

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ &
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥΣ



**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:
ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ANNA**

**ΕΠΙΒΑΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:
ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΟΛΓΑ**

ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2009



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 7304/1
Ημερ. Εισ.: 09-07-2009
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΜΧΠΠΑ
2009
ΠΑΠ



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια, θέματα που αφορούν στην παραγωγή, κατανάλωση και διαχείριση της ενέργειας, καθώς και στη συσχέτισή της με τα σύγχρονα περιβαλλοντικά ζητήματα, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η επικείμενη εξάντληση των συμβατικών ενεργειακών αποθεμάτων, βρίσκονται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος. Η στροφή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, αποτελεί την πλέον ρεαλιστική λύση για το ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα του πλανήτη και προς αυτή την κατεύθυνση εργάζονται όλοι οι διεθνείς οργανισμοί και κοινότητες.

Σ' αυτό το πλαίσιο, στην παρούσα διπλωματική εργασία, συλλέγονται και παρουσιάζονται επικυρωμένα δεδομένα που αφορούν σε τεχνολογίες ΑΠΕ, με στόχο την αξιολόγησή τους. Τα πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα κάθε τεχνολογίας, η επίδραση που έχει στο περιβάλλον, η συνεισφορά στην ενεργειακή παραγωγή, την ασφάλεια του εφοδιασμού αλλά και τη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και τέλος στην απασχόληση του ανθρώπινου δυναμικού και την ανάπτυξη των κοινωνιών, αποτελούν κοινά χαρακτηριστικά όλων των ΑΠΕ. Το ζητούμενο είναι η προώθηση και ανάπτυξή τους, ώστε να εκμεταλλευτεί η Ελλάδα τις ευκαιρίες, να επιλυθούν τα σημερινά προβλήματα και να προετοιμαστεί για τις αυριανές προκλήσεις.

Λέξεις κλειδιά: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, κλιματική αλλαγή, ηλιακή ενέργεια, γεωθερμία, αιολική ενέργεια, ενέργεια βιομάζας, ενέργεια υδάτων, swot ανάλυση, αξιολόγηση.



ABSTRACT

In recent years, issues relating to production, consumption and management of energy, as well as to its correlation with contemporary environmental issues like global warming and the impending depletion of conventional energy stocks are the focus of attention. The shift to renewable energy is the most realistic solution to the energy and environmental problem in the world and to this end work all international organizations and communities.

In this context, in this dissertation validated data concerning renewable energy resources are collected and presented, aiming at their evaluation. The advantages and disadvantages of each technology, its impact on the environment, the contribution to energy production, supply security and reduction of dependence on imported fuels as well as to the employment of human resources and the development of societies are common features of all RES. The aim is their enhancement and development, so as Greece takes advantage of the opportunities in order to resolve current problems and get prepared for tomorrow's challenges.

Key words: Renewable Energy Resources, climate change, solar energy, geothermal energy, wind energy, biomass energy, energy from water, swot analysis, evaluation.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
1.1 Γενικό Πλαίσιο	15
1.2 Σκοπός και Στόχοι της Εργασίας.....	17
1.3 Δομή Εργασίας.....	18
2. Η ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ Η ΣΤΡΟΦΗ ΣΤΙΣ	
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ).....	21
2.1Ο ενεργειακός τομέας διεθνώς	21
2.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά	21
2.1.2 Ελέγχοντας τα ενεργειακά αποθέματα του πλανήτη.....	23
2.1.3 Παγκόσμια Ενεργειακή Παραγωγή και Κατανάλωση	30
2.1.4 Η αναπότρεπτη αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης	33
2.1.4.1 Ανομοιομορφία στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας	34
2.1.4.2 Αύξηση του πληθυσμού της γης	34
2.1.4.3 Απώλειες συστημάτων παραγωγής και μεταφοράς ενέργειας	35
2.1.4.4 Μη αποδοτική χρήση της ενέργειας.....	36
2.1.4.5 Αδιαφορία και σπατάλη ενέργειας.....	36
2.1.5 Σενάρια αναμενόμενης εξέλιξης	37
2.2 Ο ενεργειακός τομέας στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	37
2.2.1 Παρούσα κατάσταση.....	37
2.2.2 Σενάρια για το μέλλον.....	40
2.3 Ο ενεργειακός τομέας στην Ελλάδα	40
2.3.1 Ενεργειακές πηγές.....	40
2.3.2 Ενεργειακή κατανάλωση στην Ελλάδα.....	42
2.3.3 Σενάρια για το μέλλον.....	44
2.4 Αλληλεξάρτηση Αειφόρου Ανάπτυξης – Ενέργειας – Κλίματος και	
Περιβάλλοντος	45
2.4.1 Ενέργεια και Περιβάλλον.....	45
2.4.2 Η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου – Η επερχόμενη κλιματική	
αλλαγή.....	46
2.4.3 Συσχετισμός μεταξύ ενέργειας, συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα	
(CO ₂) και θερμοκρασίας περιβάλλοντος.....	49
2.4.4 Η αειφόρος ανάπτυξη και το ενεργειακό ζήτημα	50
2.5 Η θέση της Ελλάδας απέναντι στην Κλιματική Αλλαγή	55
2.6 Στροφή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	56
2.6.1 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας παγκοσμίως.....	59



2.6.2 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ευρώπη	60
2.6.3 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα	61
3. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ	66
3.1 Εισαγωγή.....	66
3.2 Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	69
3.2.1 Ηλιακή ενέργεια	69
3.2.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά	69
3.2.1.2 Ταξινόμηση συστημάτων ηλιακής ενέργειας.....	71
3.2.1.3 Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας	77
3.2.2 Γεωθερμική ενέργεια.....	84
3.2.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά	84
3.2.2.2 Τεχνικές εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας.....	85
3.2.2.3 Τύποι γεωθερμικών αποθεμάτων	87
3.2.2.4 Ταξινόμηση γεωθερμικών συστημάτων.....	87
3.2.2.5 Κατηγορίες γεωθερμικών χρήσεων.....	88
3.2.2.6 Περιοχές με υψηλή θερμική ροή στον κόσμο.....	91
3.2.2.7 Η αξιοποίηση των γεωθερμικών περιοχών στην Ελλάδα	91
3.2.3 Αιολική ενέργεια	94
3.2.3.1 Γενικά χαρακτηριστικά	94
3.2.3.2 Τεχνολογία αιολικών μηχανών	95
3.2.3.4 Εφαρμογές ανεμογεννητριών.....	98
3.2.3.5 Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στον κόσμο	99
3.2.3.5 Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα.....	100
2.2.4 Ενέργεια από βιομάζα	103
2.2.4.1 Γενικά χαρακτηριστικά	103
2.2.4.2 Ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας – Εφαρμογές.....	104
2.2.4.3 Παραγωγή και χρήση βιομάζας παγκοσμίως	107
2.2.4.4 Η εκμετάλλευση της βιομάζας στην Ελλάδα	108
3.2.5 Ενέργεια υδάτων	111
3.2.5.1 Γενικά χαρακτηριστικά	111
3.2.5.2 Ενέργεια από υδροηλεκτρικές μονάδες	112
3.2.5.3 Ενέργεια από τις παλίρροιες	115
3.2.5.4 Ενέργεια από τα θαλάσσια κύματα.....	116
3.2.5.5 Θερμική ενέργεια των ωκεανών	119



4 ΘΕΣΜΙΚΟ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ, ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	122
4.1 Διεθνές επίπεδο	122
4.1.1 Οι Διεθνείς πρωτοβουλίες για την προστασία του περιβάλλοντος & οι ΑΠΕ.....	122
4.1.2 Συναφείς διεθνείς οργανισμοί / φορείς	123
4.2 Ευρωπαϊκό επίπεδο	126
4.2.1 Θεσμικό και Οργανωτικό πλαίσιο των ΑΠΕ στην Ευρωπαϊκή Ένωση...	126
4.2.2 Συναφείς ευρωπαϊκοί οργανισμοί / φορείς.....	133
4.3 Εθνικό επίπεδο	134
4.3.1 Θεσμικό και Οργανωτικό πλαίσιο των ΑΠΕ στην Ελλάδα	134
4.3.2 Αρμόδιοι Φορείς για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα... 146	
4.3.2.1 Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ)	146
4.3.2.2 Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ).....	150
4.3.3.3 Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)	152
5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	155
5.1 Εισαγωγή	155
5.2 Πλεονεκτήματα των ΑΠΕ	155
5.3 Μειονεκτήματα των ΑΠΕ	158
5.4 Αξιολόγηση ηλιακής Ενέργειας	160
5.4.1 Απόδοση φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	160
5.4.2 Ηλιακό δυναμικό.....	160
5.4.3 Πλεονεκτήματα - Ευκαιρίες.....	162
5.4.4 Μειονεκτήματα - Απειλές.....	168
5.4.5 SWOT Ανάλυση.....	171
5.4.6 Παραδείγματα καλής εφαρμογής στην Ελλάδα.....	172
5.5 Αξιολόγηση γεωθερμικής ενέργειας	172
5.5.1 Απόδοση γεωθερμικής αντλίας.....	172
5.5.2 Γεωθερμικό δυναμικό	173
5.5.3 Πλεονεκτήματα - Ευκαιρίες.....	174
5.5.4 Μειονεκτήματα - Απειλές.....	177
5.5.5 SWOT Ανάλυση.....	181
5.5.6 Παραδείγματα καλής εφαρμογής στην Ελλάδα	182
5.6 Αξιολόγηση αιολικής ενέργειας	182
5.6.1 Απόδοση ανεμογεννήτριας.....	182



5.6.2 Αιολικό Δυναμικό	184
5.6.3 Πλεονεκτήματα - Ευκαιρίες	188
5.6.4 Μειονεκτήματα - Απειλές	194
5.6.5 SWOT Ανάλυση.....	201
5.6.6 Παραδείγματα καλής εφαρμογής στην Ελλάδα	202
5.7 Αξιολόγηση ενέργειας από βιομάζα	202
5.7.1 Απόδοση.....	202
5.7.2 Δυναμικό βιομάζας	203
5.7.3 Πλεονεκτήματα - Ευκαιρίες	205
5.7.4 Μειονεκτήματα - Απειλές	208
5.7.5 SWOT Ανάλυση.....	211
5.7.6 Παραδείγματα καλής εφαρμογής στην Ελλάδα	212
5.8 Ενέργεια υδάτων.....	212
5.8.1 Ενεργειακή απόδοση υδροηλεκτρικών συστημάτων	212
5.8.2 Δυναμικό	213
5.8.3 Πλεονεκτήματα - Ευκαιρίες	216
5.8.4 Μειονεκτήματα - Κίνδυνοι.....	219
5.8.5 SWOT Ανάλυση.....	224
5.8.6 Παραδείγματα καλής εφαρμογής στην Ελλάδα	225
5.9 Αξιολόγηση του βαθμού συμβολής των ΑΠΕ στην επίτευξη των ενεργειακών στόχων	225
5.10 Συμπεράσματα	233
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	235
6.1 Συμπεράσματα.....	235
6.2 Προοπτικές - Προτάσεις	239
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	245
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	256



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	
Πίνακας 2.1: Παγκόσμια αποθέματα κοιτασμάτων πετρελαίου (σε χιλιάδες εκατομμύρια βαρέλια)	26
Πίνακας 2.2: Παγκόσμια αποθέματα κοιτασμάτων φυσικού αερίου (σε τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα)	26
Πίνακας 2.3: Παγκόσμια αποθέματα κοιτασμάτων άνθρακα (σε εκατομμύρια τόνους)	27
Πίνακας 2.4: Αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου σε χώρες της ΕΕ για τα έτη 1995 και 2005.	38
Πίνακας 2.5: Αποθέματα άνθρακα σε χώρες της ΕΕ για το έτος 2005	38
Πίνακας 2.6: Δεσμεύσεις των κυριότερων χωρών προς το Πρωτόκολλο του Κιότο για την περίοδο 2008-2012	54
Πίνακας 2.7: Εγκατεστημένη ισχύς συστημάτων ΑΠΕ σε MW (2008)	62
Πίνακας 3.1: Κατηγορίες Πηγών Ενέργειας	68
Πίνακας 3.2: Τεχνολογίες ενεργειακής αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας	80
Πίνακας 3.3: Εγκατεστημένη παγκοσμίως ισχύς ανεμογεννητριών σε MW	99
Πίνακας 5.1: Μέση μηνιαία διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία	161
Πίνακας 5.2: Απόδοση (%) σε βιοάνθρακα, βιοέλαιο και βιοαέριο γεωργικών υπολειμμάτων	203
Πίνακας 5.3: Μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα εκμεταλλευόμενα από τη ΔΕΗ	214
Πίνακας 5.4: Υδροηλεκτρικά έργα ΔΕΗ προγραμματισμένα για εμπορική λειτουργία έως το 2010	215
Πίνακας 5.5: Αξιολόγηση των αποδόσεων των διαφορετικών τεχνολογιών ΑΠΕ	231
Πίνακας 5.6: Κατάταξη των τεχνολογιών ΑΠΕ, με βάση την βαθμολογία που συγκέντρωσαν από την εφαρμογή του πλαισίου	232

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	
Διάγραμμα 2.1: Κατανομή αποθεμάτων πετρελαίου του πλανήτη	25
Διάγραμμα 2.2: Κατανομή αποθεμάτων φυσικού αερίου του πλανήτη	26
Διάγραμμα 2.3: Κατανομή αποθεμάτων άνθρακα του πλανήτη	27
Διάγραμμα 2.4: Οι κύριοι παραγωγοί πετρελαίου	31
Διάγραμμα 2.5: Παγκόσμιες εγκαταστάσεις ΑΠΕ 2006	60



Διάγραμμα 2.6: Εγκατεστημένη ισχύς συστημάτων ΑΠΕ σε MW	62
Διάγραμμα 5.1: Κυβική σχέση ισχύος και ταχύτητας του ανέμου	183
Διάγραμμα 5.2: Συντελεστής ισχύος ως συνάρτηση της ταχύτητας ακροπτερυγίου	183
Διάγραμμα 5.3: Αιολική ισχύς σε MW (1983-2007)	187
Διάγραμμα 5.4: Βαθμός απόδοσης των διαφόρων τύπων υδροστροβίλων	213

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1: Αποδεδειγμένα αποθέματα πετρελαίου στο τέλος του 2007, σε χιλιάδες εκατομμύρια βαρέλια	29
Εικόνα 2.2: Αποδεδειγμένα αποθέματα φυσικού αερίου στο τέλος του 2007, σε τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα	29
Εικόνα 2.3: Αποδεδειγμένα αποθέματα άνθρακα στο τέλος του 2007, σε χιλιάδες εκατομμύρια τόνους	30
Εικόνα 2.4: Διαχρονική εξέλιξη ατμοσφαιρικής συγκέντρωσης CO ₂	47
Εικόνα 3.1: Σχηματική παράσταση των μετατροπών της ηλιακής ενέργειας	67
Εικόνα 3.2: Πορεία ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στην ατμόσφαιρα	69
Εικόνα 3.3: Κατηγορίες των τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας	71
Εικόνα 3.4: Τυπικό ενεργητικό ηλιακό σύστημα	74
Εικόνα 3.5: Όταν το ηλιακό φως προσπέσει πάνω σε κάποιο φωτοβολταϊκό στοιχείο, τότε παράγεται ηλεκτρική τάση	77
Εικόνα 3.6: Ηλιακός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής στην Κρήτη	79
Εικόνα 3.7: Εφαρμογή φωτοβολταϊκών στις τηλεπικοινωνίες	82
Εικόνα 3.8: Ο φλοιός, ο μανδύας & ο πυρήνας της γης	84
Εικόνα 3.9: Το τροποποιημένο διάγραμμα Lindal	89
Εικόνα 3.10: Μικροί φρεατικοί κρατήρες στη Μήλο	93
Εικόνα 3.11: Φρεατικοί κρατήρες στη Νίσυρο	93
Εικόνα 3.12: Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα	96
Εικόνα 3.13: Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα	96



Εικόνα 3.14: Πάρκο αιολικής ενέργειας	102
Εικόνα 3.15: Πάρκο αιολικής ενέργειας	102
Εικόνα 3.16: Διεργασία σχηματισμού βιομάζας	104
Εικόνα 3.17: Τεχνητή λίμνη Ν. Πλαστήρα στον ποταμό Ταυρωπό	114
Εικόνα 3.18: Κατανομή κυματικής ενέργειας στον πλανήτη	117
Εικόνα 3.19: Γεννήτριες που αποβάλλουν την κυματική ενέργεια	119
Εικόνα 3.20: Γεννήτριες που αποβάλλουν την κυματική ενέργεια	119
Εικόνα 5.1: Ταχύτητα ανέμου σε m/s	185

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1.1: Εγκατεστημένη Ισχύς Συστημάτων ΑΠΕ ανά Περιφέρεια	Παράρτημα
Χάρτης 5.1: Ηλιακή Ακτινοβολία	Παράρτημα
Χάρτης 5.2: Γεωθερμικές Περιοχές	Παράρτημα
Χάρτης 5.3: Αιολικό Δυναμικό	Παράρτημα



ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΙ ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ

Α/Γ	Ανεμογεννήτρια
ΑΕΠ	Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΔΕΗ	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
ΔΕΣΜΗΕ	Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΔΟΕ	Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας
Ε&Α	Έρευνα και Ανάπτυξη
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΕΤΑΑ	Ελληνική Εταιρεία Τοπικής Ανάπτυξης & Αυτοδιοίκησης
ΕΛΒΙ	Ελληνικά Βιοπετρέλαια
ΕΜΥ	Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία
ΕΞΕ	Εξοικονόμηση Ενέργειας
ΕΠΑΕ	Επιτροπής Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου
ΕΣΣΔ	Ένωση Σοβιετικών Σοσιαλιστικών Δημοκρατιών
ΕΤΒΑ	Ελληνική Τράπεζα Βιομηχανικής Αναπτύξεως
ΕΤΕ	Ευρωπαϊκό Ταμείο Επενδύσεων
ΕΤΕπ	Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων
ΕΤΕπ	Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων
ΕΤΠΑ	Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης
ΕΤΠΑ	Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΙΓΜΕ	Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών
ΚΑΠΕ	Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΚΥΕΚ	Κεφάλαια Υψηλού Επιχειρηματικού Κινδύνου
ΚΥΕΚ	Κεφάλαια Υψηλού Επιχειρηματικού Κινδύνου
ΜΥΗΣ	Μικρής Κλίμακας Υδροηλεκτρικά Συστήματα
ΟΗΕ	Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών
ΟΝΕ	Οικονομική & Νομισματική Ένωση
ΟΟΣΑ	Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης
ΟΠΕΚ	Οργανισμός Πετρέλαιο-Εξαγωγών Κρατών
ΟΠΕΧ	Οργανισμός Πετρελαιοπαραγωγών Χωρών
ΟΤΑ	Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
ΟΤΕ	Οργανισμός Τηλεπικοινωνιών Ελλάδος
ΡΑΕ	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΣΗΘΥΑ	Μονάδα Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης
Στε	Συμβούλιο της Επικρατείας
ΣυνθΕΕ	Συνθήκη για την Ευρωπαϊκή Ένωση
ΣυνθΕΚ	Συνθήκη για την Ευρωπαϊκή Κοινότητα
ΤΕΕ	Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας
ΤΕΙ	Τεχνικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
ΤΠΠ	Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου
ΤΠΠ	Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου
ΥΗΣ	Υδροηλεκτρικό Σύστημα
ΥΠΙΑΝ	Υπουργείο Ανάπτυξης
ΥΠΕΧΩΔΕ	Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων



Φ/Β	Φωτοβολταϊκό σύστημα
COP	Coefficient Of Performance
EPA	Environmental Protection Agency
EWEA	European Wind Energy Association (<i>Ευρωπαϊκή Ένωση Αιολικής Ενέργειας</i>)
GWEC	Παγκόσμιο Συμβούλιο Αιολικής Ενέργειας
IEA	Διεθνής Επιτροπή Ενέργειας
IHA	International Hydropower Association
OECD	Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης
SEFI	Sustainable Energy Finance Initiative (<i>Χρηματοδοτική Πρωτοβουλία για την Αειφόρο Ενέργεια</i>)
SEFI	Sustainable Energy Finance Initiative
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats (<i>Δυνατότητες, Αδυναμίες, Ευκαιρίες, Απειλές</i>)
TERES	The European Renewable Energy Study
UNDP	United Nations Development Programme (<i>Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για την Ανάπτυξη</i>)
UNDP	United Nations Development Programme
UNEP	United Nations Environment Programme
UNEP	United Nations Environment Programme
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
WEC	World Energy Council

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας δεν θα μπορούσε να έχει ολοκληρωθεί, χωρίς την συμπαράσταση και την βοήθεια πολλών ατόμων, στους οποίους οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες.

Επιβλέπουσα καθηγήτρια στην εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας ήταν η κ. Όλγα Χριστοπούλου, αναπληρώτρια καθηγήτρια Ανάπτυξης και Προστασίας Αγροτικού και Ορεινού Χώρου, στην οποία οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεση αυτής και την δυνατότητα που μου δόθηκε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον και επίκαιρο θέμα. Η υποστήριξη, η καθοδήγηση και η αίσθηση της συνεχούς επικοινωνίας που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της εργασίας ήταν καθοριστικές για την πορεία της.

Ακολουθως, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια μου, στους φίλους και σε όλους όσους εμφανώς ή αφανώς με στήριζαν κατά την διάρκεια των σπουδών μου στο ΤΜΧΠΠΑ και χωρίς την βοήθεια των οποίων, δεν θα είχα καταφέρει να ολοκληρώσω επιτυχώς τις σπουδές μου.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στο Θεό για την υγεία και τη στήριξη που μου έδινε καθ' όλη τη διάρκεια των φοιτητικών χρόνων.

Βόλος, Ιούλιος 2009

Παπαγεωργίου Άννα



1. Εισαγωγή



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικό Πλαίσιο

Η ενέργεια αποτελεί έναν από τους βασικότερους συντελεστές παραγωγής και η σημασία της στη διατήρηση και εξέλιξη της ζωής είναι καθοριστική. Είτε με τη μορφή ηλεκτρικής ή θερμικής ή δυναμικής ενέργειας, η ενέργεια αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα της ανθρώπινης ευημερίας. Παράλληλα, είναι κοινώς αποδεκτό ότι η ενέργεια εκτός από απαραίτητη για την ανθρώπινη επιβίωση είναι και καθοριστικός παράγοντας κοινωνικής και οικονομικής ανάπτυξης.

Τα περισσότερα αποθέματα ενέργειας σε όλο τον κόσμο, προέρχονται από τα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, τα οποία έχουν το πλεονέκτημα να παράγουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας σε σχετικά χαμηλό κόστος. Η μακροχρόνια εμπειρία στο συγκεκριμένο τομέα, η γνωστή πλέον τεχνολογία και η αφθονία πολλών ορυκτών καυσίμων, κρατούν το κόστος παραγωγής σε χαμηλά επίπεδα. Παρά το χαμηλό λειτουργικό κόστος όμως, οι ενεργειακές πηγές που χρησιμοποιούνται σήμερα (άνθρακας, φυσικό αέριο, πετρέλαιο κ.τ.λ.), δεν είναι ανεξάντλητες. Ολοένα και πιο δυνατές γίνονται οι φωνές από επιστήμονες, πολιτικούς και οικολογικές οργανώσεις, οι οποίες προειδοποιούν για τους κινδύνους που συνεπάγεται για το περιβάλλον η χρήση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και την εξάντληση των φυσικών πόρων της γης.

Ειδικότερα, η πληθυσμιακή αύξηση σε συνδυασμό με την προσπάθεια του ανθρώπου να βελτιώσει το βιοτικό του επίπεδο έχει σαν αποτέλεσμα να καταναλώνονται με ταχείς ρυθμούς τεράστια αποθέματα ενέργειας, για τη δημιουργία των οποίων απαιτήθηκε να περάσουν χιλιάδες χρόνια. Σήμερα, το 75% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας καλύπτεται από ορυκτά καύσιμα, τα οποία καταναλώνονται εκατό χιλιάδες φορές ταχύτερα από τον χρόνο που απαιτείται για να ξαναδημιουργηθούν. Άρα τα ενεργειακά αποθέματα είναι πεπερασμένα. Δεν είναι γνωστό πότε θα εξαντληθούν -ο χρονικός ορίζοντας μετακινείται συναρτήσει διαφόρων παραμέτρων τεχνικών και οικονομικών- η εξάντληση όμως είναι βέβαιη (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Το ενεργειακό πρόβλημα, μαζί με το πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος, έχουν αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία και η επίλυσή τους έχει γίνει επιτακτική σε παγκόσμιο επίπεδο. Η συνεχής αύξηση της ενεργειακής ζήτησης, σε συνδυασμό με τα



προβλήματα της εξάντλησης των κοιτασμάτων των συμβατικών καυσίμων, επιβάλλει την αναζήτηση άλλων πηγών ενέργειας, οι οποίες να είναι ανανεώσιμες και ανεξάντλητες. Μια καλή απάντηση στα πιο πάνω ζητήματα, είναι η στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τέτοιες πηγές, όπως είναι ο ήλιος, ο άνεμος, το νερό, η βιομάζα και η γεωθερμία, ανανεώνονται συνεχώς και αποτελούν περιβαλλοντικά φιλικές τεχνολογίες. Οι ΑΠΕ μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό παράγοντα για την κάλυψη των αναγκών ενός συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς τα χαρακτηριστικά τους (διασπορά στο χώρο, μη εξαντλησιμότητα, ευέλικτη διαχείριση, συμβολή στην περιφερειακή ανάπτυξη, δυνατότητα δημιουργίας θέσεων απασχόλησης κ.λ.π.) τις καθιστούν συστατικό στοιχείο μιας νέας αναπτυξιακής πολιτικής και μοναδική μακροπρόθεσμη απάντηση στην πορεία προς την αειφόρο ανάπτυξη.

Οι ΑΠΕ βρίσκονται σε άμεση προτεραιότητα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η οποία ξεκίνησε με τη Λευκή Βίβλο του 1997 και συνέχισε με τη θέσπιση συγκεκριμένων στόχων και τη χάραξη μίας ενιαίας ενεργειακής πολιτικής που καλύπτει και δεσμεύει όλα τα κράτη-μέλη. Σήμερα, οι υποχρεώσεις όλων των Ευρωπαίων εταίρων, συνεπώς και της Ελλάδας, είναι η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου έως και 30% μέχρι το 2020. Κεντρικός στόχος είναι η αποδέσμευση των ευρωπαϊκών οικονομιών από τις ορυκτές πηγές ενέργειας και η αντικατάστασή τους από ΑΠΕ.

Αναμφισβήτητα, το ενεργειακό πρόβλημα και οι ΑΠΕ είναι πιο επίκαιρες από ποτέ στο παρελθόν. Όσον αφορά την Ελλάδα, χαρακτηρίζεται από μεγάλη εξάρτηση ορυκτών καυσίμων αλλά και από έλλειψη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, οι οποίες κατά γενική ομολογία πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στον μελλοντικό ενεργειακό σχεδιασμό του κράτους. Οι παραπάνω λόγοι, ενισχυμένοι με το γεγονός ότι υπάρχει άφθονο δυναμικό ΑΠΕ στη χώρα μας, καθιστούν τις επενδύσεις σε παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ κερδοφόρες στην πορεία του χρόνου, μιας και το καύσιμο που χρησιμοποιείται είναι ο άνεμος, ο ήλιος, η γεωθερμία, η βιομάζα, το νερό και όχι το πετρέλαιο ή κάποιο παράγωγο του, το οποίο εκτός του ότι τείνει να εκλείψει από τον πλανήτη, έχει συνεχώς αυξανόμενη τιμή, αλλά και επιπτώσεις μάλλον αρνητικές για το περιβάλλον, οι οποίες προκύπτουν από την καύση του.



1.2 Σκοπός και Στόχοι της Εργασίας

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, διαπιστώνει κανείς ότι σήμερα, ολοένα και πιο έντονη είναι η ανάγκη ύπαρξης αντικειμενικών, επικυρωμένων, οργανωμένων και επιστημονικά τεκμηριωμένων δεδομένων και πληροφοριών γύρω από τις περιβαλλοντικά φιλικές ενεργειακές επενδύσεις, όπως είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η προσπάθεια συγκέντρωσης αυτών των δεδομένων και πληροφοριών, ώστε να αξιολογηθεί η κάθε τεχνολογία ΑΠΕ ξεχωριστά και να αποδειχθεί ότι η αυξημένη διάδοση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας για το μέλλον της κοινωνικής, οικονομικής και οικολογικής κατάστασης των αναπτυσσόμενων χωρών και της Ελλάδας ειδικότερα.

Για να στηριχτεί ο ισχυρισμός αυτός, αξιολογείται η κάθε τεχνολογία ΑΠΕ ξεχωριστά, μελετώνται, δηλαδή, τα περιβαλλοντικά οφέλη ή οι επιπτώσεις της, η πιθανή επίδραση της στο φυσικό τοπίο και οι συνεπακόλουθες αντιδράσεις τοπικών παραγόντων. Παράλληλα, εκτός από τα τεχνικά μεγέθη που λαμβάνονται υπόψη, είναι καθοριστικής σημασίας και συνυπολογίζονται και οι κοινωνικοοικονομικές συνέπειες που αυτή επιφέρει. Έτσι, παρέχεται η δυνατότητα να αναγνωριστούν παράγοντες που μπορούν είτε να εισάγουν πιθανά προβλήματα είτε να ενισχύσουν το ενδιαφέρον για προώθηση της υπό εξέταση τεχνολογίας.

Δεδομένου ότι πρωταρχικός στόχος της αξιολόγησης και της εργασίας ειδικότερα είναι η οργανωμένη, όσο το δυνατόν πιο πλήρης και επιστημονικά τεκμηριωμένη πληροφόρηση των αναγνωστών, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν απαραίτητο να είναι πρόσφατα, έγκυρα και να ικανοποιούν κριτήρια ποιότητας και αντικειμενικότητας. Έτσι, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην όσο το δυνατό πιο αντικειμενική παρουσίαση των δεδομένων και πληροφοριών που συλλέχθηκαν από βιβλιογραφία σε συνδυασμό με τη μελέτη του «τύπου».

Η επιλογή και εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας συνδέεται άμεσα με την ενεργειακή κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα, η οποία χαρακτηρίζεται από την μεγάλη εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα, η εισαγωγή των οποίων κοστίζει αρκετά χρήματα στον πολίτη, αλλά και από την έλλειψη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, οι οποίες κατά γενική ομολογία πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στον μελλοντικό ενεργειακό σχεδιασμό του κράτους.



1.3 Δομή Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία, με θέμα «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας & Αξιολόγησή τους», διαρθρώνεται στα εξής επιμέρους κεφάλαια:

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Πρόκειται για το παρόν κεφάλαιο, στο οποίο παρουσιάζεται συνοπτικά το θέμα της εργασίας, ο σκοπός της, καθώς και ο τρόπος δόμησής της.

Κεφάλαιο 2: Η Παγκόσμια Ενεργειακή Κατάσταση και η Στροφή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μία εισαγωγή στο γενικότερο ενεργειακό πρόβλημα σε παγκόσμιο, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο. Γίνεται μια καταγραφή του ενεργειακού πλούτου, αναδεικνύεται το ζήτημα της επάρκειας των συμβατικών πηγών ενέργειας και του γενικότερου ζητήματος της ενεργειακής κατανάλωσης και η σύνδεσή του με την κλιματική αλλαγή και την αειφόρο ανάπτυξη.

Γίνεται έτσι σαφές ότι η στροφή στην «πράσινη» ενέργεια που προσφέρουν οι ΑΠΕ αποτελεί γεγονός σε παγκόσμιο επίπεδο. Πρόκειται για μια στροφή στηριγμένη σε πολλαπλές αιτίες (αστάθεια τιμών ορυκτών καυσίμων, ραγδαία μείωση αποθεμάτων, αύξηση ενεργειακών αναγκών κ.λ.π.), μια στροφή που δεν είναι «αναγκαίο κακό» μόνο για περιβαλλοντικούς λόγους, αλλά κυρίως γιατί πολλά από τα χαρακτηριστικά τους τις καθιστούν συστατικό στοιχείο μιας νέας αναπτυξιακής πολιτικής.

Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια αναφορά της εγκατεστημένης ισχύος ανά ΑΠΕ σε διεθνές, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο και κάνει σαφές ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κερδίζουν συνεχώς έδαφος.

Κεφάλαιο 3: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – Περιγραφή των Τεχνολογιών

Σε αυτή την ενότητα περιλαμβάνεται αναλυτική παρουσίαση της κάθε μορφής ΑΠΕ. Περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά της κάθε τεχνολογίας ξεχωριστά και οι αρχές λειτουργίας της, καθώς και κάποιες πιο εξειδικευμένες πληροφορίες που χρειάζεται να αναφερθούν κατά περίπτωση, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες της τεχνολογίας που εξετάζεται. Γίνεται μια κατηγοριοποίηση, κωδικοποίηση, καταγραφή και αποτίμηση αυτών των τεχνολογιών και αναφέρονται, εν συντομία, στοιχεία από τη διαδρομή -εφαρμογή των τεχνολογιών αυτών μέσα στο χρόνο μέχρι σήμερα, στην Ελλάδα, την Ευρώπη και τον κόσμο γενικότερα. Παράλληλα,



επισημαίνονται τα κύρια χαρακτηριστικά των τεχνολογιών σε σχέση με το πλήθος των εφαρμογών που μπορούν να υλοποιηθούν.

Κεφάλαιο 4: Θεσμικό και Οργανωτικό Πλαίσιο των ΑΠΕ σε Παγκόσμιο, Ευρωπαϊκό και Εθνικό επίπεδο

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια κατηγοριοποίηση, καταγραφή και αποτίμηση των βασικών θεσμικών εργαλείων, αλλά και των πρωτοβουλιών για την υποστήριξη και την προώθηση των ΑΠΕ που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως, στην ΕΕ και στην Ελλάδα ειδικά. Γίνεται μια προσπάθεια καταγραφής του θεσμικού-οργανωτικού πλαισίου και των συναφών φορέων και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην διαχρονική εξέλιξη του θεσμικού πλαισίου στην Ελλάδα, καθώς και στην ανάλυση των αρμόδιων φορέων της (ΡΑΕ, ΔΕΣΜΗΕ, ΚΑΠΕ).

Κεφάλαιο 5: Αξιολόγηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Στη συνέχεια, και έχοντας υπόψη τα βασικά χαρακτηριστικά των ΑΠΕ που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, επιχειρείται η αξιολόγησή τους σε σχέση με τα πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα κάθε τεχνολογίας, τη συνεισφορά στην ενεργειακή παραγωγή, την επίδραση που έχει στο περιβάλλον, το δυναμικό και την απόδοσή της, την συνεισφορά της στην παγκόσμια ενεργειακή παραγωγή, την συνεισφορά της στην ασφάλεια του εφοδιασμού αλλά και στη μείωση της εξάρτησης από τα εισαγόμενα καύσιμα και τέλος στην απασχόληση του ανθρώπινου δυναμικού των τοπικών κοινωνιών και την συμβολή στην ανάπτυξή τους. Εν συνεχεία, τα παραπάνω πλεονεκτήματα, οι ευκαιρίες, τα μειονεκτήματα και οι απειλές, παρουσιάζονται σε πίνακες SWOT Analysis για την κάθε μορφή ΑΠΕ, έτσι ώστε να αναγνωριστούν παράγοντες που μπορούν είτε να εισάγουν πιθανά προβλήματα, είτε να ενισχύσουν το ενδιαφέρον για την προώθηση της υπό εξέταση τεχνολογίας.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα - Προτάσεις

Το τελευταίο κεφάλαιο αφιερώνεται στη συγκεντρωτική παρουσίαση των σημαντικότερων σημείων - συμπερασμάτων και προοπτικών που προέκυψαν από την παραπάνω μελέτη. Τέλος, διατυπώνονται κάποιες προτάσεις για την καταπολέμηση του ενεργειακού προβλήματος και την προώθηση και ανάπτυξη των ΑΠΕ, ώστε να επιλυθούν τα σημερινά προβλήματα και να προετοιμαστεί η Ελλάδα για τις αυριανές προκλήσεις.

Κεφάλαιο 7: Βιβλιογραφία



2. Η παγκόσμια Ενεργειακή Κατάσταση & η Στροφή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας



2. Η ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ Η ΣΤΡΟΦΗ ΣΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

2.1 Ο ενεργειακός τομέας διεθνώς

2.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Η κύρια ενεργειακή πηγή στην ανθρωπότητα ήταν τα καυσόξυλα και τα κάρβουνα, μέχρι και την Βιομηχανική Επανάσταση, οπότε άρχισε να αυξάνεται η ζήτηση ενέργειας και να χρησιμοποιείται αρχικά ο λιθάνθρακας και στην συνέχεια οι υδατοπτώσεις και το πετρέλαιο. Μετά όμως από τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο, άρχισε η ραγδαία αύξηση της κατανάλωσης της ενέργειας. Το φθινό πετρέλαιο της Μ.Ανατολής συνέβαλε σημαντικά στην οικονομική ανάπτυξη αλλά και στην εξάπλωση, υποκαθιστώντας τον λιθάνθρακα (Αλιβιζάτος κ.ά., 1991).

Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, λοιπόν, ο άνθρακας υποκαταστάθηκε από μια νέα πλέον εύχρηστη αλλά επίσης μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, το πετρέλαιο. Με την αξιοποίηση των κοιτασμάτων του πετρελαίου, δόθηκε στην ανθρωπότητα η ευκαιρία να βελτιώσει το βιοτικό της επίπεδο με την χρήση της, από εκατομμυρίων ετών αποταμιευμένης, ενεργειακής κληρονομιάς του πλανήτη. Το αποτέλεσμα όμως της χρήσης του πετρελαίου ήταν τελείως διαφορετικό. Τα αποθέματα πετρελαίου καθώς και των υπολοίπων φυσικών πόρων κατασπαταλήθηκαν από ορισμένους μόνο λαούς (Ευρώπη, Β.Αμερική) σε μια ξέφρενη πορεία ανάπτυξης, η οποία δημιούργησε αντίστοιχα μια νέα σειρά από προβλήματα (Καλδέλλης 2005).

Η ανησυχία για την εξάντληση του πετρελαίου περιοριζόταν σε λίγους ειδικούς μέχρι την πρώτη πετρελαιοκή κρίση του 1973, οπότε οι διεθνείς τιμές πετρελαίου έφθασαν τα 15 δολάρια το βαρέλι, από τα 2-3 δολάρια που βρίσκονταν για πολλά χρόνια (Αλιβιζάτος και άλλοι, 1991). Τελικά, η κρίση οδήγησε στη διαμόρφωση μιας πιο ενεργητικής ενεργειακής πολιτικής με έμφαση στην ασφάλεια του εφοδιασμού, με κύριους βραχυπρόθεσμους άξονες την υποκατάσταση του πετρελαίου από άλλα καύσιμα και με εφοδιασμό από χώρες εκτός ΟΠΕΧ¹ (Οργανισμός Πετρελαιοπαραγωγών Χωρών), και μακροπρόθεσμους τις υψηλές επενδύσεις για την αξιοποίηση εγχώριων ενεργειακών πόρων (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005). Μετά τη δεύτερη πετρελαιοκή κρίση του 1979, που οι τιμές του πετρελαίου, από λιγότερο από 20 δολάρια το βαρέλι ξεπέρασαν τα 30 δολάρια το βαρέλι, εντάθηκαν στις

¹ Οι πετρελαιοπαραγωγές χώρες συντονίζοντας τη δράση τους ιδρύουν το 1960 τον Οργανισμό Πετρελαιοπαραγωγών Χωρών ΟΠΕΧ.



βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες τα μέτρα εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας όπως επίσης και τα μέτρα υποκατάστασης του πετρελαίου (Αλιβιζάτος κ.ά., 1991). Η επάρκεια των μηχανισμών της αγοράς να διασφαλίσουν τον ενεργειακό εφοδιασμό αμφισβητούνταν, με αποτέλεσμα τον έντονο κρατικό παρεμβατισμό στην αγορά ενέργειας. Ο ενισχυμένος ρόλος του κράτους εκφράστηκε στο διοικητικό επίπεδο με τη σύσταση Υπουργείων Ενέργειας, φορέων ενεργειακής πολιτικής και κρατικών επιχειρήσεων σε όλους τους ενεργειακούς τομείς. Την κρατική αυτή παρέμβαση, υιοθέτησαν διεθνώς κυβερνήσεις διαφόρων πολιτικών αποχρώσεων (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Από τη δεκαετία του 1980 όμως το διεθνές σκηνικό πάλι αλλάζει, με αφορμή την εξέλιξη της τεχνολογίας, την κατάλυση των γεωπολιτικών δομών και την διαπίστωση ανάγκης για «βιώσιμη ανάπτυξη», που θα επιχειρείται με συγκεκριμένες δεσμεύσεις βάσει διεθνών συμβάσεων ή κανονισμών υπερεθνικής εφαρμογής για τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Δίνεται πλέον έμφαση στην απελευθέρωση της αγοράς, η οποία αναμένεται να συμβάλει στην αποδοτική λειτουργία του ενεργειακού τομέα και στην ασφάλεια του εφοδιασμού μέσω του ελεύθερου εμπορίου και της προώθησης και προστασίας επενδύσεων. Οι δυνατότητες παρέμβασης του κράτους περιορίζονται πάλι, στο ρόλο απλά του ρυθμιστή πλέον, ώστε να διασφαλίζεται ο υγιής ανταγωνισμός, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις φυσικών μονοπωλίων όπως είναι η διακίνηση μέσω δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Οι πετρελαϊκές κρίσεις των δεκαετιών του 1970 και του 1980, οφείλονταν σε οικονομικές σκοπιμότητες και γεωπολιτικά σχέδια, ενώ η κρίση που πιθανόν να ακολουθήσει μετά την κορύφωση, λόγω του αρνητικού ρυθμού παραγωγής, θα οφείλεται σε πραγματικά αίτια, αν στο μεταξύ δεν βρεθούν λύσεις. Υπάρχουν διάφορες εκτιμήσεις για την χρονολογία έναρξης της μειωμένης παραγωγής. Οι πλέον απαισιόδοξες, όπως αυτές των Campbell, Laherrere και Hutfield (ειδικοί των πετρελαίων), τοποθετούν την κορύφωση στο 2010. Ο J.MackKenzie (ειδικός του πετρελαίου κι αυτός) καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η κορύφωση θα συμβεί το 2019, θεωρώντας ότι οι συνολικές παγκόσμιες ποσότητες ανέρχονται στα 2,6 τρισεκατομμύρια βαρέλια. Παράλληλα, η Διεθνής Επιτροπή Ενέργειας (IEA) του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ), υπολογίζει μια αύξηση στη ζήτηση ενέργειας γύρω στο 57% μέχρι το 2020 και τοποθετεί την



κορύφωση μεταξύ του 2010 και του 2020. Υπάρχει, βέβαια, και το στρατόπεδο των αισιόδοξων, που ελπίζει ότι όλο και κάποια νέα μεγάλα κοιτάσματα θα ανακαλυφθούν, όπως συνέβη με αυτό που ανακάλυψε η γαλλική Elf στη θαλάσσια περιοχή της Δυτικής Αφρικής (Σούλτης, 2007).

Καθίσταται προφανές, λοιπόν, ότι η συνεχής τεχνολογική εξέλιξη αναστάτωσε το ενεργειακό ισοζύγιο του πλανήτη. Η αντικατάσταση των ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών, όπως το ξύλο, από τα συμβατικά μη ανανεώσιμα καύσιμα και η αλόγιστη μέχρι σπατάλης κατανάλωση αυτών, έθεσε σε κίνδυνο ακόμα και τη διασφάλιση του σημερινού βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου. Μόλις πρόσφατα, η ανθρωπότητα αναγνώρισε ότι τα από εκατομμυρίων ετών αποταυμιμένα αποθέματα ενεργειακών καυσίμων αποτελούσαν το πάγιο ενεργειακό κεφάλαιο του πλανήτη. Ένα κεφάλαιο που, όπως αναφέρεται, «είναι δυστυχώς άτοκο ή τοκίζεται με πολύ μικρό τόκο». Το κεφάλαιο αυτό δυστυχώς έχει σχεδόν καταναλωθεί κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα, από έναν άνθρωπο με έλλειψη ενεργειακής παιδείας και άγνοια των βασικών αρχών της εξοικονόμησης ενέργειας (Καλδέλλης, 2005).

2.1.2 Ελέγχοντας τα ενεργειακά αποθέματα του πλανήτη

Δεδομένου ότι η ενεργειακή παραγωγή βασίζεται στα αποθέματα συμβατικών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, άνθρακας) είναι κατανοητός ο έντονος ανταγωνισμός των ισχυρότερων οικονομιών του πλανήτη για τον έλεγχο των αντίστοιχων αποθεμάτων και η ανάπτυξη έντονου ενδιαφέροντος για την γνώση των υπάρχοντων αποθεμάτων παγκοσμίως.

Είναι βέβαιο ότι οι υπάρχουσες ποσότητες των συμβατικών ενεργειακών πηγών (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) θα εξαντληθούν. Από αυτή την άποψη το ενεργειακό πρόβλημα συνδέεται άμεσα με την αναμενόμενη εξάντληση. Ο χρονικός ορίζοντας για την εξάντληση των ενεργειακών πηγών ποικίλλει στις εκτιμήσεις των ειδικών. Παρά τις παρατηρούμενες αποκλίσεις η χρονική επάρκεια των αποθεμάτων δεν είναι απογοητευτική.

Με δεδομένο, λοιπόν, ότι το πετρέλαιο αποτελεί μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας είναι σημαντικό να μελετήσουμε τα διαθέσιμα αποθέματά του. Στη βιβλιογραφία και τη βιομηχανία πετρελαίου χρησιμοποιείται ο όρος «αποδεδειγμένα αποθέματα πετρελαίου» για να περιγράψει εκείνες τις ποσότητες που σύμφωνα με τις γεωλογικές



και τεχνικές μελέτες μπορούν – με σχετική βεβαιότητα – να αντληθούν στο μέλλον υπό τις υπάρχουσες οικονομικές και λειτουργικές συνθήκες².

Ειδικότερα, βάσει των στοιχείων της BP Statistical Review of World Energy 2008 και των στοιχείων του World Energy Council (WEC) 2007, τα παγκόσμια αποθέματα του *αργού πετρελαίου* ανέρχονται σε 1.208 δισεκατομμύρια βαρέλια και του *φυσικού αερίου*, *λιθάνθρακα* και *ουρανίου*, σε ισοδύναμα βαρέλια αργού πετρελαίου, σε 1.141, 2.958 και 339 δισεκατομμύρια αντιστοίχως.

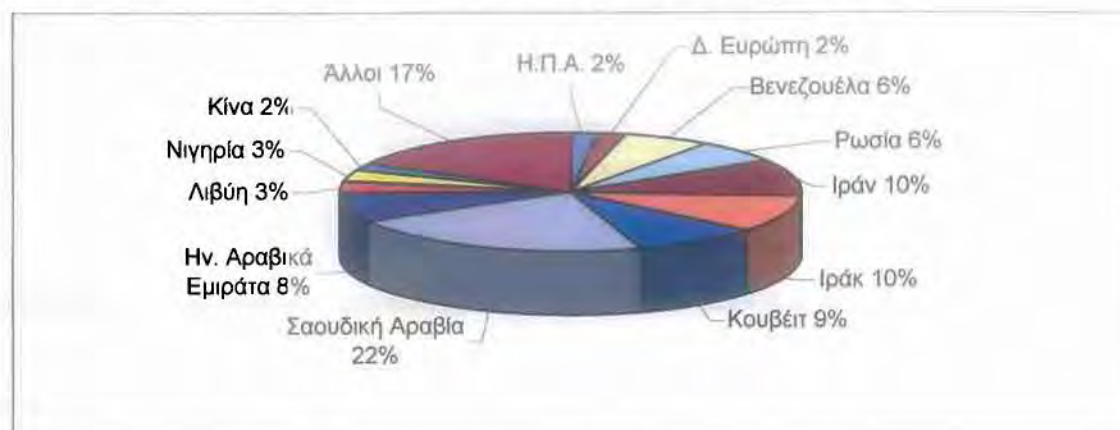
Αυτά, είναι θεωρητικά αρκετά ώστε να καλύψουν τη ζήτηση μέχρι το 2030 και περαιτέρω. Αλλά οι σοβαρές ανησυχίες για την ενεργειακή ασφάλεια προκύπτουν από τις προβλέψεις με βάση τις τάσεις. Τα παγκόσμια γνωστά αποθέματα αργού πετρελαίου φτάνουν θεωρητικά για τα επόμενα 40 χρόνια, του αερίου και του άνθρακα για 67 και 167 χρόνια αντίστοιχα. Βέβαια, οι εκτιμήσεις αυτές δεν λαμβάνουν υπόψη τους την αυξανόμενη ζήτηση, ο συνυπολογισμός της οποίας θα μείωνε το χρόνο εξάντλησης των γνωστών αποθεμάτων σε 26, 33 και 84 χρόνια αντίστοιχα, μια προοπτική ανησυχητική. Είναι σαφές, επιπλέον, ότι βαίνοντας σε δραματική μείωση των αποθεμάτων, θα παρατηρηθεί αύξηση των τιμών και συνεπώς μια διόρθωση στους ρυθμούς αύξησης της κατανάλωσης των ορυκτών καυσίμων. Η αύξηση των τιμών σε συνδυασμό με τη σπανιότητα των αποθεμάτων, θα οδηγήσει εκ των πραγμάτων σε στροφή προς εναλλακτικές πηγές ενέργειας (ΙΣΤΑΜΕ, 2006).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η κατανομή των *πετρελαιοικών αποθεμάτων* στις διάφορες περιοχές του πλανήτη. Πιο συγκεκριμένα, το 22% περίπου των βεβαιωμένων αποθεμάτων πετρελαίου εντοπίζονται στη Σαουδική Αραβία, ενώ το υπόλοιπο 37% ανήκει στο Ιράν, Ιράκ, Κουβέιτ και Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα. Αξιόλογα αποθέματα διαθέτουν επίσης η Ρωσία, η Βενεζουέλα, η Λιβύη, και η Νιγηρία. Περιορισμένα, τέλος, αποθέματα αναφέρονται στις ΗΠΑ και στη Βόρεια Θάλασσα (Διάγραμμα 2.1) (World Energy Council, 2007).

² διαχρονικά τα αποδεδειγμένα αποθέματα πετρελαίου έχουν αυξηθεί, λόγω της βελτίωσης των τεχνικών άντλησης και εντοπισμού νέων κοιτασμάτων.



Διάγραμμα 2.1: Κατανομή αποθεμάτων πετρελαίου του πλανήτη



Πηγή: World Energy Council, 2007 / Ιδία επεξεργασία

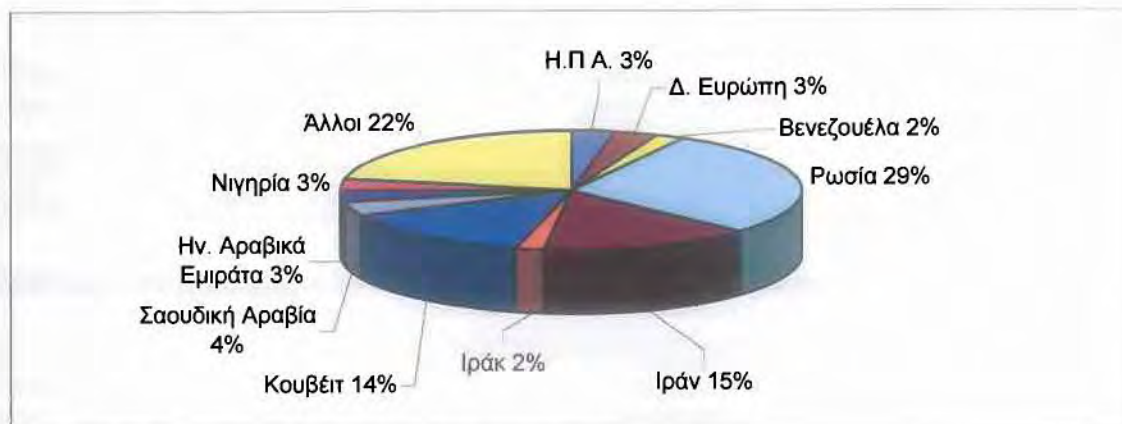
Τα πλανητικά αποθέματα *φυσικού αερίου* εκτιμώνται σε 181 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα (163,000 Μτοε). Το ενδιαφέρον στοιχείο στη σύγκριση αποθεμάτων φυσικών αερίων και πετρελαίου είναι η σχετικά διαφοροποιημένη γεωγραφική τους κατανομή, δεδομένου ότι, σε αντιδιαστολή με το πετρέλαιο, τα διάφορα φυσικά αέρια είναι περισσότερο διασκορπισμένα γεωγραφικά, ενώ το 29% των βεβαιωμένων αποθεμάτων εντοπίζονται στη Ρωσία και το 15% στο Ιράν. Αντίθετα, η Σαουδική Αραβία, το Ιράκ και τα Αραβικά Εμιράτα διαθέτουν περιορισμένα αποθέματα (4%, 2%, 3%) και μόνο στο Κατάρ αναφέρεται η ύπαρξη υψηλών αποθεμάτων (14%). Περιορισμένα επίσης αποθέματα αναφέρονται στη Νιγηρία, στις ΗΠΑ, στη Β.Ευρώπη, στη Βενεζουέλα και στην Αλγερία (World Energy Council, 2007) (Διάγραμμα 2.2).

Το φυσικό αέριο θεωρείται σήμερα ως η πλέον βιώσιμη προσωρινή εναλλακτική λύση για λόγους τόσο περιβαλλοντικούς και ασφάλειας όσο και διαθεσιμότητας και κόστους (Σούλτης, 2007).

Οι πίνακες 2.1 και 2.2, δείχνουν την γεωγραφική κατανομή του φυσικού αερίου και πετρελαίου στο τέλος του 1987 και του 2007. Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί ότι ο ρυθμός ανακάλυψης νέων κοιτασμάτων φυσικού αερίου είναι λίγο μεγαλύτερος από αυτόν του πετρελαίου, με αποτέλεσμα η επάρκεια του φυσικού αερίου να θεωρείται μεγαλύτερη από αυτήν του πετρελαίου (Σούλτης, 2007).



Διάγραμμα 2.2: Κατανομή αποθεμάτων φυσικού αερίου του πλανήτη



Πηγή: World Energy Council, 2007 / Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 2.1: Παγκόσμια αποθέματα κοιτασμάτων πετρελαίου (σε χιλιάδες εκατομμύρια βαρέλια)

Γεωγραφική Περιοχή	τέλος 1987	τέλος 2007
Βόρεια Αμερική	101,2	69,3
Νότια&Κεντρική Αμερική	68,1	111,2
Ευρώπη και Ευρασία	75,8	143,7
Μέση Ανατολή	566,6	755,3
Αφρική	58,7	117,5
Ασία-Ειρηνικός	39,8	42,0
Σύνολο	910,2	1239,0

Πηγή: BP Statistical Review of World Energy, 2008 / Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 2.2: Παγκόσμια αποθέματα κοιτασμάτων φυσικού αερίου (σε τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα)

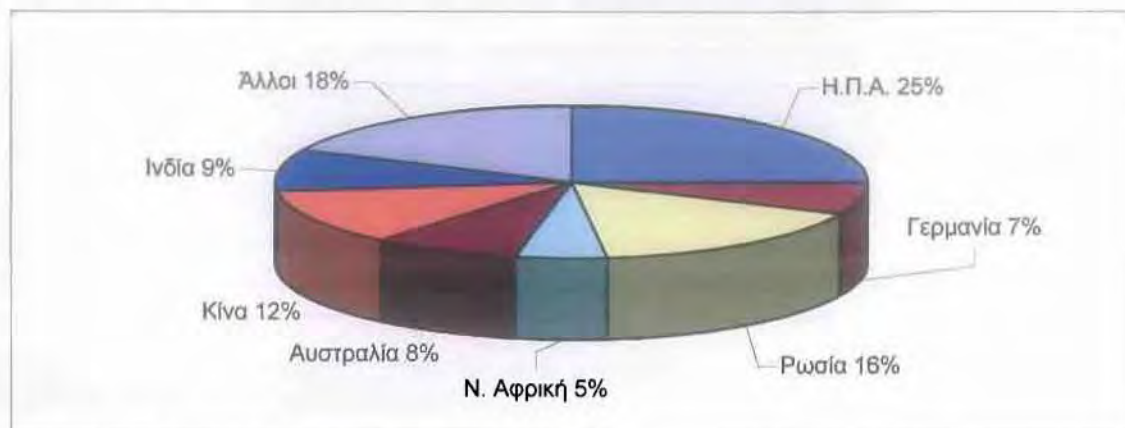
Γεωγραφική Περιοχή	τέλος 1987	τέλος 2007
Βόρεια Αμερική	10,11	7,98
Νότια&Κεντρική Αμερική	4,67	7,73
Ευρώπη και Ευρασία	45,06	59,41
Μέση Ανατολή	31,18	73,21
Αφρική	7,39	14,58
Ασία-Ειρηνικός	8,45	14,46
Σύνολο	106,86	177,37

Πηγή: BP Statistical Review of World Energy, 2008 / Ιδία επεξεργασία



Πλήρως διαφοροποιημένη παρουσιάζεται η εικόνα των βεβαιωμένων αποθεμάτων *άνθρακα*, καθώς από τους 985 δισεκατομμύρια τόνους άνθρακα (περίπου 501,200 Μτοε) το 25% των αποθεμάτων εντοπίζεται στις ΗΠΑ, το 16% στη Ρωσία, το 12% στην Κίνα, το 9% στην Ινδία, το 8% στην Αυστραλία, το 7% στη Γερμανία και το 5% στη Ν.Αφρική. Αντίστοιχα, ετήσια πλανητική κατανάλωση άνθρακα για το 2002, εκτιμάται στα επίπεδα των 2.400 Μτοε, γεγονός που επιβεβαιώνει την άποψη ότι η μεσοπρόθεσμη στρατηγική σημασία του άνθρακα είναι μεγαλύτερη από αυτήν του πετρελαίου και των φυσικών αερίων (Διάγραμμα 2.3) (Πίνακας 2.3) (World Energy Council, 2007). Οικονομικά ανακτήσιμα αποθέματα άνθρακα είναι διαθέσιμα σε περισσότερες από 70 χώρες σε παγκόσμιο επίπεδο, και σε κάθε σημαντική παγκόσμια περιοχή (Καλδέλλης & Χαλβατζής, 2005).

Διάγραμμα 2.3: Κατανομή αποθεμάτων άνθρακα του πλανήτη



Πηγή: World Energy Council, 2007 / Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 2.3: Παγκόσμια αποθέματα κοιτασμάτων άνθρακα (σε εκατομμύρια τόνους)

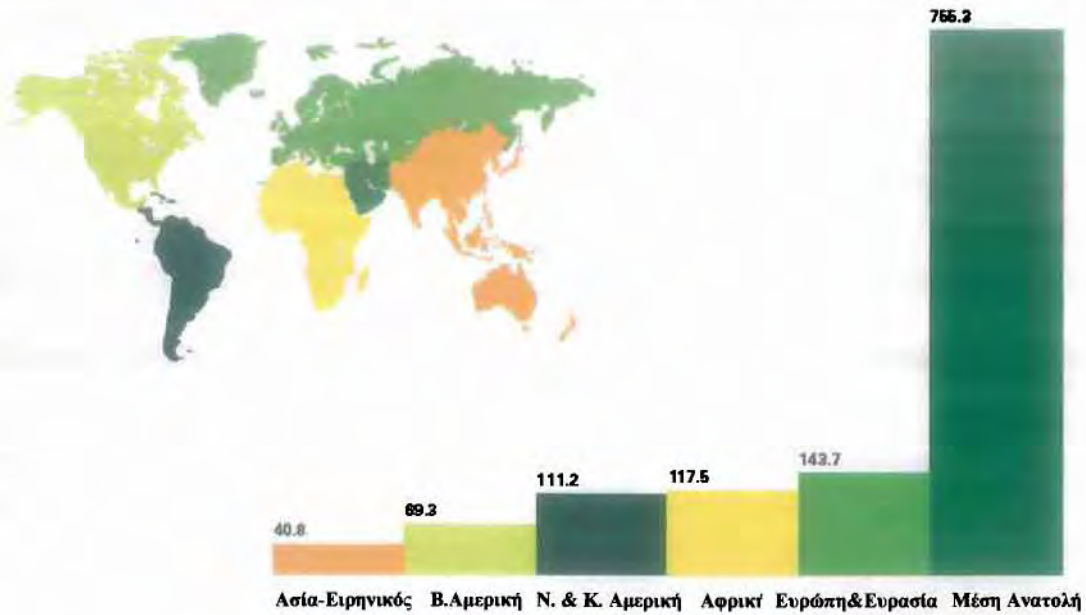
Γεωγραφική Περιοχή	τέλος 2007
Βόρεια Αμερική	250510
Νότια&Κεντρική Αμερική	16276
Ευρώπη και Ευρασία	272246
Μέση Ανατολή	50991
Ασία-Ειρηνικός	257465
Σύνολο	847488

Πηγή: BP Statistical Review of World Energy, 2008

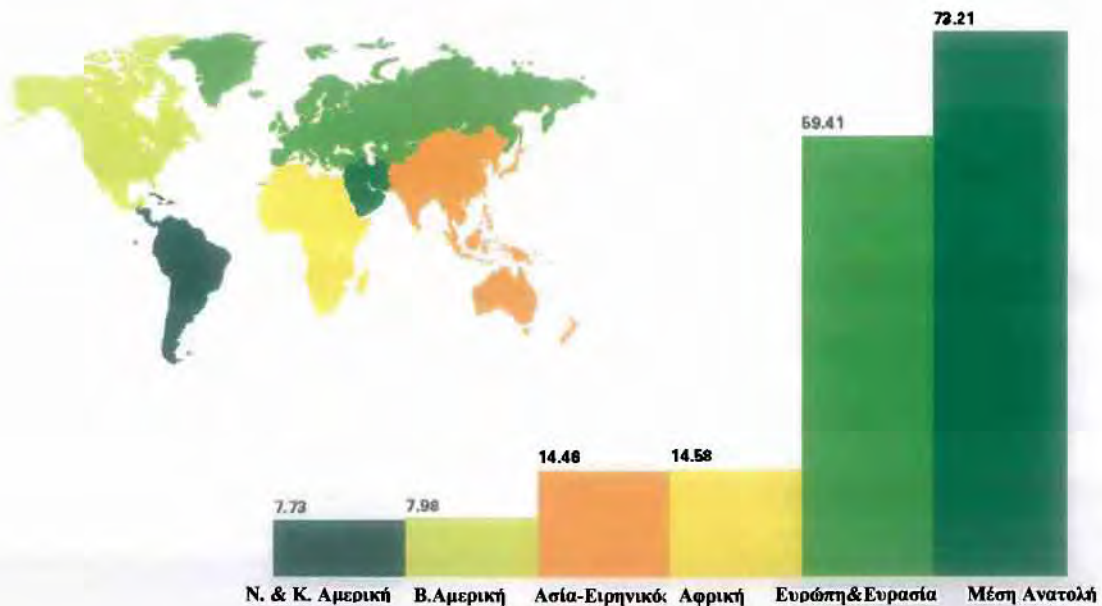


Όσον αφορά, άλλες πηγές ενέργειας, το μέλλον για την *πυρηνική ενέργεια* είναι αβέβαιο. Από τη μία μεριά ατυχήματα όπως αυτό του Τσερνομπίλ, ενίσχυσαν τις ανησυχίες και την λαϊκή αντίδραση σε όλες τις χώρες. Από την άλλη μεριά, αρκετές κυβερνήσεις σχεδιάζουν μεγάλα πυρηνικά προγράμματα. Οι πυρηνικοί επιστήμονες εμφανίζουν την πυρηνική ενέργεια ως ασφαλή και ως την μοναδική σχεδόν διέξοδο για τον περιορισμό της παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα. Το μέλλον της πυρηνικής ενέργειας εξαρτάται από την πρόοδο της τεχνολογίας στην ασφάλεια των πυρηνικών μονάδων και τελικά από την αποδοχή των τοπικών πληθυσμών. Επιπλέον, η *θερμοπυρηνική σύντηξη* δεν φαίνεται να έχει μέλλον, αφού ακόμη δεν έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να δώσει περισσότερη ενέργεια από όση απορροφά κατά τη διαδικασία σύντηξης και επιπλέον παράγει ταχέα νετρόνια, σκληρές ακτίνες, X και γ, και ραδιοϊσότοπα. Τέλος, η εξοικονόμηση και ορθολογική χρήση της ενέργειας δίκαια θεωρούνται ως μια νέα ενεργειακή πηγή, αφού μπορούν να συμβάλλουν στην οικονομική ανάπτυξη με μικρή ή μηδενική αύξηση της κατανάλωσης πρωτογενούς μορφής ενέργειας. Ήδη, οι χώρες της Δ. Ευρώπης, οι ΗΠΑ και η Ιαπωνία έχουν επιτύχει εντυπωσιακές επιδόσεις σε αυτόν τον τομέα (Αλιβιζάτος κ.ά., 1991).

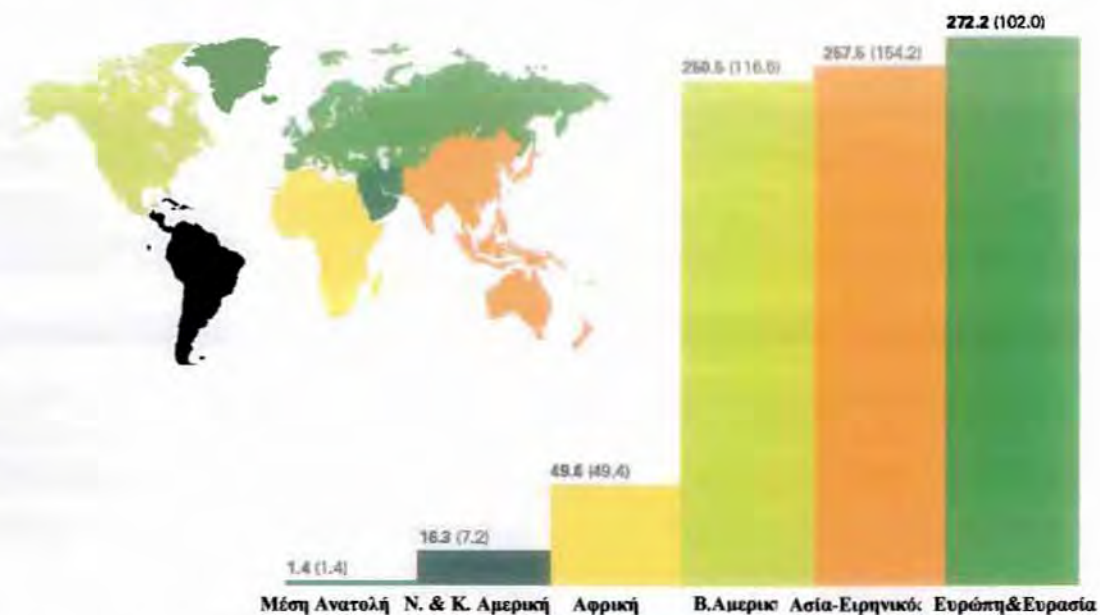
Συνοψίζοντας, από την επεξεργασία των παραπάνω στοιχείων συμπεραίνει κανείς ότι τα ενεργειακά αποθέματα συμβατικών καυσίμων είναι αφενός εντοπισμένα σε συγκεκριμένες περιοχές του πλανήτη (Εικόνες 2.1, 2.2, 2.3), οι οποίες ως εκ τούτου αποκτούν οικονομική ισχύ και στρατηγική σημασία, αφετέρου είναι σαφώς περιορισμένα. Ειδικότερα, οι βεβαιωμένες ποσότητες πετρελαίου και φυσικών αερίων βρίσκονται κάτω από την απειλή της άμεσης εξάντλησης, γεγονός που αναμένεται να επιφέρει τρομακτικές μεταβολές στις υφιστάμενες πλανητικές ισορροπίες.



Εικόνα 2.1: Αποδεδειγμένα αποθέματα πετρελαίου στο τέλος του 2007, σε χιλιάδες εκατομμύρια βαρέλια (Πηγή: BP Statistical Review of World Energy, 2008)



Εικόνα 2.2: Αποδεδειγμένα αποθέματα φυσικού αερίου στο τέλος του 2007, σε τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα (Πηγή: BP Statistical Review of World Energy, 2008)



Εικόνα 2.3: Αποδεδειγμένα αποθέματα άνθρακα στο τέλος του 2007, σε χιλιάδες εκατομμύρια τόνους (Πηγή: BP Statistical Review of World Energy, 2008)

2.1.3 Παγκόσμια Ενεργειακή Παραγωγή και Κατανάλωση

Από τη μεταπολεμική περίοδο και μέχρι τη δεκαετία του '70 κύρια τάση ήταν η συνεχής οικονομική ανάπτυξη, με αποτέλεσμα τη διόγκωση των οικονομικών μεγεθών και τη συνεχή αύξηση της ζήτησης ενέργειας. Η περιβαλλοντική διάσταση ήταν ήσσονος σημασίας, όντας υποταγμένη στην ανάγκη να καλυφθεί με ταχείς ρυθμούς η αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση. Το πλαίσιο αυτό αναπτύχθηκε στην προσπάθεια ανασυγκρότησης των χωρών μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, οπότε η ενέργεια λειτούργησε ως ισχυρό αναπτυξιακό μέσο. Οι βιομηχανικές χώρες μέσα στο διάστημα 1950-70 διπλασίασαν την κατανάλωση ενέργειας. Όσον αφορά τη σημερινή κατάσταση, αναλύσεις Διεθνών Οργανισμών δείχνουν ότι η συνέχιση των σημερινών πολιτικών οδηγεί, για τα επόμενα 20 έτη, στην αύξηση της παγκόσμιας ζήτησης ενέργειας με ετήσιο ρυθμό που αντιστοιχεί σε αυτό των προηγούμενων 25 ετών, διαφοροποιείται όμως χωροταξικά. Συγκεκριμένα, στις αναπτυσσόμενες χώρες, η αύξηση του πληθυσμού οδηγεί σε ρυθμούς αύξησης της ζήτησης ενέργειας σημαντικά ψηλότερους έναντι αυτών που αναμένονται στις βιομηχανικά αναπτυγμένες, ή και ακόμα έναντι αυτών των οποίων η οικονομία βρίσκεται σε μεταβατικό στάδιο (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

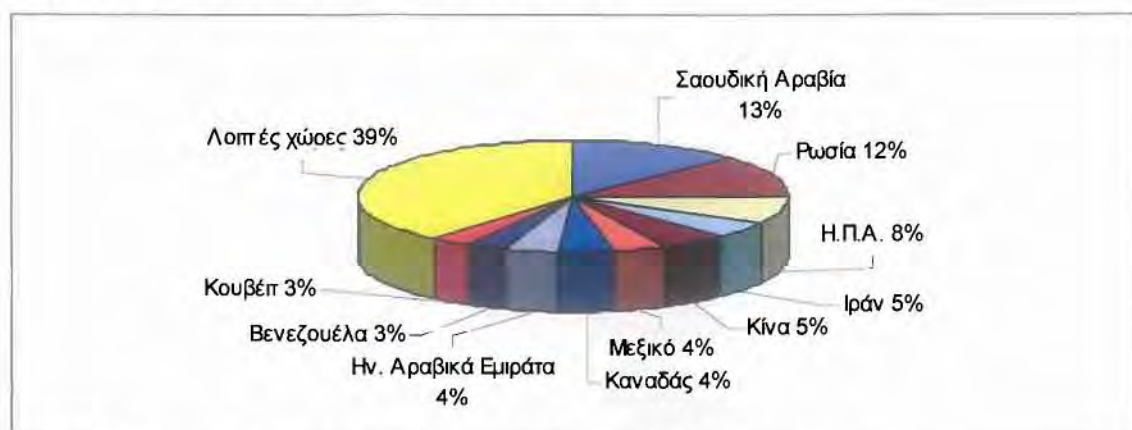


Αν και τα αποθέματα είναι σημαντικά για να κατανοήσουμε τις μελλοντικές εξελίξεις στο χώρο της αναζήτησης και άντλησης πετρελαίου, οι τρέχουσες τιμές του, καθορίζονται από τη βραχυχρόνια προσφορά και ζήτηση αργού πετρελαίου. Στη συνέχεια εξετάζονται οι κύριες χώρες παραγωγής και κατανάλωσης πετρελαίου.

Τα συμπεράσματα προκύπτουν από μία προσεκτική ανάγνωση των στοιχείων που περιέχονται στην ετήσια έκδοση «BP Statistical Review», την οποία εκδίδει ο πολυεθνικός πετρελαϊκός όμιλος BP. Η νέα έκδοση του στατιστικού «Ενεργειακού Χάρτη» -όπως αποκαλείται- περιλαμβάνει πολύ ενδιαφέρουσες παραμέτρους της παγκόσμιας και περιφερειακής ενεργειακής κατανάλωσης, από τις οποίες, παρέχεται η δυνατότητα να εξαχθούν ιδιαίτερα χρήσιμα συμπεράσματα για την ανάπτυξη των κρατών, αλλά μεγάλων περιοχών του κόσμου.

Η *παγκόσμια παραγωγή πετρελαίου* το 2007 ανήλθε σε 81,5 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα, εκ των οποίων το 43% παράχθηκε στα κράτη-μέλη του ΟΠΕΚ³ και το 16% στις χώρες της πρώην ΕΣΣΔ. Συγκεκριμένα, η Σαουδική Αραβία αποτελεί τη μεγαλύτερη πετρελαιοπαραγωγό χώρα κατέχοντας το 13% της παγκόσμιας παραγωγής, ακολουθούμενη από τη Ρωσία με οριακά μικρότερο μερίδιο. Στην τρίτη θέση κατατάσσονται οι ΗΠΑ (8%) και στην τέταρτη το Ιράν (5%) (BP Statistical Review of World Energy, 2008).

Διάγραμμα 2.4: Οι κύριοι παραγωγοί πετρελαίου



Πηγή: BP Statistical Review of World Energy, 2008 / Ιδία επεξεργασία

³ Οργανισμός Πετρελαιο-Εξαγωγών Κρατών: αποτελείται από 13 κράτη: Ιράν, Ιράκ, Κουβέιτ, Κατάρ, Σαουδική Αραβία, Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, Αλγερία, Λιβύη, Αγκόλα, Νιγηρία, Ινδονησία, Βενεζουέλα, Εκουαδόρ (Πηγή: <http://el.wikipedia.org>).



Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα 2.4, η παγκόσμια οικονομία εξαρτάται για την κάλυψη των ενεργειακών της αναγκών σε υψηλό βαθμό από τη Μέση Ανατολή, όπου παράγεται το 31% της παγκόσμιας παραγωγής, και δευτερευόντως από τη Ρωσία (12%) (BP Statistical Review of World Energy, 2008).

Από το 2000 έως το 2007, η παγκόσμια παραγωγή πετρελαίου έχει αυξηθεί σωρευτικά κατά 9%, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 1,2%. Την ίδια περίοδο, η παγκόσμια κατανάλωση πετρελαίου παρουσίασε άνοδο κατά περίπου 12% (άρα μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης 1,6%). Αξίζει να σημειωθεί ότι, η ετήσια αύξηση της κατανάλωσης πετρελαίου το 2004 ξεπέρασε το 3,5%. Αυτό σηματοδοτεί ότι η σημαντική άνοδος στις τιμές του πετρελαίου, συνδέεται σε μεγάλο βαθμό με την αυξημένη κατανάλωση (BP Statistical Review of World Energy, 2008).

Όσον αφορά τη ζήτηση πετρελαίου, το 2007 η **παγκόσμια κατανάλωση πετρελαίου** ανήλθε στα 85,2 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα. Οι ΗΠΑ κατανάλωσαν σχεδόν το ¼ της ποσότητας αυτής ενώ η Κίνα περίπου το 10%. Η αύξηση της παγκόσμιας ζήτησης την περίοδο 2000-2007 προήλθε κυρίως από τις αναπτυσσόμενες χώρες της Ασίας, στις οποίες σημειώθηκε αύξηση της ζήτησης κατά 20%, ενώ η αντίστοιχη αύξηση της ζήτησης στη Βόρεια Αμερική δεν ξεπέρασε το 7%. Αναλυτικότερα, στην προαναφερθείσα περίοδο η άνοδος της κατανάλωσης την Κίνα ήταν 65% και στην Ινδία 22% (BP Statistical Review of World Energy, 2008).

Περνώντας στο **φυσικό αέριο**, η παγκόσμια παραγωγή αυξήθηκε το 2007 κατά 2,4% και ανήλθε σε 2,94 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα, ενώ η κατανάλωση σημείωσε αύξηση 3,1% και ανήλθε σε 2,92 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα, λόγω κυρίως της αύξησης της κατανάλωσης στις ΗΠΑ (BP Statistical Review of World Energy, 2008).

Η **παγκόσμια ζήτηση του φυσικού αερίου** μεγεθύνεται με συνεχή και αυξανόμενο ρυθμό σε όλες σχεδόν τις περιοχές και τους τομείς χρήσεις, πλην μεταφορών. Η μεταβολή αυτή, όμως, υπήρξε ανισομερής, καθώς στις χώρες του ΟΟΣΑ έχει στις μεν ΗΠΑ μειωθεί, στις δε υπόλοιπες αυξηθεί, με περιπτώσεις θεαματικών μεταβολών όπως στην Ιαπωνία (6,6 φορές). Μεγάλη αύξηση του φυσικού αερίου, παρατηρείται στις βιομηχανικές χώρες του Ειρηνικού. Η διείσδυση του φυσικού αερίου είναι σημαντική στον οικιακό και τριτογενή τομέα αλλά και στην παραγωγή ενέργειας (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).



Για τέταρτο συνεχόμενο χρόνο ο *γαιάνθρακας* ήταν το ταχύτερα αναπτυσσόμενο καύσιμο καθώς η κατανάλωση αυτού του ενεργειακού πόρου σημείωσε αύξηση 4,5%. «Πάνω από το 50% της αύξησης της παγκόσμιας πρωτογενούς κατανάλωσης αντιστοιχεί στο κάρβουνο και πάνω από 70% αυτού του ποσοστού αντιστοιχεί σε αύξηση κατανάλωσης στην Κίνα», υπογράμμισε ο επικεφαλής οικονομολόγος της BP Κρίστοφ Ρουλ (<http://www.express.gr>).

Τέλος, αξίζει να επισημανθεί ότι, χρονικά *η κορύφωση της παραγωγής* (Peak Production) κάθε ενεργειακής πρώτης ύλης, που αντιστοιχεί με την κατανάλωση του 50% του αποθέματος, υπολογίζεται ότι έλαβε χώρα για το μεν αργό πετρέλαιο, το έτος 2005, του φυσικού αερίου κυμαίνεται μεταξύ των ετών 2012 και 2021, ανάλογα με τον βαθμό αντικατάστασης και διείσδυσης του στη χρήση πετρελαίου, του λιθάνθρακα μεταξύ των ετών 2021 και 2025 και του ουρανίου το 2035. Η κορύφωση της παραγωγής συνοδεύεται πάντα με την κατακόρυφο αύξηση των τιμών (Φώσκολος, 2008).

2.1.4) Η αναπότρεπτη αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης

Παρότι η ανθρωπότητα τα τελευταία είκοσι χρόνια συνειδητοποίησε τον κίνδυνο του επερχόμενου «ενεργειακού χειμώνα», οπότε και ξεκίνησε ορισμένες φιλότιμες προσπάθειες περιορισμού της κατανάλωσης και ορθολογικότερης χρήσης των ενεργειακών αποθεμάτων, ωστόσο, η κατανάλωση ενέργειας εξακολουθεί να αυξάνεται.

Συγκεκριμένα, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας το 1975 ήταν 5.542 εκατομμύρια ΤΙΠ (Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου), ενώ το 1995 έφθασε τα 8.200 εκατομμύρια ΤΙΠ (αύξηση + 48%) και το 2002 τα 10.300 εκατομμύρια ΤΙΠ. Η αύξηση έχει πλέον μετριαστεί λόγω της βελτίωσης της ειδικής ενεργειακής κατανάλωσης συσκευών, οχημάτων, διαδικασιών παραγωγής (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Οι βασικότερες αιτίες της συνεχούς της αύξησης παραμένουν και συνοψίζονται ως εξής:



2.1.4.1 Ανομοιομορφία στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας

Είναι γεγονός, ότι ορισμένοι λαοί καταναλίσκουν σημαντικά μεγαλύτερα ποσά ενέργειας από ορισμένους άλλους, υπάρχει, δηλαδή, ανομοιομορφία στην κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας στις διάφορες περιοχές του πλανήτη. Χώρες αναπτυσσόμενες, που βρίσκονται στη φάση της εκβιομηχάνισης και ανάπτυξης των ανέσεων της ζωής (σύγχρονες κατοικίες με θέρμανση και κλιματισμό, ιδιωτικής χρήσεως αυτοκίνητα κ.λ.π.), έχουν υψηλή εισοδηματική ελαστικότητα ενέργειας, γι' αυτό είναι αδύνατο να συνδυάσουν τη συνέχιση της ανάπτυξής τους με τη μείωση της ενεργειακής έντασης. Παράλληλα, δεν είναι δυνατό να ζητηθεί από τους υπό ανάπτυξη λαούς να περιορίσουν την ενεργειακή τους κατανάλωση, από τη στιγμή που καταναλίσκουν μόλις το 5% της ενέργειας των πλουσίων και αναπτυγμένων χωρών (Καλδέλλης, 2005).

2.1.4.2 Αύξηση του πληθυσμού της γης

Η ανομοιογενής κατανάλωση στις διάφορες περιοχές του πλανήτη, συνοδεύεται και από τη διαρκή αύξηση του πληθυσμού της γης. Εφόσον, λοιπόν, αυξάνεται ο πληθυσμός της γης, όσο χαμηλή και αν είναι η κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας, σε απόλυτα μεγέθη αυξάνεται η ζήτηση (Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, 2004).

Πράγματι, αν κανείς αναλογισθεί ότι στις αρχές του 20^{ου} αιώνα ο συνολικός ανθρώπινος πληθυσμός οριακά υπερέβαινε τα 1,5 δισεκατομμύρια, ενώ το 1950 τα 2,5 δισεκατομμύρια, είναι λογική η ανησυχία αυτή, καθώς στις αρχές της νέας χιλιετίας το ανθρώπινο είδος έσπασε το φράγμα των 6 δισεκατομμυρίων (Καλδέλλης & Χαλβατζής, 2005).

Το πλέον δε σημαντικό στοιχείο είναι η πληθυσμιακή έκρηξη που παρατηρείται στις υπό ανάπτυξη χώρες του πλανήτη, πράγμα που περιορίζει τις δυνατότητες μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας. Στις περιπτώσεις αυτές, ακόμα και με σταθερή κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας, οδηγούμαστε σε μια αύξηση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, τουλάχιστον ανάλογης με την αύξηση του πληθυσμού (Καλδέλλης, 2005).

Η εκθετική αυτή αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού οφείλεται αφενός στην αύξηση του μέσου χρόνου ζωής των ανθρώπων, που σε αρκετές περιοχές του κόσμου



πλησιάζει τα 80 έτη, αφετέρου στη διατήρηση του υψηλού αριθμού γεννήσεων (κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες) και στη μείωση της βρεφικής θνησιμότητας. Σαν αποτέλεσμα, ο μέσος πλανητικός ρυθμός γονιμότητας (μέσος αριθμός παιδιών ανά γυναίκα), ξεπερνά κατά πολύ τον αντίστοιχο ρυθμό αντικατάστασης (2,2 γεννήσεις ανά ζευγάρι), γεγονός που έχει οδηγήσει στον τετραπλασιασμό του ανθρώπινου πληθυσμού μέσα σ' έναν αιώνα (Καλδέλλης & Χαλβατζής, 2005).

2.1.4.3 Απώλειες συστημάτων παραγωγής και μεταφοράς ενέργειας

Στις παραπάνω αιτίες θα πρέπει να προστεθεί και ένας αριθμός τεχνολογικών λόγων, οι οποίοι οδηγούν αναπόφευκτα στην αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης των ενεργειακών αποθεμάτων. Ειδικότερα, σύμφωνα με τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο είναι αδύνατο να εξαφανισθεί δεδομένη ποσότητα ενέργειας (υλενέργειας) ή να παραχθεί ενέργεια από το μηδέν. Όμως, κατά τη μετατροπή της ενέργειας από τη μια μορφή σε άλλη υφίστανται ορισμένες απώλειες ωφέλιμης ενέργειας, οι οποίες εκφράζονται από την τιμή της εντροπίας του υπό διερεύνηση ενεργειακού συστήματος. Οι «απώλειες» ενέργειας αποτελούν σύμφωνα με τον δεύτερο θερμοδυναμικό νόμο ποσότητες ενέργειας χαμηλότερης ποιότητας, όπως για παράδειγμα η θερμική ενέργεια. Με τον τρόπο αυτό σε κάθε μετατροπή ενέργειας έχουμε εμφάνιση θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας, η οποία δεν μπορεί να αξιοποιηθεί στη συνέχεια και απορρίπτεται στο περιβάλλον με τη μορφή θερμικής ρύπανσης, συντελώντας ταυτόχρονα στο «θερμικό θάνατο» του πλανήτη μας. Παράλληλα, σημαντικά ποσά ενέργειας «χάνονται» κατά τη μεταφορά και διανομή της ενέργειας από τον τόπο παραγωγής στην περιοχή κατανάλωσης (Καλδέλλης, 2005).

Συνοψίζοντας, αξίζει να σημειωθεί ότι ο βαθμός απόδοσης μιας θερμικής μηχανής κυμαίνεται σήμερα από 15% έως 45%, το οποίο εάν συνδυασθεί με το πλήθος των θερμοηλεκτρικών σταθμών που τροφοδοτούν ηλεκτρική ενέργεια τον πλανήτη, κάνει προφανή την σημασία των ενεργειακών απωλειών των συστημάτων παραγωγής ενέργειας. Φυσικά, γίνονται σημαντικές προσπάθειες μείωσης των απωλειών και αύξησης του βαθμού απόδοσης των ενεργειακών συστημάτων, γεγονός όμως το οποίο προς το παρόν θα βελτιώσει ελάχιστα το πλανητικό ενεργειακό ισοζύγιο. Τέλος, μορφές ενέργειας όπως η ηλεκτρική, θεωρούνται εξευγενισμένες, δεδομένου



ότι έχουν τη δυνατότητα μετατροπής τους με ελάχιστες απώλειες, σε κάθε άλλη επιθυμητή μορφή ενέργειας. Ο διαχωρισμός αυτός σε διαφορετικής ποιότητας μορφές ενέργειας μας οδηγεί στην επόμενη αιτία κατασπατάλησης ενέργειας (Καλδέλλης, 2005).

2.1.4.4 Μη αποδοτική χρήση της ενέργειας

Η ενέργεια συνεχίζει να σπαταλάται λόγω της μη αποδοτικής χρησιμοποίησης αυτής. Για παράδειγμα, πολλά σπίτια δεν διαθέτουν ικανοποιητική μόνωση, με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν αυξημένες θερμικές απώλειες. Παράλληλα, οι άνθρωποι εξακολουθούν να οδηγούν τα αυτοκίνητά τους με μη αποδοτικό τρόπο και να μην τα συντηρούν σωστά, αυξάνοντας την κατανάλωση καυσίμων. Επίσης, πολλά προϊόντα στερούνται τεχνικών προδιαγραφών που μειώνουν την ενεργειακή κατανάλωση (Παπαϊωάννου, 2008).

2.1.4.5 Αδιαφορία και σπατάλη ενέργειας

Θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθεί κι ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας. Η έλλειψη ενημέρωσης του πολίτη, καθώς και η επικράτηση της άποψης ότι τα αποθέματα ενέργειας και πρώτων υλών είναι απεριόριστα, οδηγούν το μέσο άνθρωπο στην αδιαφορία για την κατασπατάληση της ενέργειας που προκαλεί. Πολλές φορές μάλιστα, η κατασπατάληση ενέργειας αποτελεί μέσο επίδειξης και απόδειξης πλούτου. Αν και τα τελευταία χρόνια άρχισε να γίνεται αντιληπτό το περιορισμένο των ενεργειακών αποθεμάτων, με αποτέλεσμα να ληφθούν κάποιες τιμολογιακές και διοικητικές αποφάσεις που σκοπό έχουν την εξοικονόμηση ενέργειας, ο πολίτης παραμένει απληροφόρητος, εφόσον δεν διδάσκεται στη διάρκεια της βασικής του εκπαίδευσης ενεργειακή οικονομία και ορθολογική διαχείριση της ενέργειας και των φυσικών πόρων (Καλδέλλης, 2005).

Από τα παραπάνω, συμπεραίνει κανείς ότι η εξάντληση το ενεργειακών αποθεμάτων αποτελεί αδιαμφισβήτητο κίνδυνο, που κάνει αναγκαία την κοινή προσπάθεια όλων ώστε να περιοριστεί η σπατάλη του φυσικού πλούτου και τελικά η σταδιακή εξάλειψη των αιτιών που συντελούν σε αυτή.



2.1.5 Σενάρια αναμενόμενης εξέλιξης

Σύμφωνα με σενάριο αναμενόμενης εξέλιξης (Business-As-Usual) της Διεθνούς Υπηρεσίας Ενέργειας (IEA), από το 2006 μέχρι το 2030 η ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας προβλέπεται να αυξηθεί πάνω από το μισό. Η ζήτηση θα αυξηθεί κατά περισσότερο από το ένα τέταρτο στην περίοδο έως το 2015 και μόνο. Πάνω από το 70% της αύξησης της ζήτησης σ' αυτή την προβολή, προέρχεται από τις αναπτυσσόμενες χώρες, με μόνο την Κίνα να αντιπροσωπεύει το 30%. Οι οικονομίες τους και ο πληθυσμός τους αυξάνονται πολύ ταχύτερα από ό,τι στο πλαίσιο του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ), μετατοπίζοντας το κέντρο βάρους της παγκόσμιας ενεργειακής ζήτησης (<http://www.iea.org>).

Τα ορυκτά καύσιμα θα συνεχίσουν να δεσπόζουν στο παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο καλύπτοντας το 83% της αύξησης της παγκόσμιας ζήτησης. Το πετρέλαιο θα παραμείνει το ευρύτερα χρησιμοποιούμενο καύσιμο στο ενεργειακό μείγμα, ενώ η ζήτηση φυσικού αερίου θα είναι ταχύτατη, κυρίως λόγω της χρήσης του σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής. Το μερίδιο του άνθρακα θα πέσει ελαφρά, αλλά ο άνθρακας θα παραμείνει το σημαντικότερο καύσιμο για τη βιομηχανία ηλεκτροπαραγωγής. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αναμένεται να τριπλασιάσουν το μερίδιό τους στην ηλεκτροπαραγωγή. Το μερίδιο της πυρηνικής ενέργειας αντίθετα θα ελαττωθεί. Όλα αυτά οδηγούν αναπόφευκτα σε μια δραματική αύξηση των εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων και έρχονται σε αντίθεση με την εκφρασμένη από πολλές κυβερνήσεις θέση και δέσμευση για λήψη μέτρων που στοχεύουν στην αποτροπή των κλιματικών αλλαγών (<http://www.iea.org>).

Τα παραπάνω αποτελούν βέβαια προβλέψεις ενός αναμενόμενου σεναρίου εξέλιξης (Business-As-Usual). Είναι σαφές ότι οι τάσεις αυτές μπορούν να ανατραπούν δραστικά αν υπάρξει η απαραίτητη πολιτική βούληση και δράση.)

2.2 Ο ενεργειακός τομέας στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

2.2.1 Παρούσα κατάσταση

Ένα από τα θέματα της ευρωπαϊκής πολιτικής σε ό,τι αφορά στον τομέα της ενέργειας, αναφέρεται στην προσπάθεια για τη δημιουργία μιας ενιαίας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία θα χαρακτηρίζεται από ελεύθερο ανταγωνισμό, αξιοποίηση εναλλακτικών μορφών ενέργειας και αύξηση της αποδοτικότητας της



παραγωγής. Ωστόσο σήμερα, η ΕΕ είναι ιδιαίτερα ευάλωτη σε θέματα ενεργειακών πόρων. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι περίπου το 80% της ενέργειας που καταναλώνεται σήμερα στην ΕΕ έχει ως πηγή τα ορυκτά καύσιμα: πετρέλαιο, φυσικό αέριο και άνθρακα. Λίγες όμως χώρες της έχουν σήμερα ικανοποιητικά αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται ενδεικτικά ορισμένες από τις χώρες της ΕΕ με τα μεγαλύτερα αποθέματα ορυκτών καυσίμων για τα έτη 1995 και 2005 (Καζά, 2007).

Πίνακας 2.4: Αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου σε χώρες της ΕΕ για τα έτη 1995 και 2005.

	Αποθέματα πετρελαίου 1995 (χιλ.εκατ. βαρέλια)	Αποθέματα πετρελαίου 2005 (χιλ.εκατ. βαρέλια)	Αποθέματα φυσικού αερίου 1995 (τρικ.κυβ.μέτρα)	Αποθέματα φυσικού αερίου 2005 (τρικ.κυβ.μέτρα)
Μ. Βρετανία	4,5	4	0,7	0,53
Δανία	0,9	1,3	0,12	0,07
Νορβηγία	10,8	9,7	1,81	2,41
Ιταλία	0,7	0,7	0,3	0,17

Πηγή: Καζά, 2007 / Ιδία επεξεργασία

Τα παραπάνω νούμερα επιβεβαιώνουν ότι το μερίδιο επί των συνολικών αποθεμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου των κρατών μελών της ΕΕ είναι ιδιαίτερα μικρό, της τάξης του 0,3%. Αν και σε αποθέματα άνθρακα τα κράτη μέλη είναι πλουσιότερα, τα ποσοστά δεν είναι ικανοποιητικά ώστε να μειώσουν την εξάρτησή τους από εισαγωγές από τρίτες χώρες. Τα συνολικά αποθέματα άνθρακα για το 2005 καθώς και το ποσοστό επί των συνολικών παγκόσμιων αποθεμάτων καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2.5: Αποθέματα άνθρακα σε χώρες της ΕΕ για το έτος 2005

	Συνολικά αποθέματα άνθρακα (χιλ.εκατ. τόννοι) 2005	Ποσοστό επί του συνόλου 2005
Τσεχία	5552	0,60%
Ελλάδα	3900	0,40%
Γερμανία	6937	0,70%
Πολωνία	14000	1,50%

Πηγή: Καζά, 2007 / Ιδία επεξεργασία



Οι υπόλοιπες χώρες της ΕΕ έχουν ακόμα λιγότερα αποθέματα σε άνθρακα. Τα παραπάνω στοιχεία αναδεικνύουν την έντονη εξάρτηση των κρατών μελών από χώρες εκτός ΕΕ για την κάλυψη της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας. Πράγματι, τα κράτη μέλη εισάγουν ορυκτά καύσιμα κυρίως από χώρες του Κόλπου όπως η Σαουδική Αραβία, το Κατάρ, το Κουβέιτ, τα Αραβικά Εμιράτα, αλλά και από τη Ρωσία που έχει πολύ μεγάλα αποθέματα κυρίως σε φυσικό αέριο και τέλος από χώρες που βρέχονται από την Κασπία θάλασσα όπως το Ιράν, το Καζακστάν και το Αζερμπαϊτζάν (Καζά, 2007).

Κατά συνέπεια, το φτωχό σε συμβατικά καύσιμα υπέδαφος των χωρών της ΕΕ, σε συνδυασμό με την ολοένα αυξανόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, υποχρεώνει τα κράτη μέλη σε μεγάλες εισαγωγές καυσίμων, καθώς η κοινοτική προσφορά ενέργειας καλύπτει μόλις το ήμισυ των κοινοτικών αναγκών. Η ολοένα και πιο ενεργοβόρος ευρωπαϊκή οικονομία στηρίζεται ουσιαστικά στα ορυκτά καύσιμα, τα οποία αντιπροσωπεύουν τα 4/5 της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας (πετρέλαιο, άνθρακας και φυσικό αέριο), εκ των οποίων τα 2/3 εισάγονται. Το φυσικό αέριο και μόνο που προέρχεται από τη Ρωσία αντιπροσωπεύει περίπου το 20% της ευρωπαϊκής κατανάλωσης (ΙΣΤΑΜΕ, 2006).

Σε ό,τι αφορά τη γεωπολιτική διάσταση, ας σημειωθεί απλώς ότι το 45% των εισαγωγών πετρελαίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης προέρχεται από τη Μέση Ανατολή και το 40% του φυσικού αερίου από τη Ρωσία. (ΙΣΤΑΜΕ, 2006).

Η εξάρτηση της ΕΕ από τις εισαγωγές άγγιξε το 2005 το 56%, αυξανόμενη κατά δύο ποσοστιαίες μονάδες σε σχέση με το 2004. Στις χώρες της ΕΕ με λίγα ή καθόλου αποθέματα ενεργειακών πηγών συγκαταλέγεται η Κύπρος, που είναι απόλυτα εξαρτημένη από τις εισαγωγές, η Πορτογαλία, που εξαρτάται σε ποσοστό 99,4%, η Λετονία (94%) και η Ιρλανδία (90,2%). Από την άλλη πλευρά, οι χώρες με τη μικρότερη εξάρτηση από εισαγωγές είναι η Μεγάλη Βρετανία με ποσοστό εισαγωγών 13%, η Πολωνία (18,4%), η Εσθονία (33,9%), η Τσεχία (37,6%) και η Ολλανδία (38,9%). Εξάιρεση αποτελεί η Δανία, η οποία παράγει περισσότερη ενέργεια από όση απαιτείται για να καλύψει την εγχώρια ζήτηση (Καζά, 2007).

Η ισχυρή εξάρτηση της Ευρώπης σε ενεργειακό επίπεδο από τις προαναφερθείσες χώρες έχει σημαντικό αντίκτυπο στην οικονομία των ευρωπαϊκών χωρών. Επιπλέον, τα ορυκτά καύσιμα είναι μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, κατά συνέπεια η συνεχής



εξαγωγή θα οδηγήσει αναπόφευκτα στο μέλλον στην εξάντληση των ενεργειακών αυτών πόρων. Παράλληλα, υπάρχει και η απειλή του φαινομένου του θερμοκηπίου, το οποίο επιβαρύνεται με την καύση των παραπάνω ορυκτών, αφού το σύνολο της χρήσης ορυκτών καυσίμων συνεπάγεται εκπομπές CO₂, που αποτελούν σήμερα την κύρια αιτία αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη. Αν τα ορυκτά καύσιμα συνεχίσουν τον πολύτιμο ρόλο τους στη σύνθεση των ενεργειακών πηγών, θα πρέπει να βρεθούν λύσεις για τον περιορισμό των επιπτώσεων της χρήσης τους σε επίπεδα συμβατά με αειφόρους στόχους για το κλίμα (<http://eur-lex.europa.eu>).

Για τους παραπάνω λόγους, η ΕΕ αναζητά τρόπους μείωσης της χρήσης των ορυκτών καυσίμων, ώστε να διατηρηθεί η ευρωπαϊκή αγορά ενέργειας σε ανταγωνιστικό επίπεδο παγκοσμίως και να προστατευθεί το περιβάλλον, διασφαλίζοντας παράλληλα τον ενεργειακό εφοδιασμό των χωρών.

2.2.2 Σενάρια για το μέλλον

Εάν δεν γίνει τίποτε μέχρι το 2030, η βαρύτητα των ορυκτών καυσίμων θα οξυνθεί. Οι εισαγωγές ενεργειακών πόρων θα είναι πολύ μεγαλύτερες σε 25 χρόνια και θα ανέλθουν στο 70% των συνολικών αναγκών. Το πετρέλαιο ενδέχεται να εισάγεται σε αναλογία 90%. Αν μεταφράσει κανείς την εξάρτηση αυτή σε οικονομικούς όρους, θα διαπιστώσει ότι, το 1999 για παράδειγμα, οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ξόδεψαν 240 δισεκατομμύρια ευρώ για εισαγωγές πρωτογενών ενεργειακών πόρων (ΙΣΤΑΜΕ, 2006).

2.3 Ο ενεργειακός τομέας στην Ελλάδα

2.3.1 Ενεργειακές πηγές

Η ενεργειακή εικόνα της Ελλάδας δεν παρουσιάζει μεγάλες διαφορές από τις αντίστοιχες Ευρωπαϊκές χώρες που δεν διαθέτουν δική τους παραγωγή πετρελαίου ή φυσικών αερίων. Οι ενεργειακές πηγές στην χώρα μας είναι ο λιγνίτης, λίγο πετρέλαιο και φυσικό αέριο και οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Η Ελλάδα έχει σημαντικά **λιγνιτικά κοιτάσματα**, τα οποία ήταν άγνωστα πριν 50 έτη. Κατάλληλες συνθήκες για τον σχηματισμό λιγνιτών στον ελλαδικό χώρο συνέτρεξαν, κατά περιόδους και κατά περιοχές, από τις αρχές του Καινοζωικού αιώνα μέχρι τους πρόσφατους γεωλογικούς χρόνους. Τα σημαντικότερα κοιτάσματα λιγνίτη



αναπτύχθηκαν σε αβαθείς λίμνες και έλη κλειστών ενδοηπειρωτικών λεκανών. Κύριο χαρακτηριστικό των κοιτασμάτων είναι ο έντονος τεκτονισμός (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Οι γεωλόγοι μετά από έρευνες εντόπισαν μεγάλα κοιτάσματα λιγνίτη στην Ελλάδα στις εξής περιοχές: Αλιβέρι, Πτολεμαΐδα, Μεγαλόπολη, Δράμα, Ελασσόνα, Φλώρινα. Η εκμετάλλευση του λιγνίτη ήταν πρακτικά ανύπαρκτη μέχρι το 1952, οπότε άρχισε να λειτουργεί το λιγνιτωρυχείο της ΔΕΗ στο Αλιβέρι (με υπόγεια εκμετάλλευση). Στη συνέχεια, το 1957, άρχισε η λειτουργία του μεγάλου λιγνιτωρυχείου της ΔΕΗ στην Πτολεμαΐδα και το 1970 στη Μεγαλόπολη Αρκαδίας. Αναξιοποίητα παραμένουν ακόμα τα μεγάλα κοιτάσματα στην Ελασσόνα και στη Δράμα, ενώ το λιγνιτικό κέντρο Αλιβερίου δε λειτουργεί πλέον (Παπαδημητρίου, 2002).

Με τα σημερινά τεχνικοοικονομικά δεδομένα τα κοιτάσματα που είναι κατάλληλα για ενεργειακή εκμετάλλευση ανέρχονται σε περίπου 4 δις τόνους και ισοδυναμούν με 550 εκατομμύρια τόνους πετρελαίου, που μπορούν να ικανοποιήσει τις ανάγκες της Ελλάδας για 60 χρόνια. Αυτή η χρονική διάρκεια στηρίζεται σε μία ετήσια παραγωγή της τάξης των 60 εκατομμυρίων τόνων και αύξηση της ετήσιας ζήτησης κατά 2% (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005). Σήμερα, ο λιγνίτης αποτελεί το βασικό καύσιμο που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ για ηλεκτροπαραγωγή (το 62% της ενέργειας της χώρας παράγεται από λιγνίτη) και η Ελλάδα αποτελεί τη δεύτερη παραγωγό λιγνίτη της ΕΕ με παραγωγή περίπου 68,1 εκατομμύρια τόνους το 2003 (Σούλτης, 2007).

Όσον αφορά το *πετρέλαιο και το φυσικό αέριο*, η περιοχή της Ελλάδας, με δεδομένη τη σύνθετη γεωλογία της, έχει καταρχήν δυνατότητες παραγωγής υδρογονανθράκων σε περιορισμένες ποσότητες. Οι θαλάσσιες περιοχές έχουν αρκετές πιθανότητες να δώσουν κοιτάσματα υδρογονανθράκων, αλλά το βάθος των θαλασσών και οι αποστάσεις από την πληρέστερη ξηρά, κάνουν την επιχείρηση δύσκολη (Γούλας, 2002).

Σύμφωνα με δηλώσεις του επιστημονικού ερευνητή κ. Αντώνη Φώσκολου, στην εφημερίδα «Έθνος», η ύπαρξη υδρογονανθράκων στον ελλαδικό χώρο έχει επιβεβαιωθεί με την ανακάλυψη των κοιτασμάτων αργού πετρελαίου του Πρίνου, στο Βορειοανατολικό Αιγαίο όπου έχουν διαπιστωθεί παρεμφερείς δομές με αυτήν του Πρίνου (Αν. Θάσος, Μπάμπουρας, Νότιος Μπάμπουρας, Σταυρός, Νίκη και Μαρώνεια) και μεταξύ Λήμνου - Αγίου Ευστρατίου - Μυτιλήνης και Χίου.



Επιβεβαιωμένα αποθέματα φυσικού αερίου, υπάρχουν στα Νότια της Καβάλας, όπως επίσης και στην Επανομή. Μία άλλη περιοχή για την οποία υπάρχει μεγάλη πίστη ότι φιλοξενεί αποθέματα υδρογονανθράκων, είναι ο νομός των Γρεβενών και ιδιαίτερα το νότιο τμήμα του νομού. Κατά συνέπεια, στη Μακεδονία υπάρχουν πολλές πετρελαιοπιθανές περιοχές. Η Ήπειρος είναι μία άλλη γεωλογική περιοχή για την οποία ανενδοίαστα όλοι οι γεωλόγοι πετρελαίου, γεωφυσικοί και γεωχημικοί πετρελαίου πιστεύουν ότι φιλοξενούνται περισσότερες ποσότητες υδρογονανθράκων από τη Μακεδονία. Συνεπώς, και μητρικά πετρώματα γένεσης υδρογονανθράκων υπάρχουν, αλλά και δομές εγκλωβισμού των παραγόμενων υδρογονανθράκων υπάρχουν στην Ελλάδα. Τα κοιτάσματα αυτά είναι βεβαιωμένα και εκτιμάται ότι μπορούν να αποφέρουν 1-2 δισεκατομμύρια βαρέλια αργού πετρελαίου (Κεμανετζή, 2008).

