοποιεί περίπου το 9% των ενεργειακών μας αναγκών σε ηλεκτρισμό.

Τα υδροηλεκτρικά έργα ταξινομούνται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας. Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα διαφέρουν σημαντικά από της μεγάλης κλίμακας σε ότι αφορά τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Οι μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων περιορίζει τη μετακίνηση των ψαριών, της άγριας ζωής και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα καθώς μεταβάλλει ριζικά τη μορφολογία της περιοχής. Αντίθετα, τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά εγκαθίστανται δίπλα σε ποτάμια ή κανάλια και η λειτουργία τους παρουσιάζει πολύ μικρότερη περιβαλλοντική όχληση. Για το λόγο αυτό, οι υδροηλεκτρικές μονάδες μικρότερης δυναμικότητας των 30 MW χαρακτηρίζονται ως μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα και συμπεριλαμβάνονται μεταξύ των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Κατά τη λειτουργία τους, μέρος της ροής ενός ποταμού οδηγείται σε στρόβιλο για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας και συνακόλουθα ηλεκτρικής μέσω της γεννήτριας. Η χρησιμοποιούμενη ποσότητα νερού κατόπιν επιστρέφει στο φυσικό ταμιευτήρα ακολουθώντας τη φυσική της ροή.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από μονάδες μικρής και μεγάλης κλίμακας είναι:

- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις απαιτηθεί, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς που απαιτούν σημαντικό χρόνο προετοιμασίας,
- Είναι μία «καθαρή» και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα προαναφερθέντα συνακόλουθα οφέλη (εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων, προστασία περιβάλλοντος),
- Μέσω των υδατοταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, περιοχών αναψυχής και αθλητισμού.

Ως μειονεκτήματα αναφέρονται μόνο αποτελέσματα που σχετίζονται με τη δημιουργία έργων μεγάλης κλίμακας, όπως:

- Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εγκατάστασης εξοπλισμού, καθώς και ο συνήθως μεγάλος χρόνος που απαιτείται για την αποπεράτωση του έργου,
- Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση της περιοχής του έργου (συμπεριλαμβανομένων της γεωμορφολογίας, της πανίδας και της χλωρίδας), καθώς και η ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, η υποβάθμιση περιοχών, οι απαιτούμενες αλλαγές χρήσης γης. Επιπλέον, σε περιοχές δημιουργίας μεγάλων έργων παρατηρήθηκαν αλλαγές του μικροκλίματος, αλλά και αύξηση της σεισμικής επικινδυνότητας τους.

Για τους λόγους αυτούς, η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή έργων μικρότερης κλίμακας, όπως η δημιουργία μικρότερων φραγμάτων, οι συστοιχίες μικρών υδροηλεκτρικών έργων και οι μονάδες μικρής κλίμακας *(Δελτίο Πανελλήνιου Συλλόγου Διπλωματούχων Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων, «Χρήση νέων τεχνολογιών στην ηλεκτροπαραγωγή»,)*.

2.5 Η ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

Νέες τεχνικές αειφόρου ενεργειακής μετατροπής οδηγούν στην οικονομικά βιώσιμη παραγωγή αέριου υδρογόνου από νερό, απορρίμματα ή άλλη οργανική ύλη. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση ή για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, π.χ. μέσω μιας κυψέλης καυσίμου (*fuel cell*). Στον τομέα των μεταφορών εξετάζεται ήδη η δυνατότητα κατασκευής οχημάτων τα οποία θα έχουν ως καύσιμο υδρογόνο που θα έχει αποσπασθεί από αστικά απορρίμματα. Το υδρογόνο μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην εξισορρόπηση του ενεργειακού συστήματος στο άμεσο μέλλον, καθώς οι διαλείπουσες ΑΠΕ (Φ/Β κύτταρα, Α/Γ, υδροηλεκτρισμός κ.λπ.) θα διαθέτουν την απαραίτητη ενέργεια για την παραγωγή του, κυρίως μέσω της ηλεκτρόλυσης του νερού, η οποία το διαχωρίζει σε υδρογόνο και οξυγόνο επιτυγχάνοντας 80% αποδοτικότητα ενεργειακής μετατροπής. Στη συνέχεια, το υδρογόνο θα μπορεί να αποθηκεύεται ή να μεταφέρεται μέσα από συμβατικούς αγωγούς μεταφοράς αερίου σε μονάδες καύσης. Η καύση του υδρογόνου δημιουργεί μόνο νερό και θερμότητα ως υποπαράγωγα. Ερευνητές έχουν ήδη επιτύχει τη μετατροπή βιομάζας και

ενεργειακών καλλιεργειών σε υδρογόνο μέσω της χρήσης μικροβίων, αν και οι σχετικές τεχνολογίες απέχουν ακόμη από το να είναι εμπορικά εκμεταλλεύσιμες.

Οι σχεδιασμοί που αφορούν την «οικονομία του υδρογόνου» προβλέπουν τη μετατόπιση του παγκόσμιου ενεργειακού ενδιαφέροντος από τα δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρισμού στα δίκτυα μεταφοράς υδρογόνου και στην παγκόσμια μεταφορά υγρού υδρογόνου σε δεξαμενές πλοίων. Μακροπρόθεσμα, χώρες με μεγάλη ηλιοφάνεια θα μπορεί να εγκαθιστούν συστοιχίες Φ/Β κυττάρων που θα μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική για την παραγωγή του υδρογόνου, το οποίο θα εξάγουν σε χώρες με μικρότερη ηλιοφάνεια. Η διανομή αερίου θεωρείται πολύ πιο αποδοτική από τη διανομή ηλεκτρισμού, ενώ το αέριο μπορεί να αποθηκευθεί πιο εύκολα από την ηλεκτρική ενέργεια, αν και υπάρχουν αμφιβολίες ως προς τη δυνατότητα οικονομικής και ασφαλούς μεταφοράς του υδρογόνου λόγω της ενεργειακής δέσμευσης που απαιτείται για την συμπύκνωσή του ή την υγροποίησή του σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες -με την εφαρμογή υψηλών πιέσεων- και της εύκολης ανάφλεξής του *(Ocean News & Technology (November/December 2003),).*

Η «οικονομία του υδρογόνου» συνδυάζεται σήμερα με την ιδέα της αποκεντρωμένης-τοπικής ενεργειακής μετατροπής (*local generation*), η οποία μπορεί να ενταχθεί μέσα σ' ένα εθνικό ενεργειακό σύστημα: η τοπικά παραγόμενη πλεονάζουσα ενέργεια από ΑΠΕ (βιομάζα, Φ/Β κύτταρα, μικρούς υδροστρόβιλους, Α/Γ κ.ά.) σε οικίες, αιολικά πάρκα ιδιωτών-τοπικής αυτοδιοίκησης κ.λπ., διοχετεύεται αντί αμοιβής ή ανταλλάσσεται στο εθνικό δίκτυο. Έτσι, αποφεύγονται οι απώλειες ισχύος του δικτύου που σχετίζονται με τη διανομή ηλεκτρικού ρεύματος από κεντρικούς ενεργειακούς σταθμούς (συγκεντρωτικό σύστημα) σε απομακρυσμένους χρήστες. Το σύστημα αυτό της ενσωματωμένης ενεργειακής μετατροπής (*embedded generation)* υποστηρίζεται από τη χρήση του υδρογόνου, ως νέου μέσου μεταφοράς και αποθήκευσης ενέργειας, το οποίο όχι μόνο λύνει το πρόβλημα της διαλείπουσας ενέργειας που παρέχεται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά αποτελεί και ένα νέο «καθαρό» καύσιμο για θέρμανση ή παραγωγή ηλεκτρισμού *(Ν. Βασιλάκος "Η πορεία των έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα : Βασικά ποσοτικά δεδομένα και προβλήματα").*

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

- Energy – Efficiency – Ecology – Economy, Energy Point, «Η νέα κοινοτική οδηγία για τις ΑΠΕ», τεύχος 10, Μάρτιος 2007.
- Energy – Efficiency – Ecology – Economy, Energy Point, «Οικολογία και νέες τεχνολογίες», τεύχος 10, Ιανουάριος 2010
- Δελτίο Πανελλήνιου Συλλόγου Χημικών Μηχανικών, «Η τεχνολογική έρευνα στην Ελλάδα», Βασιλάκος Νίκος, Αγορά & Ενέργεια (Νοέμβριος-Δεκέμβριος 2009),
- Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – προβλήματα & προοπτικές, Αγορά & Ενέργεια Φεβρουάριος-Μάρτιος 2010
- Κ. Καρύτσας και Δ.Μενδρινός. Τμήμα Γεωθερμίας ΚΑΠΕ (2004), Αξιοποίηση της Γεωθερμικής Ενέργειας στην Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVI, 2004, Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσ/νίκη Απρίλιος 2004.
- ΚΑΠΕ (1996),Οδηγός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ΚΑΠΕ.
- ΚΑΠΕ (Δελτίο Τύπου 25-2-2004), Μεγάλες προοπτικές για την ανάπτυξη των Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων.
- Ν. Βασιλάκος “Η πορεία των έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα : Βασικά ποσοτικά δεδομένα και προβλήματα”, περιοδικό ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΑ, Δεκέμβριος 2003, τευχ. 23, σελ. 1-5
- Πατρώνος Πέτρος, Καραγεώργου Βίκυ, Ανδρέας Παπαπετρόπουλος, Διεθνείς και Κοινοτικές Δεσμεύσεις της Ελλάδας για την Προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Γνωμοδότηση, 2004), σε: www.nomosphysis.org.gr

- Δελτίο Πανελλήνιου Συλλόγου Διπλωματούχων Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων, «Χρήση νέων τεχνολογιών στην ηλεκτροπαραγωγή», Περιοδικός Τύπος ΑΕ, τεύχος 407, Μάρτιος 2009

Ξένη βιβλιογραφία

- European Commission. Eurostat. CRES (2001), Renewable Energy Sources Statistics in the European Union 1989-1998 Part I, CRES.
- European Conference for Renewable Energy (Berlin, 19-21 January 2004), Intelligent Policy Options, Conference Programme.
- Ocean News & Technology (November/December 2003), Ocean Energy-Pelamis Wave Energy, ON&T.
- Peter Fraenkel, Marine Current Turbines Ltd.(2003), The «Seaflow» Project: pioneering the development of tidal stream turbines, MCT LTD.

Διαδικτυακός τύπος

- ASU- IRA A. FULTON SCHOOLS OF ENGINEERING

  http://engineering.asu.edu/
- EREC-EUROPEAN RENEWABLE ENERGY COUNCIL

  http://www.erec-renewables.org/
- ΚΑΠΕ CRES (ΚΕΝΤΡΟ Α.Π.Ε. & ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)

  http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_photovol.htm
- DAEDALUS INFORMATICS

  http://www.daedalus.gr/

3. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

3.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

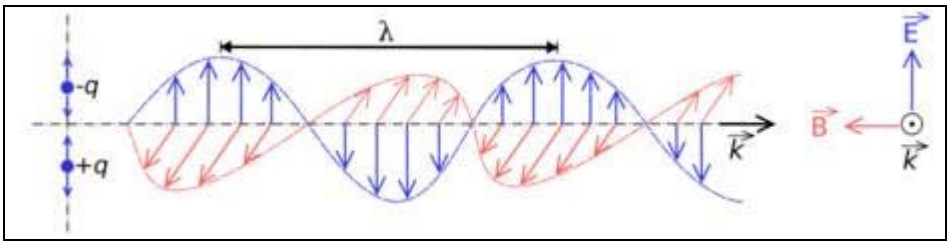
Από την ονομασία αυτής της μορφής ενέργειας είναι κατανοητό ότι συσχετίζεται άμεσα με τον ήλιο και τις ιδιότητες του.

Ο Ήλιος είναι ο αστέρας του ηλιακού μας συστήματος και το λαμπρότερο σώμα του ουρανού. Η μορφή του ήλιου είναι σφαιρική και έχει διάμετρο 142.000.000 km και έχει θερμοκρασία 5800 βαθμούς Kelvin. Η αναλογία σε συστατικά είναι 78% υδρογόνο, 20% ήλιο και 2% άλλα υλικά. Όσο κατευθυνόμαστε στα βαθύτερα στρώματα του ήλιου τόσο αυξάνεται η θερμοκρασία του, έτσι καταφέρνει να παίρνει τις υψηλές τιμές που απαιτούνται για τις πυρηνικές αντιδράσεις που τον ενεργοποιούν *(Εισαγωγή στην πυρηνική φυσική, Στέφανος Χ. Χαραλάμπους)*.

Σύμφωνα με μελέτες θεωρείται πιθανή ως πηγή της ηλιακής ενέργειας η σύντηξη 4 ατόμων υδρογόνου (H_2) από την οποία σχηματίζεται ένα άτομο ηλίου (H_3).

Όπως γνωρίζουμε ο ήλιος είναι βασική πηγή ενέργειας της ατμόσφαιρας. Η ενέργεια αυτή παράγεται στον ήλιο και διοχετεύεται στη γη δια μέσου του διαστήματος, κυρίως ως ηλεκτρομαγνητική ενέργεια.

Διάγραμμα 2: ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ



Πηγή: http://wapedia.mobi/el/Ηλεκτρομαγνητική_ακτινοβολία

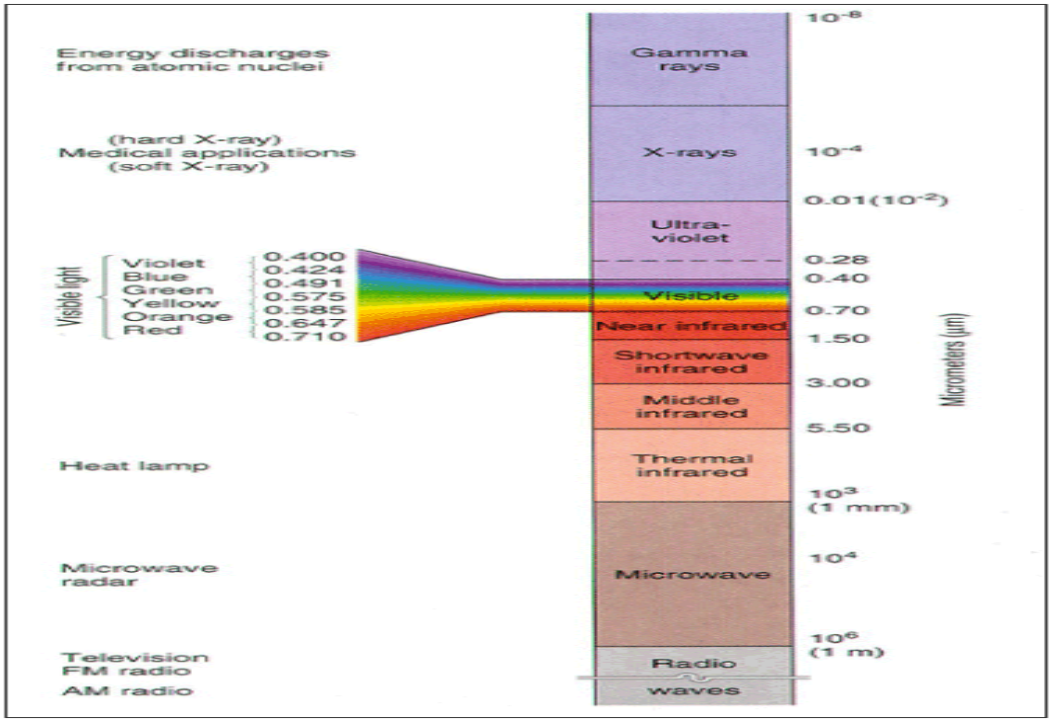
Η ταχύτητα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος στο κενό είναι $c=2.998*10^8$ m/s, έτσι ώστε ηλιακή ακτινοβολία να διανύσει μια απόσταση 150.000.000 km

(απόσταση μεταξύ γης και ήλιου) σε χρόνο περίπου 8,3 λεπτά. Τα μήκη κύματος της ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολίας κυμαίνονται μεταξύ 10^{-14} και 10^{10} m τα οποία αντιστοιχούν σε συχνότητες (f) από 10^{22} 1/sec ως 10^{-2} 1/sec. Αν τώρα όλα τα μήκη κύματος η των συχνοτήτων να καταγράψουμε κατά αύξουσα σειρά παίρνουμε το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα αποτελείται από τρεις ζώνες:

1. Την υπεριώδη
2. Την ορατή
3. και την Υπέρυθρη
   (Μαθήματα φυσικής της ατμόσφαιρας και φυσικής του περιβάλλοντος, Χρήστος Σ. Ζερέφος).

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται το φάσμα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Εικόνα 2: ΦΑΣΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ



Πηγή: http://light.physics.auth.gr/enc/radiation.html

Στοιχείο της ηλιακής ενέργειας και αρκετά σημαντικό μέγεθος των

φωτοβολταϊκών γεννητριών είναι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, Έτσι λοιπόν ορίζουμε ως ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας το ποσό της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει σε $1\ m^2$ επιφάνειας *1 sec*. Δηλαδή :

$$B = \frac{E}{S_t} \Leftrightarrow B = \frac{P}{S} \qquad \textit{(τύπος 3.1)}$$

Όπου :

E = ηλιακή ενέργεια

S= εμβαδόν της επιφάνειας

t= ο χρόνος

P= η ισχύς

Από τον τύπο 3.1 βγαίνει το συμπέρασμα ότι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας καθώς προσπίπτει στην γήινη ατμόσφαιρα ελαττώνεται αντιστρόφως ανάλογα με το τετράγωνο της απόστασης. Σύμφωνα με μετρήσεις η τιμή της ισχύος η οποία εκπέμπεται από το ήλιο στο διάστημα είναι $56*10^{26}$ Cal/min. Συνεπώς η επιφανειακή ένταση της ατμόσφαιρας θα είναι :

$$B = \frac{E}{4\pi R^2 t} = \frac{P}{4\pi R^2} \qquad \textit{(τύπος 3.2)}$$

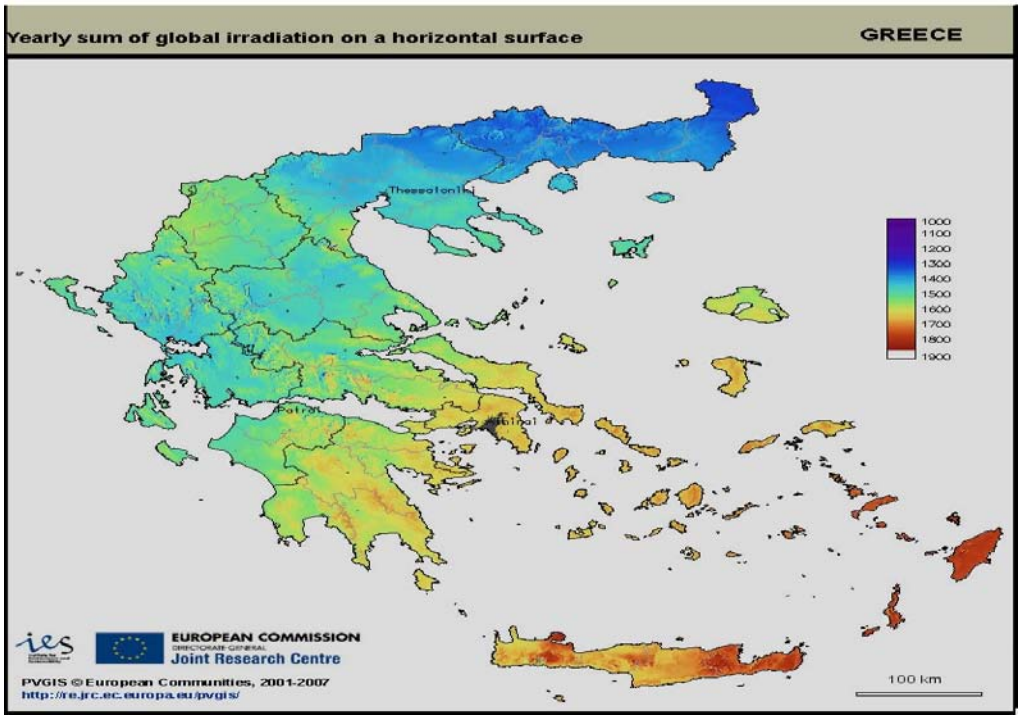
Όπου R η απόσταση μεταξύ του κέντρου της γης και του ήλιου ($1{,}5*10^{11}\ m$).

Οπότε λοιπόν βάση των τελευταίων μετρήσεων η ατμοσφαιρική ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι ίση με $1367\ W/m^2$ *(Energy, Society and Environment, Elliott, D).*

Τα παραπάνω ισχύουν προφανώς για ιδανικές συνθήκες. Στην πραγματικότητα υπάρχουν απώλειες ενέργειας κατά την διαδρομή της ηλιακής ακτινοβολίας. Το 18% της ακτινοβολίας απορροφάται στα διάφορα στρώματα, όπως όζον, σκόνη, υδρατμοί, μόρια του αέρα. Το 72 % φτάνει απευθείας στην επιφάνεια της γης. Το υπόλοιπο 10% χωρίζεται σε δύο μέρη. Το 7% το οποίο φθάνει στην γη μετά από διάχυση και το 3% επιστρέφει στο διάστημα. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι μόνο το 79% της ηλιακής ακτινοβολίας φθάνει στην επιφάνεια της γης.

Στο χάρτη που ακολουθεί εμφανίζονται οι ετήσιες τιμές διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας για την Ελλάδα σε Kwh/m^2 και σε επίπεδο οριζόντιο. Διακρίνουμε, ότι καμία περιοχή της Ελλάδας δεν υπολείπεται των 1250 *Kwh/m*^{2} , ενώ το μεγαλύτερο μέρος της χώρας διαθέτει από 1400 έως 1800 *Kwh/m*^{2}

Εικόνα 3: ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



Πηγή: http://www.erdgas.gr/iliakixartes.html

Από την συνολική ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της γης, ένα μικρό ποσοστό μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική μέσω μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης. Με βάση τη διαθέσιμη τεχνολογία, από μια εγκατάσταση ισχύος 1Kwp, παίρνουμε ετησίως 1000 έως 1300 kWh από οριζόντιο (μη προσανατολισμένο) φωτοβολταϊκό επίπεδο. Εάν αναλογιστούμε ότι ένα φωτοβολταϊκό σύστημα του 1 kWp, έχει συλλεκτική επιφάνεια 7 με 8 τετραγωνικά μέτρα και δεδομένου ότι η αντίστοιχη ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει στην αυτή επιφάνεια είναι αντίστοιχα 9500 έως 13500 kWh διαπιστώνουμε (χρησιμοποιώντας μέσες τιμές) ότι το ποσοστό μετατροπής είναι της τάξης του 9-12%.

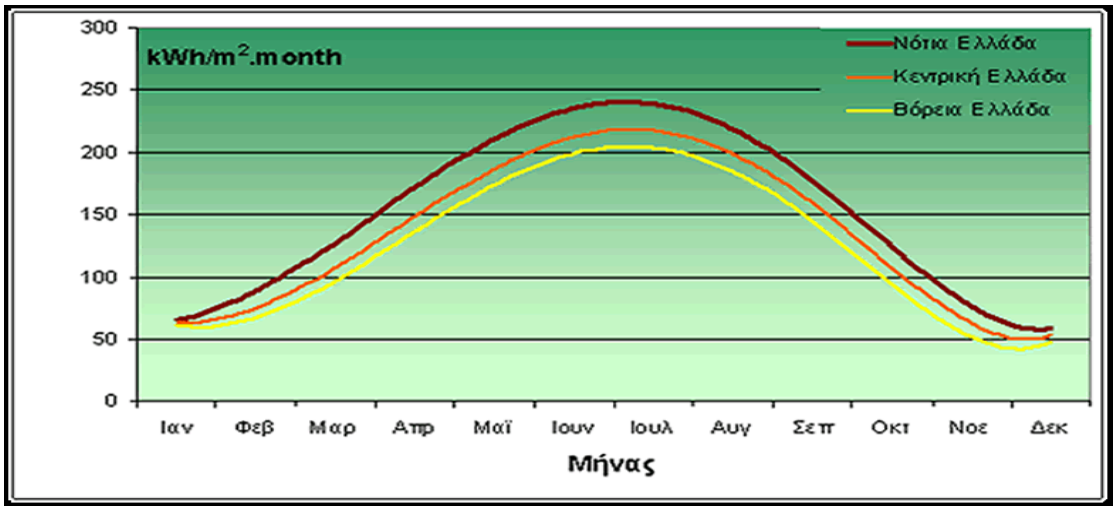
3.2 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΛΟΓΩ ΤΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ

Όπως προαναφέραμε καθώς απομακρυνόμαστε από την πηγή η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας εξαρτάται αντίστροφα από το τετράγωνο της απόστασης. Η τροχιά που ακολουθεί η γη γύρο από τον ήλιο είναι ελλειπτική, συνεπώς μεταβάλλεται συνεχώς η απόσταση μεταξύ τους. Η απόσταση αυτή ελάχιστη στις 3 Ιανουαρίου (περιήλιο), ενώ η μέγιστη είναι 4 Ιουλίου (αφήλιο). Η χιλιομετρική διαφορά μεταξύ των δύο θέσεων είναι 5.000.000 km. Τελικά η γη στις 3 Ιανουαρίου δέχεται 7% περισσότερη ενέργεια σε σχέση με τις 4 Ιουλίου.

3.3 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ

Σε μια επιφάνεια κάθετη στην αρχή της ατμοσφαιρικής γης η μετρούμενη ένταση ηλιακής ακτινοβολίας είναι $1367W/m^2$. Όμως όπως προαναφέρθηκε το 79% της ακτινοβολίας φθάνει στην επιφάνεια της γης, άρα η ένταση ακτινοβολίας πέφτει στα $1000\ W/m^2$

Διάγραμμα 3: ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΚΟ ΜΕΤΡΟ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΕΠΙ ΜΗΝΙΑΙΑ ΒΑΣΗ.



Πηγή: http://www.erdgas.gr/iliakixartes.html

Όσο μεγαλύτερη είναι η διαδρομή που ακολουθεί η ακτινοβολία μέχρι την επιφάνεια της γης τόσο μεγαλύτερη είναι και η απορρόφηση. Όταν ο ήλιος είναι στο ζενίθ του τόπου, το μήκος της διαδρομής της ηλιακής ακτινοβολίας είναι μικρότερο.

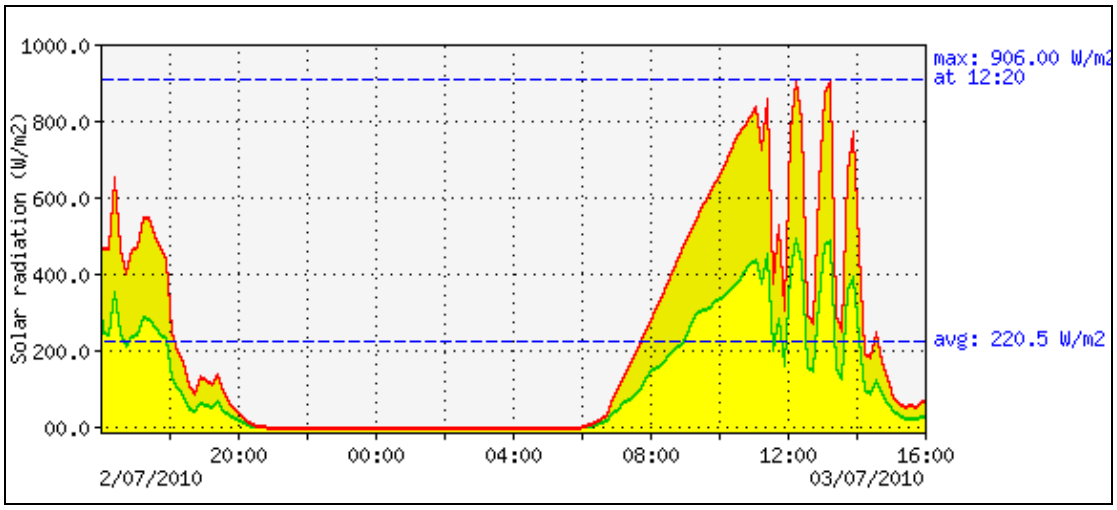
Οι γωνία που σχηματίζεται μεταξύ των ακτινών του ηλίου και της κατακόρυφης του τόπου ονομάζεται Ζενιθία Απόσταση *(ζ)* . Οπότε η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας σε σχέση με την Ζενιθία απόσταση είναι :

$$B=Bo\cos(\zeta) \quad (\text{τύπος } 3.3)$$

Αυτό εξηγεί γιατί οη ένταση του ηλίου, τις πρωινές και τις απογευματινές ώρες είναι μικρότερη. *(Φυσική κλιματολογία, Χ.Σ. Σαχσαμάνογλου)*

Συνεπώς, η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας μεταβάλλεται στη διάρκεια της ημέρας μεταξύ μας μηδενικής τιμής, κατά τη διάρκεια της νύχτας και μιας μέγιστης τιμής, όταν ο ήλιος βρίσκεται στο ζενίθ του τόπου. Αυτό το συμπεραίνουμε και μέσω του τύπου 3.3 όταν για $\zeta=0$ έχω $B=Bo$

Διάγραμμα 4: ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΠΟΥ ΔΕΧΕΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ



Πηγή: http://www.meteo.ntua.gr/g/chart/solarradiation

3.4 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

Είναι γνωστό ότι ο άξονας περιστροφής της γης γύρω από τον εαυτό της σχηματίζει γωνία *23,5^o* με το επίπεδο περιφοράς της γης γύρο από τον ήλιο. Αποτέλεσμα αυτού είναι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας να μεταβάλλεται με το χρόνο.

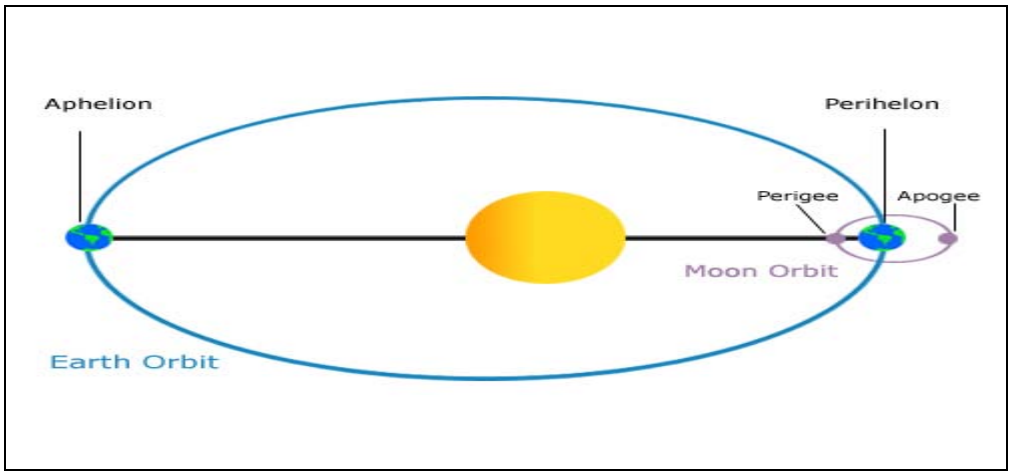
Αν χρησιμοποιήσουμε την ουράνια σφαίρα τοποθετώντας τη γη στο κέντρο της, τότε η φαινόμενη πορεία του ήλιου πάνω σε αυτή ονομάζεται εκλειπτική. Η εκλειπτική και ο ουράνιος ισημερινός έχουν μια συνεχώς μεταβαλλόμενη απόκλιση μεταξύ τους, ανάλογα με την εποχή.

Οι αποκλίσεις αυτές έχουν μέγιστη τιμή κατά το θερινό και χειμερινό ηλιοστάσιο ενώ μηδενίζεται στις ισημερίες :

- θερινό ηλιοστάσιο 21 Ιουνίου , -23,45^o
- Χειμερινό ηλιοστάσιο 21 Δεκεμβρίου , +23,45^o
- Στις ισημερίες 21 Μαρτίου και 21 Σεπτεμβρίου , η απόκλιση ισούται με μηδέν

  (Solar Energy Dictionary, V. Daniel Hunt).

Εικόνα 4: ΤΡΟΧΙΑ ΤΗΣ ΓΗΣ ΓΥΡΟ ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΙΟ



Πηγή: www.universetoday.com/61202/earths-orbit-around-the-sun

3.5 ΧΡΗΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ηλιακή ενέργεια είναι μια ήπια μορφή ενέργεια που μας δίνει την δυνατότητα να την εκμεταλλευτούμε σε διάφορους τρόπους. Οι πιο γνωστές χρήσεις της ηλιακής ενέργειας είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, τα φωτοβολαϊκά πάνελ και τα ηλιακά αυτοκίνητα. Οι χρήσεις αυτές όπως και αρκετές άλλες χωρίζονται σε 3 κατηγορίες :

1. Στα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, όπου η ηλιακή ακτινοβολία, με τη χρήση ηλιακών συστημάτων, μετατρέπεται σε θερμότητα σε κάποια δεξαμενή
2. Στα παθητικά ηλιακά συστήματα, όπου συγκαταλέγονται τα κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα δομικά στοιχεία των οικοδομικών κατασκευών που υποβοηθούν την καλύτερη άμεση ή έμμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είτε για τη θέρμανση των κτηρίων το χειμώνα είτε για να διατηρούνται δροσερά το καλοκαίρι.
3. Τέλος με την χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων, στην οποία γίνεται κατευθείαν μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Με την χρήσεις της ηλιακής ενέργειας καταφέρνουμε πληθώρα θετικών συνεπειών :

- Χρησιμοποιώντας την ηλεκτρική ενέργεια μειώνουμε το κόστος χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας και ταυτόχρονα μειώνεται η χρήση παραδοσιακών φορέων ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.α.)
- Το δίκτυο ηλεκτρισμού γίνεται πιο σταθερό, έτσι μειώνονται οι διακοπές ρεύματος (σύνηθες φαινόμενο κατά τους θερινούς μήνες)
- Προσφέρει ανεξαρτησία από αυξήσεις των τιμολογίων ρεύματος
- Συμβάλει σημαντικά στην προστασία και διατήρηση του περιβάλλοντος.

3.6 ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τον όρο ηλεκτροπαραγωγή εννοούμε όλα τα συστήματα τα οποία

παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα αξιοποιώντας κάποια μορφή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τα συστήματα αυτά έχουν περίπου κοινή δομή ανεξάρτητα με την μορφή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που χρησιμοποιούν. Τα γενικά τμήματα από τα οποία αποτελείται ένα τέτοιο σύστημα είναι η πηγή ενέργειας, ο ρυθμιστής φορτίσεως, ο αντιστροφέας ισχύος, το φορτίο και ο αποθηκευτικό μέσο.

- **Συλλογή από την πηγή**

Ανάλογα την ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που έχουμε με διάφορους τρόπους αντλούμε την ενέργεια που εν συνεχεία θα μετατραπεί από το σύστημα σε ηλεκτρική ενέργεια.

- **Αντιστροφέας ισχύος**

Ο αντιστροφέα ισχύος έχει την ικανότητα να μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα σε συνεχές. Ακόμη γνωρίζουμε ότι όλα τα συστήματα ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, εξάγουν συνεχές ρεύμα. Για τον λόγω αυτό χρησιμοποιούμε αντιστροφέα ισχύος για να μετατρέψει το συνεχές σε εναλλασσόμενο ρεύμα, το οποίο μπορεί να διοχετευθεί στο δίκτυο και να χρησιμοποιηθεί από τις συσκευές.

Υπάρχουν δυο είδη αντιστροφέα ισχύος, αυτοί που μπορούν να τοποθετηθούν στο εσωτερικό του κτηρίου και αυτοί που τοποθετούνται στο εξωτερικό. Τα χαρακτηριστικά στοιχεία ενός αντιστροφέα είναι η ισχύς του (Watt), η ονομαστική τους τάση (Volt) και η ένταση (Ampere). Ο αντιστροφέας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο για την σωστή λειτουργία του συστήματος, καθώς εξαρτάται από αυτόν η αποτελεσματικότητα και η απόδοση του.*(Photovoltaic Power for Europe, Michael R. Starr Sir William Halcrow and Partners,)*

- **Αποθηκευτικό μέσο**

Όπως προαναφέραμε η αποδοτικότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κυμαίνεται σημαντικά σε ωριαία, ημερήσια και εποχιακή βάση. Συνεπώς και ποσότητα ισχύος που παράγεται δεν παραμένει σταθερή. Αυτή η διακύμανση έχει ως συνέπεια ορισμένες φορές η ισχύς να είναι ανεπαρκής για τις ανάγκες που υπάρχουν και άλλες να υπάρχει πλεόνασμα ισχύος.

Για το λόγω αυτό πρέπει να υπάρχει ένα αποθηκευτικό μέσο. Το μέσο αυτό στα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ειδικές συστοιχίες συσσωρευτών. Οι συσσωρευτές αυτοί είναι υψηλής αντοχής ώστε να αντέχουν στους συνεχείς κύκλους φόρτισης και εκφόρτωσης τους.

