



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**  
**UNIVERSITY OF PIRAEUS**

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ & ΔΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:**  
**MBA Tourism Management**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – Προβλέψεις**

**ΘΩΜΑΣ ΓΡΑΝΙΤΣΑΣ**

**Επιβλέπων Καθηγητής**  
**ΜΙΧΑΗΛ ΣΦΑΚΙΑΝΑΚΗΣ**



**ΠΕΙΡΑΙΑΣ**

**2019**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
 ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ  
 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
 ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ-MANAGEMENT ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ

ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

(περιλαμβάνεται ως ξεχωριστή –δεύτερη- σελίδα στο σώμα της διπλωματικής εργασίας)

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών, του Πανεπιστημίου Πειραιώς, στη Διοίκηση Επιχειρήσεων –Μάνατζμεντ Τουρισμού: MBA-Tourism Management» με τίτλο:

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - Προβλέψεις

έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης υπεύθυνα ότι οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, αναφέρονται στο σύνολό τους, κάνοντας πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτητή/ τριας

Όνοματεπώνυμο

Ημερομηνία

Γραμμάτιο

Θαλάλας Γρανιτάρας

29/11/2019

Αυτή η σελίδα είναι κενή.

*Αφιερώνεται στους πολυαγαπημένους μου γονείς,  
και στον εξάίρετο θείο Ντίνο,  
οι οποίοι υπήρξαν αρωγοί και στήριγμα  
σε κάθε βήμα της ζωής μου.*



## **Ευχαριστίες**

*Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον Καθηγητή κύριο Μιχαήλ Σφακιανάκη για τη δυνατότητα που μου έδωσε να εξελίξω τις δεξιότητές μου, τις γνώσεις μου και να ανακαλύψω νέους τρόπους προσέγγισης της ζωής μου. Όπως και για την ευκαιρία να εκπονήσω τη διπλωματική μου εργασία με τις εξαιρετικά χρήσιμες συμβουλές και καθοδήγησή του. Η συμβολή του υπήρξε ουσιαστική, καθοριστική και πολύτιμη σε όλα τα επίπεδα.*

*Θερμές ευχαριστίες και σε όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας χωρίς τη συμβολή των οποίων δεν θα είχε επιτευχθεί αυτό το αποτέλεσμα.*



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διπλωματική εργασία αναφέρεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – προβλέψεις, οι οποίες παράγονται από τους φυσικούς πόρους όπως είναι ο άνεμος, το φως του ήλιου, η βροχή, οι παλίρροιες και η γεωθερμική θερμότητα. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η Αιολική ενέργεια, η Βιομάζα, η Γεωθερμική ενέργεια, η Ηλιακή ενέργεια, η Ωκεάνια - Κυματική ενέργεια και η Υδροηλεκτρική ενέργεια.

Ξεκινώντας στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια παρουσίαση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, διαχωρίζοντας τις κατηγορίες τους. Παράλληλα, γίνεται μια σύντομη σύγκριση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας παραθέτοντας στοιχεία για τον χαρακτήρα των τελευταίων.

Από το δεύτερο έως και το έβδομο κεφάλαιο περιγράφονται και αναλύονται η λειτουργία, τα χαρακτηριστικά, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε μίας από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα στοιχεία που αναλύονται βοηθούν στην κατανόηση της κάθε πηγής αλλά και τις προοπτικές που δύναται να προσφέρει στο μέλλον.

Στα επόμενα κεφάλαια αναλύονται τα οικονομικά μεγέθη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το κόστος και οι ιδιαιτερότητες των επενδύσεων σε αυτές, καθώς και τα οφέλη που προσφέρουν στις οικονομίες που τις επιλέγουν.

Τέλος, παρατίθενται τα συμπεράσματα όπου παρουσιάζονται συνοπτικά όλες οι πτυχές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και οι προβλέψεις τους.



## **ABSTRACT**

The diploma thesis refers to renewable energy sources – forecasts which are produced from natural resources such as wind, sunlight, rain, tides and geothermal heat. Renewable energy sources are wind energy, biomass, geothermal energy, solar energy, ocean - wave energy and hydroelectric power.

In the beginning, at the first chapter, this thesis presents the renewable energy sources by describing their categories. Moreover, presents the characteristics of standard energy sources and analyzes the differences with renewable sources.

At the next chapters, from second to seventh, a more comprehensive analysis of the mechanisms, characteristics, advantages and disadvantages as well the usage of each renewable energy resource is presented. This analysis helps us better understand its source and its potentials that can offer to humanity in the future.

The following chapters present the finance aspect of renewable energy sources, the investment costs and special conditions. There is an analysis of the advantages and disadvantages and their impact to economies that choose to invest at renewable energy sources.

At the end, there is a sum up of all the benefits of renewable energy sources and conclusion statements of their present condition but also their future development.





## Περιεχόμενα

Πίνακας Διαγραμμάτων.....	4
Πίνακας Εικόνων.....	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	9
1.1 Ιστορική Αναδρομή.....	9
1.2 Διαχωρισμός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	10
1.2.1 Αιολική Ενέργεια.....	11
1.2.2 Βιομάζα.....	11
1.2.3 Γεωθερμία.....	11
1.2.4 Ηλιακή.....	12
1.2.5 Κυματική.....	12
1.2.6 Παλιρροϊκή.....	12
1.2.7 Υδροηλεκτρική.....	12
1.3 Συμβατικές Πηγές Ενέργειας.....	13
1.3.1 Άνθρακας.....	13
1.3.2 Πετρέλαιο.....	13
1.3.3 Πυρηνική ενέργεια.....	13
1.3.4 Φυσικό Αέριο.....	14
1.3.5 Αερισμός.....	14
1.3.6 Ακτινοβολία.....	14
1.4 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Προστασία του Περιβάλλοντος.....	14
1.4.1 Αλλαγή παγκόσμιου κλίματος.....	14
1.4.2 Στοιχεία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	15
1.4.3 Παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση.....	18
1.4.4 Δυναμικό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	19
1.4.5 Διαφύλαξη του φυσικού περιβάλλοντος.....	19
1.4.6 Πλεονεκτήματα ΑΠΕ.....	20
1.4.7 Μειονεκτήματα ΑΠΕ.....	21
2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Αιολική Ενέργεια.....	22
2.1 Ιστορική αναδρομή.....	22
2.2 Η αιολική ενέργεια.....	22
2.3 Ο Άνεμος Πηγή Ενέργειας του Μέλλοντος.....	24
2.4 Αιολικά Πάρκα.....	26



2.4.1	Νομοθεσία σχετικά με τα Αιολικά Πάρκα .....	26
2.4.2	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων .....	28
2.4.3	Η Ανεμογεννήτρια.....	28
3ο	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Βιομάζα .....	33
3.1	Ιστορική Αναδρομή.....	33
3.2	Ενέργεια από Βιομάζα .....	34
3.2.1	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις .....	38
4ο	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Γεωθερμική Ενέργεια .....	40
4.1	Ιστορική Αναδρομή.....	40
4.2	Συνθήκες που ευνοούν τη δημιουργία γεωθερμικών πεδίων .....	41
4.3	Φυσικά Γεωθερμικά πεδία .....	43
4.4	Εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας .....	44
4.5	Η Γεωθερμία στην Ελλάδα.....	46
4.6	Άντληση γεωθερμικής ενέργειας.....	47
5ο	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Ηλιακή Ενέργεια .....	49
5.1	Ιστορική Αναδρομή.....	49
5.2	Παραγωγή Ηλεκτρικού Ρεύματος & Ηλιακές Κυψελίδες .....	49
5.3	Ενέργεια από τον ήλιο .....	51
5.4	Ηλιακά Στοιχεία .....	51
5.5	Παθητικά Ηλιακά Συστήματα .....	54
5.6	Φωτοβολταϊκά Συστήματα .....	55
6ο	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Κυματική Ενέργεια .....	60
6.1	Ιστορική Αναδρομή.....	60
6.2	Ενέργεια από τα κύματα.....	61
7ο	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Υδροηλεκτρική Ενέργεια .....	63
7.1	Ιστορική Αναδρομή.....	63
7.2	Η Υδροηλεκτρική ενέργεια .....	64
7.3	Ενέργεια από υδροηλεκτρικές μονάδες .....	65
7.3.1	Ενέργεια από τις παλίρροιες .....	65
7.3.2	Ενέργεια από τα θαλάσσια κύματα.....	66
8ο	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Κόστος & Αντιμετώπιση Προβλημάτων .....	67
8.1	Κόστος Συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας .....	67
8.2	Ευρωπαϊκή Ένωση και Ελλάδα .....	68
8.3	Πλεονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας & Δυσκολίες στην Ανάπτυξη ....	70
8.3.1	Τα πλεονεκτήματα των ΑΠΕ είναι:.....	70





8.4	Συμβολή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Οικονομική Ανάπτυξη της Ελλάδας .....	72
8.5	Το μέλλον των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ελλάδα .....	73
8.6	Προβλέψεις στη συνολικά παραγόμενη ενέργεια από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα & Στατιστική Ανάλυση.....	81
8.6.1	Εξέλιξη της ηλεκτροπαραγωγής .....	83
8.6.2	Κόστος Επενδύσεων Ηλεκτροπαραγωγής .....	93
9ο	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Εξέλιξη Ενεργειακών Μεγεθών .....	100
9.1	Ανάλυση & μέτρα ενεργειακής πολιτικής .....	100
9.1.1	Κτίρια .....	101
9.1.2	Μέτρα πολιτικής στην ηλεκτροπαραγωγή .....	102
9.1.3	Περίοδος 2010-2020 .....	103
9.1.4	Μέτρα πολιτικής για τον τομέα του πετρελαίου.....	104
9.1.5	Εκμετάλλευση Υδρογονανθράκων.....	105
9.1.6	Εθνική βιομηχανία συστημάτων ΑΠΕ.....	105
10ο	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Συμπεράσματα .....	107
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	113



## Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Εξέλιξη του μεριδίου ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας, την ηλεκτροπαραγωγή και την τελική κατανάλωση θερμικής ενέργειας και του μεριδίου βιοκαυσίμων στις μεταφορές σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ έως το 2020. ....	77
Διάγραμμα 2: Εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος Η/Π ανά καύσιμο για την επίτευξη των εθνικών στόχων έως το 2020.....	78
Διάγραμμα 3: Εξέλιξη της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά καύσιμο για την επίτευξη των εθνικών στόχων έως το 2020.....	79
Διάγραμμα 4: Εξέλιξη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για την επίτευξη των εθνικών στόχων έως το 2020.....	80
Διάγραμμα 5: Εξέλιξη της ηλεκτροπαραγωγής ανά καύσιμο σε κάθε εξεταζόμενο σενάριο	84
Διάγραμμα 6: Εξέλιξη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά καύσιμο.....	88
Διάγραμμα 7: Διείσδυση ηλεκτρισμού στην τελική κατανάλωση ενέργειας.....	90
Διάγραμμα 8: Εξέλιξη της διείσδυσης του ηλεκτρισμού στη τελική κατανάλωση ενέργειας. ....	90
Διάγραμμα 9: Εξέλιξη μέσου μακροπρόθεσμου κόστους Η/Π για τα εξεταζόμενα σενάρια ενεργειακής πολιτικής.....	92
Διάγραμμα 10: Σωρευτικό κόστος επενδύσεων (2020-2050) για Η/Π.....	93
Διάγραμμα 11: Διείσδυση ΑΠΕ στο Ενεργειακό Ισοζύγιο .....	94
Διάγραμμα 12: Ελληνική Αγορά Φωτοβολταϊκών.....	94
Διάγραμμα 13: Ενεργειακή Απόδοση Φωτοβολταϊκών .....	95
Διάγραμμα 14: Φωτοβολταϊκά & Θέσεις Εργασίας .....	95



## Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Διανομή Αιολικής Δυναμικότητας στην Ελλάδα.....	97
Εικόνα 2: Εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ στην Ελλάδα.....	98





## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε) ορίζονται οι ενεργειακές πηγές οι οποίες υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό περιβάλλον. Πρόκειται για τις πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο και θεωρούνταν η αποκλειστική πηγή ενέργειας μέχρι τις αρχές του προηγούμενου αιώνα.

Σήμερα, η ανάπτυξη αυτών των τεχνολογιών και η αξιοποίηση των ΑΠΕ παρουσιάστηκε μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1973 και παγιώθηκε μετά την συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων την τελευταία 20ετία.

Στις περισσότερες χώρες οι ΑΠΕ αποτελούν μια εγχώρια μορφή ενέργειας με ευνοϊκές προοπτικές συνεισφοράς στο ενεργειακό ισοζύγιο συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Την ίδια στιγμή οι ΑΠΕ βελτιώνουν την ποιότητα του περιβάλλοντος σε μεγάλο βαθμό διότι έχει διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι κλάδος που ευθύνεται κατά κυρίως για την ρύπανση του περιβάλλοντος, εφόσον το 95% της ατμοσφαιρικής και θερμικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων άνθρακα και πετρελαίου. Με αυτό τον τρόπο φαίνεται ότι η μόνη δυνατή μέθοδος για να μπορέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση να πετύχει το στόχο που έθεσε το 1992 στις συνδιάσκεψη του ΟΗΕ για το περιβάλλον και την ανάπτυξη, είναι να περιοριστούν οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα.

Με τον όρο Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας χαρακτηρίζονται τα συστήματα εκείνα που αξιοποιούν ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους για να μετατρέψουν την ενέργεια που προσφέρεται από την φύση σε μορφή άμεσα χρήσιμη για ανθρώπινες δραστηριότητες με βασικό χαρακτηριστικό τους τα «καύσιμα» που χρησιμοποιούν να ανανεώνονται με φυσικό τρόπο και γι' αυτό ονομάζονται και συστήματα ανανεώσιμων μορφών ενέργειας.

Η εργασία αναλύει όλες τις υπάρχουσες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, μελετώντας τις προβλέψεις για το μέλλον της Ελλάδας μέσω αυτών των συστημάτων και καταλήγει στα συμπεράσματα, παρουσιάζοντας τις προοπτικές εξέλιξης τους.







## 1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

### 1.1 Ιστορική Αναδρομή

Στην προσπάθεια παρουσίασης των δυνατοτήτων της μικρό-υδροηλεκτρικής ανάπτυξης της Ελλάδας, γίνεται αντιληπτό ότι η ανάπτυξη είναι μια πολύπλοκη συνάρτηση των φυσικών προσόντων της ξεχασμένης Ελλάδας, με τους όγκους των βουνών και των γλυπτών της φύσης και σχετίζεται άμεσα με τα άγρια φαράγγια, τα πέτρινα γεφύρια, τα μοναδικά μνημεία της φύσης, τους παραδοσιακούς οικισμούς, τους τόπους που κάποτε έσφυζαν από ζωή. Σήμερα είναι πληθυσμιακά αποψιλωμένοι, με αυτά τα τόσο σημαντικά κεφάλαια φυσικών, ιστορικών και πολιτιστικών πόρων που μοιάζουν να αποτελούν ανορθόδοξα εμπόδια στο παιχνίδι ανάπτυξης, που για τη Ελλάδα ήταν κάποτε προσαρμοσμένο στο επίπεδο τοπίο των πεδινών περιοχών.

Η υδραυλική ενέργεια, ο «λευκός άνθραξ» υπηρετεί πιστά τον άνθρωπο στο δρόμο της ανάπτυξης. Η εξέλιξη των προδρόμων των μικρών υδροηλεκτρικών χάνεται στους αιώνες ενώ αφθονούν οι σχετικές περιγραφές από Ρωμαίους συγγραφείς, βουδιστές και Ιησουίτες μοναχούς. Οι ρίζες τους όμως είναι καθαρά ελληνικές και μάλιστα μακεδονικές.

Οι πρώτες σχετικές έγγραφες περιγραφές αφορούν συστήματα μετάδοσης κίνησης, οδοντωτά, τα οποία αποδίδονται στον Αριστοτέλη. Η αρχαιότερη διασωθείσα απόδειξη ύπαρξης σχετικής τεχνολογίας των κλασικών χρόνων είναι ο περίφημος μηχανισμός των Αντικυθήρων. Θεωρείται ότι, το υπάρχον απόθεμα τεχνολογικής γνώσης των Ελληνιστικών χρόνων σε προβλήματα μετάδοσης κίνησης με οδοντωτούς τροχούς, συνέβαλε σημαντικά στη διαμόρφωση της τεχνικής των υδραυλικών τροχών και ανάγει την προέλευση του στον Ήρωνα τον Αλεξανδρέα. Στα κλασικά έργα του τελευταίου υπάρχουν περιγραφές σειράς υδραυλικών διατάξεων πέραν αυτών που σχετίζονται με τον γνωστό αεριοστρόβιλο. Ο Λεονάρντο Ντα Βίντσι ξαναανακαλύπτει πολλές από τις περιγραφές του Ήρωνα, με τη μορφή της μηχανικής ενέργειας, η οποία αποτελούσε για σειρά αιώνων για όλους τους πολιτισμούς την κινητήρια δύναμη για την κίνηση υδροτροχών οριζοντίου ή κατακόρυφου άξονα με σκοπό κυρίως την άλεση δημητριακών.



Στην Ελλάδα, τα υδροτριβεία, οι δριστελέες, τα μπατάνια, τα πριονιστήρια ξυλείας και οι σουσαμόμυλοι χρησιμοποιούν τη δύναμη του νερού και συμβάλλουν σε πολύ σημαντικό βαθμό στην τοπική οικονομία.

Με την πάροδο του χρόνου οι παραδοσιακές τεχνικές υδροκίνησης εξελίχθηκαν και αντικαταστάθηκαν από σύγχρονες μηχανές. Αυτές οι παραδοσιακές και σύγχρονες υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις αξιοποιούν τη δυναμική και κινητική ενέργεια του νερού ώστε να παράγουν μηχανικό έργο και ηλεκτρική ενέργεια.

Τα περισσότερα μικρά υδροηλεκτρικά εργοστάσια εγκαταστάθηκαν και λειτουργούσαν στην Ευρώπη και της ΗΠΑ όσο και στην Ασία, στηρίζοντας τα πρώτα βήματα της βιομηχανικής ανάπτυξης και επανάστασης και απετέλεσαν τους πρώτους αξιόπιστους βασικούς εργασιακούς βιοτεχνικούς και πολιτιστικούς πυρήνες. Στις αρχές του προηγούμενου αιώνα τέτοια έργα στήριζαν τη βιομηχανική ανάπτυξη της κλωστοϋφαντουργίας και νηματουργίας, σειράς πόλεων της Μακεδονίας.

Η πρώτη και δεύτερη κρίση πετρελαίου και ο πόλεμος του Περσικού Κόλπου συνέβαλαν σημαντικά στην αναθεώρηση της ενεργειακής πολιτικής κάθε κράτους.

## 1.2 Διαχωρισμός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Οι προτεραιότητες της πολιτικής βούλησης προκειμένου να αναπτυχθούν φιλικές προς το περιβάλλον πηγές ενέργειας, ώθησε σημαντικά την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών, το οποίο είχε σαν αποτέλεσμα τη σταδιακή αλλαγή της νοοτροπίας των πολιτών και των κυβερνήσεων προς την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ο αναπτυξιακός νόμος 2601/98 και ο νόμος περί απελευθέρωσης της αγοράς ενέργειας 2773/99, εξασφαλίζουν την ανάπτυξη της παραγωγής από ανανεώσιμες πηγές, οι οποίες είναι οι φυσικοί διαθέσιμοι πόροι - πηγές ενέργειας, που υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό περιβάλλον, δεν εξαντλούνται, ανανεώνονται συνέχεια και μπορούν να μετατρέπονται σε ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια, όπως είναι για παράδειγμα ο ήλιος, ο άνεμος, η βιομάζα, η γεωθερμία, οι υδατοπτώσεις, η θαλάσσια κίνηση.

Το παγκόσμιο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των ΑΠΕ οφείλεται στην επίλυση του ενεργειακού προβλήματος, διότι τα αποθέματα συμβατικών πηγών ενέργειας εξαντλούνται και στο ότι πρόκειται για φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις.



Η Ευρωπαϊκή Ένωση αποσκοπεί στην αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το οποίο προϋποθέτει αύξηση της απόδοσης των συστημάτων κατανάλωσης ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα. Οι προβλέψεις για τη χρήση ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο δείχνουν ότι υπάρχουν ενεργειακά αποθέματα 200 χρόνων για τον τωρινό λόγο αποθέματος/παραγωγής.

### 1.2.1 Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία παρέχει δυναμικό για μεγάλης κλίμακας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ανεμογεννητριών χωρίς σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούνται μαζί με μπαταρία σε μικρές εγκαταστάσεις και μαζί με φωτοβολταϊκά στοιχεία και είναι τις περισσότερες φορές συνδεδεμένες με το δίκτυο. Η επερχόμενη απελευθέρωση της ηλεκτρικής ενέργειας το 2001 οδήγησε στην κατασκευή πολλών αιολικών πάρκων.

### 1.2.2 Βιομάζα

Βιομάζα, ονομάζονται τα κατάλοιπα διαφόρων διεργασιών που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από τον φυτικό κόσμο τα οποία χρησιμοποιούνται για θέρμανση, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και κίνηση. Τα κατάλοιπα αυτά μπορεί να είναι από αστικά σκουπίδια, από την αγροτική παραγωγή (υπολείμματα ξυλείας, σοδειάς, ζωικά απόβλητα) και υποπροϊόντα της βιομηχανίας (από επεξεργασία τροφίμων ή οργανικών υλών). Με κατάλληλη επεξεργασία, η βιομάζα μετατρέπεται σε καύσιμο αέριο. Με την καύση του αερίου αυτού παράγεται ηλεκτρική ενέργεια, με μεγάλη απόδοση και μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις παράλληλα. Η τεχνολογία αυτή παρέχει το μέγιστο δυναμικό για παραγωγή ενέργειας σε πανευρωπαϊκό επίπεδο. Η καύση όμως τελικά δεν μπορεί να την χαρακτηρίσει ως καθαρή για το περιβάλλον επιλογή.

### 1.2.3 Γεωθερμία

Η γεωθερμική ενέργεια παράγεται με τη μετατροπή ζεστού νερού ή υδρατμού που βρίσκεται σε αρκετό βάθος από την επιφάνεια της γης σε ηλεκτρική ενέργεια. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού ποικίλλει ανά περιοχή, με τιμές από 25°C μέχρι 350°C. Όταν η θερμοκρασία είναι πιο χαμηλή, η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιείται για τη θέρμανση κατοικιών και άλλων κτιρίων ή κτιριακών εγκαταστάσεων, θερμοκηπίων, ιχθυοκαλλιεργειών κλπ.. Όταν τα γεωθερμικά ρευστά



έχουν υψηλή θερμοκρασία, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η Ελλάδα εξαιτίας της διαμόρφωσης του υπεδάφους της, είναι πλούσια σε γεωθερμική ενέργεια, η οποία αξιοποιείται με αυξανόμενους ρυθμούς. Στο Νότιο Αιγαίο οι θερμοκρασίες των γεωθερμικών ρευστών είναι πολύ ψηλές, ενώ περιοχές πλούσιες σε γεωθερμία, με ρευστά χαμηλότερων θερμοκρασιών, είναι διάσπαρτες σε ολόκληρη τη χώρα.

#### 1.2.4 Ηλιακή

Η ηλιακή ακτινοβολία χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των κτιρίων με άμεσο ή έμμεσο τρόπο και με τη χρήση ενεργητικών ή παθητικών συστημάτων και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με τη χρησιμοποίηση φωτοβολταϊκών συστημάτων τα οποία μετατρέπουν απευθείας την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική και με τα ηλιακά θερμικά συστήματα που χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια για να θερμάνουν ένα υγρό το οποίο παράγει ατμό, ο οποίος τροφοδοτεί μία τουρμπίνα και μία γεννήτρια.

#### 1.2.5 Κυματική

Κυματική Ενέργεια είναι η μορφή ενέργειας που προκύπτει από την κινητική ενέργεια των κυμάτων. Το φαινόμενο των ανέμων έχει σαν αποτέλεσμα το σχηματισμό κυμάτων τα οποία είναι εκμεταλλεύσιμα σε περιοχές με υψηλό δείκτη ανέμων και σε ακτές ωκεανών.

#### 1.2.6 Παλιρροϊκή

Παλιρροϊκή ενέργεια, είναι η μορφή ενέργειας που προκύπτει από την βαρυτική έλξη της σελήνης και της γης, η οποία είναι εκμεταλλεύσιμη κατά την διαφορά του ύψους της επιφάνειας της στάθμης των νερών-άμπωτη και πλημμυρίδα.

#### 1.2.7 Υδροηλεκτρική

Στα υδροηλεκτρικά έργα η ενέργεια από την πτώση του νερού μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια, με τη χρήση μίας τουρμπίνας και παρόλο που στα υδροηλεκτρικά έργα δεν παράγονται επιβλαβή αέρια, στα μεγάλα φράγματα λαμβάνονται υπόψη και άλλες περιβαλλοντικές παράμετροι, όπως είναι για παράδειγμα τα αντιπλημμυρικά έργα, η ποιότητα του ύδατος και η επιρροή στην ζωή των ψαριών του ποταμού και των υπόλοιπων ζώων της περιοχής, με αποτέλεσμα τα



μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά να θεωρούνται «πράσινα», ενώ τα μεγάλης κλίμακας να θεωρούνται μόνο «καθαρά».

### 1.3 Συμβατικές Πηγές Ενέργειας

Συμβατικές Πηγές Ενέργειας είναι:

#### 1.3.1 Άνθρακας

Ο άνθρακας παράγεται από την αποσύνθεση φυτών, με τη μορφή μαύρης ή καφέ πέτρας. Η συλλογή του πραγματοποιείται στα ανθρακωρυχεία τα οποία ευθύνονται για σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις διότι ελευθερώνονται πολλές τοξικές χημικές ουσίες στο περιβάλλον και σε κοντινές πηγές. Στις Ηνωμένες Πολιτείες παράγονται από την καύση του άνθρακα 65% εκπομπών διοξειδίων του θείου, 33% εκπομπών διοξειδίων του άνθρακα και 25% των εκπομπών οξειδίων του αζώτου, τα οποία συνεισφέρουν σε πολύ μεγάλο βαθμό στην αύξηση της θερμοκρασίας της γης, στην όξινη βροχή και στη πρόκληση πολλών ασθενειών.

#### 1.3.2 Πετρέλαιο

Η καύση του πετρελαίου έχει σαν αποτέλεσμα πιο λίγη μόλυνση συγκριτικά με την καύση του άνθρακα, αλλά παρόλα αυτά είναι εξίσου σημαντική. Ο Μαύρος Χρυσός, όπως είναι γνωστό, το πετρέλαιο, χρησιμοποιείται σε παγκόσμιο επίπεδο για την κίνηση οχημάτων και για θέρμανση. Η εξάντληση των αποθεμάτων του πετρελαίου καθιστά πιο σημαντική την εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, προκειμένου να επιλυθούν τα ενεργειακά προβλήματα σε παγκόσμια κλίμακα.

#### 1.3.3 Πυρηνική ενέργεια

Η πυρηνική ενέργεια παράγεται από τη διάσπαση ατόμων ουρανίου και πλουτονίου και παρά το γεγονός ότι στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχουν εκπομπές επιβλαβών αερίων, εγκυμονούν σοβαροί κίνδυνοι για την υγεία και το περιβάλλον. Ένα πιθανό ατύχημα στις πυρηνικές εγκαταστάσεις θα ελευθερώσει ραδιενεργό υλικό στην ατμόσφαιρα, τα αποτελέσματα του οποίου είναι καταστροφικά. Εξίσου σοβαρό πρόβλημα αποτελεί η ασφαλής αποθήκευση πυρηνικών αποβλήτων, διότι η πυρηνική διάσπαση δημιουργεί προϊόντα τα οποία εξακολουθούν να είναι επικίνδυνα ραδιενεργά για χιλιάδες χρόνια και είναι αδύνατο να εγυηθεί κανείς την ασφαλή αποθήκευση των αποβλήτων αυτών για τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα.



### 1.3.4 Φυσικό Αέριο

Το φυσικό αέριο είναι μία οικονομική και φιλική προς το περιβάλλον λύση, αλλά δεν είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Υπάρχουν αρκετά αποθέματα φυσικού αερίου εδώ και πολλά χρόνια αλλά παρόλα αυτά δεν παύουν να είναι πεπερασμένα, με αποτέλεσμα η τιμή τους να εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα. Η χρησιμοποίησή του φυσικού αερίου παράγει πολλά επιβλαβή αέρια, αλλά είναι πολύ πιο λίγα σε σχέση με άλλα συμβατικά καύσιμα.

### 1.3.5 Αερισμός

Είναι η διαδικασία παροχής ή αφαίρεσης αέρα προς και από οποιοδήποτε χώρο και η επαρκής ποσότητα αέρα απαιτείται ώστε να είναι ικανοποιητική ποιότητα αέρα για την υγεία των χρηστών. Για κάθε χώρο καθορίζεται μια συγκεκριμένη τιμή που προσδιορίζει τον απαιτούμενο αερισμό και μετράται σε air changes/hour και δείχνει πόσες φορές αλλάζει ο αέρας που περιέχεται στο χώρο με νωπό αέρα. Ο αερισμός μπορεί να επιτευχθεί με φυσικά ή μηχανικά μέσα.

### 1.3.6 Ακτινοβολία

Ορατή Ακτινοβολία θεωρείται όποια οπτική ακτινοβολία έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει άμεσα οπτικό ερέθισμα. Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκη κύματος μικρότερα από αυτά του ορατού φωτός είναι η Υπεριώδης ακτινοβολία, η οποία είναι αόρατη μορφή ακτινοβολίας και μπορεί να προκαλέσει φθορά σε πλαστικά διαφανή υλικά και σε βαφές υφασμάτων επιπλώσεων. Υπάρχει και η υπέρυθρη ακτινοβολία, η οποία έχει μήκος κύματος πάνω από αυτό του ορατού φωτός και εκπέμπεται από τα σώματα σε μέσες θερμοκρασίες όπως για παράδειγμα στα δομικά στοιχεία ενός παθητικού κτιρίου.

## 1.4 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Προστασία του Περιβάλλοντος

### 1.4.1 Αλλαγή παγκόσμιου κλίματος

Τα επίπεδα CO<sub>2</sub> έχουν αυξηθεί παγκοσμίως κατά 25% σε σχέση με την τιμή που είχαν το 1800 μ.Χ. και η αύξηση τους οδήγησε στη μέση θερμοκρασία της γης κατά 1,5<sup>0</sup>C έως 4,5<sup>0</sup>C και παράλληλα μεγαλώνει η τρύπα του όζοντος και η κατανάλωση ενέργειας παγκοσμίως.





Ο άνθρωπος είναι υποχρεωμένος να ελαχιστοποιήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων του διότι εάν δεν το κάνει τα αποτελέσματα της μόλυνσης θα είναι καταστροφικά σε παγκόσμια κλίμακα.

Ανακύκλωση ονομάζεται η διαδικασία ανάκτησης προϊόντων και υλικών από τα αστικά σκουπίδια, τις συσκευασίες, τα υποπροϊόντα της βιομηχανίας και από τα κατεστραμμένα προϊόντα και η επαναχρησιμοποίησή τους από τη βιομηχανία για την παραγωγή καινούργιων η οποία συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας. Επιπλέον, η ανακύκλωση συμβάλλει για ένα περιβάλλον χωρίς τοξικές ουσίες οι οποίες θέλουν πολύ χρόνο για να διασπαστούν και επίσης μπορεί να συμμετέχει ο καθένας στη διαδικασία αυτή συμβάλλοντας με τη χρησιμοποίηση προϊόντων που ανακυκλώνονται και την απόρριψή τους σε ειδικά διαμορφωμένους κάδους, για κάθε ανακυκλώσιμο υλικό, χαρτί, γυαλί, αλουμίνιο κλπ.

#### 1.4.2 Στοιχεία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά σε διάφορα στοιχεία σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

##### 1.4.2.1 Αντλίες Θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας, εξάγουν θερμότητα από μια πηγή χαμηλής θερμοκρασίας και την αυξάνουν στα επιθυμητά επίπεδα, δίνοντας θερμότητα που κυμαίνεται από μερικά kilowatts μέχρι megawatts. Οι αντλίες θερμότητας έχουν τη δυνατότητα να λειτουργήσουν χρησιμοποιώντας ως πηγή θερμότητας το έδαφος και παράλληλα χρησιμοποιούνται τόσο για ψύξη όσο και για θέρμανση.

##### 1.4.2.2 Άξονας Περιστροφής

Η νοητή γραμμή στην οποία περιλαμβάνεται το βάρος του ίδιου φορτίου όσο και των εξασκούμενων φορτίων ονομάζεται Άξονας περιστροφής και αποτελείται από κιβώτιο μεταδόσεως κίνησης, σύστημα πέδησης και ελαστικούς συνδέσμους απορρόφησης ταλαντώσεων.

##### 1.4.2.3 Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

Βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι ο αρχιτεκτονικός και πολεοδομικός σχεδιασμός κτιρίων ο οποίος επιδιώκει την προσαρμογή του κτιρίου και του οικιστικού συνόλου στο τοπικό κλίμα και το φυσικό περιβάλλον αποσκοπώντας στην αξιοποίηση θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων προκειμένου να



ελαχιστοποιηθούν οι ενεργειακές ανάγκες του όλο το χρόνο και να επιτυγχάνει περιορισμό στην κατανάλωση συμβατικής ενέργειας.

#### 1.4.2.4 Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας

Υπάρχει ένα ειδικό έντυπο στο οποίο περιγράφεται το σύνολο των ενεργειακών χαρακτηριστικών κάθε κτιρίου το οποίο ονομάζεται Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας κτιρίου, σύμφωνα με το οποίο μελετάται και κατασκευάζεται κάθε νέο κτίριο ανάλογα με τα αποτελέσματα του ενεργειακού ελέγχου, όπως αντίστοιχα μελετάται και ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης και η ενεργειακή κατηγορία στην οποία κατατάσσεται.

#### 1.4.2.5 Ενεργειακή Βαθμονόμηση

Ενεργειακή βαθμονόμηση κτιρίου είναι η βαθμολογική κατάταξη κάθε κτιρίου, με βάση το δελτίο που αναφέρεται παραπάνω, το οποίο γίνεται σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ενεργειακής πιστοποίησης, στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης, ανάλογα με τα καθορισμένα από τον κανονισμό ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας όρια των ειδικών ενεργειακών αποδόσεων ανά κατηγορία.

#### 1.4.2.6 Ενεργειακή Επίδοση

Ενεργειακή επίδοση κτιρίου είναι ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου κατά τη λειτουργία του έτσι ώστε να καλυφθούν σε ετήσια βάση οι ενεργειακές απαιτήσεις που υπάρχουν για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό επιτυγχάνοντας τις αναγκαίες συνθήκες άνεσης.

#### 1.4.2.7 Ενεργειακή Επιθεώρηση

Ενεργειακή επιθεώρηση είναι η διαδικασία εκτίμησης και καταγραφής των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν και των δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο με την υπόδειξη προτάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης τους και μπορεί να είναι συνοπτική ή εκτενής.

#### 1.4.2.8 Ενεργειακή Μελέτη

Η ενεργειακή μελέτη εξετάζει τις απαιτούμενες ενεργειακές ανάγκες κτιρίων για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό προκειμένου να εξασφαλίζεται θερμική άνεση κατά τη διάρκεια του χρόνου, υποδεικνύοντας τις καλύτερες λύσεις για την



εξασφάλιση των παραπάνω συνθηκών μέσα από συστήματα ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας ή μέσα από τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

#### 1.4.2.9 Ενεργειακή Πιστοποίηση

Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίου είναι η διαδικασία ελέγχου της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων και της πραγματοποιούμενης κατανάλωσης ενέργειας έτσι ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες και τα απαραίτητα στοιχεία προκύπτουν μετά από τη διενέργεια ενεργειακών ελέγχων, από ενεργειακούς επιθεωρητές οι οποίοι είναι εξειδικευμένοι επιστήμονες, οι οποίοι διενεργούν ενεργειακές επιθεωρήσεις για την πιστοποίηση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων.

#### 1.4.2.10 Ενεργητικά Συστήματα Θέρμανσης/Ψύξης

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης ή ψύξης είναι τα συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν μηχανικά μέρη έτσι ώστε να επιτευχθεί η θέρμανση ή η ψύξη των κτιρίων αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια ή τις φυσικές δεξαμενές ψύξης. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι ηλιακοί συλλέκτες θέρμανσης, τα φωτοβολταϊκά κ.ά.

#### 1.4.2.11 Παθητικά Συστήματα Θέρμανσης/Ψύξης

Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης ή ψύξης είναι οι τεχνικές και κατασκευές που εμπεριέχονται στο σχεδιασμό του κτιρίου και προσαρμόζονται κατάλληλα στο κελυφός του και διευκολύνουν την καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση κτιρίων και στην αξιοποίηση των δροσερών ανέμων για τη φυσική τους ψύξη. Οι βασικές κατηγορίες είναι:

1. τα άμεσου ηλιακού κέρδους, όπως τα νότια ανοίγματα.
2. τα έμμεσου ηλιακού κέρδους όπως ο ηλιακός χώρος – θερμοκήπιο.
3. τα συστήματα δροσισμού όπως τα σκίαστρα, η ηλιακή καμινάδα, η υδάτινη οροφή και συστήματα αερισμού.

#### 1.4.2.12 Ηλιακό Κέρδος Θερμότητας

Ηλιακό κέρδος θερμότητας είναι ο όρος που αναφέρεται στο μέγεθος των θερμικών κερδών από τα παράθυρα καθ' όλη την περίοδο θέρμανσης. Για τον υπολογισμό του καθαρού ηλιακού κέρδους αφαιρούνται από το ηλιακό θερμικό κέρδος οι απώλειες θερμότητας από τα παράθυρα.



#### 1.4.2.13 Ηλιακός Θερμοσίφωνας

Ηλιακός θερμοσίφωνας είναι το πιο γνωστό σύστημα αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας, το οποίο αποτελείται από μια μαύρη επιφάνεια που περιέχει αγωγούς και καλύπτεται από γυαλί και μια μικρή δεξαμενή στην κορυφή όπου αποθηκεύεται η θερμότητα. Στον ηλιακό θερμοσίφωνα, ολόκληρο το σύστημα τοποθετείται στην ταράτσα ή την οροφή ενός κτιρίου και το υγρό μέσα στους αγωγούς θερμαίνεται από τον ήλιο και ανεβαίνει προς τη δεξαμενή αποθήκευσης. Η θερμότητα που συλλέγεται, χρησιμοποιείται για ζεστό νερό οικιακής χρήσης.

