



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αριθμός 1504



**<<Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και
εφαρμογές στον ελλαδικό χώρο>>**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΘΑΝΑΣΕΝΑΡΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΑΜ: 5666

ΖΕΚΙΟ ΕΡΙΣΕΛΑΝΤ ΑΜ: 6210

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ

ΚΑΡΕΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας (ΑΠΕ) ή ήπιες μορφές ενέργειας, ή νέες πηγές ενέργειας, ή πράσινη ενέργεια είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.

Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική. Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός, μιας και ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική ενέργεια δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Σε κάθε περίπτωση οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Τελευταία από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και από πολλά μεμονωμένα κράτη, υιοθετούνται νέες πολιτικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που προάγουν τέτοιες εσωτερικές πολιτικές και για τα κράτη μέλη. Οι ΑΠΕ αποτελούν τη βάση του μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας και κεντρικό σημείο εστίασης της σχολής των οικολογικών οικονομικών, η οποία έχει κάποια επιρροή στο οικολογικό κίνημα.

Όλες οι χώρες πρέπει να λάβουν άμεσα μέτρα για την προστασία του κλίματος της Γης. Για τις αναπτυγμένες χώρες, το Πρωτόκολλο του Κιότο αποτελεί ένα πρώτο - αναιμικό πλην όμως απαραίτητο- βήμα για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Οι αναπτυγμένες χώρες πρέπει να στραφούν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συγχρόνως να στηρίξουν τη στροφή αυτή στις αναπτυσσόμενες χώρες. Μέχρι το 2013, είναι επιθυμητή αλλά και εφικτή η παροχή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στα δύο δισεκατομμύρια άτομα που δεν έχουν πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια και κατοικούν στις φτωχότερες χώρες. Η υπάρχουσα εμπειρία από χρήση καθαρής ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι άριστη, αλλά οι δυνατότητες είναι απείρως μεγαλύτερες.

Ο εφοδιασμός τόσων πολλών κοινοτήτων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρουσιάζει μία τεράστια πρόκληση. Απαιτεί μία ριζικά διαφορετική αντιμετώπιση από αυτή που χρησιμοποιείται μέχρι τώρα από διεθνείς οργανισμούς και κράτη. Απαιτεί επίσης πολιτική συνέπεια και μία αναδιάρθρωση της σημερινής αντίληψης της ενεργειακής ανάπτυξης

Περίληψη

Αρχικά θα γίνει μια αναφορά στο ενεργειακό πρόβλημα στην σύγχρονη εποχή, στην παραγωγή ενέργειας από την χρήση των ορυκτών καυσίμων και τις επιπτώσεις που έχουν στο περιβάλλον. Επίσης, θα περιγράψουμε τις λύσεις και με ποιους τρόπους μπορούμε να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα της ενέργειας χωρίς να υπάρχουν συνέπειες στο περιβάλλον.

Θα αναφέρουμε λύσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος θα επικεντρωθούμε στις Α.Π.Ε. και θα αναλυθούν οι τρόποι εφαρμογής τους, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους.

Στην συνέχεια θα γίνει αναφορά στην αιολική ενέργεια ως Α.Π.Ε. Θα αναφέρουμε τις διάφορες κατηγορίες ανεμογεννητριών, χαρακτηριστικά, τρόπος λειτουργίας κ.λπ.

Θα αναφερθούμε στην Φ/Β Ενέργεια στα διάφορα είδη Φωτοβολταϊκών, τον τρόπο λειτουργίας τους και στα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.

Θα γίνει ιστορική αναδρομή, της γεωθερμικής ενέργειας θα δούμε τα γεωθερμικά συστήματα, τους γεωθερμικούς πόρους, την εκμετάλλευσή τους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μια οικονομική προσέγγιση στην χρήση τους. Επίσης, θα αναφέρουμε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτής της εφαρμογής.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται όλες οι μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και οι εφαρμογές τους στην χώρα μας.

Θα γίνει μια εκτενή αναφορά στο ζήτημα των κλιματικών αλλαγών. Επίσης θα αναφερθούμε στην συμμετοχή των ΑΠΕ στον ενεργειακό χάρτη της χώρας μας.

Τελειώνοντας θα γίνει οικονομική ανάλυση των Α.Π.Ε. Θα εξετάσουμε το πόσο κερδοφόρες είναι οι Α.Π.Ε ως λύση και στην βιωσιμότητα τους.

Περιεχόμενα	σελ.
Περιεχόμενα.....	i
Εισαγωγή.....	1
Κεφάλαιο 1- Οι κύριες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	
1.1 Μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	3
1.1.1 Αιολική ενέργεια.....	3
1.1.2 Υδροηλεκτρική ενεργεία.....	6
1.1.3 Ηλιακή ενέργεια.....	7
1.1.4 Γεωθερμική ενέργεια.....	9
1.1.5 Βιομάζα.....	10
1.1.6 Ενέργεια κυμάτων – ωκεανών.....	11
1.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ΑΠΕ.....	13
1.2.1 Πλεονεκτήματα των Α.Π.Ε.....	13
1.2.2 Μειονεκτήματα των Α.Π.Ε.....	14
Κεφάλαιο 2- Αιολική Ενέργεια και είδη ανεμογεννητριών	
2.1 Εξέλιξη αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα.....	15
2.2 Αιολικό δυναμικό στην Ελλάδα.....	16
2.3 Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα.....	19
2.4 Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα.....	21
2.5 Κόστος και απόσβεση επένδυσεις ανεμογεννητριών.....	22
2.6 Τρόπος λειτουργίας ανεμογεννητριών.....	26
2.7 Συμπεράσματα.....	29
Κεφάλαιο 3- Φ/Β Ενεργεία	
3.1 Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο.....	32
3.2 Χαρακτηριστικά των Φ/Β στοιχείων.....	33

3.3 Τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων.....	35
3.4 Τρόπος λειτουργίας φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	38
3.5 Εξέλιξη στην Ελλάδα.....	40
3.6 Κόστος επένδυσης.....	43
3.7 Συμπεράσματα.....	43

Κεφάλαιο 4- Γεωθερμική Ενέργεια

4.1 Η Ανάπτυξη Της Γεωθερμίας-Ιστορική Αναδρομή.....	44
4.2 Γεωθερμία-Γεωθερμική Ενέργεια.....	49
4.3 Η Κατάσταση Στην Ελλάδα.....	51
4.4 Τα γεωθερμικά συστήματα.....	54
4.4.1 Σύστημα Ανοικτού Κυκλώματος.....	57
4.4.2 Σύστημα Κλειστού Κυκλώματος.....	57
4.5 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις.....	59
4.6 Αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας.....	60

Κεφάλαιο 5-Ανανεώσιμη τεχνολογία και εφαρμογές στην Ελλάδα

5.1 Αξιοποίηση της Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα.....	61
5.2 Εφαρμογές Γεωθερμικής Ενέργειας.....	62
5.2.1 Οικιακές χρήσεις της Γεωθερμίας.....	63
5.2.2 Τεχνοοικονομική αξιολόγηση της Γεωθερμικής Ενέργειας.....	63
5.2.3 Αξιοποίηση της Γεωθερμικής Ενέργειας στην Ελλάδα.....	64
5.3 Εφαρμογές Βιομάζας στην Ελλάδα.....	64
5.4 Αξιοποίηση της Ηλιακής Ενέργειας στην Ελλάδα.....	66
5.5 Αξιοποίηση της Υδροηλεκτρικής Ενέργειας στην Ελλάδα.....	67

Κεφάλαιο 6- Το ζήτημα των κλιματικών αλλαγών

6.1 Οι κλιματικές αλλαγές.....	68
6.2 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	69

6.3 Οι προτεινόμενες λύσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.....	70
6.4 Η εφαρμογή της κοινοτικής νομοθεσίας στην Ελλάδα.....	71
6.5 Προοπτικές.....	72
6.6 Συμπεράσματα.....	74
Κεφάλαιο 7-Η συμμετοχή των ΑΠΕ στον ενεργειακό χάρτη της χώρας	
7.1 Ενεργειακή εικόνα.....	75
7.2 Η αύξηση της ανεργίας από τη χρήση συμβατικών καυσίμων στις περιοχές της Δυτικής Μακεδονίας και της Μεγαλόπολης.....	76
7.3 Το μέλλον της ενέργειας και της ανανεώσιμης τεχνολογίας στην Ελλάδα.....	77
7.4 Η ανανεώσιμη τεχνολογία και επιχειρηματικότητα ως λύση για την οικονομική κρίση.....	78
7.5 Η συνεισφορά της ανανεώσιμης ενέργειας στο σύνολο της κατανάλωσης.....	80
7.6 Συμπεράσματα και λύσεις.....	81
Κεφάλαιο 8-Προοπτικές κερδοφόρας δραστηριότητας- βιωσιμότητας μονάδας	
8.1 Προβλέψεις βιωσιμότητας.....	83
8.1.1 Λογαριασμός εκμετάλλευσης.....	86
8.1.2 ροές κεφαλαίου.....	88
8.2 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων υπολογισμός IRR.....	90
Κεφάλαιο 9-Γενικά συμπεράσματα	92

Εισαγωγή

Ο άνθρωπος συνδέθηκε με την έννοια ενέργεια από την πρώτη στιγμή της ύπαρξής του πάνω στη Γη. Αρχικά όπως και οι άλλοι ζωντανοί οργανισμοί μέσω της τροφής . Ο πρωτόγονος άνθρωπος συσώρευε στις κατάλληλες αποθήκες του σώματός του ενέργεια, την οποία χρησιμοποιούσε για να κινηθεί , να κυνηγήσει να αντιμετωπίσει τους εχθρούς του. Πολύ αργότερα άρχισε να χρησιμοποιεί την ενέργεια άλλων ζωντανών οργανισμών (μυϊκή δύναμη των ζώων) αυξάνοντας σημαντικά τις δυνατότητες του και ενισχύοντας τη θέση του στο όχι και τόσο φιλικό περιβάλλον στο οποίο έπρεπε να επιβιώσει .

Η εκμετάλλευση της ενέργειας που υπήρχε άφθονη και σε διάφορες μορφές στο φυσικό περιβάλλον (ενέργεια καυσίμων, αιολική ενέργεια , υδραυλική ενέργεια , ηλιακή ενέργεια , κλπ) ήταν το όχημα που μαζί με την ανάπτυξη των ιδιαίτερων ψυχοπνευματικών του ικανοτήτων του, του έδωσαν την δυνατότητα να ακολουθήσει την μεγαλειώδη εξελικτική του πορεία φτάνοντας στο σημερινό τεχνολογικό θαύμα. Τα ίδια αυτά στοιχεία θα καθορίσουν την πορεία και την τεχνολογική εξέλιξη του και στο μέλλον, μόνο που οι πρώτες ανησυχίες τόσο για τις επιπτώσεις στον ίδιο και στο περιβάλλον, όσο και για την τελική κατάληξη αυτής της πορείας, πολλαπλασιάζονται και ενισχύονται με ανάλογους ρυθμούς.

Ποιοί όμως είναι οι κυριότεροι σταθμοί της πορείας του ανθρώπου στην προσπάθειά του να εκμεταλλευτεί τις διάφορες πηγές ενέργειας; 1)Στο τέλος της λίθινης εποχής αρχίζει η χρησιμοποίηση της μυϊκής δύναμης των ζώων, στις μεταφορές και την καλλιέργεια της γης. 2) Το 3000 π.χ. αρχίζει η εκμετάλλευση του μεταλλείου ασημιού στο Θορικό Λαυρίου. 3)Το 2500 π.χ. κατασκευάζονται στην Αρκαδία μεταλλευτικοί κλίβανοι αρχίζει η επεξεργασία μετάλλων. 4)Το 1500 π.χ. κατασκευάζονται στη Θύρα ιστιοφόρα πλοία. 5) Το 1400π.χ. κατασκευάζονται αρδευτικά έργα στην Κωπαΐδα. 6)Το 580 π.χ. κατασκευάζεται η πρώτη πρέσα λαδιού 7) Το 350 π.χ. κατασκευάζονται οι πρώτοι ανεμόμυλοι και λίγο αργότερα οι πρώτοι υδραυλικοί τροχοί. 8)Γύρω στο 100 π.χ. ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς κατασκευάζει την πρώτη θερμική μηχανή. 9) Στα μέσα του 18ου αιώνα κατασκευάζεται η πρώτη ατμομηχανή που σηματοδοτεί την έναρξη της βιομηχανικής επανάστασης και με ταχύτατους ρυθμούς περνώντας από διάφορα στάδια (εξηλεκτρισμός, ανάπτυξη των συγκοινωνιών, χρήση της πυρηνικής ενέργειας, κατάκτησης του διαστήματος) φτάσαμε στη σημερινή εποχή, την εποχή της πληροφορικής, της ψηφιακής τεχνολογίας, της παγκοσμιοποίησης και βέβαια του ενεργειακού προβλήματος, που εμφανίζεται οξύτερο από ποτέ.

Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ, καθώς και για την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους παρουσιάστηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή χρήση του 1979 και

παγιώθηκε την επόμενη δεκαετία, μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν μία σημαντική εγχώρια πηγή ενέργειας, με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό και εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Παράλληλα, συντελούν και στην προστασία του περιβάλλοντος, καθώς η αξιοποίησή τους δεν το επιβαρύνει, αφού δεν συνοδεύεται από παραγωγή ρύπων ή αερίων που ενισχύουν τον κίνδυνο για κλιματικές αλλαγές.

Έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο πρωταρχικός υπεύθυνος για τη ρύπανση του περιβάλλοντος, καθώς σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων. Η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό ΑΠΕ, οι οποίες μπορούν να προσφέρουν μια πραγματική εναλλακτική λύση για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών.

Κεφάλαιο 1

Οι κύριες ανανεώσιμες πηγές

1.1 Μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ)*, ή νέες πηγές ενέργειας, ή πράσινη ενέργεια) είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και αλλες.

Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.

Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική. Σε κάθε περίπτωση οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων.

1.1.1 Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, καθώς η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων αέριων μαζών από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας έτσι τους ανέμους. Αν υπήρχε η τεχνολογική δυνατότητα να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης, εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ηλεκτρική ενέργεια θα

ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες της ανθρωπότητας στο ίδιο χρονικό διάστημα. Υπολογίζεται ότι στο 25% της επιφάνειας της γης και σε ύψος 10 m πάνω από το έδαφος επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας που ξεπερνά τα 5.1 m/sec. Σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα, όταν η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου ξεπερνά αυτήν την τιμή το αιολικό δυναμικό ενός τόπου θεωρείται ενεργειακά εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες. Άλλωστε, 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.

Η αγορά ενέργειας στην Ελλάδα βρίσκεται στο προσκήνιο ραγδαίων εξελίξεων, προσελκύνοντας επενδυτές από όλο τον κόσμο. Με την ανάδειξη της Ελλάδας ως ενεργειακού κόμβου στη Νοτιοανατολική Ευρώπη αλλά και την Ευρώπη γενικότερα, την απελευθέρωση της παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και τη δυναμική εκστρατεία ώστε οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ενέργειας, η χώρα βρίσκεται στο επίκεντρο σημαντικών αναπτυξιακών ευκαιριών.

Η αιολική ενέργεια πρωταγωνιστεί στην ανάπτυξη των ΑΠΕ και παρουσιάζει σημαντικές επενδυτικές δυνατότητες στην Ελλάδα. Το εξαιρετικά υψηλό αιολικό δυναμικό της χώρας κατατάσσεται μεταξύ των πλέον ελκυστικών στην Ευρώπη, με απόδοση πάνω από 8 μέτρα/δευτερόλεπτο ή/και 2,500 ώρες παραγωγής αιολικής ενέργειας, σε πολλά σημεία της χώρας.

Εκτιμάται ότι σήμερα λειτουργούν περίπου 1400 MW από αιολικά πάρκα, και στόχος είναι να εγκατασταθούν 7.500 MW μέχρι το 2020, από τα οποία τα 300MW αφορούν υπεράκτια αιολικά πάρκα.

Το ευνοϊκό, μακροπρόθεσμο νομικό πλαίσιο της Ελλάδας για τις ΑΠΕ διασφαλίζει τις επενδύσεις στον κλάδο και έχει κερδίσει την εμπιστοσύνη μεγάλων επενδυτών. Μεταξύ των παγκόσμιων κολοσσών που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα είναι οι ισπανικές εταιρείες **Endesa**, σε συνεργασία με τον Όμιλο Μυτιληναίου, **Iberdrola** σε συνεργασία με τον Όμιλο Ρόκα, **Acciona** και **Gamesa**. Επίσης, στην ελληνική αγορά δραστηριοποιούνται και οι γαλλικές **EDF** και **Veolia**, η ιταλική **Enel** και οι γερμανικές **WPD** και **WRE**, οι οποίες προσβλέπουν στη συνέχιση της ανάπτυξης και επιτυχίας τους στο χώρο.

Η αιολική ενέργεια αποτελεί προτεραιότητα για την Ελληνική Κυβέρνηση. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να αναπτυχθούν στην Ελλάδα σε ανταγωνιστικές τιμές και στόχος είναι η συμμετοχή των ΑΠΕ στη συνολική

παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας να φτάσει το 40%, μέχρι το 2020. Δεδομένου ότι ο στόχος των ΑΠΕ αποτελεί συμβατική υποχρέωση της χώρας που απορρέει από τους σχετικούς κανονισμούς της Ε.Ε. και το Πρωτόκολλο του Κιότο, οι επενδυτές έχουν τη δυνατότητα να διασφαλίσουν σταθερούς και μακροχρόνιους στόχους στην ελληνική αγορά ΑΠΕ.

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

- Οριζοντίου άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικα και βρίσκεται συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους



Εικόνα 1.1.1 ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα

- Κατακόρυφου άξονα, ο οποίος παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους



Εικόνα 1.1.2 ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα

1.1.2 Υδροηλεκτρική ενέργεια

παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας βασίζεται στη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας ενός όγκου νερού που βρίσκεται αποθηκευμένος σε κάποιο ψηλό σημείο, σε κινητική ενέργεια καθώς το νερό ρέει από ένα ψηλό σημείο σε κάποιο χαμηλότερο σημείο (η υψομετρική διαφορά μεταξύ των δύο σημείων ονομάζεται «υδραυλικό ύψος»). Στο χαμηλότερο σημείο, βρίσκεται εγκαταστημένος ένας στρόβιλος ή τουρμπίνα, που περιστρέφεται από τη ροή του νερού και ενεργοποιεί μια γεννήτρια που μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Μια τυπική υδροηλεκτρική Μονάδα μπορεί να βρίσκεται εγκατεστημένη σε ποταμό ή καταρράκτη και να εκμεταλλεύεται τη φυσική ροή του νερού ή να συνδυάζεται με τεχνητό ταμιευτήρα ή Φράγμα, στο οποίο αποθηκεύεται νερό που μεταφέρεται στο

σταθμό μέσω ενός αγωγού μεταφοράς. Η αξιοποιήσιμη υδροηλεκτρική ενέργεια σε κάθε έργο βασίζεται σε δύο βασικά χαρακτηριστικά: Στην παροχή (m^3/s) και στο ωφέλιμο ύψος πτώσης του νερού (m), δηλαδή, την υψομετρική διαφορά μεταξύ της εισαγωγής του νερού και του στροβίλου όταν αφαιρεθούν οι απώλειες που προκαλούνται κατά τη ροή του νερού, λόγω τριβών και στροβιλισμού (turbulence). Σε γενικές γραμμές, ένα σύστημα με μεγάλο ωφέλιμο ύψος νερού και μικρή παροχή, μπορεί να παράξει την ίδια ενέργεια με ένα άλλο σύστημα με μικρό ωφέλιμο ύψος νερού και μεγάλη παροχή, με πολύ χαμηλότερο κόστος κατασκευής και συντήρησης του σταθμού.



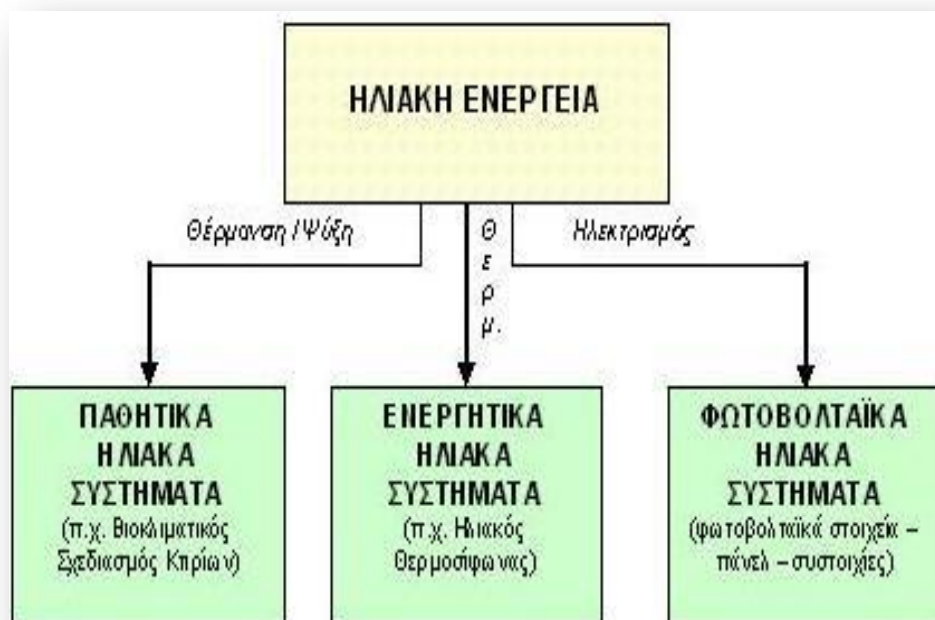
Εικόνα 1.1.2.1 Υδροηλεκτρική ενεργεία

1.1.3 Ηλιακή ενέργεια

Ο ήλιος είναι η βασική πηγή ζωής στον πλανήτη μας. Σχεδόν όλες οι μορφές παράγωγης ενέργειας είναι συσχετισμένες έμμεσα ή άμεσα με την ηλιακή. Τα φυτά χρησιμοποιούν τον ήλιο για την διάσπαση του ατόμου του νερού σε υδρογόνο και οξυγόνο. Το υδρογόνο ενώνεται με το διοξείδιο του άνθρακα για να δημιουργήσει την «τροφή» του φυτού. Τέτοια

φυτά που πέθαναν πριν πολλά εκατομμύρια χρόνια δημιούργησαν το κάρβουνο που χρησιμοποιούμε σε διάφορες μορφές παραγωγής ενέργειας. Παρόμοια φυτά έτρωγαν τα ψάρια στις θάλασσες που μετά το πέρας εκατομμυρίων ετών από το θάνατο τους συντέλεσαν στη δημιουργία του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Ακόμα και η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια είναι απόλυτα εξαρτημένες με τον ήλιο.

Η ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα ή θερμική ενέργεια καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας. Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της. Όσον αφορά την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.



Εικόνα 1.1.3.1 εφαρμογές ηλιακής ενέργειας

1.1.4 Γεωθερμική ενέργεια

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

- α) Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια με ρυθμό 0,04 - 0,06 W/m²
- β) Με ρεύματα μεταφοράς που περιορίζονται όμως στις ζώνες κοντά στα σύνορα των λιθοσφαιρικών πλακών, λόγω ηφαιστειακών και υδροθερμικών φαινομένων. Μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο έχει η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για την κάλυψη αναγκών του, καθώς είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας.

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



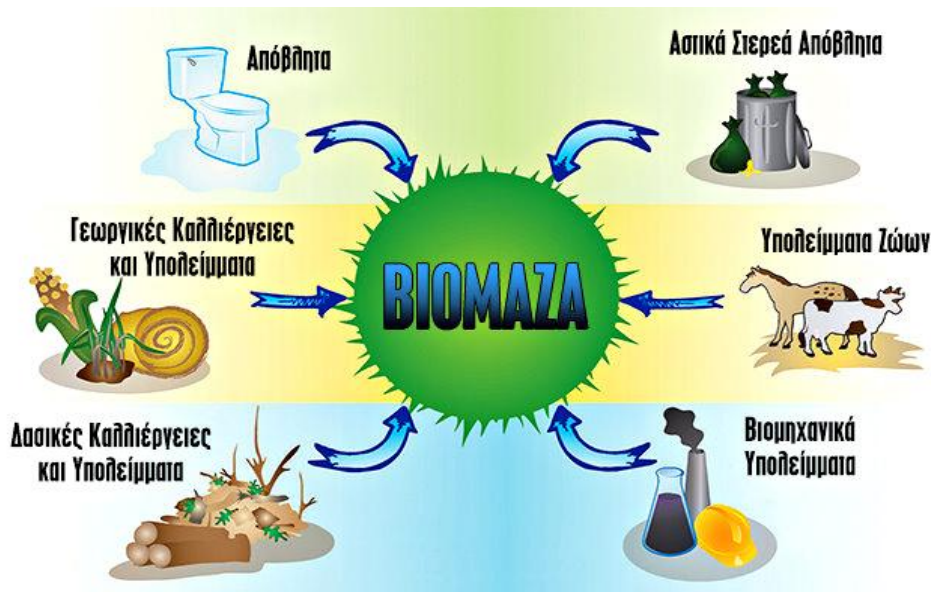
Εικόνα 1.1.4.1 Γεωθερμική ενέργεια

1.1.5 βιομάζα

Γενικά, ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, σ' αυτήν περιλαμβάνονται:

- Οι φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως π.χ. τα αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από τις ενεργειακές καλλιέργειες (έτσι ονομάζονται τα φυτά που καλλιεργούνται ειδικά με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας) γεωργικών και δασικών ειδών, όπως π.χ. το σόργο το σακχαρούχο, το καλάμι, ο ευκάλυπτος κ.ά.,
- τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως π.χ. τα άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδοδέματα, κλαδιά δένδρων, φύκη, κτηνοτροφικά απόβλητα, οι κληματίδες κ.ά.,
- τα υποπροϊόντα που προέρχονται από τη μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών, όπως π.χ. τα ελαιοπυρηνόξυλα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, το πριονίδι κ.ά., καθώς και το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.

Η βιομάζα αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Κατ' αυτήν, η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών, χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα καθώς και νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος.



Εικόνα 1.1.5.1 βιομάζα

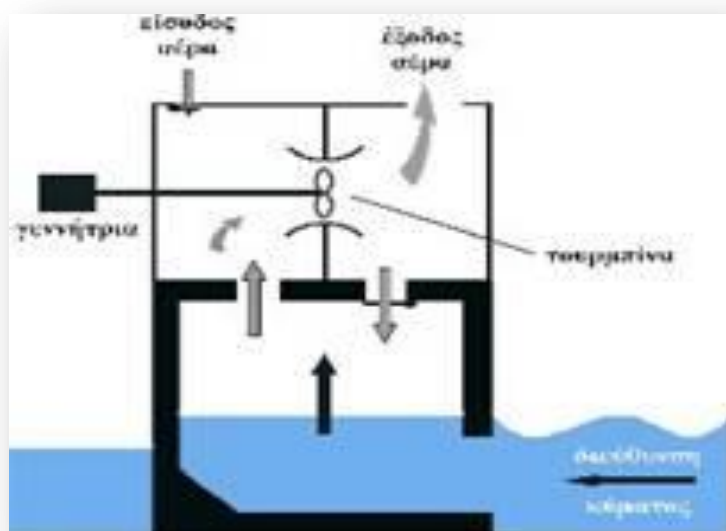
Από τη στιγμή που σχηματίζεται η βιομάζα, μπορεί πλέον κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας. Η βιομάζα αποτελεί μια σημαντική, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια, αντικαθιστώντας τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο κ.ά.). Η χρήση της βιομάζας ως πηγής ενέργειας δεν είναι νέα. Σ' αυτήν, εξάλλου, συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες που, μέχρι το τέλος του περασμένου αιώνα, κάλυπταν το 97% των ενεργειακών αναγκών της χώρας.

1.1.6 Ενέργεια κυμάτων – ωκεανών

Η θάλασσα καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της γης και είναι μια τεράστια αποθήκη κινητικής ενέργειας αποθηκευμένης στα κύματα, τις παλίρροιας και τα θαλάσσια ρεύματα. Οι ωκεανοί, ως φυσικοί αποταμιευτήρες μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια της θάλασσας:

- από τα κύματα

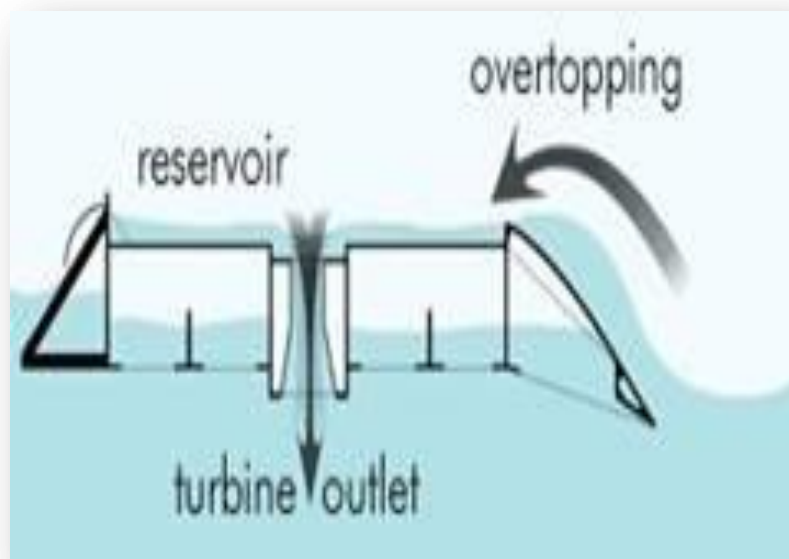
Η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει την τουρμπίνα, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πιάζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων



Εικόνα 1.1.6.1 ενέργεια από τα κύματα

- **τις παλίρροιες (μικρές και μεγάλες)**

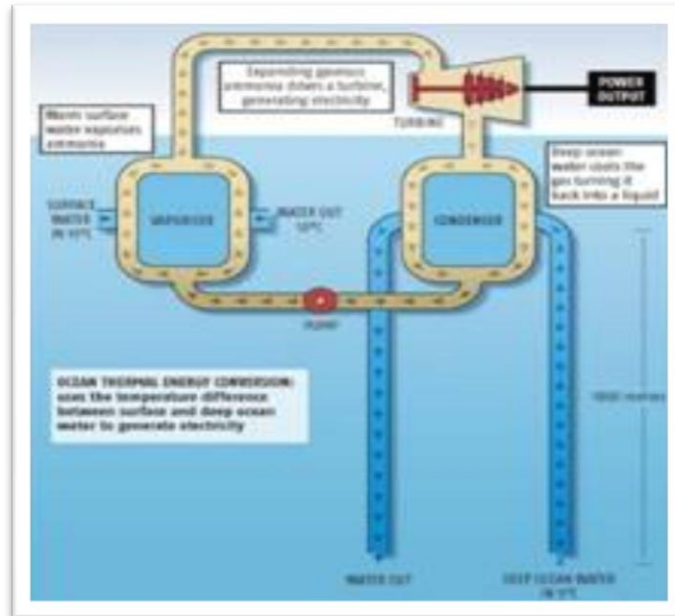
Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών.



Εικόνα 1.1.6.2 ενεργεια απο τις παλίρροιες

- **Από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού**

Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η τεχνολογία μετατροπής της ωκεάνιας θερμικής ενέργειας, χρησιμοποιεί σε πρώτη φάση το θερμό νερό για να ζεστάνει σε ειδικό θάλαμο μια ποσότητα υγρού που έχει χαμηλό σημείο βρασμού, όπως η αμμωνία ή ένα μείγμα αμμωνίας και νερού. Όταν το μείγμα αυτό βράσει, το αέριο που απελευθερώνεται δημιουργεί αρκετή πίεση ώστε να οδηγήσει έναν αεριοστρόβιλο ο οποίος παράγει την ενέργεια. Στη συνέχεια το αέριο αυτό παγώνει καθώς διέρχεται μέσα από το ψυχρό νερό του πυθμένα του ωκεανού.