Το πετρέλαιο είναι η σημαντικότερη πηγή ενέργειας για την Ελλάδα, καθώς καλύπτει το 64% των ετήσιων ενεργειακών αναγκών της. Η παραγωγή των εγχώριων μονάδων διύλισης καλύπτει τις ανάγκες της αγοράς με εξαίρεση το πετρέλαιο κίνησης-θέρμανσης στο οποίο πραγματοποιούνται εισαγωγές προκειμένου να καλυφθεί το έλλειμμα. Σύμφωνα με τον ΔΟΕ, η εξάρτηση από το πετρέλαιο θα παραμείνει υψηλή για την επόμενη δεκαετία (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Ολοκληρώνοντας την αναφορά επί των βεβαιωμένων αποθεμάτων συμβατικών καυσίμων της Ελλάδας, έχει γίνει σαφές ότι αυτή δεν φαίνεται να είναι ιδιαίτερα ευνοημένη σε αποθέματα συμβατικών καυσίμων. Αντίθετα, όπως θα αναφερθεί στη συνέχεια, η χώρα διαθέτει αξιόλογο αιολικό και ηλιακό δυναμικό, ενώ δεν στερείται και άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

2.3.2 Ενεργειακή κατανάλωση στην Ελλάδα

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα παρουσιάζει συνεχή αύξηση, αντανακλώντας την αύξηση στο ΑΕΠ, αλλά και την περιορισμένη εφαρμογή εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας. Από την πρώτη πετρελαϊκή κρίση (1973) έως το 2002 η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας υπερδιπλασιάστηκε, φθάνοντας τα 29,03 εκατομμύρια ΤΠΠ (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Το 2004, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα άγγιξε τα 32,7 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΠΠ). Τη μερίδα του λέοντος στο



ενεργειακό μείγμα απέσπασε το πετρέλαιο με περίπου 20 εκατομμύρια ΤΠΠ (61,2%) και ακολούθησαν ο λιγνίτης (9,3 εκατ. ΤΟΕ ή 28,5%), το φυσικό αέριο (2,2 εκατομμύρια ΤΠΠ ή 6,8%) και τέλος τα υδροηλεκτρικά και οι λοιπές ΑΠΕ (1,1 εκατομμύρια ΤΟΕ ή 3,5%) (ΙΣΤΑΜΕ, 2006).

Η εικόνα αυτή παραμένει λίγο πολύ διαχρονικά σταθερή, με τα ορυκτά καύσιμα να κυριαρχούν καλύπτοντας ένα μερίδιο κοντά στο 93% της πρωτογενούς ενέργειας και με άμεσο επακόλουθο την εκτίναξη των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) τα τελευταία χρόνια, ξεπερνώντας ήδη τον δεσμευτικό στόχο που έχει θέσει η χώρα για αύξηση των θερμοκηπιακών αερίων κατά 25% την περίοδο 1990-2010. Χωρίς ουσιαστικά μέτρα, η Ελλάδα προβλέπεται ότι θα αυξήσει τις εκπομπές της κατά 39,2% έως το 2010 και κατά 57,6% έως το 2020 (ΙΣΤΑΜΕ, 2006).

Η ετήσια αύξηση της ζήτησης πρωτογενούς ενέργειας, αλλά και ηλεκτρισμού, είναι μεγαλύτερη του παγκόσμιου μέσου όρου. Είναι μάλιστα τριπλάσια του ευρωπαϊκού μέσου όρου σε ό,τι αφορά στη ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας και διπλάσια σε ό,τι αφορά την ηλεκτροπαραγωγή (ΙΣΤΑΜΕ, 2006).

Παρά τον πλούτο ενεργειακών πόρων στον τομέα των ΑΠΕ, η εμμονή στη χρήση ορυκτών καυσίμων μεταφράζεται σε ενεργειακή εξάρτηση της χώρας από εισαγόμενα καύσιμα. Η Ελλάδα αναγκάζεται να εισάγει μεγάλες ποσότητες πετρελαίου από χώρες όπως το Ιράν, η Σαουδική Αραβία, η Ρωσία, η Αίγυπτος και η Λιβύη για να καλύψει τη μεγάλη κατανάλωση. Η αυξημένη ζήτηση για πετρέλαιο σε συνδυασμό με τα μικρά αποθέματα της χώρας έχουν ως αποτέλεσμα την υψηλή εξάρτησή της από τις εισαγωγές που το 2003 άγγιξε το 96,1%. Το μερίδιο του πετρελαίου στη συνολική κατανάλωση ενέργειας, αν και πολύ υψηλό, αναμένεται ότι σταδιακά θα αρχίσει να μειώνεται δεδομένης της εισόδου του φυσικού αερίου στην αγορά ενέργειας (Καζά, 2007).

Παράλληλα, εξαιτίας της εξαιρετικά περιορισμένης παραγωγής φυσικού αερίου, η Ελλάδα εξαρτάται σε πολύ μεγάλο ποσοστό από τις εισαγωγές (98,8% το 2003). Η χώρα που προμηθεύει την Ελλάδα με φυσικό αέριο είναι κατά κύριο λόγο η Ρωσία, με ποσοστό πάνω από 80%, ενώ πραγματοποιούνται και εισαγωγές υγροποιημένου φυσικού αερίου από την Αλγερία (Καζά, 2007).



2.3.3 Σενάρια για το μέλλον

Στο πλαίσιο χάραξης μακροχρόνιας ενεργειακής πολιτικής, αρκετοί φορείς (ΡΑΕ, ΔΕΣΜΗΕ, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών) έχουν εκπονήσει σενάρια για το προδιαγραφόμενο ενεργειακό μέλλον της Ελλάδας (ΙΣΤΑΜΕ, 2006).

Παρά τις όποιες (όχι μεγάλες) διαφορές των ως άνω μελετών, όσον αφορά τις ποσοτικές προβλέψεις τους για την εξέλιξη του εθνικού ενεργειακού συστήματος, αξιοσημείωτη είναι η συμφωνία των αποτελεσμάτων τους, σχετικά με τις κύριες τάσεις του ενεργειακού συστήματος και τις αναμενόμενες μεταβολές του, ανά μορφή ενέργειας και ανά τομέα παραγωγής-κατανάλωσης ενέργειας, τουλάχιστον σε ένα χρονικό ορίζοντα δεκαετίας (2006–2015) (ΙΣΤΑΜΕ, 2006).

Όσον αφορά την πρόβλεψη των μελλοντικών ενεργειακών εξελίξεων με βάση τις υφιστάμενες πολιτικές και μέτρα, το Σενάριο Αναφοράς (baseline or business-as-usual scenario), που δείχνει τις σημερινές τάσεις του συστήματος και τα όρια της σημερινής ενεργειακής πολιτικής σε σχέση με τους στρατηγικούς στόχους, υποθέτει ότι θα συνεχισθούν οι τάσεις που παρατηρήθηκαν στο πρόσφατο παρελθόν καθώς και τα μέτρα πολιτικής που έχουν ήδη υιοθετηθεί (ΡΑΕ, 2003).

Ειδικότερα, ως άμεσο αποτέλεσμα της αύξησης του ΑΕΠ και της βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού, η συνολική ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας θα αυξάνει συνεχώς μακροπρόθεσμα, με ένα μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης πάνω από 2% στην εικοσαετία 2000–2020. Η κατά κεφαλή κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας θα συνεχίσει επίσης να αυξάνει, με χαμηλότερο πάντως μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης στην περίοδο 2000–2020 (περίπου 1,5%), σε σχέση με τον αντίστοιχο ρυθμό της περιόδου 1995–2000 (2,8%) (ΡΑΕ, 2003).

Το ελληνικό ενεργειακό σύστημα θα εξακολουθήσει να κυριαρχείται από τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία αναμένεται να καλύπτουν άνω του 92% των συνολικών αναγκών της χώρας σε πρωτογενή ενέργεια. Θα υπάρξει, εντούτοις, σημαντική διαφοροποίηση της δομής του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας, κυρίως λόγω της εντυπωσιακής διείσδυσης του φυσικού αερίου, του οποίου η συμμετοχή από 6% το 2000 αναμένεται να φθάσει περίπου στο 17% το 2010 και το 21% το 2020, καλύπτοντας, μαζί με τις ΑΠΕ, το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης των συνολικών αναγκών της χώρας σε πρωτογενή ενέργεια. Η εξέλιξη αυτή αποτελεί απόρροια της πολύ μεγάλης διείσδυσης του φυσικού αερίου στις νέες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής και την



συμπαράγωγη, όπου το αέριο είναι μακράν η ταχύτερα αυξανόμενη πρωτογενής πηγή ενέργειας. Παρά την εντυπωσιακή αυτή διεύρυνση, η ποσοστιαία συμμετοχή του φυσικού αερίου θα παραμείνει μικρότερη από την αντίστοιχη συμμετοχή του στα ώριμα ενεργειακά συστήματα της Ευρώπης (ΡΑΕ, 2003).

Παράλληλα, αναμένεται αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο, που ωστόσο παραμένει χαμηλή σε απόλυτα μεγέθη (5% το 2000, 6,9% το 2010, 7,6% το 2020). Η χρήση στερεών καυσίμων σε απόλυτα μεγέθη θα παραμείνει σε σταθερά επίπεδα μέχρι το 2020. Η συμμετοχή τους όμως στο συνολικό ισοζύγιο θα μειωθεί σημαντικά, καθώς η αύξηση της ζήτησης θα καλυφθεί από το φυσικό αέριο και τις ΑΠΕ. Επίσης, η συμμετοχή των υγρών καυσίμων στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας θα μειωθεί, με αυξανόμενη εντούτοις κατανάλωση σε απόλυτα μεγέθη (ΡΑΕ, 2003).

Τέλος, λόγω της σημαντικής αύξησης των συνολικών αναγκών σε πρωτογενή ενέργεια και της εξέλιξης της διάρθρωσής τους, η Ελλάδα θα αντιμετωπίσει στο μέλλον συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες εισαγωγών ενέργειας. Ο βαθμός ενεργειακής εξάρτησης της χώρας από εισαγωγές (στη μεγάλη τους πλειοψηφία, αργό πετρέλαιο και φυσικό αέριο), θα κυμανθεί σταθερά πάνω από το 70%, σε όλη τη διάρκεια της εικοσαετίας (2000–2020) (ΙΣΤΑΜΕ, 2006).

2.4 Αλληλεξάρτηση Αειφόρου Ανάπτυξης – Ενέργειας – Κλίματος και Περιβάλλοντος

2.4.1 Ενέργεια και Περιβάλλον

Μέχρι και την δεκαετία του 1970 η ανησυχία στον ενεργειακό τομέα εστιάζονταν στην διαθεσιμότητα των ενεργειακών πόρων. Δεν ήταν μόνο το περιορισμένο των αποθεμάτων και η αναμενόμενη σύντομη εξάντλησή τους, αλλά και η γεωγραφική τους θέση. Ο ψυχρός πόλεμος είχε δικαιολογημένα δημιουργήσει ανησυχίες για πιθανούς αποκλεισμούς στην τροφοδοσία με καύσιμα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Οι ανησυχίες αυτές όμως, μειώθηκαν με την προσπάθεια μείωσης της εξάρτησης από το πετρέλαιο, με τη δημιουργία μεγάλων αποθεμάτων καυσίμων, με την πολλαπλότητα των πηγών τροφοδότησης και με τη λήξη του ψυχρού πολέμου (Αλιβιζάτος κ.ά., 1991).

Από την δεκαετία του 1980 η ανησυχία έχει στραφεί στο περιβάλλον. Η οικονομική



ανάπτυξη και η αύξηση του πληθυσμού έχουν επιβαρύνει υπέρμετρα το περιβάλλον. Η παραγωγή κι η μετατροπή της ενέργειας συμβάλλουν σημαντικά στη ρύπανση του περιβάλλοντος (το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή ενέργειας). Μερικοί από τους εκπεμπόμενους ρύπους, όπως το διοξείδιο του θείου που είναι υπεύθυνο για την καταστροφή των δασών και των λιμνών με την όξινη βροχή, είναι δυνατό να περιοριστούν ή ακόμη να μηδενιστούν. Η παραγωγή όμως του διοξειδίου του άνθρακα είναι αναπόφευκτη, αφού αυτή είναι η βάση της μετατροπής του άνθρακα σε θερμική ενέργεια. Το παραγόμενο CO₂, προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου το οποίο με τη σειρά του επιδρά στο κλίμα της γης (Αλιβιζάτος κ.ά., 1991).

Πολλά σημερινά περιβαλλοντικά προβλήματα αφορούν ειδικότερα την παραγωγή, τη μεταφορά και τη χρήση ενέργειας. Τα παραδοσιακά εντοπισμένα προβλήματα, που έχουν σχέση με τις απορρίψεις παραπροϊόντων, το θόρυβο και την καταστροφή των περιοχών εξόρυξης ορυκτών καύσιμων, αν και δικαίως συνιστούν εστία ανησυχίας και στόχο συνεχών προσπαθειών, εντούτοις αντιμετωπίζονται σε ικανοποιητικό βαθμό, καθώς διατίθεται για τα περισσότερα εξ' αυτών μια σειρά εναλλακτικών λύσεων. Αντίθετα, τα προβλήματα αυτά αντικαταστάθηκαν, ως πηγή μείζονος ανησυχίας, από περιβαλλοντικά προβλήματα περιφερειακού και πρόσφατα πλανητικού χαρακτήρα, τα οποία σχετίζονται συνήθως με την ατμοσφαιρική ρύπανση και τη διαχείριση της πυρηνικής ενέργειας (Καλδέλλης & Χαλβατζής, 2005).

2.4.2 Η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου – Η επερχόμενη κλιματική αλλαγή

Τα τελευταία χρόνια, εκφράζονται όλο και περισσότερες ανησυχίες για το γεγονός ότι η αύξηση της περιεκτικότητας των αερίων του θερμοκηπίου⁴ στην ατμόσφαιρα θα οδηγήσει σε αλλαγή του κλίματος, με παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας, με αλλαγές στα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και με ανύψωση της στάθμης της θάλασσας, μερικές από τις οποίες θα αποτελέσουν και τις κυριότερες συνέπειες.

Με τον όρο *κλιματική αλλαγή* αναφερόμαστε στη μεταβολή του παγκόσμιου

⁴ Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι αυτά που απορροφούν την εκπεμπόμενη, υπέρυθη ακτινοβολία και είναι τα εξής: οι υδρατμοί (H₂O), το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), το όζον (O₃) και οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) (Makofske and Karlin, 2001).

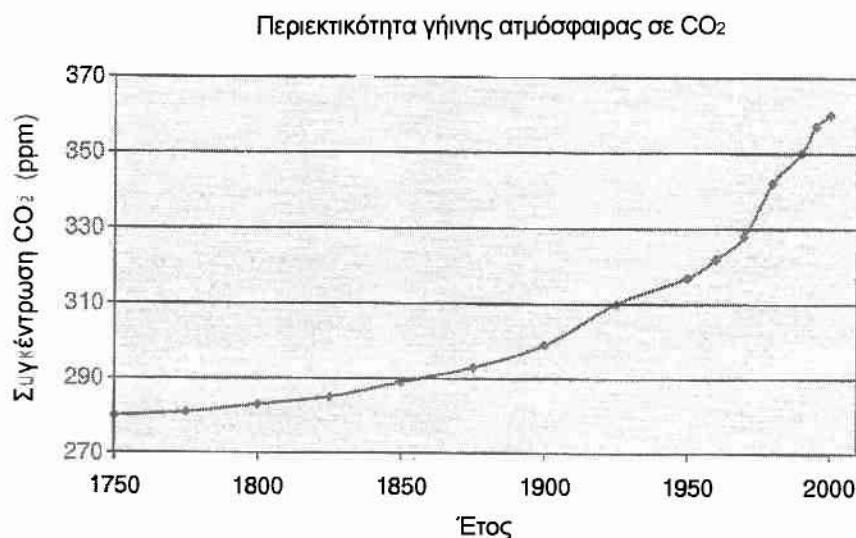


κλίματος και ειδικότερα σε μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών που εκτείνονται σε μεγάλη χρονική κλίμακα. Τέτοιου τύπου μεταβολές περιλαμβάνουν στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις ως προς τη μέση κατάσταση του κλίματος ή τη μεταβλητότά του, που εκτείνονται σε βάθος χρόνου δεκαετιών ή περισσότερων ακόμα ετών. Οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται σε φυσικές διαδικασίες, καθώς και σε ανθρώπινες δραστηριότητες με επιπτώσεις στο κλίμα, όπως η τροποποίηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας (Makofske and Karlin, 2001).

Όπως είναι γνωστό, με την έναρξη της Βιομηχανικής περιόδου, παρατηρήθηκαν συνεχείς και εκτεταμένες ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις σε αέρια θερμοκηπίου, λόγω της αυξανόμενης χρήσης και καύσης άνθρακα, υδρογονανθράκων, καθώς και του φυσικού αερίου για την παραγωγή ενέργειας (Καπλάνης, 2003).

Τα τελευταία εκατό περίπου χρόνια, μερικά από τα αέρια που στο παρελθόν βρίσκονταν σε πολύ μικρά ποσοστά στην ατμόσφαιρα, όπως για παράδειγμα το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και το μεθάνιο (CH_4), έχουν αυξήσει σημαντικά την παρουσία τους, λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η εξέλιξη αυτή, προβλέπεται ότι θα συνεχιστεί ακολουθώντας την αύξηση του πληθυσμού της γης, η οποία επιβάλλει περαιτέρω κλιμάκωση της κατανάλωσης ενέργειας (Εικόνα 2.4) (Καλδέλλης & Χαλβατζής, 2005).

Εικόνα 2.4: Διαχρονική εξέλιξη ατμοσφαιρικής συγκέντρωσης CO_2



Πηγή: Καλδέλλης & Χαλβατζής, 2005

Παράλληλα, μετρήσεις αποδεικνύουν ότι η μέση θερμοκρασία της γης κατά τα τελευταία εκατό χρόνια, έχει ανέβει κατά μισό ή (κατά άλλους) κατά έναν βαθμό



Κελσίου. Η αύξηση αυτής της μέσης θερμοκρασίας της γης αποδίδεται στην αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, λόγω των καύσεων (εργοστάσια, αυτοκίνητα, θερμάνσεις)⁵ (Κούγκολος, 2005).

Ειδικότερα, η καύση των ορυκτών καυσίμων δεσμεύει οξυγόνο από την ατμόσφαιρα, ώστε να μετατραπεί ο άνθρακας σε θερμική ενέργεια δημιουργώντας παράλληλα διοξείδιο του άνθρακα σε ποσότητες ανάλογες με τη χημική τους σύνθεση. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι ένα από τα αέρια θερμοκηπίου, τα οποία απορροφούν την ακτινοβολία της υπέρυθρης ηλιακής θερμικής ενέργειας που αντανακλάται από τη γήινη επιφάνεια προς το διάστημα, λειτουργώντας με τρόπο όμοιο προς αυτόν του γυαλιού ενός θερμοκηπίου. Το αποτέλεσμα είναι ότι το θερμοκήπιο –στην περίπτωση αυτή όλη η Γη– θερμαίνεται υπερβολικά. Ένα ποσοστό αυτής της θερμότητας θεωρείται ζωτικής σημασίας, γιατί χωρίς αυτό ο πλανήτης θα ήταν πολύ ψυχρός για τη διατήρηση της ζωής. Ο μεγάλος όμως όγκος CO₂ και άλλων αερίων θερμοκηπίου, που εκλύεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες στην ατμόσφαιρα, προκαλεί διαταραχές στο ενεργειακό ισοζύγιο του πλανήτη (Λυπυρίδης, 2004).

Λόγω της περιορισμένης χρονικής κλίμακας κατά την οποία εξετάζεται το φαινόμενο, υπάρχει αντικειμενική αδυναμία συγκέντρωσης αρκετών αποδεικτικών στοιχείων, που να συνδέουν αδιαμφισβήτητα τις αυξημένες συγκεντρώσεις των εν λόγω αερίων με τη βαθμιαία μεταβολή του πλανητικού κλίματος. Είναι επίσης γνωστό ότι και άλλα συμβάντα, όπως αστρονομικοί και ηλιακοί κύκλοι και εκπομπές σκόνης από εκρήξεις ηφαιστειών έχουν ανάλογη επίδραση στη μεταβολή του κλίματος. Παρόλα αυτά, οι συντριπτικά περισσότερες επιστημονικές απόψεις δέχονται σήμερα ότι οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται περισσότερο στα παραγόμενα από τον άνθρωπο αέρια του θερμοκηπίου (Καλδέλλης & Χαλβατζής, 2005).

Ενώ η ακριβής αντίδραση του κλιματικού συστήματος είναι δύσκολο να προβλεφθεί, το άμεσο αποτέλεσμα της αύξησης των αερίων του θερμοκηπίου σύμφωνα με τα τρέχοντα κλιματικά πρότυπα, φαίνεται να είναι μια σχετικά ταχύτατη αύξηση στην

⁵ Εκτός από το διοξείδιο του άνθρακα και άλλα τριατομικά ή πολυατομικά αέρια μπορούν να συμβάλλουν στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου. Τα αέρια αυτά συνήθως δεν βρίσκονται σε ποσότητες αρκετά μεγάλες ώστε η επίδρασή τους να είναι σημαντική. Τα τελευταία χρόνια από επιστήμονες ερευνητές του φαινομένου αυτού δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην πιθανή επίδραση του μεθανίου (πενταατομικό αέριο που απορροφά την υπέρυθρη ακτινοβολία σε βαθμό μεγαλύτερο από το διοξείδιο του άνθρακα) (Κούγκολος, 2005).



παγκόσμια θερμοκρασία -πλανητική θέρμανση- κατά τις επόμενες δεκαετίες με συναφείς κλιματικές αλλαγές (Makofske and Karlin, 2001). Ειδικότερα, σήμερα υπάρχουν μοντέλα που προβλέπουν την άνοδο της θερμοκρασίας κατά $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ή ακόμη και κατά $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Κούγκολος, 2005).

Οι συνέπειες από μια τέτοια εξέλιξη μπορεί να είναι η αύξηση των βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων στα υψηλά γεωγραφικά πλάτη, ακραίες καιρικές συνθήκες σε πολλά σημεία του πλανήτη που θα προκαλέσουν τυφώνες, πλημμύρες κ.ά., τεράστιες αλλαγές στη βλάστηση και μετατόπιση των εύφορων περιοχών σε υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη (Κούγκολος, 2005). Η διαφαινόμενη άμεση απειλή αφορά κυρίως τις αλλαγές στο επίπεδο της θάλασσας (διαστολή ωκεάνιων υδάτων) και την ταχύτητα τήξης των πάγων, αν αναλογιστεί κανείς ότι ένα μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σε απόσταση λίγων μέτρων από το επίπεδο της θάλασσας όπου επίσης βρίσκονται υποδομές τρισεκατομμυρίων δολαρίων. Οι προβλεπόμενες καταστροφές περιλαμβάνουν απώλειες ανθρώπινων ζωών, καταστροφή οικοσυστημάτων / βιοποικιλότητας, μειωμένη αγροτική παραγωγή, επανεμφάνιση πείνας και ασθενειών (όπως η ελονοσία) στις αναπτυσσόμενες, κυρίως, χώρες και σημαντικές οικονομικές ζημιές (Λυπιδής, 2004).

2.4.3 Συσχετισμός μεταξύ ενέργειας, συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και θερμοκρασίας περιβάλλοντος

Μεταξύ της παραγόμενης ενέργειας και του κλίματος αφ' ενός, αλλά κι των φυσικών καταστροφών και της συγκέντρωσης CO₂ στην ατμόσφαιρα αφ' ετέρου, είναι διαπιστωμένη μια αξιοσημείωτη εξάρτηση (Καπλάνης, 2003). Ας επικεντρωθούμε όμως στον συσχετισμό μεταξύ ενεργειακής κατανάλωσης και θερμοκρασίας.

Αρχικά, αξίζει να αναφερθεί ότι εκτός των προαναφερθέντων παραγόντων και η εντεινόμενη κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Κάθε χρόνο, πάνω από 5×10^{20} Joules εκπέμπονται από τη χρήση των ορυκτών καυσίμων και από τα συστήματα αξιοποίησης της πυρηνικής ενέργειας. Στη θερμότητα αυτή πρέπει να προστεθεί ένα μεγάλο και πρακτικά απροσδιόριστο ποσοστό από τη χρήση της βιομάζας (κυρίως καύσιμα από ξύλα και πυρκαγιές δασών), που στην πραγματικότητα μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια μέσω της φωτοσύνθεσης τελικά σε θερμότητα. Παρόλα αυτά, η συνολικά απελευθερούμενη



θερμότητα, είναι μόνο ένα μικρό ποσοστό (περίπου 0,33%) της λαμβανόμενης απ' ευθείας από τον ήλιο ενέργειας. Έτσι, έστω και αν όλη αυτή η θερμότητα από την χρήση των ορυκτών καυσίμων χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά για τη θέρμανση της ατμόσφαιρας, χωρίς απώλειες στο διάστημα, αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια αύξηση της θερμοκρασίας κατά 0,6 °C σε μια δεκαετία. Στη συνέχεια, δεδομένου ότι η ελκυσόμενη θερμότητα θα έλθει σε επαφή τόσο με τους ωκεανούς όσο και με τη στεριά, η τελικά επαγόμενη αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη θα εμφανιστεί με ανάλογη χρονική υστέρηση (Καλδέλλης & Χαλβατζής, 2005).

Εάν τα σενάρια περί κλιματικής αλλαγής είναι ορθά, προβλέπεται να υπάρξουν στα ενεργειακά συστήματα αρκετές συνέπειες. Συγκεκριμένα, προβλέπεται αυξανόμενη τάση της χρήσης των ΑΠΕ με μεγάλη ποικιλία σχεδιασμών και καινοτομιών. Ήδη, σήμερα, στην Ευρώπη, έχουν εγκατασταθεί ηλιακοί συλλέκτες για παραγωγή θερμικής ενέργειας, συνολικής επιφάνειας μεγαλύτερης των 10⁶ τόνων CO₂, ενώ η τεχνολογία για αυτή εκτιμάται ότι έδωσε εργασία σε 10.000 άτομα, στην έκταση που εφαρμόζεται σήμερα (Καπλάνης, 2003).

Στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, αξιοσημείωτη είναι η συμβολή της τεχνολογίας της αιολικής ενέργειας, με μια αύξηση τα τελευταία χρόνια, ενώ προβλέπεται να συνεχισθεί η ενσωμάτωσή της στο ευρύτερο πεδίο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε πολλά κράτη. Γενικά, η αιολική τεχνολογία προσφέρει την ευκαιρία στην ανθρωπότητα να καλύψει ένα μεγάλο ποσοστό των ενεργειακών της αναγκών και μάλιστα σε ηλεκτρισμό, χωρίς να επιβαρύνεται το περιβάλλον (Καπλάνης, 2003).

Ανάλογα αυξημένη παρουσία στην αγορά ενέργειας από τις ΑΠΕ παρατηρείται και στην περίπτωση της Φωτοβολταϊκής Τεχνολογίας (PV) (Καπλάνης, 2003).

2.4.4 Η αειφόρος ανάπτυξη και το ενεργειακό ζήτημα

Από όσα προαναφέρθηκαν, αντιλαμβάνεται κανείς ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί κατά γενική παραδοχή, το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό κίνδυνο της εποχής μας. Ένας νέος δρόμος θα πρέπει να ακολουθηθεί: αυτός της *αειφόρου ανάπτυξης*, που συνεπάγεται ότι το σχέδιο που θα εφαρμοστεί θα πρέπει να δημιουργεί πρόοδο που θα ικανοποιεί το παρόν, χωρίς να υποθηκεύει το μέλλον και τις ανάγκες των επόμενων γενεών (Καπλάνης, 2003).

Όσον αφορά το ενεργειακό ζήτημα, όλες οι τεχνολογίες εκμετάλλευσης ενέργειας



προκαλούν, σε ορισμένο βαθμό, περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μία σειρά περιβαλλοντικών κριτηρίων- κατευθυντήριων γραμμών περιγράφει ποια τεχνολογία θεωρείται σημαντική ως προς τις προοπτικές αιεφορίας, ποια τεχνολογία, δηλαδή, χαρακτηρίζεται ως αιεφόρος τεχνολογία. Τα κριτήρια της αιεφορίας μπορούν να περιγραφούν ως εξής (Λυπιδής, 2004):

- Η αποφυγή χρήσης καυσίμων που εξαντλούνται,
- η αποδοτική μετατροπή και χρήση ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, ως προσωρινό μέτρο, για το χρονικό διάστημα που απαιτείται έως ότου υπάρξει πλήρης εκμετάλλευση των ΑΠΕ,
- ο σχεδιασμός τεχνολογίας και συστημάτων ενεργειακής μετατροπής έτσι ώστε να χρησιμοποιούν με αποδοτικό τρόπο την ενέργεια,
- η αντιστοίχιση ενεργειακής μετατροπής και επιλέξιμων καυσίμων με τις ανάγκες του τελικού χρήστη,
- η ελαχιστοποίηση των τοπικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ενεργειακών τεχνολογιών και ο συμψηφισμός των όποιων τοπικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων με τα ευρύτερα περιβαλλοντικά οφέλη σε παγκόσμια κλίμακα που συνεπάγονται οι τεχνολογίες αυτές,
- η αποφυγή απόσπασης, από τις φυσικές ενεργειακές ροές, ποσότητας ενέργειας μεγαλύτερης από αυτή που χρειάζονται τα τοπικά οικοσυστήματα,
- ο συνυπολογισμός στον ενεργειακό σχεδιασμό των απόψεων των τοπικών πληθυσμών σχετικά με τις χρήσεις γης και τις επιπτώσεις στα αισθητικά στοιχεία του τοπίου,
- η ανάπτυξη τεχνολογιών, οι οποίες θα διασφαλίζουν ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν θα υπερβαίνουν την ενεργειακή φέρουσα ικανότητα του πλανήτη, δεδομένου ότι υπάρχουν τεχνικά όρια ακόμη και στην απόσπαση ενέργειας από τις φυσικές ενεργειακές ροές,
- η συνεκτίμηση του περιβαλλοντικού κόστους των διάφορων ενεργειακών επιλογών μαζί με τα καθαρά οικονομικά κόστη,
- η παρακολούθηση εκπομπών άνθρακα της κάθε ενεργειακής επιλογής, καθώς και άλλων αερίων, μέσα από πλήρη ανάλυση του ενεργειακού κύκλου ζωής.



Τις τελευταίες δύο δεκαετίες καταβάλλονται επίπονες προσπάθειες για την επίτευξη διεθνούς συμφωνίας περιορισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και διεξάγεται εκτεταμένη έρευνα σε πολλά μέρη του κόσμου, για την επίλυση των προβλημάτων που αναμένεται η κλιματική αλλαγή να επιφέρει (Καλδέλλης & Χαλβατζής, 2005).

Οι προσπάθειες, όμως, που έχουν ως τώρα αναληφθεί δεν είναι σε θέση να τις περιορίσουν και, πολύ περισσότερο, να τις αντιμετωπίσουν. Η Σύμβαση-πλαίσιο του Ρίο για τις κλιματικές αλλαγές (1992) και το Πρωτόκολλο του Κιότο (1997) δίνουν μια πρώτη απάντηση για τον έλεγχο του φαινομένου (Παπαδημητρίου, 2006).

Στο σύστημα του Κιότο, που άργησε να συγκεντρώσει τον απαιτούμενο αριθμό κρατών για την ισχύ του, αρνούνται δυστυχώς να συμμετάσχουν μεγάλες και ανερχόμενες οικονομικές δυνάμεις, όπως οι ΗΠΑ, η Αυστραλία, η Κίνα και η Ινδία. Αντίθετα, η Ευρωπαϊκή Ένωση λειτούργησε από την αρχή ως καταλύτης στην προώθηση κάθε σχετικής πρωτοβουλίας. Σε αυτήν την πολιτική εμμένει απαρασάλευτα, αν και άλλες μεγάλες οικονομικές δυνάμεις την υποσκάπτουν, νοθεύοντας σε παγκόσμιο επίπεδο τους όρους του ανταγωνισμού (Παπαδημητρίου, 2006).

↓ (i) Σύμβαση Ρίο για τις κλιματικές αλλαγές (1992)

Το 1992 στο Ρίο Ντε Τζανέιρο πραγματοποιήθηκε η Παγκόσμια Διάσκεψη για την Προστασία του Περιβάλλοντος και την Βιώσιμη Ανάπτυξη. Αποτελεί κορυφαία διεθνή συνάντηση με τη συμμετοχή περισσότερων από 170 χωρών. Ένα από τα αποτελέσματά της ήταν η προώθηση της Σύμβασης-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή (Κουτούπα-Ρεγκάκου, 2007).

Η Σύμβαση Πλαίσιο υπογράφηκε μέσα σε δύο χρόνια από πάνω από 165 χώρες. Η Ελλάδα επικύρωσε την Σύμβαση με τον Νόμο 2205/1994 (ΦΕΚ 60Α/15-4-1994) (<http://www.minenv.gr>).

Η σύμβαση δεν έθεσε νομικά δεσμευτικές υποχρεώσεις. Έθεσε όμως τις βάσεις για περαιτέρω δράση στο μέλλον, και ίσως αυτός ήταν και ο στόχος της. Την εποχή που επικρατούσαν πολλές αμφισβητήσεις για την επιστημονική στήριξη της ανάγκης υιοθέτησης μέτρων, η σύμβαση έθεσε τις γενικές αρχές και τη διαδικασία για τη



μετέπειτα υιοθέτηση δεσμεύσεων, κυρίως μέσω των τακτικών συνόδων των Κρατών Μερών της (<http://www.minenv.gr>).

Στην πρώτη συνάντηση των μερών της συνθήκης, στο Βερολίνο το 1995, συμφωνήθηκε ότι υπήρχε η ανάγκη για περαιτέρω συνεργασία, μέσω μιας δεσμευτικής συμφωνίας. Η συμφωνία αυτή, έγινε στο Κιότο της Ιαπωνίας, το 1997.

ii) Πρωτόκολλο του Κιότο (1997)

Η εισαγωγή του Πρωτοκόλλου του Κιότο στο διεθνές δίκαιο υπήρξε ένα απαραίτητο πρώτο βήμα ενάντια στην αλλαγή του κλίματος. Συμφωνήθηκε στη Συνδιάσκεψη των Μελών της Σύμβασης – Πλαίσιο τον Δεκέμβριο του 1997 στο Κιότο της Ιαπωνίας. Η Συνθήκη αυτή είναι η μόνη συμφωνία παγκοσμίως για τον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου. Είναι επίσης η βάση για την ολοένα και πιο αποδοτική δράση διεθνώς ενάντια στην αλλαγή του κλίματος για τις προσεχείς δεκαετίες (<http://el.wikipedia.org>).

Σύμφωνα με αυτό, τα κράτη που το έχουν συνυπογράψει (Πίνακας 2.6), δεσμεύονται να ελαττώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου την πρώτη περίοδο ανάληψης υποχρεώσεων (2008-2012) κατά ένα συγκεκριμένο στόχο σε σχέση με τις εκπομπές του 1990 (ή του 1995 για ορισμένα αέρια) (<http://el.wikipedia.org>).

Το Πρωτόκολλο του Κιότο τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005, ύστερα από την υπογραφή του από τη Ρωσία. Οι ΗΠΑ αρνούνται συστηματικά να υπογράψουν το Πρωτόκολλο, παρόλο που αποτελούν τον μεγαλύτερο ρυπαντή παγκοσμίως.

Εν συντομία τα κύρια σημεία του Πρωτοκόλλου του Κιότο είναι τα εξής:

- Εφαρμόζει τη Σύμβαση-Πλαίσιο του ΟΗΕ για την Αλλαγή του Κλίματος (UNFCCC).
- Οι βιομηχανικές χώρες δεσμεύονται να μειώσουν, στη διάρκεια της περιόδου 2008-2012, τις εκπομπές των έξι αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆) τουλάχιστον κατά 5% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Κάθε κράτος ανέλαβε διαφορετικό ποσοστό μείωσης εκπομπών στο πλαίσιο του γενικού στόχου.
- Δεν περιέχει δεσμευτικούς στόχους για τις αναπτυσσόμενες χώρες. Ωστόσο, παροτρύνονται και αυτές να λάβουν μέτρα για τη μείωση των εκπομπών τους.



- Κάθε χώρα μπορεί να αφαιρεί από το ποσοστό-στόχο της το CO₂ που απορροφάται από τις λεγόμενες «καταβόθρες CO₂», όπως είναι τα δάση και η καλλιεργήσιμη γη.
- Δεν συγκροτήθηκε κανένας μηχανισμός κυρώσεων για τις χώρες που παραβιάζουν τη συμφωνία. Ο μηχανισμός αυτός αφέθηκε να καθοριστεί αργότερα (Μπεριάτος, 2006).

Έχει επικυρωθεί συνολικά από 168 κράτη μέχρι σήμερα. Στην ομάδα αυτή συμμετέχουν ανεπτυγμένα κράτη, των οποίων οι εκπομπές αντιστοιχούν περίπου στο 61,6% των συνολικών εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (<http://el.wikipedia.org>).

Πίνακας 2.6: Δεσμεύσεις των κυριότερων χωρών προς το Πρωτόκολλο του Κιότο για την περίοδο 2008-2012

Χώρες	Δεσμεύσεις
ΕΕ, Βουλγαρία, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Ρουμανία, Σλοβακία, Τσεχία	-8%
ΗΠΑ	-7%
Καναδάς, Ιαπωνία, Ουγγαρία, Πολωνία	-6%
Κροατία	-5%
Νέα Ζηλανδία, Ουκρανία, Ρωσία	0%
Νορβηγία	1%
Αυστραλία	8%
Ισλανδία	10%

Πηγή: <http://www.unfccc.int>

Για να επιτευχθεί ο γενικός στόχος δημιουργήθηκε μια σειρά από «ευέλικτους μηχανισμούς», όπως το Σύστημα Εμπορίας Εκπομπών, ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης και η από κοινού Υλοποίηση.

Η φιλοσοφία της Σύμβασης αφορά περισσότερο τη δημιουργία ενός πλαισίου συνεργασίας Βορά–Νότου για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών μέσα από την αναπτυξιακή διαδικασία, όπως αυτή είχε προσδιορισθεί στη Συνδιάσκεψη για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (Μαυρογένης, 2008).

Όσον αφορά τις επιδόσεις των κρατών μελών, αυτές ποικίλουν.



Συμπεριλαμβανομένων των μηχανισμών του Κιότο, δεκατρία από τα κράτη μέλη φαίνεται να ακολουθούν τη σωστή πορεία για να ανταποκριθούν στις αναληφθείσες δεσμεύσεις σε ό,τι αφορά τη μείωση των εκπομπών. Εξ' αυτών, η Γαλλία, η Γερμανία, το Λουξεμβούργο, οι Κάτω Χώρες, η Σουηδία και το Ηνωμένο Βασίλειο είναι τα κράτη μέλη της ΕΕ που κατευθύνονται προς την εκπλήρωση των δεσμεύσεων που έχουν αναλάβει βάσει της συνθήκης για τον καταμερισμό του φορτίου (Οδηγία 2002/358/ΕΚ του Συμβουλίου). Ωστόσο, δέκα κράτη μέλη εξακολουθούν να υπερβαίνουν τις αντίστοιχες πορείες-στόχους, μεταξύ των οποίων η Φιλανδία και η Ισπανία, κατά ποσοστό που υπερβαίνει το 20%. Η Κύπρος και η Μάλτα είναι χώρες που δεν καλύπτονται από το παράρτημα Ι του UNFCCC και ως εκ τούτου δεν διαθέτουν δεσμευτικούς στόχους βάσει του Πρωτοκόλλου του Κιότο (Κατσιβαλη, 2007).

Μία χώρα μπορεί να πετύχει τους στόχους που της ορίζει το Πρωτόκολλο, είτε λαμβάνοντας μέτρα σε εθνικό επίπεδο, είτε, εναλλακτικά, χρησιμοποιώντας παράλληλα τους λεγόμενους “ευέλικτους μηχανισμούς” που διαθέτει το Πρωτόκολλο. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι οι τρεις και πρόκειται στην ουσία περί οικονομικών εργαλείων περιβαλλοντικής πολιτικής που απευθύνονται στην αγορά: ο πρώτος μηχανισμός αφορά την εμπορία δικαιωμάτων ρύπων μεταξύ των ανεπτυγμένων κρατών, ο δεύτερος την από κοινού εφαρμογή μεταξύ των βιομηχανικών κρατών και ο τρίτος είναι «Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης» μεταξύ βιομηχανικών και αναπτυσσόμενων (Μαυρογένης, 2008).

Οι τρεις μηχανισμοί του Πρωτοκόλλου επηρεάζονται από την αρχή της συμπληρωματικότητας (supplementary principle), σύμφωνα με την οποία η εφαρμογή των παραπάνω μηχανισμών λειτουργεί συμπληρωματικά στην υιοθέτηση μέτρων εθνικής πολιτικής για τη μείωση των εκπομπών. Η αρχή λειτουργεί, δηλαδή, ως δικλείδα ασφαλείας με απώτερο στόχο την αποφυγή της υπέρμετρης χρησιμοποίησης των μηχανισμών και την υπονόμηση τελικά του συλλογικού στόχου των βιομηχανικών κρατών για μείωση 5% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Μαυρογένης, 2008).

2.5 Η θέση της Ελλάδας απέναντι στην Κλιματική Αλλαγή

Η Ελλάδα σαν μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης ανήκει σε εκείνη την ομάδα κρατών



του πλανήτη, οι οποίες φέρονται να υποστηρίζουν ενεργά τις παγκόσμιες αποφάσεις περιορισμού των αερίων του θερμοκηπίου, σε μια προσπάθεια ελέγχου των κλιματικών αλλαγών (Καλδέλλης & Χαλβατζής, 2005).

Δεδομένου ότι έχει προβλεφθεί διαφορετικός ρυθμός μεταβολής των εκπομπών για κάθε χώρα μέλος της Ένωσης, με βάση την ισχύουσα κατανομή, η Ελλάδα μαζί με την Πορτογαλία, την Ισπανία και την Ιρλανδία έχει τύχει ελαστικότερης μεταχείρισης. Στον εν λόγω καταμερισμό η χώρα μας επιτρέπεται να αυξήσει την περίοδο 1990-2012 τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου σε ποσοστό 25%, μέγεθος που έχει πρακτικά υπερκαλύψει (Καλδέλλης & Χαλβατζής, 2005).

Σ' αυτό το σημείο είναι αναγκαίο να τονισθεί ότι αναφορικά με την Ελλάδα, το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο για το 2012 μπορεί να ληφθεί ίσο με 36% σε σχέση με τις εκπομπές του 1990. Στην αντίθετη περίπτωση, η χώρα μας κινδυνεύει να αντιμετωπίσει κυρώσεις και να αναγκασθεί να λάβει σε σύντομο χρονικό διάστημα επώδυνα μέτρα, ώστε να επανορθώσει την αδράνεια και την αποτελεσματικότητα μιας σαφώς μακρόχρονης περιόδου. Σε αυτή την κατεύθυνση το υπουργείο ΠΕΧΩΔΕ παρουσίασε το 1995 το «Εθνικό Πρόγραμμα για την Κλιματική Αλλαγή», που περιγράφει με συγκεκριμένα στοιχεία τη συμμετοχή της Ελλάδας στις Ευρωπαϊκές προσπάθειες για περιορισμό των επικίνδυνων αέριων ρυπαντών (Καλδέλλης & Χαλβατζής, 2005).

2.6 Στροφή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Από τα προαναφερθέντα, αντιλαμβάνεται κανείς ότι η παγκόσμια κοινότητα τα τελευταία είκοσι χρόνια συνειδητοποιώντας τον κίνδυνο του επερχόμενου ενεργειακού χειμώνα, ξεκίνησε ορισμένες φιλότιμες προσπάθειες περιορισμού της κατανάλωσης και ορθολογικότερης χρήσης των ενεργειακών αποθεμάτων. Μετά τη δεύτερη ενεργειακή κρίση το 1979-80 η διεθνής κοινότητα άρχισε να αναγνωρίζει το πεπερασμένο των παγκοσμίων αποθεμάτων των συμβατικών πηγών ενέργειας (κάρβουνο, πετρέλαιο, ουράνιο κ.λ.π.) σε σύγκριση με την ανεξέλεγκτη αύξηση των ρυθμών κατανάλωσης ενέργειας, ιδιαίτερα στις ανεπτυγμένες χώρες του πλανήτη (Καλδέλλης, 2005).

Ταυτόχρονα η επιταχυνόμενη συσσώρευση επικινδύνων ρυπαντών (τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα) και η αντίστοιχη καταστροφή του περιβάλλοντος, οδηγούν



στην εμφάνιση σημαντικών προβλημάτων υγείας, υποβαθμίζοντας παράλληλα την ποιότητα ζωής στις περισσότερες μεγαλουπόλεις π.χ. Ρώμη, Λονδίνο, Αθήνα κ.α. (Καλδέλλης, 2005).

Η χρήση της πυρηνικής ενέργειας και η προσπάθεια ελέγχου της πυρηνικής σύνταξης έδωσαν προσωρινά κάποιες ελπίδες για την συνέχιση των υφιστάμενων ρυθμών ανάπτυξης. Δυστυχώς η αναμενόμενη όξυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, κυρίως από τη διάθεση των ραδιενεργών καταλοίπων και την πιθανότητα μείζονος ατυχήματος σε συνδυασμό με το υψηλό κόστος προστασίας από τη ραδιενέργεια, έθεσε σοβαρά και αναπάντητα ερωτήματα που αφορούν τη βιωσιμότητα αντίστοιχων προσπαθειών (Καλδέλλης, 2005).

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω προβλήματα που πηγάζουν από τη χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας, αρκετοί ειδικοί πρότειναν την αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σαν ένα από τα βασικά όπλα για να κερδίσουμε την μάχη εναντίον στις κλιματικές αλλαγές όπως για παράδειγμα: η υδροηλεκτρική ενέργεια, η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η βιομάζα, η θαλάσσια ενέργεια καθώς και η γεωθερμική ενέργεια (Καλδέλλης, 2005). Ειδικότερα, οι αυξήσεις στην παραγωγή των αερίων του θερμοκηπίου μπορούν να περιορισθούν είτε με την απομάκρυνση των ποσοτήτων που ήδη έχουν παραχθεί, είτε με την αλλαγή των παραγωγικών διεργασιών και συστημάτων. Όσον αφορά το CO₂ η καλύτερη και πιο αποτελεσματική επιλογή σε σχέση με το απαιτούμενο κόστος και τον επιταχυνόμενο ρυθμό μείωσης βασίζεται στο δραστικό περιορισμό της χρήσης των συμβατικών καυσίμων. Η επιλογή αυτή μπορεί να υλοποιηθεί με την αποτελεσματική αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ορθολογική διαχείριση ενέργειας) (Καλδέλλης & Χαλβατζής, 2005).

Φυσικά, οι ΑΠΕ δεν είναι δυνατόν τη στιγμή αυτή να επιλύσουν τα συνολικά ενεργειακά πρόβλημα της ανθρωπότητας, τουλάχιστον με τα σημερινά οικονομικά και τεχνολογικά δεδομένα. Εάν όμως η αξιοποίηση τους συνδυασθεί με την προσπάθεια εξοικονόμησης των συμβατικών πηγών ενέργειας και με την ορθολογική διαχείριση των υφιστάμενων ενεργειακών πόρων, είναι δυνατή η σταδιακή απομάκρυνση του εφιάλτη της ανθρωπότητας, δηλαδή του επερχόμενου «ενεργειακού χειμώνα» (Καλδέλλης, 2005).



Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι καθώς διανύουμε μια περίοδο παγκόσμιας οικονομικής ύφεσης, μπορεί να αισθανθούμε τον πειρασμό να κάνουμε τη μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα δευτερεύοντα στόχο. Στην πραγματικότητα, όμως, αυτό συνδέεται άμεσα με τη μελλοντική οικονομική ευρωστία, καθώς όσο οι υψηλές τιμές του πετρελαίου και του αερίου τροφοδοτούν τον πληθωρισμό, η εξάρτηση από την ενέργεια υψηλών εκπομπών άνθρακα συμβάλλει στα οικονομικά δεινά και απειλεί την περιβαλλοντική ασφάλεια και γεωπολιτική σταθερότητα (Miliband, 2008).

Η επιτάχυνση της κλιματικής αλλαγής αλλά και οι ορατές πλέον συνέπειες της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης, με το ρυθμό ανάπτυξης να μειώνεται δραστικά, επιχειρήσεις να κλείνουν και εκατομμύρια ανθρώπους να οδηγούνται σε ανεργία ή υποαπασχόληση, καθιστούν περισσότερο επίκαιρη παρά ποτέ την ανάγκη αλλαγής αναπτυξιακού μοντέλου (Ζερβός, 2009).

Οι ΑΠΕ είναι οι μόνες πηγές ενέργειας που συνεισφέρουν σημαντικά και στους τρεις άξονες της ευρωπαϊκής πολιτικής για την ανάπτυξη: την **ανταγωνιστικότητα**, την **προστασία του περιβάλλοντος** και την **ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού**. Αν και η συνεισφορά τους είναι γενικά αποδεκτή για τους δύο από τους τρεις άξονες, δεν συμβαίνει το ίδιο για την ανταγωνιστικότητα και την εν γένει συνεισφορά τους στην οικονομική ανάπτυξη. Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, γίνεται ολοένα και πιο καθαρό ότι η προστασία του περιβάλλοντος όχι μόνο δεν εμποδίζει την οικονομική ανάπτυξη, αλλά αντίθετα, μπορεί να την επιταχύνει, γεγονός που τεκμηριώνεται με απτά παραδείγματα. Στη Γερμανία και στην Ισπανία, η επιχειρηματική δραστηριότητα με τον ήλιο, τον αέρα και το νερό βρίσκεται σε τεράστια άνθηση και έχει ξεπεράσει ακόμα και σε εξαγωγές πολλούς από τους παραδοσιακούς τομείς της γερμανικής και της ισπανικής βιομηχανίας (Ζερβός, 2009).

Γίνεται, έτσι, σαφές ότι η στροφή στην «πράσινη» ενέργεια που προσφέρουν οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) αποτελεί γεγονός σε παγκόσμιο επίπεδο. Πρόκειται για μια στροφή στηριγμένη σε πολλαπλές αιτίες, μερικές από τις οποίες είναι η αστάθεια των τιμών των ορυκτών καυσίμων σε συνδυασμό με τη ραγδαία μείωση των αποθεμάτων τους, η αύξηση των ενεργειακών αναγκών παγκοσμίως και οι κλιματολογικές αλλαγές. Η στροφή προς τις ΑΠΕ, λοιπόν, δεν είναι «αναγκαίο κακό» μόνο για περιβαλλοντικούς λόγους, αλλά κυρίως γιατί πολλά από τα



χαρακτηριστικά τους τις καθιστούν συστατικό στοιχείο μιας νέας αναπτυξιακής πολιτικής.

2.6.1 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας παγκοσμίως

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας κερδίζουν συνεχώς έδαφος σε παγκόσμιο επίπεδο (σημειώνοντας ρυθμούς ανάπτυξης από 20% έως και 60% ετησίως) και αυτή τη στιγμή καλύπτουν σχεδόν το $\frac{1}{4}$ της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος. Η χρησιμοποίησή τους γίνεται επιτακτική δεδομένων των αυξημένων ενεργειακών αναγκών αλλά και των περιβαλλοντικών ανησυχιών που προβληματίζουν όλες τις χώρες. Οι βασικές μορφές των ΑΠΕ είναι η υδροηλεκτρική (83% της εγκατεστημένης ισχύος των ΑΠΕ), η αιολική (9%), η βιομάζα (5%), η γεωθερμική (1%) και η φωτοβολταϊκή (1%) (Renewables Global Status Report, 2007).

Η παγκόσμια αγορά των ΑΠΕ (εξαιρώντας τα μεγάλα υδροηλεκτρικά) χαρακτηρίζεται από υψηλή συγκέντρωση, με το $\frac{1}{2}$ της εγκατεστημένης ισχύος το 2006 να αντιστοιχεί σε 3 χώρες (25% Κίνα, 13% Γερμανία και 12,5% ΗΠΑ) (Διάγραμμα 2.5). Η Κίνα βρίσκεται στην 1η θέση, όσων αφορά στο σύνολο των ΑΠΕ, χάρη στην εκτεταμένη εκμετάλλευση μικρών υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων και ηλιακής-θερμικής ενέργειας (Renewables Global Status Report, 2007).

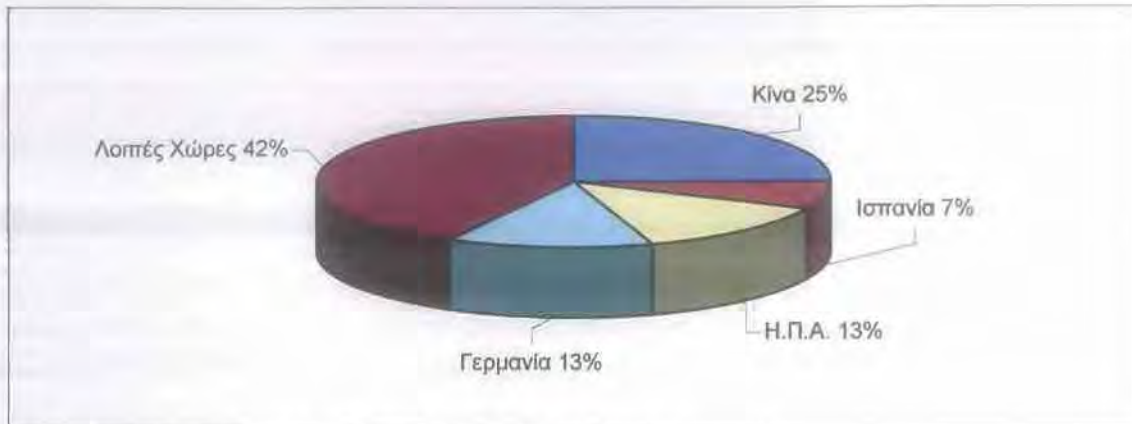
Στην αγορά αιολικών πάρκων, η επέκταση είναι εντυπωσιακή τα τελευταία χρόνια (28% ετησίως κατά την περίοδο 1995-2007), με τις νέες εγκαταστάσεις το 2007 να προσεγγίζουν τα 20 GW που αντιστοιχεί στο $\frac{1}{4}$ της παγκόσμιας αγοράς. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ισπανία, αν και παραμένει τρίτη στην κατάταξη παραγωγής αιολικής ενέργειας (μετά τις ΗΠΑ) με εγκατεστημένη ισχύ 15 GW, το 2007 σημείωσε ρεκόρ νέων εγκαταστάσεων 3,5 GW (Renewables Global Status Report, 2007).

Το 2008, συνολικά εγκαταστάθηκαν πάνω από 27.000 MW παγκοσμίως, κυρίως σε Β. Αμερική, Ευρώπη και Ασία. Η παγκόσμια αύξηση ήταν 27 GW αυξάνοντας την παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύ σε 120,8 GW (Κοσμά & Συρίγου, 2009).

Υψηλή συγκέντρωση παρατηρείται και στην επιμέρους αγορά των μεγάλων φωτοβολταϊκών (>200 KW), με τα $\frac{3}{4}$ της εγκατεστημένης ισχύος να αντιστοιχούν σε δύο χώρες, τη Γερμανία (46%-404 MW) και την Ισπανία (28%-245 MW). Η Ισπανία μάλιστα διαθέτει 5 εκ των 10 μεγαλύτερων φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων παγκοσμίως (Renewables Global Status Report, 2007).



Διάγραμμα 2.5: Παγκόσμιες εγκαταστάσεις ΑΠΕ 2006 (εξαιρούνται τα μεγάλα υδροηλεκτρικά)



Πηγή: Renewables Global Status Report, 2007 / Ιδία επεξεργασία

2.6.2 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ευρώπη

Μέχρι το τέλος του 20ού αιώνα, τα ευρωπαϊκά και τα άλλα βιομηχανικά κράτη απολάμβαναν φθινό και άφθονο ενεργειακό εφοδιασμό. Οι εύκολα διαθέσιμοι ενεργειακοί πόροι, η ανυπαρξία περιορισμών για το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και οι πιέσεις των δυνάμεων της αγοράς κατέστησαν τα βιομηχανικά κράτη εξαρτημένα από τα ορυκτά καύσιμα και υποβάθμισαν το ενδιαφέρον για καινοτομία και επενδύσεις σε νέες ενεργειακές τεχνολογίες. Μόλις πρόσφατα αναγνωρίστηκε η ανάγκη προώθησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, δεδομένου ότι η εκμετάλλευσή τους συμβάλλει στον μετριασμό της αλλαγής του κλίματος μέσω της μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, στη βιώσιμη ανάπτυξη, στην ασφάλεια του εφοδιασμού και στην ανάπτυξη μιας βιομηχανίας βασιζόμενης στη γνώση η οποία δημιουργεί θέσεις απασχόλησης, οικονομική μεγέθυνση, ανταγωνιστικότητα και περιφερειακή και αγροτική ανάπτυξη (<http://europedia.moussis.eu>).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση ξεκίνησε μια «επιθετική πολιτική» για την προώθηση των ΑΠΕ και της ΕΞΕ, μετά τα μέσα της δεκαετίας του '90 με διατύπωση οραματισμού και κείμενα βασικών αρχών, όπως η Λευκή και η Πράσινη Βίβλος, αλλά και με Οδηγίες που καθόριζαν την πολιτική στους αντίστοιχους τομείς. Παράλληλα, η υπογραφή της συνθήκης του Κιότο έθεσε συγκεκριμένους στόχους για τη μείωση των εκπομπών των αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και, κυρίως, για το



διοξείδιο του άνθρακα, η επίτευξη των οποίων καθιστά τις ΑΠΕ και την ΕΞΕ βασικά «εργαλεία» (Χατζής, 2008).

Τα αποτελέσματα της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ είναι ενθαρρυντικά. Η συνολική συνεισφορά των ΑΠΕ καταγράφει σταθερά ανοδική πορεία τα τελευταία χρόνια, καρπός των τεράστιων ιδιωτικών επενδύσεων που υλοποιούνται στα πλαίσια των πολιτικών που έχουν ληφθεί, των μέτρων οικονομικής υποστήριξης αλλά και των προοπτικών αξιοποίησης των ΑΠΕ.

Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας (1999 - 2008) η νέα εγκατεστημένη ισχύς στην Ευρωπαϊκή Ένωση στην ηλεκτροπαραγωγή είχε την ακόλουθη κατανομή: Πετρέλαιο και φυσικό αέριο 50%, ΑΠΕ 38%, υπόλοιπες συμβατικές πηγές 12%. Το 2008 έγινε η απόλυτη ανατροπή. Οι εγκαταστάσεις ΑΠΕ αποτέλεσαν το 57% των εγκαταστάσεων ηλεκτροπαραγωγής στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 27. Πρώτη σε εγκατεστημένη ισχύ ήταν η αιολική ενέργεια με 36%, δεύτερο το φυσικό αέριο με 29% και τρίτα τα φωτοβολταϊκά συστήματα με 18%. Οι υπόλοιπες συμβατικές πηγές, πετρέλαιο, άνθρακας και πυρηνικά, όλα μαζί 14% (Ζερβός, 2009).

Η μεγάλη αλλαγή του ενεργειακού μίγματος για την ηλεκτροπαραγωγή στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ήδη δρομολογηθεί, αν και βεβαίως όχι με τον ίδιο τρόπο σε όλες τις χώρες - μέλη (Ζερβός, 2009).

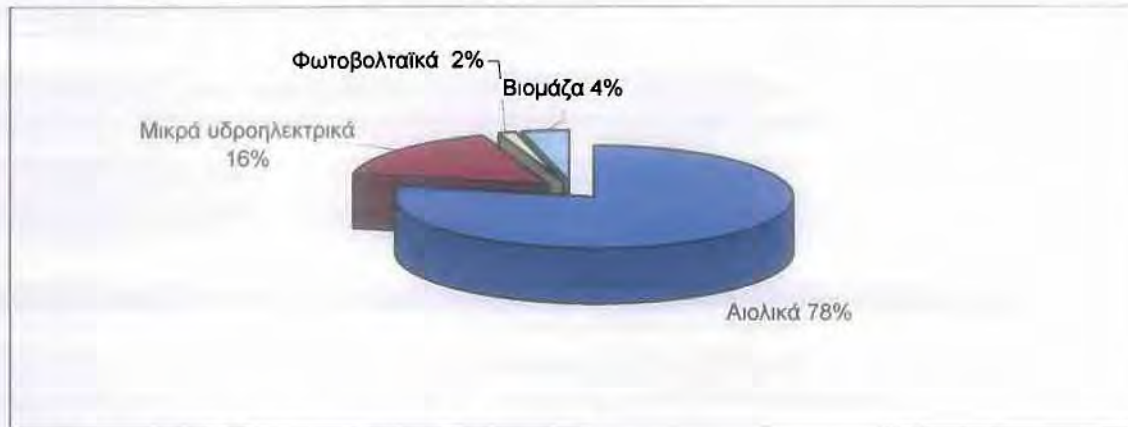
2.6.3 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα

Η ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι μεταξύ των θεμάτων προτεραιότητας της Ελληνικής Ενεργειακής Πολιτικής κατά τα τελευταία 10 χρόνια. Η Ελληνική Κυβέρνηση την αντιμετώπισε σαν μια ουσιαστική συμβολή για την βελτίωση των εκπομπών CO₂ στην χώρα και χρησιμοποίησε νομοθετικά και χρηματοδοτικά εργαλεία σαν μηχανισμούς υποστήριξης των επενδύσεων ΑΠΕ (Αγορής κ.ά., 2002).

Οι ανανεώσιμες πηγές, αν και θεωρούνται κοινωνικά αποδεκτές λόγω μηδενικών ρύπων, συναντούν, ωστόσο, αρκετά προβλήματα αδειοδότησης, καθώς επίσης και συναίνεσης από τις τοπικές κοινωνίες στην υλοποίησή τους. Παρόλα αυτά, η συμμετοχή των ΑΠΕ στην εγχώρια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (εξαιρώντας τα μεγάλα υδροηλεκτρικά) παρουσιάζει έντονα ανοδική πορεία διαχρονικά – κυρίως μετά το 1999 (Αγορής κ.ά., 2002).



Διάγραμμα 2.6: Εγκατεστημένη ισχύς συστημάτων ΑΠΕ σε MW



Πηγή: <http://www.desmie.gr> / Ιδία επεξεργασία

Στο παραπάνω γράφημα, απεικονίζεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ανά είδος ΑΠΕ, σύμφωνα με στοιχεία Δελτίου του ΔΕΣΜΗΕ, τον Μάρτιο του 2009. Είναι φανερό ότι τα αιολικά πάρκα είναι η κυρίαρχη μορφή ηλεκτροπαραγωγής μέσω ΑΠΕ με ποσοστό περίπου 84% και συνολική ισχύ 831,21 MW. Η κυριαρχία των αιολικών είναι εύλογη, καθώς αποτελούν μέχρι σήμερα την μορφή ΑΠΕ με το χαμηλότερο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας - λόγω πιο «ώριμης» τεχνολογίας σε σχέση με τις άλλες ΑΠΕ. Ακολουθούν τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα με ισχύ 170MW, τα φωτοβολταϊκά συστήματα με 17 MW και η ενέργεια που παράγεται από βιομάζα της οποίας η ισχύς φτάνει τα 40 MW (<http://www.desmie.gr>)

Τα πλέον επικαιροποιημένα στοιχεία του Υπουργείου Ανάπτυξης για τις εγκαταστάσεις ΑΠΕ, στις οποίες έχουν περιληφθεί και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα, δίνονται στον πίνακα 2.7 (και Χάρτης 5.1 Παραρτήματος) στον οποίο περιλαμβάνονται και οι εγκαταστάσεις που τελούν σε δοκιμαστική λειτουργία.

Πίνακας 2.7: Εγκατεστημένη ισχύς συστημάτων ΑΠΕ σε MW (2008)

Περιφέρεια	Μεγάλα υδροηλεκτρικά	Αιολικά	Μικρά υδροηλεκτρικά	Φωτοβολταϊκά	Βιομάζα	Σύνολα
Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	500,00	196,67	2,97	0,00	0,00	699,64
Αττικής	0,00	3,11	0,99	0,10	29,63	33,83
Βορείου Αιγαίου	0,00	29,90	0,00	0,00	0,00	29,90
Δυτικής Ελλάδος	907,20	58,15	24,31	0,00	0,00	989,66



Περιφέρεια	Μεγάλα υδροηλεκτρικά	Αιολικά	Μικρά υδροηλεκτρικά	Φωτοβολταϊκά	Βιομάζα	Σύνολα
Δυτικής Μακεδονίας	375,00	0,00	0,00	0,00	0,00	375,00
Κεντρικής Μακεδονίας	492,00	17,00	34,00	0,40	8,38	551,78
Ηπείρου	543,60	0,00	45,75	0,00	0,00	589,35
Ιονίων Νήσων	0,00	40,20	0,00	0,00	0,00	40,20
Θεσσαλίας	130,00	17,00	11,43	0,00	0,35	158,78
Κρήτης	0,00	129,50	1,00	0,80	0,36	131,66
Νοτίου Αιγαίου	0,00	37,56	0,00	0,00	0,00	37,56
Πελοποννήσου	70,00	119,80	2,00	0,00	0,00	191,80
Στερεάς Ελλάδος	0,00	204,30	24,62	0,00	0,00	228,92
Σύνολα	3017,80	853,19	147,07	1,30	38,72	4058,08

Πηγή: <http://www.ypan.gr> / Ιδία επεξεργασία

Παρατηρώντας τον πίνακα 2.7, αντιλαμβάνεται κανείς ότι οι περιφέρειες που ξεχωρίζουν για τα μεγάλα ποσοστά εγκατεστημένης αιολικής ισχύος είναι αυτές της Στερεάς Ελλάδας και της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Ακολουθούν οι περιφέρειες Πελοποννήσου και Κρήτης, αφήνοντας πίσω τις υπόλοιπες, που η αιολική τους ισχύς είναι ελάχιστη. Όσων αφορά τα υδροηλεκτρικά έργα, τα περισσότερα βρίσκονται εγκατεστημένα στις εξής περιφέρειες: Ήπειρος, Κεντρική Μακεδονία, Στερεά Ελλάδα και Δυτική Ελλάδα. Περνώντας στα φωτοβολταϊκά συστήματα, είναι φανερό η υπεροχή της Κρήτης έναντι των υπόλοιπων περιφερειών. Τέλος, όσων αφορά τα συστήματα βιομάζας, φαίνεται να την εκμεταλλεύονται κυρίως μόνο οι περιφέρειες της Αττικής και της Κεντρικής Μακεδονίας.

Σ' αυτό το σημείο, αξίζει να παρατηρηθεί ότι δεν γίνεται καμία αναφορά στα ποσοστά γεωθερμικής ενέργειας σε περιφερειακό επίπεδο, επειδή δεν έχει υλοποιηθεί κάποια σχετική επένδυση.

Συμπερασματικά, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι η ελληνική ενεργειακή κατάσταση χαρακτηρίζεται από έντονη εξάρτηση από τις εισαγωγές πετρελαίου και φυσικού αερίου, από σπατάλη και κακή χρήση των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων και από τον αποκλεισμό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από το ενεργειακό ισοζύγιο. Ανακεφαλαιώνοντας, θα μπορούσε κανείς να πει ότι μόνο με την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την ορθολογικότερη χρήση των διαθέσιμων



ενεργειακών πόρων είναι δυνατή η πραγματική βελτίωση της εικόνας της εγχώριας ενεργειακής αγοράς. Η Ελλάδα, με την πλούσια ηλιοφάνεια, τους ισχυρούς και συνεχείς ανέμους, την αξιόλογη βιομάζα, το σημαντικό γεωθερμικό δυναμικό και τα ικανοποιητικά υδάτινα αποθέματα, διαθέτει τις κατάλληλε προϋποθέσεις για ευρεία αξιοποίηση των ΑΠΕ προς όφελος του κοινωνικού συνόλου και της οικονομίας.)



3. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – Περιγραφή των Τεχνολογιών



3. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

3.1 Εισαγωγή

Αρχικά, κρίνεται σκόπιμη η αποσαφήνιση κάποιων κύριων όρων. Ως *ενέργεια*, λοιπόν, ορίζεται η εμφανής ή λανθάνουσα ικανότητα προς εξάσκηση δύναμης και επίτευξη ενός (κάποιου) αποτελέσματος ή μεταβολής της κατάστασης ενός συστήματος. Η ενέργεια ορίζεται, επίσης, και ως η ικανότητα ενός συστήματος να παράγει έργο σε ένα άλλο σύστημα (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Όσον αφορά την ετυμολογία της, η λέξη ενέργεια προέρχεται από τις λέξεις εν και έργο, φανερώνοντας ακριβώς την ικανότητα που εμπεριέχεται στην ύλη ή σε ένα σύστημα γενικότερα να παράγει έργο υπό κάποιες προϋποθέσεις, αξίζει δε να σημειωθεί ότι με αυτή τη μορφή ο όρος έχει καθιερωθεί και διεθνώς (energy, energie, energia κ.λ.π.) (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Πηγή ενέργειας ονομάζεται κάθε ύλη (στάσιμη ή κινούμενη), σύστημα ή διάταξη από όπου μπορεί να αποληφθεί ενέργεια, για την παραγωγή θερμότητας, φωτός ή ισχύος (Πέρδιος, 2007).

Στη σημερινή εποχή, η ανθρωπότητα καταναλώνει με εντατικούς ρυθμούς πηγές ενέργειας που διαθέτει η φύση και οι οποίες μπορεί να απαιτούν εκατομμύρια ετών για να δημιουργηθούν ξανά (για παράδειγμα το πετρέλαιο, οι λιγνίτες), ή να ξανασηματίζονται άμεσα ή να ξανασηματίζονται άμεσα ώστε να διατίθενται πρακτικά αμείωτες (για παράδειγμα η ενέργεια του ήλιου, των ανέμων) (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Διακρίνουμε έτσι –σύμφωνα με το σχετικό ρυθμό αναδημιουργίας και κατανάλωσής τους- δυο βασικές κατηγορίες πηγών ενέργειας:

- **Αναλώσιμες (ή συμβατικές ή μη ανανεώσιμες ή εξαντλήσιμες)**

Είναι οι πηγές που βασίζονται σε υπάρχοντα αποθέματα μέσα στον στερεό φλοιό της γης. Οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εξορύσσονται από το έδαφος ως υγρά, αέρια και στερεά. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα ορυκτά καύσιμα (άνθρακας, πετρέλαιο κ.λ.π.) και η πυρηνική ενέργεια (Πέρδιος, 2007).

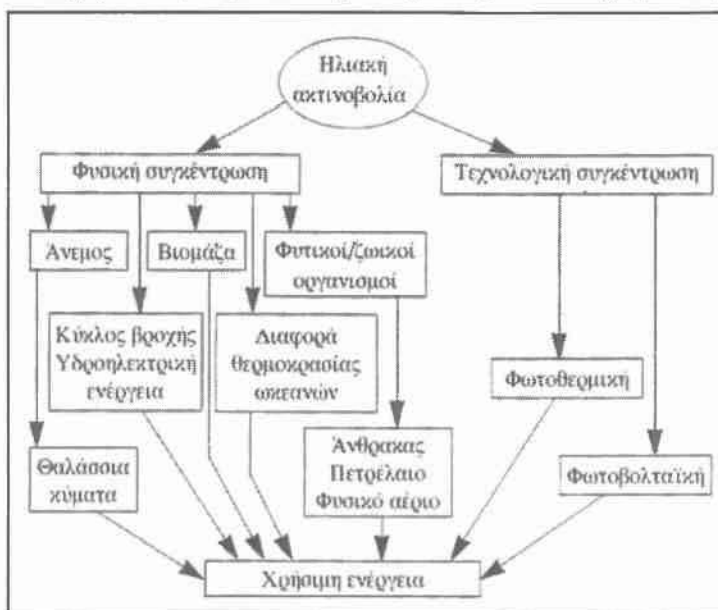
- **Ανανεώσιμες (ή μη αναλώσιμες ή ήπιες ή εναλλακτικές)**

Είναι οι πηγές που ανανεώνονται συνεχώς και ταχέως (συγκρινόμενες π.χ. με τους



χρόνους γεωλογικών περιόδων που απαιτούνται για τη δημιουργία άνθρακα, πετρελαίου, φυσικού αερίου). επιτρέποντας την σταθερή και αξιόπιστη χρήση τους. Έχουν σαν βασική τους προέλευση τον ήλιο. Η ηλιακή ενέργεια, που φτάνει στη γη, συμβάλλει στη δημιουργία και διατήρηση της ζωής, ενώ συγχρόνως παρέχει ενέργεια που αξιοποιείται με διάφορες μορφές (Εικόνα 3.1) (Πέρδιος, 2007).

Εικόνα 3.1: Σχηματική παράσταση των μετατροπών της ηλιακής ενέργειας



Πηγή: Σούλτης, 2007

Θερμαίνοντας και εξατμίζοντας μεγάλες ποσότητες θαλασσινού νερού δημιουργεί τις λίμνες και τα ποτάμια (Υδραυλική Ενέργεια). Απορροφούμενη από κατάλληλα υλικά παράγει ηλεκτρισμό (Φωτοβολταϊκό φαινόμενο), ή θερμαίνει το νερό οικιακής χρήσης (Ηλιακή θερμική μετατροπή). Θερμαίνοντας το έδαφος και αυτό με την σειρά του τον αέρα, δημιουργεί τα ρεύματα αέρα (Αιολική ενέργεια) και τα κύματα (Ενέργεια κυμάτων). Τέλος, συμβάλλει στην ανάπτυξη της χλωρίδας και η καύση των φυτικών προϊόντων παράγει ενέργεια (Βιομάζα) (Πίνακας 3.1) (Πέρδιος, 2007).

Η ονομασία των τεχνολογιών αυτών ως ήπιες, γίνεται γιατί η χρησιμοποίησή τους δεν επιβαρύνει το περιβάλλον, όπως συμβαίνει με τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής ενέργειας από τα ορυκτά καύσιμα. Παράλληλα, η ονομασία τους ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, αποδίδει στις τεχνολογίες αυτές το βασικό τους χαρακτηριστικό, που είναι η διαχρονική τους ανανέωση και διαθεσιμότητα, χωρίς όρια αποθεμάτων, εφ' όσον είναι άμεσα συνδεδεμένες με την ύπαρξη της ζωής στον πλανήτη και τα φυσικά φαινόμενα. Τέλος, είναι γνωστές και σαν Εναλλακτικές Μορφές Ενέργειας.



καθώς οι τεχνολογίες αυτές, σε διαφορετικό βαθμό η κάθε μία, αποτελούν ακόμη και σήμερα εναλλακτικές λύσεις για την παραγωγή ενέργειας αντί της χρησιμοποίησης των συμβατικών καυσίμων και τρόπων παραγωγής ενέργειας (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Πίνακας 3.1: Κατηγορίες Πηγών Ενέργειας

Ανανεώσιμες	Ηλιακή	Ηλιακή θερμική μετατροπή
		Φωτοηλεκτρική ενεργειακή μετατροπή
		Φωτοχημική μετατροπή
	Υδατοπτώσεις	Μετατροπή ενέργειας ποταμών ή ταμιευτήρων
	Παλιρροϊκή	Μετατροπή παλιρροϊκής ενέργειας
	Αιολική	Μετατροπή ενέργειας ανέμου
	Ωκεανοί	Μετατροπή της θερμότητας ωκεανών
		Μετατροπή ρευμάτων των ωκεανών
		Μετατροπή της ενέργειας των κυμάτων
	Γεωθερμία	Φυσικός ατμός
Θερμά νερά		
Θερμά ξηρά πετρώματα		
Βιομάζα	Ξύλα και άλλες καλλιέργειες	
	Απόβλητα	
	Φλοιός (σιτηρών, ρυζιού, βαμβακόσπορου)	
	Τσόφλια φυσιτικών	
	Κοτσάνια από αραβόσιτο	
	Αέριο μεθάνιο (βιοαέριο)	
	Αλκοόλη (αιθανόλη, μεθανόλη)	
Απορρίμματα κ.ά.		
Αυλάσιμες	Απολιθώματα	Άνθρακας
		Τύρφη
		Αργό πετρέλαιο
		Φυσικό αέριο
	Ηλεκτρική	Παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος
		Στοιχεία Καυσίμου
	Πυρηνικές	Ουράνιο
		Θόριο
		Δευτέριο
		Βηρύλλιο
Τρίτιο		
Πλουτόνιο		

Πηγή: Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005 / Ιδία επεξεργασία



3.2 Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

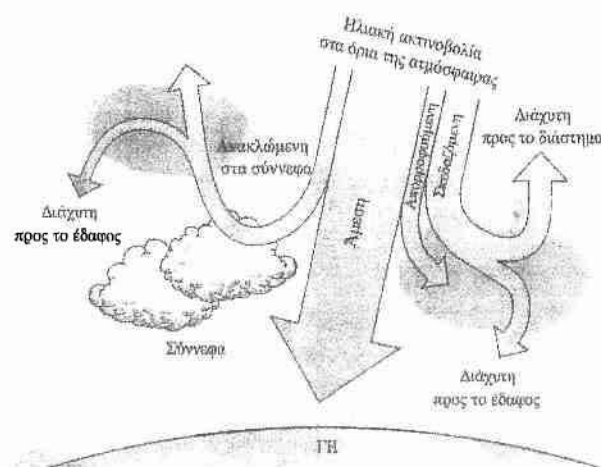
3.2.1) Ηλιακή ενέργεια

3.2.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Ως ηλιακή ενέργεια ορίζεται η ενέργεια που φθάνει από τον ήλιο στη γη. Η ενέργεια αυτή εκπέμπεται από τον ήλιο λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του και μεταδίδεται μέσα από το διάστημα με ακτινοβολία. Η ηλικία του ήλιου εκτιμάται μεγαλύτερη από πέντε δισεκατομμύρια έτη, ενώ υπολογίζεται ότι ο ήλιος θα συνεχίσει να εκπέμπει ακτινοβολία με τον ίδιο ρυθμό για άλλα τόσα έτη τουλάχιστον. Επομένως, η ηλιακή ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Η ενέργεια αυτή έχει διάφορες μορφές: το φως ή την φωτεινή ενέργεια, τη θερμότητα ή θερμική ενέργεια καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή την ενέργεια ακτινοβολίας (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Ειδικότερα, το φωτοβόλο ουράνιο σώμα του ήλιου ακτινοβολεί φως και θερμότητα που προέρχονται από τις θερμοπυρηνικές αντιδράσεις (σύντηξη πυρήνων υδρογόνου) που συντελούνται στον πυρήνα του. Από απόσταση 150 εκατομμυρίων χιλιομέτρων στο διάστημα, η γη που περιφέρεται περί του ηλίου, «λουίζεται» με τεράστιες ποσότητες ενέργειας. Με δεδομένο ότι ο ήλιος έχει 125 φορές τη διάμετρο της γης, προκύπτει ότι η τελευταία δέχεται μόλις το $1/10^9$ της ακτινοβολίας που εκπέμπει ο ήλιος (Δρης, 1996).

Εικόνα 3.2: Πορεία ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στην ατμόσφαιρα



Πηγή: Πέρδιος, 2007.

Επιπλέον, το ένα τρίτο της ακτινοβολίας που προσπίπτει στη γη ανακλάται πίσω στο διάστημα ενώ η υπόλοιπη απορροφάται και εκπέμπεται τελικά στο διάστημα ως



υπέρυθρη ακτινοβολία. Η γη ακτινοβολεί όση ενέργεια έχει λάβει, δημιουργώντας μια κατάσταση ενεργειακής ισορροπίας σε θερμοκρασία κατάλληλη για τη διατήρηση της ζωής. Έτσι, θεωρώντας την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στη γη σε ποσοστό 100%, από αυτήν: το 34% ανακλάται στο διάστημα, το 19% απορροφάται στην ατμόσφαιρα ενώ η επιφάνεια του εδάφους δέχεται άμεση ακτινοβολία κατά 24% - και έμμεση (διάχυτη) ακτινοβολία κατά 23%. Δηλαδή, η συνολική ηλιακή ακτινοβολία που τελικά προσπίπτει στην επιφάνεια του εδάφους είναι 47% (Εικόνα 3.2) (Δρης, 1996).

Για να αντιληφθεί κανείς το μέγεθος αυτών των ποσοτήτων, αρκεί να σημειωθεί ότι η ηλιακή ενέργεια που παράγεται σε μια περίοδο δύο εβδομάδων, ισοδυναμεί με την ενέργεια ορυκτών καυσίμων που είναι αποθηκευμένη σε όλα τα γνωστά αποθέματα της γης (Δρης, 1996). Επίσης, το συνολικό ποσό της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στη γήινη ατμόσφαιρα μέσα σ' ένα χρόνο, ισούται περίπου με 35.000 φορές την ενέργεια που χρησιμοποιεί η ανθρωπότητα ετησίως (Παπαϊωάννου, 2008).

Η ηλιακή ενέργεια, αποτέλεσε και αποτελεί τη βασική ενεργειακή πηγή στη γη, καθώς σε αυτήν οφείλεται ο σχηματισμός ή διαθεσιμότητα της πλειονότητας των ενεργειακών πόρων, εξαντλήσιμων και μη, με εξαιρέσεις την πυρηνική ενέργεια, τη γεωθερμική (οφείλεται στη θερμοκρασία της γης) και την παλιρροιακή (οφείλεται στην έλξη της γης-σελήνης) (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005). Αποτελεί την ευκρινέστερη μορφή ενέργειας που μας προσφέρει η φύση. Οι ποσότητες που παρέχονται είναι τεράστιες και η αξιοποίηση της μπορεί να επιφέρει ευεργετικά αποτελέσματα στους χρήστες (ΕΕΤΑΑ, 1990).

Τα ποσά ενέργειας που φτάνουν στην επιφάνεια της γης εξαρτώνται από το *γεωγραφικό πλάτος* μιας περιοχής και τις *κλιματολογικές συνθήκες* που επικρατούν. Έτσι, οι περιοχές που βρίσκονται κοντά στον Ισημερινό (Κεντρική Αφρική, Νότια Ασία, Κεντρική Αμερική) δέχονται την ακτινοβολία του ηλίου πιο κάθετα από τις βορειότερες περιοχές (ή αυτές του νότιου ημισφαιρίου) (ΕΕΤΑΑ, 1990).

Πριν προχωρήσουμε όμως στη λεπτομερέστερη περιγραφή των διαφόρων μορφών αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας αξίζει να αναφερθούμε στο γεγονός ότι η ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται η επιφάνεια της γης δεν έχει συνεχή χαρακτήρα. Έτσι, την ημέρα υπάρχει μεγάλη ποσότητα προσπίπτουσας ακτινοβολίας ενώ τη νύχτα δεν υπάρχει καθόλου. Επίσης, ακόμη και στις περιοχές με τη μεγαλύτερη δυνατή

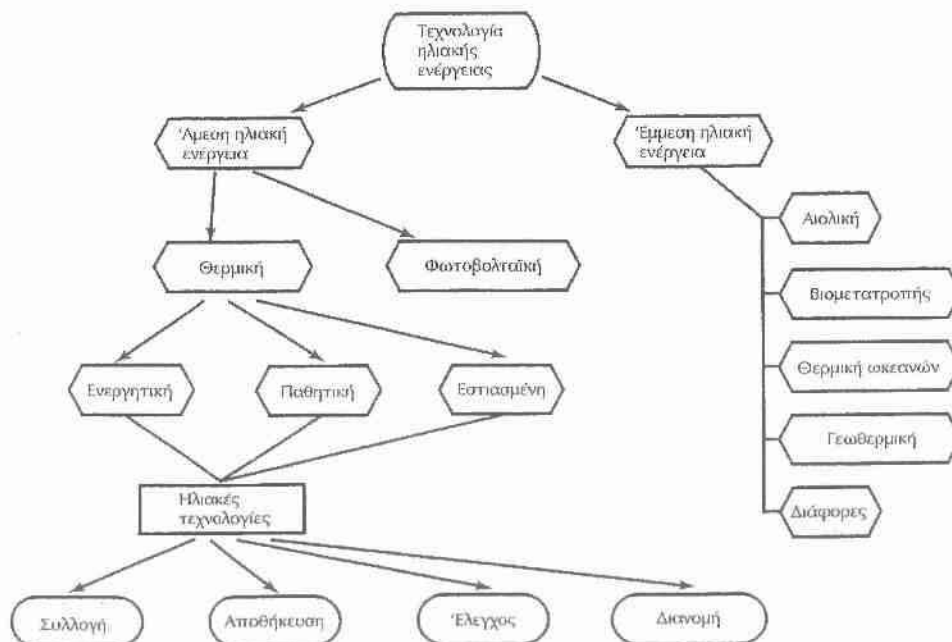


ηλιοφάνεια, υπάρχουν περιπτώσεις συννεφιάς, που μειώνουν την ένταση της ακτινοβολίας. Εάν θέλουμε να έχουμε ενεργειακή αυτονομία και δεν υπάρχει εφεδρική πηγή ενέργειας, κάθε σύστημα που αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια, πρέπει να συνοδεύεται από ένα άλλο στο οποίο αποθηκεύεται ενέργεια, για χρήση σε περιόδους έλλειψης ακτινοβολίας Τα συστήματα αυτά μπορεί να είναι πολλών διαφορετικών τύπων και ονομάζονται συστήματα εναποθήκευσης ενέργειας (ΕΕΤΑΑ, 1990).)

3.2.1.2 Ταξινόμηση συστημάτων ηλιακής ενέργειας

Η τεχνολογία χρησιμοποίησης της ηλιακής ενέργειας μπορεί να διακριθεί σε άμεση και έμμεση (Εικόνα 3.3). **Άμεση ηλιακή ενέργεια** σημαίνει ότι η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στη γη μετατρέπεται αμέσως με τη βοήθεια της τεχνολογίας σε κάποια χρήσιμη μορφή ενέργειας. **Έμμεση ηλιακή** ενέργεια σημαίνει ότι η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στη γη μετατρέπεται με την πάροδο του χρόνου, μέσα από φυσικές διαδικασίες σε μορφές που δεν είναι άμεσα χρησιμοποιήσιμες, επομένως, θα πρέπει πρώτα να μετατραπούν σε κάποια μορφή. Στο παρόν κεφάλαιο θα εξεταστεί η άμεση ηλιακή ενέργεια (Παπαϊωάννου, 2008).

✓ **Εικόνα 3.3:** Κατηγορίες των τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας



Πηγή: Παπαϊωάννου, 2008



Ανάλογα με την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας για τελική χρήση της, τα άμεσα συστήματα αξιοποίησής της διακρίνονται στα παθητικά ηλιακά συστήματα, στα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, και στα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, δηλαδή συμβαίνει άμεση απολαβή της ηλιακής ακτινοβολίας δίχως προηγούμενης μετατροπής της, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου (<http://el.wikipedia.org>).

(Ας προχωρήσουμε όμως στην λεπτομερέστερη περιγραφή των διαφόρων μορφών αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας:

↓ (α) Παθητικά ηλιακά συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούνται από δομικά στοιχεία, κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα μεταξύ τους, ώστε να υποβοηθούν την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τον φυσικό φωτισμό των κτιρίων ή για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας μέσα σε αυτά. Ενσωματώνονται κυρίως στις κατασκευές κτιρίων για εξυπηρέτηση των θερμικών φορτίων του χειμώνα και συνιστούν εξελιγμένες και οικονομικές τεχνολογίες (<http://www.ypan.gr>).

Για την διανομή της ενέργειας που συλλαμβάνεται μ' αυτόν τον τρόπο, στα κατοικούμενα τμήματα των κτιρίων, χρησιμοποιούνται οι φυσικοί μηχανισμοί (αγωγή, μεταφορά, ακτινοβολία), σε αντίθεση με τα ενεργητικά συστήματα, που χρησιμοποιούν τεχνητά μέσα (αντλίες, ανεμιστήρες κλπ.). Τα παθητικά συστήματα, περιλαμβάνουν επίσης την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας για τον φωτισμό, κλιματισμό και γενικότερα για την αύξηση αυτού που περιγράφεται ως «άνεση» (comfort) και καταλαμβάνει κεντρική θέση, ως στόχος, στα συστήματα αυτού του τύπου που χαρακτηρίζονται με τον όρο «Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονική». Αποτελούν την αρχή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής και μπορούν να εφαρμοσθούν σε όλους σχεδόν τους τύπους κτιρίων (Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, 1989).

Οι βασικές αρχές λειτουργίας τους είναι σχετικά απλές. Βασίζονται σε 3 μηχανισμούς (Αργυρίου κ.ά., 2006):

-**το φαινόμενο του θερμοκηπίου:** συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και η διατήρηση της στο εσωτερικό του κτιρίου για την θέρμανση των χώρων,



-**τη θερμική υστέρηση των υλικών:** θερμοχωρητικότητα⁶ των δομικών υλικών για την αποθήκευση της θερμότητας και

-**τις αρχές μετάδοσης της θερμότητας:** την ιδιότητα της θερμότητας να μεταφέρεται από το θερμό στο κρύο αντικείμενο.

Η αρχή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων θέρμανσης βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου ενώ τα παθητικά συστήματα δροσισμού βασίζονται στην ηλιοπροστασία του κτιρίου, δηλαδή στην παρεμπόδιση της εισόδου των ανεπιθύμητων κατά τη θερινή περίοδο ακτινών του ήλιου στο κτίριο. Ειδικότερα, η ηλιακή παθητική σχεδίαση των κτιρίων, στοχεύει αξιοποιώντας τους νόμους μεταφοράς θερμότητας, στη συλλογή της ηλιακής ενέργειας, στην αποθήκευσή της σε μορφή θερμότητας και στη διανομή της στο χώρο. Αυτό εφαρμόζεται είτε σε καινούργια κτίρια, είτε σε υπάρχοντα με την κατάλληλη διάταξη της μάζας (M), της εκτιθέμενης στον ήλιο επιφάνειας (A) και της θερμικής αντίστασης (R) του κτιρίου, ώστε να επιτυγχάνεται το βέλτιστο ηλιακό όφελος (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Όσον αφορά τη λειτουργία των **παθητικών συστημάτων θέρμανσης**, βασίζεται στον εγκλωβισμό της ηλιακής ενέργειας σε μορφή θερμότητας, σε ένα χώρο μέσα από γυαλί και επιπλέον στην αποθήκευση της περίσσειας θερμότητας που συλλέγεται στη μάζα του κτιρίου, ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση και να αποδίδεται η θερμότητα στο χώρο όλο το εικοσιτετράωρο (Κρόκος, 2006).

Το πιο απλό παθητικό ηλιακό σύστημα είναι ένα τζάμι προσανατολισμένο στο νότο. Αυτό το σύστημα ονομάζεται σύστημα άμεσου κέρδους, και εν γένει μπορεί να συνοδεύεται από κάποια μάζα μέσα στο κτίριο. Άλλα παθητικά συστήματα έμμεσου κέρδους είναι θερμοκήπια προσαρτημένα σε κατοικήσιμους χώρους, τοίχοι μάζας που φέρουν εξωτερικά γυαλί και μονωμένα πάνελ που συλλέγουν θερμότητα και τη μεταφέρουν μέσω του θερμού αέρα μέσα στους χώρους (Κρόκος, 2006).

Παράλληλα με τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης, τα τελευταία χρόνια δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση **παθητικών συστημάτων δροσισμού** των κτιρίων. Αυτά είναι συνήθως απλές μέθοδοι και τεχνικές βελτίωσης της θερμικής άνεσης μέσα στα κτίρια. Τα πιο συνηθισμένα από αυτά είναι τα συστήματα σκίασης

⁶ Η θερμοχωρητικότητα ορίζεται σαν το ποσό της θερμότητας που απαιτείται για να αυξηθεί η θερμοκρασία ενός κυβικού μέτρου του υλικού κατά 1°C. Υπολογίζεται σαν το γινόμενο της ειδικής θερμότητας του υλικού με την πυκνότητα του υλικού (Αργυρίου κ.ά., 2006).



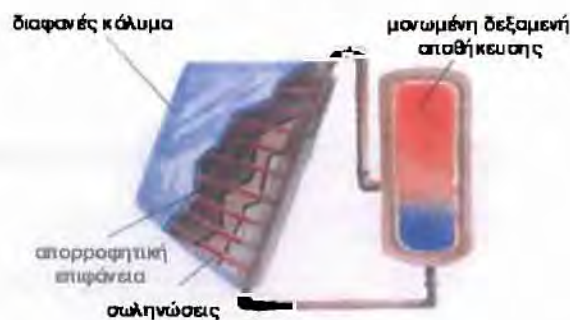
και αερισμού, συστήματα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας από την οροφή κτιρίων, συστήματα εξατμιστικής ψύξης και δροσισμός μέσω του εδάφους (Κρόκος, 2006).

Τέλος, αξίζει να επισημανθεί ότι για να λειτουργήσουν σωστά τα παθητικά ηλιακά συστήματα προϋποθέτουν **σωστή τοποθέτηση των επιφανειών** (προσανατολισμός, σχήμα κτιρίου για τη συλλογή και εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας μεγιστοποιώντας τα ηλιακά κέρδη), **κατάλληλο εξωτερικό κέλυφος** (ιδιότητες επιφανειών, μέγεθος διαφανών επιφανειών, δομικά υλικά με κατάλληλη θερμοχωρητικότητα για την αποθήκευση της συλλεγόμενης θερμότητας, οπτικές ιδιότητες διαφανών επιφανειών), **ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών** μέσω του κελύφους του χώρου ή των υλικών που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της θερμότητας και **κατάλληλη διάταξη εσωτερικών χώρων** για την συλλογή, αποθήκευση και διανομή της θερμότητας (Αργυρίου κ.ά., 2006).

(β) Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Όταν η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας γίνεται με ανεξάρτητα συστήματα τα οποία περιλαμβάνουν συμβατικό ενεργειακό εξοπλισμό για τη συλλογή, αποθήκευση, διανομή και γενικότερα εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, και συστήματα ελέγχου και αυτοματισμού, τότε τα συστήματα αυτά ονομάζονται ενεργητικά ηλιακά συστήματα (Αργυρίου κ.ά., 2006). Συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, και στη συνέχεια τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε νερό, σε αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό. Ειδικότερα, χρησιμοποιούν αντλίες, ανεμιστήρες και εξωτερικές ενεργειακές πηγές για τη μεταφορά της συλλεγόμενης θερμότητας. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών (ΚΑΠΕ, 2006).

Εικόνα 3.4: Τυπικό ενεργητικό ηλιακό σύστημα



Πηγή: [http:// www.cres.gr](http://www.cres.gr)



Στην κατηγορία των ενεργητικών ηλιακών εφαρμογών εντάσσεται ένα πλατύ φάσμα συστημάτων, που στο ένα άκρο έχει τους μικρούς συλλέκτες, μερικών τετραγωνικών μέτρων (m^2), τα λεγόμενα **ενεργητικά συστήματα χαμηλής θερμοκρασίας**, που στοχεύουν στη θέρμανση κυρίως του νερού ή και άλλων μέσων με στόχο την χρήση τους για θέρμανση (π.χ. το θερμοκήπιο, οι ηλιακοί θερμοσίφωνες) και στο άλλο άκρο τα **ενεργητικά συστήματα υψηλής θερμοκρασίας**, που χρησιμοποιούν συγκεντρωτικά ηλιακά κάτοπτρα γραμμικής ή σημειακής εστίας, με σκοπό την ανάπτυξη μεγάλων θερμοκρασιών που φθάνουν μέχρι και τις θερμοκρασίες τήξης μετάλλων (Παλαιοκρασάς, 1997).

Όλα αυτά τα συστήματα χαρακτηρίζονται από τη συνδυασμένη δράση των εξής πέντε βασικών στοιχείων-υποσυστημάτων: μίας διάταξης δέσμευσης της ηλιακής θερμότητας (συλλέκτης), μίας βοηθητικής πηγής θερμότητας για τις περιόδους χαμηλής ηλιοφάνειας, ενός συστήματος αποθήκευσης της θερμότητας (με διάφορες αποθηκευτικές μεθόδους: νερό, σκυρόδεμα, μικρές πέτρες), ενός συστήματος διανομής της θερμότητας στους τελικούς της χρήστες και μιας μονάδας ελέγχου για τη λειτουργία και το συντονισμό των διαφόρων υποσυστημάτων (Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, 1989).

Ειδικότερα, όσων αφορά τους ηλιακούς συλλέκτες, που αποτελούν την «καρδιά» ενός ενεργητικού ηλιακού συστήματος και απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία, κατηγοριοποιούνται σε δύο βασικούς τύπους:

-τους **επίπεδους συλλέκτες**, που είναι πιο κατάλληλοι για χρήση σε κατοικίες. Τοποθετούνται με κατάλληλη κλίση και προσανατολισμό, ώστε να μεγιστοποιείται η ένταση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του συλλέκτη και συνήθως παραμένουν σταθεροί. Χρησιμοποιούνται για χαμηλές και μέσες θερμοκρασίες (τυπική εφαρμογή είναι ο ηλιακός θερμοσίφοντας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης) (Αργυρίου κ.ά., 2006).

-τους **συγκεντρωτικούς συλλέκτες**, που για να λειτουργήσουν κινούνται και ακολουθούν την πορεία του ήλιου, συγκεντρώνοντας με αντανάκλαση την άμεση ηλιακή ακτινοβολία σε μία περιοχή εστίασης. Η κίνηση των συλλεκτών μπορεί να γίνεται γύρω από έναν άξονα ελευθερίας ή δύο άξονες ελευθερίας (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Χρησιμοποιούνται για να λαμβάνουν το κατά το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος από την



προσπίπτουσα σε αυτούς ηλιακή ακτινοβολία και συμπεριλαμβάνουν: μια απορροφητική επιφάνεια (η πλάκα του συλλέκτη), τους σωλήνες ή αεραγωγούς που είναι σε επαφή με την απορροφητική πλάκα και μέσα στους οποίους κυκλοφορεί ρευστό που απάγει τη θερμότητα από την πλάκα, τη μόνωση στην πίσω και στις πλάγιες πλευρές του συλλέκτη, τη διάφανη επικάλυψη προς την πλευρά που είναι εκτιθέμενη στον ήλιο για την παγίδευση της ηλιακής ακτινοβολίας και το περίβλημα που ενοποιεί την κατασκευή και προστατεύει τον συλλέκτη (Παπαϊωάννου, 2008).

↓ (γ) Φωτοβολταϊκά συστήματα

Εκμεταλλευόμενα το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, τα φωτοβολταϊκά συστήματα παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ενέργεια, μετατρέποντας μέρος της διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας σε συνεχές ρεύμα (DC) (Αργυρίου κ.ά., 2006).

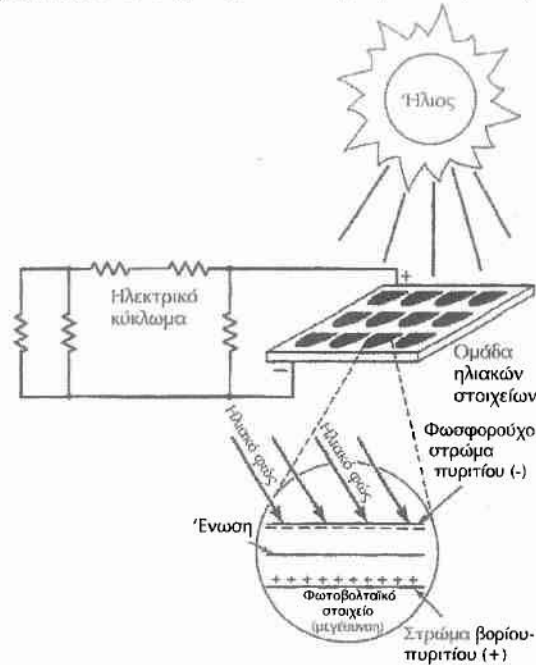
Ήδη από τον περασμένο αιώνα, για την ακρίβεια το 1839, παρατηρήθηκε ότι η ηλιακή ακτινοβολία αλλάζει τις ιδιότητες ορισμένων υλικών, των ημιαγωγών. Αυτά όταν φωτίζονται μπορούν να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Εάν σε ένα κομμάτι ημιαγωγίμου υλικού (συνήθως εμπλουτισμένος κρύσταλλος πυριτίου), τοποθετηθούν δύο ηλεκτρόδια, στις άκρες των οποίων λαμβάνεται το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα, η σχετικά απλή διάταξη που προκύπτει ονομάζεται φωτοβολταϊκό στοιχείο. Αυτό αποτελεί την κύρια συνιστώσα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος (ΚΑΠΕ, 2006).

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ (ή πλαίσια, ή όπως λέγονται συχνά στο εμπόριο, «κρύσταλλα») φωτοβολταϊκών στοιχείων (ή «κυψελών», ή «κυττάρων»), μαζί με τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή (<http://el.wikipedia.org>).

Στην εικόνα 3.5 απεικονίζεται ο τρόπος με τον οποίο η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Καθώς οι ηλιακές ακτίνες προσπίπτουν στο ηλιακό στοιχείο, το φως απορροφάται και εκδιώκει τα εξωτερικά ηλεκτρόνια των ατόμων στα οποία προσκρούει. Για να συμβεί αυτό, τα ηλιακά στοιχεία θα πρέπει να είναι κατασκευασμένα από ημιαγωγά υλικά (όπως το πυρίτιο ή το ιωδιούχο κάδμιο) (Παπαϊωάννου, 2008).



Εικόνα 3.5: Όταν το ηλιακό φως προσπέσει πάνω σε κάποιο φωτοβολταϊκό στοιχείο, τότε παράγεται ηλεκτρική τάση



Πηγή: Παπαϊωάννου, 2008

Τα φωτοβολταϊκά παρέχουν ένα μοναδικό τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αφού: δεν καταναλώνουν πρωτογενή ενέργεια κατά τη διάρκεια παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, δεν ρυπαίνουν κατά την λειτουργία τους και δεν αφήνουν κανένα κατάλοιπο. Γι' αυτό το λόγο, τα φωτοβολταϊκά μπορούν να είναι μονάδες απομονωμένες, ανεξάρτητες και θεωρητικά μπορούν να διαρκέσουν όσο και τα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται (Αργυρίου κ.ά., 2006).

3.2.1.3 Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε οικιακές όσο και σε βιομηχανικές εφαρμογές (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005). Οι κυριότερες εφαρμογές ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι οι εξής:

- **Παραγωγή ζεστού νερού:** Με βάση τα σημερινά τεχνικά και οικονομικά δεδομένα, αποτελεί μια από τις πιο ελκυστικές μορφές εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας. Κεντρικά ηλιακά συστήματα μπορούν να παράγουν ζεστό νερό σε νοσοκομεία, πολυκατοικίες, αθλητικά κέντρα, φυλακές, στρατώνες, ξενοδοχεία, θερμοκήπια κ.λ.π. Στην Ελλάδα βρίσκεται εγκατεστημένη συλλεκτική επιφάνεια 2.000.000 τετραγωνικών μέτρων. Το 95% αυτής της



συλλεκτικής επιφάνειας αφορά οικιακά θερμοσιφωνικά συστήματα διαφόρων τύπων (Κρόκος, 2006).

- **Θέρμανση χώρων:** Η χρήση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης χώρων μπορεί να εξοικονομήσει συμβατική ενέργεια σε νέα ή παλιά κτίρια στα οποία έχουν ληφθεί όλα τα μέτρα για την ελαχιστοποίηση των απωλειών και τη μεγιστοποίηση της οικονομικότητας της εγκατάστασης (Κρόκος, 2006).
- **Θέρμανση κολυμβητικών δεξαμενών:** Αποτελεί για πολλές Ευρωπαϊκές χώρες προνομιακό πεδίο εφαρμογής ηλιακών συστημάτων. Οι ευνοϊκές συνθήκες λειτουργίας της συλλεκτικής επιφάνειας (χαμηλές θερμοκρασίες), επιτρέπουν την αποδοτική λειτουργία συστημάτων χαμηλού κόστους (πλαστικών ακάλυπτων σωλήνων κ.λ.π.). Ωστόσο, στην Ελλάδα, παρά τις σημαντικές δυνατότητες και το σημαντικό αριθμό τουριστικών και αθλητικών εγκαταστάσεων που χρησιμοποιούν συμβατικές πηγές ενέργειας για τη διατήρηση των επιθυμητών θερμοκρασιών, μια σειρά λόγοι δεν έχουν επιτρέψει τη διάδοση αυτών των συστημάτων (Κρόκος, 2006).
- **Κλιματισμός χώρων:** Λόγω της αυξημένης ηλιακής ακτινοβολίας ακριβώς την χρονική περίοδο που απαιτείται ψύξη, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ψύξης, για τον κλιματισμό και άλλες διαδικασίες είναι μια από τις πιο επιθυμητές και μελλοντικά υποσχόμενες προοπτικές (Κρόκος, 2006).
- **Γεωργικές χρήσεις:** Υπάρχουν σημαντικές δυνατότητες για τη διάδοση της χρήσης της ηλιακής ενέργειας σε συγκεκριμένους γεωργικούς τομείς, όπου καταναλώνονται σημαντικά ποσά ενέργειας, με χαρακτηριστική την περίπτωση των αγροτικών θερμοκηπίων (Κρόκος, 2006).
- **Ηλεκτροπαραγωγή:** Σε διεθνή κλίμακα υπάρχουν σε λειτουργία αρκετές επιτυχημένες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ηλιακής ενέργειας που χρησιμοποιούν παραβολοειδή κάτοπτρα, κυρίως στην Καλιφόρνια. Οι μονάδες αυτές (15-20 KW), παρέχουν ικανοποιητικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Βέβαια, υπάρχει μια σειρά από σημαντικά οικονομικά προβλήματα (που δεν σχετίζονται με την τεχνολογία των εγκαταστάσεων), που δεν επιτρέπουν υπερβολική αισιοδοξία για τη διάδοση αυτής της τεχνολογίας στο άμεσο μέλλον (Κρόκος, 2006).