#### 1.4.2.14 Θάμβωση

Θάμβωση είναι η κατάσταση της όρασης κατά την οποία περιορίζεται η ικανότητα να φανούν λεπτομέρειες ή αντικείμενα και μπορεί να οφείλεται στο μέγεθος της λαμπρότητας ή και σε υπερβολική οπτική αντίθεση. Η θάμβωση μπορεί να επέλθει και από ανακλάσεις, ειδικά όταν οι εικόνες που ανακλώνται φαίνονται στην ίδια διεύθυνση με ένα αντικείμενο και προκαλεί δυσφορία ή έλλειψη οπτικής άνεσης.

#### 1.4.2.15 Θερμική Αντίσταση

Θερμική αντίσταση είναι η τιμή που χρησιμοποιείται για να δώσει την αποτελεσματικότητα διαφόρων μονωτικών υλικών με διάφορα πάχη και εκφράζει τη ροή θερμότητας που προκαλείται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών του υλικού.

### 1.4.3 Παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση

Το 2000, η παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση έφτασε σε επίπεδο περίπου 410.000 PJ. Οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι πλέον αποτελεσματικές, οικονομικές και εφικτές.

Από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μόνο η υδροηλεκτρική συμβάλλει σημαντικά στην αντιμετώπιση της παγκόσμιας ζήτησης σε ενέργεια (6%) και της παγκόσμιας ζήτησης σε ηλεκτρική ενέργεια (19%). Το 88% της παγκόσμιας ζήτησης σε ενέργεια καλύπτεται με τη χρήση ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο: 44%, γαιάνθρακες: 24%, φυσικό αέριο: 23%).



#### 1.4.4 Δυναμικό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Από τεχνικής πλευράς, η ποσότητα ενέργειας που μπορεί να αντληθεί από την φυσική προσφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με χρήση υπάρχουσών τεχνολογιών, είναι πολύ μεγαλύτερη από την παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση.

Η ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται η Γη είναι σχεδόν 7.000 φορές περισσότερη από την τρέχουσα παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας και η τωρινή παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας θα μπορούσε να καλυφθεί με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε συνολική περιοχή επιφάνειας 700 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Το δυναμικό όμως δεν αντιστοιχεί στο πραγματικό διαθέσιμο δυναμικό από τη στιγμή που θα ληφθούν υπόψη οικονομικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες και επιπλέον απαιτείται χρόνος για να αναπτυχθούν οι κατάλληλες υποδομές και η τεχνογνωσία.

#### 1.4.5 Διαφύλαξη του φυσικού περιβάλλοντος

Η εξάπλωση των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με τη συμβατική ενεργειακή αλυσίδα και ελαττώνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η κλιματική αλλαγή συνιστά καίρια απειλή για το φυσικό περιβάλλον με πολλαπλές επιπτώσεις, όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι υψηλότερες ακραίες θερμοκρασίες, οι ξηρασίες με συνέπεια την αύξηση των πυρκαγιών και πιο ραγδαίων και συχνών καταιγίδων. Η αλλαγή του κλίματος μπορεί να εξαφανίσει το 15-37% των ειδών που ζουν πάνω στη γη μέχρι το 2050.

Τη στιγμή που οι περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες εξαρτώνται από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα, οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας αποτελούν ευκαιρία για αποκεντρωμένη προμήθεια ενέργειας η οποία δημιουργεί περισσότερες θέσεις εργασίας τοπικά και είναι λιγότερο επιρρεπής στη διαφθορά και στις κρίσεις.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ανοίγουν προοπτικές για την συμβατή αναδιάρθρωση της ενεργειακής πολιτικής και επιπλέον συμβάλλουν στην εκτόνωση εντάσεων στην παγκόσμια αγορά ενέργειας, το οποίο έχει αντίκτυπο και στην πολιτική και στην οικονομική ασφάλεια.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρουσιάζουν καταπληκτικό δυναμικό όσον αφορά τη δημιουργία και διαφύλαξη θέσεων εργασίας. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προβλέπει ότι η σταθερή προμήθεια ανανεώσιμης ενέργειας θα έχει θετικές επιπτώσεις στην απασχόληση. Με την υιοθέτηση της Οδηγίας 77/2001/EK, η



Ελλάδα δεσμεύτηκε να παράγει το 20,1% της ηλεκτρικής της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές αλλά δυστυχώς φαίνεται ότι δεν έχει επιτύχει αυτόν το στόχο.

Η βιομηχανία της αιολικής ενέργειας έχει παρουσιάσει ραγδαία άνθηση τα τελευταία χρόνια. Η βασική αιτία της ραγδαίας ανάπτυξης είναι το χαμηλό κόστος της αιολικής ενέργειας σε σχέση με τις άλλες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας. Το παγκόσμιο εγκατεστημένο δυναμικό αιολικής ενέργειας ανερχόταν το 1998 σε λίγο περισσότερο από 10.000 MW συνολικά, το 2005 έφθασε τα 60.000 MW, το οποίο ανέβηκε στα 150.000 MW μέχρι το 2012.

Η Ευρώπη θα παραμείνει η κινητήριος δύναμη στην παγκόσμια αγορά αιολικών για τα επόμενα χρόνια. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου δεν εκπέμπεται διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο ρυπαίνει την ατμόσφαιρα, όπως συμβαίνει με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Σε όλη τη διάρκεια της χρήσης της, μία και μόνο ανεμογεννήτρια 1,5 MW μπορεί να εξοικονομήσει περί τους 80.000 τόνους ορυκτού άνθρακα και αυτό σημαίνει ότι δεν εντείνεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου και δεν υπάρχουν αρνητικές συνέπειες στη δημόσια υγεία από την ατμοσφαιρική ρύπανση. Επιπλέον, πάνω από το 90% της έκτασης του αιολικού πάρκου είναι διαθέσιμο για άλλες χρήσεις, όπως για παράδειγμα οι αγροτικές, που μπορούν να συνυπάρχουν με την εγκατάσταση. Δυστυχώς δεν υπάρχει ανθρώπινη κατασκευαστική δραστηριότητα που να μην έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον και για αυτό το λόγο, η χωροθέτηση των αιολικών πάρκων πρέπει να συνοδεύεται από την αντίστοιχη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων του έργου, προκειμένου να διασφαλίζεται η ομαλή ενσωμάτωσή τους στο τοπικό περιβάλλον και να ελαχιστοποιούνται οι επιπτώσεις τους στην βιοποικιλότητα, διότι εάν η χωροθέτηση των ανεμογεννητριών δεν σχεδιαστεί σωστά, μπορεί να υπάρξουν αρνητικές συνέπειες για τη βιοποικιλότητα.

#### 1.4.6 Πλεονεκτήματα ΑΠΕ

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας 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 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 και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής.
- Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις.

#### 1.4.7 Μειονεκτήματα ΑΠΕ

- Έχουν μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο και για αυτό το λόγο απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης.
- Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους και από το γεωγραφικό πλάτος και κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών.
- 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.





## 2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Αιολική Ενέργεια

### 2.1 Ιστορική αναδρομή

Ο άνθρωπος ξεκίνησε να κάνει χρήση της αιολικής ενέργειας από πολύ νωρίς. Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά για την κίνηση των πλοίων. Οι Κινέζοι, οι Πέρσες, οι Έλληνες και οι Αιγύπτιοι έχουν χρησιμοποιήσει τους ανεμόμυλους για πολλούς αιώνες για το άλεσμα των δημητριακών.

Οι Πέρσες χρησιμοποιούσαν ανεμόμυλους κάθετου άξονα, ενώ σε χώρες όπως η Ολλανδία, οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιούνταν για άντληση νερού. Στην Ελλάδα οι ανεμόμυλοι άντλησης νερού χρησιμοποιήθηκαν κυρίως στην Ανατολική Κρήτη.

Κατά τη διάρκεια του 17ου αιώνα η ανακάλυψη των ατμοστροβίλων άρχισε να αντικαθιστά τους ανεμόμυλους αλλά στην Αμερική οι ανεμόμυλοι για άντληση συνέχιζαν να κατασκευάζονται.

Το 1900, οι Δανοί παρήγαγαν ηλεκτρισμό από τον άνεμο και το 1940 στο Βερμόντ κατασκευάστηκε μια δοκιμαστική ανεμογεννήτρια με δύο πτερύγια. Παρόλα αυτά η αιολική ενέργεια δεν θεωρήθηκε σημαντική μέχρι τη δεκαετία του '70 όταν ο άνθρωπος συνειδητοποίησε το ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα του πλανήτη μας και προσπάθησε να ξανασχεδιάσει την ανεμογεννήτρια.

Στην Αθήνα χτίστηκε ένα αρχαίο Αστεροσκοπείο, ο «Πύργος των Ανέμων», το οποίο είναι ένα μικρό οκτάπλευρο οικοδόμημα ενταγμένο στη ρωμαϊκή Αγορά, στο εσωτερικό του οποίου λειτουργούσε υδραυλικό ρολόι. Στην κορυφή της κωνικής στέγης του, υπήρχε ένας μπρούντζινος Τρίτωνας που περιστρεφόταν σύμφωνα με τον πνέοντα άνεμο και έδειχνε με μπρούντζινο ραβδί έναν από τους οχτώ ανέμους, που απεικονίζονται προσωποποιημένοι στο πάνω τμήμα της καθεμίας από τις οκτώ πλευρές του οικοδομήματος. Στις 8 πλευρές του, φέρει φιγούρες των οχτώ ανέμων που ο Αριστοτέλης διέκρινε τρεις αιώνες νωρίτερα.

### 2.2 Η αιολική ενέργεια

Ο άνεμος είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που μπορεί να αξιοποιηθεί στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Οι άνθρωποι έχουν ανακαλύψει την αιολική ενέργεια εδώ και χιλιάδες χρόνια. Οι ανεμόμυλοι έδιναν κάποτε κίνηση στις τεράστιες





μυλόπετρες, που άλεθαν το σιτάρι μετατρέποντάς το σε αλεύρι. Μικρές αντλίες χρησιμοποιούσαν τη δύναμη του ανέμου για να ανεβάσουν το νερό από τα πηγάδια. Πριν 25 χρόνια περίπου οι πρώτες σύγχρονες ανεμογεννήτριες χρησιμοποιήθηκαν στις Η.Π.Α. και από τότε πολλές ακόμη έχουν μπει σε λειτουργία σε ολόκληρο τον κόσμο.

Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τους ανέμους εδώ και εκατοντάδες χρόνια. Το πρώτο μεταφορικό μέσο χωρίς μυϊκή δύναμη ήταν τα ιστιοφόρα και το επόμενο στάδιο εκμετάλλευσης ήταν οι ανεμόμυλοι. Οι αγρότες χρησιμοποιούν ανεμόμυλους για να αλέθουν το σιτάρι και για να αρδεύουν τις καλλιέργειές τους. Με την ανάπτυξη νέων πηγών ενέργειας οι άνθρωποι σταμάτησαν να χρησιμοποιούν τους ανεμόμυλους αλλά εξαιτίας της ενεργειακής κρίσης, οι μηχανικοί χρησιμοποιώντας νέες τεχνολογίες και υλικά, αξιοποιούν και πάλι την ενέργεια των ανέμων, με νέα είδη ανεμόμυλων.

Για την εκμετάλλευση των ανέμων, χρησιμοποιούνται ανεμόμυλοι. Οι ανεμόμυλοι όμως σήμερα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όλοι οι ανεμόμυλοι έχουν έλικες με πτερύγια που κινούνται με τον άνεμο που φυσά. Η κατασκευή τους είναι τέτοια, ώστε το σύστημα των πτερυγίων να περιστρέφεται και να είναι πάντοτε αντίθετο στη φορά του ανέμου. Η ταχύτητα του ανέμου είναι συνήθως μικρή και γι' αυτό είναι δύσκολο να αξιοποιηθεί όλη η ενέργεια που μεταφέρει ο άνεμος. Ακόμα και οι σημερινοί μοντέρνοι και τεράστιοι ανεμόμυλοι παράγουν ηλεκτρική ενέργεια αρκετή μόνο για λίγα σπίτια. Για να παραχθεί η ενέργεια που παράγεται σε έναν απλό σταθμό χρειάζονται περίπου 1.000 μεγάλοι ανεμόμυλοι. Μια διάταξη ανεμογεννητριών ονομάζεται αιολικό πάρκο στο οποίο κάθε ανεμογεννήτρια έχει τρία μακριά πτερύγια και καθώς τα πτερύγια στρέφονται με τον άνεμο, δίνουν κίνηση στη γεννήτρια που παράγει ηλεκτρισμό.

Οι πρόγονοι μας χρησιμοποιούσαν ανεμόμυλους για να αλέθουν το σιτάρι τους. Οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα. Για παράδειγμα, κινούν αντλίες που ανυψώνουν το νερό πάνω από το έδαφος ή τροφοδοτούν γεννήτριες για τον φωτισμό απόμακρων περιοχών. Ο άνεμος είναι πολύ ευμετάβλητος αλλά οι αλλαγές στην κατεύθυνση αντιμετωπίζονται εύκολα. Το μόνο που χρειάζεται είναι κάποιο σύστημα που κρατάει τα πτερύγια των ανεμόμυλων στη σωστή θέση.



Οι αλλαγές στην ταχύτητα του ανέμου προκαλούν μεταβολές στην παροχή ενέργειας στις γεννήτριες και ο άνεμος σταματάει τελείως για πολλές μέρες ή φυσάει τόσο δυνατά ώστε καταστρέφει τα πτερύγια των ανεμόμυλων. Επιπλέον, ο άνεμος δεν μπορεί να περιοριστεί σε φράγματα ώστε να ρυθμίζεται η ροή του και το ηλεκτρικό ρεύμα, που παράγεται κατά τη διάρκεια μεγάλων περιόδων ανέμων, μπορεί να αποθηκεύεται σε μπαταρίες αλλά αυτές είναι ακόμη ακριβές και αναποτελεσματικές.

Ο ανεμόμυλος μετατρέπει λιγότερη από τη μισή ενέργεια του ανέμου σε ισχύ. Επειδή ο αέρας είναι πολύ αραιός, τα πτερύγια του πρέπει να είναι 800 φορές μεγαλύτερα από αυτά ενός νερόμυλου, για να κινηθούν με την ίδια ταχύτητα γι' αυτό το λόγο σχεδιάζονται νέα μοντέλα ανεμογεννητριών. Ο αεροκινητήρας μοιάζει με έλικα και στηρίζεται σε κάθετο άξονα επιτρέποντας να περιστρέφεται όποια κι αν είναι η κατεύθυνση του ανέμου.

Ένας ακόμη τρόπος για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας είναι τα κύματα της θάλασσας που σχηματίζονται από τον άνεμο. Ένας τρόπος εκμετάλλευσης της ενέργειας τους είναι η χρήση πλωτήρων που ανεβοκατεβαίνουν με το πέρασμα των κυμάτων, η οποία θα μπορούσε να θέσει σε λειτουργία μια τουρμπίνα.

Ένα άλλο σύστημα ονομάζεται «πάπια» επειδή αποτελείται από ελάσματα, τα οποία λικνίζονται σαν πάπιες στο νερό. Το πιο επιτυχημένο σύστημα, κατασκευάστηκε στη Νορβηγία και κινείται με αέρα που πιέζεται προς τα πάνω από ένα μεγάλο κύλινδρο, ο οποίος ωθείται από τα κύματα. Οι μετατροπές της ενέργειας των κυμάτων πρέπει να αντέχουν στις καταιγίδες.

### **2.3 Ο Άνεμος Πηγή Ενέργειας του Μέλλοντος**

Οι άνεμοι παράγονται από την άνιση θέρμανση της επιφάνειας της γης από τον ήλιο. Οι θάλασσες παρουσιάζουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα διότι η θερμότητα μεταφέρεται προς το εσωτερικό των υδάτινων μαζών και με αυτό τον τρόπο κατά τη διάρκεια της ημέρας ο αέρας πάνω από τις θάλασσες παραμένει σχετικά κρύος σε σχέση με τον αέρα της στεριάς που θερμαίνεται περισσότερο. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η πυκνότητα του με αποτέλεσμα την ανύψωσή του και τα κρύα βαρύτερα στρώματα του αέρα, που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας να κινούνται για να πάρουν τη θέση του πάνω από την ξηρά. Αποτέλεσμα όλου αυτού



είναι να παράγονται τα τοπικά παραλιακά ρεύματα, που κατά τη διάρκεια της νύχτας αντιστρέφονται, επειδή η θερμοκρασία της ξηράς ελαττώνεται πολύ γρηγορότερα από αυτή του νερού και έτσι ο ψυχρότερος αέρας της ξηράς να κινείται προς τη θάλασσα, οπότε με αυτό τον τρόπο αναπληρώνει αυτόν που ανυψώνεται από την επιφάνειά της.

Κατά τη διάρκεια της νύχτας ο σχετικά κρύος αέρας των πλαγιών κινείται προς τις πεδιάδες και παράγονται οι πλανητικοί άνεμοι εξαιτίας της μεγαλύτερης θέρμανσης της επιφάνειας της γης κοντά στον ισημερινό απ' ότι στους πόλους. Επίσης υπάρχουν οι εποχιακοί άνεμοι οι οποίοι έχουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την χώρα μας, διότι η παρουσία τους είναι πολύ συχνή στην περιοχή του Αιγαίου. Είναι άνεμοι του καλοκαιριού, Βόρειοι-Βορειοανατολικοί μέχρι και Βορειοδυτικής διεύθυνσης, που αρχίζουν να πνέουν από τις αρχές του Μαΐου και εξασθενούν στα μέσα του Οκτωβρίου. Τη μεγαλύτερη ένταση και συχνότητα την παρουσιάζουν από τα μέσα του Ιουλίου έως τα μέσα του Σεπτεμβρίου με μέγιστη ημερήσια διακύμανση τις απογευματινές ώρες, ενώ η έντασή τους ελαττώνεται τη νύχτα.

Η αιολική ενέργεια είναι από τις πιο γνωστές και πιο χρησιμοποιούμενες μορφές ενέργειας. Η τεχνολογία των ανεμόμυλων, κατά την οποία η ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια, ήταν γνωστή από αιώνες. Οι αρχαίοι Έλληνες ανέπτυξαν το θαλάσσιο εμπόριο, βασισμένοι στη δύναμη του ανέμου.

Στη σημερινή εποχή οι αεροκινητήρες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε άλλες μορφές ενέργειας, όπως είναι η θερμική, η ηλεκτρική και η μηχανική. Ο άνεμος όμως, είναι μια ανεξέλεγκτη μεταβαλλόμενη πηγή ενέργειας και η χρησιμοποίησή της είναι μια πολύ δαπανηρή διαδικασία.

Η σχεδίαση μιας αποδοτικής και οικονομικής ανεμομηχανής δεν είναι κάτι εύκολο αλλά παρόλα αυτά οι σύγχρονες ανεμομηχανές έχουν ανεβάσει σε υψηλά επίπεδα την απόδοση τους μειώνοντας συνεχώς το κόστος της παραγόμενης ενέργειας.

Η μελέτη ενός συστήματος ανεμογεννήτριας, περιλαμβάνει την αεροδυναμική σχεδίαση και τη μελέτη εφαρμογής, στην οποία περιλαμβάνονται η μηχανολογική μελέτη και σχεδίαση, η μελέτη του ηλεκτρολογικού συστήματος και τα ηλεκτρολογικά συστήματα ελέγχου και ασφάλειας. Η αεροδυναμική σχεδίαση αποτελεί βασική προϋπόθεση για το σχεδιασμό ενός συστήματος δέσμευσης και μετατροπής της ενέργειας του ανέμου, ενώ η ηλεκτρομηχανολογική μελέτη είναι το



αμέσως επόμενο αναγκαίο στάδιο για την υλοποίηση του συστήματος κατά τον πιο αποδοτικά συμφέροντα τεχνικοοικονομικό τρόπο.

Η πρώτη μεγάλη ανεμογεννήτρια σχεδιάστηκε στις ΗΠΑ στα τέλη της δεκαετίας του 1930 και οι δοκιμές της πραγματοποιήθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1940. Η ισχύς της ήταν 1250 KW και είχε δύο πτερύγια από χάλυβα με διάμετρο περιστροφής 53 μέτρα τοποθετημένα σε έναν πύργο ύψους 33,5 μέτρων. Το σύγχρονο ενδιαφέρον, άρχισε στις ΗΠΑ το 1973. Το πρόγραμμα της πρώτης μεγάλης ανεμογεννήτριας με τον κωδικό Mod-0 ανατέθηκε στη NASA και περιελάμβανε τη σχεδίαση, κατασκευή και δοκιμή. Σκοπός του προγράμματος ήταν η εξαγωγή πληροφοριών και συμπερασμάτων για την εκπόνηση ενός ευρύτερου προγράμματος αιολικής ενέργειας. Στην Ευρώπη πρωτοπόρος στην αγορά ανεμογεννητριών είναι η Δανία.

## 2.4 Αιολικά Πάρκα

Τα αιολικά πάρκα αποτελούνται από σειρές ανεμογεννητριών οι οποίες μετατρέπουν την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική και με τον τρόπο αυτό γίνεται η εκμετάλλευση του τοπικού αιολικού δυναμικού που αποτελείται από μια ανεξάντλητη φυσική πηγή.

Η λειτουργία των αιολικών πάρκων δεν απαιτεί πρώτες ύλες και δεν εκπέμπει καμία μορφή ρύπου ή αποβλήτων και επιπλέον το παραγόμενο προϊόν μεταφέρεται απευθείας στο δίκτυο της ΔΕΔΔΗΕ προς κατανάλωση οπότε δεν απαιτείται κανενός είδους μετατροπή πρώτης ύλης ή προϊόντος.

### 2.4.1 Νομοθεσία σχετικά με τα Αιολικά Πάρκα

Σύμφωνα με το Ν. 2244/94 και 2773/99, η ΔΕΗ ήταν υποχρεωμένη να αγοράζει την παραγόμενη ενέργεια από ανεξάρτητο παραγωγό. Η τιμή πώλησης της KWh συνδέεται με τα τιμολόγια των καταναλωτών. Για το διασυνδεδεμένο δίκτυο και για τον Ανεξάρτητο Παραγωγό η τιμή πώλησης καθορίζεται στο 90% του τιμολογίου και παράλληλα παρέχεται ένα σταθερό επιχειρησιακό περιβάλλον εφόσον υπογράφονται μακροχρόνιες συμβάσεις πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο αναπτυξιακός νόμος 2601/98 ορίζει ότι τα Αιολικά Πάρκα χρηματοδοτούνται με ένα ποσοστό 40% που οδηγεί στην πλήρη απόσβεση της επένδυσης από 2-7 χρόνια, ανάλογα με το αιολικό δυναμικό της περιοχής και την ονομαστική ισχύ του σταθμού.



Βασική προϋπόθεση για την έκδοση άδειας εγκατάστασης αιολικού σταθμού είναι η χωροθέτηση. Επίσης, για την εγκατάσταση του αιολικού σταθμού απαιτείται και η άδεια εγκατάστασης, η λήψη της οποίας απαιτεί 1 με 2 χρόνια, ενώ η άδεια λειτουργίας εκδίδεται μετά την εγκατάσταση του σταθμού.

Σχετικά με τη λήψη της άδειας παραγωγής, βάσει του νόμου 2773/99, ιδρύθηκε μια ανεξάρτητη αρχή ενέργειας στην οποία οι ενδιαφερόμενοι επενδυτές έχουν τη δυνατότητα να καταθέτουν μια αίτηση και ένα φάκελο μελέτης. Η ανεξάρτητη αρχή ενέργειας εξετάζει κάθε αίτηση ξεχωριστά και διαμορφώνει μια γνώμη για αυτή, η οποία γνώμη κοινοποιείται στον Υπουργό Ανάπτυξης, ο οποίος λαμβάνει την τελική απόφαση για την έκδοση άδειας παραγωγής.

Εκτός από το υψηλό αιολικό δυναμικό της εξεταζόμενης περιοχής, υπάρχουν και άλλα κριτήρια τα οποία πρέπει να συμπεριληφθούν στην εξέταση και είναι:

1. Τα γειτονικά δίκτυα με τη ΔΕΗ ανάλογης ισχύος.
2. Αποστάσεις από τις κοντινές κοινότητες.
3. Το αρχαιολογικό ενδιαφέρον για την εξεταζόμενη περιοχή.
4. Η θέση σε σχέση με τους αναμεταδότες της ραδιοτηλεόρασης και των τηλεπικοινωνιών.
5. Αποστάσεις από τα αεροδρόμια.
6. Ειδικά προγράμματα περιβαλλοντικής προστασίας.

Η Ελλάδα έχει σπουδαίο εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό, το οποίο προσφέρει έδαφος για πολύ ελκυστικές επενδύσεις. Σε γενικές γραμμές, το αιολικό δυναμικό μιας περιοχής μετριέται μέσα από ανεμολογικές μετρήσεις με σύστημα που αποτελείται από ένα καταγραφικό, έναν ανεμοδείκτη και ένα ως τρία ανεμόμετρα για διαφορετικές καταγραφές ύψους και ταχύτητας. Το καταγραφικό μετράει την πραγματική ταχύτητα του ανέμου και υπολογίζει τις στατιστικές τιμές και τα αποτελέσματα της καταγραφής αποθηκεύονται στην εσωτερική μνήμη του καταγραφικού και η ανάκτησή τους μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω συσκευής μεταφοράς δεδομένων το οποίο απαιτεί την επίσκεψη του σταθμού, μέσω GPRS modem όπου τα δεδομένα μεταφέρονται σε προστατευμένο Server στο Internet και μέσω GSM modem όπου τα δεδομένα αποθηκεύονται στον υπολογιστή.



#### 2.4.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια θεαματική άνοδος της εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος από ανεμογεννήτριες στην Ελλάδα και αυτός ο μεγάλος ρυθμός ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας συνοδεύτηκε από την ανησυχία των τοπικών κοινωνιών σχετικά με τις επιπτώσεις των ανεμογεννητριών στο περιβάλλον.

Η αποδοχή ή μη της αιολικής ενέργειας από τις τοπικές κοινωνίες προϋποθέτει την αντικειμενική τους πληροφόρηση για τα οφέλη και τις επιπτώσεις που θα μπορούσε να έχει.

Η παγκόσμια αλλαγή του κλίματος αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές απειλές για το μέλλον της ανθρωπότητας κάτι το οποίο οφείλεται κυρίως στις εκπομπές των λεγομένων «αερίων του θερμοκηπίου» που συνοδεύουν αναπόφευκτα την παραγωγή ενέργειας από συμβατικά καύσιμα. Είναι δεδομένο ότι η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συγκεκριμένα της αιολικής είναι η μοναδική μη πυρηνική μεσοπρόθεσμη λύση για την αντιμετώπιση του φαινομένου των κλιματικών αλλαγών.

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση της αιολικής ενέργειας είναι:

- Ο άνεμος ως μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας είναι δωρεάν.
- Η Αιολική ενέργεια είναι μια τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά ανταγωνιστική και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή επιλογή.
- Προστατεύει τη Γη για το λόγο ότι κάθε μία κιλοβατώρα που παράγεται από τον άνεμο αντικαθιστά μία κιλοβατώρα που παράγεται από συμβατικούς σταθμούς και ρυπαίνει την ατμόσφαιρα με αέρια του θερμοκηπίου.
- Δεν επιβαρύνει το τοπικό περιβάλλον με επικίνδυνους αέριους ρύπους όπως γίνεται με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια.
- Βοηθά στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας.

#### 2.4.3 Η Ανεμογεννήτρια

Τα βασικά μέρη μιας σύγχρονης ανεμογεννήτριας είναι:



1. Ο πύργος: Είναι κυλινδρικής μορφής κατασκευασμένος από χάλυβα και συνήθως αποτελείται από δύο ή τρία συνδεδεμένα τμήματα. Είναι παρόμοιας κατασκευής με τους πύργους που στηρίζουν τα φώτα σε γήπεδα και εθνικούς δρόμους.
2. Ο θάλαμος που περιέχει τα μηχανικά υποσυστήματα, δηλαδή τον κύριο άξονα με το σύστημα πέδησης, το κιβώτιο ταχυτήτων και την ηλεκτρογεννήτρια η οποία είναι παρόμοια με αυτές που χρησιμοποιούνται από τη ΔΕΗ στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ηλεκτροπαραγωγή ζεύγη.
3. Τα ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου ασφαλούς λειτουργίας, τα οποία αποτελούνται από ένα ή πιο πολλά υποσυστήματα μικροελεγκτών και έχουν τον έλεγχο για την εύρυθμη και ασφαλή λειτουργία της ανεμογεννήτριας σε όλες τις συνθήκες.
4. Τα πτερύγια, τα οποία είναι κατασκευασμένα από σύνθετα υλικά παρόμοια με αυτά που κατασκευάζονται τα ιστιοπλοϊκά σκάφη και είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε να αντέχουν σε μεγάλες καταπονήσεις.

Βασικό εξάρτημα λειτουργίας μιας ανεμογεννήτριας σε αιολικό πάρκο αποτελεί ο μετασχηματιστής μετατροπής της χαμηλής τάσης της ανεμογεννήτριας σε μέση τάση προκειμένου να μεταφερθεί η ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο της ΔΕΗ και τις περισσότερες φορές είναι εγκατεστημένος δίπλα στην ανεμογεννήτρια.

Από όλα όσα αναφέρθηκαν, φαίνεται ότι μια ανεμογεννήτρια αποτελείται από απλά υποσυστήματα και δεν είναι παρά μια μηχανή που αποσκοπεί στη μετατροπή της ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Ο θόρυβος που εκπέμπουν οι ανεμογεννήτριες διαχωρίζεται σε μηχανικό και αεροδυναμικό. Ο πρώτος προέρχεται από τα περιστρεφόμενα μηχανικά τμήματα, ενώ ο δεύτερος από την περιστροφή των πτερυγίων. Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι πολύ ήσυχες σε σχέση με την ισχύ τους και η αντιμετώπιση του θορύβου γίνεται στην πηγή ή στη διαδρομή του.

Οι μηχανικοί θόρυβοι έχουν ελαχιστοποιηθεί με εξαρχής σχεδίαση ή με εσωτερική ηχομονωτική επένδυση στο κέλυφος της κατασκευής και ο μηχανικός θόρυβος αντιμετωπίζεται στη διαδρομή του με ηχομονωτικά πετάσματα και αντικραδασμικά πέλματα στήριξης. Ο αεροδυναμικός θόρυβος αντιμετωπίζεται με προσεκτική σχεδίαση των πτερυγίων από τους κατασκευαστές, που δίνουν άμεση προτεραιότητα στην ελάττωση του.





Το επίπεδο του θορύβου που γίνεται αντιληπτό από μία ανεμογεννήτρια σύγχρονων προδιαγραφών σε απόσταση 200 μέτρων, είναι πιο μικρό από αυτό που αντιστοιχεί στο επίπεδο θορύβου περιβάλλοντος μιας μικρής επαρχιακής πόλης και δεν αποτελεί πηγή ενόχλησης. Επιπλέον στις ταχύτητες ανέμου που λειτουργούν οι ανεμογεννήτριες ο φυσικός θόρυβος υπερκαλύπτει οποιονδήποτε θόρυβο που προέρχεται από τις ίδιες.

Τα αιολικά πάρκα δεν προκαλούν αύξηση της υπάρχουσας στάθμης θορύβου εκτός των ορίων τους και ακόμη περισσότερο σε κατοικημένες περιοχές και επιπλέον δεν προκαλούν έκθεση ανθρώπων σε υψηλή στάθμη θορύβου.

Το πιο βασικό πρόβλημα από τις ανεμογεννήτριες προέρχεται από τα κινούμενα πτερύγια τα οποία είναι σε θέση να προκαλέσουν αυξομείωση σήματος εξαιτίας των αντανάκλασεων κάτι το οποίο ήταν πολύ πιο έντονο στην πρώτη γενιά ανεμογεννητριών που έφερε μεταλλικά πτερύγια.

Τα πτερύγια των συγχρόνων ανεμογεννητριών κατασκευάζονται αποκλειστικά και μόνο από συνθετικά υλικά, με πολύ μικρή επίπτωση στη μετάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Η Ελληνική νομοθεσία προβλέπει την προώθηση αδειοδότησης ενός αιολικού πάρκου μόνον εάν τηρούνται κάποιες ελάχιστες αποστάσεις από τηλεπικοινωνιακούς ή ραδιοτηλεοπτικούς σταθμούς και αρχαιολογικούς χώρους ή πολιτιστικά μνημεία. Σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες οι πύργοι των ανεμογεννητριών δεν δημιουργούν εμπόδια, αλλά χρησιμοποιούνται για την εγκατάσταση κεραιών προς διευκόλυνση υπηρεσιών επικοινωνιών, όπως η κινητή τηλεφωνία.

Σχετικά με τις εκπεμπόμενες ακτινοβολίες, τα μόνα υποσυστήματα που εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χαμηλού επιπέδου, είναι η ηλεκτρογεννήτρια και ο μετασχηματιστής μέσης τάσης.

Το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο της ηλεκτρογεννήτριας είναι εξαιρετικά ασθενές και περιορίζεται σε μια πολύ μικρή απόσταση γύρω από το κέλυφος της που είναι τοποθετημένο τουλάχιστον 40-50 μέτρα πάνω από το έδαφος και ο μετασχηματιστής περιβάλλεται πάντα από περίφραξη ασφαλείας ή είναι κλεισμένος σε μεταλλικό υπόστεγο. Η περίφραξη είναι τοποθετημένη σε τέτοια απόσταση που το επίπεδο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι αμελητέο, οπότε αυτά που ακούγονται για





εκπομπή ραδιενέργειας ή ακτινοβολιών άλλου τύπου από τις ανεμογεννήτριες δεν ευσταθούν.

Έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έδειξαν ότι κάποιος που είναι ευνοϊκά διατεθειμένος απέναντι στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας, αποδέχεται τις ανεμογεννήτριες πολύ πιο εύκολα από κάποιον που είναι αρνητικός εξ αρχής και ότι τα αιολικά πάρκα είναι πιο αποδεκτά από αισθητικής άποψης σε ανθρώπους που είναι ενημερωμένοι για τα οφέλη που προέρχονται από τη χρήση τους.

Μία σύγκριση ανάμεσα σε ένα θερμικό σταθμό παραγωγής και σε ένα αιολικό πάρκο, δείχνει ότι η οπτική όχληση που προκύπτει από το πρώτο είναι πολύ πιο μεγάλη και είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες κάθε τύπου εγκατάστασης και να διενεργούνται προσπάθειες ενσωμάτωσης τους στο τοπίο.

Από την άλλη μεριά, δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι τα αιολικά πάρκα επιβαρύνουν τη γεωργία ή την κτηνοτροφία και εάν ληφθεί υπόψη ότι σχεδόν το 99% της γης που φιλοξενεί ένα αιολικό πάρκο είναι διαθέσιμο για άλλες χρήσεις, γίνεται κατανοητό ότι οι αγροτικές δραστηριότητες μπορούν να συνεχίζονται και μετά την εγκατάστασή του.

Οι πιο συνηθισμένες θέσεις αιολικών πάρκων είναι σε ορεινές περιοχές με θαμνώδη βλάστηση εξαιτίας των υψηλών ταχυτήτων του ανέμου που ευνοούν την εγκατάστασή τους. Σε αυτές τις περιοχές, η χρήση της γης είναι κατά κύριο λόγο για βοσκή αιγοπροβάτων η οποία μπορεί να συνεχισθεί χωρίς να υπάρχει κάποιο πρόβλημα και μετά την εγκατάστασή του αιολικού πάρκου. Σε μερικά αιολικά πάρκα έχει παρατηρηθεί ότι οι ανεμογεννήτριες γίνονται πόλος έλξης αιγοπροβάτων που επωφελούνται από τη δροσιά της σκιάς που προσφέρουν οι πύργοι τους.

Όσον αφορά τις ανεμογεννήτριες και το πληθυσμό των πουλιών, τα πουλιά κάποιες φορές ενώ πετούν συγκρούονται με κτίρια, αλλά οι ανεμογεννήτριες δεν προκαλούν ιδιαίτερο πρόβλημα όπως έχει φανεί από μελέτες που έχουν γίνει σε ευρωπαϊκές χώρες όπως η Γερμανία, η Ολλανδία, η Δανία και η Αγγλία. Στο συνολικό αριθμό πουλιών που σκοτώνονται ετησίως, μόνο 20 θάνατοι οφείλονται σε ανεμογεννήτριες,

Όλες οι πιθανές επιπτώσεις από τις ανεμογεννήτριες, είναι άμεσα ορατές και υπάρχει η δυνατότητα να ελαχιστοποιηθούν με σωστή αντιμετώπιση και



προσχεδιασμό, ενώ αντίθετα, οι επιπτώσεις της θερμικής ή πυρηνικής παραγωγής ενέργειας αργούν να φανούν, είναι μακροπρόθεσμες και αδύνατον να ελαχιστοποιηθούν. Η ηλεκτρική ενέργεια, πρέπει να παράγεται με τρόπο που να έχει τη μικρότερη δυνατή επιβάρυνση για το περιβάλλον, ενώ από τεχνολογικής αλλά και οικονομικής άποψης, η πιο ώριμη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας είναι η αιολική, η οποία μπορεί να συμβάλλει σε πολύ μεγάλο βαθμό στην αποτροπή των κλιματικών αλλαγών προσφέροντας ποικίλα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη.



## 3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Βιομάζα

### 3.1 Ιστορική Αναδρομή

Οι άνθρωποι τα παλιά χρόνια για να ζεσταθούν και να μαγειρέψουν, έκαναν χρήση της θερμότητας από την καύση των ξύλων και μέχρι σήμερα, πολλοί άνθρωποι με χαμηλή οικονομική δυνατότητα, ειδικά σε αγροτικούς οικισμούς, της Αφρικής, της Ινδίας και της Λατινικής Αμερικής, χρησιμοποιούν ξύλα, άχυρα, πριονίδια, άχρηστους καρπούς και ζωικά απόβλητα όπως κοπριά. Τα υλικά αυτά άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο και μέρος από τα υγρά απόβλητα και τα σκουπίδια, για παράδειγμα τα υπολείμματα τροφών των πόλεων και των βιομηχανιών.