Εικόνα 1.1.6.3 Από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού.

1.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Α.Π.Ε

1.2.1 Πλεονεκτήματα των ΑΠΕ

- ✓ Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
- ✓ Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- ✓ Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- ✓ Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.

- ✓ Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει πολύ μεγάλο χρόνο ζωής.

1.2.2 Μειονεκτήματα των ΑΠΕ

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

Κεφάλαιο 2.

Αιολική Ενέργεια και είδη ανεμογεννητριών

2.1 Εξέλιξη αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Όταν το 1500 μ.Χ εμφανίζονται οι πρώτοι ανεμόμυλοι στην Ευρώπη, προερχόμενοι από την Κίνα, οι άνθρωποι εκείνης της εποχής δεν θα μπορούσαν να πιστέψουν ότι η έμπνευσή τους, θα οδηγούσε στη λύση των ενεργειακών προβλημάτων της σημερινής εποχής.

Τον άνεμο χρησιμοποιούσαν και στην Ελλάδα στους ανεμόμυλους για να αλέσουν τα σιτηρά, τον άνεμο χρησιμοποιούν και οι ανεμογεννήτριες για να παράγουν ενέργεια.

Στην Ελλάδα η χρήση των ανεμόμυλων υπήρξε αρκετά εκτεταμένη, λόγω του πλούσιου αιολικού δυναμικού της χώρας. Αν και είχαν εμφανιστεί πολλούς αιώνες πριν.

Η ιστορία των σύγχρονων εμπορικών ανεμογεννητριών ξεκινά στις αρχές της δεκαετίας του '80, ως συνέπεια της πετρελαϊκής κρίσης της δεκαετίας του '70. Η ασφάλεια της ενεργειακής παροχής και η αειφορία, δημιούργησαν έντονο ενδιαφέρον για τις ΑΠΕ.

Στα μέσα της δεκαετίας του '80 η ελληνική ΔΕΗ ήταν στην ευρωπαϊκή πρωτοπορία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Εγιναν αιολικά πάρκα σε πολλά νησιά, ενώ το 1986 έγινε μια συμφωνία-πλαίσιο με την ΕΑΒ για την κατασκευή ελληνικών ανεμογεννητριών.

Και ξαφνικά η εξέλιξη σταμάτησε. Σήμερα πρωταθλητισμό στην αιολική ενέργεια κάνουν η Δανία, η Γερμανία, η Ισπανία, οι ΗΠΑ και αρκετές άλλες χώρες.

Για πολλά χρόνια οι επενδύσεις στην Ελλάδα έχουν μια στασιμότητα. Και αν σκεφτούμε ότι η χρήση μιας ανεμογεννήτριας των μόλις 600KW, σε κανονικές συνθήκες, αποτρέπει την αποβολή 1200 τόνων CO₂ ετησίως, που θα αποβάλλονταν στο περιβάλλον αν χρησιμοποιείτο άλλη πηγή για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως ο άνθρακας. Δεν έχει καμιά επιβάρυνση για το περιβάλλον και ο τρόπος παραγωγής έχει αδιαμφισβήτητη ασφάλεια.

Η αιολική ενέργεια είναι σήμερα η πιο φτηνή απ' όλες τις υπάρχουσες ήπιες μορφές και είναι ανεξάντλητη.

Σήμερα, ο σχετικός τομέας στη βιομηχανία προσφέρει 400.000 θέσεις εργασίας παγκοσμίως. Οι δημοσκοπήσεις σε ευρωπαϊκές χώρες, όπως Δανία, Γερμανία, Ολλανδία, Μ. Βρετανία έδειξαν ότι το 70% του πληθυσμού προτιμά την παραγωγή και χρήση αιολικής ενέργειας.

Ένα αιολικό πάρκο 50 MW αποτρέπει την έκλυση στην ατμόσφαιρα περίπου 2.300 τόνων το χρόνο διοξειδίου του θείου, 180 τόνων οξειδίων του αζώτου, 120 τόνων αιωρούμενων σωματιδίων και 128.000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα.

Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της. Στη χώρα μας, υπάρχει στόχος στην επόμενη δεκαετία πάνω από το 20% των αναγκών μας σε ενέργεια να καλύπτεται από τα αιολικά.

Στα νησιά του Αιγαίου, στην Κρήτη και στην Αν. Στερεά Ελλάδα οι μέσες ταχύτητες ανέμου είναι 6 - 7 m/sec, με αποτέλεσμα το κόστος της παραγόμενης ενέργειας να είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό, γι' αυτό παρατηρείται πληθώρα έργων εκμετάλλευσης στις περιοχές αυτές.

Στην Ελλάδα, αυτή την περίοδο παράγονται από αιολικά πάρκα πάνω από 1500 μεγαβάτ ενέργειας. Για να φτάσουμε το στόχο μας, θα πρέπει να διπλασιάσουμε την ισχύ και για να το πετύχουμε, θα πρέπει να δουλέψουν όλοι. Κράτος, επενδυτές, επιστήμονες και.... η κοινωνία.

2.2 Αιολικό δυναμικό στην Ελλάδα

Η Ελλάδα ως χώρα είναι ευλογημένη από άποψη ενεργειακών πηγών λόγω της αφθονίας του ήλιου ενώ ο αέρας είναι δυνατός, ειδικά στα νησιά, στα οποία είναι αρκετός ώστε να αναπτυχθούν αιολικά πάρκα, οικονομικώς βιώσιμα. Στα νησιά του Αιγαίου υφίστανται δυνατοί άνεμοι, των οποίων η ταχύτητα τους κυμαίνεται από 7-11m/s κατά μέσο όρο. Ακόμη, μετρήσεις έχουν δείξει, πως στα νησιά του Κεντρικού Αιγαίου η μέση ταχύτητα του ανέμου είναι μεγαλύτερη από τα 7m/s και σε τυπικά μέρη κυμαίνεται μεταξύ 8-10m/s και σε εξαιρετικές (υπερβολικές) περιπτώσεις φθάνει τα 12m/s.

Στα βόρεια και νότια νησιά του Αιγαίου η ταχύτητα του ανέμου κυμαίνεται στα 6m/s. Το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο συνολικό αιολικό δυναμικό στην Ελλάδα, όπως προκύπτει με βάση τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες και τους βασικούς περιορισμούς χωροθέτησης αιολικών πάρκων εκτιμάται σε 11000 MW για ταχύτητες ανέμου πάνω από 6 m/s [Ζερβός 1999]. Μέχρι το 2003 έχουν εγκατασταθεί στην Ελλάδα 37 MW από τη ΔΕΗ και 338 MW από άλλους φορείς. Στα Ελληνικά νησιά του Αιγαίου, στην Κρήτη και στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα (με επίκεντρο την Εύβοια) μέσες ταχύτητες ανέμου 6-7 μέτρων το δευτερόλεπτο, δεν είναι σπάνιο φαινόμενο. Αυτό σημαίνει ότι, σε περιοχές σαν αυτές, το κόστος της παραγόμενης ενέργειας είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό και υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για τις εφαρμογές της αιολικής ενέργειας. Έχουν επίσης σχεδιαστεί και κατασκευαστεί

Ελληνικές ανεμογεννήτριες από το ΕΜΠ, Εργαστήριο Αεροδυναμικής, για παράδειγμα, οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου και κάθετου άξονα, που έχουν εγκατασταθεί ή πρόκειται να εγκατασταθούν στην Σκύρο. Η συνολική ισχύς των ανεμογεννητριών των έργων που έχουν προταθεί και κάποια από αυτά έχουν ήδη εγκριθεί, στα πλαίσια εθνικών αναπτυξιακών προγραμμάτων (π.χ. ΕΠΕ-Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας, Υπουργείο Ανάπτυξης) και τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) είναι της τάξεως των 100 MW.

Από αυτά υπάρχει θετική γνωμοδότηση από τη ΡΑΕ για 10 έργα αιολικών πάρκων στο Νομό Αττικής συνολικής ισχύος 109 MW, 27 έργων για τη Ν. Εύβοια (387 MW), 8 έργων για την Άνδρο και 15 έργων στην Ηπειρωτική Ελλάδα (407MW), στην Κρήτη περίπου 45 MW κ.λ.π. Η πρώτη εγκατάσταση ανεμογεννήτριας στην Ελλάδα έγινε από τη ΔΕΗ το 1982 στη Κύθνο με ισχύ 100kw. Ήταν αποτέλεσμα της συνεργασίας Ελλάδος με τη Δυτική Γερμανία. Η εγκατάσταση αυτή ήταν πειραματική και λειτουργούσε παράλληλα με τον ηλεκτροπαραγωγικό σταθμό, ο οποίος λειτουργούσε με πετρέλαιο. Στη συνέχεια η ΔΕΗ δημιούργησε δύο άλλα αιολικά πάρκα, ένα στη Μύκονο(108kw, τεχνολογία της MICON) και ένα στην Κάρπαθο(175kw, τεχνολογία της ΗΜΖ). Χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές τεχνολογίες, επειδή η ΔΕΗ είχε την πρόθεση να μελετήσει ποια ήταν καταλληλότερη για μελλοντικά προγράμματα. Επίσης, εγκατέστησε ακόμη δύο αιολικές μονάδες.

Η πρώτη αφορούσε την εγκατάσταση αιολικών μηχανών James Howden ισχύος 400kw στην Μύκονο(η οποία είναι αποδεδειγμένα ένα εξαιρετικό σημείο για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων) μιας και η μέση ταχύτητα του ανέμου ανέρχεται στα 11m/s. Η δεύτερη αφορούσε την εγκατάσταση ανεμογεννητριών ισχύος 350kw κάθετου τύπου της εταιρείας SIEMENS στη νήσο Άνδρο, όπου η μέση ταχύτητα του ανέμου ανέρχεται στα 9m/s. Ωστόσο η μεγάλη ευκαιρία για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας δόθηκε με τη χρηματοδότηση HORS QUOTA από την ΕΟΚ , το οποίο αφορούσε την εγκατάσταση ανεμογεννητριών των 25,100 και των 24 και 55kw στο Αιγαίο. Το πρώτο ιδιωτικό αιολικό πάρκο λειτουργεί από το 1988 στην Κρήτη, ισχύος 10,2 MW (Κοινότητα Μετόχι Σητείας) καλύπτοντας τις ενεργειακές ανάγκες 10.000 νοικοκυριών. Ένα άλλο πάρκο 27,5 MW λειτουργεί από το 2000, με ετήσια παραγωγή 90 GWh, καλύπτοντας 5% των ετήσιων ηλεκτρικών αναγκών της Κρήτης. Σύμφωνα με τη ΡΑΕ, σε κάθε μη διασυνδεδεμένο νησί υπάρχει αυστηρός περιορισμός (περίπου 30% της μέγιστης ζήτησης του έτους) ως προς το συνολικό μέγεθος ισχύος των αιολικών που μπορούν να εγκατασταθούν. Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) ανέθεσε στην ΠΥΡΚΑΛ την κατασκευή δύο ανεμογεννητριών μεταβλητών στροφών με ονομαστική ισχύ 500kw η κάθε μία. Τόσο οι μηχανές όσο και τα πτερύγια είναι Ελληνικού σχεδιασμού και κατασκευής. Η έρευνα στον τομέα αυτό έγινε στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος του Υπουργείου Ανάπτυξης (ΕΠΕΤ Νο 573, πρόγραμμα ΕΚΒΑΝ). Οι μηχανές εγκαταστάθηκαν στην Αγία Μαρίνα Λαυρίου σε αιολικό πάρκο του ΚΑΠΕ, ισχύος 3 MW που κατασκευάστηκε στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας.

Η προοπτική διείσδυσης των ανεμογεννητριών στο Ελληνικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής είναι πολύ θετικές [Ζερβός 1999]. Προβλέπεται ότι είναι δυνατή η εγκατάσταση:

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

Το αιολικό δυναμικό όπως αναφέραμε παραπάνω είναι στα νησιά του Αιγαίου(ταχύτητες ανέμου 8-11m/sec) και Ανατολικής Πελοποννήσου (π.χ. στη Λακωνία 9m/sec), Εύβοιας (8-9 m/sec) και Ανατολικής Αττικής (6m/sec) είναι αρκετά ικανό για να επιτρέψει τη μεγαλύτερη διείσδυση των αιολικών για την παραγωγή ενέργειας. Το τεχνικά και οικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι διαθέσιμο στον ηλεκτρονικό Άτλαντα του ΚΑΠΕ στο διαδίκτυο (www.Cres.gr).

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

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

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

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

Μέχρι το τέλος του 2009 στην Ελλάδα είχαν εγκατασταθεί αιολικά πάρκα ισχύος 1087mw καταλαμβάνοντας την 17η θέση παγκοσμίως. Αιολικές μονάδες στην Ελλάδα έχουν εγκατασταθεί στον Έβρο, στην Κρήτη, στην Εύβοια, στη Λακωνία, στην Πάτρα και σε νησιά των Κυκλάδων όπως η Κύθνος, η Άνδρος, η Μύκονος κ.α. Δυστυχώς ο ακριβής θεωρητικός υπολογισμός του δυναμικού των Α/Γ επηρεάζεται από όλες εκείνες τις παραμέτρους που αναφέρθηκαν και οι οποίες πρέπει να είναι μετρημένες με ακρίβεια σε τοπικό επίπεδο κατά την διάρκεια του έτους (π.χ. γνώση με ακρίβεια της ταχύτητας του ανέμου σε ωριαία ή ημερήσια βάση). Μετά τον υπολογισμό του τεχνικά αξιοποιήσιμου αιολικού δυναμικού λαμβάνονται υπόψη κάποιες απώλειες της τάξεως του 10-15%. Αυτές οι απώλειες οφείλονται στην σκίαση των α/γ μεταξύ τους, σε επικαθήσεις σκόνης και αλάτων στα πτερύγια, στην διαθεσιμότητα του δικτύου, στις μικρές απώλειες μεταφοράς κλπ. Είναι πιθανό, λόγω των τοπικών ιδιοτήτων, να υπάρξει κάποια μικρή διαφορά ανάμεσα στα αποτελέσματα των υπολογισμών και στην πραγματικά παραγόμενη ενέργεια.

Η κύρια παράμετρος που καθορίζει το αιολικό δυναμικό είναι η κατανομή της ταχύτητας του ανέμου. Η μάρκα και ο τύπος της ανεμογεννήτριας της ίδιας ισχύος οδηγούν σε διαφορές της παραγόμενης Η/Ε το πολύ κατά ποσοστό 10%. Συγχρόνως, αν μορφολογία της περιοχής εγκατάστασης των α/γ είναι ήπια, τότε η ταχύτητα αυξάνεται ελάχιστα με το ύψος. Ένας επιπλέον παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η διακύμανση της ζήτησης Η/Ε. Σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να παράγεται περισσότερη Η/Ε από την απαιτούμενη οπότε η πλεονάζουσα θα πρέπει να αποθηκεύεται σε κάποιες άλλες εγκαταστάσεις ή να αξιοποιείται με κάποιον τρόπο (π.χ. αφαλάτωση νερού) ή να γειώνεται. Έτσι, επιβάλλεται να συγκρίνουμε την

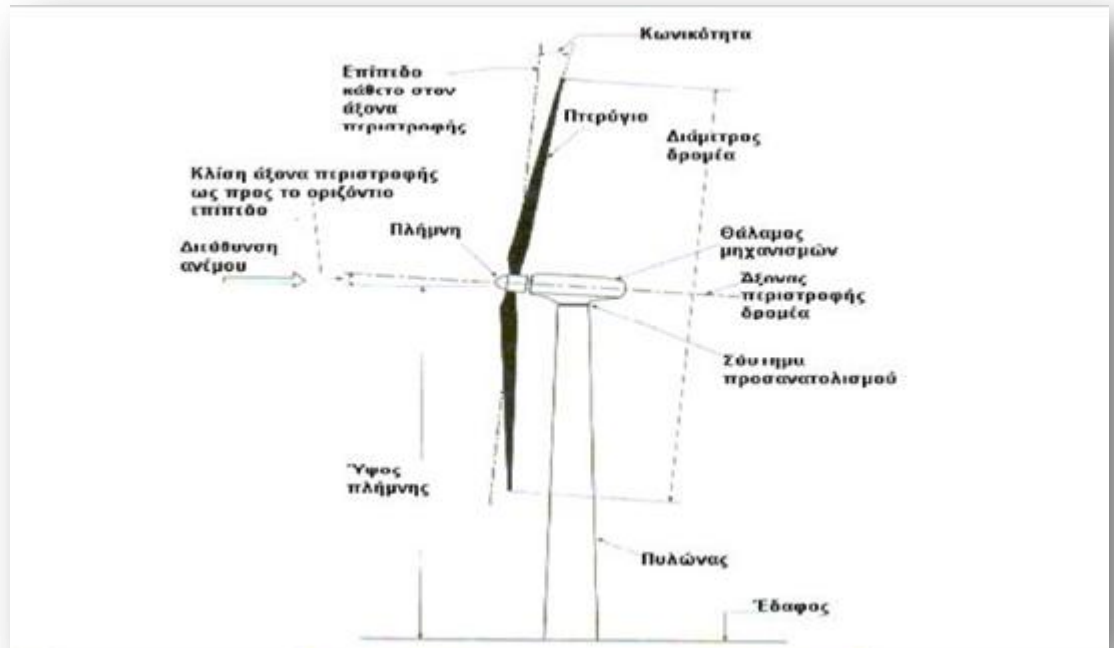
ζήτηση Η/Ε κάθε χρονικής περιόδου κατά την διάρκεια του χρόνου με την προβλεπόμενη παραγωγή. Με αυτή την σύγκριση ελέγχουμε κατά πόσο συμπίπτει η παραγωγή με την ζήτηση. Σύμφωνα με τον νόμο 2244/94, το ανώτερο όριο παραγωγής Η/Ε με χρήση ΑΠΕ σε ένα αυτόνομο δίκτυο είναι ίσο με 30% του μέγιστου φορτίου του. Αυτός ο νόμος θεσπίστηκε με σκοπό την προστασία της ευστάθειας του δικτύου από τις διακυμάνσεις ισχύος των α/γ λόγω της μεταβολής της ταχύτητας των ανέμων. Συγχρόνως ο ίδιος ο νόμος περιορίζει τον ανταγωνισμό έναντι της ΔΕΗ (μέχρι τις αρχές του 2001) από ιδιωτικές επιχειρήσεις που ενδιαφέρονται να παράγουν Η/Ε με αξιοποίηση ΑΠΕ Η ζήτηση Η/Ε το καλοκαίρι είναι γενικά αυξημένη στα νησιά (λόγω του τουρισμού και των συνηθειών), ενώ συγχρόνως πνέουν ιδιαίτερα ισχυροί άνεμοι. Έτσι, η εποχιακή διακύμανση της παραγόμενης ισχύος συμπίπτει σημαντικά με την διακύμανση της ζήτησης.

Η εγκατάσταση α/γ δεν μπορεί να οδηγήσει σε ολοκληρωτική διείσδυση των ΑΠΕ στην παραγωγή Η/Ε. Αν έχουμε εξαντλήσει το 30% διείσδυσης που επιτρέπει ο νόμος τότε πιθανόν κάποια χρονικά διαστήματα ένα τμήμα των Α/Π θα είναι εκτός λειτουργίας γιατί θα υπερκαλύπτεται η ζήτηση, οπότε λόγω της μεταβολής της ζήτησης δεν είναι σκόπιμη ούτε εφικτή η κατασκευή Α/Π πάνω από μια ορισμένη ισχύ. Επιπρόσθετα, σε μικρότερα συστήματα, όπως είναι τα νησιωτικά, προκύπτουν και προβλήματα σταθερότητας και ασφαλείας του δικτύου.

2.3 Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα

Οι ΑΓ οριζόντιου άξονα έχουν τον άξονά τους παράλληλο προς την επιφάνεια της γης και συνήθως παράλληλο και με τη διεύθυνση του ανέμου, αν και όπως είπαμε και παραπάνω, μπορεί να είναι και κάθετη προς τη διεύθυνση του ανέμου. Επίσης, οι ΑΓ μπορούν να έχουν περισσότερο από ένα πτερύγια, ενώ η πτερωτή τους μπορεί να τοποθετηθεί είτε σε προσήνεμη διάταξη, δηλαδή μπροστά από τον πύργο στήριξης, είτε σε υπήνεμη διάταξη, δηλαδή πίσω από τον πύργο στήριξης σε σχέση με τη διεύθυνση του ανέμου. Ανάμεσα στις ΑΓ οριζόντιου άξονα συγκαταλέγονται οι κλασσικοί παραδοσιακοί ανεμόμυλοι καθώς και οι αργές μηχανές πολλών πτερυγίων αμερικάνικου τύπου, οι οποίες λόγω των περιορισμένων διαστάσεών τους και της χαμηλής περιφερειακής τους ταχύτητας έχουν εγκαταλειφθεί σήμερα, αν και εμφανίζουν σχετικά μεγάλες ροπές λειτουργίας. Στο παρελθόν κατασκευάστηκαν σε βιομηχανική κλίμακα αντίστοιχες μηχανές και βρήκαν ευρεία εφαρμογή για την άντληση νερού και άλλες γεωργικές χρήσεις.

Από την άλλη πλευρά στην κατηγορία των αιολικών μηχανών οριζόντιου άξονα περιλαμβάνονται και οι ΑΓ που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο σήμερα και οι οποίες ονομάζονται ΑΓ τύπου έλικας.



Εικόνα 2.3.1 Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα

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 σε αυτή της έλικας ελικοπτέρων. Ένα από τα βασικά τους χαρακτηριστικά είναι ο μεγάλος αεροδυναμικός βαθμός απόδοσής τους, αλλά και η βέλτιστη λειτουργία τους σε μεγάλες τιμές της παραμέτρου περιστροφής, με αποτέλεσμα την αρκετά μεγάλη ταχύτητα προσβολής των πτερυγίων από τον άνεμο. Οι πρώτοι δρομείς που κατασκευάστηκαν είχαν πλατιά πτερύγια, ενώ σήμερα κατασκευάζονται μηχανές με αρκετά λεπτά πτερύγια. Στις μηχανές τύπου έλικας γίνεται ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής της πτερωτής και για λόγους προστασίας της σε περιπτώσεις πολύ ισχυρών ανέμων, είτε με τη χρήση ειδικών αεροδυναμικών βοηθημάτων στην άκρη των πτερυγίων είτε με τη στροφή της πτερωτής υπό γωνία σε σχέση με τη διεύθυνση του ανέμου. Η αιολική ισχύς από την πτερωτή μεταφέρεται είτε μέσω συστήματος μετάδοσης κίνησης στη βάση του πύργου στήριξης, είτε από τον άξονα της πτερυγώσης στην ηλεκτρική γεννήτρια, που βρίσκεται συνήθως και αυτή στον πύργο στήριξης. Οι μηχανές οριζοντίου άξονα συνεχίζουν να αναπτύσσονται σήμερα, ενώ έχουν κατασκευαστεί ή κατασκευάζονται μονάδες με ισχύ, που κυμαίνεται από μερικές εκατοντάδες Watt έως και αρκετά MW.

2.4 Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα

Οι 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.

Οι μηχανές τύπου Darrieus αποτελούν έναν από τους πλέον διαδεδομένους τύπους ανεμοκινητήρων στη διεθνή αγορά.



Εικόνα 2.4.1 Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα

Οι ΑΓ κατακόρυφου άξονα περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα κάθετο τόσο στη διεύθυνση του ανέμου, όσο και στο έδαφος. Οι αιολικές μηχανές του τύπου αυτού έχουν καλή αεροδυναμική απόδοση, ανεξαρτησία ως προς τη διεύθυνση του ανέμου, χαμηλό κόστος κατασκευής και σχετικά απλά συστήματα ελέγχου. Υπάρχει αρκετή ποικιλία δρομέων κατακόρυφου άξονα, όμως ο δρομέας τύπου Darrieus είναι ο περισσότερο εξελιγμένος και ως εκ τούτου και ο περισσότερο διαδεδομένος. Με τη χρήση μηχανών του τύπου αυτού δίνεται η δυνατότητα να κατασκευαστούν μηχανές με ονομαστική ισχύ της τάξεως του ενός MW. Ένα άλλο πλεονέκτημα των μηχανών κατακόρυφου άξονα είναι ότι οι μηχανισμοί και η γεννήτρια βρίσκονται κατά κανόνα

στο έδαφος, με αποτέλεσμα να απαιτείται ελαφρότερος πυλώνας και να διευκολύνεται η λειτουργία και η συντήρηση του όλου συστήματος.

Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές σε σύγκριση με το αντίστοιχο σύστημα των μηχανών οριζοντίου άξονα, ακτός από το γεγονός ότι τα εξαρτήματα είναι τοποθετημένα κατακορύφως. Ο δρομέας στηρίζεται σε κατάλληλο έδρανο στη βάση του, το οποίο ακόμα και σε σταθερή ταχύτητα ανέμου καταπονείται από εναλλασσόμενα φορτία. Επίσης η μηχανή διατηρείται σε κατακόρυφη θέση με τη βοήθεια ανταντήρων, οι οποίοι συνδέουν την κορυφή του άξονα της μηχανής με το έδαφος.

Τέλος οι ΑΓ τύπου Darrieus έχουν ιδιαίτερα υψηλές ταχύτητες εκκίνησης και για μεγάλα συστήματα χρησιμοποιείται βοηθητικός κινητήρας για την εκκίνηση. Επιπλέον οι μηχανές του τύπου αυτού παρέχουν τελικά χαμηλότερο μέσο ετήσιο συντελεστή ισχύος. Συνοπτικά είναι αποδεκτό ότι οι ΑΓ κατακορύφου άξονα τύπου Darrieus θεωρούνται συγκρίσιμες σε οικονομικοτεχνική ελκυστικότητα με τις πλέον σύγχρονες ΑΓ οριζοντίου άξονα. Αντίστοιχα οι ΑΓ τύπου Savonius παρουσιάζουν χαμηλό συντελεστή ισχύος, μικρή ακραία περιφερειακή ταχύτητα, περιορισμένο μέγεθος αλλά και εξαιρετική απλότητα και οικονομικότητα κατασκευής.

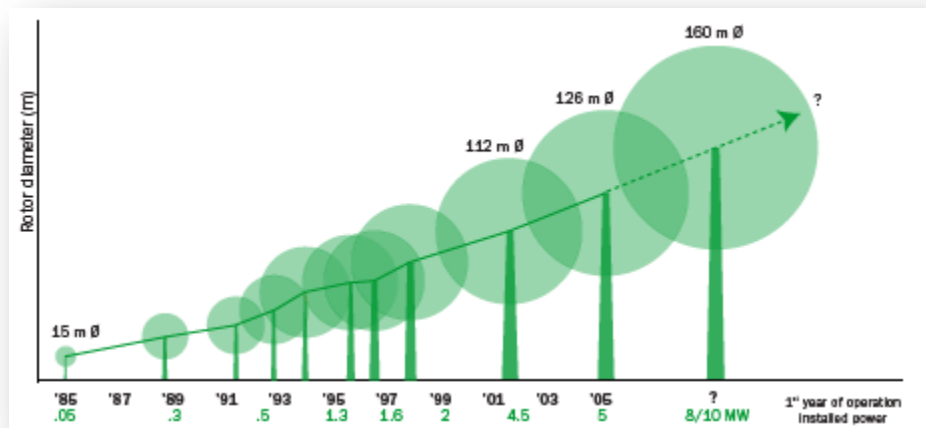
2.5 Κόστος και απόσβεση επένδυσεις ανεμογεννητριών

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

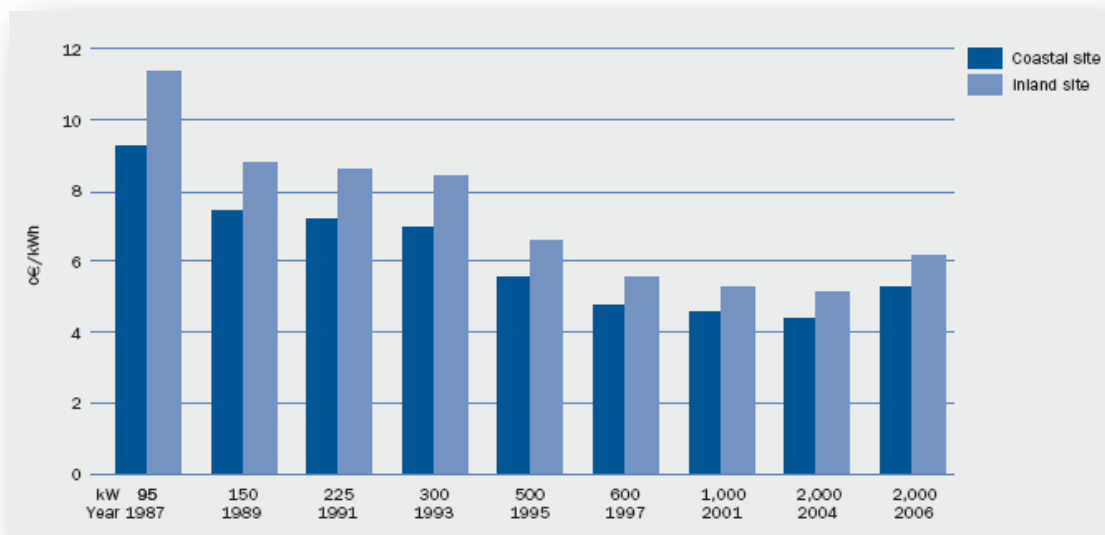
- Το μέγεθος της παραγωγής που καλείται να καλύψει.
- Η επιλογή του κατάλληλου τύπου ανεμογεννήτριας κυρίως βάση του συνολικού παραγόμενου φορτίου.
- Η επιλογή της μορφολογίας της περιοχής εγκατάστασης βάση του αιολικού δυναμικού που θέλει να εκμεταλλευτεί.
- Η επιλογή του είδους του αιολικού πάρκου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

Αιολικό πάρκο ήδη έχουμε ορίσει ότι είναι σύνολο ανεμογεννητριών. Βάση των ανωτέρω αποφάσεων θα αποφασιστεί τόσο το είδος όσο και το μέγεθος – αριθμός ανεμογεννητριών που θα χρειαστούν. Όπως είναι κατανοητό γενικευμένη προσέγγιση κόστους δεν μπορεί να γίνει εφόσον π.χ. το θαλάσσιο πάρκο έχει διπλάσιο κόστος από το ηπειρωτικό. Ενώ π.χ. το κόστος μιας ανεμογεννήτριας αυξάνεται καθώς

αυξάνεται το πλήθος των περυγίων της ή καθώς έχει την δυνατότητα να στρέφεται υπό γωνία και κυρίως καθώς αυξάνεται η ονομαστική παραγόμενη ισχύς της. Ένα χαρακτηριστικό μέγεθος ανεμογεννήτριας ηπειρωτικού πάρκου με ονομαστική ισχύ στα 1 MW κοστολογείται ως αγορά και εγκατάσταση στο 1 εκατομμύριο ευρώ. Σαφέστατα ωστόσο με την πάροδο των χρόνων το κόστος των ανεμογεννητριών παραμένει σχετικά σταθερό καθώς βελτιώνεται τόσο η απόδοση αυτών όσο και η ποιότητα των τελευταίων. Παρακάτω ακολουθεί ένα διάγραμμα που δείχνει την εξέλιξη των χρησιμοποιούμενων ανεμογεννητριών με την πάροδο του χρόνου αλλά και το κόστος εγκατάστασης αυτών.