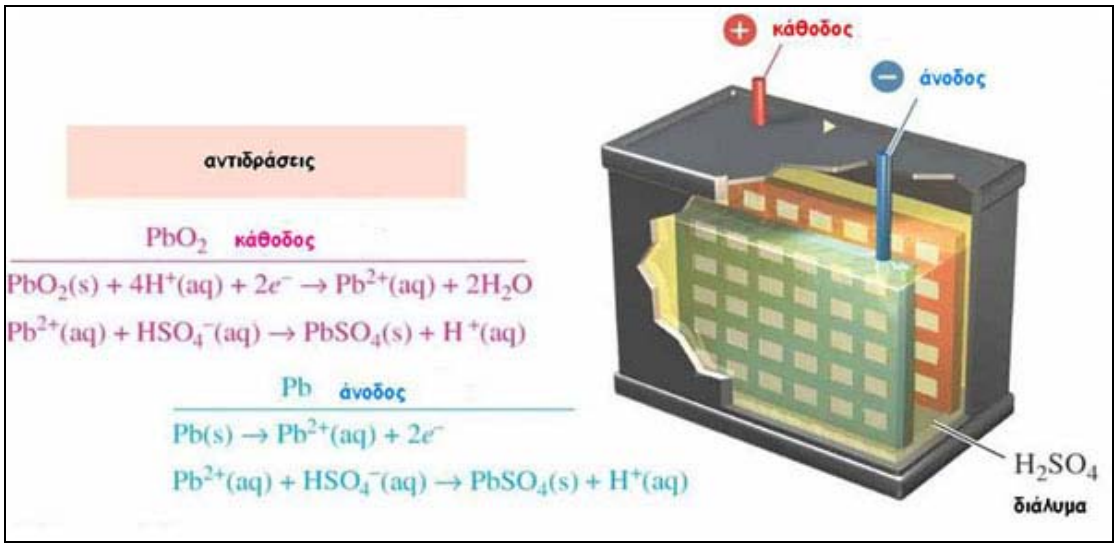
Η επιλογή για το αποθηκευτικό μέσο συνδέεται άμεσα με τα λειτουργικά χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά αυτά επιλέγονται σύμφωνα με τις προδιαγραφές των υπολοίπων συνιστωσών με τα οποία η μπαταρία θα πρέπει να είναι συμβατή εφόσον θα συνδεθεί ηλεκτρικά. Τα χαρακτηριστικά κατασκευής αφορούν το βάρος, το μέγεθος και τον βαθμό επιρροής από εξωγενείς παράγοντες και επιλέγονται με βάση τον χαρακτήρα και το περιβάλλον της εφαρμογής. Κύρια χαρακτηριστικά ενός συσσωρευτή είναι η χωρητικότητα του σε ρεύμα και η ονομαστική τάση του ρεύματος που τον διαχέει. Κάθε μπαταρία αναγραφεί τη χωρητικότητα της σε Ah (αμπέρ ανά ώρα) και την τάση σε Volt.*(Photovoltaic Power for Europe, Michael R. Starr Sir William Halcrow and Partners,)*

Οι συσσωρευτές χωρίζονται στις εξής κατηγορίες

- *Συσσωρευτές μολύβδου*

(α) Συσσωρευτές για αυτοκίνητα.

Εικόνα 5: ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΗΣ ΜΟΛΥΒΔΟΥ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ



Πηγή: http://users.sch.gr/xbalasi/electrochem/sect03/page3145.html

Στην εικόνα 5 βλέπουμε ένα τυπικό συσσωρευτή με τομή. Στην τομή αυτή διακρίνουμε τα κελιά με τα διαχωριστικά τους ηλεκτρόδια. Οι ρευματοφόροι αγωγοί είναι χυτά πλέγματα συνήθως *10x15cm,* από κράμα μολύβδου. συνήθως 5% Sb (αντιμόνιο). Το Sb βοηθάει στην βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων του μολύβδου και διευκολύνει την χύτευση του μετάλλου. Τελευταία έγινε χρήση ειδικού τύπου μετάλλου για να μειωθεί το βάρος ρευματοσυλλεκτών . Οι αλλαγές αυτές μπορούν να είναι εφικτές μόνο στο αρνητικό ηλεκτρόδιο, διότι η πάστα στο θετικό ηλεκτρόδιο έχει μικρότερη αγωγιμότητα και υπάρχει πιθανότητα διαρροής.

Οι πάστες περιέχουν ένα μίγμα από PbO και $PbSO_4$, ενώ οι πάστες του αρνητικού ηλεκτροδίου έχουν και τα πρόσθετα (σκόνη άνθρακα, θειωνικές λιγνίνες και θειϊκό βάριο).

Τα πλέγματα με τις πάστες και τα διαχωριστικά (συνήθως πολυαιθυλένιο μικροπορώδες ή χαρτί ριτίνη) μπαίνουν μέσα στο δοχείο και συγκολλούνται οι ακροδέκτες στο πάνω μέρος,

Ο συσσωρευτής γεμίζει με θεϊκό οξύ, σφραγίζεται και τα ηλεκτρόδια φορτίζονται σιγά σιγά συνήθως με συνεχές ρεύμα 20h *(Εισαγωγή στα ημιαγώγιμα υλικά και φωτοβολταϊκες διατάξεις, Κ.Θ. Δέρβος)*.

(β) <u>Συσσωρευτής ισχύος</u>

Οι συσσωρευτές ισχύος χρησιμοποιούν μεγαλύτερα και παχύτερα ηλεκτρόδια. Για το λόγω αυτό έχουν μεγαλύτερο δυναμικό (*48-96V*) και χωρητικότητα από αυτούς για αυτοκίνητα. Επίσης απαιτείται να έχουν κύκλους με μεγαλύτερο ποσοστό ολικής εκφόρτισης. Συνεπώς τα πλέγματα πρέπει να είναι ευμεγέθη με μηχανικές αντοχές και το ενεργό υλικό μέσα τους να είναι διαθέσιμο και να μην αποκολλάται κατά τους κύκλους. Μια πλήρης εκφόρτιση των ηλεκτροδίων μπορεί να ανεβάσει τον όγκο για πάνω από 50% και αυτό προφανώς δημιουργεί ένα πρόβλημα. Στην πράξη αυτό συμβαίνει πιο εύκολα στο θετικό ηλεκτρόδιο και για αυτό έχει ιδιαίτερη προστασία.

Υπάρχουν συσσωρευτές ισχύος πι οποίοι έχουν είτε πλάκα το θετικό ηλεκτρόδιο είτε ως κύλινδρο. Οι συσσωρευτές που χρησιμοποιούν πλάκα μοιάζουν με αυτούς του αυτοκινήτου αλλά είναι πιο μεγάλοι και με μηχανικές αντοχές. Τα

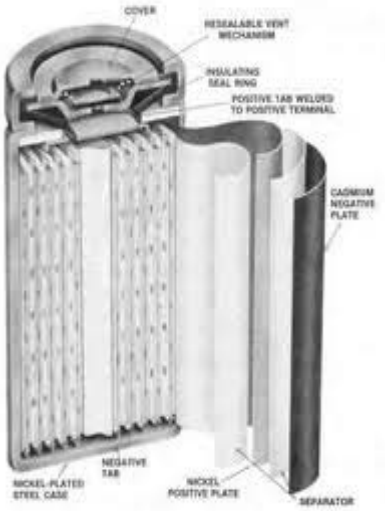
πλεονεκτήματα που παρουσιάζονται ανάμεσα στους δύο τύπους συσσωρευτών είναι ότι αυτοί που χρησιμοποιούν πλάκα έχουν το ενεργό υλικό σταθερό και έτσι καλυτερεύει την λειτουργική συμπεριφορά του συσσωρευτή.

Οι πυκνότητες ενέργειας για αυτούς τους μεγάλους συσσωρευτές κυμαίνονται από *20-30Wh/Kg* αν και κυκλοφορούν ονομαστικές τιμές από *37-42Wh/Kg (Εισαγωγή στα ημιαγώγιμα υλικά και φωτοβολταϊκες διατάξεις, Κ.Θ. Δέρβος)*.

- *Συσσωρευτές Νικελίου-Καδμίου*

Οι συσσωρευτές Νικελίου-Καδμίου παράγονται σε μεγάλους αριθμούς σε δυο βασικούς τύπους :

1. σε κελιά απλής πλάκας και
2. σε κελιά με πλάκα από πυρωσυσσωμάτωση



Οι απλής πλάκας έχουν αξιοπιστία, μεγάλη ζωή αναμονής χωρίς χρήση (>20 έτη) χωρίς συντήρηση. Για το λόγω αυτό χρησιμοποιούνται γα ανάγκες φωτισμού σε τραίνα και για να ξεκινήσουν μηχανές. Είναι πιο ακριβές από του μολύβδου αλλά έχουν καλύτερη λειτουργία. Τα κελιά με τη πλάκα από συσσωρευμάτωση έχουν μεγαλύτερους ρυθμούς εκφόρτισης και λειτουργούν και σε χαμηλές θερμοκρασίες *(Εισαγωγή στα ημιαγώγιμα υλικά και φωτοβολταϊκες διατάξεις, Κ.Θ. Δέρβος)*.

(α) Συσσωρευτές απλής πλάκας.

Το ενεργό υλικό για το θετικό ηλεκτρόδιο τυπικά περιέχει υδροξείδιο του κοβαλτίου (2%), γραφίτη (18%) και ίχνη βαρίου. Το υδροξείδιο του νικελίου φτιάχνεται ως ίζημα από υδροξείδιο του νατρίου με θειικό νικέλιο. Το ίζημα φιλτράρεται, ξηραίνεται ξεπλένεται για να αφαιρεθούν τα ιόντα νατρίου και τα θειικά και αποξηραίνεται. Το ενεργό υλικό για το αρνητικό ηλεκτρόδιο είναι υδροξείδιο του καδμίου (78%), σίδηρος (18%),νικέλιο(1%) και γραφίτης (1%) και αναμιγνύονται εν ξηρό.

Τα ηλεκτρόδια αποτελούνται από διάτρητο φύλλο επινικελωμένου χάλυβα και το ενεργό υλικό είναι σε μακρόστενα ορθογώνια παραλληλεπίπεδα. Το μέγεθος της πλάκας εχει σχέση με τον αριθμό των επί μέρους πλακιδίων. Όλα τα μεταλλικά μέρη έχουν επιμετάλλωση από ικέλιο και το δοχείο είναι πλαστικό ή χαλύβδινο. Οι συσσωρευτές γεμίζονται με ηλεκτρολύτη από ΚΟΗ *6 mol/dm*^{3} και μετά φορτίζονται.

Τα πλεονεκτήματα των συσσωρευτών απλής πλάκας είναι :

1. κρατούν τα φορτία τους για μεγάλες περιόδους αποθήκευσης
2. αποδίδουν όλο το φορτίο τους
3. κρατούν το δυναμικό τους σταθερό σε ευρεία περιοχή ρυθμών αποφόρτισης και θερμοκρασίας
4. έχουν μεγάλο κύκλο ζωής

Τα μειονεκτήματα των συσσωρευτών απλής πλάκας είναι :

1. η πυκνότητα
2. ενέργειας τους είναι μέτρια και κυμαίνεται στη περιοχή *15-25Wh/Kg*

(β) <u>συσσωρευτές από πυροσυσσωματωμένη πλάκα</u>

Στο συγκεκριμένο είδος συσσωρευτή τα ηλεκτρόδια στα κελιά παρασκευάζονται από μέταλλο πάχους από 0,5 έως 1mm, έχουν υψηλό πορώδες (80-85%) και ειδική επιφάνεια *0,25-0,50m*^{2}*/g*.

Στα αεριζόμενα κελιά το πυροσυσσωρευμένο μέταλλο κόβεται στο τελικό μέγεθος πλάκας και συγκολλούνται επάνω οι ακροδέκτες αγωγής. Το κελί συναρμολογείται με παρόμοιο τρόπο όπως οι συσσωρευτές πλάκας, μόνο που τα διαχωριστικά είναι πλαστικό σε λεπτά φύλα με μικρή αντίσταση και με μικρούς πόρους και με συνήθως ένα λεπτό πλαστικό που εμποδίζει την μεταφορά του οξυγόνου. Αυτές οι μεμβράνες μπορεί να είναι αντίστοιχα σελοφάν και πολυαμίδιο *(Εισαγωγή στα ημιαγώγιμα υλικά και φωτοβολταϊκες διατάξεις, Κ.Θ. Δέρβος)*.

Τα σφραγισμένα κελιά γίνονται με τρείς τρόπους, όπου τα πυροσυσσωματωμένα ηλεκτρόδια είναι :

1. ορθογώνιες πλάκες
2. δίσκοι
3. κύλινδρος με σπειροειδή περιέλιξη.

Τα κελιά με πυροσσυσωνατωμένες πλάκες συναντώνται σε πολλά μεγέθη, όπως αυτά των πλακών από 1-100Ah, των κυλινδρικών από 0,1-10 Ah και αυτά του σχήματος δίσκου από 0,04-1,75Ah

Η πυκνότητα ενέργειας τους θεωρείται καλύτερη από την αντίστοιχη των κελίων πλάκας

Κύριο πλεονέκτημα είναι :

1. Η υψηλή χωρητικότητα μπορεί να επιτευχθεί σε υψηλά ρεύματα
2. μπορεί να ληφθεί το 75% της χωρητικότητας με ρυθμό 10C (1000A από κελί100Ah)
3. ο τύπος με την πυροσυσσωματωμένη πλάκα έχει την ικανότητα να παραμένει φορτισμένος (στο 70% μετά από 6 μήνες)
4. έχει καλά χαρακτηριστικά στους κύκλους :1000-2000 κύκλους σε συνθήκη εκφόρτισης, που είναι καλή περίπτωση.

- **Ρυθμιστής φόρτισης**

Ο κύκλος φόρτισης εκφόρτισης εξαρτάται άμεσα με τη διάρκεια ζωής του συσσωρευτή και είναι μια από τις λειτουργίες που ορίζει ο κατασκευαστής. Συνεπώς ο συσσωρευτής πρέπει να παραμένει εντός ορισμένων κατασκευαστικών ορίων κατά τη διάρκεια φόρτισης και εκφόριτης του. Έτσι λοιπόν για να προστατεύσουμε τον συσσωρευτή από καταστάσεις:

(α) υψηλής τάσης (όπου οδηγούμαστε σε υδρόλυση του ηλεκτρολύτη και διάβρωση των πλακών)

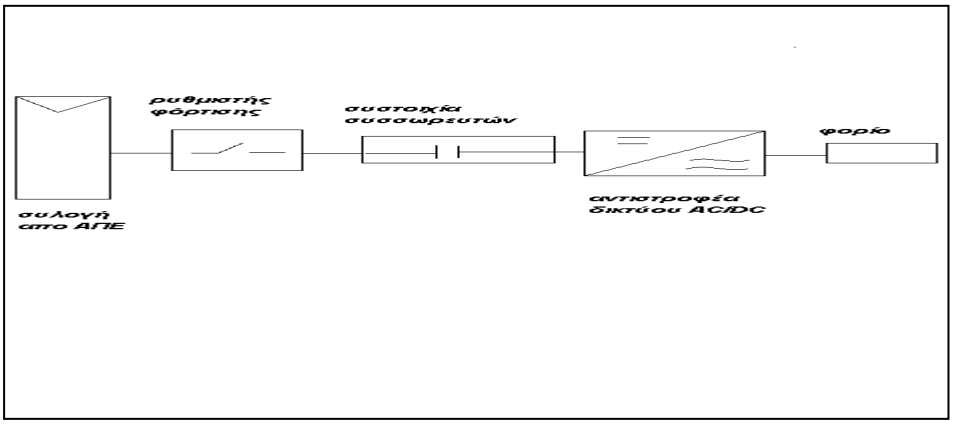
(β) χαμηλής τάσης (όπου οδηγούμαστε σε η βαθιά εκφόρτιση της μπαταρίας)

χρησιμοποιείται ο ρυθμιστής-ελεγκτής φόρτισης, οποίος ελέγχει την ροή του ρεύματος. Ο έλεγχος αυτός επιτυγχάνεται μέσω μετρήσεων της τάσης που αναπτύσσεται στον συσσωρευτή. Χαρακτηριστικά μεγέθη του ρυθμιστή φόρτισης είναι η ισχύς (Watt),η ονομαστική τάση και η ένταση (ampere)

- **Φορτίο**

Ο τελικός αποδέκτης της ηλεκτρικής ενέργειας ο οποίος μπορεί να είναι από μια απλή ηλεκτρική συσκευή ως το δίκτυο ηλεκτρισμού ονομάζεται φορτίο. Στο στάδιο αυτό γίνεται και η τελική κατανάλωση της ενέργειας. Παρακάτω παρατίθεται το γενικό διάγραμμα ροής για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Διάγραμμα 5: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΓΙΑ ΑΠΕ



Πηγή: ιδία επεξεργασία (Solar Energy Dictionary, V. Daniel Hunt)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Εισαγωγή στην πυρηνική φυσική, Στέφανος Χ. Χαραλάμπους Καθηγητής Α.Π.Θ., εκδόσεις Ζήτη 1981 Θεσσαλονίκη
- Φυσική κλιματολογία, Χ.Σ. Σαχσαμάνογλου καθηγητής , Α.Α. Μπολούτσος Αναπληρωτής καθηγητής Α.Π.Θ., σελ 13-23, εκδόσεις Ζήτη, 1998, Θεσσαλονίκη
- Μαθήματα φυσικής της ατμόσφαιρας και φυσικής του περιβάλλοντος, Χρήστος Σ. Ζερέφος Καθηγητής Α.Π.Θ.,1981 Θεσσαλονίκη.
- Εισαγωγή στα ημιαγώγιμα υλικά και φωτοβολταϊκες διατάξεις, Κ.Θ. Δέρβος Καθηγητής Ε.Μ.Πολυτεχνείου, Αθήνα 2009, σελ185-200

Ξένη βιβλιογραφία

- Photovoltaic Power for Europe, Michael R. Starr Sir William Halcrow and Partners, Swindon, England & W. Palz , Commission of the European Communities, εκδόσεις Kluwer.
- Solar Energy Dictionary, V. Daniel Hunt, εκδόσεις Industrial
- Energy – Efficiency – Ecology – Economy, Energy Point, «Η νέα κοινοτική οδηγία για τις ΑΠΕ», τεύχος 10, Μάρτιος 2007.
- Energy, Society and Environment, Elliott, D. (2003), Routledge
- Green Paper Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply, European Communities. European Commission. D.G for Energy and Transport (2001),

Διαδικτυακός τύπος

- WIKIPEDIA – ΗΛΙΟΣ

(*http://el.wikipedia.org/wiki/ηλιος*)

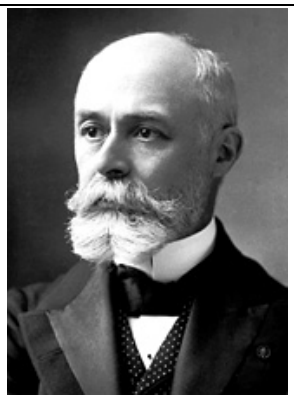
- THE EXLRLORATION OF THE EARTH'S MAGNETOSPHERE (*http://www-istp.gsfc.nasa.gov/Education/wcorona.html*)
- Ο ΚΑΙΡΟΣ ΣΤΟ ΕΜΠ. ΣΕΛΙΔΑ Ε.Μ.Π. (*http://www.meteo.ntua.gr/g/chart/solarradiation*)
- FUTURE ENERGY COMPONENTS (*http://www.fenesys.gr/solar/solartechnik.html*)

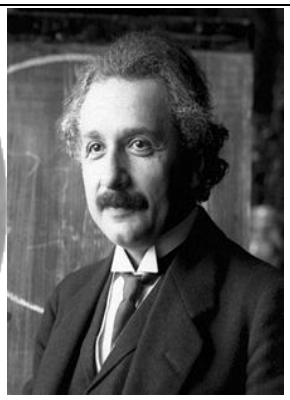
4. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

4.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ-ΠΡΟΟΔΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Η φωτοβολταϊκή επιστήμη πολλοί πιστεύουν ότι είναι ένα τεχνολογικό επίτευγμα των τελευταίων ετών. Η πραγματικότητα είναι ότι η επιστήμη αυτή, έχει γεννηθεί δεκαετίες πριν. Το πρώτο βήμα το έκανε ο 19χρονος *Edmund Becquerel* το 1839 όταν ανακαλύπτει αυτό που ονομάζουμε εμείς 'φωτοβολταϊκό φαινόμενο'. Ο Becquerel **[1]** καθώς πειραματιζόταν με ένα ηλεκτρολυτικό στοιχείο το οποίο αποτελούταν από δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια σε αγώγιμο υγρό, παρατήρησε ότι με την έκθεση της διάταξης αυτής στον ήλιο η ροή αυξανόταν. Έτσι λοιπόν το αναπτύχθηκε η πρώτη σκέψη γύρο από τη επιστήμη αυτή, χωρίς όμως να υπάρχει πρακτική εφαρμογή. Μερικά χρόνια αργότερα (1883) ο *Charles Fritz* **[2]** παράγει ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο με απόδοση 1-2%. Το 1904 ο *Albert Einstein* **[3]** είναι ο πρώτος που γράφει την πλησιέστερη θεωρία γύρω από το φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Για το επίτευγμα αυτό τιμήθηκε το 1921 με το βραβείο Nobel. Δεκατέσσερα χρόνια αργότερα ο Jan Czochralski κατασκευάζει το πρώτο στοιχείο μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Το 1931 πραγματοποιήθηκαν έρευνες πάνω στο κάδμιο σελήνιο στο οποίο παρατηρείται το φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Το CdS αποτελεί πολύ σημαντικό υλικό παραγωγής φωτοβολταϊκών panel. Στα επόμενα χρόνια (1954) ανακαλύπτεται ότι το πυρίτιο μαζί με συγκεκριμένα ρυπαρότητες είναι πολύ ευαίσθητο στο φως. Το αποτέλεσμα είναι τα πρώτα πρακτικά φωτοβολταϊκά στοιχεία με απόδοση 6%. Τέσσερα χρόνια αργότερα κατασκευάζεται φωτοβολταϊκό στοιχείο με απόδοση 9%. Στις 17 Μαρτίου του 1958 εκτοξεύεται το *Vanguard I*, ο πρώτος δορυφόρος τροφοδοτούμενος από φωτοβολταϊκά, ο οποίος θα δουλέψει για οκτώ συναπτά έτη. Εν συνεχεία έχουμε ακόμα τρείς δορυφόρους να εκτοξεύονται, με την ίδια τεχνολογία, τον *Explorer III* (Αμερική), τον *Vnguard* II (Αμερική) και τον *Sputnik III* (Ρωσία). Το ίδιο έτος

στην Georgia κατασκευάζεται ο πρώτος τηλεφωνικός αναμεταδότης τροφοδοτούμενος από φωτοβλοταϊκά στοιχεία. Μέσα στα επόμενα δύο χρόνια (1958-1960) η απόδοση των φωτοβολταϊκών φτάνει το 14%. Έτσι λοιπόν το 1960 η Ιαπωνική κυβέρνηση εγκαθιστά φωτοβολταϊκά σε φάρους η οποία ήταν και η μεγαλύτερη φωτοβολταϊκή διάταξη της εποχής. Μέσα στην επόμενη δεκαετία οι εφαρμογές φωτοβολταϊκών στοιχείων γίνονται όλο και πιο έντονες. Έτσι λοιπόν το 1972 οι Γάλλοι εγκαθιστούν φωτοβολταϊκά (CdS) σε σχολείο, το 1976 ξεκινούν οι πρώτες εφαρμογές φωτοβολταϊκών για τροφοδοσία ψυγείων, τηλεπικοινωνιακού και ιατρικού εξοπλισμού, άντλησης νερού και φωτισμού. Αποτέλεσμα αυτής της συνεχώς και αυξανόμενης χρήσης των φωτοβολταϊκών είναι η παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών να ξεπεράσει έως το 1999 τα 1000MW κ τρία χρόνια αργότερα διπλασιάζεται. Μια από τις πιο σημαντικές εφαρμογές φωτοβολταϊκών είναι η συμπληρωματική παραγωγή ενέργειας. Στην Βόρεια





[1] **[2]** **[3]** **[4]**

Αμερική πολλές εταιρείες παραγωγής ενέργειας (αντίστοιχες ΔΕΗ) υποστηρίζουν τα φορτία του κλιματισμού τους θερινούς μήνες με φωτοβολταϊκά συστήματα *(Τεχνολογίες παραγωγής φωτοβολταϊκών γεννητριών κρυσταλλικού πυριτίου και λεπτών υμενίων και η τρέχουσα κατάσταση στην αγορά φωτοβολταϊκων,http://exikonomisi.blogspot.com/2007/11/blog-post_14.html).*

4.2 ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ

4.2.1 *ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗΣ ΦΥΣΙΚΗ ΤΩΝ ΗΜΙΑΓΩΓΩΝ*

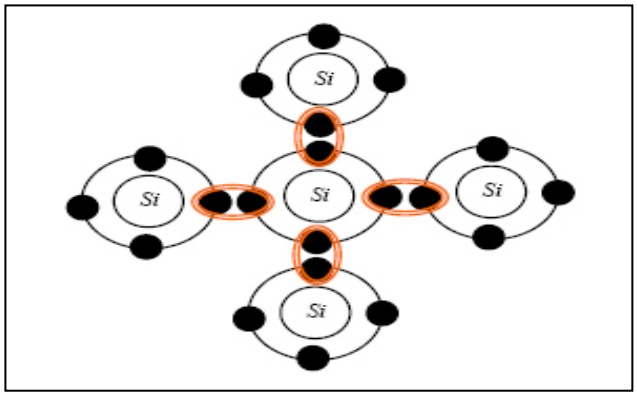
Οι ημιαγωγοί χωρίζονται σε δύο κυρίως κατηγορίες :

1. Ημιαγωγοί τετρασθενών στοιχείων (πυρίτιο, γερμάνιο)
2. Ημιαγωγοί χημικών ενώσεων (αρσενιούχο γάλλιο, θειούχο κάδμιο), με τετραεδρική κρυσταλλική δομή (*Ribbon Si solar cells with efficiencies over 18% by hydrogenation of defects).*

Στην συγκεκριμένη εργασία θα αναφερθούμε αναλυτικότερα στο πυρίτιο διότι είναι το βασικό υλικό των διατάξεων των ημιαγωγών της ηλεκτρονικής.

Η ηλεκτρονική διάταξη ενός απομονωμένου ατόμου Si είναι $[\mathrm{Ne}]3s^2p^2$. Όταν όμως ένα άτομο βρίσκεται κοντά σε άλλα άτομα, τότε τα ενεργειακά επίπεδα *3s* και *3p* βρίσκονται τόσο κοντά ώστε η αλληλεπίδραση τους να έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία τεσσάρων τροχιακών ψ(3s) $\psi(3p_x)$ $\psi(3p_y)$ και $\psi(3p_z)$, τα οποία συνδυάζονται και δημιουργούν τέσσερα νέα υβριδικά τροχιακά (που ονομάζονται ψυβριδ), τα οποία διατάσσονται συμμετρικά σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ τους (κατευθύνονται προς τις

Εικόνα 6: ΕΝΑ ΑΤΟΜΟ Si ΠΟΥ ΕΧΕΙ ΤΕΣΣΕΡΑ ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΤΡΟΧΙΑΚΑ Ψυβριδ . ΚΑΘΕ ΤΡΟΧΙΑΚΟ ΠΕΡΙΕΧΕΙ ΕΝΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟ.



Πηγή: Wikipedia-Si Orbital

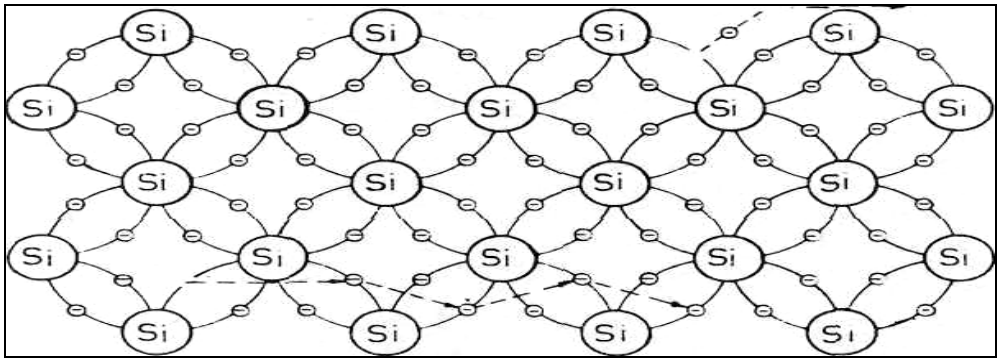
γωνίες ενός τετραέδρου). Στην εικόνα 6 βλέπουμε μια σχηματική αναπαράσταση των τεσσάρων τροχιακών στις δύο διαστάσεις. Τα τέσσερα υβριδικά τροχιακά ψυβριδ , έχουν από ένα ηλεκτρόνιο το καθένα και επομένως είναι κατά το ήμισυ κατειλημμένα. Επομένως, ένα τροχιακό $\psi_{\upsilon\beta\rho\iota\delta}$ ενός γειτονικού ατόμου Si μπορεί να επικαλύπτεται με ένα τροχιακό $\psi_{\upsilon\beta\rho\iota\delta}$ ενός γειτονικού ατόμου Si και να δημιουργείται έτσι ένας ομοιοπολικός δεσμός με δύο ηλεκτρόνια που έχουν ζευγαρωμένα spin. Έτσι μέσω της επικάλυψη των $\psi_{\upsilon\beta\rho\iota\delta}$ τροχιακών, το κάθε

άτομο Si θα συνδεθεί με τέσσερα άλλα άτομα Si (ΕΙΚΟΝΑ 7). . Κάθε δεσμός Si-Si αντιστοιχεί σε ένα δέσμιο τροχιακό, *Ψβ*, το οποίο προκύπτει από την υπέρθεση δύο γειτονικών τροχιακών ψυβριδ *(Φωτοβολταϊκή τεχνολογία, Κ. Καγκαράκης).*

Κάθε δέσμιο τροχιακό (*ψβ*) έχει δύο ηλεκτρόνια με ζευγαρωμένο (αντιπαράλληλο) spin και είναι επομένως πλήρες. Δύο άτομα Si που γειτονεύουν μπορούν να συνδεθούν επίσης μέσω ομοιοπολικών δεσμών με άλλα άτομα Si και να σχηματίσουν έτσι ένα τρισδιάστατο πλέγμα ατόμων Si.

Η δομή που προκύπτει είναι ο κρύσταλλος του Si όπου κάθε άτομο Si συνδέεται με άλλα τέσσερα άτομα Si σε τετραεδρική διάταξη. Η γεωμετρική δομή είναι η δομή του διαμαντιού. Μπορούμε να φανταστούμε ότι, στις δύο διατάσεις, ο κρύσταλλος του Si θα είναι σαν το σχέδιο της εικόνας 7 τα ηλεκτρόνια των ομοιοπολικών δεσμών είναι τα ηλεκτρόνια σθένους.

Εικόνα 7: ΑΠΕΙΚΟΝΗΣΗ ΜΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΝΟΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΥ Si. ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΟΝΤΑΙ ΚΑΙ ΟΙ ΟΜΟΙΟΠΟΛΙΚΟΙ ΔΕΣΜΟΙ.

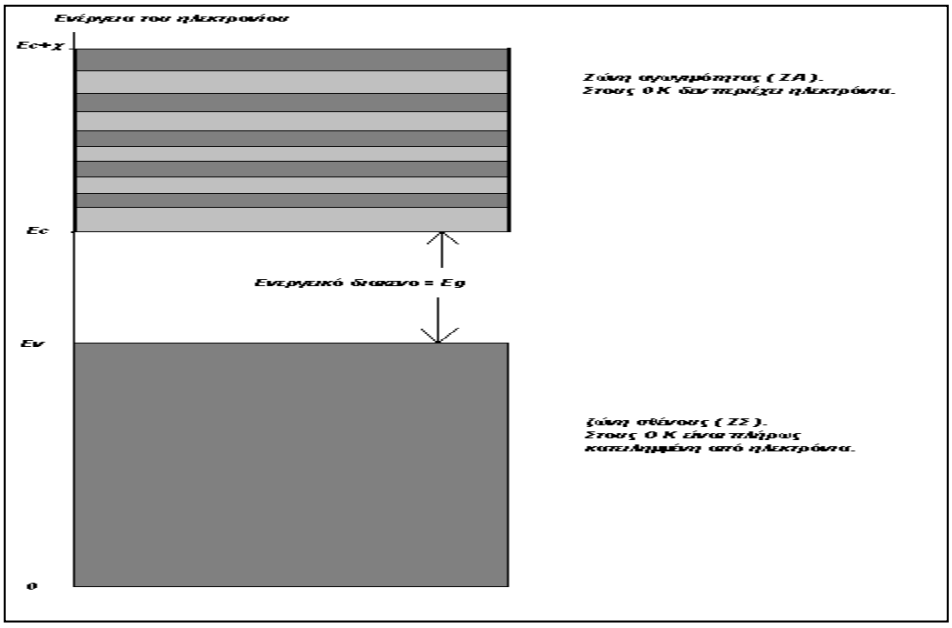


Πηγή: Wikipedia-Si crystal

Στο διάγραμμα 6 απεικονίζεται το διάγραμμα των ενεργειακών ζωνών του κρυσταλλικού πυριτίου. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στην ενέργεια ενός ηλεκτρονίου στον κρύσταλλο. Η ζώνη σθένους (*ΖΣ*) περιέχει τις ηλεκτρονιακές καταστάσεις που αντιστοιχούν στην επικάλυψη των δέσμιων τροχιακών (*ψβ*). Αφού όλα τα δέσμια τροχιακά είναι στον κρύσταλλο πλήρη από ηλεκτρόνια σθένους, τότε σε θερμοκρασία απολύτου μηδενός, η ζώνη σθένους θα είναι επίσης πλήρης. Η ζώνη αγωγιμότητας (*ΖΑ*) περιέχει τις ηλεκτρονιακές καταστάσεις που αντιστοιχούν σε υψηλότερες ενέργειες, αυτές δηλαδή που προκύπτουν από την επικάλυψη των αντιδεσμίων τροχιακών. Η *ΖΑ* χωρίζεται

από τη *ΖΣ* από ένα ενεργειακό διάκενο E_g. Το ενεργειακό επίπεδο E_v αντιστοιχεί στην κορυφή της *ΖΣ* ενώ το ενεργειακό επίπεδο E_c στον πυθμένα της *ΖΑ*. Η ενεργειακή απόσταση ανάμεσα στο επίπεδο E_c και το επίπεδο του κενού, το πλάτος δηλαδή της *ΖΑ*, ονομάζεται ηλεκτρονιακή συγγένεια χ. Το ενεργειακό διάγραμμα (*διάγραμμα 6*) με τις κατάλληλες τροποποιήσεις στις τιμές της ενέργειας, ισχύει για όλους τους κρυσταλλικούς ημιαγωγούς. Τα ηλεκτρόνια που φαίνονται στο διάγραμμα 6 να βρίσκονται στη ΖΣ είναι τα ηλεκτρόνια που, στην εικόνα 7, ανήκουν στους ομοιοπολικούς δεσμούς μεταξύ των ατόμων Si. Ένα ηλεκτρόνιο όμως που βρίσκεται στη *ΖΣ*, δεν είναι εντοπισμένο σε μια ατομική περιοχή αλλά εκτείνεται σε ολόκληρο το στερεό. Στη εικόνα 7 βέβαια, τα ηλεκτρόνια παρουσιάζονται εντοπισμένα στα δέσμια τροχιακά ανάμεσα στα άτομα Si, κάτι όμως που δεν είναι απόλυτα σωστό. Στον κρύσταλλο, τα ηλεκτρόνια μπορούν, χάρη στο φαινόμενο

Διάγραμμα 6: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΠΟΛΥΤΟΥ ΜΗΔΕΝΟΣ.



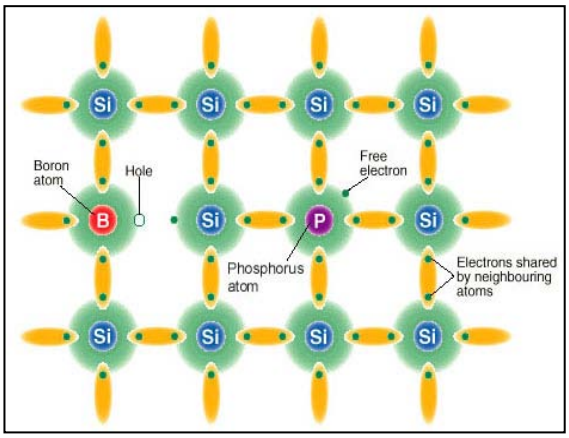
Πηγή: Αρχές Ηλεκτροτεχνικών Υλικών και Διατάξεων, S.O. Kasap, Εκδόσεις Παπασωτηρίου (2η έκδοση), σελ 467

σήραγγας, να μετακινηθούν από τον ένα δεσμό στον άλλο και να αλλάξουν θέση. Αν υπολογίζαμε την κυματοσυνάρτηση ενός ηλεκτρονίου σθένους του κρυσταλλικού πυριτίου, θα βλέπαμε ότι εκτείνεται σε ολόκληρο τον κρύσταλλο. Άρα δεν μπορούμε να διακρίνουμε ανάμεσα στα ηλεκτρόνια των ομοιοπολικών

δεσμών. Δεν μπορούμε δηλαδή να ταυτοποιήσουμε ένα ηλεκτρόνιο και να λέμε ότι θα βρίσκεται σε ένα δεσμό μεταξύ δύο συγκεκριμένων ατόμων Si.