Βιομάζα ονομάζεται οποιαδήποτε σχετικά νέα οργανική ύλη που προέρχεται από φυτά ως αποτέλεσμα της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Η ενέργεια από βιομάζα αντλείται από φυτικό και ζωικό υλικό, όπως ξύλο από τα δάση, υπολείμματα από γεωργικές και δασικές διαδικασίες, και βιομηχανικά, ανθρώπινα ή ζωικά απόβλητα. Αντιθέτως, βιομάζα δεν είναι τα ορυκτά οργανικά υλικά αλλά είναι φρέσκια οργανική ύλη.

Ο όρος βιομάζα χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει :

- Τα υλικά και κατάλοιπα της φυσικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής.
- Τα υποπροϊόντα τα οποία προέρχονται από τη βιομηχανική επεξεργασία των υλικών αυτών.
- Τα αστικά λύματα και σκουπίδια.
- Τις φυσικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα είτε από τεχνητές φυτείες αγροτικού ή δασικού τύπου.

Η χημική ενέργεια που αποθηκεύεται σε φυτά και ζώα ή στα απόβλητα που αυτά παράγουν, λέγεται βιοενέργεια. Κατά τη διάρκεια διαδικασιών μετατροπής όπως η καύση, η βιομάζα απελευθερώνει την ενέργειά της, υπό τη μορφή θερμότητας ενώ παράγεται διοξείδιο του άνθρακα που έρχεται να αντικαταστήσει το διοξείδιο του άνθρακα που απορροφούνταν όσο το φυτό αναπτυσσόταν. Η χρήση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας είναι η αντιστροφή της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης.



Η ενέργεια που αντλείται από τη βιομάζα είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας, η αξιοποίηση της οποίας ανακυκλώνει τον άνθρακα και δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με διοξείδιο του άνθρακα, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα. Από το σύνολο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η βιομάζα έχει μια μοναδική ιδιότητα, καθώς συνιστά ουσιαστικά μια μορφή αποθηκευμένης ηλιακής ενέργειας.

Οι κάτοικοι των ανεπτυγμένων χωρών χρησιμοποιούν βιομάζα σε πολύ μεγάλες ποσότητες και με τον τρόπο αυτό φαίνεται ότι η βιομάζα αποτελεί μια σημαντική πηγή ενέργειας παγκοσμίως και σε κάποιες εγκαταλειμμένες περιοχές, καλλιεργούνται κάποια φυτά ειδικά για να χρησιμοποιηθούν ως βιομάζα για παραγωγή, οι γνωστές ενεργειακές καλλιέργειες.

Η ενέργεια που υπάρχει στις φυτικές ουσίες προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια. Μέσα από τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα και οι ζωικοί οργανισμοί την ενέργεια αυτή την προσλαμβάνουν με την τροφή τους, αποθηκεύοντας ένα κομμάτι της. Η βιομάζα αποδίδει τελικά αυτή την ενέργεια, αφού πρώτα την επεξεργαστεί και τη χρησιμοποιήσει.

Προκειμένου να ληφθεί ενέργεια από τη βιομάζα, πρέπει να καεί, απ' ευθείας ή αφού πρώτα υποβληθεί σε επεξεργασία (π.χ. κοπή). Κάποιες φορές, με κατάλληλη επεξεργασία ορισμένων φυτών που καλλιεργούνται σε ενεργειακές καλλιέργειες, μπορούν να παραχθούν υγρά καύσιμα, που λέγονται βιοκαύσιμα, τα οποία είναι πιο αποδοτικά και λιγότερο ρυπαντικά από τα γνωστά καύσιμα, αλλά δυστυχώς κοστίζουν πολύ. Τα βιοκαύσιμα χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση, για την παραγωγή ηλεκτρισμού και ως καύσιμα μεταφορών και παράλληλα σε κάποιες χώρες, χρησιμοποιούνται για την κίνηση των αυτοκινήτων. Όσο υπάρχουν φυτά και ζώα στον πλανήτη, η βιομάζα θα υπάρχει ανεξάντλητη.

### **3.2 Ενέργεια από Βιομάζα**

Συγκεκριμένα, η βιομάζα περιέχει φυτικές ή ζωικές ύλες, όπως είναι για παράδειγμα τα δένδρα, τα κλαδιά, σκουπίδια και ζωικά απόβλητα, όπως είναι η κοπριά, τα λίπη και τα άχρηστα αλιεύματα. Βιομάζα χαρακτηρίζεται οτιδήποτε από ένα απλό σκουπίδι μέχρι και τα ειδικώς καλλιεργημένα ενεργειακά φυτά.

Οι πόροι βιομάζας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα υλικών. Η βιομάζα χωρίζεται σε δύο κατηγορίες:



- Παραδοσιακή βιομάζα η οποία περιορίζεται στις αναπτυσσόμενες χώρες και περιλαμβάνει τα καυσόξυλα και το κάρβουνο για οικιακή χρήση, την ήρα, το ρύζι και την κοπριά ζώων.
- Σύγχρονη βιομάζα η οποία αφορά χρήσεις μεγάλης κλίμακας έχοντας σαν στόχο να υποκαταστήσει τις συμβατικές ενεργειακές πηγές των ορυκτών καυσίμων.

Η Αρχή Διατήρησης Ενέργειας εφαρμόζεται και στην περίπτωση της Βιομάζας, κατά την οποία, τα φυτά δεσμεύοντας την ηλιακή ενέργεια διά της φωτοσύνθεσως, την αποθηκεύουν στη συνέχεια στα σώματά τους με την μορφή της χημικής ενέργειας. Συγκεκριμένα, οι χλωροπλάστες οι οποίοι βρίσκονται στα πράσινα μέρη των φυτών, χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια πού φτάνει σ' αυτά ως φως, το διοξείδιο τού άνθρακα, το οποίο λαμβάνουν απ' τον αέρα και το νερό, το οποίο αντλούν απ' την υγρασία τού χώματος, για να κατασκευάσουν μια σειρά χημικών ενώσεων πού καλούνται υδρογονάνθρακες. Στους υδρογονάνθρακες αποθηκεύεται η ηλιακή ενέργεια ως χημική και κομμάτι της ενέργειας αυτής περνά στα ζώα, όταν αυτά τρώνε τα φυτά. Με τον τρόπο αυτό, φυτά και ζώα θεωρούνται αποθήκες της ηλιακής ενέργειας, την οποία ο άνθρωπος έχει τη δυνατότητα να αντλήσει με πολλούς τρόπους και να την μετατρέψει σε μορφές οι οποίες θα του είναι πιο χρήσιμες, λύνοντας με τον τρόπο αυτό το ενεργειακό του πρόβλημα και προστατεύοντας το περιβάλλον.

Από όλα όσα αναφέρθηκαν, γίνεται αντιληπτό ότι η Βιομάζα αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, όπως η Ηλιακή, η Αιολική, η Γεωθερμική και η Υδροηλεκτρική. Ακόμα και οι πρωτόγονοι άνθρωποι, χωρίς να έχουν ιδέα για τις μορφές ενέργειας και την Αρχή Διατήρησης, γνώριζαν να αποσπούν την αποθηκευμένη ενέργεια μετατρέποντάς την σε θερμότητα, το οποίο συνεχίζεται και σήμερα.

Η Βιομάζα επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας σε βιομηχανική κλίμακα. Αυτό γίνεται με τούς παρακάτω τρόπους:

1. Απ' ευθείας καύση. Ορισμένοι τύποι Βιομάζας καίγονται θερμαίνοντας λέβητες με νερό και παράγεται ατμός πού περιστρέφει μια τουρμπίνα, η οποία με τη σειρά της ενεργοποιεί μια γεννήτρια και παράγει ηλεκτρισμό.



2. Αεριοποίηση. Κατά τη διαδικασία αυτή χρησιμοποιούνται ειδικοί αντιδραστήρες, οι οποίοι θερμαίνουν τη Βιομάζα σε περιβάλλον το οποίο είναι φτωχό σε οξυγόνο και σε θερμοκρασία περίπου 850 βαθμών Κελσίου, για να παραχθεί τελικά ένα καύσιμο αέριο, γνωστό ως Βιοαέριο, το οποίο χρησιμοποιείται σε υψηλής αποδοτικότητας διατάξεις συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού.
3. Πυρόλυση. Με τη διεργασία αυτή, η Βιομάζα μετατρέπεται σε υγρό πυρολύσεως, το οποίο αποθηκεύεται και μεταφέρεται ευκολότερα απ' ό,τι η στερεά Βιομάζα και ονομάζεται βιοέλαιο. Το Βιοέλαιο χρησιμοποιείται στην παραγωγή ηλεκτρισμού και καίγεται όπως το πετρέλαιο. Με τη διεργασία της Πυρόλυσης η Βιομάζα μετατρέπεται σε υγρή Φαινόλη, απ' την οποία παράγονται κόλλες για ξύλα, πλαστικά και μονωτικοί αφροί.

Η Βιομάζα, εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, παράγει και βιοκαύσιμα τα οποία χρησιμοποιούνται ως καύσιμα για την κίνηση οχημάτων. Μερικά παραδείγματά βιοκαυσίμων είναι η αιθανόλη, η μεθανόλη και το βιοντήζελ που χρησιμοποιούνται είτε μόνα τους είτε σε μείγμα με βενζίνη. Η αιθανόλη παράγεται από ζαχαρούχες, αμυλούχες και κυτταρινούχες ουσίες που αφθονούν, είναι καθαρότερο καύσιμο από τη βενζίνη με μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου, μονοξειδίου του άνθρακα και πτητικών υδρογονανθράκων και για αυτό το λόγο χρησιμοποιείται σε πόλεις με πολύ μεγάλη ρύπανση, όπως είναι για παράδειγμα το Λος Άντζελες.

Στην Ελλάδα υπάρχουν ερευνητικά προγράμματα αξιοποίησης της Βιομάζας με την παραγωγή βιοαιθανόλης και οργανώνονται ειδικές καλλιέργειες ενεργειακών φυτών, τα οποία χρησιμοποιούνται ως Βιομάζα για τη λήψη απ' αυτή της βιοαιθανόλης. Με τη χρήση Βιομάζας θερμαίνονται θερμοκήπια και κτηνοτροφικές μονάδες, ξηραίνονται γεωργικά προϊόντα και ηλεκτροδοτούνται προβληματικές αγροτογεωργικές περιοχές.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της Βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς είναι πολλά. Συγκεκριμένα η Βιομάζα:

1. Αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και είναι ανεξάντλητη.
2. Οι πηγές προέλευσής της είναι παντού στον πλανήτη σε άφθονη ποσότητα.
3. Η παραγωγή και η χρήση της δεν ρυπαίνει το περιβάλλον με τοξικές ουσίες, αφού τα προϊόντα καύσης είναι νερό και διοξείδιο του άνθρακα.



4. Το κόστος των απαιτήτων εγκαταστάσεων αποσβένονται σε σύντομο χρόνο.
5. Επιλύει το πρόβλημα των σκουπιδιών των μεγαλουπόλεων μετατρέποντάς το από πρόβλημα σε προσοδοφόρο επένδυση παραγωγής βιοαερίου, διότι σε πολλές πόλεις της Ευρώπης, όπως είναι η Αγγλία οι νοικοκυρές πληρώνονται, για να δώσουν τα σκουπίδια τους.
6. Αυξάνει τις θέσεις εργασίας και τονώνει την οικονομική ζωή της υπαίθρου με την οργάνωση ενεργειακών καλλιεργειών.
7. Μετρίαση των κλιματικών αλλαγών, ελάττωση της όξινης βροχής η οποία ευθύνεται για την νέκρωση πολλών λιμνών και προκαλείται απ' τις εκπομπές οξειδίων θείου και αζώτου με την καύση των συμβατικών καυσίμων, ελάττωση της διάβρωσης του εδάφους και της ρύπανσης των υδάτων.

Μειονεκτήματα της Βιομάζας είναι:

1. Η δυσκολία στη συλλογή, τη μεταποίηση, τη μεταφορά και την αποθήκευσή της.
2. Η διασπορά της σε εκτεταμένες περιοχές και η εποχικότητά της.
3. Ακριβή εγκατάσταση και μικρή θερμοαντική ικανότητα ως προς τα συμβατικά καύσιμα.

Η Βιομάζα, από μόνη της ή σε συνδυασμό με τις άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, θα λύσει μελλοντικά το ενεργειακό πρόβλημα του πλανήτη, διότι τα συμβατικά καύσιμα θα εξαντληθούν μέσα στον αιώνα που διανύουμε. Μετά την ενεργειακή κρίση του 1973, η βιομάζα ξεκίνησε να παίζει όλο και πιο σημαντικό ρόλο στην κάλυψη των παγκοσμίων ενεργειακών αναγκών και σήμερα θεωρείται μία σπουδαία πηγή ενέργειας, η οποία συμβάλει στην ενεργειακή επάρκεια μετά την εξάντληση των αποθεμάτων του αργού πετρελαίου, του ορυκτού άνθρακα και του φυσικού αερίου.

Οι χώρες εκείνες που καταναλώνουν ενέργεια, που προέρχεται από βιομάζα, είναι και εκείνες που βρίσκονται στο στάδιο της ανάπτυξης. Στην Αφρική 65% της ενέργειας προέρχεται από βιομάζα, στην Ινδία το 50% και στη Λατινική Αμερική το 45%. Στην Ελλάδα όμως η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται περιορισμένα. Τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια μέσα από μία σειρά διεργασιών των οποίων βασικές πρώτες ύλες είναι το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα, που αφθονούν στη φύση. Από τη στιγμή που η βιομάζα έχει σχηματιστεί, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν πηγή ενέργειας. Οι μέθοδοι της ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας είναι διάφορες





και διακρίνονται σε θερμοχημικές ή σε βιοχημικές και η επιλογή της μεθόδου προσδιορίζεται από τη σχέση άνθρακα/αζώτου (C/N) και την περιεχόμενη υγρασία υπολειμμάτων και την ώρα της συλλογής.

Οι θερμοχημικές διεργασίες περιλαμβάνουν αντιδράσεις, που εξαρτώνται από τη θερμοκρασία και ονομάζονται έτσι επειδή είναι αποτέλεσμα μικροβιακής δράσης, χρησιμοποιούνται για προϊόντα και υπολείμματα, όπως λαχανικών κοπριάς, όπου η σχέση C/N 50%. Στις διεργασίες αυτές η πυρόλυση, η απευθείας καύση, η αεριοποίηση και η υδρογονοδιάσπαση. Οι βιοχημικές διεργασίες διακρίνονται στην αερόβια ζύμωση και στην αναερόβια ζύμωση.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στο συνεχώς μεταβαλλόμενο γεωπολιτικό χάρτη της ενέργειας. Κύριος σκοπός της Ε.Ε. είναι η καλά ισορροπημένη χρήση όλων των καυσίμων, προκειμένου να επιτευχθεί αειφόρος ανάπτυξη και διπλασιασμός του ποσοστού συμβολής των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο. Η Ηλεκτρική Ενέργεια που παράγεται από Βιομάζα μπορεί να καλύψει ίδιες ανάγκες του παραγωγού και το πλεόνασμα της ενέργειας να πωληθεί στη Δ.Ε.Η.

Από βιομάζα μπορεί να παραχθεί θερμότητα ικανή να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη των αναγκών μικρών βιομηχανικών ή βιοτεχνικών μονάδων και παράλληλα, από ζωικά υπολείμματα είναι δυνατή η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για τις λειτουργικές ανάγκες μιας μικρής παραγωγικής μονάδας. Τα υπολείμματα ξύλου, των βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου, μπορούν να αξιοποιηθούν ενεργειακά όπως και τα αστικά απορρίμματα.

Σε μεγάλες ευρωπαϊκές πόλεις λειτουργούν εργοστάσια ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμη ύλη τα σκουπίδια των κατοίκων τους. Η βιομάζα είναι ένα καύσιμο φιλικό προς το περιβάλλον καθώς δεν συμμετέχει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ταυτόχρονα ελαττώνει την κατανάλωση συμβατικών καυσίμων. Η Ήπειρος είναι μια περιοχή της Ελλάδας με σημαντικό ενεργειακό δυναμικό βιομάζας στην οποία τα διαθέσιμα γεωργικά, δασικά και ζωικά υπολείμματα θα μπορούσαν να καλύψουν μεγάλο μέρος των αναγκών της.

### 3.2.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Η βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στην προστασία του περιβάλλοντος και τη διαφύλαξη των φυσικών πόρων, ανεξάρτητα αν χρησιμοποιούνται απόβλητα ή ειδικές καλλιέργειες. Η παραγωγή βιοενέργειας υπάρχει περίπτωση να επιφέρει κάποιες





άσχημες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως η όξυνση και το νέφος, όπως αντίστοιχα και η παραγωγή καλλιεργειών για ενέργεια μπορεί κι αυτή να έχει αρνητικές επιπτώσεις εξαιτίας των χρησιμοποιούμενων συμβατικών γεωργικών μεθόδων παρόλα αυτά τα οφέλη της βιομάζας είναι πιο πολλά σε σχέση με τα αρνητικά.



## 4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Γεωθερμική Ενέργεια

### 4.1 Ιστορική Αναδρομή

Ο άνθρωπος από πολύ παλιά επιθυμούσε να εκμεταλλευτεί τη μεγάλη θερμοκρασία που επικρατεί στο εσωτερικό της Γης και η επιθυμία του αυτή προήλθε από την ανάβλυση μεγάλης ποσότητας θερμού νερού ή απλώς θερμού αέρα τα οποία ονομάζονται γεωθερμικά ρευστά. Στις περιοχές, που δεν έχουν αυτό το προνόμιο, γίνονται γεωτρήσεις σε μεγάλα βάθη, έτσι ώστε να βρεθούν τα γεωθερμικά αυτά ρευστά. Η ενέργεια των γεωθερμικών ρευστών ονομάζεται γεωθερμική ενέργεια.

Η γεωθερμία είναι μια ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή η οποία έχει τη δυνατότητα να καλύψει ενεργειακές ανάγκες θέρμανσης και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού διαφέρει ανά περιοχή και μπορεί να έχει τιμές από 25°C μέχρι 350°C. Όταν τα γεωθερμικά ρευστά έχουν υψηλή θερμοκρασία, η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ όταν είναι χαμηλή αξιοποιείται για τη θέρμανση κατοικιών και άλλων κτιρίων.

Η Ελλάδα εξαιτίας της διαμόρφωσης του υπεδάφους της, είναι πλούσια σε γεωθερμική ενέργεια και η ενέργεια αυτή αξιοποιείται με αυξανόμενους ρυθμούς. Συγκεκριμένα, στην περιοχή του Νότιου Αιγαίου οι θερμοκρασίες των γεωθερμικών ρευστών είναι πολύ ψηλές, ενώ περιοχές πλούσιες σε γεωθερμία, με ρευστά χαμηλότερων θερμοκρασιών, είναι διάσπαρτες σε ολόκληρη τη χώρα. Η γεωθερμική ενέργεια είναι ανεξάντλητη και καθαρή.

Η γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από το εσωτερικό της γης μέσω ηφαιστειακών εκροών ή μέσω ρηγμάτων του υπεδάφους, που αναβλύζουν ατμούς και θερμό νερό. Ανάλογα με τη θερμοκρασία των ρευστών που ανέρχονται στην επιφάνεια, η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως υψηλής ενθαλπίας, όταν οι θερμοκρασίες είναι πάνω από 150°C και χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρισμού σ' όλο τον κόσμο, μέσης ενθαλπίας, όταν οι θερμοκρασίες είναι μεταξύ 100°C - 150°C και χαμηλής ενθαλπίας, όταν οι θερμοκρασίες είναι μικρότερες από 100°C.

Επικρατέστερη θεωρία για την προέλευση της θερμότητας της γης θεωρείται αυτή που αναφέρεται στη διάσπαση των ραδιενεργών ισοτόπων του ουρανίου, του



θορίου, του καλίου και άλλων στοιχείων. Η μάζα της γης είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με την επιφάνειά της και καλύπτεται από υλικά χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η θερμότητά της να συγκρατείται στο εσωτερικό της. Ο ρυθμός θερμικών απωλειών από την επιφάνεια του πλανήτη είναι πολύ μικρός και η θερμοκρασία της γης αυξάνεται με το βάθος και για κάθε χιλιόμετρο βάθους η θερμοκρασία αυξάνεται κατά 300°C. Σε πολύ μεγάλα βάθη, η θερμοκρασία δεν είναι με ακρίβεια γνωστή. Η παραγωγή θερμότητας από ραδιενεργά ισότοπα είναι συγκεντρωμένη περισσότερο στο φλοιό παρά στον πυρήνα, με αποτέλεσμα η γεωθερμική βαθμίδα να μειώνεται με το βάθος.

## 4.2 Συνθήκες που ευνοούν τη δημιουργία γεωθερμικών πεδίων

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

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

1. Οι δύο πλάκες κινούνται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να απομακρύνονται η μια από την άλλη και στο κενό που αφήνουν, αναβλύζει μάγμα που στερεοποιείται, γεμίζει το κενό και δημιουργεί καινούργια λιθόσφαιρα, Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται οι λεγόμενες «ράχες».
2. Οι δύο πλάκες συγκλίνουν με τέτοιο τρόπο ώστε η μια να βυθίζεται κάτω από την άλλη και τελικά να απορροφάται από το μανδύα ή να καταστρέφεται. Η τριβή στα όρια των πλακών έχει σαν αποτέλεσμα, μέρος της μηχανικής ενέργειας να μετατρέπεται σε θερμότητα η οποία στη συνέχεια εκτονώνεται με τη μορφή ηφαιστειακής δράσης, δημιουργώντας τις λεγόμενες «τάφρους», στις οποίες η λιθόσφαιρα καταστρέφεται με το ρυθμό που δημιουργείται στις ράχες.



3. Οι δύο πλάκες «γλιστρούν» η μια παράλληλα στην άλλη με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε ούτε να δημιουργείται αλλά ούτε να καταστρέφεται λιθόσφαιρα.

Οι ράχες και οι τάφροι συνδέονται με ηφαιστειακή δράση και κατά συνέπεια με υπέρθερμες περιοχές, για αυτό το λόγο τα πιο σημαντικά γεωθερμικά πεδία εντοπίζονται στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών, τις λεγόμενες «ζώνες σεισμικών εστιών». Οι περιοχές με γεωθερμική βαθμίδα λίγο πιο υψηλή από τη μέση, μπορεί να βρεθούν και εκτός των εν λόγω ζωνών και αυτό υπάρχει περίπτωση να οφείλεται σε:

1. Τοπικά υψηλή θερμική ροή από το μανδύα και τη βάση του φλοιού προς την επιφάνεια.
2. Αυξημένες συγκεντρώσεις ραδιενεργών στοιχείων ουρανίου, θορίου και καλίου σε ορισμένες περιοχές στο φλοιό της γης, τα οποία συμβάλουν στην παραγωγή θερμότητας με αποτέλεσμα την αύξηση της γεωθερμικής βαθμίδας.
3. Φαινόμενα συναγωγής τα οποία είναι αποτέλεσμα της κυκλοφορίας νερού διαμέσου πορωδών σχηματισμών ή μέσα από συστήματα ρηγμάτων, όπου με τον τρόπο αυτό μεταφέρεται η θερμότητα σε πιο μικρά βάθη και αυξάνεται η γεωθερμική βαθμίδα.
4. Μια περιοχή με δεδομένη θερμική ροή στη βάση του φλοιού και απουσία άλλης θερμής πηγής μέσα στο φλοιό, η γεωθερμική βαθμίδα ποικίλλει ανάλογα με τη θερμική αγωγιμότητα των πετρωμάτων που αποτελούν το φλοιό. Τα αργιλικά πετρώματα έχουν την πιο χαμηλή θερμική αγωγιμότητα, ενώ αντίστοιχα τα κρυσταλλικά χαρακτηρίζονται από υψηλή θερμική αγωγιμότητα.

Οι μηχανισμοί που αναφέρθηκαν πιο πάνω, έχουν την ικανότητα να δημιουργήσουν δευτερεύουσας σημασίας γεωθερμικές ανωμαλίες μακριά από τα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών και ενώ σημαντικές θερμικές ανωμαλίες εντοπίζονται σε συγκεκριμένες περιοχές, με τον τρόπο αυτό, περιοχές με ελαφρά αυξημένη γεωθερμική βαθμίδα απαντώνται σε όλη τη γη.

Εάν ληφθεί υπόψη ότι η θερμότητα του πλανήτη βρίσκεται στο εσωτερικό του, τότε θα πρέπει να γίνουν γεωτρήσεις έτσι ώστε να προσπελαστεί στις ζώνες σεισμικών εστιών, θερμοκρασίες κατάλληλες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να βρεθούν σε βάθη 2-3 km, ενώ αντίστοιχα σ' αυτά τα βάθη, σε περιοχές με μέση γεωθερμική βαθμίδα, οι θερμοκρασίες είναι πολύ πιο χαμηλές και ικανές μόνο



για κάλυψη θερμικών αναγκών, οι οποίες χρειάζονται γεωτρήσεις βάθους 6 - 7 km προκειμένου να βρεθούν θερμοκρασίες κατάλληλες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι βαθιές γεωτρήσεις πάντως κοστίζουν πολύ, δεν είναι ιδιαίτερα ασφαλείς και σ' αυτά τα βάθη είναι πιθανόν να μη υπάρχει υδροφορία.

### 4.3 Φυσικά Γεωθερμικά πεδία

Η ύπαρξη υψηλής γεωθερμικής βαθμίδας σε μία περιοχή δεν είναι η μοναδική προϋπόθεση για την ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου γεωθερμικού πεδίου, διότι η γεωθερμική ενέργεια είναι αποθηκευμένη μέσα στα πετρώματα, διασκορπισμένη μέσα στη μάζα τους και πρέπει να συγκεντρωθεί και να μεταφερθεί στην επιφάνεια της γης έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί το μεταλλικό νερό που περιέχεται μέσα σε πορώδη πετρώματα ή σε συστήματα ρηγμάτων, αποτελώντας το μέσο μεταφοράς της θερμότητας από τα πετρώματα στην επιφάνεια της γης.

Η παραγωγικότητα μιας θερμικής περιοχής προσδιορίζεται από την υδρολογία των γεωλογικών σχηματισμών. Δεν έχουν όλες οι θερμικές περιοχές κατάλληλη υδρολογία το οποίο είναι η δεύτερη απαραίτητη συνθήκη για την ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου γεωθερμικού πεδίου. Ένα φυσικό γεωθερμικό πεδίο είναι συνδυασμός θερμών πετρωμάτων και ύπαρξης νερού που να κυκλοφορεί μέσα σ' αυτά.

Τα γεωθερμικά πεδία χωρίζονται στα πεδία υψηλής ενθαλπίας, στα οποία το ρευστό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή για θέρμανση και στα πεδία χαμηλής ενθαλπίας, στα οποία το ρευστό μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για θέρμανση. Στις ζώνες σεισμικών εστιών όπως είναι η Ισλανδία, υπάρχουν πεδία χαμηλής και υψηλής ενθαλπίας τα οποία σχετίζονται μεταξύ τους. Στην Ισλανδία, το γεωθερμικό ρευστό προέρχεται από τις κατακρημνίσεις και το νερό από τις βροχές και τα χιόνια εισχωρεί στο έδαφος και με αργούς ρυθμούς προχωρεί στο εσωτερικό της γης φτάνοντας σε βάθη μέχρι και 5 km. Στη συνέχεια, θερμαίνεται εξαιτίας της υψηλής θερμικής ροής και μετέπειτα βρίσκει διόδους μέσα από ρήγματα και ρωγμές και τελικά επιστρέφει στην επιφάνεια.

Ο κύκλος του νερού σε ένα γεωθερμικό σύστημα διαρκεί περίπου 500 χρόνια και η περιοχή τροφοδοσίας του συστήματος υπάρχει περίπτωση να βρίσκεται πολύ κοντά στο πεδίο ή σε μεγάλη από αυτό απόσταση, οπότε παρατηρείται ότι και η διαδρομή του ρευστού διαφέρει ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες.



Το νερό εξαιτίας της μεγάλης του θερμοχωρητικότητας, λειτουργεί σαν «συμπυκνωτής» θερμότητας. Η θερμοχωρητικότητα του κορεσμένου ατμού στους 2360°C είναι τριακονταπλάσια αυτής των πετρωμάτων και για να απορροφήσει το νερό αυτή τη θερμότητα πρέπει να έρθει σε επαφή με πολύ μεγάλες μάζες πετρωμάτων που βρίσκονται σε υψηλή θερμοκρασία ή να διανύσει πολύ μεγάλη διαδρομή έως ότου φτάσει στις γεωτρήσεις. Είτε με τον έναν, είτε με τον άλλον τρόπο, οι μάζες των πετρωμάτων που συμμετέχουν στο σύστημα πρέπει να είναι πολύ μεγάλες.

#### 4.4 Εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας διακρίνονται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στη θέρμανση. Το 1988, η εγκατεστημένη ισχύς για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως ήταν 5, 15 GW, ενώ η εγκατεστημένη θερμική ισχύς ήταν 7 GW.

Οι σημαντικότερες θερμικές εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας είναι η θέρμανση κτιρίων και θερμοκηπίων. Οι κλάδοι της βιομηχανίας στους οποίους η γεωθερμία έχει ήδη εφαρμοστεί με επιτυχία είναι η βιομηχανία τροφίμων και οι ιχθυοκαλλιέργειες. Παρά το γεγονός ότι οι βιομηχανικές εφαρμογές αποτελούν το πεδίο μελλοντικής ανάπτυξης της γεωθερμίας, τα βήματα ανάπτυξης εξακολουθούν να είναι πολύ αργά, ενώ παρατηρείται σημαντική αύξηση στις εφαρμογές που αφορούν τη θέρμανση οικιών.

Τη δεκαετία του 1970, εξαιτίας της πετρελαϊκής κρίσης, αναπτύχθηκε σημαντικά η γεωθερμία, ακόμα και σε περιοχές με χαμηλή γεωθερμική βαθμίδα, όπως είναι η λεκάνη του Παρισιού, στο οποίο, το πρόβλημα που έπρεπε να λυθεί ήταν αυτό της διάθεσης του γεωθερμικού ρευστού μετά τη χρήση του εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητάς του σε άλατα, το οποίο αντιμετωπίστηκε με το άνοιγμα δεύτερης γεώτρησης. Το νερό εξέρχεται από τη μια γεώτρηση και εφόσον αφαιρεθεί από αυτό η περιεχόμενη θερμότητα, επιστρέφει στο έδαφος μέσω της άλλης γεώτρησης. Όταν λύθηκε το πρόβλημα, άνοιξε ο δρόμος για την αξιοποίηση της λεκάνης του Παρισιού.

Η ενέργεια χαμηλής ενθαλπίας χρησιμοποιείται στη βιομηχανία, για τηλεθέρμανση κτιρίων. Η παραγωγή ζεστού νερού για θέρμανση κατοικιών με την εκμετάλλευση της κανονικής γεωθερμικής βαθμίδας είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη.



Συγκεκριμένα, στην Ισλανδία το 50% των κτιρίων θερμαίνεται με τη χρήση ζεστού νερού. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχει όταν μεταδοθεί ένα μέρος της θερμότητας των ρευστών, που έχουν μικρή ενθαλπία, σε ειδικά υγρά με πολύ χαμηλό σημείο βρασμού, όπως είναι το προπάνιο και το χλωριούχο αιθύλιο. Ο τρόπος αυτός προσφέρει πάρα πολλές δυνατότητες και οι προοπτικές για το μέλλον θα είναι ακόμη μεγαλύτερες ένα αναπτυχθεί σχετική τεχνολογία.

Κατά πόσο θα αξιοποιηθεί ένα γεωθερμικό πεδίο εξαρτάται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του και από την οικονομικότητα της επένδυσης που πρέπει να γίνει, η οποία σχετίζεται με το περιβάλλον στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η επένδυση. Οι τιμές των ορυκτών καυσίμων και οι δυσμενείς επιπτώσεις που έχουν τα καύσιμα στο περιβάλλον καθορίζουν σε πολύ μεγάλο βαθμό την οικονομικότητα μιας τέτοιας επένδυσης.

Η αξιοποίηση ενός γεωθερμικού πεδίου υπάρχει πιθανότητα στο μέλλον να αποδειχθεί συμφέρουσα, διότι η γεωθερμία δεν μολύνει το περιβάλλον και δεν συμμετέχει στην υπερθέρμανση του πλανήτη, οπότε όταν κάποια στιγμή το κοινωνικό κόστος της μόλυνσης του περιβάλλοντος γίνει ένα με το κόστος των ορυκτών καυσίμων, θα δοθεί σημαντική ώθηση στην ανάπτυξη της γεωθερμίας.

Το πρόβλημα επάρκειας νερού για οικιακή, γεωργική και βιομηχανική χρήση γίνεται κάθε μέρα όλο και πιο έντονο και τα γεωθερμικά ρευστά μπορούν οικονομικά να συμβάλλουν στη λύση του προβλήματος. Συγκεκριμένα, η αφαλάτωση μπορεί να γίνει εάν συμπυκνωθεί το παραγόμενο ρευστό ή κάνοντας χρήση της ενέργειας για την αφαλάτωση του θαλασσινού νερού. Τα γεωθερμικά πεδία περιέχουν χρήσιμα άλατα, ή αέρια.

Ένα αέριο το οποίο έχει πολύ μεγάλη σημασία για τα θερμοκήπια είναι το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), το οποίο παράγεται τις πιο πολλές φορές σε αφθονία στα γεωθερμικά πεδία. Η θερμότητα καλυτερεύει την απόδοση στις καλλιέργειες και γι' αυτό το λόγο κατασκευάζονται τα θερμοκήπια. Επιπλέον, το ( $\text{CO}_2$ ) έχει ζωτική σημασία στη δημιουργία των οργανικών ουσιών και κατά συνέπεια στην ανάπτυξη των φυτών. Η τεχνητή αύξηση της περιεκτικότητας σε  $\text{CO}_2$  σε κλειστούς χώρους, όπως είναι τα θερμοκήπια, θεωρείται το καλύτερο χημικό λίπασμα και έχει τη δυνατότητα να διπλασιάσει την παραγωγή. Κάποιες φορές, τα γεωθερμικά ρευστά





περιέχουν πολύτιμα ορυκτά, σε μικρές ποσότητες, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν σαν υποπροϊόντα της όλης εκμετάλλευσης.

#### 4.5 Η Γεωθερμία στην Ελλάδα

Οι γεωλογικές συνθήκες που επικρατούν στην Ελλάδα ευνόησαν τη δημιουργία ενός πολύ σημαντικού γεωθερμικού δυναμικού χαμηλής ενθαλπίας. Η έρευνα προκειμένου να βρεθούν αξιοποιήσιμα γεωθερμικά ρευστά χαμηλής ενθαλπίας άρχισε από το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών το 1980. Από την έρευνα που έγινε προέκυψε ότι το γεωθερμικό δυναμικό χαμηλής ενθαλπίας στην Ελλάδα είναι πολύ σημαντικό και τα πιο πολλά γεωθερμικά πεδία που ερευνήθηκαν βρίσκονται σε περιοχές στις οποίες οι συνθήκες ανάπτυξης είναι ευνοϊκές και οι προοπτικές εκμετάλλευσης των ρευστών είναι ευοίωνες. Τα γεωθερμικά ρευστά έχουν τις πιο πολλές φορές μικρή περιεκτικότητα σε διαβρωτικά άλατα και αέρια και δεν δημιουργούν σοβαρά τεχνικά προβλήματα εκμετάλλευσης ούτε και περιβαλλοντικά προβλήματα.

Η έρευνα προχώρησε σε πολλές περιοχές έτσι ώστε να αναπτυχθούν αξιόλογες εφαρμογές σε όλη την Ελλάδα. Για παράδειγμα, στο Σιδηρόκαστρο, η Συνεταιριστική Επιχείρηση του Δήμου κατασκεύασε ένα θερμοκήπιο 5 στρεμμάτων που χρησιμοποιεί νερά γεώτρησης και επίσης, στα Ελαιοχώρια Χαλκιδικής λειτουργούν 6 μικρά πειραματικά θερμοκήπια. Τα αποτελέσματα των εφαρμογών είναι αισιόδοξα και ωθούν τους ειδικούς να κάνουν περαιτέρω έρευνες και το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ελλάδος συμβάλλει στην προσπάθεια αξιοποίησής τους.

Η γεωθερμική ενέργεια εφαρμόζεται και στον αγροτικό τομέα. Στις ιχθυοκαλλιέργειες απαιτείται ενέργεια χαμηλής ενθαλπίας, για θέρμανση εδάφους μεσαία και για θέρμανση θερμοκηπίων υψηλή. Πεδία χαμηλής ενθαλπίας αξιοποιούνται στην Κεντρική Μακεδονία, Θράκη και Λέσβο.

«Γεωθερμικό» σημαίνει αυτό που βασίζεται στη θερμότητα της Γης. Το κέντρο της Γης έχει θερμοκρασία 5.500°C στον πυρήνα, είναι περίπου το ίδιο θερμό με την επιφάνεια του Ηλίου και ακόμα και τα ανώτερα 3 μέτρα της επιφάνειας της Γης παραμένουν σε σταθερή θερμοκρασία 10-16°C όλο το χρόνο, ενώ η θερμοκρασία κάτω από την επιφάνεια ανεβαίνει κατά 3°C κάθε 100 μέτρα βάθους.





## 4.6 Αντληση γεωθερμικής ενέργειας

Η τεχνολογία για την άντληση γεωθερμικής ενέργειας διαφοροποιείται σε ρηχή γεωθερμική σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες και σε βαθιά γεωθερμική στις πιο υψηλές θερμοκρασίες.

Η σταθερή θερμοκρασία των ανώτερων 15 μέτρων της επιφάνειας της Γης, η οποία είναι γνωστή ως αβαθής γεωθερμική ενέργεια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση ή ψύξη κτιρίων. Η αντλία θερμότητας χρησιμοποιεί μία σειρά από σωλήνες έτσι ώστε να κυκλοφορεί υγρό μέσα από το θερμό έδαφος. Το χειμώνα, επειδή το έδαφος είναι πιο θερμό από τα κτίρια στην επιφάνεια, το υγρό απορροφά αυτή τη θερμότητα η οποία στη συνέχεια συμπυκνώνεται μέσω γεωεναλλακτών ή συλλεκτών θερμότητας, και μεταφέρεται στα κτίρια, ενώ αντίστοιχα το καλοκαίρι που το έδαφος είναι πιο δροσερό η αντλία μεταφέρει θερμότητα από τα κτίρια στο έδαφος.

