

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Συγκριτική αξιολόγηση των επενδύσεων σε  
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα**

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ: 1517**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΝΙΚ. ΣΚΟΥΛΙΔΗ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΔΡΟΣΟΠΟΥΛΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2015**

**Copyright © Αικατερίνη Σκουλίδη, 2015**

**All rights reserved**

## Πρόλογος

Η παρούσα εργασία αποτελεί τη Πτυχιακή Εργασία στα πλαίσια των σπουδών μου στο τμήμα Ηλεκτρολογίας της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας.

Αντικείμενο της εργασίας είναι η συγκριτική αξιολόγηση των επενδύσεων σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα.

Η πτυχιακή αυτή εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2014 - 2015 υπό την επίβλεψη του κ. Αναστάσιου Δροσόπουλου, καθηγητή της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεσή της.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Ευάγγελο Τσιμπλοστεφανάκη για την άψογη συνεργασία μας, την ουσιαστική βοήθεια, τις πολύτιμες συμβουλές, την υποστήριξη και την καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Πάτρα, Οκτώβριος 2015

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>- 1 -</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>- 2 -</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>- 3 -</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>	<b>- 5 -</b>
<b>ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ</b>	<b>- 5 -</b>
1.1. Τι είναι η Πράσινη Οικονομία	- 5 -
1.2. Το Αναπτυξιακό Μοντέλο στην Ελλάδα	- 7 -
1.3. Χτίζοντας ένα Πράσινο Οικονομικό Μοντέλο στην Ελλάδα την Επόμενη Δεκαετία: Βασικοί Άξονες-	8 -
1.3.1. Ο αγροτικός τομέας	- 9 -
1.3.2. Μεταποίηση – βιομηχανία	- 10 -
1.3.3. Ενέργεια	- 11 -
1.3.4. Κατασκευές	- 12 -
1.3.5. Τουρισμός	- 13 -
1.4. Πράσινες επενδύσεις και απασχόληση	- 14 -
1.5. Πράσινες πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης στον τομέα της ενέργειας	- 16 -
1.5.1. Το ενεργειακό και κλιματικό πακέτο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2020 (Στόχοι «20-20-20»)	- 16 -
1.5.2. Το Πλαίσιο για τις ενεργειακές και κλιματικές πολιτικές για το 2030	- 18 -
1.5.3. Ο οδικός χάρτης προς μία οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για το 2050	- 19 -
1.6. Πρωτόκολλο του Κυότο	- 20 -
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>	<b>22</b>
<b>ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)</b>	<b>22</b>
2.1. Εισαγωγή	22
2.2. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ΑΠΕ	23
2.3. Οικονομικά οφέλη από την χρήση των ΑΠΕ	25
2.4. Ηλιακή ενέργεια	27
2.4.1. Ενεργητικά ηλιακά συστήματα	28
2.4.2. Παθητικά ηλιακά συστήματα	29
2.4.3. Φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β)	31
2.4.4. Η ηλιακή ενέργεια στην Ελλάδα	33
2.5. Αιολική ενέργεια	37
2.5.1. Βασικά τμήματα ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα	37

2.5.2.	Παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή παραγωγή	39
2.5.3.	Μύθοι και αλήθειες για την αιολική ενέργεια	41
2.5.4.	Χρήση της αιολικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στον Ελλαδικό χώρο	43
<b>2.6.</b>	<b>Υδροηλεκτρική ενέργεια</b>	<b>47</b>
2.6.1.	Περιγραφή Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων	48
2.6.2.	Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	49
2.6.3.	Εφαρμογές της υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα	50
<b>2.7.</b>	<b>Γεωθερμία</b>	<b>53</b>
2.7.1.	Ταξινόμηση των γεωθερμικών συστημάτων	54
2.7.2.	Εφαρμογές της Γεωθερμίας	55
2.7.3.	Προβλήματα από τη χρήση της γεωθερμίας και αντιμετώπισή τους	57
2.7.4.	Οφέλη από τη χρήση της γεωθερμίας και τα πλεονεκτήματα της σε σχέση με άλλες Α.Π.Ε.	62
2.7.5.	Η γεωθερμία στην Ελλάδα	63
<b>2.8</b>	<b>Βιομάζα-βιοαέριο</b>	<b>65</b>
2.8.1.	Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα της βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	66
2.8.2.	Τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας	68
2.8.3.	Ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας – Εφαρμογές	73
2.8.4.	Αξιοποίηση της βιομάζας στην Ελλάδα	74
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b>		<b>76</b>
<b>ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ</b>		<b>76</b>
3.1.	Ταυτότητα της έρευνας	76
3.2.	Δεδομένα της έρευνας	77
3.3.	Αποτελέσματα έρευνας	81
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>		<b>116</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>		<b>119</b>
Πρόγραμμα αυτοπαραγωγής με ενεργειακό συμψηφισμό – Net Metering		119
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>		<b>127</b>

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

---

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και τη συγκριτική αξιολόγηση των επενδύσεων τους στην Ελλάδα σε επίπεδο διοικητικών περιφερειών.

Η εργασία χωρίζεται σε δύο ενότητες. Συγκεκριμένα:

Η **πρώτη ενότητα** αποτελεί το θεωρητικό μέρος της εργασίας. Αρχικά γίνεται ανάλυση του όρου «Πράσινη Οικονομία». Στη συνέχεια περιγράφεται το αναπτυξιακό μοντέλο που έχει εφαρμοστεί στην Ελλάδα, καθώς επίσης και οι βασικοί άξονες του νέου «Πράσινου Οικονομικού Μοντέλου» τους οποίους θέλει να υιοθετήσει η χώρα μας. Επίσης γίνεται αναφορά στις θέσεις εργασίας που μπορούν να δημιουργηθούν με τις πράσινες επενδύσεις. Παραθέτονται οι πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης στον τομέα της ενέργειας, τις οποίες καλείται να εφαρμόσει και η Ελλάδα ως κράτος-μέλος της και στα πλαίσια του Πρωτοκόλλου του Κυότο. Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται ανάλυση της έννοιας των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και αναφορά στις κατηγορίες τους. Αναπτύσσονται τα πολλά πλεονεκτήματά τους έναντι των συμβατικών καυσίμων, αλλά και κάποια μειονεκτήματα που παρουσιάζουν. Στη συνέχεια αναλύονται τα οικονομικά οφέλη που μπορούν να προκύψουν από την αύξηση της χρήσης τους και τέλος γίνεται λεπτομερής ανάλυση των ΑΠΕ που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα.

Στη **δεύτερη ενότητα** της εργασίας παρουσιάζονται τα στοιχεία της έρευνας που πραγματοποιήθηκε για τις ΑΠΕ στην Ελλάδα και σε επίπεδο διοικητικών περιφερειών για τα έτη από το 2007 έως και το 2014 και ακολουθεί η σύγκριση και ανάλυσή τους.

Η εργασία κλείνει με τα συμπεράσματα που προκύπτουν τόσο από τη θεωρητική ενότητα, όσο και από τμήμα της έρευνας.

## ABSTRACT

---

The object of the present study is Renewable Energy Sources (RES) and the comparative appraisal of their investments in Greece at regional level.

The study is divided into two sections. Specifically:

The **first section** is the theoretical part of the study. Initially there is an analysis of the term "Green Economy". It is followed by a description of the development model that has been applied in Greece, as well as the main lines of the new "Green Economic Model" which the country wants to adopt. A reference is also made to jobs that can be created from green investments. EU's policies on energy are listed, which Greece is called to implement as a member state and within the agreement of the Kyoto Protocol. The second chapter analyzes the meaning of Renewable Energy Sources and there is a reference made to their categories. Then, their many advantages are developed over conventional fuels, but also some disadvantages. Then the economic benefits that can arise from the increase in their use are analyzed and finally there is an extensive reference to the renewable energy sources that are being used in Greece.

The **second section** of the study presents the conclusions of a research conducted for RES in Greece and at district level for the years between 2007 and 2014, followed by comparison and analysis.

The paper ends with the conclusions that arise from both the theoretical section, and the section of the survey.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Από τα πρώτα του βήματα πάνω στην Γη ο άνθρωπος εκμεταλλεύτηκε τις ενεργειακές δυνατότητες που του παρείχε η φύση. Χρησιμοποίησε τη μυϊκή δύναμη τόσο τη δική του όσο και κάποιων ζώων για να παράγει μηχανικό έργο. Έμαθε να ανάβει φωτιά και να εκμεταλλεύεται την χημική ενέργεια που παράγεται κατά τη καύση οργανικών υλών. Κίνησε τα πλοία του και τους ανεμόμυλους με την αιολική ενέργεια και τους υδρόμυλους με την υδραυλική ενέργεια. Χρειάστηκε ωστόσο να περάσουν αρκετές χιλιετίες μέχρι να μπορέσει να εκμεταλλευτεί πηγές ενέργειας μεγάλης και συγκεντρωτικής ισχύος.

Μόλις στα τέλη του 18ου αιώνα κατάφερε ο άνθρωπος με την ατμομηχανή να μετατρέψει την θερμική ενέργεια σε μηχανική, γεγονός που σηματοδότησε την έναρξη της βιομηχανικής επανάστασης. Ως καύσιμο χρησιμοποίησε αρχικά το ξύλο και στην συνέχεια τον γαιάνθρακα, που πλεονεκτούσε λόγω της μεγαλύτερης θερμογόνου του δύναμης. Η γρήγορη στροφή της ανθρωπότητας προς τον άνθρακα γίνεται αντιληπτή από το γεγονός ότι στις ΗΠΑ το 1885 περίπου το 50% της καταναλισκόμενης ενέργειας λαμβανόταν από το ξύλο και το υπόλοιπο 50% από τον άνθρακα, ενώ μόλις 35 χρόνια νωρίτερα πάνω από το 90% της ενέργειας προερχόταν από την καύση του ξύλου. Για αρκετές δεκαετίες η βιομηχανία και γενικότερα η οικονομία των βιομηχανικών χωρών βασιζόταν στην χρησιμοποίηση του γαιάνθρακα επειδή αυτός ήταν άφθονος και παρών σε όλες τις ηπείρους ενώ μικρό ρόλο έπαιζε και η υδραυλική ενέργεια.

Η ανακάλυψη σημαντικών κοιτασμάτων πετρελαίου, η ευκολία στην μεταφορά αλλά κυρίως στην χρήση του, η επινόηση της μηχανής εσωτερικής καύσης και η διάδοση της χρήσης του αυτοκινήτου, ιδιαίτερα μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, συνετέλεσαν στην αυξανόμενη εκμετάλλευση των ορυκτών υδρογονανθράκων και τη μέχρι έναν βαθμό εκτόπιση του άνθρακα. Παράλληλα από τις αρχές της δεκαετίας του '50 η ειρηνική χρήση της πυρηνικής ενέργειας υποσχόταν την εξασφάλιση της ενεργειακής επάρκειας στα κράτη που μόλις έβγαιναν από τη θύελλα του πολέμου και επιζητούσαν γρήγορους ρυθμούς ανάπτυξης. Είχε επικρατήσει η αντίληψη ότι η τεχνολογική, βιομηχανική, πολιτιστική, οικονομική και κοινωνική πρόοδος, δηλαδή η ανάπτυξη, αποτελεί την προϋπόθεση για την βελτίωση των συνθηκών ζωής. Και η ανάπτυξη βρίσκεται σε άμεση σχέση με την ενέργεια. Πραγματικά κάθε τεχνική και οικονομική πρόοδος, αλλά και το επίπεδο εκβιομηχάνισης μιας χώρας, το ποσοστό ανεργίας και γενικά το βιοτικό επίπεδο ενός λαού, εξαρτώνται άμεσα από την εξασφάλιση επαρκούς ενέργειας. Αντίθετα έλλειμμα στις ενεργειακές ανάγκες έχει σαν αποτέλεσμα απώλειες στην εθνική οικονομία, γιατί κάποια τμήματα της βιομηχανικής παραγωγής υποχρεώνονται να αναστείλουν τη δραστηριότητα τους, με συνέπεια να μειώνεται η παραγωγή αλλά και να χάνονται θέσεις εργασίας. Συνεπώς, όποια χώρα καταφέρει να εξασφαλίσει επάρκεια στη διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση σε ενέργεια και εύλογο κόστος παραγωγής της, εξασφαλίζει την ανάπτυξη, δηλαδή την άνοδο του βιοτικού επιπέδου του λαού της.

Το ενεργειακό ζήτημα απασχόλησε σοβαρά για πρώτη φορά την ανθρωπότητα μετά το ξέσπασμα των δύο μεγάλων πετρελαϊκών κρίσεων το 1973 και το 1979. Άρχισε να γίνεται συνείδηση στον κόσμο το γενικότερο πρόβλημα του εξαντλήσιμου των ενεργειακών αποθεμάτων. Για την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης εξαγγέλθηκαν προγράμματα



λιτότητας, μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, ενώ ταυτόχρονα άρχισε η αναζήτηση άλλων ενεργειακών πηγών (πυρηνική, γεωθερμική, αιολική, ηλιακή, εξευγενισμός, γαιανθράκων) για την υποκατάσταση του πετρελαίου.

Οι επιπτώσεις των δύο ενεργειακών κρίσεων στις σχέσεις μεταξύ των κρατών είναι σαφείς αποδείξεις της βαρύτητας και της σημασίας που έχουν αποκτήσει οι ενεργειακές πηγές στην διαμόρφωση των διακρατικών σχέσεων και της διεθνούς πολιτικής. Σημαντική μαρτυρία αποτελεί η πολεμική σύρραξη του 1991 στον Περσικό κόλπο, του πολέμου των «πλουτοπαραγωγικών πόρων», όπως δίκαια ονομάστηκε και που έγινε για την εξασφάλιση της απρόσκοπτης ροής του «μαύρου χρυσού» προς τις βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες.

Σήμερα ένα από τα μεγάλα θέματα για το μέλλον της ανθρωπότητας είναι και το θέμα του περιβάλλοντος. Οι παρεμβάσεις του ανθρώπου, ιδιαίτερα τους τελευταίους δυο αιώνες, δημιούργησαν προβλήματα και καταστροφικές προοπτικές για την ανθρωπότητα. Η κλιματική αλλαγή αναγνωρίζεται πλέον ως ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα σε παγκόσμιο επίπεδο, οι πολυδιάστατες επιπτώσεις του οποίου δεν αφορούν μόνο στο μακρινό μέλλον, αλλά εξελίσσονται ήδη, επηρεάζοντας δεκάτομμυρια ανθρώπους και το σύνολο των οικοσυστημάτων σε όλο τον πλανήτη. Πέρα όμως από την κλιματική αλλαγή, η ανθρωπότητα έχει να αντιμετωπίσει πληθώρα άλλων περιβαλλοντικών προβλημάτων όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση, η ρύπανση του εδάφους και τους υπεδάφους, η υποβάθμιση των υδατικών πόρων, η εξαντλησιμότητα των φυσικών πόρων, η μείωση της βιοποικιλότητας, κλπ.

Η περιβαλλοντική κρίση επομένως, πυροδοτεί τη συζήτηση για την υιοθέτηση ενός νέου αναπτυξιακού προτύπου, που θα εντάσσει την προστασία του περιβάλλοντος και την ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων ως συστατικό στοιχείο της όλης αναπτυξιακής διαδικασίας. Ο όρος που διευρύνει το περιεχόμενο της ανάπτυξης ώστε να συμπεριλάβει και περιβαλλοντικές συνιστώσες είναι η "Βιώσιμη Ανάπτυξη" (Sustainable Development).

Μια από τις παρεμβάσεις του ανθρώπου, που δημιουργούν τεράστια προβλήματα για το φυσικό περιβάλλον, είναι οι αναγκαίες σήμερα μεγάλες ποσότητες ενέργειας, που απαιτούνται στη σύγχρονη κοινωνία. Θέρμανση, ηλεκτρισμός, μεταφορές είναι αναγκαία σε κάθε νοικοκυριό, ενώ και η παραγωγή αγαθών βασίζεται σήμερα στην ενέργεια (βιομηχανία, βιοτεχνία, γεωργία, ορυκτός πλούτος). Για να περιοριστεί η ρύπανση του φυσικού περιβάλλοντος από την παραγωγή ενέργειας, γίνονται πολλές προτάσεις, μια από τις οποίες είναι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).

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

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

---

# ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

### 1.1. Τι είναι η Πράσινη Οικονομία

Είναι κοινός τόπος πλέον ότι τα περιβαλλοντικά προβλήματα που έχουν δημιουργηθεί από τη μη βιώσιμη διαχείριση των πόρων είναι πολύ μεγάλα. Η αβεβαιότητα των κλιματικών αλλαγών και η σύγχρονη αναγκαιότητα για περιβαλλοντική προστασία οδηγεί στον επαναπροσδιορισμό και επανασχεδιασμό των οικονομικών δραστηριοτήτων, εισάγοντας σε κάθε σύστημα αναφοράς τον παράγοντα της περιβαλλοντικής διαχείρισης. Η υιοθέτηση ενός παραγωγικού συστήματος με κριτήρια μακροχρόνιας βιωσιμότητας των πόρων θεωρείται εργαλείο αντιμετώπισης τόσο της τρέχουσας οικονομικής κρίσης, όσο και της περιβαλλοντικής.

Έτσι, η διαχείριση των πόρων που συνδέεται με την ισορροπία του περιβάλλοντος επαναπροσδιορίζεται στη βάση της βιωσιμότητά τους. Στο πλαίσιο αυτό αναγκαία προϋπόθεση είναι η ανάπτυξη παραγωγικών δομών, αλλά και υποδομών της οικονομίας που να ευνοούν την βιωσιμότητα του συστήματος συνολικά. Αυτό προϋποθέτει ότι η εκμετάλλευση των φυσικών πόρων γίνεται με ρυθμό μικρότερο από αυτόν με τον οποίον ανανεώνονται. Διαφορετικά, θα εμφανιστεί το φαινόμενο της περιβαλλοντικής υποβάθμισης, η οποία αν δεν αντιμετωπισθεί έγκαιρα, δεν θα μπορέσει να υποστηρίξει την ανθρώπινη ζωή (π.χ. κλιματική αλλαγή) μακροπρόθεσμα, και πιθανά να οδηγήσει τον πλανήτη μας σε οικολογική κρίση. Διάφοροι όροι, όπως «πράσινη οικονομία», «πράσινη ανάπτυξη», «καθαρή ανάπτυξη», «βιώσιμη ανάπτυξη», «οικονομίες χαμηλών εκπομπών άνθρακα», χρησιμοποιούνται, κατά βάση εναλλακτικά τα τελευταία χρόνια, προκειμένου να περιγράψουν ένα οικονομικό μοντέλο όπου κυρίαρχο συστατικό του θα είναι και η προστασία του περιβάλλοντος. Προτείνεται επομένως η υιοθέτηση της πράσινης ανάπτυξης, στον βαθμό που την αφορά, ως αντίδοτο της οικονομικής και περιβαλλοντικής, κρίσης. (INE-ΓΣΕΕ, 2011, σελ. 3)

Με τον όρο πράσινη ανάπτυξη δεν εννοείται μόνο μια φιλοπεριβαλλοντική πολιτική ή μια ανάπτυξη που σέβεται το περιβάλλον. Αναφερόμαστε στην ανασυγκρότηση της παραγωγικής βάσης μιας χώρας δημιουργώντας νέο πλούτο με μοχλό ανάπτυξης το περιβάλλον σε σχέση με τους διαθέσιμους πόρους και τη μεταφορά τεχνογνωσίας. Συνεπώς, τεχνολογική εξέλιξη, καινοτομία και πράσινη ανάπτυξη μπορεί και πρέπει να συμβαδίζουν. Υπό την έννοια αυτή, η προώθηση και στήριξη της πράσινης ανάπτυξης ισχυροποιεί την ανταγωνιστική θέση μιας χώρας, προστατεύοντας συγχρόνως το περιβάλλον της. Ουσιαστικά, η πράσινη ανάπτυξη χαρακτηρίζεται από ένα συγκεκριμένο τρόπο άσκησης των οικονομικών δραστηριοτήτων από τον πρωτογενή τομέα μέχρι τη βιομηχανία και τις υπηρεσίες, στον πυρήνα του οποίου είναι ο περιορισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, και η αξιοποίηση διαχείρισης των φυσικών

πόρων κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η βιώσιμη ανάπτυξη. (Καπλάνης, 2008, σελ. 28-29)

Δράσεις όπως αυτές που αναφέρονται παραπάνω μπορούν να αναπτυχθούν ουσιαστικά, στον ένα ή στον άλλο βαθμό, σε όλους τους κλάδους της οικονομίας. Άρα τελικά η υιοθέτηση ενός μοντέλου πράσινης ανάπτυξης είναι ζήτημα ολόκληρης της οικονομίας. Εντούτοις, οι τομείς που μπορεί να θεωρηθούν ως βασικά πεδία υιοθέτησης ενός πράσινου οικονομικού μοντέλου είναι:

- ο Η ανάπτυξη και αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η αιολική, η ηλιακή, η βιομάζα, η υδραυλική, η γεωθερμία, κλπ.

- ο Η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε όλους τους τομείς τελικής κατανάλωσης (βιομηχανία, μεταφορές, κτίρια) αλλά και στην παραγωγή και μεταφορά ενέργειας. Στο πλαίσιο αυτό περιλαμβάνεται και ο κατασκευαστικός τομέας που σχετίζεται με την κατασκευή νέων κτιρίων χαμηλής ή μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης και με την ενεργειακή αναβάθμιση του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος.

- ο Η προσαρμογή της βιομηχανίας σε υψηλές περιβαλλοντικές απαιτήσεις, με εκσυγχρονισμό της παραγωγικής διαδικασίας, παραγωγή νέων τεχνολογικών και προϊόντων, κλπ.

- ο Η ανάπτυξη φιλικών στο περιβάλλον συνδυασμένων μεταφορών.

- ο Η περιβαλλοντική προστασία, στο πλαίσιο της οποίας επιδιώκεται η μείωση των περιβαλλοντικών φορτίων, η βελτίωση της ποιότητας περιβάλλοντος, η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

- ο Η προώθηση της φιλικής προς το περιβάλλον τουριστικής ανάπτυξης.

- ο Ο προσανατολισμός της γεωργίας προς την ανάπτυξη πιστοποιημένων αγροτικών προϊόντων και την προώθηση της βιολογικής γεωργίας και κτηνοτροφίας καθώς και της βιώσιμης αλιείας.

- ο Η ολοκληρωμένη διαχείριση και προστασία των υδάτων.

- ο Η ολοκληρωμένη διαχείριση φυσικών πόρων, υλικών και αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης της προώθησης πολιτικών μείωσης των αποβλήτων και ενίσχυσης της ανακύκλωσης.

- ο Η αναμόρφωση του αστικού σχεδιασμού προς ασφαλείς, βιώσιμες, και ευχάριστες πόλεις.

- ο Η προστασία και ανάδειξη των δασών και προστατευόμενων περιοχών.

Απαραίτητο συστατικό της πράσινης ανάπτυξης αποτελεί η συμμετοχή των πολιτών, κυρίως μέσω της αλλαγής καταναλωτικών προτύπων έτσι ώστε να υποστηριχθεί / προωθηθεί η ζήτηση για πράσινα προϊόντα και υπηρεσίες.

(INE-ΓΣΣΕΕ, 2011, σελ. 18-19)

## 1.2. Το Αναπτυξιακό Μοντέλο στην Ελλάδα

Είναι κοινή πεποίθηση πλέον, ότι το αναπτυξιακό μοντέλο της χώρας έχει εξαντλήσει τα όριά του. Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '70, η βιομηχανία εθεωρείτο η ατμομηχανή της οικονομίας. Ιδιαίτερη προσοχή έδιναν οι οικονομολόγοι σε ορισμένους βιομηχανικούς κλάδους, όπως αυτούς που ανήκαν στη βαριά βιομηχανία ή στον κλάδο των εργαλειομηχανών. Οι κλάδοι αυτοί αλλά και ο τρόπος οργάνωσης της παραγωγής και της οικονομίας, απαιτούσαν μεγάλα μεγέθη, μαζική κατανάλωση και αδιαφορία για το περιβάλλον. Αποτέλεσμα αυτής της αντίληψης ήταν το ποσοστό συμμετοχής του βιομηχανικού προϊόντος στο ΑΕΠ να αποτελεί δείκτη ανάπτυξης της οικονομίας, ενώ αντίθετα η μεγάλη συμμετοχή του πρωτογενούς τομέα να αποτελεί στοιχείο προβληματισμού. Η διάρθρωση του ΑΕΠ με βάση τους τρεις παραγωγικούς τομείς και η σχέση της με την ανάπτυξη αποτέλεσε, ιδιαίτερα τη δεκαετία του '60, αντικείμενο μεγάλης φιλολογίας όχι μόνο στους οικονομικούς, αλλά και στους πολιτικούς κύκλους. Η διάρθρωση των τριών παραγωγικών τομέων αποτελούσε δείκτη ανάπτυξης και άρα αξιολόγησης των οικονομικών πολιτικών, αλλά κυρίως έναυσμα για διαρθρωτικές προτάσεις και πολιτικές.

Αμέσως μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο και τον Εμφύλιο Πόλεμο στην Ελλάδα, το προϊόν του πρωτογενούς τομέα ξεπερνούσε το βιομηχανικό προϊόν. Από τη δεκαετία του '60 η βιομηχανία αρχίζει και μεγεθύνεται, σε σχέση με το ΑΕΠ, μέχρι τη δεκαετία του '90. Οι υπηρεσίες πάντα είχαν μία ιδιαίτερη βαρύτητα στην Ελληνική οικονομία (Τσουκαλάς, 1986). Από τις αρχές της δεκαετίας του '90 και μετά οι υπηρεσίες είναι ο «κυρίαρχος του παιχνιδιού».

Σήμερα είναι πολύ δύσκολο να ισχυριστεί κανείς ότι η διάρθρωση των τομέων της οικονομίας αποτελεί έναν ασφαλή δείκτη για το επίπεδο ανάπτυξής της. Είναι επίσης πάρα πολύ δύσκολο να εντοπιστεί σε ορισμένες περιπτώσεις το προϊόν που παράγεται σε κάθε τομέα ξεχωριστά. Τα προϊόντα και οι υπηρεσίες που προσφέρουν σύγχρονοι κλάδοι αιχμής όπως η βιοτεχνολογία ή η πληροφορική, βρίσκουν εφαρμογή στον πρωτογενή και δευτερογενή τομέα. Ποιο ποσοστό από την παραγόμενη προστιθέμενη αξία που προκαλείται, από την εφαρμογή των νέων αυτών τεχνολογιών, θα αποδοθεί στις υπηρεσίες και ποιο στους υπόλοιπους τομείς; Στη σύγχρονη παραγωγική δομή κυριαρχούν τα οριζόντια και κάθετα δίκτυα και οι σχέσεις μεταξύ των επιχειρήσεων ανεξάρτητα από τη θέση τους στον πρωτογενή, δευτερογενή ή τριτογενή τομέα.

Το σημαντικότερο όμως θέμα είναι ότι σήμερα, μετά την εμπειρία των κρίσεων των τελευταίων δεκαετιών του προηγούμενου αιώνα και κυρίως της σύγχρονης χρηματοοικονομικής, δημοσιονομικής και περιβαλλοντικής κρίσης, η αντίληψη για την ανάπτυξη έχει αλλάξει. Δε μπορεί η μεγέθυνση κάποιων οικονομικών δεικτών να περιγράψει το αναπτυξιακό επίπεδο μίας οικονομίας ή κοινωνίας γενικότερα. Το αίτημα που προέκυψε, μετά την κρίση των αρχών του '70, αλλά κυρίως τη δεκαετία του '80, ήταν η ανάπτυξη να έχει διάρκεια, ώστε να μην έχει ημερομηνία λήξης. Για να έχει όμως διάρκεια θα πρέπει να μην εξαντλεί τα φυσικά αποθέματα της χώρας, ώστε να μπορεί να τα αξιοποιεί στο διηνεκές, να μην υποβαθμίζει την ποιότητα του περιβάλλοντος και ως εκ τούτου τις προσφερόμενες από αυτό υπηρεσίες, και να μη διαταράσσει την κοινωνική συνοχή, γιατί αυτό θα έχει άμεσες συνέπειες στην κοινωνική ειρήνη και στο γενικότερο επενδυτικό και επιχειρηματικό περιβάλλον. Αυτό που ονομάζεται πράσινη ανάπτυξη στηρίζεται στην οικονομική μεγέθυνση,

με περιβαλλοντική προστασία και κοινωνική συνοχή. Είναι φανερό ότι, πλέον, έχουν ενταχθεί στην έννοια της ανάπτυξης πολλά νέα ποιοτικά στοιχεία. Η αποκέντρωση, οι ίσες ευκαιρίες, η δημοκρατική συμμετοχή, η περιβαλλοντική διαχείριση, η διάχυση των ωφελειών σε όλη την κοινωνία και η ενδυνάμωση του κοινωνικού ιστού είναι ορισμένα από αυτά. Παράλληλα, σε αυτόν τον τρόπο ανάπτυξης είναι αρκετά δύσκολο να αποτελέσουν υπόδειγμα μεγάλες οχλούσες επιχειρήσεις παραγωγής προϊόντων μαζικής κατανάλωσης.

(INE-ΓΣΕΕ, 2011, σελ. 31-33)

### **1.3. Χτίζοντας ένα Πράσινο Οικονομικό Μοντέλο στην Ελλάδα την Επόμενη Δεκαετία: Βασικοί Άξονες**

Οι κυρίαρχοι κλάδοι της ελληνικής οικονομίας είναι η αγροτική παραγωγή και η μεταποίηση, ο κλάδος του τουρισμού (η βαριά βιομηχανία της χώρας), η ενέργεια και ο κλάδος των κατασκευών, που μέχρι σήμερα ευημερούσε, αλλά οι προοπτικές του δεν είναι και τόσο ευοίωνες. Τρία είναι τα βασικά διαρθρωτικά προβλήματα που απαντώνται σε όλους σχεδόν τους κλάδους, όπως παρουσιάζονται παρακάτω:

- 1) το μικρό μέγεθος των επιχειρήσεων
- 2) το χαμηλό επίπεδο εκπαίδευσης και κυρίως επανεκπαίδευσης του προσωπικού και
- 3) το περιορισμένο ποσοστό ενσωματωμένης τεχνογνωσίας στο προϊόν.

Τέλος, αίτημα των καιρών είναι να εγκαταλειφθεί ή πολιτική του φτηνού προϊόντος και να στραφεί η Ελληνική παραγωγή σε διαφοροποιημένα, ασφαλή, και πιστοποιημένα ποιοτικά προϊόντα, τα οποία και να ανταποκρίνονται στη σύγχρονη ζήτηση.

Κάθε κλάδος ξεχωριστά βιώνει διαφορετικά τα παραπάνω προβλήματα, που κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, ενδογενείς και εξωγενείς (που διαμορφώνονται δηλαδή από τις ίδιες τις επιχειρήσεις και από το γενικότερο περιβάλλον), θα μπορούσαν και να μην χαρακτηριστούν προβλήματα. Το μικρό μέγεθος των επιχειρήσεων για παράδειγμα δεν θα ήταν πρόβλημα εάν οι Μικρο-Μεσαίες Επιχειρήσεις άλλαζαν στρατηγική, εντάσσονταν σε παραγωγικά δίκτυα, εκμεταλλεύονταν την ευελιξία τους, αλλά και τη δυνατότητα αξιοποίησης των επιχειρηματικών δεξιοτήτων (για παράδειγμα το 89% των εξαγωγέων των ΗΠΑ είναι μικρές < από 100 εργαζόμενους, επιχειρήσεις). Από την άλλη πλευρά ένας ορθολογικότερος σχεδιασμός της εκπαίδευσης με άμεση σύνδεση με την αγορά εργασίας και έμφαση στη δια βίου μάθηση και κατάρτιση, θα πρόσφερε σημαντικά οφέλη σε όλους τους κλάδους παραγωγής και θα συνέβαλε τα μέγιστα στη δημιουργία νέων ποιοτικών θέσεων εργασίας.

Η δημιουργία ενός στρατηγικού σχεδίου, με συντονισμό των δράσεων δημοσίου και επιχειρήσεων, για την ανάδειξη και αξιοποίηση των συγκριτικών πλεονεκτημάτων της χώρας θα οδηγούσε στην οικονομική ανάκαμψη της χώρας, προσφέροντας ασφαλή, ποιοτικά, επώνυμα και ανταγωνιστικά προϊόντα. Το στρατηγικό αυτό αναπτυξιακό σχέδιο δε μπορεί να είναι άλλο από την πράσινη ανάπτυξη. (INE-ΓΣΕΕ, 2011, σελ. 31-34)

### 1.3.1. Ο αγροτικός τομέας

Σήμερα, η ελληνική γεωργία βρίσκεται σε ένα μεταβατικό στάδιο. Οι πολιτικές που έχουν μέχρι τώρα εφαρμοστεί έχουν ολοκληρώσει το κύκλο τους. Οι επιδοτήσεις προϊόντων, τα προγράμματα παροχής κινήτρων λειτούργησαν αποσπασματικά, χωρίς να λύσουν προβλήματα. Η εκτεταμένη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων έχει οδηγήσει, σε πολλές περιοχές της χώρας σε ρύπανση, ενώ η αλόγιστη διαχείριση του νερού έχει μειώσει σημαντικά τα υδάτινα αποθέματα. Οι εντυπωσιακές αποξηράνσεις λιμνών, κάτω από τις σύγχρονες περιβαλλοντικές προσεγγίσεις, οδηγούνται στον επαναπλημμυρισμό τους (λίμνη Κάρλα).

Τέλος, η εκμηχάνιση της γεωργίας έγινε με τέτοιο τρόπο που σήμερα πλέον, οι ερευνητές μιλούν για περίσσειμα δυναμικότητας. Παράλληλα, τα μεγάλα διαρθρωτικά προβλήματα της ελληνικής γεωργίας (μικρός πολυτεμαχισμένος κλήρος, γερασμένο και χωρίς εκπαίδευση προσωπικό) εξακολουθούν να υπάρχουν. Το μεγάλο όμως στοίχημα της ελληνικής γεωργίας είναι να κάνει εκείνες τις διαρθρωτικές αλλαγές που θα της επιτρέψουν να συντονιστεί με τις απαιτήσεις και να καλύψει τις σύγχρονες ανάγκες της εγχώριας, ευρωπαϊκής και παγκόσμιας αγοράς αγροτικών προϊόντων.

Το μεγάλο ερώτημα που τίθεται είναι κατά πόσο η αγροτική παραγωγή από μόνη της μπορεί να καλύψει τις οικονομικές ανάγκες των πληθυσμών που διαμένουν σε αγροτικές περιοχές. Η απάντηση στο ερώτημα αυτό είναι ότι σήμερα πλέον, η ανάπτυξη της υπαίθρου δεν ταυτίζεται αναγκαστικά και μόνο με την αγροτική ανάπτυξη. Αντίθετα επιβάλλεται η δημιουργία σχέσεων, δικτύωσης και συνεργασιών μεταξύ των παραγωγικών τομέων και φορέων που θα μπορούν να αξιοποιήσουν και να πολλαπλασιάσουν τα τοπικά συγκριτικά πλεονεκτήματα. Η ανάπτυξη του αγροτουρισμού και του οικοτουρισμού, η προβολή και προώθηση τοπικών παραδοσιακών προϊόντων, η διατήρηση περιφερειακών πολιτιστικών προτύπων, η περιβαλλοντική διαχείριση, η αξιοποίηση τοπικών παραγωγικών δεξιοτήτων και εμπειριών θα πρέπει να ενταχθούν σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα πράσινης ανάπτυξης της υπαίθρου. Στο σύστημα αυτό σημαντικό ρόλο θα παίζει ασφαλώς η αγροτική ανάπτυξη.

Οι σύγχρονες προοπτικές της ελληνικής αγροτικής πολιτικής θα πρέπει να προσανατολιστούν σε δύο βασικούς άξονες:

- 1) στη συνετή και βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων, και
- 2) στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας των ελληνικών αγροτικών προϊόντων.

(INE-ΓΣΕΕ, 2011, σελ. 34-43)

Συγκεκριμένα, για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου χρειάζεται υιοθέτηση πολιτικών για τη μείωση των εκπομπών μεθανίου και υποξειδίου του αζώτου από τη γεωργία. Τέτοιες πολιτικές μπορούν να στοχεύουν στην αναερόβια χώνευση των ζωικών υπολειμμάτων, βελτιωμένες δίαιτες των ζώων και ζώνες ελεύθερες από λιπάσματα, πλήρη ανεξαρτητοποίηση των θερμοκηπίων από χρήση ορυκτών καυσίμων κτλ. Σημαντικό ρόλο θα παίζει η κατάλληλη ενημέρωση των απασχολούμενων στο γεωργικό τομέα. (WWF Ελλάς, 2008)

### 1.3.2. Μεταποίηση – βιομηχανία

Πλήθος διαρθρωτικών χαρακτηριστικών έχουν συσχετιστεί, κατά καιρούς, με την κατάσταση της ελληνικής βιομηχανίας. Εδώ η προσοχή στρέφεται κυρίως σε εκείνα που σχετίζονται με:

- ο Το μέγεθος των ελληνικών επιχειρήσεων.
- ο Την ενδοκλαδική διάρθρωση της βιομηχανίας.
- ο Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του μεταποιητικού τομέα.

Το μέγεθος των ελληνικών επιχειρήσεων έχει αντιμετωπιστεί συχνά ως τροχοπέδη στην ανάπτυξη του βιομηχανικού τομέα. Ο ελληνικός μεταποιητικός τομέας χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία των Μικρών–Μεσαίων Επιχειρήσεων (ΜΜΕ). Το 99% των εγκατεστημένων μεταποιητικών επιχειρήσεων απασχολούν λιγότερα από 50 άτομα, ενώ το 85% σχεδόν λιγότερα από 5 (στην πραγματικότητα πρόκειται για Πολύ Μικρές Επιχειρήσεις). Από τις ΜΜΕ παράγεται περίπου το 38% του συνολικού προϊόντος της μεταποίησης και καλύπτεται περίπου το 20% των εξαγωγών βιομηχανικού προϊόντος.

Η αύξηση της ανταγωνιστικότητας της ελληνικής μεταποίησης δεν είναι μία αυτόματη διαδικασία. Χρειάζονται μέτρα και στρατηγικές τόσο σε μακρο, όσο και σε μικρο–οικονομικό επίπεδο. Η διατήρηση ενός σταθερού επιχειρησιακού περιβάλλοντος, απαλλαγμένου από εξωγενείς παρεμβάσεις και γραφειοκρατικές αγκυλώσεις, αποκεντρωμένου, με κανόνες και στοχεύσεις εκ των προτέρων γνωστές και διαφανείς θα βοηθήσει ιδιαίτερα στην ανταγωνιστικότητα και στην προσέλκυση νέων επενδύσεων.

Οι επενδύσεις του δημοσίου, αλλά και των επιχειρήσεων στην έρευνα και ανάπτυξη, στην εκπαίδευση και αναβάθμιση του προσωπικού, στην πιστοποίηση των προϊόντων αναμένεται να έχουν πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα. Το δημόσιο μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην προώθηση παραγωγής πιστοποιημένων ποιοτικά και περιβαλλοντικά αγαθών όχι μόνο μέσα από την έρευνα από την πλευρά της παραγωγής αλλά και από την πλευρά της ζήτησης. Αγορές με υψηλή ευαισθητοποίηση σε θέματα περιβάλλοντος, υγιεινής και ασφάλειας που συνήθως είναι και υψηλής αγοραστικής δύναμης, απαιτούν προϊόντα ενταγμένα σε διεθνή πρότυπα. Οι επιχειρήσεις, εντάσσοντας στρατηγικές φιλικές στο περιβάλλον, δημιουργούν συγκριτικά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα.