Όσον αφορά τις εφαρμογές των *παθητικών ηλιακών συστημάτων*, ενσωματώνονται κυρίως στις κατασκευές κτιρίων για εξυπηρέτηση των θερμικών φορτίων του χειμώνα και συνιστούν εξελιγμένες και οικονομικές τεχνολογίες (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005). Με τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων μπορούμε να πετύχουμε παραγωγή ζεστού νερού σε βιομηχανίες που απαιτούν ζεστό νερό κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας (σαπυνοποιεία, βυρσοδεψεία, παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων, βαφεία, ζυθοποιεία κ.λ.π.), σε θερμοκήπια για θέρμανση χώρου και εδάφους, καθώς και σε μεγάλα κτίρια, ιδιωτικά και δημόσια, όπως νοσοκομεία, πολυκατοικίες κ.λ.π. (Κρόκος, 2006).

Στο βιομηχανικό τομέα διακρίνονται εφαρμογές θέρμανσης με χαμηλή ή εξαιρετικά υψηλή θερμοκρασία (ηλιακοί φούρνοι με τη χρήση συγκεντρωτικών κατόπτρων), αφαλάτωσης (με τη χρήση ηλιακών αποστακτήρων ή συνήθων μεθόδων απόσταξης σε συνδυασμό με ηλιακούς συλλέκτες ή ηλιακές λίμνες) ή ηλεκτροπαραγωγής με τη χρήση συγκεντρωτικών κατόπτρων. Από τις παραπάνω, έχουν οικονομικό ενδιαφέρον οι εφαρμογές θέρμανσης, σε χαμηλή θερμοκρασία κυρίως. Περιορισμένο οικονομικό ενδιαφέρον παρουσιάζει και η παραγωγή ηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά συστήματα, εκτός αν απαιτείται για περιοχές που δεν είναι οικονομικά δυνατόν να επεκταθεί το δίκτυο (π.χ. φωτισμός φάρων, κίνηση αντλιών για άρδευση, συστήματα πυρανίχνευσης σε δάση, ηλεκτροδότηση καταφυγίων, δορυφόρων κ.ό.κ.). Στον Πίνακα 2 συνοψίζονται οι διαθέσιμες τεχνολογίες αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Εικόνα 3.6: Ηλιακός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής στην Κρήτη



Πηγή: <http://www.ekpaa.gr>

**Πίνακας 3.2:** Τεχνολογίες ενεργειακής αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
1. Συστήματα Ηλιακών Συλλεκτών	Εποχιακή θέρμανση κολυμβητηρίων
	Θέρμανση νερού οικιακής χρήσης
	Θέρμανση βιομηχανικών διεργασιών
	Θέρμανση χώρων σε κτίρια
	Ψύξη χώρων σε κτίρια
	Ξήρανση σοδειάς
	Αφαλάτωση
2. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα για κτίρια	Θέρμανση χώρων και κλιματισμός κτιρίων
3. Ηλιακά Θερμικά Συστήματα Συγκεντρωτικών Κατόπτρων	Θέρμανση σε βιομηχανικές διεργασίες
	Αυτόνομα συστήματα ηλεκτροπαραγωγής
	Ηλεκτροπαραγωγή σε σύνδεση στο δίκτυο
	Αφαλάτωση
	Παραγωγή υδρογόνου με ηλεκτρόλυση
	Παραγωγή καυσίμων και χημικών
4. Φωτοβολταϊκά Συστήματα Ηλεκτροπαραγωγής	Φωτισμός & προειδοποιητικοί φανοί σ' απόμακρες θέσεις επικοινωνία, σε απόμακρες θέσεις
	Ηλεκτροδότηση για μεμονωμένες κατοικίες / καταφύγια
	Άντληση νερού και άρδευση σε απόμακρες θέσεις
	Ανάγκες ηλεκτροδότησης τομέα ανάπαυσης/διακοπών
	Αυτόνομη ηλεκτροδότηση για ομάδες κατοικιών
	Ηλεκτροπαραγωγή με σύνδεση στο δίκτυο
	Ηλεκτρολυτική παραγωγή υδρογόνου

Πηγή: Αξαόπουλος & Γελεγένης / Ιδία επεξεργασία

Στις ήδη αναπτυγμένες και οικονομικά εφαρμόσιμες τεχνολογίες, τουλάχιστον για τα κλιματικά δεδομένα της Ελλάδας, διακρίνουμε επομένως την εποχιακή θέρμανση κολυμβητηρίων, την παραγωγή οικιακού θερμού νερού χρήσης για όλο το έτος, τη χρήση σχετικά φθηνών συλλεκτών για ξήρανση αγροτικής σοδειάς, τη μικρής κλίμακας εφαρμογή φωτοβολταϊκών συστημάτων σε απομακρυσμένες περιοχές και τα παθητικά ηλιακά συστήματα για εφαρμογή σε νέο-ανεγειρόμενες κατοικίες (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Όσον αφορά τα *φωτοβολταϊκά συστήματα*, οι πρώτες εφαρμογές τους αναπτύχθηκαν μόλις τη δεκαετία του 1950, με σκοπό την ηλεκτροδότηση των



δορυφόρων. Το υψηλό τους κόστος, όμως, εμπόδισε την περαιτέρω διάδοσή τους την εποχή εκείνη. Στις αρχές της δεκαετίας του 1970, μετά την πετρελαιακή κρίση, έγινε ιδιαίτερος αισθητή παγκοσμίως η ανάγκη απεξάρτησης από τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Υπήρξαν τότε κίνητρα για την ανάπτυξη της φωτοβολταϊκής βιομηχανίας και έτσι άρχισε δειλά η μαζική παραγωγή φωτοβολταϊκών στοιχείων για ευρύτερη καταναλωτική χρήση (ΚΑΠΕ, 2006).

Καθώς η τιμή τους πέφτει, τα φωτοβολταϊκά γίνονται αρκετά πρακτικά και η χρήση τους γενικεύεται. Η πρώτη τους χρήση, για να παρέχουν δηλαδή ηλεκτρική ισχύ σε απομακρυσμένες περιοχές όπου δεν υπάρχουν άλλες πηγές, συνεχίζει να είναι σημαντική, αλλά πλέον οι εφαρμογές των φωτοβολταϊκών καλύπτουν μικροσυσκευές, όπως υπολογιστές τσέπης και ρολόγια, μέχρι και ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια μιας κατοικίας ή ενός κτιρίου ή/και την παροχή ενέργειας σε ανεξάρτητες ή απομονωμένες μονάδες (Δρης, 1996).

Οι εφαρμογές φωτοβολταϊκών στοιχείων ισχύος 10 W-10 KW έχουν αποδειχθεί οικονομικά βιώσιμες ιδιαίτερα σε απομονωμένες περιοχές. Τέτοιου είδους εφαρμογές περιλαμβάνουν μονάδες για την ηλεκτροδότηση απομονωμένων αναμεταδοτών, αντλιών νερού, ηλεκτροδότηση κατοικιών κ.λ.π. Μεγαλύτερες μονάδες της τάξεως των 10 KW-1 MW, είναι συνδεδεμένες κυρίως με τα τοπικά ηλεκτρικά δίκτυα. Εφαρμογές αυτού του είδους είναι κατάλληλες για μικρά δίκτυα σε νησιά, όπου το κόστος της παραγωγής ενέργειας και οι περιβαλλοντικοί περιορισμοί τα κάνουν οικονομικά βιώσιμα (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Κατά τα τελευταία δέκα χρόνια στις αναπτυσσόμενες χώρες έχουν εγκατασταθεί περίπου 60.000 φωτοβολταϊκά συστήματα. Η Αλγερία, η Βραζιλία, η Κολομβία, η Δομινικανή Δημοκρατία, η Κένυα, το Μεξικό, η Σρι Λάνκα, η Ταϊλάνδη και η Βενεζουέλα έχουν κάνει μεγάλες επενδύσεις στις τεχνολογίες αυτές. Οι Αφρικανικές χώρες έχουν και αυτές επιδείξει μία χωρίς προηγούμενο ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων από τα μέσα της δεκαετίας του 1980. Ιατρικές κλινικές σε αγροτικές περιοχές της Ρουάντα, στην Τανζανία και τη Ζάμπια χρησιμοποιούν φωτοβολταϊκή ισχύ εδώ και περισσότερα από 20 χρόνια, προκειμένου να τροφοδοτούν ψυγεία που διαθέτουν αποθηκευμένα εμβόλια (Παπαϊωάννου, 2008).

Η **Ελλάδα** έχει τις καλύτερες προϋποθέσεις εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας από όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες. Τοπικές μετρήσεις της ηλιακής ακτινοβολίας δίνουν



ολοκληρωμένη εικόνα των δυνατοτήτων που υπάρχουν για εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Οι πρώτες πειραματικές εφαρμογές πραγματοποιήθηκαν από τη ΔΕΗ με την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού σταθμού Κύθνου (1982) ισχύος 100KW, ο οποίος λειτουργεί παράλληλα με τον τοπικό θερμικό σταθμό παραγωγής ενέργειας. Συγχρόνως με το σταθμό αυτό εγκαταστάθηκε και ο αυτόματος σταθμός Αγ. Ρούμελης στα Σφακιά Κρήτης ισχύος 50KW, που λειτουργεί ως αυτόνομο σύστημα. Μικρότερα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν εγκατασταθεί και σε άλλα νησιά (Γαύδο, Αντικύθηρα, Αρκοί, κ.λ.π.) και το πρόγραμμα συνεχίζεται. Υπάρχει, ακόμη, σε εξέλιξη και το πρόγραμμα τοποθέτησης φωτοβολταϊκού πλαισίου στους φάρους (ήδη έχουν τροφοδοτηθεί από φωτοβολταϊκά 200 περίπου φάροι σ' όλη την Ελλάδα). Στα πλαίσια άλλων πειραματικών προγραμμάτων έχουν εγκατασταθεί από την ΕΤΒΑ, Φ/Β συστήματα στην Κάρπαθο για την άντληση νερού και από τον ΟΤΕ για την ηλεκτροδότηση τηλεπικοινωνιακών σταθμών. Εκτός όμως από τους κρατικούς φορείς, ένας σημαντικός αριθμός φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει εγκατασταθεί από ιδιώτες κατά πρότιμηση σε σκάφη αναψυχής (ιστιοφόρα) και σε εφαρμογές φωτισμού και ψύξης (Παπαϊωάννου, 2008).

Εικόνα 3.7: Εφαρμογή φωτοβολταϊκών στις τηλεπικοινωνίες



Πηγή: <http://www.ekpaa.gr>

Σ' αυτό το σημείο, αξίζει να επισημανθεί ότι, εκτός από τις παραπάνω γνωστές στην Ελλάδα ενεργειακές εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας, υπάρχουν αρκετές άλλες διαθέσιμες τεχνολογίες για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας σε καθημερινές δραστηριότητες. Αυτές δεν βρίσκουν αξιόλογες εφαρμογές στη χώρα μας και είναι οι εξής:

- ♦ **Ηλιακή κουζίνα:** Η χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας για το ψήσιμο φαγητών βρίσκει εφαρμογές σήμερα σε τροπικές χώρες με αρκετή ηλιοφάνεια



αλλά αρκετά φτωχές για να μπορούν τα νοικοκυριά να χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια ή υγραέριο. Έτσι, για περιοχές όπως η Ινδία, το Μπαγκλαντές, χώρες της Υποσαχάριας Αφρικής κ.λ.π. έχουν αναπτυχθεί απλές συσκευές οι οποίες αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια επιτρέπουν την ανάπτυξη θερμοκρασιών περίπου 80-90°C (Βουρδουμπάς, 2006).

- **Ηλιακή απολύμανση του νερού:** Αποτελεί μια εξαιρετικά χρήσιμη τεχνική η οποία βρίσκει εφαρμογές σε φτωχές χώρες του τρίτου κόσμου, όπου μεγάλο μέρος του πληθυσμού δεν έχει τις απαραίτητες υποδομές για πρόσβαση σε πόσιμο νερό. Η τεχνική της ηλιακής απολύμανσης του νερού βασίζεται στη συνδυασμένη δράση της υπεριάδους ηλιακής ακτινοβολίας και των σχετικά υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται όταν το νερό με υψηλό μικροβιακό φορτίο εκτεθεί για κάποιες ώρες στην ηλιακή ακτινοβολία (Βουρδουμπάς, 2006).
- **Ηλιακή απόσταξη:** Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απόσταξη του νερού. Έτσι, από το μολυσμένο νερό, μπορεί να ληφθεί πόσιμο νερό, όπου η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται για την εξάτμιση του νερού, το οποίο συμπυκνώνεται στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν πόσιμο. Παράλληλα, η ηλιακή απόσταξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αφαλάτωση του νερού και την μετατροπή του υφάλμυρου νερού σε πόσιμο (Βουρδουμπάς, 2006).
- **Ηλιακή ξήρανση:** Εφαρμόζεται σε πολλές τροπικές χώρες για την ξήρανση διαφόρων αγροτικών κυρίως προϊόντων. Στην Κρήτη, παλιότερα, η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιούνταν για την ξήρανση της σταφίδας, ενώ σήμερα χρησιμοποιείται ορισμένες φορές στην Ηπειρωτική χώρα για την ξήρανση του καρπού. Σε χώρες της Αφρικής είναι ευρύτατα διαδεδομένη η χρήση απλών και φθηνών ξηραντηρίων για την ξήρανση φρούτων, καφέ, τσαγιού, ξυλείας, κρέατος, ψαριών και άλλων προϊόντων. Την τελευταία δεκαετία, έχει αναπτυχθεί στην Ευρώπη η τεχνολογία της ηλιακής ξήρανσης της λάσπης (ύλως) των εγκαταστάσεων επεξεργασίας των αστικών λυμάτων. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη σταδιακή αφυδάτωση της λάσπης μετά την εναπόθεσή της σε μια κατασκευή ανάλογη με το αγροτικό θερμοκήπιο, όπου λόγω της ηλιακής ενέργειας οι θερμοκρασίες μέσα σε αυτό είναι αυξημένες (Βουρδουμπάς, 2006). }



3.2.2 Γεωθερμική ενέργεια

3.2.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Η γη αποτελείται από ανομοιογενή στρώματα που έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες και μπορεί να εμφανίζονται σε στερεή, πλαστική ή ρευστή μορφή, ανάλογα των θερμοκρασιών και των πιέσεων που επικρατούν σ' αυτά. Τα στρώματα στα οποία χωρίζεται η γη παρουσιάζονται στην εικόνα 6 και είναι (ΚΑΠΕ, 2006):

- ♦ Η **Λιθόσφαιρα**, η οποία είναι το εξωτερικό στρώμα της γης, έχει βάθος 100 χιλιόμετρα και συνήθως σε αυτήν περιλαμβάνεται και το άνω μέρος του μανδύα,

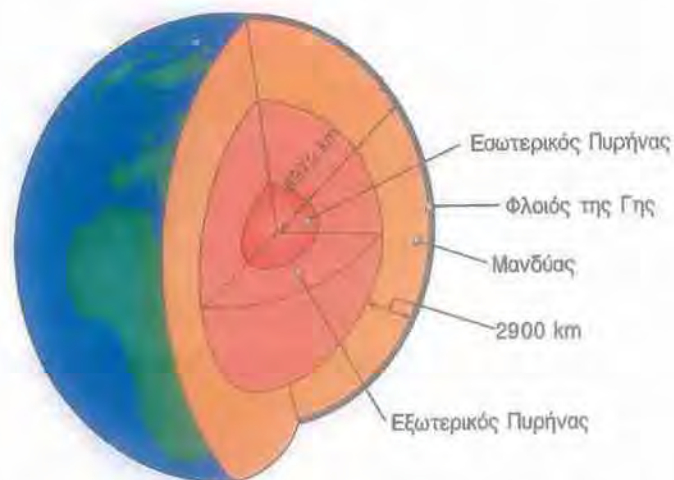
- ♦ ο **Μανδύας**, που βρίσκεται κάτω από τη Λιθόσφαιρα και προχωρεί μέχρι βάθους 2.900 χιλιομέτρων. Στη

βάση του η θερμοκρασία του φθάνει τους 3.700°C, όμως η υψηλή πίεση που επικρατεί εκεί διατηρεί τα πετρώματα σε στερεά κατάσταση,

- ♦ ο **Πυρήνας**, που βρίσκεται κάτω από τον Μανδύα και έχει ακτίνα 3.500 χιλιόμετρα.

Με δεδομένο ότι τα εσωτέρα στρώματα είναι θερμότερα από τα εξώτερα, η θερμοκρασία της γης αυξάνεται με το βάθος και ο εσωτερικός πυρήνας της φθάνει μια μέγιστη θερμοκρασία περίπου 4000°C. Προκαλείται έτσι μια ροή θερμότητας που απελευθερώνεται με αργό ρυθμό προς τα εξωτερικά στρώματα και τελικά στην επιφάνεια της γης (στη στεριά ή κάτω από την θάλασσα). Αυτή η ροή θερμότητας λαμβάνει χώρα κυρίως με αγωγή, ενώ σε λίγες περιπτώσεις πραγματοποιείται και με ρεύματα κυκλοφορία μάγματος ή ύδατος (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Γεωθερμική ενέργεια είναι ακριβώς η θερμότητα που φτάνει στην επιφάνεια της γης, η οποία ήδη εμπεριέχεται στο εσωτερικό της λόγω της υψηλής θερμοκρασίας της, αλλά και ακόμα αυτή που παράγεται -πάλι από το εσωτερικό της γης- από την



Εικόνα 3.8: Ο φλοιός, ο μανδύας & ο πυρήνας της γης

Πηγή: Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2006



αλλά και ακόμα αυτή που παράγεται -πάλι από το εσωτερικό της γης- από την πυρηνική διάσπαση στοιχείων όπως το ουράνιο και το θόριο και από χημικές αντιδράσεις (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005). Είναι μια φυσική, ήπια και σε σημαντικό βαθμό ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η οποία σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τη γενικότερη γεωδυναμική κατάσταση μιας ευρύτερης περιοχής και εμπεριέχεται σε φυσικούς επιφανειακούς ή υπόγειους ατμούς, με ή χωρίς αέρια σε θερμά νερά ή σε μίγματα των παραπάνω, καθώς και σε θερμά-ξηρά πετρώματα (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004). Πάντως, στο μεγαλύτερο ποσοστό της η γεωθερμική ενέργεια οφείλεται στην ήδη αποθηκευμένη ενέργεια καθώς οι λοιπές αντιδράσεις έχουν εξαιρετικά αργό ρυθμό (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Κάνοντας μια σύντομη ιστορική αναδρομή, παρατηρούμε ότι η γεωθερμική ενέργεια, έχει χρησιμοποιηθεί καθ' όλη τη διάρκεια της ανθρώπινης ιστορίας. Στην αρχαία Ρώμη, οι πηγές αυτές χρησιμοποιούνταν για δημόσια και ιαματικά λουτρά, καθώς τα νερά αυτά είναι πλούσια σε μέταλλα και θεωρούνται θεραπευτικά. Η γεωθερμική ενέργεια παρέμεινε στις λουτροθεραπείες, μέχρι τις αρχές του 19^{ου} αιώνα, όταν τα μέταλλα των πηγών αυτών χρησιμοποιήθηκαν στη βιομηχανική επεξεργασία και στη θέρμανση σπιτιών με ατμό. Η χρήση της γεωθερμίας για παραγωγή ηλεκτρισμού ξεκίνησε το 1904 στην Ιταλία, μια χώρα που μέχρι σήμερα ηγείται στη χρήση της γεωθερμίας (Παπαϊωάννου, 2008).)

3.2.2.2 Τεχνικές εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας

Τα γεωθερμικά πεδία αξιολογούνται τεχνικοοικονομικά ανάλογα με τα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά των θερμικών ρευστών τους (πίεση, θερμοκρασία, ενθαλπία), την χημική τους σύσταση (αλατοπεριεκτικότητα), την ποσότητα του γεωθερμικού ρευστού και το βάθος στο οποίο αυτό βρίσκεται. Μικρότερη επίδραση έχει η θέση (πρόσβαση) του γεωθερμικού πεδίου. Στις περιπτώσεις που ο υπόγειος υδάτινος ταμιευτήρας αποδεικνύεται τεχνικοοικονομικά εκμεταλλεύσιμος για ηλεκτροπαραγωγή ή άλλες χρήσεις, ονομάζεται γεωθερμικός ταμιευτήρας και η περιοχή γεωθερμικό πεδίο. Τα γεωθερμικά ρευστά τότε ανέρχονται στην επιφάνεια της γης μέσω βαθέων γεωτρήσεων που ονομάζονται γεωθερμικές γεωτρήσεις (Δέλιος, 2002).

Ανάλογα με το είδος του πεδίου (ξηρός ατμός, διφασικό ρευστό), τη θερμοκρασία και



την πίεση των ρευστών (δηλαδή από την ενθαλπία τους), τη σύσταση των γεωθερμικών ρευστών (π.χ. ποσοστό μη συμπυκνώσιμων αερίων, παρουσία αλάτων), την δυναμικότητα της μονάδας και την τάση των ρευστών για δημιουργία επικαθίσεων και διάβρωσης των μεταλλικών επιφανειών, χρησιμοποιείται και διαφορετική τεχνολογία ηλεκτροπαραγωγής για τη μετατροπή της γεωθερμικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Οι κυριότεροι τύποι μονάδων που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι τώρα είναι ο κύκλος ατμού (ο απλούστερος τύπος γεωθερμικής μονάδας και απαιτεί το μικρότερο κόστος κεφαλαίου), ο κύκλος εκτόνωσης διφασικού ρευστού (όταν έχουμε νερό σε υψηλή $>150^{\circ}\text{C}$ θερμοκρασία και πίεση), ο δυαδικός κύκλος (χρησιμοποιείται με ρευστά θερμοκρασίας $85-175^{\circ}\text{C}$) και ο κύκλος της συνολικής ροής (τουλάχιστον 40% περισσότερη ισχύς επιτυγχάνεται με τον κύκλο αυτόν σε μια συγκεκριμένη γεώτρηση) (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Η τεχνολογία εξόρυξης και εκμετάλλευσης της γεωθερμίας είναι γενικά διαθέσιμη για κάθε εφαρμογή. Όμως, οι οικονομικές συνθήκες για την εκμετάλλευση απαιτούν η γεωθερμική ενέργεια να είναι όσο γίνεται περισσότερο συγκεντρωμένη, κοντά στην επιφάνεια και κατά το δυνατό ανανεώσιμη. Χρειάζονται, δηλαδή, *ενοϊκές γεωλογικές συνθήκες* για τη δημιουργία των εκμεταλλεύσιμων γεωθερμικών πεδίων. Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας που περιέχεται σε ξηρά-θερμά πετρώματα σε μεγάλα βάθη, σε γεωπιεσμένους σχηματισμούς και σε λιωμένα πετρώματα (μάγματα), είναι δύσκολη με τα σημερινά τεχνικά και οικονομικά δεδομένα. Αντίθετα, αναπτύσσεται συνεχώς η αξιοποίηση της αβαρούς γεωθερμίας, από ρηχά ρευστά ή πετρώματα, έστω κι αν έχουν μικρή θερμοκρασία (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).

Όσον αφορά την τεχνολογία απόληψης της γεωθερμικής ενέργειας, τα γεωθερμικά νερά εμφανίζονται κάποιες φορές επιφανειακά, με τη μορφή θερμού αέρα ή ατμού, ενώ άλλες φορές πρέπει να γίνει γεώτρηση, καθώς είναι πολύ καλά κρυμμένα στο έδαφος, εξαιτίας ενός σχεδόν άριστα στεγανού καλύματος. Η γεώτρηση γίνεται με ειδικά μηχανήματα, τα γεωτρύπανα, και μπορεί να έχει βάθος από λίγες δεκάδες μέτρα, μέχρι μερικά χιλιόμετρα. Βέβαια, η απόληψη του γεωθερμικού ρευστού πρέπει να γίνεται με ρυθμό τέτοιο ώστε η φυσική ανανέωση του ταμειυτήρα να μπορεί να καλύπτει τις ποσότητες που αντλούνται (ΚΑΠΕ, 2006).

Οι γεωτρήσεις, όμως, αν και είναι εντελώς απαραίτητες, καθώς αποτελούν το μέσο για τη μεταφορά της γεωθερμικής ενέργειας στην επιφάνεια και παρέχουν άμεσο και



μη αμφισβητήσιμο αποτέλεσμα, είναι ιδιαίτερα δαπανηρές. Συνεπώς, χρειάζεται να μειωθεί όσο γίνεται πιο πολύ ο κίνδυνος να αποτύχει ολικώς ή μερικώς μια βαθιά γεώτρηση (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).

Ύστερα από όλα τα παραπάνω, γίνεται σαφές ότι η αναζήτηση των γεωθερμικών περιοχών με ρευστά που να σχηματίζουν ένα εκμεταλλεύσιμο «κοίτασμα», είναι αναγκαίο να γίνεται με κατάλληλη γεωθερμική έρευνα, η οποία θα πρέπει να πραγματοποιηθεί στην επιφάνεια με τις μικρότερες κατά το δυνατό δαπάνες. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται ποικίλες μέθοδοι έρευνας από την επιφάνεια, στις οποίες εμπλέκονται γεω-επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων που εφαρμόζουν κατά περίπτωση κατάλληλες τεχνικές, οι οποίες έχουν αναπτυχθεί με βάση την έως τώρα γεωθερμική εμπειρία (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).

3.2.2.3 Τύποι γεωθερμικών αποθεμάτων

Υπάρχουν διάφοροι τύποι γεωθερμικών αποθεμάτων. Τα υδροθερμικά, τα γεωπιεστικά και τα θερμοξηρά:

- Τα **υδροθερμικά αποθέματα** (δεξαμενές) διαθέτουν φυσική κυκλοφορία θερμού νερού ή ατμού. Ορισμένα υδροθερμικά αποθέματα έχουν περισσότερο ατμό, ενώ άλλα περιέχουν μίγμα νερού και ατμού.
- Τα **γεωπιεστικά αποθέματα** αποτελούνται από πορώδη πετρώματα και άμμο που περιέχει νερό, συνήθως κάτω από υψηλή πίεση και θερμοκρασία. Η ενέργεια των αποθεμάτων αυτών παράγεται από θερμό νερό, υδραυλική πίεση και διαλυμένο φυσικό αέριο.
- Τέλος, τα **θερμοξηρά πετρώματα**, θερμαίνονται από ραδιενεργά υλικά και δεν έρχονται σε επαφή με το νερό. Τα στοιχεία δείχνουν ότι αποτελούν, ίσως, το μεγαλύτερο διαθέσιμο γεωθερμικό απόθεμα (Παπαϊωάννου, 2008).

3.2.2.4 Ταξινόμηση γεωθερμικών συστημάτων

Τα γεωθερμικά συστήματα μπορούν να ταξινομηθούν με διάφορα κριτήρια, όπως είναι το είδος των γεωγραφικών πόρων, ο τύπος της θερμοκρασίας των ρευστών, ο τύπος του πετρώματος που φιλοξενεί τα ρευστά, το είδος της εστίας θερμότητας, αν κυκλοφορούν ή όχι ρευστά στον ταμιευτήρα κ.ά. (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).



Το συνηθέστερο όμως κριτήριο για την ταξινόμηση των υδροθερμικών συστημάτων είναι αυτό της ενθαλπίας των γεωθερμικών ρευστών, τα οποία είναι και οι φορείς της θερμότητας στην επιφάνεια της γης από τα θερμά βαθιά πετρώματα. Η ενθαλπία, η οποία σε γενικές γραμμές θεωρείται ότι είναι ανάλογη της θερμοκρασίας, χρησιμοποιείται για να εκφράσει την περιεχόμενη θερμική ενέργεια των ρευστών και δίνει μια γενική εικόνα της ενεργειακής «αξίας» τους. Με βάση αυτό το κριτήριο, η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004):

- *χαμηλής ενθαλπίας ή θερμοκρασίας* όπου τα νερά έχουν θερμοκρασία μικρότερη από 90°C,
- *μέσης ενθαλπίας ή θερμοκρασίας* (για θερμοκρασίες από 90°C μέχρι 150°C), όπου το ρευστό μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για θέρμανση και
- *υψηλής ενθαλπίας ή θερμοκρασίας* (για θερμοκρασίες πάνω από 150 °C), όπου το ρευστό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και για θέρμανση.

Ένα εξίσου σημαντικό κριτήριο για την ταξινόμηση της γεωθερμικής ενέργειας στις ανανεώσιμες πηγές είναι ο *ρυθμός επαναφόρτισης του ενεργειακού συστήματος*. Κατά την εκμετάλλευση ενός φυσικού γεωθερμικού συστήματος, η επανατροφοδοσία επιτυγχάνεται με την αναπλήρωση του θερμού νερού στον ταμειυτήρα στο ίδιο χρονικό διάστημα στο οποίο γίνεται η παραγωγή των θερμών ρευστών. Αυτή ακριβώς η διαδικασία δικαιολογεί την ταξινόμηση της γεωθερμικής στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στην περίπτωση των θερμών ξηρών πετρωμάτων και κάποιων θερμών εγκλωβισμένων υδροφόρων σε ιζηματογενείς λεκάνες, η ενεργειακή φόρτιση ελέγχεται αποκλειστικά από την αγωγή θερμότητας, η οποία είναι μια ιδιαίτερος αργή διαδικασία. Για το λόγο αυτό, ίσως θα έπρεπε τα συστήματα αυτά να κατατάσσονται στις πεπερασμένες πηγές ενέργειας (<http://www.geothermal-energy.org>).

3.2.2.5 Κατηγορίες γεωθερμικών χρήσεων

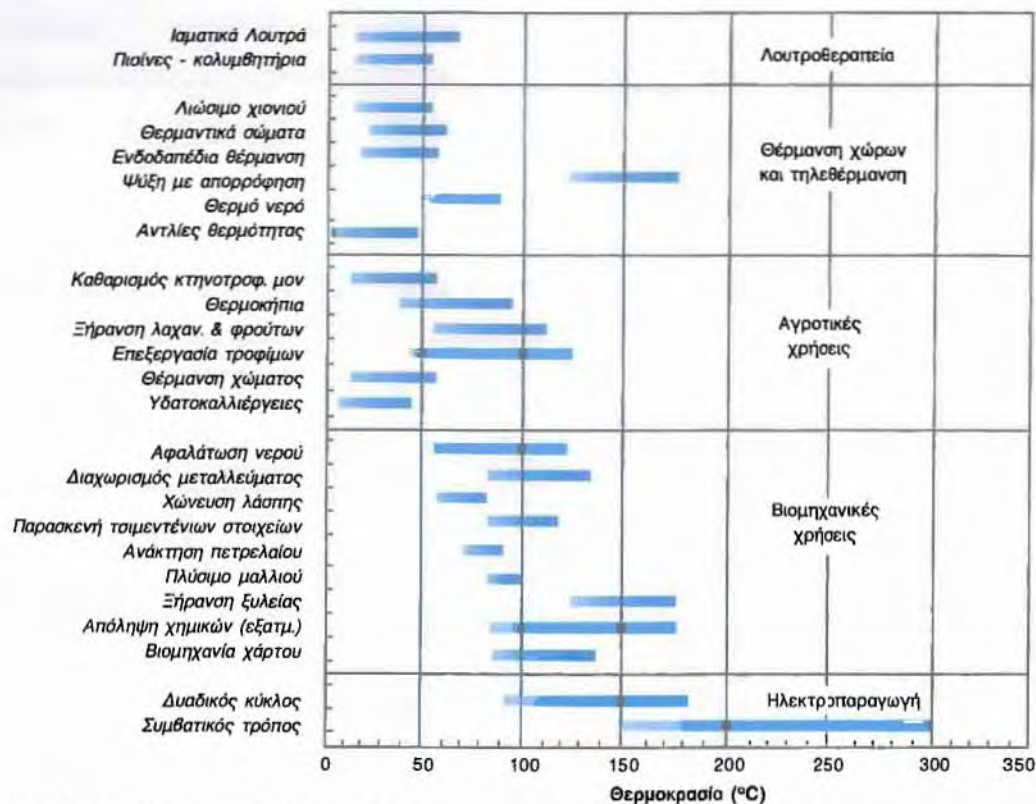
Οι δυνατές χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας εξαρτώνται από τη θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών και χωρίζονται συνήθως σε *ηλεκτρικές* και σε *άμεσες* χρήσεις. Στη δεύτερη κατηγορία, γίνεται εκμετάλλευση της θερμότητας των ρευστών χωρίς να



παραχθεί ενδιάμεσα ηλεκτρική ενέργεια και καλύπτεται όλη η κλίμακα θερμοκρασιών (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).

Οι κυριότερες χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας, παρουσιάζονται συνοπτικά στην εικόνα 3.9, που αποτελεί τροποποίηση του κλασσικού διαγράμματος του Lindal, το οποίο δείχνει τις πιθανές χρήσεις σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία των ρευστών (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).

Εικόνα 3.9: Το τροποποιημένο διάγραμμα Lindal



Πηγή: Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004

Ειδικότερα, όσων αφορά τις *άμεσες χρήσεις* μπορούν να ταξινομηθούν στις κατηγορίες (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004):

- **Θέρμανση χώρων:** Σε γενικές γραμμές οι τελικές συσκευές που χρησιμοποιούνται στα γεωθερμικά συστήματα θέρμανσης χώρων, είναι ακριβώς ίδιες με τις συσκευές που χρησιμοποιούνται με άλλα συστήματα θέρμανσης, όπως φυσικό αέριο και πετρέλαιο. Συχνά όμως, στα κτίρια που θερμαίνονται με γεωθερμικά νερά οι τελικές συσκευές λειτουργούν σε



χαμηλότερες θερμοκρασίες, εξαιτίας της μικρότερης θερμοκρασίας των διαθέσιμων γεωθερμικών νερών ή επειδή απαιτείται η χρήση εναλλακτικής θερμότητας.

- **Αγροτικές χρήσεις και βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων:** Τα καλύτερα αποτελέσματα αξιοποίησης της γεωθερμίας σε αγροτικές χρήσεις έχουν επιτευχθεί σε θέρμανση θερμοκηπίων και στις υδατοκαλλιέργειες και σε μικρότερο βαθμό, στην ξήρανση αγροτικών προϊόντων. Όσον αφορά τη θέρμανση θερμοκηπίων, η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας μπορεί να μειώσει σημαντικά (περίπου κατά 30-35%) το λειτουργικό τους κόστος, συμβάλλοντας στην αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης των φυτών, στον ορθολογικό προγραμματισμό της παραγωγής και στην καλλιέργεια προϊόντων «εκτός εποχής», καθώς και στην προστασία των φυτών από τον παγετό. Παράλληλα, η γεωθερμία μπορεί να προσφέρει με οικονομικό τρόπο τη θέρμανση του νερού σε υδατοκαλλιέργειες συγκεκριμένων ειδών. Η θέρμανση, σ' αυτή την περίπτωση, πραγματοποιείται είτε άμεσα, με την απευθείας εισαγωγή του γεωθερμικού νερού στις δεξαμενές ή λιμνούλες ανάπτυξης, είτε έμμεσα, ύστερα από τη θέρμανση γλυκού ή θαλασσινού νερού. Τέλος, η ξήρανση αγροτικών προϊόντων συμμετέχει κατά 0,6% διεθνώς στις συνολικές άμεσες χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας. Αγροτικά προϊόντα που αφυδατώνονται με τη χρήση γεωθερμικών ρευστών είναι κρεμμύδια, σκόρδα, μήλα, αχλάδια, μπανάνες, μάγκο, ανανάς, φύκια, ξυλεία κ.ά.
- **Βιομηχανικές χρήσεις:** Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η παραγωγή αφαλατωμένου νερού με χρήση γεωθερμικής ενέργειας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, είτε με απευθείας συμπύκνωση γεωθερμικού ατμού, είτε με εξάτμιση θαλασσινού νερού σε συνθήκες μερικού κενού, είτε με τη μέθοδο της αντίστροφης ώσμωσης με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από την γεωθερμία.
- **Αντλίες θερμότητας:** Τα τελευταία 30 χρόνια βρίσκουν όλο και περισσότερες εφαρμογές οι αντλίες θερμότητας, που χρησιμοποιούν για πηγή θερμότητας το έδαφος και το νερό (υπόγειο ή επιφανειακό). Σκοπός τους είναι η μεταφορά θερμότητας από ένα μέσο με χαμηλή θερμοκρασία σε ένα άλλο μέσο με υψηλότερη θερμοκρασία.



- **Πληθώρα άλλων σημαντικών εφαρμογών** όπως η λουτροθεραπεία και η θέρμανση πισίνων και θεραπευτικών μονάδων, η παραγωγή αποσταγμένου νερού, η χώνευση λυμάτων, η επεξεργασία πατάτας, ο εμπλουτισμός υπόγειων υδροφόρων οριζόντων κ.ά.

Πρώτης επιλογής χρήση της γεωθερμικής ενέργειας, βέβαια, είναι η **ηλεκτροπαραγωγή**, ως η πλέον πρόσφορη μορφή ενέργειας για μεταφορά και χρήση, και εφαρμόζεται για πεδία υψηλής ενθαλπίας (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

3.2.2.6 Περιοχές με υψηλή θερμική ροή στον κόσμο

Όπως προαναφέρθηκε, οι σημαντικότερες περιοχές μεγάλων θερμικών ανωμαλιών είναι οι περιοχές με πρόσφατη ηφαιστειότητα, ουσιαστικά, δηλαδή, οι περιοχές που βρίσκονται στα ηπειρωτικά περιθώρια και τις ωκεάνιες απομακρύνσεις. Οι τελευταίες από τις παραπάνω περιοχές δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για πρακτική εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας, επειδή συνήθως βρίσκονται κάτω από τους ωκεανούς. Υπάρχουν βέβαια λίγες εξαιρέσεις, όπως για παράδειγμα το μεγάλο ηφαιστειακό νησί της Ισλανδίας και η περιοχή της Δανκαλίας (Ανατολική Αφρική), που αποτελεί τμήμα της ωκεάνιας απομάκρυνσης της Ερυθράς Θάλασσας από τον κόλπο του Άντεν. Στην Ισλανδία είναι γνωστό ότι εκμεταλλεύονται πολύπλευρα και εντατικά τη γεωθερμική ενέργεια εδώ και πολλά χρόνια και στην Αιθιοπία οι έρευνες βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).

Το σύνολο σχεδόν των γεωθερμικών περιοχών υψηλής ενθαλπίας της γης, στις οποίες η εκμετάλλευση και η έρευνα βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο, αναπτύσσονται σε περιοχές νησιωτικών τόξων ή πτυχωσιγενών οροσειρών. Υπάρχουν βέβαια και άλλες περιπτώσεις που παρουσιάζουν συχνά ενδιαφέρουσα θετική θερμική ανωμαλία και έχουν συγκεντρώσει το ενδιαφέρον για γεωθερμικές έρευνες και εφαρμογές: είναι οι περιοχές διογκώσεων στο εσωτερικό ηπειρωτικών περιοχών, οι περιοχές των ηπειρωτικών βυθισμάτων και άλλες (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).

3.2.2.7 Η αξιοποίηση των γεωθερμικών περιοχών στην Ελλάδα

Ο Ελλαδικός χώρος, εξαιτίας κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών, είναι από τους γεωθερμικά ευνοημένους και διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών



κατηγοριών (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας) σε οικονομικά βάθη (100-1500m). Σε μερικές περιπτώσεις, τα βάθη των γεωθερμικών ταμιευτήρων είναι σχετικά πολύ μικρά, κάνοντας ιδιαίτερα ελκυστική, από οικονομική άποψη, τη γεωθερμική εκμετάλλευση (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).

Οι έρευνες για την αναζήτηση γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα άρχισαν το 1970 και μέχρι το 1980 αφορούσαν μόνο τις περιοχές που είχαν καταρχήν ενδιαφέρον για την υψηλή ενθαλπία. Βασικός φορέας των ερευνών ήταν το ΙΓΜΕ και κατά την εξέλιξη των εργασιών, η ΔΕΗ, ως αποκλειστικός φορέας για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, ανέλαβε τις παραγωγικές γεωτρήσεις υψηλής ενθαλπίας και την ανάπτυξη των ανάλογων πεδίων, χρηματοδοτώντας επιπλέον τις έρευνες στις πιθανές για τέτοια ρευστά γεωθερμικές περιοχές (Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, 1989). Σήμερα, υπάρχουν μόνο θερμικές εφαρμογές της γεωθερμίας στην Ελλάδα, ενώ θα μπορούσε η γεωθερμία να χρησιμοποιείται και στη χώρα μας για την παραγωγή ηλεκτρισμού (Βουρδουμπάς, 2006).

Ειδικότερα, έχουν καταγραφεί πλούσια γεωθερμικά πεδία, κυρίως στην περιοχή των Κυκλάδων. Γεωθερμικά πεδία υψηλής θερμοκρασίας έχουν εντοπισθεί στο ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου και συγκεκριμένα στο νησιωτικό σύμπλεγμα της Μήλου, Σαντορίνης και Νίσυρου (εικόνες 3.10, 3.11). Από τις έρευνες προέκυψε ότι το συνολικό γεωθερμικό δυναμικό είναι της τάξεως των 180 MWth (120 MWth στη Μήλο και 60 MWth στη Νίσυρο). Παράλληλα, προέκυψαν πολλά ή λιγότερα στοιχεία για πιθανά πεδία στην Κίμωλο, Πολύαιγο, Σαντορίνη, Κω και Λέσβο (Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, 1989).

Στη χώρα μας, πριν από 20 χρόνια περίπου η ΔΕΗ προσπαθώντας να αξιοποιήσει το αξιόλογο γεωθερμικό πεδίο των Κυκλάδων εγκατέστησε στη Μήλο ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ισχύος 2MW που αξιοποιούσε το τοπικό γεωθερμικό ρευστό υψηλής θερμοκρασίας. Όμως, για διάφορους λόγους, το έργο αυτό αστόχησε με αποτέλεσμα τις έντονες κοινωνικές διαμαρτυρίες και τη σύντομη εγκατάλειψη από τη ΔΕΗ του εργοστασίου αυτού (Βουρδουμπάς, 2006).

Συνήθως, τα γεωθερμικά ρευστά βρισκόμενα σε επαφή με υπόγεια πετρώματα διαλύουν διάφορα άλατα και εξερχόμενα στην επιφάνεια μεταφέρουν κάποιους ρύπους (αέριους ή υγρούς) οι οποίοι πρέπει να αντιμετωπισθούν. Φαίνεται ότι η ΔΕΗ στην περίπτωση αυτή δεν έλαβε τα αναγκαία μέτρα επεξεργασίας των αποβλήτων με



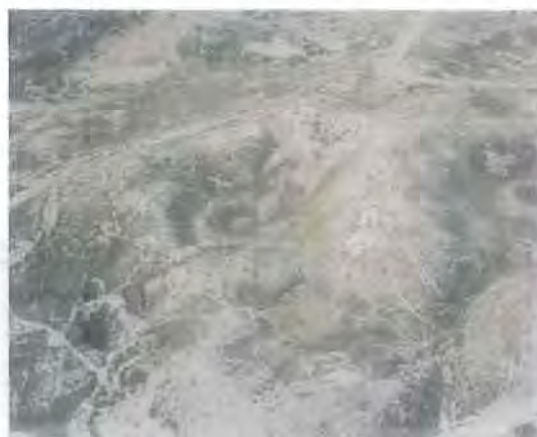
αποτέλεσμα την αποτυχία της πρώτης προσπάθειας στην Ελλάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τη γεωθερμία (Βουρδουμπάς, 2006).

Όσον αφορά τα γεωθερμικά ρευστά χαμηλής ενθαλπίας, είναι διάσπαρτα σε όλη τη χώρα και εντοπίζονται κυρίως σε αγροτικές περιοχές. Το πιθανό γεωθερμικό δυναμικό των πεδίων χαμηλής ενθαλπίας ανέρχεται περίπου σε 700 MWth και το βεβαιωμένο, περίπου σε 300 MWth (ΚΑΠΕ, 2006).

Σήμερα, στην Ελλάδα, η πιο διαδεδομένη εφαρμογή γεωθερμίας σχετίζεται με την θέρμανση των θερμοκηπίων. Οι περιοχές της χώρας με εγκατεστημένα γεωθερμικά θερμοκήπια και για θερμοκρασίες ρευστών 40-80 °C είναι οι εξής: Σέρρες, Ξάνθη, Λέσβος, Χαλκιδική, Θεσσαλονίκη (Βουρδουμπάς, 2006: 24). Το ΚΑΠΕ υπολόγισε ότι στην Ελλάδα η εκμετάλλευση της γεωθερμίας χαμηλής ενθαλπίας για θέρμανση θερμοκηπίων εφαρμόζεται για την θέρμανση θερμοκηπίων έκτασης περίπου 2.000.000 m² συνολικής ισχύος 22 MW. Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται πλησιάζει τους 3.500 TΠΠ (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι έχει γίνει στην Κίμωλο μια μελέτη για την αφαλάτωση νερού με γεωθερμική ενέργεια, με χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση κατά 40%. Εκτιμάται ότι θα παράγει 200 κυβικά μέτρα την ημέρα και το κόστος του παραγόμενου αφαλατωμένου νερού θα είναι 1 ευρώ ανά κυβικό μέτρο για 5 χρόνια, όπου προβλέπεται να γίνει και η απόσβεση του κόστους, ενώ στη συνέχεια θα μειωθεί αισθητά το κόστος του παραγόμενου νερού (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Εικόνα 3.10:
Μικροί φρεατικοί κρατήρες στη Μήλο



Πηγή: Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004

Εικόνα 3.11:
Φρεατικοί κρατήρες στη Νίσυρο



Πηγή: Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004



3.2.3 Αιολική ενέργεια

3.2.3.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Ο ατμοσφαιρικός αέρας ο οποίος περιβάλλει την γη βρίσκεται σε διαρκή κίνηση, εξ αιτίας μιας σειράς παραμέτρων οι οποίες είναι: η ηλιακή ακτινοβολία, η ανομοιογένεια του ανάγλυφου του εδάφους και η περιστροφική κίνηση της γης γύρω από τον άξονά της. Η μετακίνηση αυτή αποκαλείται άνεμος (Αργυρίου κ.ά., 2006). Οι άνεμοι δημιουργούνται καθώς η ηλιακή ενέργεια φτάνει και απορροφάται ανομοιογενώς από τις διάφορες επιφάνειες της γης (νερά, πεδιάδες, έρημοι, δάση). Έτσι, δημιουργούνται διαφορές θερμοκρασίας, πυκνότητας και πίεσης στην ατμόσφαιρα οι οποίες προκαλούν την κίνηση του αέρα (Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, 1989). Για παράδειγμα, κατά την ημέρα ο ήλιος μπορεί να θερμαίνει το έδαφος που με τη σειρά του θερμαίνει τον αέρα που βρίσκεται σε επαφή με αυτό. Ο θερμός αέρας που δημιουργείται έτσι διαστέλλεται, γίνεται ελαφρύτερος, επομένως και κινείται προς τα πάνω (ανοδικό ρεύμα). Η χαμηλή πίεση κάτω από τον ανερχόμενο αέρα προκαλεί την κίνηση του ψυχρού αέρα προς το σημείο από και από κάθε κατεύθυνση. Η κινητική ενέργεια των ανέμων ονομάζεται αιολική ενέργεια (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005). Πρόκειται, λοιπόν, για ενέργεια προέρχεται από μετατροπή ενός μικρού ποσοστού (περίπου 0,2%) της ηλιακής ενέργειας, που φτάνει στην ατμόσφαιρα του πλανήτη, σε κινητική ενέργεια του ανέμου (Καλδέλλης, 2005).

Η αιολική ενέργεια ανήκει στις ήπιες ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δεδομένου ότι αφενός δεν ρυπαίνει το περιβάλλον (ήπια ως προς το περιβάλλον) και αφετέρου είναι θεωρητικά ανεξάντλητη (ανανεώνεται συνεχώς) (Καλδέλλης, 2005).

Πρόκειται για μια πηγή ενέργειας που είναι γνωστή από τα πανάρχαια χρόνια. Χώρες χρωστούσαν τον πλούτο και τη ναυτιλιακή ικανότητά τους στον άνεμο που κινούσε τα ιστιοφόρα πλοία τους. Στην ξηρά εξάλλου χρησιμοποιήθηκε στους ανεμόμυλους άντλησης νερού ή άλεσης σιτηρών. Παρά όμως τη μεγάλη χρήση της για χιλιάδες χρόνια, με την ανάπτυξη των ατμομηχανών, των μηχανών εσωτερικής καύσης (βενζινοκινητήρες-πετρελαιοκινητήρες) και των ηλεκτρικών μηχανών κατά τον 19^ο και 20^ο αιώνα, άρχισε να εγκαταλείπεται. Τις τελευταίες δεκαετίες σχεδιάστηκαν νέοι ανεμοκινητήρες, που αξιοποιούν τη συσσωρευμένη παραδοσιακή τεχνική και



ταυτόχρονα χρησιμοποιούν τα αποτελέσματα της επιστημονικοτεχνικής ανάπτυξης με στόχο την βελτιωμένη απόδοση των νέων μηχανών (Μπεργελές, 2005).

Οι άνεμοι ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες: τους *ενεργειακούς* και τους *επικρατέστερους* ανέμους. Οι ενεργειακοί άνεμοι έχουν ταχύτητα 10 μέχρι 25 μίλια/ώρα και φυσούν με ένταση αυτή για περίπου 2 έως 3 μέρες την εβδομάδα. Οι επικρατέστεροι άνεμοι, είναι ασθενέστεροι, περί τα 5 με 15 μίλια / ώρα και φυσούν με την ένταση αυτή για περίπου 3 έως 5 μέρες την εβδομάδα. Οι ισχυρότεροι ενεργειακοί άνεμοι συναντώνται κυρίως στις εύκρατες και πολικές περιοχές, ενώ οι ασθενείς και οι επικρατέστεροι άνεμοι συναντώνται στις τροπικές περιοχές. (Παπαϊωάννου, 2008).

Οι πλέον ευνοημένες περιοχές του πλανήτη από πλευράς αιολικού δυναμικού είναι οι χώρες της πολικής και εύκρατης ζώνης (Καλδέλλης, 2005). Επίσης, οι άνεμοι είναι ισχυρότεροι στους ωκεανούς και στις παράκτιες περιοχές συγκριτικά με τις ηπειρωτικές περιοχές (η ταχύτητα του ανέμου μπορεί να είναι κατά 0,5 m/s μεγαλύτερη από γειτονικές ηπειρωτικές θέσεις), καθώς επίσης, ισχυροί άνεμοι πνέουν και στις ορεινές περιοχές (στην κορυφή λοφοσειρών που εκτείνονται κάθετα προς τον επικρατούντα άνεμο, παρατηρείται αυξημένη ταχύτητα ανέμου) (Παπαϊωάννου, 2008).

Βέβαια, η σωστή αξιοποίηση της «δωρεάν» ενέργειας που προσφέρει η φύση στον άνθρωπο, για να βελτιωθεί η παγκόσμια ενεργειακή ισορροπία, προϋποθέτει την ύπαρξη των κατάλληλων μηχανών για τη δέσμευση της αιολικής ενέργειας και τη μετατροπή της στην επιθυμητή μορφή (Καλδέλλης, 2005).

3.2.3.2 Τεχνολογία αιολικών μηχανών

Οι *αιολικές μηχανές* αποτελούν ανθρώπινες επινοήσεις, που έχουν σαν σκοπό την αξιοποίηση του μεγαλύτερου δυνατού ποσοστού της κινητικής ενέργειας του ανέμου. Στόχος είναι να δεσμεύει την κινητική ενέργεια του ανέμου και να την μετατρέπει σε μηχανική ενέργεια άλλης μορφής ή συνηθέστερα σε ηλεκτρισμό (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούνται ειδικές διατάξεις που εκθέτουν ένα δρομέα (πτερωτή τύπου έλικας, με ένα ή περισσότερα πτερύγια) στο

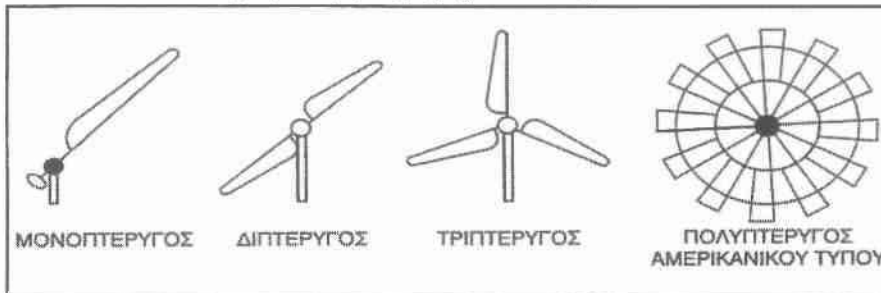


ρεύμα του ανέμου, λαμβάνοντας έτσι μέρος της κινητικής ενέργειάς του, με αποτέλεσμα την περιστροφική κίνηση του δρομέα. Οι διατάξεις αυτές λέγονται **ανεμοκινητήρες** ή ειδικότερα **ανεμογεννήτριες Α/Γ** όταν ο άξονάς τους κινεί ηλεκτρογεννήτρια παραγωγής ρεύματος (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Με τη χρήση ανεμοκινητήρων (π.χ. ανεμογεννήτριες, ανεμόμυλοι) η αιολική ενέργεια μετατρέπεται σε περιστροφική κίνηση του δρομέα του ανεμοκινητήρα και του άξονά του. Η περιστροφική κίνηση μπορεί να αξιοποιείται άμεσα π.χ. για την άντληση νερού από πηγάδι, την άλεση σιτηρών κ.λ.π. ή να μετατρέπεται με γεννήτρια σε ηλεκτρική ενέργεια (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

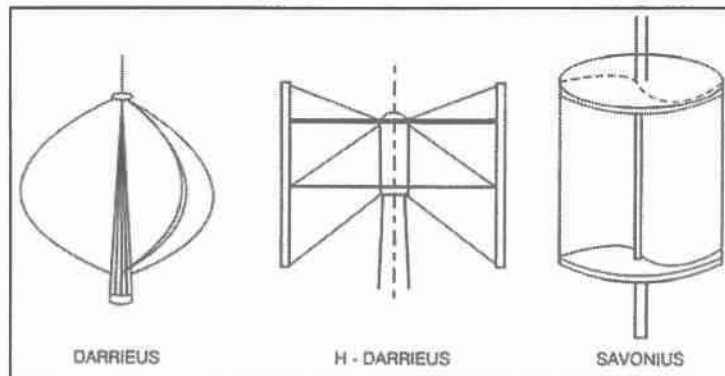
Οι επικρατέστεροι τύποι ανεμογεννητριών ταξινομούνται κυρίως σύμφωνα με τον προσανατολισμό των αξόνων τους σε σχέση με τη ροή του ανέμου. Ως εκ τούτου, οι πλέον διαδεδομένοι τύποι ανεμοκινητήρων είναι οι ανεμογεννήτριες «**οριζόντιου**» και οι ανεμογεννήτριες «**κατακόρυφου**» άξονα (Εικόνα 3.12, Εικόνα 3.13) (Καλδέλλης, 2005).

Εικόνα 3.12: Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα



Πηγή: Καλδέλλης, 2005

Εικόνα 3.13: Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα



Πηγή: Καλδέλλης, 2005



Οι ανεμογεννήτριες **οριζόντιου άξονα** μπορεί να είναι σχεδιασμένες με τον άξονα περιστροφής του ανέμου παράλληλα προς την κατεύθυνση του ανέμου ή με τον άξονα περιστροφής παράλληλα προς την επιφάνεια της γης αλλά κάθετα στην κατεύθυνση ροής του ανέμου. Ανάλογα με τον αριθμό πτερυγίων του δρομέα τους, διακρίνονται σε μονόπτερες, δίπτερες, τρίπτερες, ..πολύπτερες και σύμφωνα με το αν ο άνεμος συναντά πρώτα το θάλαμο με τη γεννήτρια ή το δρομέα, σε ανάντι και κατάντι της ροής αντίστοιχα. Στις ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα, ο άξονας περιστροφής είναι κάθετος στην επιφάνεια της γης και κάθετος στην ροή του ανέμου (Μπεργελές, 2005).

Επίσης, έχουν επινοηθεί και άλλοι τύποι ανεμομηχανών, όπως του τύπου μεταφοράς, στον οποίο υπάρχουν «μικρά» οχήματα που κινούνται σε μια καθορισμένη διαδρομή (τύπου σιδηροδρομικών βαγονιών) και είναι συνδεδεμένα με ηλεκτρογεννήτρια κ.λ.π. (Μπεργελές, 2005).

Μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα συμπεριλαμβάνει τον πύργο στην κορυφή του οποίου εδράζεται ο θάλαμος με τους μηχανισμούς και με το δρομέα. Ο δρομέας περιστρέφεται σαρώνοντας επιφάνεια κάθετα στη ροή του ανέμου για την απόληψη της ενέργειάς του. Ο άξονας του δρομέα μεταφέρει την κίνηση στον θάλαμο των μηχανισμών, όπου μεταφέρεται η κίνηση μέσα από ένα κιβώτιο πολλαπλασιασμού των στροφών στη γεννήτρια ρεύματος (Μπεργελές, 2005).

Ανάμεσα στις ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα συγκαταλέγονται οι κλασικοί παραδοσιακοί ανεμόμυλοι (π.χ. Μύκονος) και οι ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο σήμερα (περίπου το 90% των εγκατεστημένων παγκοσμίως μηχανών) και οι οποίες ονομάζονται ανεμογεννήτριες τύπου «έλικας». Οι μηχανές αυτές εμφανίζουν σημαντικές περιφερειακές ταχύτητες, ενώ τα πτερύγιά τους, που είναι συνήθως ένα έως τρία, βασίζονται στην τεχνολογία των αεροπορικών ελίκων αλλά και σ' αυτή της έλικας των ελικοπτέρων. Ένα από τα βασικά τους χαρακτηριστικά είναι ο μεγάλος αεροδυναμικός βαθμός απόδοσης τους, αλλά και η μεγάλη ταχύτητα προσβολής των πτερυγίων από τον άνεμο (Καλδέλλης, 2005).

Όσον αφορά τις μηχανές **κατακόρυφου άξονα**, εμφανίζουν το σημαντικό πλεονέκτημα αυτόματης προσαρμογής στη διεύθυνση του ανέμου, ως εκ τούτου αποτελούν και πιο απλές κατασκευές. Οι πλέον γνωστοί τύποι ανεμοκινητήρων κατακόρυφου άξονα είναι οι μηχανές τύπου «Darrieus» και οι μηχανές τύπου



«Savonius». Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές σε σύγκριση με το αντίστοιχο σύστημα μηχανών οριζόντιου άξονα, εκτός βέβαια από το γεγονός ότι τα εξαρτήματα είναι τοποθετημένα κατακορύφως (Καλδέλλης, 2005).

3.2.3.4 Εφαρμογές ανεμογεννητριών

Η κυριότερη χρήση των ανεμογεννητριών είναι για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είτε αυτόνομα (με τη βοήθεια συσσωρευτών) είτε σε σύνδεση με το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο (Καλδέλλης, 2005).

Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται συνηθέστερα (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005):

(α) Για την **παραγωγή ηλεκτρισμού** σε περιοχές συνδεδεμένες στο δίκτυο είτε για την κάλυψη ιδίων αναγκών (αυτοπαραγωγή ρεύματος) ή για την πώληση του ρεύματος στην εταιρεία εκμετάλλευσης του δικτύου (ανεξάρτητη παραγωγή).

(β) Για **παραγωγή ηλεκτρισμού** σε περιοχές που δεν είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο, για λειτουργία είτε μόνες τους, με συσσωρευτές ή σε συνδυασμό με σταθμό ηλεκτροπαραγωγής με ντίζελ.

(γ) Για την **παραγωγή ύδατος** (αφαλάτωση) είτε με τη μέθοδο της αντίστροφης όσμωσης, οπότε η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνεται για την κίνηση των αντλιών προώθησης του προς αφαλάτωση ύδατος μέσω των ημιπερατών μεμβρανών ή με τη μέθοδο συμπίεσης ατμών, οπότε η περιστροφική κίνηση του δρομέα μπορεί να χρησιμοποιείται άμεσα για την κίνηση του συμπιεστή ατμών.

(δ) Για **θέρμανση**, π.χ. σε θερμοκήπια, με διαδοχική μετατροπή της σε ηλεκτρισμό και ακολούθως σε θερμότητα με τη χρήση ηλεκτρικής αντίστασης ή με την κίνηση αντλιών θερμότητας.

(ε) Σε **παραδοσιακές χρήσεις**, όπως η άντληση νερού και η άρδευση αγροτικών καλλιεργειών. Μια τυπική εφαρμογή της αιολικής ενέργειας είναι η χρήση ανεμοκινητήρων για την άρδευση του οροπεδίου του Λασιθίου, ενώ σήμερα λειτουργούν αιολικά συστήματα άντλησης και άρδευσης αγροτικών εκτάσεων υπό μεγάλη πίεση με τη μορφή τεχνητής βροχής (Καλδέλλης, 2005).

(στ) Ανάμεσα στις υπόλοιπες χρήσεις της αιολικής ενέργειας είναι η **ηλεκτρόλυση ύδατος**, η **παραγωγή καυσίμου υδρογόνου**, η φόρτιση συσσωρευτών για το εμπόριο.



3.2.3.5 Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στον κόσμο

Σύμφωνα με τα υπάρχοντα στοιχεία, η συνολική εγκατεστημένη αιολική ισχύς στον πλανήτη μας υπερβαίνει τα 40.000 MW. Το μεγαλύτερο μέρος των αιολικών μηχανών είναι εγκατεστημένο στη Γερμανία, στην Ισπανία, στη Δανία και στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ, ενώ αξιόλογος αριθμός μηχανών έχει εγκατασταθεί σε αρκετές χώρες της ΕΕ όπως η Ιταλία, η Ολλανδία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Σουηδία κ.λ.π. Επίσης, επιταχυνόμενο ενδιαφέρον στον τομέα της αιολικής ενέργειας εκδηλώνουν η Ινδία, η Κίνα και η Ιαπωνία (Καλδέλλης, 2005).

Η Ευρώπη προηγείται των άλλων περιοχών του πλανήτη στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού. Στον πίνακα 3.3 φαίνεται η παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς ανεμογεννητριών το 2005 (Βουρδουμπάς, 2006).

Πίνακας 3.3: Εγκατεστημένη παγκοσμίως ισχύς ανεμογεννητριών σε MW

Περιοχή	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)	Ποσοστό (%)
Ευρώπη	28.843	73,82
Ασία	3.014	7,71
Β. Αμερική	6.691	17,13
Υπόλ. Κόσμος	522	1,34
Σύνολο	39.070	100

Πηγή: Βουρδουμπάς, 2006 / Ιδία επεξεργασία

Σύμφωνα με νεότερα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας (EWEA), το 2008 οι εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας ήταν περισσότερες από κάθε άλλη τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στο τέλος του 2008, το σύνολο των αιολικών εγκαταστάσεων στην ΕΕ ανέρχεται σε 64.949MW, αντιστοιχεί σε αύξηση 15% από το 2007 και ισοδυναμεί με την καθημερινή εγκατάσταση 20 νέων ανεμογεννητριών (<http://www.ewea.org>).

Τα στατιστικά στοιχεία δείχνουν ότι το 36% όλων των νέων σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που κατασκευάστηκαν στην Ευρωπαϊκή Ένωση τον περασμένο χρόνο ήταν έργα αιολικής ενέργειας, υπερβαίνοντας όλες τις άλλες τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένων του φυσικού αερίου, του άνθρακα και της πυρηνική ενέργειας. Ειδικότερα, συνολικά στην Ευρώπη το 2008 προστέθηκαν 19.651MW



ηλεκτρικής ισχύος, από τα οποία τα 8.484 MW αιολική ενέργεια, τα 6.932 MW φυσικό αέριο, τα 2.495 MW πετρέλαιο τα 762 MW κάρβουνο και τα 473 MW υδροηλεκτρικά (<http://www.ewea.org>).

Λαμβάνοντας υπόψη ότι επενδύοντας στην αιολική ενέργεια, υποστηρίζει κανείς την τεχνολογική ηγεσία της Ευρώπης, προστατεύει το κλίμα, στηρίζει την ασφάλεια ενεργειακής τροφοδοσίας και δημιουργεί εμπορικές ευκαιρίες, αλλά και θέσεις εργασίας, η Ευρώπη έδωσε ιδιαίτερη βαρύτητα στις επενδύσεις αυτού του τομέα. Συνειδητοποίησε ότι η αιολική ενέργεια είναι παράδειγμα ευφυούς επένδυσης όπου τα χρήματα των Ευρωπαίων πολιτών συνδράμουν τις δικές τους εθνικές οικονομίες και όχι τις οικονομίες μερικών χωρών που εξάγουν πετρέλαιο. Έτσι, αξίζει να αναφερθεί ότι 160.000 εργαζόμενοι απασχολούνται άμεσα ή έμμεσα στην αιολική βιομηχανία (στα τέλη του 2008), ενώ οι επενδύσεις στην ΕΕ ανήλθαν σε 11 δις ευρώ (<http://www.ewea.org>).

Η Γερμανία και η Ισπανία εξακολουθούν να μονοπωλούν την κορυφή του Ευρωπαϊκού πίνακα αιολικών εγκαταστάσεων ενώ η Γαλλία, η Ιταλία και το Ηνωμένο Βασίλειο είχαν ικανοποιητική ανάπτυξη ξεπερνώντας τα 3.000 MW. Υπάρχουν 10 κράτη μέλη που ξεπέρασαν τα 1.000 MW, ενώ άλλα δύο, η Αυστρία και η Ελλάδα είναι πολύ κοντά. Εντυπωσιακή θεωρείται η εξέλιξη των νέων κρατών μελών, όπως η Ουγγαρία που διπλασίασε την εγκατεστημένη ισχύ της, φτάνοντας τα 127 MW, η Βουλγαρία που την τριπλασίασε από τα 57 MW στα 158 MW και η Πολωνία που σχεδόν την διπλασίασε στα 472 MW από τα 276 MW. Από τα μη κράτη μέλη εντυπωσιακή ήταν η Τουρκία που τριπλασίασε την εγκατεστημένη ισχύ από 147 MW σε 433 MW (<http://www.ewea.org>)

Τέλος, επισημαίνεται ότι τα θαλάσσια αιολικά πάρκα είχαν μια αύξηση 357 MW κατά το 2008, και έφτασαν τα 1,471 MW (<http://www.ewea.org>).

3.2.3.5 Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στη ναυσιπλοΐα ήταν καθιερωμένη από αρχαιοτάτων χρόνων, ενώ ιστορικές μαρτυρίες αναφέρουν ότι και οι ανεμόμυλοι ήταν ήδη γνωστοί στα νησιά του Αρχιπελάγους και στην Κρήτη από το 2.000 π.Χ. Αρκετά χρόνια αργότερα και κυρίως στα ανατολικά τμήματα της ελληνικής επικράτειας, τα οποία είναι ιδιαίτερα ανεμώδη, η άλεση των δημητριακών



κατά τη Βυζαντινή εποχή και κατά την Τουρκοκρατία μέχρι τις αρχές του εικοστού αιώνα γινόταν αποκλειστικά με τη χρήση ανεμόμυλων και νερόμυλων. Ο αριθμός των ανεμόμυλων ήταν σημαντικός κυρίως στις Κυκλάδες, στη Ρόδο, στη Χίο, στην Ανατολική Κρήτη αλλά και γενικότερα στα νησιά του Αιγαίου, στα ανατολικά παράλια της ηπειρωτικής χώρας και στις υψηλές ορεινές περιοχές της ενδοχώρας (Καλδέλλης, 2005).

Η χώρα μας βρίσκεται στην εύκρατη ζώνη όπου επικρατούν καλής ταχύτητας άνεμοι, συγχρόνως όμως έχει και ευνοϊκή διαμόρφωση εδάφους, που συμβάλλει στην επαύξηση της αιολικής ενέργειας. Οι παραλιακές περιοχές, και ιδιαίτερα οι νησιωτικές, προσφέρονται για εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου και εξασφαλίζουν ικανοποιητικό συντελεστή χρησιμοποίησης της εγκατάστασης. Επομένως, τα νησιά της Ελλάδας, διεκδικούν πρωταρχική θέση στην εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας (Μπεργελές, 2005).

Δυστυχώς, η ανάπτυξη των αιολικών συστημάτων, λαμβάνοντας υπόψη το άριστο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας, έχει καθυστερήσει σημαντικά, αν και δεν πρέπει να παραβλεφθεί η αξιόλογη δραστηριοποίηση την περίοδο 2.000-2.002 (Καλδέλλης, 2005). Οι προσπάθειες εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού ξεκίνησαν στις αρχές της δεκαετίας του '80 από τη ΔΕΗ και στα μέσα της δεκαετίας του '90 δόθηκε μεγάλη ώθηση, με τη διευκόλυνση επενδύσεων από ιδιώτες (Νόμος 2244/94) (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Τα τελευταία χρόνια η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού αναπτύχθηκε σχετικά γρήγορα στην Ελλάδα, για διάφορους λόγους όπως (Βουρδουμπάς, 2006):

- (α) Την αλλαγή του θεσμικού πλαισίου στα τέλη της δεκαετίας του '90.
- (β) Τα οικονομικά κίνητρα που προσέφερε η πολιτεία.
- (γ) Τη κατανόηση του γεγονότος ότι το υπάρχον αιολικό δυναμικό στο Αιγαίο πέλαγος είναι πολύ ελκυστικό για τέτοιες εφαρμογές.
- (δ) Τη πτώση του κόστους αγοράς ανεμογεννητριών που έκανε τις επενδύσεις αυτές πολύ ελκυστικές με ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια.

Ταυτόχρονα όμως υπήρξαν και αντικίνητρα που εμπόδισαν την περαιτέρω ανάπτυξη των ανεμογεννητριών και των αιολικών πάρκων όπως (Βουρδουμπάς, 2006):



(α) Η τεράστια γραφειοκρατία που αντιμετωπίζει κάποιος όταν προσπαθήσει να προβεί σε επενδύσεις αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας.

(β) Η περιορισμένη απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

(γ) Η έλλειψη των απαραίτητων υποδομών κυρίως σε δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας από τα δημιουργούμενα αιολικά πάρκα προς τα δίκτυα διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Σήμερα, στη χώρα μας γίνεται μια φιλότιμη προσπάθεια αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας με τη χρήση μεγάλων κυρίως αιολικών μηχανών οριζόντιου άξονα και στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως, οι τοποθεσίες των παλαιών ανεμόμυλων αποτελούν πάντοτε μια αξιόπιστη ένδειξη περιοχών με αξιόλογο αιολικό δυναμικό, δοκιμασμένων μάλιστα από το πέρασμα πολλών δεκαετιών (Καλδέλλης, 2005). Τα περισσότερα αιολικά πάρκα έχουν κατασκευαστεί στην Εύβοια, στην Θράκη, στην Πελοπόννησο, στην Ανατολική Κρήτη και σε άλλα μικρότερα νησιά το σύνολο των οποίων ανέρχεται σε 795 KW. Εκτός όμως από τη δημιουργία των αιολικών πάρκων στην στεριά, έχουν αρχίσει να κατασκευάζονται στην Ευρώπη και αιολικά πάρκα στη θάλασσα, σε μικρή απόσταση από τις ακτές. Τέτοιες εφαρμογές δεν υπάρχουν στην Ελλάδα ακόμη (Βουρδουμπάς, 2006).

Εικόνα 3.14: Πάρκο αιολικής ενέργειας



Πηγή: <http://www.ewea.org>

Εικόνα 3.15: Πάρκο αιολικής ενέργειας



Πηγή: <http://www.ewea.org>



2.2.4 Ενέργεια από βιομάζα

2.2.4.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Ως βιομάζα ορίζονται όλοι οι τύποι ζώσης ύλης που μπορούν να μετατραπούν σε κάποια μορφή ενέργειας. Νοούνται έτσι τα φυτικά παραπροϊόντα, τα ζωικά κατάλοιπα και κατ' επέκταση τα αστικά απόβλητα, τα βιομηχανικά λύματα και τα απορρίμματα (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005). Ειδικότερα, σ' αυτήν περιλαμβάνονται (ΚΑΠΕ, 2006):

- Οι φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως π.χ. τα αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από τις ενεργειακές καλλιέργειες⁷ γεωργικών και δασικών ειδών, όπως π.χ. το καλάμι, ο ευκάλυπτος, το σακχαρούχο κ.ά.
- Τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως π.χ. τα άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδιά δέντρων, φύκη, κτηνοτροφικά απόβλητα.
- Τα υποπροϊόντα που προέρχονται από τη μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών, όπως π.χ. τα ελαιοπυρηνόξυλα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, το πριονίδι κ.ά.
- Το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων των σκουπιδιών.

Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα, δεσμεύουν δηλαδή το διοξείδιο του άνθρακα από τον αέρα και μαζί με νερό και ανόργανες ουσίες από το έδαφος, παράγουν οργανική ύλη (βιομάζα) και οξυγόνο (Σούλτης, 2007) (Εικόνα 3.15). Οι ζωικοί οργανισμοί αυτή την ενέργεια την προσλαμβάνουν με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση (Παλαιοκρασάς, 1997).

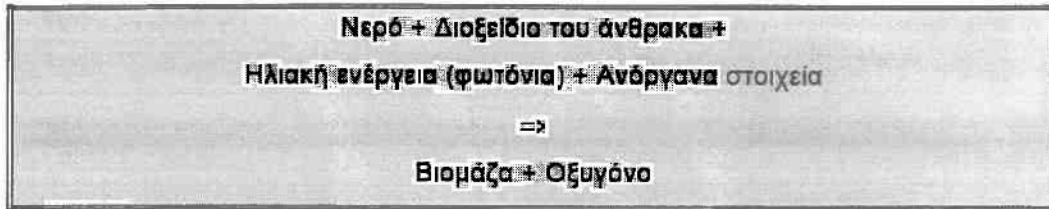
Αποτελεί μέρος της οργανικής ύλης της γης, η οποία βρίσκεται στο λεπτό τμήμα του φλοιού, τη βιόσφαιρα. Αντιπροσωπεύει ένα πολύ μικρό κλάσμα της συνολικής μάζας

⁷ Έτσι ονομάζονται τα φυτά που καλλιεργούνται με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας.



της, αλλά ταυτόχρονα αποτελεί ένα μεγάλο μεγέθους αποθηκευτικό χώρο ενέργειας (Μπουρίκος, 2003).

Εικόνα 3.16: Διεργασία σχηματισμού βιομάζας



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Ο πρωτόγονος άνθρωπος, για να ζεσταθεί και να μαγειρέψει, χρησιμοποιούσε την ενέργεια (θερμότητα) που προερχόταν από την καύση των ξύλων, που είναι ένα είδος βιομάζας (Παλαιοκρασάς, 1997).

Αλλά και μέχρι σήμερα, κυρίως οι αγροτικοί πληθυσμοί, τόσο της Αφρικής, της Ινδίας και της Λατινικής Αμερικής, όσο και της Ευρώπης, για να ζεσταθούν, να μαγειρέψουν και να φωτιστούν χρησιμοποιούν ξύλα, φυτικά υπολείμματα (άχυρα, πριονίδια, άχρηστους καρπούς ή κουκούτσια κ.ά.) και ζωικά απόβλητα (κοπριά, λίπος ζώων, άχρηστα αλιεύματα κ.ά.) (Παλαιοκρασάς, 1997). Σύμφωνα με την παγκόσμια τράπεζα, οι αναπτυσσόμενες χώρες της Ασίας και της Αφρικής αποτελούν τους κύριους χρήστες ενέργειας βιομάζας, αφού το 65% της ενέργειας που χρησιμοποιείται στην Ασία και το 90% στην Αφρική έχει τη μορφή βιομάζας (Παπαϊωάννου, 2008).

2.2.4.2 Ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας – Εφαρμογές

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (παραγωγή θερμότητας, ψύξης, ηλεκτρισμού κ.λ.π.) είτε απευθείας με καύση, είτε με μετατροπή της σε αέρια, υγρά ή/και στερεά καύσιμα μέσω θερμοχημικών ή βιομηχανικών διεργασιών (ΚΑΠΕ, 2006).

Όσον αφορά την **άμεση καύση της βιομάζας**, η καύση σε λέβητες, είναι η απλούστερη και πιο ανεπτυγμένη από όλες τις διαδικασίες αξιοποίησης της βιομάζας. Για την καύση χρησιμοποιούνται ξηρά απόβλητα και υπολείμματα από πόλεις και δάση, καυσόξυλα και γεωργικά υποπροϊόντα (άχυρο, καλάμια, κότσαλα,



κλαδοδέματα, υπολείμματα ξύλου) (Αργυρίου κ.ά., 2006). Επίσης, βιομηχανίες που παράγουν υφάσματα ή προϊόντα χαρτιού χρησιμοποιούν τα απόβλητά τους για την παραγωγή ατμού, ηλεκτρισμού ή θερμότητας, ενώ στο τέλος χρησιμοποιούνται ξύλα για θέρμανση σπιτιών σε κατάλληλες θερμάστρες. Μια σημαντική διαφορά στην καύση της βιομάζας, από του άνθρακα, είναι ότι τα $\frac{3}{4}$ ή περισσότερο της ενέργειάς της βρίσκεται στα πτητικά χαρακτηριστικά της, ενώ για τον άνθρακα το ποσοστό αυτό είναι μικρότερο από το 50%. Επιπλέον, στην άμεση καύση της βιομάζας, συγκαταλέγεται η *αποτέφρωση*, που εφαρμόζεται κατά κανόνα στα νοσοκομειακά απορρίμματα με στόχο την αποστείρωση για καταστροφή όλων των παθογόνων μικροβίων. Εφαρμόζεται όμως και στα οικιακά απορρίμματα με πλεονεκτήματα τον περιορισμό του βάρους και του όγκου τους (για τελική διάθεση), αλλά ακόμα και την ενεργειακή τους αξιοποίηση (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Στις *θερμοχημικές μετατροπές* της βιομάζας, περιλαμβάνεται η πυρόλυση, η απλούστερη και παλιότερη τεχνολογία επεξεργασίας ενός καυσίμου για την παραγωγή ενός καλύτερου. Η ενεργειακή μετατροπή της βιομάζας με την πυρόλυση γίνεται θερμαίνοντας την φυτική ύλη η οποία αποσυντίθεται και παράγει λόγω απουσίας του αέρα (οξυγόνου), δευτερογενή καύσιμα καταλληλότερα, καθαρότερα ή πιο εύκολα μεταφέρσιμα από την αρχική βιομάζα, αλλά και χημικά προϊόντα για άλλες χρήσεις (βιοάνθρακα, βιοέλαιο και βιοαέριο) (Αργυρίου κ.ά., 2006). Πρώτη ύλη μπορεί να είναι ξυλεία, υπολείμματα βιομάζας, αστικά απορρίμματα ή κάρβουνο. Για την ώρα, είναι και η πλέον ελκυστική τεχνολογία επεξεργασίας της βιομάζας. Παράλληλα, στις θερμοχημικές μετατροπές, περιλαμβάνεται η *αεριοποίηση*, μια ειδικότερη μορφή πυρόλυσης, κατά την οποία το κύριο προϊόν είναι αέριο καύσιμο. Τα στερεά απορρίμματα μπορούν να μετατρέπονται έτσι σε καύσιμο με τη χρήση ατμού και αέρα ή οξυγόνου (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Επειδή η αξιοποίηση της βιομάζας αντιμετωπίζει συνήθως τα μειονεκτήματα της μεγάλης διασποράς, του μεγάλου όγκου και των δυσχερειών συλλογής –μεταποίησης- μεταφοράς-αποθήκευσης, επιβάλλεται η αξιοποίησή της να γίνεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στον τόπο παραγωγής της. Έτσι, αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευχερέστατα σε μια πληθώρα εφαρμογών (ΚΑΠΕ, 2006):

- *Συμπαγωγή ηλεκτρισμού-θερμότητας για κάλυψη των αναγκών θέρμανσης-ψύξης-ηλεκτρισμού σε γεωργικές βιομηχανίες:* είναι η



ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από την ίδια ποσότητα καυσίμου με σημαντικά μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης από την ανεξάρτητη παραγωγή καθεμίας από τις υπόλοιπες μορφές ενέργειας (Κρόκος, 2006).

- **Θέρμανση θερμοκηπίων:** η αξιοποίηση της βιομάζας σε μονάδες παραγωγής θερμότητας για τη θέρμανση θερμοκηπίων, αποτελεί μια καλή πρόταση για τη μείωση του κόστους παραγωγής θερμοκηπιακών προϊόντων (Κρόκος, 2006).
- **Τηλεθέρμανση-τηλεψύξη:** είναι η εφαρμογή μεθόδων κεντρικής παραγωγής θερμότητας (ή ψύξης) και η διανομή της (συνήθως με τη μορφή ζεστού ή ψυχρού νερού) για θέρμανση ή ψύξη σε κατοικίες ή άλλες εφαρμογές. Η θερμότητα μεταφέρεται με προμονωμένο δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια. (Κρόκος, 2006).
- **Θαλάσσιες υδατοκαλλιέργειες:** δοκιμή πλωτών σχεδίων ανοιχτής θάλασσας για την παραγωγή μεγάλης κλίμακας φυκιών, με σκοπό τη μετατροπή τους σε αέριο μεθάνιο, τρόφιμα και χημικά (Παπαϊωάννου, 2008).
- **Ενεργειακές καλλιέργειες για το μέλλον:** Η παραγωγή ενέργειας από αγροκαλλιέργειες και υδατοκαλλιέργειες (οργανικές καλλιέργειες) αποτελεί μια σοβαρή επιλογή. Στις ενεργειακές καλλιέργειες περιλαμβάνονται τόσο ορισμένα καλλιεργούμενα είδη, όσο και άγρια φυτά και οι επιστήμονες σχεδιάζουν την ανάπτυξη προγραμμάτων που συνδυάζουν την παραγωγή καλλιεργειών με εγκαταστάσεις μετατροπής ενέργειας (Παπαϊωάννου, 2008). Τα φυτά και τα δέντρα που αναπτύσσονται σε μια ενεργειακή καλλιέργεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων οχημάτων υποκατάστατων της βενζίνης, υγρών βιοκαυσίμων οχημάτων υποκατάστατων του ντήζελ κίνησης και στερεών βιοκαυσίμων (Βουρδουμπάς, 2006).
- **Επεξεργασία αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων:** η πιο φθηνή μέθοδος παραγωγής ενέργειας από τα οργανικά απόβλητα είναι η καύση τους. Ένας δεύτερος τρόπος εξαγωγής της ενέργειας των οργανικών αποβλήτων είναι η αποσύνθεσή τους, με αερόβιες ή αναερόβιες διαδικασίες (Παπαϊωάννου, 2008).
- **Παραγωγή καυσίμων:** με την τεχνολογία της πυρόλυσης, τα ογκώδη δασικά



και αγροτικά υπολείμματα, αφού τεμαχισθούν, μετατρέπονται με τη βοήθεια ειδικού αντιδραστήρα, σε υγρό καύσιμο υψηλής ενεργειακής πυκνότητας, το βιοέλαιο. Το βιοέλαιο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο του πετρελαίου σε εφαρμογές θέρμανσης αλλά και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ΚΑΠΕ, 2006).

- **Βιοαέριο:** αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα και παράγεται από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών κυρίως αποβλήτων, καθώς και βιομηχανικών και αστικών οργανικών απορριμμάτων. Μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες με τη χρήση του ως καύσιμο σε μηχανές εσωτερικής καύσης, αλλά και με την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού (Δρης, 1996).

2.2.4.3 Παραγωγή και χρήση βιομάζας παγκοσμίως

Η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο στον πλανήτη μας υπολογίζεται ότι ανέρχεται σε 172 δισεκατομμύρια τόνους ξηρού υλικού, με ενεργειακό περιεχόμενο δεκαπλάσιο της ενέργειας που καταναλίσκεται παγκοσμίως στο ίδιο διάστημα. Το τεράστιο αυτό ενεργειακό δυναμικό παραμένει κατά το μεγαλύτερο μέρος του ανεκμετάλλευτο, καθώς, σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις, μόνο το 1/7 της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας καλύπτεται από τη βιομάζα και αφορά κυρίως τις παραδοσιακές χρήσεις της (καυσόξυλα κ.λ.π.) (Γέμτος κ.ά., 2007).

Στην ΕΕ, στη Βόρειο Αμερική και σε άλλες ανεπτυγμένες χώρες υπάρχουν δεκάδες σύγχρονες βιομηχανικές μονάδες που μετατρέπουν διάφορα οργανικά απόβλητα σε βιοαέριο (με αναερόβια χώνευση και τη χρήση σύγχρονου εξοπλισμού υπό ελεγχόμενες συνθήκες) και στη συνέχεια σε χρήσιμη θερμική ή / και ηλεκτρική ενέργεια με ανάλογο σύγχρονο εξοπλισμό (Βουρδουμπάς, 2006).

Δεδομένου ότι η περιβαλλοντική νομοθεσία στις ανεπτυγμένες χώρες είναι αρκετά αυστηρή, οι επιχειρήσεις έχουν σημαντικά κίνητρα για την επεξεργασία των οργανικών αποβλήτων τους με τον τρόπο αυτό, για τη μείωση του ρυπαντικού φορτίου, με την ταυτόχρονη λήψη χρήσιμων προϊόντων (που έχουν οικονομική αξία). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η παραγωγή του βιοαερίου το 2003, υπερέβη την αναμενόμενη παραγωγή στην ΕΕ, όπως τουλάχιστον τέθηκε στη Λευκή Βίβλο για την



ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην ΕΕ μέχρι το έτος 2010 (Βουρδουμπάς, 2006).

Σε πολλές φτωχές χώρες του τρίτου κόσμου, η παραγωγή του βιοαερίου είναι αρκετά διαδεδομένη, για διαφορετικούς όμως λόγους σε σχέση με τις ανεπτυγμένες χώρες. Έτσι, σε φτωχά μέρη της Ινδίας και της Κίνας, στο Νεπάλ, στο Μπαγκλαντές και σε χώρες της υποσαχάριας Αφρικής, είναι ευρύτατα διαδεδομένη η παραγωγή βιοαερίου σε μικρή οικογενειακή κλίμακα από κτηνοτροφικά απόβλητα. Το παραγόμενο βιοαέριο χρησιμοποιείται κυρίως για μαγείρεμα, και υποκαθιστά τα ξύλα που χρησιμοποιούνται ευρέως για το ψήσιμο του φαγητού (Βουρδουμπάς, 2006).

Θεωρώντας μάλιστα ότι η τρέχουσα πρακτική του μαγειρέματος με ξύλα, οδηγεί στην αποψίλωση και την υποβάθμιση των υπαρχόντων δασών, κρατικοί φορείς στις χώρες αυτές χορηγούν μικροδάνεια στους φτωχούς αγρότες για την εγκατάσταση μικρών συστημάτων παραγωγής βιοαερίου σε οικογενειακή κλίμακα (Βουρδουμπάς, 2006).

Η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία βέβαια είναι πολύ απλή και τελείως διαφορετική από την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία στις ανεπτυγμένες χώρες. Όμως τα οργανικά αυτά απόβλητα με την απλή μετατροπή τους σε βιοαέριο που έχει πλούσιο ενεργειακό περιεχόμενο, παίζουν σημαντικό ρόλο σήμερα τόσο στην κάλυψη βασικών ενεργειακών αναγκών του πληθυσμού φτωχών χωρών του τρίτου κόσμου, όσο και στη βελτίωση της καθημερινής ποιότητας ζωής (Βουρδουμπάς, 2006).

2.2.4.4 Η εκμετάλλευση της βιομάζας στην Ελλάδα

Η εκμετάλλευση της βιομάζας στην Ελλάδα ξεκίνησε τα τελευταία χρόνια. Η διάθεση κατ' είδος βιομάζας γεωργικής και δασικής προέλευσης υπολογίζεται σε 10 εκατομμύρια τόνους, που αντιστοιχεί σε 3 έως 4 εκατομμύρια τόνους πετρελαίου. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί ενεργειακά στο 30-40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα μας. Σημειώνεται ότι 1 τόνος βιομάζας ισοδυναμεί με περίπου 0,4 τόνους πετρελαίου. Εντούτοις, με τα σημερινά δεδομένα, καλύπτεται μόλις το 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της, με τη χρήση της διαθέσιμης βιομάζας. Στα πλαίσια προγραμμάτων της ΕΕ έχουν ξεκινήσει έργα παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού σε εκκοκκιστήρια βαμβακιού, σε θερμοκήπια κ.λ.π. Επίσης, έχουν ξεκινήσει προσπάθειες για την καύση των αστικών απορριμμάτων. Στο



στάδιο μελέτης είναι η καλλιέργεια φυτών όπως το Σόργο το σακχαρούχο, με σκοπό την παραγωγή αιθανόλης (Παπαϊωάννου, 2008).

Από πρόσφατη απογραφή, έχει εκτιμηθεί ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα συνίσταται από 7.500.000 περίπου τόνους υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών (σιτηρών, αραβόσιτου, βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου, κλαδοδεμάτων, κληματίδων, πυρηνόξυλου κ.ά.), καθώς και από 2.700.000 τόνους δασικών υπολειμμάτων υλοτομίας (κλάδοι, φλοιοί κ.ά.). Πέραν του ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της βιομάζας δυστυχώς παραμένει αναξιοποίητο, πολλές φορές αποτελεί αιτία πολλών δυσάρεστων καταστάσεων (πυρκαγιές, δυσκολία στην εκτέλεση εργασιών, διάδοση ασθενειών κ.ά.) (Γέμτος κ.ά., 2007). Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα των μεγάλων ποσοτήτων γεωργικών υπολειμμάτων που συνήθως καίγονται στην ύπαιθρο προκαλώντας πολλές φορές πυρκαγιές και ρύπανση του περιβάλλοντος. Έτσι, όχι μόνο δεν χρησιμοποιούνται, αλλά τελικά δημιουργούν πρόβλημα για την απομάκρυνση και διάθεσή τους (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Από τις παραπάνω ποσότητες βιομάζας, το ποσοστό τους εκείνο που προκύπτει σε μορφή υπολειμμάτων κατά τη δευτερογενή παραγωγή προϊόντων (εκκοκκισμός βαμβακιού, μεταποίηση γεωργικών προϊόντων, επεξεργασία ξύλου κ.ά.) είναι άμεσα διαθέσιμο, δεν απαιτεί ιδιαίτερη φροντίδα συλλογής, δεν παρουσιάζει προβλήματα μεταφοράς και μπορεί να τροφοδοτήσει απ' ευθείας διάφορα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Μπορεί, δηλαδή, η εκμετάλλευσή του να καταστεί οικονομικά συμφέρουσα (Γέμτος κ.ά., 2007).

Παράλληλα, με την αξιοποίηση των διαφόρων γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων, σημαντικές ποσότητες βιομάζας είναι δυνατό να ληφθούν από τις ενεργειακές καλλιέργειες. Συγκριτικά με τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα, οι καλλιέργειες αυτές έχουν το πλεονέκτημα της υψηλότερης παραγωγής ανά μονάδα επιφάνειας, καθώς και της ευκολότερης συλλογής. Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι οι ενεργειακές καλλιέργειες αποκτούν τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη σημασία για τις ανεπτυγμένες χώρες, που προσπαθούν, μέσω των καλλιεργειών αυτών, να περιορίσουν, πέραν των περιβαλλοντικών και ενεργειακών τους προβλημάτων, και το πρόβλημα των γεωργικών πλεονασμάτων. Όπως είναι γνωστό, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα γεωργικά πλεονάσματα, και τα οικονομικά προβλήματα που αυτά δημιουργούν, οδηγούν αναπόφευκτα στη μείωση της



γεωργικής γης και της αγροτικής παραγωγής. Υπολογίζεται ότι, την προσεχή δεκαετία, θα μπορούσαν να αποδοθούν στις ενεργειακές καλλιέργειες 100-150 εκατομμύρια στρέμματα γεωργικής γης, προκειμένου να αποφευχθούν τα προβλήματα των επιδοτήσεων των γεωργικών πλεονασμάτων και της απόρριψης αυτών στις χωματερές, με ταυτόχρονη αύξηση των ευρωπαϊκών ενεργειακών πόρων (Γέμτος κ.ά., 2007).

Αξίζει να σημειωθεί ότι στη χώρα μας παράγεται και το καύσιμο RDF⁸, στο εργοστάσιο ανακύκλωσης στα Άνω Λιόσια, το οποίο μετατρέπει σχεδόν το 1/3 των απορριμμάτων της Αττικής σε ανακυκλώσιμα υλικά. Συγκεκριμένα, το εργοστάσιο δέχεται καθημερινά 1.380 τόνους απορρίμματα, 300 τόνους λάσπης (από την Ψυττάλεια) και 130 τόνους κλαδιά και χόρτα. Μετά από κατάλληλη επεξεργασία παράγει ημερήσια 370 τόνους RDF ως σύνθεση πλαστικού και χαρτιού, αλλά και 360 τόνους κομπόστ, 40 τόνους σιδηρούχα υλικά που χρησιμοποιούνται στη χαλυβουργία και 5 τόνους αλουμινίου. Το RDF παρέχεται στις τσιμεντοβιομηχανίες ως εναλλακτικό καύσιμο και ένα μέρος χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Επιπλέον, στην Ελλάδα υπάρχουν λίγες μονάδες βιοαερίου, σε ΧΥΤΑ κυρίως και μονάδες βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθεί ότι το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), έχει πραγματοποιήσει διάφορα επιδεικτικά έργα που αφορούν την βιομάζα. Τα έργα αυτά συμπεριλαμβάνουν τη θέρμανση θερμοκηπίων με άχυρο και άλλα υπολείμματα γεωργικής προέλευσης, την κάλυψη αναγκών θερμότητας και ηλεκτρισμού βιομηχανιών με τα υπολείμματά τους, καθώς και την τηλεθέρμανση από δασικά υπολείμματα (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Ειδικότερα, σε τέσσερα εκκοκκιστήρια βαμβακιού αντικαταστάθηκε ήδη το πετρέλαιο και το μαζούτ από τα υπολείμματα εκκοκκισμού, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών σε θερμότητα και ηλεκτρισμό της μονάδας. Στη Νάξο, στο Βελεστίνο, στις Σέρρες και την Κέρκυρα εγκαταστάθηκαν συστήματα θέρμανσης θερμοκηπίων με άχυρο ή άλλα υπολείμματα βιομάζας

⁸ Επειδή η βιομάζα είναι δύσκολο να συλλεχθεί, να αποθηκευθεί, να μεταφερθεί και να χρησιμοποιηθεί, καταβάλλονται προσπάθειες να συμπιεσθεί. Όταν γίνεται αυτό, ονομάζεται καύσιμο πυκνωμένης μάζας RDF (Δρης, 1996).



(τσόφλια αμυγδάλων, πυρηνόξυλο ελαιουργείων, ροκανίδια). Παράλληλα, σε κιβωτοποιία στην περιοχή της Βέροιας, εγκαταστάθηκε μονάδα παραγωγής θερμότητας, με τα υπολείμματα που μένουν από την παραγωγική διαδικασία. Τέλος, στην περιοχή Μεγάρων, εγκαταστάθηκε μονάδα παραγωγής οργανικών λιπασμάτων από την επεξεργασία των πτηνοτροφικών αποβλήτων, που εκτός από τις ευνοϊκές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αποφέρει σημαντικό εισόδημα στο Δήμο (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Η περιορισμένη ανάπτυξη της εκμετάλλευσης της βιομάζας δεν είναι τυχαία. Υπάρχει βέβαια πάντα το πρόβλημα έλλειψης ολοκληρωμένων προγραμμάτων και σωστής ενεργειακής πολιτικής. Υπάρχουν όμως και πρακτικά προβλήματα, όπως το γενικά υψηλό κόστος της υπάρχουσας τεχνολογίας, η έλλειψη σύγχρονων μέσων για την κοπή, συλλογή, επεξεργασία και μεταφορά της βιομάζας και η δυσκολία στη χρήση σε σχέση με άλλες πηγές ενέργειας (Αργυρίου κ.ά., 2006).

3.2.5 Ενέργεια υδάτων

3.2.5.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Πρόκειται για τη μηχανική ενέργεια του ύδατος που μπορεί, κυρίως και συνήθως, να δεσμευθεί σε υδατοπτώσεις, ενώ μικρότερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι περιπτώσεις των παλιρροιών (λόγω της σπανιότερης, γεωγραφικά, εμφάνισής τους) και της ενέργειας των κυμάτων (δεν είναι ακόμα οικονομικά ελκυστικές οι τεχνολογίες αξιοποίησής τους) (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Περίπου το ένα τέταρτο της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στη γη καταναλώνεται για την εξάτμιση ύδατος. Έτσι, οι υδρατμοί στην ατμόσφαιρα αντιπροσωπεύουν μια τεράστια ενεργειακή αποθήκευση που ανανεώνεται συνεχώς. Όμως, το μεγαλύτερο μέρος της ανακυκλώνεται στην ατμόσφαιρα όταν οι υδρατμοί συμπυκνώνονται για να σχηματίσουν βροχή ή χιόνι και μόνο ένα μικρό τμήμα της (μικρότερο από 0,1%) είναι δυναμικά διαθέσιμο κατά την περίπτωση που η βροχή πέφτει στην ξηρά (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Η ενέργεια αυτή παράγεται σε πολλά μέρη του κόσμου που είναι πλούσια σε ποταμούς και με ανάγλυφο του εδάφους τέτοιο ώστε να χρησιμοποιείται εύκολα η βαρυτική ενέργεια (Καπλάνης, 2003). Η υδροηλεκτρική τεχνολογία είναι μια από τις



κυριότερες ενεργειακές τεχνολογίες, καθώς καλύπτει περί το 20% των παγκοσμίων αναγκών σε ηλεκτρισμό, ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες φθάνει το 40% (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005). Η Ευρώπη έχει πλήρως εκμεταλλευτεί τις υδροφόρες πηγές της, ενώ οι φτωχότερες περιοχές της Λατινικής Αμερικής, Ασίας και Αφρικής είναι πλούσιες σε υδροενεργειακούς πόρους και μια ορθολογική πολιτική στην παραγωγή ενέργειας μπορεί να συμβάλλει στην αιεφόρο ανάπτυξη τους χωρίς την υποβάθμιση του περιβάλλοντος (Καπλάνης, 2003).

Η υδροηλεκτρική ενέργεια περιλαμβάνει την ενέργεια από μικρές και μεγάλες μονάδες υδροηλεκτρικής παραγωγής, την ενέργεια από τις παλίρροιες, την ενέργεια από τα θαλάσσια κύματα και την θερμική ενέργεια των ωκεανών.

3.2.5.2 Ενέργεια από υδροηλεκτρικές μονάδες

Στα υδροηλεκτρικά έργα η ενέργεια από την πτώση του νερού μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια, με τη βοήθεια μιας τουρμπίνας. Οι μονάδες παραγωγής αποτελούνται συνήθως από μια δεξαμενή κοντά σε κάποιο φράγμα, μέσα στην οποία συγκεντρώνεται μεγάλη ποσότητα νερού. Το νερό απελευθερώνεται ξαφνικά και διέρχεται με μεγάλη δύναμη μέσα από μια γεννήτρια, παράγοντας κατ' αυτόν τον τρόπο ενέργεια (Παπαϊωάννου, 2008).

Μπορούμε να ταξινομήσουμε τους υδροηλεκτρικούς σταθμούς σε δύο κύριες κατηγορίες σχετικά με την εγκατεστημένη ισχύ τους: στους μικρούς και στους μεγάλους. *Μικρό υδροηλεκτρικό έργο*, θεωρείται στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα, εκείνο που έχει εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη των 10MW, ενώ *μεγάλο υδροηλεκτρικό έργο* όταν η ονομαστική του ισχύς είναι μεγαλύτερη των 10MW (Ελληνική Εταιρεία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης, 1990).

Στη συνέχεια, περιγράφονται τα Μικρής κλίμακας Υδροηλεκτρικά Συστήματα (ΜΥΗΣ), εφόσον τα μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικά εν γένει δεν θεωρούνται ως συστήματα αξιοποίησης των ΑΠΕ. Γενικά, υπάρχει η αντίληψη ότι τα μεγάλα φράγματα μεταβάλλουν το οικοσύστημα, αφού εγκαθίστανται σε περιοχές φυσικών ρεμάτων και μειώνουν το οξυγόνο του νερού. Οι ταμιευτήρες είναι λίμνες αδρανούς ή λιμνάζοντος ύδατος, οπότε είναι αφιλόξενοι για τα ενδημικά είδη ψαριών. Επομένως, προκαλούν εναλλασσόμενες περιόδους λειψυδρίας ακολουθούμενες από ορμητικούς κυματισμούς που διαβρώνουν το έδαφος και την βλάστηση (ΚΑΠΕ, 2006).



Ένα πλήρες υδροηλεκτρικό σύστημα συμπεριλαμβάνει την πηγή ύδατος, τη σωλήνωση όδευσης του ύδατος από την πηγή στον υδροστρόβιλο, το σύστημα ελέγχου/ρύθμισης της ροής, τον υδροστρόβιλο, τη γεννήτρια ρεύματος, το ρυθμιστή της γεννήτριας και τέλος τις καλωδιώσεις για τη μεταφορά/διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Σε αντίθεση με κάποιες άλλες από τις τεχνολογίες ΑΠΕ, τα ΜΥΗΣ μπορούν γενικά να παράγουν ένα ποσό ηλεκτρισμού σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή ανάλογα με τη ζήτηση (δηλαδή δεν απαιτούν συστήματα αποθήκευσης ή εφεδρείας), τουλάχιστον στις χρονικές στιγμές κατά τις οποίες υφίσταται επαρκής ροή νερού, και σε κόστος πολλές φορές ανταγωνιστικό των συμβατικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η μεγαλύτερη και πιο ώριμη εφαρμογή ανανεώσιμης ενέργειας, με περίπου 700.000 MW εγκατεστημένης ισχύος, τα οποία παρήγαγαν το 2004 πάνω από το 16% της ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως (2.803 TWh). Στην Ευρώπη τα υδροηλεκτρικά συνεισέφεραν 326 TWh ηλεκτρικής ενέργειας το 2004 ή το 11% περίπου της ηλεκτρικής ενέργειας (αποφεύγοντας με τον τρόπο αυτό την εκπομπή περίπου 40 εκατομμυρίων τόνων CO₂ ετησίως). Παρά, όμως, το μεγάλο υφιστάμενο υδροηλεκτρικό δυναμικό, υπάρχουν ακόμη περιθώρια ανάπτυξης, καθώς, σύμφωνα με τις περισσότερες εκτιμήσεις, η παρούσα εκμετάλλευση αφορά μόνο το 10% περίπου του συνολικού παγκόσμιου βιώσιμου υδροδυναμικού (ΚΑΠΕ, 2006).

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η μεγαλύτερη και πιο ώριμη εφαρμογή ανανεώσιμης ενέργειας, με περίπου 700.000MW εγκατεστημένης ισχύος, τα οποία παρήγαγαν το 2004 πάνω από το 16% της ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως (2.803 TWh). Στην Ευρώπη τα υδροηλεκτρικά συνεισέφεραν 326 TWh ηλεκτρικής ενέργειας το 2004 ή το 11% περίπου της ηλεκτρικής ενέργειας (αποφεύγοντας με τον τρόπο αυτό την εκπομπή περίπου 40 εκατομμυρίων τόνων CO₂ ετησίως). Παρά, όμως, το μεγάλο υφιστάμενο υδροηλεκτρικό δυναμικό, υπάρχουν ακόμη περιθώρια ανάπτυξης, καθώς, σύμφωνα με τις περισσότερες εκτιμήσεις, η παρούσα εκμετάλλευση αφορά μόνο το 10% περίπου του συνολικού παγκόσμιου βιώσιμου υδροδυναμικού (ΚΑΠΕ, 2006).

Σήμερα, η Κίνα είναι πρωτοπόρος στα μικρά υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Έχει ήδη αναπτύξει 58.000 από αυτά, τα οποία παρέχουν περισσότερα από 13.000 Mwatts ηλεκτρικής ισχύος. Συνήθως, τα εργοστάσια αυτά τροφοδοτούν αγροτικές κοινωνίες χωρίς εναλλακτικές πηγές ενέργειας. Άλλες χώρες που έχουν κινητοποιηθεί προς την



χώρες αυτές έχει ήδη αναπτύξει περισσότερα από 12.000 μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά εργοστάσια (Παπαϊωάννου, 2008).