Η άντληση της ενέργειας από τα πιο βαθιά στρώματα της Γης, ονομάζεται βαθιά γεωθερμική ενέργεια και απαιτεί τη διάνοιξη πηγαδιών σε μεγάλο βάθος. Στην περίπτωση που υπάρχουν θερμά υπόγεια ύδατα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας σε σταθμούς υδροθερμικής ενέργειας έτσι ώστε να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα, ενώ στην περίπτωση που δεν υπάρχουν, τότε το νερό μπορεί να αντληθεί μεταξύ καυτών στρωμάτων βράχου και μετά να ξανά μεταφερθεί στην επιφάνεια σε υψηλή θερμοκρασία μέσω μιας δεύτερης διάνοιξης πηγαδιού.

Το πλεονέκτημα από τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας είναι ότι δεν απαιτείται καμία καύση ορυκτών καυσίμων και οι σταθμοί παραγωγής γεωθερμικής ενέργειας εκπέμπουν μόνο περίσσεια ατμού και πολύ λίγα ίχνη αερίων. Επίσης, καταλαμβάνουν πολύ μικρή επιφάνεια σε σχέση με τους παραδοσιακούς σταθμούς ορυκτών καυσίμων και οι προχωρημένες τεχνικές άντλησης ελαχιστοποιούν τις επιπτώσεις της διάνοιξης πηγαδιών. Παράλληλα, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται είναι πιο διαθέσιμη διότι 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. Τέλος, οι γεωθερμικοί πόροι δεν είναι διασπαρμένοι ομοιόμορφα, ενώ οι αντλίες γεωθερμικής ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε. Όταν γίνεται χρήση αντλίας θερμότητας για την παροχή θέρμανσης σε οικία, η εξοικονόμηση χρημάτων για ηλεκτρική ενέργεια υπάρχει περίπτωση να ξεπεράσει το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος, ενώ όπου



γίνεται χρήση γεωθερμικής ενέργειας στη γεωργία το κόστος θέρμανσης μπορεί να μειωθεί έως και 80%.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικές πηγές έχει τεράστια σημασία για τις βιομηχανίες παραγωγής, οι οποίες βασίζονται όλο και περισσότερο στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αλλά δυστυχώς η χρήση βαθιάς γεωθερμικής ενέργειας σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας παραμένει ακριβή, εκτός από κάποιες χώρες όπως είναι οι ΗΠΑ, οι Φιλιππίνες και η Ισλανδία οι οποίες διαθέτουν ευνοϊκές γεωλογικές συνθήκες και η γεωθερμική ενέργεια είναι ήδη καθιερωμένη διότι η εκμετάλλευσή της είναι αρκετά οικονομική αλλά προκειμένου να μειωθεί το κόστος και να βελτιωθεί η τεχνολογία απαιτείται περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη.

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί ένα φυσικό εγχώριο πλούτο και η εντατική της έρευνα και αξιοποίηση έχει πάρα πολλά οφέλη και θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με ιδιαίτερο αναπτυξιακό χαρακτήρα σε τοπικό και σε εθνικό επίπεδο. Η τεχνολογία που απαιτείται για την εκμετάλλευση της γεωθερμίας είναι δοκιμασμένη σε ευρεία κλίμακα, αλλά το κάθε γεωθερμικό πεδίο παρουσιάζει ιδιαιτερότητες και απαιτεί εξειδικευμένες μελέτες έτσι ώστε να εκμεταλλευτεί στο βέλτιστο βαθμό.

Τα τελευταία χρόνια η εκμετάλλευση της γεωθερμίας παγκοσμίως αναπτύχθηκε σημαντικά και οι προοπτικές για περαιτέρω ανάπτυξη είναι πολύ μεγάλες, παρόλο που οι τιμές του πετρελαίου είναι χαμηλές.

Οι έρευνες στην Ελλάδα για την αναζήτηση γεωθερμικής ενέργειας ξεκίνησαν το 1970 και αφορούσαν μόνο περιοχές που είχαν ενδιαφέρον για την υψηλή ενθαλπία και εντοπίστηκαν τα γεωθερμικά πεδία στη Μήλο, Κίμωλο, Σαντορίνη και Νίσυρο, αν και μπορεί να αποδειχθεί τελικά ότι κάποιες από αυτές τις περιοχές έχουν τελικά γεωθερμικά ρευστά μέσης ενθαλπίας και όχι υψηλή.



## 5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Ηλιακή Ενέργεια

### 5.1 Ιστορική Αναδρομή

Η ζωή στον πλανήτη οφείλεται στον ήλιο και τα φυτά προκειμένου να γίνει η φωτοσύνθεση, χρειάζονται ηλιακό φως. Τα φυτοφάγα ζώα τρέφονται με φυτά, τα σαρκοφάγα με φυτοφάγα οπότε γίνεται αντιληπτό ότι όλα εξαρτώνται από τον ήλιο.

Η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο ο οποίος κάνει χρήση των ηλιακών ηλεκτρικών στοιχείων, των ηλιακών κυψελίδων και των γιγάντιων κατόπτρων και με τον τρόπο αυτό θερμαίνεται το νερό και παράγεται ηλεκτρική ενέργεια. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας αποφέρει πολλά θετικά στοιχεία, διότι θα υπάρχει για πάντα και επίσης δεν μολύνει καθόλου την ατμόσφαιρα της γης, δυστυχώς όμως κοστίζουν πολύ ακριβά.

### 5.2 Παραγωγή Ηλεκτρικού Ρεύματος & Ηλιακές Κυψελίδες

Τα ηλιακά ηλεκτρικά στοιχεία είναι ένας τρόπος εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας τα οποία κατασκευάζονται από πυρίτιο και χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος στους δορυφόρους, διότι έχουν πολύ μεγάλο κόστος κατασκευής.

Το πυρίτιο είναι ημιαγωγός και όταν εμπλουτιστεί με τα κατάλληλα στοιχεία γίνεται η ροή των ηλεκτρονίων. Ένα ηλιακό ηλεκτρικό στοιχείο αποτελείται από δυο στρώματα πυριτίου, από τα οποία το ένα είναι εμπλουτισμένο με θετικά ιόντα και το άλλο με αρνητικά. Τη στιγμή που το ηλιακό φως πέσει πάνω στην επιφάνεια, ελευθερώνονται ηλεκτρόνια, τα οποία συλλέγονται από ένα πλέγμα αγωγών που υπάρχουν και στις δύο επιφάνειες και όταν συνδεθεί το στοιχείο με ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, τα ηλεκτρόνια κινούνται από την αρνητική προς την θετική επιφάνεια δημιουργώντας ηλεκτρικό ρεύμα.

Η πιο γνωστή μέθοδος εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας είναι τα πλαίσια ηλιακών κυψελίδων η οποία στις περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια, χρησιμοποιείται για τη θέρμανση νερού. Το εσωτερικό των πλαισίων έχει την δυνατότητα να συγκρατεί θερμότητα, διότι υπάρχει μία ειδική πλάκα γυαλιού με την οποία παγιδεύεται η



θερμότητα και το νερό ενώ κινείται στις σωληνώσεις που υπάρχουν στα πλαίσια, απορροφά αυτή τη θερμότητα και θερμαίνεται.

Τα πλαίσια ηλιακών κυψελίδων χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση του νερού και σε χώρες όπου το κλίμα δεν είναι ιδιαίτερα θερμό, όπως είναι για παράδειγμα η Βρετανία. Η απόδοσή τους όμως είναι πολύ μεγάλη σε θερμά κλίματα όπως στα δυτικά των Ηνωμένων Πολιτειών και σε αυτές τις περιοχές έχουν δοκιμαστεί πάρα πολλές μέθοδοι εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας.

Στην Καλιφόρνια υπάρχει πύργος ηλιακής ενέργειας, ο οποίος παράγει ηλεκτρική ενέργεια και στις εγκαταστάσεις του χρησιμοποιούνται 1.800 καθρέπτες οι οποίοι αντανακλούν το φως και τη θερμότητα σε ένα πύργο. Οι καθρέπτες είναι με τέτοιο τρόπο κατασκευασμένοι έτσι ώστε να παρακολουθούν την κίνηση του ήλιου. Η θερμότητα συλλέγεται και χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του νερού και στη συνέχεια ο ατμός που δημιουργείται, κινεί γεννήτριες και με αυτό τον τρόπο παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα.

Στη Νότια Γαλλία, έχει κατασκευαστεί ένας τεράστιος ηλιακός κλίβανος, στον οποίο αναπτύσσονται θερμοκρασίες που φτάνουν τους 4.000 βαθμούς κελσίου, εξαιτίας της ηλιακής ενέργειας.

Κάθε μέρα ο πλανήτης λούζεται με αμέτρητα ποσά ηλιακής ενέργειας και σε ετήσια βάση κάθε τετραγωνικό μέτρο εδάφους οποιασδήποτε περιοχής με μεγάλη ηλιοφάνεια δέχεται περισσότερες φορές πάνω από 2.000 κιλοβατώρες φωτεινής ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια αυτή, αν μπορούσε να συγκεντρωθεί και να μετατραπεί σε ποσότητα, θα κρατούσε σε λειτουργία μια χύτρα ταχύτητας για έξι εβδομάδες. Ένα μικρό κομμάτι της ενέργειας που μεταφέρει η ηλιακή ακτινοβολία συγκεντρώνονται από τα φύλλα των φυτών και με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζουν την ανάπτυξή τους.

Οι επιστήμονες αναζητούν τρόπους ώστε να αξιοποιηθεί η φωτεινή ενέργεια για τις δραστηριότητες του ανθρώπου, διότι η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη, φθηνή και δε ρυπαίνει το περιβάλλον. Δεν είναι όμως τόσο εύκολο να συγκεντρωθεί και να μεταφερθεί σε μια πιο εύχρηστη μορφή ενέργειας, διότι τα κάτοπτρα που χρησιμοποιούνται στους σταθμούς ηλιακής ενέργειας σπαταλούν μεγάλο ποσοστό της ακτινοβολίας με την ανάκλαση, ενώ τα ηλιακά στοιχεία αξιοποιούν συγκεκριμένα μήκη κύματος. Υπάρχουν μεγάλες πιθανότητες, τα επόμενα χρόνια, η ηλιακή



ακτινοβολία να καλύπτει όλο και πιο μεγάλο κομμάτι των ενεργειακών αναγκών της ανθρωπότητας.

### 5.3 Ενέργεια από τον ήλιο

Η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας ενεργειακά γίνεται είτε με απευθείας μετατροπή της ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια, είτε με ενδιάμεση μετατροπή της σε θερμότητα, κατά την οποία, η ηλιακή ακτινοβολία συγκεντρώνεται σε κάτοπτρα, τα οποία την εστιάζουν σε έναν βραστήρα, ο οποίος παράγει ατμούς.

Το ηλιακό αυτοκίνητο αποτελεί πειραματικό όχημα το οποίο χρησιμοποιεί ηλιακή ενέργεια και αναπτύσσει μέγιστη ταχύτητα 65 χιλιόμετρα ανά ώρα. Το αεροδυναμικό του αμάξωμα αποτελείται από ένα υλικό με ίνες άνθρακα και περιλαμβάνει περίπου 900 κιλά ηλιακά στοιχεία τα οποία βρίσκονται στην οροφή και στο πίσω μέρος του αυτοκινήτου.

Τα ηλιακά στοιχεία συγκεντρώνουν την φωτεινή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια και σε συνθήκες μεγάλης ηλιοφάνειας, τα στοιχεία μπορούν να δώσουν ισχύ της τάξης του ενός κιλοβάτ. Τα ηλιακά αυτοκίνητα είναι ακόμα σε πρώιμη φάση και μπορεί να αποδειχτεί ότι δεν αποτελούν πρακτική λύση, παρόλα αυτά, πολλές συσκευές χαμηλής ισχύος λειτουργούν ήδη αποτελεσματικά με ηλιακή ενέργεια.

### 5.4 Ηλιακά Στοιχεία

Τα στοιχεία που τροφοδοτούν το πειραματικό ηλιακό αυτοκίνητο δε διαθέτουν κινητά μέλη - επομένως χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση. Καθένα απ' αυτά δίνει τόση ενέργεια όση και η μπαταρία ενός φακού. Τα στοιχεία συνδέονται μεταξύ τους με σειρά. Με αυτό τον τρόπο, μικρές ηλεκτρικές τάσεις προστίθενται και μας δίνουν μια πολύ μεγαλύτερη.

Τα ηλιακά στοιχεία περιλαμβάνουν δυο στρώματα πυριτίου, το οποίο αποτελεί τη βάση των μικροτσιπ στα κομπιούτερ και μερικά άτομα στο επάνω στρώμα του πυριτίου έχουν ένα ηλεκτρόνιο στην εξωτερική τους στοιβάδα, ενώ μερικά άτομα στο κάτω στρώμα του εμφανίζουν έλλειμμα ενός ηλεκτρονίου. Για αυτό το λόγο τα ηλεκτρόνια μετακινούνται από το πιο πάνω στρώμα στο πιο κάτω, δημιουργώντας ένα θετικό ηλεκτρικό φορτίο στο πιο πάνω στρώμα. Τη στιγμή που θα εκτεθεί το ηλιακό στοιχείο σε φωτεινή ακτινοβολία, μερικά ηλεκτρόνια του πιο κάτω



στρώματος έλκονται από το θετικό φορτίο του πιο πάνω και με αυτό τον τρόπο δημιουργούν ηλεκτρικό ρεύμα.

Η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο και αξιοποιείται με τεχνολογίες οι οποίες εκμεταλλεύονται τη θερμική και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου χρησιμοποιώντας μηχανικά μέσα για τη συλλογή, αποθήκευση και διανομή της, ονομάζεται ηλιακή. Ο Τομέας Προώθησης των Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων, αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια σε κτιριακές εγκαταστάσεις για θέρμανση και κλιματισμό. Το ΚΑΠΕ παρέχει την απαιτούμενη τεχνική βοήθεια και τεχνολογία, μελετά τη σκοπιμότητα και το όφελος της εγκατάστασης και πραγματοποιεί έρευνα με πολλές εφαρμογές.

Η Ελλάδα προσφέρεται για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, διότι η μέση ημερήσια ενέργεια που δίνεται από τον ήλιο στην Ελλάδα είναι  $4,6 \text{ KWh/m}^2$  και η επιφάνεια των εγκαταστημένων συλλεκτών ανέρχεται σχεδόν σε  $2.000.000 \text{ m}^2$  και η τιμή αυτή αποτελεί ποσοστό 50%, της επιφάνειας συλλεκτών εγκατεστημένων σε ολόκληρη την Ευρώπη, οι οποίοι αφορούν μικρά οικιακά συστήματα.

Η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε απομακρυσμένες και σε κατοικημένες περιοχές, χωρίς να υπάρχουν περιβαλλοντικές συνέπειες, κάνει ελκυστική τη χρήση Φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα. Τα συστήματα αυτά μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Ένα Φ/Β σύστημα αποτελείται από:

- το Φ/Β πλαίσιο
- το σύστημα αποθήκευσης της ενέργειας
- τα ηλεκτρονικά συστήματα που ελέγχουν την ηλεκτρική ενέργεια η οποία παράγεται από τη Φ/Β συστοιχία.

Μία τυπική συστοιχία αποτελείται από ένα ή πιο πολλά φωτοβολταϊκά πλαίσια ηλεκτρικά τα οποία συνδέονται μεταξύ τους. Τη στιγμή κατά την οποία τα φωτοβολταϊκά πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία τότε ένα μικρό μέρος της ηλιακής ενέργειας μετατρέπεται σε ηλεκτρική και η μετατροπή αυτή γίνεται αθόρυβα, αξιόπιστα και χωρίς επιβάρυνση για το περιβάλλον.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια αποτελούνται από κατάλληλα επεξεργασμένους δίσκους πυριτίου οι οποίοι βρίσκονται πολύ καλά σφραγισμένοι μέσα σε πλαστική ύλη για να προστατεύονται από τις καιρικές συνθήκες, όπως για παράδειγμα είναι η υγρασία.



Το πλαίσιο στη μπροστινή του όψη προστατεύεται από ανθεκτικό γυαλί και η κατασκευή αυτή τοποθετείται τις πιο πολλές φορές σε πλαίσιο αλουμινίου, όπως στους υαλοπίνακες των κτιρίων. Τα εσωτερικά είναι διασυνδεδεμένα με σειρά και ανάλογα την εφαρμογή. Στις πιο πολλές εφαρμογές, το σταθερό μοντάρισμα των φωτοβολταϊκών παρέχει πολλά πλεονεκτήματα με την προϋπόθεση ότι η προσαρμογή γίνεται κάτω από την κατάλληλη γωνία ροής. Τα πλεονεκτήματα είναι:

- Εύκολο και με χαμηλό κόστος μοντάρισμα.
- Καλή μηχανική σταθερότητα της εγκατάστασης.
- Ποικιλία δυνατοτήτων για μια ικανοποιητική ενσωμάτωση στις υπάρχουσες κτιριακές δομές.

Η απόδοση των φωτοβολταϊκών σε ενέργεια υπάρχει η δυνατότητα να βελτιωθεί με την κατάλληλη κατεύθυνση τους προς τον ήλιο και όσο πιο μεγάλη είναι η βελτίωση τόσο μεγαλύτερο είναι το εύρος της ευθείας ακτινοβολίας στο σύνολο της ακτινοβολίας.

Η διαρκής στροφή προς τον ήλιο απαιτεί μια σταθερή κατασκευή με κίνηση και ρύθμιση της κατεύθυνσης, κάτι το οποίο συνδέεται με μεγαλύτερο κόστος σε σχέση με το σταθερό μοντάρισμα και με την κατανάλωση πρόσθετου ρεύματος.

Η διεξαγωγή με δύο άξονες λειτουργεί με δύο προωστήρες, προκειμένου να προσαρμοστεί και η κατεύθυνση των φωτοβολταϊκών στη θέση του ήλιου και να φέρει την καλύτερη δυνατή απόδοση. Από την άλλη μεριά, στη μονοαξονική διεξαγωγή χρησιμοποιείται ένας κυρτός κατευθυνόμενος προς το βορρά άξονας με έναν μόνο προωστήρα και αυτού του είδους η διεξαγωγή έχει πιο μικρή απόδοση σε ενέργεια, σε σχέση με τη διεξαγωγή των δύο αξόνων.

Η ηλιακή ακτινοβολία πάνω στην ηλιακή γεννήτρια ενισχύεται μέσω της συγκέντρωσης του ηλιακού φωτός. Η χρήση ανακλαστήρων έχει νόημα μόνο στην κινούμενη εγκατάσταση, αλλά η μορφή αυτή δεν επικράτησε στην Ελλάδα διότι η συγκέντρωση του ηλιακού φωτός αξίζει μόνο υπό συνθήκες κινούμενου μονταρίσματος και υψηλού μέρους ευθείας ακτινοβολίας, οι φωτοκυψέλες θερμαίνονται πάρα πολύ μέσω της συγκέντρωσης της ακτινοβολίας και η παραγωγή καθρεφτών είναι πιο φθηνή από ότι η παραγωγή φωτοβολταϊκών, αλλά δε φέρνουν τόσο μεγάλη πρόσθετη απόδοση και απαιτούν πολύ χώρο στο μοντάρισμα όταν είναι σε κινούμενη εγκατάσταση.





Όταν η ύπαρξη ευθείας ακτινοβολίας είναι μεγάλη, παράγεται πολύ ρεύμα, ενώ αντίστοιχα όταν είναι χαμηλή με μεγάλο ποσοστό σε διάχυτη ακτινοβολία το χειμώνα, δεν επιτυγχάνεται η πρόσθετη απόδοση.

Η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών πλαισίων στα κτίρια μπορεί να έχει πολλαπλά οφέλη. Εκτός από την παραγωγή ηλεκτρισμού, χρησιμοποιούνται και ως δομικά στοιχεία για την κάλυψη της οροφής, για την επένδυση της πρόσοψης και ως σκίαστρα.

Για τη σωστή τοποθέτηση ενός ηλιακού συστήματος, υπολογίζεται πρώτα το μέγεθος της γεννήτριας ρεύματος, το οποίο είναι ανάλογο της υπάρχουσας ανάγκης για ενέργεια. Το ηλιακό σύστημα πρέπει να προμηθεύει ενέργεια σε αρκετή ποσότητα προκειμένου να καλύπτει το ρεύμα που καταναλώνουν στη διάρκεια της ημέρας από τις λάμπες και τις συσκευές και την ενέργεια που καταναλώνει η ίδια η εγκατάσταση.

## 5.5 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα

Με τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων επιτυγχάνεται παραγωγή ζεστού νερού σε βιομηχανίες που απαιτούν ζεστό νερό κατά τη διάρκεια της παραγωγικής τους διαδικασίας, σε θερμοκήπια για θέρμανση χώρου και εδάφους αλλά και σε μεγάλα κτίρια είτε είναι ιδιωτικά, είτε δημόσια, όπως για παράδειγμα τα νοσοκομεία.

Παρόλο που το δυναμικό των παθητικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης είναι πολύ μεγάλο, οι εφαρμογές στην Ελλάδα είναι πολύ λίγες και το πιο μεγάλο ποσοστό αποτελείται από ιδιωτικά κτίρια του οικιακού τομέα και ακολουθούν τα εκπαιδευτικά κτίρια. Τα πιο πολλά κτίρια έχουν κτισθεί στη Ζώνη Α όπως αυτή ορίζεται από τον ισχύοντα Κανονισμό Θερμομόνωσης και το πιο μεγάλο ποσοστό τους στην Κρήτη. Τα υπόλοιπα εντοπίζονται στη Θεσσαλονίκη και στην Αττική.

Τα συστήματα που έχουν χρησιμοποιηθεί είναι πολύ απλά και δεν έχουν χρησιμοποιηθεί υλικά προηγμένης τεχνολογίας. Οι βασικοί παράγοντες αναχαίτισης της εφαρμογής τους είναι:

- Έλλειψη γνώσεων μεταξύ των αρχιτεκτόνων και των μηχανικών.
- Έλλειψη ενημέρωσης του κοινού.
- Έλλειψη βιομηχανοποιημένων προϊόντων τα οποία είναι αναγκαία για την κατασκευή και την ορθή λειτουργία των παθητικών συστημάτων.





- Γενική τάση των ιδιωτών και του Δημοσίου στην τοποθέτηση όσο το δυνατόν πιο μικρού αρχικού κεφαλαίου με αποτέλεσμα το αυξημένο κόστος λειτουργίας των κτιρίων.

Η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα αποτελεί το 30% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης σε εθνικό επίπεδο, ενώ παράλληλα υπάρχει σοβαρή αυξητική τάση η οποία οφείλεται στο μεγάλο ρυθμό εγκατάστασης κλιματιστικών συσκευών. Παράλληλα, ο κτιριακός τομέας συμμετέχει στην εκπομπή του CO<sub>2</sub> σε εθνικό επίπεδο οπότε μια πολιτική μείωσης του CO<sub>2</sub> από τη μεριά της κυβέρνησης, προκειμένου να ακολουθήσει τις δεσμεύσεις της Συνδιάσκεψης του Ρίο, θα πρέπει να αντιμετωπίσει τον κτιριακό τομέα και η πολιτική αυτή δημιουργεί πολύ θετικές προϋποθέσεις για τη διεύρυνση της εφαρμογής τους.

Στην Ελλάδα ο κτιριακός τομέας απαριθμεί περίπου 3.500.000 κτίρια από τα οποία περίπου το 3% έχει οικοδομηθεί σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωση. Από τα στοιχεία αυτά παρατηρείται ότι υπάρχει μεγάλη δυνατότητα μείωσης της ενέργειας που καταναλώνεται σε θέρμανση και ψύξη.

Η ηλιακή ακτινοβολία χρησιμοποιείται για την θέρμανση των κτιρίων με άμεσο ή έμμεσο τρόπο και με τη χρήση ενεργητικών ή και παθητικών συστημάτων και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται είτε με τη χρησιμοποίηση φωτοβολταϊκών συστημάτων τα οποία μετατρέπουν απευθείας την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική και με τα ηλιακά θερμικά συστήματα που χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια για να θερμάνουν ένα υγρό το οποίο παράγει ατμό ο οποίος τροφοδοτεί μία τουρμπίνα και μία γεννήτρια.

Η ηλιακή ενέργεια πέρα από την άμεση χρήση ή την αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας ως θερμικής, μπορεί να μετατραπεί και σε ηλεκτρική μέσω του λεγόμενου φωτοβολταϊκού φαινομένου, το οποίο παρατηρείται σε ορισμένα υλικά, τα οποία έχουν την ιδιότητα να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα όταν φωτίζονται.

## 5.6 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Μικρά κομμάτια αυτών των υλικών ή συστοιχίες πολλών μαζί μπορούν να τροφοδοτούν ηλεκτρικές συσκευές ή και να φορτίζουν ηλεκτρικούς συσσωρευτές με εκμετάλλευση μόνο της ηλιακής ενέργειας.



Τα συστήματα δορυφόρων ή οι ηλεκτρονικές συσκευές, που τροφοδοτούνται από Φωτοβολταϊκά στοιχεία, μπορούν να λειτουργούν για πάντα. Τα Φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κίνηση ελαφρών αυτοκινήτων, για την κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών μικρών και απομονωμένων κατοικιών και σε όλες εκείνες τις περιπτώσεις που είναι πολύ δύσκολο μια εγκατάσταση να τροφοδοτηθεί από το ηλεκτρικό δίκτυο. Η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται είτε κατ' ευθείαν ως θερμική είτε αφού μετατραπεί σε ηλεκτρική μέσω Φωτοβολταϊκών συστημάτων και είναι ανεξάντλητη και περιβαλλοντικά καθαρή, αφού για την αξιοποίηση της δε μεσολαβεί κάποια ρυπογόνος διαδικασία.

Με τη χρήση των παθητικών και ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και επιτυγχάνοντας τη μείωση του κόστους των Φωτοβολταϊκών συστημάτων, καλύπτεται ένα μεγάλο μέρος των αναγκών για ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια αποτελεί μία από τις πιο βασικές εναλλακτικές λύσεις για το ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα.

Τα φωτοβολταϊκά είναι συσκευές ημιαγωγών που μετατρέπουν το ηλιακό φως σε συνεχές ρεύμα. Πολλές φωτοβολταϊκές κυψέλες τοποθετούνται σε συστοιχίες που χρησιμοποιούνται για τη φόρτιση μπαταριών, τη λειτουργία κινητήρων και την ηλεκτροδότηση συσκευών. Εάν υπάρχει κατάλληλος εξοπλισμός μετατροπής, τα συστήματα μπορούν να παράγουν εναλλασσόμενο ρεύμα για τις συμβατικές ηλεκτρικές συσκευές και να λειτουργούν παράλληλα με το δίκτυο της ΔΕΗ.

Οι πρώτες φωτοβολταϊκές κυψέλες κατασκευάστηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 50 και χρησιμοποιήθηκαν στους δορυφόρους τροχιάς. Τη δεκαετία του 70 οι βελτιώσεις στην κατασκευή, η απόδοση και ποιότητα των φωτοβολταϊκών βοήθησαν στη μείωση του κόστους και παράλληλα άνοιξε ο δρόμος για τη χρήση τους σε επίγειες εφαρμογές όπως είναι η φόρτιση μπαταριών συστημάτων πλοήγησης και τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού. Τη δεκαετία του 80, τα φωτοβολταϊκά έγιναν δημοφιλής ενεργειακή πηγή για ηλεκτρονικές συσκευές του εμπορίου όπως είναι για παράδειγμα τα ρολόγια, τα ραδιόφωνα και άλλες μικροσυσκευές.

Μετά την ενεργειακή κρίση του 70, οι εφαρμογές των φωτοβολταϊκών για την ηλεκτροδότηση επαρχιακών κλινικών, ψυγείων, τηλεπικοινωνιών και κατοικιών εκτός δικτύου ηλεκτροδότησης, αυξήθηκαν παγκοσμίως και οι εφαρμογές αυτές εξακολουθούν να είναι ένα μεγάλο κομμάτι της σημερινής αγοράς φωτοβολταϊκών.



Η βιομηχανία φωτοβολταϊκών σήμερα, αυξάνεται σταθερά κάθε χρόνο και υιοθετείται με γρήγορους ρυθμούς η υλοποίηση Φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κτίρια. Η φωτοβολταϊκή κυψέλη πυριτίου αποτελείται από ένα λεπτότατο στρώμα πυριτίου βαπτισμένο σε φώσφορο πάνω σε ένα πιο παχύ στρώμα πυριτίου, βαπτισμένο σε βόριο και κοντά στην κορυφή της κυψέλης δημιουργείται ένα ηλεκτρικό πεδίο. Τη στιγμή που το ηλιακό φως προσπίπτει στην επιφάνεια της κυψέλης, το ηλεκτρικό πεδίο αυτό παρέχει ορμή και κατεύθυνση σε ηλεκτρόνια που διεγείρονται από το φως και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη ροή ρεύματος όταν η κυψέλη είναι συνδεδεμένη σε ηλεκτρικό φορτίο.

Μια τυπική φωτοβολταϊκή κυψέλη παράγει περίπου 0,5-0,6 βολτ συνεχούς ρεύματος σε συνθήκες μηδενικού φορτίου και ανοικτού κυκλώματος. Η ποσότητα ρεύματος που παράγει η κυψέλη εξαρτάται από την αποτελεσματικότητα και το μέγεθός της και σχετίζεται με την ένταση του ηλιακού φωτός που τη χτυπάει.

Οι φωτοβολταϊκές κυψέλες συνδέονται είτε με σειρά, είτε παράλληλα σε κυκλώματα προκειμένου να παραχθεί πιο μεγάλη τάση και ισχύ. Οι φωτοβολταϊκές μονάδες αποτελούνται από κυψέλες σφραγισμένες σε προστατευτικό έλασμα και είναι η θεμελιώδης δομική μονάδα των Φωτοβολταϊκών. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ περιλαμβάνουν καλωδιωμένες μονάδες οι οποίες είναι έτοιμες για εγκατάσταση.

Η ισχύς των Φωτοβολταϊκών συστοιχιών εκτιμάται όταν η κυψέλη λειτουργεί σε θερμοκρασία 25 βαθμών Κελσίου σε συγκεκριμένη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας και πυκνότητας αέρα. Οι συνθήκες αυτές δεν αντιπροσωπεύουν το σύνηθες περιβάλλον λειτουργίας μιας κυψέλης.

Τα σημερινά Φωτοβολταϊκά είναι ασφαλή και αξιόπιστα, με πολύ χαμηλά ποσοστά βλαβών και μέσο όρο ζωής τα 20 με 30 χρόνια. Επίσης, είναι παρόμοια με άλλα συστήματα παραγωγής ενέργειας, απλά ο εξοπλισμός διαφέρει. Παρόλα αυτά, οι αρχές λειτουργίας και διασύνδεσης με άλλα ηλεκτρικά συστήματα εξακολουθούν να είναι οι ίδιες.

Παρά το γεγονός που μια φωτοβολταϊκή μονάδα παράγει ρεύμα όταν εκτίθεται σε ηλιακό φως, είναι αναγκαία μια σειρά από άλλα στοιχεία έτσι ώστε να γίνει σωστά ο έλεγχος, η μετατροπή, η διανομή και η αποθήκευση της ενέργειας που παράγεται από τη μονάδα. Τα απαραίτητα συστατικά του μπορεί να περιέχουν μετατροπείς συνεχούς/εναλλασσόμενου, συστοιχία μπαταριών, ρυθμιστές



συστήματος και μπαταρίας και βοηθητικές πηγές ενέργειας. Επιπλέον μπορεί να είναι απαραίτητες μονάδες για την ασφάλεια του συστήματος όπως είναι η ειδική καλωδίωση και η προστασία από υπερβολική τάση.

Σε ορισμένα Φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται μπαταρίες με σκοπό την αποθήκευση της ενέργειας που παράγεται την ημέρα, έτσι ώστε να παρέχουν ενέργεια στα ηλεκτρικά φορτία κατά τη διάρκεια της νύχτας. Ένας άλλος λόγος χρήσης μπαταρίας είναι η λειτουργία της φωτοβολταϊκής συστοιχίας στη μεγαλύτερη δυνατή ισχύ, η παροχή σταθερών τάσεων στα ηλεκτρικά φορτία και σταθερών ρευμάτων στους μετατροπείς. Τις περισσότερες φορές, χρησιμοποιείται ένας ρυθμιστής φόρτισης στα συστήματα αυτά προκειμένου να προστατεύεται η μπαταρία από υπερφόρτιση και πλήρη εκφόρτιση.

Τα Φωτοβολταϊκά συστήματα διαχωρίζονται ανάλογα με τις λειτουργικές απαιτήσεις τους, τη διαμόρφωση των συστατικών τους μονάδων και τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται με άλλες πηγές ενέργειας και ηλεκτρικά φορτία. Οι δύο βασικές κατηγορίες είναι τα συνδεδεμένα στο δίκτυο ρεύματος της ΔΕΗ και τα ανεξάρτητα συστήματα.

Τα Φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα, να λειτουργούν διασυνδεδεμένα ή ανεξάρτητα από το δίκτυο παροχής ρεύματος της ΔΕΗ και να συνδέονται με άλλες ενεργειακές πηγές αλλά και συστήματα αποθήκευσης ενέργειας.

Τα συνδεδεμένα συστήματα σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να λειτουργούν παράλληλα και διασυνδεδεμένα με το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, με βασικό συστατικό του συστήματος τον μετατροπέα. Η μονάδα από τη μεριά της μετατρέπει το συνεχές ρεύμα που παράγεται από το σύστημα σε εναλλασσόμενο ρεύμα με προδιαγραφές οι οποίες είναι ίδιες με τις προδιαγραφές του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ.

Τα Φωτοβολταϊκά συστήματα συνδέονται με το δίκτυο με ειδικό τρόπο και παρέχουν ενέργεια για την τροφοδότηση των ηλεκτρικών φορτίων, μειώνοντας ή μηδενίζοντας με αυτό τον τρόπο την ενέργεια που χρειάζεται να αντληθεί από το δίκτυο της ΔΕΗ.

Τα ανεξάρτητα Φωτοβολταϊκά συστήματα σχεδιάζονται έτσι ώστε να λειτουργούν ανεξάρτητα από το δίκτυο παροχής ρεύματος της ΔΕΗ και είναι με



τέτοιο τρόπο κατασκευασμένα ώστε να τροφοδοτούν φορτία συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος. Τέτοιοι τύποι συστημάτων τροφοδοτούνται μόνο από μια συστοιχία Φωτοβολταϊκών ή χρησιμοποιούν τον άνεμο ή ηλεκτρογεννήτριες ως βοηθητική πηγή ενέργειας και για το λόγο αυτό ονομάζονται Υβριδικά Φωτοβολταϊκά συστήματα.

Τα συστήματα άμεσης ζεύξης, είναι ο πιο απλός τύπος ανεξάρτητου συστήματος κατά το οποίο το συνεχές ρεύμα της εξόδου του φωτοβολταϊκού οδηγείται απευθείας σε ένα φορτίο συνεχούς ρεύματος και επειδή δεν υπάρχει αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας στα συστήματα αυτά, το φορτίο λειτουργεί μόνο κατά τη διάρκεια της ηλιοφάνειας, κάνοντας με αυτό τον τρόπο το σύστημα ιδανικό για εφαρμογές όπως είναι οι αντλίες νερού.

Τα Φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις συμβατικές τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας και σχεδιάζονται για πάρα πολλές εφαρμογών και η χρήση τους μπορεί να είναι ή για κεντρική ή για κατακεντρωμένη παραγωγή ισχύος.

Τα Φωτοβολταϊκά συστήματα είναι εύκολα επεκτάσιμα και μεταφέρσιμα ενώ η ενεργειακή ανεξαρτησία και η συμβατότητα με το περιβάλλον είναι από τα πιο ελκυστικά χαρακτηριστικά των Φωτοβολταϊκών συστημάτων. Το ηλιακό φως είναι δωρεάν και δεν παράγεται θόρυβος ή μόλυνση από τη λειτουργία του συστήματος.

Σε γενικές γραμμές, τα Φωτοβολταϊκά συστήματα που είναι καλά σχεδιασμένα και σωστά εγκατεστημένα, απαιτούν πολύ μικρή συντήρηση και έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και εξαιτίας της φύσης του ηλιακού φωτός και της ενεργειακής απόδοσης των σημερινών Φωτοβολταϊκών, οι απαιτήσεις σε εμβαδό των Φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων είναι από 8 έως 12 τετραγωνικά μέτρα ανά KW ενέργειας.



## 6ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Κυματική Ενέργεια

### 6.1 Ιστορική Αναδρομή

Η υδραυλική ενέργεια προέρχεται από το νερό που κινείται με ταχύτητα από φυσικούς ή τεχνητούς υδατοταμιευτήρες μεγάλου υψόμετρου προς πιο χαμηλές περιοχές.

Το νερό της θάλασσας δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας διότι δεν είναι δυνατό να κινηθεί με ταχύτητα προς πιο χαμηλές υψομετρικά περιοχές. Κινείται, όμως αφού ανεβαίνει και κατεβαίνει εξαιτίας της παλίρροιας, κυκλοφορεί ως ρεύματα εξαιτίας της διαφοράς της θερμοκρασίας σε διάφορα σημεία του νερού ή κινείται παλινδρομικά. Οι κινήσεις αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην περιστροφή τροχών με πτερύγια και μετέπειτα να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια. Αξιοποιήσιμη είναι και η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της επιφάνειας και των βαθύτερων στρωμάτων της θάλασσας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όπου η θερμική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια.

Στην περίπτωση που οι επιστήμονες μπορούσαν να κάνουν τις εφαρμογές αυτές οικονομικά αποδοτικές, τότε η άντληση της ενέργειας θα μπορούσε να γίνει από μια αστεύρευτη δεξαμενή, όπως είναι για παράδειγμα η θάλασσα, χωρίς να επιβαρύνεται το περιβάλλον.