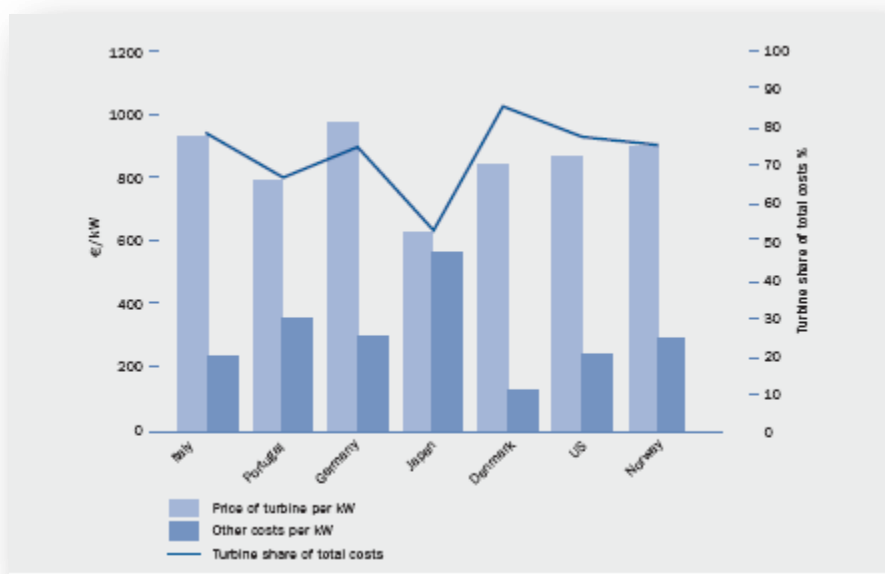
Σχήμα 2.5.1 Χρονική Μεταβολή μεγέθους Ανεμογεννητριών



Διάγραμμα 2.5.2 Χρονική Μεταβολή Κόστους Παραγόμενης Ενέργειας

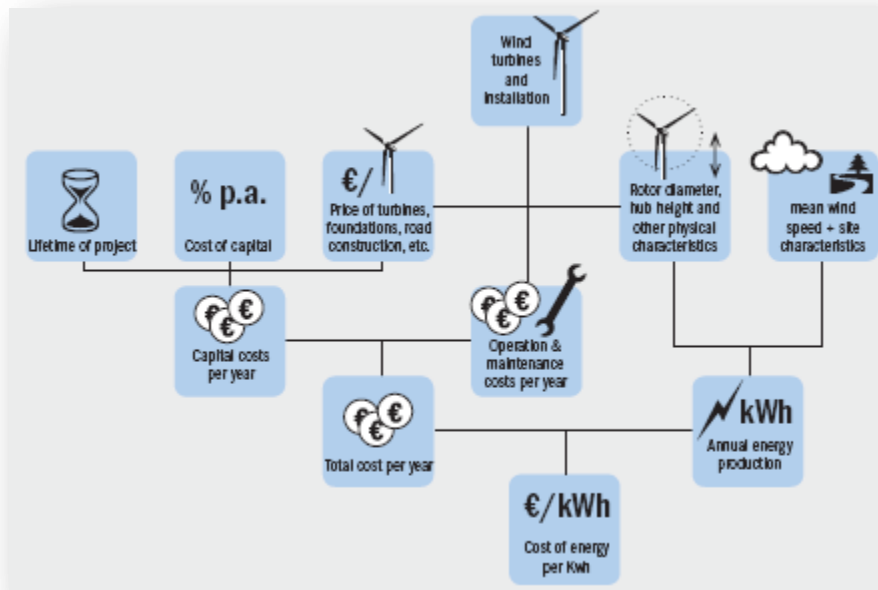
Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ξεκάθαρα ότι με το πέρασμα του χρόνου το κόστος παραγόμενης ενέργειας μειώνεται αισθητά, ενώ η εγκατάσταση σε παραθαλάσσιο μέρος σταθερά έχει μικρότερο κόστος από ότι σε ηπειρωτικό χώρο.

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



Διάγραμμα 2.5.3 Κόστος Ανεμογεννητριών ανά χώρα

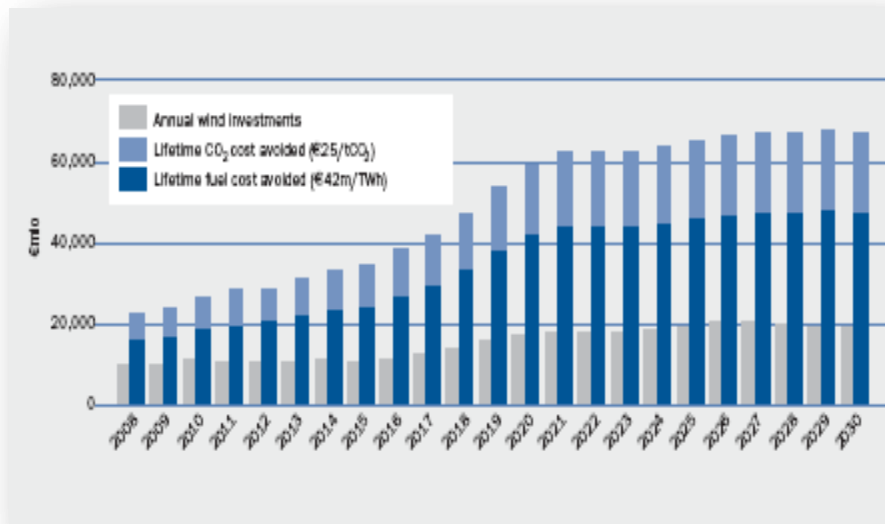
Παρατηρείται η αναλογία κόστους αγοράς εξοπλισμού και εγκατάστασης. Όπως είναι φανερό στην Ιαπωνία το κόστος εγκατάστασης είναι σαφέστατα πιο υψηλό σε σχέση με την πεδινή και μη σεισμογενή Γερμανία. Αντίστοιχα, παρατηρούμε ότι το κόστος του εξοπλισμού στην Ε.Ε. και στην Αμερική είναι περίπου το ίδιο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



Σχήμα 2.5.4 Συνολικό Κόστος Επένδυσης

Παρατίθεται το παραπάνω σχήμα όπως βρέθηκε διότι θεωρήθηκε ότι οι σχηματικές απεικονίσεις βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση του. Φαίνεται λοιπόν ότι το συνολικό κόστος ενέργειας προσδιορίζεται από τρεις κατά κύριο λόγο παράγοντες. Ο πρώτος είναι το κόστος κεφαλαίου, το κόστος υλοποίησης του επενδυτικού σχεδίου και ο χρόνος λειτουργίας αυτού. Ο δεύτερος είναι η επιλογή του μέρους και του είδους της ανεμογεννήτριας που θα καθορίσουν και την παραγόμενη ενέργεια. Και το τρίτο το κόστος συντήρησης. Όλα αυτά τα κόστη συνυπολογίζονται και προσδιορίζουν το κόστος της παραγόμενης ενέργειας ανά kWh.

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



Διάγραμμα 2.5.5 Κόστος Επένδυσης σε σχέση με κόστος που αποφεύγεται με την πάροδο του χρόνου

2.6 Τρόπος λειτουργίας ανεμογεννητριών

Οι ανεμογεννήτριες (A/ Γ) μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η ισχύς P_{air} μιας αέριας δέσμης είναι ίση με:

$$P_{air} = 1/2 * \rho * A * V^3$$

όπου:

ρ : πυκνότητα αέρα

A: επιφάνεια (για μια ανεμογεννήτρια αντιστοιχεί στην επιφάνεια σάρωσης των πτερυγίων της)

V: ταχύτητα του ανέμου

Η τιμή της πυκνότητας ρ του αέρα εξαρτάται από την ατμοσφαιρική πίεση P και την (απόλυτη) θερμοκρασία T του μέρους που θέλουμε να μελετήσουμε σύμφωνα με το νόμο των ιδανικών αερίων:

$$\rho = P/R * T$$

όπου R είναι η παγκόσμια σταθερά των αερίων

Προσήνεμη και υπήνεμη διάταξη Α/Γ οριζόντιου άξονα

Η κατηγοριοποίηση αυτή των Α /Γ οριζόντιου άξονα σχετίζεται με τη θέση των πτερυγίων σε σχέση με τον πυλώνα. Υπάρχουν δύο κατηγορίες διατάξεων:

- Προσήνεμη διάταξη: Όταν η Α /Γ λειτουργεί ο άνεμος συναντάει πρώτα τα πτερύγια και μετά τον πυλώνα. Οι Α / Γ αυτές αποτελούν την πλειονότητα των Α /Γ που κυκλοφορούν στην αγορά
- Υπήνεμη διάταξη: Όταν η Α /Γ λειτουργεί ο άνεμος συναντάει πρώτα τον πυλώνα και μετά τα πτερύγια. Οι Α / Γ αυτές αποτελούν την πλειονότητα των Α /Γ που κυκλοφορούν στην αγορά

Συστήματα Α/Γ

- Μηχανικό σύστημα: Περιλαμβάνει τον ανεμοκινητήρα (σύστημα μετατροπής της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε μηχανική). Κύρια μέρη του συστήματος είναι η έλικα με το σύστημα ελέγχου του βήματός της (αν υπάρχει). Συνήθως μεταξύ του ανεμοκινητήρα και της γεννήτριας μεσολαβεί ένας πολλαπλασιαστής στροφών (κιβώτιο ταχυτήτων)
- Ηλεκτρικό σύστημα: Περιλαμβάνει τη γεννήτρια και ενδεχομένως ένα μετατροπέα ισχύος (π.χ., AC/DC/AC), που παρεμβάλλεται μεταξύ της γεννήτριας και του φορτίου
- Σύστημα ελέγχου Α/Γ: Προσαρμόζει τη λειτουργία της προς της εκάστοτε συνθήκες ανέμου, επιτηρεί την ασφάλεια και μεγιστοποιεί την απόδοσή της

Συντελεστής ισχύος ανεμογεννήτριας

Στην πραγματικότητα η Α/Γ εκμεταλλεύεται ένα ποσοστό από την ισχύ του αέρα. Το ποσοστό αυτό καθορίζεται από τον συντελεστή ισχύος C_p της Α/ Γ, ο οποίος αποτελεί στην ουσία τον αεροδυναμικό βαθμό της πτερωτής. Ακόμα και για μια ιδανική πτερωτή, ο συντελεστής ισχύος δεν μπορεί να υπερβεί το όριο του Betz (59,3%), δηλαδή: $C_p \leq (16/27) = 0,593$.

Η ισχύς $P_{Α/Γ}$ που αποδίδει η Α/Γ είναι τελικά:

$$P_{Α/Γ} = 1/2 * C_p * \rho * A * V^3 * \eta_{Η/Μ}$$

όπου $\eta_{Η/Μ}$ είναι ο ηλεκτρικός και μηχανικός βαθμός απόδοσης της Α/ Γ

Λόγος ταχύτητας ακροπτερυγίου λ

- Για μια δοσμένη ταχύτητα ανέμου, η απόδοση της πτερωτής είναι συνάρτηση της ταχύτητας περιστροφής της πτερωτής
- Αν η πτερωτή περιστρέφεται πολύ αργά, η απόδοση μειώνεται σημαντικά, επειδή τα πτερύγια της Α/Γ αφήνουν πάρα πολύ μεγάλη ποσότητα αέρα να περάσει ανεπηρέαστη
- Αν η πτερωτή περιστρέφεται πολύ γρήγορα, η απόδοση μειώνεται καθώς ο στροβιλισμός που προκαλείται από ένα πτερύγιο επηρεάζει αυξητικά το επόμενο πτερύγιο
- Ο συνήθης τρόπος παρουσίασης της απόδοσης της πτερωτής είναι να την εκφράσουμε ως συνάρτηση του (αδιάστατου) λόγου της ταχύτητας ακροπτερυγίου του δρομέα λ , η οποία ορίζεται ως:

$$\lambda = \omega * R / V$$

όπου R η ακτίνα της πτερωτής, V η ταχύτητα του ανέμου, και ω η γωνιακή ταχύτητα

Ωφέλιμη αιολική ισχύς

Εκτός από τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, υπάρχουν και άλλοι περιορισμοί που μειώνουν σημαντικά το πραγματικά αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό μιας περιοχής από μία Α/Γ:

- Για μικρές ταχύτητες ανέμου η ανεμογεννήτρια δεν περιστρέφεται επειδή οι απώλειες κενού φορτίου (τριβές στον άξονα, μειωτήρα, κλπ) είναι μεγαλύτερες από την παραγόμενη ισχύ της μηχανής. Η ταχύτητα στην οποία αρχίζει η λειτουργία της Α/Γ ονομάζεται ταχύτητα έναρξης λειτουργίας V_{in} (τυπικές τιμές V_{in} : 2 ÷ 5 m/sec).
- Από μια τιμή της ταχύτητας του ανέμου και μετά η ωφέλιμη ισχύς της Α/Γ παραμένει για λειτουργικούς λόγους περίπου σταθερή, με αποτέλεσμα να χάνεται ένα σημαντικό μέρος της ενέργειας του ανέμου ιδιαίτερα σε υψηλές ταχύτητες. Η μικρότερη ταχύτητα του ανέμου στην οποία έχουμε ονομαστική ισχύ της μηχανής ονομάζεται ονομαστική ταχύτητα λειτουργίας V_R (συνήθως $V_R=10 \div 15$ m/sec).
- Λόγοι ασφάλειας της εγκατάστασης επιβάλλουν τη διακοπή λειτουργίας της μηχανής σε πολύ υψηλές ταχύτητες ανέμου. Η ταχύτητα διακοπής λειτουργίας V_{out} κυμαίνεται μεταξύ 20 m/sec και 25 m/sec.

2.7 Συμπεράσματα

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

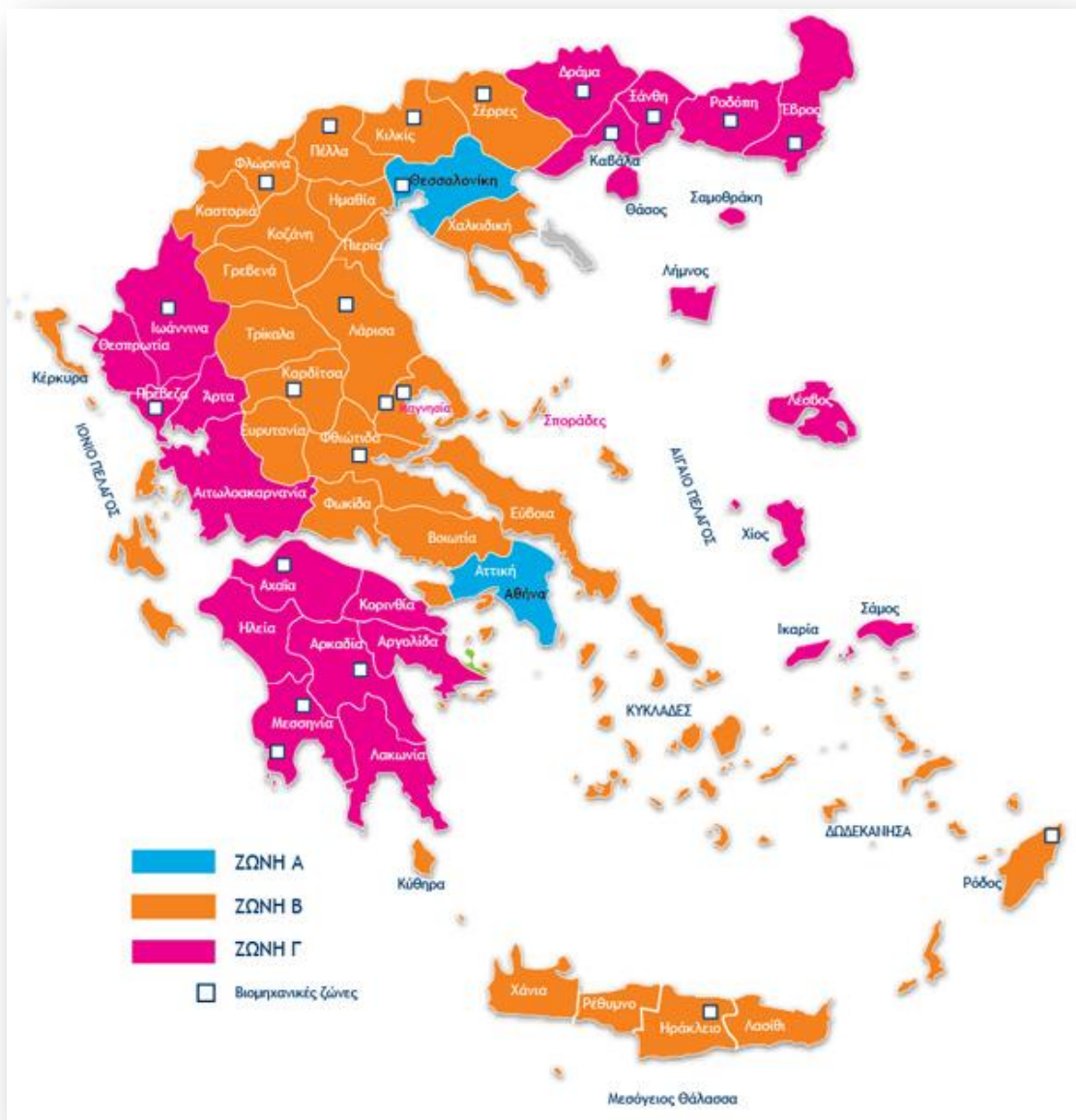
- Την μείωση της χρησιμοποιούμενης ενέργειας από συμβατές πηγές κατά 20%.
- Την χρήση βιοκαυσίμων σε ποσοστό 10%.
- Και τη χρήση ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας κατά 18%.

σήμερα η Ελλάδα έχει την 10η θέση συνολικής εγκατεστημένης ισχύς στην Ε.Ε. και είναι η 12η χώρα σε ελκυστικότητα πραγματοποίησης επενδύσεων ΑΠΕ. Και αυτό διότι παρουσιάζει τα κατωτέρω επενδυτικά πλεονεκτήματα:

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

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

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



Χάρτης 2.7.1: Επενδυτικός Χάρτης της Ελλάδος

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

- Η ατελείωτη γραφειοκρατία και το πλήθος των αδειών που απαιτούνται για την ολοκλήρωση ενός έργου. Οι διαδικασίες είναι συριακές, δηλαδή η μία προϋποθέτει την ολοκλήρωση κάποιας άλλης, ενώ θα μπορούσαν να είναι παράλληλες. Η καθυστέρηση μίας απόφασης καθυστερεί την όλη διαδικασία και αυτό είναι συχνό φαινόμενο καθώς οι περισσότερες σχετικές κρατικές υπηρεσίες είναι υποστελεχομένες
- Η έλλειψη του Ειδικού Χωροταξικού για τις ΑΠΕ η καθυστέρηση του οποίου καθυστερεί τις αποφάσεις του Συμβουλίου της επικρατείας και την σχετική ολοκλήρωση των έργων που έχουν παραπεμφθεί εκεί.
- Η καθυστέρηση ολοκλήρωσης των έργων της ΜΑΣΜ που περιορίζει την δυνατότητα διασύνδεσης με το δίκτυο αρκετών έργων κυρίως στην πλούσια σε αιολικό δυναμικό Εύβοια.
- Και τέλος η τοπική κοινωνία, η οποία κυρίως λόγω έλλειψης πληροφόρησης οδηγείτε σε λάθος συμπεράσματα για την επίπτωση των ανεμογεννητριών στο περιβάλλον.

Εάν ολοκληρωθεί παρόλα αυτά ο εθνικός στόχος τότε θα έχουν εγκατασταθεί περίπου 5000 ανεμογεννήτριες σε χώρο μόλις 75000 στρεμμάτων (την ώρα που από τις πυρκαγιές κάηκαν 3 εκατομμύρια στρέμματα δάσους και τα λιγνιτωρυχεία χρησιμοποιούν ούτε λίγο ούτε πολύ 121.000 στρέμματα). Η μείωση των παραγόμενων ρύπων CO2 ανέλθει στα 21.5 εκατομμύρια τόνους και η μείωση χρήσης πετρελαίου στους 375.000.

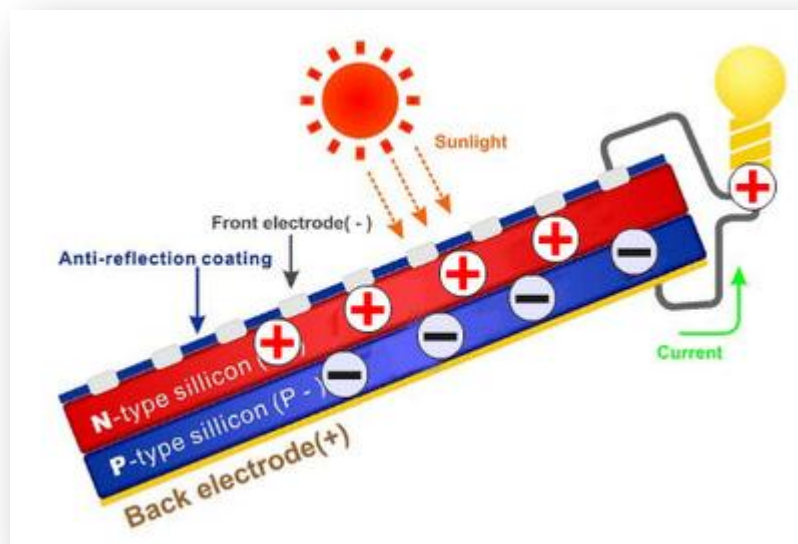
Κατά συνέπεια και σε συμφωνία με όσα αναφέρθηκαν οι ΑΠΕ και ιδιαίτερα η Αιολική Ενέργεια που αποτελεί την πιο ανθούσα πηγή εκμετάλλευσης εξ αυτών αποτελεί μια εξαιρετική περίπτωση επένδυσης, μια πολύ καλή προοπτική για την χώρα και ίσως το μονόδρομο προς ενεργειακή ανεξάρτηση ή καλύτερα ενεργειακή κάλυψη.

Κεφάλαιο 3

Φ/Β Ενέργεια

3.1 Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Το ηλιακό φως είναι ουσιαστικά μικρά πακέτα ενέργειας που λέγονται φωτόνια. Τα φωτόνια περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Το γαλάζιο χρώμα ή το υπεριώδες π.χ. έχουν περισσότερη ενέργεια από το κόκκινο ή το υπέρυθρο. Όταν λοιπόν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο (που είναι ουσιαστικά ένας “ημιαγωγός”), άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό. Αυτά τα τελευταία φωτόνια είναι που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Τα φωτόνια αυτά αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού να μετακινηθούν σε άλλη θέση και ως γνωστόν ο ηλεκτρισμός δεν είναι τίποτε άλλο παρά κίνηση ηλεκτρονίων. Εάν συνδέσουμε στις πλευρές του δύο ακροδέκτες και κλείσουμε το κύκλωμα, θα έχουμε την διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος.



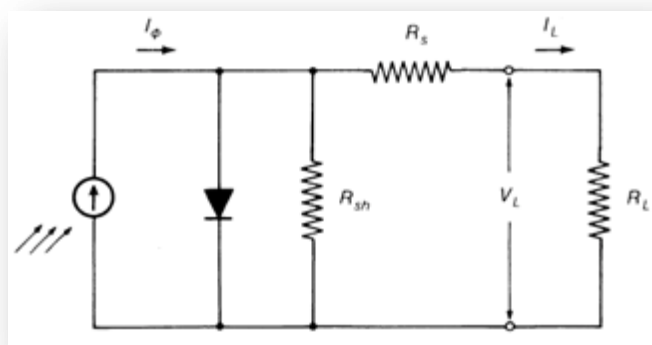
Εικόνα 3.1.1 Δημιουργία της επαφής (του ηλεκτρικού πεδίου)

Εάν φέρουμε σε επαφή δύο κομμάτια πυριτίου τύπου n και τύπου p το ένα απέναντι από το άλλο δημιουργείται μια διόδος η αλλιώς ένα ηλεκτρικό πεδίο στην επαφή των δύο υλικών το οποίο επιτρέπει την κίνηση ηλεκτρονίων προς μια κατεύθυνση μόνο.

Τα επιπλέον ηλεκτρόνια της επαφής n έλκονται από τις «οπές» τις επαφής p. Αυτό το ζευγάρι των δύο υλικών είναι το δομικό στοιχείο του φωτοβολταϊκού κελιού και η βάση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.

Η ηλιακή ακτινοβολία έρχεται με την μορφή πακέτων ενέργειας ή φωτονίων. Τα φωτόνια όταν προσπίπτουν σε μια διάταξη φ/β κελιού περνούν αδιατάραχτα την επαφή τύπου n και χτυπούν τα άτομα της περιοχής τύπου p. Τα ηλεκτρόνια της περιοχής τύπου p αρχίζουν και κινούνται μεταξύ των οπών ώσπου τελικά φτάνουν στην περιοχή της διόδου όπου και έλκονται πλέον από το θετικό πεδίο της εκεί περιοχής. Αφού ξεπεράσουν το ενεργειακό χάσμα αυτής της περιοχής μετά είναι αδύνατον να επιστρέψουν. Στο κομμάτι της επαφής n πλέον έχουμε μια περίσσεια ηλεκτρονίων που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε. Αυτή η περίσσεια των ηλεκτρονίων μπορεί να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα εάν τοποθετήσουμε μια διάταξη όπως ένας μεταλλικός αγωγός στο πάνω μέρος της επαφής n και στο κάτω της επαφής p και ένα φορτίο ενδιάμεσα με τέτοιο τρόπο ώστε να κλείσει ένας αγωγίμος δρόμος για το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται. Αυτή είναι απλοποιημένα η γενική αρχή λειτουργίας του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

3.2 Χαρακτηριστικά των Φ/Β στοιχείων



Εικόνα 3.2.1: Ισοδύναμο ηλεκτρικό κύκλωμα ενός φ/β στοιχείου. Περιλαμβάνονται η αντίσταση σειράς R_s και η παράλληλη αντίσταση R_{sh}

Παρατηρούμε ότι το φ/β στοιχείο αποτελεί μια πηγή ρεύματος που ελέγχεται από μια διόδο. Το ισοδύναμο κύκλωμα περιέχει ακόμα την αντίσταση σειράς R_s , η οποία εμποδίζει την κίνηση των φορέων μέσα στον ημιαγωγό και την παράλληλη

αντίσταση R_{sh} , η οποία εμφανίζεται λόγω διαρροών ρεύματος κάνοντας των αντίσταση διαμέσου της διόδου μη άπειρη.

Το παραγόμενο φωτορεύμα από το στοιχείο δίνεται από τη σχέση:

$$I_{\phi} = I_0 \left[\exp \left(\frac{eV}{\gamma kT} \right) - 1 \right] \quad [3.2.2]$$

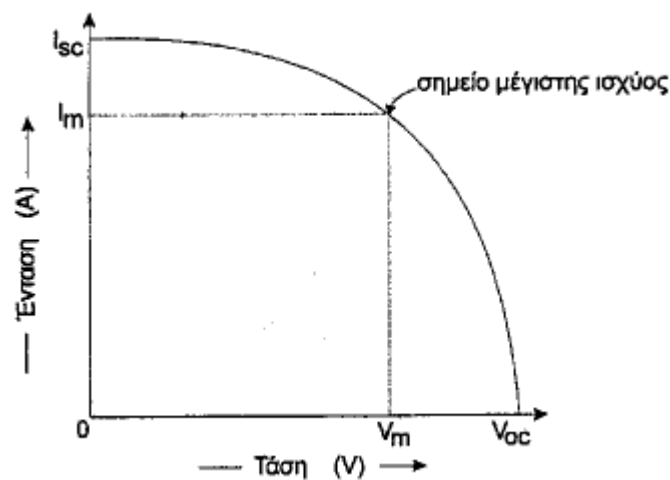
Όπου:

I_0 το ανάστροφο ρεύμα κόρου, V η τάση που δημιουργείται στα άκρα της διόδου, γ ο συντελεστής ποιότητας της διόδου (μεταξύ 1 και 2), k η σταθερά Boltzmann, T η απόλυτη θερμοκρασία.

Ενώ, με ανάλυση του ισοδύναμου κυκλώματος, το ρεύμα που καταλήγει τελικά στο φορτίο υπολογίζεται:

$$I_L = \frac{I_{\phi} - I_0 \left[\exp \left(\frac{e(V_L - I_L R_S)}{\gamma kT} \right) - 1 \right] - \frac{V_L}{R_{sh}}}{1 + \frac{R_S}{R_{sh}}} \quad [3.2.3]$$

Όπου: V_L η τάση εξόδου του ϕ/β στοιχείου.



Εικόνα 3.2.4: Χαρακτηριστική τάσης – έντασης Φ/B στοιχείου

Από την χαρακτηριστική φαίνεται ότι θα υπάρχει κάποια τιμή της αντίστασης του φορτίου για την οποία η ισχύς που παράγεται από το φ/β στοιχείο θα είναι μέγιστη και σε αυτό αντιστοιχούν οι μέγιστες τιμές τάσης V_m και έντασης I_m .

Επομένως, καταλαβαίνουμε ότι η ισχύς που παράγεται για κάθε ζεύγος τιμών τάσης-έντασης δεν είναι πάντα σταθερή αλλά μηδενίζεται όπως φαίνεται εύκολα στις ακραίες συνθήκες ανοιχτοκύκλωσης-βραχυκύκλωσης και παρουσιάζει ένα μέγιστο για συγκεκριμένη τιμή τάσης-έντασης. Επιθυμητό είναι λοιπόν σε κάθε εγκατάσταση φωτοβολταϊκών οι συστοιχίες να λειτουργούν παράγοντας τις τιμές αυτές τάσης-έντασης που δίνουν κάθε στιγμή τη μέγιστη ισχύ. Όταν η φωτοβολταϊκή γεννήτρια τροφοδοτεί απευθείας ένα συγκεκριμένο φορτίο κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό καθώς η τιμή του φορτίου έχει συγκεκριμένη αντίσταση. Όταν όμως μεταξύ γεννητριών και κατανάλωσης παρεμβάλλονται ηλεκτρονικά για τον έλεγχο της ισχύος, για την ρύθμιση φόρτισης συσσωρευτών, για την ανύψωση ή και την αλλαγή μορφής της παραγόμενης τάσης, τότε υπάρχει η δυνατότητα να λειτουργούν αυτές σε ένα μέγιστο σημείο.

3.3 Τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων

Μονοκρυσταλλικά κύτταρα Si -monocrystalline solar cells



Η ονομασία τους προέρχεται από την μορφή του κρυσταλλικού πλέγματος των ατόμων Si που πλησιάζει τον τέλειο κρύσταλλο. Κατασκευάζονται ύστερα από ψύξη λιωμένου Si και πριονισμό του σε λεπτές πλάκες - τα κύτταρα. Η ανάγκη χρησιμοποίησης ιδιαίτερα καθαρού Si (ακριβή «πρώτη» ύλη), η χρήση εξειδικευμένων μεθόδων τήξης και κοπής για την επίτευξη του μονοκρυσταλλικού πλέγματος αυξάνει το κόστος παραγωγής δίνοντας τους όμως τον καλύτερο βαθμό απόδοσης από τις τρεις κατηγορίες φθάνοντας το 15-18%. Το ποσοστό αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι τα μονοκρυσταλλικά κύτταρα είναι πιο ευαίσθητα στην υπέρυθη ακτινοβολία που το ενεργειακό της περιεχόμενο είναι σχετικά χαμηλό.

Πολυκρυσταλλικά κύτταρα Si -polycrystalline solar cells



Σε αντίθεση με τα μονοκρυσταλλικά, τα πολυκρυσταλλικά κύτταρα στο πλέγμα τους περιλαμβάνουν κρυστάλλους ποικίλων προσανατολισμών. Αιτία αυτής της διαφοροποίησης, η μαζική και λιγότερο ελεγχόμενη ψύξη του Si, κάτι που μειώνει αισθητά το κόστος παραγωγής. Όπως και στην προηγούμενη τεχνολογία, μετά την ψύξη το πολυκρυσταλλικό πλέγμα πριονίζεται στα λεπτά Φ/Β κύτταρα. Η ύπαρξη διαφόρων κρυστάλλων μέσα στο πλέγμα αυξάνει την εσωτερική αντίσταση στα σημεία σύνδεσής τους, με αποτέλεσμα ο συνολικός βαθμός απόδοσης να μην μπορεί να ξεπεράσει το 13-15%.

Κύτταρα άμορφου πυριτίου a-Si






Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αυτά, έχουν αισθητά χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες. Πρόκειται για ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση ημιαγωγού υλικού (πυρίτιο στην περίπτωση μας) πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, χαμηλού κόστους όπως γυαλί ή αλουμίνιο. Έτσι και λόγω της μικρότερης ποσότητας πυριτίου που χρησιμοποιείται η τιμή τους είναι γενικότερα αρκετά χαμηλότερη.