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολλές προσπάθειες εκσυγχρονισμού της επιχειρησιακής στρατηγικής των μεταποιητικών επιχειρήσεων. Οι προσπάθειες αυτές περιορίζονται σε μικρό ποσοστό μεταποιητικών επιχειρήσεων και κυρίως σε κλάδους «αιχμής». Θα πρέπει όμως να τονιστεί ότι αυτές οι επιχειρήσεις, που έχουν την ετοιμότητα να προσαρμοστούν στις νέες ανταγωνιστικές συνθήκες έχουν να επιδείξουν εντυπωσιακά αποτελέσματα τόσο στην Ελληνική αγορά όσο και στην εξάπλωση και κατάκτηση νέων αγορών. (INE-ΓΣΕΕ, 2011, σελ. 43-51)

Ως προς τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, απαιτείται υιοθέτηση πολιτικών για την εφαρμογή των βέλτιστων διαθέσιμων πρακτικών και τεχνολογιών, με μειωμένη χρήση πρώτων υλών και προώθηση των καινοτόμων τεχνολογιών υψηλής ενεργειακής απόδοσης. Χρειάζεται ορισμός χρονοδιαγράμματος και ελεγκτικού μηχανισμού για την εξάλειψη παραγωγής της ψυκτικής ουσίας HCFC-22 και μείωση των εκπομπών

υδροφθορανθράκων (HFC) από τον εξοπλισμό κλιματισμού και ψύξης. Είναι απαραίτητη επίσης, η αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ για κάλυψη θερμικών φορτίων. (WWF Ελλάς, 2008)

### 1.3.3. Ενέργεια

Ο τομέας της ενέργειας στην Ελλάδα γνώρισε μεγάλη ανάπτυξη τις τελευταίες δεκαετίες και στήριξε την αναπτυξιακή πορεία της χώρας. Το ελληνικό ενεργειακό σύστημα βρίσκεται την τελευταία δεκαετία σε φάση σημαντικών αλλαγών. Η διείσδυση του φυσικού αερίου, η κατασκευή των διευρωπαϊκών δικτύων, η προσπάθεια προώθησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της εξοικονόμησης ενέργειας, η απελευθέρωση των αγορών ενέργειας και τέλος η εφαρμογή πολιτικών μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και ιδιαίτερα του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών, το οποίο καλύπτει μεταξύ άλλων όλες τις μεγάλες θερμικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής καθώς και όλα τα διυλιστήρια της χώρας, αποτελούν τα νέα δεδομένα του.

Το ενεργειακό μοντέλο που στήριξε την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη της χώρας, αποδεικνύεται σήμερα εξόχως συγκεντρωτικό, άκαμπτο, αναποτελεσματικό, σπάταλο, καταστροφικό για το περιβάλλον και ανίκανο να ανταποκριθεί στις νέες απαιτήσεις των καιρών. Χρειάζεται στροφή στις ΑΠΕ και μάλιστα προσπάθεια για τη μέγιστη δυνατή διείσδυσή τους, δίνοντας παράλληλα ιδιαίτερη προσοχή στη βέλτιστη χωροθέτησή τους, την ορθή τιμολόγηση, αλλά και την κατάλληλη περιβαλλοντική αδειοδότησή τους. Άρση των γραφειοκρατικών εμποδίων και αναίτιων αντιδράσεων στις επενδύσεις ΑΠΕ και παράλληλα μεγαλύτερο μερίδιο συμμετοχής των ΟΤΑ των τοπικών κοινωνιών στην εκμετάλλευση των έργων ΑΠΕ, ώστε τα έσοδα που θα προκύπτουν να επανεπενδύονται σε περιβαλλοντικά και κοινωνικά έργα κοινής ωφέλειας, ιδίως προς ανακούφιση των ασθενέστερων κοινωνικών στρωμάτων. (WWF Ελλάς, 2008)

Ενεργειακοί, περιβαλλοντικοί, οικονομικοί και κοινωνικοί λόγοι επιβάλλουν την ανατροπή και αντιστροφή αυτής της κατάστασης. Οι στόχοι άλλωστε που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση κατά βάση με τα ενεργειακό και κλιματικό πακέτο που ανακοινώθηκε τον Ιανουάριο του 2008, αλλά και με μια σειρά άλλων Κοινοτικών Οδηγιών επιβάλλουν την αλλαγή προς την κατεύθυνση αυτή. Ο επανακαθορισμός των προτεραιοτήτων θα πρέπει να στοχεύει σε δύο βασικούς άξονες:

- ο Στην προώθηση των ΑΠΕ.
- ο Η προώθηση μέτρων εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας.

(ΙΝΕ-ΓΣΕΕ, 2011, σελ. 52-58)



### 1.3.4. Κατασκευές

Ο κατασκευαστικός κλάδος σε δύσκολες στιγμές της ελληνικής οικονομίας έχει παίξει το ρόλο του σωσιβίου. Τα τελευταία χρόνια πριν την κρίση, παρουσίασε μία αξιόλογη μεγέθυνση και συνέβαλλε αποφασιστικά τόσο στη διαμόρφωση του ΑΕΠ, όσο και στη δημιουργία θέσεων εργασίας, χωρίς να υπολογίζονται τα πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα που προκλήθηκαν από τη δημιουργία υποδομών.

Η τάση που διαφαίνεται είναι ότι στις δημόσιες κατασκευές θα αυξηθούν τα αυτοχρηματοδοτούμενα και συγχρηματοδοτούμενα έργα, ενώ στον ιδιωτικό τομέα σημαντικό ρόλο θα παίξει η ανάπτυξη, του περιορισμένου στη χώρα μας, real estate. Ιδιαίτερη πρόκληση για τις μεγάλες κυρίως κατασκευαστικές εταιρίες παραμένει η εξωστρεφής συμπεριφορά τους και η διεκδίκηση μεριδίων της κατασκευαστικής αγοράς των όμορων κρατών και των χωρών της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης.

Για να γίνουν πράξη τα παραπάνω, υπάρχει ανάγκη επανασχεδιασμού της επιχειρησιακής στρατηγικής, αλλά και αλλαγή νοοτροπίας του τρόπου που διοικούνται και «πολιτεύονται» σήμερα οι κατασκευαστικές εταιρίες. Ανάλυση επιχειρηματικών ρίσκων, συμμαχίες με πιστωτικά ιδρύματα, κατασκευή και εκμετάλλευση έργων, παρεμβάσεις για την προστασία του περιβάλλοντος, αποτελεσματική διαχείριση και ο περιορισμός του λειτουργικού κόστους αποτελούν μερικές από τις λειτουργίες που θα πρέπει ο κατασκευαστικός κλάδος να εντάξει στην επιχειρησιακή του στρατηγική.

Για να μπορέσει όμως ο κατασκευαστικός τομέας να αποδώσει και να ξεπεράσει τη δυσάρεστη θέση, στην οποία βρίσκεται σήμερα, θα πρέπει να λειτουργήσει σε ένα επιχειρησιακό περιβάλλον που εγγυάται τον υγιή ανταγωνισμό, απαλλαγμένο από πολιτικές παρεμβάσεις και σκοπιμότητες. Σημαντικό ρόλο στην μελλοντική ανάπτυξη του κατασκευαστικού τομέα θα διαδραματίσει η περιβαλλοντική στροφή η οποία είναι αναγκαία κυρίως λόγω των ενεργειακών υποχρεώσεων της χώρας. Η ταχεία και ποιοτική προσαρμογή του τομέα στις ανάγκες για χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης βιοκλιματικά κτίρια, τόσο του υπάρχοντος οικιστικού αποθέματος όσο και των νέων κτιρίων, μπορεί να δώσει σημαντική ώθηση και να αναβαθμίσει ποιοτικά τον κατασκευαστικό τομέα.

Ενδεικτικά αναφέρονται μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια:

- 1) Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων
- 2) Θερμομόνωση οροφής
- 3) Αντικατάσταση των παλιών κεντρικών θερμάνσεων με νέες πετρελαίου ή φυσικού αερίου
- 4) Συστήματα διαχείρισης ενέργειας στα κτίρια (BMS)
- 5) Θερμοστάτες αντιστάθμισης
- 6) Θερμοστάτες χώρων
- 7) Ανεμιστήρες οροφής
- 8) Λαμπτήρες υψηλής ενεργειακής απόδοσης

(INE-ΓΣΕΕ, 2011, σελ. 58-62)

### 1.3.5. Τουρισμός

Ο τουρισμός είναι μία δραστηριότητα που έχει άμεση σχέση και αντίκτυπο σε όλη την κοινωνική, οικονομική, περιφερειακή, πολιτιστική και περιβαλλοντική πολιτική. Ο τουρισμός είναι ένας από τους σημαντικότερους κλάδους της ελληνικής οικονομίας. Το ποσοστό συμμετοχής του ελληνικού τουρισμού στο ΑΕΠ και στην απασχόληση είναι κατά πολύ υψηλότερα σε σχέση με τον Κοινοτικό μέσο όρο, και αναμφισβήτητα τα μεγέθη τους είναι κομβικής σημασίας για την εξέλιξη της ελληνικής οικονομίας. Η ανάπτυξη, αλλά και οι προοπτικές-δυνατότητές του, τον καθιστούν ως ένα από τους βασικούς μοχλούς μεγέθυνσης και ανάπτυξης της Ελληνικής οικονομίας.

Οι μέχρι τώρα πολιτικές οδήγησαν κυρίως σε ένα μοντέλο μαζικού τουρισμού. Το μοντέλο αυτό, από τα μέσα σχεδόν της δεκαετίας του '90, έχει κορεσθεί και σήμερα μπορούμε να πούμε ότι έχει εξαντλήσει τα όρια του. Χρειάζεται μία σαφής επαναδιάταξη της τουριστικής στρατηγικής, των μέσων και των δράσεων της τουριστικής πολιτικής.

Σημαντική στρατηγική επιλογή είναι το πέρασμα από τον μαζικό σε έναν επιλεκτικό τουρισμό, που προσφέρει ποικιλία διαφοροποιημένων ποιοτικών προϊόντων. Στόχος της πολιτικής αυτής είναι να ανταποκριθεί στις σύγχρονες απαιτήσεις της τουριστικής ζήτησης και με αυτό τον τρόπο να μπορέσει ο Ελληνικός τουρισμός να επεκταθεί σε νέες αγορές που καθορίζονται όχι μόνο γεωγραφικά (Άπω Ανατολή, Β. Αμερική), αλλά και λόγω αντικειμένου (εναλλακτικός τουρισμός). Οι αγορές αυτές έχουν μία πολύ μεγάλη δυναμική και εκφράζονται κυρίως από ανώτερα μορφωτικά και εισοδηματικά στρώματα.

Οι τουριστικές επενδύσεις και πολιτικές για να μπορέσουν να αποδώσουν χρειάζονται ένα καλό κοινωνικό-οικονομικό και διεθνές περιβάλλον. Όπως επίσης, σημαντικό ρόλο έχουν να παίξουν οι σύγχρονες υποδομές στις μεταφορές, επικοινωνίες και αστικές εξυπηρετήσεις. Η προστασία, διατήρηση και ανάδειξη του φυσικού περιβάλλοντος, της βιοποικιλότητας και των σημαντικών, σε Ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο, οικοτόπων μπορούν να αποβούν κρίσιμο στοιχείο στην περαιτέρω ανάπτυξη του τουρισμού. Τέλος, οι χρηματοδοτικές ροές, οι επενδύσεις, οι στρατηγικοί σχεδιασμοί και οι πολιτικές μπορούν να αποβούν αναποτελεσματικές εάν δεν αλλάξουν ορισμένα κρίσιμα, καθημερινά στοιχεία σχετικά με τον τρόπο προσέγγισης και αντιμετώπισης του επισκέπτη. Από αυτή την άποψη σημαντικό ρόλο έχει να παίξει η εκπαίδευση και κατάρτιση, όχι μόνο των επιχειρηματιών και των εργαζομένων άμεσα στον τουριστικό κλάδο αλλά και γενικότερων επαγγελματιών (οδηγοί ταξί, αστυνομικοί, λιμενικοί κλπ ), που σχετίζονται με τον τουριστικό τομέα. (INE-ΓΣΕΕ, 2011, σελ. 62-68)

## 1.4. Πράσινες επενδύσεις και απασχόληση

Οι επενδύσεις που αφορούν την Πράσινη Οικονομία αναμένεται να συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος κυρίως σε ότι αφορά τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου και των άλλων αερίων ρυπαντών, αναμένεται όμως να έχουν και σημαντικές θετικές επιπτώσεις ως μοχλός οικονομικής ανάπτυξης.

Όπως όλα τα επενδυτικά σχέδια, έτσι και οι «πράσινες επενδύσεις», ανεξάρτητα από την κατεύθυνσή τους, π.χ. σε ανανεώσιμες πηγές, εξοικονόμηση ενέργειας, αποτελεσματική διαχείριση απορριμμάτων, μείωση των ρυπαντικών φορτίων, κλπ., αναμένεται να δημιουργήσουν έναν πλέγμα επιπτώσεων σε μεγέθη όπως π.χ. το προϊόν, η απασχόληση ή τα στοιχεία της προστιθέμενης αξίας. Ειδικότερα, σε σχέση με την απασχόληση, οι θέσεις εργασίας αφορούν άμεσα τους κλάδους στους οποίους υλοποιούνται οι επενδύσεις (και αναμένεται να έχουν σχέση κυρίως με σχεδιασμό, κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση), στους κλάδους-προμηθευτές ενδιάμεσων εισροών των κλάδων που επηρεάζονται άμεσα, καθώς και τους κλάδους όπου θα κατευθυνθεί η κατανάλωση των νέων εισοδημάτων που δημιουργηθούν από την υλοποίηση των επενδυτικών σχεδίων.

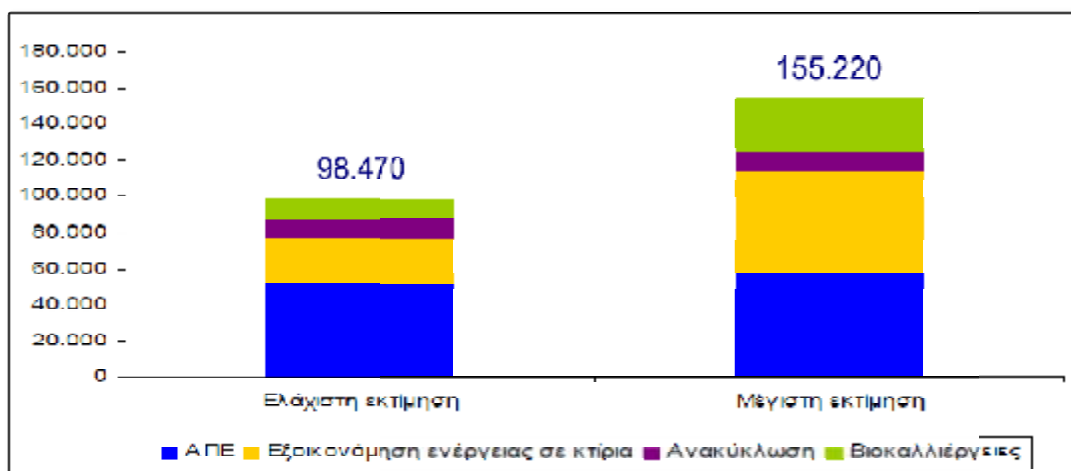
Οι επενδύσεις στην «πράσινη οικονομία» αναμένεται να δημιουργήσουν νέες θέσεις εργασίας εκ των οποίων ένα τμήμα θα παραμείνει στην ελληνική οικονομία (κατασκευή και συντήρηση εγκαταστάσεων), ένα άλλο όμως τμήμα θα δημιουργηθεί στο εξωτερικό, στις χώρες από όπου εισάγονται μηχανήματα, εξαρτήματα κλπ. Είναι πιθανό όμως, μακροπρόθεσμα, το είδος, το μέγεθος αλλά και η διάρκεια των «πράσινων επενδύσεων», αν επιτευχθούν ανταγωνιστικά κόστη παραγωγής, να δημιουργήσουν μία εγχώρια βιομηχανία κατασκευής εξαρτημάτων με αποτέλεσμα οι διαρροές απασχόλησης στο εξωτερικό προοπτικά να μειωθούν. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι ένα τμήμα της απασχόλησης που αναμένεται να δημιουργηθεί αφορά:

- 1) θέσεις εργασίας προσωρινού χαρακτήρα (κατασκευές και εγκαταστάσεις), ενώ ένα τμήμα (λειτουργία, συντήρηση, βιομηχανία), και
- 2) θέσεις εργασίας μόνιμου χαρακτήρα.

(INE-ΓΣΕΕ, 2011, σελ. 24-29)

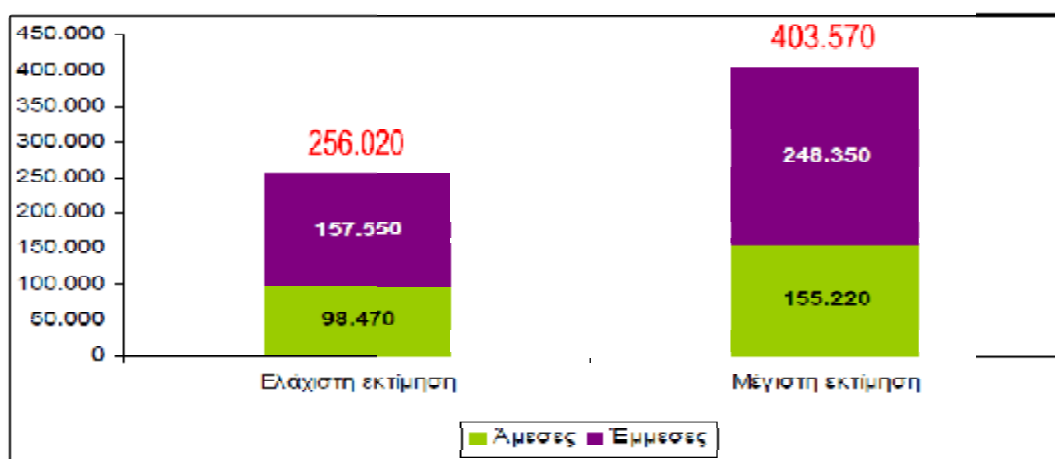
Σε Έκθεση της η Greenpeace (2009) εξετάζει τις προοπτικές της πράσινης απασχόλησης στην Ελλάδα μέχρι το 2020 σε τομείς όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα, η ανακύκλωση-κομποστοποίηση των απορριμμάτων και η βιολογική γεωργία. Σύμφωνα με αυτήν και όπως φαίνεται στους Πίνακες 1 και 2, η πράσινη ανάπτυξη αναμένεται να αποφέρει συνολικά 98.500 – 155.000 θέσεις πλήρους απασχόλησης ως το 2020. Συνυπολογίζοντας και τις έμμεσες θέσεις απασχόλησης που δημιουργούνται από τη στροφή στην πράσινη οικονομία (λόγω τόνωσης της κατανάλωσης), η συνολική απασχόληση (άμεση και έμμεση) ως το 2020 υπολογίζεται σε 256.000 – 403.500 θέσεις εργασίας.

**Πίνακας 1: Πράσινες θέσεις απασχόλησης ανά τομείς ως το 2020**



Πηγή: Έκθεση Greenpeace, 2009

**Πίνακας 2: Συνολικός αριθμός θέσεων απασχόλησης από μία στροφή στην πράσινη οικονομία**



Πηγή: Έκθεση Greenpeace, 2009

## **1.5. Πράσινες πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης στον τομέα της ενέργειας**

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) ανταποκρινόμενη στην πρόκληση της κλιματικής αλλαγής και καθώς ο τομέας της ενέργειας βρίσκεται στον πυρήνα κάθε μοντέλου πράσινης οικονομίας, έχει εξαγγείλει πρωτοβουλίες και πακέτα μέτρων για την προώθηση των ΑΠΕ και της εξοικονόμησης ενέργειας, στα οποία όλα τα κράτη-μέλη πρέπει να ανταποκριθούν.

### **1.5.1. Το ενεργειακό και κλιματικό πακέτο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2020 (Στόχοι «20-20-20»)**

Στις αρχές του 2010 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εγκαινίασε τη στρατηγική «Ευρώπη 2020», με σκοπό να βελτιωθεί η ανταγωνιστικότητα της ΕΕ διατηρώντας παράλληλα το κοινωνικό μοντέλο της οικονομίας της αγοράς και βελτιώνοντας σε σημαντικό βαθμό την αποτελεσματική χρησιμοποίηση των πόρων της. Στόχος της στρατηγικής «Ευρώπη 2020» είναι η προαγωγή μιας ανάπτυξης έξυπνης, με αποτελεσματικές επενδύσεις στην εκπαίδευση, την έρευνα και την καινοτομία, βιώσιμης χάρη στην αποφασιστική μετάβαση σε μία οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα και χωρίς αποκλεισμούς, με ιδιαίτερη έμφαση στη δημιουργία θέσεων εργασίας και στη μείωση της φτώχειας. Βάσει της στρατηγικής αυτής, η Ευρωπαϊκή Ένωση και κάθε Κράτος-Μέλος, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, έχει να εκπληρώσει συγκεκριμένους περιβαλλοντικούς και ενεργειακούς στόχους μέχρι το 2020. Η εκπλήρωση των στόχων αυτών θεωρείται βασικός κινητήριος μοχλός για την υλοποίηση στη χώρα μιας σειράς επενδύσεων που θα συμβάλλουν στην περιβαλλοντική προστασία και στην ορθολογικότερη χρήση των φυσικών πόρων, και υπό την έννοια αυτή καταλύτης για την υιοθέτηση ενός πιο πράσινου αναπτυξιακού μοντέλου. Σύμφωνα, λοιπόν με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ το ενιαίο αυτό πακέτο μέτρων προβλέπει:

- Υποχρεωτική συνολική μείωση των εκπομπών αερίων φαινομένου θερμοκηπίου σε επίπεδο ΕΕ κατά 20% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, ενώ το ποσοστό αυτό μπορεί να ανέλθει στο 30% σε περίπτωση επίτευξης διεθνούς συμφωνίας για τη μείωση των εκπομπών μετά το 2012 και τη λήξη της 1ης περιόδου δεσμεύσεων του Πρωτοκόλλου του Κυότο.
- Υποχρεωτική συμμετοχή των ΑΠΕ κατά 20% στην τελική ενεργειακή κατανάλωση σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.
- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20% το 2020 σε σχέση με ένα σενάριο αναφοράς.

Αυτοί οι στόχοι έχουν μετατραπεί σε εθνικούς στόχους:

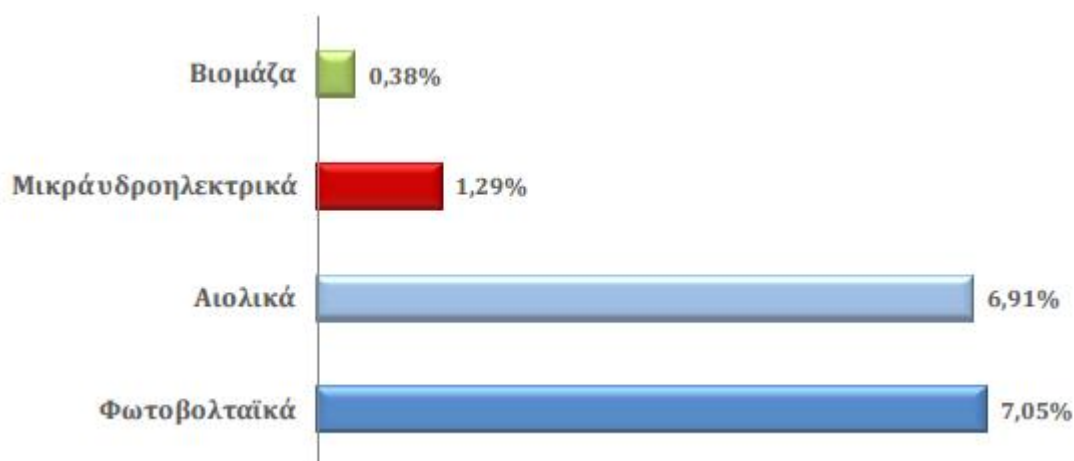
- Μείωση κατά 4% των εκπομπών αερίου του φαινομένου του θερμοκηπίου σε σχέση με το 2005 για τις εγκαταστάσεις εκτός εμπορίας
- Αύξηση σε 18% του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική κατανάλωση,

- ο Βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στην τελική χρήση κατά 9% μέχρι το 2016.

(ΚΑΠΕ, 2009, σελ.45)

Η Ελλάδα στο πλαίσιο υιοθέτησης συγκεκριμένων αναπτυξιακών και περιβαλλοντικών πολιτικών, με το Νόμο 3851/2010 προχώρησε στην αύξηση του εθνικού στόχου συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στο 20%, ο οποίος εξειδικεύεται σε 40% συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, 20% σε ανάγκες θέρμανσης-ψύξης και 10% στις μεταφορές. (ΥΠΕΚΑ, Εθνικό Σχέδιο Δράσης)

**Σχήμα 1: Μερίδιο τεχνολογιών ΑΠΕ στη συνολική πραγματική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας το 2014 στην Ελλάδα**



Πηγή: Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών/Στατιστικά στοιχεία αγοράς φωτοβολταϊκών για το 2014 ([www.helapco.gr](http://www.helapco.gr))

Όπως δείχνουν και τα στοιχεία του Συνδέσμου Εταιριών Φωτοβολταϊκών για το έτος 2014 (Σχήμα 1), στην Ελλάδα το μερίδιο των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας έχει διαμορφωθεί σε ποσοστό 15,63%, πολύ κοντά στον στόχο του 18% για το 2020.

Η ΕΕ προσεγγίζει την επίτευξη του στόχου της για μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου, καθώς αυτές μειώθηκαν κατά 18% την περίοδο 1990-2012. Οι τρέχουσες πολιτικές για το κλίμα και την ενέργεια επέτρεψαν την επίτευξη προόδου, ενώ η επιβράδυνση της οικονομίας συνέβαλε επίσης σημαντικά στη μείωση των εκπομπών. Η επίδοση αυτή είναι ακόμα πιο σημαντική δεδομένου ότι η ανάπτυξη της ευρωπαϊκής οικονομίας ανήλθε στο 45% περίπου σε πραγματικούς όρους από το 1990 και μετά, και δείχνει σαφή αποσύνδεση της οικονομικής ανάπτυξης από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με τις εξελίξεις των τελευταίων ετών, η μείωση θα μπορούσε να υπερβεί τον στόχο και να φτάσει το 24% μέχρι το 2020. Το 2012, για 15 κράτη-μέλη, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ήταν χαμηλότερες από τους αντίστοιχους στόχους τους για το 2020, στους τομείς που δεν καλύπτονται από το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής (ΣΕΔΕ).

Ο δεύτερος στόχος της συμμετοχής των ΑΠΕ κατά 20% στην τελική ενεργειακή κατανάλωση φαίνεται ρεαλιστικός, καθώς το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές έφθασε σε 14,4% το 2012, από 7,5% το 2000. Η πρόοδος αυτή σημαίνει ότι η ΕΕ κατέχει επί του παρόντος ηγετική θέση παγκοσμίως όσον αφορά τις επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως φαίνεται και από το μερίδιό της στην παγκοσμίως εγκατεστημένη δυναμικότητα ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ (εκτός της υδροηλεκτρικής ενέργειας) που ανέρχεται σε περίπου 44%.

Τέλος, όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση, σημειώθηκε πρόσφατα κάποια πρόοδος, η οποία όμως πρέπει να παγιωθεί κατά τα προσεχή έτη, προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος της αύξησης κατά 20%, ποσοστό που αντιστοιχεί σε 1483 εκατ. ΤΠΠ (τόνους ισοδύναμου πετρελαίου) κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας<sup>1</sup>. Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μειώθηκε κατά περίπου 8% μεταξύ του έτους αιχμής 2006 και του 2012. Για να επιτευχθεί ο στόχος θα απαιτηθεί περαιτέρω μείωση κατά 6,3% μέχρι το 2020. Μεγάλο μέρος της μείωσης της κατανάλωσης είναι συνάρτηση της οικονομικής επιβράδυνσης και, συνεπώς, η ανάκαμψη μπορεί να περιορίσει την πρόοδο για την επίτευξη του στόχου. Ωστόσο, πραγματοποιούνται και ορισμένες διαρθρωτικές αλλαγές. Η ενεργειακή ένταση της οικονομίας της ΕΕ είχε μειωθεί κατά 24% το 2011 σε σύγκριση με το 1995, ενώ η βελτίωση κατά κλάδο ήταν περίπου 30%. Επιπλέον, η ΕΕ αποσυνδέει σταθερά την ανάπτυξη των οικονομικών δραστηριοτήτων από τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, αφού μεταξύ του 1990 και του 2012, το ΑΕΠ της ΕΕ αυξήθηκε κατά 45% και οι εκπομπές μειώθηκαν κατά 18%.

(European Commission, 2014α, ΕΕΑ, 2013, Λεκκός-Λεβεντάκης, 2014)

### **1.5.2. Το Πλαίσιο για τις ενεργειακές και κλιματικές πολιτικές για το 2030**

Οι ηγέτες της ΕΕ συμφώνησαν στις 23 Οκτωβρίου 2014, τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, σε επίπεδο ΕΕ, το 2030 τουλάχιστον κατά 40% σε σύγκριση με το 1990, μαζί με τα άλλα κύρια δομικά στοιχεία του πλαισίου πολιτικής για το 2030 για το κλίμα και την ενέργεια, όπως προτάθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Ιανουάριο του 2014. Το πλαίσιο πολιτικής 2030 έχει ως στόχο να καταστήσει την οικονομία και το ενεργειακό σύστημα της Ευρωπαϊκής Ένωσης περισσότερο ανταγωνιστικά, ασφαλή και βιώσιμα. Ενώ η ΕΕ έχει σημειώσει ικανοποιητική πρόοδο προς την επίτευξη των στόχων για το κλίμα και την ενέργεια για το 2020, ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο πολιτικής για την περίοδο έως το 2030 είναι αναγκαία για να εξασφαλιστεί κανονιστική βεβαιότητα για τους επενδυτές και μια συντονισμένη προσέγγιση μεταξύ των κρατών μελών. Το πλαίσιο που παρουσιάστηκε θα οδηγήσει σε μία συνεχή πρόοδο προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Στόχος του είναι να δημιουργήσει ένα ανταγωνιστικό και ασφαλές ενεργειακό σύστημα που θα εξασφαλίζει οικονομικά προσιτή ενέργεια για όλους τους καταναλωτές, αυξάνει την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της ΕΕ, μειώνει την εξάρτησή της από τις εισαγωγές ενέργειας και δημιουργεί νέες ευκαιρίες για την ανάπτυξη και την απασχόληση. Το Πλαίσιο προβλέπει:

---

<sup>1</sup> Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αφορά την ενέργεια η οποία δεν έχει υποβληθεί σε διαδικασία μετατροπής ή μετασχηματισμού

- Κεντρικός στόχος είναι η μείωση των εκπομπών αερίων φαινομένου θερμοκηπίου σε επίπεδο ΕΕ κατά 40% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, μέχρι το 2030.
- Αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική ενεργειακή κατανάλωση ώστε να φτάσει το ποσοστό του 27%.
- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 27% σε σχέση με ένα σενάριο αναφοράς. Υπάρχει πρόβλεψη ο στόχος αυτός να επανεξεταστεί το 2020, προκειμένου να αυξηθεί στο 30%.

(European Commission, 2014β)

### **1.5.3. Ο οδικός χάρτης προς μία οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για το 2050**

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναζητά οικονομικά αποδοτικούς τρόπους για να καταστεί η ευρωπαϊκή οικονομία περισσότερο φιλική προς το κλίμα και λιγότερο ενεργοβόρα. Με τον οδικό χάρτη για τη μετάβαση σε μια ανταγωνιστική οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα το 2050, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέτασε, μια οικονομικά αποδοτική πορεία για την επίτευξη πολύ μεγαλύτερων μειώσεων των εκπομπών μέχρι τα μέσα του αιώνα. Όλες οι μεγάλες οικονομίες θα χρειαστεί να κάνουν σημαντικές μειώσεις των εκπομπών, προκειμένου η υπερθέρμανση του πλανήτη να κρατηθεί κάτω από τους 2°C σε σύγκριση με τη θερμοκρασία στην προ-βιομηχανική εποχή.

Ο οδικός χάρτης προτείνει ότι μέχρι το 2050 η ΕΕ θα πρέπει να μειώσει τις εκπομπές της κατά 80% από τα επίπεδα του 1990 μέσω εγχώριων μειώσεων και μόνο. Δείχνει επίσης πώς οι κύριοι τομείς που είναι υπεύθυνοι για τις εκπομπές της Ευρώπης, όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η βιομηχανία, οι μεταφορές, τα κτίρια και οι κατασκευές, καθώς και η γεωργία, μπορούν να κάνουν τη μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τον πιο οικονομικά αποδοτικό τρόπο.

Πολλές από αυτές τις τεχνολογίες υπάρχουν σήμερα, αλλά πρέπει να αναπτυχθούν περαιτέρω. Εκτός από τη μείωση του μεγαλύτερου ποσοστού των εκπομπών της, η Ευρώπη θα μπορούσε επίσης να μειώσει τη χρήση των βασικών πόρων, όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, τις πρώτες ύλες, τη γη και το νερό.

Η μετάβαση αυτή θα ενισχύσει την ευρωπαϊκή οικονομία, χάρη στην αύξηση της καινοτομίας και των επενδύσεων σε καθαρές τεχνολογίες και στην ενέργεια χαμηλών ή μηδενικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η ΕΕ θα πρέπει να επενδύσει επιπλέον 270 δισεκατομμύρια ευρώ ή 1,5% του ΑΕΠ της ετησίως, κατά μέσο όρο, για τις επόμενες τέσσερις δεκαετίες. Η επιπλέον επένδυση θα φτάσει σε επίπεδα πριν από την οικονομική κρίση, και θα προωθήσει την ανάπτυξη μέσα σε ένα ευρύ φάσμα τομέων της μεταποίησης και των περιβαλλοντικών υπηρεσιών.

Έως 1,5 εκατομμύρια επιπλέον θέσεις εργασίας θα μπορούσαν να δημιουργηθούν μέχρι το 2020 αν οι κυβερνήσεις χρησιμοποιούσαν τα έσοδα από τους φόρους σε διοξείδιο του άνθρακα και από τη δημοπράτηση των δικαιωμάτων εκπομπής για την μείωση του κόστους εργασίας.



Επίσης, η ΕΕ θα μπορούσε να χρησιμοποιεί περίπου 30% λιγότερη ενέργεια το 2050 από ό,τι το 2005. Περισσότερη τοπικά παραγόμενη ενέργεια θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, ως επί το πλείστον από ανανεώσιμες πηγές. Ως αποτέλεσμα, η ΕΕ θα είναι λιγότερο εξαρτημένη από τις ακριβές εισαγωγές πετρελαίου και φυσικού αερίου και λιγότερο ευάλωτη στις αυξήσεις των τιμών του πετρελαίου. Κατά μέσο όρο, η ΕΕ θα μπορούσε να εξοικονομήσει 175-320 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως από το κόστος των καυσίμων για τα επόμενα 40 χρόνια.

Μεγαλύτερη χρήση των καθαρών τεχνολογιών και ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα μειώσει δραστικά την ατμοσφαιρική ρύπανση στις ευρωπαϊκές πόλεις. Λιγότεροι άνθρωποι θα υποφέρουν από άσθμα και άλλες αναπνευστικές παθήσεις και πολύ λιγότερα χρήματα θα πρέπει να δαπανηθούν για την υγειονομική περίθαλψη και σε εξοπλισμό για τον έλεγχο της ρύπανσης του αέρα. Μέχρι το 2050, η ΕΕ θα μπορούσε να εξοικονομήσει έως και 88 δις € ετησίως σε αυτούς τους τομείς.

Σε αυτήν την κοινωνία θα ζούμε και θα εργαζόμαστε σε κτίρια χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και χαμηλών εκπομπών, με ευφυή συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Θα οδηγούμε ηλεκτρικά και υβριδικά αυτοκίνητα και θα ζούμε σε καθαρότερες πόλεις με λιγότερη ατμοσφαιρική ρύπανση και καλύτερες δημόσιες συγκοινωνίες.

(European Commission, 2014γ, ΥΠΕΚΑ/Κλιματική Αλλαγή/Ευρωπαϊκή Πολιτική)

## **1.6. Πρωτόκολλο του Κυότο**

Το Πρωτόκολλο του Κυότο αποτελεί διεθνή συμφωνία που συνδέεται με τη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή, η οποία δεσμεύει τα συμβαλλόμενα μέρη της θέτοντας διεθνώς δεσμευτικούς στόχους μείωσης των εκπομπών.

Αναγνωρίζοντας ότι οι ανεπτυγμένες χώρες είναι κυρίως υπεύθυνες για τα σημερινά υψηλά επίπεδα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, αποτέλεσμα πάνω των πάνω από 150 χρόνων βιομηχανικής δραστηριότητας, το πρωτόκολλο δίνει μεγαλύτερο βάρος στις ανεπτυγμένες χώρες, βάσει της αρχής των «κοινών αλλά διαφοροποιημένων ευθυνών».

Το Πρωτόκολλο του Κυότο υιοθετήθηκε στο Κυότο της Ιαπωνίας στις 11 Δεκεμβρίου 1997 και τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005. Σύμφωνα με αυτό οι βιομηχανικές χώρες υποχρεούνται να μειώσουν τις συνολικές εκπομπές τους των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου κατά 5% κατά μέσο όρο σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, κατά τη διάρκεια της πρώτης «περιόδου δέσμευσης», η οποία καλύπτει τα έτη 2008 έως 2012. Για τις αναπτυσσόμενες χώρες δεν καθορίζονται στόχοι ως προς τις εκπομπές. Συνολικά 37 βιομηχανικές χώρες και η ΕΕ δεσμεύτηκαν σε αυτή την πρώτη φάση.

Η Ελλάδα υπέγραψε το Πρωτόκολλο τον Απρίλιο του 1998, παράλληλα με τα υπόλοιπα Κράτη Μέλη της Ε.Ε. και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Όλα τα Κράτη-Μέλη της Ε.Ε. κύρωσαν το Πρωτόκολλο το Μάιο 2002. Η Ελλάδα το κύρωσε με το Νόμο 3017/2002 (ΦΕΚ Α'117). Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο, η Ε.Ε. και τα Κράτη-Μέλη της είχαν υποχρέωση μείωσης των εκπομπών ρύπων κατά 8% κατά τη περίοδο 2008-2012 σε σύγκριση με τις εκπομπές του έτους βάσης (1990). Η Ελλάδα σύμφωνα με την απόφαση αυτή, δεσμευόταν να περιορίσει

την αύξηση των εκπομπών της στο +25% για το διάστημα 2008-2012, προκειμένου να συνεισφέρει στο κοινό στόχο της ΕΕ για 8% μείωση των εκπομπών της για το αυτό διάστημα. Για να ανταποκριθεί στη δέσμευσή της αυτή, η χώρα μας εκπόνησε το Εθνικό Πρόγραμμα μείωσης εκπομπών αερίων φαινόμενου θερμοκηπίου για την περίοδο 2000-2010.