Στην Ελλάδα, έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό τα υδροηλεκτρικά έργα, καθώς ο ελληνικός χώρος λόγω των ιδιαίτερων κλιματολογικών και μορφολογικών του χαρακτηριστικών ευνοεί τη ροή μικρών σχετικά ποταμών και τη δημιουργία λιμνών. Η έλλειψη μεγάλων ποταμών είναι βέβαια περιοριστικός παράγοντας στην εκμετάλλευση μεγάλων υδροηλεκτρικών μονάδων, αλλά η σχετική ευκολία δημιουργίας τεχνητών λιμνών λόγω του ανώμαλου εδάφους ευνοεί την αξιοποίηση του υπάρχοντος υδάτινου πλούτου (Ελληνική Εταιρεία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης, 1990).

Ειδικότερα, έχει αξιοποιηθεί μεγάλο ποσοστό του υδροηλεκτρικού δυναμικού, με το οποίο καλύπτεται το 10% περίπου της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και το 3% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας (ηλεκτρική και μη) της χώρας. Τα περισσότερα υδροηλεκτρικά εργοστάσια βρίσκονται στη Δυτική Ελλάδα, όπου οι βροχοπτώσεις είναι άφθονες και υπάρχουν ποτάμια με μεγάλη παροχή και απότομες κλίσεις. Οι μεγαλύτεροι ΥΗΣ αξιοποιούν τα νερά του Αχελώου (σε 3 φάσεις με τους ΥΗΣ Κρεμαστών, Καστρακίου και Στράτου), του παραπόταμου του Μέγδοβα (Υ.Η.Σ. Ταυρωπού), του Αλιάκμονα (σε 3 φάσεις με τους ΥΗΣ Πολυφύτου, Σφηκιά και Ασωμάτων), του Αράχθου (ΥΗΣ Πουρναρίου). Υπάρχουν ακόμη, υδροηλεκτρικοί σταθμοί στο Λάδωνα στις πηγές Αώου, στον Εδεσσαίο, στο Νέστο κ.ά. (Παπαϊωάννου, 2008).

Εικόνα 3.17: Τεχνητή λίμνη Ν. Πλαστήρα στον ποταμό Ταυρωπό



Πηγή: <http://www.ppcr.gr>



Τα τελευταία χρόνια, παράλληλα με τη συνέχιση της κατασκευής μεγάλων ΥΗΣ γίνεται προσπάθεια να αξιοποιηθεί το υδροδυναμικό δυναμικό με τη δημιουργία πολλών μικρών υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Μέχρι το 2010 προγραμματίζεται η κατασκευή σε διάφορα σημεία της χώρας περίπου 30 τέτοιων σταθμών με συνολική ισχύ 150 MW (Παπαϊωάννου, 2008).

3.2.5.3 Ενέργεια από τις παλίρροιες

Είναι η μορφή ενέργειας που προκύπτει από την βαρυτική έλξη της σελήνης και της γης και η οποία είναι εκμεταλλεύσιμη κατά την διαφορά του ύψους της επιφάνειας της στάθμης των νερών-άμπωτη και πλημμυρίδα. Ο εν λόγω τρόπος παραγωγής ενέργειας δεν είναι πολύ συνηθισμένος, ενώ οι γεννήτριες που χρειάζονται μπορεί να αποδειχθούν δαπανηρές ως προς την εγκατάσταση. Μακροπρόθεσμα, όμως, μπορούν να παράγουν φθηνότερη ηλεκτρική ενέργεια (Παλαιοκρασάς, 1997).

Ειδικότερα, το φυσικό όριο της ενέργειας από παλίρροιες ανέρχεται στα 10^9 KW και έχει περιορισμένη δυνατότητα εφαρμογής. Επομένως, η ετήσια ενεργειακή δυνατότητα των παλιρροιών παγκοσμίως είναι σχεδόν αμελητέα. Σήμερα, λειτουργούν μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που εκμεταλλεύονται τις παλίρροιες σε πολλές χώρες, όπως Μ.Βρετανία, Ιαπωνία, Καναδά, Αργεντινή, ΗΠΑ, Ρωσία. (Σούλτης, 2007). Για παράδειγμα στον ποταμό Race, κοντά στο St.Malo της Γαλλίας, υπάρχει ένα μεγάλης κλίμακας έργο παραγωγής ενέργειας από παλιρροϊκά κύματα, το οποίο συμβάλλει στην παραγωγή μεγάλης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας. Από τις μεγαλύτερες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής είναι και αυτή στο Σέβερν της Μ.Βρετανίας ισχύος 500 MW, με προοπτική τα 1.700 MW (Παλαιοκρασάς, 1997).

Φυσικά και για τις κατασκευές για την παραγωγή ενέργειας από τις παλίρροιες υπάρχει λόγος ανησυχίας για τυχόν περιβαλλοντικές συνέπειες όπως στρέβλωση της θαλάσσιας περιοχής όπου γίνεται η εγκατάσταση ή κίνδυνο για ρύπανσης των ποταμών (Παλαιοκρασάς, 1997). Επιπλέον, σημαντικό μειονέκτημα αυτών των σταθμών είναι το μεγάλο κόστος κατασκευής, το οποίο είναι 10 περίπου φορές μεγαλύτερο από το κόστος ενός συμβατικού υδροηλεκτρικού σταθμού ίσης ισχύος (Σούλτης, 2007).



3.2.5.4 Ενέργεια από τα θαλάσσια κύματα

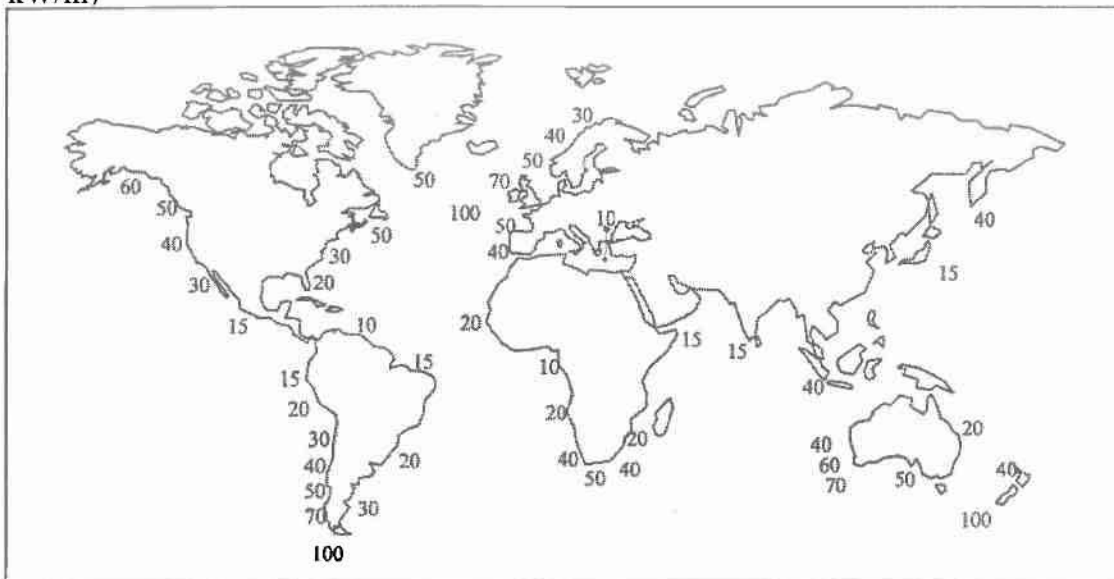
Ο τρίτος τρόπος να αντλήσουμε ενέργεια από τους υδάτινους πόρους είναι με τη χρήση της ενέργειας που παράγουν τα θαλάσσια κύματα. Η τεχνολογία αυτή, παράγει με πηγή την ενέργεια των κυμάτων, Ηλεκτρική, Θερμική και Μηχανική ενέργεια. Οι δύο τελευταίες μορφές είναι χρήσιμες για αφαλάτωση του νερού αλλά και άντληση θαλασσίου ύδατος (Καπλάνης, 2003).

Ως γνωστόν, ο άνεμος ο οποίος διέρχεται ακριβώς πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας μεταφέρει μέρος της ενέργειάς του σ' αυτή, δημιουργώντας τα κύματα. Η ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων προέρχεται από την κινητική ενέργεια των κυμάτων και πιο συγκεκριμένα, από τις δύο κινήσεις των υδάτων της θαλάσσιας επιφάνειας, την κατακόρυφη και την οριζόντια. Η κατακόρυφη κίνηση προσδιορίζει το ύψος του κύματος, ενώ η οριζόντια προσδιορίζει την ταχύτητα με την οποία κινείται το κύμα. Το φαινόμενο των ανέμων έχει ως συνέπεια, λοιπόν, το σχηματισμό κυμάτων τα οποία είναι εκμεταλλεύσιμα σε περιοχές με υψηλό δείκτη ανέμων και σε ακτές ωκεανών (Καπλάνης, 2003).

Βέβαια, όπως όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έτσι και η θαλάσσια κυματική ενέργεια είναι ανομοιόμορφα κατανεμημένη στην επιφάνεια του πλανήτη. Οι περιοχές που βρίσκονται σε γεωγραφικά πλάτη μεταξύ 30° και 60° και στα δύο ημισφαίρια, έχουν συνήθως θαλάσσια κύματα που περιέχουν αξιόλογη ενέργεια. Έχει υπολογισθεί ότι στις Ευρωπαϊκές ακτές κατά μήκος του Ατλαντικού ωκεανού, η ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με άλλες περιοχές του πλανήτη. Ειδικά στις δυτικές ακτές της Σκωτίας και της Ιρλανδίας η ενέργεια αυτή είναι αρκετά υψηλή (περίπου 40-60 KW ανά τρέχον μήκος κύματος). Αντίθετα, στις ακτές της μεσογείου η ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων είναι αρκετά χαμηλή, μόλις περίπου το 10-20% της αντίστοιχης στη δυτική Σκωτία (Βουρδουμπάς, 2006). Στην εικόνα 3.17, διακρίνονται περιοχές ανά την υφήλιο, όπου η ισχύς των θαλάσσιων κυμάτων παρουσιάζεται σε kW ανά τρέχον μέτρο ακτής.



Εικόνα 3.18: Κατανομή κυματικής ενέργειας στον πλανήτη (ετήσιος μέσος όρος σε kW/m)



Πηγή: Καπλάνης, 2003

Σ' αυτό το σημείο, αξίζει να αναφερθεί ότι το συνολικό παγκόσμιο δυναμικό ανέρχεται σε 2-5 TW. Η μεγαλύτερη ισχύς προσδιορίζεται σε περιοχές με βάθος μεγαλύτερο από 40 μέτρα και με πυκνότητα ισχύος 50-70 kW/m, ενώ στις πιο αβαθείς περιοχές η πυκνότητα ισχύος κυμαίνεται σε 20 kW/m (Καπλάνης, 2003).

Αυτή η μάζα κινητικής ενέργειας μπορεί να αποθηκευτεί πολύ αποτελεσματικά με διάφορους τρόπους, με χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτό της κατασκευής φραγμάτων ή αγωγών για την ώθηση του νερού προς τα πάνω. Όμως κάποιοι από αυτούς μπορεί να αποδειχθούν αρκετά δαπανηροί, αλλά και να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και σε άλλες βιομηχανίες, όπως η αλιεία (Καπλάνης, 2003).

Η ενέργεια από τα κύματα βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο. Οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας αυτού του είδους έχουν μεγάλο κόστος κατασκευής και επομένως παραγόμενης κιλοβατώρας. Επίσης, η δυνατότητα κάλυψης των παγκόσμιων αναγκών είναι ελάχιστη, αφού το φυσικό της όριο είναι $1,2 \times 10^9$ KW και η δυνατότητα εφαρμογής της περιορισμένη (Σούλτης, 2007).

Η ιδέα της μετατροπής της ενέργειας των επιφανειακών θαλάσσιων κυμάτων σε χρήσιμη ηλεκτρική ενέργεια είναι αρκετά παλιά. Όμως, οι εντατικές προσπάθειες για το σκοπό αυτό άρχισαν μετά την πρώτη πετρελαιοκή κρίση το 1973 και οδήγησαν



τριάντα περίπου χρόνια αργότερα στην ανάπτυξη των πρώτων εφαρμογών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα θαλάσσια κύματα (Βουρδουμπάς, 2006).

Μετά λοιπόν από 30 χρόνια εντατικής έρευνας στον τομέα αυτό, υλοποιείται σήμερα το πρώτο πρόγραμμα αξιοποίησης της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων στην Πορτογαλία, όπου σε απόσταση 5 km από τις ακτές εγκαθίστανται τρεις μηχανές ισχύος 750 KW η μια. Υπολογίζεται ότι, το σύστημα αυτό θα καλύπτει τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό 1.500 οικογενειών και αργότερα προβλέπεται η εγκατάσταση περισσότερων μηχανών ούτως ώστε η συνολική ισχύς του συστήματος να φθάσει τα 20 MW. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από το σύστημα αυτό θα μεταφέρεται στις ακτές με υποθαλάσσιο καλώδιο (Βουρδουμπάς, 2006).

Ευρωπαϊκές χώρες με ακτές στον Ατλαντικό Ωκεανό όπως η Πορτογαλία, η Ιρλανδία, η Μεγ.Βρετανία, η Νορβηγία κλπ, στις οποίες η ενέργεια των θαλάσσιων κυμάτων που διαβρέχουν τις ακτές είναι αρκετά υψηλή, αναμένεται να παράγουν τα προσεχή 10-15 χρόνια σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας από θαλάσσιες ενεργειακές φάρμες αξιοποίησης των κυμάτων (Βουρδουμπάς, 2006).

Η Ελλάδα έχει μία μεγάλη ακτογραμμή, μήκους περ. 16,000 χλμ. Το υψηλό αιολικό δυναμικό πάνω από το Αιγαίο Πέλαγος επάγει σχετικά έντονη κυματική δραστηριότητα στην περιοχή αυτή, με μέσες ετήσιες τιμές κυματικής ισχύος ανά μέτρο μετώπου κύματος της τάξης των 4-11 kW/m. Εντοπίζονται επίσης θαλάσσιες περιοχές «εστιασμού» κυματικής ενέργειας (“hot spots”), λόγω φαινομένων ανάκλασης και περίθλασης των κυμάτων. Το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο κυματικό δυναμικό της Ελλάδας θεωρείται το υψηλότερο της Μεσογείου, της τάξης των 5-9 TWh σε ετήσια βάση. Το δυναμικό αυτό θα μπορούσε να συνεισφέρει σημαντικά στην ηλεκτροδότηση μεγάλου αριθμού νησιών στο Αιγαίο. Η Ε&ΤΑ στον τομέα της κυματικής ενέργειας διεξάγεται στην Ελλάδα κυρίως στο ΚΑΠΕ και το ΕΜΠ, κατά κύριο λόγο στα πλαίσια ευρωπαϊκών ερευνητικών προγραμμάτων. Σημειώνονται επίσης ερευνητικές δραστηριότητες στο Πανεπιστήμιο Πατρών, με αντικείμενο την ανάπτυξη τεχνολογιών προστασίας ακτών, και στο ΑΠΘ (Λεμονής, 2002)

Η αξιοποίηση της ενέργειας των κυμάτων δεν έχει προχωρήσει πρακτικά σε εμπορική κλίμακα λόγω των εξής δυσκολιών (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005):

- Οι μορφές των κυμάτων είναι ακανόνιστες, με μεταβαλλόμενο ύψος, φάση και διεύθυνση, ώστε είναι δύσκολο να σχεδιασθεί συσκευή με αποδοτική



παραγωγή ισχύος σε όλες αυτές τις συνθήκες.

- ♦ Υπάρχει πάντα ενδεχόμενο ακραίων συνθηκών. Έτσι, η ακραία τιμή 50 ετών είναι συνήθως δεκαπλάσια του μέσου ύψους κύματος, και επομένως οι συσκευές θα πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να αντέχουν 100 φορές μεγαλύτερες εντάσεις ισχύος από τις ονομαστικές.
- ♦ Μεγάλες ισχείς διατίθενται σε ανοικτές και βαθιές θάλασσες, όπου ακριβώς είναι δύσκολο να προσδεθεί ο εξοπλισμός.
- ♦ Η συχνότητα των κυμάτων είναι πολύ μικρή (συχνότητα της τάξης του 0,1 MHz), ώστε είναι εξαιρετικά δύσκολο να συνδυασθεί με γεννήτριες που απαιτούν 500 φορές μεγαλύτερη συχνότητα.

Εικόνα 3.19, Εικόνα 3.20: Γεννήτριες που αποβάλλουν την κυματική ενέργεια



Πηγή: Καπλάνης, 2003



Πηγή: Καπλάνης, 2003

3.2.5.5 Θερμική ενέργεια των ωκεανών

Τέλος, υπάρχει η δυνατότητα εκμετάλλευσης της διαφοράς των θερμοκρασιών μεταξύ του πυθμένα και της επιφάνειας της θάλασσας, ιδιαίτερα στα τροπικά κλίματα. Το φυσικό ανώτατο όριο εκμετάλλευσης είναι τα 10^{12} KW. Σ' αυτά τα κλίματα η θερμοκρασία στην επιφάνεια της θάλασσας είναι 25°C - 30°C, που γίνεται 8°C στα 500 μέτρα βάθος και 4°C στα 1.000 μέτρα βάθος (Σούλης, 2007).

Η επιφάνεια των ωκεανών λειτουργεί σαν ένας ηλιακός συλλέκτης, με τη διαφορά ότι η θερμοκρασία της είναι πολύ περισσότερο σταθερή, τόσο σε ημερήσια όσο και σε ετήσια βάση. Η υγρή αμμωνία που αεριοποιείται στη θερμοκρασία της επιφάνειας της



θάλασσας, κινεί αεριοστρόβιλο συνδεδεμένο στον ίδιο άξονα με γεννήτρια που παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Η αέρια αμμωνία που εκτονώνεται στον στρόβιλο υγροποιείται καθώς κατεβαίνει στο βυθό της θάλασσας ($2,5^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}$). Στη συνέχεια, με αντλία μεταφέρεται στην επιφάνεια για να συνεχιστεί ο ίδιος κύκλος (Σούλτης, 2007).

Τέτοιες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας λειτουργούν στην Κούβα, τη Χαβάη και η μεγαλύτερη (50 MW) στο Πόρτο Ρίκο. Με την υπάρχουσα τεχνολογία δεν προβλέπεται ελπιδοφόρα εκμετάλλευση της θερμικής ενέργειας των ωκεανών (Σούλτης, 2007).



4. Θεσμικό & Οργανωτικό Πλαίσιο των ΑΠΕ σε Παγκόσμιο, Ευρωπαϊκό & Εθνικό Επίπεδο



4 ΘΕΣΜΙΚΟ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ, ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

4.1 Διεθνές επίπεδο

4.1.1 Οι Διεθνείς πρωτοβουλίες για την προστασία του περιβάλλοντος και οι ΑΠΕ

Σταθμό στη διεθνή συνεργασία, τόσο για την προστασία του κλιματικού συστήματος από επικίνδυνες ανθρωπογενείς επεμβάσεις όσο και για τη σταθεροποίηση των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων αερίων θερμοκηπίου, αποτελεί η *Σύμβαση-Πλαίσιο για τις Κλιματικές Αλλαγές*, η οποία εγκρίθηκε στη Νέα Υόρκη στις 9 Μαΐου 1992. Η εν λόγω Σύμβαση τέθηκε σε ισχύ την 21^η Μαρτίου 1994 και διευκολύνει την ευαισθητοποίηση του κοινού στα προβλήματα που συνδέονται με την αλλαγή του κλίματος (Κουτούπα-Ρεγκάκου, 2007).

Ειδικότερα, τα βιομηχανικά κράτη συμφώνησαν από κοινού με τις αναπτυσσόμενες χώρες (άρθρο 4, παράγραφοι 1 & 2 της Σύμβασης), ανταποκρινόμενα στη βασική αρχή του διεθνούς περιβαλλοντικού δικαίου της κοινής αλλά διαφοροποιημένης ευθύνης των κρατών, που ενσωματώνεται στη Σύμβαση-Πλαίσιο, να ηγηθούν της προσπάθειας τροποποίησης των μακροπρόθεσμων τάσεων ανθρωπογενών εκπομπών, λαμβάνοντας μέτρα για τη μείωση έως το 2000 των αερίων θερμοκηπίου και τη διατήρησή τους στα επίπεδα του 1990. Παράλληλα, συμφώνησαν να υλοποιήσουν την αρχή της διεθνούς περιβαλλοντικής συνεργασίας, μέσα από προγράμματα μεταφοράς αειφόρου τεχνολογίας, πρακτικών και διαδικασιών μείωσης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και παροχής νέων χρηματοδοτικών πόρων στις αναπτυσσόμενες χώρες σε όλους τους σχετικούς τομείς, συμπεριλαμβανομένων των τομέων της ενέργειας, των μεταφορών, της βιομηχανίας, της γεωργίας, της δασοκομίας και της διαχείρισης αποβλήτων (Λυπιδής, 2004).

Τα συμβαλλόμενα μέρη στην Σύμβαση αποφάσισαν τον Μάρτιο του 1995 να διαπραγματευτούν ένα Πρωτόκολλο που να περιλαμβάνει μέτρα μείωσης εκπομπών για την μετά το 2000 περίοδο, όσων αφορά τις εκβιομηχανισμένες χώρες. Το *Πρωτόκολλο του Κιότο* υπογράφηκε στις 10 Δεκεμβρίου 1997 στην ομώνυμη πόλη (Κουτούπα-Ρεγκάκου, 2007).

Σκοπεύοντας παράλληλα στη διευκόλυνση της οικονομικής αποδοτικότητας, το Πρωτόκολλο του Κιότο θέσπισε μια σειρά από ευέλικτους, διεθνείς μηχανισμούς βασισμένους στην οικονομία της αγοράς, που διευκολύνουν τη μείωση των εκπομπών



μέσα από την ουσιαστική προώθηση της ανάπτυξης και μεταφοράς τεχνολογίας Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας:

- την **Εμπορεία Εκπομπών** (Emissions Trading), η οποία επιτρέπει στις ανεπτυγμένες χώρες να αγοράζουν αχρησιμοποίητα μερίδια εκπομπών από αναλογούντα ποσοστά άλλων χωρών,
- την **Κοινή Υλοποίηση Προγραμμάτων** (Joint Implementation), η οποία βασίζεται σε συγκεκριμένα έργα και επιτρέπει στις ανεπτυγμένες χώρες να αποκτούν μονάδες μείωσης εκπομπών είτε υλοποιώντας έργα μετριασμού αερίων θερμοκηπίου αυτά καθεαυτά είτε μεταφέροντας τη σχετική τεχνολογία σε άλλη ανεπτυγμένη χώρα,
- τον **Μηχανισμό Καθαρής Ανάπτυξης** (Clean Development Mechanism), ο οποίος επίσης παρέχει τη δυνατότητα πιστοποίησης της μείωσης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στις ανεπτυγμένες χώρες ως συνέπεια της υλοποίησης, ανάπτυξης και λειτουργίας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες του Παραρτήματος II του Πρωτοκόλλου (Λυπιρίδης, 2004).

Παράλληλα, στην **Παγκόσμια Σύνοδο για την Αειφόρο Ανάπτυξη**, που πραγματοποιήθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου 2002 στο Γιοχάνεσμπουργκ της Νότιας Αφρικής, συμφωνήθηκε μεταξύ των συμμετεχουσών κυβερνήσεων να αυξηθεί σημαντικά το μερίδιο των ΑΠΕ στο παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο χωρίς όμως δυστυχώς να επιτευχθεί συμφωνία ως προς τα συγκεκριμένα ποσοστά της εν λόγω αύξησης και ως προς το χρονοδιάγραμμα (Βατάλης, 2007).

Τέλος, στην **Παγκόσμια Διάσκεψη για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας**, που πραγματοποιήθηκε στη Βόννη τον Ιούνιο του 2004, υπογραμμίστηκε η σημασία της προώθησης των ΑΠΕ σε όλη την υφήλιο, ως μέσο για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, για την προώθηση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού και -κυρίως για τις υπό ανάπτυξη χώρες- ως μέσο για τη μείωση της φτώχειας (Βατάλης, 2007).

4.1.2 Συναφείς διεθνείς οργανισμοί / φορείς

Η σημερινή αποδυνάμωση των εθνικών νομοθετικών εξουσιών, η αυξημένη σημασία



της δραστηριότητας πολυεθνικών εταιριών, διεθνών τραπεζών και Μη Κυβερνητικών Οργανώσεων στην αγορά ενέργειας αλλά και οι διασυνοριακές / παγκόσμιες επιπτώσεις των περιβαλλοντικών ζητημάτων, φανερώνουν τον κεντρικό ρόλο ορισμένων διεθνών οργανισμών στο σχηματισμό του διεθνούς ενεργειακού δικαίου και συνακόλουθα στην προαγωγή της βιώσιμης ανάπτυξης (Λυπιδής, 2004).

Ο **Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας** (ΔΟΕ, International Energy Agency) είναι ένας αυτόνομος Οργανισμός που συνδέεται με τον ΟΟΣΑ και έχει την έδρα του στο Παρίσι. Δημιουργήθηκε το 1974 ως αποτέλεσμα της Πετρελαϊκής Κρίσης του 1973-1974. Το κύριο όργανο λήψης αποφάσεων του ΙΕΑ είναι το Διακυβερνητικό Συμβούλιο που απαρτίζεται από υψηλόβαθμα στελέχη της Διοίκησης, κάθε κράτους μέλους. Λειτουργεί σαν ομάδα εργασίας, στην οποία συμμετέχουν τα περισσότερα κράτη μέλη του ΟΟΣΑ, και έχει στόχο την γρήγορη και αποτελεσματική ανταπόκριση στις μελλοντικές πετρελαϊκές καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης των κρατών μελών. Βασικό στόχο αποτελεί και η προσπάθεια μείωσης της ενεργειακής εξάρτησης από το πετρέλαιο (<http://www.mnec.gr>).

Το 1974 διατυπώθηκε Συμφωνία από τον Οργανισμό για το Διεθνές Ενεργειακό Πρόγραμμα, με στόχους:

- Διατήρηση και βελτίωση των συστημάτων για την αντιμετώπιση των διαταραχών στην παροχή πετρελαίου.
- Προώθηση ορθολογικών ενεργειακών πολιτικών σε παγκόσμιο επίπεδο, μέσω συνεργασίας με κράτη μη μέλη, βιομηχανίες και διεθνείς οργανισμούς.
- Διαχείριση ενός μόνιμου πληροφοριακού συστήματος για τις διεθνείς πετρελαϊκές αγορές.
- Βελτίωση της παγκόσμιας ενεργειακής τροφοδοσίας και των δομικών αναγκών για την ανάπτυξη εναλλακτικών ενεργειακών πηγών και την αύξηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης της ενέργειας.
- Υποστήριξη στην ολοκλήρωση των πολιτικών για την ενέργεια και το περιβάλλον (<http://www.mnec.gr>).

Το νομικό πλαίσιο που έχει δημιουργήσει ο ΔΟΕ είναι διεθνούς συνεργασίας, η οποία καλύπτει ένα ευρύ φάσμα ενεργειακών τεχνολογιών, όπως ορυκτών καυσίμων, ΑΠΕ, πυρηνικής σύντηξης, αποδοτικής ενεργειακής μετατροπής, ενώ εμπλέκονται σ' αυτήν



κυβερνητικά ιδρύματα, πανεπιστήμια, δημόσιες επιχειρήσεις κοινής ωφελείας και ιδιωτικές επιχειρήσεις. Όσον αφορά τις ΑΠΕ, η Ομάδα Εργασίας Τεχνολογιών Ανανεώσιμης Ενέργειας επιβλέπει την έρευνα και ταυτοποίηση των τεχνολογιών και λογοδοτεί στην Επιτροπή Ενεργειακής Έρευνας και Τεχνολογίας (Λυπιδής, 2004).

Το *Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για την Ανάπτυξη* (UNDP, United Nations Development Programme) έχει σκοπό την υποστήριξη της ανάπτυξης των λιγότερο ή μη ανεπτυγμένων χωρών. Αποτελεί παγκόσμιο αναπτυξιακό πρόγραμμα, που καθιερώθηκε στο πλαίσιο του ΟΗΕ το 1946 και ακολούθως συστάθηκε αρμόδιο Γραφείο και στην Ελλάδα, για την οργάνωση και συστηματοποίηση της Τεχνικής Βοήθειας. Εκδίδει Εθνικά και Περιφερειακά Προγράμματα σε περισσότερες από 166 χώρες, μέσω των οποίων αναζητούνται λύσεις σε παγκόσμια και εθνικά αναπτυξιακά προβλήματα. Οι προκλήσεις στις οποίες καλείται να απαντήσει είναι η καθιέρωση δημοκρατικής διακυβέρνησης, η μείωση της φτώχειας, η πρόληψη και η αντιμετώπιση κρίσεων, περιβαλλοντικά και ενεργειακά προβλήματα καθώς και η προστασία των ανθρωπίνων δικαιωμάτων (<http://www.mnec.gr>).

Ένα από τα τέσσερα προγράμματα του UNDP για τη διασφάλιση της περιβαλλοντικής αειφορίας αφορά στην προαγωγή συστημάτων εκμετάλλευσης ΑΠΕ σε απομακρυσμένες, εκτός δικτύου αγροτικές κοινότητες, και στην υποστήριξη προγραμμάτων ενεργειακής αποδοτικότητας σε αστικές περιοχές (Λυπιδής, 2004).

Παράλληλα, το *Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον* (UNEP, United Nations Environment Programme), έχει έδρα το Ναϊρόμπι και στόχο τον συντονισμό της δράσης των διαφόρων φορέων για όλα σχεδόν τα περιβαλλοντικά ζητήματα: χρήση φυσικών πόρων, οικολογία και ανάπτυξη, δημόσια υγεία, ενεργειακά θέματα κ.λ.π. (Μπεριάτος, 2006).

Ανάμεσα στις πέντε περιοχές προτεραιοτήτων που υιοθετήθηκαν στη λεγόμενη «Διακήρυξη του Ναϊρόμπι» το 1997 περιλαμβάνεται και η μεταφορά τεχνολογίας, στο πλαίσιο της οποίας καταβάλλεται προσπάθεια ανάπτυξης πολιτικού και οικονομικού περιβάλλοντος, μέσα στο οποίο η αειφόρος ενέργεια θα μπορέσει να ανταποκριθεί στις παγκόσμιες ενεργειακές προκλήσεις. Η αλλαγή συμπεριφοράς και νοοτροπίας χρηματοδοτικών θεσμικών οργάνων, ώστε να στηρίζουν επενδύσεις σε τεχνολογίες αειφόρου ενέργειας, αποτελεί συστατικό στοιχείο της Χρηματοδοτικής



Πρωτοβουλίας για την Αειφόρο Ενέργεια (SEFI, Sustainable Energy Finance Initiative) του UNEP (Λυπυρίδης, 2004).

4.2 Ευρωπαϊκό επίπεδο

4.2.1 Θεσμικό και Οργανωτικό πλαίσιο των ΑΠΕ στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Τα αλληπάλλληλα «πετρελαϊκά σοκ», οι επιπτώσεις τους στο διεθνές και το κοινοτικό οικονομικό και νομισματικό σύστημα, τα μέτρα τα οποία έπρεπε να πάρει η Κοινότητα για να μειώσει την εξάρτησή της από το εισαγόμενο πετρέλαιο, αυτά τα αλληλένδετα προβλήματα κατείχαν την πρώτη θέση της οικονομικής πραγματικότητας κατά τη δεκαετία του '70. Η Κοινότητα δεν ήταν προετοιμασμένη να τα αντιμετωπίσει, γιατί την εποχή της υπογραφής των Συνθηκών που την ίδρυσαν, κατά τη δεκαετία του '50, ήταν σχεδόν αυτάρκης στο ενεργειακό πεδίο και ήλπιζε να αντικαταστήσει σύντομα την παραδοσιακή ενέργεια, τον άνθρακα, με μια νέα ενέργεια, το άτομο. Η πραγματικότητα, όμως, αποδείχθηκε τελείως διάφορη. Έτσι, μετά το 1974, άρχισε να ορίζει ενεργειακούς στόχους και να παίρνει μέτρα για να μειώσει την εξάρτησή της από τις εισαγωγές αργού πετρελαίου και πετρελαϊκών προϊόντων (Μούσης, 2005). Η Ευρωπαϊκή Ένωση, συνυπολογίζοντας την όξυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, αλλά και τη σταδιακή μείωση των αποθεμάτων πετρελαίου και άνθρακα, έχει από τα τέλη της δεκαετίας του '80 σταθερά και αταλάντευτα εντάξει την ανάπτυξη και αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στις βασικές της προτεραιότητες (Καλδέλλης, 2005).

Οι πρώτες βάσεις για το γενικότερο πλαίσιο πολιτικής για την ελεύθερη-χωρίς σύνορα διακίνηση εμπορευμάτων και υπηρεσιών μέσα στις χώρες της τότε Ευρωπαϊκής Κοινότητας στην κατεύθυνση της οικονομικής και νομισματικής ενοποίησης, προκειμένου να διασφαλιστεί αειφόρος οικονομική ανάπτυξη μέσα από την προστασία του περιβάλλοντος τέθηκαν με την υπογραφή της *Συνθήκης του Μάαστριχτ*, το Φεβρουάριο του 1992 (Στεφάνου & Μιχάλαϊνα, 2003). Ουσιαστικά, η Συνθήκη του Μάαστριχτ συνέβαλε, μέσω της ONE, στον μετασχηματισμό της ΕΕ στον σημερινό «οικονομικό γίγαντα», ενώ έθεσε και τα θεμέλια για την πολιτική ολοκλήρωση της Ένωσης και για μια δυναμικότερη παρουσία στο διεθνές σκηνικό. Ακολούθησε η Συνθήκη του Άμστερνταμ, μόλις έξι χρόνια μετά (1997), η οποία δεν



επέφερε σημαντικές αλλαγές στη διαδικασία ολοκλήρωσης, αλλά σημείωσε ορισμένες προόδους σε αρκετές πολιτικές (Μούσης, 2005).

Ειδικότερα, όσων αφορά την ενέργεια, διατάξεις για την προστασία του περιβάλλοντος και για την αρχή της βιώσιμης (ή αειφόρου) ανάπτυξης περιέχουν, τόσο η *Συνθήκη για την Ευρωπαϊκή Ένωση* (ΣυνθΕΕ), όσο και η *Συνθήκη για την Ευρωπαϊκή Κοινότητα* (ΣυνθΕΚ), όπως ισχύουν μετά την τροποποίησή τους με τη Συνθήκη του Άμστερνταμ. Οι διατάξεις αυτές αντικατοπτρίζουν την σταδιακή εξέλιξη του κοινοτικού δικαίου, το οποίο δεν περιορίζεται πλέον μόνο στην οικονομία. Συγκεκριμένα, η ΣυνθΕΕ θέτει ως στόχο της ΕΕ την επίτευξη ισόρροπης και αειφόρου ανάπτυξης και παρά την απουσία ρητής αναφοράς, η Κοινότητα λαμβάνει ιδιαίτερη μέριμνα για τον τομέα της ενέργειας. Η μέριμνα αυτή έχει ως βασικούς άξονες την εγκαθίδρυση μιας εσωτερικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και την εξασφάλιση της ενεργειακής επάρκειας με τη χρήση πηγών ενέργειας φιλικών προς το περιβάλλον (Βατάλης, 2007).

Μια συμβουλευτική επιτροπή της ενέργειας, η οποία αποτελείται από όλους τους ενδιαφερόμενους κύκλους (παραγωγοί ενέργειας και καταναλωτές, συνδικαλιστικές οργανώσεις και οργανώσεις προστασίας του περιβάλλοντος), προσφέρει ένα βήμα για έναν «άτυπο αλλά θεσμοθετημένο» διάλογο, που βοηθά την Επιτροπή να αναπτύξει νέες ιδέες για την ευρωπαϊκή πολιτική (Μούσης, 2005). Αποτέλεσμα όλων των προσπαθειών αποτελεί η απόπειρα διαμόρφωσης του πρώτου Κοινοτικού Πλαισίου ενεργειακής πολιτικής όταν η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Περιβάλλοντος, εξέδωσε την *Πράσινη Βίβλο* για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας με κωδικό COM(96) 576 (Νοέμβριος 1996). Σ' αυτήν, περιγράφεται η τρέχουσα κατάσταση, τα πλεονεκτήματα της αυξημένης χρήσης ΑΠΕ, όσον αφορά τους στόχους της Ένωσης, και παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία μιας στρατηγικής που πρέπει να εφαρμοστεί τόσο σε επίπεδο Κοινότητας όσο και σε επίπεδο κρατών μελών (Καλδέλλης, 2005). Οι κύριοι στόχοι που έθετε η Πράσινη Βίβλος, ήταν ο διπλασιασμός του ποσοστού χρήσεως των ΑΠΕ στο ενεργειακό πλαίσιο της ΕΕ μέχρι το 2010 γύρω στο 12%, η ενθάρρυνση της συνεργασίας μεταξύ των κρατών-μελών σχετικά με τις ΑΠΕ, η ενδυνάμωση των πολιτικών της Κοινότητας σχετικά με την πρόοδο και την εξέλιξη των ΑΠΕ, που ενδιαφέρει και ως οικονομικό μέγεθος και η παρακολούθηση της πρόοδου που συντελείται ως προς την επίτευξη των στόχων που θέτει η Πράσινη Βίβλος, σχετικά με την συστηματικότερη χρήση των ΑΠΕ (Κοσμά & Συρίγου, 2009).



Στη συνέχεια η Επιτροπή εξέδωσε τη *Λευκή Βίβλο* «Ενέργεια για το μέλλον: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» το 1997, για την «Ενεργειακή Πολιτική» της ΕΕ, η οποία συνοδεύεται και από ένα δυναμικό σχέδιο δράσης για τη χάραξη ενεργειακής πολιτικής που θα ανταποκρίνεται στους στόχους της ανταγωνιστικότητας, της ασφάλειας του εφοδιασμού και της προστασίας του περιβάλλοντος (Καλδέλλης, 2005). Με τη Λευκή Βίβλο η ΕΕ έθεσε ως στόχο, η συμμετοχή των ΑΠΕ στη συνολική παροχή ενέργειας να ανέρχεται στο 12% έως το 2010 (Λυπιδής, 2004).

Ως συνέπεια των ενεργειών που προβλέπονται στη Λευκή Βίβλο, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ξεκίνησε το 1999 την «*Εκστρατεία για την Απογείωση των ΑΠΕ 1999-2003*» (Campaign for Take-Off). Αυτή, σχεδιάστηκε με στόχο τη δημιουργία πλαισίου δράσης για την προσέλκυση δημόσιων αλλά κυρίως ιδιωτικών επενδύσεων σε μεγάλης κλίμακας έργα ΑΠΕ σε τομείς-κλειδιά. Η νέα *Εκστρατεία Δημόσιας Ενημέρωσης για μια Ενεργειακά Αειφόρο Ευρώπη 2004-2007* (Public Awareness Campaign for an Energy Sustainable Europe) θα επιτρέψει στους εταίρους ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (δήμους, υπηρεσίες, τεχνολογικά ιδρύματα, περιφερειακές αρχές, εθνικά ιδρύματα, πανεπιστήμια και επιχειρήσεις) να ενώσουν τις προσπάθειές τους για υλοποίηση σχετικών προγραμμάτων και πρωτοβουλιών τόσο στην Ευρώπη όσο και στο εξωτερικό (Λυπιδής, 2004).

Ακολούθησε, ένα *Πράσινο Βιβλίο* της Επιτροπής με τίτλο «Προς μια Ευρωπαϊκή στρατηγική για την ασφάλεια των ενεργειακών προμηθειών» COM(2000). Σύμφωνα με αυτό, οι ΑΠΕ πρέπει να ενταχθούν στην κρίσιμης σημασίας ενεργειακή στρατηγική, ενώ προτείνεται η ενθάρρυνση χρήσης τεχνολογιών ΑΠΕ σε νέα κτίρια, η επιβολή φορολογίας και άλλων δημοσιονομικών μέτρων στις επικερδείς συμβατικές τεχνολογίες ενεργειακής μετατροπής, ώστε να χρηματοδοτηθεί η έρευνα και ανάπτυξη των ΑΠΕ και να καταδειχθεί η ανάγκη προσαρμογής των εθνικών, περιφερειακών ή τοπικών χωροθετικών ρυθμίσεων προς διευκόλυνση της εγκατάστασης μονάδων ΑΠΕ (Λυπιδής, 2004). Η Επιτροπή διαπίστωσε αυξανόμενη εξάρτηση της ΕΕ από εξωτερικές ενεργειακές πηγές και υπογράμμισε την ανάγκη εξισορρόπησης της πολιτικής εφοδιασμού μέσω σαφών δράσεων υπέρ μιας πολιτικής ζήτησης. Καλούσε για μια αληθινή αλλαγή της συμπεριφοράς των καταναλωτών ώστε να προσανατολισθεί η ζήτηση προς μια καλύτερα ελεγχόμενη και πιο φιλική προς το περιβάλλον κατανάλωση, ιδίως στις μεταφορές και τις κατασκευές, και για την παροχή προτεραιότητας στην ανάπτυξη των νέων και



ανανεώσιμων μορφών ενέργειας όσον αφορά τον ενεργειακό εφοδιασμό με σκοπό την αντιμετώπιση της πρόκλησης που συνιστά η θέρμανση του πλανήτη (Μούσης, 2005).

Παράλληλα με τις πρωτοβουλίες της για την εναρμόνιση και απελευθέρωση της εσωτερικής αγοράς ενέργειας, η Ευρωπαϊκή Ένωση προσχώρησε στο **Πρωτόκολλο του Κιότο**. Προέκυψε από τη Σύμβαση-Πλαίσιο για τις Κλιματικές Αλλαγές που είχε υπογραφεί στη Διάσκεψη του Ρίο, τον Ιούνιο του 1992, από το σύνολο σχεδόν των κρατών και αποτελεί τη μόνη διεθνή συμφωνία που υπάρχει για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών. Στόχος της Σύμβασης είναι «η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδα τέτοια, ώστε να προληφθούν επικίνδυνες επιπτώσεις στο κλίμα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες» (Χαραλαμπίδης, 2006).

Επιπλέον, στη Συνδιάσκεψη του Γιοχάνεσμπουργκ τα κράτη-μέλη της ΕΕ υιοθέτησαν μια Κοινή Διακήρυξη για τις ΑΠΕ, δηλώνοντας την ισχυρή τους δέσμευση για την προώθησή τους και την αύξηση του ποσοστού (Λυπιδής, 2004).

Συγχρόνως, η ΕΕ έχει ενισχύσει και ενισχύει τόσο τα αρχικά επιδεικτικά προγράμματα όσο και τους τομείς Έρευνας και Ανάπτυξης των «Μη Πυρηνικών» Μορφών Ενέργειας με μια σειρά από **χρηματοδοτικά προγράμματα**, όπως τα προγράμματα Joule, Brite, Thermie, Synergy, Save κ.λ.π. Τα τελευταία χρόνια, η Ευρωπαϊκή Ένωση και ιδιαίτερα η Γενική Διεύθυνση Ενέργειας και Μεταφορών έχει με το πρόγραμμα Altener (& Altener II) καθορίσει τους εξής στόχους για το 2010:

- Κάλυψη κατά 12% των συνολικών ενεργειακών αναγκών από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.
- Τριπλασιασμό της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε σχέση με το 1990.
- Υποκατάσταση των υγρών καυσίμων για τις μεταφορές σε ποσοστό 5% από βιοκαύσιμα (Καλδέλλης, 2005).

Στο πλαίσιο του προγράμματος Altener εκπονήθηκε η **Ευρωπαϊκή Μελέτη για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας- TERES** (The European Renewable Energy Study). Σκοπός της ήταν η αναλυτική αξιολόγηση των τεχνικών και οικονομικών προοπτικών για την ανάπτυξη και διείσδυση των ΑΠΕ στην Ευρώπη έως το 2010. Η μελέτη



καταλήγει ότι, προκειμένου οι τεχνολογίες των ΑΠΕ να συμβάλουν σημαντικά στον ενεργειακό εφοδιασμό της ΕΕ έως το 2010, θα πρέπει να συνυπολογισθούν τόσο στο κόστος παραγωγής ενέργειας όσο και στην αξιολόγηση των τεχνολογιών ΑΠΕ τα εξωτερικά κόστη (κοινωνικό-περιβαλλοντικό) και να υπάρχει ισχυρή κρατική υποστήριξη προς την αειφόρο τεχνολογία (Λυπιδής, 2004).

Συγχρόνως, ενθαρρύνονται οι κυβερνήσεις των κρατών μελών να προβούν σε εκσυγχρονισμό των υφιστάμενων νομοθετικών πλαισίων που διέπουν την αξιοποίηση των ΑΠΕ σε εθνικό επίπεδο. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η τροποποίηση (2000) του Γερμανικού νόμου για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ, η οποία οδήγησε σε εντυπωσιακή άνοδο όχι μόνο τις εφαρμογές της αιολικής ενέργειας, αλλά και αυτές της ηλιακής ενέργειας, παρά τη γεωγραφική θέση της χώρας. Αξίζει επίσης να υπογραμμισθεί η σταθερή από το 1970 επιλογή της Δανίας στην αξιοποίηση του τοπικού αιολικού δυναμικού, ακόμα και με υπεράκτιες εφαρμογές. Επίσης, το Βέλγιο και η Ολλανδία προσαρμόζουν τις νομοθεσίες τους σύμφωνα με τις αλλαγές που πραγματοποιούνται στη Γερμανία, ενώ ενδιαφέρουσα εξέλιξη αποτελεί η προσπάθεια καθιέρωσης των «Πράσινων Αποδεικτικών» ενεργειακής παραγωγής εκ μέρους των μεγαλύτερων εταιρειών ηλεκτροπαραγωγής (Καλδέλλης, 2005).

Επιπλέον, η προώθηση των ΑΠΕ αποτελεί μια από τις προτεραιότητες του *6ου Προγράμματος Δράσης για το Περιβάλλον*, στο οποίο τίθενται οι προτεραιότητες ως το 2010 και δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα σε τέσσερις τομείς: αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών, φύση και βιοποικιλότητα, περιβάλλον και υγεία, διαχείριση των φυσικών πόρων και των αποβλήτων και προβλέπεται συνεργασία μεταξύ των τομέων της υγείας, της έρευνας και του περιβάλλοντος (Κουτούπα-Ρεγκάκου, 2007). Στο Πρόγραμμα τονίζεται, για ακόμη μια φορά, η ανάγκη αλλαγής του ενεργειακού μοντέλου και αύξησης της συμμετοχής των ΑΠΕ στη συνολική παραγωγή ενέργειας, ενώ αναφέρεται και στο Σχέδιο Συνθήκης για το Ευρωπαϊκό Σύνταγμα όπου θεωρείται βασικός στόχος της ενεργειακής πολιτικής (Λυπιδής, 2004).

Την ανάληψη και συμβατικών υποχρεώσεων στην προώθηση των ΑΠΕ σηματοδότησε η *Οδηγία 2001/77/ΕΚ* «Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας». Με αυτή, όλα τα κράτη μέλη θέσπισαν ενδεικτικούς εθνικούς στόχους για το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή. Σύμφωνα με την αρχή της επικουρικότητας, θέτεται το απαραίτητο πλαίσιο για την προαγωγή των



ΑΠΕ, αφήνοντας στα κράτη μέλη αρκετή αυτονομία προκειμένου να προσαρμόζουν το θεσμικό πλαίσιο στις εθνικές τους ιδιαιτερότητες (Βατάλης, 2007).

Ειδικότερα, τα κράτη-μέλη καλούνται να λάβουν κατάλληλα μέτρα όπως τιμολογιακή πολιτική, διοικητικές διαδικασίες, διευκόλυνση σύνδεσης στο ηλεκτρικό δίκτυο κ.ά., ώστε μέχρι το 2010, το 12% της συνολικά παραγόμενης από τα κράτη-μέλη ηλεκτρικής ενέργειας, περιλαμβανομένης και αυτής που παράγεται από Μεγάλα Υδροηλεκτρικά, να προέρχεται από ΑΠΕ. Επιπλέον, η Οδηγία, υποχρεώνει τα κράτη-μέλη να θέσουν εθνικούς στόχους για τη μελλοντική εγχώρια κατανάλωση ηλεκτρισμού που θα παράγεται από ΑΠΕ και απαιτεί από αυτά να προσδιορίσουν ποσοτικούς στόχους μεγιστοποίησης του ποσοστού της παραγόμενης από ΑΠΕ ηλεκτρικής ενέργειας στην παγκόσμια παραγωγή ενέργειας. Παράλληλα, η Οδηγία ορίζει για κάθε χώρα, με σκοπό την επίτευξη του ποσοστού 12%, ανάλογα με τις δυνατότητες των διατιθέμενων πρωτογενών πηγών της, έναν «ενδεικτικό» στόχο. Για την Ελλάδα ο στόχος αυτός έχει οριστεί σε 20,1% (Βατάλης, 2007).

Η εν λόγω Οδηγία αποτελεί το βασικότερο μέτρο από ένα ολόκληρο «πακέτο» νομοθετικών μέτρων που λήφθηκαν για την επίτευξη των στόχων της αύξησης της καθαρής ενέργειας και μείωσης της ενεργειακής ζήτησης. Στη δέσμη αυτών των μέτρων, μερικές από τις **σημαντικότερες Οδηγίες** που περιλαμβάνονται είναι: η Οδηγία 2006/32/EK για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες, η Οδηγία 2005/32/EK για τη θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια, η Οδηγία 2003/30/EK σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές, η Οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, η Οδηγία 2004/8/EK για την προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας και η Οδηγία 2000/55/EK σχετικά με τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης (Βατάλης, 2007).

Ιδιαίτερης σημασίας είναι και η **Οδηγία 2003/87**, που αφορά στην έμμεση προώθηση των ΑΠΕ. Με αυτή, καθιερώνεται ένα σύστημα εμπορίας ρύπων / εκπομπών σε κοινοτικό επίπεδο. Στο επίκεντρο των ρυθμίσεών της βρίσκεται η υποχρεωτική δημιουργία του Εθνικού Σχεδίου Κατανομής ρύπων, το οποίο αποτελεί εξαντλητική περιγραφή τόσο των μέτρων που έχουν ληφθεί για την επίτευξη των εθνικών στόχων μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο,



όσο και της λεπτομερούς κατανομής με άδειες των ποσοτήτων εκπομπών σε βιομηχανία και παραγωγούς ενέργειας (Λυπιδής, 2004).

Στις 8 Μαρτίου 2006, η Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων εξέδωσε μια **Πράσινη Βίβλο** με τίτλο «Ευρωπαϊκή Στρατηγική για αιεφόρο, ανταγωνιστική και ασφαλή ενέργεια». Το πλαίσιο αυτό χαρακτηρίζεται από σημαντικό εύρος τόσο όσον αφορά το πεδίο δράσης του (παραγωγή και τελική χρήση της ενέργειας, βιομηχανία και υπηρεσίες, νοικοκυριά, κτίρια και μεταφορικά μέσα) όσο και τους αποδέκτες του (εθνικούς, περιφερειακούς, τοπικούς φορείς λήψης αποφάσεων, διεθνείς οργανισμούς, τράπεζες και ιδιώτες) (Βατάλης, 2007). Αποβλέπει στο να αντιστρέψει, έως το 2020, την τάση μιας όλο και αυξανόμενης ενεργειακής κατανάλωσης, επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση της ενέργειας σε ποσοστό 20%. Προτίθεται, ακόμα να λάβει ορισμένα νέα μέτρα όπως: ετήσια εθνικά σχέδια δράσης για την ενεργειακή αποτελεσματικότητα, διάδοση καλύτερης πληροφόρησης στους πολίτες, υιοθέτηση μακροπρόθεσμου χάρτη πορείας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (<http://europa.eu>).

Τέλος, ανακοινώθηκε στις 23.01.2008 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το **Σχέδιο της νέας Κοινοτικής Οδηγίας για τις ΑΠΕ** («Proposal for a Directive on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources», COM (2008)19), που αποτελεί έναν «επώδυνο» συμβιβασμό μεταξύ, αφ' ενός της Επιτροπής (που στόχευε στην επιβολή ενός γενικευμένου, υποχρεωτικού για όλα τα κράτη-μέλη, μηχανισμού εικονικού εμπορίου εγγυήσεων προέλευσης ΑΠΕ), αφ' ετέρου του Ευρωπαϊκού τομέα και των φορέων των ΑΠΕ (που ζητούσαν δεσμευτικούς ενδιάμεσους στόχους ΑΠΕ για τα κράτη-μέλη, στην πορεία τους προς τους αντίστοιχους δεσμευτικούς εθνικούς στόχους για το 2020, αλλά και ένα συγκροτημένο και ισχυρό μηχανισμό ελέγχου και επιβολής των στόχων αυτών). Το Σχέδιο της νέας Οδηγίας διαμορφώνει ένα σαφώς αναβαθμισμένο, συμπαγές και αρκετά «απαιτητικό» πλαίσιο λειτουργίας του τομέα των ΑΠΕ, τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε εθνικό επίπεδο. Το πλαίσιο αυτό αναμένεται να ασκήσει ισχυρές πιέσεις σε ολόκληρο το Ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα, ιδιαίτερα δε σε χώρες όπως η Ελλάδα, με τις γνωστές παθογένειες του ενεργειακού της τομέα, τις συνεχιζόμενες μονοπωλιακές καταστάσεις, αλλά και τις καθυστερήσεις και εμπόδια που εξακολουθούν να υφίστανται στην εγχώρια ανάπτυξη των ΑΠΕ (Βασιλάκος, 2008).



4.2.2 Συναφείς ευρωπαϊκοί οργανισμοί / φορείς

Εκτός από τον κεντρικό της ρόλο στην προπαρασκευή παραγώγου κοινοτικού Δικαίου σχετικά με την προώθηση των ΑΠΕ, η Επιτροπή - ως το αρμόδιο θεσμικό όργανο της ΕΕ - έχει υιοθετήσει νέες κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τις κρατικές ενισχύσεις στον τομέα της περιβαλλοντικής προστασίας, παρέχοντας διαφανή κριτήρια με τα οποία αποσαφηνίζεται κάτω από ποιες συνθήκες οι ενισχύσεις αυτές είναι συμβατές με την κοινοτική νομοθεσία για την Κοινή Αγορά. Στο ίδιο μήκος κύματος κινείται και η πρόταση της Επιτροπής για τη φορολόγηση των ενεργειακών προϊόντων και τη φορολογική μείωση ή απαλλαγή της προερχόμενης από ΑΠΕ ενέργειας (Λυπιδής, 2004).

Η *Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων (ΕΤΕπ)* (EIB-European Investment Bank), αποτελεί το κύριο μέσο χρηματοοικονομικής αλληλεγγύης της Κοινότητας. Δεν έχει κερδοσκοπικό χαρακτήρα και δανείζεται με τους καλύτερους όρους στις κεφαλαιαγορές όλου του κόσμου, και επαναδανείζει στα κράτη μέλη και στους ειδικούς χρηματοδοτικούς οργανισμούς τους (Μούσης, 2005).

Η Τράπεζα είχε εμπλακεί από τη δεκαετία του 1970 στη χρηματοδότηση κυρίως μεσαίων και μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων, και προοδευτικά έχει στραφεί προς μικρής κλίμακας έργα που αφορούν έναν διαρκώς αυξανόμενο αριθμό ενεργειακών πηγών (Λυπιδής, 2004).

Το *Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης* (ERDF-European Regional Development Fund) μπορεί να χρησιμοποιεί όλες τις μορφές χρηματοδοτικής παρέμβασης (Μούσης, 2005). Είναι το μεγαλύτερο από τα διαρθρωτικά ταμεία που χρηματοδοτεί δωρεάν Εθνικά Προγράμματα και Κοινοτικές Πρωτοβουλίες για υποδομές, τοπική ανάπτυξη και προστασία περιβάλλοντος. Ο νέος Κανονισμός 1783/1999, που τροποποίησε τον τρόπο λειτουργίας των διαρθρωτικών ταμείων, προβλέπει ρητά ότι το ΕΤΠΑ πρέπει να υποκινήσει την ανάπτυξη των ΑΠΕ, ενώ ο ορισμός του σκοπού του Ταμείου περιλαμβάνει τη στήριξη των σχετικών τεχνολογιών (Λυπιδής, 2004).

Το *Ευρωπαϊκό Ταμείο Επενδύσεων* (EIF-European Investment Fund) είναι, τέλος, είναι ο βραχίονας επιχειρηματικού κεφαλαίου της ΕΤΕπ (Μούσης, 2005). Είναι ένας οικονομικός θεσμός που έχει συσταθεί με κοινή συνεργασία της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων, της Ευρωπαϊκής Ένωσης και ιδιωτικών και δημόσιων



οικονομικών φορέων από τα κράτη-μέλη της ΕΕ. Σε αντίθεση με την Τράπεζα Επενδύσεων, το Ευρωπαϊκό Ταμείο Επενδύσεων δεν είναι δανειοδοτικός φορέας αλλά παρέχει εγγυήσεις σε χρηματοδοτήσεις και επενδύσεις σε Κεφάλαια Υψηλού Επιχειρηματικού Κινδύνου (ΚΥΕΚ) που αφορούν συνήθως καινοτόμες τεχνολογίες. Έτσι, βοηθά έμμεσα και στη χρηματοδότηση ενεργειακών υποδομών, μέσω της εγγυοδότησης μικρομεσαίων επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στην εφαρμογή αιεφόρων ενεργειακών τεχνολογιών (Λυπιδής, 2004).

4.3 Εθνικό επίπεδο

4.3.1 Θεσμικό και Οργανωτικό πλαίσιο των ΑΠΕ στην Ελλάδα

Η ενέργεια παίζει πρωταρχικό ρόλο για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Καμία ανάπτυξη δεν μπορεί να διασφαλιστεί χωρίς επάρκεια ενέργειας, κυρίως ηλεκτρικής. Ταυτόχρονα, όμως, τόσο η παραγωγή όσο και η χρήση ενέργειας θα πρέπει να γίνονται υπό τους όρους της βιώσιμης ανάπτυξης. Η παραγωγή και η χρήση ενέργειας, μπορεί να χαρακτηριστεί βιώσιμη, εφόσον, αφενός εξασφαλίζει την επάρκεια πηγών ενέργειας, και αφετέρου, περιορίζει τις δυσμενείς επιπτώσεις για το περιβάλλον (Βατάλης, 2007). Η αξιοποίηση, συνεπώς, των ΑΠΕ, στο μέτρο που αποτελεί μορφή προστασίας (ή, ακριβέστερα, περιορισμού της βλάβης) του περιβάλλοντος, συνιστά δομικό στοιχείο της αρχής της αειφορίας.

Η παραγωγή ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), αποτελεί ένα σχετικά πρόσφατο φαινόμενο στην Ελλάδα. Η νομική ρύθμιση των ΑΠΕ, μάλιστα, χαρακτηρίστηκε, όπως συμβαίνει συχνά με διατάξεις οι οποίες αφορούν καινοφανή ζητήματα, από σημαντικές ελλείψεις και αντιφάσεις. Κατά τη διάρκεια, ωστόσο, των ετών που ακολούθησαν σημειώθηκε αξιοσημείωτη πρόοδος.

Ειδικότερα, το νομοθετικό πλαίσιο κατέστη σταδιακά πληρέστερο και αποτελεσματικότερο. Για την εξέλιξη αυτή συνέβαλαν οι εξής κυρίως παράγοντες:

α) Η συνειδητοποίηση από την Κυβέρνηση του γεγονότος ότι το σημερινό ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, το οποίο βασίζεται σχεδόν αποκλειστικά στη χρήση του λιγνίτη και του πετρελαίου, συνιστά τροχοπέδη για την οικονομική ανάπτυξη, ενώ υποβαθμίζει ολοένα περισσότερο το φυσικό περιβάλλον.

β) Η ανάδειξη και ενίσχυση του κανονιστικού περιεχομένου των συνταγματικών



αρχών της αειφορίας και της βιώσιμης ανάπτυξης, οι οποίες επιβάλλουν ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ. Επισημαίνεται, μάλιστα, ότι η αρχή της αειφορίας περιλήφθηκε ήδη ρητά στο συνταγματικό κείμενο (άρθρο 24 παρ. 1).

γ) Η τάση απελευθέρωσης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και η κατάργηση του κρατικού μονοπωλίου στο πεδίο αυτό.

δ) Η θέσπιση κανόνων του ενωσιακού και του διεθνούς δικαίου, οι οποίοι επιβάλλουν τη λήψη άμεσων μέτρων για τη μείωση των καταστρεπτικών για το περιβάλλον εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων στοιχείων που είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Παπακωνσταντίνου, 2004).

Αρχικά, αξίζει να σημειωθεί ότι, το *Σύνταγμα* εμπεριέχει διατάξεις που σχετίζονται με τις ΑΠΕ, παρότι οι κανόνες δεν αναφέρονται άμεσα στην παραγωγή ενέργειας. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει διατάξεις που αναφέρονται, αφενός στην προστασία του περιβάλλοντος, με ρητή μάλιστα κατοχύρωση της αρχής αειφορίας, η οποία σχετίζεται άμεσα με τις ΑΠΕ, και αφετέρου, διατάξεις που αναφέρονται γενικά στον εθνικό πλούτο και στα δικαιώματα του κράτους επ' αυτού, στον οποίο περιλαμβάνονται και οι πηγές ενέργειας (Κουτούπα-Ρεγκάκου, 2007).

Ειδικότερα, το *άρθρο 24 παρ. 1* του Συντάγματος κατοχυρώνει ρητά την αρχή της αειφορίας. Σύμφωνα, έτσι, με τη διάταξη αυτή «Η προστασία του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση του Κράτους και δικαίωμα του καθενός. Για τη διαφύλαξή του το Κράτος έχει υποχρέωση να παίρνει ιδιαίτερα προληπτικά ή κατασταλτικά μέτρα στο πλαίσιο της αρχής της αειφορίας». Είναι, λοιπόν, ότι η ανωτέρω θεμελιώδης αρχή του «περιβαλλοντικού Συντάγματος», στο μέτρο που περιλαμβάνει την υποχρέωση διασφάλισης του περιβαλλοντικού κεφαλαίου και αποτροπής της εξάντλησης των περιβαλλοντικών αγαθών, εναρμονίζεται απόλυτα με την αξιοποίηση και, μάλιστα, στον μεγαλύτερο δυνατό βαθμό, των ΑΠΕ. Στο πλαίσιο αυτό, ο κοινός νομοθέτης έχει υποχρέωση να λαμβάνει μέτρα για την ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ, γεγονός το οποίο οδηγεί σε αντίστοιχη μείωση της συμμετοχής των ρυπογόνων πηγών ενέργειας στο συνολικό ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας. Επιπλέον, δεν μπορεί να καταργήσει ή να απομειώσει αυθαίρετα το νομοθετικό καθεστώς για την ανάπτυξη και επέκταση των ΑΠΕ ως εναλλακτικών μορφών παραγωγής ενέργειας. Η τελευταία αυτή αντίληψη συμβαδίζει, εξάλλου, σαφώς με τη θεωρία του «περιβαλλοντικού κεκτημένου», στο



πλαίσιο της οποίας εντάσσεται (Παπακωνσταντίνου, 2004).

Επισημαίνεται, ακόμη, ότι η αρχή της αειφορίας που θεσπίζεται στο άρθρο 24 παρ. 1 του Συντάγματος διαμορφώνει το κανονιστικό πλαίσιο, εντός του οποίου διεξάγονται οι συναφείς δικαικές και αξιακές σταθμίσεις στις περιπτώσεις εκείνες όπου η αξιοποίηση των ΑΠΕ συγκρούεται με ορισμένα περιβαλλοντικά αγαθά, όπως είναι για παράδειγμα η προστασία των δασών ή των οπτικών πόρων. Είναι, έτσι, σαφές ότι η επίλυση της ανωτέρω «ενδοπεριβαλλοντικής» σύγκρουσης προϋποθέτει σειρά επιμέρους αξιακών σταθμίσεων με βασικό γνώμονα την αρχή της αειφορίας (Παπακωνσταντίνου, 2004).

Αν και οι πρώτες ρυθμίσεις που αφορούν στην παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ και συγκεκριμένα στη γεωθερμική ενέργεια περιλαμβάνονται στο *N.1475/1984* «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού», η πρώτη σημαντική προσπάθεια έγινε το 1985 (Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, 1989).

Η ιστορία της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ελλάδα, ξεκινάει το 1985 με την πρώτη προσπάθεια ανάπτυξης των ΑΠΕ που έγινε με τον *N.1559/1985*, «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 135/85), όταν δόθηκε η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Δήμους ή άλλους εκτός ΔΕΗ Δημόσιους Οργανισμούς, με υποχρέωση την πώλησή της στην ΔΕΗ ή την ιδιοκατανάλωση της από τον παραγωγό (Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, 1989).

Ωστόσο, η προσπάθεια αυτή δεν απέδωσε και η ουσιαστική ανάπτυξη των ΑΠΕ άρχισε με τον *N. 2244/94*, «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 168/94), που είχε πρότυπο τον αντίστοιχο γερμανικό νόμο (Stromeinspeisungsgesetz), με τον οποίο ρυθμίστηκαν θέματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και επιτράπηκε η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ιδιώτες (Βατάλης, 2007).

Πρέπει να τονιστεί ότι το προτεινόμενο νομοθετικό πλαίσιο του *N. 2244/94* επιχειρεί να άρει τις καθυστερήσεις που εμφανίστηκαν στην ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα στη δεκαετία του '80 και οι οποίες οφείλονταν αφενός στα κενά του θεσμικού πλαισίου που καθιέρωνε ο νόμος του 1985, αφετέρου στη χαμηλή οικονομική απόδοση των γενόμενων επενδύσεων λόγω των προσφερόμενων από τη ΔΕΗ



χαμηλών τιμών αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας (Καλδέλλης, 2005).

Αποτελεί ένα νόμο πραγματικής στήριξης των ΑΠΕ με ευνοϊκούς για τους επενδυτές όρους. Με τις θετικές ρυθμίσεις του, επέτρεψε την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ και από ιδιώτες, όρισε ικανοποιητικές τιμές πώλησης καθώς και την υποχρέωση αγοράς της παραγόμενης ενέργειας από την ΔΕΗ, δίνοντας το εναρκτήριο λάκτισμα για την εμφάνιση έντονου επενδυτικού ενδιαφέροντος από ιδιωτικές εταιρείες στο χώρο της αιολικής ενέργειας, των μικρών υδροηλεκτρικών και της εξοικονόμησης ενέργειας, ενώ παράλληλα το κράτος, εφαρμόζοντας σχετικές αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, προχώρησε στην επιδότηση του κόστους εγκατάστασης έργων ΑΠΕ, ώστε να καθίστανται οικονομικά βιώσιμα.

Σύμφωνα με τους συντάκτες του νόμου, αποκαθίσταται, με το νέο νόμο, ο ρόλος της ΔΕΗ, η οποία διατηρεί έτσι το αποκλειστικό της δικαίωμα κατασκευής και λειτουργίας όλων των μεγάλων έργων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής. Επιπλέον, περιορίζεται η γραφειοκρατία στην έκδοση των σχετικών αδειών ίδρυσης, εγκατάστασης και λειτουργίας. Με τις διατάξεις των παραγράφων 6 και 7 του άρθρου 5, δίνεται η δυνατότητα σύστασης και λειτουργίας περιφερειακών ενεργειακών γραφείων και κέντρων, ενώ το ΚΑΠΕ θα αναλάβει το συντονισμό τους για την προώθηση των ΑΠΕ και την εξοικονόμηση ενέργειας. Επίσης, για πρώτη φορά καθορίζονται οι κανόνες τιμολόγησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέσα από το νόμο και όχι με υπουργικές αποφάσεις (Καλδέλλης, 2005).

Ειδικότερα, σύμφωνα με το άρθρο 1 παρ.1, παρ.2 και παρ.10, το αποκλειστικό δικαίωμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας διατηρήθηκε καταρχήν υπέρ της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ), επιτράπηκε, όμως, και η κατόπιν άδειας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τρίτους (ανεξάρτητους) παραγωγούς, με χρήση ανανεώσιμων πηγών, οι οποίοι είχαν το δικαίωμα να την διαθέσουν αποκλειστικά στη ΔΕΗ.

Περαιτέρω, προσφέρθηκαν ελκυστικές τιμές αγοράς στους ανεξάρτητους παραγωγούς, ενώ προβλέφθηκε η σύναψη πολυετών συμβάσεων μεταξύ των ανεξάρτητων παραγωγών και της ΔΕΗ, προκειμένου να καταστούν οικονομικά βιώσιμες οι επενδύσεις στον τομέα των ΑΠΕ. Η τιμή ορίστηκε ενιαία για όλες τις μορφές των ΑΠΕ. Ο νόμος καθόρισε για το διασυνδεδεμένο σύστημα της χώρας σταθερές τιμές πώλησης της ανανεώσιμης ενέργειας σε επίπεδα ίσα με το 90% του



γενικού τιμολογίου στη μέση τάση και υποχρέωση της ΔΕΗ για αγορά του (Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας του ΥΠΑΝ, 2005).

Επισημαίνεται, τέλος, ότι με το άρθρο 4 του νόμου προβλέφθηκαν κυρώσεις για την παραβίαση των υποχρεώσεων. Συγκεκριμένα, σε περίπτωση εγκατάστασης ή λειτουργίας σταθμών ηλεκτροπαραγωγής χωρίς τις αναγκαίες άδειες ή παράβασης των όρων και περιορισμών των αδειών αυτών επιβάλλεται στους παραγωγούς πρόστιμο, καθώς και προσωρινή ή οριστική διακοπή της λειτουργίας του σταθμού. Προβλέπεται, ακόμη, η δυνατότητα διακοπής της λειτουργίας του σταθμού, αν διαπιστωθεί κίνδυνος για τη ζωή και την υγεία των εργαζομένων στον σταθμό, την ασφάλεια των εγκαταστάσεων και το περιβάλλον (Παπακωνσταντίνου, 2004).

Οι ευνοϊκές ρυθμίσεις του Ν.2244/94 διατηρήθηκαν στο Ν.2773/99 «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας – Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις», που προβλέπει την απελευθέρωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή την λειτουργία της σχετικής αγοράς βάσει κανόνων ελεύθερης αγοράς και ανταγωνισμού, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 96/92/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19^{ης} Δεκεμβρίου 1996, σχετικά με τους κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (Βατάλης, 2007).

Οι ρυθμίσεις συνίστανται κυρίως στο ότι η τιμή αγοράς της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ είναι ρυθμιζόμενη, δηλαδή δεν τίθεται σε βάση ανταγωνισμού με την προερχόμενη από συμβατικές πηγές, καθώς και ότι η διάθεση της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ γίνεται κατά προτεραιότητα (Γληνού κ.ά., 2006). Διατήρησε το ευνοϊκό τιμολογιακό καθεστώς των ΑΠΕ, δίνοντας παράλληλα έμφαση και στο θέμα της προτεραιότητας πρόσβασης στο δίκτυο. Συγκεκριμένα, ο ΔΕΣΜΗΕ, ως διαχειριστής του συστήματος μεταφοράς, υποχρεώθηκε να δίνει προτεραιότητα κατά την κατανομή του φορτίου στους σταθμούς παραγωγής ενέργειας και συμπαραγωγής με μέγιστη ισχύ 50, 10 και 35 MW, αντίστοιχα (Βατάλης, 2007).

Επίσης, προβλέφθηκε για πρώτη φορά η επιβολή τέλους υπέρ των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης, το οποίο έχει οριστεί στο 2% των ακαθαρίστων εσόδων από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας, που ισοδυναμεί με 10% περίπου των ακαθαρίστων εσόδων της εγκαταστάσεως και θεσμοθετείται εκ νέου στο νέο νόμο για τα ΑΠΕ, βάζοντας τέλος στα προβλήματα ακυρότητας που αντιμετώπιζε στο Συμβούλιο της Επικρατείας (ΣτΕ). Παράλληλα, οι τιμές θεωρήθηκαν "οροφής" και



παρασχέθηκε ευχέρεια στον Υπουργό Ανάπτυξης να ζητά παροχή εκπτώσεων επ' αυτών χωρίς μέχρι σήμερα να έχει γίνει προσφυγή σ' αυτή τη δυνατότητα. Η διάταξη αυτή τελεί υπό κατάργηση (βλέπε παράγραφο 5) (Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας του ΥΠΑΝ, 2005).

Με το νόμο αυτό θεσπίστηκε νέο σύστημα αδειοδότησης των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατά το οποίο προηγείται η άδεια παραγωγής, χορηγούμενη από το Υπουργείο Ανάπτυξης, ύστερα από γνώμη της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ) (Βατάλης, 2007). Κατά την αξιολόγηση των αιτήσεων από τη ΡΑΕ, λαμβάνονται υπόψη τα κριτήρια του άρθρου 9 (που είναι κυρίως οικονομικού χαρακτήρα) του «Κανονισμού Αδειών Παραγωγής και Προμήθειας», όπως εξειδικεύονται στον «Οδηγό Αξιολόγησης αιτήσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και μικρή ΣΗΘ», που εξέδωσε η ΡΑΕ. Στο πλαίσιο αυτό εξετάζεται η σκοπιμότητα πραγματοποίησης κάθε έργου και η ένταξή του στον γενικότερο προγραμματισμό ανάπτυξης, τα δε κριτήρια επιλογής είναι η οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης, η τεχνικοοικονομική δυνατότητα του αιτούντος να υλοποιήσει το έργο, η ασφάλεια του Συστήματος / Δικτύου κλπ. Μετά την Άδεια Παραγωγής απαιτείται η λήψη Άδειας Εγκατάστασης και στη συνέχεια Άδειας Λειτουργίας, οι οποίες χορηγούνται από την Περιφέρεια, μετά από γνωμοδοτήσεις και εγκρίσεις πλήθους Υπηρεσιών και φορέων (Γληνού κ.ά., 2006).

Σύμφωνα με την παρ. 4 του άρθρου 3 ο Υπουργός Ανάπτυξης και η ΡΑΕ οφείλουν κατά την άσκηση των συναφών αρμοδιοτήτων τους να αποβλέπουν, μεταξύ άλλων, στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος από τις επιπτώσεις των δραστηριοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας και στην ικανοποίηση του συνόλου των ενεργειακών αναγκών της χώρας (Παπακωνσταντίνου, 2004).

Το αυξανόμενο επενδυτικό ενδιαφέρον για εγκαταστάσεις ανανεώσιμης ηλεκτροπαραγωγής σε ορισμένες περιοχές της χώρας όπως η Νότια Εύβοια και η Λακωνία που εμφανίζουν ιδιαίτερα ευνοϊκό αιολικό δυναμικό προκάλεσε έντονες αντιδράσεις των τοπικών κοινωνιών. Αφετέρου η τότε έλλειψη ρητών νομοθετικών διατάξεων που να προνοούν για την εγκατάσταση ΑΠΕ σε δάση και δασικές εκτάσεις έθεσε σε δοκιμασία το καθεστώς αδειοδότησης σύμφωνα με σχετικές αποφάσεις του Συμβουλίου της Επικρατείας που ουσιαστικά ζήτησε την θέσπιση αυστηρότερων κανόνων για το ζήτημα αυτό (Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας του ΥΠΑΝ, 2005).



Στη συνέχεια, οι πρωτοβουλίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προώθηση των ΑΠΕ, που οδήγησαν στην έκδοση της **Οδηγίας 2001/77/ΕΚ** της 27^{ης} Σεπτεμβρίου 2001, για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας έδωσαν την ώθηση για την ψήφιση του **Ν.2941/2001** (Βατάλης, 2007).

Ο **Ν.2941/2001** «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. «Ελληνικά Ναυπηγεία» και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 201) Ο ν. 2941/2001 συμπλήρωσε το Ν.2773/99 κυρίως όσον αφορά τον ορισμό των γενικών όρων και συνθηκών υπό τις οποίες επιτρέπεται η εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ σε δασικές εκτάσεις και το χαρακτηρισμό όλων των έργων ΑΠΕ ως έργων δημόσιας ωφέλειας, γεγονός που τους δίνει τα ίδια δικαιώματα και προνόμια σε διαδικασίες απαλλοτριώσεων με αυτά των δημόσιων έργων, ανεξαρτήτως του νομικού καθεστώτος (ιδιωτικού ή δημόσιου) του φορέα εκμετάλλευσης ΑΠΕ. Επίσης, κάλυψε σημαντικά κενά του νομοθετικού ιστού και αντιμετώπισε πολλά στοιχεία παθογένειας του αδειοδοτικού καθεστώτος (Λυπιδής, 2004).

Συγκεκριμένα, με τις διατάξεις του άρθρου 2 του ν. 2941/2001, επιχειρείται η απλοποίηση των διαδικασιών για την αδειοδότηση των ΑΠΕ. Όπως, μάλιστα, αναφέρεται στην Εισηγητική Έκθεση του νόμου «είναι γνωστή η ανάγκη ευρείας διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας στα πλαίσια διεθνών δεσμεύσεών της για την προστασία του περιβάλλοντος και ειδικότερα του φαινομένου του θερμοκηπίου. Παράλληλα, είναι αναγκαία η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού (ώστε) να μην εξαρτάται από τις τιμές του δολαρίου και του πετρελαίου» (Παπακωνσταντίνου, 2004).

Σημαντική καινοτομία αποτελεί η διάταξη του άρθρου 2, σύμφωνα με την οποία τα έργα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα έργα δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, κατασκευής υποσταθμών και υποδομής εν γένει, χαρακτηρίζονται ως έργα δημόσιας ωφέλειας, ανεξάρτητα από το φορέα υλοποίησής τους, γεγονός που επιτρέπει την αναγκαστική απαλλοτρίωση των ακινήτων που είναι απαραίτητα για την κατασκευή τους ή τη σύσταση εμπραγμάτων δικαιωμάτων επ' αυτών (Βατάλης, 2007).

Επίσης, με το άρθρο 2 του Ν.2941/2001 τροποποιείται σειρά διατάξεων του ν.





2244/1994. Ειδικότερα, με τις νέες αυτές διατάξεις προβλέπονται τα εξής:

α) Οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ. επιτρέπεται να εγκαθίστανται και να λειτουργούν σε γήπεδο ή σε χώρο του οποίου την αποκλειστική χρήση έχει ο αιτών, καθώς και σε δάση ή δασικές εκτάσεις υπό τους όρους των παρ. 1-5 του άρθρου 2 του εν λόγω νόμου.

β) Για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών δεν απαιτείται έκδοση οικοδομικής άδειας, αλλά θεώρηση από την αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία. Αντίθετα, απαιτείται οικοδομική άδεια προκειμένου για δομικές κατασκευές, όπως τα θεμέλια των πύργων ανεμογεννητριών, τα οικήματα στέγασης του εξοπλισμού ελέγχου και των μετασχηματιστών.

γ) Τα έργα ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ υπάγονται στις διατάξεις περί βιομηχανικών εγκαταστάσεων του άρθρου 4 του από 24.05.1985 π.δ/τος (ΦΕΚ Δ' 270) για την εκτός σχεδίου πόλεων δόμηση. Είναι, μάλιστα, δυνατή η παρέκκλιση, με αποφάσεις των Υπουργών ΠΕΧΩΔΕ και του κατά περίπτωση αρμόδιου Υπουργού, από διατάξεις του προεδρικού αυτού διατάγματος που αφορούν όρους και περιορισμούς δομήσεως, προκειμένου για ανέγερση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης ΑΠΕ.

δ) Για την έκδοση οικοδομικών αδειών ανέγερσης ή νομιμοποίησης εγκατάστασης ΑΠΕ δεν απαιτείται έγκριση της αρμόδιας ΕΠΑΕ, εκτός αν η εγκατάσταση προβλέπεται να γίνει σε παραδοσιακό οικισμό ή σε περιοχή ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, που προστατεύεται ως προς την πολεοδομική ανάπτυξη από ειδικά διατάγματα.

ε) Νομιμοποιούνται άδειες εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ που είχαν δοθεί εντός δασών ή δασικών εκτάσεων, εφόσον τηρούνται οι προϋποθέσεις των άρθρων 45 και 58 του ν. 998/1979, όπως τροποποιήθηκαν με τον νόμο αυτό.

στ) Θεσπίζεται η δυνατότητα του κατόχου άδειας εγκατάστασης να κατασκευάζει έργα σύνδεσης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ

ζ) Χαρακτηρίζονται τα έργα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ως δημόσιας ωφέλειας και προβλέπεται η δυνατότητα απαλλοτρίωσης ακινήτων για την εκτέλεση των ανωτέρω έργων.

η) Ορίζεται ότι συναφείς αποφάσεις προέγκρισης χωροθέτησης και έγκρισης μελετών



περιβαλλοντικών επιπτώσεων χορηγούνται βάσει αιτημάτων και διαβιβάζονται στις αρμόδιες υπηρεσίες από την Αρχή που έχει την αρμοδιότητα έκδοσης της άδειας εγκατάστασης.

θ) Παρέχεται νομοθετική εξουσιοδότηση για την έκδοση κοινής αποφάσεως των Υπουργών Ανάπτυξης και ΠΕΧΩΔΕ για τον καθορισμό κριτηρίων, όρων και προϋποθέσεων για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης ΑΠΕ. Επισημαίνεται ότι με βάση τη νομοθετική αυτή εξουσιοδότηση εκδόθηκε η ΚΥΑ 1726/18.04.2003.

ι) Η χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ εντός προστατευόμενων περιοχών γίνεται, έως την έκδοση Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Α.Π.Ε., μετά από γνωμοδότηση της Διεύθυνσης Χωροταξίας του ΥΠΕΧΩΔΕ.

Με την **Δ6/Φ1/2000/6.2.2002** απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης «Διαδικασία έκδοσης αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών και τύποι συμβάσεων αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας» προβλέφθηκε ότι προϋπόθεση για την υποβολή αιτήματος για έκδοση άδειας εγκατάστασης ή επέκτασης είναι η κατοχή ισχύουσας άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (άρθρο 3 παρ. 2) και ότι εάν ανακληθεί για οποιοδήποτε λόγο η άδεια παραγωγής ανακλείται υποχρεωτικά και η άδεια εγκατάστασης (άρθρο 11 παρ. 5) (Βατάλης, 2007).

Ακολούθως, με το **N.3017/2002** «Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη Σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος» (ΦΕΚ Α 117) η Ελληνική Βουλή επισημοποίησε τη δέσμευση της χώρας για δράσεις αντιστρατευόμενες την τάση επιδείνωσης του φαινομένου του θερμοκηπίου (Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας του ΥΠΑΝ, 2005).

Ο **N.3175/2003**, ψηφίστηκε για τη γεωθερμική ενέργεια και την αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού στην Ελλάδα. Ο νέος νόμος καθιέρωσε για πρώτη φορά συνεκτικό σύνολο κανόνων για την ορθολογική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας. Το νέο πλαίσιο είναι συμβατό με το κοινοτικό δίκαιο που θεωρεί ότι η γεωθερμία αποτελεί μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που συνεισφέρει στη βιώσιμη ανάπτυξη. Ο Ν. 3175/2003 όρισε ότι οι διατάξεις του Μεταλλευτικού Κώδικα και γενικότερα της μεταλλευτικής νομοθεσίας εφαρμόζονται και για το γεωθερμικό δυναμικό, εφόσον



δεν γίνεται διαφορετική ρύθμιση με τις διατάξεις του νόμου αυτού. Συνοπτικά, κάθε γεωθερμικό πεδίο θα αντιμετωπίζεται ως ενιαίο κοίτασμα-πηγή ώστε να αποφεύγεται ο κατακερματισμός που προέκυπτε από τις επί μέρους μισθωτικές εκχωρήσεις. Δημιουργήθηκε συγκεκριμένη διαγωνιστική διαδικασία (σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 10) για όλο το φάσμα των προϊόντων, υποπροϊόντων και παραπροϊόντων. Πάντως, ο κύριος σκοπός του νέου νόμου ήταν η αναθεώρηση του Ν. 2773/1999 προκειμένου να αντιμετωπιστεί η βραδύτητα που σημειώνεται στη διαδικασία απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρισμού κυρίως εξαιτίας της δεσπόζουσας θέσης της ΔΕΗ Α.Ε. Η αναθεώρηση αυτή ήταν επίσης αναγκαία για να αντικατοπτριστούν τροποποιήσεις που προμηνύονταν τότε από την Οδηγία 2003/54/EK (Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας του ΥΠΙΑΝ, 2005). Οι κυριότεροι νεωτερισμοί και βελτιώσεις που εισάγονται με το νέο νόμο είναι:

- Ίση αντιμετώπιση των υποψηφίων μισθωτών του γεωθερμικού δυναμικού, ύστερα από διαγωνισμό, οι όροι του οποίου είναι διοικητικά ίδιοι και η πλειοδοσία προκύπτει από τα στοιχεία, τις μελέτες και τις ικανότητες των υποψηφίων.
- Προκήρυξη διαγωνισμού με πρωτοβουλία της δημόσιας αρχής, που αφορούν σε ενιαία κατά το δυνατόν γεωθερμικά πεδία (και όχι κατατεμαχισμένα) και για κάθε πεδίο χωριστά.
- Ο διαχειριστής πεδίου θα πρέπει να έχει τα τεχνικά προσόντα και να μπορεί να προβεί στις αναγκαίες επενδύσεις, ώστε να εξασφαλίζεται η απαραίτητη υποδομή για παραγωγή και διάθεση σε τρίτους έτοιμης ενέργειας (θερμικής ή ηλεκτρικής).
- Ο νόμος κάλυψε και το νομοθετικό κενό που υπήρχε για τον τομέα της τηλεθέρμανσης.
- Τέλος, με το άρθρο 23 παρ. 6 υιοθετήθηκε ο ορισμός της Οδηγίας 2001/77/EK σχετικά με την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από υβριδικά συστήματα ώστε να αρθούν ασάφειες που ενδεχομένως να ανέκυπταν ως προς την ενέργεια που παράγεται από τα συστήματα αυτά (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).

Αξίζει να αναφερθεί ότι στο πρότυπο καινοτόμων επεμβάσεων που υλοποιήθηκαν για την επίσπευση των έργων των Ολυμπιακών έργων του 2004, ο Ν.3175/2003



περιέλαβε περαιτέρω δράσεις μεταξύ των οποίων και η εισαγωγή συντομευμένων και απλουστευμένων διαδικασιών σχετικά με τις απαλλοτριώσεις που είναι αναγκαίες για την ενίσχυση και επέκταση των γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να εξυπηρετηθεί και η ανάπτυξη των ΑΠΕ (Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας του ΥΠΑΝ, 2005).

Με την **ΚΥΑ 1726/2003** «Διαδικασία προκαταρκτικής εκτίμησης και αξιολόγησης, έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, καθώς και έγκρισης επέμβασης ή παραχώρησης δάσους ή δασικής έκτασης στα πλαίσια της έκδοσης άδειας εγκατάστασης σταθμών Ηλεκτροπαραγωγής, από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» προσαρμόστηκε η διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης ΑΠΕ στις νέες ρυθμίσεις του Ν.3010/2002 «Εναρμόνιση του Ν. 1650/1986 με τις Οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ, διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 91). Με τις ρυθμίσεις αυτές, περιορίστηκε ο αριθμός των γνωμοδοτούντων φορέων και καθιερώθηκαν συντομότερες προθεσμίες, άπρακτη παρέλευση των οποίων, νομιμοποιεί την επισπεύδουσα Υπηρεσία να θεωρεί θετικές τις ενδιάμεσες εγκρίσεις και γνωμοδοτήσεις άλλων φορέων (Βατάλης, 2007).

Επίσης, αξιοσημείωτη είναι η κοινή υπουργική απόφαση Δ6/Φ1/οικ.19500/4.11.2004 «Τροποποίηση της 13727/724/2003 κοινής υπουργικής απόφασης ως προς την αντιστοίχιση των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία» (ΦΕΚ Β' 1671), με την οποία εγκαταστάσεις ανανεώσιμης ηλεκτροπαραγωγής μικρού μεγέθους μετατάχθηκαν στην κατηγορία μηδενικής όχλησης με συνέπεια να είναι δυνατή η ένταξη τους στον οικιστικό ιστό. Με την εγκύκλιο του Υφυπουργού Ανάπτυξης Δ6/Φ1/οικ.20603/19.11.2004 καθορίστηκαν οι περιπτώσεις για τις οποίες δεν απαιτείται τροποποίηση της άδειας παραγωγής Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας του ΥΠΑΝ, 2005).

Ακολουθεί ο **Ν.3468/2006** «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 129/27.06.2006), με τον οποίο καταργήθηκαν προγενέστερες (και διάσπαρτες σε αρκετούς νόμους) διατάξεις και αναμορφώθηκε ριζικά το νομοθετικό καθεστώς για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (Βατάλης, 2007). Μέσω αυτού του νόμου, μεταφέρεται στο ελληνικό δίκαιο η Οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27^η



Σεπτεμβρίου 2001, για την «προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας» και προωθείται, κατά προτεραιότητα, στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, με κανόνες και αρχές, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και μονάδες ΣΗΘΥΑ (Κοσμά & Συρίγου, 2009).

Βασικός στόχος του νόμου είναι η συμμετοχή της ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ το έτος 2010 να ανέλθει σε ποσοστό 20,1% και το 2020 σε 29% της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης (άρθρο 27) (Βατάλης, 2007).

Στο πρώτο σκέλος του νόμου, επιδιώκεται η απλοποίηση και επιτάχυνση των διαδικασιών αδειοδότησης των εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ. Το δεύτερο σκέλος του νόμου είναι χρηματοδοτικό εργαλείο υποστήριξης των ΑΠΕ και των ΣΗΘΥΑ, μέσω εγγυημένων τιμών αγοράς της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τις τεχνολογίες αυτές. Ειδικότερα, με τις ρυθμίσεις του Ν.3468/2006 η αδειοδοτική διαδικασία για την κατασκευή και λειτουργία σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ έγινε πιο απλή και καταβλήθηκε προσπάθεια να μειωθεί ο απαιτούμενος χρόνος για τη χορήγηση αδειών. Καθορίστηκε αναλυτικά η τιμολόγηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΥΘΗΑ, ενώ αυξάνεται σημαντικά η τιμολόγηση της ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκά συστήματα. Καθορίζονται υψηλότερα όρια εξαιρέσεως από την υποχρέωση λήψης αδειών παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας, για μικρής κλίμακας μονάδες ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ. Δημιουργήθηκαν επιτροπές συντονισμού και προώθησης επενδύσεων στους τομείς ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ, οι οποίες αναμένεται να διευκολύνουν σημαντικά τους επενδυτές. Θεσπίστηκε σύστημα έκδοσης Εγγυήσεων Προέλευσης για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ σύμφωνα με τις επιταγές της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ. Τέλος, θεσπίστηκε εκ νέου το ύψος του ειδικού τέλους που αποδίδεται στους οικείους ΟΤΑ. Η θέσπιση του ύψους του ανταποδοτικού τέλους με νόμο έγινε συμμόρφωση προς την απόφαση Ολομέλεια του Στε 3293/2005 (Βατάλης, 2007).

Τέλος, τον Ιανουάριο του 2008 εγκρίνεται το *Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, σκοπός του οποίου είναι η διαμόρφωση πολιτικών χωροθέτησης έργων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, ανά κατηγορία δραστηριότητας και κατηγορία χώρου, η καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που θα επιτρέπουν αφενός την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων ΑΠΕ και αφετέρου την αρμονική ένταξή τους



στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον και η δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των εγκαταστάσεων ΑΠΕ, ώστε να επιτευχθεί ανταπόκριση στους στόχους των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών (<http://www.minenv.gr>).

Με τα παραπάνω επιδιώκεται να παρασχεθεί, εκτός των άλλων, ένα σαφές πλαίσιο στις αδειοδοτούσες αρχές και τις ενδιαφερόμενες επιχειρήσεις, ώστε να προσανατολιστούν σε καταρχήν κατάλληλες από χωροταξικής απόψεως περιοχές εγκατάστασης και να περιορίσουν έτσι τις αβεβαιότητες και τις συγκρούσεις χρήσεων που συχνά αναφύονται επί του πεδίου (<http://www.minenv.gr>).

Ελάχιστος στόχος ορίζεται η επίτευξη των εκάστοτε συμβατικών στόχων της Ελλάδας για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών και την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως θα απορρέουν από τις ευρωπαϊκές και διεθνείς της υποχρεώσεις. Ο στόχος αυτός θα συνδυασθεί με τη συμβολή όλων των ΑΠΕ στην ανάπτυξη της χώρας μέσω της ορθολογικής εκμετάλλευσης όλων των ενεργειακών πόρων σ' όλη την επικράτεια ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν και με τις δυνατότητες κάθε περιοχής. Η ανάπτυξη αυτή θα άρει την ενεργειακή απομόνωση αποκλεισμένων σήμερα περιοχών, θα συμβάλλει στη μείωση της ρυπογόνου ενέργειας, θα δημιουργήσει απασχόληση σε νέες τεχνολογίες αιχμής και θα συμβάλει στην ενεργειακή ανεξάρτηση της χώρας και ιδιαίτερα ευαίσθητων περιοχών (<http://www.minenv.gr>).

4.3.2 Αρμόδιοι Φορείς για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα

4.3.2.1 Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ)

Με το άρθρο 4 του Ν.2773/1999 ιδρύθηκε η *Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας*, ως ανεξάρτητη διοικητική αρχή. Η ΡΑΕ έχει την γενική εποπτεία του ηλεκτρικού συστήματος, φροντίζει, εισηγείται και προωθεί τον υγιή ανταγωνισμό και γνωμοδοτεί για τη χορήγηση των αδειών παραγωγής και προμήθειας σε φορείς της αγοράς (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Σκοπός της ΡΑΕ είναι να διευκολύνει τον ελεύθερο και υγιή ανταγωνισμό στην ενεργειακή αγορά με σκοπό να εξυπηρετηθεί σε τελευταία ανάλυση καλύτερα και οικονομικότερα ο καταναλωτής (ιδιώτης και επιχείρηση), αλλά και να επιζήσει, βρίσκοντας και νέες ευκαιρίες η μικρή και μεσαία επιχείρηση, η οποία είναι φορέας



ανάπτυξης και απασχόλησης (<http://www.rae.gr>).

Ο ρόλος της Αρχής δεν είναι ελεγκτικός ή δικαστικός και δεν καλύπτει θέματα της αρμοδιότητας της Επιτροπής Ανταγωνισμού, όπως για παράδειγμα αν μια ενδεχόμενη συγχώνευση εταιριών παραγωγής μπορεί να οδηγήσει σε μονοπωλιακές καταστάσεις. Έχει ως αρμοδιότητες την παρακολούθηση και τον έλεγχο της αγοράς ενέργειας σε όλους τους τομείς και τη γνωμοδότηση για την έκδοση των ατομικών και κανονιστικών διοικητικών πράξεων, την έγκριση λεπτομερειών εφαρμογής των Κωδίκων στον τομέα του ηλεκτρισμού, τον έλεγχο και την επιβολή κυρώσεων στα πρόσωπα που ασκούν δραστηριότητα στον τομέα της ενέργειας και τη διαιτητική επίλυση διαφορών, καθώς και τη συνεργασία με αντίστοιχες αρχές άλλων χωρών, διεθνείς οργανισμούς και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Καραγεβρέκης, 2006).

Ειδικότερα, η ΡΑΕ διατυπώνει γνωμοδοτήσεις προς τον Υπουργό Ανάπτυξης για την αδειοδότηση εγκαταστάσεων ανανεώσιμης ηλεκτροπαραγωγής και μετά την έκδοση αδειών παρακολουθεί την εξέλιξη της πορείας υλοποίησης έργων ΑΠΕ μέσω τριμηνιαίων δελτίων και εισηγείται την εκκαθάριση του χώρου από επενδυτές που επιδεικνύουν αδικαιολόγητη βραδύτητα. Επίσης, εισηγείται νομοθετικές παρεμβάσεις για περαιτέρω απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στα πλαίσια της οποίας μπορούν να βρουν θέση ουσιαστικές ρυθμίσεις για τις ΑΠΕ (όπως στην περίπτωση των υβριδικών σταθμών) (Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας του ΥΠΑΝ, 2005).

Η αξιολόγηση του συνόλου των αιτήσεων γίνεται από τη ΡΑΕ με την τεχνική υποστήριξη του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας με βάση τα κριτήρια του άρθρου 9 του Κανονισμού Αδειών που εκδόθηκε σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν. 2773/1999 (Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας του ΥΠΑΝ, 2005).

Η ΡΑΕ έχει σαν στόχο να εξασφαλίσει την αντιμετώπιση των παραπάνω ζητημάτων, κάνοντας αυτές τις εξωτερικότητες εσωτερικά θέματα της αγοράς, με τρόπο όμως που να είναι απολύτως συμβατός με την πιο ανταγωνιστική και ελεύθερη λειτουργία της. Τέτοια εξωτερικά ζητήματα είναι τα εξής:

- Η επαρκής, αξιόπιστη και ισότιμη τροφοδοσία όλων των καταναλωτών, τόσο στα νησιά και τις απομακρυσμένες περιοχές, όσο και για τις ασθενέστερες οικονομικά τάξεις.



- Η ασφάλεια τροφοδοσίας της χώρας σε μακροχρόνια βάση, αντικείμενο πολύπλοκο που εξαρτάται από το ρόλο των εγχωρίων πηγών αλλά και τις περιφερειακές διεθνείς συνεργασίες.
- Το περιβάλλον, περιλαμβανομένου του ζητήματος της κλιματικής αλλαγής Η ανάπτυξη κατά προτεραιότητα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συμπαραγωγής και αποτελεσματικής χρήσης της ενέργειας στα πλαίσια των μηχανισμών της αγοράς αλλά σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι χρηματοοικονομικά κριτήρια θα επέτρεπαν.
- Η υποδομή προμήθειας μεταφοράς και διανομής της ενέργειας και η ανάπτυξή της, ώστε να είναι επαρκής και να διευκολύνει τη φυσική και οικονομική πρόσβαση νέων επιχειρήσεων και την παροχή καλύτερης υπηρεσίας προς τους καταναλωτές.
- Η ενσωμάτωση της τεχνολογικής προόδου σε όλους τους τομείς παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας (<http://www.rae.gr>).

Από τη συγκρότηση της ΡΑΕ, τον Ιούλιο του έτους 2000 μέχρι σήμερα και παρά το γεγονός ότι της έχουν ανατεθεί κυρίως γνωμοδοτικές αρμοδιότητες, η θεσμοθέτησή της και η δραστηριοποίησή της δημιούργησαν μία νέα δυναμική στην αγορά ενέργειας, η οποία ανέδειξε σημαντικά οφέλη για τους καταναλωτές και τις επιχειρήσεις. Οι πρωτοβουλίες και οι δράσεις αυτές επικεντρώθηκαν κυρίως (Καραγεβρέκης, 2006):

(α) **Συνέχεια και ορθολογισμός:** Ο τρόπος και ιδίως τα κριτήρια επιλογής των μελών της Αρχής (επιστημονική κατάρτιση, επαγγελματική ικανότητα, εξειδικευμένη εμπειρία), καθώς και η οικονομική και διοικητική αυτοτέλεια που αναγνωρίζεται στην Αρχή, έχουν διαμορφώσει ήδη αίσθηση συνέχειας, εμπειρογνωμοσύνης και ίσης μεταχείρισης, συμβάλλοντας αποτελεσματικά στην εμπέδωση της αξιοπιστίας ως προς τον τρόπο λειτουργίας της αγοράς ενέργειας.

(β) **Επιχειρηματική εμπιστοσύνη:** Εμπεδώνεται τόσο στους επενδυτές όσο και στους καταναλωτές η αντίληψη ότι η μετάβαση από το κρατικό μονοπώλιο στον ελεύθερο ανταγωνισμό συντελείται υπό την εποπτεία τρίτου ανεξάρτητου οργάνου, που δεν έχει ίδιο ενδιαφέρον στην αγορά ενέργειας, όπως συμβαίνει στην περίπτωση του κράτους καθ' εαυτού, το οποίο ασκεί επιχειρηματική δραστηριότητα στον τομέα της ενέργειας.



(γ) **Πληροφόρηση:** Η ισότιμη πρόσβαση στην πληροφορία και η αποφυγή καταστάσεων «ασύμμετρης πληροφόρησης» -κατά την έννοια της οικονομικής θεωρίας- είναι θεμελιώδους σημασίας για την ανάπτυξη του ανταγωνισμού και την είσοδο νέων παικτών στην αγορά. Η ΡΑΕ παρέχει αντικειμενική και ισότιμη πληροφόρηση προς όλους και χαρακτηρίζεται και από διαφάνεια των πράξεών της.

(δ) **Προστασία καταναλωτών και μικρομεσαίων επιχειρήσεων:** Ήδη, η ΡΑΕ λειτουργεί αποτελεσματικά ως μηχανισμός αναφοράς, κυρίως σε σχέση με την προστασία των καταναλωτών και των μικρομεσαίων επιχειρήσεων, οι οποίοι όλο και πιο συχνά προσφεύγουν ενώπιόν της για την επίλυση ποικίλων θεμάτων. Στο πλαίσιο του ν. 3426/2005 προστέθηκαν ειδικές ρυθμίσεις για την προστασία και ενημέρωση των καταναλωτών κατόπιν υπουργικής απόφασης..

(ε) **Εφαρμογή αρχών «ασύμμετρης ρύθμισης».** Για την εξομάλυνση των εμποδίων των νεοεισερχόμενων επιχειρήσεων στον τομέα της ενέργειας (που εμφανίζονται κατά το στάδιο της μετάβασης από το καθεστώς κρατικού μονοπωλίου σε καθεστώς ελεύθερης αγοράς), απαιτείται η τήρηση αρχών «ασύμμετρης ρύθμισης», αρχών δηλαδή που εξισορροπούν και εξομαλύνουν τις συνθήκες της αγοράς.

(στ) **Διασφάλιση διαφάνειας και συμμετοχής.** Στους συμμετέχοντες στην αγορά ενέργειας, τόσο στην ελληνική πραγματικότητα, όσο και σε διεθνές και ευρωπαϊκό επίπεδο, έχει ήδη αρχίσει να εμπεδώνεται η απαίτηση συμμετοχής στην προετοιμασία κανονιστικών πράξεων και ρυθμίσεων της αγοράς, όπως αποδεικνύεται από την εξαιρετική συμμετοχή τους στις διαδικασίες δημόσιας διαβούλευσης σχετικά με διάφορα θέματα που άπτονται των αρμοδιοτήτων της ΡΑΕ.

Στο πλαίσιο αυτό, η ΡΑΕ συμμετείχε ενεργά στη διαδικασία τροποποίησης του νομοθετικού πλαισίου που διέπει την οργάνωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας τόσο κατά την επεξεργασία του ν. 3175/2003 όσο και του νέου θεσμικού πλαισίου αναμόρφωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας με την υιοθέτηση του ν. 3426/2005 όσο και του ν.3468/2006. Επίσης, ανέλαβε σημαντική πρωτοβουλία για την αναμόρφωση και θεσμοποίηση των Κωδίκων και Κανονισμών που θεσπίζονται κατ' εξουσιοδότηση του ν. 2773/1999, μετά από την τροποποίησή του με το ν. 3175/2003. Επεξεργάστηκε και αντιμετώπισε μεγάλο όγκο υποθέσεων έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και διαμόρφωσε τη διοικητική πρακτική που αφορά την



παρακολούθηση των αδειούχων και την ανάκληση αδειών παραγωγής σύμφωνα με το νόμο (Καραγεβρέκης, 2006).

Η ΡΑΕ αναλαμβάνει, επίσης, *διεθνείς συνεργασίες* τόσο με τις χώρες των Βαλκανίων και της Ευρασίας, όσο και στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η αγορά ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι σε δυναμική διαδικασία εξέλιξης. Στόχος είναι η συγκρότηση ενιαίας εσωτερικής αγοράς ενέργειας σε όλους τους τομείς. Στα πλαίσια αυτά αναμένονται σημαντικές θεσμικές εξελίξεις σε όλες τις χώρες και ενιαίο πλαίσιο λειτουργίας των αγορών. Οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι παρόμοιοι με αυτούς που αναφέρθησαν προηγουμένως. Επαρκής και οικονομικά ανταγωνιστική τροφοδοσία των καταναλωτών, νέες επιχειρηματικές δράσεις, ανάπτυξη υποδομής και νέων τεχνολογιών, προστασία του περιβάλλοντος με προτεραιότητα στην κλιματική αλλαγή, και όλα αυτά με τρόπο απόλυτα συμβατό με τους μηχανισμούς της αγοράς και στα πλαίσια της πιο μεγάλης απελευθέρωσης του ανταγωνισμού. Η ΡΑΕ έχει σημαντικό ρόλο στις διεργασίες αυτές, στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Συγχρόνως, φιλοδοξεί να αναπτύξει τους ίδιους μηχανισμούς στα πλαίσια της Βαλκανικής Αγοράς Ενέργειας στην οποία η Ελλάδα δίνει μεγάλη προτεραιότητα (<http://www.rae.gr>).