Ο χαρακτηρισμός *άμορφο φωτοβολταϊκό* προέρχεται από τον τυχαίο τρόπο με τον οποίο είναι διατεταγμένα τα άτομα του πυριτίου. Οι επιδόσεις που επιτυγχάνονται με χρησιμοποιώντας φωτοβολταϊκά thin films πυριτίου κυμαίνονται για το πλαίσιο από 6 έως 8% ενώ στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις ακόμα και 14%. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα για το φωτοβολταϊκό στοιχείο a-Si είναι το γεγονός

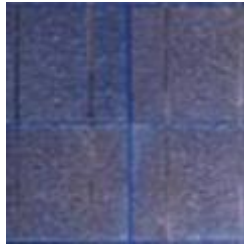
ότι δεν επηρεάζεται πολύ από τις υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, πλεονεκτεί στην αξιοποίηση της απόδοσης του σε σχέση με τα κρυσταλλικά ΦΒ, όταν υπάρχει διάχυτη ακτινοβολία (συννεφιά).

Το μειονέκτημα των άμορφων πλαισίων είναι η χαμηλή τους ενεργειακή πυκνότητα κάτι που σημαίνει ότι για να παράγουμε την ίδια ενέργεια χρειαζόμαστε σχεδόν διπλάσια επιφάνεια σε σχέση με τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία. Επίσης υπάρχουν αμφιβολίες όσον αφορά την διάρκεια ζωής των άμορφων πλαισίων μιας και δεν υπάρχουν στοιχεία από παλιές εγκαταστάσεις αφού η τεχνολογία είναι σχετικά καινούρια. Παρόλα αυτά οι κατασκευαστές πλέον δίνουν εγγυήσεις απόδοσης 20 ετών. Το πάχος του πυριτίου είναι περίπου 0,0001 mm ενώ το υπόστρωμα μπορεί να είναι από 1 έως 3 mm.

ΤΥΠΟΣ	'Λεπού υμενίου' ή 'Thin Film'	Πολυκρυσταλλικά	Μονοκρυσταλλικά
Εμφάνιση			
Απόδοση	a-Si: 4,2-6,6% μ-Si: 8,1-8,5% CIS-CIGS: 6-11% CdTe: 6-11,1%	11-14,8%	11-19,3%
Απαιτούμενη επιφάνεια ανά kWp	9-25 m ²	7-9 m ²	5,5-9 m ²
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά kWp) <small>(μέση τιμή για Ελλάδα και για ένα τυπικό σύστημα με νότιο προσανατολισμό και κατάλληλη κλίση)</small>	1.300-1.450	1.300	1.300
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά m ²) <small>(μέση τιμή για Ελλάδα και για ένα τυπικό σύστημα με νότιο προσανατολισμό και κατάλληλη κλίση)</small>	50-160	145-185	145-235
Ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (kg CO ₂ ανά kWp)	1.300-1.450	1.300	1.300

Πίνακας 3.3.1: Χαρακτηριστικά άμορφων πλαισίων.

Φωτοβολταϊκά στοιχεία ταινίας πυριτίου (Ribbon Silicon)



Πρόκειται για μια σχετικά νέα τεχνολογία φωτοβολταϊκών στοιχείων. Προσφέρει έως και 50% μείωση στην χρήση του πυριτίου σε σχέση με τις "παραδοσιακές τεχνικές" κατασκευής μονοκρυσταλλικών και πολυκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών κυψελών πυριτίου. Η απόδοση για τα φωτοβολταϊκά στοιχεία του έχει φτάσει πλέον γύρω στο 12-13% ενώ το πάχος του είναι περίπου 0,3 χιλιοστά. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις της τάξης του 18%.

Το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα, και κατά τη μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών της εφαρμογής (κατεύθυνση και διάρκεια της ηλιοφάνειας, τυχόν σκιάσεις κλπ.) ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία.

3.4 Τρόπος λειτουργίας φωτοβολταϊκών συστημάτων

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο και η λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος στηρίζεται στις βασικές ιδιότητες των ημιαγωγών υλικών σε ατομικό επίπεδο. Ειδικότερα:

Όταν το φως προσπίπτει σε μια επιφάνεια είτε ανακλάται, είτε την διαπερνά(διαπερατότητα) είτε απορροφάται από το υλικό της επιφάνειας.

Η απορρόφηση του φωτός ουσιαστικά σημαίνει την μετατροπή του σε μια άλλη μορφή ενέργειας (σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας) η οποία συνήθως είναι η θερμότητα.

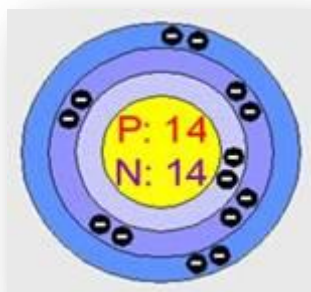
Παρόλα αυτά όμως υπάρχουν κάποια υλικά τα οποία έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν την ενέργεια των προσπιπτόντων φωτονίων (πακέτα ενέργειας) σε ηλεκτρική ενέργεια.

Αυτά τα υλικά είναι οι ημιαγωγοί και σε αυτά οφείλεται επίσης η τεράστια τεχνολογική πρόοδος που έχει συντελεστεί στον τομέα της ηλεκτρονικής και συνεπακόλουθα στον ευρύτερο χώρο της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών.

Γενικότερα τα υλικά στην φύση σε σχέση με τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά τους ανήκουν σε τρεις κατηγορίες, τους αγωγούς του ηλεκτρισμού, τους μονωτές και τους ημιαγωγούς. Ένας ημιαγωγός έχει την ιδιότητα να μπορεί να ελεγχθεί η ηλεκτρική του αγωγιμότητα είτε μόνιμα είτε δυναμικά.

Χαρακτηριστικά Ημιαγωγών

Το χαρακτηριστικό στοιχείο ενός ημιαγωγού που το διαφοροποιεί από τα υπόλοιπα υλικά είναι ο αριθμός των ηλεκτρονίων ενός ατόμου που βρίσκεται στην εξωτερική του στοιβάδα (σθένους). Ο περισσότερο γνωστός ημιαγωγός είναι το πυρίτιο (Si) για αυτό και θα επικεντρωθούμε σε αυτό.



Πυρίτιο (Si)

Το πυρίτιο έχει ατομικό αριθμό 14 και έχει στην εξωτερική του στοιβάδα 4 ηλεκτρόνια. Όλα τα άτομα που έχουν λιγότερα ή περισσότερα ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα (είναι "γενικά" συμπληρωμένη με 8 e) ψάχνουν άλλα άτομα με τα οποία μπορούν να ανταλλάξουν ηλεκτρόνια ή να μοιραστούν κάποια με σκοπό τελικά να αποκτήσουν συμπληρωμένη εξωτερική στοιβάδα σθένους.

Σε αυτήν την τάση οφείλεται και η κρυσταλλική δομή του πυριτίου αφού όταν συνυπάρχουν πολλά άτομα μαζί διατάσσονται με τέτοιο τρόπο ώστε να συνεισφέρουν ηλεκτρόνια με όλα τα γειτονικά τους άτομα και τελικά με αυτόν τον τρόπο να αποκτούν μια συμπληρωμένη εξωτερική στοιβάδα και κρυσταλλική δομή.

Αυτή είναι και η καθοριστική ιδιότητα που έχουν τα κρυσταλλικά υλικά.

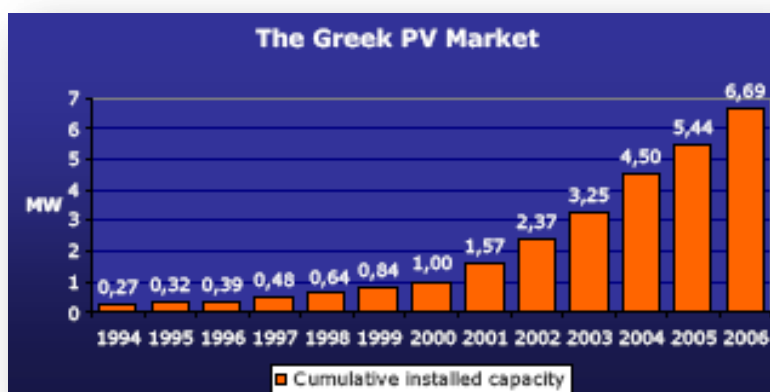
Στην κρυσταλλική του μορφή όμως το πυρίτιο είναι σταθερό. Δεν έχει ανάγκη ούτε να προσθέσει ούτε να διώξει ηλεκτρόνια κάτι που ουσιαστικά του δίνει ηλεκτρικά χαρακτηριστικά πολύ κοντά σε αυτά ενός μονωτή αφού δεν υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια για την δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος στο εσωτερικό του.

3.5 Εξέλιξη στην Ελλάδα

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

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

Πίνακας 3.5.1 Κατανομή Φ/Β ανά τομέα χρήσης



Διάγραμμα 3.5.2 Εξέλιξη Ελληνικής Αγοράς



Σχήμα 3.5.3 Κατανομή Συνδεδεμένων – Αυτόνομων Συστημάτων στον Ελλαδικό χώρο

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

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

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

Σε μια πιο αναλυτική παρουσίαση των ενδεχομένων οφελών από την δημιουργία φωτοβολταϊκών πάρκων στην Ελλάδα παρουσιάζουμε τα ακόλουθα.

- Αξιοποίηση μιας εγχώριας και ανανεώσιμης πηγής ενέργειας που είναι σε αφθονία, με συμβολή στην ασφάλεια παροχής ενέργειας.

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

Η πολιτεία λοιπόν αναγνωρίζοντας τα παραπάνω οφέλη δημιουργεί το 2006 το νόμο 3468 με τον οποίο και ουσιαστικά απελευθερώνει την αγορά ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα με κύρια τέσσερα χαρακτηριστικά.

- πρώτον χρησιμοποιεί τη μέθοδο της feed in tariff που σημαίνει ότι η τιμή οριοθετείτε σε ένα συγκεκριμένο σημείο για δέκα χρόνια (με ετήσια σχετική προσαύξηση) και επεκτάσιμη για άλλα δέκα χρόνια μετά από αίτηση του παραγωγού.

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

3.6 Κόστος επένδυσης

Παρακάτω στον Πίνακα 3.5.4 παρουσιάζουμε το συνολικό κόστος κατασκευής του Φ/Β συστήματος:

A/A	Τεμάχια	Κόστος (€)	Συνολικό κόστος (€)
Κόστος αγοράς Φ/Β συλλεκτών	29	442,70	12.838,3
Τριφασικός Μετατροπέας DC-AC (Inverter) 6000W	1	2.388,55	2.388,55
Κόστος εγκατάστασης συλλεκτών, (καλωδιώσεις ,βάσης στήριξης των συλλεκτών, όργανα προστασίας)	1	4690	4690
Μετρητής ΔΕΗ Για την εξερχόμενη μέτρηση	1	500	500
Σύνολο			20.416,85 €

Πίνακας 3.5.4: Συνολικό κόστος κατασκευής

3.7 Συμπεράσματα

Η χώρα μας, λόγω του συγκριτικού πλεονεκτήματος της μεγαλύτερης ηλιοφάνειας στην Ευρώπη διαθέτει ένα ανεξάντλητο δυναμικό ηλιακής ενέργειας. Το δυναμικό αυτό σε σύγκραση με τα πολλαπλά και πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών (μηδενική συντήρηση, μηδενικές απώλειες, πανεύκολος χειρισμός διασύνδεσης, κατανάλωση ακριβώς στον τόπο παραγωγής κλπ.) θα μπορούσε, μετατρέπόμενο σε ηλεκτρική ενέργεια, να συνεισφέρει με πολλούς τρόπους, στην ουσιαστική οικονομική ανάπτυξη της χώρας μας, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα και ένα πεντακάθαρο περιβάλλον, η εγκατάσταση μας η οποία αποτιμάτε 25 έτη διάρκεια λειτουργίας με βάση της συμβάσεις, και τον χρόνο ζωής που μας δίνει η εταιρία για τα πάνελ, έχουμε αποτροπή εκπομπής 154.465,07 CO₂ και έχουμε εξοικονομήσει τον συμβατικών πηγών ενέργειας. Από την οικονομοτεχνική μελέτη προκύπτει ότι η εγκατάστασης μας είναι μια συμφέρουσα επένδυση το όφελος τις ανέρχεται 27.023 € . Τα φωτοβολταϊκά είναι σημαντικά ωφέλει για τον περιβάλλον και την κοινωνία.

Κεφάλαιο 4

Γεωθερμική Ενέργεια

4.1 Η Ανάπτυξη Της Γεωθερμίας-Ιστορική Αναδρομή

Η γεωθερμική ενέργεια και τα θερμά νερά ήταν γνωστά ήδη από την αρχαιότητα. Στην αρχαία Ελλάδα, οι θερμές πηγές θεωρούνταν ότι είχαν θεραπευτικές ιδιότητες και γι' αυτό τα Ασκληπιεία και άλλοι ιεροί χώροι και ναοί, βρίσκονταν κοντά σ' αυτές. Το γεγονός αυτό διαπιστώνεται τόσο από Ομηρικά έπη όσο και από μεταγενέστερα κείμενα μεγάλων Ελλήνων φιλοσόφων. Σημαντικές είναι και οι αναφορές του Ιπποκράτη, για τις ευεργετικές επιδράσεις των θερμών νερών. Υπάρχουν πολλές παραστάσεις, κυρίως σε αγγεία, που συνδέουν τις θερμές πηγές με τη χρήση του νερού για ιαματικούς σκοπούς.

Στην αρχαία Ολυμπία, τουλάχιστον έξι κτήρια της αρχαιότητας ήταν αμιγώς ή περιελάμβαναν λουτρικές εγκαταστάσεις. Ο σημαντικός αριθμός τους μαρτυρεί την σπουδαιότητα και αναγκαιότητα της ύπαρξής τους στο αθλητικό και θρησκευτικό κέντρο της Ολυμπίας για την εξυπηρέτηση των χιλιάδων αθλητών και επισκεπτών στον μεγαλοπρεπή Ναό του Διός της Ολυμπίας. Τα πρώτα λουτρά της Ολυμπίας, που είναι από τα παλαιότερα εντοπισμένα στον Ελλαδικό χώρο, κατασκευάζονται ήδη από τον 5^ο αιώνα π.Χ. Οι αρχαίοι ανατολικοί λαοί, και ειδικότερα οι κάτοικοι της Κίνας και της Ιαπωνίας, χρησιμοποιούσαν ευρέως τις θερμές και ιαματικές πηγές της περιοχής τους, όπως μαρτυρά η πληθώρα αναφορών στη μυθολογία και την ιστορία των παραπάνω λαών.



Εικόνα 4.1.1: λουτρά στην αρχαία Ελλάδα

Στα ρωμαϊκά και υστερορωμαϊκά χρόνια, τα λουτρικά συγκροτήματα ανεγείρονται το ένα μετά το άλλο. Όμοια με τους αρχαίους Έλληνες, τα θερμά νερά είχαν ευρεία απήχηση στους Ρωμαίους και μάλιστα όχι μόνο για ιαματικούς σκοπούς αλλά και για τη θέρμανση οικιών.

Ο Κλαύδιος Γαληνός ο δεύτερος σπουδαιότερος ιατρός της αρχαιότητας μετά τον Ιπποκράτη αναφέρει πολύ συχνά στα έργα του τα θερμά λουτρά και τονίζει τις ευεργετικές τους ιδιότητες. Παράλληλα, εικάζεται πως διατηρούσε κάποια στοιχειώδη θερμοκήπια που αξιοποιούσαν τη γεωθερμική ενέργεια.

Το παλιότερο σύστημα γεωθερμικής θέρμανσης χρονολογείται στις αρχές του 14ου αιώνα μ.Χ. στη Γαλλία, και ειδικότερα στο χωριό Chaudes – Aigues. Το δίκτυο αποτελούταν από ξύλινους σωλήνες και είναι σε χρήση ακόμη και σήμερα.



Εικόνα 4.1.2: η πηγή και το μουσείο γεωθερμίας στο χωριό Chaudes –Aigues

Η ύπαρξη των ηφαιστειών, των θερμών πηγών και των άλλων φαινομένων έκχυσης θερμότητας από το υπέδαφος στην επιφάνεια του πλανήτη οδήγησε τους ανθρώπους από τα χρόνια της αρχαιότητας στο συμπέρασμα ότι το εσωτερικό της γης είναι θερμό. Όμως, μόνο κατά την περίοδο μεταξύ του 16ου και 17ου αιώνα, όταν δηλαδή κατασκευάστηκαν τα πρώτα μεταλλεία σε βάθος μερικών εκατοντάδων μέτρων κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, οι άνθρωποι με τη βοήθεια ορισμένων απλών φυσικών παρατηρήσεων, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η θερμοκρασία της γης αυξάνεται με το βάθος.

Οι πρώτες μετρήσεις με θερμόμετρο έγιναν κατά πάσα πιθανότητα το 1740, σε ένα ορυχείο κοντά στο Belfort της Γαλλίας (Bulland, E.C., 1965). Ήδη από το 1870, για τη μελέτη της θερμικής κατάστασης του εσωτερικού της γης χρησιμοποιούνταν ορισμένες προχωρημένες για την εποχή επιστημονικές μέθοδοι, αλλά το θερμικό ισοζύγιο που διέπει τη Γη κατανοήθηκε καλύτερα τον 20ο αιώνα, με την ανακάλυψη του ρόλου της ραδιενεργής θερμότητας. Σήμερα όλα τα σύγχρονα πρότυπα (μοντέλα) που εξετάζουν τη θερμική κατάσταση στο εσωτερικό της Γης λαμβάνουν υπόψη τη θερμότητα που παράγεται συνεχώς από τη διάσπαση των μακράς διάρκειας ζωής ραδιενεργών ισοτόπων του ουρανίου (U238, U235), του θορίου (Th232) και του

καλίου (K40), τα οποία υπάρχουν στο εσωτερικό της. Εκτός όμως από τη ραδιενεργό θερμότητα, υπάρχουν και άλλες δυναμικές πηγές θερμικής ενέργειας, όπως είναι η αρχέγονη ενέργεια από την εποχή της δημιουργίας και μεγέθυνσης του πλανήτη που δρουν αθροιστικά, σε απροσδιόριστες όμως ποσότητες.

Τα μοντέλα αυτά μέχρι και τη δεκαετία του 1980 δεν βασίζονταν σε κάποιες ρεαλιστικές θεωρίες. Τότε όμως αποδείχθηκε ότι αφενός δεν υπάρχει ισοζύγιο μεταξύ της ραδιενεργής θερμότητας που δημιουργείται στο εσωτερικό της γης και της θερμότητας που διαφεύγει από τη γη προς το διάστημα και αφετέρου ότι η Γη ψύχεται με αργό ρυθμό και στο εσωτερικό της. Έτσι η θερμοκρασία του μανδύα δεν έχει μειωθεί περισσότερο από 300-350°C τα τελευταία 3 δισεκατομμύρια χρόνια και παραμένει περίπου στους 4000°C στη βάση του. Έχει υπολογιστεί ότι το συνολικό θερμικό περιεχόμενο της γης (για θερμοκρασίες πάνω από τη μέση επιφανειακή των 15°C) είναι της τάξης των $12,6 \times 10^{24}$ MJ και του φλοιού $5,4 \times 10^{21}$ MJ.

Όπως λοιπόν προκύπτει από τα παραπάνω, η θερμική ενέργεια της γης είναι απέραντη, όμως ένα μόνο τμήμα αυτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί τελικά από τον άνθρωπο. Μέχρι σήμερα η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έχει περιοριστεί σε περιοχές όπου οι γεωλογικές συνθήκες επιτρέπουν σε ένα φορέα θερμότητας (νερό σε υγρή ή αέρια φάση) να μεταδώσει τη θερμότητα από τις βαθιές θερμές ζώνες στην επιφάνεια του εδάφους ή κοντά σε αυτήν. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται οι γεωθερμικοί πόροι. Πιθανώς, στο άμεσο μέλλον, νέες πρωτοποριακές και καινοτόμες τεχνολογίες θα προσφέρουν καινούργιες προοπτικές στον τομέα αυτόν. Σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας οι πρακτικές εφαρμογές προηγούνται της επιστημονικής έρευνας και της τεχνολογικής ανάπτυξης. Η γεωθερμία αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα του φαινομένου αυτού, καθώς η αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχόμενου των γεωθερμικών ρευστών γινόταν ήδη από τις αρχές του 19ου αιώνα. Εκείνη την περίοδο, στην Τοσκάνη της Ιταλίας και συγκεκριμένα στην περιοχή του Larderello, λειτουργούσε μια χημική βιομηχανία για την παραγωγή βορικού οξέος από τα βοριούχα θερμά νερά που ανέβλυζαν από φυσικές πηγές ή αντλούνταν από ρηχές γεωτρήσεις. Η παραγωγή του βορικού οξέος γινόταν με εξάτμιση των βοριούχων νερών σε σιδερένιους λέβητες οι οποίοι χρησιμοποιούσαν ως καύσιμη ύλη ξύλα από τα κοντινά δάση. Το 1827, ο Francesco Larderel, ιδρυτής της βιομηχανίας αυτής, αντί να καταναλώνει ξύλα από τα διαρκώς αποψιλούμενα δάση της περιοχής, ανέπτυξε ένα σύστημα που επέτρεπε τη χρήση της θερμότητας των βοριούχων ρευστών στη διαδικασία εξάτμισης.

Η εκμετάλλευση της μηχανικής ενέργειας του φυσικού ατμού ξεκίνησε περίπου την ίδια περίοδο. Ο γεωθερμικός ατμός χρησιμοποιήθηκε για την ανέλκυση των ρευστών, αρχικά με πρωτόγονους αέριους ανυψωτήρες και στη συνέχεια με παλινδρομικές και φυγοκεντρικές αντλίες και βαρούλκα. Ανάμεσα στο 1850 και 1875, οι εγκαταστάσεις του Larderello κατείχαν το μονοπώλιο παραγωγής βορικού οξέος στην Ευρώπη. Μεταξύ του 1910 και του 1940, στην περιοχή αυτή της Τοσκάνης, χαμηλής πίεσης ατμός άρχισε να χρησιμοποιείται για τη θέρμανση βιομηχανικών κτιρίων, κατοικιών και θερμοκηπίων. Εν τω μεταξύ, ολοένα και περισσότερες χώρες άρχισαν να

αξιοποιούν τους γεωθερμικούς τους πόρους σε βιομηχανική κλίμακα. Το 1892, το πρώτο γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης τέθηκε σε λειτουργία στο Boise του Άινταχο των Η.Π.Α.. Το 1928, μια άλλη πρωτοπόρος χώρα στην εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας, η Ισλανδία, ξεκίνησε επίσης την εκμετάλλευση των γεωθερμικών ρευστών (κυρίως θερμών νερών) για τη θέρμανση κατοικιών.

Η πρώτη απόπειρα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικό ατμό έγινε το 1904 και πάλι στο Larderello της Ιταλίας. Η επιτυχία αυτής της πειραματικής προσπάθειας έδωσε μια ξεκάθαρη ένδειξη για τη βιομηχανική αξία της γεωθερμικής ενέργειας και σηματοδότησε την έναρξη της εκμετάλλευσης ενός νέου φυσικού πόρου, που επρόκειτο να αναπτυχθεί σημαντικά τα επόμενα χρόνια. Το 1942, η εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς σε σταθμούς που χρησιμοποιούσαν τη γεωθερμία ανερχόταν στα 127,65 MW. Σύντομα, πολλές χώρες ακολούθησαν το παράδειγμα της Ιταλίας. Το 1919 κατασκευάστηκαν οι πρώτες γεωθερμικές γεωτρήσεις στο Berru της Ιαπωνίας, ενώ το 1921 ακολούθησαν εκείνες στο The Geysers της Καλιφόρνιας των ΗΠΑ. Το 1958 ένα μικρό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τέθηκε σε λειτουργία στη Νέα Ζηλανδία, ένα άλλο στο Μεξικό το 1959, στις ΗΠΑ το 1960 και ακολούθησαν πολλά άλλα σε διάφορες χώρες

Η πρώτη συστηματική αξιοποίηση των γεωθερμικών ρευστών για θέρμανση χώρων, θερμοκηπίων και κτηρίων ξεκίνησε τη δεκαετία του 1920 στην Ισλανδία. Σήμερα, σχεδόν το 70% του πληθυσμού της Ισλανδίας αλλά και ολόκληρη η πρωτεύουσα της Ισλανδίας, το Reykjavik, θερμαίνονται εξ' ολοκλήρου με γεωθερμικά ρευστά, όπως οι θερμές πηγές και οι θερμοπίδακες της χώρας. Συγχρόνως, υπάρχει πλήθος άλλων εφαρμογών της γεωθερμίας, όπως παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θέρμανση θερμοκηπίων και πισινών, υδατοκαλλιέργειες, ξήρανση ορυκτών κ.ά. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί πως λόγω της κατάργησης της χρήσης πετρελαίου και άλλων ορυκτών καυσίμων για θέρμανση, το Reykjavik θεωρείται πως έχει την καθαρότερη ατμόσφαιρα πρωτεύουσας του κόσμου. Σήμερα, το Reykjavik είναι από η πιο καθαρή πόλη στον κόσμο, αφού το σύνολο των κτηρίων θερμαίνεται από τα γεωθερμικά νερά. Το παράδειγμα της Ισλανδίας μιμήθηκαν πολλές χώρες της Ευρώπης, της Αμερικής αλλά και της Ασίας. Σήμερα, ο αριθμός των χωρών που έχουν εμπλακεί σε θέματα αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας ξεπερνά τις 70. Τα πεδία εφαρμογής της γεωθερμίας ανά τον κόσμο δεν περιορίζονται στη θέρμανση κατοικιών αλλά επεκτείνονται και στον τομέα του τουρισμού, καθώς επίσης και σε καινοτόμες λύσεις για διευκόλυνση της καθημερινότητας. Ενδεικτικά αναφέρονται οι: Ρωσία, Ιαπωνία, Ν. Ζηλανδία, Φιλιππίνες, Ινδονησία, Μεξικό και Κένυα.

Όσον αφορά στην Ευρώπη, οι χώρες που εμπλέκονται στην ηλεκτροπαραγωγή από αξιοποίηση της γεωθερμίας είναι η Ιταλία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ισπανία, η Πορτογαλία, η Ουγγαρία, η Σλοβακία, η Τουρκία αλλά και η Ελλάδα.

Ήδη από το έτος 2005, ο αριθμός των χωρών που έχουν αναπτύξει γεωθερμικές εφαρμογές χαμηλής και μέσης θερμοκρασίας ανέρχεται στις 72 χώρες, κάτι που

δηλώνει σημαντική πρόοδο σε σχέση με το έτος 1995, οπότε και είχαν αναφερθεί εφαρμογές μόνο σε 28 χώρες.

Τα πρωτεία παγκοσμίως κρατούν οι Ηνωμένες Πολιτείες που για το 2010 ηγούνται στη γεωθερμική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με 3.086 MW εγκατεστημένης ισχύος από 77 σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η μεγαλύτερη ομάδα των γεωθερμικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής στον κόσμο βρίσκεται στην Καλιφόρνια, βόρεια του San Francisco, και ονομάζεται "The Geysers". Πρόκειται για ένα συγκρότημα 22 βιομηχανικών μονάδων παραγωγής ενέργειας που συγκεντρώνουν γεωθερμική ενέργεια από 350 σημεία. Ακολουθώντας τις Η.Π.Α., οι Φιλιππίνες είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος παραγωγός γεωθερμικής ενέργειας στον κόσμο, καλύπτοντας με αυτόν τον τρόπο περίπου το 18% των αναγκών της σε ηλεκτρική ενέργεια.

Στην Ελλάδα η ΔΕΗ, όντας ο άμεσα ενδιαφερόμενος οργανισμός για την ηλεκτροπαραγωγή, ανέλαβε τις παραγωγικές γεωτρήσεις υψηλής ενθαλπίας και παράλληλα χρηματοδότησε τις έρευνες για την εύρεση νέων περιοχών με έντονο γεωθερμικό ενδιαφέρον.

Λόγω κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών, ο Ελλαδικός χώρος διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας, και μάλιστα σε οικονομικά βάθη που κυμαίνονται από 100 έως 1500m. Σε μερικές περιπτώσεις τα βάθη των γεωθερμικών ταμιευτήρων είναι πολύ μικρά, κάνοντας ιδιαίτερα ελκυστική, από οικονομική άποψη, τη γεωθερμική αξιοποίηση. Ειδικότερα, τα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας είναι διάσπαρτα στη νησιωτική και ηπειρωτική Ελλάδα.

Από το 1971 και έπειτα ερευνήθηκαν πολλές περιοχές ανά την ελληνική επικράτεια, μεταξύ των οποίων και νησιά. Τα αποτελέσματα των ερευνών ήταν ιδιαίτερος ενθαρρυντικός, καθότι η Ελλάδα παρουσιάζει μεγάλο γεωθερμικό δυναμικό, έτοιμο προς αξιοποίηση. Μερικές περιοχές με ισχυρή γεωθερμική ενέργεια είναι οι εξής: Μήλος, Νίσυρος, Λέσβος, Σαντορίνη, Κως, Μέθανα, Καμένα Βούρλα, Θερμοπύλες, Υπάτη, Αιδηψός, Κίμωλος, Νότια Θεσσαλία κ.λπ.

4.2 Γεωθερμία-Γεωθερμική Ενέργεια

Σε περιοχές με σχετικά πρόσφατη ηφαιστειότητα, παρουσιάζεται το φαινόμενο διάπυρο υλικό από το εσωτερικό της γης να έχει κινηθεί προς την επιφάνεια και το υπέδαφος να έχει θερμανθεί.

Η θερμότητα αυτή μεταφέρεται σε τυχόν υδροφόρους σχηματισμούς της περιοχής. Τα νερά θερμαίνονται και κυκλοφορούν μέσα στα πετρώματα φθάνοντας σε πολλές περιπτώσεις μέχρι την επιφάνεια, ενώ κάποιες άλλες φορές τα νερά εγκλωβίζονται σε μη υδροπερατά πετρώματα και αποκτούν θερμοκρασίες που ξεπερνούν τους 350°C



Εικόνα 4.2.1: ηφαιστειακή εκροή

Γεωθερμική ενέργεια είναι μια μορφή ενέργειας που προέρχεται από το εσωτερικό της γης είτε μέσω ηφαιστειακών εκροών είτε μέσω ρηγμάτων του υπεδάφους, που αναβλύζουν ατμούς και θερμό νερό. Το νερό που προέρχεται από το εσωτερικό της Γης ονομάζεται γεωθερμικό ρευστό το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί κυρίως για ενεργειακούς σκοπούς. Η γεωθερμία όπως αποκαλύπτει και η ίδια η ετυμολογία της λέξεως είναι θερμότητα η οποία προέρχεται από την γη. Επομένως αποτελεί φυσική πηγή ενέργειας. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι η γεωθερμική ενέργεια είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και βρίσκει θετικό έδαφος ως προς την αξιοποίησή της. Θεωρείται ότι προέρχεται από τη διάσπαση των ραδιενεργών ισοτόπων του ουρανίου, του θορίου, του καλίου και άλλων στοιχείων. Η θερμότητα που συγκρατείται στο εσωτερικό της Γης λόγω ότι η μάζα της γης είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με την επιφάνεια της και καλύπτεται από υλικά χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας. Η συσσωρευμένη θερμότητα εξέρχεται από την επιφάνεια της γης μέσω γεωλογικών φαινομένων (ηφαιστειακές εκροές).

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια ήπια και πρακτικά ανεξάντλητη μορφή ενέργειας η οποία αποτελεί φυσικό εγχώριο πλούτο που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικό ποσοστό από τις ενεργειακές ανάγκες των κρατών.