Στην Ντόχα του Κατάρ, στις 8 Δεκεμβρίου 2012, εγκρίθηκε η τροποποίηση του Πρωτοκόλλου. Η τροπολογία περιλαμβάνει νέες υποχρεώσεις για τα Κράτη-Μέρη, που συμφώνησαν να αναλάβουν δεσμεύσεις σε μια δεύτερη περίοδο δέσμευσης από 1ης Ιανουαρίου 2013 έως 31ης Δεκεμβρίου 2020 και οι οποίες αφορούν τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 18% κάτω από τα επίπεδα του 1990. Ο κατάλογος των αερίων του θερμοκηπίου για τα οποία πρέπει να αναφέρονται τα συμβαλλόμενα μέρη έχει αναθεωρηθεί. Πρόθεση των χωρών που μετείχαν στη διάσκεψη στη Ντόχα είναι να υιοθετήσουν, πιθανότατα εντός του 2015, μία ευρύτερη συνθήκη η οποία θα αφορά το σύνολο των κρατών και θα τεθεί σε ισχύ με τη λήξη του Πρωτοκόλλου το 2020.

Μέχρι τις 23 Δεκεμβρίου 2014 23 χώρες είχαν επικυρώσει την τροπολογία, ενώ για να τεθεί σε ισχύ για τα κράτη που θα την υπογράψουν πρέπει να επικυρωθεί από τα 3/4 των χωρών-μερών του Πρωτοκόλλου. Ωστόσο τα μέρη μπορούν να εφαρμόζουν προσωρινά την τροπολογία εν αναμονή της έναρξης ισχύος της.

(ΥΠΕΚΑ/Κλιματική Αλλαγή/Διεθνείς Διαπραγματεύσεις/Πρωτόκολλο του Κυότο, UNFCCC)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

---

### ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

#### 2.1. Εισαγωγή

Το ενδιαφέρον για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ξεκίνησε από το 1970, ως αποτέλεσμα αφενός μεν των απανωτών πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής, αφετέρου δε, της αλλοίωσης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από τη χρήση κλασικών πηγών ενέργειας. Στην αρχή, ξεκίνησαν σαν πειραματικές εφαρμογές. Σήμερα όμως λαμβάνονται υπόψη στους επίσημους σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών για την ενέργεια και, αν και αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής παραγωγής, ετοιμάζονται βήματα για παραπέρα αξιοποίησή τους. Τι είναι όμως οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας;

Οι ΑΠΕ ή ήπιες μορφές ενέργειας, ή νέες πηγές ενέργειας ή αλλιώς πράσινη ενέργεια είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία νερού και άλλες. Συγκεκριμένα σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ως ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές θεωρείται η αιολική, ηλιακή, αεροθερμική, γεωθερμική, υδροθερμική και ενέργεια των ωκεανών, υδροηλεκτρική, από βιομάζα, από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέρια. Βέβαια ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός αφού ορισμένες από αυτές όπως για παράδειγμα η γεωθερμική ενέργεια, δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών.

Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δύο βασικά χαρακτηριστικά τους. Το πρώτο είναι ότι για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, αλλά απλώς η εκμετάλλευσή της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στην φύση. Το δεύτερο βασικό χαρακτηριστικό είναι ότι πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ φιλικές στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Για τον λόγο αυτόν, οι ΑΠΕ θεωρούνται αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη. Επίσης θεωρούνται λύση για το πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. ([el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org))

Γενικά οι ΑΠΕ αποτελούν την βάση του μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας. Για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν μία σημαντική εγχώρια πηγή ενέργειας, με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό και εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. ([www.hellasres.gr](http://www.hellasres.gr))

Η Ελλάδα είναι μια χώρα ιδιαίτερα προικισμένη όσον αφορά τις ΑΠΕ. Απολαμβάνει υψηλή ηλιακή ακτινοβολία καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου και το μεγαλύτερο τμήμα της χώρας η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερο από 2700 ώρες το χρόνο. Η ολική ηλιακή

ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο κυμαίνεται από 5000 έως 6100 MJ/m<sup>2</sup> ανά έτος. Αρκετές επίσης περιοχές της ηπειρωτικής και νησιωτικής Ελλάδας έχουν σταθερούς και δυνατούς ανέμους σε συνεχή βάση. Λόγω της μορφολογίας τους εδάφους σε πολλά σημεία της ενδοχώρας, κυρίως στη Δυτική Ελλάδα, υπάρχουν κατάλληλες συνθήκες που ευνοούν τη δημιουργία μικρών αλλά και μεγάλων φραγμάτων, τα οποία μέσω των υδάτινων ταμιευτήρων που δημιουργούν, επιτρέπουν την παραγωγή ηλεκτρισμού μέσω των υδατοπτώσεων. Παράλληλα η Ελλάδα ως χώρα κυρίως γεωργική, διαθέτει αρκετά αποθέματα βιομάζας κατάλληλων για την παραγωγή ενέργειας (π.χ. αιθανόλη από ζαχαρότευτλα). Επιπλέον είναι προικισμένη και με την ενέργεια του υπεδάφους, τη γεωθερμία, αφού σε πολλές περιοχές της χώρας υπάρχουν εξακριβωμένα πεδία υψηλής αλλά και χαμηλής ενθαλπίας<sup>2</sup>.

Οι μορφές των ΑΠΕ που βρίσκουν εφαρμογή στην χώρα μας και αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω σε ενότητες είναι οι εξής:

- Ηλιακή ενέργεια, η οποία βρίσκει τεχνολογική εφαρμογή στα ενεργητικά συστήματα, στα παθητικά ηλιακά συστήματα και στα φωτοβολταϊκά συστήματα.
- Αιολική ενέργεια
- Γεωθερμική ενέργεια υψηλής και χαμηλής ενθαλπίας
- Μικρά υδροηλεκτρικά έργα ισχύος κάτω των 10 MW
- Βιομάζα που περιλαμβάνει και τη χρήση φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων καθώς και την ενεργειακή αξιοποίηση των αστικών απορριμμάτων.

Επίσης υπάρχουν και ορισμένες ΑΠΕ που δεν παρουσιάζουν προς το παρόν τουλάχιστον ενδιαφέρον εφαρμογής στην Ελλάδα όπως:

- Παλιρροιακή ενέργεια
- Ενέργεια των κυμάτων
- Ενέργεια των ωκεανών από την διαφορά θερμοκρασίας των νερών στην επιφάνεια και σε μεγάλο βάθος στις τροπικές περιοχές.

## **2.2. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ΑΠΕ**

Οι ΑΠΕ έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά από την φύση τους τα οποία τις καθιστούν ελκυστικές για μια διευρυμένη συμμετοχή στο ενεργειακό ισοζύγιο μιας χώρας.

Τα κυριότερα είναι τα εξής:

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στην μείωση της εξάρτησης από τους εξαντλήσιμους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους (κυρίως ορυκτά καύσιμα).

---

<sup>2</sup> Η ενθαλπία είναι θερμοδυναμικό μέγεθος που αντιπροσωπεύει το ολικό ποσό θερμότητας που περιέχει ένα θερμοδυναμικό σύστημα. Ειδικότερα αποτελεί το άθροισμα της εσωτερικής ενέργειας ενός σώματος και του γινομένου της εξωτερικής πίεσης επί του όγκου που καταλαμβάνει μια ουσία. Το γινόμενο εκφράζει την ενέργεια που απαιτείται για να εκτοπίσει το σώμα το περιβάλλον του και να καταλάβει τη θέση στην οποία βρίσκεται.

- ο Είναι εγγώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής αυτάρκειας και της ασφάλειας τους ενεργειακού εφοδιασμού σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο.

- ο Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, παρέχοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.

- ο Προσφέρουν τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα των ενεργειακών αναγκών των χρηστών.

- ο Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.

- ο Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των ΑΠΕ έχουν σχεδιαστεί για να καλύπτουν τις ανάγκες των χρηστών και σε μικρή κλίμακα εφαρμογών ή σε μεγάλη κλίμακα αντίστοιχα έχουν μικρή διάρκεια κατασκευής, επιτρέποντας έτσι τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας.

- ο Οι επενδύσεις των ΑΠΕ χαρακτηρίζονται ως «εντάσεως εργασίας» συμβάλλουν δηλαδή στη δημιουργία πολλών θέσεων εργασίας ιδιαίτερα σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο.

- ο Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για τη αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη με τη προώθηση επενδύσεων που στηρίζονται στην συμβολή των ΑΠΕ.

- ο Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίηση τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

- ο Αποτρέπεται η έκλυση μεγάλων ποσοτήτων αερίων ρύπων που επιβαρύνουν την ποιότητα του αέρα και τη δημόσια υγεία και συνεισφέρουν αρνητικά στην κλιματική αλλαγή. Τα οικονομικά οφέλη τόσο για τους χρήστες όσο και για την εθνική οικονομία λόγω της μειωμένης εξάρτησης από εισαγωγές πετρελαίου και φυσικού αερίου είναι προφανή.

Εκτός από τα παραπάνω πλεονεκτήματα των ΑΠΕ μπορούμε να αναφερθούμε και στα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα τους, μιας και το περιβάλλον απειλείται με σοβαρές ζημιές. Η ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ σε συνδυασμό με την εξοικονόμηση ενέργειας και την αντίστοιχη υποκατάσταση συμβατικών καυσίμων που επιφέρουν, συμβάλλουν σημαντικά αφενός μεν στην μείωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων αφετέρου δε στη μείωση του αναγκαίου κόστους για την αντιμετώπισή τους σε μια μόνιμη μακροχρόνια βάση.

Από την άλλη πλευρά οι ΑΠΕ παρουσιάζουν και ορισμένα χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν τη αξιοποίηση και ταχεία ανάπτυξή τους όπως:

- ο Το διεσπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος, να μεταφερθεί και να αποθηκευτεί.

- ο Έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλες ισχύες απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.

- ο Παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στην διαθεσιμότητα τους που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας, ανάλογα με την εποχή του έτους, το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της

περιοχής που εγκαθίστανται, απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.

- ο Η χαμηλή διαθεσιμότητα τους συνήθως οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσής τους.

- ο Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος είναι υψηλό.

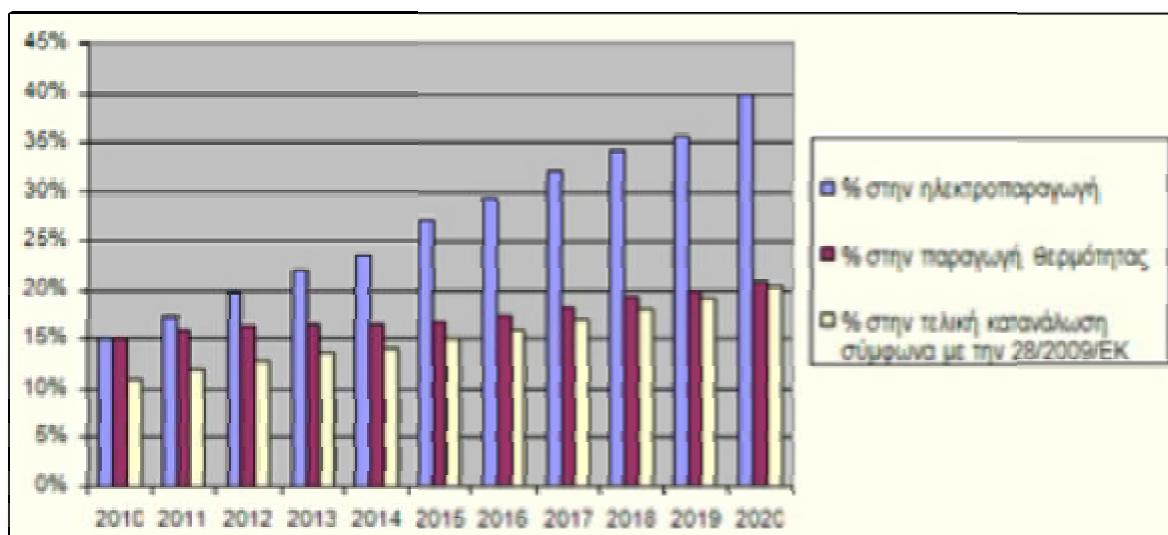
([www.hellasres.gr](http://www.hellasres.gr), [el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org))

### 2.3. Οικονομικά οφέλη από την χρήση των ΑΠΕ

Οι ΑΠΕ χρησιμοποιούνται είτε άμεσα (κυρίως για θέρμανση), είτε μετατρέπόμενες σε άλλες μορφές ενέργειας (κυρίως για ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια). Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό από τις ήπιες μορφές ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η υψηλή όμως μέχρι πρόσφατα τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών, τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής καθώς και οι πολιτικές και οι οικονομικές σκοπιμότητες που έχουν να κάνουν με την διατήρηση του παρόντος status quo στον ενεργειακό τομέα εμπόδισαν την εκμετάλλευση έστω και μέρους αυτού του δυναμικού.

Με τον Ν.3851/2010 ορίζονται Εθνικοί Δεσμευτικοί Στόχοι για τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην καταναλισκόμενη ενέργεια έως το έτος 2020 σε ποσοστό 20%, σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης 20-20-20 που απορρέει από την Οδηγία 2009/28/ΕΚ.

Σχήμα 2: Διείσδυση ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο έως το 2020



Πηγή: ΥΠΕΚΑ/Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της επιστημονικής έκθεσης του WWF Ελλάς και του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών (2010), η προώθηση των ΑΠΕ θα απαιτήσει επενδύσεις σχεδόν €1 δις έως το 2020, ενώ για κάθε ευρώ που επενδύεται στις ΑΠΕ παντός είδους προκύπτει πως θα παρουσιαστεί όφελος της τάξης των 2,4€. Το μεγάλο πλεονέκτημα από την εφαρμογή μέτρων για τις ΑΠΕ αφορά κυρίως τις νέες θέσεις εργασίας που πρόκειται να δημιουργηθούν. Έτσι η διεύρυνση των ΑΠΕ κατά 35% στο ενεργειακό μίγμα θα προσθέσει επιπλέον 30.000 νέες θέσεις. Βασική προϋπόθεση για τις ΑΠΕ θα αποτελέσει η δημιουργία εγχώριας βιομηχανίας παραγωγής εξοπλισμού (ανεμογεννήτριες, Φ/Β πλαίσια).

**Πίνακας 3: Εκτιμήσεις για την απασχόληση στις ΑΠΕ το 2020**

Πηγή	Εγκατεστημένη ισχύς 2020 (MW)	Νέα Εγκατ. Ισχύς 2010-2020 (MW)	ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ		Εκτίμηση για το σύνολο της Απασχόλησης*
			Κατασκευή και Εγκατάσταση	Λειτουργία και Συντήρηση	
Αιολικά	7.300	6.143	9.030	1.971	11.001
Υδροηλεκτρικά	3.500	330	450	1.449	1.899
Φ/Β	900	858	5.135	2.700	7.835
Βιομάζα	300	260	104	423	527
Γεωθερμία	300	300			1.530
CSP	300	300			900
<b>Σύνολο</b>	<b>12.600</b>	<b>8.191</b>			<b>23.692</b>
<b>Σύγκριση με την Απασχόληση που θα προέκυπτε από Ορυκτά Καύσιμα εάν δεν γινόταν χρήση ΑΠΕ</b>					
Άνθρακας	12.600	8.191	2.212	9.324	11.536
Φυσικό Αέριο	12.600	8.191	2.048	8.820	10.868
<b>Άμεσες θέσεις Απασχόλησης από ΑΠΕ</b>					
					<b>23.692</b>
<b>Έμμεσες θέσεις Απασχόλησης από ΑΠΕ</b>					
					<b>5.212</b>
<b>Δευτερογενείς (Induced) θέσεις Απασχόλησης από ΑΠΕ</b>					
					<b>474</b>
<b>Σύνολο</b>					
					<b>29.379</b>

Πηγή: WWF Ελλάς – Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (2010)

Όπως τονίζεται στην έκθεση, υπό συνθήκες οικονομικής κρίσης είναι εξαιρετικά δύσκολο να εκπονηθεί ένα ολοκληρωμένο πράσινο πακέτο ανάκαμψης της εθνικής οικονομίας, λόγω του μεγάλου δημοσιονομικού ελλείμματος. Τα πράσινα μέτρα θα πρέπει να σχεδιαστούν με προσοχή και να υλοποιηθούν σε ένα εύλογο βάθος χρόνου, δίνοντας έμφαση στην υλοποίηση πρώτα των μέτρων που θα αποσβεσθούν γρήγορα και θα δημιουργήσουν πολλαπλές θέσεις απασχόλησης. Αυτό που απαιτείται δεν είναι τόσο η διανομή πόρων από το κράτος, αλλά κυρίως η δημιουργία ενός στιβαρού και διαφανούς θεσμικού και κανονιστικού πλαισίου, το οποίο θα αποτελέσει τη βάση για την ανάληψη και υλοποίηση των επενδύσεων από τον ιδιωτικό κυρίως τομέα.

## 2.4. Ηλιακή ενέργεια

Με τον όρο ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζουμε το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα ή θερμική ενέργεια καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας. Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της. (el.wikipedia.org)

Η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της Γης χωρίζεται σε:

1. **Άμεση** ακτινοβολία. Καλείται η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει κατ' ευθείαν στην επιφάνεια της γης χωρίς σκέδαση κατά την διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα και συμβολίζεται με το δείκτη "b". Η αριθμητική τιμή της εξαρτάται από την απόσταση ήλιου-γης, την ηλιακή απόκλιση "δ", το ηλιακό ύψος "α", το γεωγραφικό πλάτος του τόπου "φ", το υψόμετρο του τόπου "ζ" την κλίση του εδάφους και την απορρόφηση και διάχυση της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στην ατμόσφαιρα.
2. **Διάχυτη** ακτινοβολία. Είναι η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της γης αφού έχει αλλάξει η διεύθυνσή της λόγω ανάκλασης ή σκέδασης μέσα στην ατμόσφαιρα. Το τμήμα αυτό της διάχυτης ακτινοβολίας συμβολίζεται με δείκτη "s". Το υπόλοιπο της διάχυτης ακτινοβολίας προέρχεται από ανάκλαση στην επιφάνεια της γης και συμβολίζεται με δείκτη "r". Η συνολική διάχυτη ακτινοβολία αποτελεί το άθροισμα των επιμέρους και συμβολίζεται με το δείκτη "d". Εξαρτάται από το ηλιακό ύψος, το υψόμετρο του τόπου, τη λευκαύγεια του εδάφους, το ποσό και το είδος των νεφών καθώς και από την παρουσία των σωματιδίων και αερίων που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.

Τέλος, η **ολική** ακτινοβολία είναι το άθροισμα της άμεσης και της διάχυτης και συμβολίζεται με "G" ή "I" ή "H". Από την υφιστάμενη εμπειρία είναι γνωστό ότι όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση που διανύει μία ηλιακή ακτίνα μέσα στην ατμόσφαιρα τόσο μικρότερο είναι το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνεια της γης. (Καλδέλλης – Καββαδίας, 2001, σελ. 170 – 172)

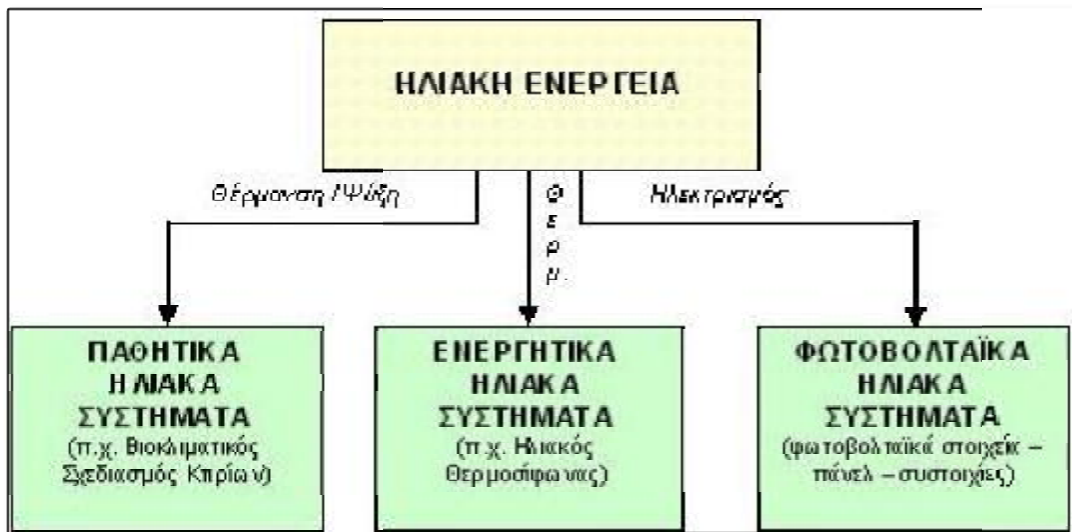
Η τεχνολογία σήμερα αξιοποιεί ένα μηδαμινό ποσοστό της καταφθάνουσας στην επιφάνεια του πλανήτη μας ηλιακής ενέργειας με τριών ειδών συστήματα τα οποία είναι τα εξής:

- Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα ή ηλιοθερμικά
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα
- Τα φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα ενεργητικά και τα παθητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.



Σχήμα 3: Συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας



Πηγή: [el.wikipedia.org/wiki/Ηλιακή\\_ενέργεια](http://el.wikipedia.org/wiki/Ηλιακή_ενέργεια)

Η χρήση ηλιακών συστημάτων είναι μια δοκιμασμένη και ασφαλής τεχνολογία ως προς τη χρήση και το τελικό αποτέλεσμα. Η τοποθέτηση ενός ηλιακού συστήματος είναι απλή, η δε συντήρησή του ελάχιστη, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται και μεγαλύτερη εξοικονόμηση χρημάτων. Τέλος, η λειτουργία τους είναι ολοσχερώς αθόρυβη.

#### 2.4.1. Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι όσα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και στην συνέχεια την μεταφέρουν με την μορφή θερμότητας στο νερό, στον αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό. Ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζονται, την τεχνολογία που χρησιμοποιείται, το μέγεθός τους, τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής κλπ. μπορούν να χρησιμοποιηθούν και διαφορετικού τύπου θερμικά ηλιακά συστήματα. Η ποικιλία που παρουσιάζουν οι διατάξεις των συστημάτων αυτών οφείλεται κυρίως στους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους τα συστήματα αυτά προστατεύονται από τον παγετό και στον τρόπο που επιτυγχάνεται η κυκλοφορία του ζεστού νερού. Οι τύποι των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι δύο:

- 1) Τα **συστήματα φυσικής κυκλοφορίας**. Αυτά χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:
  - ο Τους **συμπαγείς θερμαντήρες** ή όπως αλλιώς ονομάζονται τα ολοκληρωμένα συστήματα συλλέκτη-αποθήκευσης που αποτελούνται από μια ή περισσότερες δεξαμενές αποθήκευσης και τοποθετούνται σε ένα μονωμένο περίβλημα με την διάφανη πλευρά να βλέπει προς τον ήλιο.

- Τα **θερμοσιφωνικά συστήματα** τα οποία στηρίζονται στη φυσική μεταφορά για την κυκλοφορία του νερού στους συλλέκτες και τη δεξαμενή, η οποία βρίσκεται επάνω από τον συλλέκτη.
- 2) Τα **συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας**, τα οποία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:
  - Τα **συστήματα ανοικτού βρόχου** τα οποία χρησιμοποιούν αντλίες για να κυκλοφορήσουν το νερό χρήσης στους συλλέκτες.
  - Τα **συστήματα κλειστού βρόχου** που αντλούν το ρευστό μεταφοράς θερμότητας μέσα στους συλλέκτες. Η θερμότητα μεταφέρεται μέσω εναλλακτών θερμότητας από το ρευστό στο νερό που αποθηκεύεται στις δεξαμενές.

Τα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας είναι γενικά πιο αξιόπιστα, ευκολότερα στη συντήρηση και ενδεχομένως μεγαλύτερης διάρκειας ζωής από τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ζεστού νερού, στη θέρμανση χώρων και στη θέρμανση πισίνας. ([www.cres.gr/kape/education/thermika%20Hliaka.pdf](http://www.cres.gr/kape/education/thermika%20Hliaka.pdf))

#### 2.4.2. Παθητικά ηλιακά συστήματα

Παθητικά ηλιακά συστήματα ορίζονται τα δομικά στοιχεία του κτιρίου τα οποία με κατάλληλη διάταξη και σχεδιασμό εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία για θέρμανση ή ψύξη και δεν κάνουν χρήση μηχανικών μέσων για τη μεταφορά της θερμότητας προς το χώρο. Βασίζονται στη φυσική ροή της θερμικής ενέργειας, εκμεταλλεύονται τις φυσικές ιδιότητες των υλικών του κτηρίου και χρησιμοποιούν, για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και την αποθήκευση της θερμότητας, τα δομικά στοιχεία του κελύφους (τοίχους, δάπεδα, οροφές, δώμα). Η λειτουργία των παθητικών ηλιακών συστημάτων βασίζεται στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου» για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας και τη μετατροπή της σε θερμότητα, στη θερμοχωρητικότητα των υλικών για την αποθήκευση της θερμότητας και στους βασικούς νόμους της θερμοδυναμικής για τη μεταφορά της θερμότητας από το χώρο της συλλογής στην αποθήκη θερμότητας ή και στο χώρο που θα θερμανθεί. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αναφέρεται στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα.

Τα παθητικά συστήματα διακρίνονται στα συστήματα:

##### 1) Άμεσου ηλιακού κέρδους

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας για τη θέρμανση των κτιρίων είναι η δέσμευσή της μέσα από τα γυάλινα ανοίγματα του κτηρίου. Στην περίπτωση αυτή το κτίριο λειτουργεί ως συλλέκτης, αποθήκη και διανομέας της θερμότητας. Όλα τα ανοίγματα (παράθυρα) του κτιρίου συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία (άμεση και

διάχυτη) που στη συνέχεια μετατρέπεται σε θερμότητα και αποθηκεύεται ως θερμική ενέργεια στα δομικά στοιχεία του χώρου, ιδιαίτερα σε εκείνα που δέχονται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία. Η θερμότητα που αποθηκεύεται, αποδίδεται με χρονική υστέρηση, αναλόγως των χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων, καθ' όλη τη διάρκεια του 24ωρου. Είναι σημαντικό, ιδιαίτερα τα δομικά υλικά στο εσωτερικό του κτιρίου που δέχονται άμεση ηλιακή ακτινοβολία, να έχουν ικανή απορροφητικότητα και θερμική μάζα, ώστε αφενός να μεγιστοποιείται η απολαβή των ηλιακών κερδών, αφετέρου να αποθηκεύεται η θερμότητα. Έτσι ομαλοποιούνται οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στον εσωτερικό χώρο -καθώς η θερμότητα από τα αυξημένα ηλιακά κέρδη που έχει αποθηκευτεί απελευθερώνεται σταδιακά στο εσωτερικό του κτιρίου- αποφεύγεται η υπερθέρμανση κατά τις περιόδους με μεγάλη ηλιοφάνεια και η θερμότητα αποδίδεται στο χώρο όταν δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία (απογευματινές και νυχτερινές ώρες). Ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, το σχεδιασμό του κελύφους του κτιρίου, τον προσανατολισμό, το μέγεθος και τη θέση των ανοιγμάτων, τις θερμοφυσικές ιδιότητες του διαφανούς υλικού καθώς και τη θέση, το μέγεθος και το υλικό της θερμικής αποθήκης, η εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση μπορεί να κυμαίνεται από 30% έως και 100%. Γενικά, όσο μεγαλύτερα είναι τα ανοίγματα στο νότιο προσανατολισμό και ικανοποιητική σε μέγεθος η επιφάνεια αποθήκευσης, τόσο μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση.

## 2) Έμμεσου ηλιακού κέρδους

Ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

**Ηλιακοί τοίχοι:** Έχουν στην εξωτερική τους πλευρά, σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία, τζάμι (υαλοπίνακα) και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, μεταφέροντας τη θερμότητα είτε μέσω του υλικού του τοίχου (τοίχος θερμικής αποθήκευσης), είτε μέσω θυρίδων (θερμοσιφωνικό πάνελ) στον εσωτερικό χώρο. Συνδυασμός των δύο λειτουργιών είναι ο τοίχος μάζας με θυρίδες τοίχος Trombe - Michel.

**Θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι):** Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο.

**Ηλιακά αίθρια:** είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

Αποτελούν μέρος της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής με την οποία τα κτίρια εναρμονίζονται με το περιβάλλον και με το μικρόκλιμα της περιοχής τους και ανάγκες των ενοίκων για άνεση καλύπτονται σε μεγάλο ποσοστό με φυσικές και απλές μεθόδους και με τη χρήση κατά το δυνατόν τοπικά διαθέσιμων υλικών. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, οι τεχνικές φυσικού δροσισμού και τα συστήματα αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού αποτελούν στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων, τα οποία συνδυάζονται για το μέγιστο ενεργειακό όφελος και για την επίτευξη ευχάριστων και υγιεινών συνθηκών διαβίωσης

όλο

το

χρόνο.

[www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_bioclimatic\\_passive.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_bioclimatic_passive.htm),

### 2.4.3. Φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β)

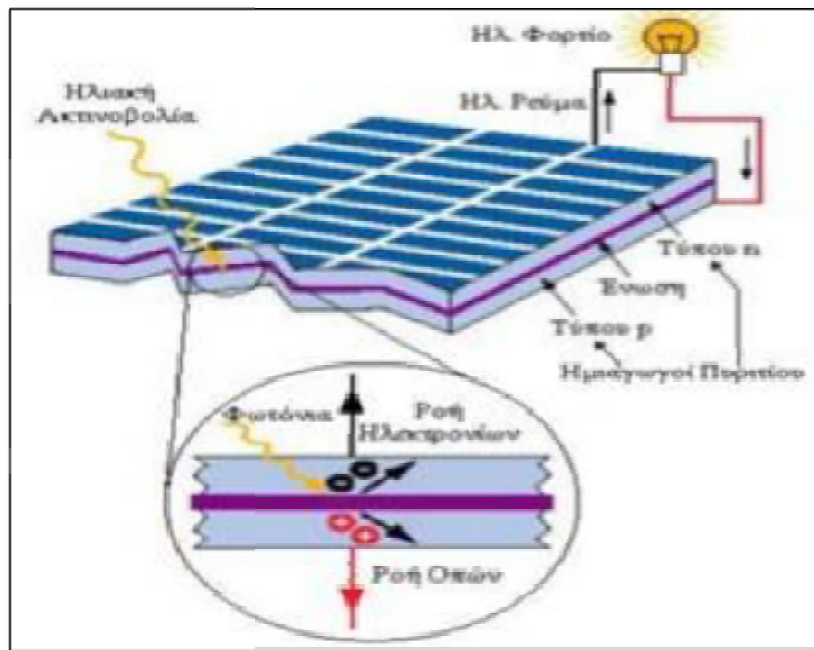
Μια πολλά υποσχόμενη και συνεχώς αναπτυσσόμενη τεχνολογία είναι τα Φ/Β συστήματα που μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια αντλώντας ενέργεια από τον ήλιο. Οι ηλιακές κυψέλες, κοινώς τα Φ/Β στοιχεία (ημιαγωγοί), είναι «συσκευές» που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

Στο Σχήμα 4 απεικονίζεται η λειτουργία ενός Φ/Β στοιχείου. Τα Φ/Β στοιχεία αποτελούνται από δύο πλάκες ημιαγωγών (δίοδοι p-n, συνήθως πυριτίου), που βρίσκονται σε επαφή. Η άνω πλάκα (n) εμπλουτίζεται με πολύ μικρή ποσότητα (π.χ.  $1:10^6$ ) στοιχείου, το οποίο διαθέτει ένα επιπλέον ηλεκτρόνιο (5 ηλεκτρόνια) στην εξωτερική του στοιβάδα, σε σχέση με το χρησιμοποιούμενο ημιαγωγό. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις πλάκες τύπου (n) είναι μόρια αρσενικού «As» ή φωσφόρου «P». Αντίστοιχα η κάτω πλάκα (p) ενισχύεται με προσμίξεις κατάλληλου στοιχείου, που διαθέτει ένα ηλεκτρόνιο λιγότερο στην εξωτερική του στοιβάδα (π.χ. βόριο «B») σε σχέση με το υλικό του ημιαγωγού. Η άνω πλάκα με τα επιπλέον ηλεκτρόνια ονομάζεται ημιαγωγός τύπου (n) (negative-αρνητικό φορτίο), ενώ η κάτω πλάκα με τα λιγότερα ηλεκτρόνια είναι ημιαγωγός τύπου (p) (positive-θετικό φορτίο).

Κατά την κατασκευή του Φ/Β στοιχείου, στην επιφάνεια επαφής των δύο πλακών συγκεντρώνονται τα περίσσια ηλεκτρόνια της πλάκας (n), τα οποία έλκονται από τις κενές θέσεις (οπές) ηλεκτρονίων της πλάκας (p). Εάν η πλάκα (n) δεχτεί ηλιακή ακτινοβολία, τότε τα φωτόνια που διαπερνούν τον ημιαγωγό ενεργοποιούν ορισμένο αριθμό ηλεκτρονίων, τα οποία συσσωρεύονται κοντά στην επιφάνεια επαφής των δύο πλακών. Λόγω των απωστικών δυνάμεων μεταξύ ομώνυμων φορτίων εκκενώνονται επιπλέον θέσεις ηλεκτρονίων της πλάκας (p) οπότε και δημιουργούνται επιπλέον κενές θέσεις (οπές). Στην περίπτωση αυτή δημιουργείται διαφορά τάσεως μεταξύ των δύο πλευρών, που ονομάζεται τάση ανοικτού κυκλώματος « $U_{oc}$ ». Η τιμή της τάσης « $U_{oc}$ » είναι χαμηλή για μικρής έντασης ηλιακή ακτινοβολία, αλλά παραμένει σχεδόν σταθερή για τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας που υπερβαίνουν ένα προκαθορισμένο όριο, το οποίο εξαρτάται από το υλικό κατασκευής των Φ/Β κυψελών. (Καλδέλλης-Καββαδίας, 2001, σελ.240-241)

Η τάση αυτή μπορεί να ενεργοποιήσει μια, ανάλογης τάσης και ισχύος, συσκευή ή να διανεμηθεί στο ηλεκτρικό σύστημα. Το σύνολο των Φ/Β στοιχείων που συνδέονται ηλεκτρονικά μεταξύ τους ονομάζεται Φ/Β γεννήτρια και το σύνολο των Φ/Β γεννητριών συνδεδεμένων μεταξύ τους ονομάζεται Φ/Β συστοιχία. Η Φ/Β συστοιχία αποτελεί το βασικότερο μέρος του Φ/Β συστήματος και συνοδεύεται από κατάλληλα ηλεκτρονικά κυκλώματα για έλεγχο και διαχείριση της παραγόμενης ενέργειας, καθώς και από σύστημα αποθήκευσης (μπαταρίες). Το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα είναι συνεχούς τάσης και ανάλογα με την εφαρμογή μπορεί να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο με τη βοήθεια ενός αντιστροφέα τάσης.

Σχήμα 4: Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας φωτοβολταϊκού στοιχείου



Πηγή: [https://www.google.gr/search?q=%CE%A6%CE%A9%CE%A4%CE%9F%CE%92%CE%9F%CE%9B%CE%A4%CE%91%CE%99%CE%9A%CE%9F+%CE%A3%CE%A4%CE%9F%CE%99%CE%A7%CE%95%CE%99%CE%9F+%CE%A6%CE%A9%CE%A4%CE%9F%CE%93%CE%A1%CE%91%CE%A6%CE%99%CE%95%CE%A3&rlz=1C2AVNG\\_enGR634GR634&biw=1366&bih=667&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0CCcQsARqFQoTCOmz6vSSwMgCFQuPLAodO5AKkg#imgrc=z7xDj3MqhON6-M%3A](https://www.google.gr/search?q=%CE%A6%CE%A9%CE%A4%CE%9F%CE%92%CE%9F%CE%9B%CE%A4%CE%91%CE%99%CE%9A%CE%9F+%CE%A3%CE%A4%CE%9F%CE%99%CE%A7%CE%95%CE%99%CE%9F+%CE%A6%CE%A9%CE%A4%CE%9F%CE%93%CE%A1%CE%91%CE%A6%CE%99%CE%95%CE%A3&rlz=1C2AVNG_enGR634GR634&biw=1366&bih=667&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0CCcQsARqFQoTCOmz6vSSwMgCFQuPLAodO5AKkg#imgrc=z7xDj3MqhON6-M%3A)

Τα Φ/Β συστήματα μπορούν να αξιοποιηθούν ως:

- ο **Αυτόνομα**, όπου η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται μόνο για κάλυψη των αναγκών του χρήστη και συνήθως διαθέτουν σύστημα αποθήκευσης (μπαταριών). Εφαρμόζονται για τη δημιουργία μικρών τοπικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, εξοικονομώντας σημαντικό κόστος από την εγκατάσταση νέων δικτύων και γραμμών μεταφοράς ηλεκτρισμού σε περιοχές που δεν καλύπτει το υφιστάμενο δίκτυο.
- ο **Ενωμένα** με το ηλεκτρικό δίκτυο, όπου η τυχόν πλεονάζουσα ηλεκτρική ενέργεια ή το σύνολό της διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο. ([www.cie.org.cy](http://www.cie.org.cy))

Τα Φ/Β συστήματα έχουν όλα τα πλεονεκτήματα των ηλιακών συστημάτων. Επιπλέον, με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής. Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, καθώς οι κατασκευαστές εγγυώνται τα «κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας. Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών. Τέλος, μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου.

Ως μειονέκτημα θα μπορούσε να καταλογίσει κανείς στα Φ/Β συστήματα το σχετικά υψηλό κόστος τους. Αυτό όμως μπορεί να αποσβεσθεί σχετικά γρήγορα και η τελική εξοικονόμηση να είναι χιλιάδες ευρώ ακόμα και για την πιο μικρή εγκατάσταση, καθώς υπάρχουν προγράμματα ενίσχυσης της εγκατάστασής τους, τόσο επενδυτικού χαρακτήρα, όσο και αυτοπαραγωγής.

Πρόγραμμα ενίσχυσης επενδυτικού χαρακτήρα αποτελεί το Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φ/Β Συστημάτων σε δώματα και στέγες κτιρίων. Αφορά στην εγκατάσταση συστημάτων μέχρι 10kWp σε κατοικίες και πολύ μικρές επιχειρήσεις, στο Ηπειρωτικό Σύστημα και στα Διασυνδεδεμένα Νησιά και εφαρμόζεται από την 1<sup>η</sup> Ιουλίου 2009. Η τιμή της παραγόμενης από το φωτοβολταϊκό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας που εγγέεται στο δίκτυο ορίζεται σε 0,55 ευρώ/kWh για τις συμβάσεις συμψηφισμού που συνάπτονται τα έτη 2009, 2010 και 2011 και μειώνεται κατά 5% ετησίως για τις συμβάσεις συμψηφισμού που συνάπτονται το διάστημα από 01/01/2012 μέχρι 31/12/2019. Το Πρόγραμμα αυτό δίνει κίνητρα με τη μορφή ενίσχυσης της παραγόμενης κιλοβατώρας, ώστε ο οικιακός καταναλωτής ή μία μικρή επιχείρηση να κάνουν απόσβεση του συστήματος που εγκατέστησαν και να έχουν ένα λογικό κέρδος για τις υπηρεσίες (ενεργειακές και περιβαλλοντικές) που παρέχουν στο δίκτυο.