4.3.2.2 Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ)

Με το άρθρο 14 του Ν.2773/1999 προβλέφθηκε η δημιουργία μιας ανεξάρτητης εταιρείας για τη διαχείριση του συστήματος μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας. Με το Π.Δ. 328/2000 (ΦΕΚ Α 268) ιδρύθηκε η εταιρεία *Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ενέργειας* (ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε.) με σκοπό τη λειτουργία, εκμετάλλευση, συντήρηση και ανάπτυξη του συστήματος μεταφοράς του ρεύματος από τους παραγωγούς στο δίκτυο και των διασυνδέσεων με άλλες χώρες. Ο ΔΕΣΜΗΕ μεριμνά έτσι ώστε η ηλεκτρική ενέργεια να παρέχεται με ασφάλεια και ποιότητα, εντάσσοντας στο σύστημα τις μονάδες παραγωγής με τον πλέον οικονομικό τρόπο (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Ο Διαχειριστής του Συστήματος (ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε.) ανέλαβε την εμπορική διαχείριση των μονάδων ΑΠΕ του διασυνδεδεμένου συστήματος της χώρας από τον Οκτώβριο του 2002 (Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας του ΥΠΑΝ, 2005).



Ο ΔΕΣΜΗΕ είναι ανώνυμη εταιρεία που ανήκει κατά 51% στο δημόσιο και κατά 49% στις εταιρείες παραγωγής που υπάρχουν στην Ελλάδα και που έχει ένα διπλό ρόλο:

- Ο ένας ρόλος είναι αυτός που ασκούσε η ΔΕΗ σε σχέση με το Σύστημα Μεταφοράς: φροντίζει για την ισορροπία παραγωγής, κατανάλωσης και αξιόπιστης και ποιοτικής παροχής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ο δεύτερος ρόλος του ΔΕΣΜΗΕ είναι να εκκαθαρίζει την αγορά, να λειτουργεί σαν ένα είδος χρηματιστηρίου που υπολογίζει κάθε ημέρα ποιος οφείλει σε ποιόν. Ότι συναλλακτικές σχέσεις έχει ο ΔΕΣΜΗΕ είναι διμερείς μεταξύ παραγωγών / προμηθευτών και των πελατών τους και δεν εμπορεύεται ηλεκτρική ενέργεια (<http://www.desmie.gr>).

Στόχος του ΔΕΣΜΗΕ είναι να εξασφαλίσει μια αξιόπιστη και αμερόληπτη λειτουργία του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας αλλά και της αγοράς που στηρίζεται σε αυτό έτσι ώστε οι νέοι παραγωγοί, οι πελάτες αλλά και όλοι οι καταναλωτές να διαθέτουν την παραδοσιακή αξιοπιστία του Συστήματος που 50 χρόνια τώρα υπηρετεί την Ελλάδα, πλαισιωμένη με τη διαφάνεια και αμεροληψία που απαιτούν οι κανόνες της νέας αγοράς (<http://www.desmie.gr>).

Μια πρώτη διαδικασία της ευθύνης του Διαχειριστή του Συστήματος είναι η αξιόπιστη, ακριβής κι μη αμφισβητούμενη μέτρηση της ενέργειας που παράγεται, διακινείται και καταναλώνεται, δηλαδή ένα **μετρητικό σύστημα**, επίσημα πιστοποιημένο (<http://www.desmie>).

Μια δεύτερη διαδικασία, που αποτελεί και την καρδιά του Συστήματος είναι η **Κατανομή Φορτίου**. Η Κατανομή Φορτίου είναι αυτή που υπαγορεύει το ποιος σταθμός θα παράγει και πόσο (<http://www.desmie.gr>).

Μια διαδικασία απολύτως συναρτημένη με την απελευθερωμένη αγορά ηλεκτρικής ενέργειας είναι η **εκκαθάριση**, το ποιος δηλαδή οφείλει σε ποιόν. Η εκκαθάριση της αγοράς γίνεται με τρόπο που να ενθαρρύνεται η οικονομική λειτουργία του Συστήματος. Για την Ελληνική αγορά έχει επιλεγεί ένα σύστημα μεταξύ καταναλωτή και προμηθευτή-παραγωγού (σύστημα διμερών βασικά εμπορικών σχέσεων). Ο Διαχειριστής του Συστήματος δεν παρεμβαίνει στα διμερή αυτά συμβόλαια τα οποία είναι στην απόλυτη δικαιοδοσία των συμβαλλόμενων μερών. Όμως κατά την καθημερινή λειτουργία για διάφορους λόγους η παραγωγή ενός προμηθευτή δεν



αντιστοιχεί απολύτως στην κατανάλωση ενός πελάτη. Αυτή η απόκλιση μετράται και τιμολογείται από το Διαχειριστή του Συστήματος ο οποίος υπαγορεύει σε κάθε ελλειμματικό παραγωγό το τί θα πληρώσει μέσω του Διαχειριστή του Συστήματος σε κάποιον άλλο, πλεονασματικό παραγωγό (<http://www.desmie.gr>).

Μια άλλη πολύ βασική λειτουργία του Διαχειριστή του Συστήματος είναι η **συντήρηση του συστήματος** και η περαιτέρω ανάπτυξή του για να υποδεχθεί νέους παραγωγούς και νέους πελάτες (<http://www.desmie.gr>).

Τέλος, στα καθήκοντα του Διαχειριστή του Συστήματος είναι η υποστήριξη και περαιτέρω ανάπτυξη της αγοράς και η ενημέρωση των ενδιαφερομένων. Συγκεκριμένα, ο Διαχειριστής του Συστήματος κάνει βραχυπρόθεσμες, μεσοπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες προβλέψεις για τις ανάγκες του συστήματος, δημοσιεύει εκτιμήσεις, εισηγείται βελτιώσεις και εξασφαλίζει μια υψηλού βαθμού διαφάνεια στη λειτουργία της αγοράς και της εταιρίας, καθώς και στη διαχείριση του Συστήματος (<http://www.desmie.gr>).

4.3.3.3 Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

Το έτος 1987 ιδρύθηκε το **Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)**, με το π.δ. 375/1987 «Ίδρυση Νομικού Προσώπου Ιδιωτικού Δικαίου με την επωνυμία Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας», με σκοπό την προώθηση και υποστήριξη της ανάπτυξης των ΑΠΕ στην Ελλάδα (Βατάλης, 2007).

Κύριος σκοπός του ΚΑΠΕ είναι ο εθνικός συντονισμός στους τομείς των ΑΠΕ, της ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας, η προώθηση των εφαρμογών σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, καθώς και η κάθε είδους υποστήριξη δραστηριοτήτων στους παραπάνω τομείς, συνυπολογίζοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της αλυσίδας παραγωγή-μεταφορά-χρήση της ενέργειας (<http://www.cres.gr>).

Το ΚΑΠΕ έχει δύο κύρια επίπεδα δράσης. Αυτό του αυτό του Ερευνητικού και Τεχνολογικού Κέντρου για τις ΑΠΕ, την ορθολογική χρήση και την εξοικονόμηση ενέργειας και αυτό του Εθνικού Κέντρου Ενέργειας. Όσον αφορά το πρώτο επίπεδο δράσης, αφενός αναπτύσσει την εφαρμοσμένη έρευνα για τις νέες ενεργειακές τεχνολογίες, αφετέρου υποστηρίζει τεχνικά την αγορά για τη διείσδυση και εφαρμογή των νέων ενεργειακών τεχνολογιών. Στη δράση του ως Εθνικό Κέντρο Ενέργειας, μελετά τα θέματα ενεργειακού σχεδιασμού και πολιτικής για τις ΑΠΕ και την



Εξοικονόμηση Ενέργειας αλλά και αναπτύσσει την απαραίτητη υποδομή για την υποστήριξη της υλοποίησης επενδυτικών προγραμμάτων ΑΠΕ (<http://www.cres.gr>).

Στα πλαίσια της αποστολής του το ΚΑΠΕ:

- είναι ο επίσημος σύμβουλος της πολιτείας σε θέματα εθνικής πολιτικής, στρατηγικής και προγραμματισμού των ΑΠΕ/ΟΧΕ/ΕΞΕ,
- εκτελεί εφαρμοσμένη έρευνα και αναπτύσσει νέες τεχνολογίες που είναι ταυτόχρονα τεχνικοοικονομικά βιώσιμες και περιβαλλοντικά φιλικές,
- οργανώνει, επιβλέπει και εκτελεί επιδεικτικά και πιλοτικά προγράμματα με σκοπό την προώθηση των ως άνω τεχνολογιών,
- υλοποιεί εφαρμογές ΑΠΕ/ΟΧΕ/ΕΞΕ σε έργα του ιδιωτικού τομέα, της Τοπικής Αυτοδιοίκησης, επαγγελματικών ενώσεων, κ.λ.π.,
- παρέχει τεχνικές υπηρεσίες και συμβουλές με τη μορφή εξειδικευμένης τεχνογνωσίας και πληροφόρησης προς τρίτους,
- παρέχει αντικειμενική πληροφόρηση και υποστήριξη προς κάθε ενδιαφερόμενο φορέα και επενδυτή,
- οργανώνει ή/και συμμετέχει σε τεχνικά και επιστημονικά σεμινάρια, εκπαιδευτικά προγράμματα, συναντήσεις, κ.λ.π. (<http://www.cres.gr>).

Το ΚΑΠΕ διαθέτει εργαστήρια πιστοποίησης τεχνολογιών ΑΠΕ, εκπονεί μελέτες προσδιορισμού του φυσικού και οικονομικού δυναμικού των ΑΠΕ και συμμετέχει ενεργά στην αξιολόγηση και παρακολούθηση των επενδύσεων του χώρου περιλαμβανομένου του τομέα εξοικονόμησης ενέργειας (Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας του ΥΠΙΑΝ, 2005).



5. Αξιολόγηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας



5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

5.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο επιχειρείται η αξιολόγηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέσω της ανάλυσης της κάθε μορφής ΑΠΕ ξεχωριστά. Η διαδικασία περιλαμβάνει τη συλλογή στοιχείων από αξιόπιστες πηγές, την επεξεργασία τους και τελικά την εξαγωγή και παρουσίαση αντικειμενικών, επικυρωμένων, οργανωμένων και επιστημονικά τεκμηριωμένων στοιχείων.

Αρχικά, λοιπόν, κρίνεται σκόπιμη η γενική αναφορά στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών, καθώς έχουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά. Ακολούθως, εξετάζεται η κάθε τεχνολογία ξεχωριστά. Καταρχήν, γίνεται αναφορά στην απόδοση και το δυναμικό της κάθε ΑΠΕ. Ο όρος απόδοση είναι ο προσδιορισμός (μέτρηση) του πόσο καλά η τεχνολογία μετατρέπει την ενέργεια από τη μια μορφή στην άλλη (Παλαιοκρασάς, 1997). Τα δεδομένα που παρουσιάζονται, αποτελούν σημαντική πληροφορία, καθώς παρέχουν τη γνώση σχετικά με το «δυναμικό» της χώρας, τη δυνατότητα, δηλαδή, να «φιλοξενήσει» τη συγκεκριμένη τεχνολογία. Εν συνεχεία, παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα, οι ευκαιρίες, τα μειονεκτήματα και οι απειλές, ώστε αβίαστα να προκύψει ο πίνακας της **SWOT Analysis** για την κάθε μορφή ΑΠΕ. Η **SWOT Analysis** αποτελεί ένα πολύ καλό εργαλείο μελέτης και αναγνώρισης των δυνατών (Strengths) και αδυνάτων (Weaknesses) σημείων κάθε μορφής, καθώς και των ευκαιριών (Opportunities) και απειλών (Threats) που υπάρχουν. Κατά την αξιολόγηση οποιασδήποτε τεχνολογίας παραγωγής ενέργειας, μελετώνται τα περιβαλλοντικά οφέλη ή οι επιπτώσεις της, η πιθανή επίδραση της στο φυσικό τοπίο και οι συνεπακόλουθες αντιδράσεις τοπικών παραγόντων. Παράλληλα, εκτός από τα τεχνικά μεγέθη που λαμβάνονται υπόψη, είναι καθοριστικής σημασίας και συνυπολογίζονται και οι κοινωνικοοικονομικές συνέπειες που αυτή επιφέρει. Έτσι, παρέχεται η δυνατότητα να αναγνωριστούν παράγοντες που μπορούν είτε να εισάγουν πιθανά προβλήματα είτε να ενισχύσουν το ενδιαφέρον για προώθηση της υπό εξέταση τεχνολογίας.

5.2 Πλεονεκτήματα των ΑΠΕ

Οι ΑΠΕ έχουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά από τη φύση τους, που τις καθιστούν ελκυστικές για μια διευρυμένη συμμετοχή τους στο ενεργειακό ισοζύγιο μιας χώρας.



Το βασικότερο πλεονέκτημα των ΑΠΕ έναντι των συμβατικών πηγών, είναι, όπως φανερώνει και το όνομά τους, ότι είναι **πρακτικά ανεξάντλητες** πηγές ενέργειας. Παράλληλα, η έννοια της ανανεωσιμότητας των ΑΠΕ είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την έννοια της αειφόρου ανάπτυξης, αν αναλογιστεί κανείς ότι συμβάλλουν και στις τρεις συνιστώσες της, δηλαδή στην οικονομία, στο περιβάλλον και στην κοινωνική ευημερία (Κοσμά & Συρίγου, 2009).

Ειδικότερα, όσον αφορά τα **περιβαλλοντικά οφέλη**, σημειώνεται ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δύναται να απαντήσουν στο περιβαλλοντικό πρόβλημα για τη σταθεροποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και των υπόλοιπων αερίων του θερμοκηπίου (Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, 1989). Η χρήση των ΑΠΕ για την παραγωγή ενέργειας, συμβάλλει στην **αντιμετώπιση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής** μέσω της μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και δεν επιβαρύνει το τοπικό περιβάλλον με επικίνδυνους αέριους ρύπους, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, καρκινογόνα μικροσωματίδια κ.ά. όπως γίνεται με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, 2005).

Εκτός όμως από τη μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων που παρουσιάζει η χρήση των ΑΠΕ, προκύπτουν και άλλα περιβαλλοντικά οφέλη που είναι: βελτίωση της ποιότητας των επιφανειακών νερών, ανάκτηση υποβαθμισμένων εκτάσεων γης, μείωση αστική ρύπανσης λόγω των μέσων μεταφοράς αλλά και μείωση των γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (Βουρδουμπάς, 2006).

Περνώντας στα **ενεργειακά οφέλη**, οι ΑΠΕ προσφέρουν μεγαλύτερη ποικιλία σε τοπικές ενεργειακές πηγές, βελτιώνουν το ενεργειακό ισοζύγιο και λειτουργούν συμπληρωματικά στην εφαρμογή της εθνικής ενεργειακής πολιτικής (Κρόκος, 2006). Είναι **εγχώριες** πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο. Παράλληλα, είναι **γεωγραφικά διεσπαρμένες** και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας (Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, 1989).



Επιπλέον, θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθεί και το γεγονός ότι δίνουν τη **δυνατότητα επιλογής** της κατάλληλης μορφής ενέργειας που είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών έως αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή), επιτυγχάνοντας ορθολογικότερη χρησιμοποίηση των ενεργειακών πόρων (Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, 1989).

Όσον αφορά τα **οικονομικά οφέλη**, οι ΑΠΕ έχουν συνήθως **χαμηλό λειτουργικό κόστος**, το οποίο επιπλέον δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων. Επιπλέον, οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των ΑΠΕ διατίθενται σε μικρά μεγέθη και έχουν μικρή διάρκεια κατασκευής, επιτρέποντας έτσι τη **γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας**, με επαναλαμβανόμενα συστήματα σε πολλές περιπτώσεις. Τέλος, οι **επενδύσεις** των ΑΠΕ είναι **εντάσεως εργασίας**, δημιουργώντας πολλές θέσεις εργασίας ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο (Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, 1989).

Εκτός από περιβαλλοντικά, ενεργειακά και οικονομικά οφέλη, η αξιοποίηση των ΑΠΕ έχει και **κοινωνικά οφέλη**. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συμβάλλουν αποφασιστικά στην «αιετόφορο ανάπτυξη». Η χρήση τους ως τοπικών πηγών συνεισφέρει στην περιφερειακή ανάπτυξη και στην ενίσχυση της κοινωνικής συνοχής με τα περιβαλλοντικά οφέλη που αυτή συνεπάγεται, καθώς επίσης και στην τοπική ανάπτυξη. Επίσης, η χρήση τους ελαττώνει τους κινδύνους που προκαλούνται για την υγεία από τις συμβατικές πηγές ενέργειας, γι' αυτό η αξιοποίησή τους έχει γενικά πολύ καλή κοινωνική αποδοχή (Κρόκος, 2006).

Ιδιαίτερα σημαντικό είναι και το γεγονός ότι οι ΑΠΕ μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις **πυρήνα για την αναζωογόνηση** οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση επενδύσεων που στηρίζονται στη συμβολή των ΑΠΕ (π.χ. θερμοκηπιακές καλλιέργειες με γεωθερμική ενέργεια). Επίσης, μπορούν να ενισχύσουν τον τουρισμό, βελτιώνοντας την ποιότητα σε ορισμένους τομείς, όπως, για παράδειγμα, στον οικοτουρισμό (Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, 1989).



Παράλληλα, οι ΑΠΕ συμβάλλουν και στην *περιφερειακή ανάπτυξη*. Η σωστή αξιοποίησή τους μπορεί να συμβάλλει στην τόνωση των επενδύσεων στις περιοχές που βρίσκονται, στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και πρόσθετων εισοδημάτων.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι εξής περιπτώσεις:

- Στο νομό Λασιθίου έχουν δημιουργηθεί πολλά αιολικά πάρκα σε περιοχές που δεν έχουν πολλές δυνατότητες ανάπτυξης.
- Γεωθερμικά πεδία έχουν εντοπιστεί σε απομακρυσμένες περιοχές όπως στη Λέσβο ή στο νομό Σερρών και έχουν μερικώς αξιοποιηθεί.
- Μικρά ή μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα έχουν κατασκευαστεί στην Ήπειρο και σε άλλες περιοχές της χώρας μακριά συνήθως από τα αστικά κέντρα.
- Η χρήση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας με την αξιοποίηση γεωργικών παραπροϊόντων ή δασικών υπολειμμάτων συνεπάγεται τη χρησιμοποίηση των ανανεώσιμων φυσικών πόρων διαφόρων αγροτικών περιφερειών (Βουρδουμπάς, 2006).

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, η αξιοποίηση των διαφόρων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συνδυάζεται με την πραγματοποίηση επενδύσεων, τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και την τόνωση των εισοδημάτων του τοπικού πληθυσμού. Επιπλέον, προσφέρεται η δυνατότητα εναλλακτικής απασχόλησης, σε περιοχές που σήμερα υποφέρουν λόγω της εγκατάλειψης των παραδοσιακών γεωργικών ή κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων τους και της εσωτερικής μετανάστευσης των κατοίκων (Βουρδουμπάς, 2006).

5.3 Μειονεκτήματα των ΑΠΕ

Από τα προαναφερθέντα, μπορεί εύκολα να συμπεράνει κανείς ότι οι ΑΠΕ προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα. Παράλληλα, όμως, χαρακτηρίζονται και από κάποια προβλήματα τα οποία εμποδίζουν και την ευρεία αξιοποίησή τους. Τα βασικότερα, περιλαμβάνουν:

- **Το υψηλό κόστος επένδυσης:** η αρχική επένδυση σε μερικές εφαρμογές είναι υψηλή, αν και με την συνεχιζόμενη έρευνα σε αυτούς τους τομείς, την τυποποίηση παραγωγής συστημάτων και την αύξηση της απόδοσής τους, τελικά



το κόστος τους γίνεται όλο και περισσότερο ανταγωνιστικό, ιδιαίτερα αν συμπεριλάβουμε και το έμμεσο κόστος των συμβατικών πηγών ενέργειας (Αργυρίου κ.ά., 2006).

- **Το δυναμικό τους είναι εξαιρετικά διεσπαρμένο** συνήθως: συνεπώς είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος, να μεταφερθεί και να αποθηκευτεί (Κρόκος, 2006).
- **Την εξάρτηση από τα φυσικά φαινόμενα:** τα οποία έχουν σαν αποτέλεσμα το ενεργειακό δυναμικό των ΑΠΕ να μεταβάλλεται χρονικά. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται ικανοποιητικά με την αποθήκευση ενέργειας, τις χαμηλές αποδόσεις. Τα περισσότερα συστήματα που εκμεταλλεύονται τις ήπιες μορφές ενέργειας είναι νέας τεχνολογίας και συνεπώς χαμηλών αποδόσεων, αλλά με τη συνεχή έρευνα πάνω σε αυτούς τους τομείς, τα συστήματα αυτά γίνονται αποδοτικότερα (Αργυρίου κ.ά., 2006).
- Υπάρχουν κάποιες ενδεχόμενες **περιβαλλοντικές επιπτώσεις:** οι οποίες, αντίθετα με τις συμβατικές τεχνολογίες συνδέονται κατά προτεραιότητα με το τοπικό και περιφερειακό περιβάλλον. Όπως είναι γνωστό, όταν πραγματοποιείται κάποιο έργο δεν μπορούν να αποφευχθούν πλήρως κάποιες επιπτώσεις στο περιβάλλον, και αυτό και στην περίπτωση των ΑΠΕ. Όμως, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση των ΑΠΕ είναι μικρές και μπορούν να ελαχιστοποιηθούν, εφόσον ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα. Συνήθως αυτές εξαρτώνται από το είδος του έργου και συνήθως περιορίζονται στον τόπο υλοποίησης του έργου (Βουρδουμπάς, 2006). Οι επιπτώσεις αυτές είναι εύκολα αναστρέψιμες και ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις για αειφόρο ανάπτυξη. Μέχρι σήμερα, ένας σημαντικός αριθμός των προβλημάτων αυτών έχει αντιμετωπισθεί επιτυχώς, ώστε να ελαφρύνει τις ενδεχόμενες αρνητικές επιπτώσεις από τις ΑΠΕ. Εκτός από σπάνιες περιπτώσεις, τα περιβαλλοντικά οφέλη από τις ΑΠΕ είναι περισσότερα από τα προβλήματα που δημιουργούν (Κρόκος, 2006).

Σε κάθε περίπτωση οι πολυάριθμες εφαρμογές αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η εμπειρία αντιμετώπισης προβλημάτων περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συσσωρεύεται από αυτές δημιουργούν με την πάροδο του χρόνου ευνοϊκότερες προϋποθέσεις για την ελάφρυνση κάθε μορφής ενδεχόμενων αρνητικών επιπτώσεων.



Πέραν όμως των θετικών και αρνητικών στοιχείων που ισχύουν για όλες τις μορφές ΑΠΕ, κάθε μια από αυτές έχει κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Στη συνέχεια θα αναφερθούν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που προκύπτουν από αυτά τα χαρακτηριστικά.

5.4 Αξιολόγηση ηλιακής Ενέργειας

5.4.1 Απόδοση φωτοβολταϊκών συστημάτων

Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο φωτοβολταϊκό στοιχείο. Περιορίζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η αυξημένη θερμοκρασία και από άλλους που έχουν σχέση με το φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία, που σχεδιάστηκαν τον 19ο αιώνα, δεν είχαν παρά 1-2% απόδοση, ενώ το 1954 τα εργαστήρια Bell Laboratories δημιούργησαν τα πρώτα Φ/Β στοιχεία πυριτίου με απόδοση 6%. Στην πορεία του χρόνου παρατηρείται αύξηση του βαθμού απόδοσης, η οποία, έστω και αν είναι κατά μια ποσοστιαία μονάδα, θεωρείται επίτευγμα στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών (<http://el.wikipedia.org>).

Σήμερα, ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος κυμαίνεται μεταξύ 8% και 24%, ο οποίος, συγκρινόμενος με την απόδοση άλλου συστήματος (συμβατικού, αιολικού, υδροηλεκτρικού κλπ.), παραμένει ακόμη αρκετά χαμηλός. Το φωτοβολταϊκό σύστημα, λοιπόν, καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια προκειμένου να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ. Ωστόσο, η απόδοση ενός δεδομένου συστήματος μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών σε ηλιοστάτη (<http://el.wikipedia.org>).

5.4.2 Ηλιακό δυναμικό

Η Ελλάδα στο μεγαλύτερο τμήμα της χαρακτηρίζεται από μεγάλο ηλιακό δυναμικό και κατ' επέκταση παρουσιάζει μεγάλη ενεργειακή απόδοση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τη δημιουργία μονάδων τέτοιου τύπου οι οποίες θεωρούνται ως οι πλέον αξιόπιστες επενδύσεις (Χάρτης 5.1 Παραρτήματος).

Η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία στη χώρα μας κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα τόσο κατά τη καλοκαιρινή όσο και κατά την χειμερινή περίοδο. Η μέση μηνιαία διαθέσιμη



ηλιακή ακτινοβολία σε μερικές αντιπροσωπευτικές περιοχές παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 5.1: Μέση μηνιαία διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία

Μήνας	Μέση μηνιαία διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία			
	Αθήνα	Θεσσαλονίκη	Κρήτη	Ρόδος
Ιανουάριος	91,99	85,16	92,59	91,53
Φεβρουάριος	103,74	94,492	107,72	105,99
Μάρτιος	138,94	128,34	146,85	144,58
Απρίλιος	156,97	144,38	171,17	168,03
Μάιος	179,01	166,69	197,67	194,27
Ιούνιος	176,6	166,03	195,51	192,45
Ιούλιος	184,75	176,44	200,81	198,52
Αύγουστος	184,19	176,86	195,57	193,84
Σεπτέμβριος	166,22	157,38	173,61	171,81
Οκτώβριος	139,06	131,02	141,68	140,32
Νοέμβριος	107,64	95,92	111,38	109,3
Δεκέμβριος	88,51	80,42	89,71	88,4
Μέση ετήσια	143,13	133,59	152,02	149,92

Πηγή: <http://www.electrotech.gr> / Ιδία επεξεργασία

Ένα Φ/Β σύστημα στην Ελλάδα παράγει ετησίως 1.100-1.500 KWH ανά εγκατεστημένο KW. Βέβαια, στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας, ένα Φ/Β παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό απ' ότι στις βόρειες. Για παράδειγμα, ένα Φ/Β σύστημα στην Αθήνα αποδίδει 1.300-1.400 KWH/έτος/KW, στη Θεσσαλονίκη 1.150-1.250 KWH/έτος/KW στην Κρήτη ή Ρόδο 1.350-1.500 KWH/έτος/KW και στην Ζάκυνθο (<http://www.s-ol-ar.gr>).

Η πρόοδος που έχει επιτελέσει η Ελλάδα στον τομέα των φωτοβολταϊκών, δεν κρίνεται ικανοποιητική, ενώ κινδυνεύει να χαρακτηριστεί απογοητευτική αν αναλογιστεί κανείς το γεγονός ότι το κλίμα της, με τις μεγάλες περιόδους ηλιοφάνειας ευνοεί την ανάπτυξη του τομέα. Ειδικότερα, το 2005 στην Ελλάδα εγκαταστάθηκαν μόλις 0,156 MWp στο διασυνδεδεμένο σύστημα καθώς και άλλα 0,745 MWp εκτός δικτύου, όσα και το 2004, την ώρα που η Γερμανία συνέδεσε στο δίκτυό της το 2005, 600 MWp και η Ισπανία 18,7 MWp, διπλασιάζοντας σχεδόν σε ένα χρόνο το σύνολο των ηλιακών πανέλων (Καραγιώργα, 2008).



5.4.3 Πλεονεκτήματα - Ευκαιρίες

Καθώς ο ήλιος αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η οποία μπορεί να προσφέρει ενέργεια προσιτή σε όλους -τουλάχιστον για τα επόμενα 5 δισεκατομμύρια χρόνια- είναι προφανές ότι μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά στην επίλυση των προβλημάτων που οφείλονται στην ενεργειακή εξάρτηση (Alonso κ.ά., 2008).

Πρακτικά η ηλιακή ενέργεια *δεν εξαντλείται* ποτέ. Είναι *περιβαλλοντικά ελκυστική* λόγω των ελάχιστων αποβλήτων που παράγει. Είναι καθαρή, ανανεώσιμη (αντίθετα από το αέριο, το πετρέλαιο και τον άνθρακα) και βιώσιμη, βοηθώντας στην προστασία του περιβάλλοντος. Δεν μολύνει τον αέρα με την απελευθέρωση του διοξειδίου του άνθρακα, του οξειδίου αζώτου, του διοξειδίου του θείου ή του υδράργυρου όπως πολλές παραδοσιακές μορφές ηλεκτρικών γενεών. Επομένως, η ηλιακή ενέργεια δεν συμβάλλει στην παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου, στην όξινη βροχή ή στην αιθαλομίχλη (Παπαϊωάννου, 2008).

Επιπλέον, για οικιακές και εμπορικές εφαρμογές *δεν απαιτεί τη μεταφορά της* στον τόπο κατανάλωσης. Καμιά άλλη μορφή ενέργειας, που βρίσκεται σε χρήση σήμερα, δε διαθέτει τα πλεονεκτήματα αυτά (Παπαϊωάννου, 2008).

Παράλληλα, ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας είναι ότι *δε διαθέτει μακροπρόθεσμο κόστος*. Γενικά, ο καταναλωτής πληρώνει μόνο την αρχική επένδυση του συστήματος και τη συντήρησή του. Κατά τη διάρκεια της ζωής ενός συστήματος ηλιακής ενέργειας, το κόστος είναι πολύ χαμηλότερο συγκριτικά με το εάν την ηλιακή ενέργεια θα την παρήγαγε και θα τη διέθετε κάποια ηλεκτρική εταιρεία. Η εξέταση του κόστους της παραγόμενης ενέργειας συγκριτικά με τη διάρκεια ζωής του συστήματος, αναφέρεται ως κόστος κύκλου ζωής (Παπαϊωάννου, 2008).

Ας επικεντρωθούμε, όμως, στα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μιας και είναι μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες της νέας εποχής που ανατέλλει στο χώρο της ενέργειας. Μιας νέας εποχής που θα χαρακτηρίζεται ολοένα και περισσότερο από τις μικρές αποκεντρωμένες εφαρμογές σε ένα περιβάλλον απελευθερωμένης αγοράς. Τα μικρά, ευέλικτα συστήματα που μπορούν να εφαρμοστούν σε επίπεδο κατοικίας, εμπορικού κτιρίου ή μικρού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής, όπως τα φωτοβολταϊκά, αναμένεται



να κατακτήσουν ένα σημαντικό μερίδιο της ενεργειακής αγοράς στα χρόνια που έρχονται (Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, 2008).

Παλαιότερα, τα φωτοβολταϊκά δεν αποτελούσαν μια επικερδή –σε όρους ενέργειας– επένδυση, κυρίως λόγω της υψηλής ενεργειακής απαίτησης κατά τη διαδικασία παραγωγής τους, η οποία ήταν δύσκολο να ανακτηθεί κατά τη διάρκεια ζωής μιας Φ/Β γεννήτριας. Σήμερα όμως, η ενέργεια που καταναλώνεται για την παραγωγή τους, ανακτάται μέσα στα δύο πρώτα έτη λειτουργίας του Φ/Β συστήματος (Alonso κ.ά., 2008).

Αποτελούν μια τεχνολογία με σημαντικά οφέλη τόσο για το *περιβάλλον* και την *κοινωνία*, όσο και για τον *καταναλωτή*, για τις *αγορές ενέργειας* και τη *βιώσιμη ανάπτυξη*. Ειδικότερα, τα Φ/Β συστήματα παρουσιάζουν τα εξής πλεονεκτήματα (<http://el.wikipedia.org>):

- *Δεν καταναλώνουν άλλη πρωτογενή ενέργεια* για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- *Μηδενική ρύπανση*, καθώς δεν ρυπαίνουν κατά τη λειτουργία τους.
- Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς *αθόρυβη*.
- *Σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης*.
- *Δεν αφήνουν κατάλοιπα* (με εξαίρεση τις μπαταρίες, όταν χρησιμοποιούνται σαν αποθηκευτικό μέσο).
- *Αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής* (που φθάνει τα 30 έτη).
- Απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων, οπότε μπορούν να εγκατασταθούν σε απομονωμένο μέρος.
- Δεδομένου ότι η παραγωγή και κατανάλωση του ηλιακού ηλεκτρισμού γίνονται τοπικά, *αποφεύγονται οι σημαντικές απώλειες της μεταφοράς και διανομής* του ηλεκτρισμού και κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 10% σε σχέση με τη συμβατική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του δικτύου (Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, 2008).
- Έχουν τη δυνατότητα να *λειτουργούν αυτόνομα*, χωρίς την παρουσία χειριστή.
- Μπορούν να λειτουργήσουν *παράλληλα με άλλα* συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.



- Υπάρχει πάντα η **δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης**, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών.
- Επιπλέον, ο πυρίτιο η πρώτη ύλη που είναι σήμερα η πιο διαδεδομένη για την κατασκευή των Φ/Β γεννητριών βρίσκεται σε αφθονία, ενώ η εξόρυξή της δεν παρουσιάζει σημαντικές τεχνικές δυσκολίες. Σημαντικό πλεονέκτημα των Φ/Β είναι επίσης ότι όλα τα επιμέρους τμήματά τους είναι ανακυκλώσιμα (Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, 2008).
- Τα φωτοβολταϊκά παρέχουν τον **απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή** και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια. Τον καθιστούν έτσι πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν μ' αυτό τον τρόπο στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας (Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, 2008).

Μέσα στην επόμενη δεκαετία, η Φ/Β ενέργεια, εκτός από κερδοφόρα –ενεργειακά- επένδυση, αναμένεται να γίνει μια ανταγωνιστικά οικονομική πρόταση, σύμφωνα με τον ρυθμό μείωσης του κόστους παραγωγής και της αύξησης των τιμολογίων ηλεκτρικής ενέργειας. Εξάλλου, στις χώρες που εφαρμόζονται κίνητρα ή συστήματα χρηματοδότησης η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από Φ/Β, είναι ήδη μια ελκυστική επένδυση (Alonso κ.ά., 2008).

Τέλος, το πιο σημαντικό πλεονέκτημα της Φ/Β τεχνολογίας είναι ότι η χρήση της δεν προκαλεί οποιαδήποτε επιβάρυνση στην ατμόσφαιρα από εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ή άλλων επικίνδυνων ρύπων, ούτε όχληση από θόρυβο. Η ελάχιστη επίδραση στο περιβάλλον από τη δέσμευση γης ή από ενδεχόμενη αισθητική όχληση, μπορούν να αντιμετωπιστούν πλήρως με την πλήρη ενσωμάτωση των Φ/Β πλαισίων στο κτίριο (Alonso κ.ά., 2008).

Η αγορά ενέργειας στην Ελλάδα βρίσκεται στο προσκήνιο ραγδαίων εξελίξεων προσελκύνοντας επενδυτές από όλο τον κόσμο. Με την ανάδειξη της Ελλάδας ως ενεργειακό κόμβο της Νοτιοανατολικής Ευρώπης, την απελευθέρωση της παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και μία δυναμική εκστρατεία με σκοπό οι ανανεώσιμες πηγές να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ενέργειας, η χώρα βρίσκεται στο επίκεντρο σημαντικών αναπτυξιακών ευκαιριών.

Όπως προαναφέρθηκε, η Ελλάδα διαθέτει πλούσιο ηλιακό δυναμικό και εκτιμάται ότι



η ηλιακή ενέργεια μπορεί να καλύψει το ένα τρίτο των ενεργειακών αναγκών της χώρας. Οι προϋποθέσεις αξιοποίησης των Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα είναι από τις καλύτερες στην Ευρώπη, αφού η συνολική ενέργεια που δέχεται κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας στην διάρκεια ενός έτους κυμαίνεται από 1.400-1.800 kWh. Οι ειδικοί πιστεύουν ότι η αγορά θα αναπτυχθεί σημαντικά και η αξία της θα ξεπεράσει τα 4 δισεκατομμύρια ευρώ στα επόμενα χρόνια (<http://el.wikipedia.org>).

Η Ελλάδα, λοιπόν, προσφέρεται για την αξιοποίηση ηλιακών και ειδικά φωτοβολταϊκών εφαρμογών, επειδή:

- Διαθέτει υψηλή ηλιακή ακτινοβολία όλο το χρόνο, ιδιαίτερα στις νησιωτικές περιοχές (από τις υψηλότερες στην Ευρώπη). Η μέση ημερήσια τιμή κατά τη διάρκεια του έτους είναι 4,9-5,2 kWh/m² (<http://www.ypan.gr>).
- Δεν διασφαλίζεται η κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια στα νησιά, οι οποίες σήμερα καλύπτονται κυρίως από τη χρήση ρυπογόνου ντίζελ με υψηλό κόστος ηλεκτροπαραγωγής, ρύπανση του περιβάλλοντος και ηχορύπανση.
- Δεν είναι ικανοποιητική η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού στα νησιά και τους απομακρυσμένους από το δίκτυο οικισμούς.
- Ανταποκρίνεται στις μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις ζήτησης φορτίου -κυρίως το καλοκαίρι- στα νησιά και τις άλλες τουριστικές περιοχές, λόγω της σημαντικής συσχέτισης μεταξύ εποχιακής ζήτησης και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β (Alonso κ.ά., 2008).

Οι λόγοι για την προώθηση της Φ/Β τεχνολογίας της έρευνας και των εφαρμογών στην Ελλάδα συνοψίζονται ως ακολούθως:

- Αξιοποίηση μιας *εγχώριας και ανανεώσιμης πηγής ενέργειας* που είναι σε αφθονία, με συμβολή στην ασφάλεια παροχής ενέργειας.
- Υποστήριξη του *τουριστικού τομέα* για ανάπτυξη φιλική προς το περιβάλλον και οικολογικό τουρισμό, ιδιαίτερα στα νησιά. Η ενεργειακή εξάρτηση των νησιωτικών σταθμών παραγωγής ενέργειας από το πετρέλαιο και το τεράστιο κόστος μεταφοράς της, έχουν άμεσο αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα ζωής των κατοίκων, στην τουριστική ανάπτυξη και στο κόστος παραγωγής ενέργειας, το οποίο, τελικώς, χρεώνεται η ΔΕΗ.
- *Ενίσχυση του ηλεκτρικού δικτύου* τις ώρες των μεσημβρινών αιχμών, όπου τα



Φ/Β παράγουν το μεγάλο μέρος ηλεκτρικής ενέργειας, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο που παρατηρείται έλλειψη ή πολύ υψηλό κόστος ενέργειας.

- **Μείωση των απωλειών του δικτύου**, με την παραγωγή ενέργειας στον τόπο της κατανάλωσης, ελάφρυνση γραμμών και χρονική μετάθεση των επενδύσεων στο δίκτυο.
- Περιορισμός του ρυθμού ανάπτυξης νέων κεντρικών σταθμών ισχύος συμβατικής τεχνολογίας. Συμβολή στη **μείωση των διακοπών ηλεκτροδότησης** λόγω υπερφόρτωσης του δικτύου ΔΕΗ.
- **Σταδιακή απεξάρτηση** από το πετρέλαιο και κάθε μορφής εισαγόμενη ενέργεια και εξασφάλιση της παροχής ενέργειας μέσω αποκεντρωμένης παραγωγής.
- Κοινωνική προσφορά του παραγωγού / καταναλωτή και συμβολή στην αειφόρο ανάπτυξη, την ποιότητα ζωής και προστασία του περιβάλλοντος στα αστικά κέντρα και στην περιφέρεια.
- Ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων με σημαντική συμβολή στην **αειφόρο ανάπτυξη**, την ποιότητα ζωής και προστασία του περιβάλλοντος στα αστικά κέντρα και στην περιφέρεια.
- Ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων με σημαντική συμβολή σε **αναπτυξιακούς και κοινωνικούς στόχους**.
- **Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας** και ανάπτυξη Ελληνικής τεχνογνωσίας. Ανάπτυξη της Ελληνικής Βιομηχανίας Φ/Β Συστημάτων με άριστες προοπτικές για πλήρη κάλυψη της Ελληνικής αγοράς και εξαγωγικές δραστηριότητες.
- **Προώθηση των στόχων της ΕΕ και του Κιότο** σχετικά με τη μείωση των αερίων ρύπων και τη διείσδυση των ΑΠΕ στη συνολική ηλεκτροπαραγωγή, σε ποσοστό 20% έως το 2010 (Νάτσης, 2007).

Παράλληλα, ευδιάκριτα είναι τα οφέλη (τεχνικά και εμπορικά) για τις επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρισμού, από την εγκατάσταση μικρών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Όσο περισσότερα συστήματα παραγωγής ενέργειας εγκατασταθούν και συνδεθούν με το δίκτυο ηλεκτροδότησης, τόσο περισσότερα είναι τα οφέλη για τις επιχειρήσεις, όπως π.χ. η βελτίωση της ποιότητας της ηλεκτρικής ισχύος, η σταθερότητα της ηλεκτρικής τάσης και η μείωση των επενδύσεων για νέες γραμμές μεταφοράς (Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, 2008).



Η βαθμιαία αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τη διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από μικρούς παραγωγούς μπορεί να περιορίσει επίσης την ανάγκη επενδύσεων σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος μιας νέας γραμμής μεταφοράς είναι πολύ υψηλό, αν λάβουμε υπόψη μας πέρα από τον τεχνολογικό εξοπλισμό και θέματα που σχετίζονται με την εξάντληση των φυσικών πόρων και τις αλλαγές στις χρήσεις γης (Νάτσης, 2007).

Οι διάφοροι μικροί παραγωγοί «πράσινης» ηλεκτρικής ενέργειας, αποτελούν ιδανική λύση για τη μελλοντική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιπτώσεις όπου αμφισβητείται η ασφάλεια της παροχής. Η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν δοκιμάζεται από δαπανηρές ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το ηλεκτρικό δίκτυο (απώλειες, οι οποίες στην Ελλάδα ανέρχονται σε 12% κατά μέσο όρο). Από την άλλη, η μέγιστη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης (ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες), βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή (<http://www.ypan.gr>).

Τα φωτοβολταϊκά, εκτός από καθαρή ενέργεια, παρέχουν ακόμη προσέλκυση πελατών και αξιοπιστία σε ένα απελευθερωμένο περιβάλλον. Σε ένα υψηλά ανταγωνιστικό περιβάλλον, οι επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρισμού χρειάζονται κίνητρα για να προσελκύσουν και να διατηρήσουν τους πελάτες τους. Σήμερα, οι καταναλωτές στις απελευθερωμένες ενεργειακές αγορές δεν αγοράζουν απλά τη φθηνότερη ηλεκτρική ενέργεια, καθώς υπάρχει πλέον θέμα τόσο ποιότητας όσο και υπηρεσιών. Τα προγράμματα καθαρής ενέργειας μπορούν να είναι ελκυστικά σε αρκετά μεγάλο αριθμό καταναλωτών που ενδιαφέρονται γενικά για το περιβάλλον και ειδικότερα για τις κλιματικές αλλαγές (Alonso κ.ά., 2008).

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



σημαντικό στην περίπτωση των ηλιακών προσόψεων σε εμπορικά κτίρια) (Νάτσις, 2007).

5.4.4 Μειονεκτήματα - Απειλές

Αν και η ηλιακή ενέργεια βρίσκεται σε αφθονία, παρουσιάζει ωστόσο ορισμένα μειονεκτήματα:

- Η ηλιακή ενέργεια **διαχέεται**. Εάν υποθέσουμε ότι η ηλιακή ακτινοβολία σε μια καθαρή μέρα είναι 100%, σε μια χαμηλής ορατότητας ημέρα μόνο το 60% έως 80% της ηλιακής ακτινοβολίας θα φθάσει στο έδαφος, ενώ σε μια συννεφιασμένη μέρα μόνο το 5% έως 50% της ηλιακής ακτινοβολίας θα φθάσει στη γήινη επιφάνεια. Επομένως, για να είναι χρήσιμη η ηλιακή ενέργεια απαιτεί συγκέντρωση (Παπαϊωάννου, 2008)
- Η ηλιακή ενέργεια είναι **διακοπτόμενη**, δηλαδή μπορεί εύκολα να διακοπεί από τα σύννεφα.. Επίσης, κυμαινόμενη (καλοκαίρι-χειμώνας). Είναι διαθέσιμη μόνο για περίπου 15 ώρες το εικοσιτετράωρο (ανάλογα με την γεωγραφική περιοχή και την εποχή του έτους). Επομένως, θα πρέπει να βελτιωθεί η τεχνολογία αποθήκευσης της ηλιακής ενέργειας, μέχρι να ζητηθεί από τους καταναλωτές. Αυτό απαιτεί περισσότερο βελτιωμένα και αποδοτικότερα αποθηκευτικά συστήματα (Παπαϊωάννου, 2008)

Εξίσου σημαντικά τεχνικά και οικονομικά προβλήματα που παρουσιάζει η ηλιακή ενέργεια είναι και τα εξής:

- Η **μικρή πυκνότητα** της ηλιακής ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας, που κυμαίνεται από 100 μέχρι 300 W/m².
- Η **διαφορά της ηλιακής ακτινοβολίας** μεταξύ μεσημβρινών ωρών αφενός και πρωινών-απογευματινών αφετέρου, είναι πολύ μεγάλη λόγω της πολύ μεγαλύτερης διαδρομής της ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα κατά την ανατολή και τη δύση του Ηλίου.
- Η ηλιακή ενέργεια προσπίπτει, ως επί το πλείστον σε **απομακρυσμένα μέρη** (π.χ. ερήμους) (Σούλτης, 2007).

Πριν η χρήση της ηλιακής ενέργειας αρχίσει να επεκτείνεται, υπάρχουν κάποια ζητήματα που χρήζουν διερεύνησης και αντιμετώπισης, καθώς από αυτά απορρέουν



κίνδυνοι.

Όπως αναφέρθηκε, ένα θέμα είναι η μικρή πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας, που συνεπάγεται την **ανάγκη διάθεσης μεγάλων επιφανειών**. Δηλαδή αν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε την επιφάνεια π.χ. ενός τετραγωνικού μέτρου θα πάρουμε την ημέρα γύρω στις 5 κιλοβατώρες ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει και από εκεί και πέρα βέβαια στην μετατροπή της θα έχουμε ένα μικρότερο ποσό, περίπου 1 με 2 κιλοβατώρες. Αλλά είναι ευνόητο ότι αν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε μεγάλες επιφάνειες για να καλύψουμε τις ανάγκες που υπάρχουν τότε προκύπτει το πρόβλημα εύρεσης αυτών. Η διάθεση μεγάλων επιφανειών, που απαιτούν τα ηλιακά συστήματα για να είναι λειτουργικά, εύκολα μπορούν να εντοπιστούν στις πόλεις, καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι οροφές κτιρίων. Κάτι που στην ύπαιθρο, λόγω της απουσίας κτιρίων, είναι αρκετά δύσκολο, καθώς θα πρέπει να βρεθούν άγονες (μη καλλιεργήσιμες) εκτάσεις. Αν και το θέμα των διαθέσιμων επιφανειών για εγκατάσταση θερμοηλεκτρικών συστημάτων και φωτοβολταϊκών στα κτίρια δεν έχει γίνει ακόμη οξύ, λόγω κυρίως της σχετικά μικρής χρήσης τους, στα επόμενα χρόνια μπορεί να είναι ένα πρόβλημα εφόσον αυξηθεί η εγκατεστημένη ισχύς των Φ/Β στα κτίρια και μεγάλο μέρος των θερμικών αναγκών θα πρέπει να καλύπτεται με θερμικούς ηλιακούς συλλέκτες (<http://www.ekke.gr>).

Επίσης, θα πρέπει να διερευνηθεί το θέμα της **ανακύκλωσης** των υλικών που χρησιμοποιούνται στα ηλιακά συστήματα, είτε αυτά είναι γυαλί, μέταλλο ή μονωτικά υλικά, όπως επίσης και το θέμα της τοξικότητας κάποιων βαρέων μετάλλων και αντιψυκτικών ηλιακών συλλεκτών που χρησιμοποιούνται, ώστε να μην θεωρούνται απειλή για την προστασία του περιβάλλοντος (<http://www.eurodomica.gr>).

Τα προηγούμενα προβλήματα δημιουργούν συνθήκες οικονομικά δυσμενέστατες για την κατασκευή κεντρικών ηλιακών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, λόγω του μεγάλου κόστους κιλοβατώρας (Σούλτης, 2007).

Η **αποθήκευση ενέργειας** για να χρησιμοποιηθεί τις ώρες και τις ημέρες χωρίς ηλιοφάνεια για μικρά ενεργειακά συστήματα είναι αναποτελεσματική και πανάκριβη και μέχρι σήμερα ασύμφορη έως αδύνατη για μεγάλα ενεργειακά συστήματα. Η βελτίωση της τεχνογνωσίας δεν φαίνεται, μέχρι σήμερα, να δίνει οικονομικές λύσεις για την αποθήκευση ενέργειας σε ενεργειακά συστήματα μεγάλης κλίμακας (Σούλτης, 2007).



Λόγω των παραπάνω περιορισμών, προς το παρόν τουλάχιστον, είναι αδύνατον να χρησιμοποιηθεί η ηλιακή ενέργεια σε μεγάλη κλίμακα για την αντικατάσταση κεντρικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής (Σούλτης, 2007).

Με τα σημερινά δεδομένα, πολύ αποδοτικότερη είναι η απευθείας αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση νερού και χώρων, αφαλάτωση νερού, ξήρανση γεωργικών προϊόντων, εξυπηρέτηση θερμοκηπίων και πτηνοτροφικών μονάδων κ.λ.π., δηλαδή εφαρμογών θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας (Σούλτης, 2007).



5.4.5 SWOT Ανάλυση

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ul style="list-style-type: none">*Ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή*Εγχώρια ενεργειακή πηγή*Φιλική στο περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας*Αποκέντρωση: παράγεται στα σημεία ζήτησης*Διαθέτει μακροπρόθεσμο κόστος<i>Φωτοβολταϊκά:</i>*Δεν καταναλώνουν άλλη πρωτογενή ενέργεια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.*Αθόρυβη λειτουργία συστήματος*Σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης*Δεν αφήνουν κατάλοιπα*Μεγάλη διάρκεια ζωής*Ανεξάρτητη λειτουργία από τα κεντρικά ηλεκτρικά δίκτυα*Δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης*Αξιοπιστία: ώριμη και δοκιμασμένη τεχνολογία*Δυνατότητα αυτόνομης λειτουργίας*Παροχή απόλυτου ελέγχου στον καταναλωτή	<ul style="list-style-type: none">* Διάχυση ηλιακής ενέργειας* Εξάρτηση αποδοτικότητας και παροχής του συστήματος από τη θέση του ήλιου* Εξάρτηση από φυσικά φαινόμενα* Σχετικά υψηλό κόστος αγοράς* Υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης* Μικρή πυκνότητα – Ανάγκη διάθεσης μεγάλων επιφανειών* Αρκετά μικρός συντελεστής απόδοσης
ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ	ΑΠΕΙΛΕΣ
<ul style="list-style-type: none">* Υψηλά επίπεδα διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας στην Ελλάδα* Συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος* Συμβολή στην αειφόρο ανάπτυξη* Επίλυση προβλημάτων ενεργειακής εξάρτησης* Κερδοφόρα ενεργειακά επένδυση* Ανταγωνιστικά οικονομική πρόταση* Υποστήριξη τουριστικού τομέα* Αποτελεσματική κάλυψη διαρκούς ζήτησης* Ελάφρυνση δικτύου* Βελτίωση ποιότητας ηλεκτρικής ισχύος* Σταθερότητα ηλεκτρικής τάσης* Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας* Προώθηση των στόχων της ΕΕ & του Κιότο* Χρήση φωτοβολταϊκών ως δομικά υλικά για καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς	<ul style="list-style-type: none">* Συνθήκες οικονομικά δυσμενέστερες για την κατασκευή κεντρικών ηλιακών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής* Δαπανηρή αποθήκευση παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας* Τοξικότητα κάποιων βαρέων μετάλλων και αντιψυκτικών ηλιακών συλλεκτών* Διάθεση μεγάλων επιφανειών μη καλλιεργήσιμων εκτάσεων



5.4.6 Παραδείγματα καλής εφαρμογής στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, έχουν γίνει μερικές εφαρμογές ενσωμάτωσης Φ/Β στο κέλυφος κτιρίων. Από τις πλέον πρωτοποριακές εφαρμογές είναι το διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα, ισχύος 11,9 kWp, στα πλαίσια της ανακαίνισης εργατικών πολυκατοικιών στον **Ταύρο Αττικής**, στο οποίο έγινε για πρώτη φορά μίξη στη σύνδεση Φ/Β με διαφορετικές διαστάσεις, διαφορετική τάση και ισχύ, δίνοντας έτσι μια νέα διάσταση και ελευθερία στον σχεδιασμό ενσωμάτωσης Φ/Β στα κτίρια (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Άλλα Φ/Β συστήματα εντοπίζονται στη Σίφνο (ισχύος 60 kWp). Επιπλέον, η Υπηρεσία Φάρων Πολεμικού Ναυτικού έχει εγκαταστήσει περίπου 900 Φ/Β συστήματα μικρής ονομαστικής ισχύος, με συνολική εγκατεστημένη ισχύ περίπου 70 kWp, αλλά και ο ΟΤΕ, ραδιοτηλεοπτικοί σταθμοί και εταιρείες κινητής τηλεφωνίας χρησιμοποιούν Φ/Β συνολική ισχύος 100 kWp (<http://www.ypan.gr>).

Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα εφαρμογής θερμικού ηλιακού συστήματος αποτελεί η εγκατάσταση επίπεδων συλλεκτών σε μια ξενοδοχειακή μονάδα στο **Ρέθυμνο της Κρήτης** (Rethimno Village Hotel). Η εγκατάσταση χρησιμοποιεί επίπεδους συλλέκτες για τον κεντρικό κλιματισμό και συλλέκτες πολυπροπυλενίου 199 m², που τροφοδοτούν ζεστό νερό για τη θέρμανση της πισίνας. Ένας λέβητας (φυσικού αερίου) αντικαθιστά τους συλλέκτες όταν υπάρχει συννεφιά ή όποτε υπάρχει ανάγκη για κλιματισμό κατά τη διάρκεια της νύχτας. Τα τεχνικά αποτελέσματα αυτής της εφαρμογής αφορούν σε εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 651MWh/έτος και μείωση της παραγωγής κατά 1.095kg/έτος (<http://www.ypan.gr>).

Εξίσου σημαντική είναι και η εφαρμογή στην **γαλακτοβιομηχανία ΤΥΡΑΣ Α.Ε.** Το ηλιακό πεδίο αποτελείται από δύο κυκλώματα επίπεδων συλλεκτών, που διαμέσου δύο εξωτερικών εναλλακτών θερμότητας, ζεσταίνουν μια μεγάλη δεξαμενή αποθήκευσης χωρητικότητας 80m³. Το ζεστό νερό της δεξαμενής χρησιμοποιείται ακολούθως για ανάγκες καθαρισμού της βιομηχανίας (<http://www.ypan.gr>).

5.5 Αξιολόγηση γεωθερμικής ενέργειας

5.5.1 Απόδοση γεωθερμικής αντλίας

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας είναι συσκευές που αξιοποιούν την ενέργεια του υπεδάφους λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης ή του νερού από μικρά βάθη ή



και επιφανειακά, και είτε την αυξάνουν κατά τη διάρκεια του χειμώνα, προσφέροντας θέρμανση στο εσωτερικό των κτιρίων, είτε την ελαττώνουν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, προσδίδοντας δροσισμό και ψύξη (Αρβανίτης, 2008).

Οι αντλίες θερμότητας έχουν ιδιαίτερα οικονομική λειτουργία καθώς χρησιμοποιούν την θερμική ενέργεια του περιβάλλοντος για να αποδώσουν το θερμικό ή ψυκτικό τους έργο. Η αντλία θερμότητας έχει την μοναδική ιδιότητα να αναβαθμίζει την πηγή θερμότητας. Αυτό σημαίνει ότι είναι δυνατόν να δεχθεί θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας, να την αναβαθμίσει και να την διαθέσει σε ένα κτίριο σε υψηλότερη θερμοκρασία. Αυτό γίνεται με την χρήση ηλεκτρισμού και ο συντελεστής απόδοσής της COP (COP = coefficient of performance) μπορεί να ανέλθει και μέχρι 4. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε 1 kW ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνουν, οι μονάδες αποδίδουν 4 kW θέρμανσης ή ψύξης (Αργυρίου κ.ά., 2006). Συγκριτικά μπορεί να αναφερθεί ότι ένας καυστήρας ορυκτών καυσίμων μπορεί να είναι 78-95% αποδοτικός, ενώ μια γεωθερμική αντλία θερμότητας είναι 150-500% (Αρβανίτης, 2008).

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο βαθμός απόδοσης (COP) μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας, είναι μεγαλύτερος από αυτόν της αντλίας θερμότητας με πηγή αέρα, καθώς η δεύτερη εξαρτάται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Αργυρίου κ.ά., 2006).

5.5.2 Γεωθερμικό δυναμικό

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο κεφάλαιο 3, το γεωθερμικό δυναμικό της Ελλάδας είναι αξιόλογο, υπολογίζεται σε 220.000 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου, και σύμφωνα με τις έρευνες του ΙΓΜΕ, συγκεντρώνεται στην Κεντρική και Ανατολική Μακεδονία, στη Θράκη, στο Βόρειο Αιγαίο και στο ηφαιστειακό τόξο Νοτίου Αιγαίου (Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, 1989).

Τα κύρια πεδία εντοπίζονται στη Νιγρίτα, Σιδηρόκαστρο, Λιθότοπο, Αγγιστρο, Ερατεινό, Ν.Εράσιο, Αρίστηνο, Τυχερό, Σαμοθράκη, Αριδαία, Αλεξάνδρειας Ημαθίας, Άρτα, Σπερχειό. Σημαντικά πεδία υψηλής θερμοκρασίας που σχετίζονται με το τόξο του Ν. Αιγαίου, έχουν βρεθεί σε Μήλο και Νίσυρο αλλά και στη Σαντορίνη και τη Λέσβο όπου συνεχίζει τις έρευνες η ΔΕΗ (Χάρτης 5.2 Παραρτήματος) (Αργυρίου κ.ά., 2006).



Εντούτοις, στην Ελλάδα μέχρι σήμερα, η γεωθερμία, παρότι σε προσιτά κι εκμεταλλεύσιμα βάθη, δεν αξιοποιήθηκε ευμενώς.

5.5.3 Πλεονεκτήματα - Ευκαιρίες

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί φθηνή και ήπια ανανεώσιμη μορφή πηγής ενέργειας, με άμεσα ενεργειακά, περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη. Είναι πολύτιμη για τις περιοχές που έχουν την τύχη να τη διαθέτουν.

Θεωρείται η μόνη αξιόλογη πηγή ενέργειας που *δεν εξαρτάται άμεσα ή έμμεσα από τον ήλιο*. Έτσι, είναι διαθέσιμη όλο το εικοσιτετράωρο, καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου και δεν επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες (δεν εξαρτάται π.χ. από την ηλιοφάνεια κτλ.), όπως συμβαίνει με την ηλιακή και την αιολική ενέργεια (Κοσμά & Συρίγου, 2009).

Όπως και οι υπόλοιπες ΑΠΕ, έτσι και η γεωθερμία, συμβάλλει στη *μείωση της ενεργειακής εξάρτησης* μιας χώρας, με τον περιορισμό των εισαγωγών ορυκτών καυσίμων (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).

Είναι *φιλική προς το περιβάλλον*, αφού οι εκπομπές αερίων στην ατμόσφαιρα είναι σημαντικά μικρότερες από τις εκπομπές που προκύπτουν από την καύση των συμβατικών καυσίμων, ενώ τονίζεται ιδιαίτερα ότι δεν εκπέμπονται καθόλου σωματίδια. Από τη στιγμή αποπεράτωσης της κατασκευής της μονάδας, δεν απαιτείται μεταφορά υλικών ή καυσίμων, σε αντίθεση με τις μονάδες με συμβατικά καύσιμα, στις οποίες υπάρχει πάντοτε ο κίνδυνος ατυχημάτων (ανάφλεξη καυσίμων, διαρροές, πετρελαιοκηλίδες κ.τ.λ.) και επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από την κίνηση των μεταφορικών μέσων (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).

Επίσης, η χρήση του γεωθερμικού νερού απευθείας σε θερμικές χρήσεις χωρίς καύση, *εξοικονομεί ενέργεια* και αποτρέπει την εκπομπή πολλών χιλιάδων τόνων αερίων του θερμοκηπίου. Κατά συνέπεια, οι εκπεμπόμενες εκπομπές είναι ό,τι υπάρχει στα μη συμπυκνωμένα αέρια, τα οποία εξέρχονται μαζί με το ρευστό από τις παραγωγικές γεωτρήσεις. Κατά κύριο λόγο, τα μη συμπυκνωμένα αέρια περιέχουν διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) σε ποσοστό περίπου 98%. Στις γεωθερμικές εκμεταλλεύσεις δεν απαντώνται επίσης ποτέ οξείδια του αζώτου. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (υπεύθυνου για το φαινόμενο του θερμοκηπίου) από τις γεωθερμικές εκμεταλλεύσεις είναι 1.000 έως 2.000 φορές μικρότερες, ενώ οι εκπομπές ενώσεων του θείου



(υπεύθυνων για το φαινόμενο της όξινης βροχής) απειροελάχιστες συγκριτικά (Δέλιος, 2002).

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι από πρόσφατα στοιχεία της EPA (Environmental Protection Agency), δεδομένου ότι 40% των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα στις ΗΠΑ προέρχονται από την καύση για την παραγωγή ενέργειας για ψύξη, θέρμανση και παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, ποσοστό περίπου ανάλογο με αυτό που προέρχεται από τον κυκλοφοριακό τομέα, υπολογίστηκε ότι με μέσο χρόνο ζωής τα 20 χρόνια, κάθε 100.000 γεωθερμικές αντλίες θερμότητας για μέσου μεγέθους οικίες, θα εξοικονομούσαν 24 τρισεκατομμύρια BTU (1BTU=0,252 kcal) ηλεκτρικής ενέργειας, μειώνοντας παράλληλα τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 1.100.000 μετρικούς τόνους περίπου (Δέλιος, 2002).

Εξίσου σημαντικό πλεονέκτημα είναι και η **εξοικονόμηση χώρου**. Οι γεωθερμικές μονάδες καταλαμβάνουν σχετικά μικρή έκταση γης, πολύ μικρότερη από αυτή που απαιτούν ηλιακά, φωτοβολταϊκά και αιολικά συστήματα. Κύριος λόγος γι' αυτό, είναι ότι δεν απαιτούν αποθηκευτικούς χώρους, όπως συμβαίνει με άλλες ΑΠΕ (βιομάζα, υδροηλεκτρικά) και με τα συμβατικά καύσιμα (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004). Επίσης, ο χώρος που απαιτεί μια γεωθερμοηλεκτρική εγκατάσταση είναι σημαντικά μικρότερος από τον αντίστοιχο χώρο που απαιτείται για την εγκατάσταση λιγνιτικών μονάδων (περίπου 2-10 φορές μικρότερος, λαμβανόμενων υπόψη παραγωγικών και αποχετευτικών γεωτρήσεων και την όδευση, ενδεχομένως των σωληνώσεων, για τις γεωθερμικές μονάδες και τα ορυχεία για τις λιγνιτικές) (Δέλιος, 2002).

Από άποψη δε **οπτικής ρύπανσης** τα ανοιχτά ορυχεία του λιγνίτη δεν συγκρίνονται με τις κεφαλές των γεωτρήσεων, που είναι το μόνο ορατό σημείο της γεώτρησης. Οι αγωγοί (σωληνώσεις), που μεταφέρουν το παραγόμενο γεωθερμικό ρευστό από τις γεωτρήσεις στην μονάδα παραγωγής, βάφονται επίσης στο χρώμα του περιβάλλοντος, ώστε να μην διακρίνονται ούτε να αλλοιώνουν το φυσικό περιβάλλον (Δέλιος, 2002). Η «οπτική επιβάρυνση» των εγκαταστάσεων είναι μικρή έως αμελητέα, καθώς από τις γεωθερμικές εγκαταστάσεις η έκταση της γης που επηρεάζεται συνήθως δεν υπερβαίνει τα 2,5 στρέμματα. και αντιμετωπίζεται με την προσεκτική επιλογή της τοποθεσίας κατασκευής της μονάδας, την υιοθέτηση της βέλτιστης πρακτικής - τεχνολογίας με γνώμονα τη διατήρηση του τοπίου και το σεβασμό στην ιδιαίτερη φυσιογνωμία μιας περιοχής και με αποκατάσταση του χώρου μετά το πέρας των γεωτρήσεων (Αρβανίτης, 2008).



Επιπλέον, η γεωθερμική ενέργεια παρουσιάζει **μικρό λειτουργικό κόστος**. Αν και το κόστος των πάγιων είναι σημαντικά αυξημένο σε σχέση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, το λειτουργικό κόστος των γεωθερμικών μονάδων είναι σχεδόν μηδαμινό, ή αρκετά μικρό από τις άλλες μορφές ενέργειας, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των αντλιών θερμότητας. Συνδυάζοντας την ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο έδαφος με την ασφαλή ηλεκτρική ενέργεια, τα συστήματα γεωθερμίας μπορούν να επιτύχουν οικονομία στο κόστος λειτουργίας από 55% μέχρι 65% συγκρινόμενα με τα αντίστοιχα συμβατικά (π.χ. λέβητας πετρελαίου, αερίου). Αν λάβουμε επίσης υπόψη το γεγονός ότι η τιμή του πετρελαίου και του φυσικού αερίου συνεχώς θα μεγαλώνει ενώ η τιμή του ηλεκτρικού, ενός κοινωνικού αγαθού θα βρίσκεται περίπου στα όρια του πληθωρισμού, τότε μιλάμε μακροχρόνια για ακόμα μεγαλύτερη εξοικονόμηση (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).

Παράλληλα, η γεωθερμική αντλία από μόνη της έχει σχεδόν **μηδενικό κόστος συντήρησης**. Δεν υφίσταται φλόγα ή καπνός παρά μόνο ασφαλής ηλεκτρισμός και η ενέργεια της γης. Αυτό καθιστά το σύστημα **ασφαλές και με μεγάλη διάρκεια ζωής**. (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).

Επιπλέον, το γεωθερμικό σύστημα συνδυάζει θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης από ένα και μόνο σύστημα. Έτσι γίνεται μία εφαρμογή, ή οποία είναι απλή, ευέλικτη χωρίς να χρησιμοποιούνται άλλοι πολύπλοκοι και δαπανηροί μηχανισμοί (Δέλιος, 2002).

Τα συστήματα γεωθερμίας χρησιμοποιούνται παραπάνω από 20 χρόνια σε κράτη όπως ΗΠΑ, η Ιαπωνία, η Γερμανία, η Ελβετία, η Αυστρία και η Σουηδία, γεγονός που μαρτυρεί **αξιοπιστία κατασκευών και απόλυτη αξιοπιστία**. Το παραπάνω, ενισχύει και το γεγονός ότι με ένα σύστημα γεωθερμίας, δεν υπάρχει καύση και φλόγα, δεν υπάρχουν καπνοί, καπναγωγοί και οσμές. Δεν υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης, φωτιάς ή ασφυξίας από το μονοξείδιο (Δέλιος, 2002).

Από τη χρήση γεωθερμικών συστημάτων εκτός των ανωτέρω προκύπτουν και **κοινωνικά οφέλη**, κυρίως, από το γεγονός ότι η γεωθερμία αποτελεί ανανεώσιμη και εγχώρια μορφή ενέργειας μέσω κυρίως της δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας και ανάπτυξης σε τοπικό επίπεδο για την εγκατάσταση των γεωθερμικών μονάδων. Παράλληλα, σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, τα οφέλη περιλαμβάνουν μείωση της εξάρτησης της κοινωνίας από εισαγόμενα καύσιμα με παράλληλη απελευθέρωση



ιδιωτικών κεφαλαίων, που μπορούν να διατεθούν για επενδύσεις και βελτίωση της ανταγωνιστικότητας, παράγοντες που έμμεσα οδηγούν στη μείωση της ανεργίας και την οικονομική ανάπτυξη (Χατζής, 2008).

Τέλος, η γεωθερμική αξιοποίηση αποτελεί ένα σημαντικό *παράγοντα ανάπτυξης* των περιοχών στις οποίες αυτή εμφανίζεται, είτε με την μορφή της απ' ευθείας εκμετάλλευσης σε θερμικές εφαρμογές, είτε σε παράλληλες εκμεταλλεύσεις για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμικές εφαρμογές (γεωθερμικά ρευστά μέσης και χαμηλής ενθαλπίας) (Δέλιος, 2002). Οι φυσικές γεωθερμικές εκδηλώσεις, όπως πηγές, θερμοπίδακες κλπ., είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για την αναγνώριση και τη συστηματική έρευνα περιοχών γεωθερμικού ενδιαφέροντος. Όμως συνήθως δεν αξιοποιούνται ενεργειακά, παρά μόνο για ιαματικούς και θεραπευτικούς σκοπούς. Και σ' αυτήν την περίπτωση η ανάδειξη του χώρου των πηγών με την κατασκευή κατάλληλων έργων υποδομής μπορεί να αναβαθμίσει την περιοχή, με σεβασμό πάντα στη φυσιογνωμία και τα φυσικά χαρακτηριστικά της. Για ενεργειακή εκμετάλλευση δεν χρησιμοποιούνται συνήθως οι φυσικές εκδηλώσεις αλλά κατασκευάζονται παραγωγικές γεωτρήσεις, οι οποίες φέρνουν στην επιφάνεια τα υπόγεια γεωθερμικά ρευστά για πολλαπλές χρήσεις (Αρβανίτης, 2008).

Τόσο στην Ευρώπη, όσο και στην Ιαπωνία, Ισλανδία, Νέα Ζηλανδία και Αμερική η παράλληλη ανάπτυξη με την ηλεκτροπαραγωγή και των μη ηλεκτρικών εφαρμογών της γεωθερμίας αξιοποιείται ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια για την *τοπική αναβάθμιση των γεωθερμικών περιοχών*. Έτσι, στην Ιταλία λειτουργούν πολλές θερμοκηπιακές μονάδες παραγωγής σπάνιων λουλουδιών, τηλεθέρμανση πόλεων και ιχθυογεννητικοί σταθμοί, στην Γαλλία χρησιμοποιείται ευρέως για θέρμανση χώρων όπως και στην Αμερική, ενώ στην Ισλανδία και την Ιαπωνία αξιοποιείται επίσης ως τουριστικό αξιοθέατο (Δέλιος, 2002).

5.5.4 Μειονεκτήματα - Απειλές

Το σημαντικότερο μειονέκτημα της γεωθερμικής ενέργειας είναι ότι *δεν είναι διαθέσιμη παντού* και *δεν μπορεί να μεταφερθεί* και συνεπώς θα πρέπει είτε να αξιοποιηθεί επί τόπου, ή να κατασκευαστούν συστήματα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας, ώστε να εξασφαλιστεί συγχρονισμός της ζήτησης και της διαθέσιμης ενέργειας (Κοσμά & Συρίγου, 2009).



Τα *περιβαλλοντικά προβλήματα* που ενδεχόμενα εμφανίζονται στις γεωθερμικές εκμεταλλεύσεις, έχουν σχέση με: το εμπιερχόμενο στα μη συμπυκνώσιμα αέρια *υδρόθειο* (H_2S) και το μετά τη χρήση απομένον γεωθερμικό ρευστό, γνωστό ως *αλμόλοιπο* και αφορούν κυρίως τα γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας (Δέλιος, 2002). Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της γεωθερμίας εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του γεωθερμικού πεδίου, το είδος και το μέγεθος των εφαρμογών και τη φυσιγνωμία της περιοχής εκμετάλλευσης (Αρβανίτης, 2008).

Ειδικότερα, ο αέριος ρυπαντής που εμφανίζεται σχεδόν πάντα σαν υποπροϊόν στις γεωθερμικές εκμεταλλεύσεις, είναι το υδρόθειο. Λόγω όμως της πολύ μικρής περιεκτικότητας, στην οποία συνήθως βρίσκεται, το ουσιαστικό πρόβλημα που δημιουργείται από την παρουσία του, είναι η προκαλούμενη *δυσσομία*. Για τον λόγο αυτό, η προσπάθεια καλής διάχυσής του είναι στις περισσότερες περιπτώσεις αρκετή (Δέλιος, 2002).

Παρά ταύτα, στα πλαίσια της ιδιαίτερης ευαισθητοποίησης τα τελευταία χρόνια ως προς την προστασία του περιβάλλοντος, έγιναν πολλές έρευνες, ιδιαίτερα στην Αμερική (στα Geysers), ώστε σήμερα να υπάρχουν μέθοδοι συγκράτησης του ελκυσμένου υδρόθειου (Stretford, Iron catalyst, Burner-Scrubber) σε ποσοστό μέχρι 98%. Το λαμβανόμενο υποπροϊόν στις περισσότερες περιπτώσεις είναι στοιχειακό θείο, το οποίο διατίθεται στη συνέχεια για διάφορες χρήσεις. Τα τελευταία χρόνια έχει επιτυχώς πραγματοποιηθεί η επανεισαγωγή των μη συμπυκνώσιμων αερίων στον γεωθερμικό ταμιευτήρα, έτσι ώστε να μην υπάρχει καμία επιβάρυνση του περιβάλλοντος από αυτά (Δέλιος, 2002).

Το γεωθερμικό νερό μετά τη χρήση (αλμόλοιπο), συνήθως επανεισάγεται μέσω αποχετευτικής (-ων) γεώτρησης (-εων) στον υπόγειο ταμιευτήρα. Ο τρόπος αυτός διαχείρισης του αλμολοίπου είναι απλός, περιβαλλοντικά απόλυτα αποδεκτός και διασφαλίζει την διάρκεια ζωής του γεωθερμικού ταμιευτήρα, εφ' όσον τον επανατροφοδοτεί (Δέλιος, 2002).

Όσον αφορά τις εκπομπές του CO_2 από γεωθερμικές μονάδες είναι κατά πολύ μικρότερες από τις αντίστοιχες εκπομπές των ατμοηλεκτρικών μονάδων και συγκρίνονται ευνοϊκά με τις εκπομπές (έμμεσες ή άμεσες) από άλλες ΑΠΕ. Οι γεωθερμικές μονάδες νέας γενιάς εκπέμπουν λιγότερο από 0,5 kg CO_2 ανά MWh, συγκρινόμενες με τα περίπου 1.000 kg CO_2 ανά MWh που εκπέμπονται από



ατμοηλεκτρικούς σταθμούς που χρησιμοποιούν άνθρακα. Το CO₂ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βιομηχανικό παραπροϊόν. Για περαιτέρω περιορισμό των εκπομπών CO₂ μπορεί να εφαρμοσθεί η λεγόμενη υγρή επανεισαγωγή των αερίων στον ταμιευτήρα (το CO₂ διαλύεται στο θερμό αλμόλοιπο, το οποίο στη συνέχεια επανεισάγεται στον ταμιευτήρα με κατάλληλες γεωτρήσεις) (Αρβανίτης, 2008).

Επιπλέον, κατά την αξιοποίηση των γεωθερμικών ρευστών αντιμετωπίζονται ειδικότερα τεχνικά προβλήματα που αφορούν στη **διάβρωση του εξοπλισμού**, στο **σχηματισμό αποθέσεων** στο γεωθερμικό εξοπλισμό και τέλος, στη **διατήρηση του περιβάλλοντος**.

Συγκεκριμένα, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών τα θερμά ρευστά έχουν διαλυμένα (από υπόγεια πετρώματα) πλήθος συστατικών και είναι ιδιαίτερα **διαβρωτικά**. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού επιχειρείται κατάλληλος σχεδιασμός του σχήματος αξιοποίησης, χρησιμοποιούνται αναστολείς διαβρώσεων, εφαρμόζεται κατάλληλη επιλογή υλικών και προσαυξάνεται κατά το δέον το πάχος τους (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Τα γεωθερμικά ρευστά έχουν την **τάση απόθεσης αλάτων** λόγω: (α) της ψύξης που υφίστανται κατά την αξιοποίησή τους και (β) της μερικής ατμοποίησής τους –όταν είναι υψηλής ενθαλπίας και της επακόλουθης αύξησης της αλατότητάς τους. Η τάση αυτή υπαγορεύει κατάλληλο σχεδιασμό του συστήματος αξιοποίησης και χρήση αναστολέων αποθέσεων (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Μια άλλη ανησυχία από την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας υψηλής ενθαλπίας είναι η **διάθεση των γεωθερμικών ρευστών** μετά τη χρήση τους, τα οποία είναι επιβαρημένα σε άλατα (γι' αυτό ονομάζονται και αλμόλοιπα) και τοξικά ιχνοστοιχεία και θα μπορούσαν να προκαλέσουν χημική και θερμική ρύπανση (αφού η θερμοκρασία των αποβαλλόμενων ρευστών είναι 30-35°C) των επιφανειακών και υπόγειων ταμιευτήρων, εδάφους-υπεδάφους κ.λπ. και επίδραση στη βλάστηση της περιοχής (ανάπτυξη θερμοφίλων φυτών) και στα οικοσυστήματα των επιφανειακών αποδεκτών (Αρβανίτης, 2008). Ως βέλτιστη διάθεσή τους στην περίπτωση αυτή, ώστε να αντιμετωπιστούν οι παραπάνω απειλές, αποτελεί η επανεισαγωγή τους στο γεωθερμικό ταμιευτήρα, αλλιώς απαιτείται η απομάκρυνση των τοξικών συστατικών (π.χ. αρσενικό, βόριο) ή η εξασφάλιση της απαιτούμενης αραιώσεως τους στον τελικό



αποδέκτη για διατήρηση των συγκεντρώσεων των ρύπων αυτών σε επιτρεπτά όρια (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Εξίσου σημαντική είναι και η ανησυχία για την υπεράντληση γεωθερμικών ρευστών από τον ταμιευτήρα, που μπορεί να προκαλέσει **πτώση στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα**, γεγονός που έχει ως πιθανό αποτέλεσμα τη μίξη ρευστών από διάφορους ταμιευτήρες, εξαφάνιση ατμών και αμοπιδάκων και διαφοροποίηση της επιφανειακής δραστηριότητας. Όλες αυτές οι ενδεχόμενες συνέπειες μπορούν να αντιμετωπισθούν με σωστό προγραμματισμό των αντλήσεων και επανεισαγωγή των ρευστών στον ταμιευτήρα (Αρβανίτης, 2008).

Τέλος, η αφαίρεση μεγάλων ποσοτήτων νερού ή ατμού από ένα γεωθερμικό πεδίο, όταν οι ταμιευτήρες του αποτελούνται από πορώδεις σχηματισμούς, μπορεί να προκαλέσει ορισμένες φορές **καθίζηση του εδάφους**, από λίγα εκατοστά μέχρι μερικά μέτρα. Οι καθιζήσεις μπορούν να αποφευχθούν ή να μειωθούν με την επανεισαγωγή των γεωθερμικών νερών στον ταμιευτήρα (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).

Βέβαια, με την επανεισαγωγή των υγρών στον ταμιευτήρα, και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις, υπάρχει πιθανότητα **πρόκλησης μικροσεισμών** στην περιοχή (δεν προκαλούνται σεισμοί μεγέθους μεγαλύτερου των 3 βαθμών της κλίμακας Richter), επειδή τα υγρά κατά την επανεισαγωγή δρουν ως λιπαντικό για τα υπερκείμενα πετρώματα. Αντίστοιχα φαινόμενα όμως παρατηρούνται κατά την εισαγωγή νερού σε ταμιευτήρες πετρελαίου και φυσικού αερίου (Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2004).



5.5.5 SWOT Ανάλυση

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ul style="list-style-type: none">* Ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή* Εγχώρια ενεργειακή πηγή* Δεν εξαρτάται άμεσα ή έμμεσα από τον ήλιο* Φιλική προς το περιβάλλον* Εξοικονόμηση ενέργειας* Εξοικονόμηση χώρου* Ελάχιστη οπτική ρύπανση* Αρκετά μεγάλος βαθμός απόδοσης* Μικρό λειτουργικό κόστος* Μηδενικό κόστος συντήρησης* Αξιοπιστία κατασκευών - Ασφαλές σύστημα* Μεγάλη διάρκεια ζωής	<ul style="list-style-type: none">* Μερικώς ανανεώσιμη* Δεν είναι διαθέσιμη παντού – εξαιρετικά διεσπαρμένο δυναμικό* Δεν μπορεί να μεταφερθεί* Δυσοσμία από υδρόθειο και αλμόλοιπο* Πλήθος διαλυμένων διαβρωτικών συστατικών στα γεωθερμικά ρευστά* Τάση απόθεσης αλάτων γεωθερμικών ρευστών* Γεωθερμικά απόβλητα επιβαρημένα με άλατα και τοξικά ιχνοστοιχεία
ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ	ΑΠΕΙΛΕΣ
<ul style="list-style-type: none">* Αντιμετώπιση προβλήματος κλιματικής αλλαγής* Ευνοϊκές γεωλογικές συνθήκες χώρας: Σημαντικό γεωθερμικό δυναμικό* Σταδιακή επίλυση προβλημάτων ενεργειακής εξάρτησης* Πλούτος γεωθερμικών πηγών* Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας* Ανάπτυξη σε τοπικό επίπεδο* Απ' ευθείας εκμετάλλευση σε θερμικές εφαρμογές* Δυνατότητα για ποικίλες εφαρμογές σε συνεργία με άλλες* Υποστήριξη τουρισμού: Ιαματικός τουρισμός	<ul style="list-style-type: none">* Υπεράντληση γεωθερμικών ρευστών* Πτώση στάθμης υδροφόρου ορίζοντα* Μίξη ρευστών από διάφορους ταμιευτήρες* Πρόκληση χημικής και θερμικής ρύπανσης επιφανειακών & υπόγειων ταμιευτήρων* Διαφοροποίηση επιφανειακής δραστηριότητας* Καθίζηση εδάφους* Πρόκληση μικροσεισμών



5.5.6 Παραδείγματα καλής εφαρμογής στην Ελλάδα

Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα εγκαταστάσεων που εκμεταλλεύονται τα γεωθερμικά ρευστά για θέρμανση θερμοκηπίων στην Ελλάδα, είναι οι μονάδες:

- 6 στρεμμάτων στη **Νέα Κεσσάνη**: έχουν εγκατασταθεί θερμοκήπια για ντομάτες, που χρησιμοποιούν για τη θέρμανσή τους γεωθερμικά ρευστά θερμοκρασίας 78 °C, ισχύος 2 MWt περίπου, με παροχή 30 m³/h. Η εξοικονόμηση ενέργειας εκτιμάται σε 195 ΤΠΠ.
- 5 στρεμμάτων στον **Πολύχνητο Λέσβου**: η παροχή του γεωθερμικού νερού που χρησιμοποιείται είναι 60 m³/h θερμοκρασίας 87 °C. Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται είναι 100 ΤΠΠ για τα πλαστικά θερμοκήπια και 45 ΤΠΠ για τα γυάλινα.
- 37 στρεμμάτων στα **Θερμά Νιγρίτας**, με ετήσια εξοικονόμηση 1.500 ΤΠΠ στα υαλόφρακτα θερμοκήπια και 150 ΤΠΠ στα πλαστικά.
- 4 στρεμμάτων στο **Σιδηρόκαστρο**, με ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας που εκτιμάται σε 330 ΤΠΠ.
- 1,5 στρέμματα στα **ελαιοχώρια Χαλκιδικής**, με ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας από το γεωθερμικό σύστημα, περίπου 50 ΤΠΠ (Αργυρίου κ.ά., 2006).

5.6 Αξιολόγηση αιολικής ενέργειας

5.6.1 Απόδοση ανεμογεννήτριας

Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της και την ταχύτητα του ανέμου. Το μέγεθος είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει και ποικίλει από μερικές εκατοντάδες μέχρι μερικά εκατομμύρια Watt (<http://www.cres.gr>).

Ο βαθμός απόδοσης C_p που χαρακτηρίζει τους ανεμοκινητήρες και που ονομάζεται και συντελεστής ισχύος ορίζεται ως:

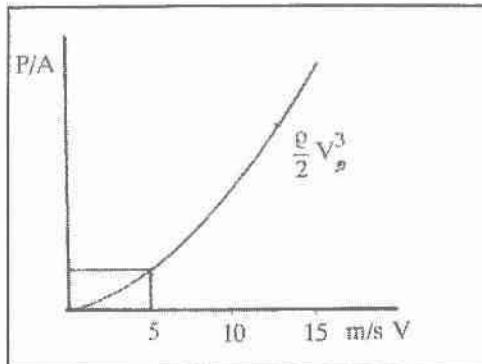
$$C_p = P / (1/2 \rho V^3 A)$$

Όπου P η ισχύς που αποδίδεται από το ανεμοκινητήρα ως προς την ισχύ που έχει ο άνεμος ταχύτητας V και που περνάει από τον ανεμοκινητήρα μετωπικής επιφάνειας A



(ρ πυκνότητα του αέρα). Η ισχύς του ανέμου ανά τετραγωνικό μέτρο μετωπικής επιφάνειας (ανεμοκινητήρα) είναι ανάλογη του κύβου της ταχύτητας του ανέμου. Το διάγραμμα 5.1, παρουσιάζει αυτή τη τυπική μεταβολή (Μπεργελές, 2005).

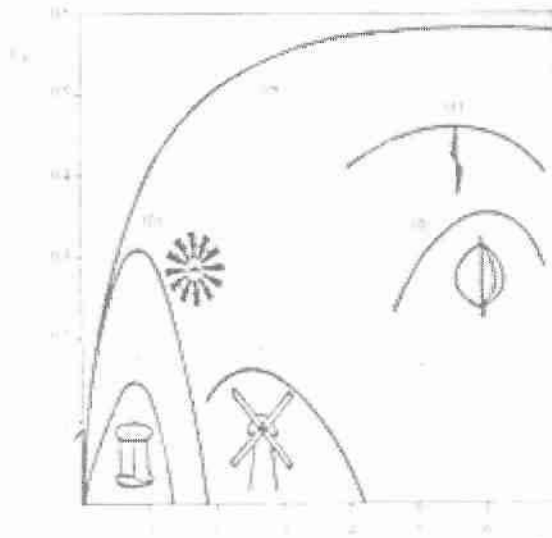
Διάγραμμα 5.1: Κυβική σχέση ισχύος και ταχύτητας του ανέμου.



Πηγή: Μπεργελές, 2005

Στο παρακάτω διάγραμμα, δίνονται τυπικές καμπύλες του συντελεστή ισχύος, για διάφορα είδη ανεμοκινητήρων. Φαίνεται καθαρά ότι οι σύγχρονοι ανεμοκινητήρες υπερέρχουν των παραδοσιακών, διότι παρουσιάζουν μεγαλύτερους συντελεστές ισχύος και μάλιστα σε μεγάλες τιμές καταστάσεως λειτουργίας (μεγάλη περιφερειακή ταχύτητα του δρομέα).

Διάγραμμα 5.2: Συντελεστής ισχύος ως συνάρτηση της ταχύτητας ακροπτερυγίου



Πηγή: Μπεργελές, 2005



Εδώ, αξίζει να αναφερθεί ότι η απόδοση της έλικας ελαττώνεται όταν:

-Τα πτερύγια είναι πολύ αραιά ή η περιστροφή της έλικας είναι πολύ αργή ώστε μεγάλη ποσότητα αέρα περνά από την διατομή της έλικας χωρίς να συναντήσει κάποιο πτερύγιο και να προσδώσει ενέργεια.

-Τα πτερύγια είναι πολύ πυκνά ή η περιστροφή της έλικας είναι πολύ γρήγορη ώστε το κινούμενο πτερύγιο βρίσκεται μέσα στο πεδίο του διαταραγμένου από το προηγούμενο πτερύγιο αέρα (Μπεργελές, 2005).

Επίσης, να σημειωθεί ότι ο μέγιστος συντελεστής ισχύος ανεμοκινητήρα είναι στην ιδανικότερη των περιπτώσεων περίπου 59% (Μπεργελές, 2005).

5.6.2 Αιολικό Δυναμικό

Η αιολική ισχύς έχει το δυναμικό να συνεισφέρει σημαντικά στις αυξανόμενες ενεργειακές απαιτήσεις στον κόσμο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση Αιολικής Ενέργειας (EWEAN) παρουσιάζει μια εκτίμηση ότι 180 GW αιολικής ενέργειας, θα μπορούσαν να παράγουν 425 TWh ετήσια έως το 2020. Στη διαδικασία, θα αποφεύγαμε 215 εκατομμύρια τόνους CO₂ έως το 2020 (Καρυδάκης, 2008).

Η Ελλάδα ανήκει στην εύκρατη ζώνη, με αποτέλεσμα, λόγω της ευνοϊκής διαμόρφωσης του εδάφους να εμφανίζει συνεχείς και ισχυρούς ανέμους. Διαθέτει πολύ υψηλό αιολικό δυναμικό, ιδιαίτερα στις νησιωτικές περιοχές, εξασφαλίζοντας έναν αξιοζήλευτο μέσο συντελεστή ισχύος των αιολικών εγκαταστάσεων. Ενδεικτικά στα νησιά του Αρχιπελάγους εμφανίζονται άνεμοι σημαντικής ταχύτητας και διάρκειας σχεδόν ολόκληρο το έτος (Καλδέλλης, 2005).

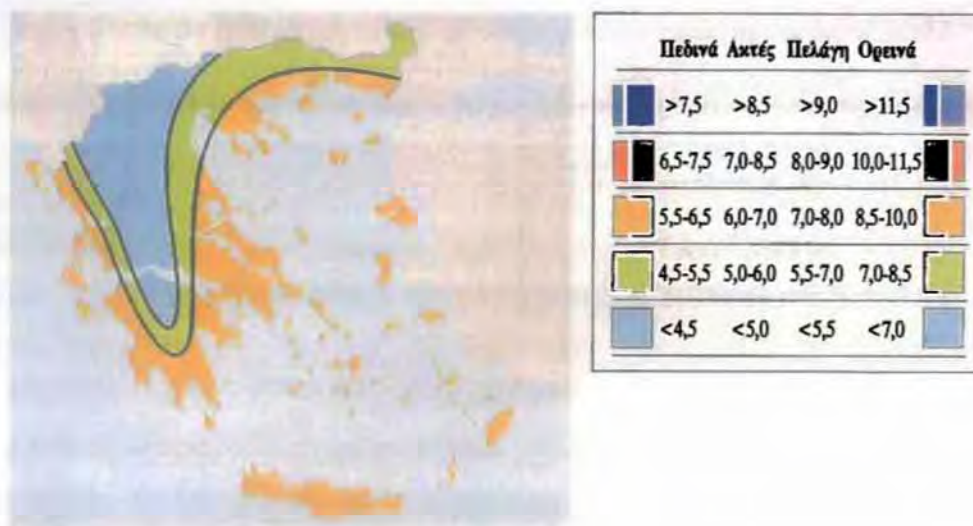
Δείκτης του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής είναι η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου και μετριέται σε m/s.

Στην κατεύθυνση συγκέντρωσης και οργάνωσης των μετρήσεων ταχύτητας ανέμου, έχουν γίνει αξιόλογες προσπάθειες τόσο στο Εργαστήριο Μετεωρολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, όσο και από την Διεύθυνση Κλιματολογίας της ΕΜΥ τη δεκαετία του '80. Οι προσπάθειες των παραπάνω φορέων, έδωσαν καμπύλες σταθερής ταχύτητας του ανέμου σε ολόκληρη τη χώρα (ισοταχείς καμπύλες) για ύψη 10m, 25m, 50m και 100m (Εικόνα 5.1). Το αιολικό δυναμικό στη χώρα μας είναι ιδιαίτερα υψηλό, γεγονός που διαπιστώνεται και από τον χάρτη 5.3 του



παραρτήματος (Καλδέλλης, 2005). Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει το 13,6% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας.

Εικόνα 5.1: Ταχύτητα ανέμου σε m/s



Πηγή: Καπλάνης, 2003.

Μόνο το Ηνωμένο Βασίλειο έχει καλύτερο αιολικό δυναμικό από την Ελλάδα. Στην Δανία και στη Γερμανία που πραγματοποιήθηκε η μεγάλη ανάπτυξη των αιολικών οι μέσες ετήσιες ταχύτητες είναι της τάξης των 5,5 – 6,5 m/s. Στην Ελλάδα τέτοιες θέσεις τις αγνοούμε. Σχετικά εύκολα βρίσκει κανείς στη χώρα μας θέσεις με 6,5 - 7,5 m/s και πολύ περισσότερο. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η ενέργεια που παράγεται σε μια θέση είναι ανάλογη του κύβου της ταχύτητας του ανέμου. Επομένως μια κατά τα άλλα ίδια επένδυση στην Ελλάδα και π.χ. στην Γερμανία θα έχει σαφώς καλύτερη απόδοση στην Ελλάδα (Καλδέλλης, 2005).

Οι πιο ευνοημένες, από πλευράς αιολικού δυναμικού, περιοχές στην Ελλάδα βρίσκονται πάντως στο Αιγαίο, κυρίως στην περιοχή των Κυκλάδων, της Κρήτης (βόρειο τμήμα του νησιού) στην Ανατολική και Νοτιανατολική Πελοπόννησο και στην Εύβοια (άνεμοι βόρειοι έως ΒΑ). Εκεί επικεντρώνονται οι προσπάθειες ανάπτυξης των αιολικών πάρκων. Από πλευράς οικονομικών συνθηκών όμως το πρόβλημα των νησιών είναι η μη ύπαρξη διασύνδεσης με το εθνικό δίκτυο, ώστε να υπάρχει απορρόφηση της παραγόμενης ενέργειας κατά την εποχή χαμηλής ζήτησης αυτής, έξω από την τουριστική περίοδο (Καλδέλλης, 2005).



Από την ανάλυση και επεξεργασία των ανεμολογικών στοιχείων της ΕΜΥ στους 43 συνολικά παράκτιους Μετεωρολογικούς Σταθμούς, προέκυψε ότι η παράκτια ζώνη της Ελλάδος μπορεί να διακριθεί στις εξής περιοχές, από απόψεως αιολικού δυναμικού:

* Στο **Βόρειο και Νοτιοανατολικό Αιγαίο** υπάρχει ομαλή μεταβολή αιολικού δυναμικού, κυμαίνεται από 6.000KWh/m^2 έως 12.000KWh/m^2 .

* Στην **Κρήτη** υπάρχει σταθερότητα του αιολικού δυναμικού, περίπου 6.000KWh/m^2 .

* Στις **Κυκλάδες** υπάρχει έντονα ανομοιόμορφη κατανομή του αιολικού δυναμικού, με μέγιστη κομβική θέση τον Μ.Σ. Πάρου (17.000KWh/m^2).

* Στην **Πελοπόννησο** και τη **Στερεά Ελλάδα** υπάρχει χαμηλό αιολικό δυναμικό, με ήπια μεταβολή από 2.000 έως 5.000KWh/m^2 .

* Στο **Βόρειο Ιόνιο** υπάρχει σχετικά υψηλό αιολικό δυναμικό, με έντονη όμως μεταβολή. Στις περιοχές των Μ.Σ. Κερκύρας και Πρεβέζης επικρατεί υψηλό αιολικό δυναμικό από 6.000 έως 10.000KWh/m^2 . Ενώ στο Νότιο Ιόνιο και συγκεκριμένα στους Μ.Σ. Ζακύνθου και Κεφαλονιάς, επικρατεί χαμηλό αιολικό δυναμικό, της τάξεως των 4.000KWh/m^2 (Κιούσης, 2007).

Όσον αφορά το σύνολο της υπόλοιπης χώρας, υπάρχουν σε περιορισμένη κλίμακα θέσεις όπου, λόγω τοπικών συνθηκών επιτάχυνσης, δίνεται η δυνατότητα αξιοποίησης των θέσεων αυτών για αιολικές εφαρμογές. Ειδικότερα, περιοχές με αιολικό ενδιαφέρον υπάρχουν και στη λοφώδη παράκτια ζώνη της Δυτικής Ελλάδας αλλά και σε αρκετά βουνά (Κιούσης, 2007).

Η ετήσια αγορά αιολικής ενέργειας συνεχώς αυξάνεται, με ρυθμό 32%, ακολουθώντας τους ρυθμούς του έτους 2005, όπου και καταγράφηκε αύξηση της αγοράς κατά 41%. Η βιομηχανία αιολικής ενέργειας σε όλο τον κόσμο ανταποκρίνεται γρήγορα στην πρόκληση για παραγωγή όλων των απαραίτητων εξαρτημάτων με υψηλούς ρυθμούς, που απαιτούνται ώστε να επιτευχθεί μία διαρκής ανάπτυξη. Ο τομέας της αιολικής ενέργειας έχει πια εδραιωθεί ως ένας σημαντικός παίκτης στις ενεργειακές αγορές (Καρέλης, 2008).

Οι χώρες με την υψηλότερη συνολική εγκατεστημένη δυναμικότητα είναι η Γερμανία (20,621 MW), η Ισπανία (11,615 MW), οι ΗΠΑ (11,603 MW), η Ινδία (6,270 MW)

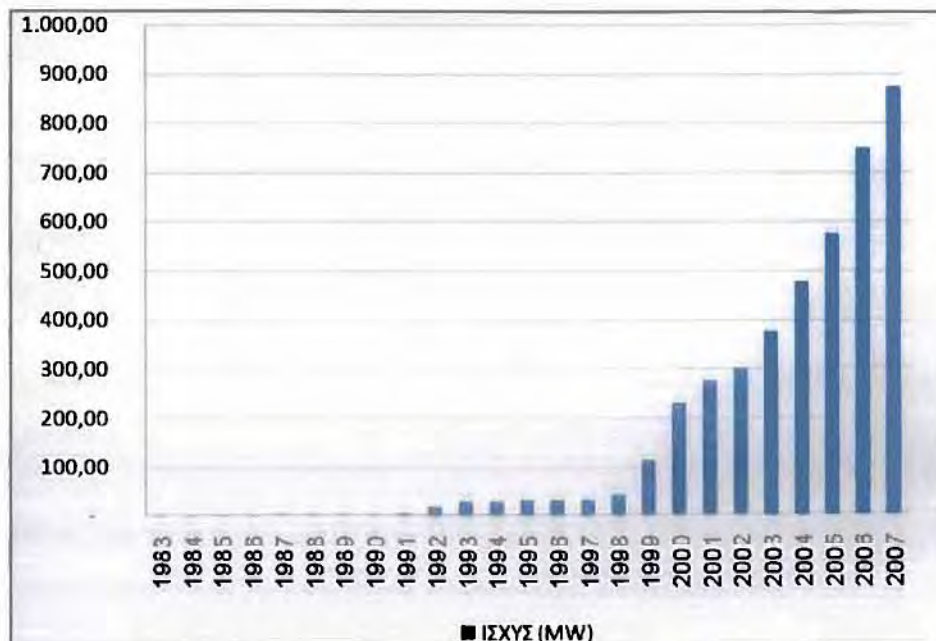


και η Δανία (3,136 MW). Σε όλο τον κόσμο, συνολικά 13 χώρες έχουν πάνω από 1.000 MW εγκατεστημένης αιολικής δυναμικότητας (τέλη του 2006), συμπεριλαμβανομένου του Καναδά και της Γαλλίας. Σε μονάδες νέας εγκατεστημένης ισχύος, για το 2006, οι ΗΠΑ προηγούνται με 2,454 MW, ενώ ακολουθούν η Γερμανία (2,233 MW), η Ινδία (1,840 MW), η Ισπανία (1,587 MW), η Κίνα (1,347 MW) και η Γαλλία (810 MW). Τα μεγέθη αυτά δείχνουν ότι νέοι παίκτες, όπως η Γαλλία και η Κίνα, κερδίζουν συνεχώς έδαφος (Καρέλης, 2008).

Η Ευρώπη ηγείται ακόμα της αγοράς με 64.949 MW εγκατεστημένης ισχύος, όπως καταγράφηκε στα τέλη του 2008 και αντιστοιχεί σε αύξηση 15% από το 2007 (Κοσμά & Συρίγου, 2009).

Όσον αφορά την Ελλάδα, στο διάγραμμα 5.3, βλέπουμε την πορεία της αιολικής ισχύος από το 1983 μέχρι το 2007, σύμφωνα με στοιχεία της ΕΛΕΤΑΕΝ (2007). Παρατηρείται ότι από το 1983 έως το 1991, η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας ήταν μηδενική. Το 1992 ξεκίνησε να εφαρμόζεται στην Ελλάδα με πιο ουσιαστικό τρόπο και ακολουθεί μια σταθερή πορεία μέχρι το 1998. Από το 1999 παρατηρείται μια αυξανόμενη πορεία της εγκατεστημένης αιολικής ισχύος, με μια αισθητή αύξηση το 2000 και το 2006 σε σχέση με τα προηγούμενα έτη (Κοσμά & Συρίγου, 2009).

Διάγραμμα 5.3: Αιολική ισχύς σε MW (1983-2007)



Πηγή: Κοσμά & Συρίγου, 2009



5.6.3 Πλεονεκτήματα - Ευκαιρίες

Η αιολική ενέργεια προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, πράγμα που εξηγεί γιατί είναι η περισσότερο ταχέως αναπτυσσόμενη πηγή ενέργειας στον κόσμο. Είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, γι' αυτό τα οφέλη από την αξιοποίησή της είναι πολλαπλά:

Περιβαλλοντικά:

- Όπως και οι άλλες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, η αιολική ενέργεια είναι καθαρή και ασφαλής. Η παραγωγή της **αποτρέπει την επιβάρυνση του περιβάλλοντος** με επικίνδυνους αέριους ρύπους, μονοξείδιο του άνθρακα και άλλες τοξικές ουσίες, συνεπώς η χρήση της δεν επιβαρύνει τα οικοσυστήματα των περιοχών εγκατάστασης. Οι ανεμογεννήτριες δεν ελκύουν αέρια τα οποία συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και παράλληλα αντικαθιστούν ιδιαίτερα ρυπογόνες πηγές ενέργειας, όπως το κάρβουνο, το πετρέλαιο και την πυρηνική ενέργεια. (Αργυρίου κ.ά., 2006).
- **Υψηλή οικολογική αξία:** Η αιολική ενέργεια διαθέτει υψηλή οικολογική αξία. Κάθε παραγόμενη KWh από ανεμογεννήτριες αποτρέπει την καύση ορυκτών καυσίμων. Η λειτουργία ενός αιολικού πάρκου των 10MW σημαίνει, για τα ελληνικά δεδομένα, σε ετήσια βάση έως και 40.000 τόνους λιγότερο CO₂ και σε σύγκριση με ένα πυρηνικό εργοστάσιο, το πάρκο αυτό εξοικονομεί 72 κιλά πυρηνικά απόβλητα ετησίως. Τα παγκόσμια αποθέματα σε πετρέλαιο, φυσικό αέριο και ουράνιο πρόκειται σε μερικές δεκαετίες να εξαντληθούν. Ακόμα και στην περίπτωση που ανακαλυφθούν καινούρια κοιτάσματα, το γήινο οικοσύστημα δεν μπορεί να αντέξει την περαιτέρω χρήση των καυσίμων αυτών. Ταυτόχρονα, η αύξηση των αποθηκευμένων πυρηνικών αποβλήτων θέτει σε κίνδυνο τις επόμενες γενιές για απροσδιόριστο χρόνο. Η αιολική ενέργεια μαζί με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συνιστούν ένα ανεξάντλητο και ακίνδυνο ενεργειακό δυναμικό (Μπούσιος, 2002).
- **Εκπομπές στην ατμόσφαιρα:** Όπως προαναφέρθηκε, δεν υπάρχουν άμεσες εκπομπές στην ατμόσφαιρα οφειλόμενες στη λειτουργία αιολικών μηχανών. Οι έμμεσες εκπομπές, οφειλόμενες στην κατανάλωση ενέργειας για την κατασκευή και συναρμολόγηση, την μεταφορά, την τοποθέτηση και τη διάλυση μιας αιολικής μηχανής, εξαρτώνται από το είδος της χρησιμοποιούμενης



πρωτογενούς ενέργειας. Η ενέργεια η οποία καταναλώνεται κατά τη διάρκεια των παραπάνω διαδικασιών αποσβένεται σε χρονικό διάστημα μικρότερο των 6 μηνών λειτουργίας της μηχανής (Αργυρίου κ.ά., 2006).

- **Έχει ελάχιστες απαιτήσεις γης:** Τα αιολικά πάρκα έχουν το πλεονέκτημα ότι επιτρέπουν την διπλή χρήση γης. Καθώς οι ανεμογεννήτριες καταλαμβάνουν μόνο το 4% της απαιτούμενης έκτασης για την ανάπτυξη ενός αιολικού πάρκου, η προηγούμενη γεωργική χρήση της γης (π.χ. κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις ή καλλιέργεια γης) μπορεί να συνυπάρξει στον ίδιο χώρο με τις εγκαταστάσεις παραγωγής αιολικής ενέργειας (Καρέλης, 2008). Το 96% της συνολικής επιφάνειας την οποία καλύπτει ένα αιολικό πάρκο, μπορεί να καλλιεργηθεί είτε να παραμείνει ένα ζωντανό φυσικό οικοσύστημα. Η αιολική ενέργεια είναι χαμηλής πυκνότητας και γι' αυτό το λόγο οι αιολικές μηχανές κατανέμονται σε μεγάλες εκτάσεις. Ένας τυπικός κανόνας για την κάλυψη αυτή είναι $0,08$ έως $0,13 \text{ km}^2 \cdot \text{MW}^{-1}$ (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Ενεργειακά:

- Η αιολική ενέργεια συνεισφέρει σημαντικά στην **ηλεκτροπαραγωγή**, σε τοπικό και διεθνές επίπεδο. Μία σύγχρονη ανεμογεννήτρια φέρει ηλεκτρογεννήτρια ισχύος 1.000 kW και έχει διάμετρο ρότορα 54 m. Αυτή η ανεμογεννήτρια παράγει 2 έως 3 εκατομμύρια kWh το χρόνο, δηλαδή μία παραγωγή που ισοδυναμεί με την ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε 500 έως 800 Ευρωπαϊκά νοικοκυριά (Μπούσιος, 2002).
- **Εξοικονόμηση ενέργειας** από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών. Στην ουσία, το ζήτημα είναι ότι μία ανεμογεννήτρια μπορεί να ανακτήσει (μέσω του ηλεκτρισμού που παράγει) την ενέργεια που καταναλίσκεται για την κατασκευή, τη συντήρηση και την τεχνική της εξυπηρέτηση. Η συνολική ποσότητα ενέργειας που παράγεται από μία ανεμογεννήτρια στη διάρκεια του 20ετούς κύκλου ζωής της (σε μία τυπική τοποθεσία), είναι 80 φορές μεγαλύτερη από την ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κατασκευή, λειτουργία, συντήρηση, αποσυναρμολόγηση και αποκομιδή της. Με άλλα λόγια, κατά μέσο όρο χρειάζονται μόνο δύο έως τρεις μήνες για να ανακτήσει (δηλαδή να παράγει) μία ανεμογεννήτρια, όλη την ενέργεια που απαιτείται για την κατασκευή και λειτουργία της (Μπούσιος, 2002).