Εικόνα 4.2.2: γεωθερμία από μάγμα

4.3 Η Κατάσταση Στην Ελλάδα

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει τα τελευταία τριάντα χρόνια για τον εντοπισμό και τον χαρακτηρισμό των γεωθερμικών πεδίων, η Ελλάδα αποδεικνύεται ιδιαίτερα ευνοημένη. Ο ελλαδικός χώρος χάρη στις κατάλληλες γεωλογικές συνθήκες που επικρατούν διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών που υπάρχουν, δηλαδή υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας, σε οικονομικά βάθη 100-150 μέτρων. Σε μερικές περιπτώσεις τα βάθη των γεωθερμικών ταμιευτηρίων είναι σχετικά πολύ μικρά, κάνοντας ιδιαίτερα ελκυστική από οικονομική άποψη, τη γεωθερμική εκμετάλλευση.

Η Ελλάδα ανήκει στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην οποία υπάρχουν γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας τα οποία αξιοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Υπάρχουν ωστόσο ταμιευτήρες των οποίων οι θερμοκρασίες ξεπερνούν τους 100 βαθμούς Κελσίου και θεωρούνται μέσης ενθαλπίας. Δυστυχώς συγκρίνοντας με την χρήση άλλων εναλλακτικών πηγών ενέργειας ή με την ανάπτυξη γεωθερμίας σε άλλες χώρες, τόσο η αξιοποίηση όσο και η ανάπτυξη της γεωθερμίας δεν θεωρούνται ικανοποιητικές παρά τον αξιόλογο γεωθερμικό πλούτο που διατίθεται στην χώρα μας



Εικόνα 4.3.1: χάρτης της Ελλάδας και γεωθερμικά πεδία

Μέχρι το 1980 οι έρευνες στον ελλαδικό χώρο περιορίζονταν στον εντοπισμό γεωθερμικών ρευστών χαμηλής ενθαλπίας με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το γεωθερμικό δυναμικό υψηλής ενθαλπίας εντοπίστηκε κυρίως κατά μήκος του ηφαιστειακού τόξου του νοτίου Αιγαίου, με σπουδαιότερα γεωθερμικά πεδία να αποτελούν το πεδίο της Μήλου και της Νισύρου.

Από γεωτρήσεις έρευνας και παραγωγής έχει διαπιστωθεί ότι το πιθανό δυναμικό υπολογίζεται να είναι της τάξης των 200 και 50 Mwe. Στην Μήλο μετρήθηκαν θερμοκρασίες μέχρι 325 βαθμών Κελσίου σε βάθος 1000 μέτρων και στην Νίσυρο 250 βαθμών Κελσίου σε βάθος 1500 μέτρων. Πιθανά πεδία υψηλής ενθαλπίας βρίσκονται στα νησιά Κίμωλος, Πολύαιγος, Σαντορίνη, Κως και Λέσβος. Οι πιθανότητες είναι πολύ μεγάλες στα δύο πρώτα νησιά ενώ μειώνονται στα υπόλοιπα, για τα οποία αλλού υπάρχουν εντελώς ελλιπή στοιχεία (Κως) και αλλού πολλά αλλά με μικρές πιθανότητες με χαρακτηριστικό παράδειγμα την Λέσβο.

Στα νησιά Κίμωλος, Πολύαιγος, οι γεωθερμικές έρευνες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι συνθήκες σε αυτά είναι εντελώς παρόμοιες με αυτά της Μήλου, δηλαδή πρόκειται για πολύ πιθανά πεδία υψηλής ενθαλπίας.

Η αυξημένη ροή θερμότητας, λόγω της έντονης τεκτονικής & μαγματικής δραστηριότητας δημιούργησε εκτεταμένες θερμικές ανωμαλίες σε διάφορες περιοχές

της χώρας, με μέγιστες τιμές γεωθερμικής βαθμίδας που πολλές φορές ξεπερνούν τους 100 βαθμούς Κελσίου/ χιλιόμετρο.

Σε κατάλληλες γεωλογικές συνθήκες, η ενέργεια της γης θερμαίνει υπόγειους ταμειυτήρες ρευστών σε αυξημένες θερμοκρασίες. Τα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας είναι διάσπαρτα στην νησιωτική και ηπειρωτική Ελλάδα ενώ συγχρόνως εντοπίζονται και σε αγροτικές περιοχές. Το πιθανό γεωθερμικό των πεδίων χαμηλής ενθαλπίας ανέρχεται περίπου στα 700 MW και το βεβαιωμένο περίπου στα 300 MW.

Η συμβολή των γεωθερμικών πεδίων στο ενεργειακό ισοζύγιο καθίσταται σημαντική διότι αποτελούν ανανεώσιμο ενεργειακό πόρο φιλικό προς το περιβάλλον και παρουσιάζουν σημαντικό οικονομικό και αναπτυξιακό ενδιαφέρον

Στον πίνακα δίνονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά των γεωθερμικών πεδίων χαμηλής ενθαλπίας και οι περιοχές γεωθερμικού ενδιαφέροντος αντίστοιχα

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΕΚΤΑΣΗ (km²)	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ (°C)	ΒΕΒΑΙΩΜΕΝΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ (m³/h)	ΠΙΘΑΝΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ (m³/h)
Ν.Κεσσάνη Ξάνθης	15	45-80	250-350	1000
Ν.Εράσμειο Μάγγανα Ξάνθης	15	56-65	400	1000
Χρυσούπολη /Ερατεινό Καβάλας	40	70-90	-	2000
Σιδηρόκαστρο Σερρών	10	35-67	-	1000
Ηράκλεια Σερρών	25	40-62	200	500
Νιγρίτα Σερρών	16	40-60	400	1000
Λαγκαδάς Θεσ/κης	6	33-40	300	1000
Νυμφόπετρα Θεσ/κης	2	39-45	200	500
Ν.Απολλωνία Θεσ/κης	2	34-51	400	600
Ελαιοχώρια Χαλ/κης	30	33-42	1000	2000
Στύψη/Καλλονή Λέσβου	10	42-67	30	2000

Πολύχνιτος Λέσβου	10	67-92	400	1000
Άργεννος Λέσβου	-	86	800	1500
Σουσάκι Κορινθίας	8	50-80	450	1000
Μήλος	50	30-80	200	1000
Νίσυρος	-	25-95	100	500
Σαντορίνη	10	25-70	-	500

Πίνακας 4.3.2

4.4 Τα γεωθερμικά συστήματα

Τα γεωθερμικά συστήματα είναι οι μορφές με τις οποίες συναντάται η γεωθερμική ενέργεια. Γενικότερα, το γεωθερμικό σύστημα μπορεί να περιγραφεί ως «ένα σύστημα» που βρίσκεται σε περιορισμένο χώρο στον ανώτερο φλοιό της γης και αποτελείται από «κινούμενο νερό», το οποίο μεταφέρει θερμότητα από μια «πηγή» σε μια «δεξαμενή» θερμότητας οποία συνήθως είναι μια ελεύθερη επιφάνεια. Ένα γεωθερμικό σύστημα αποτελείται από τρία στοιχεία:

1. την εστία θερμότητας
2. τον ταμιευτήρα
3. το ρευστό, το οποίο λειτουργεί ως μέσο μεταφοράς της θερμότητας.

Η εστία θερμότητας μπορεί να είναι είτε μια μαγματική διείσδυση πολύ υψηλής θερμοκρασίας (>600°C) που έχει φτάσει σε σχετικά μικρά βάθη (5-10 km), είτε, στα συστήματα χαμηλής θερμοκρασίας, η κανονική θερμοκρασία των πετρωμάτων του εσωτερικού της γης, η οποία, αυξάνεται με το βάθος.

Ο ταμιευτήρας είναι ένας σχηματισμός από θερμά υδατοπερατά πετρώματα, που επιτρέπει την κυκλοφορία των ρευστών μέσα σε αυτόν και από τον οποίο τα ρευστά αντλούν θερμότητα. Πάνω από τον ταμιευτήρα βρίσκεται συνήθως ένα κάλυμμα αδιαπέρατων πετρωμάτων. Ο ταμιευτήρας πολλές φορές συνδέεται με μια επιφανειακή περιοχή τροφοδοσίας, δια μέσου της οποίας μετεωρικό ή επιφανειακό γενικά νερό κατεισδύει και αντικαθιστά μερικώς ή ολικώς τα ρευστά που απομακρύνονται από τον ταμιευτήρα και εξέρχονται στην επιφάνεια με τη μορφή θερμών πηγών ή αντλούνται από γεωτρήσεις.

Το γεωθερμικό ρευστό συνήθως είναι νερό, στις περισσότερες περιπτώσεις μετεωρικής προέλευσης, το οποίο, ανάλογα με τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας

που επικρατούν στον ταμιευτήρα, βρίσκεται σε υγρή ή αέρια κατάσταση. Συχνά το ρευστό είναι εμπλουτισμένο σε χημικά στοιχεία και αέρια, όπως CO₂, H₂S, κ.λπ. Ο μηχανισμός που διέπει τη λειτουργία των γεωθερμικών συστημάτων εν γένει ελέγχεται από τη μεταφορά θερμότητας μέσω της συναγωγής/κυκλοφορίας των ρευστών (fluid convection).

Η θερμική συναγωγή λαμβάνει χώρα λόγω της θέρμανσης και, κατ' επέκταση, της θερμικής διαστολής των ρευστών σε ένα πεδίο βαρύτητας. Η ενέργεια που προκαλεί το συγκεκριμένο φαινόμενο είναι ουσιαστικά η θερμότητα που προσφέρεται από την εστία στη βάση του συστήματος κυκλοφορίας. Η πυκνότητα των ρευστών που θερμαίνονται μειώνεται, οπότε αυτά παρουσιάζουν τάσεις ανόδου προς μικρότερα βάθη, ενώ αντικαθίστανται στη συνέχεια από ρευστά μικρότερης θερμοκρασίας και μεγαλύτερης πυκνότητας, που προέρχονται από τα περιθώρια του γεωθερμικού συστήματος.

Τέλος, από τα τρία στοιχεία ενός γεωθερμικού συστήματος, η εστία θερμότητας είναι το μόνο που απαραίτητως πρέπει να έχει φυσική προέλευση. Εάν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, τα άλλα δύο στοιχεία μπορεί να είναι και τεχνητά.

Τα γεωθερμικά συστήματα μπορούν να ταξινομηθούν με διάφορα κριτήρια, όπως:

- το είδος των γεωθερμικών πόρων
- ο τύπος και η θερμοκρασία των ρευστών
- ο τύπος του πετρώματος που φιλοξενεί τα ρευστά
- το είδος της εστίας θερμότητας
- αν κυκλοφορούν ή όχι ρευστά στον ταμιευτήρα.

Ανάλογα με τη θερμοκρασία των ρευστών που ανέρχονται στην επιφάνεια, η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως υψηλής θερμοκρασίας (για θερμοκρασίες πάνω από 150° C), μέσης θερμοκρασίας (για θερμοκρασίες 100 - 150° C) και χαμηλής θερμοκρασίας (για θερμοκρασίες μικρότερες από 100° C).

Σε σχέση με το είδος των γεωθερμικών πόρων διακρίνονται 6 κατηγορίες συστημάτων:

1. Τα υδροθερμικά συστήματα ή πόροι (hydrothermal systems or resources), τα οποία είναι υπόγεια φυσικά, θερμά ρευστά και βρίσκονται σε έναν ή περισσότερους ταμιευτήρες. Η μεταφορά της θερμότητας γίνεται με ανοδική κυκλοφορία του νερού (υγρό ή ατμός), το οποίο θερμαίνεται από μία εστία θερμότητας και συχνά εμφανίζεται στην επιφάνεια της γης με τη μορφή θερμών εκδηλώσεων. Τα συστήματα αυτά συχνά ταυτίζονται με το σύνολο σχεδόν των γεωθερμικών πεδίων, αφού σήμερα είναι ουσιαστικά τα μόνα συστήματα που αξιοποιούνται. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται και συστήματα συναγωγής (convective systems) ή δυναμικά συστήματα, επειδή η θερμότητα μεταφέρεται με το μηχανισμό της συναγωγής. Άλλα

υδροθερμικά συστήματα μεταφοράς οφείλονται στην κυκλοφορία μετεωρικού νερού μέσω ρηγμάτων και περατών σχηματισμών, όπου, λόγω μεγάλου βάθους ή μαγματικών διεισδύσεων, θερμαίνεται και ακολουθεί ανοδική πορεία.

2. **Τα γεωπιεσμένα συστήματα** (geopressed systems), τα οποία αποτελούνται από ρευστά που έχουν εγκλωβιστεί από μη περατά πετρώματα σε μεγάλο βάθος. Μέσα στους περατούς ιζηματογενείς σχηματισμούς υπάρχει ζεστό νερό που παγιδεύτηκε κατά την απόθεση των ιζημάτων, εγκλωβισμένο από στεγανά περιβάλλοντα πετρώματα, υπό πίεση αρκετά μεγαλύτερη της υδροστατικής που αντιστοιχεί στο βάθος. Περιέχουν επίσης και μεγάλες ποσότητες μεθανίου. Παρόλο που τεχνολογικά η εκμετάλλευσή τους φαίνεται εφικτή, το μεγάλο κόστος που προκύπτει από την εκμετάλλευση σε μεγάλα βάθη και από τη χρονική διάρκειά της, καθιστούν τους γεωθερμικούς ταμιευτήρες υπό πίεση μη αξιοποιήσιμους.

3. **Τα μαγματικά συστήματα** (magma systems), στα οποία η απόληψη της θερμότητας με κατάλληλες γεωτρήσεις σε μαγματικές διεισδύσεις, που βρίσκονται σε σχετικά μικρό βάθος, γίνεται με συμβατική τεχνολογία και μικρό σχετικά κόστος.



Εικόνα 4.4.1: μάγμα από ηφαίστειο

4. **Τα συστήματα βαθιών θερμών-ξηρών πετρωμάτων** (hot dry rock systems), όπου η θερμοκρασία είναι αρκετά υψηλή, όμως η έλλειψη ρωγματώσεων δεν επιτρέπει την κυκλοφορία και ύπαρξη νερού. Το σύστημα αυτό, συνήθως υψηλής θερμοκρασίας, επιτρέπει την εισαγωγή κρύου νερού από γεώτρηση, τη θέρμανση του στον τεχνικό ταμιευτήρα και την εξαγωγή ως ζεστού νερού από άλλη γεώτρηση. Αν και τεχνολογικά φαίνεται εφικτή η αξιοποίηση των βαθιών θερμών-ξηρών πετρωμάτων,

η εκτίμηση της θερμικής απόδοσης του συστήματος και του ρυθμού απωλειών πρέπει να αξιολογηθούν ώστε να καταστεί οικονομικά βιώσιμη μια τέτοια εκμετάλλευση.

5. **Αβαθής γεωθερμία (earthenergy)**, κατά την οποία λαμβάνονται ή και απορρίπτονται ποσότητες ενέργειας από μικρά βάθη με την ανακυκλοφορία νερού στα πρώτα 100 μέτρα από την επιφάνεια της γης ή με την κυκλοφορία υπόγειων νερών, ή νερών από λίμνες, ποτάμια και θάλασσα. Αποτελεί την ταχύτερη αναπτυσσόμενη μορφή της γεωθερμικής ενέργειας.

6. **Συστήματα αγωγιμότητας**, τα οποία αναφέρονται σε γεωθερμικά πεδία χαμηλής θερμοκρασίας που θερμαίνονται με αγωγή και εμφανίζονται σε ιζηματογενείς λεκάνες.

4.4.1 Σύστημα Ανοικτού Κυκλώματος

Τα συστήματα ανοικτού βρόχου χρησιμοποιούν τα υπάρχοντα υπόγεια ύδατα ως μέσο άμεσης μεταφοράς θερμότητας. Βασικά αποτελούνται από φρέατα εξαγωγής και φρέατα επανεισαγωγής ή από επιφανειακά ύδατα. Τα ύδατα που αντλούνται από τα φρέατα εξαγωγής επιστρέφονται ξανά στη γη. Ωστόσο, πρέπει να ληφθούν υπόψη ορισμένες ειδικές παράμετροι, όπως η ποιότητα του νερού. Στα συστήματα ανοικτού βρόχου ο ανταλλακτήρας θερμότητας μεταξύ του ψυκτικού και του υπόγειου ύδατος μπορεί να σαπίσει, να σκουριάσει ή να μπλοκάρει. Επιπλέον πρέπει να υπάρχει επαρκής ποσότητα νερού (συνήθως 0,03 έως 0,05 l/s/kW). Σε ιδανικές συνθήκες, τα συστήματα ανοικτού βρόχου μπορεί να είναι ο πιο οικονομικός τύπος από τα συστήματα υπόγειας σύζευξης. Ο σχεδιασμός είναι εύκολος, το κόστος εγκατάστασης χαμηλό και τα έξοδα λειτουργίας μπορεί να είναι πολύ χαμηλά, εφόσον το νερό αντλείται ήδη για άλλους λόγους όπως π.χ. την άρδευση. Ωστόσο, συνήθως δεν υπάρχει νερό σε αρκετές ποσότητες και οι κανονισμοί για την χρήση του νερού σε πολλές περιοχές είναι περιοριστικοί. Για το λόγο αυτό το σύστημα ανοικτού βρόχου χρησιμοποιείται σπανιότατα.

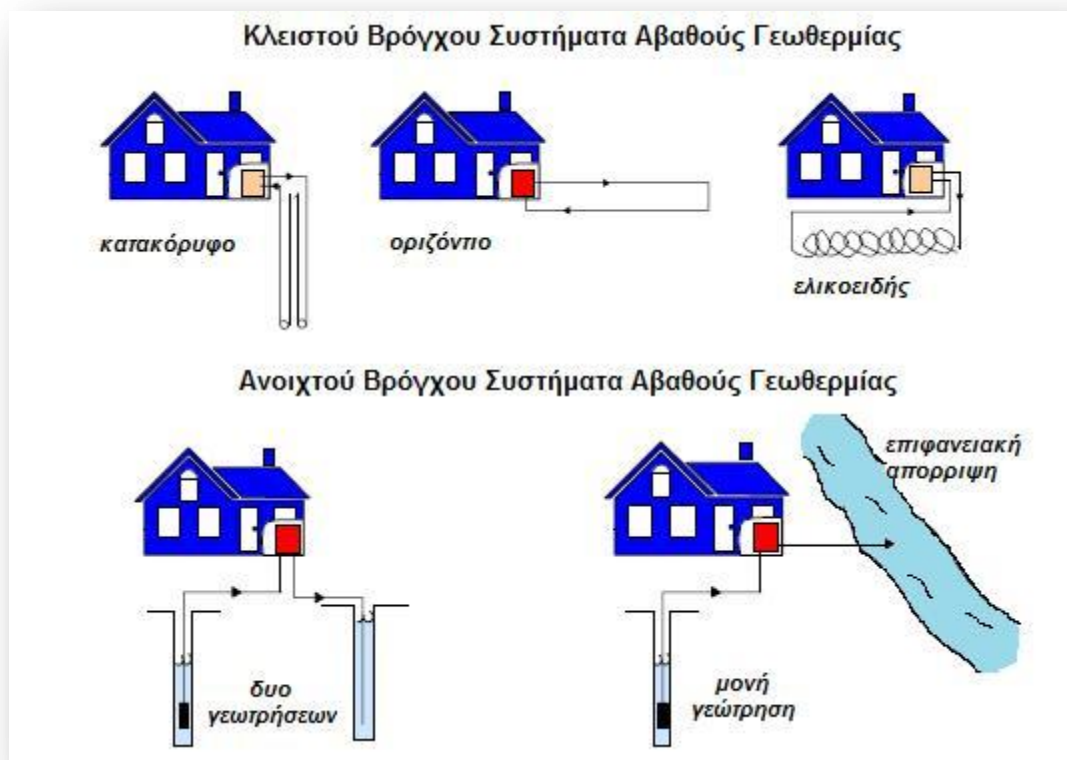
4.4.2 Σύστημα Κλειστού Κυκλώματος

Στα συστήματα κλειστών βρόγχων, νερό ή μίγμα νερού με αντιψυκτικό περιβαλλοντικά ασφαλές, κυκλοφορούν μέσω ενός σωλήνα, παράγουν θερμότητα από ή απορρίπτουν θερμότητα στο έδαφος. Δεν υπάρχει έτσι καμία επαφή μεταξύ του σωλήνα κλειστών βρόγχων και του υπόγειου νερού ή του εδάφους. Τα κλειστά συστήματα διακρίνονται σε **οριζόντια, κατακόρυφα** και **σπειροειδή**.

Σε μία **οριζόντια εγκατάσταση**, οι βρόγχοι του εναλλάκτη θερμότητας μπορεί να είναι συνδεδεμένοι είτε εν σειρά είτε εν παραλλήλω. Αυτοί οι τύποι χρησιμοποιούνται περισσότερο στη Δυτική και στην Κεντρική Ευρώπη. Μπορεί επίσης να είναι είτε ένας άκαμπτος ή εύκαμπτος σωλήνας, ο οποίος τοποθετείται σε ένα όρυγμα βάθους περίπου 2 μέτρων. Ο τύπος αυτός χρησιμοποιείται στη Βόρεια Ευρώπη και στη Βόρεια Αμερική.

Σε μία **κατακόρυφη εγκατάσταση**, ο βρόγχος του εναλλάκτη θερμότητας είναι σωλήνας σχήματος U, ο οποίος τοποθετείται σε μία γεώτρηση βάθους 50 έως 150 μέτρα.

Σε μία **σπειροειδή εγκατάσταση**, ο εύκαμπτος σωλήνας σπειροειδούς σχήματος (συντά *αποκαλείται «Slinky»*) τοποθετείται μέσα σε όρυγμα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αυξήσει την απόδοση του επιφανειακού εναλλάκτη θερμότητας κατά 40%



Εικόνα4.4.2.1:Σκαρίφημα κλειστού και ανοικτού συστήματος αβαθούς γεωθερμίας.

4.5 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960, όταν το περιβάλλον ήταν περισσότερο «υγιές» και καθαρό σε σχέση με σήμερα και ο άνθρωπος είχε σαφώς λιγότερες γνώσεις σχετικά με οποιαδήποτε περιβαλλοντική απειλή, η γεωθερμική ενέργεια θεωρούνταν ακόμη ως μια «καθαρή ενέργεια». Στην πραγματικότητα όμως, δεν υπάρχει τρόπος παραγωγής ενέργειας ή μετατροπής της από μια μορφή σε άλλη για να χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο, που να μην προκαλεί κάποιες άμεσες ή έμμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ακόμη και η παλαιότερη και πιο απλούστερη μορφή παραγωγής θερμικής ενέργειας, δηλαδή η καύση του ξύλου, έχει καταστρεπτικές συνέπειες, ενώ η αποψίλωση των δασών, ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα τα τελευταία χρόνια, ξεκίνησε όταν οι πρόγονοί μας έκοψαν τα πρώτα δέντρα για να μαγειρέψουν την τροφή τους και να ζεστάνουν τα σπίτια τους. Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας έχει όντως κάποιο αντίκτυπο στο περιβάλλον, όμως δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι πρόκειται για μια από τις πλέον καθαρές και ελάχιστα έως καθόλου ρυπαντικές μορφές ενέργειας.



Εικόνα 4.5.1: περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την χρήση γεωθερμίας

4.6 Αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας

Αν και η γεωθερμία θεωρείται μία ήπια μορφή ενέργειας σε σύγκριση με τις συμβατικές πηγές, η ιδιόζουσα φύση των γεωθερμικών ρευστών μπορεί να προκαλέσει επιδράσεις στο περιβάλλον. Η τεχνολογία που είναι διαθέσιμη διεθνώς, μπορεί να συμβάλλει στην αντιμετώπιση των εκπομπών υδρόθειου, της απόρριψης αλμολοίπων, κλπ. Ταυτόχρονα έχουν θεσπιστεί παγκοσμίως κατάλληλοι περιβαλλοντικοί κανονισμοί που στηρίζουν την ανάπτυξη της γεωθερμικής ενέργειας. Θετικό είναι το γεγονός ότι οι περισσότερες από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορούν να ελεγχθούν ή να περιοριστούν σε μεγάλο βαθμό. Όλες οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τις γεωτρητικές εργασίες τόσο στο στάδιο έρευνας όσο και σ' αυτό της παραγωγής, εκλείπουν με το πέρας αυτών, εφόσον εφαρμοστεί η εγκεκριμένη περιβαλλοντική μελέτη. Βέβαια, στη φάση της διάτρησης και των δοκιμών παραγωγής, για να μην υπάρξει επιβάρυνση και ρύπανση του εδάφους και των υπόγειων νερών από τη λάσπη διάτρησης αλλά και τα στερεοποιημένα άλατα, απαιτούνται τεχνητές λίμνες απόλυτα στεγανοποιημένες. Οι καθιζήσεις μπορούν να αποφευχθούν ή να μειωθούν με την επανεισαγωγή των γεωθερμικών νερών στον ταμιευτήρα, ενώ η διατήρηση της πίεσης στον ταμιευτήρα μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της πιθανότητας εμφάνισης υδροθερμικών εκρήξεων.

Κεφάλαιο 5

Ανανεωσιμη τεχνολογία και εφαρμογές στην Ελλάδα

5.1 Αξιοποίηση της Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα

Στην χώρα μας , οι προσπάθειες για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού ξεκίνησαν στις αρχές της δεκαετίας του 80 από τη ΔΕΗ όποτε και εγκαταστάθηκε (συγκεκριμένα το 1982) το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο και στα μέσα της δεκαετίας του 1990 δόθηκε μεγάλη ώθηση με τη διευκόλυνση επενδύσεων από ιδιώτες (Ν 2244/94) . Από τότε δεκάδες αιολικά έχουν εγκατασταθεί σε περιοχές όπως: η Άνδρος, η Εύβοια, η Λήμνος, η Λέσβος, η Χίος, η Σάμος, και η Κρήτη .Σήμερα η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φθάνει τα 331MW στα οποία έχει προστεθεί και η ισχύς των τεσσάρων νέων αιολικών πάρκων (συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 55 MW) στη Θράκη που τέθηκαν σε λειτουργία το 2003.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας (ΕΠΕ) είχε πολύ μεγάλη συμβολή σε αυτήν την αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος, με τη χρηματοδότηση για τη δημιουργία 17 αιολικών πάρκων, με επενδύσεις ύψους 44,7 δις.δρχ. Η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη λειτουργία των 17 αιολικών πάρκων ανέρχεται σε 360 GWh ανά έτος. Οι μελλοντικές προοπτικές για την ελληνική αγορά αιολικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα ευοίωναes καθώς η κατασκευή ανεμογεννητριών αποτελεί αντικείμενο τεχνολογικά και οικονομικά προσιτό στη Μεταλλοβιομηχανία μας χωρίς προσθετές επενδύσεις σε τεχνικό εξοπλισμό. Ταυτόχρονα το αιολικό δυναμικό είναι ιδιαίτερα προικισμένο στην χώρα μας και αν το εκμεταλλευτούμε σωστά μπορεί να συνεισφέρει ουσιαστικά στο ενεργειακό μας ισοζύγιο. Σύμφωνα με συντηρητικές εκτιμήσεις υπάρχει δυνατότητα για εγκατάσταση και λειτουργία αιολικών μονάδων συνολικής ισχύος 3.000MW τόσο στην ενδοχώρα, για άμεση ενίσχυση του διασυνδεδεμένου δικτύου, όσο και στο νησιωτικό σύμπλεγμα, με δυνατοτα να καλυφθεί το 25-35% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια.

Οι πιο ευνοημένες, από πλευράς αιολικού δυναμικού, περιοχές στην Ελλάδα βρίσκονται στο Αιγαίο, κυρίως στην περιοχή των Κυκλάδων, της Κρήτης (βόρειο τμήμα του νησιού) στην Ανατολική και Νοτιανατολική Πελοπόννησο την Εύβοια και την Ανατολική Θράκη. 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. Περιοχές με αιολικό ενδιαφέρον όμως υπάρχουν και στη λοφώδη παράκτια ζώνη της Δυτικής Ελλάδας αλλά και σε αρκετά βουνά.

Πρέπει επιπλέον να αναφερθεί ότι σε πολλά ελληνικά νησιά οι κάτοικοι αντιδρούν στην εγκατάσταση αιολικών πάρκων φοβούμενοι μήπως οι ανεμογεννήτριες χαλάσουν την τουριστική εικόνα του νησιού. Σε αυτήν την περίπτωση έρχεται να δώσει λύση μια νέα πολλά υποσχόμενη τεχνολογία που αναπτύσσεται στην Βόρεια Ευρώπη και ιδιαίτερα στην Σκανδιναβία και στην Γερμανία. Είναι τα ονομαζόμενα «Αιολικάπάρκα off shore» τα οποία κατασκευάζονται μέσα στην θάλασσα σε περιοχές με ιδιαίτερα υψηλές ταχύτητες ανέμου. Το Αιγαίο πέλαγος προσφέρεται ιδιαίτερα για τέτοια χρήση και υπολογίζεται ότι ένα θαλάσσιο αιολικό πάρκο μπορεί να παράγει ετησίως μέχρι 40% περισσότερο ηλεκτρικό ρεύμα από ότι ένα ηπειρώτικο. Το μέλλον της αιολικής ενέργειας φαίνεται να βρίσκεται στα θαλάσσια αιολικά πάρκα .

5.2 Εφαρμογές Γεωθερμικής Ενέργειας

Γεωθερμική ενέργεια είναι η ενέργεια που εξέρχεται από το εσωτερικό της γης στην επιφάνεια της. Μπορούμε να εξορύξουμε αυτήν την ανεξάντλητη ενέργεια της γης με δυο τρόπους:

- χρησιμοποιούμε ένα μέσον μεταφοράς το οποίο υπάρχει στο υπέδαφος με μορφή ατμού ή ζεστού νερού.
- Στην συνέχεια προωθείται στην επιφάνεια του, ψύχεται και υπό φυσιολογικές συνθήκες επιστρέφει πάλι πίσω στο υπέδαφος

Στη δεύτερη περίπτωση στέλνεται αρχικά νερό με πίεση στο βάθος και κατόπιν θερμαινόμενο μεταφέρεται προς τα πάνω. Οι δυνατές χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας εξαρτώνται από τη θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών. Πρώτης επιλογής είναι η ηλεκτροπαραγωγή ως η πλέον πρόσφορη μορφή ενέργειας για μεταφορά και χρήση και εφαρμόζεται πάντα για πεδία υψηλής ενθαλπίας. Για θερμοκρασίες όμως χαμηλότερες των 150 βαθμών κελσίου είναι οριακά οικονομική όποτε μπορούν να εφαρμόζονται μη ηλεκτρικές χρήσεις. Όταν χρησιμοποιείται η γεωθερμία για ηλεκτροπαραγωγή παρουσιάζονται απίστευτα πλεονεκτήματα καθώς η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια δεν είναι μονάχα ανεξάντλητη αλλά και πιο «διαθέσιμη» καθώς οι συμβατικοί σταθμοί παράγουν ηλεκτρική ενέργεια κατά το 65-75 του έτους, σε αντιδιαστολή με το 90% του έτους που την παράγουν οι σταθμοί παραγωγής γεωθερμικής ενέργειας. Επιπλέον οι αντλίες γεωθερμικής ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε. Εξαιτίας των προχωρημένων τεχνικών άντλησης μπορούν να καταλάβουν περιορισμένη επιφάνεια γης σε σχέση με τους παραδοσιακούς σταθμούς ορυκτών καυσίμων και να έχουν ελάχιστες επιπτώσεις κατά την διάνοιξη πηγαδιών.

Στις μη ηλεκτρικές χρήσεις της γεωθερμίας συγκαταλέγονται: η θέρμανση οικιών, η θέρμανση θερμοκηπίων, οι θέρμανση σε μονάδα αναερόβιας διάσπασης απορριμμάτων , η παράγωγή ψύχους κ. α Όταν χρησιμοποιείται αντλία θερμότητας για την παροχή θέρμανσης σε οικία, η εξοικονόμηση χρημάτων για ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να υπερβεί το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος. Ενώ όταν εφαρμόζεται στη γεωργία (π.χ. σε θερμοκήπια), το κόστος θέρμανσης μπορεί να περικοπεί μέχρι και κατά 80%.