([www.cres.gr/kape/CRES\\_annual\\_report\\_2009.pdf](http://www.cres.gr/kape/CRES_annual_report_2009.pdf))

Τέλος, από την 1η Ιανουαρίου 2015 ξεκίνησε και στη χώρα μας η εφαρμογή του Net Metering, με υπουργική απόφαση του ΥΠΕΚΑ που υπογράφηκε στις 30/12/2014. Το Net Metering είναι ένα ειδικό πρόγραμμα εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων από αυτοπαραγωγούς για την κάλυψη ιδίων αναγκών τους, με εφαρμογή ενεργειακού συμψηφισμού. (βλ. Παράρτημα) Με το πρόγραμμα αυτό ένα νοικοκυριό που εγκαθιστά ένα Φ/Β ισχύος 3,5kWp έχει ένα συνολικό όφελος περί τις 15.000€ στην 25ετία που διαρκεί η σύμβαση συμψηφισμού που υπογράφει ο καταναλωτής με τη ΔΕΗ ή άλλο εναλλακτικό προμηθευτή. ([www.helapco.gr](http://www.helapco.gr))

#### **2.4.4. Η ηλιακή ενέργεια στην Ελλάδα**

Η ηλιακή ενέργεια έχει παράγει θαυματοργά αποτελέσματα για την Ελλάδα στο παρελθόν. Κατά την δεκαετία του 1970, όταν συνέβησαν δύο μεγάλες παγκόσμιες ενεργειακές κρίσεις, η ελληνική κυβέρνηση προσέφερε φορολογικά κίνητρα στα νοικοκυριά για να εγκαταστήσουν ηλιακούς θερμοσίφωνες στο πλαίσιο μίας εθνικής πολιτικής με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό οδήγησε εκατοντάδες χιλιάδες νοικοκυριά στην εγκατάσταση ηλιακών θερμοσιφώνων και μείωσε σημαντικά τους λογαριασμούς ενέργειας. Εξίσου σημαντικά, μία νέα βιομηχανία γεννήθηκε και σύντομα οι ηλιακοί θερμοσίφωνες έγιναν ένα από τα καλύτερα εξαγωγίμα προϊόντα της Ελλάδας. Φάνηκε τότε ότι ο ήλιος είχε παίξει τον ρόλο στο να βοηθήσει την Ελλάδα να ξεφύγει από μια δύσκολη κατάσταση. ([www.greenpeace.org/greece/el/blog/Greenblogging/solarize/blog/53762/](http://www.greenpeace.org/greece/el/blog/Greenblogging/solarize/blog/53762/))

Η ηλιακή ενέργεια αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες του ενεργειακού προφίλ της Ελλάδας. Η Ελλάδα διαθέτει πλούσιο ηλιακό δυναμικό και εκτιμάται ότι η ηλιακή ενέργεια μπορεί να καλύψει το ένα τρίτο των ενεργειακών αναγκών της χώρας.

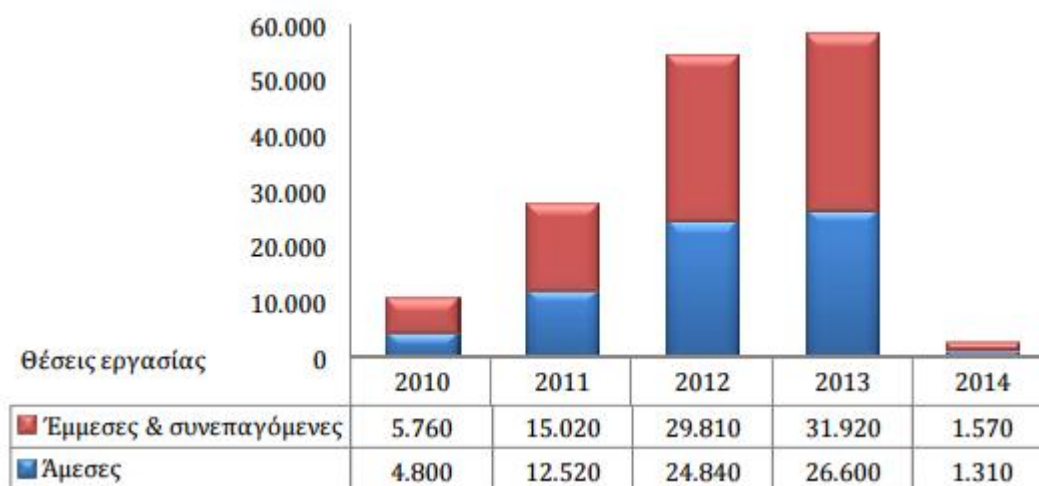
Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι επενδύσεις στην ηλιακή ενέργεια στην Ελλάδα είναι:

- Πλούσιο ηλιακό δυναμικό, από τα καλύτερα στην Ευρώπη
- Προτεραιότητα στην πώληση της παραγόμενης ενέργειας στο διαχειριστή συστήματος
- Υψηλές τιμές αγοράς της παραγόμενης ενέργειας (feed in tariffs)
- 20ετή συμφωνία αγοράς ενέργειας (Power Purchase Agreement, PPA)
- Ευνοϊκό, μακροπρόθεσμο νομικό πλαίσιο της Ελλάδας που διασφαλίζει την αξιοπιστία του επενδυτικού περιβάλλοντος. ([www.investingreece.gov.gr](http://www.investingreece.gov.gr))

Στις μέρες μας, η εξαιρετικά δύσκολη εθνική κατάσταση σε συνδυασμό με τις κλιματικές αλλαγές αποτελούν επείγοντες και ακόμα πιο επιτακτικούς τους λόγους για την επανεξέταση της χρήσης της ηλιακής ενέργειας μέσω Φ/Β και, αυτή τη φορά, σε μαζική κλίμακα.

Η «Φωτοβολταϊκή Άνοιξη» της Ελλάδας του 2009-2013, που βασίστηκε στο καθεστώς του feed-in-tariff, έδωσε ένα στίγμα του πραγματικού ηλιακού δυναμικού της χώρας. Μέσα σε πέντε χρόνια η εγκατεστημένη ηλιακή ισχύς αυξήθηκε από 47MW σε πάνω από 2.500MW. Συνολικά 4,5δισ ευρώ επενδύθηκαν στον εκσυγχρονισμό του τομέα, περίπου 60.000 θέσεις εργασίας δημιουργήθηκαν και περίπου 100.000 ελληνικές οικογένειες επωφελήθηκαν από την άνοδο της ηλιακής βιομηχανίας.

**Σχήμα 5: Φωτοβολταϊκά και θέσεις εργασίας**



Πηγή: Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών/Στατιστικά στοιχεία αγοράς φωτοβολταϊκών για το 2014 ([www.helapco.gr](http://www.helapco.gr))

Η ελληνική κοινωνία εκμεταλλεύτηκε τη δυνατότητα που της δόθηκε να αποκτήσει κάποιος επιχείρηση που παράγει ρεύμα με Φ/Β ακόμα και μόνο 10% ίδια κεφάλαια και με

δυνατότητα ενοικίασης κτήματος από το Δημόσιο προς 200 ευρώ το στρέμμα το χρόνο, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι δεν απαιτούνταν αφενός μεν εκπαίδευση αφετέρου δε κάποια ειδική γνώση και απασχόληση. Η δημοσιονομική κρίση, η ταχύτητα με την οποία αναπτύχθηκαν τα Φ/Β, η μεγάλη παραγωγή ρεύματος σε εποχή πτώσης της ζήτησης αλλά και οι ταμειακές δυσκολίες της ΔΕΗ οδήγησαν σε μεγάλο έλλειμμα τον Λογαριασμό (ΛΑΓΗΕ). Η ΔΕΗ θέλοντας να βρει λύση στο πρόβλημα επέβαλε υψηλή έκτακτη εισφορά της τάξεως του 42% στα έσοδα των Φ/Β, εισφορά που θα επιβαλλόταν για δύο χρόνια. Οι λόγοι αυτοί οδήγησαν σε στασιμότητα την τιμή της εγκατεστημένης ισχύος από το 2013. ([www.sunblog.org/parka/2013/05/%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC-%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%AE-15732.html](http://www.sunblog.org/parka/2013/05/%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC-%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%AE-15732.html))

Στο Σχήμα 5 φαίνεται καθαρά η επίπτωση που είχε το 2014 στην απασχόληση η αναστολή αδειοδότησης νέων έργων, η οποία ξεκίνησε το Αύγουστο του 2012 και ίσχυσε έως τον Απρίλιο του 2014. Εγκαταστάθηκαν ελάχιστα συστήματα, ενώ χάθηκαν χιλιάδες θέσεις εργασίας στον κλάδο. Η απασχόληση το 2013 βασίστηκε ουσιαστικά σε έργα που είχαν ωριμάσει αδειοδοτικά από παλιά και απλώς εκτελέστηκαν αυτή την περίοδο.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που δίνει ο Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, η Ελλάδα το 2013 ήταν δεύτερη στην παγκόσμια κατάταξη στη συμβολή των Φ/Β στη συνολική κατανάλωση ενέργειας. Επίσης, η κατά κεφαλή εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β, στην Ελλάδα ήταν η πέμπτη υψηλότερη διεθνώς. Επί τρία χρόνια η χώρα μας βρισκόταν στην πρώτη δεκάδα της παγκόσμιας αγοράς σε ότι αφορά στη νέα ετήσια εγκατεστημένη ισχύ. Όμως το 2014 βρέθηκε εκτός δεκάδας. Παρόλα αυτά και λόγω της προηγούμενης εντυπωσιακής ανάπτυξης, τα Φ/Β κάλυψαν το 7,05% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια, φέρνοντας την Ελλάδα, για δεύτερη συνεχή χρονιά, στη δεύτερη θέση διεθνώς σε ότι αφορά στη συμβολή των Φ/Β στη συνολική κατανάλωση ενέργειας.

Με τη νέα νομοθεσία του Net Metering, επιτρέπεται σε νοικοκυριά και μικρομεσαίες επιχειρήσεις να παράγουν φθηνά ηλιακή ενέργεια για δική τους κατανάλωση και ταυτόχρονα να δημιουργηθούν χιλιάδες νέες θέσεις εργασίας.

Καθώς αναμένεται το κόστος παραγωγής και αποθήκευσης ηλιακής ενέργειας να μειωθεί ακόμη περισσότερο στο εγγύς μέλλον, υπάρχει η δυνατότητα για την Ελλάδα να εξοικονομήσει δισεκατομμύρια ευρώ από πληρωμές για εισαγωγές καυσίμων, χρήματα που θα παραμείνουν στη χώρα και θα δαπανηθούν στους πιο σημαντικούς τομείς: βιώσιμες επενδύσεις, πολιτικές κοινωνικής πρόνοιας, συντάξεις και τόνωση της ευημερίας.

Η ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ (θυγατρική της ΔΕΗ), έχει εγκαταστήσει οκτώ Φ/Β πάρκα σε τρεις νησιωτικές περιοχές της χώρας, στη Σίφνο, στην Κύθνο και στην Κρήτη. Μάλιστα, το Φ/Β πάρκο της Κύθνου, το οποίο δημιουργήθηκε το 1983, ήταν ο πρώτος διασυνδεδεμένος Φ/Β σταθμός που λειτούργησε στην Ευρώπη. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των πάρκων είναι 700KW. Η εταιρεία προχωρά στην ανάπτυξη του μεγαλύτερου Φ/Β πάρκου στον κόσμο στην περιοχή της Πτολεμαΐδας, ισχύος 200MW, καθώς και ενός από τα μεγαλύτερα πάρκα στον κόσμο στην περιοχή της Μεγαλόπολης συνολικής ισχύος 50MW. Άλλα έργα υπό ανάπτυξη της εταιρείας είναι πάρκο ισχύος 9,7MW στον ΥΗΣ Στράτου Αιτωλοακαρνανίας και σε συνεργασία με την εταιρεία ΕΤΒΑ ΒΙΠΕ ΑΕ ανάπτυξη 34,7MW σε διάφορες



βιομηχανικές περιοχές της χώρας. Τέλος προγραμματίζει την εγκατάσταση Φ/Β σταθμών μικρής ισχύος σε στέγες κτιρίων. (Πηγή: ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ)

## 2.5. Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι η ενέργεια που παράγεται από τον άνεμο. Οι άνεμοι, δηλαδή οι μεγάλες μάζες αέρα που μετακινούνται με ταχύτητα από μια περιοχή σε κάποια άλλη, οφείλονται στην ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της Γης από την ηλιακή ακτινοβολία. Η κινητική ενέργεια των ανέμων είναι τόση που με βάση την σημερινή τεχνολογία εκμετάλλευσης της, θα μπορούσε να καλύψει πάνω από δυο φορές τις ανάγκες της ανθρωπότητας για ηλεκτρική ενέργεια.

Αν και παρουσιάζει κάποια μειονεκτήματα όπως, χαμηλή πυκνότητα και αδυναμία πρόβλεψης της, μεταβαλλόμενη ή/και διακοπτόμενη παροχή του φυσικού πόρου, μέχρι σήμερα, σημειώνεται μια αλματώδης ανάπτυξη κάτι που ενισχύεται και από την επιτακτική ανάγκη για την προστασία του περιβάλλοντος. Γίνεται πλέον συνείδηση σε όλο και περισσότερο κόσμο, πως ο άνεμος είναι καθαρή ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. ([www.cres.gr](http://www.cres.gr))

### 2.5.1. Βασικά τμήματα ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα

Οι ανεμογεννήτριες είναι μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Υπάρχουν πολλών ειδών ανεμογεννήτριες που κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες: α) οριζοντίου άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικα και βρίσκεται συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους, και β) κατακόρυφου άξονα, ο οποίος παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους.

Στην αγορά έχουν επικρατήσει οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα με δυο ή τρία πτερύγια. Μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα αποτελείται από τα εξής μέρη:

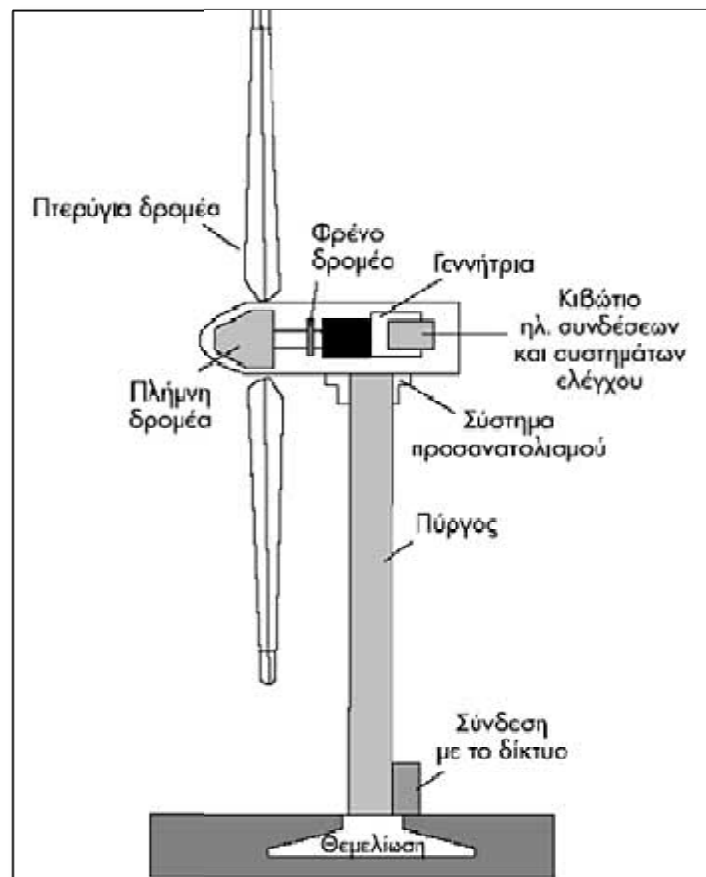
Την **πτερωτή (δρομέας)** των σύγχρονων ανεμογεννητριών αποτελείται από *πτερύγια* των οποίων τα σχήμα έχει προέλθει από αντίστοιχα πτερύγια αεροπορικών κινητήρων. Τα πτερύγια αυτά είναι κατασκευασμένα συνήθως από ελαφρά κράματα μετάλλων, ενισχυμένο πολυεστέρα, αλλά και από ξύλο σε συνδυασμό με ειδικές ρητίνες. Επίσης χρησιμοποιείται συνδυασμένη χρήση χάλυβα και πλαστικού, όπου το κεντρικό χαλύβδινο τμήμα απορροφά τα καμπτικά και στρεπτικά φορτία, ενώ τα χρησιμοποιούμενα πλαστικά κελύφη προσδίδουν την επιθυμητή αεροδυναμική μορφή στα πτερύγια. Τα πτερύγια είναι προσαρμοσμένα πάνω στην *πλήμνη*, η μορφή της οποίας εξαρτάται τόσο από το είδος της πτερωτής, όσο και από τους επιθυμητούς βαθμούς ελευθερίας στην θέση σύνδεσης πτερυγίων και άξονα.

Ο **άξονας** της ανεμογεννήτριας κατασκευάζεται από ειδικό ενισχυμένο χάλυβα ώστε να δύναται να μεταφέρει ισχυρές μη μόνιμες στρεπτικές και καμπτικές ροπές, ενώ η έδρασή του γίνεται συνήθως σε δύο έδρανα ικανά να παραλαμβάνουν τόσο το βάρος όσο και τα εξασκούμενα φορτία.

Το **σύστημα μετάδοσης κίνησης** περιλαμβάνει διβάθμιο ή τριβάθμιο *κιβώτιο μετασχηματισμού* της χαμηλής ταχύτητας περιστροφής της πτερωτής στις υψηλές ταχύτητες περιστροφής που λειτουργούν συνήθως οι ηλεκτρικές γεννήτριες. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί εμπορικές αιολικές μηχανές χωρίς κιβώτιο μετάδοσης αλλά με χρήση ηλεκτρονικών ισχύος, τα οποία επιτρέπουν στην πτερωτή να λειτουργεί με μεταβλητές

στροφές περιστροφής ενώ η γεννήτρια παράγει εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής συχνότητας. Το σύστημα κίνησης περιλαμβάνει επίσης υδραυλικό φρένο και ελαστικούς συνδέσμους απορρόφησης στρεπτικών ταλαντώσεων. Το μηχανικό φρένο της ανεμογεννήτριας τοποθετείται είτε στον άξονα υψηλής ταχύτητας περιστροφής, οπότε απαιτείται μικρή σχετικά δύναμη πέδησης αλλά δεν προστατεύεται η πτερωτή από απώλεια φορτίου ή θραύση του συστήματος μετάδοσης κίνησης, είτε στον άξονα χαμηλής ταχύτητας περιστροφής, όπου λόγω της μεγάλης ροπής πέδησης απαιτείται φρένο αυξημένων διαστάσεων, βάρους και κόστους, παρέχεται όμως μεγαλύτερη ασφάλεια στην εγκατάσταση.

Σχήμα 6: Μέρη ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα



Πηγή: [https://www.google.gr/search?q=%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%BD%CE%B7%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%B1+%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%B6%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BF%CF%85+%CE%B1%CE%BE%CE%BF%CE%BD%CE%B1+%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B9%CE%B5%CF%82&rlz=1C2AVNG\\_enGR634GR634&biw=1366&bih=667&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0CB0QsARqFQoTCNfGosuTwMgCFQISLAodqasIiQ#imgrc=mOrh2QO-IH9b8M%3A](https://www.google.gr/search?q=%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%BD%CE%B7%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%B1+%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%B6%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BF%CF%85+%CE%B1%CE%BE%CE%BF%CE%BD%CE%B1+%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B9%CE%B5%CF%82&rlz=1C2AVNG_enGR634GR634&biw=1366&bih=667&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0CB0QsARqFQoTCNfGosuTwMgCFQISLAodqasIiQ#imgrc=mOrh2QO-IH9b8M%3A)

Τέλος για την μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική, χρησιμοποιούνται επαγωγικές ή σύγχρονες **ηλεκτρικές γεννήτριες** εναλλασσόμενου ρεύματος. Για την περίπτωση των μικρών ανεμογεννητριών (μικρότερες των 5 KW) είναι δυνατή η χρήση συνεχούς ρεύματος.

**Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου ασφαλούς λειτουργίας.** Αποτελούνται από ένα ή περισσότερα υποσυστήματα μικροελεγκτών και «φροντίζουν» για την εύρυθμη και ασφαλή λειτουργία της ανεμογεννήτριας σε όλες τις συνθήκες.

Την **υπερκατασκευή** της εγκατάστασης, που περιλαμβάνει το σύνολο των προαναφερθέντων μηχανισμών, έχει δυνατότητα περιστροφής με τη βοήθεια καθοδηγητικών πτερυγίων και ειδικών αυτοματισμών, ώστε να προσανατολίζεται πάντοτε στη διεύθυνση του ανέμου.

Τον **πύργο στήριξης** της ανεμογεννήτριας αποτελείται συνήθως είτε από ένα μεταλλικό δικτύωμα είτε από μια στήλη από οπλισμένο σκυρόδεμα ή μεταλλικό σωλήνα για μεγαλύτερες ανεμογεννήτριες. Το ελάχιστο ύψος του πύργου στήριξης είναι συνήθως ίσο με τη διάμετρο της πτερωτής, ενώ κατά την εκλογή του θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τόσο το αυξημένο κόστος κατασκευής και θεμελίωσης για μεγάλα ύψη όσο και η δυνατότητα αξιοποίησης υψηλότερων ταχυτήτων ανέμου με την αύξηση του ύψους τοποθέτησης της πτερωτής. (Καλδέλλης – Καββαδίας, 2001, σελ. 57-60), (Καπλάνης 2008, σελ. 73)

### **2.5.2. Παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή παραγωγή**

Η αξιοποίηση της κινητικής ενέργειας του ανέμου μιας περιοχής με τη βοήθεια των αιολικών μηχανών, έχει σαν στόχο την παραγωγή του μέγιστου δυνατού ποσού ηλεκτρικής ή μηχανικής ενέργειας κατά τη διάρκεια της ωφέλιμης ζωής της εγκατάστασης. Επιπλέον, η υψηλή ενεργειακή απόδοση αποτελεί το βασικότερο ίσως παράγοντα οικονομικής βιωσιμότητας και αποτελεσματικότητας μιας αιολικής εγκατάστασης.

Η παραγόμενη αιολική ενέργεια εξαρτάται από πλήθος παραμέτρων, όπως το μέγεθος και ο τύπος της χρησιμοποιούμενης μηχανής, τα ανεμολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, το ύψος τοποθέτησης, αλλά κυρίως από τη σωστή συνεργασία του τοπικού αιολικού δυναμικού και της λειτουργικής συμπεριφοράς της υπό εγκατάσταση αιολικής μηχανής.

Για λόγους συγκρισιμότητας ανόμοιων διαστάσεων (διαφορετικού μεγέθους) αιολικών μηχανών η ετήσια αιολική παραγωγή εκφράζεται είτε ανηγμένη στη μονάδα επιφάνειας της πτερωτής ( $\text{kWh/m}^2\text{-year}$ ) είτε ως προς την ονομαστική ισχύ της μηχανής ( $\text{kWh/kW year}$ ).

#### Αιολικό δυναμικό

Η γνώση των χαρακτηριστικών του ανέμου είναι απαραίτητη στις μελέτες εκτίμησης της ενέργειας του ανέμου. Για την επιλογή της κατάλληλης θέσης εγκατάστασης αιολικών συστημάτων θα πρέπει να γνωρίζουμε:

- την ταχύτητα του ανέμου
- τη διεύθυνση του ανέμου
- την επικρατούσα στην περιοχή τύρβη<sup>3</sup>
- το στροβιλισμό του ανέμου

---

<sup>3</sup> Η τύρβη προκαλείται από οποιοδήποτε στοιχείο μπορεί να εισάγει ανωμαλίες στη ροή, ιδιαίτερα λόγω της ύπαρξης των στοιχείων τραχύτητας της επιφάνειας του εδάφους. Επί της ουσίας, η τύρβη του ανέμου δημιουργεί τυχαίους στροβιλισμούς του αέρα.

- ο τη μεταβολή με το ύψος της ταχύτητας του ανέμου (κατανομή του ανέμου)
- ο τις ακραίες τιμές ταχύτητας του ανέμου (ριπές)

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά συνθέτουν το αιολικό δυναμικό μιας περιοχής και μπορεί να γίνουν γνωστά μόνο με μετρήσεις.

Ένα κατάλληλο αιολικό δυναμικό χαρακτηρίζεται από μέση ετήσια ταχύτητα (στα 10 μέτρα πάνω από το έδαφος) μεγαλύτερη από 4m/s (για εκμεταλλεύσιμο στην Ελλάδα θέλουμε ταχύτητα μεγαλύτερη από 5,5-6m/s). Παρουσιάζει χαμηλά επίπεδα τύρβης και χαμηλή μέγιστη ταχύτητα ανέμου, χωρίς να εμφανίζονται συχνά ριπές, ώστε τα μεταβαλλόμενα φορτία να μην οδηγούν σε γρήγορη γήρανση του υλικού. Επίσης, η σταθερότητα των ανέμων είναι καθοριστική καθώς συχνές αλλαγές στη διεύθυνση του ανέμου επηρεάζουν τη λειτουργία και τη συμπεριφορά της ανεμογεννήτριας. Αλλά και η συχνότητα που παρουσιάζονται θυελλώδεις άνεμοι σε μία περιοχή καθώς και η έντασή τους, είναι παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος κατασκευής και το κόστος της παραγόμενης ενέργειας.

### Παγετός

Η δημιουργία παγετού μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας και να προκαλέσει βλάβες σε διάφορα συστήματα, κυρίως αυξάνοντας τα στατικά και δυναμικά φορτία των κατασκευών με την επικάθησή του σ' αυτές. Έτσι λοιπόν όλα τα συστήματα της ανεμογεννήτριας και οι γραμμές μεταφοράς πρέπει να έχουν υπολογιστεί να αντέχουν αυτά τα φορτία. Όταν επικάθονται σημαντικές ποσότητες πάγου στα πτερύγια, εκτός του ότι αυξάνεται το φορτίο τους, υπάρχει και ο κίνδυνος να εκτοξευθεί κάποιο κομμάτι πάγου, καθώς αυτά περιστρέφονται. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να διακοπεί η λειτουργία της ανεμογεννήτριας για να γίνει καθαρισμός, με σημαντικές επιπτώσεις στην παραγωγή ενέργειας.

### Υλικά μεταφερόμενα από τον αέρα

Εγκαταστάσεις σε παραθαλάσσιες περιοχές υπόκεινται σε διάβρωση επειδή ο αέρας σ' αυτές περιέχει σημαντικές ποσότητες αλάτων. Πρέπει λοιπόν τμήματα της κατασκευής να προστατευθούν με αντισκωρικά υλικά. Σε μία άγωνα περιοχή ο άνεμος είναι πιθανό να μεταφέρει σκόνη, άμμο, ψηλό χαλίκι κλπ. Τέτοια υλικά μπορούν να προξενήσουν ζημιές στα πτερύγια, τα προστατευτικά καλύμματα και αλλού. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι σχεδιαστικές τροποποιήσεις και οι ειδικές διαδικασίες συντήρησης αυξάνουν το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

### Ύψος τοποθέτησης

Το ύψος τοποθέτησης αφενός και η συγκεκριμένη θέση θεμελίωσης μιας α/γ αφετέρου είναι δύο βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή απόδοση μιας εγκατάστασης. Αυξανόμενου του ύψους τοποθέτησης αυξάνεται κατά κανόνα και η ταχύτητα του ανέμου. Αντίστοιχα τα ανεμολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής μεταβάλλονται συχνά σε σημαντικό βαθμό με την επίδραση του τοπικού ανάγλυφου, την ατμοσφαιρική τύρβη και την τραχύτητα του εδάφους. Φυσικά για την επιλογή του ύψους τοποθέτησης θα πρέπει να συνυπολογιστούν τόσο τα ύψη τοποθέτησης των μηχανών που διαθέτει η κάθε κατασκευάστρια εταιρεία, τυχόν τοπικοί περιορισμοί που συνδέονται με τη χωροθέτηση μιας

ή περισσοτέρων μηχανών σε δεδομένο οικόπεδο, όσο και η αύξηση του κόστους εγκατάστασης αυξανόμενου του ύψους του πύργου κατασκευής.

#### Τεχνική διαθεσιμότητα

Είναι ένας καθοριστικός παράγοντας της ενεργειακής παραγωγής ενός αιολικού πάρκου. Δε συνδέεται άμεσα με το διαθέσιμο αιολικό δυναμικό της περιοχής και εκφράζει την ικανότητα ασφαλούς λειτουργίας της εγκατάστασης από τεχνικής σκοπιάς. Η εμφάνιση ισχυρής έντασης ανέμων αυξάνει την πιθανότητα βλάβης των εγκαταστάσεων και κυρίως εμποδίζει τη γρήγορη και αποτελεσματική αποκατάσταση πιθανών βλαβών. Μια αιολική εγκατάσταση δεν είναι τεχνικά διαθέσιμη, ακόμα και αν φυσούν άνεμοι ικανής έντασης, σε περιπτώσεις τυχαίων βλαβών, προγραμματισμένης συντήρησης, λειτουργίας μηχανισμών αυτοπροστασίας αλλά και αδυναμίας του τοπικού ηλεκτρικού δικτύου να απορροφήσει την αποδιδόμενη ενέργεια. (Κατσαπρακάκης), (Καλδέλλης-Καββαδίας, 2001, σελ.115-122), (Γαρίνη, 2012, σελ.69-76)

Η λειτουργία ενός σημαντικού αριθμού αιολικών πάρκων σε ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να προκαλέσει δυναμικά μη ευσταθείς καταστάσεις λειτουργίας εξαιτίας της τυχαίας μεταβλητότητας της ταχύτητας του ανέμου που μπορεί να προκαλέσει πολύ σημαντική μείωση της παραγόμενης ισχύος των ανεμογεννητριών και της περιορισμένης δυνατότητας των ανεμογεννητριών, ιδιαίτερα των απευθείας συνδεδεμένων στο σύστημα μεταφοράς, να ελέγξουν την ενεργό και άεργο ισχύ τους. Αυτή η μείωση πρέπει να καλυφθεί από την επιπρόσθετη παραγωγή ισχύος των συμβατικών μονάδων παραγωγής οι οποίες θα ευρίσκονται σε κατάσταση στρεφόμενης εφεδρείας. Αυτό σημαίνει ότι, για τον προγραμματισμό της σχεδίασης του συστήματος παραγωγής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και της έκδοσης των αδειών παραγωγής και των όρων σύνδεσης στο σύστημα μεταφοράς για τα αιολικά πάρκα, πρέπει να καθορισθεί μία στάθμη διείσδυσης των ανεμογεννητριών στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας (αιολική διείσδυση) η οποία θα εκφράζεται ως ένα εκατοστιαίο ποσοστό της εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος των ανεμογεννητριών ως προς την αιχμή της ζήτησης φορτίου του. Αυτή η στάθμη αποτελεί μία οριακή τιμή που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για την ανάλυση μίας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου του συστήματος σε συνδυασμό με την εγκατεστημένη ισχύ των σταθμών παραγωγής του και τις λειτουργικές πρακτικές τους. (Διαλυνάς κ.α., 2011, σελ. 1-2)

### **2.5.3. Μύθοι και αλήθειες για την αιολική ενέργεια**

Παρά τα τεράστια οφέλη από την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, υπάρχουν και κάποιες αντιδράσεις στην εκμετάλλευσή της. Τα επιχειρήματα ωστόσο των πολέμιων δεν αντέχουν σε ανάλυση. Ας δούμε κάποιους από αυτούς τους μύθους.

#### ο Προκαλούν προβλήματα θορύβου.

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες έχουν εξελιχθεί σε σχεδόν αθόρυβες μηχανές. Σε αποστάσεις μεγαλύτερες των 200 μέτρων ο θόρυβος από την περιστροφή των πτερυγίων συνήθως καλύπτεται πλήρως από το θόρυβο του ανέμου μέσα στα φύλλα των δέντρων και των θάμνων. Σε απόσταση 300 μέτρων μία σύγχρονη ανεμογεννήτρια δεν ακούγεται περισσότερο από το ψυγείο στην κουζίνα. Υπάρχουν δύο εν δυνάμει πηγές θορύβου σε μία

ανεμογεννήτρια. Ο μηχανικός θόρυβος, που αντιμετωπίζεται στη διαδρομή του με ηχομονωτικά πετάσματα και αντικραδασμικά πέλαμα στήριξης. Αντίστοιχα ο αεροδυναμικός θόρυβος, ο θόρυβος δηλαδή περιστροφής των πτερυγίων καθώς περνούν μπροστά από τον πυλώνα της ανεμογεννήτριας, αντιμετωπίζεται με προσεκτική σχεδίαση των πτερυγίων από τους κατασκευαστές ιδιαίτερα στα άκρα και την πίσω πλευρά τους, που δίνουν άμεση προτεραιότητα στην ελάττωσή του. Με δεδομένη δε τη νομοθετημένη απαίτηση να εγκαθίστανται οι ανεμογεννήτριες σε ελάχιστη απόσταση 500 μέτρων από τους οικισμούς, το επίπεδο είναι ακόμη χαμηλότερο και αντιστοιχεί πλέον σε αυτό ενός ήσυχου καθιστικού δωματίου.

ο Δημιουργούν προβλήματα ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών.

Το κυριότερο πρόβλημα από τις ανεμογεννήτριες προέρχεται από τα κινούμενα πτερύγια που μπορούν να προκαλέσουν αυξομείωση σήματος λόγω αντανακλάσεων. Αυτό ήταν πολύ εντονότερο στην πρώτη γενιά ανεμογεννητριών που έφερε μεταλλικά πτερύγια. Τα πτερύγια των συγχρόνων ανεμογεννητριών κατασκευάζονται αποκλειστικά από συνθετικά υλικά, τα οποία έχουν ελάχιστη επίπτωση στη μετάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Οποιαδήποτε πιθανά προβλήματα παρεμβολών μπορούν να προληφθούν με σωστό σχεδιασμό και χωροθέτηση ή να διορθωθούν με μικρό σχετικά κόστος από τον κατασκευαστή του πάρκου με μια σειρά απλών τεχνικών μέτρων, όπως π.χ. η εγκατάσταση επιπλέον αναμεταδοτών. Το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο της ηλεκτρογεννήτριας είναι εξαιρετικά ασθενές και περιορίζεται σε μια πολύ μικρή απόσταση γύρω από το κέλυφος της που είναι τοποθετημένο τουλάχιστον 40-50 μέτρα πάνω από το έδαφος. Για το λόγο αυτό δεν υφίσταται πραγματικό θέμα έκθεσης στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ούτε καν στη βάση της ανεμογεννήτριας. Ο μετασχηματιστής, πάλι, περιβάλλεται πάντα από περίφραξη ασφαλείας ή είναι κλεισμένος σε μεταλλικό υπόστεγο. Η περίφραξη είναι τοποθετημένη σε τέτοια απόσταση που το επίπεδο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι αμελητέο. Μπορούμε λοιπόν να ισχυριστούμε με βεβαιότητα, ότι αυτά που ακούγονται για εκπομπή ραδιενέργειας η ακτινοβολιών άλλου τύπου από τις ανεμογεννήτριες δεν ευσταθούν.

ο Δημιουργούν αισθητικά προβλήματα και προσβολή του φυσικού τοπίου.

Αυτό είναι ένα θέμα στο οποίο έχει δοθεί μεγάλη δημοσιότητα. Η οπτική όχληση είναι κάτι υποκειμενικό και δύσκολα μπορούν να τεθούν κοινά αποδεκτοί κανόνες. Από έρευνες σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης προκύπτει ότι κάποιος που είναι ευνοϊκά διατεθειμένος απέναντι στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας, αποδέχεται τις ανεμογεννήτριες και οπτικά πολύ πιο εύκολα από κάποιον που είναι αρνητικός εξ αρχής. Δεδομένου βεβαίως ότι οι ανεμογεννήτριες είναι κατ' ανάγκη ορατές από απόσταση, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες κάθε τόπου εγκατάστασης και να γίνεται προσπάθεια ενσωμάτωσης τους στο τοπίο. Από την άλλη πρέπει να σκεφτούμε τη μόνιμη καταστροφή ορεινών όγκων αλλά και πεδιάδων από τις μεταλλευτικές δραστηριότητες για την εξόρυξη άνθρακα και λιγνίτη, την καταστροφή χερσαίου ή θαλασσίου περιβάλλοντος από δραστηριότητες για άντληση πετρελαίου ή φυσικού αερίου, την οπτική ρύπανση από θερμικούς σταθμούς, την καταστροφή του περιβάλλοντος κατά τη μεταφορά, αποθήκευση και χρήση των ορυκτών καυσίμων, καθώς και τους κινδύνους για τη ζωή από τη λειτουργία σταθμών πυρηνικής ενέργειας και τη διαχείριση πυρηνικών αποβλήτων.

- ο Έχουν επίδραση στις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες.

Δεν υπάρχει καμία ένδειξη ότι τα αιολικά πάρκα επιβαρύνουν τη γεωργία ή την κτηνοτροφία. Δεδομένου ότι περίπου το 99% της γης που φιλοξενεί ένα αιολικό πάρκο είναι διαθέσιμο για άλλες χρήσεις, μπορούμε να κατανοήσουμε ότι οι αγροτικές δραστηριότητες μπορούν να συνεχίζονται και μετά την εγκατάσταση του.

- ο Έχουν επιπτώσεις στον πληθυσμό των πουλιών.