**Οικονομικά:**

- Το *συνεχώς μειούμενο κόστος κατασκευής* των ανεμογεννητριών. Το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί ότι η αιολική ενέργεια διανύει την πρώτη περίοδο ωριμότητάς την, καθώς είναι πλέον ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας (Μπούσιος, 2002).
- Οι *οικονομίες κλίμακας*, όταν κατασκευάζονται αιολικά πάρκα με σημαντικό αριθμό ανεμογεννητριών (Μπούσιος, 2002).
- Η αιολική ενέργεια είναι *ανεξάρτητη από κεντρικά δίκτυα διανομής*. Συγκεκριμένα, οι ανεμογεννήτριες μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα, τροφοδοτώντας απευθείας την κατανάλωση ή να συνοδεύονται και να διοχετεύουν την ηλεκτρική ενέργεια σε υπάρχον δίκτυο. Αυτή είναι και η σημαντικότερη ίσως οικονομική εφαρμογή των ανεμογεννητριών, καθώς στην περίπτωση αυτή ένα αιολικό πάρκο που εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μία περιοχή με υψηλό δυναμικό, διοχετεύει το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό σύστημα (Κοσμά & Συρίγου, 2009).
- Το εξωτερικό και κοινωνικό κόστος της αιολικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα χαμηλό. Επίσης, η διάλυση και απομάκρυνση πεπαλαιωμένων αιολικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής (ή όπως συνηθέστερα αποκαλούνται αιολικών πάρκων) δεν συνοδεύεται από κόστη αποκατάστασης περιοχής, δεδομένου ότι δεν συνοδεύεται από οικολογικές επιπτώσεις, όπως στην περίπτωση των θερμικών ή πυρηνικών σταθμών (Αργυρίου κ.ά., 2006).
- Η *τόνωση της απασχόλησης* που επιτυγχάνουν οι επενδύσεις σε αυτόν τον τομέα μέσω της δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας, μόνο σε ανάπτυξη μπορεί να οδηγήσει -όχι μόνο για την Περιφέρεια αλλά και για τη χώρα συνολικά.
- Συμβάλλει στην *τοπική ανάπτυξη*. Στην Εύβοια για παράδειγμα, μέχρι τα μέσα του 2001 είχαν εγκατασταθεί 150 MW περίπου αιολικών πάρκων, συνολικού κόστους 58 δισεκατομμυρίων δραχμών. Για την κατασκευή κάθε πάρκου της τάξης των 10 MW απασχολήθηκαν 45-65 εργαζόμενοι για 4-5 μήνες ανά έργο, οι μισοί εκ των οποίων, κατά μέσο όρο, προέρχονταν από το τοπικό ανθρώπινο δυναμικό. Το προσωπικό που συμμετείχε στην φάση κατασκευής διανυκτέρευε σε τοπικά καταλύματα. Στην φάση λειτουργίας των αιολικών πάρκων οι μισοί



περίπου εργαζόμενοι προέρχονται από το τοπικό ανθρώπινο δυναμικό. Στην Εύβοια, επίσης, δαπανώνται τοπικά 1,5-2 εκατ. δραχμές τον χρόνο ανά εγκατεστημένο MW (μισθοί, εργολαβίες, κλπ.). Τέλος, έχουν ήδη υλοποιηθεί από τους επενδυτές παράπλευρα έργα κοινωνικού οφέλους (σχολεία, πολιτιστικά κέντρα, παιδικοί σταθμοί), καθώς και χορηγίες, της τάξης των 5-10 εκατομμυρίων δραχμών ανά εγκατεστημένο MW (<http://www.rae.gr>).

- Η αιολική ενέργεια **ενισχύει τον τουρισμό**, καθώς αντικαθιστά τις ρυπογόνες μορφές ενέργειας και διαφυλάσσει το φυσικό περιβάλλον. Στη Σητεία (Ανατολική Κρήτη), όπως και σ' άλλες περιοχές σε όλο τον κόσμο, ανθίζει τελευταία ο "περιβαλλοντικός τουρισμός", καθώς η ανάπτυξη των αιολικών πάρκων ελκύει πολλούς επισκέπτες (<http://www.rae.gr>).

Κοινωνικά:

- Συντελεί στη **δημιουργία πολλών νέων θέσεων εργασίας**, αφού εκτιμάται ότι για κάθε νέο MW αιολικής ενέργειας δημιουργούνται 14 νέες θέσεις εργασίας. Η αιολική ενέργεια έχει ήδη δημιουργήσει περισσότερες από 30.000 θέσεις εργασίας στην Ευρώπη. Η Ευρωπαϊκή Ένωση για την Αιολική Ενέργεια (EWEA) εκτιμά ότι οι θέσεις εργασίας που θα δημιουργηθούν έως το 2010 στον τομέα της αιολικής ενέργειας από μια συνολικά εγκατεστημένη ισχύ της τάξης των 40 GW, θα κυμανθούν μεταξύ 190.000 και 320.000 (Μπούσιος, 2002).
- **Κοινωνικό κόστος και αποζημιώσεις:** Ο αιολικός ηλεκτρισμός έχει πολύ χαμηλό εξωτερικό και κοινωνικό κόστος και δεν απαιτούνται αποζημιώσεις και έξοδα αποκατάστασης κατά τη διάλυση παλαιών μηχανών ή αιολικών πάρκων. Σχεδόν όλα τα τμήματα των σύγχρονων αιολικών μηχανών είναι ανακυκλώσιμα (Αργυρίου κ.ά., 2006).
- **Ασφάλεια προσωπικού:** Τα ατυχήματα ανθρώπων σε αιολικά πάρκα είναι σπάνια και δεν έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα τραυματισμοί από πτερύγια μηχανών, ή λόγω πτώσης πάγου από τις μηχανές. Οι ασφαλιστικές εταιρείες των ΗΠΑ, όπου υπάρχει μακρόχρονη εμπειρία λειτουργίας μεγάλων αιολικών πάρκων κατατάσσουν την αιολική βιομηχανία ως ιδιαίτερα ασφαλή, σε σχέση με τις λοιπές ενεργειακές βιομηχανίες (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Από τα προαναφερθέντα, αντιλαμβάνεται κανείς ότι η Ελλάδα είναι μια χώρα προικισμένη με τεράστιο αιολικό δυναμικό το οποίο παραμένει σε μεγάλο ακόμα



βαθμό ανεκμετάλλευτο. Αυτό το αιολικό δυναμικό αν εκμεταλλευτεί σωστά, μπορεί να συνεισφέρει ουσιαστικά στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας (ΚΑΠΕ, 2006). Ενεργειακή μελέτη για την Ελλάδα έδειξε ότι η χώρα, μπορεί να καλύψει με 500 μεγάλες ανεμογεννήτριες τουλάχιστον το 10% των ενεργειακών αναγκών της, ενώ τα νησιά του Αιγαίου πελάγους, τα οποία έχουν πολύ υψηλό δυναμικό, εάν διασυνδεθούν με το εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο μπορούν να αποτελέσουν αιολικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αντίστοιχους με τους θερμοηλεκτρικούς της ενδοχώρας. Ωστόσο, υπολείπονται σήμερα σε αριθμό και δυναμικό αιολικών πάρκων (Κιούσης, 2007).

Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από περιορισμένη συμβολή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο, με αμελητέα μάλιστα τη συμμετοχή της αιολικής ενέργειας, γεγονός που καθιστά προφανείς τις σχεδόν απεριόριστες δυνατότητες σύστασης αιολικών εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας, σε μια αγορά με σημαντικό αριθμό αναξιοποίητων θέσεων εγκατάστασης (Βασιλειάδης & Βελγάκη, 2005).

Παράλληλα, όπως αναφέρει ο πρόεδρος του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) Δ. Αγοής, η εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού θα συμβάλλει στην ελάφρυνση της συνολικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης στη χώρα τουλάχιστον κατά 8% ετησίως (<http://www.cres.gr>).

Η οργανωμένη και συστηματική εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού εκτός από τα πρωτεύοντα αποτελέσματα θα αποδώσει μεγάλα οφέλη δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας, αποκεντρωμένη ανάπτυξη, σημαντική απεξάρτηση από τα εισαγόμενα καύσιμα αλλά και ανάπτυξη της τεχνογνωσίας, της τεχνολογίας και της κατασκευαστικής δραστηριότητας σε διάφορους κλάδους (<http://www.cres.gr>). Ειδικότερα, η δυνατότητα τόνωσης της ελληνικής κατασκευαστικής δραστηριότητας με προϊόντα υψηλής Εγχώριας Προστιθέμενης Αξίας (ΕΠΑ) και συγκριτικά χαμηλού επενδυτικού κόστους, όπως θα μπορούσε να αποτελέσει η απόφαση συμπαραγωγής ανεμογεννητριών στην χώρα μας, συνεισφέρει ταυτόχρονα και στη μείωση της ανεργίας (Βασιλειάδης & Βελγάκη, 2005).

Το Υπουργείο Ανάπτυξης έχει ήδη διαμορφώσει όλο εκείνο το νομοθετικό πλαίσιο που είναι απαραίτητο για την οργάνωση της εκμετάλλευσης του αιολικού δυναμικού



ενώ παράλληλα συνεχίζει να μελετά τους τρόπους για την όσο το δυνατόν καλύτερη και αποδοτικότερη αξιοποίηση του δυναμικού που υπάρχει (<http://www.cres.gr>).

Η τεχνολογία της αιολικής ενέργειας τείνει να γίνει **ανταγωνιστική** σε πολλές αγορές όπου κυριαρχούν οι συμβατικές μορφές ενέργειας, φαινόμενο το οποίο θα ενταθεί καθώς τα κόστη κατασκευής των ανεμογεννητριών αναμένεται να μειωθούν ακόμα περισσότερο. Για μεγάλης κλίμακας παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, η αιολική ενέργεια, συγκρινόμενη με τις νέες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αποτελεί την οικονομικότερη λύση. Αυτό στηρίζεται στο γεγονός ότι η τιμή της αιολικής ενέργειας μειώνεται περίπου κατά 10% ετησίως από το 1980, και αυτή τη στιγμή η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ανεμογεννήτριες είναι σχεδόν εμπορικά ανταγωνιστική ακόμα και χωρίς επιδοτήσεις. Σήμερα, σε τοποθεσίες με υψηλή μέση τιμή ταχύτητας ανέμου, το κόστος παραγωγής αιολικής ενέργειας μπορεί να είναι ανταγωνιστικό με το αντίστοιχο των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα (Καρέλης, 2008).

Στα παραπάνω έρχεται να προστεθεί και η **ευκαιρία απεξάρτησης της χώρας μας από τα εισαγόμενα καύσιμα**, τα οποία οδηγούν αφ' ενός σε συναλλαγματική αιμορραγία της, αφετέρου σε εξάρτηση της από χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης (Βασιλειάδης & Βεργάκη, 2005). Συμβάλλει στην αποκέντρωση της παραγωγής ενέργειας στη χώρα μας, ενισχύοντας έτσι τόσο την αυτονομία της και την απεξάρτησή της από εισαγόμενα συμβατικά καύσιμα σε εθνικό επίπεδο, όσο και την αυτονομία κάθε περιοχής στο εσωτερικό της μέσω της διασφάλισης της παραγωγής κοντά στην κατανάλωση (Μπούσιος, 2002).

Επιπλέον, η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε κάποιο σημείο δεν αποκλείει τη **χρήση του ίδιου χώρου και για άλλους σκοπούς**. Μια ανεμογεννήτρια δεν καταλαμβάνει περισσότερο από 300m² (τσιμεντένια βάση) και έτσι η υπόλοιπη έκταση είναι ελεύθερη για άλλες χρήσεις, όπως καλλιέργεια, βόσκησις, περιβαλλοντικός τουρισμός. Επίσης, η κατασκευή αιολικών πάρκων μειώνει τη λειτουργία θερμοηλεκτρικών σταθμών παραγωγής ενέργειας και προσελκύει τον 'περιβαλλοντικό τουρισμό' (πχ Σητεία). Τα παραπάνω οφέλη έχουν ιδιαίτερη σημασία για τα νησιά του Αιγαίου, στα οποία η λειτουργία ενός πετρελαϊκού σταθμού υποβαθμίζει σημαντικά μία μεγάλη έκταση του νησιού, η οποία δεν αξιοποιείται τουριστικά (<http://www.greenpeace.org>).



Οι μελλοντικές προοπτικές για την ελληνική αγορά αιολικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα ευοίωνες αν αναλογιστεί κανείς το γεγονός ότι μεγάλο μέρος της ηλεκτροπαραγωγής που θα προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, θα προκύψει από την αιολική ενέργεια (<http://www.cres.gr>).

5.6.4 Μειονεκτήματα - Απειλές

Πέραν όμως των προαναφερθέντων πλεονεκτημάτων της αιολικής ενέργειας, υπάρχουν και κάποιοι βασικοί περιορισμοί και προβλήματα, που αφορούν την καλή και ασφαλή λειτουργία, αλλά και προβλήματα ποιότητας ισχύος. Ειδικότερα:

- **Επίδραση στα πτηνά:** Πολλά από τα αιολικά πάρκα επηρεάζουν δυσμενώς την πανίδα. Ειδικότερα, έχουν παρατηρηθεί θάνατοι πουλιών και αλλαγές στους δρόμους που ακολουθούν όταν αποδημούν (Μπούσιος, 2002). Κύρια αιτία ανησυχίας είναι οι πιθανές θανατώσεις πουλιών από πρόσκρουση σε Α/Γ, αλλά και σε εναέρια καλώδια και άλλες εγκαταστάσεις που πλαισιώνουν τα αιολικά πάρκα. Ως δευτερεύοντα προβλήματα αναφέρονται επίσης, η υποβάθμιση των ενδιαιτημάτων των πουλιών και η ενόχλησή τους από την κατασκευή και τη λειτουργία των αιολικών πάρκων (<http://www.ypan.gr>).

Βέβαια, μελέτες οι οποίες έγιναν στη Γερμανία, την Ολλανδία, τη Δανία και το Ηνωμένο Βασίλειο, καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι αιολικές μηχανές δεν αποτελούν απειλή για τα πτηνά, δεδομένου ότι η θνησιμότητά τους η οφειλόμενη σε αυτές, αποτελεί ένα μικρό κλάσμα της συνολικής τους θνησιμότητας. Μόνο μεμονωμένα προβλήματα έχουν αναφερθεί, όπως αυτό του αιολικού πάρκου της Tarifa στην Ισπανία, κοντά στα στενά του Γιβραλτάρ, το οποίο παρεμβάλλεται σε μία από τις διαδρομές των αποδημητικών. Προσοχή απαιτείται σε μηχανές οι οποίες τοποθετούνται σε παράκτιες περιοχές, όπου μπορούν να ενοχλήσουν την ανάπτυξη και τις φωλιές ορισμένων πτηνών (Αργυρίου κ.ά., 2006).

- **Θόρυβοι:** Αν και μια αιολική μηχανή εξαιτίας μηχανικών και αεροδυναμικών λόγων, παράγει θόρυβο, αυτό δεν αποτελεί ισχυρό μειονέκτημα. Ο θόρυβος είναι μια σοβαρή διάσταση των προδιαγραφών που πρέπει να εκπληρώνουν οι ανεμογεννήτριες. Τα όρια της έντασης του ήχου που παράγεται κατά τη λειτουργία τους, είναι αυστηρά καθορισμένα. Εκτός αυτού, οι άδειες



εγκατάστασης και λειτουργίας αιολικών πάρκων προβλέπουν την αυστηρή τήρηση συγκεκριμένων ορίων έντασης αλλά και ελάχιστες αποστάσεις ασφαλείας από κατοικημένες περιοχές. Ειδικότερα, στην Ολλανδία δεν επιτρέπεται ο θόρυβος των μηχανών οι οποίες γειτνιάζουν με κατοικημένες περιοχές, να υπερβαίνει τα 40 dB για ταχύτητες 5-7 m·s⁻¹. Στην Ευρώπη πρέπει οι αιολικές μηχανές να απέχουν από τις κατοικημένες τουλάχιστον 150-200 m (Μπούσιος, 2002). Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι πολύ ήσυχες και γίνονται όλο και πιο αθόρυβες. Το επίπεδο του ήχου σε απόσταση 40 μέτρων από μία ανεμογεννήτρια είναι 50-60 dB, που είναι αντίστοιχο με την ένταση μίας συζήτησης. Σε απόσταση 200 μέτρων, η στάθμη του θορύβου πέφτει στα 44 dB, στα υπήνεμα της ανεμογεννήτριας, για ταχύτητα ανέμου 8 m/s. Σημειώνεται ότι για ταχύτητες ανέμου μεγαλύτερες των 8 m/s, ο θόρυβος που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες καλύπτεται από το φυσικό θόρυβο. Το συγκεκριμένο επίπεδο θορύβου που αναφέρθηκε (44 dB) αντιστοιχεί σε αυτό μίας ήσυχης μικρής πόλης, και δεν αποτελεί βέβαια πηγή όχλησης. Δεδομένης δε της απαιτούμενης ελάχιστης απόστασης των ανεμογεννητριών από γειτονικούς οικισμούς (500m), το επίπεδο αυτό είναι ακόμη χαμηλότερο, της τάξης των 30-35 dB, που αντιστοιχεί στο επίπεδο θορύβου ενός ήσυχου καθιστικού, και που καλύπτεται πλήρως από φυσικές και τεχνικές πηγές θορύβου εγγύτερες προς τους οικισμούς (<http://www.rae.gr>).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω και σε συνδυασμό με τη θέση των «οικοπέδων» που συνήθως εγκαθίστανται τα αιολικά πάρκα στην Ελλάδα, μπορούμε να πούμε με σιγουριά ότι τα αιολικά πάρκα δεν προκαλούν σημαντική αύξηση της υπάρχουσας στάθμης θορύβου εκτός των γεωγραφικών ορίων τους (<http://www.ypan.gr>).

- **Σπάνιες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές** στο ραδιόφωνο, τηλεόραση, τηλεπικοινωνίες: Οι αιολικές μηχανές μπορούν σε ορισμένες περιπτώσεις να προκαλέσουν παρεμβολές, δεδομένου ότι σκεδάζουν και ανακλούν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Για τον λόγο αυτό αποφεύγεται η δημιουργία αιολικών πάρκων σε περιοχές όπου είναι δυνατόν να υπάρξουν τέτοιες παρεμβολές (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Η ελληνική νομοθεσία προβλέπει την προώθηση αδειοδότησης ενός αιολικού πάρκου μόνο εφόσον διερευνηθεί κατά πόσο επηρεάζονται οι



ραδιοτηλεπικοινωνιακές ή στρατιωτικές/αεροπορικές εγκαταστάσεις (Αριθμ. 1726-ΦΕΚ 552/Β/2003). Οποιαδήποτε πιθανά προβλήματα παρεμβολών μπορούν να προληφθούν με σωστό σχεδιασμό και χωροθέτηση ή να διορθωθούν με μικρό σχετικά κόστος από τον κατασκευαστή του αιολικού πάρκου με μία σειρά απλών τεχνικών μέτρων, όπως π.χ. η εγκατάσταση επιπλέον αναμεταδοτών (<http://www.ypan.gr>).

- **Επίδραση στο τοπίο:** Οι αλλοιώσεις στην εικόνα του φυσικού περιβάλλοντος είναι ένα φαινόμενο που ακολουθούσε και θα ακολουθεί πάντοτε τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η εκμετάλλευση του λιγνίτη, η αποψίλωση των δασών, η κατασκευή τεράστιων και αντιαισθητικών θερμοηλεκτρικών σταθμών δημιούργησαν τεράστιες και ανεπανόρθωτες ζημιές στη λειτουργία και την αισθητική του περιβάλλοντος. Σίγουρα, για να διασφαλιστεί η παραγωγή της απαραίτητης για την διατήρηση του βιοτικού μας επιπέδου ηλεκτρικής ενέργειας, δεν είναι δυνατό να μην κατασκευαστούν χιλιάδες χιλιόμετρα γραμμών μεταφοράς, με τους αντίστοιχους αντιαισθητικούς πυλώνες, που συνιστούν κατασκευές διάσπαρτες, σε όλα τα μήκη και τα πλάτη της υπαίθρου όλων των χωρών. Το θετικό με τις ανεμογεννήτριες είναι ότι, συνήθως, είναι εγκατεστημένες σε τοποθεσίες στις οποίες δεν υπάρχουν άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες και κατά την κατασκευή τους δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην αισθητική τους εικόνα (Μπούσιος, 2002). Δεδομένου ότι οι σύγχρονες αιολικές μηχανές έχουν ύψος περί τα 40m και μήκος πτερυγίων 20m, αλλοιώνουν το τοπίο. Η αλλοίωση όμως αυτή είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί και δεν πρέπει να επιβαρύνει τις αιολικές μηχανές, δεδομένου ότι είναι ανάλογη με αυτή την οποία προκαλούν οι πυλώνες υπερυψηλής τάσης. Προσοχή πρέπει να δίνεται στην κινούμενη σκιά η οποία προκαλείται κατά την περιστροφή του ρότορα, ειδικά όταν είναι κοντά σε κατοικημένες περιοχές ή χώρους εργασίας. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να προβλεφθεί με την κατάλληλα χωροταξική τοποθέτηση των μηχανών (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Σ' αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι η οπτική όχληση είναι κάτι υποκειμενικό και δύσκολα μπορούν να μπουν κοινά αποδεκτοί κανόνες. Ορισμένοι θεωρούν ότι οι ανεμογεννήτριες αλλοιώνουν το φυσικό τοπίο, ενώ άλλοι τις θεωρούν κομψές και όμορφες και τις βλέπουν σαν σύμβολα ενός μέλλοντος με ελάχιστη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Η εμπειρία σχετικά με την



ανάπτυξη αιολικών πάρκων έχει δείξει μειωμένη αίσθηση της οπτικής όχλησης εκεί όπου η τοπική κοινότητα είναι ευνοϊκά διατεθειμένη απέναντι στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας και μπορεί να δει τα πλεονεκτήματα ενός τέτοιου έργου, είτε απευθείας χρησιμοποιώντας την αιολική ενέργεια, είτε βλέποντας τους υπάρχοντες σταθμούς συμβατικών καυσίμων να αντικαθίστανται. Αντιστρόφως, θεωρείται ότι η οπτική επιβάρυνση είναι μεγαλύτερη εάν οι Α/Γ παραμένουν ανενεργές, καθώς ο παρατηρητής δεν βλέπει τη χρησιμότητά τους ή η κοινή γνώμη είναι εξαρχής αρνητική (<http://www.ypan.gr>).

- **Μεγάλο κόστος παραγωγής κιλοβατώρας:** Το κόστος της κιλοβατώρας που παράγεται από μια ανεμογεννήτρια εξαρτάται από το αιολικό δυναμικό της περιοχής (όσο περισσότερο ανεμώδης είναι η θέση τόσο χαμηλότερο είναι το κόστος) και από τις συνθήκες χρηματοδότησης. Πάντως κάνοντας διάφορες ρεαλιστικές και λογικές παραδοχές για όλες αυτές τις παραμέτρους, αυτό το κόστος είναι χαμηλότερο από το κόστος της ηλεκτροπαραγωγής με συμβατικούς τρόπους σε πολλές περιοχές π.χ. στα περισσότερα ελληνικά νησιά, ακόμα και αν δεν ληφθεί υπόψη το εξωτερικό κόστος. Βέβαια τα τελευταία 20 χρόνια, υπήρξε μια ραγδαία πτώση του κόστους των αιολικών μηχανών και της ενέργειας που παράγουν, μείωση κατά 70% περίπου σε αποπληθωρισμένες τιμές, κυρίως λόγω τεχνολογικών καινοτομιών (Σούλτης, 2007)
- **Σχετικά υψηλό κόστος έρευνας και εγκατάστασης.**
- Σε κάποιες περιοχές έχουν εκφραστεί φόβοι για **διάβρωση του εδάφους** από τα έργα εγκατάστασης αιολικών πάρκων και τη διάνοιξη οδών σε ορεινές περιοχές. Με σωστό προγραμματισμό, όμως, και κατάλληλες τεχνικές επεμβάσεις τα πιθανά προβλήματα αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά (<http://www.ypan.gr>).
- **Περιοδικότητα ανέμου:** Η ισχυρότερη πρόκληση στη χρησιμοποίηση του ανέμου ως πηγή ενέργειας είναι ότι ο άνεμος είναι **περιοδικά διακοπτόμενος** και δεν φυσά πάντα όταν ο ηλεκτρισμός απαιτείται. Η αιολική ενέργεια δεν μπορεί να αποθηκευτεί (εκτός αν χρησιμοποιηθούν μπαταρίες). Επιπλέον, δεν μπορούν όλοι οι άνεμοι να τιθασευτούν ώστε να καλυφθούν, τη στιγμή που προκύπτουν, οι ανάγκες σε ηλεκτρισμό. Το γεγονός αυτό μας υποχρεώνει να χρησιμοποιούμε τις αιολικές μηχανές κυρίως σαν εφεδρικές πηγές ενέργειας σε



συνδυασμό πάντοτε με κάποια άλλη πηγή ενέργειας (π.χ. σύνδεση με ηλεκτρικό δίκτυο, παράλληλη λειτουργία με μονάδες Diesel κ.λπ.) (Βασιλειάδης & Βελγάκη, 2005).

- Τα κατάλληλα σημεία για αιολικά πάρκα συχνά βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές, μακριά από πόλεις όπου χρειάζεται ο ηλεκτρισμός.
- Τα παραπάνω μειονεκτήματα καθιστούν απαραίτητη την αποθήκευση ενέργειας, η οποία όμως έχει αδυναμίες (Σούλτης, 2007).
- Η χαμηλή ροή αξιοποιήσιμης κινητικής ενέργειας του ανέμου (Watt/m^2) κατατάσσει την αιολική ενέργεια στις **"αραιές" μορφές ενέργειας**. Τυπικές τιμές ροής της αξιοποιούμενης αιολικής ισχύος κυμαίνονται μεταξύ 200 W/m^2 και 400 W/m^2 . Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη χρήση είτε μεγάλου αριθμού ανεμογεννητριών είτε τη χρήση μηχανών μεγάλων διαστάσεων, για την παραγωγή της επιθυμητής ποσότητας ενέργειας. Σήμερα καταβάλλονται προσπάθειες αύξησης της συγκέντρωσης ισχύος των αιολικών μηχανών, οι οποίες σε επιλεγμένες περιπτώσεις πλησιάζουν ή και υπερβαίνουν τα 500 W/m^2 (Βασιλειάδης & Βελγάκη, 2005).
- **Περιορισμένη δυνατότητα αξιοποίησης του διαθέσιμου αιολικού δυναμικού:** Στην πραγματικότητα αξιοποιείται μερικώς μόνο η κινητική ενέργεια, η οποία αντιστοιχεί σε ένα περιορισμένο φάσμα ταχύτητας του ανέμου (Βασιλειάδης & Βελγάκη, 2005).
- Πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη ότι από το σύνολο της απορροφούμενης αιολικής ενέργειας από μια ανεμογεννήτρια, μόνο ένα περιορισμένο μέρος της μετατρέπεται σε ωφέλιμη ενέργεια λόγω των αεροδυναμικών και των μηχανικών απωλειών και περιορισμών (Βασιλειάδης & Βελγάκη, 2005).
- **Σχετικά υψηλό κόστος της αρχικής επένδυσης** για την εγκατάσταση μιας ανεμογεννήτριας, ειδικά μάλιστα για μεμονωμένες περιπτώσεις αιολικών μηχανών μικρού μεγέθους. Στο σημείο αυτό πρέπει να προστεθεί ότι η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας και ο ανταγωνισμός μεταξύ των κατασκευαστών έχει τα τελευταία χρόνια συμπίεσει σημαντικά τις τιμές των ανεμογεννητριών (Βασιλειάδης & Βελγάκη, 2005).

Οι παραπάνω επιπτώσεις μπορούν να χαρακτηριστούν ως τοπικού χαρακτήρα και



μπορούν να μειωθούν ή να αποφευχθούν με κατάλληλο σχεδιασμό του έργου (σταθμός και συνοδευτικά έργα), αλλά και ιδιαίτερη προσοχή κατά τη φάση κατασκευής και λειτουργίας του.

Αντιλαμβάνεται κανείς, λοιπόν, ότι ιδιαίτερα ανησυχητική απειλή που σχετίζεται με τη λειτουργία των ανεμογεννητριών δεν παρατηρείται, καθώς τα προβλήματα που αφορούν την επίδρασή τους στα πτηνά και την παραγωγή θορύβου, έχουν αποδειχθεί από μελέτες ότι δεν είναι ανησυχητικά. Σε κάθε περίπτωση οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες, η σωστή χωροθέτησή τους και η δημιουργία έργων όπως η εγκατάσταση υπόγειων καλωδίων μειώνουν σημαντικά τους κινδύνους για την χλωρίδα και την πανίδα (<http://www.greenpeace.org>).

Όσο για τις διάφορες υποβαθμίσεις στο φυσικό περιβάλλον, αρκεί να αναλογιστεί κανείς ότι οποιοδήποτε κατασκευαστικό έργο επιφέρει κάποια επιβάρυνση στο φυσικό περιβάλλον. Ωστόσο, μία σωστή περιβαλλοντική μελέτη μπορεί να εκμηδενίσει ουσιαστικά τα όποια περιβαλλοντικά προβλήματα μπορούν να δημιουργηθούν κατά την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου (<http://www.greenpeace.org>).

Παράλληλα, δύο σημαντικά προβλήματα σχετικά με την αιολική παραγωγή, που χρειάζονται προσοχή είναι η μεταβλητότητα και η προβλεψιμότητα. Η μεταβλητότητα της ισχύος εξόδου μιας μόνο Α/Γ είναι μικρή σε κλίμακα χρόνου μερικών λεπτών και, για αιολικά πάρκα κατά μήκος μιας μεγάλης περιοχής, είναι μικρή σε κλίμακα χρόνου μερικών ωρών. Πληροφόρηση υψηλού επιπέδου επιτρέπει στους διαχειριστές του συστήματος να καθορίζουν το βαθμό εφεδρείας. Οι τεχνικές πρόβλεψης του ανέμου είναι προς το παρόν σε αρχικό στάδιο ανάπτυξης, και κάθε βελτίωση εδώ μπορεί να βοηθήσει σημαντικά τους διαχειριστές να ελέγχουν την αιολική παραγωγή με τη μείωση και τον καθορισμό με ακρίβεια του σφάλματος πρόβλεψης (Μουστακίδης, 2007).

Έχει προταθεί ότι θέματα ευστάθειας του συστήματος μπορούν να αναγερθούν αν η αιολική παραγωγή ξεπεράσει κάποιο όριο διείδυσης. Τέτοιες ανησυχίες πρέπει να λάβουν υπ' όψιν τους τα πλεονεκτήματα, συμπεριλαμβανομένου της τοπικής ενίσχυσης του δικτύου και της δυνατότητας των Α/Γ μεταβλητών στροφών να συμβάλλουν στην ευστάθεια του συστήματος. Για την εξασφάλιση της ισορροπίας στο σύστημα έτσι ώστε να μπορεί να δεχθεί τη μεταβαλλόμενη ισχύ εξόδου των Α/Π.



είναι διαθέσιμες στους διαχειριστές των συστημάτων μια σειρά από τεχνικές. Σε μια κατάσταση όπου πολύς άνεμος είναι διαθέσιμος, για παράδειγμα, ο διαχειριστής μπορεί να διατηρεί άλλους τύπους σταθμών παραγωγής σε χαμηλά επίπεδα εξόδου. Άλλες λύσεις είναι πιθανόν να γίνουν εξαιρετικά σημαντικές καθώς η διείσδυση της αιολικής παραγωγής επεκτείνεται συνεχώς. Αυτές περιλαμβάνουν πρόβλεψη, διασυνδέσεις και αποθήκευση ηλεκτρισμού. Χρησιμοποιώντας τέτοιες τεχνικές, όπως επίσης και ενίσχυση του ίδιου του δικτύου, και αυξημένη γεωγραφική εξάπλωση της αιολικής ισχύος, είναι δυνατόν να εξασφαλιστεί πολύ υψηλό επίπεδο διείσδυσης στα Ευρωπαϊκά ηλεκτρικά συστήματα χωρίς επίδραση στην ποιότητα της παροχής (Μουστακίδης, 2007).

Από την άλλη μεριά οι ανεμογεννήτριες συνήθως είναι εξοπλισμένες με ασύγχρονες γεννήτριες οι οποίες ως γνωστόν διεγείρονται από το δίκτυο καταναλώνοντας άεργο ισχύ, και για το λόγο αυτό δεν συμβάλλουν στον έλεγχο των τάσεων του δικτύου. Το πρόβλημα συνήθως αντιμετωπίζεται με συσκευές αντιστάθμισης αέργου ισχύος, αν και τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί συστήματα ελέγχου του συντελεστή ισχύος των Α/Γ με χρήση ηλεκτρονικών ισχύος (Μουστακίδης, 2007).

Τέλος, από τεχνικής πλευράς, η περαιτέρω ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι εφικτή στο βαθμό που θα ξεπεραστεί το βασικό τεχνικό πρόβλημα των ασθενών ηλεκτρικών δικτύων κυρίως στις περιοχές που διαθέτουν το κατάλληλο αιολικό δυναμικό (<http://www.cres.gr>).



5.6.5 SWOT Ανάλυση

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ul style="list-style-type: none">* Ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή* Εγγώρια πηγή* Φιλική στο περιβάλλον* Υψηλής οικολογικής αξίας* Ελάχιστες απαιτήσεις γης* Εξοικονόμηση ενέργειας* Συνεχώς μειούμενο κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών* Χαμηλό εξωτερικό και κοινωνικό κόστος* Δυνατότητα αυτόνομης λειτουργίας* Ασφάλεια αιολικής βιομηχανίας	<ul style="list-style-type: none">* Επίδραση στα πτηνά* Θόρυβος* Σπάνιες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές* Μεγάλο κόστος παραγωγής κιλοβατώρας* Σχετικά υψηλό κόστος της αρχικής επένδυσης* Σχετικά υψηλό κόστος έρευνας και εγκατάστασης* Χαμηλή ροή αξιοποιήσιμης κινητικής ενέργειας του ανέμου* Περιοδικότητα ανέμου* Εξάρτηση από τα φυσικά φαινόμενα* Κατάλληλα σημεία εγκατάστασης μακριά από πόλεις* Απαραίτητη η αποθήκευση ενέργειας
ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ	ΑΠΕΙΛΕΣ
<ul style="list-style-type: none">* Ελλάδα: προικισμένη με υψηλό αιολικό δυναμικό* Ουσιαστική συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο Ελλάδας* Ελάφρυνση συνολικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης της χώρας* Αντιμετώπιση προβλήματος κλιματικής αλλαγής* Αποκεντρωμένη ανάπτυξη* Οικονομίες κλίμακας* Απεξάρτηση από εισαγόμενα καύσιμα* Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας* Ανάπτυξη σε τοπικό επίπεδο* Περιβαλλοντικός τουρισμός* Ανάπτυξη τεχνογνωσίας, τεχνολογίας και κατασκευαστικής δραστηριότητας σε διάφορους κλάδους	<ul style="list-style-type: none">* Αλλοιώσεις στην εικόνα του φυσικού περιβάλλοντος* Φόβοι για διάβρωση του εδάφους από τα έργα εγκατάστασης αιολικών πάρκων και τη διάνοιξη οδών



5.6.6 Παραδείγματα καλής εφαρμογής στην Ελλάδα

Η Μεσογειακή κωμόπολη *Άντισσα*, βρίσκεται στη Μυτιλήνη και ανήκει στους πρώτους οικισμούς εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας. Όμιλος εταιρειών που δραστηριοποιείται στο φάσμα ενέργειας και περιβάλλοντος με έμφαση στην ανάπτυξη αιολικών έργων κατόπιν θετικών μετρήσεων, σχεδίασε και κατασκεύασε δύο αιολικά πάρκα (στον Τέρπανδρο και στην Άντισσα) που έχουν συνολική ισχύ που ανέρχεται σε 7.200 kW. Η ενέργεια που παράγεται τον χρόνο ανέρχεται σε περίπου 24.000 GWh με μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου 9,0 m/s. Τα πάρκα έχουν ενταχθεί αρμονικά με το τοπίο. Η διασύνδεση των Α/Γ είναι υπόγεια, οι μετασηματιστές είναι μέσα στους πυλώνες και το κτίριο του «οικίσκου» είναι πλήρως εναρμονισμένο με τον περιβάλλοντα χώρο, με αποτέλεσμα η αισθητική να είναι άρτια και να αποτελεί σήμερα τουριστικό προορισμό δεκάδων επισκεπτών. Η επιτυχία του έργου είναι μεγάλη και αποτελεί ένα καλό παράδειγμα για παρόμοιες εφαρμογές (<http://www.ypan.gr>).

5.7 Αξιολόγηση ενέργειας από βιομάζα

5.7.1 Απόδοση

Η καύση του *ξύλου* αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας που παράγεται από την βιομάζα στην Ευρώπη και τον υπόλοιπο κόσμο. Οι αποδόσεις της διαδικασίας καύσεως έχουν πλησιάσει το 30% σε μικρής αλλά και μεγάλης κλίμακας θερμικά εργοστάσια (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Παράλληλα, η παραγωγή βιοκαυσίμων σαν εναλλακτικό καύσιμο έχει προοδεύσει σημαντικά. Η *αιθανόλη* που παράγεται από ζάχαρη, καλαμπόκι και σιτάρι, χρησιμοποιείται σαν καύσιμο για οχήματα. Χαρακτηριστικές ενεργειακές αποδόσεις προϊόντων είναι οι εξής:

- *Αραβόσιτος*: ενεργειακή απόδοση 1,3
- *Σακχαρότευτλα*: ενεργειακή απόδοση 1,76
- *Γλυκό σόργο*: ενεργειακή απόδοση 2,23

Όσον αφορά το *βιοαέριο*, η θερμική απόδοσή του είναι 70-85% για την θέρμανση του χωνευτήρα, 75-85% για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με ανάκτηση θερμότητας και 50-60% σαν καύσιμο για οχήματα (Αργυρίου κ.ά., 2006).



Επίσης, η τεχνολογία για μονάδες παραγωγής θερμότητας έχει αναπτυχθεί και δοκιμασθεί αρκετά. Μεγάλοι καυστήρες για τηλεθέρμανση έχουν πολύ υψηλές αποδόσεις που φθάνουν και 90% (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται οι αποδόσεις διαφόρων ειδών βιομάζας.

Πίνακας 5.2: Απόδοση (%) σε βιοάνθρακα, βιοέλαιο και βιοαέριο γεωργικών υπολειμμάτων

Είδος βιομάζας	Βιοάνθρακας (%)	Βιοέλαιο (%)	Βιοαέριο (%)	Νερό (%)
Υπολείμματα βελανιδιάς	28,9	7,0	29,6	34,5
Υπολείμματα καπνού	44,5	7,7	38,8	9,0
Υπολείμματα αμυγδαλιάς	29,8	23,7	13,9	32,6
Κλαδοδέματα μηλιάς	24,5	19,1	34,6	21,9
Υπολείμματα σπαρτών	27,1	12,1	32,6	28,2
Κλαδοδέματα ελιάς	34,7	5,5	39,3	20,5

Πηγή: Αργυρίου κ.ά. / Ίδια επεξεργασία

5.7.2 Δυναμικό βιομάζας

Οι άφθονες πηγές σε συνδυασμό με τις ευνοϊκές πολιτικές που ακολουθούνται, προωθούν την ανάπτυξη της βιοενέργειας σε χώρες της Βόρειας Ευρώπης (κυρίως σε εφαρμογές συμπαραγωγής χρησιμοποιώντας υπολείμματα ξυλείας), στις Ηνωμένες Πολιτείες και σε χώρες που παράγουν ζαχαροκάλαμο, όπως η Βραζιλία. Η εξάπλωση εφαρμογών μικρής κλίμακας, συμπεριλαμβανομένων μονάδων “χώνευσης” για συστήματα εκτός δικτύου, έχει παρατηρηθεί τόσο στον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD) όσο και σε ανερχόμενες οικονομίες (Καρέλης, 2008).

Η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο στον πλανήτη υπολογίζεται ότι ανέρχεται σε 172 δισεκατομμύρια τόνους ξηρού υλικού, με ενεργειακό περιεχόμενο δεκαπλάσιο της ενέργειας που καταναλώνεται παγκοσμίως στο ίδιο διάστημα. Το τεράστιο αυτό ενεργειακό δυναμικό παραμένει κατά το μεγαλύτερο μέρος του ανεκμετάλλευτο, καθώς, σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις, μόνο το 1/7 της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας καλύπτεται από τη βιομάζα και αφορά κυρίως τις παραδοσιακές χρήσεις της (καυσόξυλα κλπ.) (ΚΑΠΕ, 2006).

Στην ΕΕ, η συνολική έκταση γης ανέρχεται στα 385 εκατομμύρια εκτάρια. Από αυτά, τα δάση και οι δασότοποι καλύπτουν τα 137 εκατομμύρια εκτάρια, ενώ οι



καλλιέργειες τα 178.5 εκατομμύρια εκτάρια. Δεδομένου ότι οι απαιτήσεις για τη βιομηχανία ξύλου, για τρόφιμα και για την παραγωγή χαρτιού θα έχουν καλυφθεί, η βιομάζα από τα δέντρα και τις καλλιέργειες, καθώς και από τη ζωική κοπριά, θα μπορούσε να παρέχει ενέργεια ίση με περίπου 8 EJ το χρόνο – περίπου το 11% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ, από το οποίο 56% θα προέρχεται από υπολείμματα ξυλείας και υποπροϊόντων, 8% από άχυρο, 25% από υπολείμματα καλλιεργειών, και το υπόλοιπο από ζωική κοπριά. Συγκεκριμένα, τα υπολείμματα ξυλείας υπολογίζεται ότι έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν 3.8 EJ ενέργειας ετησίως. Άρα, στην πράξη, εκμεταλλευόμαστε λιγότερο από το ένα τέταρτο των διαθέσιμων φυσικών πόρων (Καρέλης, 2008).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η βιομάζα κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με ποσοστό που αγγίζει το 63%. Σήμερα, η συνεισφορά της ενέργειας από βιομάζα φτάνει ήδη το 4% της συνολικής ενέργειας που παρέχεται στην Ε.Ε., κυρίως μέσω θέρμανσης, και σε μικρότερο βαθμό μέσω εφαρμογών συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (CHP). Μέχρι το 2010, η βιομάζα αναμένεται να καλύπτει το 8% της συνολικής διατιθέμενης ενέργειας στην ΕΕ (Καρέλης, 2008).

Σύμφωνα με στοιχεία του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, στην Ελλάδα, τα κατ' έτος διαθέσιμα γεωργικά και δασικά υπολείμματα ισοδυναμούν ενεργειακά με 3-4 εκατ. τόνους πετρελαίου, ενώ το δυναμικό των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί, με τα σημερινά δεδομένα, να ξεπεράσει άνετα εκείνο των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί ενεργειακά στο 30-40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα μας. Σημειώνεται ότι 1 τόνος βιομάζας ισοδυναμεί με περίπου 0,4 τόνους πετρελαίου. Εντούτοις, με τα σημερινά δεδομένα, καλύπτεται μόλις το 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της με τη χρήση της διαθέσιμης βιομάζας (ΚΑΠΕ, 2006).

Οι ελληνικές δυνατότητες παραγωγής, μόνο από τα εκκοκκιστήρια και τα σπορελαιουργεία της Βόρειας και Κεντρικής Ελλάδας, είναι περίπου 80.000 τόνοι βιοκαυσίμων από βαμβακέλαιο το χρόνο. Το γεγονός ότι μέσα στην επόμενη 20ετία υπολογίζεται ότι το 20% των μεταφορών στην Ευρώπη θα γίνονται με εναλλακτικά καύσιμα, αλλά και το ότι έως το 2010 τα εναλλακτικά καύσιμα θα αποτελούν το 5,75% του συνόλου των καυσίμων που θα χρησιμοποιούνται στον τομέα των μεταφορών, δείχνουν τα σημαντικά περιθώρια ανάπτυξης που έχει ο κλάδος των



βιοκαυσίμων. Υπολογίζεται ότι στην Ελλάδα το 2010 θα πρέπει να χρησιμοποιούμε 150.000 τόνους βιοντίζελ (όπου χρειάζεται ντίζελ) και 390.000 τόνους βιοιθανόλη (όπου χρειάζεται βενζίνη), ενώ μέχρι στιγμής η εγχώρια παραγωγή δεν μπορεί να καλύψει την ανάγκη αυτή (Καραγιώργα, 2008).

Στην Ελλάδα λειτουργεί ήδη ένα εργοστάσιο παραγωγής βιοντίζελ της εταιρείας Ελληνικά Βιοπετρέλαια (ΕΛΒΙ) στην περιοχή του Κιλκίς και μέχρι το τέλος του έτους αναμένεται να λειτουργήσουν και άλλα τρία, ένα από την Ελινόιλ στο Βόλο, ένα από την εταιρεία Vertoil στη Θεσσαλονίκη και ένα από την εταιρεία Παύλος Ν. Πέττας στην Πάτρα. Η δυναμικότητά τους υπολογίζεται περίπου σε 40.000, 25.000 και 50.000 τόνους βιοντίζελ το χρόνο αντίστοιχα. Επιπλέον, έχει ξεκινήσει η κατασκευή ενός ακόμα εργοστασίου από την εταιρεία Agroinvest στην περιοχή της Φθιώτιδας με ετήσια δυναμικότητα 250.000 τόνους (Καραγιώργα, 2008).

Σημαντική εξέλιξη στον κλάδο αποτελεί η ίδρυση κοινής εταιρείας με στόχο την παραγωγή βιοκαυσίμων από τα Ελληνικά Πετρέλαια, τη Βιοχάλκο, την Ελληνική Υφαντουργία και την Πρίμα Συμμετοχές. Η Βιοντίζελ Α.Ε, όπως ονομάζεται η νέα εταιρεία, στο μετοχικό κεφάλαιο της οποίας συμμετέχουν με ποσοστό 25% η καθεμία από τις τέσσερις επιχειρήσεις, έχει στόχο την είσοδό της στην αγορά των βιοκαυσίμων με τη δημιουργία μιας μονάδας παραγωγής, δυναμικότητας 100.000 τόνων βιοκαυσίμων το χρόνο. Στον κλάδο έχει εκδηλωθεί ενδιαφέρον και από ξένους επενδυτές και εταιρείες με ήδη ανεπτυγμένη δράση στον κλάδο, όπως η Kontect Energy, θυγατρική της αυστριακής E-Power και η αμερικανικών συμφερόντων Lemna International (Καραγιώργα, 2008).

5.7.3 Πλεονεκτήματα - Ευκαιρίες

Τα *ενεργειακά οφέλη* είναι σημαντικότερα, μιας και η πληθώρα οργανικών ουσιών που εμπερικλείεται στη βιομάζα την καθιστούν ως ένα αξιόλογο βιοκαύσιμο με σημαντική θερμογόνο ικανότητα, συγκρίσιμη ή και μεγαλύτερη από αυτή των καυσόξυλων. Χαρακτηριστικά, υπολογίζεται ότι η θερμογόνο ικανότητα της βιομάζας βαμβακιού είναι περίπου 15.000KJ/kg δηλαδή μια αρκετά ικανοποιητική τιμή (~1/3 της βενζίνης). Έτσι, καθίσταται μια εναλλακτική μορφή παραγωγής ενέργειας, η οποία είναι *διαρκώς ανανεώσιμη* μιας και ο κύκλος ζωής της είναι συνήθως ετήσιος κι έτσι υπάρχει επάρκεια. Μειώνεται με αυτό τον τρόπο η εξάρτηση



από τις παραδοσιακές μορφές καυσίμων (πετρέλαιο, κάρβουνο, κ.λ.π.), με όλα τα θετικά επακόλουθα για την οικονομία και τη συνέχιση της ζωής. Παράλληλα, η βιομάζα παράγεται σε όλες τις χώρες του κόσμου και είναι εύκολα προσιτή, ενώ τα ορυκτά καύσιμα παράγονται μόνον σε λίγες χώρες και η διαθεσιμότητά των εξαρτάται από διεθνείς πολιτικές, στρατιωτικές, και οικονομικές συνθήκες. (Τατσιόπουλος, 2002).

Τα *περιβαλλοντικά οφέλη* επί του εδάφους είναι κυρίως τοπικά. Η συγκέντρωση των υπολειμμάτων των αγροτικών καλλιεργειών δημιουργεί με τον καιρό εστίες παρασίτων, οι οποίες είναι βλαβερές για την αποδοτικότητά τους και κατ' επέκταση για την οικονομία των αγροτών. Έτσι οι αγρότες, αναγκάζονται να αφιερώνουν επιπλέον χρόνο και κόπο για τον διασκορπισμό ή το θάψιμο όσο το δυνατό μεγαλύτερων ποσοτήτων, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η μολυσματική επιρροή της σήψης. Δεν είναι λίγες οι φορές που οι αγρότες καίνε ανεξέλεγκτα τα υπολείμματά τους. Αξιοποιώντας τη βιομάζα, απαλλάσσεται ο αγρότης από αυτές τις εστίες των παρασίτων. Όχι μόνο οι αγροτικές μορφές, αλλά και οι υπόλοιπες μορφές βιομάζας (οργανικές, βιομηχανικές) αποτελούν συνήθως εστία χημικής (έδαφος, υδροφόροι ορίζοντες) και αισθητικής μόλυνσης, οπότε η απομάκρυνση και η ταυτόχρονη αξιοποίηση τους μόνο βελτίωση επιφέρει στην ποιότητα ζωής των πολιτών (Τατσιόπουλος, 2002).

Τα περιβαλλοντικά οφέλη όσων αφορά τον ατμοσφαιρικό αέρα είναι ευρύτερα. Με την προώθηση της αγροτικής και δασικής βιομάζας στην παραγωγή ενέργειας εξασφαλίζονται εξαιρετικά *χαμηλά ποσοστά ρύπων* No_x , CO_x και άλλων ρυπαντών υπεύθυνων για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αυτό οφείλεται στο ότι η φυτική βιομάζα εξαιτίας της σύστασής της και εξαιτίας της αρχής διατήρησης της μάζας, εκπέμπει με την καύση της ακριβώς την ίδια ποσότητα CO_2 με την ποσότητα που θα εξέπεμπε με την λειτουργία της αναπνοής ως φυτό σε ανάπτυξη. Απελευθερώνεται, δηλαδή, το CO_2 που έχει απορροφηθεί κατά τη ζωή του φυτού με τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης. Επιπρόσθετα, το μεγαλύτερο ποσοστό CO_2 εγκλωβίζεται στις ρίζες κι έτσι οι ποσότητες που απελευθερώνονται στον αέρα με την καύση των αγροτικών υπολειμμάτων –που σπάνια περιλαμβάνουν ρίζες- είναι ελάχιστες. Αυτές μάλιστα περιορίζονται ακόμη περισσότερο μέσω της ελεγχόμενης καύσης και της χρήσης φίλτρων και άλλων μεθόδων καθαρισμού καυσαερίων. Έτσι, η ρύπανση είναι σημαντικά χαμηλότερη από την καύση άλλων υλών (πετρέλαιο, λιγνίτης). Επίσης,



δεν υπάρχει εναπόθεση άχρηστων υλών και παραπροϊόντων σε σχέση με τις άλλες μορφές καυσίμων της βιομηχανίας ενέργειας, ενώ η εδαφική φθορά σε άνθρακα και χημικά είναι μηδενική (Τατσιόπουλος, 2002).

Στα παραπάνω, πρέπει να προστεθεί και το γεγονός ότι η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂), που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή (<http://www.cres.gr>).

Σημαντικά είναι και τα **οικονομικά και κοινωνικά οφέλη**. Σε οικονομικό και εθνικό επίπεδο, εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος. Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι ένας πολύ μεγάλος αριθμός αγροτών θα μπορούσε να εμπλακεί στην διαδικασία αξιοποίησης της βιομάζας. Μάλιστα, η ευκαιρία αυτή για απασχόληση δίνεται σε μια «νεκρά» για τον αγρότη περίοδο, όπου μετά την συλλογή καρπού και την κοπή των στελεχών, δεν απασχολείται για πολύ καιρό σε αγροτικές εργασίες. Με την οικονομική ενίσχυση από μονάδες συμπαραγωγής ενέργειας, ο αγρότης μπορεί να εξασφαλίσει ένα νέο εισόδημα. Είναι, λοιπόν, φανερό ότι αναζωογονούνται οικονομικά υποβαθμισμένες αγροτικές περιοχές, και μάλιστα με το πλεονέκτημα για τον αγρότη του ελέγχου των τιμών μιας και αυτός θα μπορεί να ελέγχει τις διαθέσιμες ποσότητες βιομάζας. Δημιουργείται, λοιπόν, μια πολύ ενδιαφέρουσα πρόταση καταπολέμησης της ανεργίας (Τατσιόπουλος, 2002).

Εκτός από τα παραπάνω, η βιομάζα είναι ιδιαίτερα ελκυστική καθώς αυτή τη στιγμή είναι η μόνη διαθέσιμη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας από την οποία μπορούν να παραχθούν **καύσιμα κίνησης** σε ανταγωνιστικές τιμές και μεγάλες ποσότητες. Το γεγονός, μάλιστα, ότι είναι ήδη εφικτή η παραγωγή βιοκαυσίμων με ιδιότητες αρκετά όμοιες με αυτές των συμβατικών ορυκτών καυσίμων, σημαίνει ότι η ανάγκη υιοθέτησης τεχνολογιών τελικής χρήσης (end-use technologies) έχει ελαχιστοποιηθεί. Εκτός, όμως, από τα βιοκαύσιμα, η βιομάζα ως μορφή ενέργειας είναι πολλά υποσχόμενη τόσο στην παροχή βιομηχανικής θέρμανσης και ηλεκτρισμού, όσο και ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ενός ευρέως φάσματος χημικών και βιοπροϊόντων (Καρέλης, 2008).



Επίσης, τα συγκροτήματα ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού καύσεως βιομάζας έχουν πολύ μικρό χρόνο απόσβεσης από 1 έως 3 χρόνια συνέπεια της *εξοικονόμησης ενέργειας* σε αντίθεση με τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό των ορυκτών καυσίμων που δεν αποσβένονται ποτέ αφού καταναλώνουν και δεν εξοικονομούν ενέργεια (Αξαόπουλος & Γελεγένης, 2005).

Εξίσου σημαντικό είναι και το πλεονέκτημα ότι *επιλύει το πρόβλημα των απορριμμάτων* στις μεγαλουπόλεις, μετατρέποντάς το μάλιστα σε προσοδοφόρα επένδυση. Συγκεκριμένα, όσον αφορά τα στερεά απόβλητα, μπορεί να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια μέσω της καύσης τους και να μειωθεί ταυτόχρονα ο όγκος των απορριμμάτων, απαιτώντας έτσι σημαντικά μικρότερες εκτάσεις τελικής διάθεσης, που είναι και από τα σημαντικότερα προβλήματα της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων (Κοσμά & Συρίγου, 2009).

Σ' αυτό το σημείο, αξίζει να αναφερθεί ότι αν και η μέθοδος της καύσης παρουσιάζει ανοδικές τάσεις, η σύσταση των ελληνικών στερεών αποβλήτων, με υψηλό ποσοστό υγρασίας και ζυμώσιμων υλικών, τα καθιστά προβληματικά για ενεργειακή αξιοποίηση, χωρίς προηγούμενο εμπλουτισμό. Η εμπειρία εξάλλου στην Ελλάδα είναι αποτρεπτική, ενώ τα πληθυσμιακά δεδομένα της χώρας, σε συνδυασμό με την οικονομική εφικτότητα τέτοιων μονάδων περιορίζουν την πιθανή αγορά στις μεγάλες κυρίως πόλεις όπως η Αθήνα, η Θεσσαλονίκη και πιθανόν η Πάτρα, το Ηράκλειο και ο Βόλος (Κοσμά & Συρίγου, 2009).

5.7.4 Μειονεκτήματα - Απειλές

Η αξιοποίηση της βιομάζας αν και είναι πολύ διαδεδομένη σε παραδοσιακή χρήση είναι μια από τις πιο δύσκολες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας τεχνικά, οικονομικά αλλά και κοινωνικά.

Τα πιθανά προβλήματα που προέρχονται από την αξιοποίησή της, σχετίζονται με τα αγροτικά / δασικά υπολείμματα και τις ενεργειακές καλλιέργειες και αφορούν τις φάσεις παραγωγής, διαχείρισης και μετατροπής / αξιοποίησης (Κοσμά & Συρίγου, 2009).

Σημαντική είναι η *δυσκολία στη συλλογή, τη μεταποίηση, τη μεταφορά και την αποθήκευση* της βιομάζας. Έτσι αυξάνεται το κόστος της ενεργειακής της αξιοποίησης (<http://el.wikipedia.org>).



Η *μεγάλη διασπορά* και η *εποχιακή παραγωγή* της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας (<http://el.wikipedia.org>).

Το βασικό μειονέκτημα της βιομάζας ως καύσιμο, είναι ότι έχει *χαμηλή θερμαντική αξία* κατά μονάδα βάρους και ακόμη μικρότερη κατά μονάδα όγκου σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, η δε περιεχόμενη υγρασία μειώνει ακόμη περισσότερο τη διαθέσιμη θερμαντική αξία, όταν αυτή υπολογίζεται με βάση το υγρό βάρος της. Το μειονέκτημα αυτό περιορίζει τη χρήση της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς στον τόπο παραγωγής της και συνεπώς η εκμετάλλευσή της περιορίζεται σε τοπικό επίπεδο (<http://www.cres.gr>).

Επιπλέον, μία μονάδα καύσεως βιομάζας έχει *μεγαλύτερο αρχικό κόστος εγκατάστασης* από μια μονάδα καύσεως ορυκτών καυσίμων, παρά το μικρό χρόνο απόσβεσης που έχει. Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων (<http://el.wikipedia.org>). Αυτό είναι δυνατόν να αναστείλει την απόφαση του χρήστη προσωρινά για την επιλογή υπέρ της βιομάζας, μέχρις ότου βελτιωθούν τα οικονομικά της επιχείρησης (<http://www.cres.gr>).

Εξ αιτίας των παραπάνω μειονεκτημάτων και για την πλειοψηφία των εφαρμογών της, το κόστος της βιομάζας παραμένει, συγκριτικά προς το πετρέλαιο, υψηλό. Ήδη, όμως, υπάρχουν εφαρμογές στις οποίες η αξιοποίηση της βιομάζας παρουσιάζει οικονομικά οφέλη. Επιπλέον, το πρόβλημα αυτό βαθμιαία εξαλείφεται, αφ' ενός λόγω της ανόδου των τιμών του πετρελαίου, αφ' ετέρου λόγω της βελτίωσης και ανάπτυξης των τεχνολογιών αξιοποίησης της βιομάζας (<http://www.cres.gr>).

Όσον αφορά στους κινδύνους που σχετίζονται με την εκτεταμένη χρήση της βιομάζας, αυτοί έχουν να κάνουν με την *εντατική καλλιέργεια*, τη *χρήση χημικών και λιπασμάτων* και τη διατήρηση της *βιοποικιλότητας*.

Άρα, αφενός χρειάζονται εγγυήσεις ότι η βιομάζα παράγεται με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον προκειμένου να γίνει πιο αποδεκτή η διαχείριση των δασικών εκτάσεων και της γης, και αφετέρου τα θρεπτικά στοιχεία πρέπει να επιστρέφονται στα δάση και τη γη μέσω της στάχτης από την καύση της βιομάζας για να μετριάζεται η απώλεια αυτών και άρα η ανάγκη για λιπάσματα. Τέλος, ενώ η υπερ-εκμετάλλευση των φυσικών πόρων βιομάζας στις αναπτυσσόμενες χώρες πρέπει να αποφευχθεί, η



βιομάζα μπορεί να είναι σημαντική για τη χρησιμοποίηση της μη εύφορης γης, η οποία υπό άλλες συνθήκες θα κρινόταν ασύμφορη για καλλιέργεια, καθώς και για τα κοινωνικο-οικονομικά οφέλη που θα επιφέρει στις περιοχές αυτές (Καρέλης, 2008).

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι σε περίπτωση ευρείας κλίμακας εφαρμογής των προγραμμάτων βιομάζας και μη ορθολογικής χρήσης, υπάρχει κίνδυνος το απόθεμα αυτό να μην είναι ανανεώσιμο και να μετατρέπεται σε εξαντλήσιμο. Η αποψίλωση των δασών αποτελεί ένα καλό παράδειγμα. Εάν δε φυτεύονται νέα δέντρα για την εξασφάλιση της συνεχόμενης παροχής, είδη των οποίων η επιβίωση βασίζεται στα δάση αυτά εξαφανίζονται, καταστρέφεται ο οικοσύστημα και το ενεργειακό απόθεμα εξαντλείται (Παπαϊωάννου, 2008).



5.7.5 SWOT Ανάλυση

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ul style="list-style-type: none">* Ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή* Εγγώρια πηγή ενέργειας* Ως πρώτη ύλη βρίσκεται παντού στον πλανήτη και σε αφθονία* Εξαιρετικά χαμηλά ποσοστά ρύπων* Μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)* Μηδαμινή ύπαρξη θείου (SO₂)	<ul style="list-style-type: none">* Μεγάλη διασπορά και εποχιακή παραγωγή* Δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση* Βιομάζα ως καύσιμο: χαμηλή θερμοαντικτική αξία κατά μονάδα βάρους και ακόμη μικρότερη κατά μονάδα όγκου* Μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία* Αυξημένος όγκος* Μεγάλο αρχικό κόστος εγκατάστασης μονάδας καύσεως
ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ	ΑΠΕΙΛΕΣ
<ul style="list-style-type: none">* Μεγάλες δυνατότητες παραγωγής στην Ελλάδα* Μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα* Εξοικονόμηση ενέργειας* Βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου* Εξασφάλιση ενεργειακού εφοδιασμού* Εξοικονόμηση του συναλλάγματος* Αύξηση απασχόλησης στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών* Αναζωογόνηση οικονομικά υποβαθμισμένων αγροτικών περιοχών* Παραγωγή καυσίμων κίνησης σε ανταγωνιστικές τιμές και μεγάλες ποσότητες* Παραγωγή ευρέως φάσματος χημικών και βιοπροϊόντων* Επίλυση του προβλήματος των απορριμμάτων	<ul style="list-style-type: none">* Εντατική καλλιέργεια* Χρήση χημικών και λιπασμάτων* Διατήρηση της βιοποικιλότητας



5.7.6 Παραδείγματα καλής εφαρμογής στην Ελλάδα

Όπως αναφέρθηκε και στην αντίστοιχη υποενότητα του κεφαλαίου 2, η εκμετάλλευση της βιομάζας στην Ελλάδα ξεκίνησε τα τελευταία χρόνια.

Παραδείγματα καλής εφαρμογής, αποτελούν τα εξής:

- **Ψυττάλεια:** Εκεί βρίσκεται μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (πρωτοβάθμια επεξεργασία), όπου από το 2001 ξεκίνησε η εκμετάλλευση του βιοαερίου. Το βιοαέριο παράγεται μέσω αναερόβιας χώνευσης και τροφοδοτεί τρεις μηχανές εσωτερικής καύσης αερίου, ισχύος 2.458 Mwe έκαστη (<http://www.ypan.gr>). Η ετήσια παραγωγή θερμικής ενέργειας είναι 42 GWh και η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 53 GWh. Το Κέντρο επεξεργάζεται τα 700.000 m³/ημέρα αστικών λυμάτων της Αθήνας (Αργυρίου κ.ά., 2006).
- **Άνω Λιόσια:** Η μονάδα κατασκευάστηκε το 2001, βρίσκεται στα Άνω Λιόσια Αττικής και είναι ιδιοκτησία της εταιρείας Βιοαέριο-Ενέργεια Άνω Λιόσια ΕΠΕ. Η συγκεκριμένη εγκατάσταση είναι μονάδα συμπαραγωγής θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο, η οποία χρησιμοποιεί το παραγόμενο αέριο από τη χωματερή. Το αέριο τροφοδοτεί έντεκα μηχανές εσωτερικής καύσης αερίου ισχύος 1.255 MWe έκαστη. Η ετήσια παραγωγή θερμικής ενέργειας είναι 134,8 GWh, ενώ η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι 112,5 GWh. Από το τέλος του 2007 λειτουργεί και επέκταση κατά 9,7 MW που ανέβασε τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ σε 23,5 MW, γεγονός που καθιστά το έργο ένα από τα μεγαλύτερα του είδους παγκοσμίως (<http://www.ypan.gr>).

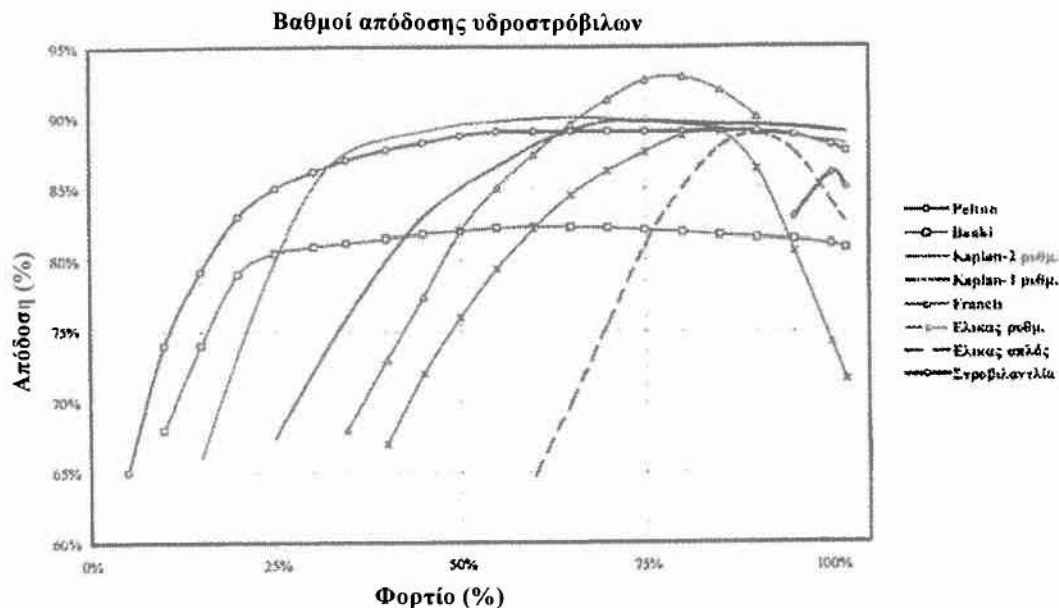
5.8 Ενέργεια υδάτων

5.8.1 Ενεργειακή απόδοση υδροηλεκτρικών συστημάτων

Ο υδροστρόβιλος αποτελεί το κύριο μέρος ενός υδροηλεκτρικού συστήματος. Ο βαθμός απόδοσής του, ορίζεται ως το πηλίκο της αποδιδόμενης μηχανικής ισχύος στον άξονα του στροβίλου, προς την προσδιδόμενη από το νερό ισχύ (που υπολογίζεται από την παροχή και το καθαρό ύψος πτώσης). Για την επαλήθευσή του χρησιμοποιούνται ειδικά πρότυπα (IEC-41 ή IEC-193) σε επίπεδο Ευρωπαϊκής

Ένωσης. Στο διάγραμμα 5.4, δίνονται ενδεικτικές τιμές του βαθμού απόδοσης των διαφόρων τύπων υδροστροβίλων (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Διάγραμμα 5.4: Βαθμός απόδοσης των διαφόρων τύπων υδροστροβίλων



Πηγή: Αργυρίου κ.ά., 2006

Παρατηρούμε ότι οι βαθμοί απόδοσης των υδροστροβίλων διαφοροποιούνται, ανάλογα με τους διάφορους τύπους υδροστροβίλων (διαφορετική γεωμετρία, διαστάσεις) και μερικές φορές φτάνουν σε υψηλά επίπεδα και υπερβαίνουν το 90%.

Ειδικότερα, οι στροβίλοι Banki (Cross Flow) έχουν χαμηλό βαθμό απόδοσης (της τάξης του 80%) αλλά σταθερό για τα $\frac{3}{4}$ περίπου της περιοχής λειτουργίας. Ο στροβίλος Francis αν και παρουσιάζει υψηλό βαθμό απόδοσης (περί το 92%), παρουσιάζει εν τούτοις απότομη μεταβολή. Η καμπύλη για τον στροβίλο Kaplan είναι ικανοποιητική και βελτιώνεται σημαντικά εάν υπάρξει και δυνατότητα ρύθμισης της σταθερής πτερύγωσης. Οι στροβίλοι Pelton έχουν ικανοποιητική συμπεριφορά κυρίως για φορτία άνω του 25% του ονομαστικού τους. Τέλος, οι στροβιλιαντλίες, έχουν πολύ μικρό εύρος λειτουργίας (από 85%-100% του ονομαστικού φορτίου) με σχετικά χαμηλό βαθμό απόδοσης (Αργυρίου κ.ά., 2006).

5.8.2 Δυναμικό

Η ΔΕΗ από την ίδρυση της επεδίωξε να αναπτύξει και να αξιοποιήσει το υδάτινο



δυναμικό της χώρας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατασκευάζοντας σημαντικά για την εποχή έργα που συνέβαλαν στην ανάπτυξη της χώρας.

Από το 1950 έως το 1975 κατασκευάστηκαν 8 μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 1.410 MW (Άγρας, Λάδωνας, Λούρος, Ταυρωπός, Κρεμαστά, Καστράκι, Εδεσσαίος και Πολύφυτο), μεταξύ αυτών και οι 3 μεγαλύτεροι (Κρεμαστά, Καστράκι και Πολύφυτο). Από το 1976 μέχρι σήμερα κατασκευάστηκαν 11 υδροηλεκτρικοί σταθμοί (8 μεγάλοι και 3 μικροί), συνολικής εγκατεστημένης ισχύος περίπου 1.630 MW (Πουρνάρι I και II, Σφηκιά, Ασώματα, Στράτος I και II, Πηγές Αώου, Θησαυρός, Πλατανόβρυση, ΜΥΗΣ Γκιώνας και ΜΥΗΣ Μακροχωρίου). Μεταξύ αυτών ξεχωρίζουν οι δύο αντλητικοί σταθμοί της Σφηκιάς στον ποταμό Αλιάκμονα και του Θησαυρού στον ποταμό Νέστο (Κατσίβαλη, 2007).

Η ΔΕΗ λειτουργεί 15 μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 3017,8 MW και με ετήσια ενεργειακή απολαβή 4,16 δις kWh για μέσες συνθήκες υδραυλικότητας (Μουστακίδης, 2007).

Πιο αναλυτικά, οι κύριοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί, παρουσιάζονται στον πίνακα 5.3.

Πίνακας 5.3: Μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα εκμεταλλευόμενα από τη ΔΕΗ

Περιφέρεια	Όνομα σταθμού	Ισχύς σε MW	Παραγωγική ικανότητα σε εκατ. kWh/έτος
Ανατολ. Μακεδονίας & Θράκης	Θησαυρός	384	440
	Πλατανόβρυση	116	240
Δυτικής Ελλάδας	Κρεμαστά	437,2	964
	Καστράκι	320	639
	Στράτος	150	298
Δυτικής Μακεδονίας	Πολύφυτο	375	386
Ηπείρου	Πουρνάρι	300	281
	Πουρνάρι II	33,6	45
	Πηγές Αώου	210	149
Θεσσαλίας	Ταυρωπός	130	163
Κεντρικής Μακεδονίας	Άγρας	50	19
	Εδεσσαίος	19	16
	Ασώματα	108	126
	Σφηκιά	315	182
Πελοποννήσου	Λάδωνας	70	215
Σύνολα		3.017,80	4.163

Πηγή: Μουστακίδης, 2007 / Ιδία επεξεργασία



Σήμερα, η ΔΕΗ έχει πρακτικά εγκαταλείψει την κατασκευή νέων μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων, στρεφόμενη στην κατασκευή ΜΥΗΣ, τα οποία αναλαμβάνει η θυγατρική εταιρεία της ΔΕΗ Ανανεώσιμες σε κοινοπραξία με μικρότερες ιδιωτικές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον κλάδο. Εντούτοις, υπό κατασκευή βρίσκεται περιορισμένος αριθμός ΥΗΣ για την αξιοποίηση ανεκμετάλλευστων ακόμα υδάτινων πόρων. Οι σταθμοί αυτοί φαίνονται στον πίνακα 5.4, που ακολουθεί.

Πίνακας 5.4: Υδροηλεκτρικά έργα ΔΕΗ προγραμματισμένα για εμπορική λειτουργία έως το 2010

Περιφέρεια	Όνομα έργου	Ισχύς σε MW	Παραγωγική ικανότητα σε εκατ. kWh/έτος
Κεντρικής Μακεδονίας	Ιλαρίωνας	120	413
Δυτικής-Στερεάς Ελλάδας	Συκιά	126,5	296
Θεσσαλίας	Πευκόφυτο	160	340
	Μεσοχώρα	161,6	384
Ανατολικής Μακεδονίας	Τέμενος	19	60
Ηπείρου	Μετσοβίτικος	25	58
Θεσσαλίας	Σμώκοβο	10	27
Σύνολα		622,1	1.578

Πηγή: ΔΕΣΜΗΕ / Ίδια επεξεργασία

Οι Μικροί Υδροηλεκτρικοί σταθμοί (ΜΥΗΣ) έχουν ως στόχο να αξιοποιήσουν το υδάτινο δυναμικό μικρών ποταμών και ρεμάτων χωρίς συνεχή ροή και χωρίς την κατασκευή μεγάλων ταμιευτήρων. Ήδη στο χώρο δραστηριοποιούνται πολλές ιδιωτικές εταιρείες με κυριότερη την Τέρνα Ενεργειακή που έχει ήδη αδειοδοτηθεί για την κατασκευή επτά ΜΥΗΣ ισχύος από 4 έως 10 MW, ενώ σε κοινοπραξία με τη ΔΕΗ Ανανεώσιμες κατασκευάζει άλλους δύο στον Αξιό (6,6 MW) και στον Λάδωνα (8,4 MW). Η ΕΥΔΑΠ επίσης κατασκευάζει 6 μικρούς σταθμούς (από 0,25 έως 1,2 MW) κατά μήκος του κεντρικού της αγωγού από Εύηνο και Μόρνο προς την Αττική. (Κατσίβαλη, 2007).

Ενδιαφέροντα συνδυασμό αποτελεί το ευρισκόμενο σε φάση κατασκευής από τη ΔΕΗ Ανανεώσιμες στο απομονωμένο ηλεκτρικό σύστημα της Ικαρίας υβριδικό



σχήμα, αποτελούμενο από τυπική υδροηλεκτρική μονάδα συζευγμένη με δύο αντλιοσταμειυτήρες ισχύος 3,8 MW και βοηθούμενο από αιολικό πάρκο 2,4 MW για την παραγωγή περίπου 14 GWh ανά έτος. Το ηλεκτρικό σύστημα της Ικαρίας που κατά το 2003 παρήγαγε 23 GWh περιλαμβάνει πετρελαιοκίνητο σταθμό δυναμικότητας 5,8 MW βοηθούμενο από κινητή, επίσης πετρελαιοκίνητη θερμική μονάδα 3,1 MW και υπάρχον αιολικό πάρκο 0,385 MW. Το υβριδικό εκμεταλλεύεται υπάρχουσα λιμνοδεξαμενή που εξυπηρετεί υδρευτικούς και αρδευτικούς σκοπούς, βρίσκεται σε υψόμετρο 721 μέτρων και έχει διαθέσιμη συνολική χωρητικότητα 1.000.000 m³ νερού. Η λιμνοδεξαμενή που δεν ανήκει αποκλειστικά στο αντλιοσταμειυτικό σχήμα τροφοδοτεί με τη βοήθεια αγωγού μήκους 3.500 m κατάντη ταμειυτήρα (στάθμη νερού +555 m, χωρητικότητα 80.000 m³) εφοδιασμένο με στρόβιλο Pelton 1 MW. Ο ταμειυτήρας συνδέεται με αγωγό μήκους 2.000 m με τον κατώτερο ταμειυτήρα (στάθμη νερού +65 m, χωρητικότητα 80.000 m³) εφοδιασμένο με δύο στρόβιλους Pelton 2x1,4 MW. Το αντλιοστάσιο δυναμικότητας MW 1 βρίσκεται κοντά στον κατώτερο ταμειυτήρα. Το αιολικό πάρκο αποτελείται από 4 ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 2,4 MW. Η ενεργειακή απολαβή του αιολικού σκέλους ανέρχεται σε 6.232 MWh (27,1%) ενώ το υδροενεργειακό τμήμα παράγει 7.960 MWh (34,6%) και οι υπόλοιπες 8.800 MWh (38,3%) προέρχονται από συμβατικά παραγόμενη ενέργεια στη διάρκεια έτους μέσου βροχομετρικού ύψους (Κατσίβαλη, 2007).

5.8.3 Πλεονεκτήματα - Ευκαιρίες

Ενέργεια από θαλάσσια κύματα:

Η ενέργεια από θαλάσσια κύματα αποτελεί μια *καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας* χωρίς να προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον και χωρίς να προκαλεί εκπομπές CO₂ στην ατμόσφαιρα. Έτσι, η αξιοποίησή της με κατάλληλα συστήματα, μπορεί να συγκριθεί με την εγκατάσταση των θαλάσσιων αιολικών πάρκων κοντά στις ακτές, που έχει αναπτυχθεί τα τελευταία 5-10 έτη (Βουρδουμπάς, 2006).

Η ενέργεια των κυμάτων *δεν επηρεάζεται από βραχυπρόθεσμες τοπικές κλιματικές επιδράσεις*, καθώς οι ωριαίες και ημερήσιες διακυμάνσεις της είναι χαμηλότερες απ' αυτές της ηλιακής και αιολικής ενέργειας. Τα θαλάσσια κύματα μπορούν να



αποδώσουν ενεργειακή ισχύ ανώτερη των 2 TW σε παγκόσμιο επίπεδο. Παράλληλα, εξίσου σημαντικό πλεονέκτημα αποτελεί η *υψηλή ενεργειακή πυκνότητα* των κυμάτων, η οποία είναι και η υψηλότερη όλων των υπόλοιπων ΑΠΕ. Η ενέργεια του κύματος είναι ευθέως ανάλογη του τετραγώνου του εύρους και της περιόδου της κίνησής του. Μακράς περιόδου (>7-10 s) και μεγάλου εύρους (>2m) κύματα έχουν ενεργειακές εκροές που υπερβαίνουν τα 40-50KW ανά μέτρο εύρους μετώπου κύματος. Στις ευρωπαϊκές ακτές της Μεσογείου η συνολική ετήσια ισχύς της κυματικής ενέργειας φθάνει τα 30GW, με τις υψηλότερες τιμές των 13KW/m μήκους κορυφής κύματος να εντοπίζονται στην περιοχή του νοτιοδυτικού Αιγαίου. Η οικονομικά αποδοτική απόσπαση ενέργειας από τη θάλασσα, όμως, αποτελεί μια αρκετά δύσκολη τεχνολογικά δοκιμασία, γι' αυτό πολλές χώρες δίνουν ήδη μεγάλη έμφαση στη σχετική έρευνα και ανάπτυξη (Λυπιδής, 2004).

Ενέργεια από υδροηλεκτρικές μονάδες

Όπως και για τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές, έτσι και για τα υδροηλεκτρικά (μεγάλα και μικρά), αναφέρεται, ως κύρια ευνοϊκή περιβαλλοντική επίπτωση η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και αερίων ρύπων (όπως διοξειδίου του θείου (SO₂), οξειδίων του αζώτου (NO_x), σωματιδίων κ.λ.π.) και η ταυτόχρονη εξοικονόμηση καυσίμων από τη μείωση της λειτουργίας μονάδων με συμβατικά καύσιμα (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Εκτός των παραπάνω, οι διατάξεις των *μικρών υδροηλεκτρικών* είναι *φιλικές προς το περιβάλλον* και διότι κατά κανόνα κατασκευάζονται με χρήση μικρών κτισμάτων και προκαλούν ελάχιστες αλλαγές στις φυσικές συνθήκες του υδροκρίτη, δεν απαιτούν την κατασκευή προσωρινών οικισμών ή δρόμων πρόσβασης, όπως γίνεται κατά το χρονικό διάστημα που κατασκευάζονται οι υποδομές των μεγάλων συστημάτων. Τα μικρά υδροηλεκτρικά βρίσκονται τις περισσότερες φορές στη “ροή του ποταμού”. Κάθε φράγμα ή υδροταμιευτήρας που χρειάζεται να δημιουργηθεί είναι αρκετά μικρός, συνήθως ένας απλός μικρός υδροφράκτης, και γενικά αποθηκεύεται πολύ μικρός ή και μηδενικός όγκος νερού στις εγκαταστάσεις. Σε γενικές γραμμές, τα μικρά υδροηλεκτρικά σχεδιάζονται ώστε να χρησιμοποιούν μόνο ένα μικρό τμήμα της φυσικής ροής του ποταμού, επιστρέφοντας την ποσότητα νερού που έχει εκτραπεί στην αρχική της πορεία μόνο μερικές εκατοντάδες μέτρα πιο χαμηλά στο ποτάμι και προκαλώντας έτσι ελάχιστη ή μηδενική βλάβη στους ζωντανούς οργανισμούς. Γι' αυτό το λόγο, οι εγκαταστάσεις που γίνονται πάνω στη



“ροή του ποταμού” δεν έχουν απέναντι στο τοπικό περιβάλλον τη δυσμενή επίδραση που έχουν τα υδροηλεκτρικά μεγάλης κλίμακας. Τα μικρά υδροηλεκτρικά δεν παράγουν θερμότητα ούτε αέρια του θερμοκηπίου. Χρησιμοποιούν τοπικές πηγές και οι τεχνολογίες τους γίνονται εύκολα κατανοητές από τους περισσότερους ανθρώπους (Καραγιώργα, 2008).

Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα ΜΥΗΕ 5 MW:

- Υποκαθιστά 1.376 ΤΠΠ.
- Δημιουργεί εργασία για 23 άτομα/έτος, κατά το σχεδιασμό και την ανέγερση.
- Παράγει ηλεκτρική ενέργεια για 5.300 οικογένειες.
- Μειώνει τις εκπομπές CO₂ κατά 16.000 τόνους/έτος (<http://www.ypan.gr>).

Τα μικρά υδροηλεκτρικά παρουσιάζουν σημαντικές ανεκμετάλλευτες δυνατότητες παραγωγής ενέργειας ως ανανεώσιμη πηγή η οποία θα μπορούσε να αναπτυχθεί γρήγορα. Παρόλο που γενικά η τεχνολογία τους θεωρείται ώριμη, η βιομηχανία τους χρειάζεται συνεχείς εγχύσεις νέων ιδεών και τεχνογνωσίας έτσι ώστε να διασφαλιστεί αφενός ότι τα μικρά υδροηλεκτρικά θα καταφέρουν να διατηρήσουν και να βελτιώσουν τη συνεισφορά τους στην παραγωγή ηλεκτρισμού με τον τρόπο που αναζητούν οι Ευρωπαίοι (δηλαδή εγχώρια και χωρίς εκπομπές) και αφετέρου ότι οι υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις θα λειτουργούν σε αρμονία με το περιβάλλον (Καραγιώργα, 2008).

Αξίζει να αναφερθεί ότι, αντίθετα με άλλες τεχνολογίες που εξαρτώνται από ποικίλους παράγοντες, όπως η ταχύτητα του ανέμου ή η ακτινοβολία του ήλιου σε μια περιοχή, η ροή ενός μικρού ποταμού είναι σχετικά σταθερή, προσδίδοντας έτσι περαιτέρω **προβλεψιμότητα και αξιοπιστία** στην παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Συγκεκριμένα, τα μικρο-υδροηλεκτρικά έχουν χαρακτηριστεί ως τα πιο προβλέψιμα από όλα τα συστήματα παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ (Καραγιώργα, 2008).

Όσον αφορά τα **μεγάλα υδροηλεκτρικά**, μεταβάλλουν το τοπίο από ποτάμιο σε λιμναίο ίσης αισθητικής αξίας και έτσι παρέχεται η δυνατότητα ανάπτυξης ιχθυοκαλλιέργειας, αναψυχής, ναυταθλητισμού κλπ. Παράλληλα, με την πάροδο του χρόνου δημιουργούνται νέοι υγροβιότοποι, που **διατηρούν και αυξάνουν τη βιοποικιλότητα** στην περιοχή επίδρασης τους και νέα οικοσυστήματα, τα οποία ευνοούν την ανάπτυξη αρκετών υδρόβιων οργανισμών, που προσφέρουν τροφή και



καταφύγιο σε μεγάλο αριθμό πουλιών. Επίσης, διατηρείται μία ελάχιστη συνεχής παροχή στην κοίτη του ποταμού (*οικολογική παροχή*), ακόμα και σε περιόδους μεγάλης ξηρασίας, με ευεργετικά αποτελέσματα στη διατήρηση των οικοσυστημάτων (Ρώτη, 2009).

Επιπλέον, *ευνοείται και το μικροκλίμα* της περιοχής, καθώς μεταβάλλεται επί το ευνοϊκότερο με συνέπεια την άνοδο των ελαχίστων θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια του χειμώνα και την πτώση των μεγίστων θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια του θέρους (Ρώτη, 2009).

Όσον αφορά τα οφέλη των υδροηλεκτρικών συστημάτων στο ανθρωπογενές περιβάλλον, σημειώνονται τα εξής:

- *Αναπτύσσονται οικονομικά* και αναβαθμίζονται οι περιοχές, όπου κατασκευάζονται τα έργα.
- Δημιουργείται εκτεταμένο και *υψηλής ποιότητας οδικό δίκτυο*.
- Ενισχύονται τα *έργα υποδομής* της ευρύτερης περιοχής του Έργου.
- Δημιουργούνται πρόσθετες *αλυσιδωτές αναπτυξιακές επιδράσεις*, όπως: αύξηση του κατά κεφαλήν εισοδήματος της περιοχής, ανάπτυξη τουρισμού, εγκατάσταση και άλλων οικονομικών δραστηριοτήτων (Ρώτη, 2009).

Η *εξοικονόμηση καυσίμων* αποτελεί ένα εξίσου σημαντικό παράγοντα υπέρ των υδροηλεκτρικών συστημάτων, διότι συνεπάγεται *εξοικονόμηση πολύτιμου συναλλάγματος* και *μείωση της εξάρτησης* της χώρας από τις πηγές εισαγωγής (Αργυρίου κ.ά., 2006).

Από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των υδροηλεκτρικών συστημάτων είναι και η *αυξημένη δυνατότητα ελέγχου* της παραγωγής ενέργειας (σημαντικό κυρίως για τη διαχείριση της ζήτησης αιχμής) και η δυνατότητα αξιοποίησης μικρών πηγών για την εξυπηρέτηση αναγκών τοπικού χαρακτήρα (Καραγιώργα, 2008).

5.8.4 Μειονεκτήματα - Κίνδυνοι

Κάνοντας μια μικρά ανασκόπηση στις επιπτώσεις της παλιρροιακής ενέργειας, διαπιστώνουμε ότι πέραν των πολλών πλεονεκτημάτων, υπάρχει ο *βασικός κίνδυνος για τα θαλάσσια και ζωικά είδη*, τα οποία εξαρτώνται από το θαλάσσιο



οικοσύστημα. Με την κατασκευή παλιρροιακών εργοστασίων, αλλάζει η δυναμική συμπεριφορά των παλιρροιών στην περιοχή. Αν και η σοβαρότητα της ζημιάς εξαρτάται από τη γεωγραφία της περιοχής, η επίδραση στο τοπικό οικολογικό σύστημα θα εξαρτηθεί από τον τρόπο κατανομής των τροφικών στοιχείων στην περιοχή. Αλλάζοντας την παλιρροιακή συμπεριφορά, μπορεί να υπάρξουν επιπτώσεις στα ψάρια, τα μαλακόστρατα και τα πουλιά της περιοχής (Παπαϊωάννου, 2008).

Τον ρόλο των υδροηλεκτρικών έργων στην αειφόρο ανάπτυξη και όλον τον σχετικό προβληματισμό και τα συμπεράσματα συνοψίζει το κείμενο της International Hydropower Association (IHA). Είναι φανερό ότι το μέγεθος, η φύση, τα χαρακτηριστικά ενός υδροηλεκτρικού, καθορίζουν σημαντικά το βαθμό στον οποίο αυτό ασκεί πιέσεις στο γύρω του περιβάλλον. Ως μειονεκτήματα αναφέρονται κυρίως αποτελέσματα που σχετίζονται με τη δημιουργία έργων μεγάλης κλίμακας. Στο τεύχος της IHA, το οποίο προήλθε με συνεργασία επιστημόνων και διεθνών φορέων συνοψίζονται μερικά από τα μειονεκτήματα υδροηλεκτρικών έργων όπως (<http://www.hydropower.org>):

- Το **μεγάλο κόστος** κατασκευής φραγμάτων και εγκατάστασης εξοπλισμού, καθώς και ο συνήθως μεγάλος χρόνος που απαιτείται για την αποπεράτωση του έργου.
- Η **μεγάλη διάρκεια κατασκευής** (της τάξης των 10 ετών).
- Κάποια μειονεκτήματα που συνήθως συνδέονται με τα υδροηλεκτρικά συστήματα είναι τα **υψηλά κόστη επένδυσης** (αυτό έχει οδηγήσει στην πρόσφατη ανάπτυξη των μικρών υδροηλεκτρικών) (Καραγιώργα, 2008).
- Η **δυσκολία εύρεσης διαθέσιμης τοποθεσίας** και θέματα περιβαλλοντικής προστασίας (Καραγιώργα, 2008).
- 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.
- Επιπτώσεις στο **ανθρωπογενές περιβάλλον**: καταργείται η ποτάμια



ερασιτεχνική αλιεία.

- Πιθανές επιπτώσεις σε ανεξερεύνητες αρχαιολογικές θέσεις ή βυζαντινά μνημεία.
- Διακόπτεται η συνέχεια του ποταμού και σταματά η φυσική ροή του νερού, με σκοπό την αποθήκευση του για μελλοντική χρήση.
- Διακόπτεται η τροφοδοσία των κατάντη εκτάσεων με φερτές ύλες.
- Διακόπτεται η μετακίνηση των μεταναστευτικών ειδών της ιχθυοπανίδας, καθώς τα ψάρια δεν μπορούν να μεταναστεύσουν αντίθετα με τη ροή των ποταμών.

Αλλά και τα «μικρά» υδροηλεκτρικά όπως αυτά που αφορούν στον Ασπροπόταμο, προκαλούν τηρουμένων των αναλογιών σημαντικά προβλήματα στη γεωγραφία του τόπου λόγω των έργων υποδομής (καταπόντιση περιοχών, διάνοιξη δρόμων, εγκατάσταση πυλώνων, μείωση της ροής του ποταμού τουλάχιστον στο μισό, παροχέτευση του νερού μέσα από αγωγούς κλπ.) και ό,τι φυσικό επακόλουθο έχουν αυτά στη ζωή του ποταμού.

Προσοχή πρέπει να δοθεί στην οπτική όχληση που προκαλείται κυρίως από τα έργα οδοποιίας (συνοδό έργο του ΜΥΗΕ), τα οποία εάν δεν σχεδιαστούν και εκτελεστούν προσεκτικά, μπορεί να δημιουργήσουν μεγάλα πρανά, που ακολούθως έχουν έντονη επίπτωση στην αισθητική του τοπίου. Επιπλέον, υπάρχει ο κίνδυνος πρόκλησης κατολισθήσεων σε ασταθή εδάφη (<http://www.ypan.gr>).

Στην περίπτωση δημιουργίας ταμιευτήρων, οι πιθανές οπτικές επιπτώσεις προέρχονται από την κατάκλιση της γης. Σ' αυτή την περίπτωση, υπάρχει κίνδυνος να επηρεαστεί η **γεωργία της περιοχής, οι τοπικές υποδομές, οι αρχαιολογικοί χώροι και οι προστατευόμενες περιοχές**. Λόγω της αλλαγής του τοπίου, υπάρχει επιπλέον, κίνδυνος να προκληθούν αλλαγές στο υδάτινο και το χερσαίο φυσικό περιβάλλον. Βέβαια, στις περισσότερες των περιπτώσεων, ο ταμιευτήρας (όταν επιλέγεται η κατασκευή φράγματος) μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία υγροτόπου και σε ένα καθ' όλα αποδεκτό αισθητικό αποτέλεσμα (<http://www.ypan.gr>).

Όσον αφορά το **φυσικό περιβάλλον** (χλωρίδα-πανίδα), οι περιοχές αξιοποίησης υδάτινου δυναμικού εντοπίζονται κυρίως σε ορεινές και ημιορεινές περιοχές (δασικές ή χέρσες εκτάσεις), ώστε να εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα του έργου και υπάρχει



κίνδυνος, κατηφορικά της ορεινής υδροληψίας ή του φράγματος, η παροχή στη φυσική κοίτη του ποταμού να μηδενιστεί, για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Το γεγονός αυτό μπορεί να επιφέρει μη αναστρέψιμες συνέπειες στη **χλωρίδα** και την **πανίδα** που συναντάται στην περιοχή μεταξύ της υδροληψίας και του σταθμού παραγωγής ενέργειας. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να εξασφαλίζεται η κατάλληλη ποσότητα νερού κατηφορικά της υδροληψίας (οικολογική παροχή), για τη διατήρηση της ισορροπίας της χλωρίδας και της πανίδας (<http://www.ypan.gr>).

Παράλληλα, κατά τη φάση των κατασκευών, εμφανής είναι η απειλή της **αποψίλωσης της βλάστησης**, η οποία είναι ανάγκη να περιορίζεται στην απολύτως αναγκαία έκταση για τη δημιουργία των έργων. Σε περιπτώσεις δημιουργίας ταμιευτήρα, μεταβάλλεται μόνιμα η χλωρίδα στη λεκάνη κατάκλισης, καθώς απαιτείται η εκχέρσωση της βλάστησης που βρίσκεται στη λεκάνη κατάληψης του δημιουργούμενου ταμιευτήρα (<http://www.ypan.gr>).

Εξίσου προσοχή πρέπει να δίνεται και στην πανίδα που ζει ή χρησιμοποιεί την περιοχή και να εξασφαλίζεται η **ελεύθερη κίνηση της ιχθυοπανίδας**, ώστε να μην δημιουργούνται εμπόδια στα είδη ψαριών που διακινούνται κατά μήκος του ποταμού. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να προβλέπεται ειδική τεχνική μελέτη (ιχθυόδρομος) (<http://www.ypan.gr>).

Επιπλέον απειλή αποτελεί και η **μακροπρόθεσμη μεταβολή στην κοίτη και την εκβολή του ποταμού**, αλλά και η αύξηση της διάβρωσης που μπορεί να επέλθει κατηφορικά του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, εξαιτίας των φερτών υλικών κατά μήκος του ποταμού. Ειδικότερα, η υδροληψία διακόπτει τη συνεχή παροχή φερτών υλικών κατά μήκος του ποταμού, με αποτέλεσμα να συσσωρεύονται με την πάροδο του χρόνου στην υδροληψία ή στον δημιουργούμενο ταμιευτήρα και να αποτελούν πρόβλημα (<http://www.ypan.gr>).

Η λειτουργία των ΜΥΕ επηρεάζει σημαντικά τα επιφανειακά ύδατα της περιοχής και συγκεκριμένα, από το σημείο του φράγματος/υδροληψίας μέχρι την έξοδο των υδάτων στην κοίτη του ποταμού, στο ύψος του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Συνεπώς, υπάρχει κίνδυνος σημαντικής μείωσης της υδατικής διαίτας του ποταμού αλλά και αύξησης των παρασιτικών ασθενειών που οφείλονται στο ακίνητο νερό. Βέβαια, με κατάλληλη διαστασιολόγηση του έργου, μπορούν να μειωθούν τέτοιου είδους κίνδυνοι (Αργυρίου κ.ά., 2006).



Τέλος, στην περίπτωση κατασκευής φράγματος και δημιουργίας ταμιευτήρα, σημειώνεται ανύψωση της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας νερού, με αποτέλεσμα την ανύψωση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα (<http://www.ypan.gr>).



5.8.5 SWOT Ανάλυση

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<p>Ενέργεια από θαλάσσια κύματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή * Εγγώρια πηγή * Μηδενικές εκπομπές CO₂ * Δεν επηρεάζεται από βραχυπρόθεσμες τοπικές κλιματικές επιδράσεις * Υψηλή ενεργειακή πυκνότητα <p>Ενέργεια από υδροηλεκτρικές μονάδες:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή * Μηδενικές εκπομπές αέριων ρύπων * Φιλικές προς το περιβάλλον * Ροή ενός μικρού ποταμού σχετικά σταθερή * Προβλεψιμότητα και αξιοπιστία * Μεταβολή του τοπίου από ποτάμιο σε λιμναίο ίσης αισθητικής αξίας * Ευνοείται και το μικροκλίμα της περιοχής * Αυξημένη δυνατότητα ελέγχου της παραγωγής ενέργειας 	<p>Ενέργεια από θαλάσσια κύματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Αλλαγή δυναμικής συμπεριφοράς παλιρροιών <p>Ενέργεια από υδροηλεκτρικές μονάδες:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εγκατάστασης εξοπλισμού * Μεγάλος χρόνος για αποπεράτωση (10 έτη) * Υψηλά κόστη επένδυσης * Δυσκολία εύρεσης διαθέσιμης τοποθεσίας * Έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση περιοχής * Αλλαγές του μικροκλίματος * Αύξηση της σεισμικής επικινδυνότητας * Καταργείται η ποτάμια ερασιτεχνική αλιεία * Οπτική όχληση
ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ	ΑΠΕΙΛΕΣ
<ul style="list-style-type: none"> * Αξιοποίηση υψηλού δυναμικού Ελλάδας * Μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα * Δυνατότητα ανάπτυξης ιχθυοκαλλιέργειας, αναψυχής, ναυταθλητισμού κλπ. * Δημιουργία νέων υγροβιοτόπων * Ανάπτυξη ιχθυοπανίδας * Δημιουργία νέων οικοσυστημάτων * Διατήρηση και αύξηση της βιοποικιλότητας * Οικονομική ανάπτυξη και αναβάθμιση περιοχών * Ενίσχυση των έργων υποδομής * Ανάπτυξη του τουρισμού * Εγκατάσταση και άλλων οικονομικών δραστηριοτήτων 	<p>Ενέργεια από θαλάσσια κύματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Επίδραση στο τοπικό οικολογικό σύστημα <p>Ενέργεια από υδροηλεκτρικές μονάδες:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Πιθανές επιπτώσεις σε ανεξερεύνητες αρχαιολογικές θέσεις ή βυζαντινά μνημεία * Επιπτώσεις σε τοπικές υποδομές * Μη αναστρέψιμες συνέπειες σε γλωρίδα/πανίδα * Απειλή αποψίλωσης της βλάστησης * Μακροπρόθεσμη μεταβολή στην κοίτη και την εκβολή του ποταμού * Αύξηση της διάβρωσης * Κίνδυνος σημαντικής μείωσης της υδατικής διαίτας του ποταμού * Κίνδυνος αύξησης των παρασιτικών ασθeneιών λόγω ακίνητου νερού * Ανύψωση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα



5.8.6 Παραδείγματα καλής εφαρμογής στην Ελλάδα

Η ποικιλία στη διαμόρφωση των υδροηλεκτρικών έργων είναι πολύ μεγάλη. Τα περισσότερα ΜΥΗ διαμορφώνονται ως έργα κατά τον ρουν του ποταμού, χωρίς ταμιευτήρα. Είναι έργα ισχύος λίγων MW και χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα εξής:

- Τυπικό έργο αυτής της μορφής, και ένα από τα πρώτα ιδιωτικά έργα αυτού του τύπου που κατασκευάστηκαν στην Ελλάδα, είναι αυτό του Τσιβλού, στον ποταμό Κράθι, στο νομό Αχαΐας, με εγκατεστημένη ισχύ 2,7 MW.
- Χαρακτηριστικό έργο που κατασκευάστηκε (1988) αποκλειστικά για αρδευτικούς σκοπούς, είναι το έργο Στράτος II της ΔΕΗ, στο αριστερό άκρο του φράγματος του Στράτου. Το έργο έχει εγκατεστημένη ισχύ 6,2 MW και σκοπό έχει την παροχή νερού για αρδεύσεις στις περιοχές της κοιλάδας του Αχελώου.
- Χαρακτηριστικό ιδιωτικό έργο που κατασκευάστηκε εκ των υστέρων (2001) σε υπάρχοντα ταμιευτήρα, είναι αυτό της Κερκίνης. Το έργο ισχύος 5 MW, εκμεταλλεύεται την υψομετρική διαφορά μεταξύ της ομώνυμης λίμνης και του ποταμού Στρυμόνα, κατάντη του φράγματος Λιθοτόπου Σερρών.
- Τυπικό έργο που υποκαθιστά τη διάταξη καταστροφής ενέργειας, είναι αυτό του Μακροχωρίου Πέλλας. Ανήκει στη ΔΕΗ, είναι μικρού ύψους, με εγκατεστημένη ισχύ 10,8 MW και αξιοποιεί την υδραυλική πτώση σε αρδευτική διώρυγα του Αλιάκμονα (<http://www.ypan.gr>).
- Τέλος, στον Άθωνα, υπάρχουν μερικά ΜΥΗΕ για την εξυπηρέτηση των αναγκών ορισμένων Ιερών Μονών, οι οποίες δεν είναι συνδεδεμένες με το δίκτυο της χώρας και ικανοποιούν τις ελάχιστες ανάγκες τους με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Αργυρίου κ.ά., 2006).

5.9 Αξιολόγηση του βαθμού συμβολής των ΑΠΕ στην επίτευξη των ενεργειακών στόχων

Λαμβάνοντας υπόψη τις νέες συνθήκες αγοράς ενέργειας όπως οι νέες παράμετροι (απελευθέρωση αγοράς ενέργειας και κλιματική αλλαγή) και οι οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιδράσεις, η ΕΕ έθεσε ενεργειακές επιδιώξεις.



Αυτές αποτελούν τον οδηγό-στόχο κάθε ενεργειακής πολιτικής και οι έξι σημαντικότερες είναι:

Περιβαλλοντικές:

- ***Μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου:***

Πηγή του 80% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ είναι ο τομέας της ενέργειας. Στην προσπάθεια άμβλυνσης των αρνητικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, η ΕΕ δεσμεύεται να μειώσει τις εκπομπές στο εσωτερικό της κατά 20% τουλάχιστον από σήμερα μέχρι το 2020 (<http://europa.eu>).

Η Ελλάδα, ως μέλος της ΕΕ έχει συνυπογράψει το Πρωτόκολλο του Κιότο (1997), δεσμεύεται, δηλαδή, με συγκεκριμένες υποχρεώσεις και χρονοδιαγράμματα. Ειδικότερα, δεσμεύεται για τον περιορισμό της αύξησης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά την περίοδο 2008-2012 στο 25% σε σχέση με τις εκπομπές του έτους βάσης⁹.

Χωρίς ουσιαστικά μέτρα, η Ελλάδα προβλέπεται ότι θα αυξήσει τις εκπομπές της κατά 39,2% έως το 2010 και κατά 57,6% έως το 2020. Σημειωτέον ότι οι δραστηριότητες που έχουν σχέση με την ενέργεια αποτελούν την μεγαλύτερη πηγή (78% περίπου) των αερίων του θερμοκηπίου. Αυτές περιλαμβάνουν κυρίως εκπομπές CO₂ από την καύση ορυκτών καυσίμων (95% περίπου του συνόλου των εκπομπών από τον τομέα της ενέργειας) και μικρότερα ποσοστά μεθανίου και υποξειδίου του αζώτου (1,5% και 3,5% αντίστοιχα). Έτσι, σε ό,τι αφορά ειδικότερα τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, οι προβλεπόμενες αυξήσεις είναι 47,6% και 67,8% για τα έτη 2010 και 2020 αντίστοιχα, σε σχέση με το 1990 που είναι το έτος βάσης (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2002).