Μπορούμε να αναπαραστήσουμε σχηματικά τον κρύσταλλο του Si στις δύο διαστάσεις μέσω του σχήματος της εικόνας

Εικόνα 8: ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ Si



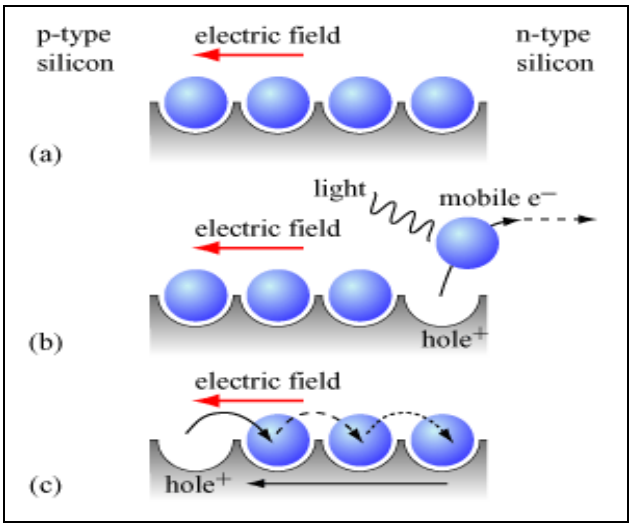
Πηγή: www.esdalcollege.nl.htm

κάθε ομοιοπολικός δεσμός μεταξύ ατόμων Si αναπαριστάται από δύο γραμμές, οι οποίες συμβολίζουν τα δύο ηλεκτρόνια που έχουν αντιπαράλληλα spin. Κάθε γραμμή αναπαριστά ένα ηλεκτρόνιο σθένους (*Τεχνολογίες παραγωγής φωτοβολταϊκών γεννητριών κρυσταλλικού πυριτίου και λεπτών υμενίων και η τρέχουσα κατάσταση στην αγορά φωτοβολταϊκων).*

4.2.2 *ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΟΠΗΣ*

Στην περίπτωση που ένα άτομο χάσει ένα ηλεκτρόνιο σταματά να είναι ηλεκτρικά ουδέτερο. Αποτέλεσμα της απώλειας του ηλεκτρονίου είναι το άτομα θα φορτιστεί θετικά. Υπάρχει όμως περίπτωση η *«κενή»* θέση ου άφησε το ηλεκτρόνιο στο άτομο να καλυφτεί από ελεύθερο ηλεκτρόνιο ενός γειτονικού ατόμου. Συνεπώς το γειτονικό άτομο αποκτά θετικό φορτίο. Κατά συνέπεια εάν αυτό συμβαίνει συνεχώς δημιουργείται μια μετακίνηση θετικού ηλεκτρικού φορτίου. Αυτό το κινούμενο θετικό φορτίο ονομάζεται οπή.

Εικόνα 9: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΗΣ

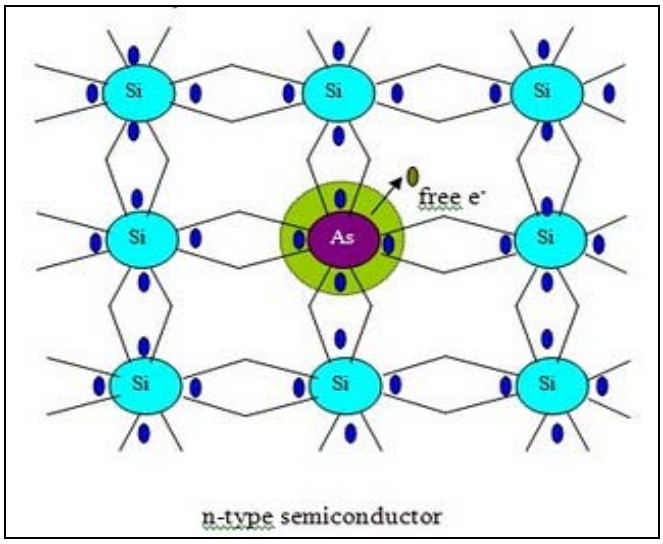


Πηγή: Wikipedia-hole process

4.2.3. *ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ ΤΥΠΟΥ Ν ΚΑΙ Ρ*

Με την εισαγωγή μικρών ποσοτήτων προσμίξεων σε έναν καθαρό ημιαγωγό, μπορούμε να δημιουργήσουμε έναν ημιαγωγό, στον οποίον η συγκέντρωση των φορέων του ενός τύπου είναι πολύ μεγαλύτερη από την συγκέντρωση των φορέων του άλλου τύπου. Οι ημιαγωγοί αυτοί, σε αντίθεση με τους ενδογενείς ημιαγωγούς, δηλαδή τους καθαρούς και ανόθευτους κρυστάλλους, ονομάζονται εξωγενείς ημιαγωγοί (ημιαγωγοί προσμίξεων). Με την προσθήκη σε έναν ημιαγωγό ενός πεντασθενούς στοιχείου, όπως το αρσενικό (ή ένα στοιχείο με σθένος μεγαλύτερο του τέσσερα) μπορούμε να δημιουργήσουμε ημιαγωγούς στους οποίους η συγκέντρωση των ηλεκτρονίων είναι πολύ μεγαλύτερη από την συγκέντρωση των οπών. Έχουμε τότε ημιαγωγούς τύπου n.

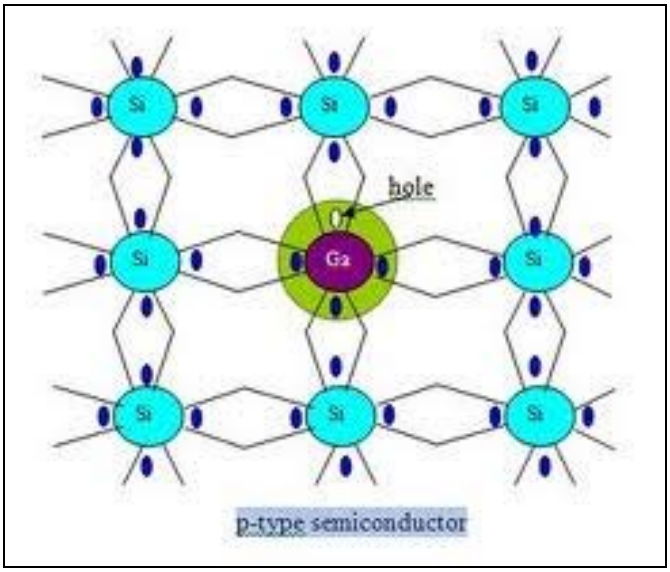
Εικόνα 10: ΔΟΜΗ ΕΝΟΣ ΗΜΙΑΓΩΓΟΥ ΤΥΠΟΥ Ν.



Πηγή: seminar4u.blogspot.com

Αν προσθέσουμε ένα τρισθενές στοιχείο (ή ένα στοιχείο με σθένος μικρότερο του τέσσερα), όπως το βόριο, τότε δημιουργείται περίσσεια οπών και όχι ηλεκτρονίων και έχουμε ημιαγωγούς τύπου p.

Εικόνα 11: ΔΟΜΗ ΕΝΟΣ ΗΜΑΓΩΓΟΥ ΤΥΠΟΥ Ρ.



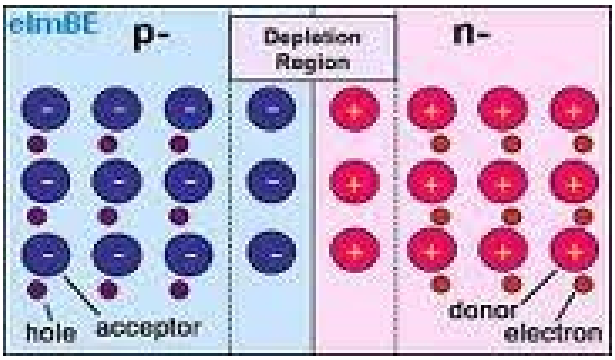
Πηγή: seminar4u.blogspot.com

4.2.4. *ΕΠΑΦΗ PN*

Για να σχηματιστεί η επαφή *PN* πρέπει ένα μικρό κομμάτι του ημιαγωγού τύπου *P* να έλθει σε επαφή με ένα αντίστοιχο κομμάτι του ημιαγωγού *N*.

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως, στο τμήμα του ημιαγωγού *P*, οι οπές του υπάρχουν είναι περισσότερες από τα ηλεκτρόνια, ενώ στο τμήμα P του ημιαγωγού συμβαίνει το αντίθετο. Με την ένωση των δύο αυτών ημιαγωγών τα εξωτερικά ηλεκτρόνια που βρίσκονται κοντά στην ένωση θα ενωθούν με τις γειτονικές οπές με αποτέλεσμα η περιοχή κοντά να είναι απογυμνωμένη από ηλεκτρόνια και οπές. Η περιοχή αυτή περιβάλλεται μόνο από θετικά και αρνητικά ιόντα. Τα αρνητικά ιόντα είναι στη περιοχή *N*, ενώ τα θετικά στην περιοχή *P*. η περιοχή αυτή του ημιαγωγού, η οποία δεν έχει καθόλου εξωτερικά ηλεκτρόνια ή οπές ονομάζεται περιοχή απογύμνωσης (Φωτοβολταϊκή τεχνολογία).

Εικόνα 12: ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΠΟΓΥΜΝΩΣΗΣ



Πηγή: a-z.co.uk

Η περιοχή απογύμνωσης αποτελείται από θετικά και αρνητικά ιόντα τα οποία δημιουργούν δυναμικό φραγμού V_0 που εμποδίζει τα εξωτερικά ηλεκτρόνια και τις οπές να το υπερπηδήσουν, αν δεν έχουν την κατάλληλη ενέργεια, μέσω κάποιας εξωτερικής τάσης *(Τεχνολογίες παραγωγής φωτοβολταϊκών γεννητριών κρυσταλλικού πυριτίου και λεπτών υμενίων και η τρέχουσα κατάσταση στην αγορά φωτοβολταϊκων).*

4.2.5. *ΑΝΑΣΤΡΟΦΟ ΡΕΥΜΑ ΚΑΙ ΡΕΥΜΑ ΔΙΑΧΥΣΗΣ*

Ρεύμα διάχυσης I_f ονομάζουμε την κίνηση των ηλεκτρονίων από την περιοχή *N* προς την περιοχή *P* και την κίνηση των οπών από την περιοχή *P* προς την περιοχή *N*.

Εξαιτίας της θερμικής διάστασης των ατόμων, μέσα στην επαφή *PN*, έχουμε δημιουργία ηλεκτρονίων και οπών. Στην περιοχή απογύμνωσης οι φορείς αυτοί

κινούνται με την επίδραση του δυναμικού φραγμού, έτσι ώστε α ηλεκτρόνια να κινούνται προς την περιοχή *N* και οι οπές να κινούνται προς την περιοχή *P*. Το ρεύμα αυτό ονομάζεται ανάστροφο ρεύμα I_0 και έχει φορά αντίθετη από το ρεύμα διαχύσεως.

Εάν προσθέσουμε μια εξωτερική πηγή τάσης και συνδέσουμε τον θετικό πόλο με την επαφή *P* και τον αρνητικό πόλο με την επαφή *N,* το σύστημα αποκτά πόλωση κατά την ορθή φορά. Έτσι δημιουργείται μια άπωση οπών και ηλεκτρονίων από το θετικό και αρνητικό πόλο αντίστοιχα, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των οπών στην περιοχή *P* και των ηλεκτρονίων στην περιοχή *N* και να 'στενέψει' η περιοχή απογύμνωσης.

Το ρεύμα που κυκλοφορεί στον ημιαγωγό θα είναι :

$$I_d = I_f - I_0$$

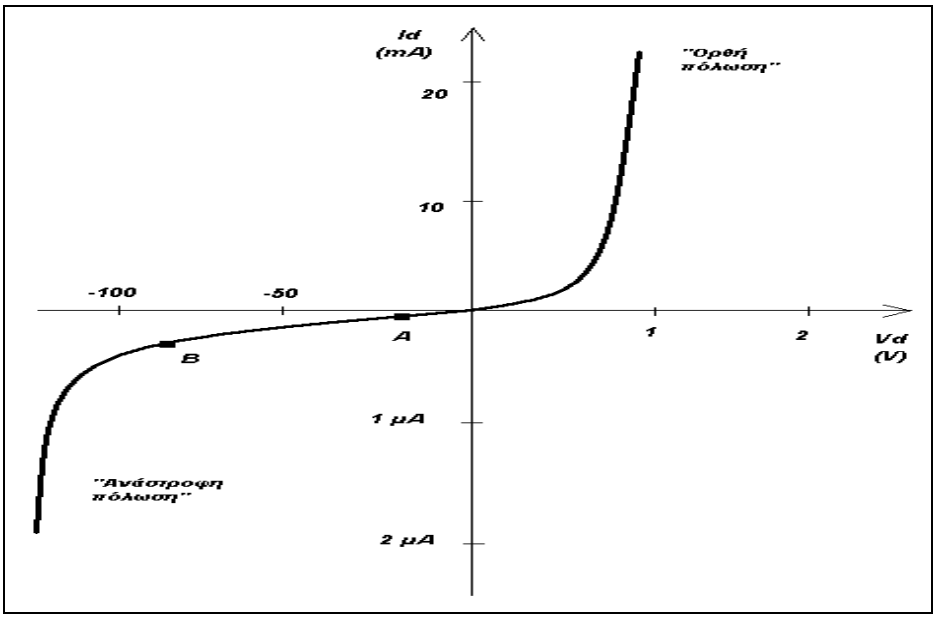
Στην περίπτωση τώρα, που έχουμε σύνδεση του αρνητικού πόλου της πηγής με την επαφή *P* έχουμε ανάστροφη πόλωση. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει έλξη μεταξύ οπών και ηλεκτρονίων από αρνητικό και θετικό πόλο αντίστοιχα. Οπότε η περιοχή απογύμνωσης διευρύνεται και το ρεύμα που διαρρέει τον ημιαγωγό ισούται σχεδόν με το ανάστροφο ρεύμα. Άρα :

Το ρεύμα που κυκλοφορεί στον ημιαγωγό είναι :

$$I_d = -I_0$$

Αφού το ρεύμα διάχυσης I_f είναι σχεδόν μηδέν.

Διάγραμμα 7: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ I-V. ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ ΡΕΥΑΤΟΣ ΣΕ ΜΙΑ ΕΠΑΦΗ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΤΑΣΗ ΠΟΛΩΣΗΣ.

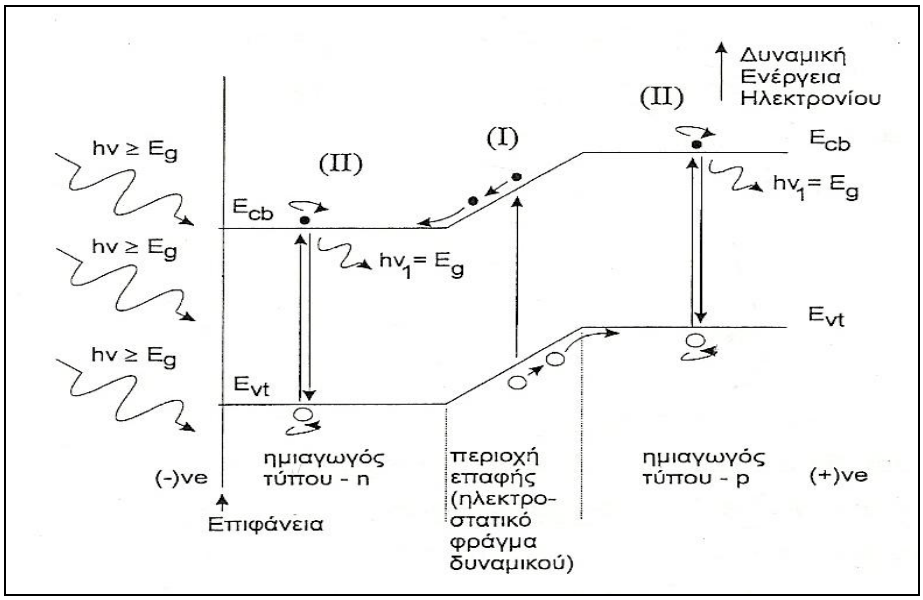


Πηγή: electronic Principles, Fifth Edition, Malvino, σελ. 39, εκδόσεις Α. Τζιόλα, 1995 Θεσσαλονίκη.

Για το ανωτέρω σχήμα, ορθή πόλωση έχουμε για θετική τάση και αντίστροφη πόλωση για αρνητική τάση. Παρατηρούμε ότι στην ορθή πόλωση το ρεύμα αυξάνει εκθετικά με τη τάση.

4.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΕΙ ΤΟ ΦΩΤΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ.

Εικόνα 13: ΗΛΙΑΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΑΦΗ ΗΜΙΑΓΩΓΟΥ ΤΥΠΟΥ-Ν ΚΑΙ ΤΥΠΟΥ-Ρ. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕ ΤΟ ΒΑΘΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ.



Πηγή: Αρχές ηλεκτροτεχνικών υλικών και διατάξεων, Kaisap,σελ. 706, εκδόσεις Παπασωτηρίου

Γνωρίζουμε ότι η ενέργεια των ηλεκτρονίων είναι $E=h\nu$. Διοχετεύοντας αυτή την ενέργεια φωτονίων, τα ηλεκτρόνια είναι σε θέση να την απορροφήσουν και να εγκαταλείψουν το άτομο στο οποίο ανήκουν. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί ζεύγος οπής ηλεκτρονίου. Η παραπάνω διαδικασία είναι γνωστή και ως *φωτοηλεκτρικό φαινόμενο*. Το ηλεκτρόνιο μόλις απορροφήσει την ενέργεια $h\nu$ θα έχει και μια κινητική ενέργεια η οποία δίνεται από τον τύπο :

$$\frac{1}{2}mu^2 = h\nu - E_g$$

όπου :

κινητική ενέργεια ηλεκτρονίων, $\frac{1}{2}mu^2$

τιμή ενεργειακού διακένου, $E_g = E_{cb} + E_{vt}$

E_{cb}, ο πυθμένας της ζώνης αγωγιμότητας

E_{vt}, η κορυφή της ζώνης σθένους

Η ενέργεια αυτή ισούται με την ενέργεια που χρειάζεται ένα ηλεκτρόνιο για να διαφύγει από το άτομο (*ενεργειακό χάσμα*).

Η ελάχιστη ενέργεια που χρειάζεται ένα φωτόνιο για να δημιουργήσει ζεύγος ηλεκτρονίου οπής ισούται με το έργο εξόδου του ηλεκτρονίου.

Συνεπώς η οριακή συχνότητα ακτινοβολίας για την εξαγωγή του ηλεκτρονίου ν είναι :

$$hv \geq E_g \text{ άρα } v \geq \frac{E_g}{h}$$

Σύμφωνα με την Θεμελιώδη Κυματική Εξίσωση ($c=\lambda v$), μπορούμε να υπολογίσουμε το μήκος που αντιστοιχεί στην συχνότητα αυτή. Συνεπώς η οριακή συχνότητα $\lambda_{o\rho}$ είναι :

$$\lambda_{o\rho} = \frac{c}{v_{o\rho}} \Rightarrow \lambda_{o\rho} = \frac{ch}{E_g}$$

4.3.1 *ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ*

Στην ανάλυση του φωτοηλεκτρικού φαινομένου χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες ισοδύναμες εξισώσεις:

$$hf = \phi + \mathrm{E}_{k_{\max}}$$

Όπου f, η συχνότητα του προσπίπτοντος φωτονίου

$\phi = hf_0$, η ελάχιστη απαιτούμενη ενέργεια για να απομακρυνθεί ένα

ηλεκτρόνιο από το υλικό.

$E_{k_{\max}} = \frac{1}{2} m u_m^2$, η μέγιστη κινητική ενέργεια ενός εκπεμπόμενου ηλεκτρονίου

f_0, η συχνότητα κατωφλιού για να συμβεί το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο

m , η μάζα του εκπεμπόμενου ηλεκτρονίου

mu ,η ταχύτητα του εκπεμπόμονου ηλεκτρονίου

Εάν η ενέργεια του φωτονίου (*hf*) δεν είναι μεγαλύτερη από τη ενέργεια κατωφλιού (*φ*), κανένα ηλεκτρόνιο δεν θα εκπεμφθεί. Σύμφωνα με τη η θεωρία της σχετικότητας του Einstein η σχέση μεταξύ της ενέργειας (*E*) και της ορμής (*p*) ενός μορίου είναι

$$E = \sqrt{(pc)^2 + (mc^2)^2}$$

4.4. ΑΝΑΤΡΟΦΕΑΣ ΙΣΧΥΟΣ –INVERTER

Ο αναστροφέας ισχύος (*inverter*) είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για την μετατροπή συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Ανάλογα με τις ανάγκες του φωτοβολταϊκου σε ισχύ που διαθέτουμε αλλάζουν και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αναστροφέα ισχύος. Ο *inverter* κατά κανόνα τοποθετείται σε κοντινή απόσταση από το φωτοβολταϊκο σύστημα, προστατευμένος από το περιβάλλον και σε συνθήκες ξηρότητας και καλού εξαερισμού.

Σε φωτοβολαϊκα συστήματα που συναντάμε κυρίως στον οικιακό τομέα γίνεται εφαρμογή αναστροφέα τάσης των *12V* και αναστροφέα ισχύος των *150-1500 W*. Το μέγεθος της συσκευής αυξάνεται ανάλογα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του. Ένας αναστροφέας ισχύος, ανάλογα το σήμα της τάσης εξόδου (*output voltage*),χωρίζεται στις εξής κατηγορίες, τους ορθογώνιους, τραπεζοειδής και τους ημιτονοειδής. Οι ημιτονοειδής αναστροφείς λόγω της μεγάλης απόδοσης που παρουσιάζει και της συμβατότητας προς τις οικιακές συσκευές, είναι αυτός

που χρησιμοποιείται συνήθως σε φωτοβολταίκα συστήματα. Ο ορθογώνιος και τραπεζοειδής αναστροφέας δεν έχουν τόσο καλή απόδοση όσο ο ημιτονοειδής αλλά έχουν αρκετά χαμηλότερο κόστος. Όλοι οι αναστροφείς κατά τη λειτουργία τους παράγουν ένα ποσό θερμότητας, του οποίου η αύξηση είναι ανάλογη με χαμένη ενέργεια (*τελικό φορτίο*). Για το λόγω αυτό διαθέτουν μια αυτόματη λειτουργία η οποία απενεργοποιεί τον αναστροφέα σε περίπτωση υπερθέρμανσης.

Οι αναστροφείς ημιτόνου διακρίνονται σε δύο τύπους :

1. **Αναστροφείς τροποποιημένου ημιτόνου (*modified sine wave*)**
   Οι αναστροφείς αυτοί έχουν τη δυνατότητα να διοχετεύσουν με ρεύμα τις περισσότερες οικιακές συσκευές και έχουν μικρότερο κόστος από τους αντίστοιχους αναστροφείς απλού ημιτόνου (*βλέπε παρακάτω*). Μπορούν όμως να εμφανίσουν περιπλοκές στην σύνδεση τους με κάποια φορτία όπως είναι οι φούρνοι μικροκυμάτων ή τα ρολόγια.

2. **Αναστροφείς (απλού) ημιτόνου (*sine wave inverter*)**
   Οι αναστροφείς αυτοί δεν εμφανίζουν κανένα περιορισμό στην φόρτιση οικιακών συσκευών και αποτελούν τη συνήθη κατηγορία που χρησιμοποιείται σε φωτοβολαϊκα συστήματα. Το κόστος τους είναι σχετικά υψηλότερο από τις υπόλοιπες κατηγορίες.

Στον παρακάτω πίνακα διακρίνουμε τα χαρακτηριστικά μεγέθους που εμφανίζει ένας αναστροφέας ισχύος ημιτόνου ανάλογα με την ισχύ που διαθέτει.

Πίνακας 3: ΙΣΧΥΣ ΗΜΙΤΟΝΟΥ ΑΝΑΣΤΡΟΦΕΑ

Ισχύς σε Watt	Τάση σε Volt	Διαστάσεις
150-500	12 ή 24	(15-20)x(9-20)x(5-9) cm
500-1000	12 ή 24	(25-35)x(15-25)x(8-12) cm

>1000	12 ή 24	(40-45)x(15-30)x(8-11) cm

Πηγή: *http://www.seners.gr/pages/gr/autonomous.htm*

4.5 ΡΥΘΙΣΤΕΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ

Ρυθμιστής φόρτισης είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που φροντίζει για την σωστή φόρτιση των συσσωρευτών του φωτοβολταϊκού συστήματος. Ελέγχει τη διαδικασία φόρτισης και σταματά τη φόρτιση όταν διαπιστωθεί ότι ο συσσωρευτής έχει φορτιστεί πλήρως. Υπό άλλες συνθήκες θα υπήρχε κίνδυνος να καταστραφεί ο συσσωρευτής. Επειδή οι συσσωρευτές έχουν την τάση να αποφορτίζονται σταδιακά ακόμα κι αν δεν τροφοδοτούν με ρεύμα κάποια συσκευή, ο ρυθμιστής φόρτισης φροντίζει αυτόματα να ξαναρχίσει η διαδικασία φόρτισης της μπαταρίας όταν διαπιστώσει ότι η τάση της έπεσε κάτω από το επίπεδο της πλήρους φόρτισης. Αρκετοί ρυθμιστές φόρτισης έχουν υποδοχή πάνω στην οποία συνδέουμε τις ηλεκτρικές συσκευές που θέλουμε να τροφοδοτήσουμε από τον συσσωρευτή. Έτσι, έχουν την επιπλέον δυνατότητα να διακόψουν τη λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών όταν διαπιστώσουν ότι ο συσσωρευτής κοντεύει να αδειάσει πλήρως, προστατεύοντάς την πάλι με αυτό τον τρόπο από πλήρη αποφόρτιση που θα οδηγούσε στην καταστροφή της.

Αρκετά σημαντική είναι και η διαδικασία επιλογής του κατάλληλου ρυθμιστή φόρτισης. Το μέγεθος του ρυθμιστή φόρτισης εξαρτάται από το μέγεθος των φωτοβολταικων που θα συνδέουμε πάνω του. Πρέπει να υπερκαλύπτει την συνολική ένταση σε *Ampere* των φωτοβολταϊκών. Αν, για παράδειγμα, η ονομαστική ένταση σε *Ampere* των φωτοβολταικων είναι *10A*, τότε πρέπει να επιλέξουμε ένα ρυθμιστή φόρτισης *12A*.

Επίσης, πρέπει να είναι κατάλληλος και για την τάση του φωτοβολταικού συστήματος. Αν τα φωτοβολταικα βγάζουν συνολική τάση *12V*,

επιλέγουμε ρυθμιστή για φωτοβολταικα *12V*. Αν τα φωτοβολταϊκά μας βγάζουν συνολική τάση *24V*, επιλέγουμε ρυθμιστή για φωτοβολταϊκά *24V*. Τέλος πρέπει να γίνεται επιπλέον μελέτη για το μέλλον. Δηλαδή αν έχουμε σκοπό να επεκτείνουμε το φωτοβολταϊκό μας σύστημα με περισσότερα φωτοβολταϊκά πάνελ στο μέλλον, τότε καλό είναι να επιλέξουμε ένα μεγαλύτερο ρυθμιστή φόρτισης για να καλύπτει και τις μελλοντικές ανάγκες.

4.6 ΗΛΙΑΚΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Όπως είναι γνωστό στα στερεά οι θέσεις των ατόμων είναι καθορισμένες και ανάλογα με την ενέργεια που τους δίνεται μπορούν ελάχιστα να ταλαντωθούν. Για αυτό το λόγω τα στερεά έχουν συγκεκριμένο σχήμα και είναι δύσκολο να μεταβληθεί. Η εσωτερική δομή των ατόμων επηρεάζουν τον τρόπο με το οποίον συμπεριφέρονται τα στερεά. Συνεπώς ανάλογα με την εσωτερική δομή τους, διακρίνονται σε δυο κατηγορίες:

1. Τα μονοκρυσταλλικά υλικά
2. Τα πολυκρυσταλλικά υλικά
3. Άμορφα υλικά
4. Υβριδικές κυψέλες

Μονοκρυσταλλικό υλικό θεωρείται το στερεό αντικείμενο το οποίο απαντάται στην φύση (η σχηματίζεται στο εργαστήριο), με ομοιόμορφη χημική σύσταση, διαμορφώνεται από επίπεδες συμμετρικές χημικές έδρες. Η συμμετρία αυτή, καθορίζει συγκεκριμένες και επακριβώς προσδιορισμένες γωνίες. Η δημιουργία του κρύσταλλου μιας χημικής ουσίας οφείλεται στην μετάβαση, υπό κατάλληλες συνθήκες, από αέρια ή υγρή κατάσταση σε στερεά.

Προϋπόθεση για την παραγωγή μονοκρυστάλλων είναι η ομοιογενής ανάπτυξη της κρυσταλλικής δομής από πυρήνα κρυστάλλωσης μικρών διαστάσεων, σε τεμάχιο επιθυμητών διαστάσεων. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων όμως, ένα κρυσταλλικό στερεό δημιουργείται από την ανάπτυξη πυρήνων κρυστάλλωσης με διαφορετικούς προσανατολισμούς. Επειδή η ανάπτυξη των πυρήνων περιορίζεται από τους γειτονικούς του, έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ενός

πολυκρυσταλλικού *υλικού* το οποίο αποτελείται από κόκκους με ίδια κρυσταλλική δομή αλλά με πολλούς προσανατολισμούς.

Στα *άμορφα υλικά*, τα άτομα συναθροίζονται με ένα τελείως τυχαίο τρόπο. Η άμορφη κατάσταση προκύπτει όταν το στερεό σχηματίζεται υπό συνθήκες, στις οποίες η ευκινησία των ατόμων δεν επαρκεί ώστε αυτά να διευθετηθούν σε κανονική, περιοδική δομή, δηλαδή σε κρυσταλλικό πλέγμα *(Ribbon Si solar cells with efficiencies over 18% by hydrogenation of defects).*

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά στοιχεία κατά κύριο λόγω κατασκευάζονται από κρυσταλλικό πυρίτιο. Αυτό συμβαίνει διότι στην βιομηχανία της μικροηλεκτρονικής χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό η τεχνολογία επεξεργασίας του πυριτίου. Τα φωτοβολταϊκα στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου υπό συνθήκες εργαστηρίου έχουν πετύχει αποδόσεις έως και *20%*, ωστόσο αυτά που κυκλοφορούν στο εμπόριο έχουν απόδοση από *13-17%*. Σε θεωρητικό επίπεδο η απόδοση ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου κρυσταλλικού πυριτίου αγγίζει το *30%*. Έτσι λοιπόν για να υπάρξει μια ουσιαστική αύξηση στην απόδοση των φωτοβολταϊκών κυψελών η προσοχή στράφηκε στην μελέτη για την χρήση υβριδικών δομών. Στην δομή αυτή κυψέλες με διαφορετικά χαρακτηριστικά απορρόφησης φωτός συνδέονται μαζί. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει να πετύχουμε καλύτερα χαρακτηριστικά χρησιμοποιώντας τα ήδη υπάρχοντα υλικά και διαδικασίες. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης μιας δομής με πολλά στρώματα είναι τα εξής:

- Η απορρόφηση του φωτός είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί σε μια πιο πλατιά φασματική περιοχή, δηλαδή αποτελεσματικότερα.
- Επιτυγχάνονται υψηλότερες τάσεις ανοικτού κυκλώματος.
- Ο ρυθμός μείωσης της απόδοσης των κυψελών είναι δυνατόν να πέσει σε κάποιο βαθμό. Ο ρυθμός μείωσης οφείλεται σε φαινόμενα οπτικής υποβάθμισης που παρατηρούνται όταν χρησιμοποιούνται υλικά άμορφου πυριτίου.

Έτσι λοιπόν το άμορφο πυρίτιο (*a-Si*), θα μπορούσε να θεωρηθεί ακατάλληλο για την κατασκευή ηλιακών στοιχείων λόγω του ότι παρουσιάζει σημαντική

αταξία στη δομή του και άρα της ανυπαρξίας διακριτών ορίων κόκκων. Όμως το πλεονέκτημα του άμορφου πυριτίου είναι ότι έχει μεγάλο συντελεστή απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας σε σχέση με το κρυσταλλικό πυρίτιο. Αρκεί λοιπόν ένα λεπτό στρώμα, πάχους μερικών μm, για την κατασκευή ηλιακών στοιχείων *(Ribbon Si solar cells with efficiencies over 18% by hydrogenation of defects).*

4.7. ΤΥΠΟΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα, ανάλογα με τη χρήση τους χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Τα αυτόνομα συστήματα
2. Διασυνδεδεμένα συστήματα
3. Αυτόνομα υβριδικά
4. Υβριδικές φωτοβολταϊκες συσκευές

(*Πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις στις Α.Π.Ε)*

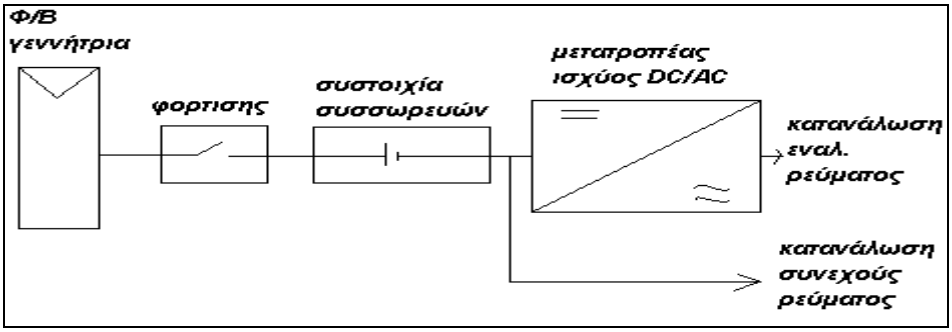
4.7.1. *ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ*

Σε αρκετές χώρες υπάρχει το φαινόμενο το ηλεκτρικό δίκτυο να περιορίζεται κυρίως στις αστικές περιοχές. Στις χώρες αυτές υπάρχουν απομονωμένες αγροτικές περιοχές οι οποίες δεν έχουν πρόσβαση στις ενεργειακές υπηρεσίες. Στην περίπτωση αυτή το φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να καλύψει ένα μέρος από τις ανάγκες αυτές σε διάφορους τομείς όπως:

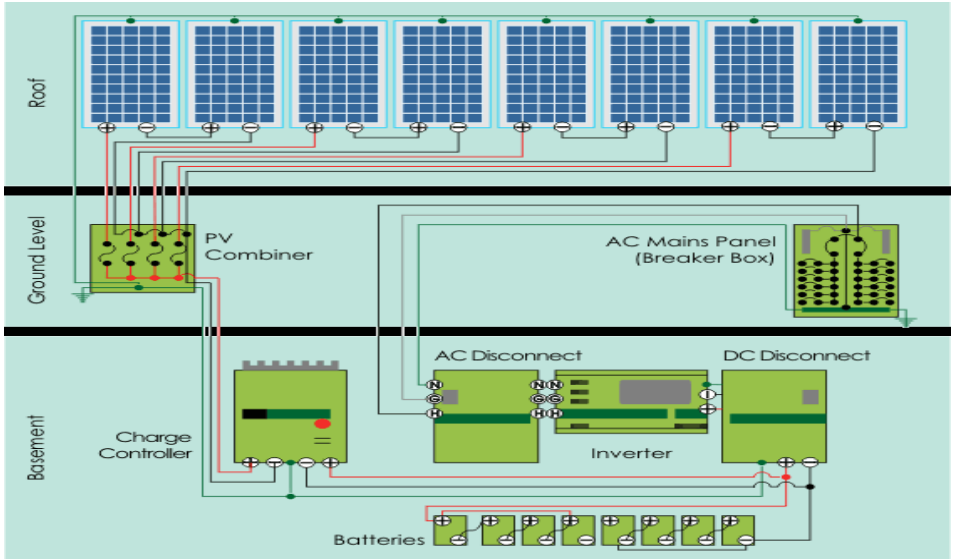
- *Οικιακός εξοπλισμός* : παροχή ενέργειας σε κατοικίες για φωτισμό, τηλεόραση, ραδιόφωνο κλπ.
- *Γεωργία:* ηλεκτρική περίφραξη για εκτρεφόμενα ζώα, άντληση νερού κλπ
- *Κοινοτικό επίπεδο*: φωτισμός σε σχολεία, κέντρα υγείας, άντληση νερού κλπ.
- *Μικρές επιχειρήσεις*: ηλεκτρική ισχύ για ελαφρύ εξοπλισμό.