Οι ανεμογεννήτριες όμως δεν προκαλούν ιδιαίτερο πρόβλημα όπως έχει φανεί από μελέτες που έχουν γίνει σε ευρωπαϊκές χώρες όπως η Γερμανία, η Ολλανδία, η Δανία και η Αγγλία και οι οποίες δείχνουν ότι για κάθε 10.000 θανάτους πουλιών λιγότερο από ένας προκαλείται από τις ανεμογεννήτριες. Αντίθετα η κλιματική αλλαγή είναι αυτή που απειλεί με εξαφάνιση πολλά είδη πουλιών. Ασφαλώς βέβαια, το θέμα της προστασίας του πληθυσμού των πουλιών σε ευαίσθητες οικολογικά και προστατευόμενες περιοχές πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη φάση σχεδιασμού και χωροθέτησης του αιολικού πάρκου. (Μπινόπουλος-Χαβιαρόπουλος, [www.eletaen.gr/όσα-πρέπει-να-ξέρετε-αιολική-ενέργεια/](http://www.eletaen.gr/όσα-πρέπει-να-ξέρετε-αιολική-ενέργεια/))

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

#### **2.5.4. Χρήση της αιολικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στον Ελλαδικό χώρο**

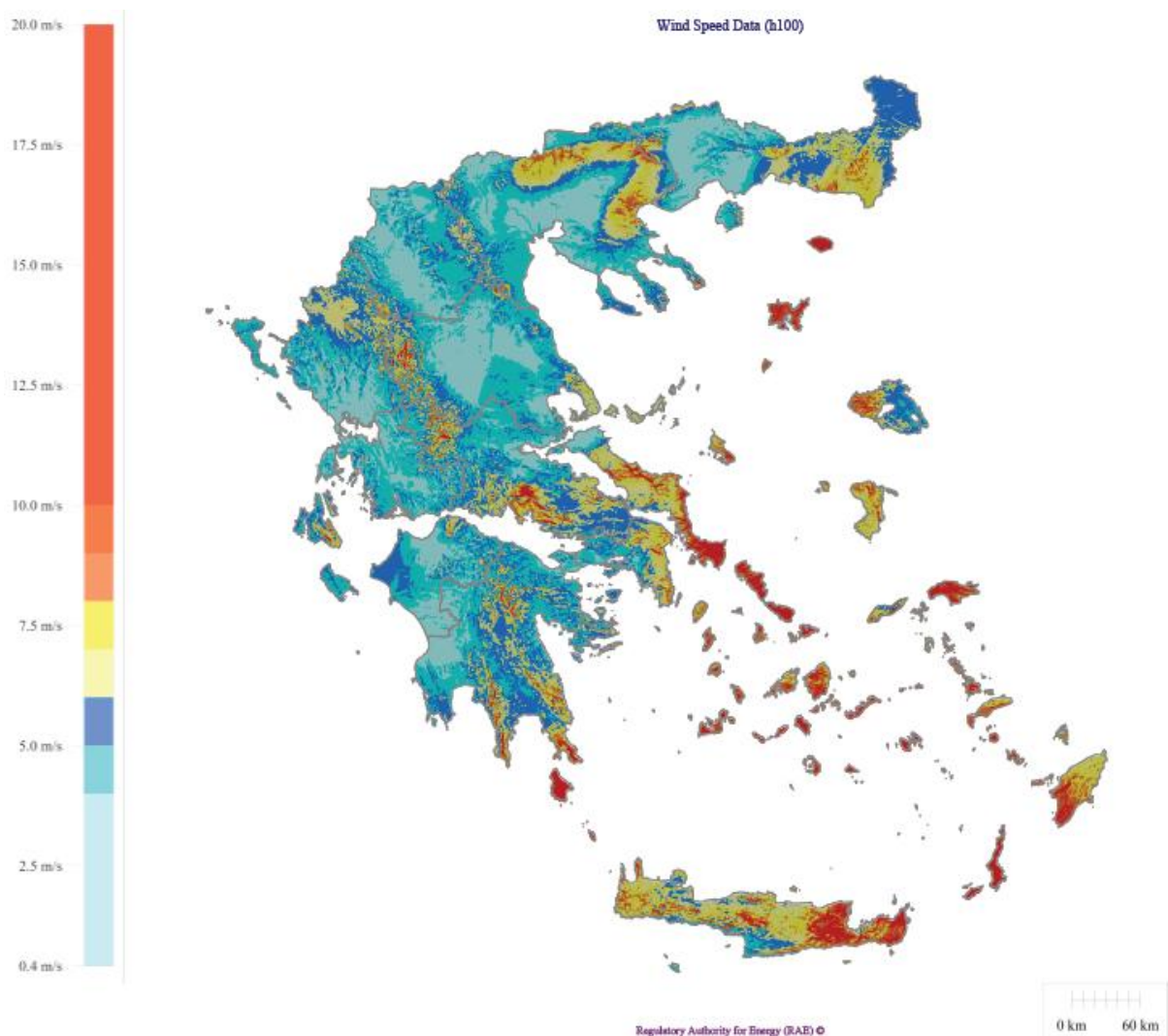
Ενδιαφέρον, για την εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού τους, έχουν οι περιοχές με ικανοποιητικές μέσες ταχύτητες ανέμου. Ένα πάρκο ανεμογεννητριών, το οποίο σε ταχύτητα 8m/sec αποδίδει 1600KW, σε ταχύτητα 4m/sec αποδίδει μόνο 200KW. Το εξαιρετικά υψηλό αιολικό δυναμικό της χώρας κατατάσσεται μεταξύ των πλέον ελκυστικών στην Ευρώπη με απόδοση πάνω από 8 μέτρα/δευτερόλεπτο ή/και 2.500 ώρες παραγωγής αιολικής ενέργειας σε πολλά σημεία της χώρας, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 7. Στα νησιά του Αιγαίου, στην Κρήτη και στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα, για παράδειγμα, οι μέσες ταχύτητες ανέμου είναι 6-7m/sec, με αποτέλεσμα το κόστος της παραγόμενης ενέργειας να είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό, γι' αυτό παρατηρείται πληθώρα έργων εκμετάλλευσης στις περιοχές αυτές.

Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της. Πέρα από τα περιβαλλοντικά οφέλη που απορρέουν από τη συγκεκριμένη δραστηριότητα, ιδιαίτερα σημαντικό είναι η δημιουργία αιολικών πάρκων σε νησιωτικές περιοχές, όπου συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στην



ενεργειακή αυτονομία τους. Ενδεικτικό είναι ότι η λειτουργία ενός αιολικού πάρκου ισχύος 10MW προσφέρει ετησίως την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζονται 7.250 νοικοκυριά και συμβάλλει στην εξοικονόμηση περίπου 7.000 τόνων πετρελαίου.

**Σχήμα 7: Δεδομένα Αιολικού Δυναμικού Ελλαδικού χώρου σε 100 μέτρα ύψος**



Πηγή: Γεωπληροφοριακός χάρτης ΡΑΕ ([www.rae.gr](http://www.rae.gr))

Τα πλεονεκτήματα επένδυσης στην αιολική ενέργεια στην Ελλάδα είναι:

- Εξαιρετικό αιολικό δυναμικό – από τα καλύτερα στην Ευρώπη
- Προτεραιότητα στην πώληση της παραγόμενης ενέργειας στο Διαχειριστή του Συστήματος

- Υψηλές εγγυημένες τιμές πώλησης της παραγόμενης ενέργειας (feed in tariffs)
- 20ετούς διάρκειας συμφωνία αγοράς ενέργειας (Power Purchase Agreement, PPA)
- Ευνοϊκό, μακροπρόθεσμο θεσμικό πλαίσιο που διασφαλίζει αξιοπιστία και μακροχρόνιο σχεδιασμό στις επενδύσεις. ([www.investingreece.gov.gr](http://www.investingreece.gov.gr))

**Πίνακας 4: Εγκατεστημένα αιολικά πάρκα από την εταιρεία ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ**

ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ	MW	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ	MW
ΑΝΔΡΟΥ ΚΑΛΥΒΑΡΙ	1,58	ΒΟΙΩΤΙΑΣ ΚΑΣΤΡΟ	17,70
ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΟΥ ΚΩ	2,06	ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΟΥ ΛΕΡΟΣ	2,06
ΕΥΒΟΙΑΣ ΜΑΡΜΑΡΙ	5,10	ΚΑΡΠΑΘΟΥ ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ	0,28
ΚΡΗΤΗΣ ΞΗΡΟΛΙΜΝΗ Ι,ΙΙ,ΙΙΙ	13,20	ΚΡΗΤΗΣ ΑΚΟΥΜΙΑ	7,20
ΚΡΗΤΗΣ ΜΟΝΗ ΤΟΠΛΟΥ	6,60	ΛΕΣΒΟΥ ΣΙΓΡΙ	2,03
ΛΕΣΒΟΥ ΣΚΑΛΟΧΩΡΙ	2,70	ΛΗΜΝΟΥ ΑΓ. ΣΩΖΩΝ	1,80
ΛΗΜΝΟΥ ΒΟΥΝΑΡΟΣ	0,44	ΠΑΡΟΥ ΚΑΜΑΡΕΣ	3,60
ΡΟΔΟΥ ΚΑΤΤΑΒΙΑ	5,40	ΣΑΜΟΥ ΜΑΡΑΘΟΚΑΜΠΟΣ	1,80
ΣΑΜΟΥ ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟ	2,03	ΧΙΟΥ ΜΕΛΑΝΙΟΣ	2,48
ΧΙΟΥ ΠΟΤΑΜΙΑ	1,00	ΨΑΡΩΝ ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ	2,03
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ</b>			<b>81,09</b>

Πηγή: ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ

**Πίνακας 5: Αιολικά πάρκα υπό ανάπτυξη της εταιρείας ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ**

ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ	MW	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ	MW
ΑΝΔΡΟΥ ΜΑΚΡΟΤΑΝΤΑΛΟΣ	11,50	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	30,00
ΚΕΦΑΛΛΟΝΙΑΣ ΞΕΡΑΚΙΑ	10,00	ΚΡΗΤΗΣ ΚΟΠΡΙΝΟ	9,90
ΛΕΥΚΑΔΑΣ ΚΑΛΟΝ ΟΡΟΣ	10,00	ΜΥΚΟΝΟΥ ΤΗΓΑΝΙ	1,80
ΠΕΛΛΗΣ ΒΟΡΕΙΝΟ	14,00	ΣΑΜΟΥ ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟ	0,90
ΣΙΦΝΟΥ ΤΡΑΓΟΥΔΙΣΤΗ	1,80	ΤΗΝΟΥ ΜΑΜΑΔΟΥ	4,50
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ</b>			<b>94,40</b>

Πηγή: ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ

Πέραν των πολλών ιδιωτικών επενδύσεων, όπως απεικονίζεται στον Πίνακα 4, η ΔΕΗ παλαιότερα και η ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ τώρα, έχουν δημιουργήσει αιολικά πάρκα σε πολλές

νησιωτικές περιοχές, με μεγαλύτερες, από πλευράς ισχύος, εγκαταστάσεις σε Κρήτη (Ξηρολίμνη, Ακούμια Ρεθύμνου, Μονή Τοπλού κλπ), Εύβοια, Δωδεκάνησα, Λέσβο κλπ, αλλά και στην ηπειρωτική Ελλάδα, όπως στο Κάστρο Βοιωτίας, συνολικής ισχύος 81,09MW. Επίσης, είναι υπό ανάπτυξη αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 94,40MW (Πίνακας 5). (πηγή: ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ)

Ωστόσο, με 1661,72MW εγκατεστημένη ισχύ στο τέλος του 2014, είναι πρακτικά αδύνατον να επιτευχθεί ο στόχος των 7300MW για το έτος 2020. Θα μπορούσαμε όμως να τον προσεγγίσουμε αποκαθιστώντας ένα καλό κλίμα στην αγορά, όπως επίσης προχωρώντας στη διασύνδεση των δικτύων των νησιών τόσο μεταξύ τους όσο και μην ηπειρωτική χώρα, καθώς τώρα η τάση είναι η δημιουργία μεγάλων πάρκων στο Βόρειο Αιγαίο, την Κρήτη και άλλα νησιά.

Η Ελλάδα το 2014 βρισκόταν στην 14<sup>η</sup> θέση σε εγκατεστημένη ισχύ μεταξύ των 28 κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως δημοσίευσε η Ευρωπαϊκή Ένωση Αιολικής Ενέργειας (EWEA) στα Στατιστικά Στοιχεία για την Αιολική Ενέργεια του 2014. Η χώρα μας υποχώρησε 2 θέσεις από το προηγούμενο έτος και 3 από το 2011 που καταλάμβανε την 11<sup>η</sup> θέση.

## 2.6. Υδροηλεκτρική ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση και τη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών και της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δυο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της περωτής του στροβίλου έχουμε την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της περωτής και στο δεύτερο στάδιο μέσω της γεννήτριας επιτυγχάνουμε την μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το σύνολο των έργων και εξοπλισμού μέσω των οποίων γίνεται η μετατροπή της υδραυλικής ενέργειας σε ηλεκτρική ονομάζεται υδροηλεκτρικό έργο (ΥΗΕ).

Η δέσμευση/αποθήκευση ποσοτήτων νερού σε φυσικές ή τεχνητές λίμνες, για έναν υδροηλεκτρικό σταθμό, ισοδυναμεί με αποταμίευση υδροηλεκτρικής ενέργειας. Η προγραμματισμένη αποδέσμευση αυτών των ποσοτήτων νερού και η εκτόνωσή τους στους υδροστρόβιλους οδηγεί στην ελεγχόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Με δεδομένη την ύπαρξη κατάλληλων υδάτινων πόρων και τον επαρκή εφοδιασμό τους με τις απαραίτητες βροχοπτώσεις η υδροηλεκτρική ενέργεια θεωρείται μια σημαντικότερη εναλλακτική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη ενός Υδροηλεκτρικού Σταθμού είναι ποικίλα. Ακόμα και το μειονέκτημα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων εξαιτίας των μεγάλης κλίμακας έργων πολιτικού μηχανικού, τα οποία ένα μεγάλο υδροηλεκτρικό έργο προϋποθέτει, με μια καλοσχεδιασμένη μελέτη, μπορεί να μετατραπεί σε πλεονέκτημα. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της λίμνης Πλαστήρα, κατά την οποία ο κατακλυσμός της περιοχής από ύδατα μετά τη δημιουργία του φράγματος, δημιούργησε ένα νέο υγροβιότοπο, ο οποίος σύντομα μετατράπηκε σε πόλο τουριστικής έλξης δίνοντας ταυτόχρονα νέες αρδευτικές δυνατότητες στη γύρω περιοχή. ([www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr))

Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί περίπου το 9% των ενεργειακών μας αναγκών σε ηλεκτρισμό.

Τα υδροηλεκτρικά έργα ταξινομούνται σε δυο κατηγορίες:

- i Μεγάλης κλίμακας (Μεγάλα ΥΗΕ)
- ii Μικρής κλίμακας (ΜΥΗΕ)

Τα Μικρής κλίμακας Υδροηλεκτρικά έργα (ΜΥΗΕ) είναι κυρίως «συνεχούς ροής», δηλαδή δεν περιλαμβάνουν σημαντική περισυλλογή και αποταμίευση ύδατος, και συνεπώς ούτε κατασκευή μεγάλων φραγμάτων και ταμιευτήρων. Γι' αυτό το λόγο γίνεται συνήθως και ο διαχωρισμός μεταξύ μικρών και μεγάλων υδροηλεκτρικών. Ένας μικρός υδροηλεκτρικός σταθμός αποτελεί ένα έργο απόλυτα συμβατό με το περιβάλλον, καθώς το σύνολο των επιμέρους παρεμβάσεων στην περιοχή εγκατάστασης του έργου μπορεί να ενταχθεί αισθητικά και λειτουργικά στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας τους τοπικούς πόρους.

### 2.6.1. Περιγραφή Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων

Τα ΜΥΗΕ διαφέρουν σημαντικά από εκείνα μεγάλης κλίμακας σε ότι αφορά τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Οι μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων περιορίζει τη μετακίνηση των ψαριών, της άγριας ζωής και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα καθώς μεταβάλλει ριζικά την μορφολογία της περιοχής.

Αντίθετα τα ΜΥΗΕ εγκαθίστανται δίπλα σε ποτάμια ή κανάλια και η λειτουργία τους παρουσιάζει πολύ μικρότερη περιβαλλοντική όχληση, ενώ σε μερικές περιπτώσεις ικανοποιούν τις ανάγκες της μικρο-περιοχής και είναι αποδοτικά και ανταγωνιστικά ιδίως όταν το ανάγλυφο του εδάφους και η παροχή νερού είναι ικανοποιητική. Για τον λόγο αυτόν, οι υδροηλεκτρικές μονάδες μικρότερης δυναμικότητας των 30 MW χαρακτηρίζονται ως μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες και συμπεριλαμβάνονται μεταξύ των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Ένα ΜΥΗΕ μπορεί να συνδέεται με μία υδροληψία χωρίς ανάντη ταμιευτήρα ή να διαθέτει μικρό ταμιευτήρα για περιορισμένη ρύθμιση της ροής. Οι κύριοι τύποι υδροληψίας είναι η *ορεινή* (tyrolean intake), η *πλευρική* (side intake) και η υδροληψία *τύπου σίφωνα* (siphon intake). Οι δύο πρώτοι τύποι εφαρμόζονται συνήθως όταν το νερό προέρχεται από ποταμό, ενώ ο τρίτος εφαρμόζεται σε περιπτώσεις αξιοποίησης νερού από υφιστάμενο ταμιευτήρα ή κανάλι.

Ο αναβαθμός που κατασκευάζεται στις υδροληψίες των ΜΥΗΕ έχει πολύ μικρό ύψος και δε στοχεύει στην αναρρύθμιση της φυσικής απορροής με τη δημιουργία ταμιευτήρα, αλλά στη διαμόρφωση κατάλληλων συνθηκών για τη διοχέτευση της απαιτούμενης παροχής στο σύστημα προσαγωγής. Η υδροληψία είναι σχεδιασμένη ώστε ένα μέρος της ροής παροχής (οικολογική παροχή) να αποδίδεται απευθείας στον ποταμό, προκειμένου να διατηρούνται ικανές συνθήκες επιβίωσης για το παρόχθιο οικοσύστημα. Όπου απαιτείται κατασκευάζεται ειδικό τεχνικό για τη διευκόλυνση της μετακίνησης των ψαριών κατά μήκος της κοίτης (ιχθυόσκαλα, fish ladder). Στις πλευρικές υδροληψίες προβλέπεται η ενσωμάτωση θυροφραγμάτων στον αναβαθμό για την εκκένωση των φερτών, ώστε σε κάθε περίπτωση να μη παρεμποδίζεται η στερεομεταφορά κατά μήκος της κοίτης.

Αφού αποσπαστεί από την κοίτη το νερό διοχετεύεται με ελεύθερη ροή στη δεξαμενή καθίζησης ή εξαμμωτή (desilter), με εξαίρεση τις υδροληψίες τύπου σίφωνα, όπου δεν απαιτείται τεχνικό εξαμμωσης. Σε συνέχεια του εξαμμωτή βρίσκεται η δεξαμενή φόρτισης (forebay), η οποία σχεδιάζεται ώστε να εξασφαλίζονται οι κατάλληλες υδραυλικές συνθήκες εισόδου στον υπό πίεση αγωγό προσαγωγής, μέσω του οποίου μεταφέρεται η παροχή στο στρόβιλο. Το μήκος του μπορεί να είναι από μερικές εκατοντάδες μέτρα έως μερικά χιλιόμετρα. Η εγκατάσταση του αγωγού μπορεί να είναι υπόγεια ή επιφανειακή, με πιο συνηθισμένη την πρώτη. Ο αγωγός τοποθετείται συνήθως σε σκάμμα και επανεπιχώνεται, τόσο για περιβαλλοντικούς λόγους, όσο και για προστασία από φυσική ή ανθρωπογενή φθορά. Παράλληλα στον αγωγό προσαγωγής τοποθετούνται και οι απαραίτητες καλωδιώσεις για τον τηλε-έλεγχο των θυροφραγμάτων της υδροληψίας από το σταθμό παραγωγής.

Ο σταθμός παραγωγής είναι ο χώρος όπου τερματίζει το σύστημα προσαγωγής και εγκαθίσταται ο ηλεκτρομηχανολογικός (Η/Μ) εξοπλισμός, δηλαδή οι στρόβιλοι, οι

γεννήτριες, οι μετασχηματιστές και ο εξοπλισμός παρακολούθησης και ελέγχου του έργου για τη παραγωγή μηχανικής ενέργειας και μετέπειτα ηλεκτρικής μέσω της γεννήτριας. Έπειτα η χρησιμοποιούμενη ποσότητα νερού επιστρέφει στο φυσικό ταμιευτήρα ακολουθώντας τη φυσική της ροή, μέσω της διώρυγας φυγής (outlet channel). ([www.oikoenergeia.gr](http://www.oikoenergeia.gr), Καπλάνης, 2001, σελ. 35-37)

### **2.6.2. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας**

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

- ο Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατόν να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις απαιτηθεί, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς που απαιτούν σημαντικό χρόνο προετοιμασίας, ενώ η παραγόμενη ενέργεια είναι υψηλής ποιότητας, δηλαδή καλύπτει αιχμές φορτίου.

- ο Εξαιτίας των ειδικών τους χαρακτηριστικών παρέχουν επικουρικές υπηρεσίες στο Ηλεκτρικό Σύστημα, δηλαδή εφεδρεία ισχύος, ρύθμιση συχνότητας, τάσης κλπ.

- ο Είναι μια «καθαρή» και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με τα προαναφερθέντα συνακόλουθα οφέλη (εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων, προστασία του περιβάλλοντος)

- ο Μέσω των υδατοταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, περιοχών αναψυχής και αθλητισμού.

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

- ο Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εγκατάστασης εξοπλισμού καθώς και ο συνήθως μεγάλος χρόνος που απαιτείται για την αποπεράτωση του έργου.

- ο Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση της περιοχής του έργου (συμπεριλαμβάνονται οι αλλοιώσεις της γεωμορφολογίας, της πανίδας και της χλωρίδας), καθώς και η ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, η υποβάθμιση περιοχών, οι απαιτούμενες αλλαγές χρήσης γης. Επιπλέον, σε περιοχές δημιουργίας μεγάλων έργων παρατηρήθηκαν αλλαγές του μικροκλίματος. Αλλά και αύξηση της σεισμικής επικινδυνότητας τους. ([el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org))

Για τους λόγους αυτούς, η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή έργων μικρότερης κλίμακας, όπως η δημιουργία μικρότερων φραγμάτων, οι συστοιχίες μικρών υδροηλεκτρικών έργων και οι μονάδες μικρής κλίμακας.

Οι διαφορές μεταξύ των ΜΥΗΕ και των μεγάλων ΥΗΕ, που ταυτόχρονα αποτελούν και τα πλεονεκτήματά τους είναι:

- ο Τα ΜΥΗΕ είναι έργα τα οποία συνεισφέρουν στο δίκτυο με ενέργεια βάσεως (συνεχόμενη ανάλογα με τη διερχόμενη παροχή) σε αντίθεση με τα μεγάλα ΥΗΕ τα οποία λειτουργούν καθαρά ως έργα κάλυψης αιχμών ζήτησης φορτίου. Αποτέλεσμα είναι ο βαθμός

χρησιμοποίησης των ΜΥΗΕ να είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από ότι σε ένα μεγάλο ΥΗΕ και κατά πολύ μεγαλύτερος σε σχέση και με τις υπόλοιπες ΑΠΕ.

- ο Τα ΜΥΗΕ είναι έργα τα οποία κατασκευάζονται ύστερα από περιορισμένης έκτασης και διάρκειας τοπολογικές υδρολογικές και γεωτεχνικές έρευνες και μελέτες.

- ο Στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, η υδροληψία των ΜΥΗΕ είναι χαμηλού ύψους (μικρός αναβαθμός) η οποία προσαρμόζεται εύκολα στην κοίτη του ποταμού με αποτέλεσμα να μην έχουμε ταμειυτήρα σημαντικού όγκου και συνάμα κατάκλιση εκτάσεων.

- ο Τα ΜΥΗΕ δεν μεταβάλουν το μικροκλίμα των περιοχών που κατασκευάζονται και δεν δημιουργούν προβλήματα στην στερεομεταφορά.

- ο Το σύνολο των έργων ενός ΜΥΗΕ είναι περιορισμένα και μικρού μεγέθους και ενσωματώνονται εύκολα στην οπτική του τοπίου που κατασκευάζονται ενώ οι δομικές κατασκευές εντάσσονται εύκολα στην αρχιτεκτονική του τοπίου.

- ο Τα συνοδά έργα και τα έργα υποδομής είναι μικρής κλίμακας ενώ παράλληλα είναι δυνατή η αξιοποίηση των υφιστάμενων υποδομών στο μέγιστο βαθμό.

- ο Ένα ΜΥΗΕ εξοπλίζεται πλήρως από τον υπάρχοντα τυποποιημένο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό με αποτέλεσμα την προφανή μείωση του κόστους και την σημαντική μείωση του χρόνου ως την έναρξη λειτουργίας της μονάδας.

- ο Το λειτουργικό κόστος ενός ΜΥΗΕ είναι σημαντικά μειωμένο σε σχέση με ένα αντίστοιχο μεγάλο ΥΗΕ. Τα ΜΥΗΕ δεν απαιτούν σημαντικά έργα σύνδεσης με το δίκτυο και δεν απαιτούν πολύπλοκο ηλεκτρολογικό εξοπλισμό για την εξασφάλιση της ασφάλειας του δικτύου.

- ο Με τα ΜΥΗΕ μπορούν εύκολα να συνδυαστούν άλλες χρήσεις π.χ. ύδρευση, άρδευση, ή να γίνει αξιοποίηση υπάρχοντων μικρών φραγμάτων, με ελάχιστη περιβαλλοντολογική επίπτωση. ([www.microhydropower.gr](http://www.microhydropower.gr))

### **2.6.3. Εφαρμογές της υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα**

Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία ως ΜΥΗΕ ορίζεται μία εγκατάσταση με ισχύ μέχρι 10MW. Οι ιδιωτικές επενδύσεις υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα αφορούν έργα πολύ μικρής ισχύος, συνήθως μέχρι 1MW. Η ΔΕΗ έχει αξιοποιήσει το ένα τρίτο (1/3) περίπου του υδροδυναμικού της χώρας, λειτουργώντας το σύνολο των μεγάλων ΥΗΕ και τα κυριότερα ΜΥΗΕ. Η εταιρεία ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ είναι ο ιδιοκτήτης των ΜΥΗΕ (ΥΗΕ με ισχύ μικρότερη των 15MW).

Σήμερα λειτουργούν 17 ΜΥΗΕ από τη ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ. Η εγκατεστημένη ισχύς τους είναι περίπου 69,55MW, όπως φαίνεται στον Πίνακα 6.

**Πίνακας 6: Επενδύσεις της ΔΕΗ σε υδροηλεκτρικά έργα και εγκατεστημένη ισχύς**

ΜΥΗΕ	MW	ΜΥΗΕ	MW
ΣΤΡΑΤΟΣ ΙΙ ΑΓΡΙΝΙΟΥ	6,2	ΣΜΟΚΟΒΟ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	10,4
ΓΛΑΥΚΟΣ ΠΑΤΡΑΣ	3,7	ΙΛΑΡΙΩΝΑ ΚΟΖΑΝΗΣ	4,2
ΑΛΑΤΟΠΕΤΡΑ ΓΡΕΒΕΝΩΝ	2,43	ΑΛΜΥΡΟΣ ΧΑΝΙΩΝ	0,3
ΒΟΡΕΙΝΟ ΑΡΙΔΑΙΑΣ	2,01	ΛΟΥΡΟΣ ΠΡΕΒΕΖΑΣ	10,3
ΓΙΤΑΝΗ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ	2,06	ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΕΡΡΩΝ	0,7
ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ ΒΕΡΟΙΑΣ	0,92	ΟΙΝΟΥΣΑ ΣΕΡΡΩΝ	1,5
ΒΕΡΜΙΟ ΒΕΡΟΙΑΣ	1,8	ΠΑΠΑΔΙΑ ΦΛΩΡΙΝΑΣ	0,5
ΜΑΚΡΟΧΩΡΙ ΗΜΑΘΙΑΣ	10,8	ΓΚΙΩΝΑ ΑΜΦΙΣΣΑΣ	8,5
ΕΛΕΟΥΣΑ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ	3,23		
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ</b>			<b>69,55</b>

Πηγές: ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ, Αργυράκης

Επίσης, στον Πίνακα 7 αναφέρονται 7 νέα ΜΥΗΕ της ΔΕΗ ΑΕ που έχουν λάβει άδεια παραγωγής και είναι υπό ανάπτυξη, συνολικής ισχύος 17,99MW.

**Πίνακας 7: ΜΥΗΕ υπό ανάπτυξη της ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ**

Περιοχή	Ισχύς (MW)
Λάδωνα Αοκαδίας	4.90
Πουονάοι ΙΙΙ Άοτας	0.66
Μακροονόοι ΙΙ Βέροιας	4.84
Καλαμιά Θεσπροωτίας	2.79
Συόκοβο ΙΙ Καοδίτσας	3.20
Μεσογώοα Τοικάλων	1.60

Πηγή: ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ

Η σκοπιμότητα κατασκευής νέων ΥΗΕ είναι:

- ο Για να διπλασιάσουμε την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας έστω μέχρι το 2020.
- ο Για να διπλασιάσουμε τις αποθήκες νερού.
- ο Για την αντιπλημμυρική προστασία των κατάντη περιοχών στα περισσότερα ποτάμια.
- ο Για την βελτίωση της ενεργειακής μας αυτονομίας.



- Για να διευκολύνουμε την διείσδυση και των άλλων ΑΠΕ.
- Για να αποφύγουμε κατά το δυνατόν τα πυρηνικά.

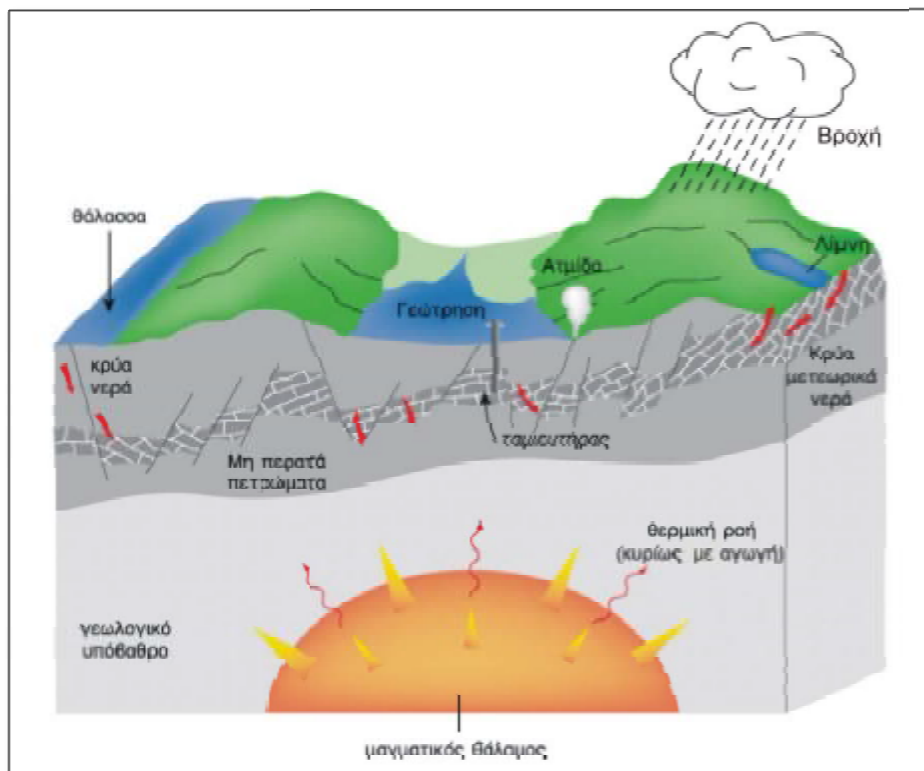
(Στεφανάκος, 2014)

## 2.7. Γεωθερμία

Ως γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται η ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης, μεταφέρεται στην επιφάνεια με αγωγή θερμότητας και με την είσοδο στο φλοιό της γης λιωμένου μάγματος από τα βαθύτερα στρώματά της και γίνεται αντιληπτή με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Η μετάδοση θερμότητας πραγματοποιείται με δύο τρόπους:

- 1) Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια με ρυθμό  $0,04-0,06 \text{ W/m}^2$ .
- 2) Με ρεύματα μεταφοράς, που περιορίζονται όμως στις ζώνες κοντά στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών, λόγω ηφαιστειακών και υδροθερμικών φαινομένων.

Σχήμα 8: Μοντέλο δημιουργίας ενός γεωθερμικού πεδίου που παράγει ατμό



Πηγή: Αρβανίτης, 2008, σελ.4

Τα γεωθερμικά πεδία τροφοδοτούνται κυρίως με μετεωρικά νερά (βροχή, χιόνι) ή άλλα επιφανειακής προέλευσης νερά (θαλάσσια, ποτάμια, λιμνιαία), που κατεισδύουν στο εσωτερικό της γης και κυκλοφορούν υπογείως, θερμαίνονται, εμπλουτίζονται σε άλατα και αέρια και μπαίνουν στον διαρκή κύκλο μεταφοράς θερμότητας. Για να υφίσταται διαθέσιμο θερμό νερό ή ατμός σε μία περιοχή, πρέπει να υπάρχει κάποιος ταμιευτήρας αποθήκευσης του. Μέσα στον ταμιευτήρα, όπου η κυκλοφορία είναι πιο γρήγορη και εύκολη, συγκεντρώνονται νερά κάτω από συνθήκες αυξημένης πίεσης και θερμοκρασίας, που θερμαίνονται με συναγωγή αλλά και αγωγή. Ο ταμιευτήρας σχηματίζεται όταν ένας αδιαπέρατος από το νερό ορίζοντας βρίσκεται κάτω από έναν περατό και προστατεύεται από

στεγανό γεωλογικό κάλυμμα, που εμποδίζει τη διάχυση της θερμικής ενέργειας στην επιφάνεια. Η γεωμορφολογία της περιοχής πρέπει να είναι κατάλληλη ώστε το νερό να μπορεί να διεισδύσει σε αυτούς τους βαθύτερους ορίζοντες, οι οποίοι, με τη σειρά τους, πρέπει να βρίσκονται κοντά σε ένα θερμικό κέντρο. Στην περίπτωση αυτή, το νερό του ταμιευτήρα θερμαίνεται και ανεβαίνει προς την επιφάνεια, ενώ το ψυχρότερο νερό κατεβαίνει βαθύτερα, όπου στη συνέχεια θερμαίνεται. Αν η θερμοκρασία των ρευστών είναι μεγαλύτερη των 25°C, τότε αυτά, σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία, ονομάζονται γεωθερμικά ρευστά.

Τα συστήματα αυτά ονομάζονται υδροθερμικά και είναι τα κύρια συστήματα που αξιοποιούνται σήμερα. Κατά την εκμετάλλευσή τους, η επανατροφοδοσία της ενέργειας επιτυγχάνεται με τη φυσική αναπλήρωση του νερού στον ταμιευτήρα, στο ίδιο περίπου χρονικό διάστημα στο οποίο γίνεται η παραγωγή των ρευστών. Αυτό σημαίνει ότι το υπόγειο νερό ή ο ατμός που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή για την κάλυψη θερμικών αναγκών (άμεσες χρήσεις γεωθερμίας), με την κατάλληλη διαχείριση, δε θα ελαττωθούν, επειδή η κατείδυση θα συνεχίσει να επανατροφοδοτεί τους γεωθερμικούς ταμιευτήρες. Αρκεί να μη γίνεται υπεράντληση. Η επαναδιοχέτευση των ρευστών, μετά τη χρήση τους, με τη διάνοιξη δεύτερης γεώτρησης μπορεί να αντικαταστήσει πλήρως την ποσότητα και την πίεση των ρευστών του ταμιευτήρα.

Επομένως, οι γεωθερμικοί πόροι μπορεί να θεωρηθούν ως ανανεώσιμοι στην κλίμακα χρόνου των τεχνολογικών και κοινωνικών συστημάτων και δε χρειάζονται μεγάλους γεωλογικούς χρόνους για αναγέννηση, όπως γίνεται με τα αποθέματα των συμβατικών καυσίμων. (ΚΑΠΕ - Εγχειρίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για δυνητικούς χρήστες, (Αρβανίτης, 2008, σελ. 4-5)

### **2.7.1. Ταξινόμηση των γεωθερμικών συστημάτων**

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

- Το είδος των γεωθερμικών πόρων
- Τον τύπο και τη θερμοκρασία των ρευστών
- Τον τύπο του πετρώματος που φιλοξενεί τα ρευστά
- Το είδος της εστίας θέρμανσης
- Αν κυκλοφορούν ή όχι ρευστά στο γεωθερμικό ταμιευτήρα

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

Τα υδροθερμικά συστήματα, η δημιουργία και λειτουργία των οποίων αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα, ταυτίζονται σχεδόν με το σύνολο των γεωθερμικών πεδίων, αφού σήμερα ουσιαστικά είναι τα μόνα συστήματα που αξιοποιούνται.

Με την αβαθή γεωθερμία λαμβάνονται ποσότητες ενέργειας από μικρά βάθη με την ανακυκλοφορία νερού στα πρώτα 100 μέτρα από την επιφάνεια της γης ή με την κυκλοφορία υπόγειων νερών ή νερών από λίμνες, ποτάμια και τη θάλασσα. Αποτελεί την ταχύτερα αναπτυσσόμενη μορφή της γεωθερμικής ενέργειας.

Τα προχωρημένα γεωθερμικά συστήματα αναφέρονται στα θερμά πετρώματα σε βάθος από 2 μέχρι 10km, από τα οποία μπορεί να ανακτηθεί ενέργεια χρησιμοποιώντας νερό που διοχετεύεται από την επιφάνεια μέσω κατάλληλων γεωτρήσεων και ανακτάται αρκετά θερμότερο με τη μορφή νερού ή ατμού μέσω άλλων γεωτρήσεων.

Τα γεωπεπιεσμένα συστήματα αποτελούνται από ρευστά εγκλεισμένα σε μεγάλο βάθος, βρίσκονται περιορισμένα από μη περατά πετρώματα και η πίεσή τους υπερβαίνει την υδροστατική.

Τα μαγματικά συστήματα αναφέρονται στην απόληψη θερμότητας με κατάλληλες γεωτρήσεις σε μαγματικές διεισδύσεις που βρίσκονται σε μικρό σχετικά βάθος.

Ανάλογα με τη **θερμοκρασία των ρευστών** που ανέρχονται στην επιφάνεια, η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως:

Υψηλής ενθαλπίας, για θερμοκρασίες πάνω από 150°C. Χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Μέσης ενθαλπίας, για θερμοκρασίες 80 - 150°C. Χρησιμοποιείται για θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων καθώς και ορισμένες φορές και για την παραγωγή ηλεκτρισμού (π.χ. με κλειστό κύκλωμα φρέον που έχει χαμηλό σημείο ζέσεως)

Χαμηλής ενθαλπίας, (για θερμοκρασίες 25 – 80°C). Χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για θέρμανση θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες, για παραγωγή γλυκού νερού.

Πολύ χαμηλής ενθαλπίας ή αβαθής γεωθερμία, (για θερμοκρασίες κάτω από 25°C). Αξιοποιείται σήμερα εμπορικά με αντλίες θερμότητας συνδεδεμένες στο έδαφος για θέρμανση και ψύξη κτιρίων και παραγωγή ζεστού νερού.

([el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org)), (Κατσαπρακάκης)

### 2.7.2. Εφαρμογές της Γεωθερμίας

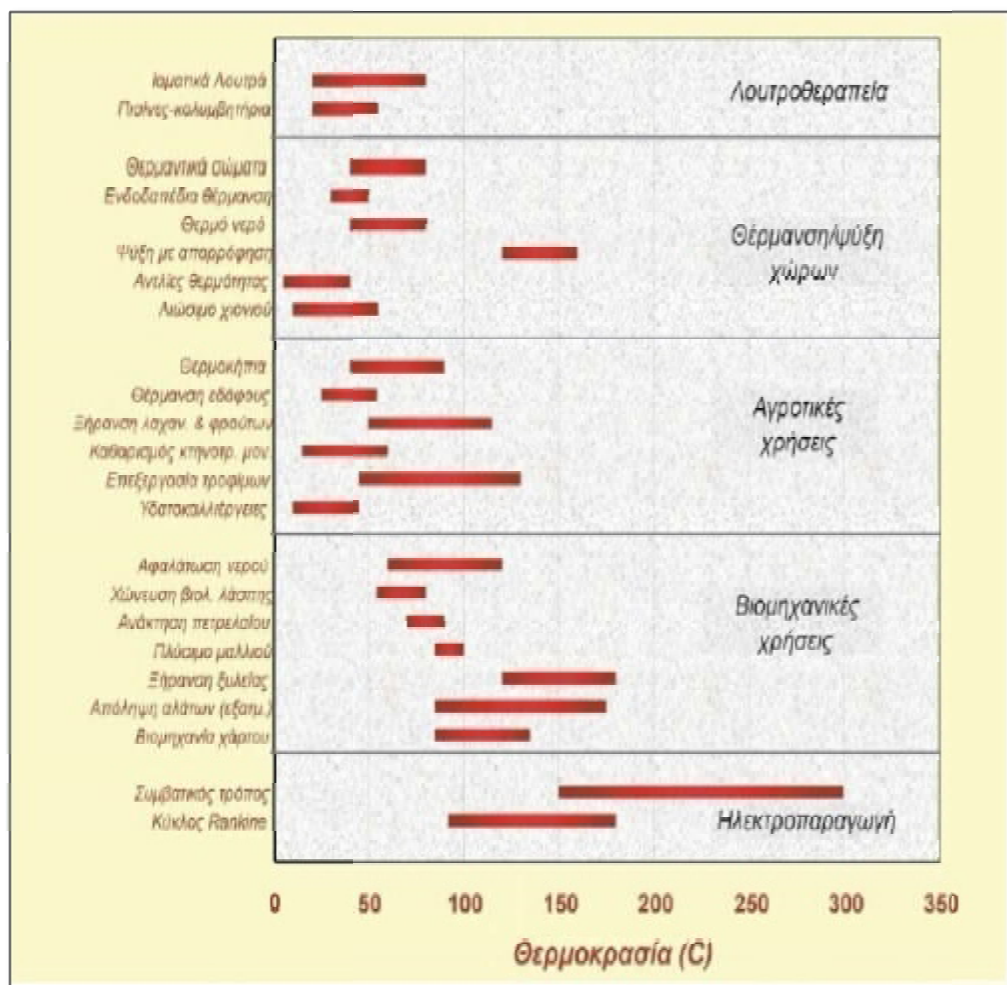
Οι χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα οικονομικών δραστηριοτήτων και εφαρμογών ανάλογα με τη θερμοκρασία και την ποιότητα των ρευστών. Μάλιστα μπορούν να διακριθούν σε ηλεκτρικές και άμεσες χρήσεις. Στις άμεσες χρήσεις γίνεται απευθείας εκμετάλλευση της θερμότητας των ρευστών, χωρίς να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια. Οι κυριότερες χρήσεις της γεωθερμίας παρουσιάζονται συνοπτικά στο τροποποιημένο διάγραμμα Lindal (σχήμα 6). Το διάγραμμα αυτό είναι ενδεικτικό, γεγονός που σημαίνει ότι οι δυνατότητες χρήσης δεν περιορίζονται μόνο σ' αυτές που αναφέρονται στο διάγραμμα, ούτε τα θερμοκρασιακά όρια που τίθενται είναι πολύ αυστηρά.