Κυματική Ενέργεια είναι η μορφή ενέργειας η οποία προκύπτει από την κινητική ενέργεια των κυμάτων. Μέσα από το φαινόμενο των ανέμων σχηματίζονται τα κύματα τα οποία είναι εκμεταλλεύσιμα σε περιοχές με υψηλό δείκτη ανέμων και σε ακτές ωκεανών. Οι ωκεανοί αποτελούν μια τεράστια αποθήκη ενέργειας. Υπάρχει μηχανική ενέργεια στα παλιρροιακά κύματα, στα κύματα και στα θαλάσσια ρεύματα και τεράστιο απόθεμα θερμικής ενέργειας, στη θερμότητα του νερού των ωκεανών, αλλά το πρόβλημα είναι ότι αυτές οι μεγάλες ποσότητες ενέργειας είναι διασκορπισμένες.

Η ενέργεια των θαλάσσιων ρευμάτων, των κυμάτων και των ωκεανών προέρχεται από τον ήλιο ενώ η ενέργεια των παλιρροιακών κυμάτων προέρχεται από την έλξη που ασκούν το φεγγάρι και ο ήλιος στα νερά των ωκεανών. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται μπορεί να καλύψει τις ανάγκες μιας πόλης.



Ο πρώτος παλιρροϊκός σταθμός κατασκευάστηκε στη Βορειοδυτική Γαλλία το 1962 και οι υδροστρόβιλοί του έχουν τη δυνατότητα να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθώς το νερό κινείται κατά τη μια ή την άλλη κατεύθυνση.

Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας ανάμεσα στο πιο θερμό επιφανειακό νερό και στο πιο ψυχρό νερό του πυθμένα.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ενέργειας των ωκεανών είναι το μικρό κόστος κατασκευής των απαιτούμενων εγκαταστάσεων, η μεγάλη απόδοση και η δυνατότητα παραγωγής υδρογόνου με ηλεκτρόλυση από το άφθονο θαλασσινό νερό το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο. Αντίστοιχα, ένα μειονέκτημα της ενέργειας αυτής είναι το κόστος μεταφοράς της στη στεριά.

## 6.2 Ενέργεια από τα κύματα

Στα κύματα υπάρχει ενέργεια η οποία είναι δέκα φορές περισσότερη από αυτή που υπάρχει στην παλίρροια, αλλά δυστυχώς είναι δύσκολο να αξιοποιηθεί. Υπάρχουν πολλές συσκευές οι οποίες δημιουργήθηκαν για την εκμετάλλευση της ενέργειας των κυμάτων, κάποιες από τις οποίες χρησιμοποιούν ταλαντευόμενες στήλες νερού ενώ άλλες έχουν κατασκευαστεί προκειμένου να επιπλέουν και να κινούνται από τα κύματα. Μια από τις κατασκευές αυτές ονομάζεται «πάπια», διότι αποτελείται από πτερύγια τα οποία κινούνται από τα κύματα πάνω-κάτω, όπως γίνεται και με τις πάπιες. Η κίνησή τους γίνεται με άξονα, η κοιλότητα του οποίου περιέχει λάδι και μέσω της κίνηση τους αντλούν το λάδι και δίνουν κίνηση σε έναν στρόβιλο που με τη σειρά του κινεί μια γεννήτρια.

Σε περιοχές με τροπικό κλίμα, ο ήλιος θερμαίνει το νερό στην επιφάνεια της θάλασσας, μέχρι και 25°C το οποίο αντιστοιχεί σε μεγάλες ποσότητες θερμότητας. Ένας από τους πιθανούς τρόπους εκμετάλλευσης είναι η χρήση της θερμότητας του νερού, για να μετατρέψει μια ουσία από την υγρή στην αέρια κατάστασή της. Μετέπειτα, με την αντίστροφη μετατροπή αξιοποιείται η ενέργεια. Ένας μετατροπέας της θερμικής ενέργειας των ωκεανών είναι η υγρή αμμωνία, η οποία καθώς θερμαίνεται από το νερό του ωκεανού, μετατρέπεται σε αέριο. Στη συνέχεια, η αμμωνία σε αέρια μορφή κινεί μια γεννήτρια και τελικά ξαναμετατρέπεται σε υγρή αμμωνία σε έναν συμπυκνωτή στο βάθος του ωκεανού, όπου η θερμοκρασία του νερού είναι πολύ χαμηλή.



Στα πιο πολλά μέρη του κόσμου, τα νερά των θαλασσών κάνουν δύο κινήσεις κάθε ημέρα και το φαινόμενο αυτό ονομάζεται παλίρροια. Η διαφορά στη στάθμη της θάλασσας χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας και οι υδατοστρόβιλοι τοποθετούνται σε ένα φράγμα ο οποίος κατασκευάζεται στις εκβολές ενός ποταμού προς τη θάλασσα. Σε λίγα σημεία της γης η διαφορά της στάθμης είναι τόσο σημαντική έτσι ώστε να είναι αξιοποιήσιμη.





## 7ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Υδροηλεκτρική Ενέργεια

### 7.1 Ιστορική Αναδρομή

Η υδροηλεκτρική ενέργεια προέρχεται από την εκμετάλλευση των υδάτων των ποταμών, δεν παράγει βλαβερά αέρια και έχει αισθητά πιο μικρή επίδραση στο περιβάλλον.

Το αναξιοποίητο υδροηλεκτρικό δυναμικό της ηπειρωτικής κυρίως Ελλάδος, θα μπορούσε να καλύψει πολύ σημαντικό ποσοστό της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Σε αρκετές περιοχές της Ηπείρου υπάρχει η δυνατότητα να κατασκευαστούν υδροηλεκτρικοί σταθμοί έτσι ώστε να παράγεται ηλεκτρική ενέργεια.

Το τεράστιο υδάτινο δυναμικό της Ηπείρου, αποτελεί μια από τις αναξιοποίητες πλουτοπαραγωγικές πηγές. Η οροσειρά της Πίνδου έχει σημαντικές βροχοπτώσεις και εδαφολογία τέτοια ώστε να υπάρχει δυνατότητα εκμετάλλευσης του υδάτινου δυναμικού από μεγάλες υψομετρικές διαφορές.

Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται τη στιγμή που απαιτείται από τους καταναλωτές από το νερό το οποίο αποταμιεύεται σε ταμιευτήρες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άρδευση κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων, σαν απόθεμα νερού.

Το κύριο κριτήριο για την κατασκευή ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου είναι η δυνατότητα παραγωγής φτηνής και καθαρής για το περιβάλλον ενέργειας και η οικολογική επέμβαση στη φύση για τη διατήρηση της φυσιολογίας της περιοχής και τη σωστή περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας.

Η νομοθεσία που σχετίζεται με τη δυνατότητα του ιδιωτικού τομέα να παράγει ηλεκτρική ενέργεια, αναμένεται να ενισχύσει σημαντικά το ενδιαφέρον επενδυτών στον τομέα των Α.Π.Ε., διότι πολλοί είναι εκείνοι που έχουν εκφράσει το ενδιαφέρον τους για την κατασκευή και εκμετάλλευση μικρών υδροηλεκτρικών εργοστασίων και τις περισσότερες φορές οι επενδύσεις αυτές συγχρηματοδοτούνται από το Ελληνικό Κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ο αναπτυξιακός νόμος 2601 του 1998 επιχορηγεί με 40% του συνολικού κόστους του έργου.



## 7.2 Η Υδροηλεκτρική ενέργεια

Τα νερά που προέρχονται από την τήξη των πάγων και του χιονιού ή τη βροχή που έπεσε σε μεγάλο υψόμετρο, έχουν ενέργεια διότι κατεβαίνουν σε πιο χαμηλές περιοχές, αλλά όταν η κάθοδός τους γίνεται από πολλά σημεία δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθεί αυτή η ενέργεια.

Όταν τα νερά συγκεντρωθούν σε τεχνητές λίμνες σε μεγάλο υψόμετρο, στην ουσία αποθηκεύεται η ενέργειά τους και αφήνοντάς τα να ρέουν μέσα σε αγωγούς με ταχύτητα προς χαμηλότερες περιοχές, η αποθηκευμένη ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί, μετατρέποντάς τη σε άλλη μορφή ενέργειας. Το νερό, πέφτοντας με ταχύτητα, έχει τη δυνατότητα να περιστρέψει μεγάλους τροχούς που έχουν πτερύγια στην περιφέρειά τους, τους υδροστρόβιλους. Την περιστροφή αυτή την είχε εκμεταλλευτεί από παλιά ο άνθρωπος για τη λειτουργία υδρόμυλων και μέχρι σήμερα υπάρχουν παραδοσιακές εγκαταστάσεις που λειτουργούν με το νερό μικρών ταμιευτήρων τα οποία βρίσκονται σε κάποιο υψόμετρο.

Στα υδροηλεκτρικά έργα η ενέργεια από την πτώση του νερού μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια, με τη βοήθεια μιας τουρμπίνας και παρά το γεγονός ότι στα υδροηλεκτρικά έργα δεν παράγονται επιβλαβή αέρια, στα μεγάλα φράγματα λαμβάνονται υπόψη και άλλες περιβαλλοντικές παράμετροι, όπως είναι για παράδειγμα τα αντιπλημμυρικά έργα και η επιρροή στην ζωή των ψαριών του ποταμού και των υπόλοιπων ζώων της περιοχής.

Μόνο τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα θεωρούνται πράσινα, ενώ αντίθετα, τα μεγάλης κλίμακας θεωρούνται απλώς καθαρά.

Το νερό των ταμιευτήρων χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στην Ελλάδα, όπου τα νερά δεν είναι άφθονα, οι υδατοταμιευτήρες δεν μπορούν να τροφοδοτούν συνεχώς με νερό τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, διότι τις πιο πολλές φορές οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί λειτουργούν μόνο μερικές ώρες της ημέρας, όταν δηλαδή η πρόσθετη ηλεκτρική ενέργεια είναι αναγκαία.

Σε πολλές υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις, το νερό των ταμιευτήρων χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον υδροηλεκτρικό σταθμό και μετέπειτα το ίδιο νερό αξιοποιείται για την ύδρευση πόλεων ή για την άρδευση γεωργικών εκτάσεων. Στην Ελλάδα, λειτουργούν μερικοί υδροηλεκτρικοί



σταθμοί και υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης σε πολλές περιοχές της χώρας, στις οποίες υπάρχουν μεγάλα ή μικρά υδατορεύματα.

Το νερό των ταμιευτήρων θεωρείται μια ανεκτίμητη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η οποία δεν ρυπαίνει το περιβάλλον. Η υδροηλεκτρική ενέργεια περιλαμβάνει την ενέργεια από μικρές μονάδες υδροηλεκτρικής παραγωγής, την ενέργεια από τις παλίρροιες και την ενέργεια από τα θαλάσσια κύματα.

### 7.3 Ενέργεια από υδροηλεκτρικές μονάδες

Σε παγκόσμια κλίμακα, η υδροηλεκτρική ενέργεια συμβάλλει κατά 19% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και οι μονάδες παραγωγής αποτελούνται τις πολλές φορές από μια δεξαμενή κοντά σε κάποιο φράγμα, στην οποία συγκεντρώνεται μεγάλη ποσότητα νερού, το οποίο απελευθερώνεται και διέρχεται με μεγάλη δύναμη μέσα από μια γεννήτρια και με τον τρόπο αυτό παράγεται ενέργεια.

Η παραγωγή ενέργειας από υδροηλεκτρικές μονάδες δεν προκαλεί ρύπανση. Τα υδροηλεκτρικά έργα, συχνά προκαλούν άλλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις κυρίως σε μεγάλες μονάδες.

Η κατασκευή σταθμών παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μεγάλη παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον και όχληση για τα είδη χλωρίδα και πανίδα που ζουν στη γύρω περιοχή και παράλληλα τα έργα αυτά ενέχουν σημαντικούς κοινωνικούς και οικονομικούς κινδύνους.

Μία υφιστάμενη επιλογή είναι η βελτίωση των υπάρχοντων σταθμών υδροηλεκτρικής ενέργειας προκειμένου αυτοί οι σταθμοί να γίνουν πιο αποδοτικοί. Στην περίπτωση κατασκευής νέων φραγμάτων, η Παγκόσμια Επιτροπή για τα Φράγματα έχει διατυπώσει συστάσεις για την οικολογικά, κοινωνικά και οικονομικά βιώσιμη εξάπλωση της υδροηλεκτρικής ενέργειας.

#### 7.3.1 Ενέργεια από τις παλίρροιες

Το συγκεκριμένο σύστημα λειτουργεί εκμεταλλευόμενο τις παλίρροιες στη θάλασσα και το χαμηλότερο τμήμα των ποταμών. Το συγκεκριμένο σύστημα παραγωγής ενέργειας δεν είναι συνηθισμένο και οι γεννήτριες που απαιτούνται μπορεί να αποδειχθούν δαπανηρές σχετικά με την εγκατάσταση, αλλά μακροπρόθεσμα έχουν τη δυνατότητα να παράγουν πιο φθηνή ηλεκτρική ενέργεια.



Στη Γαλλία, υπάρχει ένα έργο παραγωγής ενέργειας δημιουργημένο από παλίρροϊκά κύματα, το οποίο συμβάλλει στην παραγωγή μεγάλης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας.

Και στις κατασκευές για την παραγωγή ενέργειας από τις παλίρροιες υπάρχει λόγος ανησυχίας για πιθανές περιβαλλοντικές συνέπειες όπως είναι για παράδειγμα η στρέβλωση της θαλάσσιας περιοχής στην οποία γίνεται η εγκατάσταση η οποία ενέχει κίνδυνο για ρύπανση των ποταμών.

### 7.3.2 Ενέργεια από τα θαλάσσια κύματα

Ένας ακόμη τρόπος άντλησης ενέργειας από τους υδάτινους πόρους είναι η χρήση της ενέργειας που παράγουν τα θαλάσσια κύματα, κατά την οποία η μάζα κινητικής ενέργειας μπορεί να αποθηκευτεί πολύ αποτελεσματικά.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας από θαλάσσια κύματα, όπως είναι η κατασκευή φραγμάτων ή αγωγών για την ώθηση του νερού προς τα πάνω, κάποιοι από αυτούς όμως μπορεί να αποδειχθούν αρκετά δαπανηροί και παράλληλα να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.



## 8ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Κόστος & Αντιμετώπιση Προβλημάτων

### 8.1 Κόστος Συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Το κόστος των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καλύπτουν ένα μεγάλο και ποικίλο φάσμα τεχνολογιών όπου ορισμένες τεχνολογίες είναι ήδη ώριμες και οικονομικά ανταγωνιστικές, όπως είναι για παράδειγμα η γεωθερμική και η υδροηλεκτρική ενέργεια, ενώ κάποιες άλλες χρειάζεται επιπλέον εξέλιξη ώστε να γίνουν ανταγωνιστικές χωρίς επιδοτήσεις. Σε αυτή την περίπτωση, αυτό που μπορεί να βοηθήσει είναι οι βελτιώσεις στα επιμέρους συστατικά, όπως οι ηλεκτρικές γεννήτριες.

Η επίτευξη επιπλέον μείωσης του κόστους, απαιτεί περαιτέρω ανάπτυξη της τεχνολογίας, ανάπτυξη της αγοράς, αύξηση της παραγωγικής δυναμικότητας για την μαζική παραγωγή και τη δημιουργία ενός συστήματος εμπορίας εκπομπών και άνθρακα που θα αποδίδουν κόστος για κάθε μονάδα του άνθρακα που εκπέμπεται, το οποίο αντικατοπτρίζει το πραγματικό κόστος της παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη μείωση του κόστους από αυτές τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Το 2004 το ενδιαφέρον για ηλιακή ενέργεια ήταν πολύ μεγάλο με θερμοηλεκτρικούς σταθμούς και δύο εγκαταστάσεις που ολοκληρώθηκαν κατά τη διάρκεια του 2007 στην Ισπανία. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας ανακοίνωσαν συμβάσεις για τουλάχιστον οκτώ νέα έργα με συνολικό μέγεθος πάνω από 2000 MW.

Στις αναπτυσσόμενες χώρες όπως είναι η Αίγυπτος και το Μεξικό υπάρχουν τρία σχέδια για τον συνδυασμένο κύκλο αεριοστρόβιλος - σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και εγκρίθηκαν κατά την περίοδο 2006-2007.

Σχετικά μεγάλες φωτοβολταϊκές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ολοκληρώθηκαν στην Ισπανία το 2008, όπως είναι για παράδειγμα η Fotovoltaico Olmedilla Parque de Alarcon (60 MW) και η Parque Solar Merida/Don Alvaro (30 MW).

Το Topaz Solar Farm είναι ένα πάρκο με παραγωγή 550 MW ηλιακής φωτοβολταϊκής μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατασκευασμένο



βορειοδυτικά της Καλιφόρνιας Valley στις ΗΠΑ, με κόστος πάνω από \$1 δις. Το συγκεκριμένο έργο παράγει περίπου 1100 GW h ετησίως, από τις ΑΠΕ. Η κατασκευή του έργου ξεκίνησε το 2010. Το 2011 άρχισε η δύναμη παραγωγής και το 2013 ήταν πλήρως λειτουργικό.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και τα Φωτοβολταϊκά συστήματα, δεν είναι απλώς μεγάλα συστήματα. Συγκεκριμένα, τα κτίριο-ολοκληρωμένα φωτοβολταϊκά συστήματα ταιριάζουν με την τελική χρήση των ενεργειακών αναγκών και με τον τρόπο αυτό η ενέργεια είναι κοντά στο σημείο που χρειάζεται.

## 8.2 Ευρωπαϊκή Ένωση και Ελλάδα

Βασική προτεραιότητα για την ανάπτυξη των ΑΠΕ, αποτελεί και η ενεργειακή πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για λόγους ανεξαρτησίας ενεργειακού εφοδιασμού και προστασίας του περιβάλλοντος. Η προτεραιότητα αυτή εκφράστηκε με την Οδηγία 2001/77 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, η οποία υποχρέωσε την Ελλάδα να παράγει ως το 2010 το 20,1% της συνολικής παραγόμενης ενέργειας από Α.Π.Ε, για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Στην Ελλάδα δόθηκε μεγάλη ώθηση σε επενδύσεις από ιδιώτες, ειδικά προς το τέλος της δεκαετίας του 1990, για αυτό το λόγο υπήρξε και η εγκατάσταση 80 MW στη Κρήτη από 1998-2000. Παρά το γεγονός όμως ότι το ξεκίνημα ήταν θετικό και θα περίμενε κανείς πρόοδο και περαιτέρω ανάπτυξη, αντιθέτως, υπήρξε μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και πλήρη άπνοια. Το συγκεκριμένο, αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι ενώ δόθηκαν άδειες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε έργα ΑΠΕ, που ανέχονται στα 4200 MW, η συνολική ισχύς έργων με άδεια λειτουργίας είναι 425 MW, ενώ άδεια εγκατάστασης έχουν λάβει έργα ισχύος 892 MW. Στην Κρήτη από το 2000 έχουν πάρει άδεια λειτουργίας αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 54 MW, τα οποία δεν έχουν εγκατασταθεί.

Σύμφωνα με στοιχεία του ΚΑΠΕ, τη φθίνουσα πορεία των ΑΠΕ αποδεικνύει το γεγονός ότι κατά το 2000 η παραχθείσα ενέργεια έργων ΑΠΕ, ανήλθε στα 1,02 δισεκατομμύρια GWh, η οποία προερχόταν κατά 74,12% από αιολικά πάρκα, 16,14% από μικρά υδροηλεκτρικά έργα και 7,75% από βιοαέριο, ενώ μέχρι σήμερα δεν προέκυψε αισθητή διαφοροποίηση εξαιτίας της μικρής αύξησης της εγκατεστημένης ισχύος που δεν ξεπέρασε 1,6%. Αυτό το μέγεθος είναι πάρα πολύ μικρό εάν ληφθεί



υπόψη ο αριθμός των επενδυτικών προτάσεων έργων ΑΠΕ και το υφιστάμενο δυναμικό, το οποίο παρέμενε ανεκμετάλλευτο.

Από όλα όσα αναφέρθηκαν, γίνεται φανερό έτσι, ότι ο στόχος αύξησης της συνολικής παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ, καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την προτεραιότητα που πρέπει να δοθεί στην επίλυση των προβλημάτων που δυσκολεύουν την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα. Θα πρέπει τα επόμενα χρόνια να γίνει απογοείωση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με έργα ΑΠΕ, ώστε να ώστε να επιτευχθεί ο στόχος.

Τα προβλήματα που δημιουργούν εμπόδια στην προώθηση των ΑΠΕ αφορούν:

1. Την έλλειψη υποδομών, στα δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές, όπως είναι η Κρήτη και η Εύβοια στις οποίες υπάρχει υψηλό αιολικό δυναμικό.
2. Τις διαδικασίες αδειοδότησης, όπου οι μακροχρόνιες και χρονοβόρες διαδικασίες ίσως είναι τα μεγαλύτερο πρόβλημα και προκαλούν μεγάλα άγχη στους επενδυτές, διότι υπάρχει εμπλοκή πολλών υπηρεσιών και υπουργείων, που αποδίδουν ελάχιστα στην προώθηση ΑΠΕ.
3. Τις τοπικές αντιδράσεις, σε περιοχές όπου υπάρχει υψηλό αιολικό δυναμικό. Πολλές φορές, λόγω έλλειψης πληροφόρησης και κάποιων πρακτικών στις οποίες δεν τηρήθηκαν πλήρως ορισμένες προδιαγραφές, τα έργα ΑΠΕ, παρόλο που είναι φιλικά προς το περιβάλλον, προκαλούν άσχημες εντυπώσεις.

Για τους λόγους που αναφέρθηκαν, από το 2001 πολλές επιχειρήσεις προσπάθησαν να διεισδύσουν στην Ελληνική αγορά ενέργειας, επενδύοντας σε ΑΠΕ, αλλά απογοητεύτηκαν και εγκατέλειψαν, είτε κατά τη διαδικασία έκδοσης της άδειας εγκατάστασης των έργων είτε κατά τη διαδικασία εγκατάστασης των έργων.

Λαμβάνοντας υπόψη τα πολλαπλά πλεονεκτήματα που έχει η ανάπτυξη των ΑΠΕ και προκειμένου να διευκολυνθεί η έλευση επενδυτικών προτάσεων και ξένων κεφαλαίων στην Ελλάδα και η απορροφητικότητα των κονδυλίων που χορηγεί η ΕΕ, αποφασίστηκε με το νόμο 3175/2003, να διευκολυνθεί η επίλυση προβλημάτων και να συμβάλλουν στην ταχεία ανάπτυξη των ΑΠΕ.





### 8.3 Πλεονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας & Δυσκολίες στην Ανάπτυξη

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να προσφέρουν αρκετά ωφέλιμα στοιχεία στις κοινωνίες και τα κράτη. Αυτά παρουσιάζονται παρακάτω.

#### 8.3.1 Τα πλεονεκτήματα των ΑΠΕ είναι:

1. Ανεξάντλητες πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
2. Απεξάρτηση ή μείωση από εισαγόμενες και αντιοικονομικές πηγές.
3. Προστασία του περιβάλλοντος το οποίο υποβαθμίζεται σημαντικά από συμβατικά εργοστάσια και συμβάλει στην ανάπτυξη του τουριστικού προϊόντος και της τοπικής οικονομικής ανάπτυξης.
4. Αύξηση της ανταγωνιστικότητας, μετά την πλήρη απελευθέρωση αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.
5. Αύξηση θέσεων εργασίας σε όλα τα στάδια κατασκευής, μεταφοράς, εγκατάστασης, συντήρησης, φύλαξης των ανεμογεννητριών στα αιολικά και ηλιακά πάρκα.
6. Αισθητική εναρμόνιση σε χώρους μικρής κλίμακας.
7. Συμβολή στη μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.
8. Εξοικονόμηση ενέργειας ειδικά με τη θέρμανση νερού με ηλιακούς θερμοσίφωνες.

Οι φορείς οι οποίοι συντελούν στην αντιμετώπιση των προβλημάτων και προωθούν τις ΑΠΕ είναι:

1. Η ΡΑΕ (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας),
2. Το ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας),
3. ΕΜΠ (Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο),
4. Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις.

Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, παρά το γεγονός ότι με την απελευθέρωση αγοράς ενέργειας μπλόκαρε αρχικά τις ΑΠΕ, αναγκάστηκε να επανεξετάσει τη θέση της μετά το 2003, εκδίδοντας απόφαση για την απλούστευση διαδικασιών έργων ΑΠΕ και το Ν. 3175/2003 για την προώθηση των ΑΠΕ και ειδικά της Γεωθερμίας.

Συγκεκριμένα για την αντιμετώπιση των προβλημάτων ΑΠΕ παρενέβη με προτάσεις και νέες νομοθετικές ρυθμίσεις. Στις περιπτώσεις που διαπίστωσε προβλήματα στην διαδικασία για την έκδοση άδειας εγκατάστασης, οργάνωσε





συναντήσεις στις περιοχές όπου ανέκυψαν προβλήματα των αδειούχων ΑΠΕ με δημόσιους φορείς ή λόγω έλλειψης συγκεκριμένων προδιαγραφών σύνδεσης. Παρενέβη εγγράφως στις περιπτώσεις όπου ανέκυψαν προβλήματα των αδειούχων ΑΠΕ με τη Δημόσια Διοίκηση, έλαβε μέρος σε ερευνητικά προγράμματα της ΕΕ σχετικά με την ανάδειξη των περιβαλλοντικών ωφελειών από έργα ΑΠΕ και παρακολούθησε την πορεία της υλοποίησης των ήδη αδειοδοτημένων έργων ΑΠΕ. Στις περιπτώσεις όπου διαπίστωσε σημαντική καθυστέρηση στην πραγματοποίηση των έργων ΑΠΕ, όφειλε να συντάξει για όλους Πράξη Διαπίστωσης Παράβασης και να εισηγηθεί αιτιολογημένα την ανάκληση της άδειας παραγωγής από το Υπουργείο Ανάπτυξης.

Η επίλυση των προβλημάτων κατά το ΚΑΠΕ, προϋποθέτει ολοκληρωμένο σχεδιασμό στρατηγικής και συντονισμένης δράσης σ' όλα τα επίπεδα, όπως:

1. Συντονισμό δραστηριοτήτων μεταξύ των εμπλεκόμενων με την προώθηση των ΑΠΕ φορέων και των εργαλείων προώθησης, ώστε κάθε φορέας να εκτελεί έργο στα πλαίσια των αρμοδιοτήτων του.
2. Λήψη κανονιστικών μέτρων για την προσαρμογή της Ελληνικής ενεργειακής αγοράς στα δεδομένα της απελευθέρωσης και παγκοσμιοποίησης των οικονομιών.
3. Συμπλήρωση υφιστάμενου πλαισίου για τις αδειοδοτήσεις με συμμετοχή των συναρμοδίων υπουργείων και φορέων.
4. Συνεκτίμηση κατά την τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας του εξωτερικού κόστους.
5. Οικονομική ενίσχυση επενδυτικών έργων, βάσει των οποίων χρηματοδοτείται η εγκατάσταση.
6. Προώθηση επιδεικτικών έργων και έργων προσδιορισμένου στόχου για την πιλοτική επίδειξη τεχνολογιών και δημιουργία κλίματος εμπιστοσύνης επενδυτών και καταναλωτών.
7. Προώθηση του θεσμικού πλαισίου για την οργάνωση και λειτουργία της χρηματοδότησης από τρίτους και προώθηση εταιρειών ενεργειακών υπηρεσιών.
8. Ενθάρρυνση και ενίσχυση της εγχώριας βιομηχανίας για παραγωγή συστημάτων ΑΠΕ.



## 8.4 Συμβολή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Οικονομική Ανάπτυξη της Ελλάδας

Με τη χρήση της τεχνολογίας των ΑΠΕ δημιουργείται ένας νέο κλάδος οικονομίας, που ονομάζεται πράσινη οικονομία, η οποία αφορά τις οικονομικές δραστηριότητες οι οποίες σχετίζονται με τη μείωση της χρήσεως των ορυκτών καυσίμων, τη μείωση της μόλυνσης και των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και της αύξησης της αποτελεσματικότητας της χρησιμοποιούμενης ενέργειας, την ανακύκλωση υλικών και την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι παράγοντες από τους οποίους προέρχεται η δημιουργία της πράσινης οικονομίας και τα τεχνολογικά επιτεύγματα στο χώρο των ΑΠΕ είναι η προστασία και βιωσιμότητα του περιβάλλοντος, η οικονομική ανάπτυξη και η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, η εθνική ασφάλεια και η ηθική υποχρέωση του ανθρώπου απέναντι στις επόμενες γενιές.

Συγκριτικά με τις υπόλοιπες αναπτυγμένες χώρες, η συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο είναι περιορισμένη και παρόλο που η Ελλάδα διαθέτει πλούσιο αιολικό δυναμικό, υψηλή ηλιοφάνεια, πολλά γεωθερμικά πεδία και υδάτινους πόρους, κατέχει δυστυχώς μία από τις τελευταίες θέσεις στην Ευρώπη σχετικά με την αξιοποίησή τους.

Το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή της Ελλάδας απέχει πολύ από τον στόχο που έχει θέσει η Ευρώπη. Η συμβολή των ΑΠΕ στην ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας είναι σταθερή και κυμαίνεται σε ποσοστό της τάξης του 8 - 9 % για το λόγο ότι η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από ΑΠΕ οφείλεται κατά 70% στη βιομάζα που καταναλώνεται στον οικιακό τομέα αλλά και στα μεγάλα υδροηλεκτρικά τα οποία εξακολουθούν να παραμένουν σε σταθερά ποσοστά.

Η συνεισφορά των ΑΠΕ παρουσιάζει σταθερά ανοδική πορεία και αυτό οφείλεται στα μέτρα οικονομικής υποστήριξης. Η πορεία αυτή όμως προχωράει με πολύ αργούς ρυθμούς σε σύγκριση με την υπόλοιπη Ευρώπη. Η ανανεώσιμη ενέργεια από την οποία προέρχεται αυτή η ανοδική πορεία είναι κυρίως τα αιολικά πάρκα, αλλά οφείλεται επίσης και στα μικρά υδροηλεκτρικά, στη βιομάζα αλλά και στα Φωτοβολταϊκά.



Το 1990 παρατηρήθηκε μία ικανοποιητική αύξηση, φθάνοντας τελικά το 2007 να λειτουργούν αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 745MW. Την ίδια χρονική στιγμή τα υδροηλεκτρικά έφταναν σε ισχύ τα 108MW.

Η παραγωγή θερμικής ενέργειας από ΑΠΕ προέρχεται από ενεργητικά ηλιακά συστήματα, θερμικές χρήσεις της βιομάζας και γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Η ανάπτυξη της βιομηχανίας των ηλιακών συλλεκτών οδήγησε την Ελλάδα στην δεύτερη θέση σε εγκατεστημένη επιφάνεια συλλεκτών σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Η κύρια παραγωγή θερμότητας από βιομάζα προέρχεται από την καύση βιομάζας στον οικιακό τομέα ή από υπολείμματα βιομάζας σε βιομηχανικές μονάδες κατεργασίας ξύλου τροφίμων, βάμβακος κλπ.

Η ελληνική αγορά θερμότητας από ΑΠΕ είναι σε στάδιο εκκίνησης. Ένας τομέας με πολλά οφέλη για τη θερμική διείσδυση των ΑΠΕ είναι ο κτιριακός, σε συνδυασμό με την αναθεώρηση της εθνικής νομοθεσίας για τα κτίρια αυξημένης ενεργειακής αποδοτικότητας. Παρόλα αυτά, η διείσδυση των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο εξακολουθεί να είναι μικρή και αυτό αποτελεί ευθύνη της ελληνικής πολιτείας, η οποία τις πιο πολλές φορές δεν αφουγκράζεται την αναπτυσσόμενη αγορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και δημιουργεί η ίδια εμπόδια στην ανάπτυξη τους.

Το θεσμικό πλαίσιο της Ελλάδας παραμένει ανεπαρκές ή ασαφές και πολλές υπηρεσίες που εμπλέκονται σκέφτονται ακόμη με όρους της τελευταίας τριακονταετίας και δυστυχώς οι καινοτόμες τεχνολογίες αντιμετωπίζονται ως εξωτερικά.

Παρόλο που το πιο μεγάλο κομμάτι της ενέργειας καταναλώνεται στον κτιριακό τομέα, δεν υπάρχουν ακόμη επαρκή κίνητρα για εξοικονόμηση και χρήση ΑΠΕ στα κτίρια και παράλληλα, οι διάφορες ενεργειακές τεχνολογίες αντιμετωπίζονται όλες τις φορές με τα ίδια κριτήρια, χωρίς να εστιάζουν στο γεγονός ότι κάποιες απ' αυτές σχετίζονται με μεγάλες ενεργειακές επενδύσεις και ότι άλλες ευνοούν πιο αποκεντρωμένες εφαρμογές.

## **8.5 Το μέλλον των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ελλάδα**

Η εξέλιξη του Ελληνικού ενεργειακού συστήματος τις επόμενες δεκαετίες, θα έχει ως βασικούς άξονες κατεύθυνσης την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού, τη



διασφάλιση της καλής λειτουργίας της εσωτερικής αγοράς ενέργειας, τη βέλτιστη αξιοποίηση των εγχώριων πηγών ενέργειας, την προώθηση των τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, την ταχεία υιοθέτηση τεχνολογικών εφαρμογών που συνεισφέρουν στην εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και στη διαχείριση της ζήτησής της, καθώς και την επίτευξη δραστηκής μείωσης των εκπομπών αέριων ρύπων του θερμοκηπίου από τις ανθρωπογενείς καταναλώσεις ενέργειας.

Στο πλαίσιο αυτό, το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ που παρουσιάστηκε το καλοκαίρι του 2010 και αποσκοπεί στην επίτευξη συγκεκριμένων στόχων για τη διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση, θέτει τις βάσεις και την πορεία εξέλιξης του ενεργειακού τομέα μέχρι το 2020.

Στην παρούσα εργασία, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην πορεία εξέλιξης του ενεργειακού συστήματος σε μακροπρόθεσμο πλαίσιο, δηλαδή έως το 2050, αναλύοντας διάφορα σενάρια σχετικά με τους στόχους, τη λειτουργία, τη δομή και τη σύνθεση του ενεργειακού συστήματος.

Για τη μακροπρόθεσμη παρακολούθηση της εξέλιξης του συστήματος και της τελικής ζήτησης μέχρι το 2050, λαμβάνεται ως έτος αναφοράς το 2020, όπου και θεωρείται ότι έχουν επιτευχθεί οι κεντρικοί εθνικοί ενεργειακοί στόχοι που προβλέπουν διείσδυση κατά 20% των ΑΠΕ στην τελική ενεργειακή κατανάλωση, με την επιμέρους ανάλυση του μεριδίου των ΑΠΕ να αφορά σε 40% στην ηλεκτροπαραγωγή, 20% συμμετοχή στη ζήτηση ενέργειας για θέρμανση/ψύξη και σε διείσδυση κατά 10% στις μεταφορές.

Το αποτέλεσμα της ανάλυσης του Ελληνικού ενεργειακού συστήματος μέχρι το 2020 οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η επίτευξη του ποσοστού συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, θα επιτευχθεί μόνο με τη συνδυαστική εφαρμογή θεσμικών, κανονιστικών, οικονομικών και τεχνολογικών μέτρων που αποσκοπούν στην αξιοποίηση του οικονομικού δυναμικού ανάπτυξης μεγάλων έργων ΑΠΕ, την ολοκλήρωση των αναγκαίων εργασιών επέκτασης και αναβάθμισης του ηλεκτρικού δικτύου και τη σταδιακή ανάπτυξη της διεσπαρμένης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Κάτι τέτοιο όμως, απαιτεί την αντιμετώπιση ποικίλων εμποδίων, που έχουν ήδη εντοπιστεί, και σχετίζονται με καθυστερήσεις στην αδειοδότηση έργων ΑΠΕ, σε ασάφειες θεμάτων χωροταξικού σχεδιασμού, καθώς και την ελλιπή ενημέρωση των πολιτών σχετικά με τις εφαρμογές έργων ΑΠΕ.



Για την ικανοποίηση των εθνικών στόχων για το 2020, συμμετοχής των ΑΠΕ σε θέρμανση-ψύξη και μεταφορές, προβλέπεται αξιοποίηση όλων των θεσμικών αλλαγών που έχουν ήδη υλοποιηθεί ή έχουν δρομολογηθεί προκειμένου να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας μέσω βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, διείσδυσης ώριμων τεχνολογικών εφαρμογών και υιοθέτησης πολιτικών ορθολογικής χρήσης ενέργειας σε όλους τους τομείς.

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες από την ΕΕ, για την περίοδο μετά το 2020 θα συνεχιστεί η περαιτέρω διείσδυση και συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, στη θέρμανση και ψύξη και στις μεταφορές και θα συνεπικουρείται και από την ενδυνάμωση των μηχανισμών και των αντίστοιχων κυρώσεων σχετικά με τις εκπομπές αέριων ρύπων του θερμοκηπίου.

Η εφαρμογή θεσμικών μέτρων στον κτιριακό τομέα και τις μεταφορές και η ταχεία εξέλιξη τεχνολογικών εφαρμογών που οδηγούν σε βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, αναμένεται να επιτύχουν σημαντικά μεγέθη εξοικονόμησης ενέργειας που στις επόμενες δεκαετίες θα οδηγήσουν σε σταδιακή μείωση του ρυθμού αύξησης της ζήτησης και τελικά και της απόλυτης μείωσης της τελικής κατανάλωσης ενέργειας.

Στα σενάρια εξέλιξης του ενεργειακού συστήματος που εξετάζονται, ισχύουν ή ενδυναμώνονται οι τάσεις που δημιουργήθηκαν για να επιτευχθούν οι στόχοι του 2020 μέχρι το 2050. Για το σκοπό αυτό τίθενται δεσμεύσεις και στόχοι για τις εκπομπές, επιτυγχάνονται υψηλοί ρυθμοί βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμησης ενέργειας, ενώ και η συμμετοχή των τεχνολογιών διαμορφώνεται στη βάση του ελαχίστου κόστους.

Η Ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική έως το 2020 επικεντρώνεται στην επίτευξη τριών επιμέρους στόχων για το σύνολο των Κρατών-Μελών, οι οποίοι αφορούν στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 (Οδηγία 2009/29/EK), στη διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας κατά 20% στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (Οδηγία 2009/28/EK) και στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και επίτευξη εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας κατά 20%.

Για την Ελλάδα, ο στόχος για τις εκπομπές αερίων ρύπων του θερμοκηπίου είναι μείωση κατά 4% στους τομείς εκτός εμπορίας σε σχέση με τα επίπεδα του 2005 και 18% διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση.