- *Υγειονομική περίθαλψη*: φωτισμός θαλάμων, ψύξη εμβολίων.
- Αναμεταδότες, φάροι

Διάγραμμα 8: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ



(α)



(β)

Πηγή: (α) Ιδία Επεξεργάσια , (β) solar_system.com

Εικόνα 14: ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΗΜΑ, ΓΥΘΙΟ-ΛΑΚΩΝΙΑ.

Πηγή: photovoltaic.eu.com

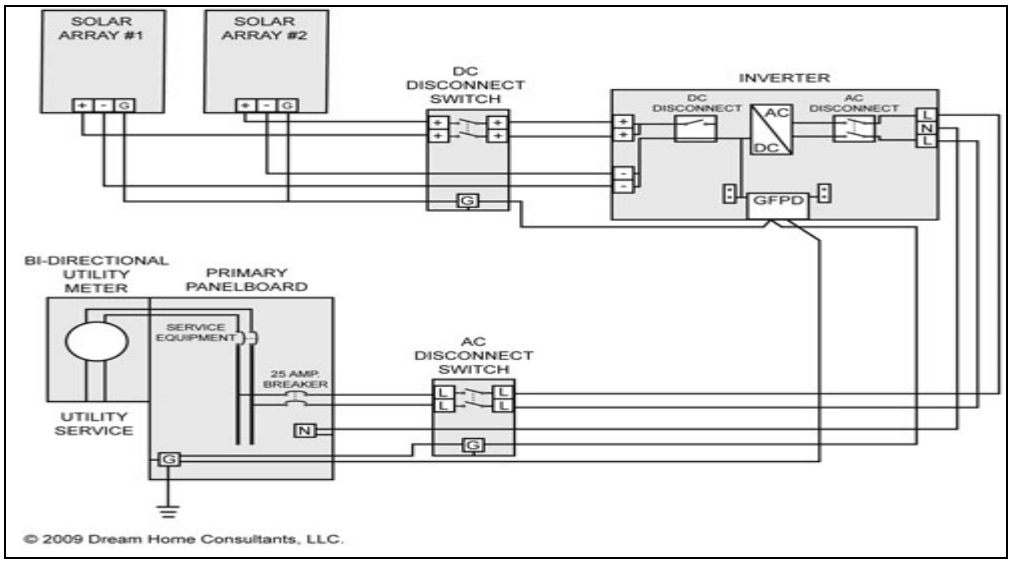
Το πιο σημαντικό μέρος του φωτοβολταϊκού σσυσήματος, είναι η φωτοβολταϊκή γεννήτρια στην οποία γίνεται η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Επιπλέον το σύστημα περιλαμβάνει διάφορα περιφεριακά όπως συσσωρευτή, ελεγκτής φόρτισης-εκφόρτισης, *DC/AC* μετατροπέα.

Το φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα. Επειδή όμως οι περισσότερες οικιακές και βιομηχανικές συσκευές λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός *DC/AC* μετατροπέα. Οι απώλειες σε αυτή τη περίπτωση υπολογίζονται περίπου σε 5-10%.(*http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/el/Polycrystalline_silicon)*

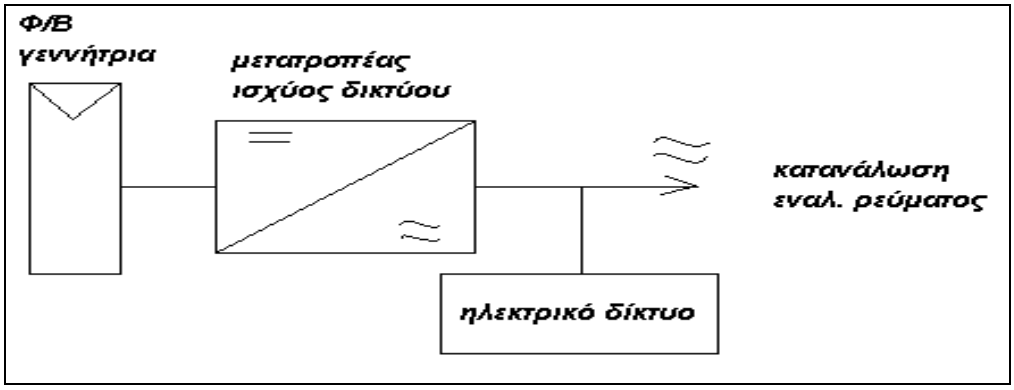
4.7.2. *ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ*

Σε περιπτώσεις όπου υπάρχει δίκτυο διανιμής ηλεκτρισμού, μπορεί να υπάρξει ενίσχυση με την προθήκη διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος. Το φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει ρεύμα το οποίο τροφοδοτεί απευθείας τις συσκευές κατανάλωσης και μόνο σε περίπτωση που δεν υπάρχει επάρκια ζήτησης, χρησιμοποιείται το ρεύμα από το δίκτυο.

Διάγραμμα 9: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.



(α)



(β)

Πηγή: (α) solar_system.com (β) ιδία επεξεργασία

Εικόνα 15: ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Πηγή: solar-systems.gr

Ένα από τα σημαντικότερα μειωνεκτήματα του διασυνδεδεμένου συστήματος είναι ότι σε περίπτωση που δεν υπάρχει παροχή ηλεκτρικού ρεύματος τότε η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μένει ανεκμετάλλευτη.

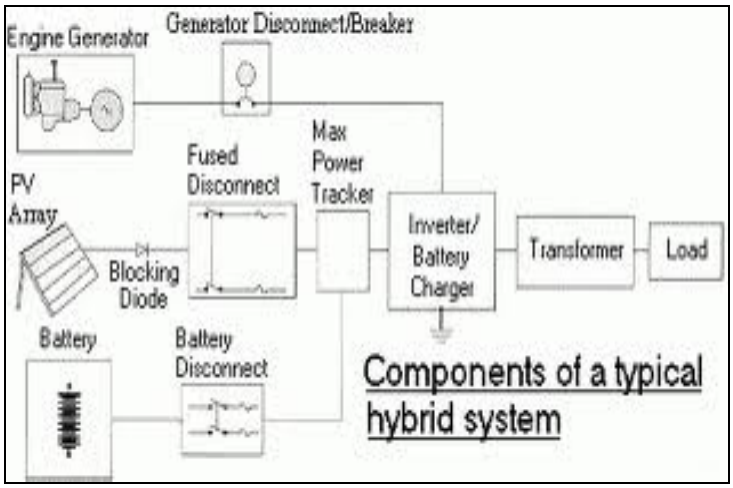
Μερικές από τις εφαρμογές ενός διασυνδεδεμένου συστήματος εναι οι εξής:

- Διασυνδεδεμένα κεντρικά φωτοβολταϊκά συστήματα με το δίκτυο της Δ.Ε.Η.
- Προσόψεις κτηρίων που είναι διασυνεδεμένα με το δίκτυο της Δ.Ε.Η., φωτοβολταϊκά συστήματα σε στέγες.*(Σχεδίαση και οικονομικά στοιχεία υβριδικών φωτοβολταϊκών/ θερμικών ηλιακών συστημάτων)*.

4.7.3 *ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ*

Σε περίπτωση όπου η παραγώμενη ηλιακή ενέργεια δεν είναι σε επαρκές επίπεδο, γίνεται συνδιασμός της παραγώμενης φωτοβολταϊκής ενέργειας με άλλες μορφές ενέργειας, όπως αιολική, βιομάζα (ΑΠΕ) ή πετρελαιογεννήτριες (συμβατικές μορφές ενέργειας). *(Πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις στις Α.Π.Ε)*

Διάγραμμα 10: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



Πηγή: solar_system.com

Εικόνα 16: ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΣΥΣΗΜΑ.

Πηγή: elampsis.gr

4.7.4 *ΥΒΡΙΔΙΚΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ*

Όπως είναι γνωστό το μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια ενός φωτοβολταϊκού και μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό κυμαίνεται μεταξύ του *7-17%* ανάλογα με τον τύπο του φωτοβολταϊκού. το υπόλοιπο και μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας, μετατρέπεται σε θερμότητα. Η θερμότητα αυτή, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της φωτοβολταϊκής πλάκας, η οποία επιφέρει μείωση της ηλεκτρικής απόδοσης του φωτοβολταϊκού. Για το λόγο αυτό επιδιώκεται μείωση της θερμοκρασίας του ώστε η ηλεκτρική απόδοση να παραμείνει σε αποδεκτό επίπεδο.*(Solar generation IV solar electricity for over one billion people and two million jobs by 2020)*

Λύση σε αυτό το πρόβλημα έρχονται να δώσουν τα υβριδικά ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα. Υπάρχουν δύο είδη υβριδικών συστημάτων για την βελτίωση της θερμικής και ηλιακής απόδοσης του φωτοβολαϊκού, τα συστήματα με κυκλοφορία αέρα και με κυκλοφορία νερού. Τα υβριδικά συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως για εγκατάσταση σε κτίρια τα οποία χρειάζονται και ηλεκτρισμό αλλά και θερμότητα, όπως κατοικίες, ξενοδοχεία, νοσοκομεία, βιομηχανίες.

Ένας επιπλέον διαχωρισμός των υβριδικών φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι τα συστήματα χαμηλών, μέσων και υψηλών θερμοκρασιών. Οι εφαρμογές χαμηλών θερμοκρασιών, μέχρι 45^oC, αφορούν την θέρμανση νερού για

κολυμβητικές δεξαμενές, την προθέρμανση νερού και για εφαρμογές σε συνδυασμό με αντλία θερμότητας (*βλέπε κεφάλαιο 2*). Οι εφαρμογές μέσων θερμοκρασιών σχετίζονται για τη θέρμανση νερού μεταξύ 45^oC και 65^oC για την κάλυψη αναγκών θερμού νερού οικιακής χρήσης, θέρμανση χώρων και άλλες ενεργειακές ανάγκες. Τέλος οι εφαρμογές υψηλών θερμοκρασιών σχετίζονται με την θέρμανση νερού πάνω από 65^oC και έχουν χρήση σε ψύξη χώρων και βιομηχανικές εφαρμογές.

(*http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/el/Polycrystalline_silicon)*

4.8 ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα, αντιμετωπίζουν μεγάλο κίνδυνο από άμεσα και έμμεσα κεραυνικά πλήγματα λόγω του τρόπου εγκατάστασης και της εκτεθειμένης του επιφάνειας. Έτσι λοιπόν για να διασφαλίσουμε μια σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής για ένα φωτοβολταϊκό σύστημα πρέπει να χρησιμοποιηθεί αντικεραυνική προστασία και μια καλή προστασία από υπερτάσεις.

Οι αιτίες για υπερτάσεις σε φωτοβολταϊκά συστήματα μπορεί να είναι είτε χωρητικές είτε επαγωγικές τάσεις. Κύριοι λόγοι για να χρησιμοποιηθεί Σ.Α.Π. (*Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας*) είναι οι ηλεκτρικές εκκενώσεις κατά την διάρκεια καταιγίδων ή από χειρισμούς του ηλεκτρικού δικτύου (Δ.Ε.Η.). Τα κεραυνικά πλήγματα μπορούν να προκαλέσου σημαντικές ζημιές στα πλαίσια και τους αντιστροφείς με αποτέλεσμα να υπάρχουν σοβαρές συνέπειες στη λειτουργία του συστήματος. Ένα Σ.Α.Π. αποτελείται από εξωτερικές και εσωτερικές Ε.Α.Π. (Εγκαταστάσεις Αντικεραυνικής Προστασίας).

Το εξωτερικό σύστημα αποτελείται από:

- Το συλλεκτήριο σύστημα που σκοπό έχει να συλλέξει το κεραυνικό ρεύμα και να το διοχετεύσει μέσω των αγωγών καθόδου στο σύστημα γείωσης με ασφάλεια.
- Τους αγωγούς καθόδου οι οποίοι οδηγούν το κεραυνικό ρεύμα από το συλλεκτήριο στο σύστημα γείωσης.

- Το σύστημα γείωσης το οποίο διοχετεύει το κεραυνικό ρεύμα στη γη.

Το εσωτερικό σύστημα αποτελείται από:

- Τις ισοδύναμες συνδέσεις οι οποίες προστατεύουν τα άτομα που περιβάλλουν τις τάσεις επαφής και την αποτροπή ανάπτυξης επικίνδυνων τόξων εντός της προστατευόμενης κατασκευής.
- Τους επαγωγούς κρουστικών υπερτάσεων οι οποίοι έχουν σκοπό την μείωση επαγόμενων κρουστικών τάσεων σε ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά συστήματα. *(Τεχνολογία φωτοβολταϊκών συστημάτων και δυνατότητες ανάπτυξης των εφαρμογών στην Ελλάδα)*

Οι συσκευές προστασίας υπέρτασης (βαρίστορ τύπου ψευδάργυρου, διάκενα αέρα, επαγωγείς υπερτάσεων, ηλεκτρονικοί διακόπτες) τοποθετούνται και στις δύο πλευρές των συνδέσεων, έτσι ώστε να προστατεύουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και ηλεκτρονικά από έμμεσα καρυνικά πλήγματα.*(Photovoltaic energy electricity from the sun)*

Όσο αναφορά τις φωτοβολταϊκές γεννήτριες, οι δίοδοι αντεπιστροφής και οι δίοδοι διελεύσεως πρέπει να μπορούν να αντέξουν μια ανάστροφη τάση συμβατή με το επίπεδο προστασίας, έτσι ώστε να μην καταστραφούν σε περίπτωση υπέρτασης (προσοχή στην χαμηλή ανάστροφη τάση κατάρρευσης της διόδου Schottky) (*http://www.seners.gr/pages/gr/autonomous.htm).*

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Φωτοβολταϊκή τεχνολογία, Κ. Καγκαράκης, καθηγητής Ε.Μ. Πολυτεχνείου, εκδόσεις συμμετρία, Αθήνα 1992
- Τεχνολογίες παραγωγής φωτοβολταϊκών γεννητριών κρυσταλλικού πυριτίου και λεπτών υμενίων και η τρέχουσα κατάσταση στην αγορά φωτοβολταϊκων, Σ. Τσελέπης ΚΑΠΕ 2^{ο} Εθνικό Συνέδριο: 'Η εφαρμογή των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας – Προτεραιότητες σε συνθήκες απελευθέρωσης αγοράς', Αθήνα
- Πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις στις Α.Π.Ε., Π. Χαβιαρόπουλος, Π. Βιώνης, Χ. Πρωτογερόπουλος, σελ. 6 'Εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας'
- Τεχνολογία φωτοβολταϊκών συστημάτων και δυνατότητες ανάπτυξης των εφαρμογών στην Ελλάδα, Ε. Θωμόπουλος, Χ. Πρωτογερόπουλος, Συνέδριο νέων ενεργειακών τεχνολογιών.
- Τεχνολογία φωτοβολταϊκών και οι δραστηριότητες του ΚΑΠΕ για την ανάπτυξη της στον ελλαδικό χώρο, Α. Ζαχαρίου, Χ. Πρωτογερόπουλος, 1^{ο} Εθνικό Συνέδριο: Τεχνολογίες ήπιων μορφών ενέργειας και περιβάλλοντος
- Σχεδίαση και οικονομικά στοιχεία υβριδικών φωτοβολταϊκών/ θερμικών ηλιακών συστημάτων, Ι. Τρυπαναγωστόπουλος, Σ. Τσελέπης, Μ. Σουλιώτης, J. K. Tonui, 13 Εθνικό Συνέδριο: 'Η εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας – προοπτικές και προτεραιότητες προς το στόχο του 2010', Αθήνα 2005

Ξένη Βιβλιογραφία

- Photovoltaic energy electricity from the sun, European Photovoltaic Industry Association σελ. 7, Published in the frame of the RESTMAC project Creating Markets for Renewable Energy Sources, financed by the 6th European Framework Programme for Research
- Ribbon Si solar cells with efficiencies over 18% by hydrogenation of defects, Dong Seong Kim, Vijay Yelundur Kenta Nakayashiki, Brian Rounsaville, Vichai Meemongkolkiat, Andrew M. Gabor and Ajeet Rohatgi, Solar energy materials and solar cells, volume 90, Issue9, pages 1227-1240
- Solar generation IV solar electricity for over one billion people and two million jobs by 2020, Crispin Aubrey- European photovoltaic industry association 2007

Διαδικτυακός τύπος

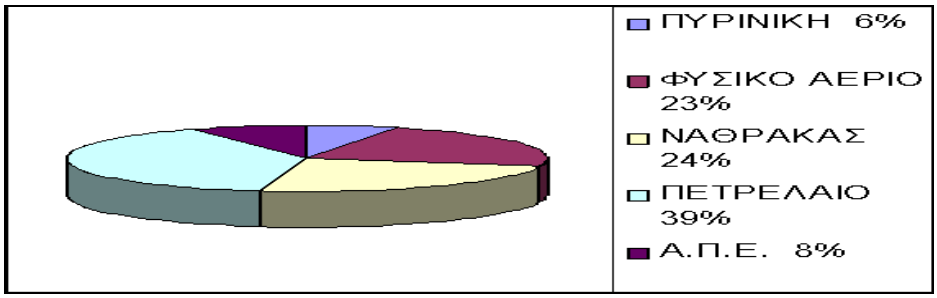
- ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (ΣΕΝΕΡΣ) (*http://www.seners.gr/pages/gr/autonomous.htm*)
- ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ-ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (*http://exikonomisi.blogspot.com/2007/11/blog-post_14.html)*
- WORLDLINGO (*http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/el/Polycrystalline_silicon*)
- WIKIPEDIA (*http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Silicon_photovoltaic_array_2.jpg*)

5. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ

Ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα που ταλανίζουν τον 21^{ο} αιώνα είναι αυτό του περιβαλλοντικού προβλήματος. Οι τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και άλλων επιβλαβών για την υγεία χημικών αερίων που απελευθερώνονται καθημερινά εδώ και δεκαετίες, έχουν φέρει την κοινωνία μπροστά σε ένα μεγάλο αδιέξοδο.

Στην Ελλάδα και σε άλλες χώρες της μεσογείου, παρά το γεγονός ότι οι συνθήκες για αξιοποίηση εναλλακτικών μορφών ενέργειας είναι ιδανικές, ένα αρκετά μικρό ποσοστό την κατανάλωσης ενέργειας γίνεται μέσο αυτών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η αντίληψη που επικρατεί στην Ελλάδα. Οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στον ελλαδικό χώρο (ηλιοφάνεια και υψηλές για μεγάλο μέρος του έτους, ισχυροί άνεμοι στις νησιωτικές περιοχές) καθιστούν την Ελλάδα ως γη επαγγελίας για χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας. Αντί αυτού οι εγκαταστάσεις και η χρήση φυσικού αερίου ολοένα και αυξάνεται, ξεχνώντας ότι το φυσικό αέριο είναι προϊόν εισαγωγής. Στο διάγραμμα 11 που ακολουθεί παρατηρούμε τα ποσοστά χρήσης πηγών ενέργειας στην Ελλάδα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας *(Energy Strategy in Europe the legal framework).*

Διάγραμμα 11: ΠΟΣΟΣΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Πηγή: www.rae.gr/site/categories_new

Η αντίληψη αυτή κατά γενική ομολογία ισχύει και στις περισσότερες χώρες της Μεσογείου. Για το λόγω αυτό οι αρμόδιες αρχές έχουν πάρει δραστικά μέτρα για την ανάπτυξη της ηλιακής ενέργειας .

5.1 ΓΕΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η Μεσόγειος είναι μια περιοχή η οποία έχει αρκετά περιβαλλοντικά προβλήματα όπως έλλειψη νερού, ερημοποίηση και μεγάλη μόλυνση από τα εργοστασιακά λύματα στις ακτές της Μεσογείου και από την συχνή διέλευση πλοίων.

Σύμφωνα με μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στον χώρο της Μεσογείου αναμένεται αύξηση του μέσου όρου της θερμοκρασίας από *2,2* έως και *5,1* βαθμούς Κελίου. Ακόμα εκτιμάται ότι η στάθμη του νερού θα αυξηθεί προκαλώντας πλημμύρες και πολλά πολεοδομικά προβλήματα στους παράκτιους πληθυσμούς.

Μια ακόμη παράμετρος που θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψιν είναι η δημογραφική αύξηση και η συνεχώς αυξανόμενη οικονομική δραστηριότητα στις χώρες της νότιας Μεσογείου. Οι παράμετροι αυτοί ενδέχεται να επηρεάσουν κατά πολύ το ενεργειακό πλαίσιο ζήτησης. Σύμφωνα με μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί υπολογίζεται ότι μέχρι το 2020 οι ανάγκες της νοτίου Μεσογείου σε ενέργεια θα έχουν διπλασιαστεί και ενδέχεται το 2050 τα ποσοστά ζήτησης να έχουν φτάσει το ευρωπαϊκό επίπεδο ζήτησης.

Είναι κατανοητό λοιπόν ότι η ραγδαία αύξηση της ενεργειακής ενέργειας εάν συνεχίσει να καλύπτεται από τις παραδοσιακές μορφές ενέργειας θα επιφέρει καταστροφικές συνέπειες. Υπάρχει όμως και ένα μεγάλο στοίχημα για την Ευρώπη, να μπορέσει δηλαδή να διατηρήσει την ενεργειακή της ασφάλεια ικανοποιώντας μια αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση και τηρώντας παράλληλα τις δεσμεύσεις της για τη μείωση των εκπομπών ρύπων και την προστασία του περιβάλλοντος.

Το στοίχημα αυτό αποτελεί πλέον νομοθεσία της Ένωσης γνωστή και ως *20-20-20* η οποία συντάχθηκε τον Ιούνιο του 2009.

Τον Δεκέμβριο του 2008 το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο συνεδρίασε και αποφάσισε να λάβει μια σειρά από μέτρα που προβλέπουν ότι το 2020 πρέπει να έχουν επιτευχθεί δύο στόχοι:

1. 20% μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου
2. 20% της ενέργειας του καταναλώνεται να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.)

Το θέμα της ενεργειακής ασφάλειας τα τελευταία χρόνια αποτελεί ουσιαστική προτεραιότητα για την Ευρώπη. Η συνεχώς αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση, η αύξηση της τιμής του πετρελαίου και του φυσικού αερίου και η άσκηση πολιτικής πίεσης από τις χώρες παραγωγής καθώς και η συνεχής υποβάθμιση του περιβάλλοντος με την κλιματική αλλαγή οδήγησαν την Ευρωπαϊκή Ένωση να αναζητήσει μια ευρωπαϊκή κοινή ενεργειακή πολιτική με εξωτερική διάσταση.

Την αρχή για αυτή την ενεργειακή πολιτική έγινε με την δημιουργία της πράσινης βίβλου (*Μια Ευρωπαϊκή Στρατηγική για Βιώσιμη, Ανταγωνιστική και Ασφαλή Ενέργεια*) η οποία προσδιόρισε 3 βασικούς στόχους:

1. τη βιωσιμότητα,
2. την ανταγωνιστικότητα και
3. την ασφάλεια για την ευρωπαϊκή ενέργεια.

Τον Μάρτιο του 2007 το ευρωπαϊκό Συμβούλιο δεσμεύτηκε για την υψηλή ενεργειακή ασφάλεια και την χαμηλή ποσότητα εκπομπών αερίου για όλη την Ευρώπη. Η δέσμευση αυτή υλοποιήθηκε με ένα Σχέδιο Δράσης. Βασικό ζητούμενο του Σχεδίου Δράσης ήταν να επιταχυνθεί η κοινή ευρωπαϊκή προσέγγιση στην εξωτερική ενεργειακή πολιτική.

Είναι πολύ κατανοητό ότι η Ευρώπη και οι χώρες της νότιας Μεσογείου βρίσκεται μπροστά σε μια πολύ μεγάλη πρόκληση, το να συνδυάσουν την ενεργειακή ασφάλεια και την καθαρή ενέργεια

5.2 Η ΕΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τον Ιούλιο του 2008 θα δημιουργηθεί ένα νέο σχήμα συνεργασίας για την Μεσόγειο. Το νέο αυτό πλαίσιο με την ονομασία *Ένωση για την Ευρώπη* υπέγραψαν 43 αρχηγοί κρατών και κυβερνήσεων από τις χώρες την ΕΕ και την Μεσογείου και αποτελεί συνέχεια στη *Διαδικασία της Βαρκελώνης*, η οποία αποτελεί από το 1995 την κύρια πολιτική της ΕΕ για την Μεσόγειο. Πρωταρχικό ρόλο για το πλαίσια αυτό αποκτά η ηλιακή ενέργεια με το φιλόδοξο Μεσογειακό Σχέδιο Ηλιακής Ενέργειας (*Μ.Σ.Η.Ε.*).

Σύμφωνα με τους ερευνητές η Μεσόγειος είναι ιδανικό μέρος για την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και κυρίως ηλιακής ενέργειας. Σύμφωνα με τον καθηγητή Dr. Gerhard Knies :" *Η έρημος μέσα σε έξι ώρες απορροφά από τον ήλιο περισσότερη ενέργεια από αυτή που καταναλώνει η ανθρωπότητα σε ένα χρόνο*". Το γεγονός αυτό συνδυάζεται με την τεχνογνωσία της Ευρώπης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δημιουργώντας ένα δίκτυο τροφοδοσίας τόσο για τις ίδιες τις χώρες της νότιας μεσογείου, όσο και για την Ευρώπη.

Στόχος του Σχεδίου Ηλιακής Ενέργειας για την Μεσόγειο είναι η παραγωγή *20GW* έως το 2020 για να ικανοποιήσει την υψηλή ενεργειακή ζήτηση. Το σχέδιο αυτό δεν θα λειτουργήσει ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες υπάρχουσες ευρωμεσογειακές δράσεις για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά στην ουσία θα είναι συμπλήρωμα αυτών. Για τον λόγω αυτό αμέσως μετά την ίδρυση της Ένωσης για την Ευρώπη στο Παρίσι τον Ιούλιο του 2008 δημιουργήθηκε μια ομάδα εργασίας για το Μεσογειακό Σχέδιο για την Ηλιακή Ενέργεια. Στην ομάδα αυτή στάλθηκαν ως παρατηρητές ειδικοί απεσταλμένοι από κυβερνήσεις της Αιγύπτου, της Γαλλίας, της Ιταλίας, του Μαρόκου, της Ισπανίας και της Ευρωπαϊκής επιτροπής.

Στο χρονικό διάστημα από την δημιουργία του *Μ.Σ.Η.Ε.* έως σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί 3 συναντήσεις στο Κάιρο, στο Παρίσι και στις Βρυξέλες. Οι συμπροεδρίες της Γαλλίας και της Αιγύπτου διοργάνωσαν, σε συντονισμό με την Ισπανική Προεδρία και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή συνάντηση εμπειρογνωμόνων

(*Experts Meeting on Mediterranean Solar Plan*) στις 10 Φεβρουαρίου 2010 στις Βρυξέλλες. Στόχος της συναντήσεως αυτής ήταν να συζητηθεί το θέμα της τεχνικής επικυρώσεως σε ότι αναφορά την Στρατηγική του Μ.Σ.Η.Ε. (*Strategy Paper*). Η Στρατηγική προβλέπει το χρονοδιάγραμμα και βήματα που πρέπει να γίνουν για την υλοποίηση του. Αναφέρεται επίσης στην προπαρασκευαστική περίοδο 2008-2009 που στόχο είχε να έρθουν σε επαφή όλοι οι ενδιαφερόμενοι φορείς του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα. Η Στρατηγική πρόκειται να κατατεθεί για πολιτική υιοθέτηση στην Υπουργική Σύνοδο Ενέργειας που θα πραγματοποιηθεί στο Κάιρο στις 25-26 Μαΐου 2010.

Επόμενο βήμα και εξίσου σημαντικό είναι η δημιουργία ενός σχεδίου δράσης για την ανάπτυξη μιας πρώτης σειράς προγραμμάτων (*projects*) για τη περίοδο 2010-2011. Σε αυτό το σχέδιο δράσης θα δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην καταγραφή και δοκιμή των νομικών πλαισίων κάθε χώρας (*π.χ. αδειοδοτήσεις*) και επιπλέον νέα προγράμματα και χρηματοδοτικών μηχανισμών για την εισαγωγή και εξαγωγή πράσινου ηλεκτρισμού στην Ευρώπη. Τα όρια ολοκλήρωσης του σχεδίου είναι έως το τέλος του 2010 *(Ένωση για την Μεσόγειο και πράσινη ανάπτυξη).*

Τελευταίο στάδιο του σχεδίου δράσης είναι η εφαρμογή (*deployment*). Προβλέπεται η εφαρμογή του *Μ.Σ.Η.Ε.* να ξεκινήσει το 2011 έως το 2020. Στόχος να επιτευχθεί το όριο *20GW* παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Η περίοδος της εφαρμογής θα υποστηριχθεί από ένα *Master Plan* που θα παρουσιαστεί για την υιοθέτηση το 2011 και θα καλύπτει και αυτό με τη σειρά του την περίοδο 2011-2020. Το *Master Plan* πρόκειται να αναπτυχθεί σε στενή συνεργασία με την ομάδα του προγράμματος που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και αφορά στην τεχνική βοήθεια σε θέματα "*Paving the way to the Mediterranean Solar Plan*" που έχει ήδη ξεκινήσει.

Το *Master Plan* θα καλύπτει κυρίως τους παρακάτω τομείς:

α) την επιλογή τοποθεσίας, τις παραγωγικές δυνατότητες των τοπικών βιομηχανιών και την ανάπτυξη της ενεργειακής αγοράς στη Μεσόγειο,

β) πρωτοβουλίες για την παραγωγή και αποδοτικότητα της ενέργειας

(*ηλιακή ή άλλες ανανεώσιμες πηγές*), την πρόοδο που έχει συντελεστεί στις νομοθετικές και ρυθμιστικές μεταρρυθμίσεις,

γ) τους κατάλληλους μηχανισμούς χρηματοδότησης,

δ) την επικέντρωση στις υποδομές μετάδοσης/τροφοδοσίες των Ευρωπαϊκών κρατών,

ε) τις συνθήκες που είναι σχετικές με την βελτίωση της αποδοτικότητας όπως σε τομείς με ιδιαίτερη ενεργειακή απαίτηση όπως οι κατασκευαστικές εταιρείες,

ζ) το καθορισμό νέων αναγκών για τεχνική βοήθεια και *capacity building*

στ) παροχή οδικού χάρτη (*road map*) με λεπτομερή καταγραφή δραστηριοτήτων και χρονοδιαγραμμάτων, προβλέποντας παράλληλα ευελιξία για νέα προγράμματα και εξελίξεις. .

(Technology management and public policy in the European Union)

5.3 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Το *Μ.Σ.Η.Ε* αποτελεί το πλέον φιλόδοξο σχέδιο πράσινης ανάπτυξης που έχει δημιουργηθεί ποτέ στην Μεσόγειο. Με στόχο την εκμετάλλευση γης γεωγραφικής θέσης της Μεσογείου, του κλίματος και του φυσικού της πλούτου το *Μ.Σ.Η.Ε.* αδιαμφισβήτητα θα δημιουργήσει τόσο νέες δεξιότητες όσο και πολλές θέσεις εργασίας

Με την χρήση ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι σχεδόν βέβαιο ότι τα κράτη και οι τοπικές κοινωνίες της Ευρώπης θα αποκτήσουν πολλά οικονομικά οφέλη. Κύριος στόχος της Ευρώπης τα τελευταία χρόνια είναι η *ενεργειακή δημοκρατία*. Με τον όρο αυτό εννοούμε την ίση πρόσβαση σε ένα αγαθό που, ως σήμερα ήταν, είτε ακριβό ή μη εύκολα

προσβάσιμο λόγω πιέσεων ανάλογα με τις πολιτικές συγκυρίες. Εξίσου σημαντικό όφελος για την Ευρώπη είναι ότι οι Ευρωπαϊκές εταιρείες θα εξάγουν την τεχνογνωσία για να εξασφαλίσουν στην Ευρώπη παράλληλα με τον νότο της Μεσογείου την αγορά φτηνής και καθαρής ενέργειας

Η πραγματικότητα όμως είναι διαφορετική. Η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ευρώπη είναι αρκετά περιορισμένη. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγω στο ακριβό κόστος εγκατάστασης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στην έλλειψη τεχνογνωσίας και ενημέρωσης των πολιτών και τέλος στην εύκολη πρόσβαση στη χρήση παραδοσιακών πηγών ενέργειας. Σύμφωνα με ιδικούς, με τους σημερινούς ρυθμούς, μέχρι το 2020, αναμένεται η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ευρώπη να καλύψει μόλις το 5,3% ενώ η Μεσόγειος μόλις ο 3,3%.

Η χρήση του *Μ.Σ.Η.Ε.* φιλοδοξεί να αυξήσει αυτά τα ποσοστά και να δημιουργήσει σε συνδυασμό με άλλες πρωτοβουλίες, ένα κατώτατο όριο χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας το οποίο να ανέρχεται στο 20% μέχρι το 2020. Η επιτυχία αυτής της πρωτοβουλίας θα εξαρτηθεί από 2 κυρίως παράγοντες :

1. Τη χρηματοδότηση, και
2. Την πολιτική βούληση για συνεργασία σε εθνικό και διακρατικό επίπεδο.

Η χρηματοδότηση

Προβλέπεται ότι το κόστος του *Μ.Σ.Η.Ε.* ανέρχεται περίπου στα 80 δις ευρώ. Ο χρηματοδοτικός μηχανισμός της ΕΕ είτε, μέσω του *Neighborhood Investment Facility*, που προβλέπει για το 2007-2013, 700 εκ. ευρώ για μεταφορές, ενέργεια, περιβάλλον, κοινωνικό και ιδιωτικό τομέα, είτε και μέσω του *Facility for Euro-Mediterranean Investment,* που προβλέπει 32 εκ. ευρώ τον χρόνο για την περίοδο 2007-2013, μέσω της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων, δεν είναι αρκετός για να χρηματοδοτήσει ένα τόσο μεγάλο πρόγραμμα. Πολλοί πιστεύουν, ότι ο ιδιωτικός χαρακτήρας της πρωτοβουλίας θα προσδώσει έναν πιο ευέλικτο χαρακτήρα για να προσπεραστούν πολιτικά θέματα που μπορεί να ανακύψουν.

Η πολιτική βούληση

Στις 14 Απριλίου 2010, η στρατηγική για το νερό δεν υιοθετήθηκε από τους Υπουργούς Περιβάλλοντος της Ένωσης για τη Μεσόγειο, καθώς δεν υπήρξε συμβιβασμός και λύση σε λεκτικές αναφορές του κειμένου. Οι χρόνιες πολιτικές διενέξεις στην περιοχή καθυστερούν τη διαδικασία. Η βούληση της Γαλλίας να προχωρήσει παρά το πρόσφατο πολιτικό «πάγωμα» στην προετοιμασία των θεματικών προτεραιοτήτων απέφερε αποτελέσματα. Είναι σημαντικό ένα τέτοιο πρόγραμμα για τη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος, της οικονομίας και της κοινωνίας και των δύο ακτών της Μεσογείου να προχωρήσει. Το συνέδριο της Βαρκελώνης στις 11 Μαΐου 2010 για την Ηλιακή Ενέργεια και η Υπουργική Σύνοδος Ενέργειας στο Κάιρο 25-26 Μαΐου θα δείξουν το πρώτο στίγμα *(Η πολιτική των κλιματικών αλλαγών)*.

Σε εθνικό επίπεδο, ήδη κάποιες από τις συμμετέχουσες χώρες έχουν κάνει αρκετά βήματα και πιο γρήγορα από άλλες, υιοθετώντας ένα εθνικό σχέδιο για την ηλιακή ενέργεια, ορίζοντας εθνικό εκπρόσωπο για το Σχέδιο και καταθέτοντας συγκεκριμένα προγράμματα για το *Σχέδιο Δράσης*.

Η οικονομική συγκυρία για την Ελλάδα αλλά και το όφελος που θα αποκομίσει από την συνεργασία της και την επαφή της με την υψηλή τεχνογνωσία και την τεχνολογία που πρόκειται να εξαχθεί στην περιοχή, δείχνουν το δρόμο για μια πιο ενεργή συμμετοχή στο πρόγραμμα. Η ενεργός συμμετοχή θα βοηθήσει τόσο την ίδια τη χώρα όσο και τον περιφερειακό της ρόλο ως ενεργειακός κόμβος και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας *(Πολιτική οικονομία της συμμόρφωσης και μορφές συνεργασίας στη διεθνή & ευρωπαϊκή πολιτική)*.

Η Ελλάδα χώρα με αντίστοιχο φυσικό πλούτο σε πηγές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (αέρας, ήλιος) έχει πολλά να μάθει, να δώσει και να επωφεληθεί.

5.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.