Τα γεωθερμικά ρευστά υψηλής ενθαλπίας χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως με κατάλληλη διαδικασία, όπως ο «δυναδικός κύκλος» ή «κύκλος Rankine με οργανικό ρευστό», που αναλύεται παρακάτω, είναι δυνατή η ηλεκτροπαραγωγή και με τη χρησιμοποίηση ρευστών χαμηλότερης θερμοκρασίας (90 – 150°C).

Οι κυριότερες άμεσες εφαρμογές της γεωθερμίας, μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες:

- Θέρμανση χώρων (με καλοριφέρ για  $\theta > 60^{\circ}\text{C}$ , με αερόθερμα για  $\theta > 40^{\circ}\text{C}$ , με ενδοδαπέδιο σύστημα για  $\theta > 25^{\circ}\text{C}$ ).
- Ψύξη και κλιματισμό (με αντλίες θερμότητας απορρόφησης για  $\theta > 60^{\circ}\text{C}$ , ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας για  $\theta > 30^{\circ}\text{C}$ )
- Θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών επειδή τα φυτά αναπτύσσονται γρηγορότερα και γίνονται μεγαλύτερα με την θερμότητα ( $\theta > 25^{\circ}\text{C}$ ) ή και για αντιπαγετική προστασία.
- Ιχθυοκαλλιέργειες ( $\theta > 15^{\circ}\text{C}$ ) επειδή τα ψάρια χρειάζονται ορισμένη θερμοκρασία για την ανάπτυξη τους.
- Βιομηχανικές εφαρμογές όπως αφαλάτωση θαλασσινού νερού ( $\theta > 60^{\circ}\text{C}$ ), ξήρανση αγροτικών προϊόντων κλπ.
- Θερμά λουτρά για  $\theta = 25 - 40^{\circ}\text{C}$ .

**Σχήμα 9: Το τροποποιημένο διάγραμμα Lindal**



Πηγή: Αρβανίτης, 2008, σελ.6

Οι τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας είναι:

**1) Με χρήση ξηρού ατμού (dry steam).** Ο υπέρθερμος ατμός οδηγείται απευθείας σε στρόβιλο, ο οποίος θέτει σε λειτουργία γεννήτρια που παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

**2) Με χρήση ακαριαίου ατμού (flashed steam).** Το υψηλής πίεσης γεωθερμικό ρευστό εκτονώνεται με μεταφορά σε χαμηλότερης πίεσης δεξαμενές και ο ξαφνικά παραγόμενος ατμός οδηγείται στον στρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Εάν η θερμοκρασία και η πίεση του γεωθερμικού υγρού το επιτρέπουν, τότε το υγρό μπορεί να εκτονωθεί για δεύτερη φορά ή περισσότερες φορές, ώστε να παραχθεί επιπλέον ατμός.

**3) Δυαδικός κύκλος με πτητικό ρευστό η κύκλος Rankine με οργανικό ρευστό.** Το γεωθερμικό ρευστό χρησιμοποιείται για τη θέρμανση και εξάτμιση σε έναν εναλλάκτη του δευτερεύοντος ρευστού, το οποίο έχει μικρότερο σημείο ζέσεως (δευτερεύων κύκλωμα). Οι ατμοί του δευτερεύοντος ρευστού οδηγούνται αρχικά στο στρόβιλο και εν συνεχεία στο συμπυκνωτή. Το ρευστό από το συμπυκνωτή συμπιέζεται και επανεισάγεται στον εναλλάκτη μέσω της αντλίας ανακυκλοφορίας του ψυκτικού μέσου.

Εκτός από τα γεωθερμικά πεδία, η σημερινή τεχνολογία επιτρέπει την εκμετάλλευση της θερμότητας πετρωμάτων μικρού βάθους, καθώς και υπόγειων ή και επιφανειακών υδάτων χαμηλής θερμοκρασίας (<25°C) για θέρμανση και κλιματισμό. Η τεχνολογία αυτή περιλαμβάνει σωλήνα μεγάλου μήκους και μικρής διαμέτρου τοποθετημένης εντός του εδάφους, είτε εντός γεωτρήσεων και η οποία αποτελεί τον υπόγειο *εναλλάκτη θερμότητας*, σε συνδυασμό με υδρόψυκτη *αντλία θερμότητας* η οποία αυξάνει ή μειώνει τη θερμοκρασία ανάλογα με τις ανάγκες και το *σύστημα μεταφοράς και διανομής της θερμότητας* στο κτίριο (αεραγωγοί ή επιδαπέδια ή fan coils). Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας καταναλώνουν το 1/4 του ηλεκτρικού ρεύματος από μια ηλεκτρική αντίσταση και το 1/2 από ένα κλιματιστικό. Εάν υπολογιστεί το κόστος ενέργειας καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του συστήματος, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας στοιχίζουν λιγότερο από ένα σύστημα που καταναλώνει πετρέλαιο ή φυσικό αέριο.

Μελλοντικά, η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας θα γίνεται από θερμά ξηρά πετρώματα, τα οποία βρίσκονται παντού σε βάθη από 3-5km, μέσω τεχνητής κυκλοφορίας νερού θερμοκρασίας έως 150°C. ([www.cres.gr](http://www.cres.gr), Αρβανίτης, 2008, Κατσαπρακάκης)

### 2.7.3. Προβλήματα από τη χρήση της γεωθερμίας και αντιμετώπισή τους

Η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται «καθαρή» μορφή ενέργειας, ιδιαίτερα όταν συγκρίνεται με τις συμβατικές μορφές ενέργειας. Γενικά, όμως, η αξιοποίηση της συναντά ορισμένα βασικά προβλήματα, που κάποιες φορές δεν είναι αμελητέα, τα οποία θα πρέπει να λυθούν ικανοποιητικά για την οικονομική εκμετάλλευση της. Τα προβλήματα αυτά μπορεί να είναι κατά περίπτωση τα εξής: εκπομπές μη συμπυκνόμενων αερίων, θερμική και χημική ρύπανση από επιφανειακή διάθεση υγρών αποβλήτων, θόρυβος, επιφανειακές οχλήσεις, χρήσεις γης.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της γεωθερμίας εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του γεωθερμικού πεδίου (τα υψηλής ενθαλπίας έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε διαλυμένα άλατα και αέρια), το είδος και το μέγεθος των εφαρμογών (τα προβλήματα από τη διάθεση των ρευστών που χρησιμοποιούνται για άμεσες χρήσεις είναι κατά κανόνα ηπιότερα από αυτά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας) και τη φυσιογνωμία της περιοχής εκμετάλλευσης.

Τα μη συμπυκνωμένα αέρια που μπορεί να περιέχονται στα **γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας** είναι το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), το υδρόθειο ( $\text{H}_2\text{S}$ ), το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), το ραδόνιο ( $\text{Rn}$ ), η αμμωνία ( $\text{NH}_3$ ), ενώ δεν εκπέμπονται σχεδόν καθόλου οξειδία του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ). Τα γεωθερμικά αέρια μπορεί να περιέχουν ίχνη υδραργύρου ( $\text{Hg}$ ), ατμούς βορίου ( $\text{B}$ ) και κάποιους υδρογονάνθρακες.

Οι εκπομπές του  $\text{CO}_2$  συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, όμως είναι πολύ μικρότερες από αυτές που παράγονται από την καύση των συμβατικών καυσίμων, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 7 και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βιομηχανικό παραπροϊόν. Οι γεωθερμικές μονάδες νέας γενιάς εκπέμπουν λιγότερο από 0,5kg  $\text{CO}_2$  ανά MWh, συγκρινόμενες με τα περίπου 1000kg  $\text{CO}_2$  ανά MWh που εκπέμπονται από ατμοηλεκτρικούς σταθμούς που χρησιμοποιούν άνθρακα. Για περαιτέρω περιορισμό των εκπομπών μπορεί να εφαρμοσθεί η λεγόμενη υγρή επανεισαγωγή των αερίων στον ταμιευτήρα (το  $\text{CO}_2$  διαλύεται στο θερμό αλμόλοιπο, το οποίο στη συνέχεια επανεισάγεται στον ταμιευτήρα με κατάλληλες γεωτρήσεις).

Όσον αφορά τις εκπομπές  $\text{H}_2\text{S}$ , ποικίλλουν από <0,5g/kWh μέχρι και 7g/kWh. Το υδρόθειο είναι κάκοσμο και σε μεγάλες συγκεντρώσεις τοξικό, ενώ οξειδούμενο συμβάλλει στο φαινόμενο της όξινης βροχής. Υπάρχει πληθώρα τεχνικών δέσμευσης του και σχετική τεχνολογία (διεργασία Stretford, καύση και έκπλυση του παραγόμενου  $\text{SO}_2$ , χρήση χημικών ενώσεων του σιδήρου, καταλυτική οξείδωση με  $\text{H}_2\text{O}_2$  κ.α.), ώστε οι συγκεντρώσεις να μειωθούν σε 1ppb.

Το ραδόνιο βρίσκεται σε χαμηλές ή μηδαμινές συγκεντρώσεις και δεν παρουσιάζει κανένα πρόβλημα, αφού από φυσικές πηγές εκπέμπονται καθημερινά πολύ μεγαλύτερες ποσότητες. Το υδροχλώριο, όταν βρεθεί, απομακρύνεται κατάλληλα, οξειδία του θείου δεν εκπέμπονται, ενώ μπορεί να υπάρχουν ελάχιστες μέχρι και μηδαμινές εκπομπές  $\text{SO}_2$ , σε αντίθεση με τις μονάδες συμβατικών καυσίμων. Η αμμωνία απαντάται σε μικρές ποσότητες και σε ορισμένου τύπου μονάδες. Ο υδράργυρος είναι ελάχιστος ή δεν υπάρχει καθόλου, το βόριο μπορεί να παρασυρθεί σε πολύ μικρές ποσότητες στην αέρια φάση, ενώ το μεθάνιο, είναι φυσικό προϊόν αναερόβιας σήψης και δεν περικλείει κινδύνους στις μικρές συγκεντρώσεις που περιέχεται στα γεωθερμικά ρευστά και όπου ανιχνευθεί, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο.

**Πίνακας 8: Εκπομπές επιβλαβών αερίων από διάφορες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (σε kg/MWh παραγόμενης ενέργειας)**

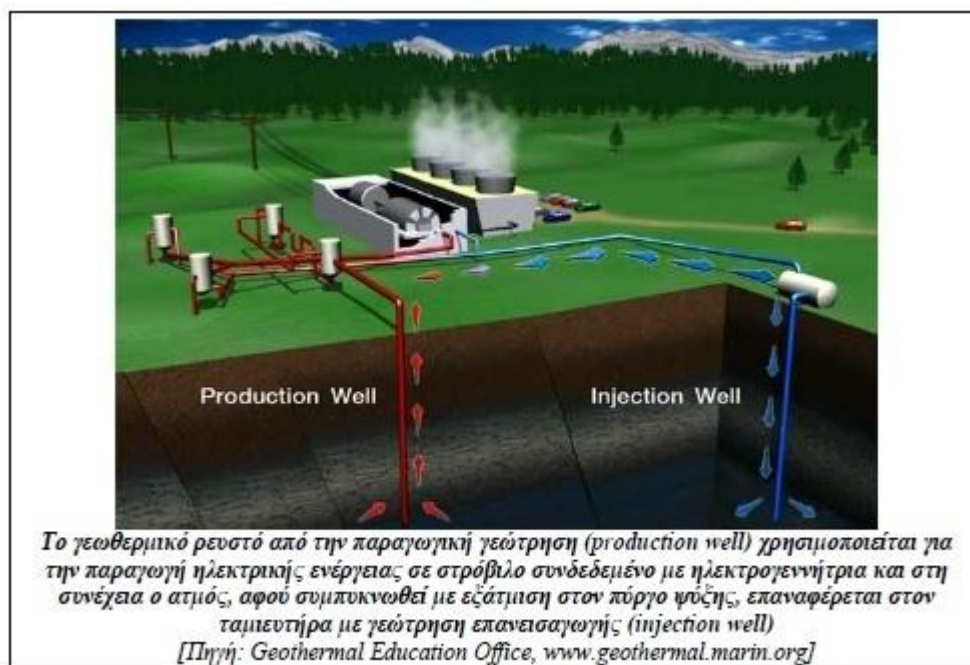
Μορφή ενέργειας	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>
Άνθρακας	1042	4,4	11,8
Πετρέλαιο	839	12,4	1,6
Φυσικό αέριο	453	1,4	0,0
Γεωθερμική ενέργεια*	95	0,3	0,1
Φωτοβολταϊκά**	135	0,3	0,4
Βιομάζα	20	1,8	0,5

\* μέση τιμή για τις κλασικές μονάδες-οι μονάδες δυαδικού κύκλου έχουν μηδενικές εκπομπές

\*\* περιλαμβάνει τις εκπομπές από τον κύκλο ζωής της τεχνολογίας

Ως βέλτιστη πρακτική για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων από τις εκπομπές αερίων από μία γεωθερμική μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνιστάται η ολική επανεισαγωγή των γεωθερμικών ρευστών στον ταμιευτήρα.

**Σχήμα 10: Σχηματική απεικόνιση γεωθερμικής μονάδας με επανεισαγωγή ρευστού στον ταμιευτήρα**



Πηγή: Αρβανίτης, 2008, σελ.16

Ένα άλλο πρόβλημα από την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας υψηλής ενθαλπίας είναι η διάθεση των γεωθερμικών ρευστών μετά τη χρήση τους, καθώς αυτά είναι



επιβαρυμένα, κατά κανόνα, με σημαντικές ποσότητες διαλυμένων αλάτων, λόγω της υψηλής θερμοκρασίας των ρευστών και της παραμονής τους σε επαφή με διάφορα πετρώματα. Αυτό αντιμετωπίζεται ριζικά με την ολική επανεισαγωγή στον ταμιευτήρα ή εναλλακτικά με τη διαδοχική χρήση σε εφαρμογές μικρότερων θερμοκρασιακών απαιτήσεων για εξοικονόμηση ενέργειας και εκμετάλλευση του θερμικού φορτίου των ρευστών και στη συνέχεια επανεισαγωγή στον ταμιευτήρα.

Τα επιβαρυμένα με άλατα γεωθερμικά ρευστά προκαλούν το *σχηματισμό επικαθίσεων* (καθαλατώσεις ή αποθέσεις) σε κάθε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με αυτά και τη *διάβρωση* των μεταλλικών επιφανειών, που μπορεί να οδηγήσουν σε περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις.

Υπάρχει, ωστόσο, μία πληθώρα τεχνικών και μεθόδων ελέγχου σε κάποιο βαθμό ή και ολοκληρωτικά του σχηματισμού επικαθίσεων. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- 1) ο σωστός σχεδιασμός της μονάδας και η επιλογή των κατάλληλων συνθηκών λειτουργίας της,
- 2) η ρύθμιση του pH του ρευστού,
- 3) η προσθήκη χημικών ουσιών (αναστολέων δημιουργίας επικαθίσεων) και,
- 4) η απομάκρυνση των σχηματιζόμενων στερεών με χημικά ή φυσικά μέσα, στη διάρκεια προγραμματισμένων ή όχι διακοπών λειτουργίας της μονάδας.

Οι διαφορές δυνατότητες ελέγχου της διάβρωσης στις γεωθερμικές μονάδες επικεντρώνεται:

- 1) στην επιλογή του κατάλληλου υλικού κατασκευής (π.χ. χρήση πολυμερικών υλικών, εναλλακτών θερμότητας από τιτάνιο, Hastelloy κτλ),
- 2) στην επικάλυψη των μεταλλικών επιφανειών με ανθεκτικά στη διάβρωση στρώματα,
- 3) στην προσθήκη αναστολέων διάβρωσης, και
- 4) στον ορθό σχεδιασμό της μονάδας

Η αφαίρεση μεγάλων ποσοτήτων νερού ή ατμού από ένα γεωθερμικό πεδίο με πορώδεις ταμιευτήρες, μπορεί να προκαλέσει κατά περίπτωση καθιζήσεις λίγων εκατοστών μέχρι μερικών μέτρων. Κάτι τέτοιο όμως, μπορεί να συμβεί και κατά την εξόρυξη πετρελαίου ή φυσικού αερίου καθώς και από την άντληση νερού για ύδρευση ή άρδευση. Οι καθιζήσεις μπορούν να αποφευχθούν με την επανεισαγωγή των γεωθερμικών ρευστών στον ταμιευτήρα.

Η υπεράντληση γεωθερμικών ρευστών μπορεί να προκαλέσει πτώση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα, η οποία μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα τη μίξη ρευστών από διάφορους ταμιευτήρες, εξαφάνιση ατμών και αμοιόκλων και διαφοροποίηση της επιφανειακής δραστηριότητας. Όλες αυτές οι ενδεχόμενες συνέπειες μπορούν να αντιμετωπισθούν με σωστό προγραμματισμό των αντλήσεων και επανεισαγωγή των ρευστών στον ταμιευτήρα.

Με την υπερβολική άντληση, την εισπίεση ρευστών σε περιοχές θερμών ξηρών πετρωμάτων και την επανεισαγωγή των ρευστών στον ταμιευτήρα, υπάρχει η πιθανότητα να προκληθούν μικροσεισμοί στην περιοχή. Πρόκειται για σπάνιο φαινόμενο που δεν εμπνέει ανησυχία καθώς οι σεισμοί που προκαλούνται δεν είναι μεγαλύτερου μεγέθους από 3

βαθμούς της κλίμακας Richter. Εξάλλου, αντίστοιχα φαινόμενα παρατηρούνται κατά την εισαγωγή νερού σε ταμειυτήρες πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Η αξιοποίηση γεωθερμικών ρευστών χαμηλής ενθαλπίας σε διάφορες άμεσες εφαρμογές, προκαλεί πολύ ήπια έως αμελητέα επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Τα ρευστά αυτά έχουν περιορισμένη ή μηδενική περιεκτικότητα σε μη συμπυκνωμένα αέρια, εκτός από την περίπτωση που υπάρχουν ορισμένες ποσότητες CO<sub>2</sub>, το οποίο όμως μπορεί να ανακτηθεί ως χρήσιμο παραπροϊόν. Ιδιαίτερα προβλήματα καθιζήσεων ή δημιουργίας μικροσεισμικότητας δεν έχουν καταγραφεί σε πεδία χαμηλής ενθαλπίας.

Το κύριο περιβαλλοντικό πρόβλημα από τα ρευστά χαμηλής ενθαλπίας εντοπίζεται στη διάθεση των νερών μετά την απόληψη της θερμοκρασίας τους. Αυτά συνήθως περιέχουν αβλαβή διαλυμένα άλατα, των οποίων η περιεκτικότητα κυμαίνεται από 500 μέχρι 30.000mg/l, αν και στην Ελλάδα σε νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές, παρατηρούνται υψηλότερες τιμές, λόγω της συμμετοχής του θαλασσινού νερού στην τροφοδοσία των γεωθερμικών συστημάτων. Όμως η περιεκτικότητά τους σε τοξικά και επιβλαβή συστατικά (As, H<sub>2</sub>S, B, βαρέα μέταλλα, κλπ) είναι μικρή έως αμελητέα και επειδή συνήθως βρίσκονται κάτω από τα επιτρεπτά όρια για τη διάθεσή τους σε φυσικούς επιφανειακούς αποδέκτες, συχνά διατίθενται σε λίμνες, χειμάρρους, ποταμούς και στη θάλασσα. Παρόλα αυτά η καλύτερη πρακτική είναι η επανεισαγωγή τους στον ταμειυτήρα.

Η αβαθής γεωθερμία, η οποία, όπως έχει αναφερθεί, στηρίζεται στην εκμετάλλευση της θερμικής κατάστασης που παρουσιάζεται σε μικρά βάθη, με τη χρήση αντλιών θερμότητας, έχει μηδενικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Στις περισσότερες περιπτώσεις πρόκειται για κλειστό κύκλωμα κυκλοφορίας αέρα-νερού και δεν παράγεται κανενός είδους ρύπος.

Επιπτώσεις από τη γεωθερμία στο έδαφος και το υπέδαφος μπορεί να υπάρξουν κατά τη διάτρηση από την απόθεση υγρών ή στερεών αποβλήτων, όπως ο πολφός διάτρησης, που είναι πολτός με μπετονίτη (φυσικό προϊόν χωρίς ιδιαίτερες επιπτώσεις στο περιβάλλον). Αλλά και αυτή η πρόσκαιρη περιβαλλοντική όχληση αντιμετωπίζεται με την προσωρινή αποθήκευση σε δεξαμενές ή φρεάτια, όπου γίνεται εξάτμιση του νερού και καθίζηση του στερεού κλάσματος ως φυσικού στερεού υπολείμματος, απόλυτα συμβατού και φιλικού προς το περιβάλλον.

Ο θόρυβος γενικά στις γεωθερμικές μονάδες δεν είναι μεγαλύτερος από το θόρυβο που προκαλείται στις συμβατικές μονάδες. Στο στάδιο κατασκευής των γεωτρήσεων και της μονάδας ο θόρυβος είναι μία προσωρινή κατάσταση που αντιμετωπίζεται με τη χρήση σιγαστήρων κρούσης και ωτασπίδων, ενώ κατά τη διάρκεια λειτουργίας των εγκαταστάσεων, ο θόρυβος μπορεί να προέρχεται από τις αντλητικές εγκαταστάσεις, τους αμοστροβίλους και τους παροδικούς καθαρισμούς των σωλήνων και αντιμετωπίζεται με την τοποθέτηση μόνιμων εγκαταστάσεων σιγαστήρων και άλλων συσκευών μείωσης του.

Οι επιφανειακές οχλήσεις περιορίζονται στο στάδιο κατασκευής των μονάδων και δεν αποτελούν ιδιαιτερότητα της γεωθερμίας.

Η έκταση της γης που απαιτείται για την αξιοποίηση της γεωθερμίας είναι γενικά μικρότερη από άλλες μορφές ενέργειας και συνήθως δεν υπερβαίνει τα 2,5 στρέμματα. Τέλος, η «οπτική επιβάρυνση» των εγκαταστάσεων είναι πολύ μικρή και αντιμετωπίζεται με την προσεκτική επιλογή της τοποθεσίας και το σεβασμό του τοπίου.

(Αρβανίτης, 2008), (Φυτίκας κ.α., 2008), (Χρηστώνης, 1996)

#### **2.7.4. Οφέλη από τη χρήση της γεωθερμίας και τα πλεονεκτήματά της σε σχέση με άλλες Α.Π.Ε.**

Η γεωθερμική ενέργεια, σε οποιαδήποτε μορφή, παρουσιάζει σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα. Συγκρινόμενη, επιπλέον, με τις άλλες Α.Π.Ε. δεν υστερεί σε περιβαλλοντικά οφέλη και υπερτερεί σε πολλά σημεία. Εκτός λοιπόν από τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν όλες οι Α.Π.Ε. μπορούμε να παρατηρήσουμε και τα εξής:

##### **ο Συνεχής και αξιόπιστη παροχή ενέργειας**

Είναι διαθέσιμη 24 ώρες την ημέρα, 365 μέρες το χρόνο και υπό οποιοδήποτε καιρικές συνθήκες, σε αντίθεση με άλλες Α.Π.Ε. (αιολική, ηλιακή, κύματα) οι οποίες δε μπορούν να παρέχουν συνεχώς ενέργεια και η χρήση τους προϋποθέτει αξιόπιστες τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας. Επομένως, δεν αντιμετωπίζει και το πρόβλημα της **διαλείπουσας παραγωγής**, πλεονέκτημα που μπορεί να την καταστήσει ενεργειακή πηγή βάσης, αντικαθιστώντας τις ρυπογόνες μονάδες λιγνίτη. Οι γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχουν *συντελεστή αξιοποίησης* μέχρι και 90%, όταν μία υδροηλεκτρική μονάδα έχει μέχρι 70% και οι ηλιακές και αιολικές από 20% μέχρι και 35%. Η γεωθερμία παρουσιάζει και υψηλό *δείκτη διαθεσιμότητας*<sup>4</sup> της τάξης του 90%.

##### **ο Μικρό λειτουργικό κόστος**

Αν και το κόστος των παγίων είναι σημαντικά αυξημένο σε σχέση και με συμβατικές μορφές ενέργειας, το λειτουργικό κόστος των γεωθερμικών μονάδων είναι σχεδόν μηδαμινό ή αρκετά μικρότερο από τις άλλες μορφές ενέργειας, όπως συμβαίνει με τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας.

##### **ο Μικρή χρήση γης**

Οι απαιτήσεις στη χρήση γης είναι πολύ μικρότερες από αυτές για ηλιακά, φωτοβολταϊκά και αιολικά συστήματα. Δεν απαιτούν αποθηκευτικούς χώρους, όπως συμβαίνει με άλλες Α.Π.Ε. και με τα συμβατικά καύσιμα.

##### **ο Ενέργεια με χαμηλό κόστος**

Λόγω της χαμηλής κατανάλωσης και της σχεδόν ανύπαρκτης συντήρησης του εξοπλισμού, τα γεωθερμικά συστήματα κλιματισμού μπορούν να εξοικονομήσουν από 55–70% από την ετήσια δαπάνη σε σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης και δροσισμού. Το μόνο λειτουργικό κόστος της εγκατάστασης είναι η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος από τον συμπιεστή και τις αντλίες, το οποίο είναι οικονομικότερο σε σχέση με την χρήση λέβητα πετρελαίου κατά 20-25%.

##### **ο Υψηλή απόδοση**

Ένα γεωθερμικό σύστημα είναι 3–5 φορές αποδοτικότερο από ένα συμβατικό σύστημα. Επειδή δεν καίει ορυκτά καύσιμα για να παράγει θερμότητα, παρέχει 3–5 μονάδες ενέργειας για κάθε μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας που τροφοδοτεί το σύστημα.

---

<sup>4</sup> Ο δείκτης διαθεσιμότητας απεικονίζει το ποσοστό του χρόνου στον οποίο λειτουργεί η μονάδα στην ονομαστική της ισχύ

### ο Βοηθά στην αισθητική αναβάθμιση των κτιρίων

Τα γεωθερμικά συστήματα παράγουν θέρμανση και δροσισμό σε μια εγκατάσταση, με αποτέλεσμα να καταργούν το συμβατό τρόπο θέρμανσης, τους πύργους δροσισμού και τα κλιματιστικά διαιρούμενου τύπου.

### ο Αθόρυβη λειτουργία

Οι μονάδες που χρησιμοποιούνται, σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν για να είναι σχεδόν αθόρυβες. Θα λειτουργούν πιο αθόρυβα και από το ψυγείο.

(Χρηστιάνης, 1996, Αρβανίτης, 2008, Κατσιμίχας, 2010)

## 2.7.5. Η γεωθερμία στην Ελλάδα

Λόγω κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών, η Ελλάδα διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών σε οικονομικά βάθη (100–1500μ). σε μερικές περιπτώσεις τα βάθη των γεωθερμικών ταμιευτήρων είναι πολύ μικρά, κάνοντας ιδιαίτερα ελκυστική από οικονομικής άποψης την γεωθερμική εκμετάλλευση.

Η έρευνα για την αναζήτηση γεωθερμικής ενέργειας άρχισε ουσιαστικά το 1971 με βασικό φορέα το ΙΓΜΕ και συνεχίστηκε από τη ΔΕΗ. Στη Μήλο και την Νίσυρο έχουν ανακαλυφθεί σπουδαία γεωθερμικά πεδία και έχουν γίνει γεωτρήσεις παραγωγής. Το σύμπλεγμα Μήλου-Κιμώνου-Πολύαιγου έχει το μεγαλύτερο γεωθερμικό πεδίο, με θερμοκρασία ρευστού άνω των 300°C που εκτιμάται ότι μπορεί να αποδώσει ισχύ 120MW. Η Νίσυρος έχει το δεύτερο μεγαλύτερο γεωθερμικό πεδίο υψηλής ενθαλπίας, με θερμοκρασία ρευστού άνω των 350°C και εκτιμώμενη ισχύ τουλάχιστον 50MW.

Όμως στην Ελλάδα έχουν δημιουργηθεί αστικοί μύθοι γύρω από τη γεωθερμία, οι οποίοι οφείλονται κυρίως στη μονάδα της Μήλου. Η μονάδα αυτή τέθηκε σε λειτουργία το 1986 και κάλυψε εξ ολοκλήρου την ηλεκτρική κατανάλωση του νησιού επί διετία. Μετά όμως από διαρροή υδρόθειου στην ατμόσφαιρα, με συνέπεια χλωρίδα, πανίδα, αέρας και θάλασσα να μολυνθούν, υπήρξαν έντονες αντιδράσεις των κατοίκων που οδήγησαν στη διακοπή της λειτουργίας της. Στη Νίσυρο, παρότι ποτέ δε δημιουργήθηκε το παραμικρό περιβαλλοντικό πρόβλημα από τις ερευνητικές εργασίες, οι αντιδράσεις υπήρξαν πολύ εντονότερες από τις αντίστοιχες στη Μήλο. Έκτοτε, παρά την πρόοδο της τεχνολογίας που αφορά την αξιοποίηση της γεωθερμίας, οι τοπικές κοινωνίες εξακολουθούν να αντιδρούν στη δημιουργία γεωθερμικών μονάδων.

Σήμερα, η ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ έχει καταθέσει στη ΡΑΕ αιτήσεις για άδεια δημιουργίας γεωθερμικών σταθμών στις περιοχές Κίμωλο, Μέθανα και Νίσυρο, ισχύος 5MW η καθεμία, και στη Λέσβο ισχύος 8MW, από τις οποίες έχει εγκριθεί μόνο αυτή της Λέσβου. (πηγή: ΔΕΗ Ανανεώσιμες ΑΕ)

Τα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας είναι διάσπαρτα στην νησιωτική και ηπειρωτική Ελλάδα. Η συμβολή τους στο ενεργειακό ισοζύγιο μπορεί να είναι σημαντική καθόσον αποτελούν ενεργειακό πόρο φιλικό προς το περιβάλλον, κοινωνικά αποδεκτό και παρουσιάζουν σημαντικό οικονομικό και αναπτυξιακό ενδιαφέρον.

Στην Βόρεια Ελλάδα η γεωθερμία προσφέρεται για θέρμανση, θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες κλπ. Στην λεκάνη του Στρυμόνα έχουν εντοπιστεί τα πολύ σημαντικά πεδία Θερμών–Νιγρίτας, Λιθότροπου–Ηράκλειας, Θερμοπηγής–Σιδηροκάστρου και Αγγίστρου. Πολλές γεωτρήσεις παράγουν νερά μέχρι 75°C συνήθως αρτεσιανά και πολύ καλής ποιότητας και παροχής. Μεγάλα και μικρότερα γεωθερμικά θερμοκήπια λειτουργούν στην Νιγρίτα και το Σιδηρόκαστρο. Στην πεδινή περιοχή του Δέλτα Νέστου έχουν εντοπιστεί δυο πολύ σημαντικά γεωθερμικά πεδία, στο Ερατεινό Χρυσούπολης και στο Ν. Ερασμίο Μαγγανών Ξάνθης. Νερά άριστης ποιότητας μέχρι 70°C και σε πολύ οικονομικά βάθη παράγονται από γεωτρήσεις στις εύφορες αυτές πεδινές περιοχές. Στην Ν. Κεσσάνη και στο Πόρτο Λάγος Ξάνθης, σε μεγάλης έκτασης γεωθερμικά πεδία παράγονται νερά θερμοκρασίας μέχρι 82°C. Στην λεκάνη των λιμνών Βόλβης και Λαγκαδά έχουν εντοπιστεί τρία πολύ ρηχά πεδία με θερμοκρασίες μέχρι 56°C. Στην Σαμοθράκη υπάρχουν ενθαρρυντικά στοιχεία καθώς γεωτρήσεις βάθους 100μ συνάντησαν νερά της τάξης των 100°C.

Σήμερα στην Ελλάδα, η εκμετάλλευση της γεωθερμίας γίνεται αποκλειστικά για χρήση της σε θερμικές εφαρμογές, οι οποίες είναι εξίσου σημαντικές με την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Ακόμα, λόγω του πλούσιου σε γεωθερμική ενέργεια υπεδάφους της χώρας μας, κυρίως κατά μήκος του ηφαιστειακού τόξου του Νοτίου Αιγαίου (Μήλος, Νίσυρος, Σαντορίνη), μπορεί να έχει ευρεία εφαρμογή για τη θερμική αφαλάτωση του θαλασσινού νερού με στόχο την απόληψη πόσιμου, κυρίως στις άνυδρες νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές. Μία τέτοια εφαρμογή έχει χαμηλότερο κόστος από εκείνο που απαιτείται για τον εφοδιασμό των περιοχών αυτών με πόσιμο νερό, μέσω υδροφόρων πλοίων.

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι ο Ελλαδικός χώρος διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας) σε οικονομικά βάθη (100-1500μ). Εντούτοις, αν εξετάσει κανείς την συνολική εγκατεστημένη ισχύ (σε MWt) των γεωθερμικών εφαρμογών στην Ελλάδα την δεκαετία 2002-2012 συμπεραίνει ότι ο μόνος τομέας που βελτιώθηκε σημαντικά είναι εκείνος των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας και μάλιστα χωρίς την ύπαρξη οικονομικών κινήτρων και ενισχύσεων. Αντιθέτως, η γεωθερμία υψηλής ενθαλπίας έχει να επιδείξει μηδενικές εφαρμογές στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στον τόπο μας, παρότι πρόκειται για μια ήπια ΑΠΕ με τον υψηλότερο συντελεστή χρήσης/λειτουργίας σε σχέση με τις υπόλοιπες ΑΠΕ.

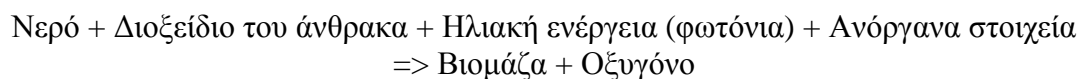
([el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org), [www.oryktosploutos.net](http://www.oryktosploutos.net), Σπυρίδωνος, 2013)

## 2.8 Βιομάζα-βιοαέριο

Ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά περιλαμβάνεται σε αυτήν οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από τον φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, σε αυτήν περιλαμβάνονται:

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

Η βιομάζα είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και αυτό γιατί στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά την φωτοσύνθεση. Η βιομάζα είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών, χερσαίας και υδρόβιας προέλευσης. Οι θεμελιώδεις αντιδράσεις πραγματοποιούνται στους χλωροπλάστες, οι οποίοι συλλαμβάνουν στα φωτόνια και στην συνέχεια ενεργοποιούν την διαδικασία της φωτοσύνθεσης που ανάγει το διοξείδιο του άνθρακα σε υδατάνθρακες. Οι αντιδράσεις αυτές συνοδεύονται από έκλυση οξυγόνου, με παράλληλη μείωση της περιεκτικότητας του κυττάρου σε διοξείδιο του άνθρακα. Κατά την πορεία της φωτοσύνθεσης σχηματίζονται οργανικές ενώσεις δηλαδή η βιομάζα. Από την στιγμή που η βιομάζα έχει σχηματιστεί, μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε πλέον και ως πηγή ενέργειας. Η διεργασία αυτή μπορεί να παρασταθεί ως εξής:



Αποτελεί την πιο παλιά και την πιο διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και πρακτικά μοναδική αρχικά μέχρι την ανακάλυψη του λιθάνθρακα και αργότερα μέχρι την ανακάλυψη του πετρελαίου. Είναι ανεξάντλητη, φιλική προς το περιβάλλον και μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια αντικαθιστώντας τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων.

Προσφέρεται ιδιαίτερα για την κάλυψη αναγκών θερμότητας σε γεωργικές εφαρμογές όπου και διατίθεται η πρώτη ύλη ή και την τηλεθέρμανση πόλεων με παράλληλη παραγωγή

ηλεκτρικής ενέργειας. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ενεργειακή αξιοποίηση των απορριμμάτων.

Βασική σημασία για την αποδοτικότητα των απαιτούμενων επενδύσεων και για τις επιπτώσεις στο περιβάλλον της περιοχής, έχει η εξασφάλιση της πρώτης ύλης (σε ποιότητα και ποσότητα) και η τεχνολογία η οποία θα εφαρμοστεί.

([www.wikipedia.gr](http://www.wikipedia.gr), [www.cres.gr/kape/education/web\\_dynitikoι%20xristes.pdf](http://www.cres.gr/kape/education/web_dynitikoι%20xristes.pdf), [www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass\\_guide.pdf](http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf), [www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr))

### **2.8.1. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα της βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας**

Τα **οφέλη** από τη χρήση της βιομάζας είναι πολλά και μπορούν να διακριθούν σε:

#### **1. Περιβαλλοντικά**

- Αποτροπή περιβαλλοντικής επιβάρυνσης μέσω ορθής διαχείρισης υπολειμμάτων φυτικής ή ζωικής παραγωγής (κλαδοδέματα, απόβλητα ελαιοτριβείων, τυροκομείων κλπ).
- Καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου αφού μπορεί κατά τη καύση της να παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, ωστόσο όταν παραχθεί και με τη βοήθεια του φαινομένου της φωτοσύνθεσης συγκρατούνται ιδιαίτερα σημαντικές ποσότητες αυτού του ρυπογόνου.
- Επειδή η βιομάζα περιέχει ελάχιστη ποσότητα διοξειδίου του θείου, μπορεί να καταπολεμάει και το φαινόμενο της όξινης βροχής.
- Οι ελαιούχοι σπόροι των ενεργειακών φυτών έχουν διπλή ιδιότητα. Παράγουν 35% λάδι που χρησιμοποιείται για βιοντίζελ και 65% κτηνοτροφική πίτα άριστης ποιότητας, μη μεταλλαγμένης. Άρα το 65% από τους σπόρους χρησιμοποιείται στην τροφική μας αλυσίδα.
- Οικονομία νερού από 50% έως 70% σε σύγκριση με κλασικές καλλιέργειες, που σημαίνει λύση του προβλήματος στις περιοχές όπου έχουν εξαντληθεί οι υδροφόροι ορίζοντες.
- Μηδενική χρήση εντομοκτόνων και μηδενική έως ελάχιστη χρήση ζιζανιοκτόνων, που επιτρέπει τη δημιουργία ιδανικού περιβάλλοντος για την ανάπτυξη των μελισσών και άλλων ωφέλιμων εντόμων.