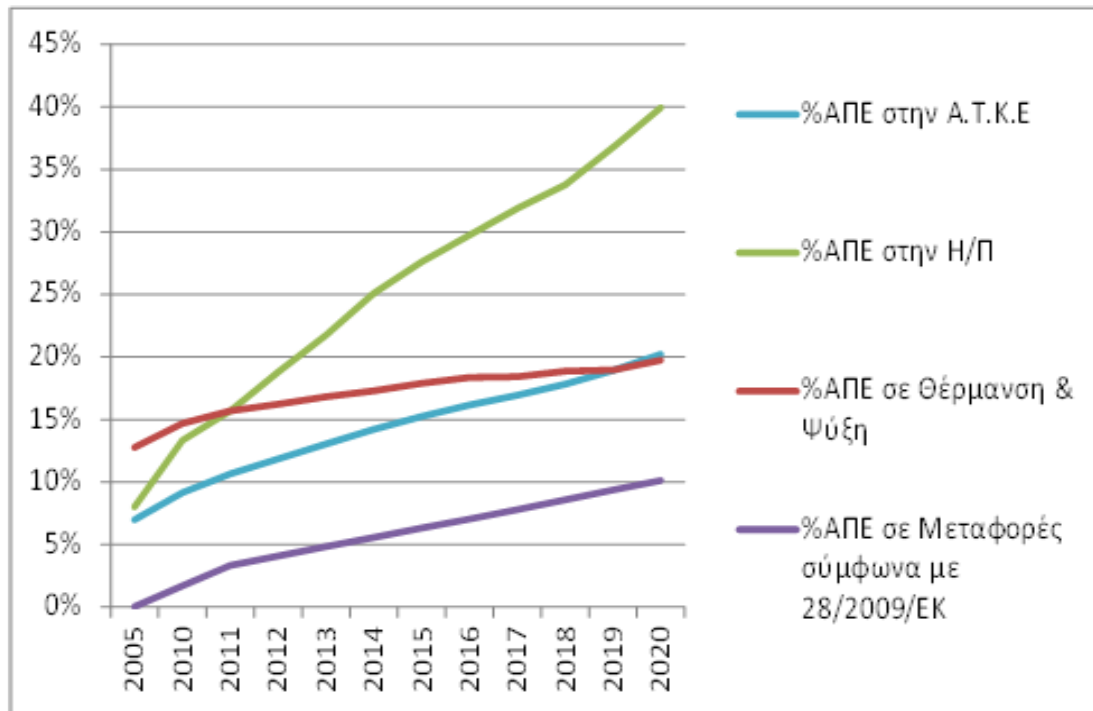


Η Ελληνική κυβέρνηση προχώρησε στην αύξηση του εθνικού στόχου συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας στο 20% και ο στόχος αυτός εξειδικεύεται σε 40% συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, 20% σε θέρμανση και ψύξη και 10% στις μεταφορές.

Για τον καθορισμό της εξέλιξης του ελληνικού ενεργειακού συστήματος μέχρι το 2020, λαμβάνονται υπόψη οι προαναφερθέντες εθνικοί στόχοι και δεσμεύσεις για τη μείωση των εκπομπών και τη διείσδυση των ΑΠΕ και συνυπολογίζεται το σύνολο των πρόσφατων θεσμικών αλλαγών που αφορούν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στον κτιριακό τομέα και στην ανάπτυξη μηχανισμών της αγοράς και εφαρμογής συγκεκριμένων μέτρων και πολιτικών που αποσκοπούν στην επίτευξη του συγκεκριμένου εθνικού στόχου για εξοικονόμηση ενέργειας.

Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, που εκπονήθηκε το 2010, περιγράφει την πορεία εκπλήρωσης των εθνικών στόχων και δεσμεύσεων, ώστε μέχρι το 2020 να έχει επιτευχθεί η επιδιωκόμενη διείσδυση των ΑΠΕ στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα.

Το ακόλουθο σχήμα συνοψίζει την πορεία εξέλιξης της διείσδυσης των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας, στην ηλεκτροπαραγωγή, στη θέρμανση και ψύξη καθώς και στις μεταφορές, για την επίτευξη των εθνικών ενεργειακών στόχων έως το 2020.



Διάγραμμα 1: Εξέλιξη του μεριδίου ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας, την ηλεκτροπαραγωγή και την τελική κατανάλωση θερμικής ενέργειας και του μεριδίου βιοκαυσίμων στις μεταφορές σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ έως το 2020.

Η παρουσίαση του συγκεκριμένου οδικού χάρτη ανάπτυξης των τεχνολογιών ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή και στη θέρμανση-ψύξη, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μοντέλων ενεργειακής ανάλυσης, όπου και αναλύθηκαν διαφορετικά σενάρια εξέλιξης του Ελληνικού ενεργειακού συστήματος μέχρι το 2020, λαμβάνοντας υπόψη και παραμέτρους οικονομικής και τεχνολογικής ανάπτυξης.

Οι βασικές παράμετροι ήταν η εξέλιξη της οικονομικής δραστηριότητας στη χώρα, η εξέλιξη των διεθνών τιμών καυσίμων, τα εναλλακτικά επίπεδα χρήσης των συμβατικών καυσίμων, η επίδραση των τιμών των τεχνολογιών ΑΠΕ στη διείσδυσή τους, η επίδραση των διασυνδέσεων στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και της ανάπτυξης του συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

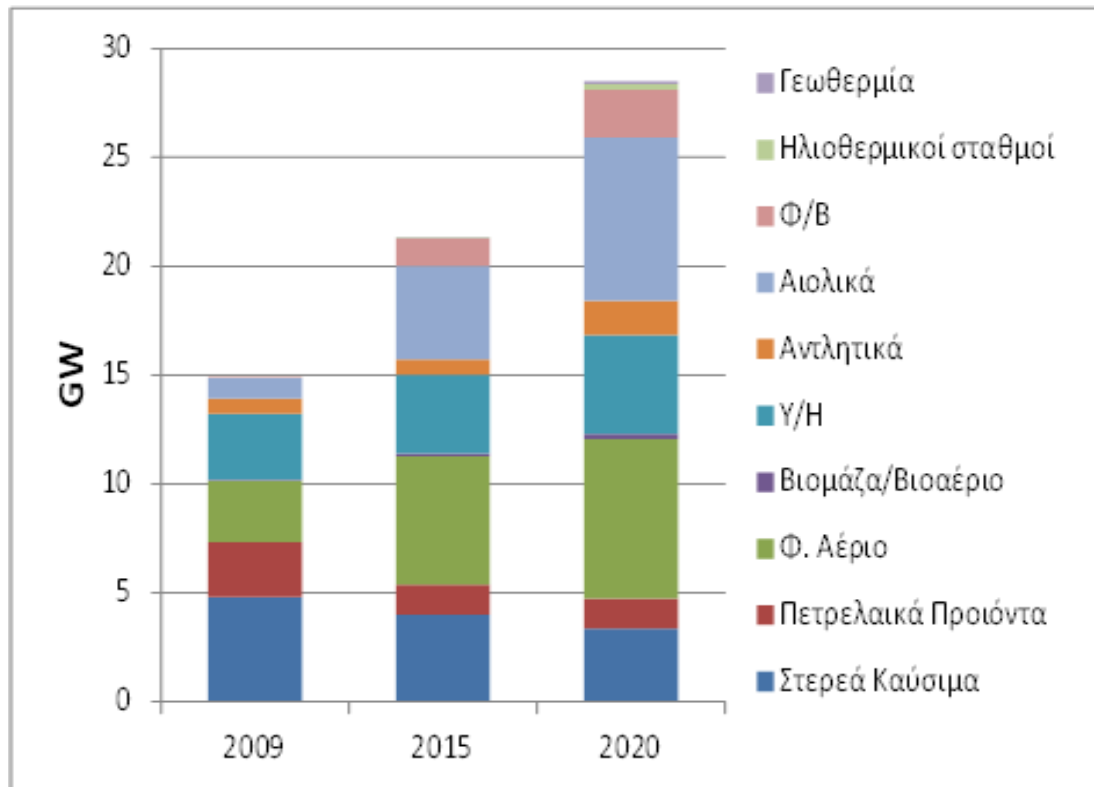
Για την υλοποίηση των στόχων της Ευρωπαϊκής Πολιτικής για την Ελλάδα έως το 2020 απαιτείται η υιοθέτηση και εφαρμογή συγκεκριμένων πολιτικών και η έγκαιρη διείσδυση συγκεκριμένων τεχνολογιών ΑΠΕ στο ενεργειακό σύστημα. Με αυτό τον τρόπο, οι εθνικοί στόχοι για το 2020, σε πρώτη εκτίμηση αναμένεται να ικανοποιηθούν για την ηλεκτροπαραγωγή με την ανάπτυξη περίπου 13,3GW από ΑΠΕ, όπου συμμετέχει το σύνολο των τεχνολογιών ΑΠΕ με προεξέχουσες σε επίπεδο





εγκατεστημένης ισχύος τα αιολικά πάρκα με 7,5GW, τα υδροηλεκτρικά με 3GW και τα ηλιακά με περίπου 2,5GW.

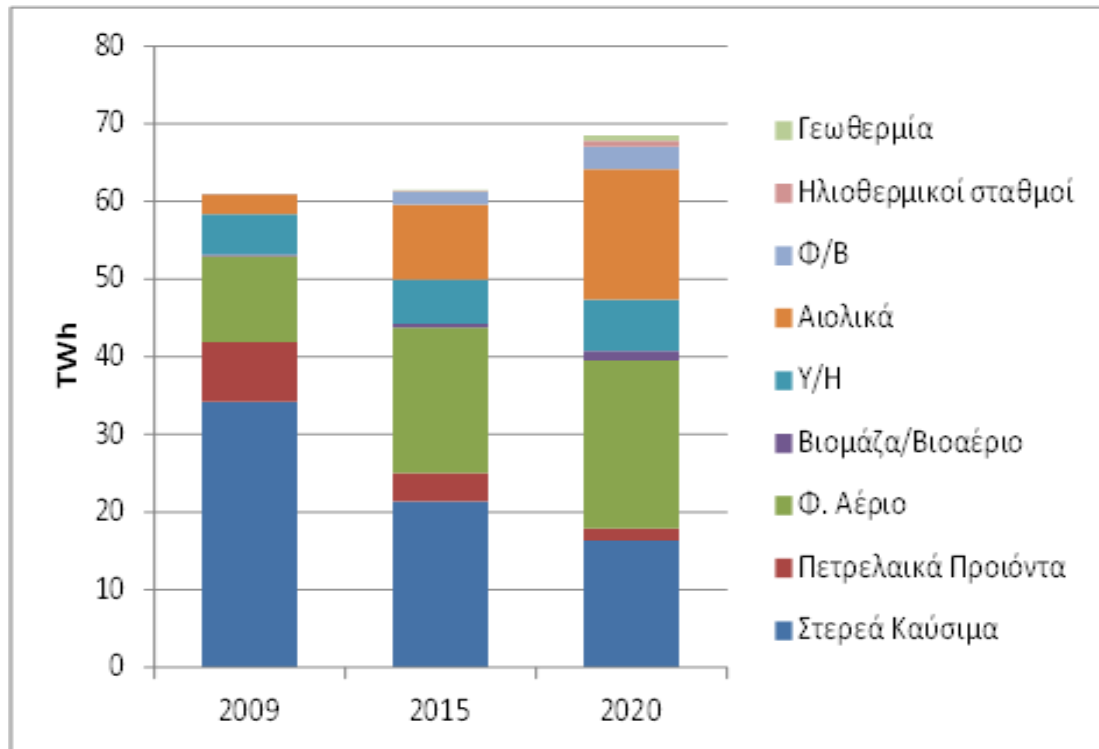
Η σταδιακή εμφάνιση νέων τεχνολογιών ΑΠΕ στο μείγμα της ηλεκτροπαραγωγής, οι οποίες αναμένεται σε μακροπρόθεσμο επίπεδο να έχουν ολοένα και πιο μεγάλο μερίδιο συμμετοχής, είναι αξιοσημείωτη.



Διάγραμμα 2: Εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος Η/Π ανά καύσιμο για την επίτευξη των εθνικών στόχων έως το 2020.

Το αποτέλεσμα της ανάλυσης οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η επίτευξη του ποσοστού συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή (40%) μέχρι το 2020, θα επιτευχθεί μόνο με τη συνδυαστική εφαρμογή θεσμικών, κανονιστικών, οικονομικών και τεχνολογικών μέτρων που έχουν ως βασικό στόχο την αξιοποίηση του οικονομικού δυναμικού ανάπτυξης μεγάλων έργων ΑΠΕ, την ολοκλήρωση των αναγκαίων εργασιών επέκτασης και αναβάθμισης του ηλεκτρικού δικτύου και στη σταδιακή ανάπτυξη της διεσπαρμένης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Προφανώς αυτό απαιτεί την αντιμετώπιση ποικίλων εμποδίων, που έχουν ήδη αναφερθεί. Η Ελλάδα παρουσιάζει την ιδιομορφία ενός μη πλήρως διασυνδεδεμένου ηλεκτρικού συστήματος, καθώς πολλά νησιά αποτελούν αυτόνομα δίκτυα.

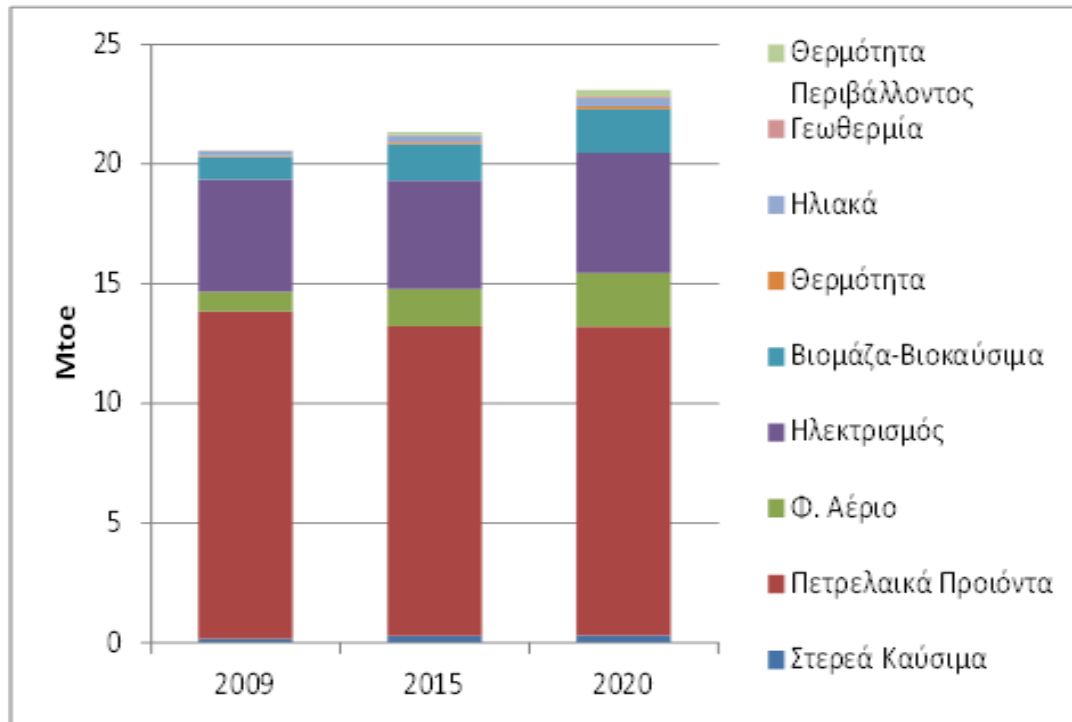




Διάγραμμα 3: Εξέλιξη της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά καύσιμο για την επίτευξη των εθνικών στόχων έως το 2020.

Όλα αυτά τα δεδομένα, ελήφθησαν υπόψη στην εκπόνηση της μελέτης και στο σχεδιασμό της εξέλιξης συνεισφοράς των διαφόρων τεχνολογιών για ηλεκτροπαραγωγή μέχρι το 2020.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί, για να επιτευχθούν οι στόχοι του μεριδίου των ΑΠΕ στη ζήτηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, προβλέπεται σημαντική διείσδυση των αντλιών θερμότητας, η διατήρηση του υψηλού μεριδίου των θερμικών ηλιακών συστημάτων και η αύξηση της θερμικής ενέργειας από εφαρμογές βιομάζας.



Διάγραμμα 4: Εξέλιξη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για την επίτευξη των εθνικών στόχων έως το 2020.

Η επίτευξη του εθνικού στόχου συμμετοχής των ΑΠΕ σε θέρμανση-ψύξη, προβλέπει αξιοποίηση όλων των θεσμικών αλλαγών που έχουν ήδη υλοποιηθεί ή δρομολογούνται, ειδικά στον κτιριακό τομέα, ώστε να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας μέσω βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και υιοθέτησης πολιτικών ορθολογικής χρήσης ενέργειας σε όλους τους τελικούς τομείς κατανάλωσης ενέργειας.

Για την επίτευξη του στόχου διείσδυσης των βιοκαυσίμων κατά 10%, λαμβάνονται υπόψη τόσο οι αλλαγές στο θεσμικό πλαίσιο και τα απαραίτητα μέτρα που πρέπει να εφαρμοστούν, όσο και οι εκτιμήσεις για την αξιοποίηση εγχώριου δυναμικού ή εισαγωγών για την επίτευξη των επιμέρους στόχων.

Για τη βιοαιθανόλη, γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στα προβλήματα και στην αναμενόμενη σταδιακή διείσδυσή της στην ελληνική αγορά, σχεδόν αποκλειστικά από εισαγωγές, ενώ αντίθετα για την παραγωγή βιοντήζελ η έμφαση θα δοθεί στην προσπάθεια αξιοποίησης του εγχώριου δυναμικού.

Η Εθνική Επιτροπή Ενεργειακής Στρατηγικής του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής επιμελήθηκε μια σε βάθος ορίζοντα ανάλυση του Ελληνικού Ενεργειακού Συστήματος με στόχο τη διαμόρφωση του Ενεργειακού Χάρτη Πορείας της Ελλάδας για την περίοδο 2020-2050.



Η μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενη ενέργεια και η βέλτιστη αξιοποίηση των εγχώριων ενεργειακών πόρων τόσο στην ηλεκτροπαραγωγή, όσο και συνολικά, καθώς και η επίτευξη σημαντικής μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το 2050 σε σχέση με τις αντίστοιχες εκπομπές του 2005, παραμένουν οι βασικοί άξονες σχεδιασμού λαμβάνοντας υπόψη και τις απαιτήσεις σε επίπεδο εθνικής οικονομίας για την επίτευξη αυτών των ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων.

Ουσιαστική επιλογή είναι η μηδενική αξιοποίηση της πυρηνικής ενέργειας και η περιορισμένη χρήση της τεχνολογίας συλλογής και αποθήκευσης άνθρακα εξαιτίας τεχνικοοικονομικών αβεβαιοτήτων. Κεντρική κατεύθυνση του σχεδιασμού του ενεργειακού συστήματος, αποτελεί η αειφόρος ανάπτυξη και προστασία του περιβάλλοντος και η προστασία του τελικού καταναλωτή, ο οποίος θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα χρήσης των βέλτιστων τεχνικοοικονομικών επιλογών για την κάλυψη των αναγκών του.

Η επιδείνωση της οικονομίας έχει ως αποτέλεσμα την αντίστοιχη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας αλλά και της ζήτησης ηλεκτρισμού, όχι όμως της γενικής τάσης. Αποτέλεσμα αυτού είναι η μείωση σε απόλυτα μεγέθη και της αναγκαίας ισχύος των ΑΠΕ για την επίτευξη του στόχου. Αντίθετα, οι εκπομπές CO<sub>2</sub> από τον ενεργειακό τομέα αυξάνονται λόγω μεγαλύτερης παραγωγής από λιγνιτικούς σταθμούς αξιοποιώντας περισσότερο μία εγχώρια πηγή ενέργειας.

Ένας άλλος παράγοντας που θα επηρεάσει τις εξελίξεις στην επόμενη δεκαετία είναι η τιμή δικαιωμάτων εκπομπών. Στις προηγούμενες αλλά και τις πλέον πρόσφατες εκτιμήσεις η τιμή είχε ληφθεί να υπερβαίνει τα €20/τον CO<sub>2</sub> γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση της τιμής ηλεκτρισμού.

## **8.6 Προβλέψεις στη συνολικά παραγόμενη ενέργεια από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα & Στατιστική Ανάλυση**

Ένας σημαντικός τεχνικός περιορισμός που έχει τεθεί είναι το δυναμικό για την κατασκευή αντλητικών υδροηλεκτρικών μονάδων αποθήκευσης που στην ουσία καθορίζει το μέγιστο βαθμό διείσδυσης των μεταβαλλόμενων ΑΠΕ.

Αρχικά υιοθετείται η παραδοχή ότι το ισοζύγιο εισαγωγών-εξαγωγών ηλεκτρισμού ισούται λογιστικά με μηδέν, με σκοπό να διερευνηθεί υπό ποιες προϋποθέσεις και με ποιο κόστος μπορεί να διασφαλιστεί η κάλυψη της ζήτησης από



εγχώρια ηλεκτροπαραγωγή και επίσης, υιοθετείται η εξέλιξη του κόστους των εκπομπών που προβλέπει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την περίοδο 2020-2050.

Ο αρχικός στόχος για το 2050 είναι οι εκπομπές αερίων ρύπων να παρουσιάσουν μείωση στα επίπεδα του 60%-70% σε σχέση με το 2005, ενώ ταυτόχρονα η ηλεκτροπαραγωγή να βασίζεται στις ΑΠΕ με ταυτόχρονο εξηλεκτρισμό των μεταφορών. Με αυτό τον τρόπο η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με ηλεκτρική ενέργεια, θα σημαίνει σχεδόν μηδενικές εκπομπές, μείωση της χρήσης πετρελαιοειδών άρα και της ενεργειακής εξάρτησης και ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού.

Επειδή τα αποτελέσματα της ανάλυσης με βάση την εφαρμογή των υφιστάμενων πολιτικών έδειξαν αδυναμία επίτευξης της επιθυμητής μείωσης των εκπομπών, εξετάστηκαν νέες πολιτικές που θα εξασφαλίσουν καθαρότερο περιβάλλον και βιώσιμη ανάπτυξη μέσα σε μια ρεαλιστική εξέλιξη της οικονομίας για την περίοδο 2020-2050.

Τα κύρια σημεία των τριών αυτών σεναρίων περιγράφονται ως εξής:

- Το Σενάριο «Υφιστάμενων Πολιτικών» υποθέτει συντηρητική υλοποίηση των πολιτικών για την ενέργεια και το περιβάλλον. Προβλέπεται μέτριο επίπεδο περιορισμού των αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2050 τουλάχιστον κατά 40% σε σχέση με το 2005 και μέτριες διεισδύσεις τεχνολογιών ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας ως συνέπεια των συντηρητικών πολιτικών υλοποίησής του.
- Το Σενάριο «Μέτρων Μεγιστοποίησης ΑΠΕ» υποθέτει τη μεγιστοποίηση της διείσδυσης των ΑΠΕ στα επίπεδα του 100% στην ηλεκτροπαραγωγή και σε πολύ μεγάλη κλίμακα συνολικά, με στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 60%-70%, με μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια και τις μεταφορές. Το ίδιο σενάριο εξετάζεται με χρήση εισαγωγών ηλεκτρικής ενέργειας που θα φέρουν μείωση του κόστους στον τομέα ηλεκτρισμού λόγω λιγότερων επενδύσεων και αγορών ηλεκτρικής ενέργειας σε χαμηλότερες τιμές.
- Το Σενάριο «Περιβαλλοντικών Μέτρων Ελαχίστου Κόστους» όπου το μίγμα των ενεργειακών τεχνολογιών επιλέγεται με βάση την πολιτική ελαχίστου κόστους για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 60%-70%,



ενώ παράλληλα γίνεται μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια και τις μεταφορές. Το επίπεδο διείσδυσης των ΑΠΕ είναι μεγάλο αλλά δεν ξεπερνάει το 85% στην ηλεκτροπαραγωγή λόγω του περιορισμού στις απαιτούμενες μονάδες αποθήκευσης.

Το σενάριο υφιστάμενων πολιτικών δεν επιτυγχάνει το δεσμευτικό στόχο μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> αλλά επιτυγχάνει μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 48% σε σχέση με τα επίπεδα του 2005.

Τα σενάρια νέων ενεργειακών πολιτικών επιτυγχάνουν ταχύτερη και μεγαλύτερη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, καθώς το ενεργειακό μείγμα χαρακτηρίζεται από μεγάλη διείσδυση τεχνολογιών ΑΠΕ. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η κύρια περιβαλλοντική δέσμευση για μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 60%-70%.

Η διατήρηση των υφιστάμενων πολιτικών χωρίς την εφαρμογή νέων μέτρων και στρατηγικών για τον τομέα της ενέργειας δεν πρόκειται να συμβάλλει στην επίτευξη των εθνικών περιβαλλοντικών δεσμεύσεων, για αυτό το λόγο η ενδυνάμωση των υφιστάμενων πολιτικών σε θέματα διείσδυσης ΑΠΕ κρίνεται απαραίτητη.

Η επίτευξη του στόχου της μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 60%-70% μέχρι το 2050 σε σχέση με το 2005, επιτυγχάνεται δίνοντας έμφαση σε διαφορετικούς τομείς. Τα σενάρια υλοποίησης της νέας ενεργειακής και περιβαλλοντικής πολιτικής, Σενάρια Περιβαλλοντικών Μέτρων Ελαχίστου Κόστους και Μέτρων Μεγιστοποίησης ΑΠΕ, προβλέπουν 85%-100% διείσδυση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή με σταδιακή μετατροπή των σημερινών συστημάτων παραγωγής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ η παράλληλη μεγάλη διείσδυση των ΑΠΕ στην τελική θερμική κατανάλωση και στις μεταφορές, επιτυγχάνει συνολικά μερίδιο των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας που κυμαίνεται μεταξύ 60%-70% μέχρι το 2050.

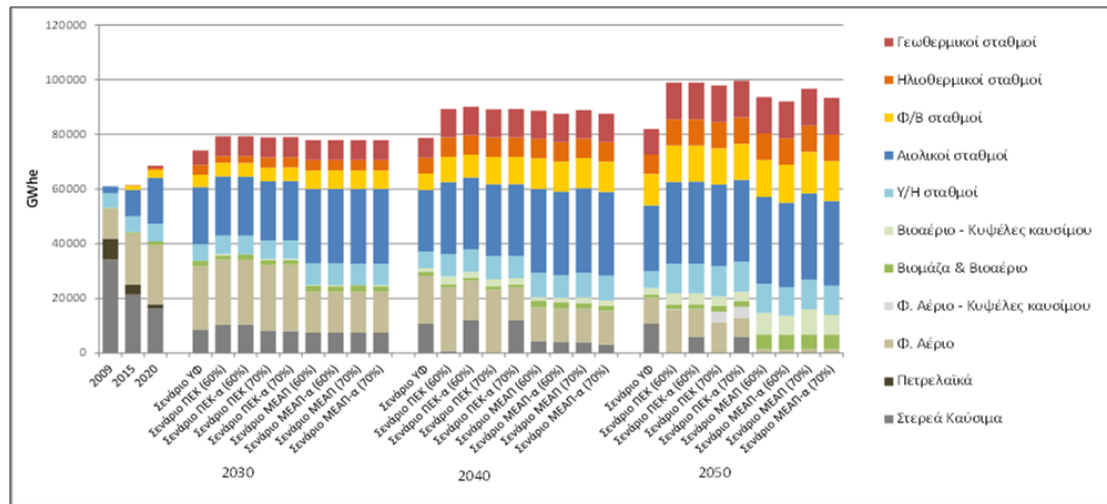
#### 8.6.1 Εξέλιξη της ηλεκτροπαραγωγής

Ο τομέας της ηλεκτροπαραγωγής αναμένεται να εμφανίσει σημαντικές διαφοροποιήσεις την περίοδο 2019 έως το 2050, καθώς ένας μεγάλος αριθμός των μέτρων που αφορούν στην χάραξη εθνικής πολιτικής, αναφέρεται στο συγκεκριμένο τομέα.

Η συνολική παραγωγή ηλεκτρισμού στη χώρα θα αυξηθεί σε σχέση με τα σημερινά επίπεδα έως και κατά 63% έως το 2050 (μέχρι και 45% σε σχέση με το



2020). Συγκεκριμένα, ενώ σήμερα, το 56% της ηλεκτροπαραγωγής προέρχεται από σταθμούς παραγωγής με καύσιμο το λιγνίτη, σύμφωνα με το 1<sup>ο</sup> Σενάριο το μερίδιο του λιγνίτη θα μειωθεί στο 13% το 2050, ενώ στα υπόλοιπα σενάρια θα μηδενιστεί. Εξάιρεση αποτελεί το 2<sup>ο</sup> Σενάριο, στο οποίο λόγω της ένταξης τεχνολογίας δέσμευσης και αποθήκευσης CO<sub>2</sub> παραμένουν λιγνιτικές μονάδες έως το τέλος της περιόδου 2020-2050, κατέχοντας μερίδιο 6% στην ηλεκτροπαραγωγή το 2050.



Διάγραμμα 5: Εξέλιξη της ηλεκτροπαραγωγής ανά καύσιμο σε κάθε εξεταζόμενο σενάριο

Το μερίδιο των πετρελαιοειδών στην ηλεκτροπαραγωγή θα μηδενιστεί έως το 2030, γεγονός που αποδίδεται στην απόσυρση των πετρελαϊκών σταθμών που είναι εγκατεστημένοι στα μη διασυνδεδεμένα νησιά έπειτα από την επικείμενη διασύνδεσή τους με το ηπειρωτικό σύστημα.

Το φυσικό αέριο θα σημειώσει σταδιακή μείωση, με τη συμμετοχή του να κυμαίνεται στο 10%-16% και θα υφίστανται διεσπαρμένοι βιομηχανικοί σταθμοί συμπαραγωγής, που εκτός της βιομάζας και του βιοαερίου, θα χρησιμοποιούν ως καύσιμο και το φυσικό αέριο, ενώ ορισμένοι σταθμοί συνδυασμένου κύκλου με φυσικό αέριο και αεριοστρόβιλοι θα παραμείνουν στο ηλεκτρικό σύστημα για την παροχή στρεφόμενης εφεδρείας, καθώς πρόκειται για ευέλικτες μονάδες με σύντομους χρόνους εκκίνησης.

Επιπλέον, ένα μικρό ποσοστό της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος για όλα τα σενάρια, θα αντιστοιχεί σε λιγνιτικές μονάδες αμοστροβίλων, οι οποίες θα παραμείνουν στο ενεργειακό μίγμα ως ψυχρή εφεδρεία.

Η διαμόρφωση του ηλεκτρικού μίγματος θα καθοριστεί σε πολύ μεγάλο βαθμό από τις τεχνολογίες ΑΠΕ που θα συνεισφέρουν στην



ηλεκτροπαραγωγή. Συγκεκριμένα, στο Σενάριο 2, όπου όλη η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας θα καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς θα ανέλθει σε περισσότερο από 40GW (συμπεριλαμβανομένων των μεγάλων Υ/Η σταθμών, καθώς και των λιγνιτικών σταθμών και σταθμών Φ.Α. που απομένουν ως ψυχρή και στρεφόμενη εφεδρεία αντίστοιχα), αξιοποιώντας το σύνολο των εμπορικά ώριμων τεχνολογιών και λαμβάνοντας υπόψη και το δυναμικό ανάπτυξης τους στην Ελλάδα. Στο εναλλακτικό Σενάριο 2, οι καθαρές εισαγωγές, σύμφωνα με το ισοζύγιο εισαγωγών-εξαγωγών, θα συνεισφέρουν στο σύνολο της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας κατά περίπου 5%.

Η ηλεκτροπαραγωγή από αιολικά πάρκα θα σημειώσει ραγδαία αύξηση στα σενάρια νέων ενεργειακών πολιτικών, αποκτώντας τελικά μερίδιο το 2050 που θα κυμαίνεται από 33% έως 36% στη συνολική εγκατεστημένη ισχύ και από 29% έως 34% στην συνολική παραγωγή ηλεκτρισμού.

Αντίστοιχη αύξηση παρατηρείται και στον τομέα των Φ/Β, το μερίδιο των οποίων θα αντιστοιχεί στη συνολική εγκατεστημένη ισχύ σε περίπου 25%-27% το 2050 (από περίπου 3% σήμερα), με μέσο ρυθμό ανάπτυξης περίπου 5% ετησίως έως το 2050.

Η εγκατεστημένη ισχύς των Υ/Η σταθμών συνολικά ενώ για το σενάριο υφιστάμενων πολιτικών δεν θα παρουσιάσει μεγάλη αύξηση, αντίθετα στα σενάρια νέων ενεργειακών πολιτικών αυξάνεται κατά περίπου 82% μέχρι το 2050, αξιοποιώντας το εγχώριο δυναμικό σε μεγάλο βαθμό, καθώς η συμμετοχή των μεγάλων Υ/Η θα περιλαμβάνει πολλές αντλητικές μονάδες εξισορρόπησης.

Η παραγόμενη από αντλησιοταμιευτικούς σταθμούς ενέργεια δεν λαμβάνεται υπόψη για τον υπολογισμό της συνολικής παραγωγής του συστήματος, καθώς οι συγκεκριμένοι σταθμοί αποτελούν συστήματα αποθήκευσης της περίσσειας παραγωγής των μονάδων μη ελεγχόμενης εξόδου. Επομένως, η παραγωγή από αντλησιοταμιευτικούς σταθμούς έχει ήδη προσμετρηθεί στην παραγωγή των μονάδων μη ελεγχόμενης εξόδου.

Η διεξόδυση των ηλιοθερμικών και γεωθερμικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής παρουσιάζει ενδιαφέρον, με την υπόθεση βέλτιστης αξιοποίησης του εγχώριου δυναμικού και λαμβάνοντας υπόψη την τεχνολογική πρόοδο που ειδικά για τα ηλιοθερμικά θα δώσει τη δυνατότητα ανάπτυξης μικρών μονάδων και





συστημάτων μεγαλύτερης δυναμικότητας αποθήκευσης. Το συνολικό τους μερίδιο στην ηλεκτροπαραγωγή το 2050 θα κυμαίνεται περίπου στο 10% ανάλογα με το εξεταζόμενο σενάριο νέων ενεργειακών πολιτικών για την περίπτωση των ηλιοθερμικών σταθμών και αντίστοιχα μεταξύ 13% και 15% για τους γεωθερμικούς σταθμούς.

Σχετικά με τη σύγκausη βιομάζας ή τη χρήση του βιοαερίου στην ηλεκτροπαραγωγή, προβλέπεται σημαντική αύξηση τόσο της εγκατεστημένης ισχύος όσο και της παραγωγής, και θα υπάρξει σημαντική διείσδυση κυψελών καυσίμου βιοαερίου σταδιακά, οδηγώντας τελικά σε μερίδιο που κυμαίνεται μεταξύ 6% και 15% στην ηλεκτροπαραγωγή έως και το 2050 για τα σενάρια νέων ενεργειακών πολιτικών.

Η εξέλιξη του τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, απαιτεί τη βέλτιστη αξιοποίηση του δυναμικού τεχνολογιών ΑΠΕ ελεγχόμενης εξόδου, καθώς συμβατικές τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής που θα λειτουργούσαν αντισταθμιστικά για τις μονάδες ΑΠΕ μη-ελεγχόμενης εξόδου θα απαιτηθεί πλέον να έχουν μειωμένη συμμετοχή λόγω της ανάγκης περιορισμού των εκπομπών CO<sub>2</sub> στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής.

Για τη γεωθερμία και τους ηλιοθερμικούς σταθμούς, η επίτευξη αυτού του στόχου σχετίζεται με την εκμετάλλευση αυτών των τεχνολογιών σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές, όπου θα πρέπει να έχουν υπάρξει έγκαιρα οι απαραίτητες στρατηγικές για τη διευκόλυνση της ανάπτυξής τους.

Η ανάπτυξη των δικτύων μεταφοράς περιλαμβάνει τη δια-σύνδεση των νησιών με το ηπειρωτικό σύστημα μέχρι την περίοδο 2025-2030 και την αύξηση της ικανότητας μεταφοράς των διεθνών διασυνδέσεων πάνω από 3000 MW μέχρι το 2050. Η ικανότητα των διεθνών διασυνδέσεων ενδέχεται να αυξηθεί σημαντικά περισσότερο και στο βαθμό που θα υλοποιηθούν ειδικά προγράμματα ανάπτυξης ΑΠΕ με εξαγωγικό χαρακτήρα. Παράλληλα, προβλέπεται η ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων.

Εξετάζοντας μεμονωμένα το σενάριο οικονομικά βέλτιστης εκπλήρωσης περιβαλλοντικών στόχων, γίνεται αντιληπτό ότι αυτό που το διαφοροποιεί από το Σενάριο 3 είναι η αυξημένη συμμετοχή λιγνιτικών μονάδων στην ηλεκτροπαραγωγή έως και το τέλος της περιόδου 2020-2050.





Αντίστοιχα, εξετάζοντας το σενάριο μέγιστης διείσδυσης ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή αλλά με συνεισφορά από εισαγωγές ηλεκτρισμού για την κάλυψη της ζήτησης, διαπιστώνεται ότι το ηλεκτρικό μίγμα οδηγείται σε οριακά μικρότερη διείσδυση τεχνολογιών ΑΠΕ έως το 2050.

Το ηλεκτρικό μίγμα το 2050 θα αποτελείται από σταθμούς ελεγχόμενης και μη ελεγχόμενης εξόδου. Οι σταθμοί μη ελεγχόμενης εξόδου προβλέπεται να συνεισφέρουν σε ποσοστό από 44% έως περίπου 49% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Αυτά τα επίπεδα διείσδυσης, ιδιαίτερα για τα σενάρια νέων ενεργειακών πολιτικών, στα οποία η εγκατεστημένη ισχύς μεταβαλλόμενων μονάδων ΑΠΕ είναι πολύ πιο υψηλή, απαιτούν σταθμούς αποθήκευσης. Ο λόγος είναι τόσο για να αντισταθμίζονται οι μεγάλες διακυμάνσεις της παραγωγής των μονάδων αυτών, όσο και για να είναι δυνατή η απορρόφηση της παραγόμενης ενέργειας εφόσον δεν είναι δεδομένο ότι τις ώρες με δυνατό αέρα ή τις ώρες ηλιοφάνειας θα υπάρχει ζήτηση φορτίου αντίστοιχη με την εν δυνάμει παραγωγή των μονάδων ΑΠΕ μη ελεγχόμενης εξόδου.