Από την δεκαετία του ’70 η Ελλάδα υπήρξε πρωτοπόρος στον Ευρωπαϊκό χώρο όσο αναφορά την ανάπτυξη των ηλιακών συστημάτων. Για τον λόγω αυτό

αναπτύχτηκε ένας ιδικά καταρτισμένος κλάδος με την απαραίτητη τεχνογνωσία για την παραγωγή του εξοπλισμού θερμικών συστημάτων που απευθύνομαι στην αγορά των οικιακών καταναλωτών και στον τριτογενή τομέα, αλλά και σε κλάδους της βιομηχανίας και στις γεωργικές εφαρμογές.

Ο κλάδος των Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων (Θ.Η.Σ.) είναι ο μοναδικός κλάδος των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά και όλου του ενεργειακού τομέα, που έχει αξιόλογη βιομηχανία και επιπλέον παράγει υψηλής ποιότητας εξοπλισμό συμφώνα με τα πρότυπα της Ε.Ε. Ακόμα ο κλάδος των Θ.Ε.Σ. απασχολεί ένα μεγάλο πλήθος εργαζομένων και επιπλέον ενισχύει την πράσινη επιχειρηματικότητα. Κατά κύριο λόγω, η χρήση των Θ.Η.Σ. γίνεται με σκοπό την υποκατάσταση της ηλεκτρικής ενέργειας. Υπολογίζεται ότι η υποκατάσταση αυτή έχει γίνει σε ποσοστό 3% την συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού. Επιπλέον συμβάλει δραστικά στην μείωση εκπομπών CO_2. Ενδεικτικό στοιχείο είναι ότι εάν δεν υπήρχαν τα Θ.Η.Σ. θα χρειαζόταν μία επιπλέον κατασκευή και λειτουργία θερμικής μονάδας ηλεκτροπαραγωγής ισχύος 600MW *(Technology management and public policy in the European Union).*

Οι προτάσεις για την στρατηγική ανάπτυξης της αγοράς θερμικών συστημάτων είναι οι εξής :

- Στρατηγική ανάπτυξης των εφαρμογών Θ.Η.Σ. στη χώρα με μακροπρόθεσμη υποστήριξη και γενικό στόχο $1m^2$/κάτοικο επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών για το 2020 από 0,32 σήμερα, δηλαδή μέσος ετήσιος ρυθμός εφαρμογών 750.000 m^2 το χρόνο που σημαίνει υπερδιπλασιασμό του σημερινού ρυθμού εγκατάστασης από 306.000 m^2 το 2008 στα 750.000 m^2/έτος κατά μέσο όρο για τα επόμενα χρόνια,
- Οικονομική υποστήριξη των εφαρμογών Θ.Η.Σ. θερμοσιφωνικού τύπου από δημόσιους πόρους με 40% επί της επένδυσης για τον εξοπλισμό και για την εγκατάσταση *(+ΦΠΑ)* και σε συνάρτηση με την πιστοποιημένη απόδοση 520 σε kWh,

- Οικονομική υποστήριξη για εφαρμογές κεντρικών Θ.Η.Σ. για θέρμανση

νερού ή και θέρμανση/ψύξη χώρων από δημόσιους πόρους με 130€/m^2 επιφάνειας συλλέκτου για τον εξοπλισμό και εγκατάσταση,

- Οικονομική υποστήριξη μόνο σε εξοπλισμό ο οποίος είναι κατάλληλα πιστοποιημένος, στη βάση δοκιμών σύμφωνα με τα ισχύοντα Ευρωπαϊκά Πρότυπα, με παροχή εγγυήσεων καλής λειτουργίας του εξοπλισμού και της εγκατάστασης για 3 χρόνια,

- Υποστήριξη των εφαρμογών με πρόγραμμα εφαρμοσμένης έρευνας και επιδεικτικά έργα για σχεδίαση και ανάπτυξη ηλιακών θερμικών συστημάτων με επιτυχή αισθητικά ενσωμάτωσή τους στα κτίρια και στο περιβάλλον των νησιών και των παραδοσιακών οικισμών με 3 εκατ.€ στα τέσσερα πρώτα χρόνια για έρευνα και εκπαίδευση,

- Προβολή του προγράμματος στα μέσα μαζικής επικοινωνίας και με τη συνεργασία του ΥΠΑΝ και της ΕΒΗΕ.

Η συνολική υποστήριξη του δημοσίου εκτιμάται σε 90 εκατ.€ ετησίως για μια εσωτερική αγορά των 400 εκατ.€ με 4.000 νέες θέσεις εργασίας.

Το πρόγραμμα αυτό θα έχει συνέχεια μέχρι το 2020 για την επίτευξη των στόχων. Η ανάπτυξη της αγοράς θα έχει άμεσες και θετικές επιπτώσεις στην εθνική οικονομία και στα δημόσια έσοδα, εκτός από τα οικονομικά και κοινωνικά οφέλη, το περιβάλλον κλπ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη βιβλιογραφία

- Energy Strategy in Europe the legal framework, Terence Daintith.
- Technology management and public policy in the European Union,William Cannell & Ben Dankbaar, Oxford University Press

Ελληνική βιβλιογραφία

- Η πολιτική των κλιματικών αλλαγών, Giddens Anthony, εκδόσεις Μεταίχμιο
- Πολιτική οικονομία της συμμόρφωσης και μορφές συνεργασίας στη διεθνή & ευρωπαϊκή πολιτική, Μαρία Μενδρινού, εκδόσεις ΕΚΕΜ (Ελληνικό Κέντρο Ευρωπαϊκών Μελετών)
- Ένωση για την Μεσόγειο και πράσινη ανάπτυξη, Δημοσίευμα στην εφημερίδα το Έθνος, Μαρία Μπαντέκα Βοηθός Προγράμματος ‘ Ευρω-Μεσογειακό παρατηρητήριο ’

Διαδικτυακός τύπος

- ΕΝΩΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΩΝ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
- (*www.enhe.gr*)
- EUROMEDO.ΕΥΡΩ-ΜΕΣΟΓΙΑΚΟ ΠΡΑΤΗΡΗΤΗΡΙΟ (*http://www.ekemprogram.org/euromedo/index.php?option=com_content&view=article&id=65:2010-05-20-05-44-46&catid=37:2010-05-05-10-07-53&Itemid=59*)
- EUROMED

- CONFERENCE ON THE MEDITERRANEAN SOLAR PLAN

  (*http://www.enpi-info.eu/mainmed.php?id=20604&id_type=1&lang_id=450*)

- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY

  (*http://www.eea.europa.eu/*)

6. ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Έως σήμερα παρατηρούμε μια ραγδαία αύξηση της χρήσης φωτοβολταϊκών συστημάτων. Η οικολογική διάσταση, η εξοικονόμηση ενέργειας και χρήματος και η ενεργειακή ανεξαρτησία που προσφέρουν τα φωτοβολταϊκά είναι οι κύριοι παράγοντες οι οποίοι συνέβαλαν στην ταχεία διάσωση τους.

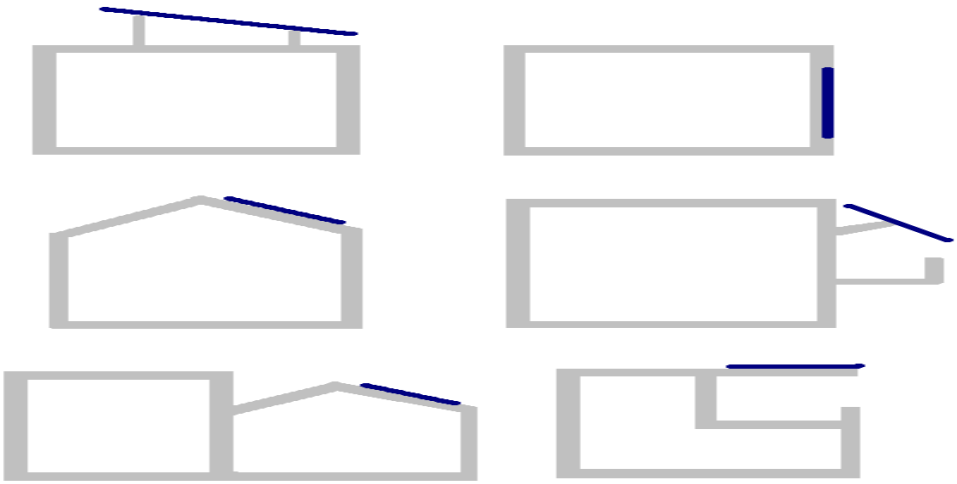
Η χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι μεγάλη και χωρίζονται σε τρείς επιμέρους κατηγορίες:

1. Στον ιδιωτικό τομέα
2. Στον επαγγελματικό τομέα, και
3. Στον αγροτικό τομέα

6.1 ΧΡΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΙΔΙΩΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ - ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

Η κατηγορία αυτή αναφέρεται στην εγκατάσταση μικρών φωτοβολταϊκών συστημάτων με ισχύ έως 10 kWp στον οικιακό-κτιριακό τομέα. Συγκεκριμένα αφορά οικιακούς καταναλωτές και πολύ μικρές επιχειρήσεις (*επιχείρηση που απασχολεί έως 10 άτομα και έχει κύκλο εργασιών και σύνολο ενεργητικού έως 2 εκατ. € ετησίως*) που επιθυμούν να εγκαταστήσουν φωτοβολταϊκά ισχύος έως 10 κιλοβάτ (kWp) στο δώμα ή στη στέγη κτιρίου, σε στέγαστρα βεραντών, προσόψεων και σκίαστρων, καθώς και σε βοηθητικούς χώρους κτιρίων, όπως αποθήκες και χώροι στάθμευσης.

Εικόνα 17: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ



Πηγή: photovoltaiki.gr

Το φωτοβολταϊκό σύστημα θα πρέπει να τηρεί και κάποιους πολεοδομικούς όρους. Δεν θα πρέπει δηλαδή να τοποθετηθεί πάνω από την απόληξη του κλιμακοστασίου και του φρεατίου ανελκυστήρα. Επίσης η διάταξη των φωτοβολταϊκών πλαισίων δεν θα πρέπει να δημιουργεί χώρο κύριας ή βοηθητικής χρήσης ή ημιυπαίθριο. Σε περίπτωση ορόφου σε υποχώρηση, οι εγκαταστάσεις αυτές θα πρέπει να περιοριστούν στο περίγραμμα του ορόφου. Σε περίπτωση τοποθέτησης φωτοβολταϊκών σε υπάρχουσα στέγη η τοποθέτηση των πλαισίων θα πρέπει να γίνονται εντός του περιγράμματος της στέγης ακλουθώντας την κλίση της.

Εκτός από τις πολεοδομικές προδιαγραφές, μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση στον ιδιωτικό τομέα θα πρέπει να εξετασθεί και η τοπογραφία. Κατ' αρχήν ο χώρος θα πρέπει να είναι ασκίαστος, τα φωτοβολταϊκά να βλέπουν το νότο και να έχουν κλίση περίπου 30°. Αν δεν ισχύουν τα παραπάνω, το φωτοβολταϊκό θα έχει μειωμένη απόδοση, χωρία αυτό να σημαίνει απαραίτητα ότι δεν είναι βιώσιμη οικονομικά η επένδυση του. Τέλος, σημαντικό ρόλο στην εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού έχουν οι διαστάσεις του πάνελ (*πόσα τετραγωνικά*), ο χώρος εγκατάστασης (*δώμα ή κεκλιμένη στέγη*) και η τεχνολογία φωτοβολταϊκών που θα επιλεχθεί (*κρυσταλλικά ή thin-film*). Σε ένα δώμα, για παράδειγμα, θα χρειαστεί χονδρικά 12-15 τετραγωνικά μέτρα κάθε κιλοβάτ, ενώ σε μια κεραμοσκεπή 7-10 τ.μ. (*για κρυσταλλικά πλαίσια*).

Πίνακας 4: ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΛΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥΣ.

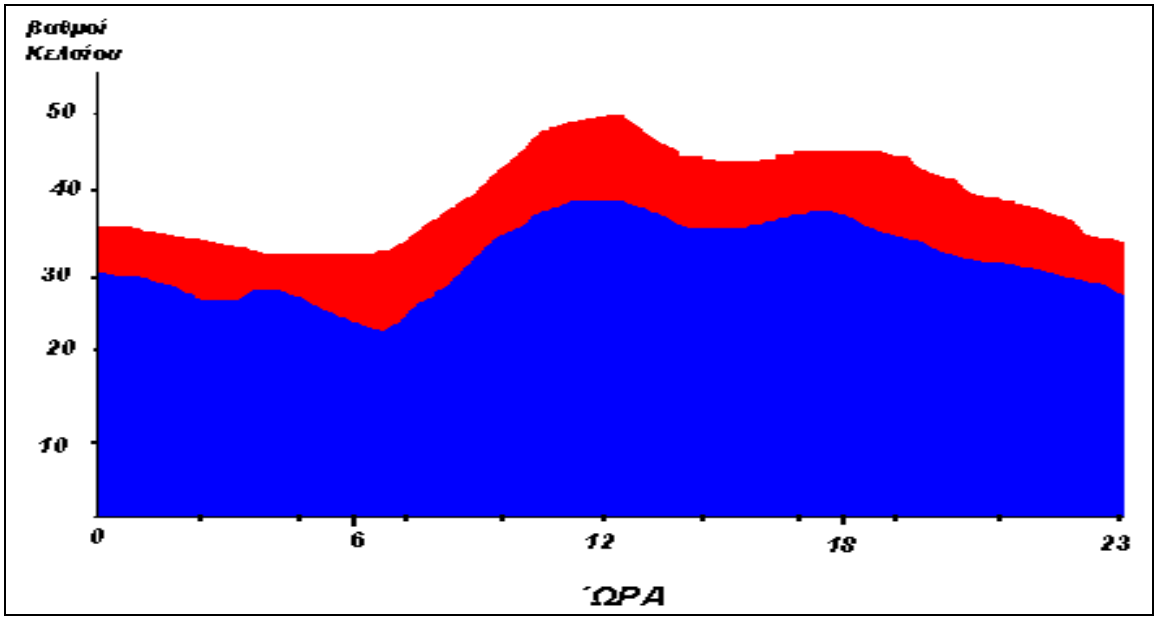
Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	0°	**30°**	**90°**
Ανατολικός – Δυτικός	**90%**	**85%**	**50%**
Νοτιοανατολικός-Νοτιοδυτικός	**90%**	**95%**	**60%**
Νότιος	**90%**	**100%**	**60%**
Βορειοανατολικός-Βορειοδυτικός	**90%**	**67%**	**30%**
Βόρειος	**90%**	**60%**	**20%**

Πηγή: ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Κύριος προβληματισμός όσων εγκαθιστούν φωτοβολταϊκά στις στέγες είναι αν τα πάνελ δημιουργού υπερθέρμανση της ταράτσας. Η απάντηση σε αυτό το ερώτημα είναι όχι, διότι τα φωτοβολταϊκά δεν απορροφούν την γύρω ακτινοβολία, αλλά αξιοποιούν την ακτινοβολία που ούτως ή άλλως θα έπεφτε στη συγκεκριμένη επιφάνεια. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η θερμοκρασία του δώματος κάτω ακριβώς από τα φωτοβολταϊκά πάνελ είναι χαμηλότερη απ’ ότι η θερμοκρασία του ακάλυπτου δώματος. Σε μια ζεστή καλοκαιρινή μέρα με άπνοια, η θερμοκρασία του σώματος κάτω από τα

φωτοβολταϊκά μπορεί να είναι έως και 13°C χαμηλότερη απ' ότι αν ο ήλιος χτυπούσε κατευθείαν το δώμα, όπως φαίνεται και στο παρακάτω ενδεικτικό διάγραμμα, όπου η περιοχή με κόκκινο χρώμα αναφέρεται στη θερμοκρασία στέγης χωρίς σκίαση και η μπλε σε θερμοκρασία στέγης με σκίαση από το φωτοβολταϊκό.

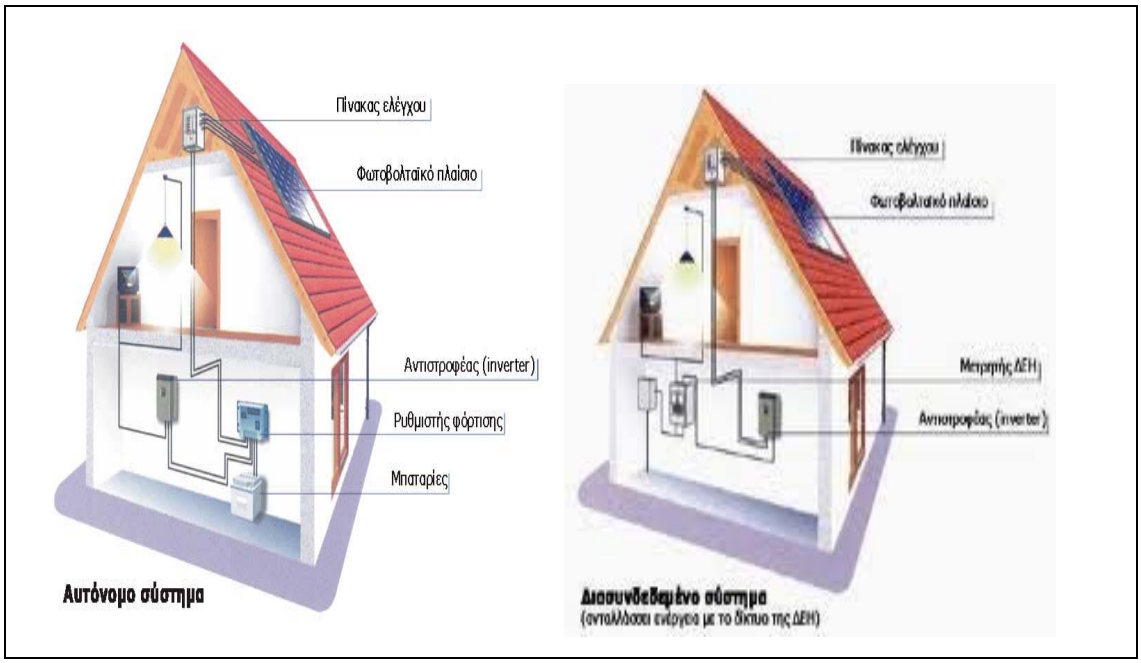
Διάγραμμα 12: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ ΓΙΑ ΕΝΑ ΔΩΜΑ ΜΕ ΚΑ ΧΩΡΙΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



Πηγή: ιδία επεξεργασία (ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ)

Ο εξοπλισμός που χρειάζεται για ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια (φωτοβολταϊκή γεννήτρια που ακουμπά σε κάποια μεταλλική βάσης στήριξης) και τον αναστροφέα (*inverter*) που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα που παράγουν τα φωτοβολταϊκά σε εναλλασσόμενο της ίδιας ποιότητας με το ρεύμα του δικτύου (Δ.Ε.Η.). Το ρεύμα αυτό περνά από ένα μετρητή και διοχετεύεται στο δίκτυο (διασυνδεδεμένο σύστημα) ή αποθηκεύεται σε ένα συσσωρευτή (αυτόνομο σύστημα).

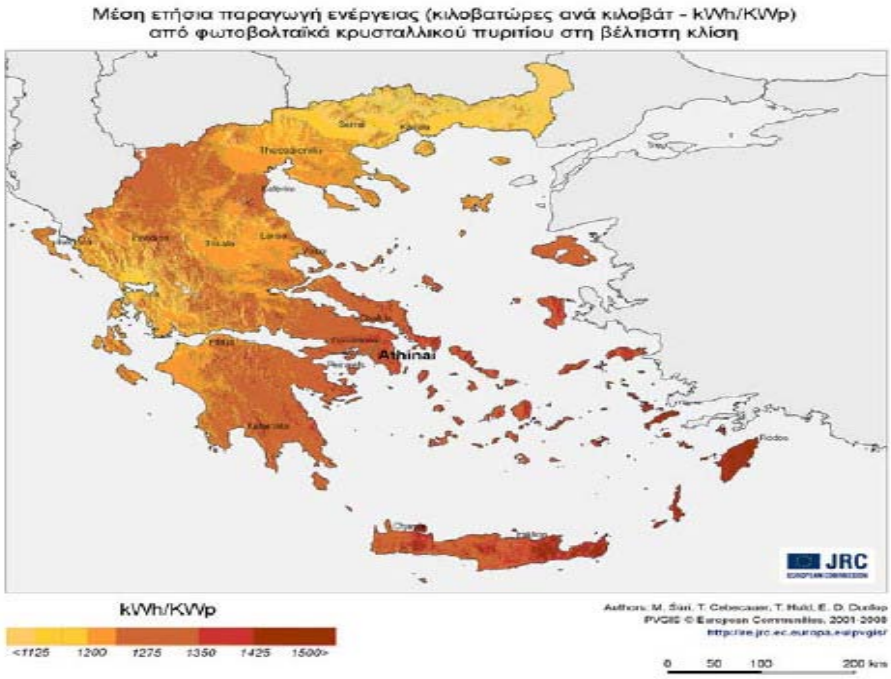
Εικόνα 18: ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΙΚΙΑΣ



Πηγή: rodosblog-xrisostomos.blogspot.com

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο είναι εξαιρετικά προβλέψιμη. Βασικό λοιπόν είναι, ότι μπορούμε να γνωρίζουμε πόσες κιλοβατώρες θα πάρουμε από το φωτοβολταϊκό σύστημα σε ετήσια βάση. Σε γενικές γραμμές, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Ελλάδα παράγει κατά μέσο όρο ετησίως περίπου 1.150-1.450 κιλοβατώρες ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kWh/kWp ανά έτος). Είναι προφανές ότι στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα φωτοβολταϊκό παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό απ’ ότι στις βόρειες. *(Ένας πρακτικός οδηγός για επενδύσεις στα φωτοβολταϊκα)*

Εικόνα 19: ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ



Πηγή: energybysun.blogspot.com

6.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΕΓΕΣ. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΑΡΚΑ

Η τοποθεσία της Ελλάδος πάνω στον παγκόσμιο χάρτη έχει γεννήσει την ιδέα σε πολλούς επαγγελματίες να δημιουργήσουν έναν νέο βιομηχανικό τομέα, αυτόν της χρήσης φωτοβολταϊκών συστημάτων για την παραγωγή και εκμετάλλευση ηλεκτρικού. Έτσι λοιπόν αρκετοί είναι οι επαγγελματίες αλλά και οι αγρότες οι οποίοι χρησιμοποιούν μεγάλες εκτάσεις γης για την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων και την δημιουργία φωτοβολταϊκών πάρκων.

Εικόνα 20: ΕΙΚΟΝΕΣ ΑΠΟ ΔΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΑΡΚΑ

Πηγή: google-erth

Οι φυσικές ιδιότητες της Ελλάδας (ηλιοφάνεια) καθιστούν την διαδικασία δημιουργίας ενός φωτοβολταϊκού πάρκου αρκετά πιο ελκυστική. Η γραφειοκρατία σε συνδυασμό με αρκετές ασάφειες του θεσμικού πλαισίου απειλούν την ανάπτυξη αγοράς. Για το λόγω αυτό καθιστάτε επιτακτική ανάγκη η σωστή ενημέρωση πριν κάποιος επενδύσει στη δημιουργία φωτοβολταϊκού πάρκου. Παρακάτω δίνεται μια σειρά προτεραιότητας που πρέπει να ακολουθήσει ο ενδιαφερόμενος:

- **Καταλληλότητα Οικοπέδου**

Εξαρτάται από την έκταση, τη τοποθεσία και την χρήση του οικοπέδου. Για την ενέργεια αυτή κρίνεται απαραίτητη η συμβουλή περιβαλλοντολόγου.

- **Βιωσιμότητα Επένδυσης**

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για την υλοποίηση ενός επενδυτικού σχεδίου για φωτοβολταϊκό πάρκο είναι μια σωστή προμελέτη βιωσιμότητας του πλάνου.

- **Σύσταση κατάλληλης εταιρείας**

Αν δεν υφίσταται εταιρεία θα πρέπει να δημιουργηθεί διότι πρέπει να υπαχθεί στον αναπτυξιακό με σκοπό την παραγωγή και πώληση ενέργειας. Από την άλλη αν υφίσταται εταιρεία θα πρέπει να συμπεριλάβει στο καταστατικό της και την παραγωγή και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας. Για τις ενέργειες αυτές κρίνεται απαραίτητη η συνεργασία με λογιστή, δικηγόρο.

- **Αδειοδοτήσεις και Εξαιρέσεις από τη ΡΑΕ (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας)**

Η ρυθμιστική αρχή ενέργειας ορίζει ότι για έργο μεγέθους μικρότερο των 150 KW δεν απαιτείται άδεια παραγωγής αλλά αίτηση για απαλλαγή, δηλαδή για εξαίρεση από αυτή. Για έργο μεγέθους μεγαλύτερο των 150 KW απαιτείται αίτηση για άδεια παραγωγής. Η διαδικασία και ο χρόνος ανάλογα με την περίπτωση (αίτηση εξαίρεσης ή αίτηση αδείας) διαφέρουν σημαντικά. Για έργο μικρότερο των 20 KW δεν απαιτείται άδεια παραγωγής, ούτε εξαίρεση από αυτή. Απαραίτητη είναι η επιλογή κατάλληλου συμβούλου για αυτά τα θέματα

- **Γνωμοδοτήσεις από άλλες Υπηρεσίες και Περιφέρεια**

Οι γνωμοδοτήσεις άλλων υπηρεσιών, όπως π.χ. αρχαιολογική υπηρεσία, δασαρχείο κ.α. κρίνονται απαραίτητες. Ακόμα για έργα μεγαλύτερα των 20 KW απαιτείται η έγκριση από την περιφέρεια. Για τις ανάγκες της περιφέρειας και για έργα μέχρι 150 KW απαιτείται προμελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενώ για μεγαλύτερα μελέτη.

- **Όροι Σύνδεσης με ΔΕΗ**

Σημαντική είναι η εξασφάλιση ότι αφού το φωτοβολταϊκό πάρκο υλοποιηθεί θα μπορέσει να συνδεθεί με το δίκτυο της Δ.Ε.Η.. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να υπάρχει εγκατάσταση της Δ.Ε.Η. σε κοντινή απόσταση από αυτό. Αφού πληρείται αυτή η προϋπόθεση πρέπει να εξασφαλιστεί από τον προμηθευτή και εγκαταστάτη ότι το έργο θα λειτουργήσει.

- **Επιλογή Συμβούλου για Σύνταξη Μελέτης και Υποβολής στον Αναπτυξιακό ή άλλα Επενδυτικά Προγράμματα**

Προσοχή πρέπει να δοθεί στην επιλογή κατάλληλου συνεργάτη ο οποίος να μπορεί να συμβουλεύσει, να συντάξει, να υποβάλλει, να παρακολουθήσει και να διαχειριστεί την υλοποίηση ενός τέτοιου έργου.

- **Πολεοδομική Άδεια ή Άδεια Κλίμακας Μικρών Εργασιών (Εγκατάσταση σε στέγη ή οίκημα, ενδέχεται και σε οικόπεδο)**

Σε περίπτωση εγκατάστασης σε στέγη ή οίκημα απαραίτητη είναι η άδεια από την πολεοδομία. Επίσης υπολογίζεται και η δημιουργία χωροταξικού σχεδίου το οποίο έχει συνταχθεί μεν αλλά είναι στο στάδιο συζήτησης. Το σχέδιο αυτό ενδέχεται να αφορά και τα οικόπεδα.

- **Γνώση των απαραίτητων χρηματοδοτικών μοντέλων για την υλοποίηση του έργου (Ιδία Συμμετοχή, Τράπεζες, Αναπτυξιακός – Επενδυτικά Προγράμματα)**

Το 25% της επένδυσης θα καλυφθεί με ίδια κεφάλαια, ένα ποσοστό με δανεισμό και το υπόλοιπο με χρηματοδότηση από τον αναπτυξιακό ή άλλα επενδυτικά προγράμματα. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω μεγάλη βαρύτητα πρέπει να δοθεί στην επιλογή συμβούλου για τη σύνταξη μελέτης για την υποβολή πρότασης στον αναπτυξιακό καθώς επίσης και η εξασφάλιση μέσω χρηματοοικονομικού συμβούλου βραχυπρόθεσμου και μακροπρόθεσμου τραπεζικού δανεισμού. Απαραίτητη προϋπόθεση θεωρείται η ύπαρξη της ίδιας συμμετοχής.

- **Επιλογή Εξοπλισμού, Προμηθευτή και Εγκαταστάτη**

Η επιλογή εξοπλισμού, προμηθευτή και εγκαταστάτη πρέπει να γίνει με μεγάλη προσοχή καθώς λίγες εταιρείες σήμερα στην Ελλάδα κατέχουν την τεχνογνωσία για να υλοποιήσουν ένα τέτοιο έργο.

- **Ασφάλιση Επένδυσης**

Είναι καλό να υπάρξει ασφάλιση του έργου για περιπτώσεις ζημιών και απώλειας εισοδήματος. Προσοχή πρέπει να δοθεί στην επιλογή κατάλληλου ασφαλιστικού συμβούλου *(Οδηγίες για την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις, τμήμα φωτοβολταϊκών συστημάτων και διεσπαρμένης παραγωγής,www.bizhelp365.com/index.php?option=com_content&view=article &id).*

6.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ

Στις 4 Μαΐου 2010 ψηφίστηκε ο νέος νόμος (*Ν. 3851/2010*) για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (φωτοβολταϊκά συστήματα σε στέγες και σε γήπεδα οικόπεδα και αγροτεμάχια)

Παρακάτω παρατίθεται ο νέος νόμος και οι διαφορές του από τον νόμο *ΝΟΜΟΣ 3734/2009* όπως αυτά αντλήθηκαν από την ιστοσελίδα του Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταικών (Σ.Ε.Φ.).

6.3.1 *ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ Ο ΝΕΟΣ ΝΟΜΟΣ*

Ο νέος νόμος για τα φωτοβολταϊκά για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (*ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, φωτοβολταικά πάρκα, ανεμογεννήτριες*) που ψηφίστηκε τον Μάιο του 2010 (*Ν. 3851/2010, ΦΕΚ 85Α, 4-6-2010*), επιφέρει σημαντικές αλλαγές σε ότι αφορά στην αδειοδότηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Ο νέος νόμος για τα φωτοβολταϊκά θα πρέπει να ερμηνευτεί σε συνδυασμό με προηγούμενους νόμους και ρυθμίσεις αλλά και υπό το πρίσμα αναμενόμενων υπουργικών αποφάσεων που προβλέπει, ώστε να έχει κανείς μια ξεκάθαρη εικόνα του νέου επενδυτικού τοπίου.

Καταγράφουμε παρακάτω ορισμένα κομβικά σημεία του νέου νόμου.

Ορίζεται, ως εθνικός στόχος, η κάλυψη με *ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, φωτοβολταικά πάρκα, ανεμογεννήτριες* του 40% τουλάχιστον της ακαθάριστης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ως το 2020. Αυτό είναι κατ' αρχήν πολύ θετικό. Το μερίδιο όμως των φωτοβολταϊκών στο μίγμα των *ανανεώσιμες πηγές*

ενέργειας, φωτοβολταικά πάρκα, ανεμογεννήτριες θα καθοριστεί με υπουργική απόφαση, η οποία σύμφωνα με το νόμο θα πρέπει να εκδοθεί ως τις αρχές Σεπτεμβρίου 2010. Αν το μερίδιο των φωτοβολταϊκών οριστεί σε ένα αξιοπρεπές ποσοστό, τότε ο νέος νόμος για τα φωτοβολταϊκά μπορεί να βοηθήσει την ανάπτυξη της αγοράς. Αν όμως το ποσοστό αυτό είναι μικρό και υπολείπεται του δυναμικού της αγοράς, τότε οι όποιες θετικές ρυθμίσεις του νέου νόμου καθίστανται πρακτικά ανενεργές. Η παρατήρηση αυτή είναι κρίσιμη για οτιδήποτε περιγραφεί παρακάτω.

Ο νέος νόμος για τα φωτοβολταϊκά απλοποιεί κάποιες από τις παλιές διαδικασίες αδειοδότησης. Συγκεκριμένα, δεν απαιτείται πλέον άδεια παραγωγής ή άλλη διαπιστωτική απόφαση (γνωστή και ως "εξαίρεση") για φωτοβολταϊκά συστήματα ισχύος έως 1 MWp. Για φωτοβολταϊκά συστήματα ισχύος μεγαλύτερης του 1 MWp απαιτείται η έκδοση άδειας παραγωγής η οποία εκδίδεται από τη ΡΑΕ (και όχι από τον υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής όπως ίσχυε μέχρι σήμερα). Για τα συστήματα που απαιτείται άδεια παραγωγής, απαιτείται επίσης η έκδοση άδειας εγκατάστασης και άδειας λειτουργίας όπως και στο παρελθόν.

Επίσης, δεν απαιτείται περιβαλλοντική αδειοδότηση για συστήματα που εγκαθίστανται σε κτίρια και οργανωμένους υποδοχείς βιομηχανικών δραστηριοτήτων.

Για συστήματα που εγκαθίστανται σε γήπεδα (οικόπεδα και αγροτεμάχια), δεν απαιτείται περιβαλλοντική αδειοδότηση για συστήματα έως 500 KWp εφόσον πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις. Για τα συστήματα αυτά, απαιτείται ειδική περιβαλλοντική εξαίρεση ("βεβαίωση απαλλαγής από ΕΠΟ") από την αρμόδια περιφέρεια, η οποία, σύμφωνα με το νόμο, δίνεται σε 20 μέρες από την υποβολή της σχετικής αίτησης. Για όσα συστήματα εγκαθίστανται σε γήπεδα, απαιτείται ΕΠΟ εφόσον εγκαθίστανται σε περιοχές *Natura*, παράκτιες ζώνες (100μ από οριογραμμή αιγιαλού) και σε γήπεδα που γειτνιάζουν σε απόσταση μικρότερη από εκατόν πενήντα (150) μέτρα, με άλλο γήπεδο για το οποίο έχει εκδοθεί άδεια παραγωγής ή απόφαση ΕΠΟ ή προσφορά σύνδεσης φωτοβολταϊκού σταθμού και η συνολική ισχύς των σταθμών υπερβαίνει τα 500 KWp.

Για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν απαιτείται οικοδομική άδεια, αλλά έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας από την αρμόδια διεύθυνση πολεοδομίας.

Στις συμβάσεις σύνδεσης που συνάπτει ο αρμόδιος διαχειριστής με τους φορείς φωτοβολταϊκών σταθμών που εξαιρούνται από τη λήψη άδειας παραγωγής, καθορίζεται προθεσμία σύνδεσης στο σύστημα ή δίκτυο, η οποία είναι αποκλειστική, και ορίζεται εγγύηση ή ποινική ρήτρα που καταπίπτει αν ο φορέας δεν υλοποιήσει τη σύνδεση εντός της καθορισθείσας προθεσμίας. Το ύψος της εγγύησης θα καθοριστεί με υπουργική απόφαση ως τις αρχές Αυγούστου 2010. Από την εγγύηση αυτή απαλλάσσονται όσα έργα αφορούν εγκαταστάσεις σε κτίρια και όσοι σταθμοί έχουν υπογράψει σύμβαση σύνδεσης πριν τις 4-6-2010 (ημερομηνία ισχύος του νέου νόμου 3851/2010).

Οι τιμές πώλησης της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας καθορίζονται ως εξής:

Πίνακας 5: ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΙΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΚΙΛΟΒΑΤΩΡΑΣ

Έτος	Συστήματα σε οικιακές & εμπορικές στέγες ≤10kW	Μήνας	Ηπειρωτικό δίκτυο (€/MWh)		Μη διασυνδεδεμένα νησιά (€/MWh)
			>100 KWp	**≤100 KWp**	**Ανεξαρτήτως ισχύος**
2009	**550**	**Φεβρουάριος**	**400**	**450**	**450**
		Αύγουστος			
2010		**Φεβρουάριος**			
		Αύγουστος	**392,04**	**441,05**	**441,05**
2011		**Φεβρουάριος**	**372,83**	**419,43**	**419,43**

2012		**Αύγουστος**	**351,01**	**394,88**	**394,88**
	522,5	**Φεβρουάριος**	**333,81**	**375,53**	**375,53**
2013		**Αύγουστος**	**314,27**	**353,56**	**353,56**
	496,38	**Φεβρουάριος**	**298,38**	**336,23**	**336,23**
		Αύγουστος	**281,38**	**316,55**	**316,55**
2014	**471,56**	**Φεβρουάριος**	**268,94**	**302,56**	**302,56**
		Αύγουστος	**260,97**	**293,59**	**293,59**
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά μΟΤΣν-1= Μέση Οριακή Τιμή Συστήματος κατά το προηγούμενο έτος ν-1	**-5%** ετησίως	**1,3*μΟΤΣν-1**		**1,4*μΟΤΣν-1**	**1,4*μΟΤΣν-1**
Διάρκεια σύμβασης	**25 έτη**	**20έτη**			

Πηγή: Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών

Σημειωτέον ότι, από τον Φεβρουάριο του 2010, δεν υπάρχουν πια επιδοτήσεις για τα φωτοβολταϊκά από τον αναπτυξιακό νόμο, όπως ίσχυε παλαιότερα. Δεδομένης όμως της πτώσης των τιμών που παρατηρείται και αναμένεται να

συνεχιστεί μακροχρόνια, οι επενδύσεις είναι βιώσιμες και κερδοφόρες και μόνο με την ταρίφα που παρέχεται από το νόμο και περιγράφεται στον παραπάνω πίνακα.