#### **2. Κοινωνικά**

- Αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρισμού και μάλιστα ως μονάδες βάσης, με τη δημιουργία μικρών διεσπαρμένων μονάδων ηλεκτροπαραγωγής (αποσυμφόρηση του εθνικού δικτύου μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, μείωση απωλειών ενέργειας κλπ).
- Δημιουργία χιλιάδων νέων θέσεων εργασίας, καθώς η βιομάζα έρχεται πάντα πρώτη από όλες τις ΑΠΕ στον αριθμό νέων άμεσων και έμμεσων θέσεων εργασίας που δημιουργούνται.

- ο Συγκράτηση του πληθυσμού στις αγροτικές και παραμεθόριες περιοχές με αποτέλεσμα τη καταπολέμηση του φαινομένου της αστικοποίησης.
- ο Η μηδενική χρήση εντομοκτόνων, ζιζανιοκτόνων οδηγεί σε καλύτερη ποιότητα ζωής των αγροτών (έχουν διαπιστωθεί 30% περισσότεροι θάνατοι αγροτών από καρκίνο σε σχέση με τον υπόλοιπο πληθυσμό).

### 3. Οικονομικά

- ο Η ενεργειακή ανεξαρτητοποίηση της χώρας με την αντικατάσταση εισαγόμενων ορυκτών καυσίμων με μία εγχώρια και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.
- ο Εξοικονόμηση συναλλάγματος.
- ο Σημαντικό περιθώριο ανάπτυξης εγχώριου εξοπλισμού και τεχνογνωσίας.
- ο Μπορεί να προσφέρει μέσω εφαρμογών θερμότητας και στην ανάπτυξη παράπλευρων οικονομικών δραστηριοτήτων (θερμοκήπια, τηλεθέρμανση, ξηραντήρια, ιχθυοκαλλιέργειες κλπ)
- ο Μέχρι και το 60% των εσόδων επιστρέφει ως εισόδημα στον αγροτικό πληθυσμό.
- ο Ενίσχυση της οικονομικής δραστηριότητας μικρομεσαίων επιχειρήσεων (εφοδιαστικής αλυσίδας, εγχώριας βιομηχανίας, αλλά και πλήθος δραστηριοτήτων για τους γεωργικούς και δασικούς συνεταιρισμούς)
- ο Τόνωση της οικονομίας με νέες επενδύσεις (μόνο για την ηλεκτροπαραγωγή απαιτούνται επενδύσεις 1δισ €έως το 2020 για την επίτευξη του εθνικού στόχου)

Όμως η βιομάζα έχει και ορισμένα **μειονεκτήματα** με κυριότερα τα εξής:

- ο Οι εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός που απαιτείται για τη παραγωγή βιομάζας κοστίζει περισσότερο από τις συμβατικές μορφές ενέργειας.
- ο Καταλαμβάνει μεγάλο όγκο και περιέχει πολύ αυξημένα επίπεδα υγρασίας. Αυτό συμβάλλει στη μεγάλη δυσκολία να συλλεχθεί, να αποθηκευθεί, να μεταφερθεί, και να μεταποιηθεί σε σύγκριση με τις άλλες μορφές ενέργειας που έχουν πολύ πιο απλοποιημένες διαδικασίες.
- ο Δεν είναι συγκεντρωμένη αλλά είναι διεσπαρμένη και για να συγκεντρωθεί χρειάζονται μεταφορές και περισσότερα έξοδα.
- ο Τέλος η παραγωγή της δεν είναι μόνιμη αλλά είναι εποχιακή, δηλαδή η βιομάζα δίνει παραγωγή μονάχα ορισμένες συγκεκριμένες περιόδους και όχι συνέχεια.

Τα θετικά από την αξιοποίηση της βιομάζας θα είναι συντριπτικά περισσότερα από τα αρνητικά τόσο για τη προστασία του περιβάλλοντος όσο και για τους τομείς της οικονομίας και της ενέργειας αρκεί να γίνει ολική εκμετάλλευση των τεραστίων εκτάσεων ανεκμετάλλευτων ποσοτήτων βιομάζας καθώς και του εργατικού δυναμικού που μπορεί να ασχοληθεί για την αξιοποίηση αυτών των ποσοτήτων.

([www.sbibe.gr](http://www.sbibe.gr), [www.ecotimes.gr](http://www.ecotimes.gr), [www.cres.gr/kape/education/web\\_dynitikoiki%20xristes.pdf](http://www.cres.gr/kape/education/web_dynitikoiki%20xristes.pdf))

Γερασίμου,

2013,



## 2.8.2. Τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (παραγωγή θερμότητας, ψύξης, ηλεκτρισμού κλπ.) είτε με απευθείας καύση, είτε με μετατροπή της σε αέρια, υγρά ή/και στερεά καύσιμα. Οι μέθοδοι της ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας είναι διάφορες. Διακρίνονται σε **θερμοχημικές (ξηρές)** και σε **βιοχημικές (υγρές)**. Η επιλογή της μεθόδου μετατροπής προσδιορίζεται από την σχέση άνθρακα/αζώτου (C/N), (C/N<30 για τις θερμοχημικές μεθόδους) και την περιεχόμενη στα υπολείμματα υγρασία (υγρασία>50 για τις βιοχημικές μεθόδους) την ώρα της συλλογής.

Στις θερμοχημικές εργασίες περιλαμβάνονται:

**Η πυρόλυση** (καύση απουσία αέρα), είναι μια διεργασία κατά την οποία η πρώτη ύλη θερμαίνεται ταχύτατα σε θερμοκρασίες 450-500°C, σε συνθήκες έλλειψης αέρα (οπότε και οξυγόνου). Σε αυτές τις συνθήκες παράγονται ατμοί οργανικών ενώσεων, μη συμπυκνώσιμα αέρια και ρευστή πίσσα. Οι ατμοί των οργανικών ενώσεων στη συνέχεια συμπυκνώνονται, παράγοντας το έλαιο πυρόλυσης ή βιοέλαιο. Στις συνήθεις περιπτώσεις, περίπου 50-75% κατά βάρος της τροφοδοτούμενης βιομάζας μετατρέπεται σε έλαιο πυρόλυσης.

Τα πλεονεκτήματα που συνοδεύουν την τεχνολογία ταχείας πυρόλυσης της βιομάζας έχουν οδηγήσει σε ραγδαία αύξηση των ερευνητικών προσπαθειών στο αντικείμενο. Το τεράστιο πλεονέκτημα της διεργασίας είναι ότι μετατρέπει οποιαδήποτε προβληματική στην διαχείριση βιομάζα διαφορετικής προέλευσης σε ένα καθαρό και ομοιογενές υγρό καύσιμο. Το έλαιο πυρόλυσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας, καυσίμων ή χημικών προϊόντων. Η ενεργειακή πυκνότητα του ελαίου (δηλαδή η ενέργεια που αποδίδει ανά μονάδα όγκου του) είναι έως 5 φορές μεγαλύτερη από εκείνη της αρχικής βιομάζας, γεγονός που προσφέρει ουσιαστικά διαχειριστικά πλεονεκτήματα. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα χρήσης του ελαίου σε υψηλότερης απόδοσης στροβίλους παραγωγής ενέργειας. Τέλος η δυνατότητα μεταφοράς του καυσίμου από το σημείο παραγωγής του σε διαφορετικό σημείο παραγωγής ενέργειας παρέχει μεγαλύτερη ευελιξία στο σύστημα διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας, μειώνοντας αποφασιστικά τις απώλειες του δικτύου.

Μεγάλη ποικιλία διαφορετικών ειδών βιομάζας μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διεργασία. Για την επιτυχημένη μετατροπή της βιομάζας είναι απαραίτητη η προεπεξεργασία της: τεμαχισμός της σε ομοιόμορφα μικρά κομμάτια (μικρότερα από 10 mm) και ξήρανση της ώστε η υγρασία της να είναι μικρότερη από 10%. Με ορθό ενεργειακό σχεδιασμό της μονάδας πυρόλυσης, η απαιτούμενη θερμότητα για την ξήρανση της βιομάζας μπορεί να προέλθει από την ίδια την μονάδα, μειώνοντας έτσι τα λειτουργικά της κόστη και ενισχύοντας το περιβαλλοντικό της αποτύπωμα.

[www.biomassenergy.gr/articles/technology/innovation/25-biomass-pyrolysis](http://www.biomassenergy.gr/articles/technology/innovation/25-biomass-pyrolysis)

**Η απευθείας καύση** (παρουσία αέρα), είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος μετατροπής βιομάζας σε ενέργεια, θερμότητα και ηλεκτρική ενέργεια, και παγκοσμίως παρέχει το 90% της ενέργειας που παράγεται από βιομάζα. Συγκρινόμενη με τις υπόλοιπες θερμοχημικές διεργασίες (αεριοποίηση, πυρόλυση), είναι πιο απλή και περισσότερο αναπτυγμένη.

Υπάρχει ποικιλία του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού, είναι διαδεδομένη στην Ελλάδα όπου παράγεται αντίστοιχος εξοπλισμός, απαιτεί απλούστερη λειτουργία και συντήρηση και είναι συμβατή με τη φυσιογνωμία της περιοχής.

Η τεχνολογία της καύσης έχει αναπτυχθεί σημαντικά με εμφάνιση νέων συστημάτων αυτόματης τροφοδοσίας βιομάζας. Η καύση πραγματοποιείται σε *εστίες με σταθερές ή κινούμενες εσχάρες* είτε σε *λέβητες ρευστοποιημένης κλίνης*. Τα τελευταία χρόνια εξετάζεται η ταυτόχρονη καύση μικρών ποσοτήτων βιομάζας και άνθρακα. Παρόλο που οι εστίες με σταθερές ή κινούμενες εσχάρες είναι το πρότυπο για παλαιού τύπου σταθμούς παραγωγής ενέργειας με βιομάζα, οι λέβητες ρευστοποιημένης κλίνης προτιμώνται για καύση βιομάζας εξαιτίας των χαμηλών εκπομπών NOx.

Για τον σχεδιασμό της εστίας καύσης ή του λέβητα όπου θα γίνεται καλύτερη αξιοποίηση της ενέργειας, αναλύεται η ακολουθία των διεργασιών, που συντελούνται κατά την καύση των στερεών καυσίμων. Στο πρώτο βήμα αυτής της αλληλουχίας καταναλώνεται ενέργεια: πρόκειται για την εξάτμιση του περιεχομένου νερού στο καύσιμο, δηλαδή την ξήρανση. Χρησιμοποιώντας όμως ξύλο, το οποίο έχει ξηραθεί σε ικανοποιητικό βαθμό, στο βήμα αυτό καταναλώνεται ένα μικρό ποσοστό της συνολικής ενέργειας.

Η διεργασία της καύσης πραγματοποιείται σε στάδια. Αμέσως μετά την είσοδο του καυσίμου στο θάλαμο καύσης θερμαίνεται γρήγορα λόγω ακτινοβολίας των τοιχωμάτων και λόγω συναγωγής από τα θερμά αέρια που υπάρχουν στο θάλαμο. Η υγρασία του καυσίμου απομακρύνεται, όπως απομακρύνονται και τα πτητικά συστατικά του. Τότε τα πτητικά αναφλέγονται και παραμένει ο καθαρός άνθρακας που καίγεται. Η διάρκεια του κάθε βήματος, όπως επίσης και ο συνολικά απαιτούμενος χρόνος εξαρτάται από τη φύση του καυσίμου και το μέγεθος των σωματιδίων του.

Το μέγεθος των τεμαχιδίων επηρεάζει άμεσα το χρόνο παραμονής τους στο θάλαμο καύσης. Για ορισμένα καύσιμα όπως ο άνθρακας, υπάρχει η δυνατότητα εκτίμησης του εύρους που κυμαίνονται τα σωματίδια, αλλά για τα αστικά απορρίμματα και τα μη κατεργάσιμα προϊόντα δασικής βιομάζας είναι πολύ δύσκολη η εκτίμηση. Στην περίπτωση αυτή για να επιτευχθεί πλήρης καύση του οργανικού υλικού, απαιτούνται μεγαλύτεροι χρόνοι παραμονής. Η ποσότητα του αέρα που καταναλώνεται κατά τη διεργασία ποικίλλει ανάλογα με το ρυθμό τροφοδοσίας του καυσίμου αλλά και τη σύστασή του. Ο άνθρακας απαιτεί περίσσεια αέρα που δεν ξεπερνά το 25%, ενώ για την καύση αστικών απορριμμάτων η περίσσεια μπορεί να φτάσει το 200%. Η υπερβολικά μεγάλη ποσότητα αέρα στο θάλαμο καύσης έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό του βαθμού απόδοσης της διεργασίας, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να παρατηρηθούν και φαινόμενα αναστολής της καύσης, λόγω χαμηλότερης θερμοκρασίας από την απαιτούμενη στο θάλαμο καύσης.

**Η αεριοποίηση** της βιομάζας είναι μια ενδόθερμη θερμική διεργασία κατά την οποία η στερεή βιομάζα μετατρέπεται σε καύσιμο αέριο. Το παραγόμενο αυτό αέριο αποτελεί μίγμα πολλών καυσίμων (και μη) αερίων: μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα (CO, CO<sub>2</sub>), υδρογόνο (H<sub>2</sub>), μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), υδρατμοί (H<sub>2</sub>O), ίχνη υδρογονανθράκων (π.χ. C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) και άζωτο (N<sub>2</sub>), σε περίπτωση που για την διεργασία χρησιμοποιείται αέρας και όχι καθαρό οξυγόνο). Πέραν των παραπάνω ενώσεων στο αέριο προϊόν εμφανίζονται και διάφοροι επιμολυντές κυριότεροι εκ των οποίων είναι σωματίδια πίσσας, τέφρα, αμμωνία, οξέα και σύνθετοι υδρογονάνθρακες.

Το καύσιμο προϊόν της διεργασίας αεριοποίησης ονομάζεται αέριο σύνθεση (syngas). Σε περίπτωση που η διεργασία γίνει με τη χρήση αέρα (η πιο οικονομική και συνήθης επιλογή), το αέριο σύνθεσης έχει καθαρή θερμογόνο δύναμη περίπου  $4,6 \text{ MJ/m}^3$  (περίπου το 1/7 εκείνης του φυσικού αερίου). Όταν χρησιμοποιείται καθαρό οξυγόνο αντί για αέρα, η θερμογόνο δύναμη του αερίου μπορεί ακόμα και να τριπλασιασθεί. Και στις δυο περιπτώσεις, πάντως, η θερμογόνο δύναμη κάνει το αέριο σύνθεσης κατάλληλο για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρισμού, με κατάλληλη χρήση του σε καυστήρες και αεριοστρόβιλους.

Από χημικής πλευράς, η διεργασία της αεριοποίησης της βιομάζας είναι αρκετά σύνθετη και περιλαμβάνει, κατά σειρά, τα ακόλουθα επιμέρους στάδια: αποσύνθεση της οργανικής βιομάζας σε μη συμπυκνώσιμο αέριο, υδρατμούς και πίσσα, θερμική διάσπαση των ατμών σε αέριο σύνθεσης και πίσσα, αεριοποίηση της πίσσας και μερική οξείδωση του αερίου σύνθεσης, των ατμών και της πίσσας. Η απαιτούμενη θερμότητα για την αεριοποίηση της βιομάζας παρέχεται από την καύση μέρους της αρχικής ποσότητας της βιομάζας.

Η βασική διαδικασία που ακολουθείται κατά την αεριοποίηση είναι η τοποθέτηση του στερεού καυσίμου σε υψηλή θερμοκρασία της τάξης των  $1000^\circ\text{C}$  παρουσία οξυγόνου και ατμού. Η πίεση μπορεί να κυμαίνεται από τιμές λίγο μεγαλύτερες από την ατμοσφαιρική πίεση μέχρι τριάντα φορές πάνω από την ατμοσφαιρική. Αρχικά απελευθερώνονται τα πτητικά υλικά. Η αλληλεπίδραση του καυσίμου με το οξυγόνο και τον ατμό έχει σαν συνέπεια την παραγωγή ενός μείγματος αερίου αποτελούμενου κατά κύριο λόγο από μονοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο, κάποια ποσότητα μεθανίου, άλλων υδρογονανθράκων αλλά και πίσσας. Παράλληλα παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Περεταίρω συνέχιση της διαδικασίας θα έχει σαν συνέπεια την παραγωγή καθαρότερου αερίου προϊόντος. Αν αντί για οξυγόνο χρησιμοποιηθεί αέρας, θα υπάρχει επίσης άζωτο στο παραγόμενο αέριο με αποτέλεσμα το αέριο καύσιμο που θα παραχθεί να έχει ενεργειακό περιεχόμενο της τάξης του  $3\text{-}5 \text{ MJ/m}^3$ . Η χρήση καθαρού οξυγόνου έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή καλύτερου καυσίμου, έχει όμως αυξημένο κόστος, επομένως συμφέρει να χρησιμοποιηθεί μόνο αν γίνεται παραγωγή σε μεγάλη κλίμακα.

Καθοριστικό ρόλο στη διεργασία αεριοποίησης έχει και το είδος της φυτικής βιομάζας. Οι ιδιότητες της μπορεί να διαφέρουν σημαντικά αναλόγως την προέλευση της βιομάζας, με άμεση συνέπεια στην τεχνολογία της διεργασίας και την βιωσιμότητα της μονάδας. Οι παράμετροι της βιομάζας που εξετάζονται περισσότερο είναι η υγρασία του υλικού, η περιεκτικότητα της σε τέφρα, η στοιχειακή της ανάλυση, η θερμογόνο δύναμή της, η πυκνότητα και η κοκκομετρία της.

Αναμφίβολα η αεριοποίηση της βιομάζας είναι μια τεχνολογία πιο πολύπλοκη και με λιγότερες εμπορικές εφαρμογές, σε σχέση με την συνήθη καύση της βιομάζας. Τα πλεονεκτήματα, όμως, που παρουσιάζει, με κυριότερο όλων την πολύ μεγάλη αύξηση της ενεργειακής απόδοσης της μονάδας, έχει οδηγήσει στον διαρκή πολλαπλασιασμό τέτοιου είδους μονάδων στην «αιχμή της τεχνολογίας», τα τελευταία χρόνια.

Στον ακόλουθο πίνακα, η προαναφερθείσα σύγκριση των τριών κύριων διαδικασιών θερμοχημικής μετατροπής της βιομάζας συνοψίζεται:

**Πίνακας 9: Σύγκριση των τριών κύριων διαδικασιών θερμοχημικής μετατροπής της βιομάζας**

Διεργασία μετατροπής	Παροχή οξυγόνου	Θερμοκρασιακό εύρος (°C)	Κύρια Προϊόντα
Αεριοποίηση	Λιγότερη από την απαιτούμενη στοιχειομετρική	800-1200	Θερμότητα, Αέριο σύνθεσης, Εξανθράκωμα
Καύση	Σε περίσσεια	800-1200	Θερμότητα
Πυρόλυση	Πλήρης απουσία	300-600	Θερμότητα, Βιοέλαιο, Εξανθράκωμα

Πηγή: [www.biomassenergy.gr/articles/technology/gasification/1696-biomass-thermal-conversion](http://www.biomassenergy.gr/articles/technology/gasification/1696-biomass-thermal-conversion)

Οι βιοχημικές εργασίες χρησιμοποιούνται για προϊόντα και υπολείμματα όπως λαχανικά, κοπριά όπου η σχέση άνθρακα/αζώτου (C/N)<30 και υγρασία>50%.

Οι βιοχημικές εργασίες διακρίνονται σε:

- ο Αερόβια ζύμωση (composting)
- ο Αναερόβια ζύμωση (παραγωγή βιοαερίου)

Η αναερόβια ζύμωση είναι μια χημική διαδικασία η οποία πραγματοποιείται με την απουσία οξυγόνου. Η διαδικασία μπορεί να είναι είτε θερμοφιλή χώνευση, στην οποία η λάσπη βρίσκεται υπό ζύμωση μέσα σε δεξαμενές σε θερμοκρασία 55°C. Ονομάζεται θερμοφιλή εξαιτίας των μικροοργανισμών που παίρνουν μέρος στην διαδικασία, οι οποίοι περιέχουν ένζυμα τα οποία λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες. Αυτά τα ένζυμα έχουν μεγάλη σημασία σε πολλές εφαρμογές της βιοτεχνολογίας. Επίσης, η διαδικασία μπορεί να είναι και μεσόφιλη δηλαδή σε θερμοκρασία 36°C.

Κατά την αναερόβια χώνευση παράγεται βιοαέριο, το οποίο είναι ένα καύσιμο αέριο μείγμα αποτελούμενο κυρίως από μεθάνιο (CH<sub>4</sub>) και διοξείδιο άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Η ακριβής του σύσταση εξαρτάται από το είδος της οργανικής ουσίας που αποσυντίθεται. Το μεθάνιο, μαζί με όσο υδρογόνο προκύπτει από την χώνευση, αποτελούν το καύσιμο μέρος του βιοαερίου. Το πλεονέκτημα της αναερόβιας σε σχέση με την αερόβια χώνευση, έχει να κάνει με τον όγκο των αποβλήτων, αφού ως διαδικασία παράγει σημαντικά μικρότερη ποσότητα αποβλήτων. Το πλεονέκτημα της αερόβιας έχει να κάνει με την ταχύτητα, αφού είναι σημαντικά ταχύτερη. Παρόλα αυτά, η μεγάλη ποσότητα αποβλήτων της αερόβιας χώνευσης, συνιστά καλύτερη λύση για την παραγωγή βιομάζας την αναερόβια.

Η πλήρης βιολογική αποδόμηση της οργανικής ύλης προς βιοαέριο σε αναερόβιες συνθήκες αποτελεί μια σύνθετη διεργασία και συνίσταται από την αλληλεπίδραση των διαφόρων ομάδων μικροοργανισμών. Κάθε μια από αυτές τις ομάδες ευθύνεται για την πραγματοποίηση διαφορετικού μέρους της συνολικής διεργασίας. Έτσι το υλικό που μπορεί να αποτελεί απόβλητο για μια ομάδα μικροοργανισμών, μπορεί να αποτελέσει υπόστρωμα για κάποια άλλη ομάδα. Η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης διακρίνεται σε τρία

ξεχωριστά στάδια, στο κάθε ένα από τα οποία δραστηριοποιούνται διαφορετικά είδη μικροοργανισμών.

Τα τρία αυτά στάδια είναι **η υδρόλυση, η οξυγένεση και τέλος η μεθανογένεση.**

Κατά το στάδιο της υδρόλυσης, οι οργανικές ενώσεις μακράς μοριακής αλυσίδας (πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λίπη) διασπώνται σε ενώσεις μικρότερης μοριακής αλυσίδας. Διαφορετικής προέλευσης μικροοργανισμοί παράγουν ειδικά ένζυμα που δρουν καταλυτικά ως προς την διάσπαση των μακρομορίων, καθιστώντας την εφικτή σε λογικό χρονικό διάστημα. Σε μια ισορροπημένη διεργασία αναερόβιας χώνευσης περίπου το 50% των οργανικών ενώσεων διασπώνται σε οξικό οξύ (CH<sub>3</sub>COOH). Σε διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο μετατρέπεται το 20%, ενώ το απομένον 30% διασπάται σε μικρής μοριακής αλυσίδας λιπαρά οξέα (VFAs). Η διατήρηση μιας σταθερής ταχύτητας αποδόμησης των λιπαρών αυτών οξέων είναι καθοριστικός παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της αναερόβιας χώνευσης, αφού αν διαταραχθεί η ισορροπία και αυξηθεί η συγκέντρωσή τους, η όλη διαδικασία επιβραδύνεται, λόγω του γεγονότος ότι οι μικροοργανισμοί που διασπούν τα λιπαρά οξέα έχουν μικρό ρυθμό ανάπτυξης. Το τελευταίο στάδιο της αναερόβιας διαδικασίας αφορά την μεθανογένεση και πραγματοποιείται από τα μεθανογενή βακτήρια. Η δράση των βακτηρίων αυτών αφορά αφενός στην αποδόμηση του οξικού οξέως που προέκυψε από το στάδιο της οξυγένεσης σε μεθάνιο και αφετέρου στην παραγωγή μεθανίου από το διοξείδιο του άνθρακα και το υδρογόνο που προέκυψαν. Σε ομαλές συνθήκες χώνευσης, περίπου το 70% του μεθανίου προέρχεται από διάσπαση οξικού οξέος και το υπόλοιπο 30% από την αντίδραση του διοξειδίου του άνθρακα με το υδρογόνο. Τα μεθανογενή βακτήρια παρουσιάζουν τον βραδύτερο ρυθμό ανάπτυξης από όλους τους άλλους τύπους και για αυτό η δράση τους κρίνεται αποφασιστικής σημασίας για την ταχύτητα και την απόδοση ολόκληρης της διεργασίας. Αξίζει να σημειωθεί για τα δυο τελευταία στάδια της χώνευσης ότι αναστολή του ενός οδηγεί και σε αναστολή του άλλου, εφόσον είναι απόλυτα προσαρμοσμένα.

Εφόσον η στοιχειακή σύσταση του υλικού τροφοδοσίας είναι γνωστή, μπορεί να υπολογιστεί το θεωρητικό ποσό του παραγόμενου βιοαερίου και η σύστασή του βάσει της **εξίσωσης του Buswell.**



$$x=1/8(4c+h+2o+3n-2s)$$

$$y=1/4(4c-h-2o+3n+2s)$$

Με όλες αυτές τις διεργασίες, μπορούμε να καταλήξουμε στην παραγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας ή στην συμπαραγωγή και των δυο που είναι αποδοτικότερη (βαθμός απόδοσης 75–85% έναντι 15–40%). (Γεωργιάδης–Σωτηρίου, 2011, σελ.51-52)

### 2.8.3. Ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας – Εφαρμογές

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

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

**Θέρμανση θερμοκηπίων:** Σε περιοχές της χώρας όπου υπάρχουν μεγάλες ποσότητες διαθέσιμης βιομάζας, χρησιμοποιείται η βιομάζα σαν καύσιμο σε κατάλληλους λέβητες για τη θέρμανση θερμοκηπίων.

**Θέρμανση κτιρίων με καύση βιομάζας σε ατομικούς/κεντρικούς λέβητες:** Σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδας χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση κτιρίων ατομικοί/κεντρικοί λέβητες πυρηνόξυλου.

**Παραγωγή ενέργειας σε γεωργικές βιομηχανίες:** Βιομάζα για παραγωγή ενέργειας χρησιμοποιείται από γεωργικές βιομηχανίες στις οποίες η βιομάζα προκύπτει σε σημαντικές ποσότητες σαν υπόλειμμα ή υποπροϊόν της παραγωγικής διαδικασίας και έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε θερμότητα. Εκκοκκιστήρια, πυρηνελαιουργεία, βιομηχανίες ρυζιού καθώς και βιοτεχνίες κονσερβοποίησης καίνε τα υπολείμματά τους (υπολείμματα εκκοκκισμού, πυρηνόξυλο, φλοιοί και κουκούτσια, αντίστοιχα) για την κάλυψη των θερμικών τους αναγκών ή/και μέρος των αναγκών τους σε ηλεκτρική ενέργεια.

**Παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες ξύλου:** Τα υπολείμματα βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου (πριονίδι, πούδρα, ξακρίδια κλπ) χρησιμοποιούνται για τη κάλυψη των θερμικών αναγκών της διεργασίας καθώς και για την θέρμανση των κτιρίων.

**Τηλεθέρμανση:** είναι η προμήθεια θέρμανσης χώρων καθώς και θερμού νερού χρήσης σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η θερμότητα μεταφέρεται με προ-μονωμένο δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια.

**Παραγωγή ενέργειας σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού και Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ):** Το βιοαέριο που παράγεται από την αναερόβια χώνευση των υγρών αποβλήτων σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού, και των απορριμμάτων σε ΧΥΤΑ καίγεται σε μηχανές εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα μπορεί να αξιοποιείται η θερμική ενέργεια των καυσαερίων και του ψυκτικού μέσου των μηχανών για να καλυφθούν ανάγκες τις διεργασίας ή/και άλλες ανάγκες θέρμανσης (πχ θέρμανση κτιρίων).

**Βιοκαύσιμα:** Ονομάζονται τα καύσιμα εκείνα, στερεά, υγρά ή αέρια τα οποία προέρχονται από τη βιομάζα. Ως ανανεώσιμα καύσιμα έχουν το χαρακτηριστικό των χαμηλότερων εκπομπών CO<sub>2</sub> στο συνολικό κύκλο ζωής τους σε σχέση με τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα, στοιχείο που εξαρτάται άμεσα από την προέλευσή τους, τη χρήση τους αλλά και τον τρόπο παραγωγής και διανομής τους. Κατά την καύση τους τα καύσιμα αυτά

εκπέμπουν περίπου ίσες ποσότητες CO<sub>2</sub> με τα αντίστοιχα πετρελαϊκής προέλευσης. Επειδή όμως είναι οργανικής προέλευσης ο άνθρακας τον οποίο περιέχουν έχει δεσμευτεί κατά την ανάπτυξη της οργανικής ύλης από την ατμόσφαιρα, στην οποία επανέρχεται μετά την καύση κι έτσι το ισοζύγιο εκπομπών σε όλον τον κύκλο ζωής του βιοκαυσίμου είναι θεωρητικά μηδενικό. Σήμερα, ο όρος βιοκαύσιμα χρησιμοποιείται συνήθως για υγρά καύσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των μεταφορών. Τα πιο συνηθισμένα στο εμπόριο είναι το βιοντίζελ, μεθυλεστέρας ο οποίος παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους (ηλίανθος, ελαιοκράμβη, κ.α.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μόνο του ή σε μίγμα με πετρέλαιο κίνησης σε πετρελαιοκινητήρες και η βιοαιθανόλη η οποία παράγεται από σακχαρούχα, κυτταρινούχα κι αμυλούχα φυτά (σιτάρι, καλαμπόκι, σόργο, τεύτλα, κ.α.) και χρησιμοποιείται είτε ως έχει σε βενζινοκινητήρες που έχουν υποστεί μετατροπή είτε σε μίγμα με βενζίνη σε κανονικούς βενζινοκινητήρες είτε τέλος να μετατραπεί σε ETBE (πρόσθετο βενζίνης). ([www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_biomass.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_biomass.htm))

#### **2.8.4. Αξιοποίηση της βιομάζας στην Ελλάδα**

Η βιομάζα στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή, κατά τον παραδοσιακό τρόπο, θερμότητας στον οικιακό τομέα (μαγειρική, θέρμανση), για τη θέρμανση θερμοκηπίων, σε ελαιουργεία, καθώς και, με τη χρήση πιο εξελιγμένων τεχνολογιών, στη βιομηχανία (εκκοκκιστήρια βαμβακιού, παραγωγή προϊόντων ξυλείας, ασβεστοκάμινοι κ.ά.), σε περιορισμένη, όμως, κλίμακα. Ως πρώτη ύλη σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται υποπροϊόντα της βιομηχανίας ξύλου, ελαιοπυρηνόξυλα, κουκούτσια ροδάκινων και άλλων φρούτων, τσόφλια αμυγδάλων, βιομάζα δασικής προέλευσης, άχυρο σιτηρών, υπολείμματα εκκοκκισμού κ.ά.

Παρ' όλα αυτά, οι προοπτικές αξιοποίησης της βιομάζας στη χώρα μας είναι εξαιρετικά ευοίωνες, καθώς υπάρχει σημαντικό δυναμικό, μεγάλο μέρος του οποίου είναι άμεσα διαθέσιμο. Παράλληλα, η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι, σε πολλές περιπτώσεις, οικονομικά ανταγωνιστική αυτής που παράγεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

Από πρόσφατη απογραφή, έχει εκτιμηθεί ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα συνίσταται από 7.500.000 περίπου τόνους υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών (σιτηρών, αραβόσιτου, βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου, κλαδοδεμάτων, κληματίδων, πυρηνόξυλου κ.ά.), καθώς και από 2.700.000 τόνους δασικών υπολειμμάτων υλοτομίας (κλάδοι, φλοιοί κ.ά.). Αυτή η ποσότητα ισοδυναμεί ενεργειακά με 3-4 εκατ. τόνους πετρελαίου, ενώ το δυναμικό των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί, με τα σημερινά δεδομένα, να ξεπεράσει άνετα εκείνο των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων. Έτσι έχουμε μία αντιστοιχία ενεργειακά στο 30-40% της ποσότητας πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα μας. Εντούτοις, μόλις το 0,38% των ενεργειακών αναγκών της χώρας καλύπτεται με τη χρήση της διαθέσιμης βιομάζας. (βλ. Σχήμα 1)

Πέραν του ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της βιομάζας δυστυχώς παραμένει αναξιοποίητο, πολλές φορές αποτελεί αιτία πολλών δυσάρεστων καταστάσεων (πυρκαγιές, δυσκολία στην εκτέλεση εργασιών, διάδοση ασθενειών κ.ά.). Από τις παραπάνω ποσότητες βιομάζας, το ποσοστό τους εκείνο που προκύπτει σε μορφή υπολειμμάτων κατά τη δευτερογενή παραγωγή προϊόντων (εκκοκκισμός βαμβακιού, μεταποίηση γεωργικών

προϊόντων, επεξεργασία ξύλου κ.ά.) είναι άμεσα διαθέσιμο, δεν απαιτεί ιδιαίτερη φροντίδα συλλογής, δεν παρουσιάζει προβλήματα μεταφοράς και μπορεί να τροφοδοτήσει απ' ευθείας διάφορα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Μπορεί, δηλαδή, η εκμετάλλευσή του να καταστεί οικονομικά συμφέρουσα. Παράλληλα με την αξιοποίηση των διαφόρων γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων, σημαντικές ποσότητες βιομάζας είναι δυνατό να ληφθούν από τις ενεργειακές καλλιέργειες. Συγκριτικά με τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα, οι καλλιέργειες αυτές έχουν το πλεονέκτημα της υψηλότερης παραγωγής ανά μονάδα επιφανείας, καθώς και της ευκολότερης συλλογής.

Στην Ελλάδα, πρακτικά το σύνολο της παραγωγής ηλεκτρισμού από βιομάζα και βιοκαύσιμα προέρχεται σήμερα από ΧΥΤΑ και εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων, όπου παράγεται βιοαέριο από την αναερόβια χώνευση του βιοαποικοδομήσιμου κλάσματος των αποβλήτων αυτών.

Μερικές καλές ευκαιρίες για την παραγωγή ηλεκτρισμού από βιολογικής προέλευσης καύσιμα που έχουμε στην Ελλάδα, αφορούν στην καλύτερη ενεργειακή αξιοποίηση πάσης φύσεως βιοαποικοδομήσιμων υπολειμμάτων, αποβλήτων και λυμάτων. Πιο συγκεκριμένα:

α) Σε μεγάλες κτηνοτροφικές μονάδες ή σε περιοχές όπου υπάρχουν συγκεντρωμένες περισσότερες μικρές, θα μπορούσαν να λειτουργήσουν αναερόβιοι χωνευτήρες για την παραγωγή βιοαερίου και εφαρμογές συμπαραγωγής, με προφανή οφέλη την εξοικονόμηση συμβατικά παραγόμενης ενέργειας, την παραγωγή εμπορεύσιμων παραπροϊόντων (π.χ. βελτιωτικών εδάφους) και την μείωση του επιβαρυντικού για το περιβάλλον οργανικού φορτίου των απορριπτόμενων υλικών.

β) Θα μπορούσε να ενταθεί η αξιοποίηση του βιοαερίου που παράγεται από τα απορρίμματα δεκάδων μικρότερων δήμων από αποκεντρωμένες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής μικρής και μέσης κλίμακας. Υπό το φως της Οδηγίας 1999/31 για τον περιορισμό των βιοαποικοδομήσιμων υλικών που καταλήγουν στους ΧΥΤΑ, θα μπορούσαν τα διαχωρισμένα αυτά υλικά να αναδρομολογούνται σε μεγαλύτερους χωνευτήρες υποδοχής των απορριμμάτων ενός αριθμού κοντινών δήμων που μπορεί επιπλέον να αξιοποιούν συμπληρωματικά και οργανικά απόβλητα/υπολείμματα διαφόρων άλλων προελεύσεων, όπως γεωργικής ή αγροτοβιομηχανικής (εγκαταστάσεις CAD – Centralized Anaerobic Digestion).

γ) Τα απόβλητα και λύματα ορισμένων κλάδων της βιομηχανίας, όπως η βιομηχανία τροφίμων, η βιομηχανία χαρτιού, η φαρμακοβιομηχανία, κ.ά., προσφέρονται για βιολογική επεξεργασία με αναερόβια χώνευση. Με αυτόν τον τρόπο, μια πηγή προβλημάτων για όλους μπορεί να μετατραπεί σε πηγή κέρδους.

δ) Βιομηχανικές μονάδες που έχουν ανάγκη για θερμότητα με την μορφή ατμού ή ζεστού νερού σε κάποιο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας τους και ταυτόχρονα παράγουν στερεά απόβλητα που χαρακτηρίζονται ως βιομάζα, μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες τους (ή μέρος αυτών) καίγοντας τα ίδια τους τα απόβλητα σε εφαρμογές ΣΗΘ<sup>5</sup>.

([www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass\\_guide.pdf](http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf), [www.desmie.gr/ape-sithya/adeiodotiki-diadikasia-kodikopoiisi-nomothesis-ape/periechomena/biomaza-biokaysima/ilektroparagogi-apo-biomaza](http://www.desmie.gr/ape-sithya/adeiodotiki-diadikasia-kodikopoiisi-nomothesis-ape/periechomena/biomaza-biokaysima/ilektroparagogi-apo-biomaza))

---

<sup>5</sup> Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

---

### ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

#### 3.1. Ταυτότητα της έρευνας

**Αντικείμενο** της παρούσας έρευνας είναι η αξιοποίηση και ανάπτυξη των ΑΠΕ σε διάφορες διοικητικές περιφέρειες της Ελλάδας. Ειδικότερα αναζητήθηκαν στοιχεία για τέσσερις μορφές ΑΠΕ που έχουν αναπτυχθεί στη χώρα μας και συγκεκριμένα μονάδων φωτοβολταϊκών συστημάτων (Φ/Β), αιολικής, βιομάζας-βιοαερίου και ΜΥΗΕ. Τα στοιχεία που παραθέτονται αφορούν το χρονικό διάστημα από το 2007 έως και το 2014.

Οι **στόχοι** της έρευνας είναι να καταγραφεί η εγκατεστημένη ισχύς κάθε μορφής ΑΠΕ σε ετήσια βάση και ανά περιφέρεια, αλλά και να γίνει συγκριτική αξιολόγηση τους ανά έτος, περιφέρεια και ΑΠΕ.

Η **μέθοδος** που ακολουθήθηκε ήταν η άντληση στοιχείων μέσω διαδικτύου και συγκεκριμένα από τη σελίδα του ΛΑΓΗΕ (Λειτουργός Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας). Τα δεδομένα προέρχονται από τα Δελτία ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ του μήνα Δεκεμβρίου κάθε έτους, προκειμένου οι συγκρίσεις να γίνονται στη συνολική εικόνα κάθε έτους.

Τα στοιχεία αφορούν εγκατεστημένη ισχύ μονάδων ΑΠΕ στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα, η οποία εκφράζεται σε MW. Επίσης, οι τιμές που αφορούν τα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν περιλαμβάνουν την εγκατεστημένη ισχύ από το Ειδικό Πρόγραμμα «Φωτοβολταϊκά σε στέγες», καθώς δε δίνονται αναλυτικά στοιχεία σε όλα τα έτη.