5.2.1 Οικιακές χρήσεις της Γεωθερμίας

Ένα ενδιαφέρον πεδίο εφαρμογών της γεωθερμίας είναι η ψύξη –θέρμανση χώρων και η παροχή ζεστού νερού σε οικία χρησιμοποιώντας γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα οι αντλίες θερμότητας αφαιρούν θερμότητα από το έδαφος, την οποία την τοποθετούν στο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου. Ενώ το καλοκαίρι η διαδικασία αυτή αντιστρέφεται έτσι ώστε η αντλία θερμότητας να παρέχει κλιματισμό στο κτίριο. Η εφαρμογή αυτή μπορεί να λάβει χώρα σε οποιοδήποτε κτίριο αξιοποιώντας το ενεργειακό δυναμικό του εδάφους σε βάθος λιγότερο από 100 μέτρα.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας συνδυάζονται με συστήματα θέρμανσης-κλιματισμού του κτιρίου χαμηλής θερμοκρασίας. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να καταναλώνουν 40-60% λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από τα κλιματιστικά τελευταίας τεχνολογίας. Παράλληλα μπορούν να παρέχουν ζεστό νερό χρήσης ανά πάσα στιγμή καθώς η θερμοκρασία του εδάφους σε μερικά μέτρα βάθος παραμένει σταθερή σχεδόν καθολη τη διάρκεια του έτους ανεξάρτητα από τις εξωτερικές συνθήκες.

Η αγορά των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας παρουσιάζει ιδιαίτερη ανάπτυξη στην Ελλάδα με ρυθμό μεγαλύτερο από 50% ετησίως. Σήμερα περισσότερα από 120 κτίρια (κατοικίες, γραφεία, ξενοδοχεία κλπ) θερμαίνονται ή κλιματίζονται με γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Το κόστος δε μιας εγκατάστασης γεωθερμικών αντλιών θερμότητας είναι αρκετά μικρό σε σχέση με τα πλεονεκτήματα και ανέρχεται σε 600-1100 ευρώ /Kw(th) .

5.2.2 Τεχνοοικονομική αξιολόγηση της Γεωθερμικής Ενέργειας

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται οι διαθέσιμες τεχνολογίες αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας και η τεχνο-οικονομική κατάσταση τους που αφορά στην ωριμότητα της τεχνολογίας και στην οικονομικότητα της. Στις ήδη ανεπτυγμένες και οικονομικά εφαρμοσμένες τεχνολογίες διακρίνουμε επομένως τη χρήση γεωθερμικών ρευστών υψηλής ενθαλπίας για ηλεκτροπαραγωγή (η χρήση ρευστών μέσης ενθαλπίας παρουσιάζει οριακή οικονομικότητα) αλλά και τη χρήση γεωθερμικών ρευστών χαμηλής ενθαλπίας για εφαρμογές θέρμανσης (κτιρίων, θερμοκηπίων, διεργασιών, δεξαμενών υδατοκαλλιέργειας/ κολυμβητικών κ.α) Η αξιοποίηση των θερμών Ξηρών Πετρωμάτων είναι πολλά υποσχόμενη τεχνολογία αλλά ακόμα στο στάδιο της έρευνας.

5.2.3 Αξιοποίηση της Γεωθερμικής Ενέργειας στην Ελλάδα

Παρά το πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό, η χρήση γεωθερμικών πηγών για σκοπούς ηλεκτροπαραγωγής είναι αμελητέα στην Ελλάδα. Οι ελάχιστες εφαρμογές της γεωθερμίας περιορίζονται στη χρήση ζεστού νερού. Η χρήση ζεστού νερού μέχρι 90° Κελσίου γίνεται κυρίως σε αγροτικές εφαρμογές (θερμοκήπια, υδατοκαλλιέργειες, ξηραντήρια κλπ) ή για λουτροθεραπευτικό τουρισμό.

Στην Ελλάδα, γεωθερμία κατάλληλη για ηλεκτροπαραγωγή βρίσκεται σε προσιτά βάθη στα νησιά του ηφαιστειακού τόξου του Αιγαίου: Μήλος-Κίμωλος, Σαντορίνη, Νίσυρος, αλλά και στη Λέσβο, τη Χίο, τη Σαμοθράκη, την Αλεξανδρούπολη και αλλού. Τα νησιά Μήλος-Κίμωλος, Σαντορίνη και Νίσυρος αντιστοιχούν σε περιοχές γεωλογικά πρόσφατης ηφαιστειακής δράσης και περιλαμβάνουν γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας με θερμοκρασίες 120-350 °C με συνολικό γεωθερμικό δυναμικό τουλάχιστον 300 MW(e), το οποίο όμως μέχρι σήμερα παραμένει παντελώς ανεκμετάλλευτο. Στις υπόλοιπες περιοχές απαντώνται γεωθερμικά πεδία χαμηλής μέσης ενθαλπίας με θερμοκρασίες 90-120 °C και δυναμικό ηλεκτροπαραγωγής της τάξεως των 20-30 MW(e).

Ενώ η γεωθερμία κατάλληλη για θέρμανση και αγροτικές εφαρμογές απαντάται σε μικρά βάθη σε πολλές περιοχές στις πεδιάδες της Μακεδονίας και της Θράκης, αλλά και στη γειτονιά κάθε μιας από τις 56 θερμές πηγές της χώρας μας. Εκεί απαντώνται γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας με θερμοκρασίες 25-100°C. Τέτοια είναι: Θερμά Σαμοθράκης, Πολυχνίτος-Άργενος Λέσβου, Νένητα Χίου, Αριστινό Αλεξανδρούπολης, Αιδηψός και Σουσάκι Κορινθίας (80-100°C), Νέο Εράσμιο, Νέα Κεσσάνη Ξάνθης, Νιγρίτα, Σιδηρόκαστρο και Ηράκλεια Σερρών, Λαγκαδάς, Νέα Απολλωνία, Θέρμη Θεσσαλονίκης, Νέα Τρίγλια Χαλκιδικής (30-60°C) και πολλά άλλα. Οι αντίστοιχες γεωθερμικές εφαρμογές έχουν συνολική θερμική ισχύ μόλις 70 MW(th), και περιλαμβάνουν κυρίως θερμά και ιαματικά λουτρά (45%), και θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών (55%).

5.3 Εφαρμογές Βιομάζας στην Ελλάδα

Η βιομάζα στην χώρα μας έχει μια πληθώρα εφαρμογών που αφορούν: (α) Την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης –ψύξης η και ηλεκτρισμού σε γεωργικές και άλλες βιομηχανίες (β) Την τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών (γ) την θέρμανση θερμοκηπίων (δ) Την παραγωγή υγρών καυσίμων με διάφορες διαδικασίες (θερμοχημικές, βιοχημικές). Ως πρώτη υλη σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται υποπροϊόντα της βιομηχανίας ξύλου, ελαιοπυρηνόξυλα, κουκούτσια ροδάκινων και άλλων φρούτων, τσόφλια αμυγδάλων, βιομάζα δασικής προέλευσης, άχυρο σιτηρών, υπολείμματα εκκοκκισμού κ.α Όμως το μεγαλύτερο μέρος της βιομάζας στην χώρα μας δυστυχώς παραμένει αναξιοποίητο. Από πρόσφατη απογραφή έχει εκτιμηθεί ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα συνίσταται από 7.500.000 τόνους υπολειμμάτων γεωργικών

καλλιεργείων (σιτηρών, αραβοσίτου, βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου, κληματίδων, πυρηνόξυλου) και από 2.700.000 τόνους δασικών υπολειμμάτων υλοτομίας (κλάδοι, φλοιοί κ.α). Από τις παραπάνω ποσότητες βιομάζας το ποσοστό τους εκείνο που προκύπτει σε μορφή υπολειμμάτων κατά τη δευτερογενή παραγωγή προϊόντων είναι άμεσα διαθέσιμο, δεν παρουσιάζει προβλήματα μεταφοράς και μπορεί να τροφοδοτήσει απ ευθείας διάφορα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Μπορεί δηλαδή η εκμετάλλευση του να καταστεί οικονομικά συμφέρουσα. Παράλληλα με την αξιοποίηση των διαφόρων γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων, σημαντικές ποσότητες βιομάζας είναι δυνατόν να ληφθούν από τις ενεργειακές καλλιέργειες. Σε κάποιες περιοχές της Ελλάδας όπου υπάρχουν μονοκαλλιέργειες (πχ βαμβακιού) εμφανίζεται το πρόβλημα των γεωργικών πλεονασμάτων . Εξαιτίας της εξειδίκευσης αυτής της περιοχής στην παραγωγή ενός μόνο προϊόντος αυξάνεται το γεωργικό πλεόνασμα με αποτέλεσμα να μειώνεται η τιμή του γεωργικού προϊόντος που βρίσκεται σε αφθονία και να υποβαθμίζεται το περιβάλλον λόγω της εκτεταμένης χρήσης χημικών και φυτοφαρμάκων και της συνεχούς άδρευσης. Όμως η αντικατάσταση ενός μέρους της καλλιεργήσιμης γης με ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή βιομάζας μπορεί να λύσει το οικονομικό πρόβλημα λόγω των πλεονασμάτων και να παρέχει δυνατότητες για την αύξηση της χρήσης της βιομάζας στην χώρα μας. Η αγριαγκινάρα είναι ένα φυτό κατάλληλο για ενεργειακή αξιοποίηση το οποίο προσαρμόζεται θαυμάσια στις ελληνικές συνθήκες, αναπτύσσεται μονάχα με το νερό των βροχοπτώσεων συνεπώς δεν απαιτείται άρδευση άλλα ούτε και φυτοφάρμακα οπότε βελτιώνεται η παραγωγική δυναμικότητα του εδάφους της περιοχής.

- I. Κάλυψη των αναγκών θέρμανσης –ψύξης η και ηλεκτρισμού σε γεωργικές και άλλες βιομηχανίες: Με τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας μεγάλες ποσότητες θερμότητας απορρίπτονται στο περιβάλλον . Με την συμπαραγωγή όπως ονομάζεται η συνδυασμένη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από την ίδια ενεργειακή πηγή, το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας αυτής ανακτάται και χρησιμοποιείται επωφελώς. Συμπαραγωγή από βιομάζα εφαρμόζεται και στην Ελλάδα και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε αστικό-περιφερειακό επίπεδο. Ένα παράδειγμα βιομηχανίας όπου με την εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής υποκαταστάθηκαν πολυεπιτυχώς, συμβατικά καύσιμα από βιομάζα είναι ένα εκκοκκιστήριο στην περιοχή της Βοιωτίας. Σ αυτό κάθε χρόνο χρησιμοποιούνται 4.000-5.000 τόνοι υπολειμμάτων βαμβακιού για την παραγωγή θερμότητας από βιομάζα.
- II. Τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών: Η εξασφάλιση ζεστού νερού για την θέρμανση χώρων και για την απ ευθείας χρήση σε μια πόλη η χωρίο μπορεί να γίνει και από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας που λειτουργεί με βιομάζα. Στην Ελλάδα έχει ήδη εγκατασταθεί η πρώτη μονάδα τηλεθέρμανσης με χρήση βιομάζας. Η μονάδα αυτή που βρίσκεται στην κοινότητα Νυμφασίας του νομού Αρκαδίας καλύπτει τις ανάγκες θέρμανσης 80 κατοίκων και 600 τετραγωνικών μέτρων κοινοτικών χωριών. Ως καύσιμη υλη χρησιμοποιούνται τρίμματα ξύλου τα οποία προέρχονται από τεμαχισμό σε ειδικό μηχάνημα υπολειμμάτων υλοτομίας από γειτονικό δάσος ελάτων. Το έργο αυτό αποτελεί πρότυπο για την ανάπτυξη παρόμοιων εφαρμογών σε κοινότητες και δήμους της χώρας δεδομένου ότι εξασφαλίζει σημαντική εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων και αξιοποιεί του τοπικούς ενεργειακούς πόρους.

- III. Θέρμανση θερμοκηπίων: Η αξιοποίηση της βιομάζας σε μονάδες παραγωγής θερμότητας για τη θέρμανση θερμοκηπίων αποτελεί μια ενδιαφέρουσα και οικονομικά συμφέρουσα προοπτική για τους ιδιοκτήτες τους. Ένα παράδειγμα αυτού του είδους χρήσης της βιομάζας αποτελεί μια θερμοκηπιακή μονάδα έκτασης 2 στεμμάτων, στο Νομό Σερρών, στην οποία καλλιεργούνται οπωροκηπευτικά. Σε αυτή τη μονάδα έχει εγκατασταθεί σύστημα παραγωγής θερμότητας το οποίο χρησιμοποιεί ως καύσιμο άχυρο σιτηρών. Η ετήσια εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων που επιτυγχάνεται φθάνει τους 40 τόνους πετρελαίου.
- IV. Παραγωγή υγρών καυσίμων με βιοχημική η θερμοχημική μετατροπή της βιομάζας: Ένα παράδειγμα υγρού καυσίμου που μπορεί να παραχθεί στην χώρα μας είναι το βιοαέριο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε μηχανές εσωτερικής καύσης, για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Αυτό το αέριο είναι ποιοτικότερο από τα συμβατικά καύσιμα και έχει μικρότερες εκπομπές επικίνδυνων ρύπων στην ατμόσφαιρα. Το βιοαέριο παράγεται στην Ελλάδα στους χώρους υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Σήμερα λειτουργούν 4 μονάδες βιοαερίου που μετατρέπουν το αέριο που προκύπτει από τη ζύμωση των σκουπιδιών στις χωματερές σε ηλεκτρική ενέργεια. Παράλληλα η Θεσσαλονίκη συμβάλλει και αυτή σε μεγάλο βαθμό στη μαζική βιομηχανική παραγωγή βιοκαυσίμων του μέλλοντος, φιλοξενώντας ένα επαρκώς εξοπλισμένο κέντρο έρευνας για την ανάπτυξη και τις προοπτικές των βιοδιυλιστηρίων στη χώρα μας. Στο Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ) στη Θέρμη στεγάζεται το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Καυσίμων και Υδρογονανθράκων (ΕΠΚΥ) του Ινστιτούτου Τεχνικής Χημικών Διεργασιών. Το ΕΚΕΤΑ ασχολείται εκτός από τη μελέτη διεργασιών παραγωγής βιοκαυσίμων από βιομάζα και με την εναλλακτική παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.

5.4 Αξιοποίηση της Ηλιακής Ενέργειας στην Ελλάδα

Στην χώρα μας ο πιο ευρέως διαδεδομένος τρόπος αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες. Σύμφωνα με έρευνα της Greenpeace η Ελλάδα είναι η δεύτερη χώρα στην Ευρώπη μετά τη Γερμανία σε συνολική εγκατεστημένη επιφάνεια ηλιοσυλλεκτών. Περίπου το 30% των νοικοκυριών (1.000.000 νοικοκυριά) χρησιμοποιούν ηλιακούς θερμοσίφωνες. Ωστόσο το ποσοστό αυτό θα μπορούσε να είναι πολύ πιο υψηλό στην χώρα με την υψηλότερη ηλιοφάνεια από όλη την Ευρώπη. Το κόστος μιας τέτοιας εγκατάστασης λειτουργεί αποτρεπτικά σε συνδυασμό με τα ανύπαρκτα φορολογικά κίνητρα, παρά το γεγονός ότι η προσφερόμενη οικονομία στην κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος που μπορεί να προσφέρει η εγκατάσταση, εξασφαλίζει απόσβεση του κόστους τα επόμενα 5 έως 10 χρόνια. Όσο αναφορά την ηλιακή ενέργεια για την παραγωγή άμεσης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των φωτοβολταϊκών, αυτή δεν αξιοποιείται αρκετά στην χώρα μας. Ο λόγος είναι ο ίδιος με την περίπτωση των ηλιακών συλλεκτών. Κατά κανόνα τα φωτοβολταϊκα συστήματα που έχουν εγκατασταθεί στην Ελλάδα εξυπηρετούν απομονωμένες χρήσεις σε σημεία όπου δεν υπάρχει δίκτυο της ΔΕΗ, επειδή στις περιπτώσεις αυτές η οικονομική βιωσιμότητα του συστήματος είναι πολύ περισσότερο εμφανής.

5.5 Αξιοποίηση της Υδροηλεκτρικής Ενέργειας στην Ελλάδα

Στην χώρα μας έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό τα υδροηλεκτρικά έργα, τουλάχιστον για τις περιοχές που εμφανίζουν υψηλό δυναμικό. Έτσι η ΔΕΗ έχει εγκαταστήσει υδροηλεκτρικές μονάδες συνολικής ισχύος 3.052,4 MW ώστε πλέον σημαντικό ενδιαφέρον και δυναμική εμφανίζουν τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα.

Ωστόσο η πρόσφατη νομοθεσία παρέχει την δυνατότητα και στον ιδιωτικό τομέα να παράγει ηλεκτρική ενέργεια και επιδιώκει να ενισχύσει σημαντικά το ενδιαφέρον επενδυτών στον τομέα των υδροηλεκτρικών. Πολλές Κοινότητες αλλά και ιδιώτες έχουν εκφράσει το ενδιαφέρον τους για την κατασκευή και εκμετάλλευση μικρών υδροηλεκτρικών εργοστασίων. Επιπρόσθετα, συνήθως τέτοιες επενδύσεις επιχορηγούνται και συγχρηματοδοτούνται από το Ελληνικό Κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση, ενώ ο αναπτυξιακός νόμος 2601 του 1998 επιχορηγεί με 40% του συνολικού κόστους του έργου.

Παρόλα αυτά ένα μεγάλο μέρος του υδροηλεκτρικού δυναμικού της χώρας παραμένει αναξιοποίητο και εντοπίζεται κυρίως στην ηπειρωτική Ελλάδα. Σε αυτήν την περιοχή βρίσκεται σύμφωνα με συντηρητικές εκτιμήσεις το 30% τους συνολικού δυναμικού της χώρας. Αυτό το δυναμικό θα μπορούσε να καλύψει σημαντικό ποσοστό της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Όλοι οι ποταμοί της Ηπείρου έχουν τις πηγές τους στην οροσειρά της Πίνδου. Η οροσειρά της Πίνδου έχει σημαντικές βροχοπτώσεις και εδαφολογία τέτοια ώστε να μπορούμε να εκμεταλλευτούμε το υδάτινο δυναμικό από μεγάλες υψομετρικές διαφορές, ενώ από την άλλη πλευρά το έδαφος της οροσειράς είναι τέτοιο που ευνοεί τη δημιουργία τεχνητών λιμνών και δεξαμενών ύδατος.

Κεφάλαιο 6

Το ζήτημα των κλιματικών αλλαγών

6.1 Οι κλιματικές αλλαγές

Κάθε χρόνο ως αποτέλεσμα των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, δισεκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο) καθώς και άλλων αερίων όπως το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου, απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα αλλάζοντας τη σύσταση των αερίων που παρέμενε σταθερή για δεκάδες χιλιάδες χρόνια. Η ανατροπή αυτή αναμένεται να αλλάξει δραστικά το κλίμα τις επρχόμενες δεκαετίες. Το διοξείδιο του άνθρακα θεωρείται υπεύθυνο για το 50% της υπερθέρμανσης της ατμόσφαιρας. Σε λιγότερο από 2 αιώνες οι άνθρωποι αυξήσαμε κατά 25% την συνολική ποσότητα CO₂ της ατμόσφαιρας. Κάθε χρόνο επιβαρύνουμε την ατμόσφαιρα με 6 δισεκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα. Έτσι υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της γης θα ανέβει τα επόμενα 100 χρόνια από 2 έως και 6 βαθμούς Κελσίου .

Οι συνέπειες της υπερθέρμανσης της γης δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένες σε όλα τα μήκη και πλάτη. Πρόσφατες έρευνες σε Αμερική και Ευρώπη δείχνουν ότι κάτω από τις συνθήκες αυτές προβληματικά κλιματολογικά φαινόμενα όπως οι ξηρασίες, οι πλημύρες, το el niño και άλλα, αναμένεται να εμφανίζονται πιο συχνά. Οι σίγουρες συνέπειες της παγκόσμιας υπερθέρμανσης είναι:

- η μείωση στα αποθέματα του νερό
- οι απότομες μεταβολές στη θερμοκρασία του πλανήτη
- Οι υψηλές θερμοκρασίες στη θερινή περίοδο
- η είσοδος των θαλάσσιων υδάτων στον παράκτιο υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα και η υποβάθμιση του.
- Οι σημαντικές μετακινήσεις πληθυσμού και αγαθών.
- Η δραματική μείωση του αριθμού των ειδών.

Η αλλαγή του κλίματος αμφισβητήθηκε στο παρελθόν και σε οποιασδήποτε προσπάθειες για την έγκαιρη αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού αντέδρασαν λόμπι ισχυρών συμφερόντων. Πλέον όμως αυτή η πραγματικότητα είναι αδιαμφισβήτητη καθώς οι συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι ήδη πραγματικότητα. Την τελευταία δεκαετία, εκδηλώθηκαν τρεις φορές περισσότερες φυσικές καταστροφές κυρίως πλημμύρες και τυφώνες –στον κόσμο από ότι στην δεκαετία του 60, ενώ τετραπλασιάστηκε το κόστος των καταστροφών από παρομοια φαινόμενα.

Τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που λειτουργούν με την καύση λιγνίτη, λιθάνθρακα, πετρελαίου και άλλων ορυκτών καυσίμων, ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος της περιβαλλοντικής κρίσης προκαλώντας αλόγιστη ρύπανση στον αέρα, το έδαφος, το υπέδαφος, τον υδροφόρο ορίζοντα άλλα και την υγεία των πολιτών.

Συμφώνα με έκθεση της wwf, η ελληνική ΔΕΗ είναι η 5η μεγαλύτερη εταιρία παραγωγής λιγνίτη στον κόσμο, και οι πιο ρυπογόνοι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί στην Ευρώπη είναι αυτοί του Άγιου Δημητρίου και της Καρδίας στην Κοζάνη. Οι σταθμοί της ΔΕΗ εκλύουν κάθε χρόνο 43 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, πόσο που αποτελεί το 40% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα της χώρας.

6.2 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Με τον όρο «φαινόμενο του θερμοκηπίου» εννοούμε τη συνεχή αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, που προκαλείται από την απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τη γη. Η απορρόφηση οφείλεται κατά κύριο λόγο στο διοξείδιο του άνθρακα, αλλά και σε άλλα αέρια, όπως το μεθάνιο, το όζον, το διοξείδιο του αζώτου και οι υδρατμοί.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου ήταν γνωστό από τις αρχές του 19ου αιώνα, ειδικότερα το 1827 ο Γάλλος επιστήμονας Ζαν Μπατίστ Φουριέ διατύπωσε θεωρητικά το φαινόμενο, λέγοντας ότι τα αέρια της ατμόσφαιρας παγιδεύουν την ηλιακή ενέργεια αυξάνοντας τη θερμοκρασία. Το 1896, ο τιμημένος με Νόμπελ Σουηδός χημικός Σβάντε Αρένιους, συνέδεσε το φαινόμενο του θερμοκηπίου με το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από την καύση των ορυκτών καυσίμων. Τη δεκαετία του 1970 αναγνωρίστηκε ότι στο φαινόμενο του θερμοκηπίου συμβάλλουν και άλλα αέρια (π.χ. το μεθάνιο, το υποξείδιο του αζώτου, οι φθοροχλωράνθρακες κ.α). Η σύνδεση του φαινομένου του θερμοκηπίου με τις κλιματικές αλλαγές έγινε το 1979 με την ιστορική έκθεση της Αμερικανικής Ακαδημίας Επιστημών.

Ο κύριος υπεύθυνος του φαινομένου του θερμοκηπίου, το διοξείδιο του άνθρακα, εκλύεται στην ατμόσφαιρα από τις διάφορες καύσεις που γίνονται για παραγωγή ηλεκτρισμού, μεταφορές και διάφορους βιομηχανικούς σκοπούς. Κατά το 1990, η ετήσια εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα σε παγκόσμια κλίμακα έφθασε τους 5.900 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου άνθρακα. Η διαχρονική εξέλιξη της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα και της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας από το 160.000 π.Χ μέχρι σήμερα παρουσιάζει συνεχή αύξηση κατά τα τελευταία 150 χρόνια και αιτία είναι η συνεχής αύξηση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων (περίπου 4% ετησίως). Σύμφωνα με εκτιμήσεις, αν συνεχιστεί ο ίδιος ρυθμός αύξησης των καύσεων στον πλανήτη, η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα το έτος 2030 θα

είναι περίπου 600 ppm, δηλαδή διπλάσια από όσο ήταν κατά την προβιομηχανική εποχή. Μία τέτοια αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα εκτιμάται ότι θα προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας κατά 3-5 βαθμούς κελσίου.

Οι συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι δύσκολο να προεκτιμηθούν, εξαιτίας του γεγονότος ότι η άνοδος της θερμοκρασίας συνδέεται με παράγοντες των οποίων ο ρόλος δεν είναι πλήρως γνωστός. Οι σημαντικότερες από τις πιθανολογούμενες συνέπειες είναι:

- ✓ τήξη των πάγων των πόλων, με αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης των θαλασσών (κατά 50 cm περίπου). Συνεπώς, περιοχές που σήμερα βρίσκονται χαμηλότερα από το επίπεδο της θάλασσας ή λίγο ψηλότερα θα πλημμυρίσουν. Τα δέλτα των ποταμών και μεγάλες καλλιεργήσιμες εκτάσεις ίσως πληγούν ανεπανόρθωτα.
- ✓ αλλαγή του κλίματος της γης με μετακίνηση των ζωνών βροχοπτώσεων από τον ισημερινό προς το βορρά και ερημοποίηση του κάτω τμήματος της εύκρατης ζώνης, ανάμεσα στον 20ο και 40ο παράλληλο.
- ✓ αύξηση εντόμων και παρασίτων.

Ωστόσο, διατυπώνονται και σενάρια, σύμφωνα με τα οποία η άνοδος της θερμοκρασίας θα έχει και ευνοϊκές για τη γη επιπτώσεις, αφού θα προκαλέσει μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και αύξηση της αγροτικής παραγωγής. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου επιτείνεται και από τη συνεχιζόμενη αποψίλωση των μεγάλων τροπικών δασών, αφού από το σύνολο του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας μόνο το 1/3 απορροφάται από τους ωκεανούς, ενώ τα 2/3 από τα φυτά. Αντίθετα, αντιστάθμιση του φαινομένου του θερμοκηπίου αποδίδεται στις εκρήξεις ηφαιστείων, με τις οποίες εκπέμπονται μεγάλες ποσότητες σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Τα εκπεμπόμενα σωματίδια συμβάλλουν προσωρινά (για 2-5 έτη) στη μείωση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας εξαιτίας του σκεδασμού της ηλιακής ακτινοβολίας.

Τα κυριότερα μέτρα πρόληψης του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι:

- ✓ η εξοικονόμηση ενέργειας
- ✓ η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης
- ✓ η αξιοποίηση των καθαρών πηγών ενέργειας
- ✓ η προστασία των μεγάλων τροπικών δασών και οι αναδασώσεις
- ✓ ο περιορισμός των εκπομπών των άλλων αερίων θερμοκηπίου.

6.3 Οι προτεινόμενες λύσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής

Η εξοικονόμηση ενέργειας, η ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων του πλανήτη και η ουσιαστική προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (εφεξής ΑΠΕ) αποτελούν τη μόνη ρεαλιστική, αποτελεσματική, βιώσιμη και οικονομική λύση για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών και την εξασφάλιση ενεργειακής επάρκειας.

Η προώθηση της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ αποτελεί περιβαλλοντική και ενεργειακή προτεραιότητα ύψιστης σημασίας για τη χώρα, δεδομένης της σημαντικής συμβολής τους στην βιώσιμη ανάπτυξη, στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας το άνοιγμα νέων αγορών και την προώθηση νέων τεχνολογιών. Επίσης, χρειάζεται η δραστική μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και των υπόλοιπων αερίων του θερμοκηπίου. Να παύσει η έρευνα για νέα αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου, να τεθεί χρονοδιάγραμμα για τη διακοπή της λειτουργίας των ανθρακικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και το σταδιακό τερματισμό της εξόρυξης άνθρακα.

6.4 Η εφαρμογή της κοινοτικής νομοθεσίας στην Ελλάδα

Η χώρα μας προσχώρησε στη Συνθήκη των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή την οποία κύρωσε το 1994 με τον Ν. 2205/1994. Οι αρμόδιες αρχές, σε συνεργασία με πανεπιστήμια και άλλους ερευνητικούς φορείς, παρακολουθούν την κλιματική αλλαγή και εκτιμούν ότι οι επιπτώσεις της είναι ορατές στο περιβάλλον της χώρας μας. Στοιχεία αυτών των επιπτώσεων παρουσιάζονται στην τρίτη ετήσια έκθεση της Ελλάδας στην ανωτέρω Συνθήκη.

Ενδεικτικά αναφέρουμε την ανακοίνωση της Ελληνικής Εδαφολογικής Εταιρείας τον Φεβρουάριο του 2006, σύμφωνα με την οποία το 8% της ελληνικής, πάλαι ποτέ γόνιμης, γεωργικής γης βρίσκεται σχεδόν σε κατάσταση ερημοποίησης, ενώ το 35% των ελληνικών εδαφών κινδυνεύουν να ερημοποιηθούν ως αποτέλεσμα διάφορων παραγόντων συμπεριλαμβανομένων των κλιματικών αλλαγών.

Τον Μάιο του 2002 η Ελλάδα, μαζί με τα υπόλοιπα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, επικύρωσε το Πρωτόκολλο του Κιότο και εξέδωσε τον Ν. 3017/2002. Εν συνεχεία, ενσωματώθηκε στο ελληνικό δίκαιο η Οδηγία 2003/87 με την Κοινή Υπουργική Απόφαση (εφεξής ΚΥΑ) 54409/2632 στις 27.12.2004, ήτοι με καθυστέρηση ενός έτους από την προβλεπόμενη ημερομηνία εναρμόνισης. Η ΚΥΑ 36028/1604/2006 ενέκρινε το Εθνικό Σχέδιο Κατανομής Δικαιωμάτων Εκπομπών (εφεξής ΕΣΚΔΕ) Αερίων Θερμοκηπίου περιόδου 2005-2007, σύμφωνα με το άρθρο 7 της ΚΥΑ 54409/2632 και σε συμμόρφωση με την Οδηγία 2003/87. Παράλληλα, με την Πράξη Υπουργικού Συμβουλίου (εφεξής ΠΥΣ) εγκρίθηκε το Εθνικό Πρόγραμμα Εκπομπών Αερίων Θερμοκηπίου 2000-2010, σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν. 3017/2002. Σύμφωνα με τους στόχους του Πρωτοκόλλου του Κιότο, οι συνολικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου μπορούν να αυξηθούν στην Ελλάδα μέχρι 25% έως το 2012. Ωστόσο, οι ρυθμοί αύξησης των ρύπων είναι μεγαλύτεροι από το επιθυμητό και προβλέπεται ότι η Ελλάδα θα ξεπεράσει το όριο του 25%.

Αρμόδια αρχή για την εφαρμογή της Οδηγίας και τη λειτουργία του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων αερίων θερμοκηπίου ορίζεται το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων. Επταμελής διυπουργική επιτροπή, αποτελούμενη από τρεις εκπροσώπους του ΥΠΕΧΩΔΕ, δύο του Υπουργείου Ανάπτυξης και δύο του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών, θα συντονίζει το έργο του ΥΠΕΧΩΔΕ και των συναρμόδιων Υπουργείων. Επιπλέον, στη Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος του ΥΠΕΧΩΔΕ και συγκεκριμένα στη Διεύθυνση Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και θορύβου (ΕΑΡΘ), συστήθηκε Γραφείο Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΓΕΔΕ), το οποίο εποπτεύει την εφαρμογή των διατάξεων της ως άνω ΚΥΑ. Στο Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης (εφεξής ΕΚΠΑΑ) ανατέθηκε η τήρηση μητρώου δεδομένων, υπό την επίβλεψη και διαχείριση αυτών από τη ΓΕΔΕ.