Ένα ζήτημα που απασχόλησε στο παρελθόν πολλούς επενδυτές είναι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε γαίες υψηλής παραγωγικότητας. Ο νέος νόμος για τα φωτοβολταϊκά προβλέπει πλέον τα εξής:

- Απαγορεύεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς σε αγροτεμάχια της Αττικής που χαρακτηρίζονται ως αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας, καθώς και σε περιοχές της Επικράτειας που έχουν ήδη καθοριστεί ως αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας από εγκεκριμένα Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια (Γ.Π.Σ.) ή Σχέδια Χωρικής Οικιστικής Οργάνωσης Ανοιχτής Πόλης (Σ.Χ.Ο.Ο.Α.Π.) του ΝΟΜΟΥ 2508/1997 (ΦΕΚ 124 Α'), καθώς και Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου (Ζ.Ο.Ε.) του άρθρου 29 του ΝΟΜΟΥ 1337/1983 (ΦΕΚ 33 Α'), εκτός αν διαφορετικά προβλέπεται στα εγκεκριμένα αυτά σχέδια.

- Με την επιφύλαξη του προηγούμενου εδαφίου, επιτρέπεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς σε αγροτεμάχια που χαρακτηρίζονται ως αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας. Στην περίπτωση αυτή η άδεια χορηγείται μόνον αν οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί για τους οποίους έχουν ήδη εκδοθεί άδειες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή, σε περίπτωση απαλλαγής, δεσμευτικές προσφορές σύνδεσης από τον αρμόδιο Διαχειριστή, καλύπτουν εδαφικές εκτάσεις που δεν υπερβαίνουν το 1% του συνόλου των καλλιεργούμενων εκτάσεων του συγκεκριμένου νομού. Για την εφαρμογή της διάταξης του προηγούμενου εδαφίου χρησιμοποιούνται τα στοιχεία της *Ετήσιας Γεωργικής Στατιστικής Έρευνας* του έτους 2008 της *Γενικής Γραμματείας της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδας*. Για τον υπολογισμό της κάλυψης λαμβάνεται υπόψη η οριζόντια προβολή επί του εδάφους των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής είναι δυνατόν να ορίζονται όροι και προϋποθέσεις για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών σε αγροτεμάχια που

χαρακτηρίζονται ως αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας, περιλαμβανομένων της μέγιστης κάλυψης εδάφους ανά σταθμό, των ελάχιστων αποστάσεων από τα όρια του γηπέδου του σταθμού, περιορισμών στον τρόπο θεμελίωσης και υποχρεώσεων για την αποκατάσταση του γηπέδου μετά την αποξήλωση των φωτοβολταϊκών σταθμών (*Εφημερίς της κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας)*.

6.3.2 ΝΕΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ

Για όσους ενδιαφέρονται να ξεκινήσουν τώρα μία επένδυση στα φωτοβολταϊκά, ισχύουν τα εξής:

6.3.2.1 ΟΙΚΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Από 1^{η} Ιουλίου 2009 ισχύει ένα πρόγραμμα για τα φωτοβολταϊκά – Α.Π.Ε. για την εγκατάσταση μικρών φωτοβολταϊκών συστημάτων στον οικιακό-κτιριακό τομέα. Με το πρόγραμμα για τα φωτοβολταϊκά – Α.Π.Ε. αυτό δίνονται κίνητρα με τη μορφή ενίσχυσης της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας, ώστε ο οικιακός καταναλωτής να κάνει απόσβεση του συστήματος που εγκατέστησε και να έχει και ένα λογικό κέρδος.

Το πρόγραμμα για τα φωτοβολταϊκά – Α.Π.Ε. αφορά οικιακούς καταναλωτές που επιθυμούν να εγκαταστήσουν φωτοβολταϊκά ισχύος έως 10 κιλοβάτ (KWp) στο δώμα ή τη στέγη κτιρίου, συμπεριλαμβανομένων των στεγάστρων βεραντών. Για να ενταχθούν στο πρόγραμμα για τα φωτοβολταϊκά – Α.Π.Ε., θα πρέπει να έχουν στην κυριότητά τους το χώρο στον οποίο εγκαθίσταται το φωτοβολταϊκό σύστημα.

Δυστυχώς, η πρώτη φάση του προγράμματος ισχύει μόνο για το ηπειρωτικό δίκτυο και για τα νησιά εκείνα που είναι διασυνδεδεμένα στο δίκτυο αυτό (π.χ. Εύβοια, Ιόνια, Σποράδες, νησιά Αργοσαρωνικού). Εξαιρούνται προς το παρόν τα λεγόμενα μη διασυνδεδεμένα νησιά (Κρήτη, Δωδεκάνησα, Κυκλάδες, νησιά Β.Α. Αιγαίου) τα οποία θα ενταχθούν στο πρόγραμμα για τα φωτοβολταϊκά – Α.Π.Ε. σε μια δεύτερη φάση.

Για τις πολυκατοικίες θα πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω όροι. Είτε να συμφωνήσουν εγγράφως οι υπόλοιποι ιδιοκτήτες, είτε το φωτοβολταϊκό να

εγκατασταθεί εξ ονόματος όλων των ιδιοκτητών (τους οποίους στην περίπτωση αυτή εκπροσωπεί ο διαχειριστής). Σε κάθε πολυκατοικία μπορεί να μπει ένα μόνο σύστημα. Αν η ταράτσα είναι κοινόκτητη και οι κύριοι του χώρου αυτού θέλουν να την παραχωρήσουν σε κάποιο άλλο ιδιοκτήτη του κτιρίου που δεν έχει δικαιώματα στην ταράτσα, μπορούν να το κάνουν.

Όλη η παραγόμενη από το φωτοβολταϊκό ηλεκτρική ενέργεια διοχετεύεται στο δίκτυο της Δ.Ε.Η. και ο οικιακός μικροπαραγωγός ενέργειας πληρώνεται γι' αυτή με 55 λεπτά την κιλοβατώρα (0,55 €/kWh), τιμή που είναι εγγυημένη για 25 χρόνια. Ο οικιακός μικροπαραγωγός ενέργειας συνεχίζει να αγοράζει ρεύμα από τη Δ.Ε.Η. και να το πληρώνει στην τιμή που το πληρώνει και σήμερα (περίπου 10-12 λεπτά την κιλοβατώρα). Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι η Δ.Ε.Η. θα εγκαταστήσει ένα νέο μετρητή για να καταγράφει την παραγόμενη ενέργεια. Αν, για παράδειγμα, στο δίμηνο το φωτοβολταϊκό παράγει ηλεκτρική ενέργεια αξίας 300 € και στο κτίριο καταναλώνεται ενέργεια αξίας 100 €, θα έρθει πιστωτικός λογαριασμός 200 €, ποσό που θα καταθέσει η Δ.Ε.Η. στον τραπεζικό λογαριασμό του ιδιοκτήτη του φωτοβολταϊκού.

Δύο είναι οι προϋποθέσεις για να ενταχθεί κανείς στο πρόγραμμα για τα φωτοβολταϊκά – Α.Π.Ε. :

1. Να έχει μετρητή της Δ.Ε.Η. στο όνομά του (ή στον κοινόχρηστο λογαριασμό της πολυκατοικίας αν επιλεγεί η συλλογική εγκατάσταση).
2. Να καλύπτει μέρος των αναγκών σε ζεστό νερό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (π.χ. ηλιακό θερμοσίφωνα, βιομάζα, γεωθερμική αντλία θερμότητας).

Μια ιδιαίτερα σημαντική ρύθμιση είναι ότι ο οικιακός παραγωγός ηλιακού ηλεκτρισμού δεν θεωρείται πια επιτηδευματίας, με άλλα λόγια απαλλάσσεται από το άνοιγμα βιβλίων στην εφορία. Όπως αναφέρει η σχετική κοινή υπουργική απόφαση, "*δεν υφίστανται για τον κύριο του φωτοβολταϊκού συστήματος φορολογικές υποχρεώσεις για τη διάθεση της ενέργειας αυτής στο δίκτυο*". Με άλλα λόγια, τα όποια έσοδα έχει ο οικιακός μικροπαραγωγός από την πώληση της ενέργειας δεν φορολογούνται.

Η μόνη άδεια που χρειάζεται είναι η έγκριση εκτέλεσης εργασιών μικρής κλίμακας που την παίρνει κανείς από την Πολεοδομία *(Ο ενεργειακός τομέας στην Ελλάδα Τάσεις και προοπτικές, Νικηφόρος Μανωλάς, εκδόσεις ΚΕΠΕ, Εφημερίς της κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας)*

6.3.2.2 ΜΙΚΡΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΩΣ 10kWp ΣΕ ΣΤΕΓΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

Από 1η Ιουλίου 2009 ισχύει ένα πρόγραμμα για τα φωτοβολταϊκά – Α.Π.Ε. για την εγκατάσταση μικρών φωτοβολταϊκών συστημάτων στον κτιριακό τομέα. Με το πρόγραμμα για τα φωτοβολταϊκά – Α.Π.Ε. αυτό δίνονται κίνητρα με τη μορφή ενίσχυσης της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας, ώστε η μικρή επιχείρηση να κάνει απόσβεση του συστήματος που εγκατέστησε και να έχει και ένα λογικό κέρδος.

Το πρόγραμμα για τα φωτοβολταϊκά – Α.Π.Ε. αφορά πολύ μικρές επιχειρήσεις που επιθυμούν να εγκαταστήσουν φωτοβολταϊκά ισχύος έως 10 κιλοβάτ (KWp) στο δώμα ή τη στέγη κτιρίου, συμπεριλαμβανομένων των στεγάστρων βεραντών. Για να ενταχθούν στο πρόγραμμα για τα φωτοβολταϊκά – Α.Π.Ε., θα πρέπει να έχουν στην κυριότητά τους το χώρο στον οποίο εγκαθίσταται το φωτοβολταϊκό σύστημα. Πολύ μικρή επιχείρηση είναι αυτή που απασχολεί έως 10 άτομα και έχει κύκλο εργασιών και σύνολο ενεργητικού έως 2 εκατ. € ετησίως.

Δυστυχώς, η πρώτη φάση του προγράμματος ισχύει μόνο για το ηπειρωτικό δίκτυο και για τα νησιά εκείνα που είναι διασυνδεδεμένα στο δίκτυο αυτό (π.χ. Εύβοια, Ιόνια, Σποράδες, νησιά Αργοσαρωνικού). Εξαιρούνται προς το παρόν τα λεγόμενα μη διασυνδεδεμένα νησιά (Κρήτη, Δωδεκάνησα, Κυκλάδες, νησιά Β.Α. Αιγαίου) τα οποία θα ενταχθούν στο πρόγραμμα για τα φωτοβολταϊκά – Α.Π.Ε. σε μια δεύτερη φάση.

Όλη η παραγόμενη από το φωτοβολταϊκό ηλεκτρική ενέργεια διοχετεύεται στο δίκτυο της Δ.Ε.Η. και ο μικροπαραγωγός ενέργειας πληρώνεται γι' αυτή με 55 λεπτά την κιλοβατώρα (0,55 €/kWh), τιμή που είναι εγγυημένη για 25 χρόνια. Ο μικροπαραγωγός ενέργειας συνεχίζει να αγοράζει ρεύμα από τη Δ.Ε.Η. και να το πληρώνει στην τιμή που το πληρώνει και σήμερα. Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι

η Δ.Ε.Η. θα εγκαταστήσει ένα νέο μετρητή για να καταγράφει την παραγόμενη ενέργεια. Αν, για παράδειγμα, στο δίμηνο το φωτοβολταϊκό παράγει ηλεκτρική ενέργεια αξίας 1.000 € και η επιχείρηση καταναλώνει ενέργεια αξίας 400 €, θα έρθει πιστωτικός λογαριασμός 600 €, ποσό που θα καταθέσει η Δ.Ε.Η. στον τραπεζικό λογαριασμό του ιδιοκτήτη του φωτοβολταϊκού.

Μία είναι η προϋπόθεση για να ενταχθεί κανείς στο πρόγραμμα για τα φωτοβολταϊκά – Α.Π.Ε.: να μην έχει πάρει η επιχείρηση κάποια άλλη επιδότηση για το φωτοβολταϊκό από εθνικά ή κοινοτικά προγράμματα.

Τα όποια έσοδα έχει η επιχείρηση από την πώληση της ενέργειας δεν φορολογούνται, με την προϋπόθεση ότι τα κέρδη εμφανίζονται σε ειδικό λογαριασμό αφορολόγητου αποθεματικού. Σε περίπτωση διανομής ή κεφαλαιοποίησής τους, ισχύει η τρέχουσα φορολογία για τα κέρδη που διανέμονται.

Η μόνη άδεια που χρειάζεται είναι η έγκριση εκτέλεσης εργασιών μικρής κλίμακας που την παίρνει κανείς από την Πολεοδομία(*Εφημερίς της κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας)*.

6.3.2.3 ΜΙΚΡΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΣΤΕΓΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΑΙ ΜΗ ΚΕΡΔΟΣΚΟΠΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

Με βάση το νέο νόμο για τις *ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, φωτοβολταικά πάρκα, ανεμογεννήτριες*, τα κίνητρα και οι όροι που ισχύουν για τον οικιακό-κτιριακό τομέα, ισχύουν πλέον και για κτίρια όπου στεγάζονται Νομικά Πρόσωπα Δημοσίου Δικαίου (Ν.Π.Δ.Δ.) ή Νομικά Πρόσωπα Ιδιωτικού Δικαίου (Ν.Π.Ι.Δ.) μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα. Στις κατηγορίες αυτές υπάγονται μεταξύ άλλων σχολεία, νοσοκομεία, κ.λπ. (*Εφημερίς της κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας)*.

6.3.2.4 ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

Από *4-6-2010* επιτρέπεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων κάθε ισχύος σε στέγες κτιρίων και στέγαστρα. Για τα συστήματα αυτά δεν απαιτείται περιβαλλοντική αδειοδότηση, ενώ για συστήματα ισχύος έως 1 MWp δεν απαιτείται και άδεια παραγωγής ή άλλη διαπιστωτική απόφαση. Για συστήματα >1 MWp απαιτείται άδεια παραγωγής από τη Ρ.Α.Ε..

Τα μόνα βήματα που απαιτούνται είναι η προσφορά όρων σύνδεσης από τον Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. και μία έγκριση εκτέλεσης εργασιών μικρής κλίμακας που την παίρνετε από την Πολεοδομία.

Τα παραπάνω ισχύουν μόνο για το ηπειρωτικό δίκτυο, αφού τα αυτόνομα νησιωτικά δίκτυα θεωρούνται κορεσμένα και θα υπάρχουν κατά διαστήματα ειδικές ρυθμίσεις γι' αυτά (*Εφημερίς της κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας).*

6.3.2.5 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΕ ΓΗΠΕΔΑ

Από *4-6-2010* επιτρέπεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε γήπεδα (αγροτεμάχια) από πρόσωπα που είναι επαγγελματίες αγρότες, όπως αυτοί ορίζονται με σχετική απόφαση του Υπουργού Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων εφόσον πρόκειται για σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε εκτάσεις ιδιοκτησίας τους, εγκατεστημένης ισχύος έως 100 KWp. Δεν επιτρέπεται η μεταβίβαση των σταθμών της περίπτωσης αυτής πριν από την πάροδο πενταετίας από την έναρξη λειτουργίας τους, εκτός αν πρόκειται για μεταβίβαση λόγω κληρονομικής διαδοχής.

Για τους μη επαγγελματίες αγρότες, όλους τους άλλους επενδυτές δηλαδή, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε γήπεδα (αγροτεμάχια και οικόπεδα) επιτρέπεται μετά τις *4-9-2010* και για ισχύ έως 500 KWp (ή 1 MWp εντός βιομηχανικών περιοχών).

Για συστήματα μεγαλύτερης ισχύος υπάρχει προς το παρόν πάγωμα στην κατάθεση νέων αιτήσεων. Το αν θα επιτραπεί, πότε και με ποιους όρους η κατάθεση αιτήσεων για νέους φωτοβολταϊκούς σταθμούς μεγαλύτερης ισχύος σε γήπεδα, θα εξαρτηθεί από την υπουργική απόφαση που πρέπει να εκδοθεί ως τις *4-9-2010* και η οποία θα καθορίζει το μερίδιο των φωτοβολταϊκών στο ενεργειακό μίγμα ως το 2020 (*Ο ενεργειακός τομέας στην Ελλάδα Τάσεις και προοπτικές, Νικηφόρος Μανωλάς, εκδόσεις ΚΕΠΕ, Εφημερίς της κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας).*

6.3.2.6 ΠΑΛΑΙΕΣ ΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ

Ο νέος νόμος για τα φωτοβολταϊκά αναμένεται να επιταχύνει κάπως τις παλιές αιτήσεις που είχαν κατατεθεί στη Ρ.Α.Ε. για έκδοση άδειας παραγωγής. Κι αυτό γιατί με το νέο νόμο καταργείται η διαδικασία της Προκαταρκτικής

Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.) και η περιβαλλοντική αδειοδότηση θα γίνεται πλέον σε ένα ενιαίο στάδιο, αυτό της Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.). Έτσι, όσες αιτήσεις για άδεια παραγωγής βρίσκονταν στο στάδιο της Π.Π.Ε.Α., έχοντας περάσει θετικά τα υπόλοιπα κριτήρια αξιολόγησης της Ρ.Α.Ε., θα λάβουν λογικά σύντομα άδεια παραγωγής και μάλιστα χωρίς να χρειαστεί η υπογραφή του Υ.Π.Ε.Κ.Α. που καθυστερούσε περαιτέρω τις άδειες.

Όσοι φωτοβολταϊκοί σταθμοί (κυρίως "εξαιρέσεις") βρίσκονταν στο στάδιο της Ε.Π.Ο. και δεν συνεχίζουν να έχουν τέτοια υποχρέωση με βάση τη νέα νομοθεσία, θα πρέπει να λάβουν τώρα μόνο τη βεβαίωση απαλλαγής από την Περιφέρεια και να προχωρήσουν στο επόμενο στάδιο (προσφορά όρων σύνδεσης). Σημειωτέον ότι η βεβαίωση αυτή πρέπει να δοθεί εντός αποκλειστικής προθεσμίας είκοσι (*20)* ημερών από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή της οικείας Περιφέρειας, μετά την άπρακτη παρέλευση της οποίας θεωρείται αυτή χορηγηθείσα.

Ο κάτοχος άδειας παραγωγής μπορεί, μετά από σχετική απόφαση της Ρ.Α.Ε., να μεταβιβάζει την άδειά του σε άλλα φυσικά ή νομικά πρόσωπα. Αντίθετα, οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί που απαλλάσσονται από άδεια παραγωγής, δεν επιτρέπεται να μεταβιβάζονται πριν από την έναρξη της λειτουργίας τους. Κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται η μεταβίβασή τους σε νομικά πρόσωπα, εφόσον το εταιρικό κεφάλαιο της εταιρίας προς την οποία γίνεται η μεταβίβαση κατέχεται εξ ολοκλήρου από το μεταβιβάζον φυσικό ή νομικό πρόσωπο (*Εφημερίς της κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας)*.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ένας πρακτικός οδηγός για επενδύσεις στα φωτοβολταϊκα, Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκων
- Οδηγίες για την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις, τμήμα φωτοβολταϊκών συστημάτων και διεσπαρμένης παραγωγής, Διεύθυνση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, Αύγουστος 2009
- Η εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, προοπτικέ και προτεραιότητες προς τον στόχο του 2010, Σ. Τσελέπη ΚΑΠΕ, 3^{ο} Εθνικό συνέδριο
- Εφημερίς της κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, τεύχος 1^{ο}, Αρ. φύλλου 85, Νόμος υπ' αριθμόν 3851, 4 Ιουνίου 2010
- Ο ενεργειακός τομέας στην Ελλάδα Τάσεις και προοπτικές, Νικηφόρος Μανωλάς, εκδόσεις ΚΕΠΕ
- Διαδικασία-Φωτοβολταϊκά πάρκα, Γιάννης Κίτσος Bsc Msc οικονομολόγος σύμβουλος επιχειρήσεων, 18 Ιανουαρίου 2010-11-25

7. ΑΝΑΛΥΣΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ & ΑΓΟΡΑΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΕΛΛΑΔΑ, ΓΕΡΜΑΝΙΑ, ΙΣΠΑΝΙΑ, ΙΤΑΛΙΑ, ΗΠΑ, ΙΑΠΩΝΙΑ

Στην μελέτη που ακολουθεί, καταγράφονται κυρίως στοιχεία τα οποία αντλούνται από ιστοσελίδες κρατικών φορέων των χωρών που μελετούνται καθώς επίσης και από γενικότερες αναφορές παγκόσμιων οργανισμών για τα φωτοβολταϊκά. Τα στοιχεία αυτά αναλύθηκαν και παρουσιάστηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτευχθεί η συγκριτική μελέτη μεταξύ της ανάπτυξης των αγορών φωτοβολταϊκών και με τις πολιτικές ενισχύσεις, της Ελλάδας και των λοιπών χωρών και να εξαχθούν χρήσιμων συμπερασμάτων. Την προσπάθεια αυτή ενίσχυσε δυναμικά και σχετική βιβλιογραφία η οποία συλλέχθηκε από την βιβλιοθήκη του Ε.Μ.Π.

Κριτήρια και προϋποθέσεις που έπρεπε να πληρούν οι συγκρινόμενες χώρες είναι τα εξής :

- Σχετικές (όσο είναι δυνατό) ομοιότητες με την ελληνική πραγματικότητα όσο αναφορά το μέγεθος αγοράς και τα γενικά χαρακτηριστικά της όπως πολιτική κατάσταση, καιρικές συνθήκες .
- Να έχουν καλλιεργηθεί πρωτοβουλίες και προγράμματα σχετικά με την αγορά φωτοβολταϊκών
- Η πολιτική κουλτούρα της χώρας να επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές μεταβολές και να δίνουν προτεραιότητα στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Στόχος του κεφαλαίου είναι να παρουσιάσει τους τρόπους με τους οποίους, οι επιλεγμένες χώρες, έδρασαν και οδήγησαν στην ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων και σε συνδυασμό με την υπάρχουσα κατάσταση στην Ελλάδα, να δημιουργηθούν προτάσεις για την ανάπτυξη της αγοράς φωτοβολταϊικών.

7.1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, η Ελλάδα θα μπορούσε να θεωρηθεί η ιδανική τοποθεσία (λόγω γεωγραφικής θέσης, μορφολογίας του εδάφους και κλίματος) για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ιδιαίτερα της αιολικής και της ηλιακής. Οι δύο αυτές μορφές ενέργειας θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τόσο για τους καταναλωτές (ηλεκτρική, θερμική) όσο για την κάλυψη σημαντικού μέρους ενεργειακής κατανάλωσης του πληθυσμού. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την ενεργειακή ανεξαρτησία της χώρας και της σταδιακής απεμπλοκής της από ακριβές εισαγόμενες πρώτες ύλες όπως το πετρέλαιο αλλά και από την εξόρυξη φθηνών, αλλά εξίσου επιζήμιων για το περιβάλλον, όπως ο λιγνίτης.

Φυσική συνέπεια της υπερβολικής χρήσης παραδοσιακών μορφών ενέργειας έχει δημιουργήσει σοβαρές κλιματικές αλλαγές τα τελευταία χρόνια. Το περιβαλλοντικό πρόβλημα έχει κεντρίσει το ενδιαφέρων της παγκόσμιας κοινής γνώμης και την ενεργοποίηση των πολιτικών αρχών σε παγκόσμιο επίπεδο για την ανάπτυξη ενός κρατικού μηχανισμού μείωσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Όσο αναφορά την Ελλάδα το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο εξέδωσε της οδηγία 2001/77/ΕΚ '*Για την παραγωγή της ηλιακής ενέργειας που παράγεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας*' , όπου στόχο έχει την συμμετοχή της Ελλάδας στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε ποσοστό 20,1% της εγχώριας ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας κατά το έτος 2010 και 29% κατά το 2020.

Η οδηγία αυτή είναι ταυτόσημη με την δέσμευση της χώρας για την συγκράτηση ποσοστού αύξησης CO_2 και άλλων επικινδύνων για την ατμόσφαιρα αερίων, κατά 25% σε σχέση με το 1990 (έτος βάση), για την περίοδο 2008-2012. Μη τήρηση της δέσμευσης, το οποίο σημαίνει και μη τήρηση της οδηγίας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, θα έχει ως αποτέλεσμα την δαπάνη σημαντικών κρατικών κονδυλίων για την αγορά αδειών εκπομπής αέριων ρύπων από χώρες με μειωμένες εκλύσεις. Παρά το γεγονός αυτό η Ελλάδα απέχει αρκετά από την επίτευξη του στόχου. Όπως εκτιμά το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και

Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α.), το 2010, η ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα πρέπει να φτάσει τις 12,26 TWh σύμφωνα με τον στόχο του 20,1%, έχοντας ως εκτιμώμενη ακαθάριστη κατανάλωσης ενέργειας για το έτος 2010 να είναι 61TWh. Η πιθανότητες όμως να επιτευχθεί ο στόχος αυτός είναι ελάχιστες και εκτιμάται ότι ο στόχος που έθεσε το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο θα καλυφθεί σε ποσοστό περίπου 80,4%. Σύμφωνα με μετρήσεις του Υ.Π.Ε.Κ.Α. για το 2008 η εγκατεστημένη ισχύς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έφτασε τα 4293MW και η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια των 6,5TWh έρχεται σε αντιστοιχία του 10,2% της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (63,6TWh) *(www.cres.gr).*

7.2 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Το νομοθετικό πλαίσιο που καλύπτει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελείται από μια Κοινή Υπουργική Απόφαση καθώς και τρεις νόμους. Ο πρώτος νόμος (*Ν.3468/2006*) αποτέλεσε ορόσημο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα καθώς επίσης άλλαξε το σκηνικό αγοράς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ο δεύτερος κατά σειρά νόμος (*Ν.3734/2009*) στην ουσία είναι ένα '*φρεσκάρισμα*' του πρώτου νόμου με κάποιες νέες τροποποιήσεις για τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Ο τρίτος και πιο πρόσφατος νόμος (*Ν.3851/2010*) όπως αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο (*κεφ. 6*), τροποποιεί μερικές βασικές διατάξεις των δύο προηγούμενων νόμων οι οποίες αφορούν κυρίως τα θέματα αδειοδότησης φωτοβολταϊκών συστημάτων. Τέλος το 2009 κατατέθηκε για Κοινή Υπουργική Απόφαση (Κ.Υ.Α.) που αφορούσε την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις. Επίσης κατατέθηκε και ο αναπτυξιακός νόμος *Ν.3299/2004* ο οποίος στην ουσία είναι ένα οικονομικό-υποστηριχτικό όργανο που παρέχει κρατικές επιχορηγήσεις για επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (δηλαδή και σε φωτοβολταϊκά), διότι όπως έχει τονιστεί το αρχικό κόστος εξοπλισμού είναι ιδιαιτέρως υψηλό. Έτσι με τον αναπτυξιακό νόμο δίνονται κίνητρα στους νέους επενδυτές. Το ποσοστό

επιδότησης ή φορολογικής απαλλαγής καθορίζεται από την περιοχή εγκατάστασης της μονάδας. Στο παρακάτω πίνακα περιλαμβάνονται τα ποσοστά αυτά:

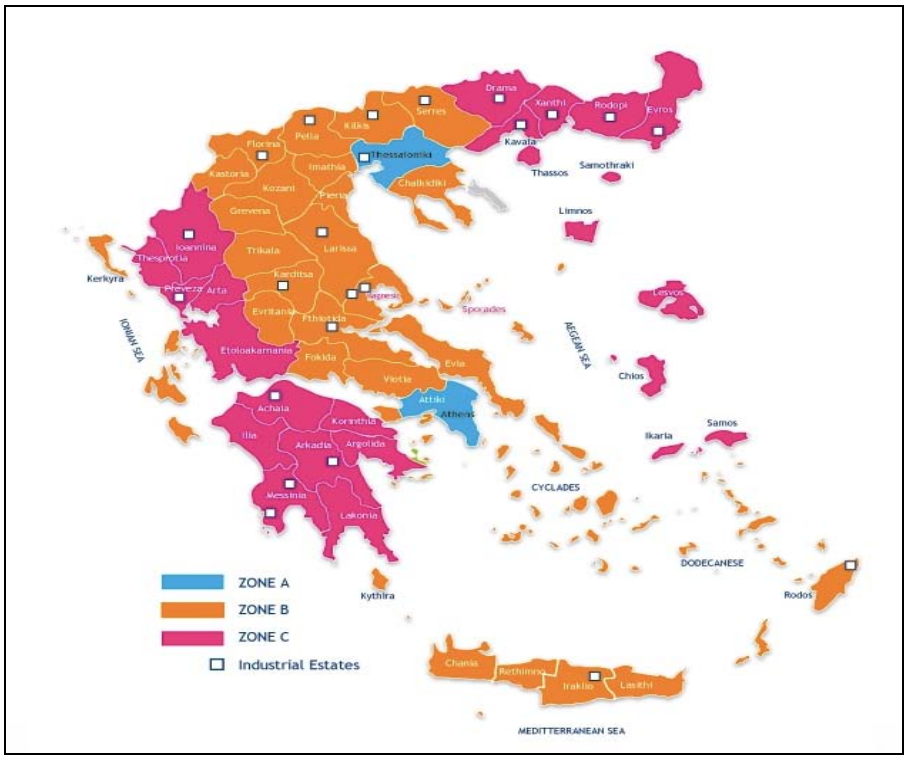
Πίνακας 6: ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙΔΟΤΗΣΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟΥ ΝΟΜΟΥ

Μέγεθος Επιχείρησης	**Γεωγραφικές ζώνες/Ποσοστό επιδότησης**		
	A	**B**	**C**
Μεγάλο	**20%**	**30%**	**40%**
Μεσαίο	**30%**	**40%**	**40%**
Μικρό	**40%**	**40%**	**40%**
Πολύ Μικρό	**40%**	**40%**	**40%**

Πηγή: 5^{H} ΕΘΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ Α.Π.Ε. 2010,Υ.Π.Ε.Κ.Α

Στη παρακάτω εικόνα φαίνεται η διαίρεση της επικράτειας στις τρεις ζώνες. Σημειώνεται ότι Βιομηχανικές Επιχειρηματικές Περιοχές των νομών Αττικής, Θεσσαλονίκης και των νησιών των νομών αυτών εντάσσονται στη Ζώνη Β
(Konstantinou E. Vavitsa, the contribution of renewable energy in sustainable).

Εικόνα 21: ΔΙΑΙΕΣΗ ΕΠΙΚΡΑΤΕΙΑΣ



Πηγή: www.investingreece.gov.gr

7.3 ΕΓΚΑΤΕΣΤΙΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Όπως έχει τονιστεί, η Ελλάδα θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ένας από τους ιδανικότερος τόπους για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων (και γενικότερα των Α.Π.Ε.). Εκτός από τα κλιματικά και εδαφικά πλεονεκτήματα η Ελλάδα είναι μια χώρα με η οποία απαρτίζεται από ένα μεγάλο νησιωτικό σύμπλεγμα καθώς επίσης και από ορεινές περιοχές. Οι τοποθεσίες αυτές όπως είναι φυσικό έχουν δυσκολότερη πρόσβαση στο δίκτυο, έτσι λοιπόν η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών θα ευνοούσε πολύ και τους κατοίκου των περιοχών αυτών αλλά και την κρατική μηχανή. Παρά ταύτα η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στην Ελλάδα παραμένει πολύ μικρή. Χαρακτηριστικά μέχρι το τέλος του 2009 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς δεν έφτανε τα 55MWp (*www.helapco.gr).*

Στον παρακάτω πίνακα παραθέτουμε την διαχρονική εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος σε MW στην Ελλάδα από το 1994-2009.

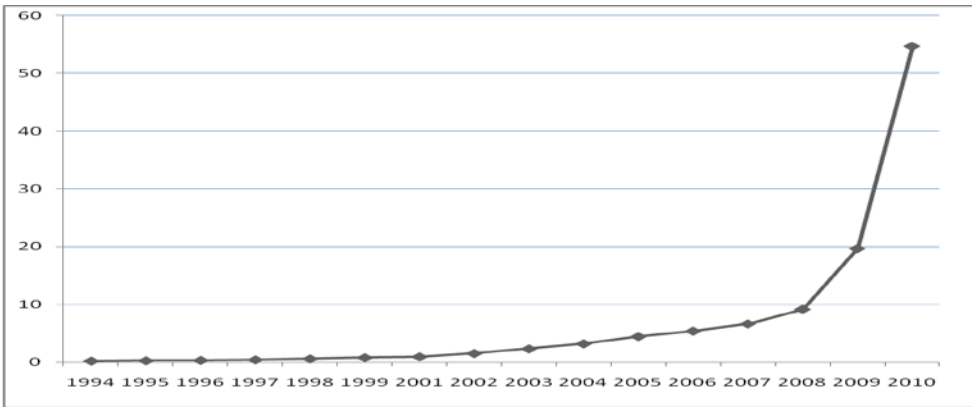
Πίνακας 7: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

1994	0,27	**2003**	2,37
1995	0,32	**2004**	3,25
1996	0,39	**2005**	4,50
1997	0,48	**2006**	5,44
1998	0,64	**2007**	6,69
1999	0,84	**2008**	9,20
2001	1,00	**2009**	19,70
2002	1,57	**2010**	54,70

Πηγή: ΣΕΦ

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η διαχρονική εξέλιξη της ετήσιας εγκατεστημένης ισχύος:

Διάγραμμα 13: ΕΤΗΣΙΑ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το συμπέρασμα που αποκομίζουμε είναι η ουσιαστική και ξεκάθαρη ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα. Αναλυτικότερα, τα πρώτα βήματα έγιναν μετά την εφαρμογή του νόμου *Ν.3468/2006* (2007), ο οποίος έδωσε την ώθηση για μια νέα τάξη πραγμάτων στο χώρο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Από το 2006 ως το 2010 η αύξηση της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος έχει φτάσει το 700%. *(A.M. Papadopoulos, M.M. Karteris. " An assessment of the Greek incentives for photovoltaics".)*

Η ουσιαστική διαφορά παρατηρήθηκε το 2009 έπειτα από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών εγκατεστημένης ισχύος 35MW όταν το 2008 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ήταν λιγότερο από 20MW. Η μικρή αύξηση εγκατεστημένης ισχύς την περίοδο 2007-2008 οφείλεται στο πάγωμα αιτήσεων της Ρ.Α.Ε. η οποία είναι υπεύθυνη για τις αδειοδότηση των αιτήσεων. Το πάγωμα οφείλεται στον μεγάλο αριθμό αιτήσεων, υπολογίζεται η Ρ.Α.Ε. δέχτηκε περίπου 8000 αιτήσεις με την απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς να φτάνει τα 3756,5 MWp. Ωστόσο με την εφαρμογή του νόμου Ν.3477/2009 και της Κ.Υ.Α. για τα φωτοβολταϊκά σε κτιριακές εγκαταστάσεις δίνουν σημάδια αισιοδοξίας για το μέλλον των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα (*www.antagonistikotita.gr).*

7.4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ

7.4.1 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΧΩΡΑ

Η Γερμανία είναι μια χώρα η οποία έχει διεισδύσει στον χώρο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πολύ δυναμικά. Τα προηγούμενα χρόνια η αιολική ενέργεια ήταν η πρώτη σε αξιοποίηση ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, αλλά τα τελευταία χρόνια η βιομάζα και τα φωτοβολταϊκά κερδίζουν συνεχώς έδαφος. Στόχος του γερμανικού κράτους είναι η μείωση εισαγωγής ενέργειας και η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αρχικός στόχος είχε τεθεί η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην συνολική ηλεκτρική ενέργεια σε ποσοστό 20% για το 2010 και 20% για το 2020. Ο στόχος αυτός ξεπεράστηκε δύο χρόνια νωρίτερα, εφόσον η χώρα είχε καταφέρει να

δημιουργήσει συμμετοχή των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε ποσοστό 15,2%. Έτσι λοιπόν θεσπίστηκε νέος στόχος για το 2020 ο οποίος προδιέγραφε συμμετοχή σε ποσοστό 30%. Στα τέλη του 2009 προσδιορίστηκε ότι η συμμετοχή είχε φτάσει το 16.1%.