Η προσοχή επικεντρώνεται στον τομέα της ενέργειας, ο οποίος συμβάλλει στο 78,6% των συνολικών εκπομπών και ειδικότερα στη ΔΕΗ. Μια ματιά στο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής της χώρας, στο οποίο οφείλονται οι μισές περίπου εκπομπές CO₂, αρκεί για να ερμηνεύσει αυτή την περιβαλλοντική αποτυχία. Η Ελλάδα έχει μεγάλο βαθμό εξάρτησης από τον ρυπογόνο λιγνίτη στην ηλεκτροπαραγωγή, μια σημαντική εξάρτηση από το πετρέλαιο και χαμηλή διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Η εικόνα αυτή παραμένει λίγο πολύ διαχρονικά σταθερή με τα ορυκτά

⁹ Ως έτος βάσης για τις εκπομπές CO₂, CH₄ και N₂O λαμβάνεται το έτος 1990, ενώ για τα PFCs, HFCs, SF₆ λαμβάνεται το 1995.



καύσιμα να κυριαρχούν, καλύπτοντας ένα μερίδιο κοντά στο 93% της πρωτογενούς ενέργειας. Δεν είναι τυχαίο λοιπόν που οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) έχουν εκτιναχτεί τα τελευταία χρόνια, ξεπερνώντας ήδη τον δεσμευτικό στόχο που έχει θέσει η χώρα για αύξηση των θερμοκηπιακών αερίων κατά 25% την περίοδο 1990-2010 (ΥΠΙΑΝ, 2003).

Προκειμένου η Ελλάδα να ανταποκριθεί στις δεσμεύσεις, στο 2^ο Εθνικό Πρόγραμμα για την Κλιματική Αλλαγή, προβλέπονται οι εξής επιδιώξεις:

- Περαιτέρω διείσδυση του φυσικού αερίου σε όλους τους τομείς τελικής ζήτησης και ηλεκτροπαραγωγής, συμπεριλαμβανομένης και της συμπαραγωγής.
- Προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.
- Εξοικονόμηση ενέργειας στη βιομηχανία και στον οικιακό-τρίτογενή τομέα.
- Διαρθρωτικές αλλαγές στη γεωργία και στη χημική βιομηχανία.
- Δράσεις περιορισμού εκπομπών στις μεταφορές και στη διαχείριση απορριμμάτων.
- Βελτιώσεις της θερμικής συμπεριφοράς των υφιστάμενων κτιρίων με επεμβάσεις στο κέλυφος (μονώσεις, εγκατάσταση διπλών υαλοστασίων, κ.λ.π.).
- Αναβάθμιση του ενεργειακού εξοπλισμού θέρμανσης και δροσισμού μέσω της συντήρησης ή αντικατάστασης λεβήτων κεντρικής θέρμανσης, εγκατάστασης ανεμιστήρων οροφής, προώθησης αποδοτικότερων συσκευών κλιματισμού, κ.λ.π.
- Προώθηση αποδοτικότερων ηλεκτρικών συσκευών και επεμβάσεις στο φωτισμό κτιρίων.
- Περαιτέρω αξιοποίηση του φυσικού αερίου για θέρμανση χώρων, δροσισμό, κ.λ.π.
- Επεμβάσεις στα οχήματα, μέσω κυρίως της τακτικής και συχνότερης συντήρησης τους, που μπορεί να επιφέρει επιμέρους βελτιώσεις της απόδοσής τους.
- Βελτιώσεις στο σύστημα διαχείρισης των μεταφορών μέσω της περαιτέρω προώθησης της χρήσης αστικών συγκοινωνιών, της μεγαλύτερης διείσδυσης λεωφορείων φυσικού αερίου, βελτιώσεων στη φωτεινή σηματοδότηση, θέσπισης αντικινήτρων στη χρήση ΙΧ αυτοκινήτων στο κέντρο της πόλης, κ.λ.π.
- Χρήση νέων καυσίμων και ιδιαίτερα βιοκαυσίμων.



- **Μείωση των επιδράσεων στο φυσικό περιβάλλον:**

Καθώς το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής γίνεται όλο και πιο ορατό και οι επιπτώσεις από αυτό αναμένεται να επηρεάσουν το περιβάλλον, την καθημερινή ζωή των ανθρώπων αλλά και το φυσικό πλούτο και την παγκόσμια οικονομία, οι κυβερνήσεις ρίχνουν όλο και περισσότερο βάρος στον παράγοντα αυτό.

Προς την κατεύθυνση της μείωσης των επιδράσεων στο φυσικό περιβάλλον, όπως ηχορύπανση, αισθητικές παρεμβάσεις, αλόγιστη χρήση φυσικών πόρων και εκτεταμένη χρήση γης, σημαντική αποτελεί η ευθύνη του κράτους που πρέπει νομοθετικά να εξασφαλίσει την αειφόρο διατήρηση του φυσικού κεφαλαίου, με τροποποίηση του θεσμικού πλαισίου, αλλά και την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», δίνοντας λύση στην αδυναμία των μηχανισμών της αγοράς να εσωτερικεύσουν το κόστος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Παιδακάκης, 2007).

Κοινωνικές:

- **Βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη, ανταγωνιστικότητα, επιχειρηματικότητα και απασχόληση:** Η Ελλάδα δίνει μεγάλο βάρος στον τομέα αυτό τα τελευταία χρόνια και έχει καταφέρει να εμφανίζει τον δεύτερο υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης στην ΕΕ μετά την Ιρλανδία το 2007, σε σχέση με το 2006.

Η χώρα μας παρουσιάζει χαμηλές τιμές στους στοχοδείκτες της Agenda της Λισσαβόνας και βρίσκεται στην 22^η θέση στη συνολική κατάταξη, κατάταξη η οποία δεν αντιστοιχεί στο αναπτυξιακό της επίπεδο: η Ελλάδα στην πρόσφατη περίοδο σημείωνε ρυθμό αύξησης ΑΕΠ συχνά τριπλάσιο ως προς το μέσο όρο της Ευρωζώνης (Παιδακάκης, 2007).

Τα κυριότερα προβλήματα της ελληνικής οικονομίας που εξηγούν τη θέση αυτή είναι η χαμηλή παραγωγικότητα, η αδυναμία αντιμετώπισης του διεθνούς ανταγωνισμού, η περιορισμένη ικανότητα ενσωμάτωσης νέων τεχνολογιών, η αναποτελεσματικότητα συντονισμού των εμπλεκόμενων και η αδυναμία προσέλκυσης ξένων επενδύσεων (Παιδακάκης, 2007).

- **Τοπική και περιφερειακή οικονομική ανάπτυξη:** Η Ελλάδα αντιμετωπίζει το μεγαλύτερο πρόβλημα, καθώς η ανάπτυξη στα προηγούμενα χρόνια συγκεντρωνόταν σε πολύ λίγες περιφέρειες και παρουσιάζει σημαντικά οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα στις υπόλοιπες. Η δυσανάλογη αυτή ανάπτυξη επηρέαζε όπως είναι



φυσικό και την ανάπτυξη της χώρας σε μακροεπίπεδο (Παιδακάκης, 2007).

Οικονομικές:

- *Χαμηλές τιμές αγοράς ενέργειας:* λαμβάνοντας υπόψη το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας της χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας, καθώς και τα οικονομικά μέτρα (επιδότησεις) υποστήριξης της.

Άμεση προτεραιότητα αποτελεί η ολοκλήρωση της εσωτερικής αγοράς ενέργειας με στόχο την εξασφάλιση του υγιούς ανταγωνισμού, που συνεπάγεται χαμηλές τιμές για τον Έλληνα πολίτη και ανταγωνιστικότητα για τα ελληνικά βιομηχανικά προϊόντα.

Επιδιώκεται η επιτάχυνση της υιοθέτησης των προτάσεων για την ολοκλήρωση των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, που αποτελούν κοινό ευρωπαϊκό στόχο, απαραίτητο για την ανάπτυξη, μέσω κινητοποίησης κεφαλαίων και επενδύσεων (Παιδακάκης, 2007).

Η Ελλάδα δίνει σημαντικό βάρος σ' αυτό το κριτήριο, αξιοποιώντας τον εγχώριο ορυκτό και φυσικό πλούτο, έχοντας καταλάβει τη σημασία των χαμηλών τιμών ενέργειας στην προσπάθεια ανάπτυξης της χώρας.

- *Ενεργειακή ασφάλεια και επάρκεια:* Η Ελλάδα δίνει μεγάλη βαρύτητα στην ενεργειακή ασφάλεια και επάρκεια. Οι πολύ μεγάλες δυνατότητες χρήσης ανανεώσιμων πηγών, τα τεράστια για τα δεδομένα της χώρας αποθέματα λιγνίτη, αλλά και η πολύ σημαντική γεωστρατηγική θέση της Ελλάδας, που αποτελεί σημαντικό κόμβο διέλευσης για αγωγούς φυσικού αερίου και πετρελαίου, δίνουν τη δυνατότητα στο μέλλον να αυξησει το βαθμό ενεργειακής ασφάλειας.

Η ενεργειακή ασφάλεια και επάρκεια, επιδιώκεται μέσω της αντικατάστασης των εισαγόμενων καυσίμων από την καταναλισκόμενη ενέργεια, μειώνοντας την εξάρτηση της χώρας από το πετρέλαιο, με προώθηση των ενεργειακών δικτύων του φυσικού αερίου και του ηλεκτρισμού και περαιτέρω διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό ισοζύγιο, καθώς και εξοικονόμηση ενέργειας και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Ήδη στον τομέα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας αναπτύσσονται από τη χώρα μας αποδοτικές δραστηριότητες σε διεθνές επίπεδο μέσω επενδύσεων, ανταλλαγής τεχνογνωσίας και ερευνητικών προγραμμάτων (<http://www.iene.gr>).

Κάθε μια τεχνολογία ΑΠΕ συνεισφέρει με διαφορετικό τρόπο στις παραπάνω



επιδιώξεις που πρέπει να επιτευχθούν. Ο κ. Παιδακάκης, στο πλαίσιο εκπόνησης διπλωματικής εργασίας, αξιολογεί την απόδοση που έχουν οι σημαντικότερες τεχνολογίες ΑΠΕ στο στόχο της εκπλήρωσης των έξι ενεργειακών επιδιώξεων.

Ειδικότερα, μέσω γλωσσικών μεταβλητών (προσαρμοσμένων πάντα στις ιδιαιτερότητες και τις συνθήκες της Ελλάδας), αξιολογεί τις τεχνολογικές δυνατότητες, με σκοπό την αναγνώριση εκείνων που έχουν βραχυπρόθεσμη συνεισφορά στους στόχους της ενεργειακής πολιτικής.

Οι συντελεστές βαρύτητας που χρησιμοποιεί, βασίζονται σε εκτιμήσεις ειδικών της Ευρωπαϊκής Ένωσης πάνω στα ενεργειακά θέματα, όπως προέκυψαν μέσα από το γενικό πλαίσιο των συνεδριάσεων του Ευρωπαϊκού Επιστημονικού Συστήματος Αναφοράς πάνω στις Ανανεώσιμες Πηγές και στην Ενεργειακή Επάρκεια (Scientific Technical System on Renewable Energy and Energy End-Use Efficiency):

- 6^ο συνέδριο, Ευρωπαϊκή Ένωση, Βρυξέλλες, 6-7 Απριλίου 2005
- 7^ο συνέδριο, Ranco (near Ispra), Ιταλία, 16-17 Νοεμβρίου 2005
- 8^ο συνέδριο, Βιέννη (University of Technology), Αυστρία, 4-5 Απριλίου 2006.

Για τις αποδόσεις των κριτηρίων από τους εμπειρογνώμονες χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες γλωσσικές μεταβλητές:

- Πολύ Φτωχό (ΠΦ)
- Φτωχό (Φ)
- Μέτρια Φτωχό (ΜΦ)
- Μέτριο (Μ)
- Μέτρια Υψηλό (ΜΥ)
- Υψηλό (Υ)
- Πολύ Υψηλό (ΠΥ)

Για τα βάρη των κριτηρίων χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες γλωσσικές μεταβλητές:

- Πολύ Χαμηλό (ΠΧ)
- Χαμηλό (Χ)
- Μέτρια Χαμηλό (ΜΧ)
- Μέτριο (Μ)
- Μέτρια Υψηλό (ΜΥ)
- Υψηλό (Υ)
- Πολύ Υψηλό (ΠΥ)

Στον πίνακα 5.5, παρατηρείται η αξιολόγηση των αποδόσεων των διαφορετικών τεχνολογιών ΑΠΕ.

Πίνακας 5.5: Αξιολόγηση των αποδόσεων των διαφορετικών τεχνολογιών ΑΠΕ

Ενεργειακές επιδιώξεις	Βάρη	Εναλλακτικές τεχνολογίες ΑΠΕ										
		Μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί	Μεγάλοι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί	Φ/Β Συστήματα	Ηλιοθερμικά Συστήματα Ηλεκτρογής	Κυματική ή Ενέργεια	Αιολικά Πάρκα στην Ξηρά	Αιολικά Πάρκα στην Θάλασσα	Γεωθερμία	Βιοαέριο	Βιομάζα	Βιοαπόβλητα
Μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου	ΜΥ	ΜΥ	ΠΥ	ΜΥ	Φ	Φ	ΠΥ	Μ	Φ	Υ	ΜΥ	ΜΦ
Μείωση των επιδράσεων στο φυσικό περιβάλλον	Μ	Μ	ΠΦ	ΜΥ	Μ	ΜΦ	Μ	Μ	Μ	ΠΥ	Υ	ΜΦ
Βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη, ανταγωνιστικότητα, επιχειρηματικότητα και απασχόληση	Υ	Φ	Μ	Υ	Φ	Φ	Μ	ΜΦ	Φ	Μ	ΜΦ	ΜΦ
Τοπική και περιφερειακή οικονομική ανάπτυξη	Υ	ΜΥ	Υ	ΠΥ	ΜΦ	ΜΦ	ΠΥ	Μ	Μ	Μ	Υ	ΜΥ
Χαμηλές τιμές αγοράς ενέργειας	Μ	ΜΥ	ΜΥ	ΜΦ	Φ	ΜΦ	Υ	ΜΦ	ΜΦ	ΠΥ	ΠΥ	ΜΥ
Ενεργειακή ασφάλεια και επάρκεια	Υ	ΜΥ	Υ	ΜΥ	ΜΦ	ΜΦ	ΠΥ	Μ	Φ	ΜΥ	Μ	ΜΦ

Πηγή: Παιδακάκης, 2007 / Ιδία επεξεργασία

Με βάση τις παραπάνω αποδόσεις και τις τιμές των συντελεστών βαρύτητας των ενεργειακών επιδιώξεων για την Ελλάδα, η εφαρμογή οδήγησε σε συγκεκριμένες βαθμολογίες. Ακολουθεί η κατάταξή τους (Πίνακας 5.6).

Πίνακας 5.6: Κατάταξη των τεχνολογιών ΑΠΕ, με βάση την βαθμολογία που συγκέντρωσαν από την εφαρμογή του πλαισίου

Επιλογές	Βαθμολογία
Αιολικά πάρκα στην ξηρά	0,828712150
Φωτοβολταϊκά συστήματα	0,741171637
Βιοαέριο	0,717560380
Βιομάζα	0,714774088
Μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί	0,673954611
Μεγάλοι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί	0,648371295
Αιολικά πάρκα στη θάλασσα	0,523126292
Βιοαπόβλητα	0,500000000
Γεωθερμία	0,437389573
Ηλιοθερμικά συστήματα ηλεκτροπαραγωγής	0,398590710
Κυματική ενέργεια	0,284364652

Πηγή: Παιδακάκης, 2007 / Ιδία επεξεργασία

Τα αιολικά πάρκα στην ξηρά εμφανίζουν να έχουν τα καλύτερα αποτελέσματα και να αποτελούν τη λύση με την μεγαλύτερη απόδοση στην προσπάθεια πραγματοποίησης των έξι ενεργειακών στόχων με την εφαρμογή τεχνολογίας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το αποτέλεσμα είναι απόλυτα δικαιολογημένο, καθώς η Ελλάδα έχει πολλές περιοχές με οικονομικά βιώσιμο και αποδοτικό αιολικό δυναμικό, όπως οι περιοχές της Εύβοιας, του Έβρου, της Λακωνίας, της Κρήτης, τα πολυάριθμα νησιά του Αιγαίου αλλά και πολλές απομονωμένες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας, όπου με κατάλληλα έργα, τα οποία είναι οικονομικά αποσβέσιμα, μπορούν να μετατραπούν σε ενεργειακά κέντρα αξιοποιώντας αυτές τις περιοχές.

Τα φωτοβολταϊκά πάρκα ακολουθούν. Η Ελλάδα είναι μια χώρα με τεράστιο ηλιακό δυναμικό και οι πολλαπλές δυνατότητες τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών πλαισίων τόσο σε κτίρια όσο και σε εγκαταστάσεις και σταθμούς παραγωγής δε περιορίζουν από κάποιο ανώτερο φράγμα τη μελλοντική ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας.

Όσον αφορά το βιοαέριο, πρέπει να αναπτυχθεί γιατί θα δώσει περιβαλλοντικές λύσεις στο θέμα των χωματερών, πρόβλημα μεγάλο για την Ελλάδα. Λίγοι σταθμοί υπάρχουν στην Ελλάδα και η μελλοντική κατασκευή τους θα συνέφερε πολυπλεύρως την Ελλάδα, όπως προαναφέρθηκε.

5.10 Συμπεράσματα

Οι ΑΠΕ αποτελούν την πλέον συμβατή αιφορική, περιβαλλοντική πρόταση, καθώς συγκεντρώνουν βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα οφέλη. Όχι μόνο απαντούν στις περιβαλλοντικές προκλήσεις, αλλά παρέχουν και διέξοδο στα θέματα της ενεργειακής ασφάλειας μειώνοντας την εξάρτηση από εισαγωγές ενεργειακών πόρων και υπόσχονται επιπλέον τόνωση των τοπικών αγορών και της περιφερειακής ανάπτυξης.

Σίγουρα, το ενεργειακό πρόβλημα δεν λύνεται πλήρως με την εφαρμογή των ήπιων μορφών ενέργειας, μια και οι σχετικές τεχνολογίες δεν είναι άμοιρες προβλημάτων κατά την εφαρμογή τους. Μερικές δε από τις ΑΠΕ, όπως η ενέργεια από τα κύματα, βρίσκονται ακόμα σε πειραματικό στάδιο. Παρ' όλα αυτά, η έρευνα συνεχίζεται και η βελτίωση της απόδοσης των συστημάτων είναι διαρκής. Όπως όλες οι ανθρώπινες παρεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον, έτσι και οι ΑΠΕ, έχουν κάποιες επιπτώσεις στο περιβάλλον, οι οποίες αφορούν κυρίως ζητήματα αισθητικής και επίδρασης στο τοπίο, προβλήματα θορύβου και επιδράσεις στη χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής. Τα ζητήματα αυτά, αντίθετα με τις συμβατικές τεχνολογίες παραγωγής, συνδέονται κατά κύριο λόγο με το τοπικό και περιφερειακό περιβάλλον και είναι εύκολα αναστρέψιμα, αφού οφείλονται κυρίως σε λανθασμένη χωροθέτηση.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αποτελούν για την Ελλάδα ένα πολύτιμο εθνικό ενεργειακό πόρο, που κατανέμεται και διατίθεται με αφθονία σε ολόκληρη την ελληνική επικράτεια. Η ανάπτυξή τους, επηρεάζεται θετικά από το πολύ καλό δυναμικό πόρων που διαθέτει η χώρα. Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στρέφεται στον άνεμο και τον ήλιο που αποτελούν τις σημαντικότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα και ιδιαίτερα στα νησιά της χώρας, όπου το αιολικό δυναμικό και η ηλιακή ακτινοβολία, λόγω της γεωγραφικής θέσης και των καιρικών (κλιματολογικών) συνθηκών, έχουν μεγάλη ισχύ.



6. Συμπεράσματα - Προτάσεις



6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

6.1 Συμπεράσματα

Ποτέ άλλοτε, από τις ενεργειακές κρίσεις της δεκαετίας του 1970 και μετά, τα ενεργειακά ζητήματα δεν ήταν τόσο ψηλά στην πολιτική και κοινωνική ατζέντα. Και δικαίως, αφού δεν υπάρχει πλέον καμία αμφιβολία ότι βιώνουμε μία νέα ενεργειακή κρίση. Μία κρίση με διαφορετικά χαρακτηριστικά απ' ό,τι οι προηγούμενες που εμφανίστηκαν τρεις δεκαετίες πριν. Σε αντίθεση με όλες τις προηγούμενες, η σημερινή κρίση χαρακτηρίζεται από μία ραγδαία αυξανόμενη ζήτηση και όχι όπως στο παρελθόν, από προβλήματα στην παραγωγή και περιορισμούς στην προμήθεια. Σήμερα, απεναντίας, παρατηρείται επάρκεια στην προσφορά. Οι αλλαγές που συντελούνται στον ενεργειακό τομέα είναι και μεγάλες και ριζικές και θα χαράξουν μακροπρόθεσμα την οικονομική πορεία όλων των χωρών. Χωρίς μακροχρόνιο ενεργειακό σχεδιασμό, λοιπόν, μια χώρα είναι καταδικασμένη να υποστεί τις συνέπειες των αλλαγών που συνεπάγεται η είσοδος σε μια νέα ενεργειακή εποχή.

Όλα τα ενεργειακά σενάρια, αισιόδοξα και απαισιόδοξα, προβλέπουν μια διαρκή αύξηση της ζήτησης πρωτογενούς ενέργειας, λόγω ανομοιομορφίας της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας, αύξησης του πληθυσμού της γης, απωλειών συστημάτων παραγωγής και μεταφοράς ενέργειας, μη αποδοτικής χρήσης της ενέργειας και αδιαφορίας και σπατάλης της. Αν και η ενεργειακή ένταση πέφτει σταδιακά σε διεθνές επίπεδο, οι ρυθμοί μείωσής της δεν είναι αρκετοί για να συγκρατήσουν την αύξηση της ζήτησης. Ο περιορισμός της σπατάλης, η ορθολογική χρήση της ενέργειας και ο επαναπροσδιορισμός των προτεραιοτήτων στη χάραξη ενεργειακής πολιτικής, αποτελούν πια, αδήριτη ανάγκη για την όσο το δυνατό πιο «ανώδυνη» είσοδο στη νέα ενεργειακή εποχή.

Στο περιβαλλοντικό επίπεδο, τα πράγματα έχουν ξεκαθαρίσει, τόσο σε ό,τι αφορά στην κυρίαρχη συμβολή των ορυκτών καυσίμων στην αλλαγή του κλίματος του πλανήτη, όσο και στο περιορισμένο δυναμικό του θεσμικού πλαισίου (σε εθνικό, κοινοτικό και διεθνές επίπεδο) για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών. Η περιβαλλοντική παράμετρος δεν μπορεί πλέον να αγνοηθεί, όχι μόνο γιατί αποτελεί κατά κάποιους τη μεγαλύτερη εν δυνάμει απειλή για την ανθρωπότητα, αλλά και γιατί τα νέα θεσμικά εργαλεία που προωθήθηκαν στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο, θα διαμορφώσουν σε μεγάλο βαθμό το μελλοντικό ενεργειακό τοπίο, προς



όφελος των καθαρών ενεργειακών επιλογών.

Την ίδια στιγμή η ιδέα της αειφόρου ανάπτυξης, η οποία κατέχει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στις σύγχρονες κοινωνίες, απαιτεί ένα υγιές περιβάλλον σε συνδυασμό με έναν κοινωνικό προσανατολισμό: να κληροδοτηθεί στις επόμενες γενιές μια σωστά διαχειριζόμενη οικονομία, με αρκετές πηγές. Προκειμένου να επιτευχθεί ο συγκεκριμένος στόχος όμως, απαιτούνται δύο πράγματα όσων αφορά την ενέργεια: λιγότερη εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και στροφή προς νέες εναλλακτικές πηγές ενέργειας με λιγότερες εκπομπές αερίων.

Ο σχετικά νέος και πολλά υποσχόμενος ενεργειακός εταίρος είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), πηγές που ανανεώνονται συνεχώς και ταχέως, επιτρέποντας την σταθερή και αξιόπιστη χρήση τους. Όπως προέκυψε από την ανάλυση του τρίτου κεφαλαίου, οι ΑΠΕ έχουν προχωρήσει σε επίπεδο τεχνολογικής ωριμότητας, δηλαδή έχει διαμορφωθεί κάποια αγορά, έστω και εξειδικευμένη, και έχουν ξεφύγει από το ερευνητικό-πilotικό στάδιο. Οι περισσότερες από τις τεχνολογίες αυτές είναι ήδη ή πλησιάζουν να γίνουν οικονομικά εκμεταλλεύσιμες, ιδιαίτερα όταν ληφθεί υπ' όψιν και το κόστος της παραγόμενης ενέργειας (περιβαλλοντικό-κοινωνικό). Τέτοιες πηγές είναι τα συστήματα ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας, τα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής, της υδροδυναμικής και της γεωθερμικής ενέργειας, τα φωτοβολταϊκά και τα θερμικά ηλιακά συστήματα και, στην κατεύθυνση της εξοικονόμησης ενέργειας, τα παθητικά ηλιακά συστήματα. Εκτός όμως από τις παραπάνω ώριμες, υπάρχουν και άλλες όχι τόσο εξελιγμένες τεχνολογίες ΑΠΕ (π.χ. τεχνολογίες για την εκμετάλλευση της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων ή της θερμικής ενέργειας των ωκεανών ή παλιρροιών, τα συγκεντρωτικά ηλιακά συστήματα ισχύος, οι ηλιακές λίμνες, κ.λ.π.). Όσων αφορά τις εφαρμογές των ΑΠΕ, καλύπτουν ζωτικούς τομείς των ανθρώπινων αναγκών, όπως είναι η ηλεκτρική ενέργεια, η παραγωγή και χρήση θερμότητας/ψύξης και οι μεταφορές με την παραγωγή - χρήση βιοκαυσίμων. Ειδικότερα, όλες οι μορφές των ΑΠΕ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενώ η ηλιακή ενέργεια, η βιομάζα και η γεωθερμία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή θερμότητας/ψύξης. Παράλληλα, η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή βιοκαυσίμων για τις μεταφορές, τα οποία αποτελούν μια νέα εμπορική εφαρμογή μεγάλης σημασίας για τη χώρα.

Εκτός όμως από την πρόοδο των ΑΠΕ σε επίπεδο τεχνολογικής ωριμότητας,



διαπιστώνεται, από το τέταρτο κεφάλαιο, ότι ευνοούνται και από το διαμορφούμενο πολιτικό σκηνικό, που επιβάλλει άμεση λήψη δραστικών μέτρων για τη μείωση των θερμοκηπιακών αερίων τα οποία αποσταθεροποιούν το κλίμα της γης. Από την ανασκόπηση των νομοθετικού και οργανωτικού πλαισίου, διαπιστώνει κανείς ότι οι προσπάθειες τόσο της ΕΕ, όσο και της Ελληνικής Πολιτείας, έχουν ενταθεί τα τελευταία χρόνια, με σκοπό να επιλυθούν τα σχετιζόμενα με τις ΑΠΕ διοικητικά και τεχνικά προβλήματα και, έτσι, να δοθεί ώθηση για την ανάπτυξή τους. Ειδικότερα, όσον αφορά την κατάσταση στην Ελλάδα, σημαντικές βελτιώσεις στο περιβάλλον που διέπει τις ΑΠΕ επιχειρεί ο νέος νόμος 3468/2006, αλλά και το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης. Το τελευταίο, παρέχει ένα σαφές πλαίσιο στις αδειοδοτούσες αρχές και τις ενδιαφερόμενες επιχειρήσεις, ώστε να προσανατολιστούν σε καταρχήν κατάλληλες από χωροταξικής απόψεως περιοχές εγκατάστασης και να περιορίσουν έτσι τις αβεβαιότητες και τις συγκρούσεις χρήσεων γης που συχνά αναφέρονται επί του πεδίου.

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα δεδομένα από ποικίλους φορείς, αν και οι ΑΠΕ έχουν αυξήσει τη συνεισφορά τους στην παραγωγή ενέργειας και κερδίζουν έδαφος τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο (σημειώνοντας ρυθμούς ανάπτυξης από 20% έως και 60% ετησίως), όσο και σε επίπεδο ΕΕ, ωστόσο δεν έχουν ακόμη καταφέρει ιδιαίτερα επιτυχημένη διείσδυση στην ενεργειακή αγορά, σε αντίθεση με τις σημαντικές προοπτικές τους (Αγορής κ.ά., 2002). Βέβαια, τα αποτελέσματα της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ είναι ενθαρρυντικά. Η συνολική συνεισφορά των ΑΠΕ καταγράφει σταθερά ανοδική πορεία τα τελευταία χρόνια, καρπός των τεράστιων ιδιωτικών επενδύσεων που υλοποιούνται στα πλαίσια των πολιτικών που έχουν ληφθεί, των μέτρων οικονομικής υποστήριξης αλλά και των προοπτικών αξιοποίησής τους. Όλα αυτά τα στοιχεία κρίνονται ικανά να υποστηρίξουν την υπόθεση ότι η Ευρώπη παρουσιάζει μια τάση αποδέσμευσης από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα, για την ασφάλεια του ενεργειακού της εφοδιασμού.

Στην Ελλάδα, η ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι μεταξύ των θεμάτων προτεραιότητας της Ελληνικής Ενεργειακής Πολιτικής κατά τα τελευταία 10 χρόνια. Ωστόσο, δεν έχει ακόμη επιτευχθεί ιδιαίτερα επιτυχημένη διείσδυση στην ενεργειακή αγορά και η αξιοποίησή τους, με μερικές εξαιρέσεις, είναι ακόμη στο εμβρυακό στάδιο, συγκριτικά με άλλες χώρες. Η ελληνική ενεργειακή κατάσταση χαρακτηρίζεται από έντονη εξάρτηση από τις εισαγωγές πετρελαίου και φυσικού αερίου, από σπατάλη και



κακή χρήση των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων, με ελάχιστη συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό ισοζύγιο.

Όσον αφορά την αξιολόγηση των ΑΠΕ, προκύπτει από το πέμπτο κεφάλαιο, ότι αποτελούν την πλέον συμβατή αειφορική, περιβαλλοντική πρόταση, καθώς συγκεντρώνουν βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα οφέλη. Όχι μόνο απαντούν στις περιβαλλοντικές προκλήσεις, αλλά παρέχουν και διέξοδο στα θέματα της ενεργειακής ασφάλειας, μειώνοντας την εξάρτηση από εισαγωγές ενεργειακών πόρων και υπόσχονται επιπλέον τόνωση των τοπικών αγορών και της περιφερειακής ανάπτυξης.

Βέβαια, όπως όλες οι ανθρώπινες παρεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον, έτσι και οι ΑΠΕ, δεν είναι άμοιρες προβλημάτων κατά την εφαρμογή τους και έχουν κάποιες επιπτώσεις στο περιβάλλον, οι οποίες αφορούν κυρίως ζητήματα αισθητικής και επίδρασης στο τοπίο, προβλήματα θορύβου και επιδράσεις στη χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής. Παρ' όλα αυτά, τα παραπάνω προβλήματα είναι εύκολα αναστρέψιμα, η έρευνα συνεχίζεται και η βελτίωση των τεχνολογιών είναι διαρκής.

Η Ελλάδα είναι μία χώρα ιδιαίτερα προικισμένη, που εξαιτίας του φυσικού της περιβάλλοντος και των κλιματικών συνθηκών προσφέρει μεγάλες προοπτικές για την εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι ΑΠΕ αποτελούν ένα πολύτιμο εθνικό ενεργειακό πόρο, που κατανέμεται και διατίθεται με αφθονία σε ολόκληρη την ελληνική επικράτεια. Η ανάπτυξή τους, επηρεάζεται θετικά από το πολύ καλό δυναμικό πόρων που διαθέτει η χώρα. Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στρέφεται στον άνεμο και τον ήλιο, που αποτελούν τις σημαντικότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα και ιδιαίτερα στα νησιά της χώρας, όπου το αιολικό δυναμικό και η ηλιακή ακτινοβολία, λόγω της γεωγραφικής θέσης και των καιρικών (κλιματολογικών) συνθηκών, έχουν μεγάλη ισχύ. Παράλληλα, δεν πρέπει να αγνοηθεί και το γεγονός ότι οι γεωλογικές συνθήκες στην Ελλάδα ευνόησαν, γενικά, τη δημιουργία ενός πολύ σημαντικού γεωθερμικού δυναμικού χαμηλής ενθαλπίας.

Από τα παραπάνω, γίνεται σαφές ότι μέσα σε λίγα χρόνια έχει διανυθεί σημαντική απόσταση προκειμένου οι ΑΠΕ να έρθουν στο ενεργειακό προσκήνιο της χώρας και να αποτελέσουν σημαντική εναλλακτική πηγή ενέργειας. Ωστόσο, οι περιβαλλοντικές και οικονομικές συνθήκες που έχουν διαμορφωθεί παγκοσμίως, λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη από τη μία, και της προβλεπόμενης εξάντλησης των αποθεμάτων πετρελαίου από την άλλη, σε περιβάλλον σταθερής αύξησης της



ζήτησης ενέργειας, δεν αφήνουν περιθώρια επανάπαυσης: οι ΑΠΕ πρέπει να αποκτήσουν κεντρικό ρόλο στην εποχή που έρχεται και το ποσοστό συμμετοχής τους στο ενεργειακό μείγμα της χώρας να μεγιστοποιηθεί, αξιοποιώντας όλες τις διαθέσιμες τεχνολογίες και τα μέσα. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αναδεικνύεται διεθνώς σε περιβαλλοντική ανάγκη και παράλληλα σε επενδυτική ευκαιρία. Η Ελλάδα καλείται να ξεπεράσει τα εμπόδια που καθυστερούν την ανάπτυξη των ΑΠΕ και να εκμεταλλευθεί το πλούσιο δυναμικό που της προσφέρουν οι ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες.

6.2 Προοπτικές - Προτάσεις

Η επίλυση του προβλήματος παραγωγής άφθονης και φθηνής ηλεκτρικής ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας για την οικονομική επιβίωση και ανάπτυξη των νησιών αλλά και της Ελλάδας συνολικά. Αν αναλογιστεί κανείς την ύπαρξη αξιόλογου δυναμικού, ιδίως αιολικού και ηλιακού, την μεγάλη εσωτερική αγορά και την ύπαρξη ενός δυναμικού βιομηχανικού κλάδου ο οποίος έχει επιπλέον να παρουσιάσει αξιοσημείωτες εξαγωγικές επιδόσεις, διαπιστώνει την σημασία και το ειδικό βάρος των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για το ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας μας, καθώς και τις προοπτικές για μια ακόμα μεγαλύτερη διείσδυση των ΑΠΕ μέσω των διαφόρων υποστηρικτικών δράσεων.

Η Ελλάδα προσφέρεται για την ανάπτυξη των ΑΠΕ, αφού εμφανίζει τα εξής χαρακτηριστικά:

- ευνοϊκές κλιματικές παραμέτρους,
- περιορισμένες οικονομικές δυνατότητες,
- απομονωμένες ενεργειακά περιοχές,
- εξάρτηση από ακριβά εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της.

Υπάρχουν όμως θεμελιώδη εμπόδια στην ραγδαία ανάπτυξη των έργων ΑΠΕ στην Ελλάδα, που είναι: οι αντιδράσεις κατοίκων και τοπικών φορέων, η ανεπάρκεια του ηλεκτρικού δικτύου με τις αναγκαίες ενισχύσεις του συστήματος και με τα έργα σύνδεσης των σταθμών στο δίκτυο Μέσης και Υψηλής Τάσεως, η ανωριμότητα των επενδυτικών σχεδίων και η πολυπλοκότητα της αδειοδοτικής διαδικασίας.

(Κατσιβαλη, 2007). Σίγουρα, μέσω των χωροταξικών ρυθμίσεων του Ειδικού Πλαισίου, που πρόσφατα εγκρίθηκε, επιχειρείται η αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων και η δημιουργία του κρίνεται θετική κίνηση, αλλά υπάρχουν ορισμένα «λάθη» και «θολά» σημεία, τα οποία δέχτηκαν και συνεχίζουν να δέχονται μεγάλη κριτική.

Το ζητούμενο είναι η καταπολέμηση του ενεργειακού προβλήματος και η προώθηση και ανάπτυξη των ΑΠΕ, ώστε να επιλυθούν τα παραπάνω προβλήματα και να προετοιμαστεί η Ελλάδα για τις αυριανές προκλήσεις. Στην σημερινή «μετέωρη» προώθηση των ΑΠΕ, μερίδιο ευθύνης έχουμε όλοι: πολιτεία, πολίτες, περιβαλλοντικές οργανώσεις, επενδυτές.

Πρώτη προτεραιότητα της πολιτείας θα πρέπει να αποτελέσει η επίλυση των βασικών θεσμικών, οργανωτικών και τεχνικών θεμάτων των ΑΠΕ. Είναι πολύ σημαντικό, να υπάρξει μία **συγκροτημένη πολιτική και στρατηγική στο χώρο των ΑΠΕ**, που θα καθορίζει κάποιες βασικές αρχές βάσει των οποίων θα γίνεται η ανάπτυξή τους, με σαφείς στόχους, χρονοδιαγράμματα, προγράμματα και πακέτα μέτρων, καθώς και ένα ολοκληρωμένο εθνικό πρόγραμμα δράσης για την ενημέρωση, στήριξη, αποδοχή και ένταξη των ΑΠΕ σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. Η Τοπική Αυτοδιοίκηση καθώς και οι οικολογικές οργανώσεις εθνικού χαρακτήρα θα μπορούσαν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην κατεύθυνση αυτή.

Κρίνεται, λοιπόν, αναγκαία η **αναθεώρηση του θεσμικού πλαισίου**, καθώς το πιο πρόσφατο νομοθετικό κείμενο, το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές, παρεμβαίνει μόνο στον τρόπο παραγωγής ενέργειας, χωρίς να ρυθμίζει, παράλληλα, αντίστοιχη ρυθμιστική παρέμβαση στον τρόπο κατανάλωσης αυτής. Για την επίτευξη των στόχων για τους οποίους έχει δεσμευτεί η Ελλάδα, απαιτείται τόσο η προώθηση των ΑΠΕ, όσο και η εξοικονόμηση ενέργειας, για την οποία όμως δεν υπάρχει πρόβλεψη στο σχέδιο. Επιπλέον, παρατηρούνται ασάφειες και παραλήψεις όσων αφορά τα κριτήρια κατηγοριοποίησης του ελλαδικού χώρου και δεν γίνεται προσπάθεια προσέγγισης του θαλάσσιου χώρου. Ένα ακόμη αρνητικό στοιχείο του Πλαισίου, είναι το γεγονός ότι τα κριτήρια ένταξης στο τοπίο και οι αποστάσεις, θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν υποκειμενικά (Κοσμά & Συρίγου, 2009).

Είναι πολλές οι περιπτώσεις που, είτε λόγω αρνητικών προβλέψεων, είτε λόγω



ασαφειών στις σχετικές ρυθμίσεις και διατάξεις, είτε τέλος, λόγω αυθαίρετης ερμηνείας τους, ακυρώνονται στην πράξη εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης διαφόρων τεχνολογιών ΑΠΕ. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι τα εμπόδια στην τοποθέτηση συλλεκτών σε ταράτσες κτιρίων ή ακόμα η παρεμπόδιση δημιουργίας στεγάστρων χώρων στάθμευσης με ηλιακούς συλλέκτες (Καραγιώργα, 2008).

Παράλληλα, εξίσου ωφέλιμη θα ήταν η **απλοποίηση των αδειοδοτικών διαδικασιών**, οι οποίες εμφανίζονται σήμερα ιδιαίτερα πολύπλοκες και γραφειοκρατικές. Απαιτείται περιορισμός του αριθμού των γνωμοδοτούντων φορέων και των χρονικών προθεσμιών γνωμοδότησης στο απολύτως αναγκαίο και περιβαλλοντικά ορθό, λαμβάνοντας υπόψη τον φιλικό χαρακτήρα στο περιβάλλον των ΑΠΕ και την υψηλή προτεραιότητά τους, όσον αφορά την επίτευξη των εθνικών ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων και δεσμεύσεων (Πρωτόκολλο του Κιότο, ΕΕ κ.ά.) (<http://www.hellasres.gr>).

Το βασικότερο εργαλείο προώθησης είναι η εγγυημένη, **σταθερή και ελκυστική τιμή αγοράς** της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ. Η τιμή αυτή θα πρέπει να διαφοροποιείται πιθανά και ανάλογα με την τεχνολογία προκειμένου να δίνει την δυνατότητα ενίσχυσης συγκεκριμένων τεχνολογιών. Η τιμή επίσης, θα πρέπει να σχεδιασθεί ώστε να επιτρέπει την υλοποίηση επενδύσεων σε θέσεις με λιγότερο δυναμικό. Ως παράδειγμα, μπορεί να αναφερθεί η περίπτωση της Πορτογαλίας, όπου πρόσφατα καθιερώθηκε κλιμακωτή τιμή για την αιολική kWh η οποία είναι αντιστρόφως ανάλογη με τις ισοδύναμες ώρες λειτουργίας των εγκαταστάσεων (Φιλιππίδης, 2002).

Απαιτείται μια ουσιαστική **πολιτική κινήτρων και ενισχύσεων**. Αυτή η πολιτική είναι αναγκαίο να περιλαμβάνει ευρείες και μόνιμες σε διάρκεια παρεμβάσεις και όχι να περιορίζεται σε επιδοτήσεις μεγάλων εγκαταστάσεων μέσω των Κοινοτικών Πλαισίων Στήριξης. Παράδειγμα οικονομικής ενίσχυσης θα μπορούσαν να αποτελέσουν κίνητρα κυρίως στους οικιακούς καταναλωτές, σε κάθε οικοδομή και να θεσμοθετηθούν επιδοτήσεις οικιακών ενεργειακών παραγωγικών μηχανημάτων.

Βέβαια, θα πρέπει να θεσπιστούν **κριτήρια ελέγχου της φερεγγυότητας των επενδυτών**, ώστε να ελέγχεται και η φερεγγυότητά τους και να αποκλείονται οι καιροσκόποι. Η πληθώρα των αιτήσεων που έχουν μπλοκάρει τις ανεμώδεις περιοχές (Εύβοιας, Λακωνίας κ.λπ.) πρέπει άμεσα να ξεκαθαριστεί (ΤΕΕ, 2000).



Η πολιτεία και το σύνολο των εμπλεκόμενων φορέων πρέπει να αντιληφθούν τα προβλήματα που έχουν προκύψει από το έλλειμμα πληροφόρησης που υπάρχει και να υποστηρίξουν αποτελεσματικές *δράσεις ευρείας ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης του κοινού και των επενδυτών* (δημοσίων και ιδιωτικών). Έτσι, οι πολίτες θα ενημερώνονται σχετικά με την ανάγκη αποφυγής της αλόγιστης σπατάλης ενέργειας, αλλά και θα γίνει πλήρως κατανοητή η αναγκαιότητα των ΑΠΕ και οι διάφορες πτυχές αξιοποίησής τους, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι στρεβλώσεις στο δημόσιο διάλογο και τη διαβούλευση.

Όσον αφορά τον βιομηχανικό τομέα, είναι ο δεύτερος μεγάλος καταναλωτής ενέργειας. Ο τομέας αυτός, καταναλώνει περίπου 27% της ενέργειας που χρησιμοποιείται στις αναπτυγμένες χώρες. Επομένως, η εξοικονόμηση ενέργειας μέσα στο βιομηχανικό τομέα, είναι πολύ σημαντική (Παπαϊωάννου, 2008). Η βιομηχανία, λοιπόν, με τη σειρά της πρέπει να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις των εξελίξεων, κυρίως μέσω της ένταξης τεχνολογιών ΑΠΕ που θα επιτρέπουν την παραγωγή ποιοτικών και αποδοτικών προϊόντων, την υλοποίηση δράσεων E&A, την επένδυση στην ποιότητα. Ιδιαίτερα ωφέλιμη θα ήταν και η *συνεργασία* ελληνικών βιομηχανιών με ξένες εταιρίες του κλάδου, και ιδίως με εταιρίες των χωρών της ΕΕ, που έχουν αποκτήσει αρκετή εμπειρία από συστήματα ΑΠΕ που έχουν εγκαταστήσει.

Ένα μέτρο που μπορεί να δώσει σημαντική ώθηση στην ανάπτυξη των ΑΠΕ, αλλά και να εξασφαλίσει μια υπολογίσιμη αγορά για την ενεργοποίηση της ελληνικής κατασκευαστικής βιομηχανίας στον τομέα αυτό, είναι η *υποχρεωτική προώθηση των εφαρμογών των ΑΠΕ σε δημόσια κτίρια* (σχολεία, νοσοκομεία, κ.λ.π.).

Επιπλέον, αναγκαία κρίνεται η *υποστήριξη της έρευνας και ανάπτυξης*, σε συνεργασία Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων, Ερευνητικών Κέντρων και Επιχειρήσεων, αλλά και η *εκπαίδευση και κατάρτιση*, με στόχο: (α) την ανάπτυξη των τεχνολογιών ΑΠΕ και τη μείωση του κόστους επένδυσης και λειτουργίας, (β) τη συμμετοχή της χώρας στη περαιτέρω δημιουργία και διάχυση της αναγκαίας ρητής και άρρητης γνώσης στα θέματα που σχετίζονται με τις ΑΠΕ και (γ) την δημιουργία των προϋποθέσεων για την αύξηση της εγχώριας προστιθέμενης αξίας και της απασχόλησης (2ο Εθνικό Συνέδριο για τις ΑΠΕ, 2001). Έτσι, θα σχεδιαστούν συστήματα κατάλληλα για τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ελληνικού χώρου.



Επιπλέον, με την κατάλληλη εκπαίδευση και κατάρτιση, θα υπάρχουν εξειδικευμένοι μηχανικοί ή τεχνολόγοι μηχανικοί οι οποίοι θα μπορούν να στηρίξουν την υλοποίηση των εγκαταστάσεων, ειδικότερα όταν αυτές ξεφεύγουν από την πεπατημένη των μικρών οικιακών συστημάτων.

Παράλληλα, η ΔΕΗ θα πρέπει να στραφεί αποτελεσματικά προς τις ΑΠΕ, ώστε να πλησιάσει τα διεθνή πρότυπα, και για να γίνει αυτό θα πρέπει να συνειδητοποιήσει το συμφέρον της ως επιχείρηση αλλά και το κοινωνικό συμφέρον από την προώθηση της αξιοποίησης των, φιλικών προς το περιβάλλον, ΑΠΕ (Κρόκος, 2006).

Τέλος, στα πλαίσια ενός γενικότερου ενεργειακού σχεδιασμού των νησιωτικών αναγκών, θα πρέπει να αναζητηθούν τρόποι και να αναπτυχθούν **μέθοδοι ενδιάμεσης αποθήκευσης ενέργειας** (π.χ. λιμνοδεξαμενές παραγωγής υδρογόνου κ.λ.π.) για την προσαρμογή των ανανεώσιμων πηγών στη ζήτηση, έτσι ώστε να χρησιμοποιούνται τα συστήματα ΑΠΕ ως μονάδες βάσης και να καταπέσουν τα «διλήμματα» περί μη αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας ή αδυναμίας εγγυημένης ισχύος κ.λ.π. (ΤΕΕ, 2000).

Είναι σαφές, λοιπόν, ότι απαιτείται η συμβολή όλων: πολιτείας, πολιτών, περιβαλλοντικών οργανώσεων, επενδυτών, προκειμένου οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να καταστούν «το εφαλτήριο» για να επιτευχθεί ο διπλός στόχος αύξησης της ασφάλειας του εφοδιασμού και μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, δημιουργώντας τις ελπίδες για ένα καλύτερο μέλλον.



7. Βιβλιογραφία



7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αγορής Δ., Κίλιας Β., Μορφιαδάκης Ε., Τίγκας Κ., Χαβιαρόπουλος Π. (2002), *Παγκόσμιο Συνέδριο Ενέργειας - Προσυνέδριο Εύβοιας: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)*, Εύβοια.
- Αλιβιζάτος Γ., Στελακάτος Κ., Τορτοπίδης Α. (1991), *Ενεργειακά Πάρκα*, Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.
- Alonso R., Γκούσκος Ζ., Zabala O., Lopez J., Roman E., Τσούτσος Θ. (2008), *Φωτοβολταϊκά Συστήματα Ενσωματωμένα σε Κτίρια: Προοπτικές & Πλεονεκτήματα*, Κρήτη: Πολυτεχνείο Κρήτης.
- Ανδρίτσος Ν. και Φυτίκας Μ. (2004), *Γεωθερμία: Γεωθερμικοί Πόροι, Γεωθερμικά Ρευστά, Εφαρμογές, Περιβάλλον*, Αθήνα: Εκδόσεις Τζιόλα.
- Αξιάοπουλος Π. και Γελεγένης Ι. (2005), *Πηγές Ενέργειας: Συμβατικές και Ανανεώσιμες*, Αθήνα: Σύγχρονη Εκδοτική.
- Αρβανίτης Α. (2008), *Μύθοι και Πραγματικότητα για τη Γεωθερμία*, Αθήνα: Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών.
- Αργυρίου Α., Καραγιάννης Φ., Μπαλάρας Κ. (2006), *Συμβατικές και Ήπιες Μορφές Ενέργειας*, Αθήνα: Τεκδοτική.
- Βασιλειάδης Α. και Βελγάκη Ε. (2005), *Πτυχιακή Εργασία: Τεχνοοικονομική Μελέτη Θαλάσσιου Αιολικού Πάρκου 20 Mw στη Θέση Μόχλος Δήμου Σητείας Νομού Λασιθίου*, Ηράκλειο: ΤΕΙ Κρήτης.
- Βάταλης Κ. (2007), *Εισαγωγή στο Δίκαιο Ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Αθήνα-Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σάκκουλα.
- Βουρδουμπάς Γ. (2006), *Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Άλλες Ενεργειακές Τεχνολογίες: Δοκίμια για την Ενέργεια*, Χανιά: Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων.
- Γέμτος Θ., Κίττας Κ., Μπαρτζάνας Θ., Φουντάς Σ. (2007), *Βιοκαύσιμα και ενεργειακές καλλιέργειες για παραγωγή βιοκαυσίμων: προβλήματα και προοπτικές*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας – Τμ. Γεωπονίας – ΚΕΤΕΑ Θεσσαλίας.
- Γληνού Λ., Παπαχρήστου Α. και Παπαδόπουλος Μ. (2006), *Όγδοο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας: Η Εκμετάλλευση της Αιολικής*



- Ενέργειας στην Ελλάδα: Αναδρομή, Παρούσα Κατάσταση και Προοπτικές*, Θεσσαλονίκη.
- Γούλας Απ. (2002), *Παγκόσμιο Συνέδριο Ενέργειας - Προσυνέδριο Εύβοιας: Η Έρευνα και Εκμετάλλευση Πετρελαίου στην Ελλάδα*, Εύβοια.
 - Δέλιος Ε. (2002), *Παγκόσμιο Συνέδριο Ενέργειας - Προσυνέδριο Εύβοιας: Γεωθερμία*, Εύβοια.
 - Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (2005), *3^η Εθνική Έκθεση για το Επίπεδο Διεύθυνσης της Ανανεώσιμης Ενέργειας το έτος 2010*, Αθήνα.
 - Δρης Μ. (1996), *Ενέργεια: Πηγές - Εφαρμογές - Εναλλακτικές Λύσεις*, Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.
 - Ελληνική Εταιρεία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης (1990), *Η Αξιοποίηση των Ήπιων Πηγών Ενέργειας: Γενικά Στοιχεία, Περιβάλλον, Θεσμικό Πλαίσιο*, Αθήνα: ΕΕΤΑΑ.
 - Ινστιτούτο Στρατηγικών και Αναπτυξιακών Μελετών (ΙΣΤΑΜΕ) (2006), *Το Ενεργειακό Μέλλον της Ελλάδας: Κείμενο τεκμηρίωσης Νο 4*, Αθήνα.
 - Καζά Π. (2007), *Διπλωματική Εργασία: Ανασκόπηση της Πορείας Απελευθέρωσης της Αγοράς Ενέργειας στην ΕΕ-25 και Διερεύνηση των Επιπτώσεών της*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
 - Καλδέλλης Ι. (2005), *Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας: Μελέτη Αιολικού Δυναμικού, Στοιχεία Αγοράς, Νομοθετικό Πλαίσιο, Χρηματοδοτικές Ευκαιρίες*, Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.
 - Καλδέλλης Ι. και Χαλβατζής Κ. (2005), *Περιβάλλον και Βιομηχανική Ανάπτυξη: Αειφορία και Ανάπτυξη, Ατμοσφαιρική Ρύπανση*, Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.
 - Καπλάνης Σ. (2003), *Ήπιες μορφές Ενέργειας: Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Αθήνα: Εκδόσεις Ίων.
 - Καραγιώργα Α. (2008), *Διπλωματική Εργασία: Συλλογή Επικυρωμένων Δεδομένων και Ανάπτυξη Συνοπτικών Εκθέσεων για Τεχνολογίες Φωτοβολταϊκών και Μικρών Υδροηλεκτρικών*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.



- Καρέλης Π. (2008), *Διπλωματική Εργασία: Σύλλογή Επικυρωμένων Δεδομένων και Ανάπτυξη Συνοπτικών Εκθέσεων για Τεχνολογίες Αιολικής Ενέργειας και Βιομάζας*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Καρυδάκης Γ. (2008), *Διπλωματική Εργασία: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Τρέχουσα Κατάσταση στην Ευρώπη, στον Κόσμο και Ειδικότερα στις Βαλκανικές Χώρες*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Κατσιβαλή Α. (2007), *Διπλωματική Εργασία: Αποτόπωση Του Περιβάλλοντος Προώθησης της Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Νέο Πλαίσιο Συνθηκών της Ελληνικής Αγοράς*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (2006), *Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για Δυνητικούς Χρήστες*, Αθήνα.
- Κούγκολος Α. (2005), *Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Μηχανική*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.
- Κοσμά Α. και Συρίγου Λ. (2009), *Διπλωματική Εργασία: Χωροταξικός Σχεδιασμός και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Κουτούπα-Ρεγκάκου Ε. (2007), *Δίκαιο του Περιβάλλοντος*, Αθήνα-Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σάκκουλα.
- Κρόκος Χ. (2006), *Διπλωματική Εργασία: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Περιβαλλοντική και Οικονομική Διάσταση-Τεχνική και Οικονομική Αξιολόγηση Αιολικών Επενδύσεων*, Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Λεμονής Γ. (2002), *7^ο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας: Κυματική Ενέργεια στην Ευρώπη Εθνικές Δραστηριότητες και Προοπτικές Αξιοποίησης*, Πάτρα.
- Makosfe W. και Karlin E. (2001), *Τεχνολογία και Παγκόσμια Περιβαλλοντικά Προβλήματα*, Αθήνα: Εκδόσεις Ίων.
- Μιχαλοπούλου Χ. (2004), *Νομοθεσία για το Περιβάλλον*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη.
- Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας (2004), *Ανθρώπος και Περιβάλλον τον 21^ο αιώνα: Τα κρίσιμα Προβλήματα*, Αθήνα: Υπουργείο Πολιτισμού.



- Μούσης Ν. (2005), *Ευρωπαϊκή Ένωση: Δίκαιο, Οικονομία, Πολιτική*, Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.
- Μουστακίδης Ο. (2007), *Διπλωματική Εργασία: Ανάλυση Αξιοπιστίας και Ασφάλειας Λειτουργίας Συστημάτων Παροχής Ηλεκτρικής Ισχύος*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Μπεργελές Γ. (2005), *Ανεμοκινητήρες*, Αθήνα: Εκδόσεις Συμεών.
- Μπεριάτος Η. (2006), *Στούντιο Χωροταξίας Ιβ - Σχεδιασμός Υπαίθρου και Περιβάλλοντος, Τόμος Α': Θεσμικές, Διοικητικές, Οργανωτικές Δομές, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις*.
- Μπούσιος Α. (2002), *Παγκόσμιο Συνέδριο Ενέργειας - Προσυνέδριο Εύβοιας: Η Αιολική Ενέργεια*, Εύβοια.
- Μπουρίκος Δ. (2003), *Διπλωματική Εργασία: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Η Περίπτωση της Αιολικής Ενέργειας*, Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Νάτσης Κ. (2007), *Διπλωματική Εργασία: Νομικό και Οικονομικό Πλαίσιο Εγκαταστάσεων Ηλιακής Ενέργειας στην Ελλάδα*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Παιδακάκης Α. (2007), *Διπλωματική Εργασία: Μεθοδολογία Προώθησης των ΑΠΕ Στις Νέες Συνθήκες της Αγοράς*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Παπαδημητρίου Γ. (2002), *Παγκόσμιο Συνέδριο Ενέργειας - Προσυνέδριο Εύβοιας: Η Ενεργειακή Προοπτική της Ελλάδας*, Εύβοια.
- Παπαϊωάννου Γ. (2008), *Ήπιες Μορφές Ενέργειας*, Αθήνα: Εκδόσεις Ίων.
- Πέρδιος Σ. (2007), *Φωτοβολταϊκές Εγκαταστάσεις*, Αθήνα: Τεκδοτική.
- Παλαιοκρασάς Σ. (1997), *Τεχνολογία Μεταφορών Ενέργειας και Ισχύος*, Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.
- Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (2003), *Μακροχρόνιος ενεργειακός σχεδιασμός της Ελλάδος για την περίοδο 2001-2010*, Αθήνα.
- Ρώτη Σ. (2003), *Η Συμβολή των Υδροηλεκτρικών Έργων στον Ενεργειακό Σχεδιασμό της Χώρας Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις και Επανορθωτικά Μέτρα Μεγάλων Υδροηλεκτρικών Έργων στην Ελλάδα*. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας & Περιφερειακό Τμήμα Ηπείρου του ΤΕΕ.



- Σούλτης Δ. (2007), *Αύριο τι.: Ενέργεια-Περιβάλλον-Άνθρωπος, Σύγχρονες Τάσεις και κάποιες σκέψεις-Μια πρώτη Προσέγγιση*, Αθήνα: Εκδόσεις Διάυλος.
- Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών (2008), *Φωτοβολταϊκά: Ένας Πρακτικός Οδηγός*, Αθήνα.
- Τατσιόπουλος Η. (2002), *Παγκόσμιο Συνέδριο Ενέργειας - Προσυνέδριο Εύβοιας, Η Ανάγκη και η Οικονομία της Παραγωγής Ενέργειας από ΑΠΕ*, Εύβοια.
- Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (2000), *Νομοθετικό πλαίσιο για τη διείσδυση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή: Προτάσεις και Προοπτικές*, Αθήνα.
- ΥΠΙΑΝ (2003), *Εθνική έκθεση για το Επίπεδο Διείσδυσης της Ανανεώσιμης Ενέργειας το Έτος 2010 (άρθρο 3 Οδηγίας 2001/77/ΕΕ)*, Αθήνα.
- ΥΠΕΧΩΔΕ (2002), *Κλιματική Αλλαγή: Εθνικό Πρόγραμμα μείωσης εκπομπών αερίων φαινομένου θερμοκηπίου (2000-2010)*, Αθήνα.
- Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας (1989), *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα: Πρόταση Εθνικής Πολιτικής*, Αθήνα.
- Φιλιππίδης Κ. (2002), *Παγκόσμιο Συνέδριο Ενέργειας - Προσυνέδριο Εύβοιας: Οι ΑΠΕ στην Απελευθερωμένη Αγορά Ενέργειας. Θεσμικό Πλαίσιο & Τεχνολογικές Εξελίξεις*, Εύβοια.
- Φώσκολος Α. (2008), *Τα παγκόσμια ενεργειακά αποθέματα των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (υδρογονάνθρακες και ουράνιο): ζήτηση και παραγωγή, επιπτώσεις από την αναμενόμενη έλλειψή τους*, Θεσσαλονίκη.
- Χατζής Κ. (2008), *Διπλωματική Εργασία: Το Ενεργειακό Πρόβλημα και η Λύση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας-Παράδειγμα Δημιουργίας Φωτοβολταϊκού Πάρκου 100kW στο Αεροδρόμιο της Ν. Αγχιάλο, Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*.
- 2ο Εθνικό Συνέδριο για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) (2001), *Η Εφαρμογή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Προτεραιότητες σε συνθήκες απελευθερωμένης αγοράς*, Αθήνα.

ΑΡΘΡΑ ΕΦΗΜΕΡΙΔΩΝ – ΠΕΡΙΟΔΙΚΩΝ

- Βασιλάκος Ν. (2008), *Το Νέο Κοινοτικό Θεσμικό Πλαίσιο για τις ΑΠΕ και οι Πιέσεις του στον Ελληνικό Ενεργειακό Τομέα*, Energy point, (10), (διαδίκτυο)



- (online). Διαθέσιμο στο: http://www.energypoint.gr/teyxi/teyxos_010_-_martios_2008/to_neo_koinotiko_thesa (πρόσβαση: 9-6-2009)
- Ζερβός Α. (2009), *Γενναία Στροφή στις ΑΠΕ*, (διαδίκτυο (online)). Διαθέσιμο στο: <http://www.nomosphysis.org.gr/articles.php?artid=3682&lang=1&catpid=2>, (πρόσβαση: 30-4-2009).
- Καραγεβρέκης Γ. (2006), *Η Απελευθέρωση της Αγοράς Ενέργειας και η Συμβολή της Φωτοβολταϊκής Τεχνολογίας*, (διαδίκτυο (online)). Διαθέσιμο στο: <http://www.nomosphysis.org.gr/articles.php?artid=2681&lang=1&catpid=1>, (πρόσβαση: 27-4-2009).
- Κεμανετζή Σ. (2006), *Έθνος*, (διαδίκτυο (online)). Διαθέσιμο στο: <http://www.ethnos.gr/article.asp?catid=11424&subid=2&tag=8470&pubid=986428>, (πρόσβαση: 4-5-2009).
- Κιούσης Γ. (2007), *Αιολικά πάρκα στη θάλασσα*, Ελευθεροτυπία, (διαδίκτυο (online)). Διαθέσιμο στο: http://www.enet.gr/online/online_text/c=112,id=32261076, (πρόσβαση: 20-4-2009).
- Λυπυρίδης Γ. (2004), *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: η Εναλλακτική Τεχνολογία για ένα Αειφόρο Μέλλον*, (διαδίκτυο (online)). Διαθέσιμο στο: <http://www.nomosphysis.org.gr/articles.php?artid=353&lang=1&catpid=1>, (πρόσβαση: 20-4-2009).
- Μαυρογένης Στ. (2008), *Περιβάλλον το Μέγα Πρόβλημα: Οι Διατάξεις & η εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Κιότο είναι Ικανοποιητικές;* (διαδίκτυο (online)). Διαθέσιμο στο: <http://www.nomosphysis.org.gr/articles.php?artid=3467&lang=1&catpid=1>, (πρόσβαση: 10-5-2009).
- Miliband D. (2008), *Αλλαγή Πλεύσης στην Ενέργεια*, (διαδίκτυο (online)). Διαθέσιμο στο: <http://www.nomosphysis.org.gr/articles.php?artid=3579&lang=1&catpid=2>, (πρόσβαση: 20-4-2009).
- Παπακωνσταντίνου Α. (2004), *Το Νομικό Καθεστώς των Ανανεώσιμων Πηγών Ηλεκτρικής Ενέργειας*, (διαδίκτυο (online)). Διαθέσιμο στο: <http://www.nomosphysis.org.gr/articles.php?artid=248&lang=1&catpid=1>, (πρόσβαση: 20-4-2009).



- Στεφάνου Ι. και Μιχάλαϊνα Ε. (2003), *Σχολιασμός στη Λευκή Βίβλο για την Ενέργεια: Η Συμπληρωματικότητα Τριών Φαινομενικά Αντικρουόμενων Στόχων*. Αειχώρος, (1) 146-158.
- Χαραλαμπίδης Ν. (2006), *Οι Κλιματικές Αλλαγές και η Πετρελαϊκή Κρίση ως Παράγοντες Διαμόρφωσης της Ενεργειακής Πολιτικής στην Ελλάδα*, (διαδίκτυο (online)). Διαθέσιμο στο:
<http://www.nomosphysis.org.gr/articles.php?artid=2639&lang=1&catid=1>,
(πρόσβαση: 20-4-2009).

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΑ ΚΕΙΜΕΝΑ

- Νόμος 1550/1985, *Ρύθμιση Θεμάτων Εναλλακτικών Μορφών Ενέργειας και Ειδικών Θεμάτων Ηλεκτροπαραγωγής από Συμβατικά Καύσιμα και Άλλες Διατάξεις* (ΦΕΚ Α' 135).
- Νόμος 2244/1994, *Ρύθμιση Θεμάτων Ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και από Συμβατικά Καύσιμα και άλλες Διατάξεις* (ΦΕΚ Α' 168/1994).
- Νόμος 2941/2001, *Απλοποίηση Διαδικασιών Ίδρυσης Εταιρειών, Αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Ρύθμιση Θεμάτων της Α.Ε. «ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ» και Άλλες Διατάξεις* (ΦΕΚ Α' 201).
- Νόμος 3017/2002, *Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Αλλαγή του Κλίματος* (ΦΕΚ Α' 117).
- Νόμος 3010/2002, *Εναρμόνιση του Ν. 1650/1986 με τις Οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ, Διαδικασία Οριοθέτησης και Ρυθμίσεις Θεμάτων για τα Υδατορέματα και Άλλες Διατάξεις* (ΦΕΚ Α' 91).
- Νόμος 3468/2006, *Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και Λοιπές Διατάξεις* (ΦΕΚ Α' 129/27.06.2006).
- *Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Σχέδιο ΚΥΑ* (2008).

**ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ**Βικιπαίδεια:

- http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1 (πρόσβαση: 17-4-2009).
- http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CF%8C_%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1 (πρόσβαση: 17-4-2009).
- http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CF%8C_%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1 (πρόσβαση: 2-5-2009).
- <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1> (πρόσβαση: 15-3-2009).
- http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%89%CF%84%CF%8C%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%BB%CE%BF_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%9A%CE%B9%CF%8C%CF%84%CE%BF (πρόσβαση: 17-4-2009).

ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ:

- <http://www.ppcr.gr> (πρόσβαση: 20-5-2009).

Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας:

- http://www.desmie.gr/content/index.asp?parent_id=2&lang=1 (πρόσβαση: 29-3-2009).

Δικτυακή πύλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης:

- <http://europa.eu/scadplus/leg/el/lvb/l27067.htm> (πρόσβαση: 30-4-2009).
- http://europa.eu/documents/comm/green_papers/pdf/com2006_105_el.pdf (πρόσβαση: 20-5-2009).

Εθνικό Κέντρο Κοινωνικών Ερευνών:

- http://www.ekke.gr/estia/Cooper/Pandoiko_Patra_98/Trypanagnost.pdf (πρόσβαση: 30-4-2009).

Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης:

- <http://www.ekraa.gr> (πρόσβαση: 30-4-2009).

Ελληνικός Σύνδεσμος Ηλεκτροπαραγωγών από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΕΣΗΑΠΕ):

- <http://www.hellasres.gr/Greek/THEMATATA/parousiaseis/ETRES.pdf> (πρόσβαση: 20-5-2009).

Εξπρές. ημερήσια οικονομική εφημερίδα:

- http://www.express.gr/news/agores2/39582oz_2008061239582.php3 (πρόσβαση: 19-5-2009).

Εταιρία Electrotech:

- <http://www.electrotech.gr/photovoltaics.htm> (πρόσβαση: 30-4-2009).

Eurodomica: Αρχιτεκτονικά συστήματα αλουμινίου:

- http://www.eurodomica.gr/images/uploaded/File/old/hliaki_energeia.pdf (πρόσβαση: 30-4-2009).

European Commission, Joint Research Center

- http://re.jrc.ec.europa.eu/pvngis/cmmaps/eu_hor/pvngis_solar_horiz_GR.png (πρόσβαση: 20-6-2009).

European Wind Energy Association – EWEA:

- http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/press_releases/2009/02_February_2009_Wind_now_leads_EU_power_sector.pdf (πρόσβαση: 20-3-2009).

Europedia:

- <http://europedia.moussis.eu/discus/discus-1213172230-178310-22099.tkl?lang=gr> (πρόσβαση: 4-6-2009).

Ggreenpeace:

- <http://www.greenpeace.org/raw/content/greece/press/118523/933082.pdf> (πρόσβαση: 30-4-2009).

Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών:

- http://www.igme.gr/ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ_ΠΕΔΙΑ_ΕΛΛΑΔΑΣ2007.pdf (πρόσβαση: 20-6-2009).

Ινστιτούτο Ενέργειας Νοτιοανατολικής Ευρώπης (IENE):

- <http://www.iene.gr/energyweek08/articlefiles/page01/loberdou.pdf> (πρόσβαση: 20-5-2009).

International Energy Agency (IEA):

- <http://www.iea.org/Textbase/npsum/WEO2006SUM.pdf>http://www.iea.org/Textbase/press/pressdetail.asp?PRESS_REL_ID=147 (πρόσβαση: 20-5-2009).

International Geothermal Association:

- <http://www.geothermal-energy.org/documenti/geo/Geothermal%20Energy.gr.pdf> (πρόσβαση: 4-6-2009).

International Hydropower Association:

- <http://www.hydropower.org> (πρόσβαση: 4-6-2009).

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

- http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_active_solar.htm (πρόσβαση: 15-3-2009).
- http://147.102.214.150/pm9/energy/web_dynitikoι%20xristes.pdf (πρόσβαση: 20-3-2009).
- <http://www.cres.gr/kape/present/present.htm> (πρόσβαση: 20-3-2009).
- http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_windmill.htm (πρόσβαση: 20-3-2009).
- http://www.cres.gr/kape/news/deltia/forma_aioliko_dynamico.htm (πρόσβαση: 20-3-2009).
- http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf (πρόσβαση: 20-3-2009).
- http://www.cres.gr/kape/education/web_dynitikoι%20xristes.pdf (πρόσβαση: 20-3-2009).

Πρόσβαση στο Δίκαιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης:

- <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0848:FIN:EL:PDF> (πρόσβαση: 30-5-2009).

Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ):

- http://www.rae.gr/K2/summary_MES.pdf (πρόσβαση: 4-4-2009).
- <http://www.rae.gr/about/main.htm> (πρόσβαση: 7-4-2009).
- <http://www.rae.gr/K2/greenpeace.pdf> (πρόσβαση: 7-4-2009).

Σύλλογος Ολιστικής Αρχιτεκτονικής και Οικολογικής Δόμησης Σ.ΟΛ.ΑΡ:

- http://www.s-ol-ar.gr/foto_systymata.html (πρόσβαση: 9-6-2009).

Υπουργείο Ανάπτυξης:

- [http://www.ypan.gr/docs/D.T.\(14-12-087\)4thEthnikiEkthesiAPE.doc](http://www.ypan.gr/docs/D.T.(14-12-087)4thEthnikiEkthesiAPE.doc) (πρόσβαση: 20-3-2009).
- http://www.ypan.gr/ape/iliaka_einai.html (πρόσβαση: 20-3-2009).
- <http://www.ypan.gr/ape/files/AIOLIKH.pdf> (πρόσβαση: 20-4-2009).
- <http://www.ypan.gr/ape/files/biomaza.pdf> (πρόσβαση: 20-4-2009).
- <http://www.ypan.gr/ape/files/YDROILEKTRIKA.pdf> (πρόσβαση: 20-4-2009).

Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών:

- http://www.mnec.gr/el/ministry/static_content/Dieuthinsi_diethnwn_oikonomikwn_organismwn/UNDP.html (πρόσβαση: 30-5-2009).
- http://www.mnec.gr/el/ministry/static_content/Dieuthinsi_diethnwn_oikonomikwn_organismwn/IEA.html (πρόσβαση: 30-5-2009).

Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων:

- <http://www.minenv.gr/download/2008/2008-11-12%20diloseis%20ipourgou%20pexode%20gia%20xorotaksiko%20ape.doc> (πρόσβαση: 4-4-2009).
- <http://www.minenv.gr/4/g404.htm> (πρόσβαση: 30-5-2009).

United Nations Framework Convention on Climate Change:

- <http://www.unfccc.int> (πρόσβαση: 30-5-2009).

BP:

- BP Statistical Review of World Energy (2008), (διαδίκτυο (online)). Διαθέσιμο στο:
http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/downloads/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_review_2008.pdf, (πρόσβαση: 20-3-2009).

World Energy Council:

- World Energy Council (2007), *2007 Survey of Energy Resources*, (διαδίκτυο (online)). Διαθέσιμο στο:
http://www.worldenergy.org/publications/survey_of_energy_resources_2007/default.asp, (πρόσβαση: 20-3-2009).



Παράρτημα

ΧΑΡΤΕΣ

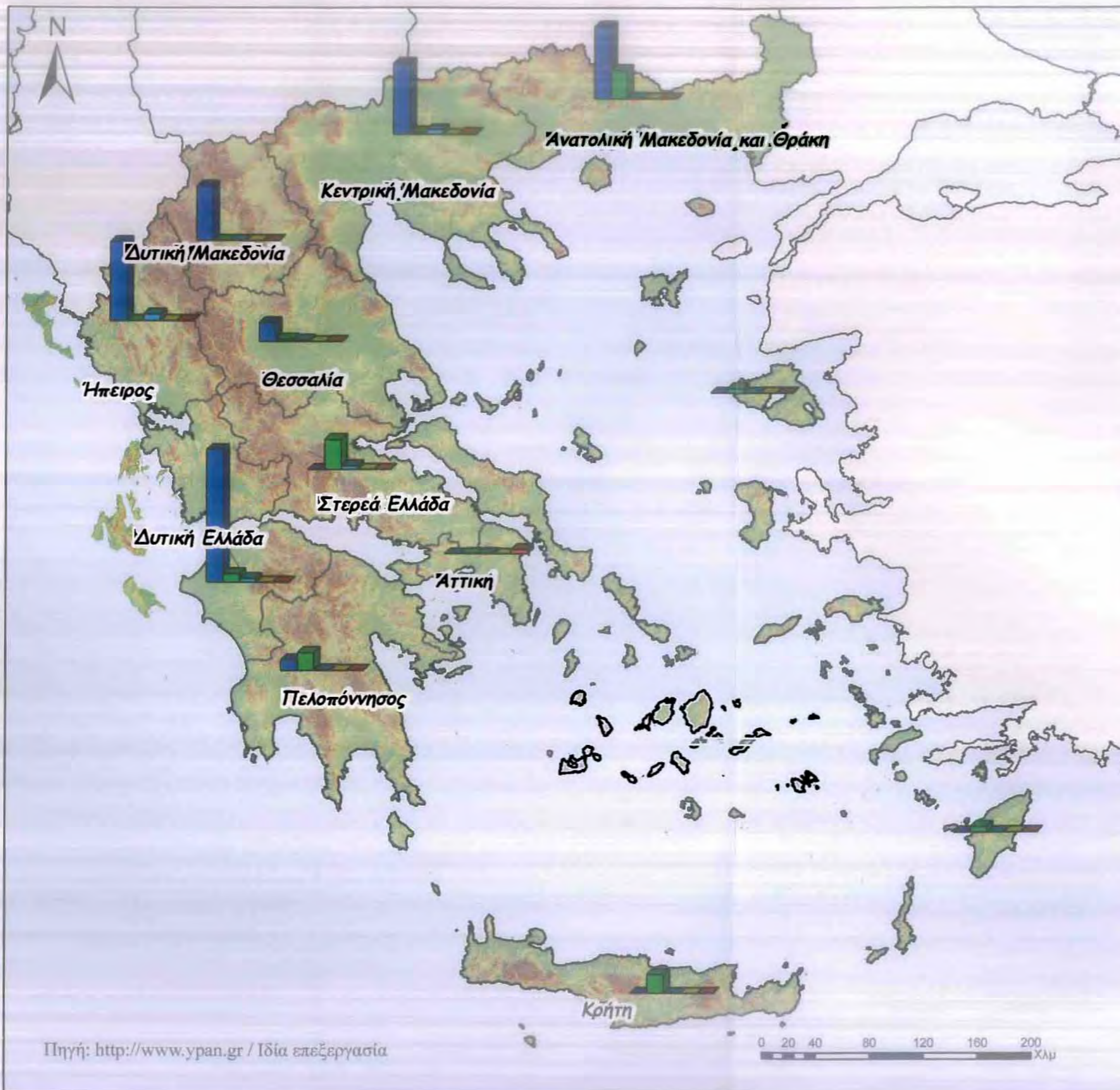
ΘΕΜΑ: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥΣ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΑΝΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΟΛΓΑ

ΧΑΡΤΗΣ 1.1: ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΕ ΑΝΑ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ

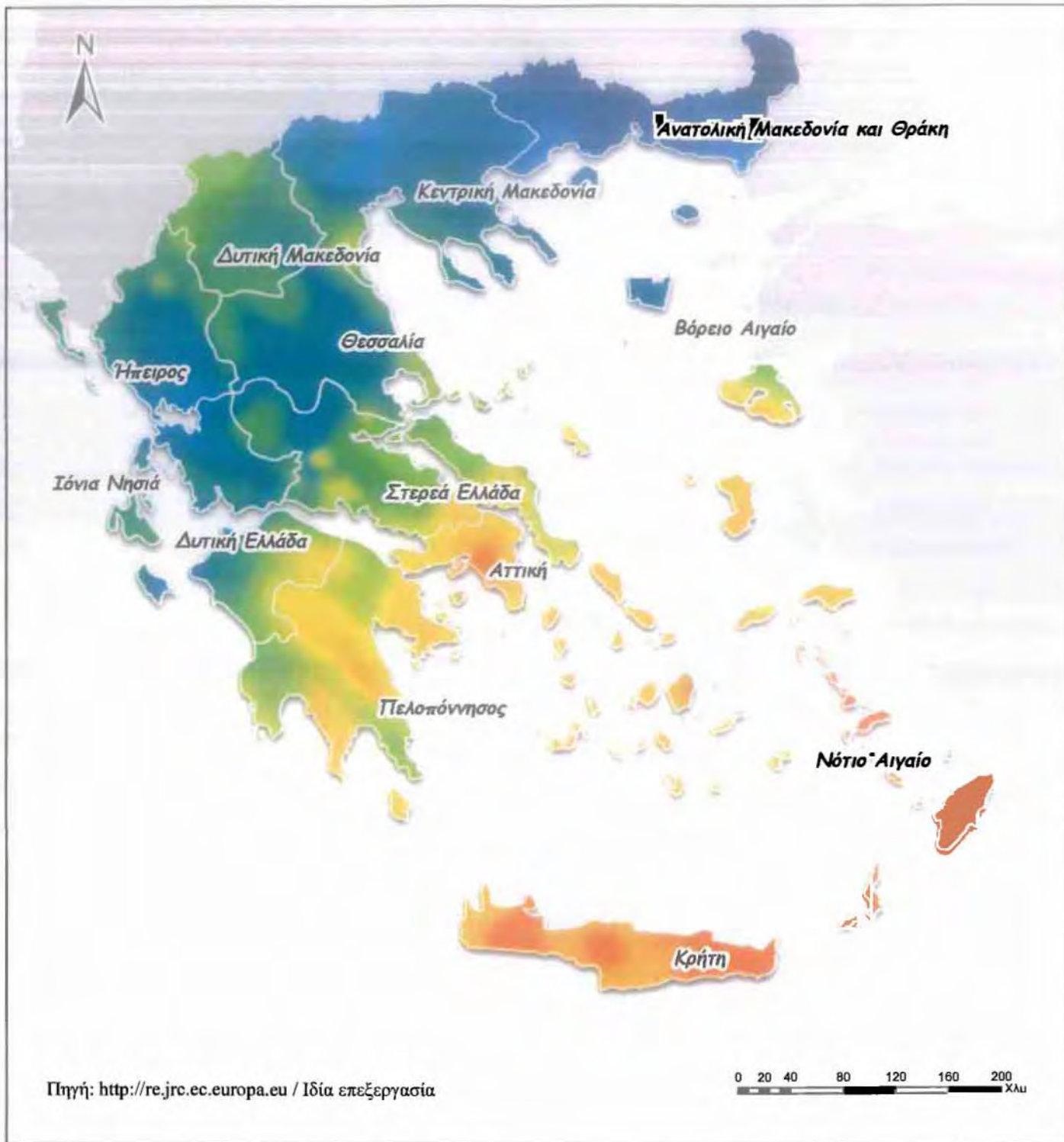
ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2009



Περιφέρεια	Μεγάλα υδροηλεκτρικά	Αιολικά	Μικρά υδροηλεκτρικά	Φωτοβολταϊκά	Βιομάζα	Σύνολο
Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	500,00	196,67	2,57	0,00	0,00	699,64
Αττικής	0,00	3,11	0,99	0,10	29,63	33,83
Βορείου Αιγαίου	0,00	29,90	0,00	0,00	0,00	29,90
Δυτικής Ελλάδος	907,20	58,15	24,31	0,00	0,00	989,66
Δυτικής Μακεδονίας	375,00	0,00	0,00	0,00	0,00	375,00
Κεντρικής Μακεδονίας	492,00	17,00	34,00	0,40	8,38	551,78
Ηπείρου	543,60	0,00	45,75	0,00	0,00	589,35
Ιονίων Νήσων	0,00	40,20	0,00	0,00	0,00	40,20
Θεσσαλίας	130,00	17,00	11,43	0,00	0,35	158,78
Κρήτης	0,00	129,50	1,00	0,80	0,36	131,66
Νοτίου Αιγαίου	0,00	37,56	0,00	0,00	0,00	37,56
Πελοποννήσου	70,00	119,80	2,00	0,00	0,00	191,80
Στερεάς Ελλάδος	0,00	204,30	24,62	0,00	0,00	228,92
Σύνολο	3017,80	853,19	147,07	1,30	38,72	4058,08

ΥΠΟΜΝΗΜΑ





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ &
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΘΕΜΑ: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
& ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥΣ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΑΝΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΟΛΓΑ

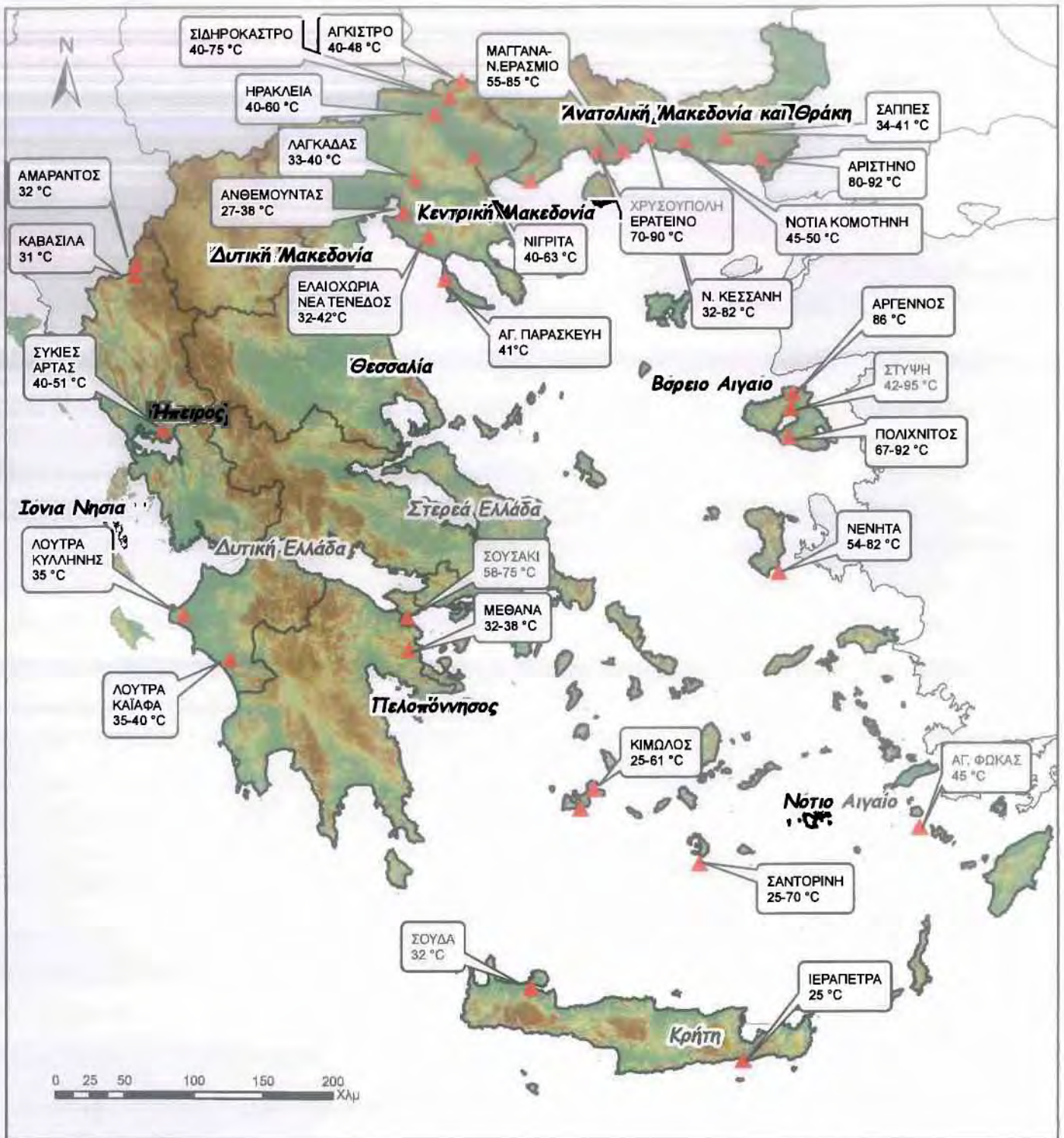
ΧΑΡΤΗΣ 5.1: ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΝΟΣ 2009

ΥΠΟΜΝΗΜΑ



Διαβάθμιση από τη χαμηλότερη παραγωγή
ενέργειας έως την υψηλότερη



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ & ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΘΕΜΑ: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥΣ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΑΝΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΟΛΓΑ

ΧΑΡΤΗΣ 5.2: ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2009

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

▲ Γεωθερμικά Πεδία

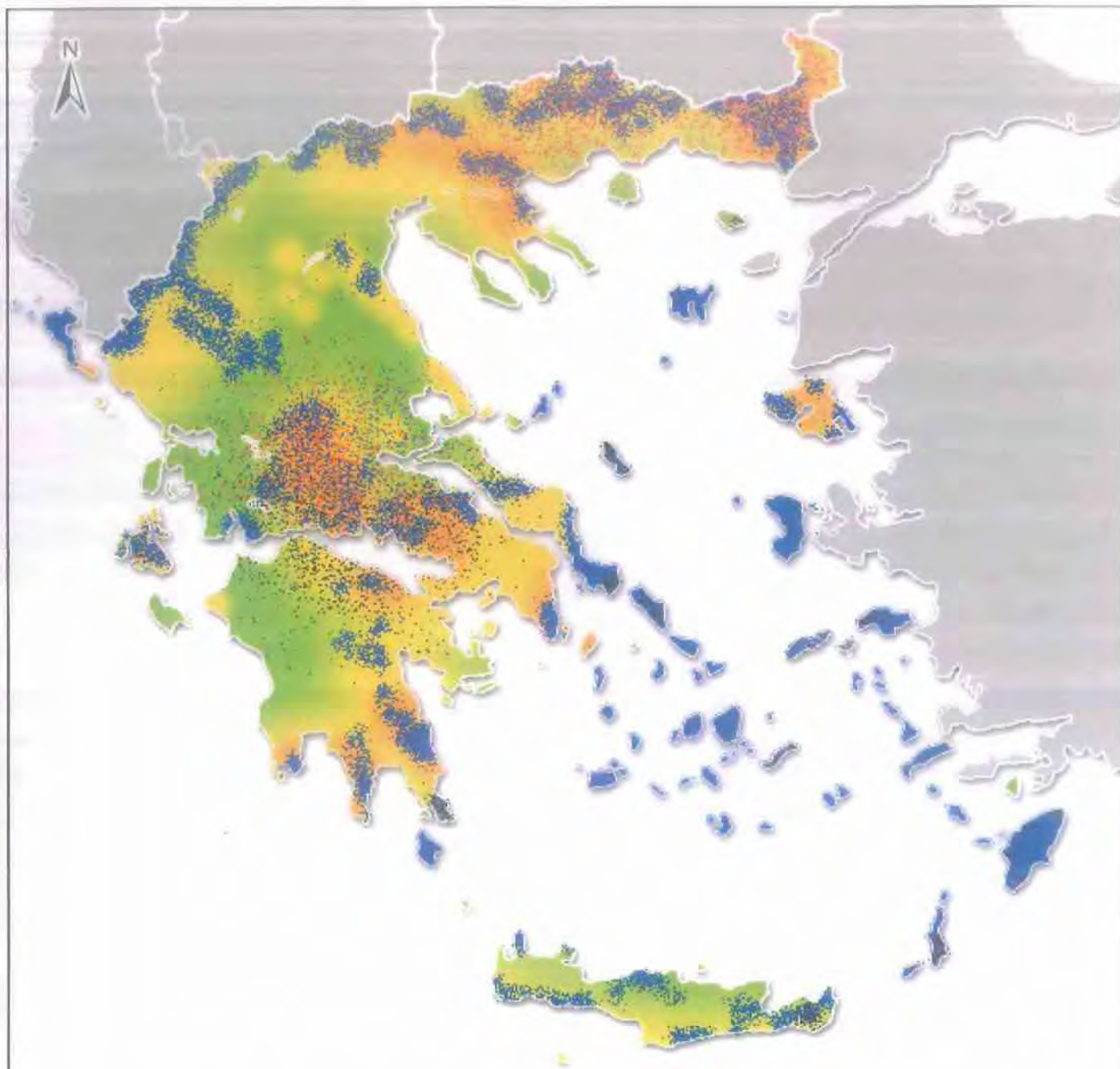
Υψόμετρο



Υψηλότερο : 2.865

Χαμηλότερο : -610

Πηγή: Ανδρίτσος & Φυτίκας, 2006,
<http://www.igme.gr> / Ίδια επεξεργασία



Πηγή: Καπλάνης, 2003 / Ιδία επεξεργασία

0 20 40 80 120 160 200 Χλμ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ &
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΘΕΜΑ: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
& ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥΣ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΑΝΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΟΛΓΑ

ΧΑΡΤΗΣ 5.3: ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2009

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Μέση ετήσια αιολική ταχύτητα



ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟ ΑΠΕ & ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ

Γενική νομοθεσία σχετική με ΑΠΕ	
N.3734/09 (ΦΕΚ Α' 8/28-1-09):	Προώθηση της συμπαράγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας, ρύθμιση ζητημάτων σχετικών με το Υδροηλεκτρικό Έργο Μεσοχώρας και άλλες διατάξεις
N.3468/06 (ΦΕΚ Α' 129/27-6-06):	Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις
N. 2941/01 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 201/12-09-01):	Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. «ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ» και άλλες διατάξεις
N. 2244/94 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 168/07-10-94):	Ρύθμιση θεμάτων Ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις
N. 2773/99 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 286/22-12-99):	Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας-Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις
N. 2647/98 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 237/22-10-98):	Μεταβίβαση αρμοδιοτήτων στις περιφέρειες και την αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις
Υ.Α. ΣΕ 2708/17-12-87 ΥΒΕΤ (Τεύχος ΦΕΚ Β' 761):	Δικαιολογητικά που απαιτούνται για την έκδοση αδειών ίδρυσης, εγκατάστασης και λειτουργίας των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής
Υ.Α. Δ6/Φ1/ΟΙΚ.12230/3.8.99 ΥΠ.ΑΝ (Τεύχος ΦΕΚ Β' 1560/04-0	ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ μη εγγυημένης ισχύος στα ηλεκτρικά
Υ.Α. 8860/11.5.1998 ΥΠ.ΑΝ:«	Τροποποίηση διατάξεων της απόφασης του Υπουργού ΒΕΤ 8295/19.4.1995
Υ.Α. Δ6/Φ1/51298/2.8.1996 ΥΠ.ΑΝ (Τεύχος ΦΕΚ Β 766/28.08.1	τροποποίηση και αντικατάσταση διατάξεων καθώς και διορθωση παροραμάτων της απόφασης του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και
	Α. Διαδικασίες και δικαιολογητικά που απαιτούνται για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, τα καταβλητέα παράβολα καθώς και κάθε άλλη αναγκαία λεπτομέρεια.
Υ.Α. Δ6/Φ1/ΟΙΚ.8295/19.4.1995 ΥΒΕΤ (Τεύχος ΦΕΚ Β 385/10.:	Β. Καθορισμός γενικών τεχνικών και οικονομικών όρων των συμβάσεων μεταξύ παραγωγών και ΔΕΗ, λεπτομέρειες διαμόρφωσης των τιμολογίων καθώς και όροι διασύνδεσης
Υ.Α. Δ6/Φ1/ΟΙΚ.13129/2.8.96 ΥΠ.ΑΝ (Τεύχος ΦΕΚ Β 766/28.8.	Προσδιορισμός παραβάσεων και καθορισμός διαδικασίας επιβολής σχετικών κυρώσεων σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής
Σχετικά με Υδροηλεκτρικά έργα	
N. 1739/1987 (Τεύχος ΦΕΚ Α 201/20-11-1987):	Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις
Π.Δ. 256/1989 (Τεύχος ΦΕΚ Α 121/11.5.89)	Άδεια χρήσης νερού
Υ.Α. Φ16/5813/17.5.89 ΥΒΕΤ (Τεύχος ΦΕΚ Β 383/24.5.89):	Άδεια εκτέλεσης έργου αξιοποίησης υδατικών πόρων από νομικά πρόσωπα ιδιωτικού δικαίου, που δεν περιλαμβάνονται στον Δημόσιο τομέα και από φυσικά πρόσωπα
Υ.Α. 12160/30.7.1999 ΥΠ.ΑΝ (Τεύχος ΦΕΚ Β 1552/3.8.99):	Διαδικασία επιλογής υποψηφίων ηλεκτροπαραγωγών για έκδοση αδειών εγκατάστασης μικρών υδροηλεκτρικών έργων με τη βέλτιστη αξιοποίηση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού της χώρας
Σχετικά με την αξιοποίηση βιομάζας	
Π.Δ. 126/1986 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 44/17-04-86)«	Διαδικασία παραχώρησης της εκμετάλλευσης, συντήρησης και βελτίωσης των δασών που ανήκουν στο Δημόσιο και στα νομικά πρόσωπα του Δημοσίου τομέα στους δασικούς συνεταιρισμούς
Σχετικά με την αξιοποίηση Γεωθερμικών Πεδίων	
N. 1475/84 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 131/11-09-1984):	Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού
Υ.Α. Δ9-8/Φ261/31928/21-12-93 (Τεύχος ΦΕΚ Β' 958/31.12.1993)	Καθορισμός μισθώματος γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας για άμεση χρήση βάσει του καταναλισκόμενου θερμοενεργειακού δυναμικού του γεωθερμικού ρευστού
Άλλοι σχετικοί νόμοι	
N. 2503/97:	Διοίκηση –οργάνωση στελέχωση της Περιφέρειας, ρύθμιση θεμάτων για την Τοπική Αυτοδιοίκηση
N. 1558/85 (Τεύχος ΦΕΚ 381/Α/26.7.1985):	Κυβέρνηση και κυβερνητικά όργανα
Π.Δ. 27/1996	Συγχώνευση των Υπουργείων Τουρισμού, Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας και Εμπορίου στο Υπουργείο Ανάπτυξης

Υ.Π.Ε.ΧΩ.ΔΕ.

**ΕΙΔΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ
ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΔΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

ΣΧΕΔΙΟ ΚΥΑ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2008

**ΕΙΔΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ
ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Η Επιτροπή Συντονισμού της Κυβερνητικής Πολιτικής στον τομέα του Χωροταξικού
Σχεδιασμού και της Αειφόρου Ανάπτυξης

Ι. Έχοντας υπόψη :

1. Τις διατάξεις του ν. 2742/1999 «Χωροταξικός σχεδιασμός και αειφόρος ανάπτυξη και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 207 Α΄).
2. Τις διατάξεις της υπ' αρ. ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΠΕ/οικ.107017/28.08.2006 κοινής απόφασης των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και του Υφυπουργού Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης «Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/42/ΕΚ «σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Ιουνίου 2001» (ΦΕΚ 1225 Β΄/5.9.2006).
3. Τη μελέτη του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, που εγκρίθηκε με την απόφαση/.../ 2006 του ΥΠΕΧΩΔΕ.
4. Την από Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) για το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.
5. Την από ... ανακοίνωση που δημοσιεύθηκε στις εφημερίδες ... και , με την οποία γνωστοποιήθηκε στο κοινό η έναρξη της διαδικασίας διαβούλευσης επί της οικείας ΣΠΜΕ.
6. Τις υπ' αρ. γνωμοδοτήσεις των Περιφερειακών Συμβουλίων Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, Αττικής, Βορείου Αιγαίου, Δυτικής Ελλάδας, Δυτικής Μακεδονίας, Ηπείρου, Θεσσαλίας, Ιονίων Νήσων, Κεντρικής Μακεδονίας, Κρήτης, Νοτίου Αιγαίου, Πελοποννήσου και Στερεάς Ελλάδας, αντιστοίχως .
7. Τις υπ' αρ. ... γνωμοδοτήσεις των Εκτελεστικών Επιτροπών των Οργανισμών Αθήνας και Θεσσαλονίκης αντιστοίχως.
8. Τα υπ' αρ.έγγραφα των Διευθύνσεων Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού, Πολεοδομικού Σχεδιασμού και Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου (ΕΑΡΘ) του ΥΠΕΧΩΔΕ.

9. Τα υπ' αρ. ... έγγραφα των Διευθύνσεων ... του Υπουργείου Πολιτισμού, τα υπ' αρ.... έγγραφα των Διευθύνσεων ... του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, τα υπ' αρ. ... έγγραφα των Διευθύνσεων ... του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας, τα υπ' αρ. ... έγγραφα των Διευθύνσεων του Υπουργείου Ανάπτυξης, και τα υπ' αρ. ... έγγραφα των Διευθύνσεων ... του Υπουργείου Τουριστικής Ανάπτυξης.
10. Την από εισήγηση της Διεύθυνσης Χωροταξίας του ΥΠΕΧΩΔΕ προς το Εθνικό Συμβούλιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης.
11. Τη γνωμοδότηση του Εθνικού Συμβουλίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης.
12. Την από εισήγηση της Διεύθυνσης Χωροταξίας του ΥΠΕΧΩΔΕ προς την Επιτροπή Συντονισμού της Κυβερνητικής Πολιτικής στον τομέα του Χωροταξικού Σχεδιασμού και της Αειφόρου Ανάπτυξης.

II. Εκτιμώντας ιδίως τα ακόλουθα :

1. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) συνιστούν πηγές ενέργειας φιλικές προς το περιβάλλον και συνιστούν ειδικότερη έκφανση αλλά και βασική συνιστώσα της αειφόρου ανάπτυξης.
2. Η ανάπτυξη των ΑΠΕ αποτελεί βασική προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού.
3. Συγκεκριμένα, με βάση την οδηγία 2001/77/ΕΚ, έχει τεθεί ως στόχος, μέχρι το 2010, το 22,1% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην Κοινότητα να προέρχεται από ΑΠΕ.
4. Ειδικώς για την Ελλάδα, με βάση τους εθνικούς στόχους, όπως αυτοί προσδιορίζονται στον ν. 3468/2006, το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας πρέπει να ανέλθει, μέχρι το 2010, σε 20,1 % και, μέχρι το 2020, σε 29% αντιστοίχως.
5. Επιπροσθέτως, στο πλαίσιο της ενιαίας πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Κυότο που έχει κυρωθεί στη χώρα μας με το ν. 3017/2002 και σύμφωνα και με το Δεύτερο Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης των Εκπομπών που εγκρίθηκε με την ΠΥΣ 5/27.02.2003, η Ελλάδα έχει αναλάβει για την περίοδο 2008-2012 την υποχρέωση της συγκράτησης της αύξησης των εκπομπών της στο + 25% σε σχέση με τις εκπομπές βάσης¹, προωθώντας, μεταξύ

¹ Εκπομπές του έτους 1990 για 3 από τα 6 αέρια και 1995 για τα υπόλοιπα.

άλλων, για το σκοπό αυτό και τη χρήση ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.

6. Για την επίτευξη των πιο πάνω στόχων, η Ελλάδα οφείλει να καθορίσει μέτρα υποστήριξης των ΑΠΕ, μεριμνώντας, μεταξύ άλλων, τόσο για την απλοποίηση των διαδικασιών αδειοδότησής τους όσο και για την προσαρμογή του κανονιστικού πλαισίου εγκατάστασής τους προς τις εθνικές νομοθετικές και κανονιστικές διατάξεις που αφορούν στον χωροταξικό σχεδιασμό και τις χρήσεις γης.
7. Κρίσιμο από της απόψεως αυτής αποδεικνύεται το ζήτημα της χωροθέτησης των έργων ΑΠΕ. Και τούτο διότι αν και τα έργα ΑΠΕ μπορεί να χαρακτηρισθούν κατ' αρχήν ως δραστηριότητες φιλικές προς το περιβάλλον, εν τούτοις δεν στερούνται παντελώς επιπτώσεων σε αυτό. Οι επιπτώσεις αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος της εκάστοτε χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας ΑΠΕ (αιολική, υδροηλεκτρική, γεωθερμική, ηλιακή ενέργεια κλπ.), ενώ μπορεί να εκτείνονται τόσο στο ανθρωπογενές (πόλεις, οικισμούς και εν γένει οικιστικές περιοχές) όσο και στο φυσικό περιβάλλον (τοπίο, χλωρίδα και πανίδα, κλπ.) των περιοχών εγκατάστασης, καθώς και στις γειτνιάζουσες παραγωγικές δραστηριότητες (τουρισμό, γεωργία κλπ.). Για την πρόληψη, την άμβλυνση και την αποτροπή των επιπτώσεων αυτών απαιτείται η καθιέρωση σαφών κανόνων χωροθέτησης των έργων ΑΠΕ, ώστε αφενός να μειωθούν οι αβεβαιότητες και οι συγκρούσεις χρήσεων γης που συχνά αναφύονται επί του πεδίου και αφετέρου να ικανοποιηθούν οι ευρύτερες ανάγκες προστασίας του περιβάλλοντος και η αειφόρος ανάπτυξη των περιοχών υποδοχής τους.
8. Η χωροθέτηση των εγκαταστάσεων ΑΠΕ στην Ελλάδα έχει αντιμετωπισθεί μέχρι σήμερα αποκλειστικά στο πλαίσιο των διαδικασιών περιβαλλοντικής αδειοδότησης των σχετικών έργων. Η διαδικασία αυτή, αν και επιτρέπει την εκτίμηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον στο επίπεδο κάθε συγκεκριμένης εγκατάστασης, εν τούτοις δεν μπορεί, λόγω του εξατομικευμένου χαρακτήρα της, να απαντήσει στην ανάγκη καθιέρωσης γενικών κριτηρίων χωροθέτησης έργων ΑΠΕ, δηλαδή κριτηρίων που να διασφαλίζουν ένα κοινό πλαίσιο χωρικής οργάνωσης της συγκεκριμένων δραστηριοτήτων ανάλογα με τη φυσιογνωμία και τις χωροταξικές ιδιαιτερότητες των επιμέρους ενοτήτων του ελληνικού χώρου, τις επιμέρους κατηγορίες έργων ΑΠΕ και τις ειδικές ανάγκες ανάπτυξης, προστασίας ή διαφύλαξης που απαντώνται σε συγκεκριμένες περιοχές και σε ευπαθή οικοσυστήματα της χώρας.
9. Απαιτείται, επομένως, να θεσπιστεί ένα ειδικό χωροταξικό πλαίσιο που να καθορίζει τις βασικές κατευθύνσεις και τους γενικούς κανόνες για τη χωροθέτηση έργων ΑΠΕ στο σύνολο του εθνικού χώρου, ώστε αφενός να καταστούν εκ των προτέρων γνωστές οι κατηγορίες περιοχών στις οποίες αποκλείεται εν όλω ή εν μέρει η χωροθέτηση έργων ΑΠΕ και αντιστοίχως οι εν δυνάμει κατάλληλες για την υποδοχή τους περιοχές και αφετέρου οι ειδικότερες, ανά κατηγορία ΑΠΕ, χωροταξικές προϋποθέσεις εγκατάστασης ιδίως σε συνάρτηση με τη

φυσιογνωμία, τη φέρουσα ικανότητα και εν γένει το περιβάλλον των περιοχών εγκατάστασης.

ΕΓΚΡΙΝΟΥΜΕ

**το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης
για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α΄ ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

Άρθρο 1 Σκοπός

1. Σκοπός του παρόντος Ειδικού Πλαισίου είναι :
 - α. η διαμόρφωση πολιτικών χωροθέτησης έργων ΑΠΕ, ανά κατηγορία δραστηριότητας και κατηγορία χώρου, βάσει των διαθέσιμων σε εθνικό επίπεδο στοιχείων.
 - β. η καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που θα επιτρέπουν αφενός την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων ΑΠΕ και αφετέρου την αρμονική ένταξή τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.
 - γ. η δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των εγκαταστάσεων ΑΠΕ, ώστε να επιτευχθεί ανταπόκριση στους στόχους των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών.

2. Με τα παραπάνω επιδιώκεται να παρασχεθεί, εκτός των άλλων, ένα σαφέστερο πλαίσιο στις αδειοδοτούσες αρχές και τις ενδιαφερόμενες επιχειρήσεις, ώστε να προσανατολιστούν σε καταρχήν κατάλληλες από χωροταξικής απόψεως περιοχές εγκατάστασης και να περιορίσουν έτσι τις αβεβαιότητες και τις συγκρούσεις χρήσεων γης που συχνά αναφύονται επί του πεδίου.