Η εκτίμηση που γίνεται μέσα από την μελέτη των σεναρίων είναι ότι για αρκετές ώρες σε ετήσια βάση, η εν δυνάμει παραγωγή από τις μονάδες αυτές θα υπερβαίνει την ζήτηση του φορτίου με αποτέλεσμα, στην περίπτωση όπου δεν υφίστανται οι απαιτούμενες μονάδες αποθήκευσης, το σύστημα να οδηγείται στην απόρριψη της πλεονάζουσας παραγωγής.

Η αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας θεωρήθηκε ότι θα καλυφθεί με δύο βασικές τεχνικές:

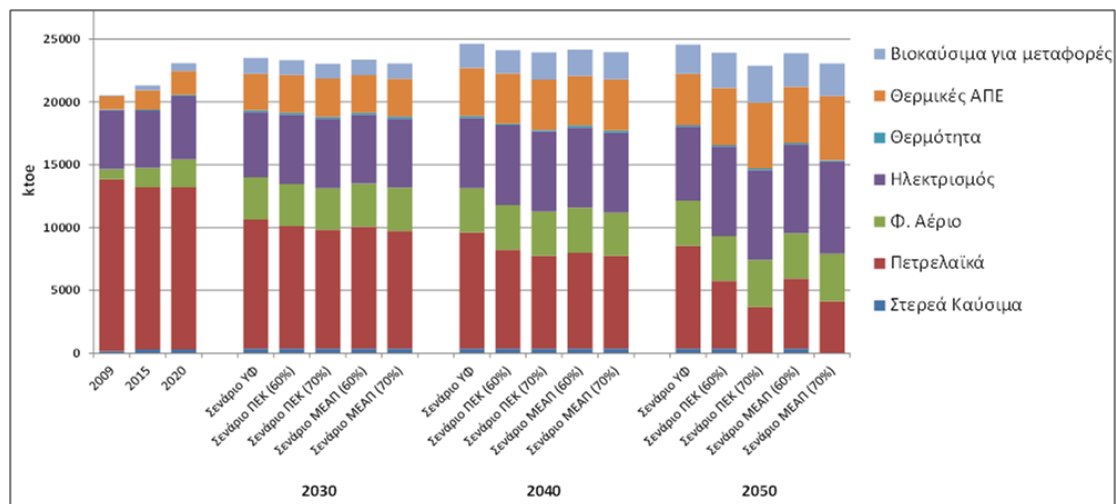
- Εγκατάσταση αντλητικών σταθμών σε υφιστάμενους ή και νέους υδροηλεκτρικούς σταθμούς τύπου φράγματος, προκειμένου να πραγματοποιείται αποθήκευση της ενέργειας.
- Χρήση μεγάλων συστοιχιών συσσωρευτών σε επίπεδο βιομηχανιών ηλεκτροπαραγωγής ή άλλων αποκεντρωμένων / τοπικών / οικιακών μονάδων αποθήκευσης.

Με βάση τις παραδοχές όλων των σεναρίων νέων ενεργειακών πολιτικών, προκύπτει ότι ο κύριος εγχώριος ενεργειακός πόρος για το 2050 θα είναι οι ΑΠΕ, όπου η πρωτογενής παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας από ΑΠΕ σχεδόν θα



πενταπλασιαστεί έως το 2050 σε σχέση με το 2020, το οποίο ουσιαστικά μεταφράζεται έως και 12 φορές μεγαλύτερη συνεισφορά των ΑΠΕ στη διάθεση πρωτογενούς ενέργειας το 2050 σε σχέση με τα σημερινά επίπεδα.

Για στα σενάρια νέας ενεργειακής πολιτικής που επιτυγχάνουν το υψηλότερο ποσοστό μείωσης των εκπομπών η μείωση στη διάθεση στερεών καυσίμων και πετρελαϊκών προϊόντων οφείλεται κυρίως στη μείωση της ζήτησης που επιτυγχάνεται από την εξοικονόμηση στον τομέα των μεταφορών και στον τομέα της βιομηχανίας.



Διάγραμμα 6: Εξέλιξη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά καύσιμο

Στο παραπάνω γράφημα, φαίνεται η εξέλιξη της κατανάλωσης ενέργειας στους τομείς τελικής χρήσης μέχρι το 2050, όπως προέκυψε λαμβάνοντας υπόψη τις υποθέσεις σύμφωνα με τις οποίες διαμορφώθηκαν τα τρία σενάρια (Σενάρια ΥΦ, ΠΕΚ και ΜΕΑΠ).

Εξετάζοντας την εξέλιξη αυτή, εμφανίζεται ότι η τελική ενεργειακή κατανάλωση για τα σενάρια νέων ενεργειακών πολιτικών παρουσιάζει οριακές διαφορές σε σχέση με το σενάριο υφιστάμενων πολιτικών, καθώς ο βαθμός ενσωμάτωσης μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμησης είναι σημαντικός σε όλα τα εξεταζόμενα σενάρια. Εξαιτίας της εφαρμογής μέτρων και πολιτικών, στα σενάρια νέων ενεργειακών πολιτικών τελικά το 2050, η αύξηση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε σχέση με το 2020 περιορίζεται σημαντικά και κυμαίνεται μέχρι και 4%, ενώ θα είναι σε επίπεδα λίγο μεγαλύτερα (της τάξης του 10%) από τα σημερινά. Επισημαίνεται ότι η αντίστοιχη αύξηση της προηγούμενης εικοσαετίας (1990-2010) ήταν της τάξης του 46%.



Οι επιμέρους τελικές καταναλώσεις ανά ενεργειακό προϊόν μεταβάλλονται σημαντικά, καθώς την περίοδο 2020-2050 διαφοροποιείται έντονα η εθνική στρατηγική σχετικά με τη συμμετοχή του κάθε ενεργειακού προϊόντος στην τελική κατανάλωση, ενώ αξιοποιούνται οι δυνατότητες που προκύπτουν από την τεχνολογική πρόοδο, σχετικά με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας.

Συγκεκριμένα, τα στερεά καύσιμα στην τελική κατανάλωση προβλέπεται ότι θα κατέχουν το 2050 ένα πολύ μικρό μερίδιο, το οποίο αντιστοιχεί, όπως και για το 2020, αποκλειστικά στη χρήση τους στον τομέα της βιομηχανίας.

Σημαντική μείωση σε σχέση με το 2020 της τάξης του 16% έως και 33% παρατηρείται στο μερίδιο στην τελική κατανάλωση των πετρελαϊκών προϊόντων. Αυτό είναι αποτέλεσμα της μείωσης σε όλους τους τομείς τελικής κατανάλωσης έως και εξάλειψη όλου του μεριδίου του. Αντίθετα, το φυσικό αέριο αναμένεται ότι θα σημειώσει έντονη διείσδυση μέχρι το 2050 σε όλους σχεδόν τους τομείς τελικής κατανάλωσης με αύξηση της χρήσης του κατά 59% έως και 74% σε σχέση με το 2020 και μερίδιο συνολικά της τάξης του 17% στην τελική κατανάλωση ενέργειας.

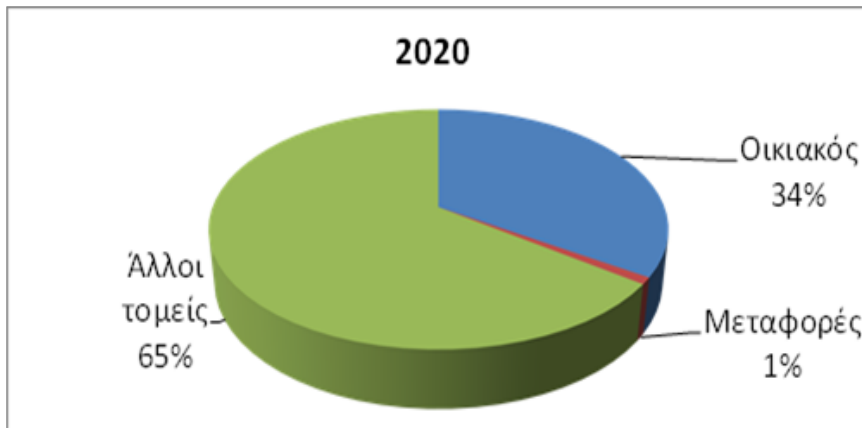
Συγκεκριμένα, το φυσικό αέριο θα κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο τελικής κατανάλωσης στον τομέα της βιομηχανίας, αντικαθιστώντας τη χρήση στερεών καυσίμων και πετρελαιοειδών. Παράλληλα, προβλέπεται να είναι έντονη η διείσδυσή του και στον οικιακό τομέα με την περαιτέρω ενίσχυση των αγωγών και δικτύων διανομής σε πολλές περιοχές της χώρας, η οποία όμως και σταδιακά μετά το 2040 αναμένεται να αντισταθμιστεί από την ολοένα και μεγαλύτερη διείσδυση τεχνολογιών ΑΠΕ για ψύξη και θέρμανση.

Η τελική κατανάλωση ηλεκτρισμού σε σχέση με το 2020, αυξάνεται σε όλα τα εξεταζόμενα σενάρια και το μερίδιό της στην τελική κατανάλωση το 2050 διαμορφώνεται σε επίπεδο 24% έως 32%.

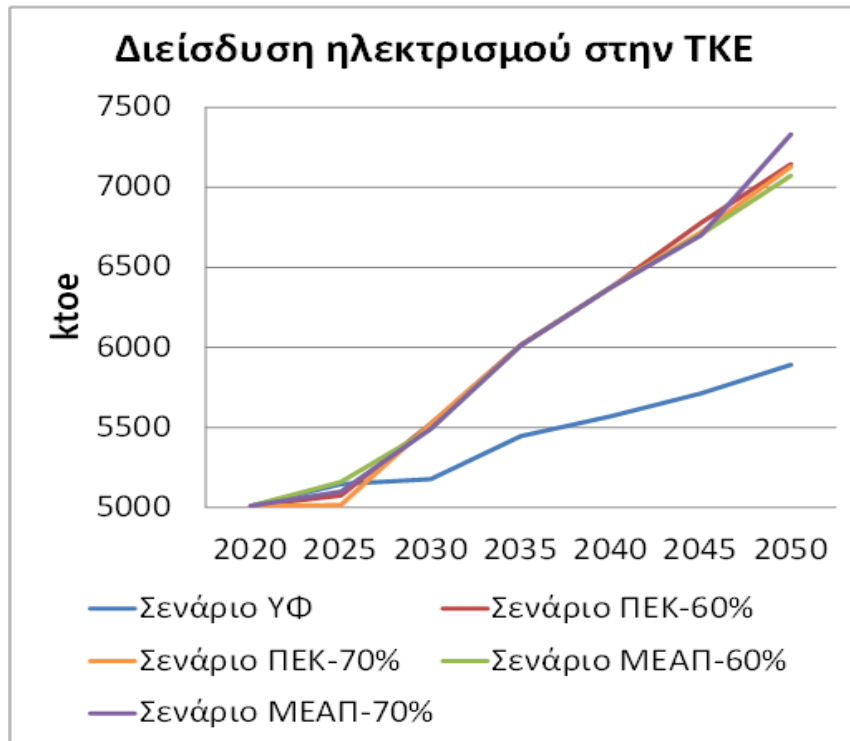
Η εντονότερη αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρισμού παρατηρείται στις μεταφορές, η οποία και αποδίδεται στην προβλεπόμενη διείσδυση ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς και στον εξηλεκτρισμό του συνόλου των μεταφορών σταθερής τροχιάς, τα οποία και θα κατέχουν το 2050 σημαντικά μεγαλύτερο μερίδιο στο σύνολο του μεταφορικού έργου ειδικά στα σενάρια νέων ενεργειακών πολιτικών.



Σημαντική επίδραση στην αύξηση του μεριδίου του ηλεκτρισμού θα διαδραματίσει και η αλλαγή χρήσης καυσίμου ειδικά στον οικιακό και σε μικρότερο βαθμό στον τριτογενή τομέα. Η αύξηση αυτή προβλέπεται να οφείλεται κυρίως στην υψηλή διείσδυση αντλιών θερμότητας και τη χρήση ηλεκτρικών συσκευών, η οποία ωστόσο θα συγκρατηθεί σε σχέση με το ρυθμό αύξησης της προηγούμενης εικοσαετίας, λόγω της τεχνολογικής προόδου και της εφαρμογής μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στους συγκεκριμένους τομείς.



Διάγραμμα 7: Διείσδυση ηλεκτρισμού στην τελική κατανάλωση ενέργειας



Διάγραμμα 8: Εξέλιξη της διείσδυσης του ηλεκτρισμού στη τελική κατανάλωση ενέργειας.

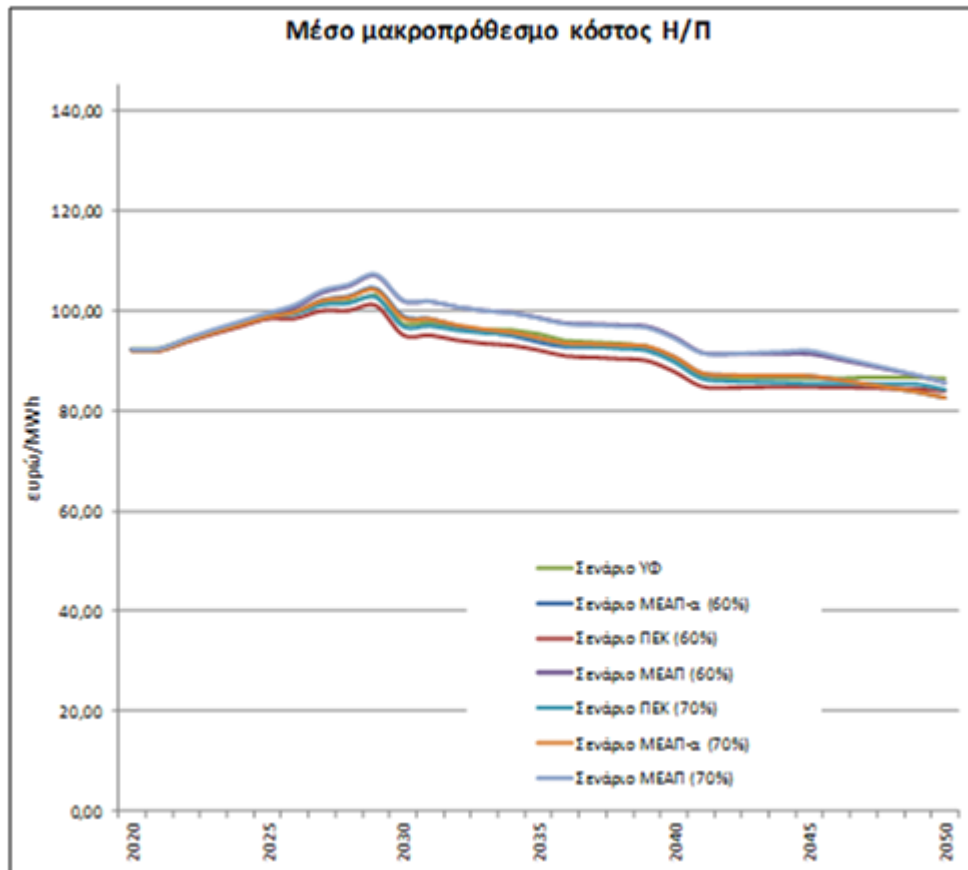


Στα παραπάνω σχήματα φαίνεται η εξέλιξη της διείσδυσης του ηλεκτρισμού στη τελική κατανάλωση ενέργειας καθώς και τα μερίδια του ηλεκτρισμού στους κύριους τομείς χρήσης ηλεκτρισμού το 2020 και το 2050 για τα σενάρια νέων ενεργειακών πολιτικών. Όπως φαίνεται για το 2050 πάνω από 50% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού προέρχεται από τον οικιακό τομέα και τις μεταφορές.

Αξιοσημείωτη είναι η εξέλιξη της συνεισφοράς των ΑΠΕ στη ζήτηση για θέρμανση, ψύξη και στις μεταφορές. Η υψηλότερη αύξηση αναμένεται να παρατηρηθεί στη χρήση των θερμικών ηλιακών συστημάτων και αντλιών θερμότητας στον οικιακό και τριτογενή τομέα, όπου και αναμένεται σχεδόν πλήρης εκμετάλλευση του δυναμικού αξιοποίησής τους στις κτιριακές εγκαταστάσεις.

Η χρήση της στερεής βιομάζας δεν αναμένεται να έχει μεγάλες διαφοροποιήσεις με τη μεγαλύτερη συγκριτικά αύξηση της χρήσης της να παρατηρείται στη γεωργία, ενώ η συμβατική γεωθερμία εμφανίζει μια μικρή μεν συμμετοχή στην τελική κατανάλωση ενέργειας στη γεωργία, που αντιστοιχεί δε σε σημαντική απόλυτη αύξηση της συνεισφοράς της, της τάξης του 18% σε σχέση με την αντίστοιχη συνεισφορά της για το 2020.

Αποτέλεσμα της αναμενόμενης διείσδυσης των βιοκαυσίμων, είναι η αύξηση της χρήσης τους στις μεταφορές.



Διάγραμμα 9: Εξέλιξη μέσου μακροπρόθεσμου κόστους Η/Π για τα εξεταζόμενα σενάρια ενεργειακής πολιτικής

Το μέσο-μακροχρόνιο κόστος παραγωγής και μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας, δεν παρουσιάζει ουσιαστικές διαφορές μεταξύ όλων των σεναρίων, συμπεριλαμβανομένου και αυτού των υφιστάμενων πολιτικών. Μόνο για την περίοδο 2025-2045 διαφοροποιείται κατά ένα μικρό ποσοστό της τάξεως του 6%, το οποίο ερμηνεύεται τόσο από το μεταβλητό κόστος καυσίμου, όσο και από το κόστος εκπομπών CO<sub>2</sub> για τα σενάρια στα οποία συνεχίζει να υπάρχει ηλεκτροπαραγωγή από συμβατικούς θερμικούς σταθμούς (Σενάρια ΥΦ και ως ένα βαθμό ΠΕΚ).

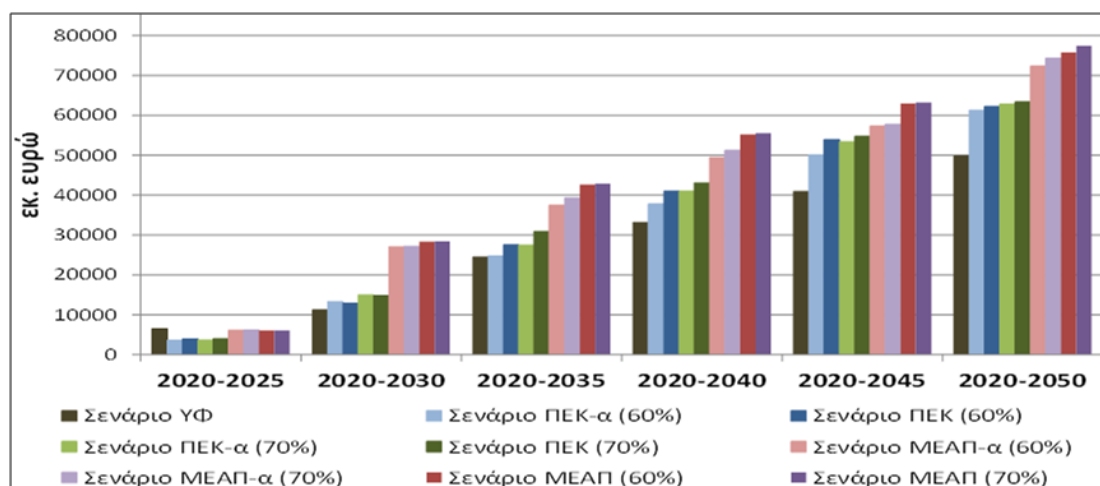
Ο περιορισμός του στόχου μειώσεων εκπομπών σε χαμηλότερα επίπεδα δεν καταλήγει σε μικρότερο κόστος ηλεκτροπαραγωγής, γιατί θα έχει ως συνέπεια πολύ υψηλότερο κόστος από τη χρήση ορυκτών καυσίμων εξαιτίας της απαιτούμενης αγοράς δικαιωμάτων εκπομπών, οπότε το κόστος που επιβαρύνει τελικά τον καταναλωτή ηλεκτρικής ενέργειας δεν πρόκειται να είναι χαμηλότερο από αυτό των «καθαρότερων» σεναρίων.



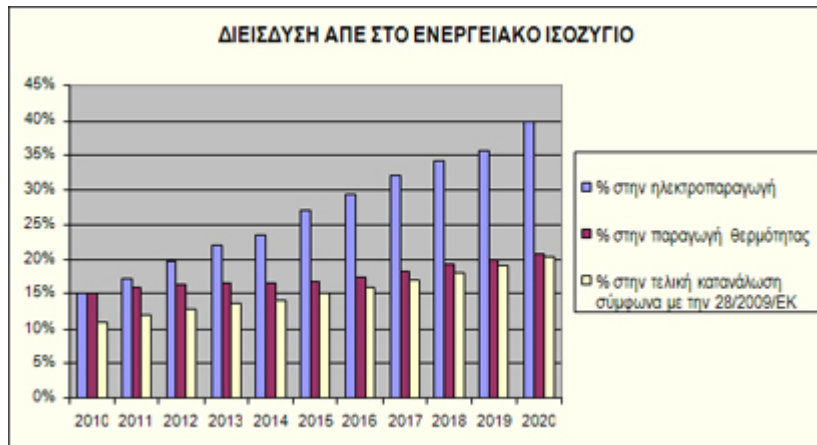
## 8.6.2 Κόστος Επενδύσεων Ηλεκτροπαραγωγής

Οι επενδύσεις για ηλεκτροπαραγωγή, όπως αυτές παρουσιάζονται στα σενάρια εξέλιξης του ενεργειακού συστήματος, θα υλοποιηθούν στο πλαίσιο εφαρμογής των πολιτικών που θα πρέπει να υιοθετηθούν για την επίτευξη των επιμέρους ενεργειακών στόχων. Οι πολιτικές αυτές θα πρέπει να συμπεριλαμβάνουν ισορροπημένα μείγματα ενεργειακών τεχνολογιών, όπου οι συμβατικοί σταθμοί θα υποκατασταθούν βαθμιαία από θερμικούς σταθμούς ΑΠΕ ελεγχόμενης εξόδου και όπου οι μεταβαλλόμενες ΑΠΕ θα πρέπει να συνδυαστούν με ορθολογικές επενδύσεις αποθήκευσης, εφεδρείας ή και δικτύων.

Το σωρευτικό κόστος επενδύσεων ηλεκτροπαραγωγής για την περίοδο 2020-2050, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, είναι κατά περίπου 20% μεγαλύτερο στο σενάριο ΜΕΑΠ από ότι στο αντίστοιχο ΠΕΚ για 70% μείωση εκπομπών. Πηγαίνοντας προς το 2050 μια ορθολογική πολιτική στην ηλεκτροπαραγωγή θα πρέπει να στοχεύει σε μέση χρήση του φυσικού αερίου, λελογισμένη χρήση του λιγνίτη η οποία ενδέχεται να απαιτήσει ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ της τάξεως του 85%. Η πολιτική αυτή συνδέεται με περιβαλλοντικούς στόχους που αφορούν σε μείωση των εκπομπών τουλάχιστον κατά 60% σε σχέση με τα επίπεδα του 2005.



Διάγραμμα 10: Σωρευτικό κόστος επενδύσεων (2020-2050) για Η/Π



Διάγραμμα 11: Διείσδυση ΑΠΕ στο Ενεργειακό Ισοζύγιο

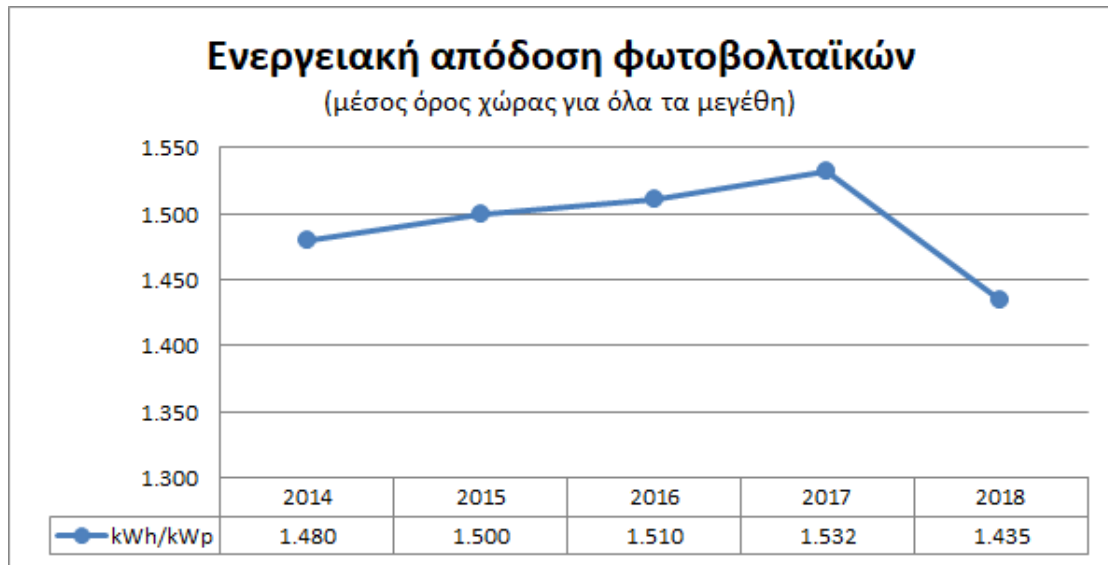


Διάγραμμα 12: Ελληνική Αγορά Φωτοβολταϊκών

Το 2018 ολοκληρώθηκε η εγκατάσταση όλων των φωτοβολταϊκών σταθμών (πλην ενός) που προκρίθηκαν από τον πιλοτικό διαγωνισμό του Δεκεμβρίου 2016, ενώ η αγορά των συστημάτων αυτοπαραγωγής παρουσίασε μια αύξηση 11,8% σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά, παραμένοντας πάντως σε επίπεδα σημαντικά χαμηλότερα του δυναμικού της χώρας.

Τα φωτοβολταϊκά κάλυψαν περίπου το 7% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια, φέρνοντας την Ελλάδα στην τέταρτη θέση διεθνώς (μετά από Ονδούρα, Ιταλία και Γερμανία) σε ότι αφορά στη συμβολή των φωτοβολταϊκών στη συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας.





Διάγραμμα 13: Ενεργειακή Απόδοση Φωτοβολταϊκών

Ενώ τα προηγούμενα χρόνια υπήρχε μια αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα, το 2018 παρατηρήθηκε μια μέση μείωση 6,34%. Η μείωση αυτή ερμηνεύεται αν δει κανείς την ακτινοβολία που έφτασε στη χώρα μας τα έτη 2016-2018. Ενώ στη νότια Ευρώπη μειώθηκε η ακτινοβολία το 2018, υπήρξε σημαντική αύξηση της στις βορειότερες χώρες. Το 2018, η αγορά Φωτοβολταϊκών συντήρησε 3.700 ισοδύναμες θέσεις πλήρους απασχόλησης (άμεσες, έμμεσες και συνεπαγόμενες).



Διάγραμμα 14: Φωτοβολταϊκά & Θέσεις Εργασίας

Στα τέλη του 2018 στην Ελλάδα ήταν εγκατεστημένα 2.665 μεγαβάτ (MWp) Φωτοβολταϊκών, εκ των οποίων τα 2.106 MWp επί εδάφους και τα υπόλοιπα σε



στέγες κτιρίων. Σε ότι αφορά ειδικότερα στα συστήματα αυτοπαραγωγής με ενεργειακό συμψηφισμό, το 2018 εγκαταστάθηκαν 7,26 MWp.

Σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ, η γεωργική γη στην Ελλάδα ανέρχεται σε 32,54 εκατ. στρέμματα (στατιστικά για το 2016 δημοσιευμένα το Σεπτέμβριο του 2018), εκ των οποίων καλλιεργούνται τα 29 εκατ. στρέμματα. Από τα 3,5 εκατ. στρέμματα που δεν καλλιεργούνται, μόνο το 52% θεωρείται ότι διατηρούνται σε καλή γεωργική και περιβαλλοντική κατάσταση. Τα Φωτοβολταϊκά δεσμεύουν το 0,12% της γεωργικής γης ή αλλιώς το 0,03% της έκτασης της χώρας. Η γεωργική έκταση που μένει ακαλλιέργητη είναι 88 φορές μεγαλύτερη από την έκταση που δεσμεύουν όλα μαζί τα Φωτοβολταϊκά.

Αύξηση 7,2% κατέγραψε η αιολική ισχύς που βρισκόταν σε εμπορική ή δοκιμαστική λειτουργία το 2018, φτάνοντας τα 2.828,5 MW. Η Στερεά Ελλάδα παραμένει στην κορυφή των αιολικών εγκαταστάσεων. Η ΤΕΡΝΑ Ενεργειακή παραμένει η ηγέτιδα του χώρου με μερίδιο 19%.

Ειδικότερα, σύμφωνα με τη στατιστικά στοιχεία, που έδωσε στη δημοσιότητα η Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (ΕΛΕΤΑΕΝ), κατά τη χρονιά που πέρασε συνδέθηκαν στο δίκτυο 103 νέες ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 191,6 MW. Αυτό αντιστοιχεί σε ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 7,2% το 2018 σε σχέση με το τέλος του 2017.

Την ίδια περίοδο απεγκαταστάθηκαν παλαιές ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 15,43 MW οι οποίες ήδη αντικαθίστανται με νεότερες (repowering). Έτσι, το σύνολο της αιολικής ισχύος που το τέλος 2018 βρισκόταν πραγματικά σε εμπορική ή δοκιμαστική λειτουργία είναι 2.828,5 MW.

Η ισχύς αυτή κατανέμεται ως εξής:

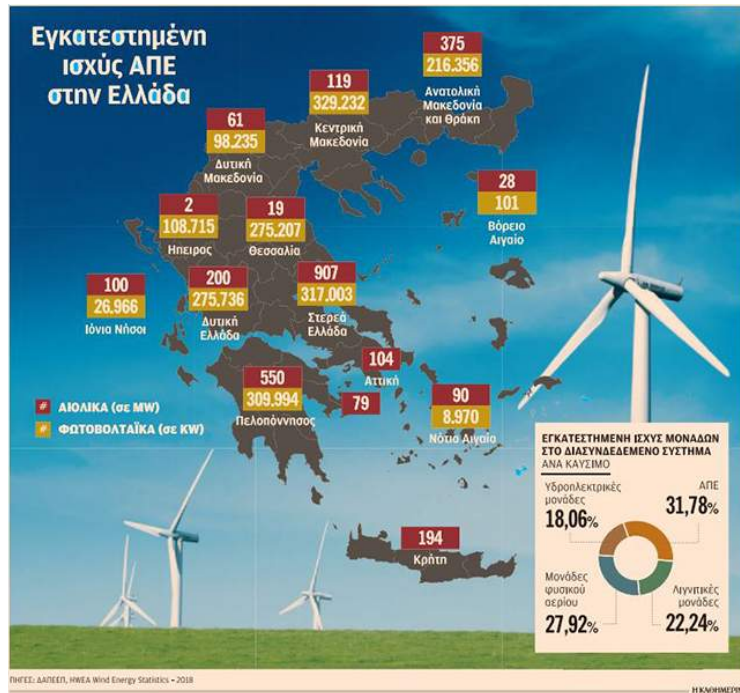
- Στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά: 310 MW πλέον τα παλαιά 15,43 MW σε repowering.
- Στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα: 2.518,5 MW

Σε επίπεδο Περιφερειών, η Στερεά Ελλάδα παραμένει στην κορυφή των αιολικών εγκαταστάσεων αφού φιλοξενεί 907 MW (32%) και ακολουθεί η Πελοπόννησος με 550 MW (19%) και η Ανατολική Μακεδονία – Θράκη όπου βρίσκονται 375 MW (13%).



Εικόνα 1: Διανομή Αιολικής Δυναμικότητας στην Ελλάδα.

Παράλληλα, το τέλος του 2018 κατασκευάζονταν πρόσθετες αιολικές επενδύσεις συνολικής ισχύος άνω των 500MW που αναμένεται να τεθούν σε λειτουργία εντός των επόμενων 18 μηνών.



Εικόνα 2: Εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ στην Ελλάδα

Στη δυναμικά αναπτυσσόμενη αγορά των ΑΠΕ που κινείται στους ρυθμούς του φιλόδοξου στόχου για αύξηση του μεριδίου της στο 55% το 2030 (έτος βάσης το 2016), η επίτευξη του οποίου ανοίγει ένα πεδίο δράσης για επενδύσεις ύψους 8,5 δισ. ευρώ, επεκτείνονται ελληνικοί όμιλοι που άνοιξαν την αγορά και εξακολουθούν να κρατάνε τα σκήπτρα, όπως η ΤΕΡΝΑ και η ΕΛ. ΤΕΧ. «Άνεμος», ενώ σε βασικό πυλώνα της στρατηγικής τους εντάσσουν πλέον τα ΑΠΕ και μεγάλοι ενεργειακοί όμιλοι, όπως τα ΕΛΠΕ και ο όμιλος Μυτιληναίου, που μπαίνουν πιο δυναμικά στον κλάδο.

Η Motor Oil αρχίζει να χτίζει το δικό της χαρτοφυλάκιο, ενώ ο όμιλος Κοπελούζου άνοιξε την πόρτα για την είσοδο της Κίνας στην εγχώρια αγορά ΑΠΕ με τη συμφωνία ελέγχου από τον όμιλο China Energy των αιολικών πάρκων που διαθέτει, ισχύος 1500 MW. Δυναμική είσοδο σχεδιάζει και η ΔΕΗ με ένα επενδυτικό πλάνο εγκατάστασης 2,5 GW ΑΠΕ μέχρι το 2030.

Στις ανανεώσιμες πηγές βρίσκεται το ενεργειακό μέλλον του πλανήτη και προς τα εκεί στρέφονται πλέον ακόμη και οι κατ' εξοχήν εκπρόσωποι των συμβατικών καυσίμων, όπως μεγάλοι πετρελαϊκοί κολοσσοί (BP, Shell, Total, Statoil κ.λπ.). Το ένα τρίτο της ενέργειας που παράγεται σε όλο τον κόσμο προέρχεται πλέον από ανανεώσιμες πηγές, σύμφωνα με την τελευταία έκθεση του Διεθνούς Οργανισμού Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (IRENA). Υπολογίζεται ότι πάνω από 1



τρισ. ευρώ έχει επενδυθεί παγκοσμίως στη βιομηχανία των ΑΠΕ, ενώ έχουν δημιουργηθεί περίπου 10 εκατ. θέσεις εργασίας.

Οι λόγοι που έχουν ωθήσει στη μείωση του κόστους των ΑΠΕ είναι οι τεχνολογικές εξελίξεις, η ανταγωνιστικότητα στην αγορά και η ύπαρξη πιο πεπειραμένων πλέον ειδικών στον τομέα. Η Ασία σημείωσε αύξηση 11% στην ανανεώσιμη ενέργεια το 2018, ενώ ο ρυθμός ανάπτυξης της Αφρικής ήταν λίγο πάνω από 8,4%. Τα δύο τρίτα της ενέργειας που προστέθηκε το 2018, σύμφωνα με τον IRENA, προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και οι αναπτυσσόμενες χώρες ηγούνται των νέων προσθηκών.

Σε ό,τι αφορά τις τεχνολογίες το 2018, η αιολική ενέργεια παρουσίασε αύξηση κατά περίπου 49 γιγαβάτ παγκοσμίως, ενώ η ηλιακή ενέργεια σημείωσε ακόμη μεγαλύτερη αύξηση, καθώς προστέθηκε ισχύς 94 γιγαβάτ.

Όσον αφορά την υδροηλεκτρική ενέργεια, ενώ παραμένει η μεγαλύτερη ανανεώσιμη πηγή στον πλανήτη, η ανάπτυξή της έχει μειωθεί τα τελευταία χρόνια. Άλλες αξιοσημείωτες πηγές είναι η βιοενέργεια, η οποία παρουσίασε αύξηση τόσο στην Κίνα όσο και στο Ηνωμένο Βασίλειο, και η γεωθερμική ενέργεια, που αυξήθηκε στην Τουρκία, στην Ινδονησία και στις Ηνωμένες Πολιτείες.



## 9ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Εξέλιξη Ενεργειακών Μεγεθών

### 9.1 Ανάλυση & μέτρα ενεργειακής πολιτικής

Η επίτευξη των εθνικών ενεργειακών στόχων για το 2020 αλλά και για αργότερα, απαιτεί το σχεδιασμό, την υιοθέτηση, την παρακολούθηση εφαρμογής και την αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής πολιτικής τα οποία θα είναι ικανά να δημιουργήσουν το πλαίσιο για την εξέλιξη του μίγματος της ηλεκτροπαραγωγής και των τάσεων στους τομείς τελικής κατανάλωσης ενέργειας.

Τα μέτρα ενεργειακής πολιτικής, θα πρέπει να προσαρμόζονται σε οικονομικά μεγέθη και στην τεχνολογική εξέλιξη και παράλληλα θα πρέπει να είναι παρεμβατικά και στρατηγικά, έτσι ώστε να διαμορφώνουν τις δομές και το πλαίσιο για να υπάρχει σύγκλιση με τους άξονες του οδικού εθνικού ενεργειακού χάρτη.

Ειδικά για τα μέτρα στους τελικούς τομείς ενεργειακής χρήσης, η χρονική περίοδος εφαρμογής τους θα διαφέρει ανάλογα με την τεχνολογική και εμπορική τους ωριμότητα και η εφαρμογή των κανονιστικών μέτρων δεσμευτικού χαρακτήρα θα πρέπει πρώτα να έχει διασφαλίσει την τεχνική εφικτότητα και το μεσοπρόθεσμο συνολικό οικονομικό όφελος που προκύπτει από την εφαρμογή τους.