Καταλυτικός παράγοντας την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Γερμανία ήταν υο πρόγραμμα *"Renewable Energy Sources Act"* το οποίο παρουσιάστηκε το 2000. Με το πρόγραμμα αυτό δόθηκε η δυνατότητα στους επενδυτές να λάβουν ευνοϊκές τιμές επιδότησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά. Αυτό δημιούργησε τις βάσεις έτσι ώστε η Γερμανία να εξελιχθεί ως ο παγκόσμιος ηγέτης στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς το 2008 ανέρχεται στα 5GW, ενώ το 2008 η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από φωτοβολταϊκά συστήματα έφτασε τις 6,2 TWh, τιμή η οποία αντιστοιχεί στο 6.6% της συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύς από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας *(www.rae.gr).*

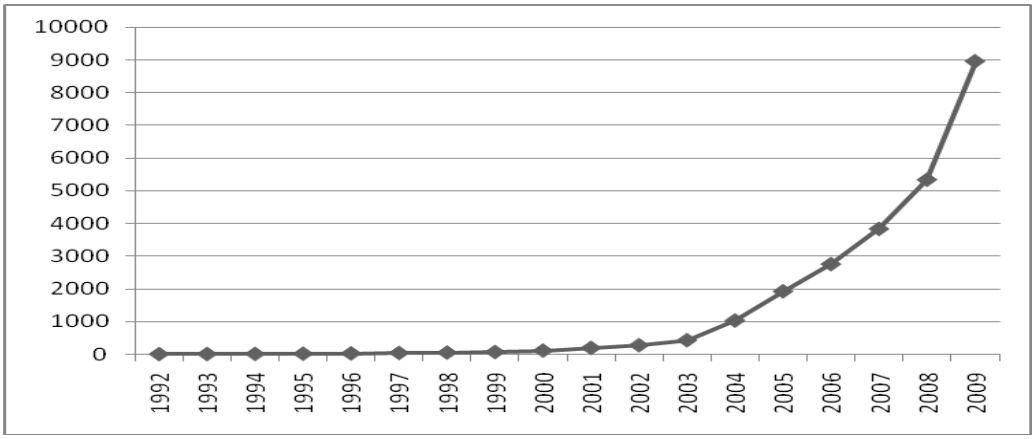
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος σε MWp από το 1992-2009

Πίνακας 8: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ

1992	5,6	**2001**	194,6
1993	8,9	**2002**	278
1994	12,4	**2003**	431
1995	17,7	**2004**	1034
1996	27,8	**2005**	1926
1997	41,8	**2006**	2759
1998	53,8	**2007**	3835,5
1999	69,4	**2008**	5340
2000	113,7	**2009**	8964

Πηγή: www.iea-pvps.org

Διάγραμμα 14: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ



Πηγή: ιδία επεξεργασία

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε ευκολότερα από το διάγραμμα 14 η αύξηση της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος από το 2004 έως το 2009 παρουσιάζει τρομερή αύξηση, δηλαδή μέσα σε μια πενταετία η συνολική εγκατεστημένη

ισχύς έχει παρουσιάσει αύξηση 900%, με περίπου το 99,% να είναι φωτοβολταϊκά συστήματα διασυνδεδεμένα στο δίκτυο.

7.4.2 ΕΘΝΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Ο σημαντικότερος λόγος της ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Γερμανία είναι τα εθνικά προγράμματα τα οποία δημιουργήθηκαν για την ενίσχυση της αγοράς. Ένα από τα σημαντικότερα προγράμματα είναι το "*Renewable Energy Sources Act*", το οποίο παρουσιάστηκε το 2000 και έπειτα τροποποιήθηκε τρεις φορές, το 2004, το 2006 και το 2008. Το πρόγραμμα αυτό καθορίζει την προτεραιότητα από την πλευρά των εταιριών ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς επίσης θεσπίζει εγγυημένη τιμή επίδοσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από αυτές για 20 χρόνια. η επιδοτούμενη τιμή για ένα φωτοβολταϊκό σύστημα όταν αυτό εισέρχεται στο πρόγραμμα *feed-in tariff*, παραμένει σταθερή για 20 χρόνια. Η μεγάλη ανάπτυξη της αγοράς και της παραγωγής φωτοβολταϊκών καθώς επίσης και η πτώση της τιμής τους, ήταν συνέπια των συνεχών τροποποιήσεων στις τιμές επιδότησης και στα ποσοστά μείωσης *(Toby Couture, Yves Gagnon. "An analysis of feed-in tariff remuneration models: Implications for renewable energy investment").*

Οι τιμές επιδότησης ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά για το 2009 είναι:

Πίνακας 9: ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ 2009

	<30kW	**30kW-100kW**	**100kW-1MW**	**<1MW**
Για συστήματα σε στέγες κτιρίων	0.4301€/kW	0.4091€/kW	0.3958€/kW	0.33€/kW
Για ελεύθερες εγκαταστάσεις	0.3194€/kW			

Πηγή:

Στις τιμές που αφορά τα φωτοβολταϊκά συστήματα σε στέγες με ισχύ ως 100kW θα υπάρχει μείωση της τάξης του 8% για το έτος 2010 και 9% για το 2011, ενώ για τα ελεύθερα φωτοβολταϊκά συστήματα 10% για το 2010 και 9% για το 2011. Στα ποσοστά υπάρχει το περιθώρια απόκλισης έως 1% ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ του έτους. Για να καλυφτούν εξολοκλήρου οι ανάγκες, δημιουργήθηκε μια νέα κατηγορία με τιμή επιδότησης 0,25€/kWh. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν μικρά συστήματα με ισχύ που δεν ξεπερνά τα 30kW όπου η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνεται μέσα στο κτίριο-εγκατάσταση.

Η γερμανική κυβέρνηση το Μάιο του 2010 πήρε την απόφαση να αυξήσει τα ποσοστά μείωσης των επιδοτούμενων τιμών της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Η μείωση ισχύει από τον Ιούλιο του 2010 και η επιδοτούμενη τιμή για τα φωτοβολταϊκά σε στέγες φτάνει το 16%. Το γερμανικό κράτος χαρακτήρισε ως απαραίτητη την αύξηση αυτή διότι μειώθηκε το κόστος των φωτοβολταϊκών. Ωστόσο η αύξηση αυτή έχει προκαλέσει ένταση στο χώρο των φωτοβολταϊκών και εκτιμάται ότι η ένταση αυτή θα επηρεάσει την παγκόσμια αγορά φωτοβολταϊκών, εφόσον η Γερμανία κατέχει τα πρωτεία στην αγορά φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Επιπλέον επενδυτική βοήθεια δίδεται και από την τραπεζική αγορά όπως η τράπεζα *KfW* (δημόσια αναπτυξιακή τράπεζα) αλλά και από γερμανικές ομοσπονδίες. Η τράπεζα *KfW* χορηγεί δάνεια σε ιδιώτες, για επενδύσεις κοινοτήτων σε υποδομές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και για επενδύσεις φωτοβολταϊκών από κοινότητες και τις επιχειρήσεις τους. Οι ομοσπονδίες από την πλευρά τους χορηγούν χρήματα για εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κτίρια καθώς επίσης χορηγούν δάνεια μια μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις.

7.4.3 ΓΕΡΜΑΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η Γερμανία είναι μια από τις κορυφαίες στο κόσμο χώρες στην εγκατάσταση, επένδυση και παραγωγή φωτοβολταϊκών συστημάτων με συνεχώς αυξανόμενη πορεία. Έως το 2008 είχε υπολογιστεί ότι

υπάρχουν περίπου 10.000 εταιρίες οι οποίες απασχολούν πάνω από 48.000 εργαζομένους. Ακόμα περισσότερες από 130 εταιρίες είναι παραγωγοί φωτοβολταϊκών κελίων, φωτοβολταϊκών πλαισίων και άλλων εξαρτημάτων. Έτσι λοιπόν η Γερμανία καταλαμβάνει περίπου το 20% της παγκόσμιας βιομηχανίας φωτοβολταϊκών.

Η βιομηχανική παραγωγή της Γερμανίας διαθέτει εταιρίες που καλύπτουν όλο το φάσμα κατασκευής ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, από την παραγωγή πυριτίου μέχρι την εμπορία, κατασκευή και λειτουργία του συστήματος. Επίσης στην Γερμανία παράγονται inverter (αναστροφείς), φωτοβολταϊκά κελιά, ενώ υπάρχουν ακόμα και εταιρίες που δραστηριοποιούνται στην τεχνολογία λεπτού υμενίου (*thin film*).

Ακολουθεί ένας πίνακας ο οποίος δείχνει συγκεντρωτικά την εξέλιξη της παραγωγής (σε MWp) του γερμανικού κράτους:

Πίνακας 10: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ

	1998	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Κελιά	2,5	4,2	15,9	33	57	110	198,2	341,9	514	842	1513
Πλαίσια	6,9	8,9	16,2	29,1	41,1	82,5	150,5	252,8	341	968,6	1203

Πηγή: www.iea-pvps.org

Η ανάπτυξη της βιομηχανίας είναι επόμενο να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η διαχρονική εξέλιξη στις θέσεις εργασίας στο γερμανικό κράτος:

Πίνακας 11: ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ

Έτος	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Θέσεις εργασίας	6000	7000	10000-12000	18000	25000	35000	42600	48000

Πηγή: www.iea-pvps.org

7.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΙΣΠΑΝΙΑ

7.5.1 *Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΧΩΡΑ*

Η Ισπανία είναι μια χώρα που είχε μεγάλη εξάρτηση από τις εισαγωγές ενέργειας (78% το 2006). Έτσι λοιπόν η ισπανική κυβέρνηση στράφηκε στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η συμμετοχή της χώρας το 2007 σε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας άγγιξε το 20,2%.

Ως στόχοι της Ισπανίας, για τον τομέα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι οι εξής:

- 12% συμμετοχή στην συνολική κατανάλωση ενέργειας για το 2010
- 29,4% συμμετοχή στη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το 2010
- 20% συμμετοχή στη συνολική κατανάλωση ενέργειας για το 2020
- 37% συμμετοχή στη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το 2020

Όσο αναφορά τον τομέα τον φωτοβολταϊκών, τα τελευταία τρία χρόνια, η χώρα έχει γνωρίσει σημαντική πρόοδο στις τιμές εγκατεστημένης ισχύος. Σημαντική ώθηση για την πρόοδο αυτή έδωσε το ιδιαίτερα ευνοϊκό σύστημα *feed-in tariff* (επιδότηση της τιμής της παραγόμενης κιλοβατώρας) το οποίο ανακοινώθηκε το Μάρτιο του 2004. Ο κύριος στόχος της ισπανικής κυβέρνησης ήταν η εγκατεστημένη ισχύς να φτάσει τα 400MWp ως το 2010. Ο στόχος αυτός όμως

ξεπεράστηκε το 2007. Η μεγάλη έκρηξη όμως έγινε το 2008 όπου η εγκατεστημένη ισχύς έφτασε τα 2661MWp και έφερε την Ισπανία πρώτη παγκοσμίως σε ετήσια εγκατεστημένη ισχύ, ακόμα και πάνω από την Γερμανία. Οι εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων το ίδιο έτος έφτασαν τις 29.980 διοχετεύοντας ενέργεια στο δίκτυο 2490 GWh. Η ενέργεια αυτή κάλυψε το 1% της ζήτησης για ηλεκτρική ενέργεια του έτους *(www.developpement-durable.gouv.fr).*

Παρακάτω φαίνεται η εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύς σε MWp από το 1992-2008

Πίνακας 12: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΙΣΠΑΝΙΑ

1994	1	**2002**	7
1995	1	**2003**	12
1996	1	**2004**	23
1997	1	**2005**	48
1998	1	**2006**	145
1999	2	**2007**	693
2000	2	**2008**	3354
2001	4	**2009**	3500

Πηγή: www.iea-pvps.org

Γίνεται εύκολα αντιλειπτή η ραγδαία αύξηση που γνώρησε η Ισπανία από το 2006 και μετά. Στη χώρα αναπτύζονται μεγάλοι φωτοβολταϊκοί σταθμοί οι οποίοι ενισχύουν στην ενεργειακή πρόοδο. Συγκεκριμένα, το 36% της εγκατεστημένης ισχύος αφορά σταθμούς μέχρι 2MWp, το 20% σταθμούς από 2-5MWp και το 44% σταθμούς ισχύος πάνω από 5MWp. Η νοοτροπία της

ισπανικής κυβέρνησης είναι η δημιουργία φωτοβολταϊκών σταθμών στο έδαφος (περίπου 98%), δεν είναι τυχαίο λοιπόν, ότι διαθέτει μερικούς από τους μεγαλύτερους φωτοβολταϊκούς σταθμούς στον κόσμο. Τέλος, η πλειοψηφία των εγκαταστάσεων αφορούν διασυνδεδεμένα συστήματα στο δίκτυο (περίπου 99,1%).

Η απότομη αύξηση της αγοράς φωτοβολταϊκών συστημάτων δημιούργησε προβλήματα λόγω της υπερβολικής αύξησης της εγκατεστημένης ισχύος. Έτσι λοιπόν προτάθηκε νέο σχέδιο *feed-in tariff* το οποίο θα ήταν υπεύθυνο για την εξομάλυνση της κατάστασης *(www.mbipv.net.my).*

7.5.2 *ΕΘΝΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΪΚΩΝ*

Υπεύθυνο για την παρούσα εξερετική κατάσταση που γνωρίζει η Ισπανία όσο αναφορά τα φωτοβολταϊκά συστήματα, αναμφισβήτιτα είναι το σχέδιο *feed-in tariff*. Στις 30 Σεπτεμβρίου 2008 τέθηκε το αρχικό σχέδιο το οποίο προέβλεπε τιμή κιλοβατώρας από 0,23-0,44€/kWh ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ. Το νέο σχέδιο που παρουσιάστηκε το 2008 ήρθε για να εξομαλύνει την κατάσταση στην αγορά. Έτσι λοιπον προέβλεπε τα ακόλουθα είδη εγκαταστάσεων:

1. Φωτοβολταϊκά σε στέγες που δεν ξεπερνούν τα 2MWp
   - Φωτοβολταϊκά με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση από 20kWp
   - Φωτοβολταϊκά με εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη ή από 20kWp
2. Άλλα είδη εγκαταστάσεων, κυρίως εδάφους τα οποία δεν ξεπερνάνε τα 10MWp

Το μέγιστο όριο που τέθηκε για το 2009 είναι τα 500MWp, τα οποία χωρίζονται σε 267MWp για εγκαταστάσεις σε στέγες (26,7MWp σε φωτοβολταϊκά με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση από 20kWp και 240,3MWp σε φωτοβολταϊκά με εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη από 20kWp και τέλος 233MWp για εγκαταστάσεις στο έδαφος.

Οι τιμές της κιλοβατώρας είναι οι εξής :

- 0,34€/kWh, για φωτοβολταϊκά με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση από 20kWp

- 0,32€/κ\kWh, για φωτοβολταϊκά με εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη ή από 20kWp
- 0.32€/kWh, για άλλα είδη εγκαταστάσεων, κυρίως εδάφους τα οποία δεν ξεπερνάνε τα 10MWp

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα βασικά στοιχεία του νέου σχεδίου:

Πίνακας 13: ΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΚΙΛΟΒΑΤΩΡΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΣΧΕΔΙΟ ΤΙΜΗ feed-in tariff

Τύπος Φ/Β εγκατάστασης	**Ρεγκ≤20kWp**	**Ρεγκ≥20kWp**	**Ρεγκ≤10MWp εδάφους**
Μέγιστο όριο	26,7MWp	240,3MWp	233MWp
Τιμή κιλοβατώρας	0,34€/kWh	0,32€/κ\kWh	0.32€/kWh

Πηγή: www.iea-pvps.org

Στις τιμές αυτές υπάρχει εγγύηση για 25 χρόνια, ενώ ο ετήσιος συντελεστής μείωσης είναι 10% (από την στιγμή που εισέρχεται στο πρόγραμμα *feed-in tariff*). Το όριο των 500MWp θα έχει ισχύ μέχρι και το 2012. Ο επενδυτής για να μπει στο σχέδιο *feed-in tariff* θα πρέπει να παρουσιάσει τραπεζικές εγγυήσεις ίσες με 500€/kW.

Το πρόγραμμα επένδυσης είναι απλό. Κάθε τρίμηνο θα γίνεται έλεγχος της τιμής της εγκατεστημένης ισχύος. Αν αυτή δεν ξεπερνά το 75% της υπάρχουσας εγκατεστημένης ισχύς οι τιμές επιδότησης θα παραμένουν σταθερές. Αν όμως ξεπεράσουν το όριο του 75% οι τιμές θα μειώνονται. Σε περίπτωση που για δύο συνεχόμενα τρίμηνα η εγκατεστημένη ισχύ δεν ξεπερνά το 50%, η τιμή επιδότησης θα αυξάνεται με την προοπτική της αύξησης των επενδύσεων. *(www.erneuerbare-energien.de)*

7.5.3 Η ΙΣΠΑΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Η Ισπανική βιομηχανία φωτοβολταίκών απαρτίζεται κυρίως από παραγωγούς φωτοβολταϊκών πλαισίων και κελίων, παραγωγούς δίσκων και ράβδων πυριτίου και τέλος διάφορα εξαρτήματα χρήσιμα για την λειτουργία ενός φωτοβολταϊκού συστήματος. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η εξέλιξη της παραγωγής σε MWp από 1997-2008:

Πίνακας 14: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΙΣΠΑΝΙΑ

	1997	**1998**	**1999**	**2000**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Κελία	4,5	5	5	5	50,9	59,3	81	70	75,3	>120	195
Πλαίσια	7	9	9	9	47,3	58,9				>400	498

Πηγή: www.iea-pvps.org

Από τον πίνακα εξάγεται το συμπέρασμα ότι η ισπανική βιομηχανία το έτος 2008 γνώρισε ιδιαίτερη άνθηση. Ωστόσο η μη ομαλή ανάπτυξη των φωωτολοταϊκών αλλά και η τροπολογία του νέου σχεδίου έφερε την μείωση τιμών της βιομηχανίας στη χώρα. Η συγκεκριμένη πτώση είχε αντίκτυπο και σε παγκόσμιο επίπεδο, μιας και η Ισπανία την δεδομένη περίοδο αποτελούσε έναν από τους καλύτερους πελάτες φωτοβολταϊκών συστημάτων. Αυτό είχε ως συνέπεια τη μείωση τιμών των φωτοβολταϊκών συστημάτων ανά τον κόσμο.

Ανάλογη πορεία είχαν και οι εργαζόμενοι στις βιομηχανίες φωτοβολταϊκών. Την περίοδο αιχμής (άνοιξη- καλοκαίρι 2008) παρατηρήθηκαν προσλήψεις στον τομέα αυτό. Έτσι λοιπόν ο αριθμός των εργαζομένων έφτασε τους 41.800 περίπου. Όμως λόγω της μείωσης ζήτησης που προείπαμε, άρχιζε να δημιουργεί και μειώσεις προσωπικού. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη στις θέσεις εργασίας:

Πίνακας 15: ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΙΣΠΑΝΙΑ

Έτος	**2003**	**2004**	**2005**	**2007**	**2008**
Θέσεις εργασίας	2680	2800	3500	17000	12200

Πηγή: www.iea-pvps.org

7.6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ

7.6.1 *Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΧΩΡΑ*

Η Ιταλία είναι μια χώρα η οποία έχει αναπτύξει αρκετά στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Εδώ και αρκετά χρόνια μάλιστα, χρησιμοποιεί τις συγκεκριμένες μορφές ενέργειας και επίσης έχουν τεθεί υψηλοί στόχοι για το μέλλον. Οι στόχοι που έχουν τεθεί από την ιταλική κυβέρνηση είναι οι εξής:

- 25% συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για το 2010
- Έχει τεθεί ως εθνικός στόχος στον τομέα των φωτοβολταϊκών να ξεπεραστεί το όριο των 3GW συνολικής εγκατεστημένης ισχύος ως το 2016
- 17% συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην συνολική παραγωγή ενέργειας ως το 2020.

Η χώρα ακόμα δεν έχει καταφέρει να πετύχει τον πρώτο στόχο αλλά παρά ταύτα, παρουσιάζει ενθαρρυντικά βήματα για την συνέχεια. Η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας έφτασε το 16% το 2007 ενώ η συμμετοχή τους στη συνολική κατανάλωση ενέργειας της χώρας άγγιξε το 7.5%.

Όπως και οι περισσότερες χώρες του πλανήτη, η Ιταλία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την εισαγωγή ενέργειας. Για το 2007 καταγράφτηκε εξάρτηση της τάξεως του 85%. Συνέπεια της μεγάλης εξάρτησης ήταν να στραφεί η χώρα σε

ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το πρώτο σημαντικό βήμα έγινε με το πρόγραμμα "*Conto Energia*". Με την εφαρμογή του προγράμματος, τα φωτοβολταϊκά γνωρίζουν μεγάλη άνθιση και η βιομηχανία ολοένα και αναπτύσσεται.

Στον επόμενο πίνακα παρατίθεται η εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος σε MWp από το 1992-2008:

Πίνακας 16: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ

1992	8.5	**2001**	20
1993	12.2	**2002**	22
1994	14.2	**2003**	26
1995	15.9	**2004**	30.8
1996	16.1	**2005**	37.4
1997	16.8	**2006**	50
1998	17.8	**2007**	120.3
1999	18.6	**2008**	458.3
2000	19.1	**2009**	590

Πηγή: www.iea-pvps.org

Από τον παραπάνω πίνακα αντλούμαι το συμπέρασμα ότι η αγορά γνώρισε πολύ μεγάλη άνθηση από το 2006 και μετά λόγω του συστήματος που προώθησε η κυβέρνηση στης Ιταλίας. Αξίζει να σημειωθεί ότι η διαφορά εγκατεστημένης ισχύος μεταξύ των ετών 2006 και 2007 είναι 140,5% μεγαλύτερη και αντίστοιχα το 2008, 281% μεγαλύτερη από το 2008. Η πλειοψηφία των εγκαταστάσεων επάγονται σε φωτοβολείται συστήματα διασυνδεδεμένα στο δίκτυο (91%) (*www.nrei.gov).*

7.6.2 ΕΘΝΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗΣ ΑΓΟΡΑΣ

Όπως προαναφέραμε, η ιταλική κυβέρνηση με τα μέτρα που έλαβε οδήγησε τη χώρα σε αυτή την σημαντική ανάπτυξη στην αγορά των φωτοβολταϊκών. Η πιο σημαντική ενέργεια της κυβέρνησης ήταν το σύστημα επιδότησης της παραγόμενης από φωτοβολταϊκά ηλεκτρικής ενέργειας (*feed-in tariff*) η οποία προστίθεται στην τιμή πώλησης της ενέργειας αυτής στις εταιρίες ηλεκτρισμού. Η ανακοίνωση για το σχέδιο έγινε το 2006 με τιμή επιδότησης από 0,445-0,490 €/kWh και μέγιστο όριο εγκατεστημένης ισχύος τα 85MW. Η νέα έκδοση του σχεδίου *feed-in tariff* ήρθε το 2007 με το οποίο καταργείτε το μέγιστο όριο εγκατεστημένης ισχύς των 85MW. Επιπλέον δίνονται εγγυημένες τιμές επιδότησης για 20 χρόνια σε φωτοβολταϊκά συστήματα με ισχύ μεγαλύτερη του 1kWp.

Η καινοτομία του νέου σχεδίου είναι να χωρίσει τις εγκαταστάσεις σε 3 διαφορετικές κατηγορίες :

1. <u>τις πλήρως ενσωματωμένες,</u>
   Αφορούν φωτοβολταϊκά συστήματα εγκατεστημένα. Η λειτουργία τους δεν περιορίζεται μόνο στην παραγωγή ενέργειας αλλά λειτουργούν με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να παρέχουν ενέργεια στο ίδιο το κτίριο για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών.

2. <u>τις μερικώς ενσωματωμένες</u>
   Αφορούν φωτοβολταϊκά συστήματα εγκατεστημένα οριζόντια ή σε κλίση πάνω σε στέγες ή με την ίδια κλίση με τις στέγες.

3. <u>τις μη ενσωματωμένες</u>
   Αφορούν φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις τοποθετημένες στο έδαφος

Για το 2007 και 2008 η επιδοτούμενη τιμή ήταν 0,36-0,49€/kWh ανάλογα με την κατηγορία. Επίσης προβλεπόταν μπόνους της τάξης του 5% στην τιμή για:

- δημόσια κέντρα υγείας ή σχολεία
- αυτοπαραγωγούς με τιμή εγκατεστημένης ισχύος μεγαλύτερη από 3kWp
- εγκαταστάσεις σε κτίρια που αντικαθιστούν στέγες από αμίαντο.

- κοινότητες με λιγότερους από 5000 κατοίκους .

Αν το φωτοβολταϊκό σύστημα το οποίο τοποθετείτε σε ένα κτήριο συμβάλει στην ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιρίου, τότε ο επενδυτής μπορεί να λάβει και ως 30% μπόνους στην τιμή επιδότησης ανάλογα με το βαθμό εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται. Από το 2009 η ετήσια μείωση της τιμής είναι 2% ενώ το ανώτατο όριο εγκατεστημένης ισχύος είναι 120MWp. Οι τιμές (σε €/kWh) για το 2009 και 2010 είναι:

Πίνακας 17: ΤΙΜΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ ΓΙΑ ΤΟ 2009

Ισχύς σε kWp	**Πλήρως ενσωματωμένα**	**Μερικώς ενσωματωμένα**	**Μη ενσωματωμένα**
1-3	0,48	0,43	0,39
3-20	0,45	0,41	0,37
>20	0,43	0,39	0,35

Πηγή: www.epia.org

Πίνακας 18: ΤΙΜΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ ΓΙΑ ΤΟ 2010

Ισχύς σε kWp	**Πλήρως ενσωματωμένα**	**Μερικώς ενσωματωμένα**	**Μη ενσωματωμένα**
1-3	0,47	0,42	0,38
3-20	0,44	0,40	0,36
>20	0,42	0,38	0,34

Πηγή: www.gse.it

Με τα νέα μέτρα που λήφθηκαν προβλέπεται μείωση του Φ.Π.Α. από το 20% στο 10% για το συνολικό κόστος επένδυσης σε φωτοβοταϊκά για κατοικίες. Επιπλέον η διαδικασία εγκατάστασης απλοποιείται εφόσον δεν απαιτούνται ειδικές άδειες για φωτοβολταϊκά ενσωματωμένα σε κτίρια καθώς επίσης σε μικρούς σταθμούς ισχύος ως 20kWp. Ακόμα δίνονται επιπλέον κίνητρα για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών ισχύος τουλάχιστον 1kWp σε νέα κτίρια. Έτσι λοιπόν σε ορισμένες περιοχές η επιδοτούμενη τιμή φτάνει το 20% του κόστους. Τέλος με το πράσινο σχέδιο ανάπτυξης που προωθεί η ιταλική κυβέρνηση δίνουν στους καταναλωτές τη δυνατότητα αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας η οποία προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε υψηλότερες τιμές από τη λιανική τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας.

7.6.3 ΙΤΑΛΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Η ιταλική βιομηχανία φωτοβολταϊκών μπορεί να βρίσκεται ακόμα σε χαμηλό επίπεδο αλλά έχει κάνει τα πρώτα βήματα ανάπτυξης. Ως το 2008 ο αριθμός των βιομηχανιών που παρήγαγε δεν ξεπερνούσε τις επτά (4 εταιρίες παραγωγής φωτοβολταϊκών κελιών και 3 εταιρίες κατασκευής φωτοβολταϊκών πλαισίων). Οι υπόλοιπες εταιρίες απλώς συναρμολογούσαν εισαγόμενα φωτοβολταϊκά κελιά και μετατροπείς. Επιπλέον ως το 2008 δεν υπήρχε παραγωγή δίσκων και ράβδων πυριτίου. Η παραγωγή μονάδων φωτοβολταϊκών κελιών και πλαισίων για το 2008 έφτανε τα 105MWp και 333MWp αντίστοιχα.

Πίνακας 19: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ

	1997	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Κελιά	2,2	4	3,6	5,1	6,5	5,1	4,3	7,9	11,6	11	13	28,4
Πλαίσια	1,6	2,2	3,6	4,5	6,5	5,1	4,3			27	72	144

Πηγή: www.iea-pvps.org

Όπως είναι φανερό, η παραγωγή δεν επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών της εγχώριας ζήτησης. Έτσι λοιπόν γίνονται μεγάλες εισαγωγές. Παρά το πρόβλημα έλλειψης παραγωγής οι ιταλικές βιομηχανίες επιδίδονται και σε εξαγωγές με την

αξία αυτών να φτάνει τα 478.000.000€ για το 2008. Η ανάπτυξη όμως των φωτοβολταϊκών έχει βάλει σε σκέψεις την βιομηχανική αγορά της Ιταλίας για επέκταση της παραγωγής τους καθώς επίσης την έναρξη παραγωγής δίσκων και ράβδων πυριτίου.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται η εξέλιξη των θέσεων εργασίας στο χώρο των φωτοβολταϊκών:

Πίνακας 20: ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ

Έτος	**2001**	**2002**	**2003**	**2006**	**2007**	**2008**
Θέσεις εργασίας	485	520	560	720	1080	5700

Πηγή: www.iea-pvps.org

Το συμπέρασμα που αντλείτε από τον πίνακα είναι η μεγάλη αύξηση των θέσεων εργασίας από το 2007 έως το 2008, δείγμα της αποδοτικότητας του σχεδίου *feed-in tariff (www.gse.it.)*

7.7 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΙΣ Η.Π.Α.

7.7.1 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΧΩΡΑ

Οι Η.Π.Α. είναι μια χώρα που τα τελευταία χρόνια δραστηριοποιείται πολύ έντονα στο χώρο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι συνεχόμενες μεταβολές της κλιματικής ισορροπίας σε συνδυασμό με την προώθηση του συστήματος "*Renewable Portfolio Standards*" για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έχουν δημιουργήσει τις κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη αυτού του κλάδου. Έτσι λοιπόν η διαρκής πτώση του κόστους, οδηγεί στην διαμόρφωση ενός πολύ σημαντικού ρόλου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ενεργειακή πολιτική της χώρας στις επόμενες δεκαετίες. Στόχος για τις Η.Π.Α. για το 2020 είναι η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε ποσοστό 10% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ως το 2005 η συμμετοχή είχε φτάσει το 8,5%,

έτσι λοιπόν ο στόχος του 10% μοιάζει μάλλον εφικτός. Πρωτεύοντα ρόλο στην παραγόμενη ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί, ωστόσο η αιολική ενέργεια αποτελεί την πιο αναπτυσσόμενη μορφή τα τελευταία χρόνια.

Όσο αναφορά τα φωτοβολταϊκά οι Η.Π.Α. έχουν αναπτυχθεί αρκετά σε βαθμό που κάνει την χώρα μία από τις ηγέτιδες στον κόσμο. Το ενδιαφέρον της χώρας στρέφεται σε μεγάλο βαθμό στην ανάπτυξη της τεχνολογίας μέσω έρευνας και ανάπτυξης και στην δημιουργία υγιούς βιομηχανίας η οποία θα μπορεί να καλύπτει τις ανάγκες της χώρας. Μεγάλη ώθηση στην ανάπτυξη του τομέα των φωτοβολταϊκών έδωσε ο νόμος "*Investment Tax credit*" ο οποίος αύξησε την εγκατεστημένη ισχύ κατά το έτος 2008. Ο νόμος είχε πιθανή λήξη την 1η Ιανουαρίου του 2009, έτσι λοιπόν οι ενδιαφερόμενοι επενδυτές, φοβούμενοι την κατάργηση του νόμου οδηγήθηκαν στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πριν από την ημερομηνία αυτή. Τελικά ο "*Investment Tax Credit*" παρατάθηκε ως το 2017 για φωτοβολταϊκά συστήματα (*Toby Couture, Yves Gagnon. "An analysis of feed-in tariff remuneration models: Implications for renewable energy investment").*

Στον πίνακα που ακολουθεί παριστάνεται η εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος σε MWp από το 1992-2009:

Πίνακας 21: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΤΩΝ ΗΠΑ

1992	43.5	**2001**	137.9
1993	50.3	**2002**	212.3
1994	57.8	**2003**	275.2
1995	66.7	**2004**	376.1
1996	76.4	**2005**	479
1997	88.2	**2006**	625
1998	100.1	**2007**	830.7
1999	117.4	**2008**	1168.6
2000	138.9	**2009**	1650.5

Πηγή: www.iea-pvps.org

Όπως μας δείχνει και ο πίνακας οι Η.Π.Α. είχαν διεισδύσει δυναμικά από πολύ νωρίς στον χώρο τον φωτοβολταϊκών, πράγμα το οποίο έκανε την χώρα μια από τις πρώτες στον κόσμο που ασχολήθηκαν ενεργά με τη συγκεκριμένη μορφή ενέργειας. Όπως προαναφέραμε το 2008 η συνολική εγκατεστημένη ισχύ παρουσίασε σημαντική αύξηση περίπου στο 40,7%. Στις Η.Π.Α. το μεγαλύτερο μέρος φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων αφορούν συστήματα διασυνδεδεμένα στο δίκτυο (περίπου 68,5%), αλλά ένα σεβαστό μερίδιο συστημάτων που ανέρχεται σε εγκατεστημένη ισχύ περίπου 370MWp αφορά αυτόνομα συστήματα (μη διασυνδεδεμένα). Η πολιτεία με τις περισσότερες εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι η Καλιφόρνια *(www.erneuerbare-energien.de).*

7.7.2 ΕΘΝΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Οι Η.Π.Α. λαμβάνουν μέτρα για την ενίσχυση της αγοράς φωτοβολταϊκών τόσο σε εθνικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο πολιτειών. Τα σημαντικότερα προγράμματα για την χώρα είναι ο νόμος περί "*Investment Tax Credit*" και το σύστημα "*Renewable Portfolio Standards*".

Για φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις ο νόμος "*Investment Tax credit*" προβλέπει επιστροφή φόρου της τάξης του 30% του αρχικού κόστους του έργου. Αρχική προθεσμία για το νόμο αυτό ήταν το 2008 όμως τελικά ο νόμος παρατάθηκε και έχει ισχύει ως το 2017. Με την παράταση του νόμου εξαλείφθηκε και το όριο των 2000 USD για εγκαταστάσεις σε κατοικίες, το οποίο ίσχυε ως το 2008. Την χρήση του νέου νόμου μπορούν πλέον να κάνουν και οι εταιρίες ηλεκτρισμού, κάτι που δεν μπορούσε να γίνει ως το 2008. Πολύ σημαντική παράμετρος του νέου νόμου είναι το ότι δεν αποκλείει το ενδεχόμενο στον επενδυτή για παράλληλη λήψη και άλλης μορφής ενίσχυσης όπως για παράδειγμα κάποιο είδος επιχορήγησης.

Πολύ μεγάλη ώθηση στην προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις Η.Π.Α. έφερε και το σύστημα "*Renewable Portfolio Standards*" ή RPS. Το σύστημα αυτό το χρησιμοποιούν 32 πολιτείες καθώς και η περιφέρεια της Κολούμπια. Το RPS υποχρεώνει τις εταιρίες ηλεκτρισμού ένα μέρος της ενέργειας που πουλάνε στους καταναλωτές να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας *(www.taxheaven.gr).*

Πέρα από τα συλλογικά μέτρα που λαμβάνονται σε επίπεδο χώρας, λαμβάνονται μέτρα και σε επίπεδο πολιτείας. Σχέδια επιδότησης της παραγόμενης κιλοβατώρας (*feed-in tariff*) εφαρμόζονται σε πολλές πολιτείες από το 2008 και προδιαγράφουν ένα μέλλον με πολλά προνόμια. Ακόμα δεκαεννέα (19) πολιτείες χρησιμοποιούν προγράμματα επιδότησης φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων, τα λεγόμενα "*Rebate Programs*". Παρόλα αυτά, οι πολιτείες ακολουθούν την πολιτική μείωση επιδοτήσεων είτε γιατί η ζήτηση είναι πολύ μεγάλη, είτε γιατί έχουν φτάσει τους στόχους που είχαν θέσει για τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις.

Ακόμα ένα ελπιδοφόρο μέτρο που πήγε η χώρα είναι το "*Clean Energy Funds*" το λεγόμενο μέτρο δημιουργίας αποθεμάτων το οποίο δημιουργήθηκε για την υποστήριξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (και κατ' επέκταση των φωτοβολταϊκών). Τα αποθέματα δημιουργούνται από μια επιπλέον χρέωση στους λογαριασμούς του ηλεκτρικού ρεύματος των καταναλωτών που επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν ενέργεια που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Επιπλέον σε πολλές πολιτείες οι επενδυτές έχουν την δυνατότητα να λάβουν ένα δάνειο υποστήριξης με ευνοϊκούς όρους από τις τοπικές δημοτικές αρχές για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Η αποπληρωμή του δανείου γίνεται μέσα από την φορολογία του πολίτη και σε χρονική περίοδο που μπορεί να φτάσει και τα είκοσι χρόνια.