Άρθρο 2 Ορισμοί

Για την εφαρμογή της παρούσας απόφασης, οι όροι που χρησιμοποιούνται στις διατάξεις της έχουν την ακόλουθη έννοια :

1. **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ):** Οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η κυματική ενέργεια, η παλιρροϊκή ενέργεια, η ενέργεια από βιομάζα, ή άλλα αέρια που εκλύονται από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, βιοαέρια, η γεωθερμική ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς.
2. **Αιολικές εγκαταστάσεις:** Εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού που λειτουργούν είτε με τη μορφή μεμονωμένων ανεμογεννητριών (Α/Γ), είτε με τη μορφή αιολικών πάρκων, δηλαδή συστοιχίας ανεμογεννητριών.
3. **Μικρά Υδροηλεκτρικά έργα (ΜΥΗΕ):** Εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση υδατικού δυναμικού, η ισχύς των οποίων δεν υπερβαίνει τα 15 MW.
4. **Γεωθερμικές εγκαταστάσεις :** Εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικά ρευστά υψηλής θερμοκρασίας.
5. **Φωτοβολταϊκά συστήματα:** Εγκαταστάσεις μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια.
6. **Εγκαταστάσεις ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαερίου ή της βιομάζας:** Εγκαταστάσεις παραγωγής θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας από τη βιομάζα ή το βιοαέριο, όπως οι πιο πάνω όροι προσδιορίζονται αντιστοίχως στις παραγράφους 7 και 8 του άρθρου 2 του ν. 3468/2006.
7. **Σύστημα:** Οι, κατά τους ορισμούς του άρθρου 2 παρ. 23 του ν. 3468/2006, γραμμές υψηλής τάσης (Υ.Τ.), οι εγκατεστημένες στην ελληνική επικράτεια διασυνδέσεις, χερσαίες ή θαλάσσιες, και όλες οι συναφείς εγκαταστάσεις, ο εξοπλισμός και οι εγκαταστάσεις ελέγχου που απαιτούνται για την ομαλή, ασφαλή και αδιάλειπτη διακίνηση ηλεκτρικής ενέργειας από έναν σταθμό παραγωγής σε έναν υποσταθμό, από έναν υποσταθμό σε άλλον υποσταθμό ή προς ή από οποιαδήποτε διασύνδεση. Στο Σύστημα δεν περιλαμβάνονται οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, οι γραμμές και εγκαταστάσεις υψηλής τάσης που έχουν ενταχθεί στο Δίκτυο, καθώς και το δίκτυο των μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

8. Δίκτυο: Το, κατά τους ορισμούς του άρθρου 2 παρ. 9 του ν. 3468/2006, δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού Α.Ε. (Δ.Ε.Η. Α.Ε.) που είναι εγκατεστημένο στην ελληνική επικράτεια, το οποίο αποτελείται από γραμμές μέσης (Μ.Τ.) και χαμηλής τάσης και εγκαταστάσεις διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και από γραμμές και εγκαταστάσεις υψηλής τάσης, που έχουν ενταχθεί στο δίκτυο αυτό.
9. Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά: Τα νησιά της Ελληνικής Επικράτειας των οποίων το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας δεν συνδέεται με το Σύστημα και το Δίκτυο διανομής της ηπειρωτικής χώρας, όπως αυτά ορίζονται στις προηγούμενες παραγράφους του παρόντος άρθρου.
10. Τυπική ανεμογεννήτρια ή ισοδύναμη αυτής : Τυπική Α/Γ είναι η Α/Γ με διάμετρο ρότορα $D=85\text{m}$ και ισχύ 2 MW .
Ο υπολογισμός της ισοδύναμης Α/Γ προκύπτει από τον τύπο $(N_{ισ})= D / D_t$, (όπου $N_{ισ}$ είναι ο ισοδύναμος αριθμός τυπικών Α/Γ, D η διάμετρος του ρότορα της εγκατεστημένης Α/Γ και D_t η διάμετρος του ρότορα της τυπικής Α/Γ).
Ο υπολογισμός ανά Ο.Τ.Α. της μέγιστης επιτρεπόμενης πυκνότητας αιολικών εγκαταστάσεων, που ορίζεται στα άρθρα 7, 8, 9 προκύπτει από τον τύπο $(E_{ισ})= (N_{ισ}) \times 75,86$ στρ, όπου $E_{ισ}$ είναι η αναλογούσα στην εγκατεστημένη Α/Γ επιφάνεια κάλυψης του χώρου.
11. Φέρουσα Ικανότητα περιοχών εγκατάστασης αιολικών έργων : Ο μέγιστος αριθμός τυπικών α/γ που επιτρέπεται να εγκατασταθούν σε μια ενότητα χώρου.
12. Συνοδευτικές εγκαταστάσεις ΑΠΕ: Εγκαταστάσεις που είναι κατά περίπτωση απαραίτητες για τη λειτουργία των έργων ΑΠΕ, όπως είναι ιδίως οι γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσεως, οι υποσταθμοί ηλεκτρικής ενέργειας, οι οδικές συνδέσεις κλπ.

Άρθρο 3 **Έκταση εφαρμογής**

Δεν υπάγονται στις διατάξεις της παρούσας απόφασης :

- α. Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ που εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης αδείας παραγωγής και αδείας εγκατάστασης και λειτουργίας, σύμφωνα με τα άρθρα 4 και 8 παρ. 8 του ν. 3468/2006 (ΦΕΚ 129 Α').
- β. Οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ που χαρακτηρίζονται ως μη οχλούσες εγκαταστάσεις, σύμφωνα με το άρθρο 2 της ΚΥΑ 19500/2004 (ΦΕΚ 1671 Β'/ 11.11.2004) με εξαίρεση τα ΜΥΗΕ.
- γ. Οι εγκαταστάσεις ΑΠΕ που αφορούν Αυτόνομους Παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας κατά την έννοια του άρθρου 2 παρ. 4 του ν. 3468/2006 (ΦΕΚ 129 Α').

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β*
ΚΑΝΟΝΕΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Άρθρο 4
Στόχοι

Ο χωροταξικός σχεδιασμός των αιολικών εγκαταστάσεων αποσκοπεί :

1. Στον εντοπισμό, με βάση τα διαθέσιμα σε εθνικό επίπεδο στοιχεία αιολικού δυναμικού, κατάλληλων περιοχών που θα επιτρέπουν ανάλογα με τις χωροταξικές και περιβαλλοντικές ιδιαιτερότητές τους :
 - α. τη μεγαλύτερη δυνατή χωρική συγκέντρωση των αιολικών εγκαταστάσεων.
 - β. την επίτευξη οικονομικών κλίμακας στα απαιτούμενα δίκτυα.
2. Στην καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που θα επιτρέπουν αφενός την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας και αφετέρου την αρμονική ένταξή τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον και στο τοπίο.
3. Στη δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των αιολικών εγκαταστάσεων, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ανταπόκριση στους στόχους των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών.

Άρθρο 5
Διάκριση του εθνικού χώρου σε κατηγορίες

1. Για τη χωροθέτηση των αιολικών εγκαταστάσεων ο εθνικός χώρος, με βάση το εν δυνάμει εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό του και τα ιδιαίτερα χωροταξικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά του, διακρίνεται στις ακόλουθες μείζονες κατηγορίες:
 - α. Στην ηπειρωτική χώρα, συμπεριλαμβανομένης και της νήσου Εύβοιας
 - β. Στην Αττική, που αποτελεί ειδικότερη κατηγορία της ηπειρωτικής χώρας λόγω του μητροπολιτικού χαρακτήρα της
 - γ. Στα κατοικημένα νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους, συμπεριλαμβανομένης και της Κρήτης
 - δ. Στον υπεράκτιο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες.
2. Η ηπειρωτική χώρα διακρίνεται περαιτέρω σε Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) και σε Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (ΠΑΚ) ως εξής:
 - α. Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) : Είναι οι περιοχές της ηπειρωτικής χώρας, που προσδιορίζονται υπό μορφή πίνακα στο Παράρτημα Ι και απεικονίζονται στο Διάγραμμα Ι της παρούσας απόφασης, οι οποίες διαθέτουν συγκριτικά πλεονεκτήματα για την εγκατάσταση αιολικών σταθμών (ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού, αυξημένη ζήτηση εγκατάστασης Α/Γ κλπ), ενώ ταυτόχρονα προσφέρονται από απόψεως επίτευξης των χωροταξικών στόχων (ελεγχόμενη συγκέντρωση των αιολικών εγκαταστάσεων) διότι συγκεντρώνουν τη μεγαλύτερη

ζήτηση (αιτήσεις παραγωγής, εγκατάστασης, λειτουργίας). Στις περιοχές αυτές, εκτιμάται η μέγιστη δυνατότητα χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων (φέρουσα ικανότητα), όπως ειδικότερα αυτή προσδιορίζεται στο Παράρτημα ΙΙΙ.

β. Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (ΠΑΚ). Είναι ομάδες ή επιμέρους περιοχές πρωτοβάθμιων Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) της ηπειρωτικής χώρας καθώς και μεμονωμένες θέσεις, οι οποίες δεν εμπίπτουν σε ΠΑΠ αλλά διαθέτουν ικανοποιητικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό, και προσφέρονται για το λόγο αυτό για την χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων. Στις ΠΑΚ συμπεριλαμβάνονται και οι κατάλληλες για χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων ζώνες, που θα προσδιοριστούν, με βάση τα κριτήρια του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, από τα οικεία Περιφερειακά Πλαίσια, Ρυθμιστικά Σχέδια, Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια, Σχέδια Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτών Πόλεων, Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου ή άλλα σχέδια χρήσεων γης.

Άρθρο 6

Περιοχές αποκλεισμού και ζώνες ασυμβατότητας

1. Σε όλες τις κατηγορίες περιοχών του προηγούμενου άρθρου, πρέπει να αποκλείεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων εντός :
 - α. Των κηρυγμένων διατηρητέων μνημείων της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και των άλλων μνημείων μείζονος σημασίας της παρ. 5 ββ) του άρθρου 50 του ν. 3028/2002, καθώς και των οριοθετημένων αρχαιολογικών ζωνών προστασίας Α που έχουν καθορισθεί κατά τις διατάξεις του άρθρου 91 του ν. 1892/1991 ή καθορίζονται κατά τις διατάξεις του ν. 3028/2002.
 - β. Των περιοχών απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης που καθορίζονται κατά τις διατάξεις των άρθρων 19 παρ. 1 και 2 και 21 του ν. 1650/1986.
 - γ. Των πυρήνων των εθνικών δρυμών, των κηρυγμένων μνημείων της φύσης και των αισθητικών δασών που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές της περιπτώσεως β' του παρόντος άρθρου.
 - δ. Των οικοτόπων προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί ως τόποι κοινοτικής σημασίας στο δίκτυο ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1).
 - ε. Των εντός σχεδίων πόλεων και ορίων οικισμών προ του 1923 ή κάτω των 2.000 κατοίκων περιοχών.
- στ. Των Π.Ο.Τ.Α. του άρθρου 29 του ν. 2545/97, των Περιοχών Οργανωμένης Ανάπτυξης Παραγωγικών Δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα του άρθρου 10 του ν. 2742/99, των θεματικών πάρκων και των τουριστικών λιμένων.
- ζ. Των ατύπως διαμορφωμένων, στο πλαίσιο της εκτός σχεδίου δόμησης, τουριστικών και οικιστικών περιοχών, όπως αυτές θα αναγνωρίζονται ειδικότερα στο πλαίσιο της οικείας ΠΠΕΑ και ΜΠΕ.
- η. Των αξιόλογων ακτών και παραλιών (πχ. αμμωδών), όπως αυτές θα αναγνωρίζονται ειδικότερα στο πλαίσιο της οικείας ΠΠΕΑ και ΜΠΕ.
- θ. Των χαρακτηρισμένων κατά τις κείμενες διατάξεις αγροτικών περιοχών υψηλής παραγωγικότητας.

1. Των οριοθετημένων, κατά τις κείμενες διατάξεις, λατομικών περιοχών και μεταλλευτικών και εξορυκτικών ζωνών που λειτουργούν επιφανειακά.
 - ια. Άλλων περιοχών ή ζωνών που υπάγονται σε ειδικό καθεστώς χρήσεων γης, βάσει του οποίου δεν επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων.
2. Οι κατευθύνσεις της προηγούμενης παραγράφου εφαρμόζονται και για τη χωροθέτηση των συνοδευτικών εγκαταστάσεων των αιολικών έργων, εκτός αν κατά το στάδιο περιβαλλοντικής αδειοδότησής τους τεκμηριωθεί προσηκόντως η ανάγκη παρέκκλισης από αυτές.
3. Επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων εντός των Ζωνών Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της ορνιθοπανίδας της οδηγίας 79/409/ΕΟΚ ύστερα από τη σύνταξη ειδικής ορνιθολογικής μελέτης και σύμφωνα με τις ειδικότερες προϋποθέσεις και περιορισμούς που θα καθορίζονται στην οικεία πράξη έγκρισης περιβαλλοντικών όρων.
 - 4.α. Σε όλες τις περιοχές του άρθρου 5, η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων πρέπει να πληροί τις ελάχιστες αποστάσεις από τις γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής που καθορίζονται στους πίνακες του Παραρτήματος ΙΙ της παρούσας απόφασης.
 - β. Οι αποστάσεις της περιπτώσεως α' αφορούν τη χωροθέτηση των κυρίως αιολικών εγκαταστάσεων. Για τις απαιτούμενες κατά περίπτωση αποστάσεις των συνοδευτικών εγκαταστάσεων εφαρμόζονται οι διατάξεις της ισχύουσας νομοθεσίας και οι τυχόν ισχύοντες ειδικοί κανονισμοί και πρότυπα.

Άρθρο 7 **Ειδικά κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων** **στην ηπειρωτική χώρα**

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στις ΠΑΠ και ΠΑΚ της ηπειρωτικής χώρας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής ειδικά κριτήρια :

1. Μέγιστες επιτρεπόμενες πυκνότητες αιολικών εγκαταστάσεων σε επίπεδο πρωτοβάθμιου ΟΤΑ :
 - α. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ που εμπίπτουν σε ΠΑΠ της ηπειρωτικής χώρας δεν μπορεί να υπερβαίνει το 8% της έκτασης ανά ΟΤΑ (άλλως 1,05 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμ.).
 - β. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους Δήμους Μονεμβασίας, Αραχώβης, Καρπενησίου και Καρύστου που χαρακτηρίζονται από υψηλό δείκτη τουριστικής ανάπτυξης δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4% ανά Δήμο (άλλως 0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμ.).
 - γ. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ που εμπίπτουν σε ΠΑΚ της ηπειρωτικής χώρας δεν

μπορεί να υπερβαίνει το 5% ανά ΟΤΑ (άλλως 0,66 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμ.).

δ. Για τις αιολικές εγκαταστάσεις που εμπίπτουν σε περισσότερους του ενός ΟΤΑ των πιο πάνω περιπτώσεων α' έως και γ', οι επιτρεπόμενες κατά περίπτωση πυκνότητες εφαρμόζονται για το τμήμα της αιολικής εγκατάστασης που εμπίπτει σε κάθε ένα ΟΤΑ ξεχωριστά.

2. Κριτήρια ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο :

Εφαρμόζονται οι κανόνες τοπίου που ορίζονται στο Παράρτημα IV της παρούσας απόφασης.

Άρθρο 8

Ειδικά κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στο νησιωτικό χώρο

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στα κατοικημένα νησιά του Αιγαίου και Ιονίου Πελάγους και στην Κρήτη πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής ειδικά κριτήρια :

1. Μέγιστες επιτρεπόμενες πυκνότητες αιολικών εγκαταστάσεων σε επίπεδο πρωτοβάθμιου ΟΤΑ :

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ των κατοικημένων νησιών του Αιγαίου και Ιονίου Πελάγους και της Κρήτης δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4% ανά ΟΤΑ (άλλως 0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμ.)

2. Κριτήρια ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο :

Εφαρμόζονται οι κανόνες τοπίου που ορίζονται στο Παράρτημα IV της παρούσας απόφασης.

Άρθρο 9

Ειδικά κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στην Αττική

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στην Αττική πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής :

1. Η φέρουσα ικανότητα της περιοχής, όπως προσδιορίζεται στο παράρτημα III.

2. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ που δεν μπορεί να υπερβαίνει το 8% της έκτασης ανά ΟΤΑ (άλλως 1,05 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμ.).

3. Οι κανόνες ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο που ορίζονται στο Παράρτημα IV της παρούσας απόφασης.

Άρθρο 10
Ειδικά κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων
στο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής ειδικά κριτήρια :

A. Κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στο θαλάσσιο χώρο :

1. Επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων σε όλες τις θαλάσσιες περιοχές της χώρας που διαθέτουν προϋποθέσεις αιολικής εκμεταλλευσιμότητας, εφόσον αυτές δεν εντάσσονται σε ιδιαίτερο θεσμικό καθεστώς ρητής απαγόρευσης της εγκατάστασης ή δεν αποτελούν ζώνη αποκλεισμού, όπως θεσμοθετημένα θαλάσσια ή υποθαλάσσια πάρκα ή βεβαιωμένες γραμμές επιβατικής ναυσιπλοΐας.
2. Ελάχιστες αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.
3. Απαγορεύεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε απόσταση μικρότερη των 1.000 μ. από οργανωμένες ή διαμορφωμένες ακτές λουομένων ή άλλες αξιόλογες ακτές και παραλίες (π.χ. αμμώδεις), όπως θα αναγνωρίζονται στο στάδιο της Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ).
4. Απαγορεύεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε κλειστούς κόλπους με εύρος ανοίγματος <1.100 μ.
5. Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από περιοχές και στοιχεία της πολιτιστικής κληρονομιάς: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.
6. Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από οικισμούς: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.
7. Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από παραγωγικές ζώνες ή δραστηριότητες του τριτογενή τομέα: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.
8. Το βάθος θεμελίωσης ή αγκύρωσης της βάσης της ανεμογεννήτριας, προσδιορίζεται από τις δυνατότητες της τρέχουσας τεχνολογίας και τις αντίστοιχες μελέτες στατικής και δυναμικής συμπεριφοράς.
9. Πρέπει να αποδεικνύεται η δυνατότητα ασφαλούς διασύνδεσης και μεταφοράς της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.
10. Μέγιστη απόσταση χειρσαΐας όδευσης από υποσταθμό διασύνδεσης: 20 χλμ.
11. Εφαρμόζονται οι κανόνες του τοπίου που ισχύουν για τις ΠΑΠ, όπως αυτοί προσδιορίζονται ειδικότερα στο Παράρτημα IV της παρούσας απόφασης.

B. Κριτήρια χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων σε ακατοίκητες νησίδες:

1. Επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων σε όλες τις ακατοίκητες νησίδες της χώρας, εφόσον αυτές δεν εμπίπτουν σε περιοχή αποκλεισμού σύμφωνα με τα ειδικότερα οριζόμενα στο άρθρο 6 της παρούσας.
2. Κατά τα λοιπά, εφαρμόζονται τα κριτήρια χωροθέτησης που ορίζονται στην περίπτωση Α' του παρόντος άρθρου για τις θαλάσσιες περιοχές.

Άρθρο 11

Έλεγχος και εφαρμογή των κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων

Ο έλεγχος και η εφαρμογή των κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων που ορίζονται στα άρθρα 5 έως και 10 του Κεφαλαίου αυτού, διενεργείται κατά το στάδιο χορήγησης της άδειας παραγωγής (άρθρο 3 ν. 3468/2006) σύμφωνα με τα ειδικότερα προβλεπόμενα στο Παράρτημα V της παρούσας απόφασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ΄ ΚΑΝΟΝΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΜΙΚΡΩΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Άρθρο 12

Στόχοι

Ο χωροταξικός σχεδιασμός των Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων (ΜΥΗΕ) αποσκοπεί :

1. Στον εντοπισμό υδατικών διαμερισμάτων με εκμεταλλεύσιμο υδραυλικό δυναμικό.
2. Στον προσδιορισμό περιοχών ασυμβατότητας ή αποκλεισμού, μέσα στις οποίες πρέπει να αποκλεισθεί η χωροθέτηση των ΜΥΗΕ και των συνοδευτικών τους έργων.
3. Στην εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας των υποδοχέων (υδατορευμάτων) ΜΥΗΕ.
4. Στον καθορισμό κριτηρίων και κανόνων ένταξης των ΜΥΗΕ στο φυσικό, πολιτιστικό και ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής εγκατάστασης.

Άρθρο 13

Εντοπισμός υδατικών διαμερισμάτων με εκμεταλλεύσιμο υδραυλικό δυναμικό

1. Οι περιοχές αξιοποίησης υδατικού δυναμικού εντοπίζονται κυρίως σε ημιορεινές και ορεινές περιοχές (δασικές ή χέρσες εκτάσεις), όπου η ύπαρξη του φυσικού πόρου (νερό) σε συνδυασμό με την υψομετρική διαφορά που επιτυγχάνεται από το σημείο υδροληψίας μέχρι τον σταθμό παραγωγής ενέργειας, εξασφαλίζουν την σκοπιμότητα και βιωσιμότητα του έργου. Κατά κανόνα, τα ΜΥΗΕ λειτουργούν με την συνεχή παροχή του υδατορεύματος και έτσι δεν απαιτείται η κατασκευή ταμιευτήρων με τη

κατασκευή μεγάλων φραγμάτων, όπως συνήθως γίνεται στα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα.

2. Με βάση τις εκτιμήσεις για το υδροηλεκτρικό δυναμικό της χώρας ανά υδατικό διαμέρισμα, σε συνδυασμό με τους υφιστάμενους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΜΥΗΕ, το δυναμικό της εγκατεστημένης ισχύος και τις χορηγηθείσες άδειες παραγωγής και λειτουργίας, όπως αυτά απεικονίζονται στο Διάγραμμα 2, διαπιστώνεται ότι, προς το παρόν, έχει εκδηλωθεί μικρό ενδιαφέρον για την κατασκευή μικρών υδροηλεκτρικών έργων στις πεδινές περιοχές της Θεσσαλίας, της νοτιοδυτικής Πελοποννήσου, της Κεντρικής Μακεδονίας, καθώς και στο μεγαλύτερο μέρος της νησιωτικής χώρας, λόγω έλλειψης υδατικών πόρων αλλά και σχετικών πληροφοριών καταγραφής, εκτός από κάποιες εξαιρέσεις και ειδικές περιπτώσεις (κατασκευή έργων σε δίκτυα, κ.ά). Περιοχές με μειωμένο υδροηλεκτρικό δυναμικό, εμφανίζονται να είναι επίσης τα υδατικά διαμερίσματα της Ανατολικής Πελοποννήσου και της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας. Μεγάλη πυκνότητα εκμεταλλεύσιμου δυναμικού παρουσιάζουν τα υδατικά διαμερίσματα της Ηπείρου, της Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, της Δυτικής Μακεδονίας, της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης και της Δυτικής και Βόρειας Πελοποννήσου.

Άρθρο 14 **Περιοχές αποκλεισμού**

1. Η χωροθέτηση ΜΥΗΕ πρέπει να αποκλείεται εντός των ακόλουθων περιοχών :
 - α. Των κηρυγμένων διατηρητέων μνημείων της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και των άλλων μνημείων μείζονος σημασίας της παρ. 5 ββ) του άρθρου 50 του ν. 3028/2002, καθώς και των οριοθετημένων αρχαιολογικών ζωνών προστασίας Α που έχουν καθορισθεί κατά τις διατάξεις του άρθρου 91 του ν. 1892/1991 ή καθορίζονται κατά τις διατάξεις του ν. 3028/2002.
 - β. Των περιοχών απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης που καθορίζονται κατά τις διατάξεις των άρθρων 19 παρ. 1 και 2 και 21 του ν. 1650/1986.
 - γ. Των πυρήνων των Εθνικών Δρυμών, των κηρυγμένων μνημείων της φύσης και των αισθητικών δασών που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές της προηγούμενης περιπτώσεως 1.β'.
 - δ. Των οικοτόπων προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί ως τόποι κοινοτικής σημασίας στο δίκτυο ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1).
 - ε. Των παραδοσιακών οικισμών και των ιστορικών κέντρων ή τμημάτων πόλεων.
 - στ. Των οριοθετημένων, κατά τις κείμενες διατάξεις, λατομικών περιοχών και μεταλλευτικών και εξορυκτικών ζωνών που λειτουργούν επιφανειακά.
 - ζ. Άλλων περιοχών ή ζωνών που υπάγονται σε ειδικό καθεστώς χρήσεων γης, βάσει του οποίου απαγορεύεται ρητά η εγκατάσταση ΜΥΗΕ.

2. Οι πιο πάνω ζώνες αποκλεισμού πρέπει να εφαρμόζονται τόσο για τα κύρια όσο και για τα συνοδά έργα των εγκαταστάσεων ΜΥΗΕ.

3. Οι αποστάσεις εγκατάστασης των ΜΥΗΕ από τις ζώνες αποκλεισμού της παραγράφου 1 πρέπει να καθορίζονται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης των έργων.

Άρθρο 15

Εκτίμηση φέρουσας ικανότητας υποδοχέων Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων

1. Για τις ανάγκες της παρούσας απόφασης, ως «φέρουσα ικανότητα» των υποδοχέων (υδατορευμάτων) ΜΥΗΕ νοείται η μέγιστη δυνατότητα εγκατάστασης (δηλ. η πυκνότητα εγκατάστασης) έργων ΜΥΗΕ στην ίδια «γραμμή» ύπαρξης υδροδυναμικού, δηλαδή στο ίδιο υδατόρευμα.

2. Η φέρουσα ικανότητα των υποδοχέων ΜΥΗΕ αποσκοπεί στη διασφάλιση της συνύπαρξης των ΜΥΗΕ με άλλες χρήσεις που εξυπηρετούνται από τον ίδιο υποδοχέα, όπως ιδίως η ύδρευση οικισμών και η άρδευση γεωργικών εκτάσεων, και στη διατήρηση των υδροβιολογικών και οικολογικών χαρακτηριστικών των υποδοχέων (υδατορευμάτων).

3. Για τη διασφάλιση της φέρουσας ικανότητας των υποδοχέων ΜΥΗΕ, καθορίζονται τα εξής ειδικά κριτήρια χωροθέτησης :

α. Εφόσον στη ζώνη κατάληψης του έργου υφίσταται και άλλη χρήση του νερού, πρέπει να εξασφαλίζεται κατά προτεραιότητα η ικανοποίηση των υφιστάμενων υδρευτικών, αρδευτικών και οικολογικών αναγκών.

β. Αν το μήκος του τμήματος της φυσικής κοίτης του υδατορεύματος από το οποίο εκτρέπεται το νερό με τον αγωγό προσαγωγής (έργο υδροληψίας έως σημείο επαναφοράς του νερού στη φυσική κοίτη), είναι μεγαλύτερο από 3.000 μ., θα πρέπει να εξασφαλίζονται επιπρόσθετες σημαντικές εισροές νερού στο τμήμα μεταξύ υδροληψίας και σταθμού, οι οποίες να είναι τουλάχιστον ίσες με την οικολογική παροχή του ανάντη έργου.

γ. Όταν προβλέπεται εκτροπή νερού από τη φυσική κοίτη του και για μήκος μεγαλύτερο των 250 μ., το μήκος του τμήματος φυσικής κοίτης, που θα αφήνεται μεταξύ δύο επάλληλων ΜΥΗΕ που εγκαθίστανται στο ίδιο υδατόρευμα (δηλαδή μεταξύ του σημείου επαναφοράς του νερού στη φυσική κοίτη για το ανάντη ΜΥΗΕ και του σημείου υδροληψίας του πλησιέστερου κατόντη ΜΥΗΕ), δεν πρέπει να υπολείπεται του 33% του συνολικού μήκους της φυσικής κοίτης του ρεύματος μεταξύ του ανώτερου σημείου του ανάντη ΜΥΗΕ (σημείο υδροληψίας) και του κατώτερου σημείου του κατόντη ΜΥΗΕ (σημείο επαναφοράς του νερού στη φυσική κοίτη) και σε καμιά περίπτωση να μην είναι μικρότερο των 1000 μ. Σε περίπτωση συμβολής ποταμών ή χειμάρρων (με μέση παροχή τουλάχιστον ίση με την οικολογική παροχή του ανάντη τμήματος), από το σημείο συμβολής και κατόντη θεωρείται ως έναρξη νέου υδατορεύματος.

δ. Οι ανωτέρω περιορισμοί δεν ισχύουν :

δ1) στην περίπτωση που το νέο ΜΥΗΕ εκμεταλλεύεται υδατόπτωση υπάρχοντος φράγματος μεγάλου υδροηλεκτρικού έργου.

δ2) στην περίπτωση έργων πολλαπλής χρήσης νερού ή στην περίπτωση ενσωμάτωσης Μικρού Υδροηλεκτρικού Έργου σε υφιστάμενο αρδευτικό ή υδρευτικό δίκτυο, ακόμη και στην περίπτωση που απαιτηθεί αντικατάσταση μέρους ή του συνόλου του δικτύου.

ε. Στην περίπτωση κατά την οποία το μήκος φυσικής κοίτης μεταξύ δύο ΜΥΗΕ, όπως περιγράφεται στην περίπτωση γ' της παραγράφου αυτής, δεν τηρεί τους όρους που τίθενται σε αυτήν, τότε και τα δύο ή περισσότερα ΜΗΥΕ καθώς και τα ενδιάμεσα τμήματα φυσικής κοίτης θεωρούνται ως ενιαίο έργο υπαγόμενο στους περιορισμούς της περιπτώσεως β' της παρούσας παραγράφου.

στ. Στην περίπτωση επάλληλων έργων που διαθέτουν φράγμα ύψους υδραυλικής πτώσης μεγαλύτερης των 10 m ή και ταμιευτήρα χωρητικότητας μεγαλύτερης των 100.000 m³, η απόσταση που ορίζεται στην πιο πάνω περίπτωση γ' καθορίζεται από το σημείο που άρχεται η τεχνητή λίμνη που δημιουργείται από το φράγμα. Στην περίπτωση αυτή, το ελάχιστο μήκος μεταξύ του ενός φράγματος και της αρχής της τεχνητής λίμνης του επομένου έργου κατάντη δεν μπορεί να είναι μικρότερο των 3000 m.

ζ. Σε κάθε περίπτωση, επάλληλα έργα επί του ίδιου υδατορεύματος που βρίσκονται σε απόσταση τουλάχιστον 10 km και δεν πληρούν τα κριτήρια που προβλέπονται στις περιπτώσεις γ' ή/και ε' της παρούσας παραγράφου, πρέπει να υπόκεινται στους περιορισμούς της περιπτώσεως β'.

η. Ως ελάχιστη απαιτούμενη οικολογική παροχή νερού που παραμένει στη φυσική κοίτη υδατορεύματος, αμέσως κατάντη του έργου υδροληψίας του υπό χωροθέτηση ΜΥΗΕ, πρέπει να εκλαμβάνεται το μεγαλύτερο από τα πιο κάτω μεγέθη, εκτός αν απαιτείται αύξησή της, λόγω των απαιτήσεων του κατάντη οικοσυστήματος (ύπαρξη σημαντικού οικοσυστήματος) ή άλλων περιβαλλοντικών λόγων:

- 30% της μέσης παροχής του μηνός Σεπτεμβρίου
- 30 λίτρα/δευτερόλεπτο, σε κάθε περίπτωση.

θ. Σε κάθε περίπτωση, μέχρι να καθορισθούν τα κριτήρια της ελάχιστης απαιτούμενης οικολογικής παροχής ανά λεκάνη απορροής, σύμφωνα και με τις προβλέψεις του ν. 3199/2003, η οικολογική παροχή σε περιοχές του δικτύου ΦΥΣΗ 2000 καθορίζεται στο πλαίσιο της οικείας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, είτε με τη χρήση υδρολογικών ή στατιστικών μεθόδων που θα λαμβάνουν υπόψη την ταχύτητα και το βάθος του νερού, είτε με τη χρήση πολυ-κριτηριακών εργαλείων που θα λαμβάνουν υπόψη τις οικολογικές παραμέτρους.

ι. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να αποδίδεται κατά την έγκριση των σχετικών περιβαλλοντικών όρων στην εκτίμηση και αντιμετώπιση των συνολικών και

συσσωρευτικών επιπτώσεων των ΜΥΗΕ, που βρίσκονται εντός απόστασης 10 χλμ. φυσικής κοίτης ανάντη και κατάντη των άκρων του προτεινόμενου έργου.

Άρθρο 16 **Ειδικά κριτήρια χωροθέτησης** **Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων**

Για τη χωροθέτηση Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής ειδικά κριτήρια :

1. Τα έργα μικρού ύψους υδραυλικής πτώσης ($H < 20\text{m}$), θα πρέπει να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε το συνολικό οπτικό αποτέλεσμα να έχει τη μικρότερη δυνατή επίπτωση και να καταλαμβάνει τον ελάχιστο δυνατό όγκο. Στην περίπτωση όπου αυτό είναι τεχνικά δυνατόν, το έργο υδροληψίας και ο σταθμός παραγωγής πρέπει να αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο και να αποφεύγεται η διάσπασή τους σε διακριτές θέσεις. Σε αντίθετη περίπτωση, πρέπει το μεγαλύτερο μέρος των έργων προσαγωγής του νερού και του σταθμού να κατασκευάζονται υπόγεια.
2. Στα έργα μέσου και μεγάλου ύψους υδραυλικής πτώσης ($H > 20\text{m}$), τα οποία χωροθετούνται εντός των περιοχών του δικτύου ΦΥΣΗ 2000, επιβάλλεται η κατασκευή σηράγγων ή εγκιβωτισμένων αγωγών εντός του εδάφους στο υδραυλικό σύστημα προσαγωγής και απαγωγής της παροχής, ώστε να μην υπάρχει πρόσθετη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Εξαιρούνται οι περιπτώσεις έργων που χρησιμοποιούν μέρος ή το σύνολο υφιστάμενης υποδομής (δρόμους, δίκτυα, κλπ.) Στην περίπτωση έργου με περισσότερους από έναν υδροτροβίλους, απαιτείται η κατασκευή κοινού αγωγού προσαγωγής του νερού από κάθε μία υδροληψία.
3. Το μήκος των συνοδών έργων πρόσβασης (οδοποιία) για τις κατηγορίες έργων με ονομαστική ισχύ μικρότερη του 1MW, δεν μπορεί να είναι δυσανάλογο των υπολοίπων έργων που απαιτούνται για την κατασκευή του έργου (μήκος σωλήνωσης προσαγωγής) και σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να υπερβαίνει συνολικά τα 3,0 χλμ. Δεν πρέπει να επιτρέπονται έργα οδοποιίας η κατασκευή των οποίων απαιτεί ουσιώδη μεταβολή στην παραποτάμια βλάστηση και σε γεωλογικούς σχηματισμούς ή συνεπάγεται επίχωση της κοίτης του ρέματος ή ενδέχεται να προκαλέσει κατολισθήσεις, διαβρώσεις και ασταθείς εδαφικές συνθήκες.
4. Η νέα γραμμή ΜΤ που κατασκευάζεται για τη διασύνδεση ενός ΜΥΗΕ με ονομαστική ισχύ $< 1\text{ MWe}$, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 5 χλμ. Εξαιρούνται οι περιπτώσεις σύνδεσης ΜΥΗΕ στο δίκτυο μέσης τάσης που κατασκευάζονται εξ ολοκλήρου επί υφιστάμενων υποδομών ή που δεν απαιτούν συνοδά έργα μήκους μεγαλύτερου των 5 χλμ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ'
ΚΑΝΟΝΕΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΛΟΙΠΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ

Άρθρο 17

Κριτήρια χωροθέτησης εγκαταστάσεων
εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας

1. Ως περιοχές προτεραιότητας για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας (Φωτοβολταϊκά πεδία) μπορεί ενδεικτικά να θεωρηθούν οι γυμνές και άγονες περιοχές σε χαμηλό υψόμετρο της ηπειρωτικής και της νησιωτικής χώρας, κατά προτίμηση αθέατες από πολυσύχναστους χώρους, και με δυνατότητες διασύνδεσης με το Δίκτυο ή το Σύστημα.
2. Ως ζώνες αποκλεισμού για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, δηλαδή ζώνες στις οποίες πρέπει να αποκλείεται η εγκατάστασή τους, ορίζονται οι εξής κατηγορίες περιοχών:
 - α. Τα κηρυγμένα διατηρητέα μνημεία της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και τα άλλα μνημεία μείζονος σημασίας της παρ. 5 ββ) του άρθρου 50 του ν. 3028/2002, καθώς και οι οριοθετημένες αρχαιολογικές ζώνες προστασίας Α που έχουν καθορισθεί κατά τις διατάξεις του άρθρου 91 του ν. 1892/1991 ή καθορίζονται κατά τις διατάξεις του ν. 3028/2002.
 - β. Οι περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης και του τοπίου που καθορίζονται κατά τις διατάξεις των άρθρων 19 παρ. 1 και 2 και 21 του ν. 1650/1986.
 - γ. Οι πυρήνες των Εθνικών Δρυμών, τα κηρυγμένα μνημεία της φύσης και τα αισθητικά δάση που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές της προηγούμενης περιπτώσεως β'.
 - δ. Οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί στον κατάλογο των τόπων κοινοτικής σημασίας του δικτύου ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1).
 - ε. Οι πολυσύχναστοι χώροι, στους οποίους η αντανάκλαση του φωτός από τις εγκαταστάσεις μπορεί να αποτελεί σημαντική όχληση, όπως αυτοί θα αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του έργου.
 - στ. Οι γεωργικές γαίες υψηλής παραγωγικότητας.
3. Οι αποστάσεις εγκατάστασης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας από τις ζώνες αποκλεισμού της παραγράφου 2 και οι ειδικότεροι όροι χωροθέτησης των συνοδευτικών τους έργων πρέπει να καθορίζονται, κατά περίπτωση, στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, σύμφωνα με τα γενικά κριτήρια της νομοθεσίας και τους τυχόν ειδικούς κανονισμούς και πρότυπα που έχουν θεσμοθετηθεί για ορισμένες κατηγορίες συνοδευτικών έργων (πχ. γραμμές μεταφοράς ΥΤ).

Άρθρο 18

Κριτήρια χωροθέτησης εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο

1. Ως προνομιακές περιοχές χωροθέτησης εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο, θεωρούνται ενδεικτικά, οι χώροι που ευρίσκονται πλησίον γεωργικών εκμεταλλεύσεων παραγωγής της πρώτης ύλης, ΧΥΤΑ, εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων, μεγάλων κτηνοτροφικών ή πτηνοτροφικών μονάδων, μονάδων παραγωγής χαρτοπολτού, μονάδων παραγωγής χυμών και τοματοπολτού, πάσης φύσεως γεωργικών ή κτηνοτροφικών βιομηχανιών, ζωοτροφών κλπ.
2. Ως ζώνες αποκλεισμού για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο, δηλαδή ζώνες στις οποίες πρέπει να αποκλείεται η εγκατάστασή τους, ορίζονται οι περιοχές που προβλέπονται στο άρθρο 6 παρ.1 της παρούσας απόφασης.
3. Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο πρέπει να τηρούν τις ελάχιστες αποστάσεις από τις γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής που καθορίζονται στους πίνακες του Παραρτήματος VI της παρούσας απόφασης.
4. Τα κριτήρια χωροθέτησης που ορίζονται στο παρόν άρθρο αφορούν τις κύριες εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο. Οι όροι χωροθέτησης των συνοδευτικών τους έργων πρέπει να καθορίζονται, κατά περίπτωση, στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, σύμφωνα με τα γενικά κριτήρια της νομοθεσίας και τους τυχόν ειδικούς κανονισμούς και πρότυπα που έχουν θεσμοθετηθεί για ορισμένες κατηγορίες συνοδευτικών έργων (πχ. γραμμές μεταφοράς ΥΤ).

Άρθρο 19
Κριτήρια χωροθέτησης εγκαταστάσεων
εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας

1. Η χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας είναι απόλυτα συνυφασμένη με την ύπαρξη γεωθερμικού πεδίου στο οποίο εντοπίζεται αυτοτελές γεωθερμικό δυναμικό. Εκ του γεγονότος τούτου, σε συνδυασμό με την σπανιότητα της σχετικής ενεργειακής ύλης, ως περιοχές προτεραιότητας για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας ορίζονται οι περιοχές της χώρας που διαθέτουν εκμεταλλεύσιμο γεωθερμικό δυναμικό, όπως ιδίως η Πολυχνίτος της Λέσβου, η Μήλος και η Νίσυρος, για τις οποίες έχει ήδη βεβαιωθεί η ύπαρξη γεωθερμικών πεδίων υψηλής θερμοκρασίας.

2. Ως ζώνες αποκλεισμού των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας, δηλαδή ως περιοχές στις οποίες δεν επιτρέπεται η εγκατάστασή τους, ορίζονται καταρχήν οι περιοχές εντός σχεδίων πόλεων και εντός ορίων οικισμών και οι εν γένει κατοικημένες περιοχές.

3. Στις περιπτώσεις όμως που έχει ήδη εξακριβωθεί η ύπαρξη γεωθερμικού δυναμικού και λόγω της μοναδικής και σημειακής δυνατότητας χωροθέτησης εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας, δεν είναι εκ των προτέρων δυνατός ο καθορισμός άλλων κατηγοριών ζωνών αποκλεισμού (εκτός των πόλεων, οικισμών και κατοικημένων περιοχών). Στις περιπτώσεις αυτές, οι ειδικότερες προϋποθέσεις χωροθέτησης των ανωτέρω εγκαταστάσεων πρέπει να εξετάζονται στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης του έργου, ώστε, με βάση και τις διαθέσιμες τεχνολογίες και τεχνικές, να αντιμετωπίζονται κατά περίπτωση οι ενδεχόμενες επιπτώσεις στο ανθρωπογενές και φυσικό περιβάλλον που προέρχονται από τις σχετικές εκμεταλλεύσεις.

4. Ειδικώς, όμως, για την παραχώρηση του δικαιώματος άσκησης διερευνητικών εργασιών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κατηγορίες ζωνών αποκλεισμού που προβλέπονται στο άρθρο 6 παρ.1 της παρούσας απόφασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ε΄
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟ ΚΑΙ
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

Άρθρο 20
Γενικές κατευθύνσεις για τον υποκείμενο χωροταξικό
και πολεοδομικό σχεδιασμό

1. Σύμφωνα με το άρθρο 8 παρ. 2 του ν. 2742/1999, τα Περιφερειακά Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης, πρέπει να εναρμονίζονται με τις κατευθύνσεις των Ειδικών Πλαισίων, ενώ παράλληλα οφείλουν να εξειδικεύουν και να συμπληρώνουν τις επιλογές και ρυθμίσεις τους. Επιπλέον, σύμφωνα με το άρθρο 9

του ν. 2742/1999, αντίστοιχη υποχρέωση εναρμόνισης καθιερώνεται και για τα υποκείμενα πολεοδομικά σχέδια και σχέδια χρήσεων γης, όπως είναι ιδίως τα Ρυθμιστικά Σχέδια, τα Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια και τα Σχέδια Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτών Πόλεων και οι Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου.

2. Κατά την ανωτέρω διαδικασία εναρμόνισης, πρέπει να λαμβάνονται ειδικότερα υπόψη τα ακόλουθα:

α. Όλα τα υποκείμενα χωροταξικά, πολεοδομικά σχέδια και σχέδια χρήσεων γης έχουν την υποχρέωση να διερευνούν και να διασφαλίζουν τις δυνατότητες ανάπτυξης των ΑΠΕ ιδίως στις περιοχές με συγκριτικά πλεονεκτήματα, σύμφωνα με τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου.

β. Επιπροσθέτως, κατά την αναθεώρηση ή τροποποίηση των ανωτέρω σχεδίων, λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για την αναδιατύπωση των ρυθμίσεων εκείνων που ενδέχεται να δημιουργούν αντιθέσεις ή αντιφάσεις προς τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου.

Άρθρο 21

Ειδικές κατευθύνσεις για την τροποποίηση των Ζωνών Οικιστικού Ελέγχου στις νησιωτικές περιοχές

Ειδικώς για τις εκτός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεων και εκτός ορίων οικισμών περιοχές της νησιωτικής Ελλάδας και ιδίως τις περιοχές των νησιών του Αιγαίου Πελάγους, που υπάγονται στη συντριπτική τους πλειονότητα σε καθεστώς Ζώνης Οικιστικού Ελέγχου κατά το άρθρο 29 του ν. 1337/1983 χωρίς όμως κατά την κατάρτισή τους να έχει μελετηθεί το ζήτημα της χωροθέτησης έργων ΑΠΕ, καθορίζονται οι ακόλουθες ειδικές κατευθύνσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την τροποποίηση και συμπλήρωση των σχετικών κανονιστικών προβλέψεων ώστε να επιτευχθεί η εναρμόνισή τους με τις ρυθμίσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου :

1. Τήνος : π.δ. 13/27.2.2003 (ΦΕΚ 160 Δ')

Πρέπει να τροποποιηθεί το σχετικό π.δ. περί ΖΟΕ, ώστε να παρασχεθεί η δυνατότητα χωροθέτησης εγκαταστάσεων ΑΠΕ, σύμφωνα με τους όρους του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, στις περιοχές βοσκοτόπων και λοιπής γεωργικής γης (ζώνες υπό στοιχεία 2.2.στ.).

2. Σάμος : π.δ. 11.2/ 27.2.1995 (ΦΕΚ 100 Δ')

Απαιτείται η τροποποίηση του σχετικού π.δ., ώστε να επιτραπεί η χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ, σύμφωνα με τους όρους του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, στις περιοχές με στοιχείο Β (Περιοχές προστασίας της φύσης), με στοιχείο Η (Περιλαμβάνουν τις καλλιεργούμενες εκτάσεις της υδρολογικής λεκάνης των περιοχών Καρλοβασιού (Η1), Πυθαγορείου - Μεσοκάμπου (Η2), Ηραίου - Κάμπου Χώρας (Η3), Μυτιληνίων (Η4), Δρακαίων - Καλλιθέας (Η5) και Κοκκαρίου (Η6)) και στις περιοχές με στοιχείο Θ (περιοχές κυρίως προστασίας δασών και δασικών εκτάσεων).

3. Μύκονος : π.δ. 7./8.3.2005 (ΦΕΚ 243 Δ').

Απαιτείται η τροποποίηση του σχετικού π.δ., ώστε να παρασχεθεί η δυνατότητα χωροθέτησης εγκαταστάσεων ΑΠΕ, σύμφωνα με τους όρους του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, στις περιοχές με στοιχείο (2.2στ.2) γεωργοκτηνοτροφική και στις περιοχές συγκέντρωσης εγκαταστάσεων μεταποίησης και αποθήκευσης με στοιχεία 2.1.δ. (κυρίως για εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Πεδίων).

4. Σίφνος: π.δ. 16.7./5.8.2002 (ΦΕΚ 668 Δ')

Κρίνεται αναγκαία η τροποποίηση του σχετικού π.δ. ώστε να επιτραπεί η χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ στις περιοχές που βρίσκονται εκτός ζωνών απολύτου προστασίας.

5. Πάρος : π.δ. 16.6/1993 (ΦΕΚ732 Δ')

Κρίνεται αναγκαία η τροποποίηση του σχετικού π.δ., ώστε να παρασχεθεί η δυνατότητα χωροθέτησης εγκαταστάσεων ΑΠΕ, σύμφωνα με τους όρους του παρόντος Ειδικού Πλαισίου και τις διατάξεις των γενικών όρων της παρ. 5 του πιο πάνω π.δ.

6. Δεν κρίνεται αναγκαία, με βάση τις κατευθύνσεις του παρόντος, η τροποποίηση των παρακάτω προεδρικών διαταγμάτων των νήσων:

α. Χίου : π.δ. 24.12.2002/20.2.2003 (ΦΕΚ 130 Δ') και π.δ. 24.12.2002/4.2.2003 (ΦΕΚ 52 Δ')

β. Πάτμου : π.δ. 16.7./1.8.2001 (ΦΕΚ 621 Δ')

γ. Αλυκή Κω : π.δ.7/28.11.1997 (ΦΕΚ 1024 Δ')

δ. Ρόδου (Λάρδος) : π.δ. 7/24.3/1994 (ΦΕΚ 281 Δ')

ε. Θήρας : π.δ. 16.2/19.3.90 (ΦΕΚ 139Δ')

στ. Σύρου : π.δ. 11.5/2.6.1989 (ΦΕΚ 339Δ')

ζ. Κύθνου : π.δ. 17.9./24.10.2002 (ΦΕΚ 931 Δ').

η. Κιμώλου, Δονούσας, (Άνω) Κουφονησίου, Ηρακλείας, Σχοινούσας, Αμοργού, Ανάφης, Σίκινου, Φολέγανδρου, Τήλου, Νίσυρου, Χάλκης, Μεγίστης, Κάσου, Τελένδου, Ψερίμου, Αστυπάλαιας, Λειψών, Αγαθονησίου, Αρκών, Αγ. Ευστράτιου, Οινουσσών, Ψαρών, Φούρνων και Θύμαινας : π.δ. 10/17.5.2002 (ΦΕΚ 402 Δ').

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΤ'
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΡΑΣΗΣ

Άρθρο 22

Εγκρίνεται το απαιτούμενο για την εφαρμογή του παρόντος Ειδικού Πλαισίου πρόγραμμα δράσης που έχει ως εξής :

Α. Μέτρα και δράσεις θεσμικού χαρακτήρα:

1. Εναρμόνιση των Περιφερειακών Πλαισίων Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης :

α. Ενέργεια: Εναρμόνιση των εγκεκριμένων Περιφερειακών Πλαισίων προς τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, σύμφωνα και με τα ειδικότερα οριζόμενα στο άρθρο 20 της παρούσας απόφασης.

β. Αρμόδιος φορέας : ΥΠΕΧΩΔΕ

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Κατάρτιση εκθέσεων αξιολόγησης των Περιφερειακών Πλαισίων Χωροταξικού Σχεδιασμού και εκπόνηση μελετών για την τροποποίηση και αναθεώρησή τους και την εναρμόνισή τους προς τις κατευθύνσεις του παρόντος (άρθρο 8 παρ. 6 και 5 ν. 2742/1999) .

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» - ΕΣΣΑ 2007-2013

2. Εναρμόνιση των Γενικών Πολεοδομικών Σχεδίων (ΓΠΣ) και των Σχεδίων Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτών Πόλεων (ΣΧΟΟΑΠ) :

α. Ενέργεια: Εναρμόνιση των εγκεκριμένων ΓΠΣ και ΣΧΟΟΑΠ προς τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, σύμφωνα και με τα ειδικότερα οριζόμενα στο άρθρο 20 της παρούσας απόφασης.

β. Αρμόδιος φορέας : ΥΠΕΧΩΔΕ – Περιφέρειες – Ο.Τ.Α.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Εκπόνηση μελετών για την τροποποίηση/αναθεώρηση των ΓΠΣ και ΣΧΟΟΑΠ και την εναρμόνισή τους προς τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου (άρθρο 9 ν. 2742/1999, άρθρο 4 παρ.7 ν. 2508/1997 όπως συμπληρώθηκε με την παρ. 3 του άρθρου 19 του ν. 3212/2003)

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» και Π.Ε.Π. - ΕΣΣΑ 2007- 2013

3. Τροποποίηση των προδιαγραφών εκπόνησης των ΓΠΣ και των ΣΧΟΟΑΠ:

α. Ενέργεια : Τροποποίηση των προδιαγραφών εκπόνησης ΓΠΣ και ΣΧΟΟΑΠ, με σκοπό την προσαρμογή του περιεχομένου τους προς τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου (Υπουργική Απόφαση 9572/1845/2000, ΦΕΚ 209 Δ'/2000)

β. Αρμόδιος Φορέας: ΥΠΕΧΩΔΕ

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Ανάθεση μελέτης για την τροποποίηση των προδιαγραφών εκπόνησης των ΓΠΣ και ΣΧΟΟΑΠ και την προσαρμογή του περιεχομένου τους προς τις κατευθύνσεις του παρόντος.

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» - ΕΣΣΑ 2007-2013.

4. Διερεύνηση τοπικών χωροταξικών δεδομένων σε πρωτοβάθμιους ΟΤΑ με υψηλό δείκτη τουριστικής ανάπτυξης και υψηλή ζήτηση αιολικών εγκαταστάσεων :

α. Ενέργεια: Διερεύνηση των τοπικών χωροταξικών δεδομένων στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ που χαρακτηρίζονται, με βάση τις κατευθύνσεις του παρόντος, ως Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) με υψηλό δείκτη τουριστικής ανάπτυξης (Δήμοι Μονεμβασίας, Αραχώβης, Καρπενησίου και Καρύστου)

β. Αρμόδιος φορέας: ΥΠΕΧΩΔΕ – Περιφέρειες –Ο.Τ.Α.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις : Προκήρυξη – ανάθεση σχετικών μελετών (Γ.Π.Σ. ή Σ.Χ.Ο.Ο.Α.Π.).

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» και Π.Ε.Π. - ΕΣΣΑ 2007-2013

B. Μέτρα και δράσεις διοικητικού – οργανωτικού χαρακτήρα:

1. Δημιουργία μηχανισμού παρακολούθησης και αξιολόγησης της εφαρμογής του Ειδικού Πλαισίου :

α. Ενέργεια : Δημιουργία μηχανισμού παρακολούθησης και αξιολόγησης της εφαρμογής του Ειδικού Πλαισίου για τις ΑΠΕ.

β. Αρμόδιος φορέας : ΥΠΕΧΩΔΕ

γ. Βασικές δράσεις: α) συλλογή, ταξινόμηση και επεξεργασία στοιχείων και δεδομένων για το Ειδικό Πλαίσιο για τις ΑΠΕ, β) επεξεργασία δεικτών παρακολούθησης και αξιολόγησης της εφαρμογής του Ειδικού Πλαισίου, γ) παρακολούθηση των σημαντικών επιπτώσεων στο περιβάλλον από την εφαρμογή του Ειδικού Πλαισίου, εντοπισμός απρόβλεπτων επιπτώσεων και πρόταση για τη λήψη επανορθωτικών μέτρων, δ) Κατάρτιση εκθέσεων παρακολούθησης και αξιολόγησης (άρθρα 7 παρ. 6 και 14 ν. 2742/1999, άρθρο 9 ΚΥΑ 107017/28.08.2006, ΦΕΚ 1225 Β’/5.9.2006).

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» - ΕΣΣΑ 2007-2013

2. Δημιουργία βάσης δεδομένων για τις άδειες παραγωγής και τις άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας έργων ΑΠΕ :

α. Ενέργεια: Δημιουργία βάσης δεδομένων για τις άδειες παραγωγής και τις άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας έργων ΑΠΕ και τη χαρτογραφική τους απεικόνιση

β. Αρμόδιος φορέας: ΥΠΑΝ – ΡΑΕ

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: α) Προκήρυξη ανάθεσης έργου δημιουργίας βάσης δεδομένων, β) Προμήθεια αναγκαίου εξοπλισμού, γ) Κατάρτιση διοικητικού προσωπικού.

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» - ΕΣΣΑ 2007-2013

3. Συνεχής καταγραφή και επικαιροποίηση δεδομένων εκμεταλλεύσιμου δυναμικού από ΑΠΕ

α. Ενέργεια: Συνεχής καταγραφή και επικαιροποίηση δεδομένων εκμεταλλεύσιμου δυναμικού από ΑΠΕ

β. Αρμόδιος Φορέας: ΥΠΑΝ - ΡΑΕ

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: α) Επικαιροποίηση αιολικού δυναμικού και διερεύνηση νέων μεθόδων καταγραφής και αξιολόγησής του στον χερσαίο και θαλάσσιο χώρο, β) Καταγραφή και αξιολόγηση υδατικού δυναμικού, γ) Έρευνα, καταγραφή και αξιολόγηση γεωθερμικού δυναμικού, δ) Έρευνα, καταγραφή και αξιολόγηση της ενέργειας της θάλασσας με τη μορφή των κυμάτων, της παλίρροιας και της θερμότητάς της.

δ. Χρηματοδότηση : Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» - ΕΣΣΑ 2007-2013

Γ. Δημιουργία των αναγκαίων έργων υποδομής για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων ΑΠΕ :

1. Επέκταση του Συστήματος για την κάλυψη των αναγκών των εγκαταστάσεων ΑΠΕ:

α. Ενέργεια : Επέκταση του Συστήματος για την εξυπηρέτηση κατά προτεραιότητα των Περιοχών Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) που ορίζονται στο άρθρο 5 της παρούσας απόφασης.

β. Αρμόδιος φορέας : ΥΠΑΝ - ΔΕΣΜΗΕ – ιδιώτες.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Προγραμματισμός και εκπόνηση των αναγκαίων μελετών και ανάθεση / υλοποίηση των σχετικών έργων για την εξυπηρέτηση των ΠΑΠ του άρθρου 5 παρ.2 της παρούσας απόφασης.

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» - ΕΣΣΑ 2007-2013 – Ιδιωτικοί πόροι.

2. Διερεύνηση βέλτιστων τεχνικών λύσεων για τη διέλευση του Συστήματος από περιοχές που υπάγονται σε ειδικό καθεστώς προστασίας και διαχείρισης :

α. Ενέργεια : Εξέταση και αξιολόγηση εναλλακτικών τεχνικών λύσεων για τη διέλευση του Συστήματος μέσα από περιοχές που υπάγονται σε ειδικό καθεστώς προστασίας και διαχείρισης.

β. Αρμόδιος φορέας : ΥΠΑΝ – ΔΕΣΜΗΕ- ΡΑΕ

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις : Προκήρυξη και ανάθεση σχετικής μελέτης

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» - ΕΣΣΑ 2007-2013

3. Προγραμματισμός – κατασκευή τοπικών οδικών δικτύων προσπέλασης εντός των Περιοχών Αιολικής Προτεραιότητας :

α. Ενέργεια : Προγραμματισμός και κατασκευή των αναγκαίων τοπικών οδικών δικτύων προσπέλασης εντός των Περιοχών Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) που ορίζονται στο άρθρο 5 της παρούσας απόφασης.

β. Αρμόδιος φορέας : ΡΑΕ - Αρμόδιες Περιφέρειες – Ο.Τ.Α. – Ιδιώτες.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Εκπόνηση αναγκαίων μελετών και ανάθεση σχετικών έργων.

δ. Χρηματοδότηση: ΠΕΠ - ΕΣΣΑ 2007-2013 – Ιδιωτικοί πόροι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ζ'
ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

Άρθρο 23
Παραρτήματα

Προσαρτώνται και αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της παρούσας απόφασης τα Παραρτήματα I έως VI που ακολουθούν.

Άρθρο 24
Διαγράμματα

Προσαρτώνται και αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της παρούσας απόφασης τα Διαγράμματα 1 και 2 που ακολουθούν.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ)

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

Δ. Μονεμβασίας	
Δ. Νιάτων	
Αιολικό δυναμικό της Περιοχής 3: 478 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 955 MWe)	
Συνολικό αιολικό δυναμικό των ΠΑΠ: 3.190 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 6.379 MWe)	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Αποστάσεις αιολικών εγκαταστάσεων από γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής

Α. Αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων	
Α. Μέγιστη απόσταση από υφιστάμενη οδό χειρσαίας προσπέλασης οποιασδήποτε κατηγορίας	<ul style="list-style-type: none"> - Για εγκατεστημένη ισχύ/μονάδα κάτω των 10 MWe: Σε ΠΑΠ και Αττική: 20 χλμ. μήκους όδευσης - Σε άλλες περιοχές (ΠΑΚ): 15 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα - Σε νησιά: 10 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα
Β. Μέγιστη απόσταση από το σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας Υψηλής Τάσης (Υ.Τ.)	Όπως ορίζει ο ΔΕΣΜΗΕ στους όρους σύνδεσης της εγκατάστασης (υψηλή τάση) και η ΔΕΗ (μέση και χαμηλή τάση)
Γ. Ελάχιστη απόσταση (Α) από σημαντικά σταθερά στοιχεία άμεσης παρεμβολής (φυσικά ή ανθρωπογενή) που εμποδίζουν την εκμετάλλευση του ανέμου	7 φορές το ύψος του σταθερού στοιχείου άμεσης παρεμβολής ($A=7xY$)
Δ. Ελάχιστη απόσταση (Α) μεταξύ των ανεμογεννητριών	<ul style="list-style-type: none"> - Με ανάπτυγμα κάθετα στην κατεύθυνση του κυρίαρχου ανέμου: 3 φορές τη διάμετρο (d) της φτερωτής της ανεμογεννήτριας ($A=3d$) - Με ανάπτυγμα παράλληλο στην κατεύθυνση του κυρίαρχου ανέμου: 7 φορές τη διάμετρο (d) της φτερωτής της ανεμογεννήτριας ($A= 7d$)

Β. Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Περιοχές απολύτου προστασίας της Φύσης του άρθρου 19 παρ.1,2 Ν.1650/86 (Α'160)	Σύμφωνα με την εγκεκριμένη ΕΠΜ ή το σχετικό π.δ. (του άρθρου 21 του ν. 1650/86) ή την σχετική ΚΥΑ (ν. 3044/02)
<ul style="list-style-type: none"> - Πυρήνες των Εθνικών Δρυμών, κηρυγμένα μνημεία της φύσης, αισθητικά δάση που δεν περιλαμβάνονται στο προηγούμενο εδάφιο. - Οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί στον κατάλογο των τόπων κοινοτικής σημασίας του δικτύου ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006. σ. 1). 	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ

Αξιόλογες ακτές και παραλίες (π.χ.αμμώδεις)	1.000 μ.
Περιοχές ΖΕΠ ορνιθοπανίδας (SPA)	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ, μετά από ειδική ορνιθολογική μελέτη

Γ. Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση² εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Εγγεγραμμένα στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και τα άλλα μείζονος σημασίας μνημεία, αρχαιολογικούς χώρους και ιστορικούς τόπους, της παρ. 5. εδάφιο ββ του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	3.000 μ.
Ζώνη απολύτου προστασίας (Ζώνη Α) λουτών αρχαιολογικών χώρων	A=7d, όπου (d) η διάμετρος της φτερωτής της ανεμογεννήτριας, τουλάχιστον 500 μ.
Κηρυγμένα πολιτιστικά μνημεία και ιστορικοί τόποι	A=7d, όπου (d) η διάμετρος της φτερωτής της ανεμογεννήτριας, τουλάχιστον 500 μ.

Δ. Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση² εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Πόλεις και οικισμοί με πληθυσμό >2000 κατοίκων ή οικισμοί με πληθυσμό < 2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως δυναμικοί, ή και τουριστικοί ή και αξιόλογοι	1.000 μ από το όριο ³ του οικισμού ή του σχεδίου πόλης κατά περίπτωση
Παραδοσιακοί οικισμοί	1.500 μ. από το όριο ³ του οικισμού
Λοιποί οικισμοί	500 μ. από το όριο ³ του οικισμού
Οργανωμένη δόμηση Α' ή Β' κατοικίας (Π.Ε.Ρ.Π.Ο., Συνεταιρισμοί κλπ) ή και διαμορφωμένες περιοχές Β' κατοικίας, όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της Μ.Π.Ε. κάθε μεμονωμένης εγκατάστασης αιολικού πάρκου	1.000 μ. από τα όρια του σχεδίου ή της διαμορφωμένης περιοχής αντίστοιχα.
Ιερές Μονές	500 μ. από τα όρια της Μονής
Μεμονωμένη κατοικία (νομίμως υφιστάμενη)	Εξασφάλιση ελάχιστου επιπέδου θορύβου μικρότερου των 45 db.

Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να εξασφαλίζεται ελάχιστο επίπεδο θορύβου στα όρια των ανωτέρω οικιστικών δραστηριοτήτων μικρότερο των 45 db.

Ε. Αποστάσεις από δίκτυα τεχνικής υποδομής και ειδικές χρήσεις	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Κύριοι οδικοί άξονες, οδικό δίκτυο	Απόσταση ασφαλείας 1,5d από τα όρια της

² Η αναφερόμενη απόσταση δεν λαμβάνεται υπόψη στη περίπτωση που η άτρακτος μιας Α/Γ δεν είναι ορατή από την ασύμβατη χρήση.

³ Στις περιπτώσεις που δεν έχει οριοθετηθεί ο οικισμός η απόσταση υπολογίζεται από το κέντρο του οικισμού προσαυξημένη κατά 500 μέτρα και, σε κάθε περίπτωση, σε απόσταση μεγαλύτερη των 500 μ. από την τελευταία κατοικία του οικισμού.

αρμοδιότητας των Ο.Τ.Α. και σιδηροδρομικές γραμμές	ζώνης απαλλοτρίωσης της οδού ή του σιδηροδρομικού δικτύου αντίστοιχα
Γραμμές υψηλής τάσεως	Απόσταση ασφαλείας 1,5d από τα όρια από τα όρια διέλευσης των γραμμών Υ.Τ.
Υποδομές τηλεπικοινωνιών (κεραίες), RADAR	Κατά περίπτωση μετά από γνωμοδότηση του αρμόδιου φορέα
Εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας	Κατά περίπτωση μετά από γνωμοδότηση του αρμόδιου φορέα

ΣΤ. Αποστάσεις από ζώνες ή εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας, ζώνες αναδασμού, αρδευόμενες εκτάσεις	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Ιχθυοκαλλιέργειες	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Μονάδες εσταυλισμένης κτηνοτροφίας:	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Λατομικές ζώνες και δραστηριότητες	Όπως ορίζεται στην κείμενη νομοθεσία.
Λειτουργούσες επιφανειακά μεταλλευτικές - εξορυκτικές ζώνες και δραστηριότητες	500 μ.
ΠΟΤΑ, και άλλες Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Παραγωγικών Δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες και άλλες θεσμοθετημένες ή διαμορφωμένες τουριστικές περιοχές (όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της ΜΠΕ για κάθε μεμονωμένη εγκατάσταση).	1.000 μ. από τα όρια της ζώνης / περιοχής ⁴
Τουριστικά καταλύματα μεσαίου και μεγάλου μεγέθους, ειδικές τουριστικές υποδομές, τουριστικοί λιμένες	1.000 μ. από τα όρια της μονάδας ⁴ .
Λοιπά τουριστικά καταλύματα και εγκαταστάσεις	500 μ ⁴ .

⁴ Η αναφερόμενη απόσταση δεν λαμβάνεται υπόψη στη περίπτωση που η άτρακτος μιας Α/Γ δεν είναι ορατή από την ασύμβατη χρήση.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Φέρουσα Ικανότητα (Χωρητικότητα) Περιοχών Αιολικής Προτεραιότητας

1. Για την Περιοχή ΠΑΠ 1, που εντοπίζεται στην Βόρειο Ελλάδα (Περιφέρεια Αν. Μακεδονίας και Θράκης), στους νομούς Έβρου και Ροδόπης και περιλαμβάνει ειδικότερα τους Δήμους: Αλεξανδρούπολης, Αρριανών, Σουφλίου, Τραϊανούπολης, Τυχερού, Φερών, και την Κοινότητα Κέχρου, η Φέρουσα Ικανότητα εκτιμάται σε 480 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 960 MWe).
2. Για την Περιοχή ΠΑΠ 2, που εντοπίζεται στην Κεντρική Ελλάδα (Περιφέρειες Στερεάς Ελλάδας, Δυτικής Ελλάδας και Θεσσαλίας) στους νομούς Βοιωτίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Ευρυτανίας, Εύβοιας, Αιτωλοακαρνανίας, Καρδίτσας και περιλαμβάνει ειδικότερα τους Δήμους: Καρύστου, Μαρμαρίου, Στυραίων, Δυστίων, Αυλώνας, Κύμης, Διρφύων, Μεσσαπίων, Ορχομενού, Χαιρώνειας, Λεβαδέων, Δαύλειας, Αραχώβης, Διστόμου, Αταλάντης, Οπουντίων, Υπάτης, Σπερχειάδος, Αγ. Γεωργίου Τυμφρηστού, Μακρακώμης, Αμφίσσης, Δεσφίνης, Λιδωρικίου, Βαρδουσίων, Καλλιέων, Δομίστας, Προυσσού, Ποταμιάς, Καρπενησίου, Φραγκίστας, Βίνιανης, Κτημενίων, Φουρνά, Αγράφων, Ιτάμου, Καλλιφώνου, Μενελαΐδας, Ρεντίνης, Αποδοτίας, Θέρμου, Πλατάνου και τις Κοινότητες Καφηρέως και Κυριακίου, η Φέρουσα Ικανότητα εκτιμάται σε 1.619 τυπικές Α/Γ(ενδεικτικά 3.237 MWe).
3. Για την Περιοχή ΠΑΠ 3, που εντοπίζεται στην Περιφέρεια Πελοποννήσου, στους νομούς Λακωνίας και Αρκαδίας και περιλαμβάνει ειδικότερα τους Δήμους: Βοϊών, Γερονθρών, Ζάρακα, Λεωνιδίου, Μολάων, Μονεμβασίας, Νιάτων, και την Κοινότητα Κοσμά, η Φέρουσα Ικανότητα εκτιμάται σε 438 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 876 MWe).

Με βάση τα πιο πάνω δεδομένα, διαπιστώνεται ότι 'η Φέρουσα Ικανότητα' των Περιοχών Προτεραιότητας, εκτιμάται σε περίπου 2.587 τυπικές Α/Γ ή ενδεικτικά 5.174 MWe (περιορίζοντας έτσι το 'εν δυνάμει εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό' τους (περίπου σε 3.240 τυπικές Α/Γ ή ενδεικτικά 6.479 MWe) κατά 20%.

Ειδικώς για την Αττική, το όριο εκμεταλλευσιμότητας του αιολικού δυναμικού ανέρχεται σε 50 τυπικές Α/Γ ή ενδεικτικά 100 MWe και αφορά ειδικότερα τον ορεινό όγκο της Πάστρας, το Πάνειο, τμήμα του Λαυρεωτικού Ολύμπου και το εκτός επιρροής του αεροδρομίου Σπάτων τμήμα της Μερέντας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV

Κριτήρια ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο

Για την εκτίμηση της επίπτωσης μιας υπό αδειοδότηση αιολικής μονάδας στο τοπίο, λαμβάνεται υπόψη η οπτική παρεμβολή της από τα σημεία 'ιδιαίτερου ενδιαφέροντος', που ευρίσκονται εντός κύκλου, που ορίζεται με κέντρο την μονάδα και ακτίνα που διαφοροποιείται ανάλογα με τη σημασία και την ποιότητα του σημείου 'ιδιαίτερου ενδιαφέροντος' και την κατηγορία χώρου που ανήκει σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Σημείο Ιδιαίτερου Ενδιαφέροντος	Μέγιστη απόσταση από Α/Π (γλμ)	
	Εντός ΠΑΠ-Αττικής-Θαλάσσιου χώρου	Εκτός ΠΑΠ – Κατοικημένα Νησιά
Το πλησιέστερο όριο των εγγεγραμμένων στον κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και άλλων μείζονος σημασίας μνημείων, αρχαιολογικών χώρων και ιστορικών τόπων της παρ. 5. εδάφιο ββ) του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	6	6
Το πλησιέστερο όριο ζώνης απολύτου προστασίας (ζώνη Α') λοιπών αρχαιολογικών χώρων	6	6
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένου πυρήνα Εθνικού Δρυμού, μνημείου της φύσης, αισθητικού δάσους των παρ. 3 και 4 του άρθρου 19 του Ν. 1650/86.	0,8	1
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένου παραδοσιακού οικισμού	6	6
Τα πλησιέστερα όρια πόλεων ή οικισμών >2000 κατοίκων και οικισμών <2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως τουριστικοί ή αξιόλογοι	2	3
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένης ή διαμορφωμένης τουριστικής περιοχής τουριστικά καταλύματα μεσαίου και μεγάλου μεγέθους, ειδικές τουριστικές υποδομές, τουριστικοί λιμένες	2	3

Οι ανεμογεννήτριες, που χωροθετούνται εκτός του κύκλου ή που η άτρακτος τους δεν έχει οπτική επαφή με το σημείο, δεν λαμβάνονται υπόψη.

Γενικότερα, και παρόλο που η συγκέντρωση αιολικών πάρκων σε περιοχές υψηλού αιολικού δυναμικού είναι επιθυμητή (περιοχές Προτεραιότητας), τόσο από οικονομικής, όσο και από περιβαλλοντικής απόψεως, η πυκνότητα των ανεμογεννητριών γύρω από τυχόν υφιστάμενα σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος των περιοχών αυτών, θα πρέπει να περιορίζεται εντός προδιαγεγραμμένων ορίων. Σε περίπτωση που υπάρχει υπέρβαση αυτού του ορίου πυκνότητας, θα πρέπει να τίθεται περιορισμός στην κάλυψη του οπτικού ορίζοντα των σημείων ιδιαίτερου ενδιαφέροντος. Περαιτέρω, ο βαθμός επίδρασης της κάθε ανεμογεννήτριας στο τοπίο από το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, εξαρτάται από την πραγματική απόσταση της από το σημείο.

Προκειμένου να αντικειμενικοποιηθούν τα πιο πάνω, τίθενται οι παρακάτω απαιτήσεις-κριτήρια, ως προς τα οποία ελέγχεται το αιολικό πάρκο και με τα οποία οφείλει να συμμορφωθεί :

- Το πρώτο κριτήριο αφορά στην συνολική πυκνότητα των ανεμογεννητριών, που χωροθετούνται εντός κύκλου με κέντρο το εκάστοτε σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και ακτίνα την μέγιστη απόσταση κατά τα ανωτέρω και η άτρακτος των οποίων έχει οπτική επαφή με το σημείο. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η πραγματική απόσταση των ανεμογεννητριών από το σημείο, η κυκλική επιφάνεια χωρίζεται σε τρία συνολικά ομόκεντρα τμήματα (ζώνες) Α', Β' και Γ', σε κάθε μία από τις οποίες, η μέγιστη επιτρεπόμενη πυκνότητα εγκατάστασης, είναι διαφορετική.
- Το δεύτερο κριτήριο, το οποίο εφαρμόζεται **μόνο** στην περίπτωση κατά την οποία **υφίσταται υπέρβαση** του πρώτου κριτηρίου, αφορά στο ποσοστό κάλυψης από τις ανεμογεννήτριες του οπτικού ορίζοντα ενός παρατηρητή, που βρίσκεται στο σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και περιστρέφεται 360° περί τον εαυτό του. Για την εκτίμηση του κριτηρίου αυτού, οι ανεμογεννήτριες, μεταξύ των οποίων η πραγματική απόσταση δεν υπερβαίνει τα 500 μέτρα, ενώνονται με νοητά ευθύγραμμα τμήματα και υπολογίζονται οι γωνίες (σε μοίρες), που δημιουργούνται με κέντρο το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και με πλευρές που διέρχονται από τα άκρα των προαναφερθέντων νοητών τμημάτων.

Κατά την εξέταση του κριτηρίου, λαμβάνονται και πάλι υπ' όψη μόνον οι ανεμογεννήτριες, που χωροθετούνται εντός κύκλου με κέντρο το εκάστοτε σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και ακτίνα την μέγιστη απόσταση κατά τα ανωτέρω και η άτρακτος των οποίων έχει οπτική επαφή με το σημείο. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η πραγματική απόσταση των Α/Γ από το σημείο, ο κύκλος χωρίζεται και πάλι σε τρεις συνολικά ομόκεντρες ζώνες Α', Β' και Γ', σε κάθε μία από τις οποίες, το άθροισμα των γωνιών, που περικλείουν τα νοητά τμήματα που βρίσκονται εντός της αντίστοιχης ζώνης, έχει διαφορετικό συντελεστή βαρύτητας. Δεν λαμβάνονται υπόψη τμήματα αιολικών πάρκων, των οποίων η γωνία θέασης από το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, καλύπτεται από άλλα αιολικά πάρκα, που βρίσκονται πλησιέστερα στο σημείο ενδιαφέροντος και συνεπώς η γωνία θέασης τους έχει ήδη ληφθεί υπ' όψη στον συνολικό υπολογισμό (γωνιακή επικάλυψη).

Αν ένα αιολικό πάρκο πληροί το πρώτο κριτήριο, σημαίνει ότι οι ανεμογεννήτριες γύρω και πλησίον του σημείου ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, χωροθετούνται επαρκώς αραιά, ακόμα και αν πιθανόν απλώνονται σε αρκετές περιοχές του ορίζοντα γύρω από το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος. Αν ένα αιολικό πάρκο πληροί το δεύτερο κριτήριο, ακόμη και αν δεν πληροί το πρώτο κριτήριο, σημαίνει ότι, οι ανεμογεννήτριες γύρω και πλησίον του σημείου ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, χωροθετούνται προς μία ή ελάχιστες κατευθύνσεις, ακόμα και αν προς τις ελάχιστες ή τη μία αυτή κατεύθυνση έχουν αυξημένη πυκνότητα.

Οι ομόκεντρες ζώνες είναι κοινές για την εφαρμογή και των δύο κριτηρίων και ορίζονται ανάλογα με τη σημασία του σημείου ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και ανάλογα με την κατηγορία χώρου που χωροθετείται το υπό εξέταση αιολικό πάρκο, ως εξής:

Σημείο Ιδιαίτερου Ενδιαφέροντος	Ακτίνες ζωνών (σε γλμ.)					
	Εντός ΠΑΠ Αττικής- Θαλάσσιου χώρου			Εκτός ΠΑΠ (ΠΑΚ) - Κατοικημένα Νησιά		
	Α'	Β'	Γ'	Α'	Β'	Γ'
Όρια των εγγεγραμμένων στον κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και άλλων μείζονος σημασίας μνημείων, αρχαιολογικών χώρων και ιστορικών τόπων της παρ. 5. εδάφιο ββ) του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	3	4,5	6	3	4,5	6
Όρια ζώνης απολύτου προστασίας (ζώνη Α') λοιπών αρχαιολογικών χώρων	1,5	3	6	1,5	3	6
Όρια θεσμοθετημένου πυρήνα Εθνικού Δρυμού, μνημείου της φύσης, αισθητικού δάσους των παρ. 3 και 4 του άρθρου 19 του Ν. 1650/86	0,2	0,8	-	0,3	1	-
Όρια θεσμοθετημένου παραδοσιακού οικισμού	1,5	3	6	1,5	3	6
Όρια πόλεων ή οικισμών >2000 κατοίκων και όρια οικισμών <2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως τουριστικοί ή αξιόλογοι	1	2	-	1	3	-
Όρια θεσμοθετημένης ή διαμορφωμένης τουριστικής περιοχής, τουριστικά καταλύματα μεσαίου και μεγάλου μεγέθους, ειδικές τουριστικές υποδομές, τουριστικοί λιμένες.	1	1,5	2	1	2	3

Για την εφαρμογή του πρώτου κριτηρίου, η μέγιστη πυκνότητα ανεμογεννητριών ανά ζώνη, ανάλογα με την κατηγορία του χώρου, είναι:

Ζώνες	Κριτήριο 1: Μέγιστη πυκνότητα ανεμογεννητριών (πλήθος Α/Γ ανά τ.γλμ.)		
	Εντός ΠΑΠ Αττικής-Θαλάσσιου χώρου	Εκτός ΠΑΠ (ΠΑΚ)	Κατοικημένα Νησιά
Α'	0	0	0
Β'	4	3	2
Γ'	7	6	4

Το παραπάνω πλήθος, αφορά ανεμογεννήτριες με διάμετρο πτερυγίων 85 μέτρων (τυπική Α/Γ). Αν η διάμετρος είναι διαφορετική, το πλήθος προσαρμόζεται ανάλογα με στρογγυλοποίηση προς τα άνω, στον πλησιέστερο μεγαλύτερο ακέραιο αριθμό.

Σε περίπτωση, που υφίσταται υπέρβαση του πρώτου κριτηρίου «πυκνότητας», θα πρέπει να πληρούται τουλάχιστον το δεύτερο κριτήριο «οπτικής κάλυψης». Για τον υπολογισμό του δεύτερου αυτού κριτηρίου, οι συντελεστές βαρύτητας ανά ζώνη που εφαρμόζονται επί του αθροίσματος των γωνιών, που περικλείουν τα νοητά τμήματα που βρίσκονται εντός της αντίστοιχης ζώνης (συμπεριλαμβανομένων των προϋφιστάμενων εγκαταστάσεων), ανάλογα με την κατηγορία του χώρου, είναι:

Ζώνες	Συντελεστές βαρύτητας γωνιών οπτικής κάλυψης για την εφαρμογή του κριτηρίου 2		
	Εντός ΠΑΠ-Αττικής-Θαλάσσιου χώρου	Εκτός ΠΑΠ (ΠΑΚ)	Κατοικημένα Νησιά
Α'*	1	1	1
Β'	0,5	0,7	0,8
Γ'	0,3	0,5	0,7

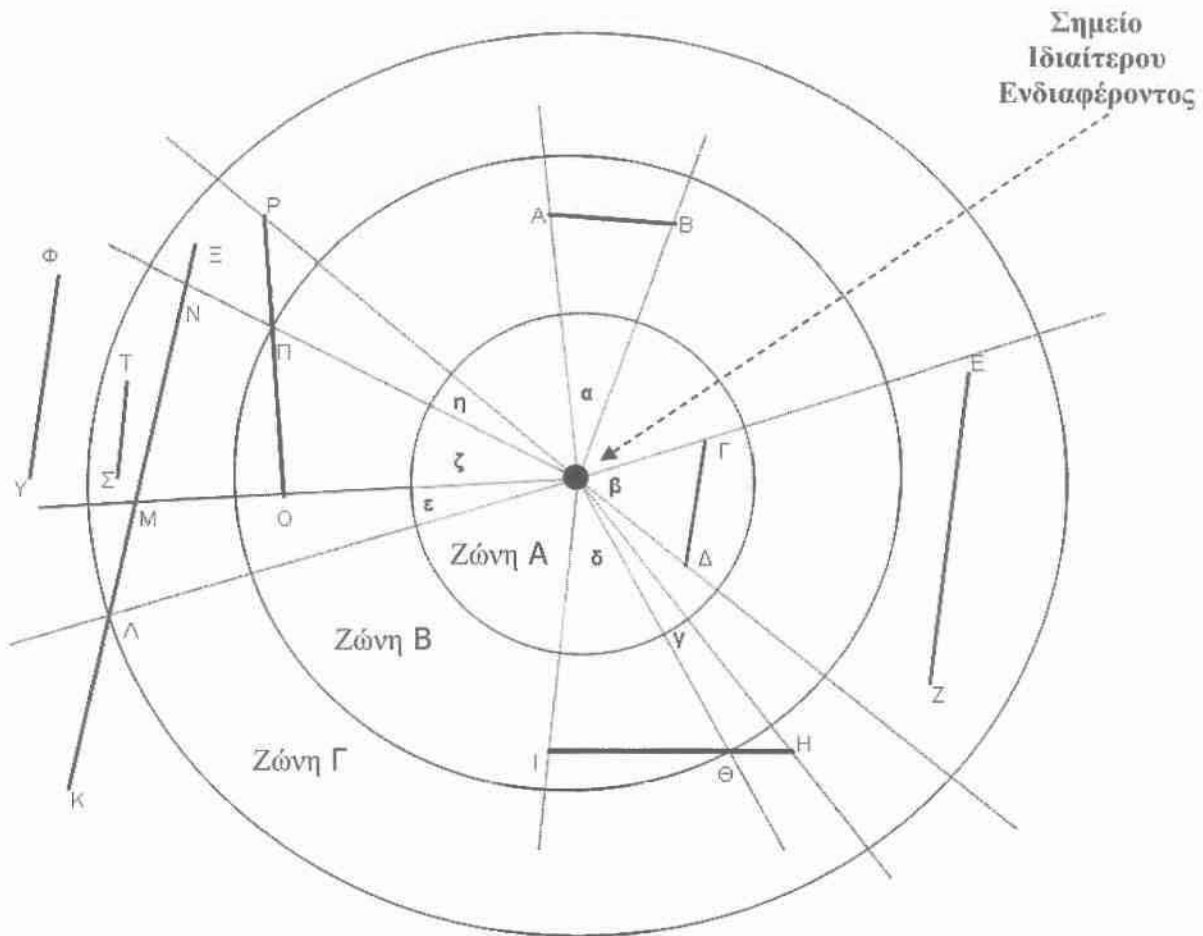
* Επειδή η ζώνη Α' αποτελεί πρακτικά ζώνη αποκλεισμού, οι παρατιθέμενοι στην ζώνη αυτή συντελεστές βαρύτητας, αφορούν στις τυχόν ήδη υφιστάμενες εγκαταστάσεις. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να τηρείται ο περιορισμός να μην χωροθετούνται ανεμογεννήτριες εντός της ζώνης Α'.

Τέλος, για την εφαρμογή του δεύτερου κριτηρίου, τίθεται ανώτατο όριο στο λόγο του σταθμισμένου (με τους ανωτέρω συντελεστές) αθροίσματος των γωνιών που ορίζονται, προς το σύνολο του κύκλου (360°). Το όριο αυτό, ανάλογα με το αν πρόκειται για περιοχή προτεραιότητας ή όχι, είναι:

Κριτήριο 2: Ποσοστό οπτικής κάλυψης του ορίζοντα		
Εντός ΠΑΠ- Αττικής-Θαλάσσιου χώρου	Εκτός ΠΑΠ (ΠΑΚ)	Κατοικημένα Νησιά
30%	20%	15%

Η διαφοροποίηση των πιο πάνω τιμών (μέγιστη πυκνότητα εγκατάστασης Α/Γ, συντελεστές βαρύτητας γωνιών οπτικής κάλυψης και ποσοστά οπτικής κάλυψης), ανταποκρίνεται στους χωροταξικούς στόχους ευνοϊκότερης αντιμετώπισης των εγκαταστάσεων εντός των περιοχών υψηλής εκμεταλλευσιμότητας του αιολικού δυναμικού (ΠΑΠ, Αττική, θαλάσσιος χώρος), αλλά παράλληλα λαμβάνει υπόψη και τις ιδιαιτερότητες του νησιωτικού χώρου.

Ενδεικτική εφαρμογή των κανόνων ένταξης Α/Π στο τοπίο



Γωνίες	α	β	γ	δ	ε	ζ	η	Σύνολο	Βάρη (ΠΑΠ)	Σταθμισμένο σύνολο
Τμήματα	ΑΒ	ΓΔ	ΗΘ	ΘΙ	ΜΛ	ΟΠ	ΠΡ			
Τμήματα που επικαλύπτονται		ΕΖ				ΜΝ, ΣΤ, ΥΦ	ΝΞ			
Ζώνη Α		25						25	1,0	25
Ζώνη Β	25			30		25		80	0,5	40
Ζώνη Γ			10		15		20	45	0,3	13,5
										78,5
										21,81%

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΩΝ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

A: Ελεγκτέα στοιχεία από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) κατά την έκδοση γνωμοδότησης επί της άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Ελέγχονται από την ΡΑΕ, στο πλαίσιο της χορήγησης γνώμης για την άδεια παραγωγής, τα εξής :

1. Αν η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης διαθέτει κατ' αρχήν εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό. (Η εξακρίβωση-επικαιροποίηση του αιολικού δυναμικού και του τεχνοοικονομικά εκμεταλλεύσιμου δυναμικού (εκφραζόμενο σε ισχύ MWe), διενεργείται από τον ιδιώτη, με βάση επιτόπιες μετρήσεις).

2. Αν η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης βρίσκεται :

- εντός Περιοχής Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) της ηπειρωτικής χώρας
- εκτός Περιοχής Αιολικής Προτεραιότητας της ηπειρωτικής χώρας
- εντός Αττικής
- εντός κατοικημένων νησιών του Αιγαίου ή του Ιονίου Πελάγους ή στην Κρήτη
- εντός του υπερακτίου θαλασσιού χώρου ή εντός ακατοίκητης νησίδας.

2.1 Στην περίπτωση που η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης εμπίπτει σε Περιοχή Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) της ηπειρωτικής χώρας ελέγχεται περαιτέρω:

- αν το προτεινόμενο εκμεταλλεύσιμο δυναμικό, υπερβαίνει τα όρια της φέρουσας ικανότητάς της ΠΑΠ εγκατάστασης (άρθρο 4 παρ.2 περίπτωση γ', Παράρτημα III και διάγραμμα 1 της παρούσας).
- αν το προτεινόμενο εκμεταλλεύσιμο δυναμικό υπερβαίνει τις μέγιστες επιτρεπόμενες πυκνότητες εγκατάστασης στον οικείο πρωτοβάθμιο ΟΤΑ (άρθρο 7).
- εφόσον τα δεδομένα της προτεινόμενης θέσης υπερβαίνουν ένα από τα πιο πάνω όρια, η πρόταση απορρίπτεται.

2.2 Αν η προτεινόμενη προς χωροθέτηση θέση βρίσκεται εντός ΠΑΚ ή εντός κατοικημένων νησιών του Αιγαίου ή του Ιονίου Πελάγους ή στην Κρήτη, ελέγχεται αντιστοίχως :

- αν υπερβαίνει τις μέγιστες -κατά περίπτωση- πυκνότητες του πρωτοβάθμιου ΟΤΑ, στον οποίο πρόκειται να εγκατασταθεί (άρθρα 7 και 8).
- αν η προτεινόμενη θέση υπερβαίνει τις μέγιστες πυκνότητες εγκατάστασης του οικείου πρωτοβάθμιου ΟΤΑ, απορρίπτεται.

2.3 Αν η θέση βρίσκεται εντός Αττικής, ελέγχεται :

- αν εμπίπτει εντός των καθοριζομένων από το άρθρο 4 παρ.3 της παρούσας περιοχών εγκατάστασης, όπως οι περιοχές αυτές ενδεχομένως εξειδικευθούν από άλλα κατώτερα επίπεδα σχεδιασμού.

- αν το προτεινόμενο εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό υπερβαίνει το ανώτατο όριο εκμεταλλευσιμότητας των 100 MWe που ορίζεται στο άρθρο 4 παρ.3 της παρούσας.
- αν υπερβαίνει τις μέγιστες πυκνότητες του πρωτοβάθμιου ΟΤΑ, στον οποίο πρόκειται να εγκατασταθεί (άρθρο 9).

2.4 Αν η θέση εμπίπτει στον υπεράκτιο θαλάσσιο χώρο ή σε ακατοίκητη νησίδα ελέγχεται από τη ΡΑΕ η βιωσιμότητα της εγκατάστασης.

B: Ελεγκτέα στοιχεία κατά την έκδοση γνωμοδότησης της αρμόδιας περιβαλλοντικής αρχής επί της ΠΠΕΑ

1. Ελέγχεται αν η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης εμπίπτει εντός μιας εκ των κατηγοριών των περιοχών αποκλεισμού (άρθρο 6 παρ.1).
2. Ελέγχονται τα κριτήρια χωροθέτησης, που αφορούν (κατά κατηγορία χώρου) την τήρηση ελάχιστων αποστάσεων από τις γειτνιαζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής (άρθρο 6 παρ. 3 και Παράρτημα II της παρούσας).
3. Ελέγχεται η εφαρμογή (κατά κατηγορία χώρου) των κανόνων ένταξης της προτεινόμενης θέσης εγκατάστασης στο τοπίο (άρθρα 7, 8, 9 και 10 και Παράρτημα IV της παρούσας).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

Αποστάσεις εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο από γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής

Α. Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος	
Περιοχή	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης
Περιοχές απολύτου προστασίας της Φύσης του άρθρου 19 παρ.1,2 Ν.1650/86 (Α'160)	Σύμφωνα με την εγκεκριμένη ΕΠΜ ή το σχετικό π.δ. (του άρθρου 21 του ν. 1650/86) ή την σχετική ΚΥΑ (ν. 3044/02)
<ul style="list-style-type: none"> - Πυρήνες των Εθνικών Δρυμών, κηρυγμένα μνημεία της φύσης, αισθητικά δάση που δεν περιλαμβάνονται στο προηγούμενο εδάφιο. - Οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί στον κατάλογο των τόπων κοινοτικής σημασίας του δικτύου ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1) 	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ
Αξιόλογες ακτές και παραλίες (π.χ.αμμώδεις)	200 μ.
Περιοχές ΖΕΠ ορνιθοπανίδας (SPA)	200 μ.

Β. Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς	
Περιοχή	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης
Εγγεγραμμένα στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και τα άλλα μείζονος σημασίας μνημεία, αρχαιολογικούς χώρους και ιστορικούς τόπους. της παρ. 5. εδάφιο ββ του άρθρου 50 του ν. 3028/2002	Κατά περίπτωση μετά από γνώμη του ΥΠΠΟ στο πλαίσιο της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης .
Ζώνη απολύτου προστασίας (Ζώνη Α) λοιπών αρχαιολογικών χώρων	Κατά περίπτωση μετά από γνώμη του ΥΠΠΟ στο πλαίσιο της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης
Κηρυγμένα πολιτιστικά μνημεία και ιστορικοί τόποι	Κατά περίπτωση μετά από γνώμη του ΥΠΠΟ στο πλαίσιο της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης

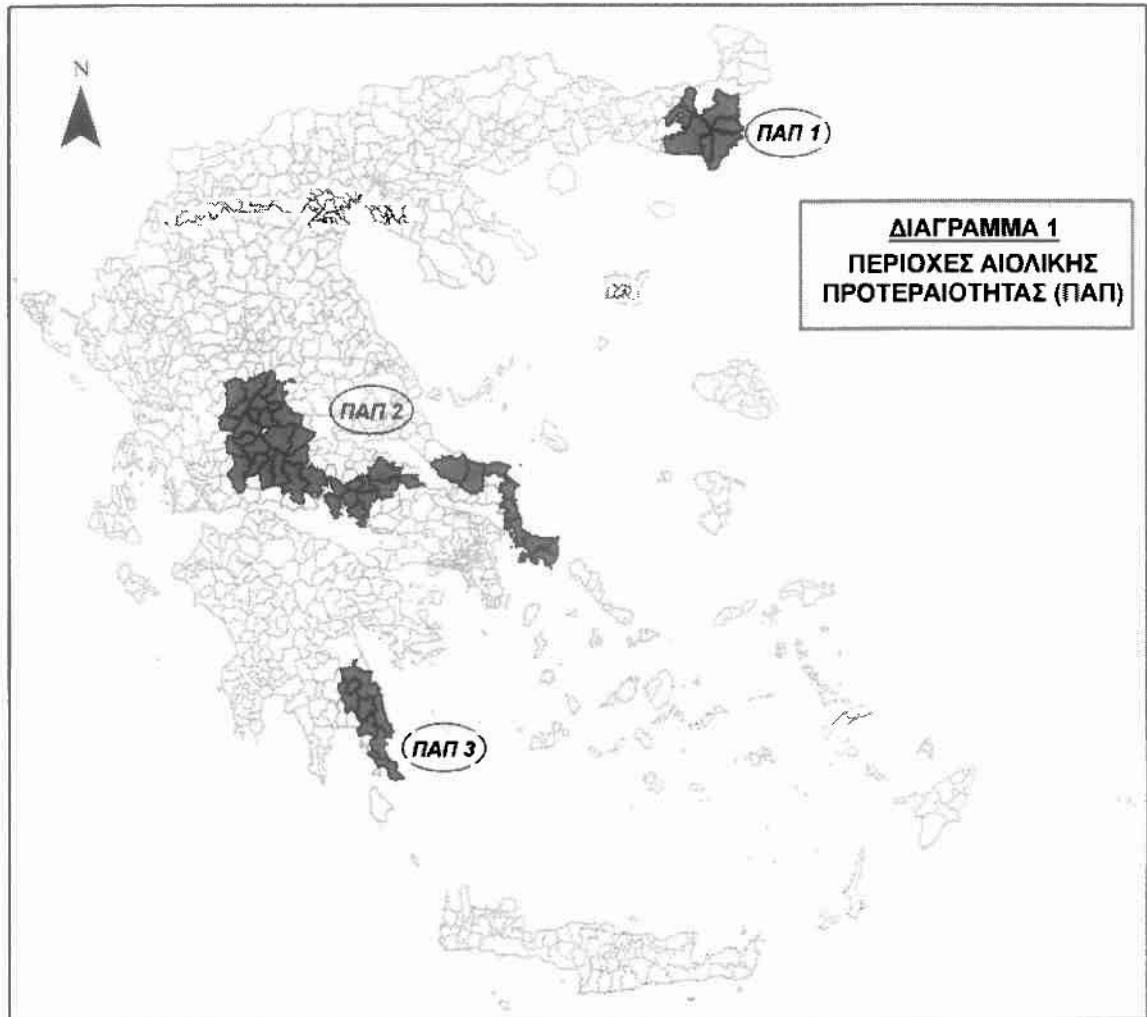
Γ. Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες	
Περιοχή	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης
Πόλεις και οικισμοί με πληθυσμό >2000 κατοίκων ή οικισμοί με πληθυσμό < 2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως δυναμικοί, ή και τουριστικοί ή και αξιόλογοι	Για τις μονάδες έως 500 kWe (μη οχλούσες δραστηριότητες) δεν τίθεται κανένας περιορισμός. Για τις μονάδες άνω των 500 kWe, απαγορεύεται η εγκατάστασή τους σε περιοχές εντός εγκεκριμένων σχεδίων
Παραδοσιακοί οικισμοί	
Λοιποί οικισμοί	

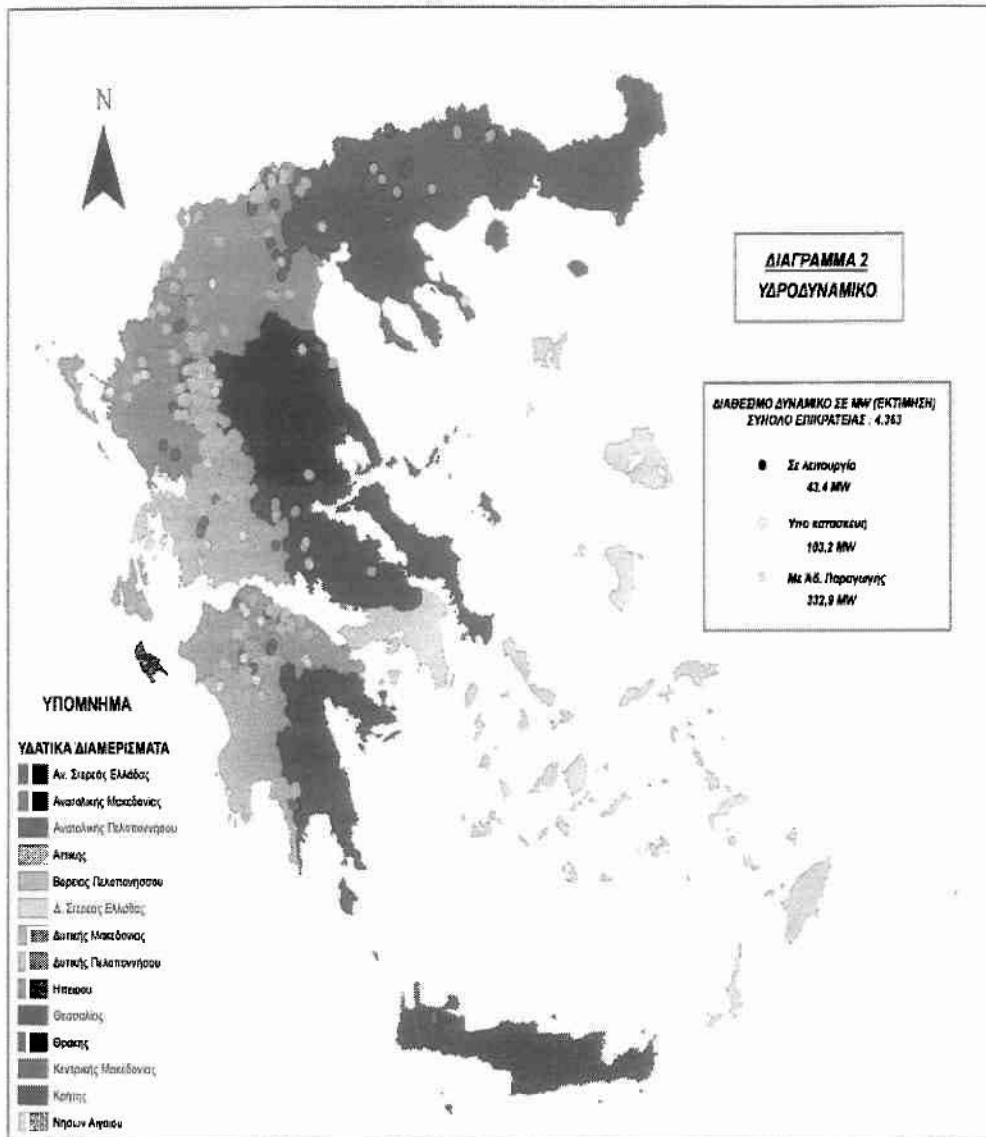
Οργανωμένη δόμηση Α΄ ή Β΄ κατοικίας (Π.Ε.Ρ.Π.Ο., συνεταιρισμοί κλπ) ή και διαμορφωμένες περιοχές Β΄ κατοικίας, όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της ΜΠΕ κάθε μεμονωμένης εγκατάστασης αιολικού πάρκου	πόλεων, εντός οικισμών και εντός θεσμοθετημένης περιοχής οργανωμένης δόμησης Α΄ ή Β΄ κατοικίας (ΠΕΡΠΟ κλπ), εκτός αν η εγκατάσταση προορίζεται για εκπαιδευτικούς ή πιλοτικούς σκοπούς (μέχρι 5 MW). Για τις μονάδες μέσης όχλησης (>5 MW) εφαρμόζονται οι ελάχιστες αποστάσεις, που ισχύουν για τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις.
Ιερές Μονές	
Μεμονωμένη κατοικία (νομίμως υφιστάμενη)	

Δ. Αποστάσεις από τα Δίκτυα τεχνικής υποδομής και ειδικές χρήσεις	
Είδος έργου ή δραστηριότητας	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης
Κύριοι οδικοί άξονες, οδικό δίκτυο αρμοδιότητας των Ο.Τ.Α. και σιδηροδρομικές γραμμές	Κατά περίπτωση στο πλαίσιο της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης
Γραμμές υψηλής τάσεως	
Υποδομές τηλεπικοινωνιών (κεραίες), RADAR	
Εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας	
Λιμενικές εγκαταστάσεις και δραστηριότητες	

Ε. Αποστάσεις από αναπτυξιακές ζώνες και δραστηριότητες	
Περιοχή ή δραστηριότητα	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης
ΒΕΠΕ	Εντός οριοθετημένης ζώνης επιτρέπεται η εγκατάσταση
Λατομικές ζώνες και δραστηριότητες	Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.
Λειτουργούσες επιφανειακά μεταλλευτικές - εξορυκτικές ζώνες και δραστηριότητες	500 μ.
ΠΟΤΑ, και άλλες περιοχές οργανωμένης ανάπτυξης παραγωγικών δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες και άλλες θεσμοθετημένες ή διαμορφωμένες τουριστικά περιοχές (όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της ΜΠΕ για κάθε μεμονωμένη εγκατάσταση).	500 μ. από τα όρια της ζώνης
Μεμονωμένες τουριστικές μονάδες	Εφαρμόζονται οι ελάχιστες αποστάσεις, που ισχύουν για τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ





Άρθρο 25
Αποστάσεις από υφιστάμενες εγκαταστάσεις ΑΠΕ
κατά τη χωροθέτηση άλλων έργων και δραστηριοτήτων

Οι αποστάσεις από γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής που καθορίζονται στην παρούσα απόφαση για την εγκατάσταση έργων ΑΠΕ πρέπει αμοιβαίως να τηρούνται και κατά τη χωροθέτηση άλλων έργων και δραστηριοτήτων που γειτνιάζουν με νομίμως υφιστάμενες εγκαταστάσεις ΑΠΕ.

Άρθρο 26
Μεταβατικές διατάξεις

1. Νομίμως υφιστάμενες κατά τη δημοσίευση της παρούσας εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ διατηρούνται μέχρι τη λήξη της άδειας λειτουργίας τους.
2. Άδειες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ που έχουν εκδοθεί μέχρι τη δημοσίευση της παρούσας εκτελούνται όπως εκδόθηκαν.

Άρθρο 27
Καταργούμενες διατάξεις

Κάθε διάταξη που αντίκειται στις διατάξεις της παρούσας απόφασης ή ανάγεται σε θέματα που ρυθμίζονται από αυτήν, παύει να εφαρμόζεται.

Άρθρο 28
Έναρξη ισχύος

Η ισχύς της παρούσας απόφασης αρχίζει από τη δημοσίευσή της στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα, ...

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ

ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΟΥΦΛΙΑΣ

ΤΑ ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΚΑΙ ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΣΗΣ

ΠΡΟΚΟΠΗΣ ΠΑΥΛΟΠΟΥΛΟΣ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΛΟΓΟΣΚΟΥΦΗΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΣΙΟΥΦΑΣ

ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΜΠΑΣΙΑΚΟΣ

ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΒΟΥΛΓΑΡΑΚΗΣ

ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΦΑΝΗ ΠΑΛΛΗ-ΠΕΤΡΑΛΙΑ

**ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ
ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

ΜΙΧΑΗΛ ΛΙΑΠΗΣ

ΕΜΠΟΡΙΚΗΣ ΝΑΥΤΙΑΙΑΣ

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΚΕΦΑΛΟΓΙΑΝΝΗΣ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097986