Τα μέτρα αυτά σχετίζονται με παρεμβάσεις κυρίως στο νομοθετικό και κανονιστικό πλαίσιο, με έργα υποδομών, με την ανάπτυξη μηχανισμών της αγοράς, με την υιοθέτηση και προώθηση νέων ενεργειακών τεχνολογιών με προστιθέμενη αξία, με την εκπαίδευση επαγγελματικών και κοινωνικών ομάδων, με δράσεις ενημέρωσης και προώθησης για την αλλαγή της ανθρώπινης συμπεριφοράς και ανάπτυξη ενός μηχανισμού για την παρακολούθηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των μέτρων ενεργειακής πολιτικής.

Η εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου ρυθμιστικού πλαισίου προκειμένου να επιτευχθούν οι περιβαλλοντικοί και οι ενεργειακοί στόχοι, έχει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη και διείσδυση των τεχνολογιών ΑΠΕ και των τεχνολογιών βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Για την περίοδο μέχρι το 2020, η εφαρμογή πολλών από τα μέτρα που αναφέρθηκαν, θα περιοριστεί σε πιλοτικές δράσεις για την αποτίμησή της





τεχνολογικής προόδου, στο σχεδιασμό του θεσμικού πλαισίου και στην σταδιακή ανάπτυξη των μηχανισμών της αγοράς.

Τα μέτρα ενεργειακής πολιτικής θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να επικαιροποιούνται, να προσαρμόζονται και να καταργούνται, ανάλογα με τις εξελίξεις που σχετίζονται με την επίτευξη των εθνικών ενεργειακών στόχων και με τις συνθήκες που επικρατούν στο διεθνές περιβάλλον σε θέματα τεχνολογιών, κανονισμών και ενεργειακής αγοράς.

Τα μέτρα πολιτικής στην τελική κατανάλωση ενέργειας, αποτελούν τη συνέχεια και την εξέλιξη των αντίστοιχων μέτρων που έχουν παρουσιαστεί στο Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση. Σημαντικός αριθμός από τα μέτρα αυτά έχουν ήδη ληφθεί υπόψη για την επίτευξη των εθνικών ενεργειακών στόχων για το 2020, σύμφωνα και με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ, ενώ περιγράφονται και μέτρα που η εφαρμογή τους θα είναι εφικτή σε χρονικό ορίζοντα μετά το 2020, καθώς απαιτείται και η τεχνολογική και εμπορική ωρίμανσή τους.

Οι άξονες σχεδιασμού αυτών των μέτρων, έχουν λάβει υπόψη το υπολογισμένο δυναμικό για εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε όλους τους τελικούς τομείς κατανάλωσης και παράλληλα έχουν αναλυθεί και σε οριζόντια μέτρα ή μέτρα ειδικού ενδιαφέροντος. Οι τομείς οι οποίοι έχουν το πιο μεγάλο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας είναι τα κτίρια, οι μεταφορές και η βιομηχανία.

Για τη χρονική περίοδο μέχρι και το 2050, παρουσιάζονται μέτρα και πολιτικές που εξετάζονται ανά χρονική περίοδο ανάλογα με την πορεία επίτευξης του δυναμικού και του διαμορφούμενου οικονομικού και τεχνολογικού πλαισίου αναφοράς.

#### 9.1.1 Κτίρια

Ο σχεδιασμός, η υιοθέτηση και η εφαρμογή μέτρων προκειμένου να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση στον κτιριακό τομέα, είναι αναγκαία για την επίτευξη των ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων του ενεργειακού συστήματος. Κύρια απαίτηση είναι η επίτευξη της διατήρησης στην τελική κατανάλωση ενέργειας παρά τη σημαντική αύξηση του κτιριακού αποθέματος καθώς και του αριθμού των οικιακών συσκευών που καταναλώνουν ενέργεια.



Το πιο σημαντικό στοιχείο προς την κατεύθυνση αυτή θα αποτελέσει ο κανονισμός ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ο οποίος θα πρέπει να επικαιροποιείται ανάλογα με τις εξελίξεις κάθε περιόδου, την τεχνολογική πρόοδο σχετικά με την απόδοση των κύριων συστημάτων που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των θερμικών και ψυκτικών απαιτήσεων στα κτίρια και την ανάπτυξη μηχανισμών της αγοράς, τα οποία θα διαμορφώσουν σταδιακά μια νέα αντίληψη ως προς τη σημασία της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Συγκεκριμένα, για την περίοδο μετά το 2020, κατά την οποία θα έχει εδραιωθεί ο μηχανισμός των ενεργειακών πιστοποιητικών και οι απαιτήσεις για κάλυψη των πρωτογενών ενεργειακών καταναλώσεων στα νέα κτίρια, θα πρέπει να αναπτυχθούν παράλληλα και οι απαραίτητες υποστηρικτικές δομές, προκειμένου να επιτευχθεί η σταδιακή βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων και η στροφή των χρηστών προς κτίρια βελτιωμένης ενεργειακής απόδοσης.

Από το 2010 και μετά, δόθηκε έμφαση στην παροχή κινήτρων για την εφαρμογή των μέτρων που προσδιορίζονται στα ενεργειακά πιστοποιητικά, ώστε να υπάρχει ένας ολοκληρωμένος σχεδιασμός υποστήριξης της αγοράς προς πιο ενεργειακά αποδοτικά κτίρια.

Η ενεργειακή αναβάθμιση των υπάρχοντων κτιρίων αποτελεί την πιο μεγάλη πρόκληση για την επίτευξη των στόχων εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα, καθώς η ενεργειακή συμπεριφορά του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος είναι αυτή που ουσιαστικά θα καθορίζει και το δείκτη ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού τομέα. Η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων όμως, θα πρέπει να υποστηριχθεί και από ένα σύνολο οικονομικών και τεχνολογικών μέτρων που θα επιτρέπει στους χρήστες να επιλέξουν αυτές τις δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων που χρησιμοποιούν.

#### 9.1.2 Μέτρα πολιτικής στην ηλεκτροπαραγωγή

Στην παρούσα ενότητα συνοψίζονται τα μέτρα που θα πρέπει να εφαρμοστούν στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της εθνικής ενεργειακής πολιτικής σχετικά με τη διασφάλιση του ομαλού εφοδιασμού ηλεκτρικής ενέργειας. Πρόκειται για έργα υποδομών και θεσμικά, κανονιστικά και οικονομικά μέτρα για την προώθηση της εθνικής στρατηγικής, σύμφωνα με τα προτεινόμενα σενάρια ανάπτυξης της παραγωγής.





Τα τελευταία χρόνια καταβάλλεται μεγάλη προσπάθεια από την ΕΕ για τον εναρμονισμό των Αγορών Ηλεκτρικής Ενέργειας των Κρατών – Μελών. Οι προσπάθειες αυτές, αποβλέπουν στο να διευκολύνονται οι ανταλλαγές ενέργειας μεταξύ των χωρών μέσω των διασυνοριακών Διασυνδέσεων των δικτύων Μεταφοράς, οι οποίες και επιδιώκεται να αυξηθούν.

Στην Ελλάδα, στο πλαίσιο των όσων προβλέπονται στην Οδηγία 2009/72/ΕΚ, καθίσταται αναγκαία η τροποποίηση του υφιστάμενου Σχήματος – Μοντέλου της Αγοράς, δεδομένου ότι από το 2015 προβλέπεται η εφαρμογή νέων κανόνων διασυνοριακού εμπορίου ενέργειας. Βάσει αυτού, προβλέπεται η σταδιακή σύνδεση των επιμέρους Ευρωπαϊκών εθνικών αγορών, με τελικό στόχο τη λειτουργία ενός ενοποιημένου χρηματιστηρίου στην Ευρώπη, το οποίο θα επιτευχθεί μέσω της τροποποίησης των κανόνων λειτουργίας και των παρεχόμενων προϊόντων όλων των χρηματιστηρίων ενέργειας, ώστε να προσαρμοστούν στο «Μοντέλο Στόχος», της σταδιακής σύζευξης των γειτονικών χρηματιστηρίων, έτσι ώστε εάν δεν υπάρχει συμφόρηση στις διασυνδέσεις που τα συνδέουν, αυτά να έχουν την ίδια τιμή.

Για να εναρμονιστεί η Ελλάδα με τα ανωτέρω, θα απαιτηθεί να ξεκινήσει ένας επανασχεδιασμός της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

### 9.1.3 Περίοδος 2010-2020

Από το 2010 έως το 2014, εντάχθηκαν νέες μονάδες Φυσικού Αερίου, στην Κεντρική Ελλάδα και την Πελοπόννησο, με αποτέλεσμα τη χωροταξική εξισορρόπηση της παραγωγής-ζήτησης και συνεπώς τη σημαντική βελτίωση της λειτουργίας του. Οι σημαντικότερες από τις επεκτάσεις του δικτύου 400kV είναι κυρίως η προς Πελοπόννησο και η προς Εύβοια.

Από το διάστημα 2015 έως 2018 δεν χρειάστηκαν μεγάλες επεκτάσεις ή και ενισχύσεις του δικτύου 400kV, αλλά για τα επόμενα χρόνια θα εξαρτηθούν κυρίως από την χωροταξική ανάπτυξη νέων λιγνιτικών μονάδων στο βόρειο τμήμα της χώρας. Την ίδια περίοδο (2019 και μετά) υπάρχει περίπτωση να ξεκινήσει και η κατασκευή της δεύτερης διασύνδεσης 400kV με την Βουλγαρία και ο διπλασιασμός της υφιστάμενης διασύνδεσης με την Ιταλία.

Η μεγάλη διείσδυση των ΑΠΕ κατά την περίοδο αυτή, προήλθε από Μη Ελεγχόμενες Πηγές (αιολικές, φωτοβολταϊκές) και χρειάστηκε να ληφθούν μία σειρά από μέτρα που θα εξασφάλισαν την καλή λειτουργία του Συστήματος.



Το 2015 ολοκληρώθηκαν οι αναβαθμίσεις των Κέντρων Ελέγχου του ΔΕΣΜΗΕ, ιδίως με την εγκατάσταση του Ολοκληρωμένου Ενεργειακού Πληροφοριακού Συστήματος.

#### 9.1.4 Μέτρα πολιτικής για τον τομέα του πετρελαίου

Βασικό στόχο της πετρελαϊκής πολιτικής αποτελεί η συνεχής βελτίωση της λειτουργίας του τομέα, δηλαδή η προσπάθεια να επιλυθούν προβλήματα που χαρακτηρίζουν τον ελληνικό πετρελαϊκό τομέα. Πιο σημαντικά είναι:

- Διαχρονική διόγκωση του τομέα με αποτέλεσμα την υπερεξάρτηση. Στόχος για το 2020 η μείωση στο μέσο ευρωπαϊκό επίπεδο. Ο στόχος αυτός θα αντιμετωπίσει μεγάλες δυσχέρειες επίτευξης, γιατί το βήμα είναι μεγάλο και γιατί οι δομές είναι διαφορετικές, οπότε θα απαιτήσει σοβαρότατα σχέδια αλλαγών και προσαρμογών ώστε να καλυφθεί ένα μεγάλο βήμα εκλογίκευσης του ενεργειακού ισοζυγίου.
- Ανάλογη υπερεξάρτηση του τομέα των μεταφορών από πετρέλαιο. Στόχος η συνεργασία με τους αρμόδιους φορείς για κοινά μέτρα ανάπτυξης πρόσφορων διαδικασιών μείωσης ατομικών κινήσεων, προώθησης ενεργειακά οικονομικών τεχνολογιών και μέσων, ανάπτυξης αποτελεσματικών συστημάτων μαζικών μεταφορών.
- Ανάλογη υπερεξάρτηση της θέρμανσης κατοικιών από το πετρέλαιο. Στόχος μέχρι το 2020 η υποκατάσταση από φυσικό αέριο και από τεχνολογίες ΑΠΕ, με πρώτο στάδιο την επιβολή κανόνων εξοικονόμησης μέσω ορθολογικής χρήσης.
- Ελλιπέστατος έλεγχος της λειτουργίας του κυκλώματος διανομής με αποτελέσματα ποιοτικές και ποσοτικές δυσλειτουργίες σε βάρος του καταναλωτή, του περιβάλλοντος και των εσόδων του Δημοσίου.
- Δυσλειτουργίες του κυκλώματος περιφερειακής αποθήκευσης, μεταφοράς, διανομής και έλλειψη ποσοτικών και ποιοτικών ελέγχων του.
- Στόχος η άμεση ενοποίηση κατηγοριών και η κατάργηση όλων των κινήτρων για φοροδιαφυγή και φοροκλοπή.
- Περίπλοκες και αδιαφανείς διαδικασίες που έχουν ως αποτέλεσμα τη δυσχερή και επιχειρηματικά αμφισβητούμενη δυνατότητα διείσδυσης βιοκαυσίμων. Στόχος μέχρι το 2020, η αυτοδύναμη και ανταγωνιστική παρουσία των βιοκαυσίμων στην αγορά.



### 9.1.5 Εκμετάλλευση Υδρογονανθράκων

Η εκμετάλλευση των εγχώριων αποθεμάτων υδρογονανθράκων αποτελεί προτεραιότητα για τη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα, ενώ η ολοκλήρωση των μελετών για την έρευνα και εκμετάλλευσή τους σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές της ελληνικής επικράτειας αναμένεται να δώσουν τα απαραίτητα στοιχεία για τις δυνατότητες κάλυψης των ενεργειακών αναγκών από εγχώρια αποθέματα.

Ο Ν4001/2011 προωθεί και ρυθμίζει θέματα αναζήτησης, έρευνας και εκμετάλλευσης των υδρογονανθράκων της χώρα και πραγματοποιούνται ήδη δράσεις σύμφωνα με τις προβλέψεις του νόμου αυτού, όπως η έναρξη της διαδικασίας για τη δημιουργία του Φορέα Υδρογονανθράκων, η προκήρυξη διαγωνισμού για την πραγματοποίηση σεισμικών ερευνών, η προκήρυξη διαγωνισμού για την πραγματοποίηση γεωτρήσεων σε τρεις περιοχές.

### 9.1.6 Εθνική βιομηχανία συστημάτων ΑΠΕ

Η διάδοση νέων τεχνολογιών στους τομείς ζήτησης και προσφοράς ενέργειας σε συνδυασμό με την υλοποίηση της εθνικής στρατηγικής για την ενέργεια μπορεί να επεκταθεί στην εφαρμοσμένη έρευνα και την ενίσχυση της εγχώριας επιχειρηματικότητας και της απασχόλησης. Έχει σημειωθεί ανάπτυξη της εθνικής βιομηχανίας σε συγκεκριμένους τομείς παραγωγικής δραστηριότητας που περιλαμβάνουν συστήματα ΑΠΕ και ΕΞΕ, ενώ κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικό στο μέλλον να διατηρηθεί και να ενισχυθεί η εγχώρια επιχειρηματικότητα.

Στον τομέα των θερμικών ηλιακών συστημάτων, θα πρέπει να κινητοποιηθεί ο κλάδος προς την ανάπτυξη κεντρικών ηλιακών συστημάτων και προς καινοτόμες ολοκληρωμένες εφαρμογές για ηλιακό κλιματισμό και παράλληλα να δοθεί στη διατήρηση και αύξηση του μεριδίου εξαγωγών, είτε μέσω ολοκληρωμένων συστημάτων είτε εξαρτημάτων.

Η βιομηχανία του κλάδου των θερμικών ηλιακών συστημάτων έχει ετήσιο κύκλο εργασιών της τάξης των 300 εκατομμυρίων € και εξασφαλίζει 3500 θέσεις εργασίας πλήρους απασχόλησης (πηγή ΕΒΗΕ). Ο προγραμματισμένος σχεδιασμός για νέες μονάδες παραγωγής Φ/Β συστημάτων, είναι ικανός να στηρίζει μεσοπρόθεσμα το 20%-30% των ετήσιων στόχων για νέα εγκατεστημένη ισχύ. Το γεγονός αυτό αποτελεί πολύ σημαντικό πλεονέκτημα καθώς δίνει τη δυνατότητα



προγραμματισμού νέων έργων με σχετική ασφάλεια ως προς την έγκαιρη προμήθεια Φ/Β συστημάτων.

Οι υπάρχουσες παραγωγικές μονάδες έχουν ετήσια δυναμικότητα περίπου 400MW. (πηγή ΣΕΦ). Ειδικά για τα Φ/Β η εγχώρια βιομηχανία αλουμινίου μπορεί να αναπτυχθεί στην κατασκευή βάσεων στήριξης ώστε να προσφέρει δυνατότητες ανάπτυξης του κλάδου, πέρα από τις συνήθεις εμπορικές του εφαρμογές, ενώ επιπλέον μπορεί να προσφέρει ανταγωνιστικά προϊόντα σε μέρος της εγκατάστασης ενός Φ/Β πάρκου που αποτελεί σημαντικό μέρος του συνολικού κόστους εγκατάστασης.

Η σταδιακή ανάπτυξη Φ/Β συστημάτων ενταγμένων σε κτίρια, με δεδομένη την υψηλή τεχνογνωσία ελληνικών εταιριών σε δομικά υλικά και σε συστήματα κουφωμάτων, μπορεί να προσφέρει σημαντικές προοπτικές ανάπτυξης νέων ελληνικών προϊόντων με προστιθέμενη αξία και με δυνατότητες για εξαγωγική δραστηριότητα.

Προσπάθειες πρέπει να γίνουν σε θέματα πύργων στήριξης Α/Γ, καθώς και σε βάσεις θεμελίωσης και τοποθέτησης των Α/Γ στα θαλάσσια πάρκα ή ακόμη και σε κατασκευή ανεμογεννητριών σε συνεργασία με ξένους οίκους.

Οι λέβητες βιομάζας, επίσης αποτελούν τομέα με δυνατότητες βιομηχανικής ανάπτυξης στην Ελλάδα και πρέπει να ενισχυθούν οι προσπάθειες για σχεδιασμό και κατασκευή συστημάτων υψηλής απόδοσης και συνδυασμού με μονάδες τηλεθέρμανσης/τηλεψύξης.

Στους κλάδους των τεχνολογιών πράσινης ενέργειας απασχολούνται διεθνώς περίπου 2,5 εκατ. Άτομα και έρευνες που έχουν διεξαχθεί στον τομέα της πράσινης απασχόλησης καταλήγουν ότι η πράσινη ανάπτυξη θα επηρεάσει την απασχόληση με διαφορετικούς τρόπους. Θα δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας, άλλες θα αντικατασταθούν, άλλες θα μετασηματιστούν ή άλλες θα καταργηθούν.



## 10ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Συμπεράσματα

Η παραγωγή της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι ζωτικό τμήμα της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, συμβάλλοντας σε πολύ μεγάλο βαθμό στην εφαρμογή του πλαισίου στρατηγικής για την ενεργειακή ένωση.

Το νέο κανονιστικό πλαίσιο για μετά το 2020 που προτάθηκε από την Επιτροπή στο πλαίσιο του πακέτου «Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους» τον Νοέμβριο του 2016 βασίζεται στην εμπειρία που έχει συσσωρευτεί για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και αποσκοπεί σε περαιτέρω «εξευρωπαϊσμό» της πολιτικής για την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές και στη μεγιστοποίηση της χρήσης της στον οικοδομικό τομέα, στους τομείς των μεταφορών και της βιομηχανίας.

Οι τομείς της ηλεκτρικής ενέργειας, των μεταφορών, της θέρμανσης και ψύξης βρίσκονται στο επίκεντρο σειράς συγκεκριμένων μέτρων, ενώ προτείνεται οι εθνικοί στόχοι για το 2020 να χρησιμοποιηθούν ως βάση αναφοράς για την περαιτέρω πρόοδο των κρατών μελών μετά το 2020, τα περισσότερα από τα οποία βρίσκονται σε πολύ καλό δρόμο για την επίτευξη των στόχων αυτών.

Σχετικά με τις εκπομπές CO<sub>2</sub>, η ηλεκτρική ενέργεια εξακολουθεί να έχει μεγάλη συνεισφορά με ποσοστό 41 % των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ΕΕ και με αυτό τον τρόπο καλύπτει το μισό σχεδόν της κατανάλωσης τελικής ενέργειας σε επίπεδο ΕΕ και επιπλέον έχει τη μεγαλύτερη συνεισφορά στον στόχο της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, καλύπτοντας το ήμισυ της κατανάλωσης από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, παρόλο που ο ρυθμός ανάπτυξης του εν λόγω τομέα ήταν βραδύτερος από τον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα κράτη μέλη έχουν σημειώσει πρόοδο στην άρση τους, όμως η πρόοδος δεν υπήρξε ομοιόμορφη σε ολόκληρη την Ένωση και εξακολουθεί να υπάρχει περιθώριο βελτίωσης, ιδίως στην αυτόματη χορήγηση αδειών μετά την προθεσμία της διοικητικής διαδικασίας και στη θέσπιση υπηρεσιών μιας στάσης.

Η Ελλάδα εμφανίζει την παρούσα χρονική στιγμή υψηλό επενδυτικό ενδιαφέρον στους τομείς της ενέργειας, της αειφόρου ανάπτυξης και του περιβάλλοντος. Η ανάπτυξη του θεσμικού πλαισίου βοηθά προς την κατεύθυνση αυτή



και παράλληλα η γεωγραφική θέση της προσφέρεται για την ανάπτυξη και προώθηση προϊόντων και υπηρεσιών και εκτός της ελληνικής επικράτειας.

Στο πλαίσιο αυτό, οι προτεραιότητες θα πρέπει να δοθούν στις βιομηχανικές πρωτοβουλίες που προσφέρουν προστιθέμενη αξία στην ελληνική οικονομία και διαθέτουν δυναμικό για άμεση εφαρμογή και αξιοποίηση.

Σχετικά με τον τομέα της βασικής και εφαρμοσμένης έρευνας, ελπιδοφόρες είναι οι πρωτοβουλίες για την καθιέρωση της συνεργασίας και δικτύωσης μεταξύ των ερευνητικών ιδρυμάτων και των πανεπιστημίων. Οι πρωτοβουλίες αυτές αφορούν στην κινητοποίηση σημερινών και μελλοντικών προγραμμάτων έρευνας και ανάπτυξης προς την κατεύθυνση εξέτασης ενός ολοκληρωμένου πλαισίου για την υποστήριξη των αξόνων της βιώσιμης ανάπτυξης και τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Η δημιουργία δικτύων και μηχανισμών συνεργασίας είναι πολύ σημαντικό να επιτευχθεί για όλους τους συμμετέχοντες τομείς μεταξύ των διαφόρων παραγόντων της αγοράς και μεταξύ ιδιωτικού και δημόσιου τομέα. Παράλληλα, θα πρέπει να καταβληθεί κάθε προσπάθεια προκειμένου να προσδιοριστούν οι κατάλληλοι μηχανισμοί για το συντονισμό της χρηματοδότησης σε επίπεδο κοινοπραξίας και ο γενικός συντονισμός των πηγών χρηματοδότησης.

Συγκεκριμένα, θα πρέπει να εξεταστεί η δυνατότητα διαφορετικών πηγών χρηματοδότησης ανάλογα με την πρόοδο, ώστε να βελτιστοποιούνται τα αποτελέσματα των επενδυτικών κεφαλαίων και να εξασφαλίζεται η συνέχεια της χρηματοδότησης των τεχνολογιών στις διάφορες φάσεις ανάπτυξης.

Οι γενικοί αυτοί άξονες ευρωπαϊκής έρευνας στον τομέα της ενέργειας, θα πρέπει να επικαιροποιούνται ανάλογα με την έκβαση των διεθνών διαπραγματεύσεων για δεσμευτικούς στόχους και οδικούς χάρτες και να υποστηρίζονται από θεσμικά και οικονομικού χαρακτήρα μέτρα.

Παράλληλα με τις δράσεις τεχνολογικής ανάπτυξης θα πρέπει να εξετάζεται η δυνατότητα ενσωμάτωσης των τεχνικών προδιαγραφών, ως προς την πιστοποίηση και την τυποποίηση των διαδικασιών και των προϊόντων για το λόγο ότι αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την ταχεία ανάπτυξη και διείσδυση των τεχνολογικών αποτελεσμάτων στην αγορά.



Η εκπλήρωση των στόχων για διείσδυση των τεχνολογιών ΑΠΕ και διαφοροποίησης του ηλεκτρικού μείγματος, σχετίζεται άμεσα με την επίτευξη και ολοκλήρωση δράσεων έρευνας και ανάπτυξης ολοκληρωμένων τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο στόχος της έρευνας θα είναι να δράσει συμπληρωματικά και ανταγωνιστικά σε αντίστοιχες ερευνητικές προσπάθειες άλλων χωρών, προσπαθώντας να εστιάσει σε τεχνολογίες προστιθέμενης αξίας που εκμεταλλεύονται το εγχώριο δυναμικό ανάπτυξης αυτών των συστημάτων.

Έμφαση θα πρέπει να δοθεί στην ανάπτυξη συστημάτων ΑΠΕ με αυξημένη ενεργειακή απόδοση και με μειωμένες απαιτήσεις σε υλικά και στην αντιμετώπιση τεχνικών προβλημάτων για τη μείωση του κόστους παραγωγής ηλεκτρισμού ανά τεχνολογία. Επίσης, μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί και στην ανάπτυξη και το σχεδιασμό μικρών συστημάτων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, ώστε να προωθηθεί ο σχεδιασμός ενός συστήματος διεσπαρμένης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ένας ακόμη στόχος θα είναι η ανάπτυξη και βελτιστοποίηση διεργασιών και μεθόδων παραγωγής βιοκαυσίμων, η αξιοποίηση υπολειμμάτων και υποπροϊόντων βιομηχανιών παραγωγής για παραγωγή βιοντίζελ και η μείωση του κόστους παραγωγής από ενεργειακές καλλιέργειες.

Η αντιμετώπιση προβλημάτων σε θέματα παροχής και διανομής ενέργειας και η αποτελεσματική ενσωμάτωση των ΑΠΕ στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας επιβάλλει την ανάπτυξη νέων εργαλείων ελέγχου και αξιοπιστίας του ενεργειακού συστήματος σε θέματα έξυπνων ενεργειακών δικτύων.

Πολύ μεγάλης σημασίας θα είναι τα αποτελέσματα έρευνας σε τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας και η ανάπτυξη εμπορικά ώριμων εφαρμογών ώστε να μπορεί να αποθηκεύεται η παραγόμενη ενέργεια από μονάδες ΑΠΕ μη ελεγχόμενης εξόδου, προκειμένου να μειώνονται τα ποσά απορριπτόμενης ενέργειας και να μεγιστοποιούνται οι δυνατότητες αξιοποίησης της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ.

Μεγάλη έμφαση αναμένεται να δοθεί σε τεχνολογίες συσσωρευτών στις οποίες το ενδιαφέρον εστιάζεται στις δυνατότητες αποθήκευσης, στην αξιοπιστία των συστημάτων σε κύκλους φόρτισης-εκφόρτισης, στη διάρκεια ζωής τους και στη μείωση του κόστους ανά μονάδα αποθηκευμένης ηλεκτρικής ενέργειας.





Η τεχνολογική έκρηξη οδήγησε σε καταλυτική επίδραση του ανθρώπου στο περιβάλλον, απελευθέρωσε νέες δυνατότητες ανάπτυξης της ανθρωπότητας και μια τελειώς διαφορετικής κλίμακας επίδραση στην παγκόσμια βιοποικιλότητα.

Ο άνθρωπος μπορεί να επιδρά ακόμη και στους κλιματικούς συντελεστές, όπως πχ με την εξαιρετικά μεγάλη απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα αερίων του θερμοκηπίου, το οποίο σε συνδυασμό με την απειρότητα των φυσικών πόρων και των δυνατοτήτων της φέρουσας ικανότητας του οικοσυστήματος οδήγησαν σε μια ακραία μεταβαλλόμενη παγκόσμια περιβαλλοντική και οικολογική ισορροπία.

Η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα συνειδητοποίησε ότι πρέπει να μειωθεί σιγά σιγά το περιβαλλοντικό και οικολογικό αποτύπωμα της οικονομίας. Οι ΑΠΕ μέχρι και σήμερα δεν έχουν αξιοποιηθεί στον επιθυμητό βαθμό στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η χρήση των συμβατικών καυσίμων σε παγκόσμιο επίπεδο, αποτελεί τη βάση λειτουργίας, ανάπτυξης και ευημερίας των επί μέρους κοινωνιών. Στις προτάσεις αντιμετώπισης του ενεργειακού προβλήματος, έρχονται να προστεθούν και οι εξωτικές πηγές ενέργειας, οι οποίες προβλέπεται να ανοίξουν νέες τεράστιες προοπτικές.

Λαμβάνοντας ως δεδομένη την απειλή της κλιματικής αλλαγής η στροφή προς την πράσινη οικονομία είναι υποχρεωτική. Η Πράσινη Οικονομία συνδέεται με την τεχνολογική μετατροπή της παραγωγής, τον τεχνολογικό μετασχηματισμό της παραγωγικής διαδικασίας «σε πιο φιλική» για το περιβάλλον και με την εκμετάλλευση των αειφόρων κοιτασμάτων ενέργειας. Επίσης, συνδέεται με την πλήρη αναδιάρθρωση της οικονομίας. Η αισιόδοξη αυτή προοπτική προσφέρει μεγάλη ώθηση στην οικονομία και στην εξασφάλιση νέων θέσεων εργασίας.

Οι στόχοι που έχουν τεθεί για τα επόμενα χρόνια, μέχρι και το 2050, είναι πολύ δύσκολοι, διότι δυστυχώς μέχρι σήμερα όσοι στόχοι είχαν τεθεί σχετικά με τη διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στο ενεργειακό μίγμα της χώρας επιτεύχθηκαν με αποτέλεσμα να πρέπει οι νέοι στόχοι να είναι πιο σκληροί και δύσκολοι.

Οι επενδύσεις σε αιολικά πάρκα είναι σχεδόν μηδενικού κινδύνου λόγω της σταθερής ετήσιας απόδοσης τους, των χαμηλών εξόδων λειτουργίας τους, της υψηλής τιμής αγοράς από τη ΔΕΗ και της εξασφαλισμένης διάθεσης της παραγωγής για μια





20ετία. Η οικονομική απόδοση των επενδύσεων εξαρτάται κυρίως από τις ανεμολογικές συνθήκες της περιοχής, τις ισχύουσες τιμές αγοράς, το κόστος διασύνδεσης και την ισχύ της ανεμογεννήτριας.

Οι προοπτικές ανάπτυξης του κλάδου είναι πολύ θετικές εξαιτίας των υψηλών στόχων που έθεσε το πρόγραμμα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των γενναιόδωρων τιμών αγοράς. Θετικά αποτελέσματα, αναμένεται να έχει τις επόμενες δεκαετίες η τεχνολογική ανάπτυξη, μέσω της οποίας θα αυξηθούν οι αποδόσεις και παράλληλα θα μειωθεί το κόστος των αιολικών συστημάτων και θα αυξηθεί το κόστος των συμβατικών πηγών ενέργειας.

Για να πραγματοποιηθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν τα εξής

- Απαιτείται η θέσπιση ενός ολοκληρωμένου θεσμικού, ρυθμιστικού και τιμολογιακού πλαισίου, ώστε να αξιοποιηθεί σωστά το ανεκμετάλλευτο δυναμικό της χώρας.
- Η ορθολογική τιμολόγηση της παραγόμενης πράσινης ενέργειας είναι απαραίτητη και σχετίζεται με τις ανάγκες και την ωριμότητα της κάθε τεχνολογίας.
- Θα πρέπει να γίνει εκσυγχρονισμός των προτεραιοτήτων των ΑΠΕ, με πολύ γρήγορη ολοκλήρωση των ώριμων έργων και να προωθηθούν παράλληλα τα θαλάσσια πάρκα και να αξιοποιηθούν στο μέγιστο οι καινοτόμες τεχνολογίες.

Σε γενικές γραμμές, ο κλάδος των ΑΠΕ βρίσκεται σε πολύ αρχικό στάδιο και η ανάπτυξη του θα αποτελέσει κύριο χώρο επενδυτικού ενδιαφέροντος, πολιτικού προσανατολισμού και κοινωνικής απαίτησης.

Δόθηκε πολύ μεγάλη έμφαση για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα και για τη διαρκή χρηματοδότησή τους. Σε όλες τις μορφές ενέργειας θα πρέπει να επανέλθει η επιχορήγηση τους διότι υπάρχει πρόβλημα ενέργειας το οποίο αντιμετωπίζεται εφόσον τα καύσιμα όπως είναι για παράδειγμα το πετρέλαιο, τείνουν να εκλείψουν.

Θα πρέπει να δημιουργηθούν έργα και να στραφεί ο κόσμος στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, διότι η ενέργεια που παράγεται με αυτό τον τρόπο δεν ρυπαίνει το περιβάλλον και υπάρχει σε αφθονία. Η ενέργεια από τους ωκεανούς δεν εφαρμόζεται στην Ελλάδα καθώς η κίνηση των κυμάτων δεν μπορεί να δημιουργήσει υψηλή ισχύ ενέργειας και για αυτό το λόγο θα πρέπει να μελετηθεί η



κίνηση των κυμάτων και έπειτα με τα κατάλληλα έργα να μπορέσει αυτή η μορφή ενέργειας να αξιοποιηθεί.

Με το Ν. 3851/2010, η Ελλάδα διαθέτει ένα σύγχρονο νομοθετικό καθεστώς για τη χρήση των ΑΠΕ, παρόλα αυτά όμως τα εμπόδια και οι περιορισμοί που προκαλούν παράγοντες κοινωνικοί, διοικητικοί και οικονομικοί, είναι πολύ σοβαρά.

Από το 2018 έχει δημιουργηθεί ο ΔΑΠΕΕΠ (Διαχειριστής ΑΠΕ & Εγγυήσεων Προέλευσης), που διαχειρίζεται τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και τις εγκαταστάσεις Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ) του Εθνικού Διασυνδεδεμένου Συστήματος (Σύστημα Μεταφοράς και Δίκτυο Διανομής Ηπειρωτικής Χώρας και Διασυνδεδεμένων Νήσων) καθώς και τις Εγγυήσεις Προέλευσης ηλεκτρικής ενέργειας που έχει παραχθεί από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ.

Αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με την έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) «Ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές στην Ευρώπη», η ΕΕ το 2018 βρίσκεται στη σωστή πορεία για την επίτευξη του στόχου που έχει θέσει για το 2020, ήτοι να αυξήσει το ποσοστό ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στο 20%, ενώ ο στόχος για το 2030 είναι 32 % επί της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας.

Εμπόδιο στην ανάπτυξη αποτελεί η ελλιπής ενημέρωση των πολιτών για τα περιβαλλοντικά οφέλη με αποτέλεσμα τη δημιουργία επιφυλακτικής στάσης απέναντι στις ΑΠΕ και η κατάσταση αυτή οδηγεί ένα μεγάλο μέρος των αδειοδοτικών πράξεων σε κρίση ενώπιον του Συμβουλίου Επικρατείας, μετά την άσκηση αιτήσεων ακύρωσης, αναστέλλοντας ή και ακυρώνοντας την ανάπτυξή τους.

Για την ορθή προώθηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έχει πολύ μεγάλη σημασία η ύπαρξη σταθερών κανονιστικών πλαισίων έτσι ώστε να ενισχυθούν οι επενδύσεις στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως επίσης και μία πιο σωστή πολιτική αντιμετώπιση των ΑΠΕ από τη μεριά της Ευρώπης η οποία θα αξιοποιεί τις υπάρχουσες ρυθμίσεις συνεργασίας.



## **BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- Αλεξάκης, Α.Σ., 2001. Αιολική Ενέργεια. Σειρά: Φύση και πολιτισμός, Αθήνα.
- Ανδρίτσος, Ν., 2008. Ενέργεια και Περιβάλλον-Διδακτικές Σημειώσεις. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.
- Βαμβούκα, Δ., 2009. Βιομάζα, Βιοενέργεια και Περιβάλλον. Εκδόσεις: Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- Γερασίμου, Α., 2013. Ο ρόλος της βιομάζας για την ανάπτυξη της Ελληνικής οικονομίας. Βιοκαύσιμα με βλέμμα στραμμένο στο 2020. 1ο ετήσιο συνέδριο. Αθήνα.
- Εφημερίδα της κυβερνήσεως της ελληνικής δημοκρατίας. 14/6/2011 ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ Αρ. Φύλλου 1228.Αθήνα.
- Ιορδανίδης, Α., 2007. Εκμετάλλευση Ενεργειακών Πρώτων Υλών. Εργαστηριακές σημειώσεις στο τμήμα Γεωτεχνολογίας & Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, Κοζάνη.
- Καρακόπανος, Χ., 2000. Τεχνολογία Φυσικού Αερίου. Εκδόσεις Ιών, Αθήνα.
- Κορωνάιος, Χ., 2012. Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας, Διδακτικές σημειώσεις στο Δ.Π.Μ.Σ. Περιβάλλον και ανάπτυξη, Εθνικό Μετσόβιο πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Μπεργέλης, Γ., 2005. Ανεμοκινητήρες. Νέα Βελτιωμένη έκδοση, Εκδόσεις, Συμεών. Αθήνα.
- Νόμος 2244/1994. Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας. Και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις. ΦΕΚ Α 168.
- Νόμος 2773/1999. Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας- Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις. ΦΕΚ Α 286.
- Νόμος 2941/2001. Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης. Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ και άλλες διατάξεις. ΦΕΚ Α 201.
- Νόμος 3017/2002. Κύρωση του Πρωτόκολλου του Κιότο στην Σύμβαση – πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος. ΦΕΚ Α117 .



- Νόμος 3175/2003. Αξιοποίηση γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις. ΦΕΚ Α 207.
- Νόμος 3299/04. Νέος αναπτυξιακός νόμος. ΦΕΚ 261/Α'/23-12-2004.
- Νόμος 3468/06. Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις. ΦΕΚ Α' 129/27-6-06
- Νόμος 3851/2010. Επιτάχυνση της Ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής αλλαγής. ΦΕΚ Α 85.
- Παπαντώνης, Δ.Ε., 2001. Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα. Εκδόσεις Συμεών. Αθήνα.
- Πράσινη βίβλος πλαίσιο για τις πολιτικές που αφορούν το κλίμα και την ενέργεια με χρονικό ορίζοντα το έτος 2030. 27-3-2013. Ευρωπαϊκή επιτροπή. Βρυξέλλες.
- Πολύζου, Ο., 2007. Γεωθερμία- Βιώσιμη ανάπτυξη και τοπικές Κοινωνίες. Εθνικό Μετσόβιο πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Τσακαλάκης, Κ., 2017. Παραγωγή Ενέργειας από Συμβατικά ορυκτά καύσιμα και από Εναλλακτικές πηγές Ενέργειας. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Αθήνα.