6.5 Προοπτικές

Οι νομοθετικές ρυθμίσεις οδήγησαν στη δραστική μείωση των εκπομπών καπνού και στον περιορισμό της όξινης βροχής. Εν τούτοις οι κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία παρέμειναν, διότι δεν περιορίστηκαν αρκετά οι εκπομπές των πλέον ανησυχητικών ρύπων για την δημόσια υγεία, όπως το τροποσφαιρικό όζον και τα σωματίδια. Για τους ρύπους αυτούς δεν έχει προσδιοριστεί βαθμός έκθεσης χωρίς κίνδυνο για τον άνθρωπο.

Το 2001, η Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε το Πρόγραμμα Καθαρός Αέρας για την Ευρώπη – Clean Air for Europe (CAFE), με σκοπό τη χάραξη μακροπρόθεσμης πολιτικής κατά των αρνητικών επιπτώσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην ανθρώπινη υγεία.

Το Σεπτέμβριο του 2005 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε νέα στρατηγική για την ατμοσφαιρική ρύπανση. Η στρατηγική αυτή συνίσταται στην εκπόνηση ενός οδικού χάρτη δράσης μέχρι το 2020 και στην βελτίωση της εφαρμογής της νομοθεσίας για την ατμοσφαιρική ρύπανση. Συγκεκριμένα προβλέπεται:

- η ποιοτική στάθμη του ατμοσφαιρικού αέρα να μην έχει αρνητικές επιπτώσεις, ούτε να συνεπάγεται σοβαρούς κινδύνους για την υγεία του ανθρώπου και για το περιβάλλον.
- συμπλήρωση και εκσυγχρονισμός της ισχύουσας νομοθεσίας. Στο πλαίσιο αυτό έχει προταθεί η καθιέρωση ορίων για την αιωρούμενη λεπτή σκόνη και τα σωματίδια αιθάλης που χαρακτηρίζονται από βαθιά πνευμονική διείσδυση και αναμένεται στο άμεσο μέλλον να κατατεθούν νέες νομοθετικές προτάσεις.

Η στρατηγική καθορίζει τους εξής μακροπρόθεσμους στόχους έως το έτος 2020, λαμβάνοντας ως σημείο αναφοράς το 2000:

- μείωση κατά 47% της απώλειας προσδόκιμου επιβίωσης εξαιτίας της έκθεσης σε σωματίδια.

- μείωση κατά 10% των περιπτώσεων οξείας θνησιμότητας εξαιτίας του όζοντος.
- μείωση των πλεονασμάτων όξινων επικαθίσεων κατά 74% και 39% στις δασικές ζώνες και στις επιφάνειες γλυκών νερών αντίστοιχα.
- μείωση κατά 43% των ζωνών, στις οποίες παρατηρείται ευτροφισμός στα οικοσυστήματα.

Η υλοποίηση των ανωτέρω στόχων προϋποθέτει, σε σχέση με τις τιμές του 2000, μείωση των εκπομπών: διοξειδίου του θείου κατά 82%, οξειδίων του αζώτου κατά 60%, πτητικών οργανώσεων κατά 51%, αμμωνίας κατά 27%, πρωτογενών ΡΗ 2,5 (σωματίδια που εκπέμπονται απευθείας στον αέρα) κατά 59%.

Η αύξηση του κόστους σε σχέση με τη δαπάνη που απαιτούν τα σημερινά μέτρα ανέρχεται σε 7,1 δισεκατομμύρια € ετησίως. Η αναμενόμενη εξοικονόμηση πόρων, ως αποτέλεσμα της στρατηγικής, εκτιμάται σε 42 δισεκατομμύρια € ετησίως. Ο αριθμός των πρόωρων θανάτων αναμένεται να μειωθεί από 370.000 το 2000, σε 230.000 το 2020.

Για το περιβάλλον δεν υπάρχει σήμερα κοινής αποδοχής μέθοδος εκτίμησης του οικονομικού κόστους της υποβάθμισης των οικοσυστημάτων, αλλά ούτε και των κερδών που αναμένεται να προκύψουν από την προτεινόμενη στρατηγική. Οι θετικές επιπτώσεις όμως θα είναι προφανώς σημαντικές, αφού θα περιοριστούν η όξινη βροχή, καθώς και οι απαιτήσεις σε αζωτούχα λιπάσματα, με αποτέλεσμα την προστασία της βιοπικιοιλότητας.

Οι νομοθετικές προτάσεις της στρατηγικής είναι οι ακόλουθες:

- η συγχώνευση της Οδηγίας πλαίσιο 96/82 και των τεσσάρων θυγατρικών Οδηγιών της.
- η συμπλήρωση της νομοθεσίας για τα λεπτά σωματίδια με τον καθορισμό τιμής κατωφλίου 25 mg/m³ και ενός ενδιάμεσου στόχου για μείωση κατά 20% προς επίτευξη μεταξύ 2010 και 2020.
- η επέκταση της Οδηγίας για την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης (IPPC) και της Οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, στις μικρές εγκαταστάσεις καύσης.
- στον τομέα των μεταφορών, η μείωση των εκπομπών από τα καινούργια ΙΧ αυτοκίνητα, μικρά και βαριά φορτηγά, καθώς και η μείωση εκπομπών από τα πλοία και τα αεροπλάνα.
- στο γεωργικό τομέα, η προώθηση μέτρων μείωσης του αζώτου στις ζωοτροφές και τα λιπάσματα.

Η ανωτέρω στρατηγική ενσωματώθηκε στην πρόταση Οδηγίας 21.09.2005 για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και για καθαρότερο αέρα στην Ευρώπη, η οποία αναμένεται να υιοθετηθεί στο άμεσο μέλλον. Απαραίτητη για την εφαρμογή της είναι η συστηματική ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών για τις επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην υγεία και το περιβάλλον.

6.6 Συμπεράσματα

Παρά τα μέτρα που έχουν ληφθεί και αυτά που σχεδιάζονται για το μέλλον τα προβλήματα από την κλιματική αλλαγή αυξάνονται. Το γεγονός αυτό επισημαίνουν δημοσιευμένες επιστημονικές ανακοινώσεις. Η επιστημονική έρευνα πρέπει να ενισχυθεί για να γίνουν περισσότερο κατανοητοί οι παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα. Στην πράξη, η μέχρι σήμερα μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση προέκυψε κυρίως από το κλείσιμο παρωχημένων και μη αποδοτικών εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρισμού από άνθρακα, ιδιαίτερα στο Ηνωμένο Βασίλειο και στη Γερμανία.

Η λήψη αυστηρότερων μέτρων, η δέσμευση όλων των κρατών και η ανάληψη της ευθύνης που τους αναλογεί θεωρούνται αναγκαίες ενέργειες. Στο πλαίσιο αυτό, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο κάλεσε τις βιομηχανικές χώρες, το Μάρτιο του 2005, να επιδιώξουν να μειώσουν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου έως το 2010 κατά 15-30%. Επίσης, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο πρότεινε, με ψήφισμά του, το Νοέμβριο του 2005 τη μείωση των εκπομπών έως το 2050 κατά 60-80%. Αναγνωρίζοντας δε την κρισιμότητα του προβλήματος, ζήτησε τη μετάθεση των μηχανισμών υποστήριξης της γεωργίας από την παραγωγή τροφίμων προς την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας. Επίσης, τόνισε την απόλυτη ανάγκη εμπλοκής των Η.Π.Α στην προσπάθεια αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής και την ανάγκη ανάπτυξης στρατηγικής συνεργασίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης με την Κίνα και την Ινδία, ώστε οι χώρες αυτές να αναπτύξουν στρατηγικές βιώσιμες ενέργειες.

Ο Επίτροπος για το Περιβάλλον κ. Σταύρος Δήμας, σε πρόσφατη ομιλία στην Επιτροπή Περιβάλλοντος του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ανέφερε ότι αναπτύσσεται στην Ευρωπαϊκή Ένωση έντονη «διπλωματία του κλίματος», ώστε να επιτύχει την εμπλοκή όλων των χωρών με υψηλά επίπεδα εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, στην προσπάθεια καταπολέμησης των κλιματικών αλλαγών, συμπεριλαμβανομένων των Η.Π.Α και των αναπτυσσόμενων χωρών.

Οι αναπτυσσόμενες χώρες αναμένεται να πληγούν από την αλλαγή του κλίματος σε μεγαλύτερο βαθμό από τις ανεπτυγμένες χώρες, οι οποίες ευθύνονται κυρίως για τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Στα διαβήματα των ανεπτυγμένων χωρών για τη μείωση της ρύπανσης, οι αναπτυσσόμενες χώρες αντιτάσσουν ότι, κατά τη περίοδο του εκσυγχρονισμού τους, οι ανεπτυγμένες χώρες δεν έλαβαν περιοριστικά μέτρα στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Συνεπώς, η ευθύνη και η πρωτοβουλία των ενεργειών για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής θα επωμιστούν στις ανεπτυγμένες χώρες.

Κεφάλαιο 7

Η συμμετοχή των ΑΠΕ στον ενεργειακό χάρτη της χώρας

7.1 Ενεργειακή εικόνα

Το τελευταίο μισό του 20ου αιώνα έχει παρατηρηθεί μια δραματική αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας. Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια η κατανάλωση έχει τριπλασιασθεί, ενώ το πετρέλαιο αποτελεί την κύρια πηγή πρωτογενούς ενέργειας. Σημαντική συμβολή στο παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο έχει και η πυρηνική ενέργεια. Ωστόσο οι ανανεώσιμες έχουν την μικρότερη σχετικά με τις άλλες πηγές ενέργειας συμμετοχή, η οποία κυρίως στηρίζεται στην υδροηλεκτρική παραγωγή και στην αξιοποίηση της βιομάζας. Επιπλέον πρέπει να σημειωθεί ότι τα τελευταία χρόνια η μέση ετήσια παγκόσμια αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας κυμαίνεται μεταξύ του 4% και 5% το οποίο μεταφράζεται σε διπλασιασμό της κατανάλωσης ενέργειας κάθε δέκα ή δώδεκα χρόνια. Το γεγονός αυτό από μόνο του είναι αρκετά ανησυχητικό, ιδίως εάν συνδυασθεί με την αναμενόμενη εξάντληση των βεβαιωμένων αποθεμάτων συμβατικών καυσίμων.

Στην Ελλάδα το πρόβλημα της αυξανόμενης ζήτησης ενέργειας είναι πολύ μεγαλύτερο από τις λοιπές Ευρωπαϊκές χώρες. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην έλλειψη συστηματικής εφαρμογής προγραμμάτων ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης της ενέργειας. Ενώ στη χώρα μας η κατά κεφαλήν καταναλισκόμενη ενέργεια είναι σαφώς μικρότερη από το μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ταυτόχρονα η ενεργειακή κατανάλωση ανά μονάδα παραγόμενων προϊόντων είναι πολύ μεγαλύτερη των υπολοίπων αναπτυσσόμενων χωρών.

Για κάθε μονάδα αύξησης του Α.Ε.Π η χώρα μας χρειάζεται σχεδόν διπλάσια κατανάλωση ενέργειας από τις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης, πράγμα που οφείλεται στην αντιοικονομική χρήση της ενέργειας. Η υστέρηση αυτή της Ελληνικής οικονομίας επιφέρει, μεταξύ άλλων, μείωση της ανταγωνιστικότητας των ελληνικών επιχειρήσεων και βεβαίως προσθετή επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Από το 1990 η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα αυξήθηκε με γρήγορους ρυθμούς. Ειδικά ο οικιακός τομέας ήταν το 2006 (σύμφωνα με στοιχεία του ΚΑΠΕ) ο μεγαλύτερος καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας. Η κατανάλωση αυξήθηκε στον τομέα αυτό κατά 94% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Είναι αξιοπερίεργο το γεγονός ότι ο οικιακός τομέας έχει ξεπεράσει σε ενεργειακή ζήτηση ακόμη και την βιομηχανία. Η σπατάλη αυτή προκύπτει εξαιτίας του ότι χρησιμοποιείται για τη θέρμανση κατοικιών ή για οικιακή χρήση ηλεκτρική ενέργεια υψηλής ποιότητας, τη στιγμή που ακόμη και χαμηλής ποιότητας θερμότητα (π.χ θερμοκρασίες 40 –90 βαθμούς Κελσίου) καλύπτει πλήρως τις απαιτήσεις μας.

Τέτοια χαμηλής ποιότητας θερμότητα θα μπορούσαν να παρέχουν τα ηλιακά συστήματα τοποθετημένα σε οικία ή οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Ένα επιπλέον πρόβλημα είναι ότι η Ελλάδα δεν φαίνεται ιδιαίτερα ευνοημένη σε αποθέματα συμβατικών καυσίμων και χαρακτηρίζεται από χαμηλό συντελεστή ενεργειακής αυτόαρκειας. Τα αποθέματα λιγνίτη που υπάρχουν κυρίως στη Μακεδονία και στη Μεγαλόπολη παρόλη την εξαντλητική εκμετάλλευση δεν φαίνεται να καλύπτουν την ολοένα αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας λόγω της παντελούς εξοικονόμησης ενεργειακών πόρων. Σύμφωνα με τους σημερινούς ρυθμούς κατανάλωσης λιγνίτη τα εναπομείναντα αποθέματα φαίνεται να διαρκούν έως το 2035 στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας, και έως το 2025 στην περιοχή της Μεγαλόπολης. Όσο για τα συνολικά διαθέσιμα αποθέματα λιγνίτη στην χώρα μας μετά βίας επαρκούν για ακόμη 40 χρόνια. Παρά τον πλούτο ενεργειακών πόρων στον τομέα των ΑΠΕ, η εμμονή στη χρήση ορυκτών καυσίμων μεταφράζεται σε ενεργειακή εξάρτηση της χώρας από εισαγόμενα καύσιμα σε ποσοστό 70% των πόρων που καταναλώνουμε. Με βάση το σενάριο αναμενόμενης εξέλιξης της ΡΑΕ μάλιστα, η εξάρτηση αυτή αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα 25 χρόνια αγγίζοντας το 76%. Έτσι η οικονομία και η γενική πολιτική της χώρας θα συνεχίσουν να εξαρτώνται από τις εισαγωγές πετρελαίου φυσικού αερίου και λιθάνθρακα.

7.2 Η αύξηση της ανεργίας από τη χρήση συμβατικών καυσίμων στις περιοχές της Δυτικής Μακεδονίας και της Μεγαλόπολης

Στα δυο μεγάλα ενεργειακά κέντρα της Ελλάδας (ΒΔ Μακεδονία, Μεγαλόπολη) η επί δεκαετίες εκμετάλλευση των κοιτασμάτων λιγνίτη εκτός από την αυτονόητη περιβαλλοντική καταστροφή που έχει προκαλέσει, έχει δημιουργήσει σημαντικά κοινωνικά προβλήματα. Οι τοπικές κοινωνίες εκτός από τη σημαντική επιβάρυνση που υφίστανται εξαιτίας των εξορυκτικών δραστηριοτήτων και της λειτουργίας των μονάδων στις γύρω περιοχές, είναι σχεδόν σε αποκλειστικό βαθμό εξαρτημένες από τις μονάδες αυτές. Η μοναδική επαγγελματική ευκαιρία που τις περισσότερες φορές δίνεται στους κατοίκους των περιοχών αυτών είναι μια θέση εργασίας έστω και προσωρινή στις μονάδες ή τα ορυχεία της ΔΕΗ .

Τα τελευταία όμως χρόνια η ΔΕΗ παρουσιάζει ολοένα και περισσότερα οικονομικά προβλήματα. Συγκεκριμένα το πρώτο εννιάμηνο του 2008 ανακοίνωσε ρεκόρ οικονομικών ζημιών που οφείλονται στις μεγάλες εισαγωγές ορυκτών καυσίμων. Η οικονομική δυσπραγία της ΔΕΗ σε συνδυασμό με την μείωση των κοιτασμάτων λιγνίτη, ενδέχεται να προκαλέσουν αύξηση της ανεργίας στις περιοχές της Δυτικής Μακεδονίας. Τα δυσάρεστα αυτά αποτελέσματα έχουν αρχίσει ήδη να γίνονται εμφανή εδώ και καιρό.

Σύμφωνα με στοιχεία από την Greenpeace κατά την περίοδο 1994-2007, ενώ η εγκατεστημένη ισχύς της ΔΕΗ αυξήθηκε (σχεδόν αποκλειστικά με συμβατικές μονάδες) κατά 38,6%, οι θέσεις εργασίας μειώθηκαν κατά 30.9% για το ίδιο διάστημα. Επιπλέον κατά την περίοδο Νοέμβριος 2007-Νοέμβριος 2008, οι θέσεις τακτικού προσωπικού στη ΔΕΗ μειώθηκαν περαιτέρω κατά 1910 εργαζομένους (το

Νοέμβριο του 2008 απασχολούνταν μόνιμα 23.800 εργαζόμενοι). Η αρνητική αυτή εξέλιξη καταρρίπτει το μύθο ότι η κατασκευή νέων συμβατικών μονάδων δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας.

Αντίθετα η ανάπτυξη των ΑΠΕ και της εξοικονόμησης ενέργειας συμβάλει άμεσα και ουσιαστικά προς τη δημιουργία νέων, μόνιμων θέσεων εργασίας. Στην νέα εποχή που προκύπτει με τα προβλήματα απασχόλησης και την οικονομική κρίση απαιτείται ολοκληρωμένος και στρατηγικός σχεδιασμός για το μέλλον των τοπικών κοινωνιών. Η επιθετική ανάπτυξη των ΑΠΕ και της εξοικονόμησης ενέργειας προσφέρει και σε αυτήν την περίπτωση τις απαραίτητες λύσεις .

Τεχνολογία	Εργατοέτη ανά Μεγαβάτ
Λιθάνθρακας	18,70
Φωτοβολταϊκα	52
Αιολικά	18.2
Βιομάζα	48
Γεωθερμία	58.4
Ηλιοθερμικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής	29
Μικρά Υδροηλεκτρικά	13

Πίνακας 7.2.1: Σύγκριση των θέσεων εργασίας ανά τεχνολογία.

7.3 Το μέλλον της ενέργειας και της ανανεώσιμης τεχνολογίας στην Ελλάδα

Στην προσπάθεια χάραξης μακροχρόνιας ενεργειακής πολιτικής, αρκετοί φορείς (ΡΑΕ, ΔΕΣΜΗΕ, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών) έχουν εκπονήσει σενάρια για το προδιαγραφόμενο ενεργειακό μέλλον της χώρας. Τα κυριότερα από τα αποτελέσματα στηρίζονται στην βασική υπόθεση ότι η ενεργειακή πολιτική που ακολουθείται σήμερα θα συνεχίσει και στο μέλλον χωρίς σημαντικές μεταβολές και παρεκκλίσεις. Σε κάποιες περιπτώσεις μάλιστα οι προβλέψεις είναι δυσοίωνες και αφορούν άμεσα την ικανότητα των ΑΠΕ να διεισδύσουν στην μελλοντική ενεργειακή αγορά. Τα κυριότερα συμπεράσματα που αφορούν την εικοσαετία που διανύουμε συνοψίζονται ως εξής:

- I. Η συνολική ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας θα αυξάνει συνεχώς μακροπρόθεσμα ως άμεσο αποτέλεσμα της αύξησης του ΑΕΠ και της βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού, με ένα μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης πάνω από 2% στην εικοσαετία 2000-2020 .
- II. Ωστόσο αυτό δεν θα ευνοήσει όσο θα έπρεπε τις ΑΠΕ καθώς αναμένεται ότι το Ελληνικό ενεργειακό σύστημα θα εξακολουθήσει να κυριαρχείται από τα ορυκτά καύσιμα (λιγνίτης, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) τα οποία θα συνεχίσουν να καλύπτουν περίπου το 95% των συνολικών αναγκών της χώρας σε πρωτογενή ενέργεια.

- III. Λογω της σημαντικής αύξησης των συνολικών αναγκών σε πρωτογενή ενέργεια και της εξέλιξης της διάρθρωσης τους, η χώρα θα αντιμετωπίσει στο μέλλον συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες εισαγωγών ενέργειας. Ο βαθμός ενεργειακής εξάρτησης της χώρας μας από εισαγωγές θα κυμανθεί σταθερά πάνω από 70% σε όλη τη διάρκεια της εικοσαετίας.
- IV. Ο οικιακός και ο τριτογενής τομέας θα εξακολουθήσουν να παρουσιάζουν την ταχύτερα αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση ως αποτέλεσμα αφ ενός του εντονότερου προσανατολισμού της οικονομίας προς τις υπηρεσίες, αφ ετέρου της εν γένει βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού.
- V. Παρά την αυξημένη ζήτηση σε ενέργεια οι μελλοντικές επενδύσεις στις ανανεώσιμες πηγές δεν αναμένεται να αυξηθούν εντυπωσιακά. Οι επενδύσεις της εικοσαετίας σε ΑΠΕ θα επικεντρωθούν κυρίως στην ανάπτυξη των αιολικών πάρκων. Περίπου 1.500-1.200 MW αιολικών αναμένεται να εγκατασταθούν ως αποτέλεσμα του πλούσιου αιολικού δυναμικού της χώρας.

Οι προβλέψεις αυτές οδηγούν σε απαισιόδοξα συμπεράσματα σχετικά με το κατά πόσο θα μπορέσει να τηρηθεί η Ευρωπαϊκή Οδηγία για 20,1% συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή έως το 2010. Συγκεκριμένα ο στόχος αυτός απαιτεί την εγκατάσταση 3.000MW έργων ΑΠΕ μέχρι το 2010 (χωρίς τα μεγάλα υδροηλεκτρικά) εκ των οποίων περίπου 2.500MW αιολικών πάρκων. Ακόμη και με τις πιο αισιόδοξες εκτιμήσεις η συμμετοχή των ΑΠΕ και των μεγάλων υδροηλεκτρικών στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας δεν προβλέπεται να ξεπεράσει το 11-13% επίπεδο που υπολείπεται δραστικά του αντίστοιχου στόχου της Κοινοτικής Οδηγίας για την Ελλάδα δηλαδή του 20,1% .

7.4 Η ανανεώσιμη τεχνολογία και επιχειρηματικότητα ως λύση για την οικονομική κρίση

Σήμερα δεν καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε την κλιματική αλλαγή για να παραδώσουμε ένα καλύτερο πλανήτη στα παιδιά μας αλλά διότι η μη αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής συνεπάγεται με ένα σημαντικό οικονομικό κόστος το οποίο επιβαρύνει την παγκοσμία οικονομική ανάπτυξη. Υπό την πίεση των σοβαρών προβλημάτων που ταλανίζουν τον κόσμο οφείλουμε να δούμε την πρόκληση της πράσινης ανάπτυξης και επιχειρηματικότητας όχι ως μια νέα φιλοσοφία που θα τρέφει την αχαλίνωτη μας ανάγκη για κερδοσκοπία αλλά ως του βασικού οχήματος εξόδου από την οικονομική και περιβαλλοντική κρίση που βιώνουμε.

Το μεγάλο ζητούμενο που αναδύεται μπροστά στα αδιέξοδα που συσσώρευσαν η κυνική ελευθεριότητα του χωρίς ρυθμιστικούς κανόνες νεοφιλευθερισμού, η περιφρόνηση της αειφορίας είναι μια νέα οικονομική φιλοσοφία και λειτουργία, σε μια νέα πολύ πιο σύνθετη εποχή για μια άλλη, πιο δίκαιη και αλληλέγγυα κοινωνία. Απαιτείται νέα οικονομική φιλοσοφία και λειτουργία που θα χαρακτηρίζεται από το ρυθμιστικό έλεγχο και την αποτελεσματική εποπτεία των αγορών, τη μείωση των χωρικών και περιφερειακών ανισοτήτων σε υποδομές και πρόνοια, τη δίκαιη κατανομή του πλούτου σε διεθνή και εθνική κλίμακα, την ισορροπία ανάμεσα στην ανάπτυξη και το περιβάλλον, την αλλαγή των ενεργειακών μας προτεραιοτήτων.

Σε κάθε περίπτωση κεντρικός κοινωνικός στόχος παραμένει η αποφυγήδημιουργίας σε επίπεδο χώρας, περιφέρειας, ή πόλης περιοχών περιβαλλοντικού απαρτχάιντ με περιοχές και κοινωνικές ομάδες υψηλού εισοδήματος και υψηλής ποιότητας περιβαλλοντικών συνθηκών από τη μια και από την άλλη, χαμηλού (η καθόλου) εισοδήματος και άθλιων περιβαλλοντικών συνθηκών. Προφανώς αυτό συνιστά ένα νέο είδος ταξικού διαχωρισμού.

Η Αειφόρος ανάπτυξη μέσα από νέες τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας όπως οι ανανεώσιμες πηγές, που αποτελεί τα τελευταία 20 χρόνια το νέο με προοπτικέςμέλλοντος, τρόπο αντιμετώπισης των παγκόσμιων προβλημάτων, στηρίζεται σε τρεις πυλώνες:

- A. Στην αύξηση της οικονομικής αποδοτικότητας, δηλαδή το μέγλωμα της πίτας (ΑΕΠ) που παράγεται.
- B. Στην διαμόρφωση μηχανισμών κοινωνικά δίκαιης κατανομής του παραγόμενου πλούτου.
- C. Στην διαμόρφωση αρχών και δράσεων για χωρική συνοχή, διαμόρφωση συνθηκών και αρχών που υποστηρίζουν την προστασία του περιβάλλοντος και διατηρούν τη φέρουσα ικανότητα του τουλάχιστον στα ίδια επίπεδα και για το μέλλον, με ισόρροπη χωρική ανάπτυξη όλων των περιφερειών .

Ουσιαστικά η πράσινη επιχειρηματικότητα σημαίνει επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και επιδιώκει μέσα από αυτήν την δράση, το μηδενισμό του περιβαλλοντικού και κοινωνικού κόστους και την αύξηση της απασχόλησης. Προφανώς οι επιχειρήσεις που απασχολούνται στις καθαρές τεχνολογίες και κέρδη πρέπει να έχουν και απασχόληση πρέπει να παρέχουν σε εργαζομένους, αλλά και διαρκή επέκταση του μεριδίου αγοράς τους. Σύμφωνα με το Μανιφέστο του Ευρωπαϊκού Σοσιαλιστικού Κόμματος για τις Ευρωεκλογές, η διαμόρφωση μιας ευρωπαϊκής στρατηγικής για μιαπράσινη ανάπτυξη θα δημιουργήσει μέχρι το 2020, πάνω από 10.000.000 νέες θέσεις εργασίας. Εξάλλου έχει εκτιμηθεί ότι και μόνο η εφαρμογή της υφιστάμενης περιβαλλοντικής πολιτικής θα προσθέσει 2,5 εκατ. Θέσεις απασχόλησης στις ευρωπαϊκές οικονομίες μέσα στα επόμενα 5 χρόνια.

Στην Ευρώπη αλλά και ειδικότερα στην Ελλάδα η οικονομική και παραγωγική δομή αποτελείται σε ποσοστό άνω του 85% από Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις και όχι από μεγάλους δυσκίνητους επιχειρηματικούς κολοσσούς. Το μικρό μέγεθος των επιχειρήσεων αποτελεί πια τεράστιο συγκριτικό πλεονέκτημα κι όχι επιχειρηματικό μειονέκτημα. Η μικρή Επιχείρηση αποτελεί τη μήτρα της επιχειρηματικότητας. Το 92% των επιχειρήσεων στην ΕΕ είναι πολύ μικρές, (0-9) εργαζόμενοι και το 7% μικρές (10-49 εργαζόμενοι). Τα 2/3 των θέσεων εργασίας δημιουργούνται από Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις. Το μεγαλύτερο δε ποσοστό απασχόλησης, παρουσιάζεται στις πολύ Μικρές Επιχειρήσεις (56%).

Όσο αναφορά την Ελλάδα σύμφωνα με έκθεση της WWF HELLAS «Λύσεις για την κλιματική αλλαγή» καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η χώρα έχει τη δυνατότητα να

μειώσει τις εκπομπές αέριων του θερμοκηπίου έως το 2050 κατά 67% σε σχέση με το έτος βάσης 1990 (λόγω του συγκριτικού πλεονεκτήματος στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών) χωρίς να επηρεαστεί καθόλου η οικονομική της ανάπτυξη. Σύμφωνα με την ίδια έκθεση η πλήρης εναρμόνιση της χώρας, με όλες τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις απαιτεί μόνο το 0,7% του ΑΕΠ, όταν η μη λήψη μέτρων και η συνέχιση της πορείας με τη σημερινή λογική , θα κοστίσει σε 30-40 χρόνια το 15-12 του ΑΕΠ.

7.5 Η συνεισφορά της ανανεώσιμης ενέργειας στο σύνολο της κατανάλωσης

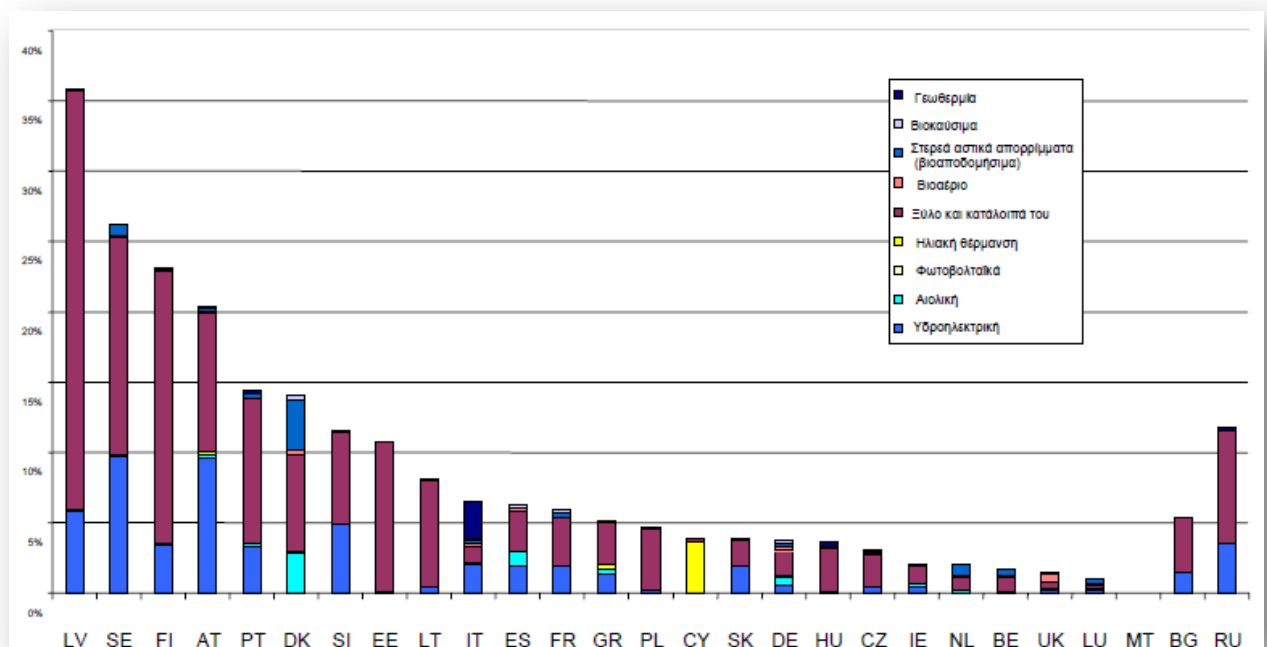
Η συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο είναι περιορισμένη σχετικά με άλλες ανεπτυγμένες χώρες. Αν και η Ελλάδα διαθέτει πλούσιο αιολικό δυναμικό, υψηλή ηλιοφάνεια, πολλά διαθέσιμα γεωθερμικά πεδία και σημαντικούς υδάτινους πόρους, κατέχει μια από τις τελευταίες θέσεις σε ευρωπαϊκό επίπεδο σε ότι αφορά την αξιοποίησή τους. Έτσι το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας μας απέχει πολύ από τον ευρωπαϊκό στόχο.