Επιπλέον μέτρα για την ενίσχυση και την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που προώθησε η χώρα είναι το "*Manufacturing Tax Credit*" το οποίο προβλέπει επιστροφή φόρου ίση με το 30% του αρχικού κόστους κεφαλαίου για έργα επέκτασης, και το "*Tribal Energy Program*" το οποίο προβλέπει οικονομική, τεχνολογική και εκπαιδευτική υποστήριξη για ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε φυλές "*American Indian*" και σε αυτόχθονες κατοίκους της Αλάσκας.

Ένα τελευταίο μέτρο σε εθνικό επίπεδο είναι αυτό που θέσπισε το υπουργείο ενέργειας (*DOE*). Με το μέτρο αυτό γίνεται επιλογή 25 "*Solar America Cities*" οι οποίες θα λάβουν την χορηγία 5.000.000 δολαρίων η κάθε μία καθώς επίσης και την τεχνική βοήθεια με σκοπό να δημιουργήσουν τις κατάλληλες υποδομές στο χώρο της αγοράς φωτοβολταϊκών στις περιοχές αυτές.

Η λήψη μέτρων δεν είναι μόνο προνόμιο των πολιτειών αλλά και των εταιριών ηλεκτρισμού. Το σημαντικότερο και κυριότερο μέτρο ενίσχυσης είναι το λεγόμενο "*Power Purchase Agreements*" το οποίο αφορά καταναλωτές οι οποίοι ανήκουν στον εμπορικό χώρο και τους παρέχει την οροφή του κτιρίου τους ή άλλη ιδιοκτησία για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών από ενεργειακή εταιρία. Τα έξοδα της εγκατάστασης καλύπτονται από την ενεργειακή εταιρία. Έπειτα, επενδυτής και ενεργειακή εταιρία συμφωνούν για την τιμή της παραγόμενης ενέργειας για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα (περίπου 20 χρόνια). Με τον τρόπο αυτό ο καταναλωτής αγοράζει την παραγόμενη ενέργεια χωρίς έξοδα

εγκατάστασης και οι ενεργειακές εταιρίες κάνουν χρήση των διαφόρων προνομίων (φορολογικά και άλλα). Το μέτρο αυτό έχει ισχύ και σε κατοικίες (*www.dsireusa.org).*

7.7.3 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΙΣ ΗΠΑ

Οι ΗΠΑ είναι παραδοσιακά μια χώρα η οποία έχει ανεπτυγμένη βιομηχανία. Έτσι και στον χώρο των φωτοβολταϊκών συστημάτων αποτελεί μια από τις πιο δραστήριες βιομηχανίες του κόσμου με ένα μεγάλο αριθμό εταιριών. Ωστόσο ιδιαίτερο βάρος δίνεται στο κομμάτι της έρευνας και της ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών συστημάτων, με σημαντικές επενδύσεις για την βελτίωση της τεχνολογίας τους.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η παραγωγή φωτοβολταϊκών σε MWp στις ΗΠΑ:

Πίνακας 22: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΙΣ ΗΠΑ

	1997	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Κελία	50,8	53,7	60,8	74,5	103,7	104,4	134,6	138,7	156	201	266	430
Πλαίσια	51,5	53,9	43,6	55,7	73,7	75,5	95,2	138,7	196	200,5	266	428,7

Πηγή: www.iea-pvps.org

Τα συμπεράσματα που αντλούνται είναι ότι το 2008 η παραγωγή αυξήθηκε σημαντικά. Η δυνατότητα της βιομηχανίας για φωτοβολταϊκά κελιά γία το 2008 έφτασε τα 665,6MWp όση και η αντίστοιχη για φωτοβολτϊκά πλαίσια. Η αξία εξαγωγών στις ΗΠΑ έφτασε τα 1.534.000.000 δολάρια στον τομέα των φωτοβολταϊκών για το 2008.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η εξέλιξη των θέσεων εργασίας στο χώρο των φωτοβολταϊκών στις ΗΠΑ:

Πίνακας 23: ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΙΣ ΗΠΑ

Έτος	**2002**	**2003**	**2004**	**2006**	**2007**
Θέσεις εργασίας	1100	1950	2909	8350	8190

Πηγή: www.iea-pvps.org

7.8 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΙΑΠΩΝΙΑ

7.8.1 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΧΩΡΑ

Η Ιαπωνία είναι μια χώρα με παράδοση στην χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κάτι που κάνει τη χώρα μαζί με την Γερμανία και τις Η.Π.Α. να βρίσκεται στην κορυφή των κρατών με την μεγαλύτερη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ωστόσο η Ιαπωνία είναι μια χώρα που δραστηριοποιείται έντονα στην τεχνολογική ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Σαν στόχος της Ιαπωνικής κυβέρνησης είναι ως το 2010 η συμμετοχή κατά 3% νέων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εκτός υδροηλεκτρικής και γεωθερμικής ενέργειας) στη συνολική κατανάλωση ενέργειας. Μέχρι το 2005 η συμμετοχή όλων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ήταν 8,4% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας.

Η Ιαπωνία δραστηριοποιείται στο χώρο των φωτοβολταϊκών από το 1974 (με το πρόγραμμα "*Sunshine Project*"), μια περίοδο όπου η ενασχόληση άλλων χωρών με τα φωτοβολταϊκά συστήματα ήταν ελλιπής ή και ανύπαρκτη ακόμα. Έτσι λοιπόν η χώρα για τρείς δεκαετίες ήταν ο ηγέτης στα χώρο τον φωτοβολταϊκών, ώσπου το 2005 την ξεπέρασε η Γερμανία στη συνολική εγκατεστημένη ισχύ. Από εκείνη την περίοδο και ως τα τέλη της δεκαετίας η φωτοβολταϊκή αγορά παρέμενε σε σταθερό επίπεδο χωρίς ιδιαίτερη ανάπτυξη. Τα τελευταία χρόνια όμως, η ιαπωνική κυβέρνηση λαμβάνει μέτρα για την ενίσχυση των φωτοβολταϊκών συστημάτων με στόχο να επιστρέψει η χώρα στην πρώτη θέση στην συνολική εγκατεστημένη ισχύ.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η εξέλιξη της συνολικής εγκατεστημένης ισχύς σε MWp:

Πίνακας 24: ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΤΗΝ ΙΑΠΩΝΙΑ

1992	19	**2001**	452.9
1993	24.4	**2002**	636.9
1994	31.3	**2003**	859.7
1995	43.4	**2004**	1132
1996	59.5	**2005**	1422
1997	91.4	**2006**	1708.6
1998	133.5	**2007**	1919
1999	208.7	**2008**	2144.3
2000	330.3	**2009**	

Πηγή: www.iea-pvps.org

Στόχοι της Ιαπωνίας για τα φωτοβολείται συστήματα είναι:

- για το 2010 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς να φτάσει τα 4820MWp, 14GWp για το 2020 και τα 53GWp για το 2030.
- Μείωση του κόστους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά στα ίδια επίπεδα με την παραγωγή θερμικής ενέργειας ως το 2030.

Άξιο αναφοράς είναι ότι το 96% περίπου των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων αφορά συστήματα συνδεδεμένα στο δίκτυο, ενώ το 80% των εγκαταστάσεων αυτών βρίσκονται σε στέγες και κτίρια.*(Rolf Wustenhagen, Maarten Wolsink, Mary Jean Burer. "Social acceptance of renewable energy innovation: An*

introduction to the concept”).

7.8.2 ΙΑΠΩΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Η Ιαπωνία είναι μια χώρα με μεγάλη βιομηχανική ανάπτυξη. Έτσι λοιπόν και στον χώρο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κατέχει μια από τις πιο άρτιες και καλά οργανωμένες βιομηχανίες φωτοβολταϊκών στον κόσμο. Σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της βιομηχανίας φωτοβολταϊκών ήταν ότι οι βιομηχανίες που δραστηριοποιούνταν σε αυτά ήταν θυγατρικές μεγάλων βιομηχανιών. Έτσι λοιπόν είχαν ήδη την εμπειρία όσο αναφορά τη διοίκηση και σημαντικά κεφάλαια για την επένδυση σε σύγχρονες παραγωγικές μονάδες σε έρευνα και ανάπτυξη. Η ιαπωνική βιομηχανία φωτοβολταϊκών βασίζεται πολύ στις εξαγωγές.

Κύρια δραστηριοποίηση της ιαπωνικής φωτοβολταϊκής βιομηχανίας είναι η παραγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων. Αν και γνώρισε μια ύφεση το 2006-2007 λόγω έλλειψης πυριτίου σαν πρώτη ύλη, η παραγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων καταλαμβάνει την δεύτερη θέση στην παγκόσμια λίστα παραγωγής πίσω από την Κίνα *(www.iea.org).*

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η εξέλιξη της παραγωγής σε MWp:

Πίνακας 25: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΙΑΠΩΝΙΑ

	1997	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Κελιά	29,5	46,10	79,7	128,2	169,5	244,4	365	604	824	920	922,9	1227,5
Πλαίσια	34,4	50,9	85	136	182	259,6	402,2	590	773	645,4	421,9	568,4

Πηγή: www.iea-pvps.org

Φυσική συνέπεια στην εξέλιξη της βιομηχανίας είναι και η εξέλιξη στον τομέα της απασχόλησης. Έτσι λοιπόν παρατηρείται μια αύξηση των θέσεων εργασίας οι οποίες αποτυπώνονται στο ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 26: ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΙΑΠΩΝΙΑ

Έτος	**2001**	**2002**	**2003**	**2006**	**2007**	**2008**
Θέσεις εργασίας	4000	9800	11300	17700	18000	18050

Πηγή: www.iea-pvps.org

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη βιβλιογραφία

- A.M. Papadopoulos, M.M. Karteris. “ An assessment of the Greek incentives for photovoltaics”. Elsevies, 9 March 2009
- G. Makrigiannis, G. theocharatos, A. Mavrakis. “ development strategies and problems of renewance energy sources in Greece”. Milos: International Workshop on Energy Performance and Environmental Quality of Buildings, July 2006
- Linda Manon Kamp, Simona Ottavia Negro, Veronique Vasseur, Marjan Prent. “ The functioning of photovoltaic technological innovation systems- A comparison between Japan and the Netherlands”. Druid: Paper to be presented at the Summer Conference 2009 on Copenhagen Business School, June 2009
- Jon Strand. “Energy efficiency and renewable energy supply for the G 7 countries, with emphasis on Germany. IMF Working Paper, December 2007
- Chi-Jen Yang. “Reconsidering solar grid parity”. Elsevier, 24 March 2010
- Konstantinou E. Vavitsa, the contribution of renewable energy in sustainable development, thesis, thessaloniki 2010
- J.P.M. Sijim. “The performance of feed-in tariffs to promote renewable electricity in European coyntries”. ECN, November 2002
- Toby Couture, Yves Gagnon. “An analysis of feed-in tariff remuneration models: Implications for renewable energy investment”. Elsevier, 18 November 2009
- Wilson H. Rickerson, Janet L. Sawin, Robert C. Grace. “If the shoe fits:

Using feed-in tariffs to meet U.S renewable electricity targets". Elsevier, May 2007

- Rolf Wustenhagen, Maarten Wolsink, Mary Jean Burer. "Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept". Elsevier, 26 February 2007

Διαδικτυακός τύπος

- ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
  (www.cres.gr)
- ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ
  (*www.helapco.gr)*
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
  (*www.ypan.gr)*
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ
  (*www.ypeka.gr)*
- ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 'ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
  (*www.antagonistikotita.gr)*
- ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
  (www.rae.gr)
- HEKIOSYSTEMS
  (*www.selasenergy.gr)*
- ΚΟΜΒΟΣ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΦΟΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ TAXHEAVEN
  (www.taxheaven.gr)
- ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΦΟΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
  (*www.ependyseis.gr)*
- INVEST IN GREECE AGENCY
  (*www.investingreece.gov.gr)*

- PSI GROUP
  (www.psigroup.gr)
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY
  (www.iea.org)
- IEA RHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM PROGRAMME
  www.iea-pvps.org
- EYROPEAN REWABLE ENERGY COUNCIL
  (www.erec.org)
- EUROPEAN RHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION
  (*www.epia.org)*
- EDF BLUE CIEL
  (www.edf-bluewciel.fr)
- MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DE L'ENERGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER
  (www.developpement-durable.gouv.fr)
- FERERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, NATURE CONSERVATION ABD NUCKEAR SAFETY
  (www.bmu.de)
- M. BUILDING INTERGATED PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY APPLICATION PROJECT
  (www.mbipv.net.my)
- REWEBLE ENERGY, FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, NATURE CONSERVATION AND NUCLEAR SAFETY
  (www.erneuerbare-energien.de)
- BSW BUNDESVERBAND SOLARWIRTISCHAFT
  (*www.solarwirtschaft.de)*
- GESTORE DEI SERVIZI ENERGETICI
  (www.gse.it)
- MINISTRY OF ECONOMY, TRADE AND INDUSTRY
  (*www.meti.go.jp)*
- NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY
  (*www.nrei.gov)*

- U.S DOE ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY (*www.eere.energy.gov)*
- DATABASE OF STATE INCENTIVES FOR RENEWBLES & EFFICIENCY (*www.dsireusa.org)*

8. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ

8.1 ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Οι χώρες που επιλέχθηκαν για την παρούσα συγκριτική μελέτη μας δίνουν την δυνατότητα να τις κατατάξουμε σε τρεις επιμέρους κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν η Η.Π.Α., η Γερμανία και η Ιαπωνία. Οι τρείς αυτές χώρες αποτελούν την κορυφή στην πυραμίδα ανάπτυξης και προόδου στα φωτοβολείται συστήματα. Η αρκετά καλή οικονομική κατάσταση των χωρών αυτών που επιτρέπει την μεγάλη χρηματοδότηση σε συνδυασμό με την άριστη διαχείριση των νομοθετικών πλαισίων που παρουσίασαν κατά καιρούς, έχουν ως αποτέλεσμα οι χώρες αυτές να ηγούνται με διαφορά στην αναπτυξιακή πρόοδο των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν η Ισπανία και η Ιταλία. Είναι χώρες όπου οι προσπάθειες για ανάπτυξη της φωτοβολταϊκής επιστήμης είναι σημαντικές και πολύ ελπιδοφόρες. Η καλή νομοθετική διαχείριση σε συνδυασμό με την μεγάλη ηλιοφάνεια των χωρών αυτών έχουν δημιουργήσει τις βάσεις για την εξέλιξη τους σε ηγέτες της παγκόσμιας κατάταξης φωτοβολταϊκών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της ανάπτυξης είναι η Ισπανία, η οποία με μια σειρά σπουδαίων μέτρων που έλαβε η κυβέρνηση έβαλε την χώρα σε τροχιά ανόδου εδώ και μια επταετία.

Άξιο αναφοράς είναι ότι στην κατηγορία αυτή θα μπορούσαμε να κατατάξουμε και χώρες όπως η Δημοκρατία της Κορέας και η Γαλλία, οι οποίες στην παρούσα συγκριτική μελέτη δεν αναλύθηκαν.

Στην τελευταία κατηγορία θα κατατάξουμε την Ελλάδα. Η Ελλάδα είναι μια χώρα η οποία βρίσκεται ακόμα βρίσκεται σε πολύ χαμηλό επίπεδο συγκριτικά με τις υπόλοιπες χώρες που αναφέρθηκαν. Ωστόσο από το 2006 και έπειτα, όταν δηλαδή η χώρα μπήκε στο πρόγραμμα *feed-in tariff*, έχει κάνει αξιόλογα βήματα ανάπτυξης.

Το γεγονός της χαμηλής ανάπτυξης έρχεται σε αντίθεση με τις προοπτικές της χώρας λόγω της μεγάλης ηλιοφάνειας και της μορφής του εδάφους. Κύριος ανασταλτικός παράγοντας ήταν η αργή κρατική αντίδραση για την λήψη αναγκαίων μέτρων όσο αναφορά την ενίσχυση της αγοράς φωτοβολταϊκών και τα γραφειοκρατικά προβλήματα που καθιστούν της εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων χρονοβόρα και πολύπλοκη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να κλονίζεται η εμπιστοσύνη των υποψήφιων επενδυτών και να αποθαρρύνεται η ενασχόληση με την συγκεκριμένη αγορά.

Η Ελλάδα την δεδομένη στιγμή είναι πολύ δύσκολο να πλησιάσει τις χώρες της πρώτης κατηγορίας. Ωστόσο θα μπορούσε να συμβαδίσει με τις αγορές της Ισπανίας και της Ιταλίας λόγω των παρόμοιων κλιματικών συνθηκών. Πρέπει όμως να τονιστεί ότι και σε αυτή τη περίπτωση οι διαφορές είναι αρκετά μεγάλες.

Το πιο ανησυχητικό όμως για την ελληνική ανάπτυξη φωτοβολταϊκών είναι ότι υστερεί ακόμα και από χώρες που δεν έχουν τις δικές της προδιαγραφές ανάπτυξης (ηλιοφάνεια και κατάλληλο έδαφος). Χώρες όπως Ολλανδία και Ελβετία οι οποίες έχουν σχετικά ίδιο πληθυσμό με την Ελλάδα αλλά χωρίς τη μεγάλη ηλιοφάνεια της, έχουν καταφέρει να αναπτυχθούν περισσότερο στο χώρο των φωτοβολταϊκών.

Επομένως μπορούμε πλέον εμπεριστατωμένα να πούμε ότι όλα αυτά τα προβλήματα έχουν δημιουργήσει τον ρόλο κομπάρσου για την Ελλάδα στην παγκόσμια φωτοβολταϊκή αγορά. Ωστόσο τα τελευταία 6 χρόνια παρατηρούνται σημάδια άνθησης . Ήδη από το 2009 έχει καταγραφεί μια αξιοσημείωτη αύξηση της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος ενώ σταδιακά αρχίζει να αναπτύσσεται και η ελληνική βιομηχανία φωτοβολταϊκών. Όπως ανέφεραν το 2010 οι Luigi Dusonchet και Enrico Telaretti (καθηγητές στο τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστήμιο του Παλέρμο, Ιταλία) μέσα από το βιβλίο τους ‘ *Economic analysis of different supporting policies for the production of electrical energy by solar photovoltaics in eastern European Union countries’* η Ελλάδα μαζί με την Ιταλία, τη Γαλλία και την Πορτογαλία παρουσιάζουν τις σημαντικότερες προοπτικές ανάπτυξης στο χώρο των φωτοβολταϊκών για τα επόμενα χρόνια.

8.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Όπως ανέφεραν και οι Danyel Reiche (καθηγητής ενεργειακής οικονομίας) και Mischa Bechberger (πολιτικός επιστήμονας- ερευνητής) στην ερευνά τους

'*Η εξάπλωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας τιμολόγια τροφοδότησης*' για να είναι επιτυχές ένα πρόγραμμα θα πρέπει να σχετίζεται με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της χώρας καθώς και με τη συγκεκριμένη μορφή του μέτρου που εφαρμόζεται. Αυτό που απαιτείτε για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ο σχεδιασμός μακροχρόνιων επενδύσεων, η κατάλληλη ανάπτυξη της τεχνολογίας και τεχνογνωσίας καθώς και τα απαραίτητα έργα στον τομέα τροφοδοσίας ενέργειας. Στην παρούσα μελέτη έχουμε συναντήσει κυρίως πέντε μέτρα για την ενίσχυση της αγοράς των φωτοβολταϊκών οι οποίες παρουσιάζουν κάποιες διαφοροποιήσεις από χώρα σε χώρα.

Παρακάτω ακολουθεί ένας πίνακας στον οποίο παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα μέτρα αυτά για κάθε χώρα:

Πίνακας 27: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΤΩΝ 6 ΧΩΡΩΝ

	Ελλάδα	**Γερμανία**	**Ισπανία**	**Ιταλία**	**ΗΠΑ**	**Ιαπωνία**
Feed-in Tariff	•	•	•	•	•	

Επιχορηγήσεις	•	•	•	•	•	•
RPS					•	•
Φορολογικά κίνητρα	•		•		•	•
Σχέδια πράσινης ενέργειας		•	•	•	•	•

Πηγή: www.erec.org

Όπως δείχνει και ο παραπάνω πίνακας από τα πιο συνηθισμένα προγράμματα ενίσχυσης των αγορών των φωτοβολταϊκών είναι το πρόγραμμα επιδότησης της παραγόμενης από τα φωτοβολταϊκά ηλεκτρικής ενέργειας (*feed-in tariff*). Πέντε από τις έξι χώρες στης συγκριτικής μελέτης χρησιμοποιούν το πρόγραμμα *feed-in tariff* ενώ η Ιαπωνία η οποία δεν το χρησιμοποιεί ακόμα προβλέπει σε μελλοντική χρήση.

Σύμφωνα με τους ερευνητές J.P.M. Sijim (2002) και Couture Gagnon (2009) το πρόγραμμα *feed-in tariff* αναφέρεται στην υποχρέωση των εταιριών ηλεκτρισμού για να αγοράσουν ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε μια τιμή που θα τους καθορίσει το κράτος και επίσης θα είναι εγγυημένη για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή είναι η τεχνολογία, το μέγεθος και η περιοχή εγκατάστασης του συστήματος. Αρκετά σημαντικό για ένα πρόγραμμα *feed-in tariff* είναι να αντιπροσωπεύει την εξέλιξη του κόστους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά καθώς και την καμπύλη

μάθησης αυτών σε μια χώρα. Μεγάλες επιδοτήσεις χωρίς ετήσια αναθεώρησης μπορούν να δημιουργήσουν μη ομαλή ανάπτυξη της αγοράς, υπερβολική εγκατάσταση συστημάτων, εμπόδια στην ανάπτυξη της τεχνολογίας και υψηλά κόστη για τις εταιρίες ηλεκτρισμού.

Θα πρέπει να τονιστεί παρά το γεγονός ότι οι περισσότερες χώρες οφείλουν την ανάπτυξη των αγορών τους στο πρόγραμμα *feed-in tariff* οι Η.Π.Α. και η Ιαπωνία έχουν σαν κύριο πρόγραμμα ενίσχυσης των αγορών το πρόγραμμα "*Renewable Portfolio Standards*" (RPS). Το πρόγραμμα αυτό έχει λειτουργήσει αποτελεσματικά στις περιοχές αυτές αν κρίνει κανείς από τις συνθήκες που επικρατούν. Το RPS ευνοεί τον ανταγωνισμό και την ελεύθερη αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και θα έπρεπε να οδηγεί σε χαμηλότερες τιμές. Παρά ταύτα το πρόγραμμα αυτό σύμφωνα με τους Rickerson, Sawin και Grace (2007) φαίνεται λιγότερο αποτελεσματικό από το πρόγραμμα *feed-in tariff*. Ο λόγος είναι ότι το feed-in tariff φαίνεται να είναι πιο ασφαλές και δημιουργεί μια αίσθηση εμπιστοσύνης στους επενδυτές.

Ένα μέτρο που χρησιμοποιείται συχνά από τις χώρες είναι αυτό της χορήγησης φορολογικών κινήτρων, όπως επιστροφές φόρων, εξαιρέσεις από φορολογία για μικρές εγκαταστάσεις και μείωση Φ.Π.Α. για εξοπλισμό φωτοβολταϊκών συστημάτων. Το συγκεκριμένο μέτρο δεν εφαρμόζεται αυτοτελές αλλά σε συνδυασμό με κάποια άλλη μορφή ενίσχυσης.

Όσο αναφορά την Ελλάδα, τα τελευταία χρόνια έχει λάβει ένα σημαντικό αριθμό μέτρων για την ενίσχυση της αγοράς των φωτοβολταϊκών. Αρκετά καλές τιμές επιδότησης, σημαντικές επιχορηγήσεις από τον αναπτυξιακό νόμο και εξαιρέσεις από φορολογικές υποχρεώσεις για την ηλεκτρική ενέργεια που διοχετεύουν στο Δίκτυο από φωτοβολταϊκά συστήματα σε κτιριακές εγκαταστάσεις αποτελούν σημαντικά κίνητρα για τους υποψήφιους επενδυτές στο χώρο. Το σημαντικότερο όμως πρόβλημα που έχει να λύσει η κυβέρνηση με την δημιουργία ενός νέου σχεδίου είναι αυτό της μεγάλης και πολύπλοκης γραφειοκρατίας η οποία καθυστερεί την εκτέλεση των έργων και δημιουργεί ένα κλήμα αβεβαιότητας για τους υποψήφιους επενδυτές.

8.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Σύμφωνα με την παρούσα ανάλυση, είναι φανερό ότι η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών έχει μεγάλες προοπτικές ανάπτυξης για το μέλλον. Το γεγονός ότι συγκαταλέγεται στις ήπιες μορφές ενέργειας και μπορεί η κάθε χώρα να τα χρησιμοποιήσει έτσι ώστε να διαφυλάξει την ενεργειακή της ανεξαρτησία (σε όποιο ποσοστό είναι αυτό δυνατό), δίνει την δυνατότητα στα φωτοβολταϊκά συστήματα μέρα με τη μέρα να κάνουν σημαντικά βήματα εξέλιξης. Τέλος σε αυτούς τους δύσκολους καιρούς που διανύει η ανθρωπότητα τόσο με την ατμοσφαιρική ρύπανση και την υπερθέρμανση του πλανήτη, όσο και με την δύσκολη οικονομική κατάσταση αρκετών χωρών, τα φωτοβολταϊκά δίνουν την απάντηση με την προσφορά καθαρής ενέργειας και με την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας αντίστοιχα. Έτσι λοιπόν, αγορές όπως της Γερμανίας, Η.Π.Α. και Ιαπωνίας (οι οποίες αποτελούν τις ηγέτιδες στον χώρο) θα πρέπει να γίνουν παράδειγμα προς μίμηση σχετικά με τον τρόπο που χειρίζονται το θέμα των φωτοβολταϊκών.

Το μεγάλο μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι το υψηλό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο γίνονται προσπάθειες για να μειωθεί και αυτό είναι φανερό τα τελευταία χρόνια. σημαντικό ρόλο στην μείωση του κόστους των φωτοβολταϊκών παίζουν και οι κυβερνήσεις. Θεωρείται ακόμα απαραίτητη η εφαρμογή κάποιων προγραμμάτων ενίσχυσης της αγοράς των φωτοβολταϊκών. Το μέτρο που κυριαρχεί και φαίνεται και στην παρούσα μελέτη, είναι το σύστημα επιδότησης της παραγόμενης από φωτοβολταϊκά ηλεκτρικής ενέργειας (*feed- in tariff*), το οποίο προσφέρει τα πιο ευνοϊκά κίνητρα και τις περισσότερες φορές συνδυάζεται με κάποια άλλη μορφή ενίσχυσης όπως επιχορηγήσεις ή φορολογικά κίνητρα. Είναι πολύ σημαντικό να γίνει κατανοητό από τις κυβερνήσεις ότι θα πρέπει να συνδέσουν τα πολιτικά μέτρα που εφαρμόζουν με την ανάπτυξη και την ενίσχυση της βιομηχανίας τους. Μια υγιείς και σωστή βιομηχανία μπορεί να προσφέρει θέσεις εργασίας, να καλύψει τις ανάγκες της χώρας για φωτοβολταϊκά συστήματα και να δημιουργήσει σημαντικά οικονομικά οφέλη για τη χώρα.

Είναι πλέον αναγκαίο να τονιστεί ότι στην παρούσα μελέτη συνυπολογίστηκε και η

οικονομική κατάσταση πολλών χωρών λόγω της οικονομικής κρίσης που διανύουμε τα τελευταία χρόνια και ταλαιπωρεί αρκετές χώρες όπως η Ελλάδα. Έτσι λοιπόν είναι σκόπιμο τα δεδομένα να σταματάνε στο έτος 2008 όπου έως τότε τα αποτελέσματα της οικονομικής κρίσης δεν ήταν εμφανή. Παρά ταύτα θα πρέπει να αναφερθεί ότι εκτιμάται μια ύφεση στο χώρο των φωτοβολταϊκών συστημάτων για ένα χρονικό διάστημα τόσο στη ζήτηση όσο και στον βιομηχανικό τομέα. Ωστόσο, η διάθεση των κυβερνήσεων σε συνδυασμό με την μόλυνση του περιβάλλοντος και την διασφάλιση ενεργειακής αυτονομίας, θέτουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα σε μια ελπιδοφόρο τροχιά στα επόμενα χρόνια.

Στην Ελλάδα όπως έχει αναφερθεί τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι ακόμα σε πολύ πρώιμο στάδιο και σε συνδυασμό με τις δύσκολες στιγμές που περνάει η χώρα είναι εύκολο κανείς να αντιληφτεί την δυσκολία της κατάστασης. Ωστόσο μέτρα και ενέργειες των τελευταίων ετών, όπως προγράμματα ενίσχυσης της αγοράς έδωσε μια σημαντική ώθηση στη συγκεκριμένη τεχνολογία. Ακόμα το μεγάλο γραφειοκρατικό πρόβλημα που καθίσταται ως το κύριο πρόβλημα αρχίζει να ξεπερνάτε. Όμως η Ελλάδα μέσα από προγράμματα δράσεων και ενεργειών μπορεί να διασφαλίσει την συνέχιση της ανάπτυξης της αγοράς των φωτοβολταϊκών στη χώρα.

Οι ενέργειες που προτείνονται στην παρούσα μελέτη είναι οι ακόλουθες:

- *Λήψη δανείων με ευνοϊκούς όρους* : στην δεδομένη περίοδο η ελληνική κυβέρνηση δεν είναι σε θέση να παρέχει τα δάνεια που προέβλεπε ο αναπτυξιακός νόμος. Τον ρόλο αυτό θα μπορούσαν να το παίξουν οι τράπεζες, με την ενίσχυση νέων επενδυτών με τη λήψη δανείων με χαμηλά επιτόκια και ευνοϊκούς όρους αποπληρωμής.

- *Σωστή αντιμετώπιση γραφειοκρατικών προβλημάτων*: είναι γνωστό ότι σε χώρες με τα κλιματικά και εδαφικά προσόντα της Ελλάδας να δίνονται σημαντικά ποσά επιδότησης. Τα γραφειοκρατικά προβλήματα όμως είναι μεγάλα και η αποθάρρυνση του επενδυτή φανερή. Μεγάλο πλήθος αδειών, πολλές εμπλεκόμενες υπηρεσίες, αδιαφάνεια της διαδικασίας εκδόσεων αδειών και μη εφαρμογή αυστηρής τήρησης χρονοδιαγράμματος, συνθέτουν μια κατάσταση που δυσχεραίνει την ομαλή διεξαγωγή της έκδοσης αδειών.

- *Προσπάθειες για στήριξη της έρευνας και ανάπτυξης της βιομηχανίας*: είναι φανερό ότι η ανάπτυξη της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών θα δημιουργήσει και νέες θέσεις εργασίας για τη χώρα. Σύμφωνα με το Σύνδεσμο Εταιριών Φωτοβολταϊκών και μέσα από έρευνες της ΕΡΙΑ και της Greenpeace υπολογίζεται ότι στην Ελλάδα παρέχονται 50 εργατοέτη ανά εγκατεστημένο MWp (στοιχεία 2005). Γεγονός είναι ότι όσο εξελίσσετε η τεχνολογία τόσο θα μειώνεται ο αριθμός αυτός, αλλά δίνει σημαντική βοήθεια στην μείωση της ανεργίας. Είναι απαραίτητο να γίνει συνδυασμός οικονομική ενίσχυσης της βιομηχανίας από το κράτος (φορολογικά κίνητρα, ευνοϊκά δάνεια), με το πρόγραμμα ισχυρής έρευνας και ανάπτυξης τόσο σε επίπεδο βιομηχανιών όσο και σε κρατικό επίπεδο μέσα από επιστημονικά εργαστήρια και πανεπιστήμια.

- *Πρόγραμμα ενημέρωσης του κοινού και κάμψης αντιδράσεων:* είναι απαραίτητο σε κάθε νέα μορφή ενέργειας να γίνεται η κατάλληλη ενημέρωση του κοινού. Έτσι λοιπόν τα προγράμματα ενημέρωσης για τα οφέλη της συγκεκριμένης τεχνολογίας αλλά και για τα μειονεκτήματα αυτής κρίνεται αναγκαία. Τέλος θα πρέπει να γίνουν προσπάθειες για την τόνωση της ασφάλειας και εμπιστοσύνης των επενδυτών, υπαρχόντων και υποψηφίων, σχετικά με το μέλλον των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα.

- *Θέσπιση αισιόδοξων και πραγματοποιήσιμων στόχων*: σύμφωνα με τον *ΝΟΜΟ 3851/2010* θεσπίζονται αισιόδοξοι στόχοι για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα. Έτσι λοιπόν είναι σημαντικό οι στόχοι που θα υιοθετηθούν για τα φωτοβολταϊκά να αντικατοπτρίζουν τη γενικότερη ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική, να μην θέτουν εμπόδια και να δίνουν επιπλέον κίνητρα για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης τεχνολογίας.

Ακολουθώντας την διαχρονική εξέλιξη των χωρών που τέθηκαν προς σύγκριση και έχοντας υπόψιν τις ευνοϊκές συνθήκες που προσφέρει η Ελλάδα για την ανάπτυξη της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών συστημάτων, με κάθε επιφύλαξη θεωρώ ότι η λήψη των παραπάνω ενεργειών σε συνδυασμό με τα υπάρχουσα μέτρα θα διασφαλιστεί η

ομαλή και γρήγορη πρόοδος της συγκεκριμένης τεχνολογίας στην χώρας μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη βιβλιογραφία

- A.M. Papadopoulos, M.M. Karteris. “ An assessment of the Greek incentives for photovoltaics”. Elsevies, 9 March 2009
- G. Makrigiannis, G. theocharatos, A. Mavrakis. “ development strategies and problems of renewance energy sources in Greece”. Milos: International Workshop on Energy Performance and Environmental Quality of Buildings, July 2006
- Linda Manon Kamp, Simona Ottavia Negro, Veronique Vasseur, Marjan Prent. “ The functioning of photovoltaic technological innovation systems- A comparison between Japan and the Netherlands”. Druid: Paper to be presented at the Summer Conference 2009 on Copenhagen Business School, June 2009
- Jon Strand. “Energy efficiency and renewable energy supply for the G 7 countries, with emphasis on Germany. IMF Working Paper, December 2007
- Chi-Jen Yang. “Reconsidering solar grid parity”. Elsevier, 24 March 2010
- J.P.M. Sijim. “The performance of feed-in tariffs to promote renewable electricity in European coyntries”. ECN, November 2002
- Toby Couture, Yves Gagnon. “An analysis of feed-in tariff remuneration models: Implications for renewable energy investment”. Elsevier, 18 November 2009
- Wilson H. Rickerson, Janet L. Sawin, Robert C. Grace. “If the shoe fits: Using feed-in tariffs to meet U.S renewable electricity targets”. Elsevier, May 2007
- Rolf Wustenhagen, Maarten Wolsink, Mary Jean Burer. “Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept”. Elsevier, 26 February 2007

Διαδικτυακός τύπος

- ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
  (www.cres.gr)
- ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ (*www.helapco.gr)*
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (*www.ypan.gr)*
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ (*www.ypeka.gr)*
- ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ‘ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
  (*www.antagonistikotita.gr)*
- ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
  (www.rae.gr)
- HEKIOSYSTEMS (*www.selasenergy.gr)*
- ΚΟΜΒΟΣ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΦΟΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ TAXHEAVEN
  (www.taxheaven.gr)
- ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΦΟΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (*www.ependyseis.gr)*
- INVEST IN GREECE AGENCY (*www.investingreece.gov.gr)*
- PSI GROUP
  (www.psigroup.gr)
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY
  (www.iea.org)
- IEA RHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM PROGRAMME
  www.iea-pvps.org
- EYROPEAN REWABLE ENERGY COUNCIL
  (www.erec.org)
- EUROPEAN RHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION
  (*www.epia.org)*
- EDF BLUE CIEL
  (www.edf-bluewciel.fr)
- MINISTERE DE L’ECOLOGIE, DE L’ENERGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER
  (www.developpement-durable.gouv.fr)
- FERERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, NATURE CONSERVATION ABD NUCKEAR SAFETY
  (www.bmu.de)
- M. BUILDING INTERGATED PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY APPLICATION PROJECT
  (www.mbipv.net.my)

- REWEBLE ENERGY, FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, NATURE CONSERVATION AND NUCLEAR SAFETY *(www.erneuerbare-energien.de)*
- BSW BUNDESVERBAND SOLARWIRTISCHAFT (*www.solarwirtschaft.de)*
- GESTORE DEI SERVIZI ENERGETICI *(www.gse.it)*
- MINISTRY OF ECONOMY, TRADE AND INDUSTRY (*www.meti.go.jp)*
- NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY (*www.nrei.gov)*
- U.S DOE ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY (*www.eere.energy.gov)*
- DATABASE OF STATE INCENTIVES FOR RENEWBLES & EFFICIENCY (*www.dsireusa.org)*