Η συμβολή των ΑΠΕ στην ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας είναι σταθερή και κυμαίνεται σε ποσοστό της τάξης του 5,5-6,5% . Ο λόγος είναι ότι η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από ΑΠΕ οφείλεται κατά 70% στη βιομάζα που καταναλώνεται στον οικιακό τομέα και στα μεγάλα υδροηλεκτρικά που παραμένουν σε σταθερά ποσοστά και που δεν επηρεάζονται από τα χρηματοδοτικά εργαλεία πολιτικής. Η συνεισφορά των ΑΠΕ αν αφαιρέσει κανείς τη βιομάζα στον οικιακό τομέα και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά, παρουσιάζει μια σταθερά ανοδική πορεία λόγω των μέτρων οικονομικής υποστήριξης. Ωστόσο η πορεία αυτή εξελίσσεται με αργούς ρυθμούς σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη.

Οι ανανεώσιμη ενέργεια, στην οποία οφείλεται αυτή η ανοδική τάση προέρχεται από τα αιολικά πάρκα, τα μικρά υδροηλεκτρικά, σε μικρό βαθμό από την βιομάζα, και ήδη γίνεται αισθητή η συνεισφορά των φωτοβολταϊκών. Ειδικότερα από το 1990 όπου η εγκατεστημένη ισχύς στα αιολικά ήταν μόλις 1 MW, σημειώθηκε ικανοποιητική αύξηση, φθάνοντας στις αρχές του 2007 να λειτουργούν αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 745MW. Τα μικρά υδροηλεκτρικά την ίδια περίοδο έφταναν σε ισχύ τα 108MW από τα 43 MW της ΔΕΗ το 1997. Τέλος οι εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής μονάδων επεξεργασίας από βιοαέριο ΧΥΤΑ που λειτουργούν αυτή τη στιγμή φτάνουν σε ηλεκτρική ισχύ τα 14 MW. Παράλληλα η παραγωγή θερμικής ενέργειας από ΑΠΕ προέρχεται κυρίως από ενεργητικά ηλιακά συστήματα, θερμικές χρήσεις της βιομάζας και γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Η μεγάλη ανάπτυξη της βιομηχανίας ηλιακών συλλεκτών κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει οδηγήσει την Ελλάδα στην δεύτερη θέση σε εγκατεστημένη επιφάνεια συλλεκτών σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Η κύρια παραγωγή θερμότητας από βιομάζα προέρχεται είτε από την καύση βιομάζας στον οικιακό τομέα είτε από υπολείμματα βιομάζας σε βιομηχανικές μονάδες κατεργασίας ξύλου τροφίμων, βάμβακος κ.λ.π. όπου και χρησιμοποιείται για ίδιες ανάγκες. Θα μπορούσε κανείς να πει ότι η ελληνική αγορά θερμότητας από ΑΠΕ είναι σε στάδιο εκκίνησης.

Ένα προνομιακό πεδίο για τη θερμική διείσδυση των ΑΠΕ φαίνεται να είναι ο κτιριακός τομέας, σε συνδυασμό πάντοτε με την αναθεώρηση της εθνικής νομοθεσίας για τα κτίρια αυξημένης ενεργειακής αποδοτικότητας. Ωστόσο όπως προαναφέρθηκε η διείσδυση των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο παραμένει η πιο χαμηλή σε σχέση με πολλές ευρωπαϊκές χώρες το γεγονός αυτό αποτελεί κυρίως ευθύνη της ελληνικής πολιτείας η οποία συχνά δεν αφογκράζεται την αναπτυσσόμενη αγορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο όταν σχεδιάζει τις πολιτικές για την ανάπτυξη των ΑΠΕ η για τον εξορθολογισμό της χρήσης ενέργειας. Αντίθετα πολλές φορές δημιουργεί η ίδια ανυπέβλητα εμπόδια στην ανάπτυξη αυτής της αγοράς.

Η ελληνική πολιτεία δεν στάθηκε όσο ευέλικτη θα έπρεπε προκειμένου να υιοθετήσει νέα εργαλεία για την προώθηση των ενός βιώσιμου και φιλικού προς το περιβάλλον ενεργειακού μοντέλου. Το θεσμικό πλαίσιο παραμένει ακόμη ανεπαρκές ή ασαφές, ενώ η χρηματοδότηση των ΑΠΕ σκοντάφτει στις αγκυλώσεις του παρελθόντος. Πολλές εμπλεκόμενες υπηρεσίες σκέφτονται ακόμη με όρους της τελευταίας τριακονταετίας, ενώ κάποιες καινοτόμες τεχνολογίες και εργαλεία αντιμετωπίζονται ως εξωτερικά η και εχθρικά στο σημερινό status quo . Τη στιγμή που το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας καταναλώνεται τελικά στον κτιριακό τομέα δεν υπάρχουν ακόμη επαρκή κίνητρα για εξοικονόμηση και χρήση ΑΠΕ στα κτίρια. Ταυτόχρονα οι διάφορες ενεργειακές τεχνολογίες αντιμετωπίζονται σχεδόν πάντα με τα ίδια κριτήρια , ξεχνώντας ότι κάποιες απ αυτές αφορούν μεγάλες ενεργειακές επενδύσεις(αιολικά) και κάποιες άλλες από τη φύση τους ευνοούν πιο αποκεντρωμένες και μικρές εφαρμογές (φωτοβολταϊκα, ηλιοθερμικά) .



Γραφημα 7.5.1: Μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

7.6 Συμπεράσματα και λύσεις

Οι τεχνολογίες που μπορούν να προσφέρουν λύσεις σε οικονομικά, περιβαλλοντικά και ενεργειακά προβλήματα αποτελούν το κυρίαρχο δομικό στοιχείο της μελλοντικής οικονομικής ανάπτυξης του κόσμου. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν είναι απλά τεχνολογίες με θετικές προσδοκίες για τον μέλλον, αλλά είναι το ίδιο το μέλλον της επιχειρηματικότητας. Τα οφέλη από την χρήση τους είναι πολλαπλά: Εκτός από τα σταθερά και μακροχρόνια κέρδη που προσφέρουν στους επενδυτές, μπορούν επιπλέον να παρέχουν και υψηλές ευκαιρίες για απασχόληση, όχι μονό στις περιοχές όπου εγκαθίστανται ενισχύοντας την περιφερειακή ανάπτυξη, αλλά και στις βιομηχανίες και τα μεγάλα εργοστάσια όπου συναρμολογούνται και κατασκευάζονται, απασχολώντας χιλιάδες Εργαζομένους.

Για αυτά ακριβώς τα ελκυστικά κίνητρα που προσφέρουν οι σύγχρονες τεχνολογίες ΑΠΕ, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει επιδοθεί σε έναν αγώνα δρόμου προκειμένου να κερδίσει το στοίχημα του μέλλοντος αυξάνοντας το ποσοστό διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών κατά 20% , στην τελική κατανάλωση ενέργειας έως το 2020. Δεν πρέπει να παραβλέψουμε πως μέσα από την επίτευξη αυτού του στόχου θα υπάρξει σημαντική μείωση στα αέρια του θερμοκηπίου και κατά συνέπεια στα υψηλά κόστη που προκύπτουν από την περιβαλλοντική καταστροφή.

Όμως η Ελλάδα παραμένει ουραγός σε αυτόν τον αγώνα καθώς διάφορα εμπόδια παρακωλύουν την ταχεία ανάπτυξη των τεχνολογιών ΑΠΕ. Εμπόδια που προέρχονται από διοικητικούς φορείς και γραφειοκρατικές διαδικασίες, χωρίς να έχει ληφθεί ακόμη δράση εκ μέρους των κυβερνήσεων, του ιδιωτικού τομέα και των μεμονωμένων καταναλωτών ενέργειας. Δυστυχώς εμμένει στην χρήση συμβατικών καυσίμων με διαρκώς υψηλά πρόστιμα για τις υπερβάσεις στις εκλύσεις αερίων του θερμοκηπίου. Απαιτούνται λοιπόν κάποιες ριζικές ανατροπές σε θεσμικό, οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο ώστε να προωθηθούν αυτές οι τεχνολογίες στην χώρα μας:

Σε θεσμικό επίπεδο: Δημιουργώντας ένα κέντρο συντονισμού της προσπάθειας, όπως ένα Υπουργείο Περιβάλλοντος θα περιορίζονταν τα προβλήματα συνεννόησης των αρμόδιων φορέων στα θέματα που αφορούν την προώθηση της ανανεώσιμης τεχνολογίας. Ταυτόχρονα μια θεσμικά ισχυρή τοπική αυτοδιοίκηση, που στηρίζεται στην αρχή της διαρκούς κοινωνικής λογοδοσίας και έχει πλήρη ενημέρωση πάνω σε θέματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ακρογωνιαίος λίθος αυτής της προσπάθειας.

Στη συνέχεια το **νομικό πλαίσιο** που προσδιορίζει την εικόνα της αγοράς των ανανεώσιμων πηγών, είναι πλέον αναγκαίο να σταθεροποιηθεί χωρίς συνεχείς μεταβολές των νόμων και ασάφειες. Ενώ μπορεί να δώσει την ευκαιρία για μια πιο απελευθερωμένη αγορά, με καταναλωτές που θα μπορούν να επιλέγουν εναλλακτικά της ΔΕΗ, την επιχείρηση από την οποία επιθυμούν να αγοράσουν ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια.

Σε **οικονομικό επίπεδο** μπορεί να δοθεί έμφαση σε φορολογικές ελαφρύνσεις που διευκολύνουν τις επενδύσεις στην πράσινη τεχνολογία. Επιπλέον είναι απαραίτητη η στήριξη μέσα από χαμηλά επιτόκια δανεισμού και επιβολή αντικειμενικά υψηλών προστίμων σε εκείνες τις επιχειρήσεις που επιβαρύνουν με τις δραστηριότητές τους το περιβάλλον. Έτσι θα γίνεται περισσότερο αισθητή η υπεροχή της ανανεώσιμης τεχνολογίας σε οικονομικό επίπεδο με διαμόρφωση καθαρότερων κανόνων ανταγωνισμού.

Σε **κοινωνικό επίπεδο** η γνώση του πολίτη για τις νέες τεχνολογικές εφαρμογές από τις οποίες μπορεί να επωφεληθεί, ξεκινά από την διοχέτευση αυτής της γνώσης στα πανεπιστήμια και στα ερευνητικά κέντρα μέσω της αύξησης των απαραίτητων κονδυλίων για έρευνα και καινοτομία.

Χωρίς γνώση για τις τεχνολογίες του μέλλοντος που μπορούν να λύσουν τα σοβαρότερα προβλήματα της ανθρωπότητας και να εκτοξεύσουν τις επιχειρηματικές δραστηριότητες είναι σαν να συμβιβαζόμαστε με το σκοτάδι και με μια νέα μεσαιωνική εποχή. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η ελπίδα για να ξεπεράσουμε τις μεγάλες κρίσεις και μπορούν με την ενέργεια τους να φωτίσουν ένα καλύτερο μέλλον.

Κεφάλαιο 8

Προοπτικές κερδοφόρας δραστηριότητας- βιωσιμότητας μονάδας

8.1 Προβλέψεις βιωσιμότητας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολική ενέργεια, ηλιακή ενέργεια, υδροηλεκτρική ενέργεια, ενέργεια από τους ωκεανούς, γεωθερμική ενέργεια, βιομάζα και βιοκαύσιμα) αποτελούν εναλλακτικές λύσεις αντί των ορυκτών καυσίμων και συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, στη διαφοροποίηση του ενεργειακού εφοδιασμού και στη μείωση της εξάρτησης από αναξιόπιστες και ασταθείς αγορές ορυκτών καυσίμων, ειδικότερα πετρελαίου και φυσικού αερίου. Η ΕΕ κατέχει ηγετική θέση στις τεχνολογίες των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Κατέχει το 40% των παγκόσμιων ευρεσιτεχνιών στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ενώ το 2012 σχεδόν το ήμισυ (44%) του παγκόσμιου δυναμικού ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (εκτός της υδροηλεκτρικής) αντιστοιχούσε στην ΕΕ. Ο κλάδος των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ΕΕ απασχολεί περίπου 1,2 εκατομμύρια άτομα. Η νομοθεσία της ΕΕ για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει εξελιχθεί σημαντικά κατά τα τελευταία έτη. Το μελλοντικό πλαίσιο πολιτικής για την περίοδο μετά το 2020 βρίσκεται υπό συζήτηση.

A. Αρχικά βήματα

Σε συνέχεια της Λευκής Βίβλου του 1997 για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η ΕΕ έθεσε ως στόχο την κάλυψη του 12% της κατανάλωσης ενέργειας και του 22,1% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές έως το 2010. Η οδηγία 2001/77/ΕΚ για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας θέτει ενδεικτικούς στόχους για κάθε κράτος μέλος. Μετά τη διεύρυνση της ΕΕ το 2004 καθορίστηκε νέος στόχος για την ΕΕ των 25, ο οποίος συνίστατο στην κάλυψη του 21% της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Η έλλειψη προόδου στην επίτευξη των στόχων του 2010 οδήγησε στην έγκριση ενός πληρέστερου νομοθετικού πλαισίου.

B. Χάρτης πορείας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Στην ανακοίνωσή της με ημερομηνία 10 Ιανουαρίου 2007 με τίτλο «Χάρτης πορείας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας — Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας τον 21ο αιώνα: συμβολή στην ενίσχυση της αειφορίας» η οποία όριζε μια μακροπρόθεσμη στρατηγική για την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές στην ΕΕ έως το 2020, η Επιτροπή πρότεινε τον υποχρεωτικό στόχο της κάλυψης του 20% της κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ από ανανεώσιμες πηγές έως το 2020, τον υποχρεωτικό στόχο της κάλυψης του 10% της κατανάλωσης καυσίμων μεταφορών από βιοκαύσιμα έως το 2020 και τη δημιουργία νέου νομοθετικού πλαισίου. Στο εαρινό Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του 2007, οι πολιτικοί ηγέτες της ΕΕ ενέκριναν τους στόχους για το 2020.

Γ. Οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η νέα οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η οποία εγκρίθηκε στο πλαίσιο διαδικασίας συναπόφασης στις 23 Απριλίου 2009 (οδηγία 2009/28/ΕΚ, για την κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ) ορίζει ότι το υποχρεωτικό μερίδιο 20% της κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ πρέπει να καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές έως το 2020, με κατανομή σε επιμέρους στόχους οι οποίοι είναι δεσμευτικοί σε εθνικό επίπεδο, λαμβάνοντας υπόψη τα διαφορετικά σημεία εκκίνησης των κρατών μελών. Παράλληλα, όλα τα κράτη μέλη πρέπει να καλύπτουν το 10% των καυσίμων μεταφορών τους από ανανεώσιμες πηγές έως το 2020. Η οδηγία προσδιορίζει επίσης διάφορους μηχανισμούς που μπορούν να εφαρμόσουν τα κράτη μέλη για να επιτύχουν τους στόχους τους (καθεστώτα στήριξης, εγγυήσεις προέλευσης, κοινά έργα, συνεργασία μεταξύ κρατών μελών και τρίτων χωρών), καθώς και κριτήρια βιωσιμότητας για τα βιοκαύσιμα.

Τα κράτη μέλη ενέκριναν εθνικά σχέδια δράσης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας το 2010. Η Επιτροπή αξιολόγησε την πρόοδο που σημείωσαν τα κράτη μέλη κατά το 2011 και το 2013 όσον αφορά την επίτευξη των στόχων τους σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για το 2020. Η τελευταία έκθεση αποδεικνύει ότι η ανάπτυξη του τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει αυξηθεί σημαντικά και ότι τα περισσότερα κράτη μέλη έχουν επιτύχει τους προσωρινούς στόχους τους σύμφωνα με την οδηγία του 2009. Δεδομένου, ωστόσο, ότι η ενδεικτική καμπύλη για την επίτευξη του τελικού στόχου ανεβαίνει πιο απότομα προς το τέλος, όλα σχεδόν τα κράτη μέλη θα χρειαστεί να καταβάλουν πρόσθετες προσπάθειες για να επιτύχουν τους στόχους του 2020. Τα πλέον πρόσφατα δεδομένα από την Eurostat φανερώνουν ότι η ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές αντιστοιχούσε στο 14% της κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ των 28 το 2012. Στην έκθεσή της, η Επιτροπή επιστά επίσης την προσοχή σε ορισμένους παράγοντες ανησυχίας όσον αφορά τη μελλοντική πρόοδο: τις αποκλίσεις ορισμένων κρατών μελών από τα εθνικά σχέδια δράσης τους για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας· τη μη αντιμετώπιση ορισμένων εμποδίων διοικητικού χαρακτήρα και σε σχέση με το δίκτυο, για την υιοθέτηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας· τις πρόσφατες δυσμενείς μεταβολές στα εθνικά σχέδια στήριξης της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές· και, τέλος, τη βραδύτητα στη μεταφορά της οδηγίας στο εθνικό δίκαιο. Η Επιτροπή έχει ήδη κινήσει διαδικασία επί παραβάσει κατά ορισμένων κρατών μελών που δεν έχουν μεταφέρει την οδηγία (αυτό αφορά ειδικότερα την Πολωνία και την Κύπρο).

Δ. Μελλοντικά βήματα

Η Επιτροπή, στην ανακοίνωσή της με ημερομηνία 6 Ιουνίου 2012 με τίτλο: «Ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές: σημαντικός παράγοντας στην ευρωπαϊκή αγορά ενέργειας» προσδιορίζει τους τομείς στους οποίους οι προσπάθειες θα πρέπει να ενταθούν από τώρα ως το 2020, προκειμένου η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ΕΕ να εξακολουθήσει να αυξάνεται έως το 2030 και περαιτέρω, ιδιαίτερα δε οι τεχνολογίες των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας να γίνουν λιγότερο δαπανηρές, ανταγωνιστικότερες, και, τελικά, αγοραστρεφείς (με καθεστάτα στήριξης μόνο για τις λιγότερο ώριμες τεχνολογίες), καθώς επίσης για να δοθούν κίνητρα για επενδύσεις στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (με τη σταδιακή κατάργηση των επιδοτήσεων για ενέργεια από ορυκτές πηγές, μια εύρυθμη λειτουργούσα αγορά άνθρακα και σωστά σχεδιασμένους ενεργειακούς φόρους). Τον Νοέμβριο του 2013 η Επιτροπή προσέφερε περαιτέρω καθοδήγηση για τα καθεστάτα στήριξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και για τη χρήση μηχανισμών συνεργασίας για την επίτευξη των στόχων για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με χαμηλό κόστος. Ανακοινώθηκε η πλήρης αναθεώρηση των επιδοτήσεων που μπορούν να προσφέρουν τα κράτη μέλη στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με προτίμηση στην προκήρυξη διαγωνισμών, τις πριμοδοτήσεις τροφοδότησης και τις υποχρεώσεις τήρησης ποσοστρώσεων στα συνήθη τιμολόγια τροφοδότησης. Νέες κατευθυντήριες γραμμές για τις κρατικές ενισχύσεις στους τομείς του περιβάλλοντος και της ενέργειας, οι οποίες αναμένεται να δημοσιευθούν τον Ιούλιο του 2014, θα διαμορφώσουν

περαιτέρω το νέο πλαίσιο για τα καθεστώτα στήριξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η ΕΕ έχει αρχίσει να ετοιμάζεται για το διάστημα μετά το 2020, προκειμένου να προσφέρει έγκαιρα στους επενδυτές σαφήνεια όσον αφορά την πολιτική για το καθεστώς που θα ισχύσει μετά το 2020. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη μακροπρόθεσμη στρατηγική της Επιτροπής όπως εκτίθεται στον «Ενεργειακό χάρτη πορείας για το 2050». Τα σενάρια που περιλαμβάνει ο οδικός χάρτης, για την απομάκρυνση του ενεργειακού τομέα από τον άνθρακα, προβλέπουν την επίτευξη μεριδίου ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές τουλάχιστον 30% ως το 2030. Ωστόσο, ο οδικός χάρτης προβλέπει επίσης ότι η ανάπτυξη του τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα σημειώσει κάμψη μετά το 2020, αν δεν υπάρξει περαιτέρω καινοτομία. Μετά τη δημοσίευση, τον Μάρτιο του 2013, Πράσινης Βίβλου με τίτλο «Πλαίσιο για τις πολιτικές που αφορούν το κλίμα και την ενέργεια με χρονικό ορίζοντα το έτος 2030» η Επιτροπή πρότεινε, σε ανακοίνωσή της με ημερομηνία 22 Ιανουαρίου 2014 με τίτλο «Πλαίσιο πολιτικής για την ενέργεια κατά την περίοδο από το 2020 έως το 2030» να μην ανανεωθούν οι δεσμευτικοί εθνικοί στόχοι για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μετά το 2020. Προτείνεται υποχρεωτικός στόχος — το 27% της κατανάλωσης ενέργειας να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές — μόνο σε επίπεδο ΕΕ. Η Επιτροπή αναμένει ότι οι δεσμευτικοί εθνικοί στόχοι για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θα ευνοήσουν την ανάπτυξη στον τομέα της ενέργειας. Αυτή η αλλαγή προσανατολισμού προκάλεσε έντονες συζητήσεις με το Συμβούλιο και το Κοινοβούλιο.

8.1.1 Λογαριασμός εκμετάλλευσης

	1ο ΕΤΟΣ	2ο ΕΤΟΣ	3ο ΕΤΟΣ	4ο ΕΤΟΣ	5ο ΕΤΟΣ
ΣΥΝΟΛΟ ΚΥΚΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	52.800,00				
Μείον : Κόστος πωληθέντων	-3.800,00				
ΜΙΚΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ	48.850,00				
Μείον : Έξοδα Διοίκησης					

Μείον : Έξοδα διάθεσης					
Μείον : Φόροι & τέλη (εκτός φόρου εισοδήματος).					
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	48.850,00				
Πλέον : διάφορα έσοδα					
Μείον : Λοιπές δαπάνες					
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ & ΦΟΡΩΝ	48.850,00				
Μείον : τόκοι υφιστάμενων μακροπρόθεσμων δανείων	0				
Μείον : τόκοι κατασκευαστικής περιόδου					
Μείον : τόκοι μακροπρόθεσμων δανείων επένδυσης	-3.669				
Μείον : τόκοι βραχυπρόθεσμων δανείων επένδυσης					
Μείον : Δόσεις leasing	76				
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ & ΦΟΡΩΝ	45.181,46				

Πίνακας 8.1.1: προβλεπόμενοι λογαριασμοί εκμεταλλεύσεως και αποτελέσματα χρήσεων σε €.

Οι παραπάνω προβλέψεις στηρίζονται :

1. Στην σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που θα υπογραφεί με το ΔΕΣΜΗΕ για 20 χρόνια με κλειδωμένοι τιμή στα 0,45 € ανά KW/h. Η τιμή θα αναπροσαρμόζεται επί ποσοστού του πληθωρισμού.
2. Στην κατάσταση της Ελληνικής αγοράς Ενέργειας.
3. Στις προοπτικές ανάπτυξης της αγοράς Ενέργειας που στοχεύει να αναπτύξει την δραστηριότητα της.
4. Στην αύξηση της αξιοποίησης των εναλλακτικών μορφών ενέργειας.

Τα κέρδη της επιχείρησης είναι ικανοποιητικά με βάση τον κύκλο εργασιών που εκτιμάται ότι θα πραγματοποιήσει. Αφορούν την χρήση μετά την ολοκλήρωση της επένδυσης.

8.1.2 Ροές κεφαλαίου

Κύκλος εργασιών	Περίοδος σχεδιασμού & κατασκευής	1ο ΕΤΟΣ	2ο ΕΤΟΣ	3ο ΕΤΟΣ	4ο ΕΤΟΣ	5ο ΕΤΟΣ
A. Εισροές						
Κέρδη προ αποσβέσεων		45.181,46				
Ίδια συμμετοχή		99.881,50				
Μακροπρόθεσμα δάνεια		50.000,00				
Κεφάλαιο κίνησης		8.910,31				
Πιστώσεις προμηθευτών παγίων		0,00				

Ενισχύσεις Δημοσίου		99.921,00				
Πώληση παγίων		0,00				
Λοιπές πηγές		0,00				
ΣΥΝΟΛΟ Α		303.894,26				
Β. Εκροές						
Δαπάνες επένδυσης		249.802,50				
Λοιπές προλειτουργικές δαπάνες		0,00				
Τόκοι κατασκευαστικής περιόδου		0,00				
Συνήθεις άλλες επενδύσεις (Αναγκαίες αντικαταστάσεις, εξοπλισμού, ιματισμού κ.λ.π.)		0,00				
Χρεολύσια νέου επενδυτικού δανείου		0,00				
Χρεολύσια παλαιών μακροπρόθεσμων δανείων		0,00				
Εξυπηρέτηση πιστώσεων		78				

Πίνακας 8.1.2: προβλεπόμενες ροές κεφαλαίου σε €.

8.2 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων υπολογισμός IRR

Χρησιμοποιώντας τις ταμειακές ροές που προκύπτουν από τον πίνακα των ταμειακών ροών που παρατίθεται παρακάτω μπορούμε να υπολογίσουμε:

Βήμα 1): Την Παρούσα αξία αναμενόμενων εισπράξεων (προ τόκων αποσβέσεων και φόρων) χρησιμοποιώντας τον αντίστοιχο τύπο και

Βήμα 2): να υπολογίσουμε το επιτόκιο που αντιστοιχεί στην αναβρεθείσα Παρούσα Αξία.

ΕΤΗ	0	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο
ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΝΔΥΣΗ						
ΕΙΣΡΟΕΣ (Α1)	0	48.850,00				
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ & ΦΟΡΩΝ	0	48.850,00				
ΕΚΡΟΕΣ (Β1)	0,00					
Δαπάνες επένδυσης	249.802,50	0				
Δαπάνες κεφαλαίου κίνησης	0	0				
Σύνολο (Β)	249.802,50	0				
ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (Γ1=Α1-Β1)	0	48.850,00				

Πίνακας 8.2.1: Προβλεπόμενες ταμειακές ροές επιχειρήσεις 1-5 έτη σε €.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ - ΔΕΙΚΤΗΣ IRR.

- Σαν κόστος επένδυσης υπολογίζουμε το τελικό κόστος μετά την επιδότηση του 40 % , ήτοι 121.557,704 €
- Οι καθαρές εισροές προ τόκων αποσβέσεων και φόρων ανέρχονται σε 48.850,00 €

Βήμα 1)

Από τον τύπο της παρούσας αξίας υπολογίζουμε :

Π.Α.= ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ / ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΘΑΡΗ ΕΙΣΡΟΗ ΜΕΤΡΗΤΩΝ

Άρα Π.Α. =121.557,704/48.850,00=2,48

Βήμα 2)

Η παρούσα αξία για 2,48 αντιστοιχεί σε επιτόκιο μεγαλύτερο του 30%,

- Ο υπολογισμός της Παρούσας Αξίας για επιτόκιο, $i=30\%$ έχει ως εξής.

$$(1+i)^n-1 / i(1+i)^n = (1+30\%)^5-1 / 30\%(1+30\%)^5=2,53$$

- Ο υπολογισμός της Παρούσας Αξίας για επιτόκιο, $i=31\%$ έχει ως εξής.

$$(1+i)^n-1 / i(1+i)^n = (1+31\%)^5-1 / 31\%(1+31\%)^5= 2,12$$

άρα το εσωτερικό ποσοστό απόδοσης βρίσκεται μεταξύ : $30\% \leq IRR \leq 31\%$.
- Είναι υπερδιπλάσιο του επιτοκίου δανεισμού (7%), άρα η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα.

- Επιπλέον είναι διπλάσιο του ποσοστού που θέτει ο δείκτης N 27, των κριτηρίων της Νόμου, με βάση τον οποίο ο φορέας της επένδυσης βαθμολογείται με 4 βαθμούς.

Κεφάλαιο 9

Γενικά συμπεράσματα

Το 40% των παγκοσμίων αναγκών σε ηλεκτρισμό θα μπορεί να καλυφθεί με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μέχρι το 2050, αν υπάρξει η πολιτική βούληση και οι κατάλληλες επενδύσεις στον τομέα.

Η αντίληψη ότι η εν δυνάμει παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι αμελητέα μπροστά στις πραγματικές ανάγκες, αποδεικνύεται λανθασμένη, αφού οι δυνατότητες παραγωγής ενέργειας από αυτές είναι τεράστιες, με την προϋπόθεση ότι θα αναγνωριστεί η δυναμική τους και ότι θα υπάρξει σταθερή πολιτική βούληση παγκοσμίως προς την κατεύθυνση αυτή.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρέπει να τεθούν ψηλά στην λίστα των προτεραιοτήτων της παγκόσμιας ενεργειακής πολιτικής. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει η δυνατότητα κάλυψης έως και 40% των αναγκών του πλανήτη σε ηλεκτρισμό μόνο από αυτές. Η αντίληψη για μειωμένη αποδοτικότητα και αξιοπιστία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που με τόση επιμονή καλλιεργείται, φαίνεται σταδιακά να αντιστρέφεται από όλο και περισσότερες επιστημονικές έρευνες.

Αύξηση της μέσης θερμοκρασίας το καλοκαίρι, αλλά και του αριθμού των ιδιαίτερα θερμών ημερών και των επεισοδίων καύσωνα. Παράταση κατά έξι εβδομάδες της περιόδου υψηλού κινδύνου για εκδήλωση δασικών πυρκαγιών. Μείωση των βροχοπτώσεων, αλλά με ταυτόχρονη αύξηση της έντασής τους, γεγονός που θα αυξήσει τον κίνδυνο για πλημμύρες. Στα επόμενα χρόνια ισχυρές πιέσεις θα δεχθούν οι τομείς του τουρισμού και της γεωργίας, λόγω μείωσης της διαθεσιμότητας νερού και της εμφάνισης πολύ υψηλών θερμοκρασιών, ενώ προβλέπεται ότι θα απαιτείται ένας επιπλέον μήνας χρήσης ενέργειας για ψύξη το χρόνο. Όπως φαίνεται από τη σύντομη αντιπαραβολή των επιχειρημάτων των υποστηρικτών και επικριτών της αιολικής ενέργειας, το ζήτημα είναι περίπλοκο. Το βέβαιο είναι ότι θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη οι θέσεις και των δύο πλευρών, για να βρεθεί ισορροπημένη και σωστή λύση.

Άλλωστε το θέμα εξασφάλισης «καθαρής» και οικονομικής ενέργειας μας αφορά όλους και απευθύνεται στην ευημερία ολόκληρου του κοινωνικού συνόλου. Χωρίς την επένδυση στις φυσικές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δεν μπορεί να εξασφαλιστούν θετικές προοπτικές.

Βιβλιογραφία

Συγγραφέας: Καπλάνης Ν. Σωκράτης
Τίτλος: Περιβάλλον και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Συγγραφέας: Βατάλης Κωνσταντίνος
Τίτλος: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Συγγραφέας: Κωνσταντίνος Π. Μπίθας
Τίτλος: Οικονομική θεώρηση περιβαλλοντικής προστασίας

Συγγραφέας: Συλλογικό έργο
Τίτλος: Κλιματική αλλαγή, βιώσιμη ανάπτυξη και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Συγγραφέας: Γελεγενης –Αξιοπουλος
Τίτλος: Πηγές Ενέργειας – Συμβατικές και Ανανεώσιμες

Διαδικτυακοί σύνδεσμοι

- www.cres.gr
- www.energize.gr
- www.geothermal-energy.org
- www.allaboutenergy.gr
- www.wikipedia.org/Ηπιες_μορφές_ενέργειας
- www.gaiadrill.gr
- www.kape.gr
- www.hellasres.gr/Greek/with-frames/my-index-01.htm
- eletaen.gr/
- www.tmltd.gr/
- <http://www.exikonomisi.blogspot.gr/>