Η **στατιστική επεξεργασία** των δεδομένων που συλλέχθηκαν έγινε με τη χρήση του προγράμματος Microsoft Office Excel 2007.

### 3.2. Δεδομένα της έρευνας

Τα δεδομένα της έρευνας, τα οποία προέρχονται από τα Δελτία ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ του μήνα Δεκεμβρίου κάθε έτους, που δημοσιεύει ο ΛΑΓΗΕ στην ηλεκτρονική του διεύθυνση ([www.lagie.gr](http://www.lagie.gr)) και τα οποία θα αναλυθούν και θα συγκριθούν στη συνέχεια απεικονίζονται στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 10: Στοιχεία εγκατεστημένης ισχύος ανά περιφέρεια και ΑΠΕ για το έτος 2007**

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ	2007				
	Φ/Β	ΑΙΟΛΙΚΗ	ΒΙΟΑΕΡΙΟ-ΒΙΟΜΑΖΑ	ΜΥΘΕ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΝΑΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗ	0,11	197,00	0,00	1,00	198,11
ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	0,11	106,00	0,00	4,00	110,11
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	0,24	17,00	7,79	25,00	50,03
ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΗΠΕΙΡΟΣ	0,10	0,00	0,00	34,00	34,10
ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	0,00	36,00	0,00	9,00	45,00
ΑΤΤΙΚΗ	0,06	3,00	20,00	0,00	23,06
ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ	0,00	14,00	0,00	0,00	14,00
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	0,10	17,00	0,35	5,00	22,45
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	0,00	247,00	0,00	17,00	264,00
ΚΥΚΛΑΔΕΣ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>0,72</b>	<b>637,00</b>	<b>28,14</b>	<b>96,00</b>	<b>761,86</b>

**Πίνακας 11: Στοιχεία εγκατεστημένης ισχύος ανά περιφέρεια και ΑΠΕ για το έτος 2008**

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ	2008				
	Φ/Β	ΑΙΟΛΙΚΗ	ΒΙΟΑΕΡΙΟ-ΒΙΟΜΑΖΑ	ΜΥΘΕ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΝΑΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗ	0,66	197,00	0,00	1,00	198,66
ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	1,42	171,00	0,00	4,00	176,42
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	4,76	17,00	7,55	45,00	74,31
ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
ΗΠΕΙΡΟΣ	0,60	0,00	0,00	45,00	45,60
ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	0,81	61,00	0,00	19,00	80,81
ΑΤΤΙΚΗ	0,48	3,00	20,00	1,00	24,48
ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	0,31	0,00	0,00	4,00	4,31
ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ	0,00	71,00	0,00	0,00	71,00
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	1,60	17,00	0,35	10,00	28,95
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	0,31	252,00	0,00	29,00	281,31
ΚΥΚΛΑΔΕΣ	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>10,98</b>	<b>791,00</b>	<b>27,90</b>	<b>158,00</b>	<b>987,88</b>

**Πίνακας 12: Στοιχεία εγκατεστημένης ισχύος ανά περιφέρεια και ΑΠΕ για το έτος 2009**

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ	2009				
	Φ/Β	ΑΙΟΛΙΚΗ	ΒΙΟΑΕΡΙΟ-ΒΙΟΜΑΖΑ	ΜΥΘΕ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΝΑΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗ	3,39	197,00	0,00	2,00	<b>202,39</b>
ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	10,90	213,00	0,00	3,00	<b>226,90</b>
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	12,39	27,00	7,55	47,00	<b>93,94</b>
ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	0,02	0,00	0,00	0,00	<b>0,02</b>
ΗΠΕΙΡΟΣ	2,16	0,00	0,00	46,00	<b>48,16</b>
ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	2,71	93,00	0,00	27,00	<b>122,71</b>
ΑΤΤΙΚΗ	1,05	3,00	33,90	1,00	<b>38,95</b>
ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	1,33	0,00	0,00	4,00	<b>5,33</b>
ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ	0,02	71,00	0,00	0,00	<b>71,02</b>
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	5,46	17,00	2,20	21,00	<b>45,66</b>
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	6,61	294,00	0,00	32,00	<b>332,61</b>
ΚΥΚΛΑΔΕΣ	0,00	2,00	0,00	0,00	<b>2,00</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>46,03</b>	<b>917,00</b>	<b>43,65</b>	<b>183,00</b>	<b>1189,68</b>

**Πίνακας 13: Στοιχεία εγκατεστημένης ισχύος ανά περιφέρεια και ΑΠΕ για το έτος 2010**

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ	2010				
	Φ/Β	ΑΙΟΛΙΚΗ	ΒΙΟΑΕΡΙΟ-ΒΙΟΜΑΖΑ	ΜΥΘΕ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΝΑΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗ	16,35	217,00	0,00	3,00	<b>236,35</b>
ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	32,31	213,00	0,00	4,00	<b>249,31</b>
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	34,13	27,00	8,00	49,00	<b>118,13</b>
ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	0,02	0,00	0,00	0,00	<b>0,02</b>
ΗΠΕΙΡΟΣ	6,97	0,00	0,00	47,00	<b>53,97</b>
ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	13,06	113,00	0,00	34,00	<b>160,06</b>
ΑΤΤΙΚΗ	3,00	3,00	33,90	1,00	<b>40,90</b>
ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	10,81	0,00	0,00	6,00	<b>16,81</b>
ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ	0,02	74,00	0,00	0,00	<b>74,02</b>
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	12,46	17,00	2,20	21,00	<b>52,66</b>
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	23,79	374,00	0,00	32,00	<b>429,79</b>
ΚΥΚΛΑΔΕΣ	0,00	2,00	0,00	0,00	<b>2,00</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>152,92</b>	<b>1040,00</b>	<b>44,10</b>	<b>197,00</b>	<b>1434,02</b>

**Πίνακας 14: Στοιχεία εγκατεστημένης ισχύος ανά περιφέρεια και ΑΠΕ για το έτος 2011**

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ	2011				
	Φ/Β	ΑΙΟΛΙΚΗ	ΒΙΟΑΕΡΙΟ-ΒΙΟΜΑΖΑ	ΜΥΗΕ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΝΑΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗ	41,15	240,00	0,00	3,00	<b>284,15</b>
ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	76,73	297,00	0,00	4,00	<b>377,73</b>
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	73,25	41,00	8,00	49,00	<b>171,25</b>
ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	0,02	0,00	0,00	0,00	<b>0,02</b>
ΗΠΕΙΡΟΣ	18,92	0,00	1,00	47,00	<b>66,92</b>
ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	59,10	113,00	0,00	42,00	<b>214,10</b>
ΑΤΤΙΚΗ	24,68	8,00	33,90	1,00	<b>67,58</b>
ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	23,77	24,00	0,00	6,00	<b>53,77</b>
ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ	0,12	84,00	0,00	0,00	<b>84,12</b>
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	54,56	17,00	2,20	22,00	<b>95,76</b>
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	66,81	527,00	0,00	32,00	<b>625,81</b>
ΚΥΚΛΑΔΕΣ	0,00	2,00	0,00	0,00	<b>2,00</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>439,11</b>	<b>1353,00</b>	<b>45,10</b>	<b>206,00</b>	<b>2043,21</b>

**Πίνακας 15: Στοιχεία εγκατεστημένης ισχύος ανά περιφέρεια και ΑΠΕ για το έτος 2012**

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ	2012				
	Φ/Β	ΑΙΟΛΙΚΗ	ΒΙΟΑΕΡΙΟ-ΒΙΟΜΑΖΑ	ΜΥΗΕ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΝΑΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗ	104,64	240,00	0,00	3,00	<b>347,64</b>
ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	204,67	340,75	0,00	4,00	<b>549,42</b>
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	163,15	41,00	8,00	49,00	<b>261,15</b>
ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	0,32	0,00	0,00	0,00	<b>0,32</b>
ΗΠΕΙΡΟΣ	47,45	0,00	1,00	48,00	<b>96,45</b>
ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	139,06	130,35	0,00	42,00	<b>311,41</b>
ΑΤΤΙΚΗ	100,56	34,06	33,90	1,00	<b>169,52</b>
ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	50,45	24,00	0,00	6,00	<b>80,45</b>
ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ	4,58	83,70	0,00	0,00	<b>88,28</b>
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	136,65	17,00	2,20	27,00	<b>182,85</b>
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	174,57	552,98	0,00	33,00	<b>760,55</b>
ΚΥΚΛΑΔΕΣ	0,00	1,98	0,00	0,00	<b>1,98</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1126,09</b>	<b>1465,82</b>	<b>45,10</b>	<b>213,00</b>	<b>2850,01</b>

**Πίνακας 16: Στοιχεία εγκατεστημένης ισχύος ανά περιφέρεια και ΑΠΕ για το έτος 2013**

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ	2013				
	Φ/Β	ΑΙΟΛΙΚΗ	ΒΙΟΑΕΡΙΟ-ΒΙΟΜΑΖΑ	ΜΥΗΕ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΝΑΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗ	208,25	242,20	0,50	3,00	<b>453,95</b>
ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	0,10	0,00	0,00	0,00	<b>0,10</b>
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	290,18	347,55	0,00	4,00	<b>641,73</b>
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	318,51	41,00	8,05	49,00	<b>416,56</b>
ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	2,41	0,00	0,00	0,00	<b>2,41</b>
ΗΠΕΙΡΟΣ	108,55	0,00	1,20	48,00	<b>157,75</b>
ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	275,12	130,35	0,25	42,00	<b>447,72</b>
ΑΤΤΙΚΗ	167,05	50,16	34,46	1,00	<b>252,67</b>
ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	98,05	52,90	0,00	13,00	<b>163,95</b>
ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ	27,00	83,70	0,00	0,00	<b>110,70</b>
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	264,27	17,00	1,85	27,00	<b>310,12</b>
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	310,75	552,98	0,00	33,00	<b>896,73</b>
ΚΥΚΛΑΔΕΣ	0,00	1,98	0,00	0,00	<b>1,98</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>2070,24</b>	<b>1519,82</b>	<b>46,31</b>	<b>220,00</b>	<b>3856,37</b>

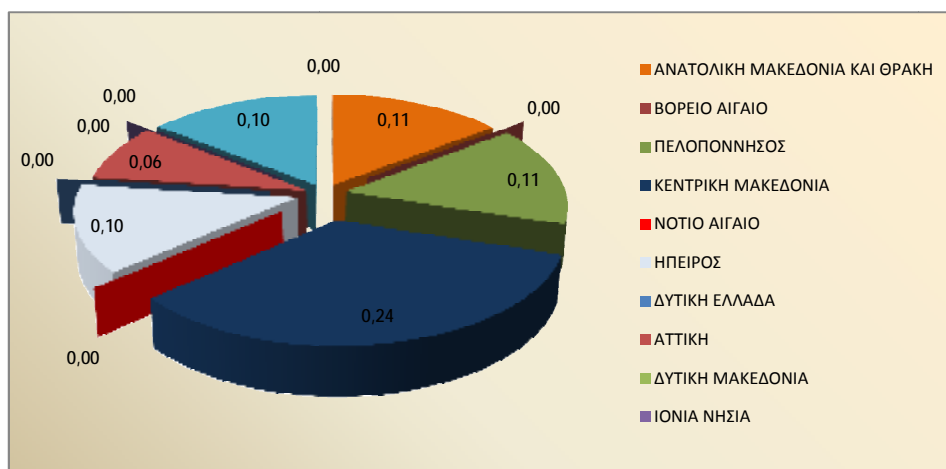
**Πίνακας 17: Στοιχεία εγκατεστημένης ισχύος ανά περιφέρεια και ΑΠΕ για το έτος 2014**

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ	2014				
	Φ/Β	ΑΙΟΛΙΚΗ	ΒΙΟΑΕΡΙΟ-ΒΙΟΜΑΖΑ	ΜΥΗΕ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΝΑΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗ	213,17	284,20	0,25	3,00	<b>500,62</b>
ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	0,10	0,00	0,00	0,00	<b>0,10</b>
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	291,95	365,55	0,00	4,00	<b>661,50</b>
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	320,10	41,00	8,05	49,00	<b>418,15</b>
ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	2,41	0,00	0,00	0,00	<b>2,41</b>
ΗΠΕΙΡΟΣ	108,71	0,00	1,20	48,00	<b>157,91</b>
ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	275,16	130,35	0,50	42,00	<b>448,01</b>
ΑΤΤΙΚΗ	167,30	82,36	34,46	1,00	<b>285,12</b>
ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	98,00	52,90	0,38	13,00	<b>164,28</b>
ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ	26,97	83,70	0,00	0,00	<b>110,67</b>
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	265,22	17,00	2,35	27,00	<b>311,57</b>
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	316,22	602,68	0,00	33,00	<b>951,90</b>
ΚΥΚΛΑΔΕΣ	0,00	1,98	0,00	0,00	<b>1,98</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>2085,30</b>	<b>1661,72</b>	<b>47,19</b>	<b>220,00</b>	<b>4014,21</b>

### 3.3. Αποτελέσματα έρευνας

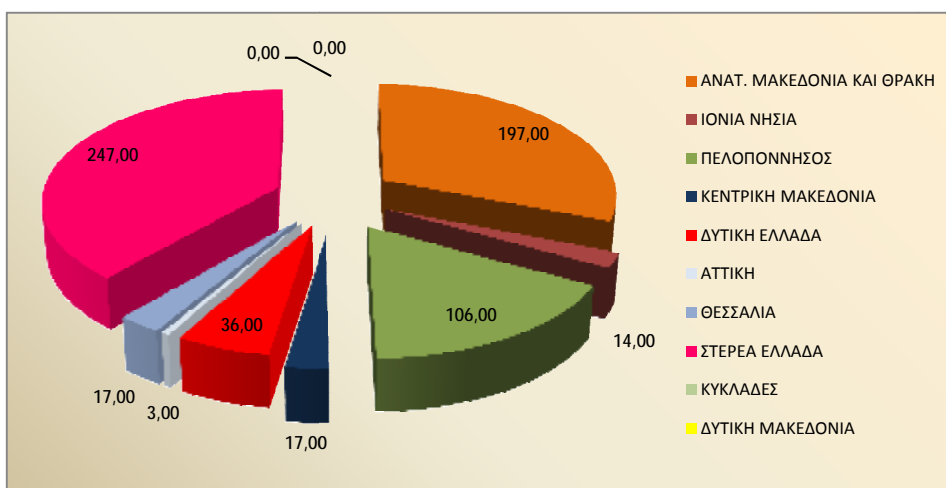
Στο Γράφημα 1 παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β ανά περιφέρεια για το έτος 2007. Παρατηρούμε ότι για το έτος αυτό η εκμετάλλευση των Φ/Β συστημάτων κινείται σε πολύ χαμηλά επίπεδα, με πολλές Περιφέρειες να μην παρουσιάζουν επενδύσεις στον τομέα αυτό. Στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας υπάρχει η μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύς με 0,24MW σε σύνολο 0,72MW που αντιστοιχεί σε ποσοστό 33,3%. Εκτός αυτής, οι μόνες Περιφέρειες στις οποίες έχουμε εγκατεστημένη ισχύ σε Φ/Β είναι η Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, Πελοποννήσου, Ηπείρου, Αττικής και Θεσσαλίας.

**Γράφημα 1: Εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β ανά Περιφέρεια για το έτος 2007**



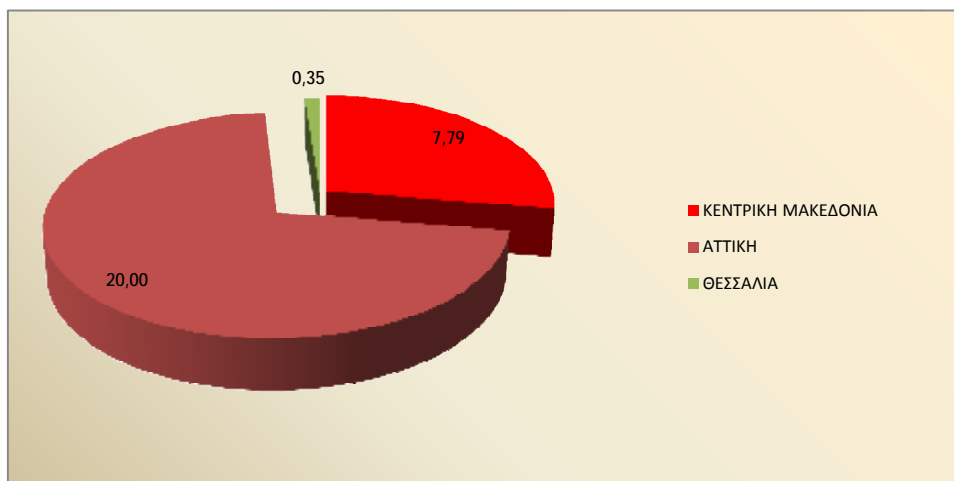
Στο Γράφημα 2 εμφανίζεται η εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας για το 2007. Οι τρεις πρώτες Περιφέρειες σε εγκατεστημένη ισχύ είναι η Στερεά Ελλάδα, η Ανατολική Μακεδονία και Θράκη και η Πελοπόννησος, όπου οι τρεις μαζί καλύπτουν το 86,3% της εγκατεστημένης ισχύος σε αιολική ενέργεια για το 2007. Οι Κυκλάδες και η Κεντρική Μακεδονία δεν έχουν επενδύσεις σε αιολική ενέργεια.

**Γράφημα 2: Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας ανά Περιφέρεια για το έτος 2007**



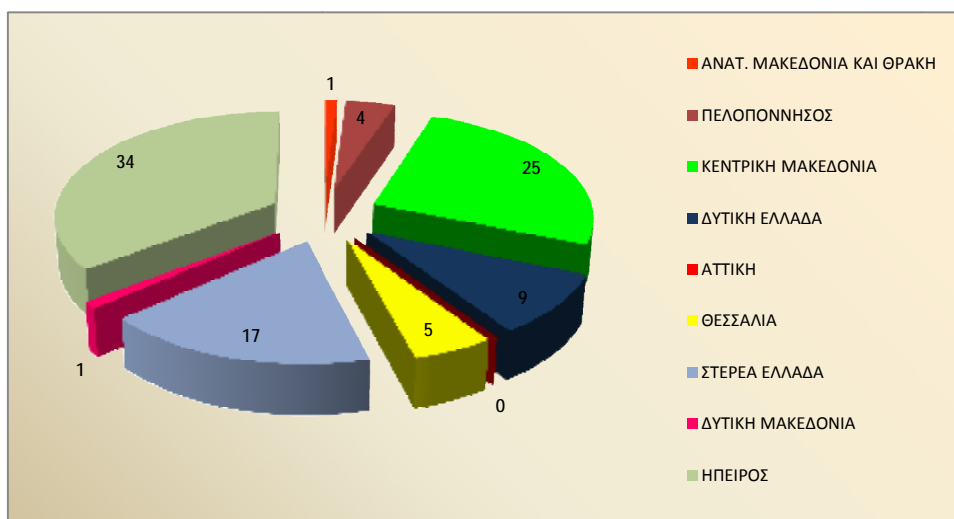
Στο Γράφημα 3 απεικονίζεται η εγκατεστημένη ισχύς βιομάζας-βιοαερίου για το 2007, η οποία περιορίζεται σε τρεις μόνο Περιφέρειες όπου κυρίαρχη είναι η Αττική με 20MW. Ακολουθεί η Κεντρική Μακεδονία με 7,79MW και τέλος η Θεσσαλία με 0,35MW.

**Γράφημα 3: Εγκατεστημένη ισχύς βιομάζας-βιοαερίου ανά Περιφέρεια για το έτος 2007**



Στο Γράφημα 4 παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ για το 2007. Η Περιφέρεια Ηπείρου καταλαμβάνει τη πρώτη θέση με 34MW και ακολουθεί η Κεντρική Μακεδονία με 25MW και η Στερεά Ελλάδα με 17MW. Μηδενική είναι η εγκατεστημένη ισχύς στην Αττική και 1MW στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη και στη Δυτική Μακεδονία.

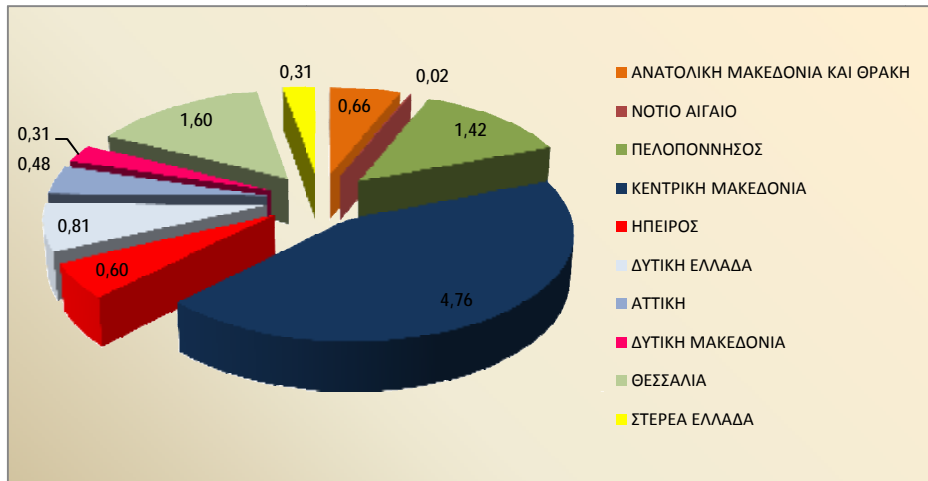
**Γράφημα 4: Εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ ανά Περιφέρεια για το έτος 2007**



Στο Γράφημα 5 απεικονίζεται η εγκατεστημένη ισχύς σε Φ/Β για το έτος 2008. Παρατηρούμε ότι η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας εξακολουθεί να κατέχει την πρώτη θέση με 4,76MW που αντιστοιχεί σε ποσοστό 43,35% επί της συνολικής ισχύος, ενώ τη σκυτάλη στη δεύτερη θέση παίρνει η Θεσσαλία με 1,60MW που αντιστοιχεί σε ποσοστό

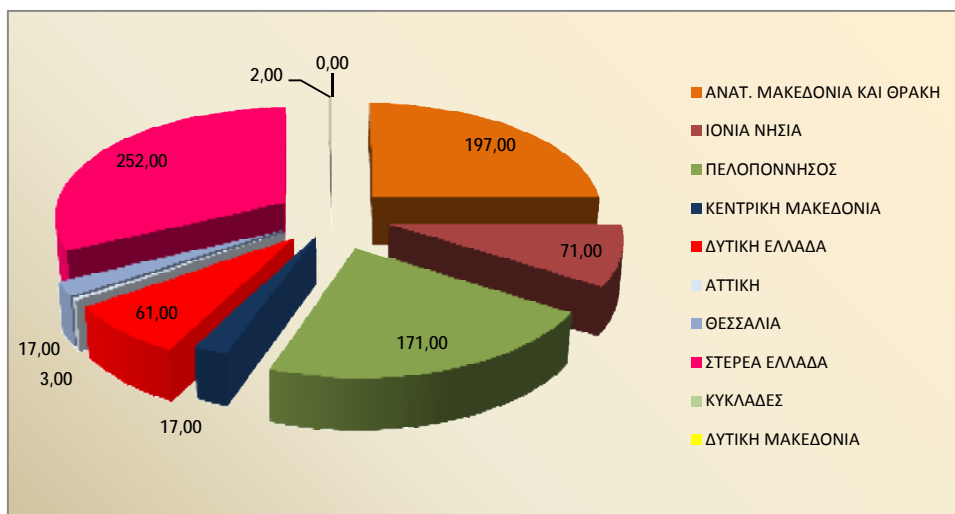
14,5%. Αυτό το έτος έχουμε είσοδο στην αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, με Φ/Β τεσσάρων ακόμα περιφερειών: του Νοτίου Αιγαίου, της Δυτική Ελλάδα, της Δυτικής Μακεδονίας και της Στερεάς Ελλάδας. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς αυξήθηκε σε 10,98MW από 0,72MW το 2007.

**Γράφημα 5: Εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β ανά Περιφέρεια για το έτος 2008**



Στο Γράφημα 6 εμφανίζεται η εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας για το έτος 2008. Στο έτος αυτό έχουμε πρώτες Περιφέρειες, όπως και το 2007, τη Στερεά Ελλάδα, την Ανατολική Μακεδονία και Θράκη και την Πελοπόννησο. Επίσης παρατηρούμε σημαντική αύξηση της αξιοποίησης της αιολικής από την Περιφέρεια Ιονίων Νήσων, σε σχέση με το 2007, που φτάνει το 407%. Τέλος, το έτος αυτό «μπαίνουν» στην εκμετάλλευση της αιολικής και οι Κυκλάδες.

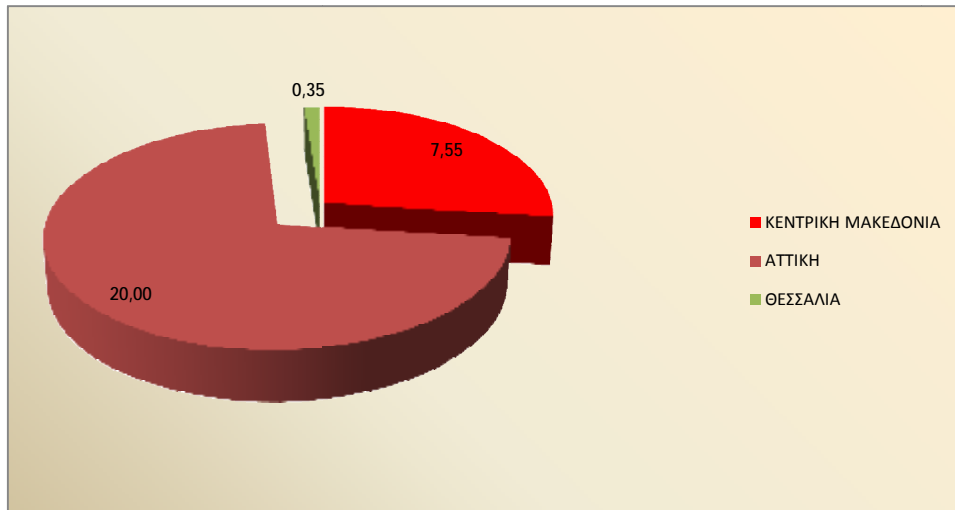
**Γράφημα 6: Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας ανά Περιφέρεια για το έτος 2008**





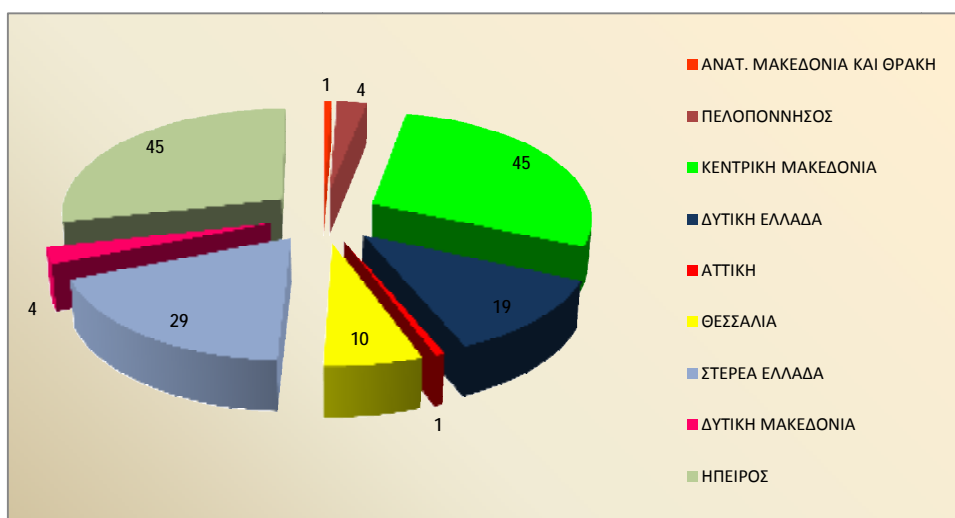
Στο Γράφημα 7, εμφανίζεται η εγκατεστημένη ισχύς σε βιομάζα-βιοαέριο για το έτος 2008. Και αυτό το έτος η αξιοποίηση της βιομάζας-βιοαερίου γίνεται από τις ίδιες Περιφέρειες, δηλαδή την Αττική, την Κεντρική Μακεδονία και τη Θεσσαλία, στις ίδιες περίπου τιμές. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 27,9MW.

**Γράφημα 7: Εγκατεστημένη ισχύς βιομάζας-βιοαερίου ανά Περιφέρεια για το έτος 2008**



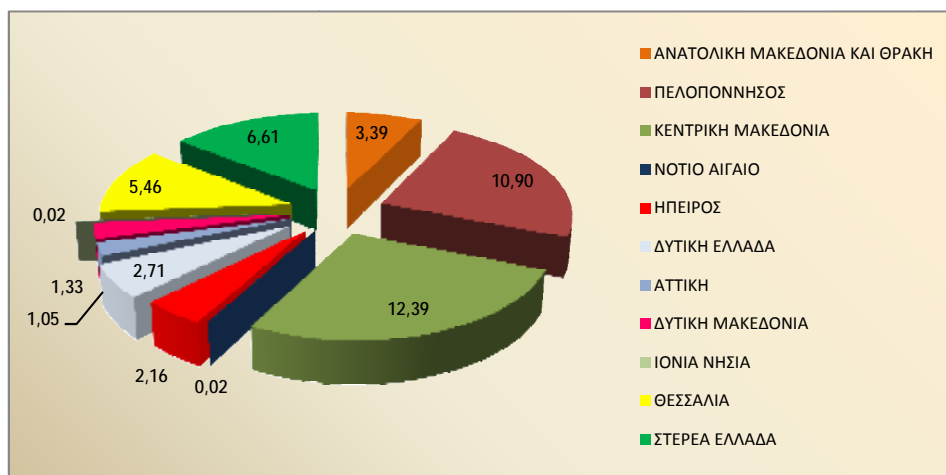
Στο Γράφημα 8 απεικονίζεται η εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ για το έτος 2008. Όπως μπορούμε να δούμε την πρώτη θέση αυτήν τη χρονιά καταλαμβάνουν η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας και η Περιφέρεια Ηπείρου, με 45MW και ποσοστό 28,5% η καθεμία επί της συνολικής ισχύος του έτους και ακολουθεί η Στερεά Ελλάδα με 18,3%. Το 2008 έχουμε για πρώτη φορά επενδύσεις και στην Αττική με ισχύ 1MW.

**Γράφημα 8: Εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ ανά Περιφέρεια για το έτος 2008**



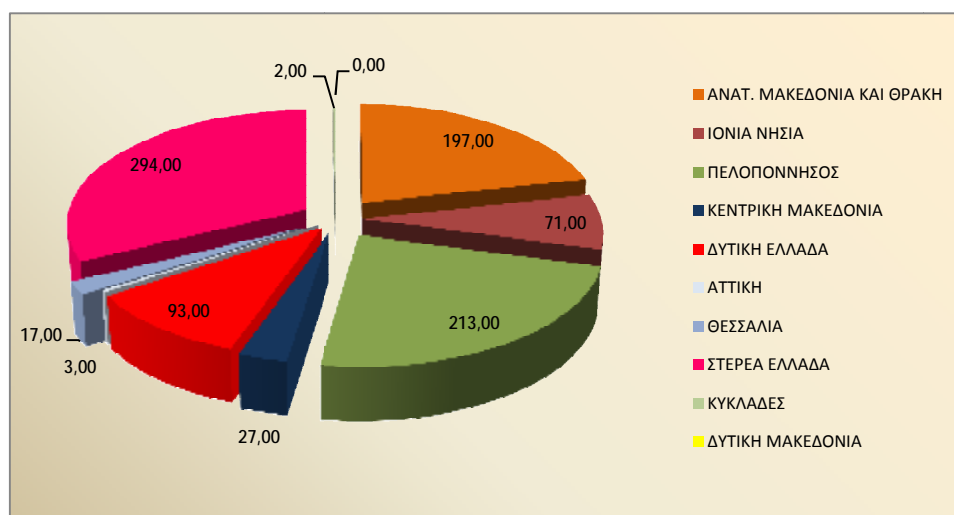
Στο Γράφημα 9 παρουσιάζεται η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας με Φ/Β συστήματα για το 2009. Όλες οι Περιφέρειες αυξάνουν την εγκατεστημένη ισχύ, ενώ η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας εξακολουθεί να είναι πρώτη με 12,39MW. Ακολουθεί η Περιφέρεια Πελοποννήσου με 10,9MW και οι υπόλοιπες με μικρότερες τιμές. Παρατηρούμε ότι στην αξιοποίηση των Φ/Β «μπαίνει» και η Περιφέρεια Ιονίων Νήσων με 0,02MW και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς σε Φ/Β για αυτό το έτος διαμορφώνεται στα 46,03MW, παρουσιάζοντας αύξηση από την προηγούμενη χρονιά κατά 319%.

**Γράφημα 9: Εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β ανά Περιφέρεια για το έτος 2009**



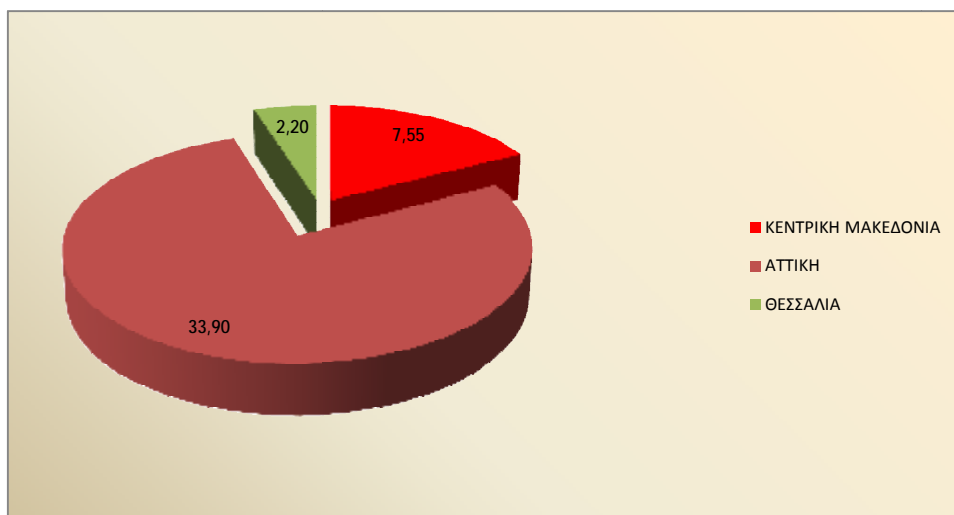
Στο Γράφημα 10 αναλύεται η εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας για το 2009. Βλέπουμε ότι τις τρεις πρώτες θέσεις εξακολουθούν να έχουν η Στερεά Ελλάδα με 294MW, η Πελοπόννησος με 213MW και η Ανατολική Μακεδονία και Θράκη με 197MW (ίδια από το 2007). Αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος αιολικής ενέργειας παρατηρείται στη Στερεά Ελλάδα, στην Πελοπόννησο, στην Κεντρική Μακεδονία και στη Δυτική Ελλάδα. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς αυξήθηκε από 791MW το 2008 σε 917MW, δηλαδή αύξηση 16%.

**Γράφημα 10: Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας ανά Περιφέρεια για το έτος 2009**



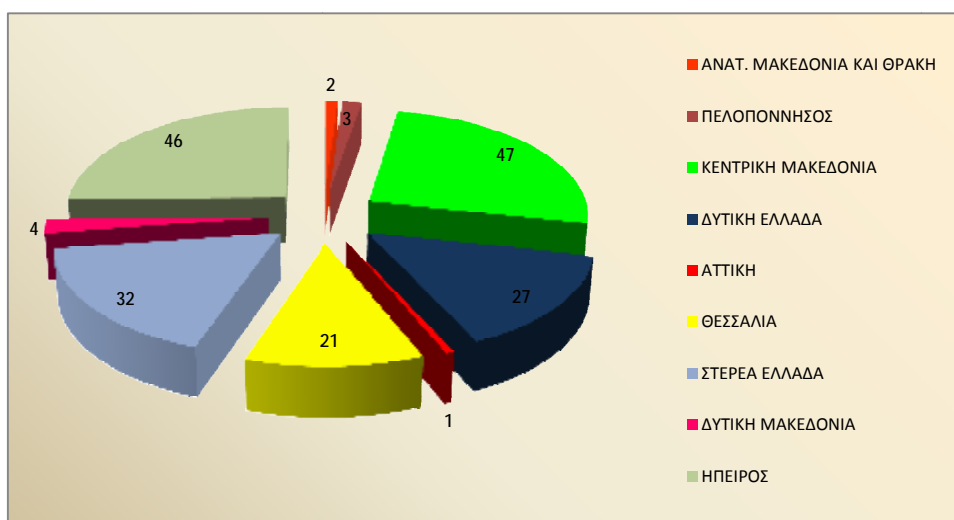
Στο Γράφημα 11 παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ισχύς σε βιομάζα-βιοαέριο για το έτος 2009. Και αυτό το έτος η αξιοποίηση της βιομάζας-βιοαερίου συνεχίζει να γίνεται στις ίδιες Περιφέρειες, με τη Θεσσαλία και την Αττική να αυξάνουν την εγκατεστημένη ισχύ σε 33,90MW και 2,20MW αντίστοιχα, ενώ στην Κεντρική Μακεδονία παραμένει ίδια με το 2008. Η συνολική ισχύς αυξάνεται κατά 15,75MW, που οφείλεται σχεδόν εξολοκλήρου στην αύξηση των επενδύσεων στην Αττική.

**Γράφημα 11: Εγκατεστημένη ισχύς βιομάζας-βιοαερίου ανά Περιφέρεια για το έτος 2009**



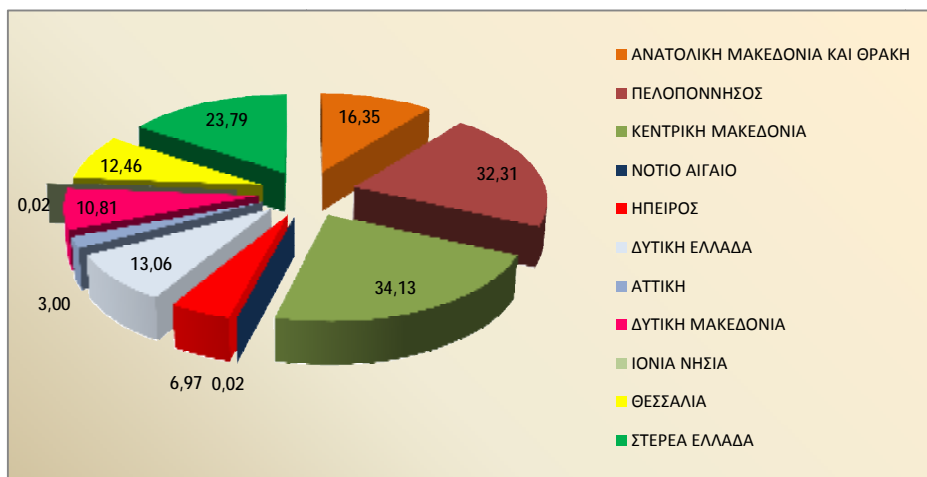
Στο Γράφημα 12 εμφανίζεται η εγκατεστημένη ισχύς σε ΜΥΗΕ για το έτος 2009. Και αυτό το έτος η αξιοποίηση των ΜΥΗΕ γίνεται στις ίδιες Περιφέρειες με το 2008, με μια αύξηση της συνολικής ισχύος από 158MW σε 183MW, που αντιστοιχεί σε ένα ποσοστό περίπου 16%. Η Κεντρική Μακεδονία και η Ήπειρος κυριαρχούν συγκεντρώνοντας και οι δύο μαζί τη μισή σχεδόν εγκατεστημένη ισχύ για το 2009.

**Γράφημα 12: Εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ ανά Περιφέρεια για το έτος 2009**



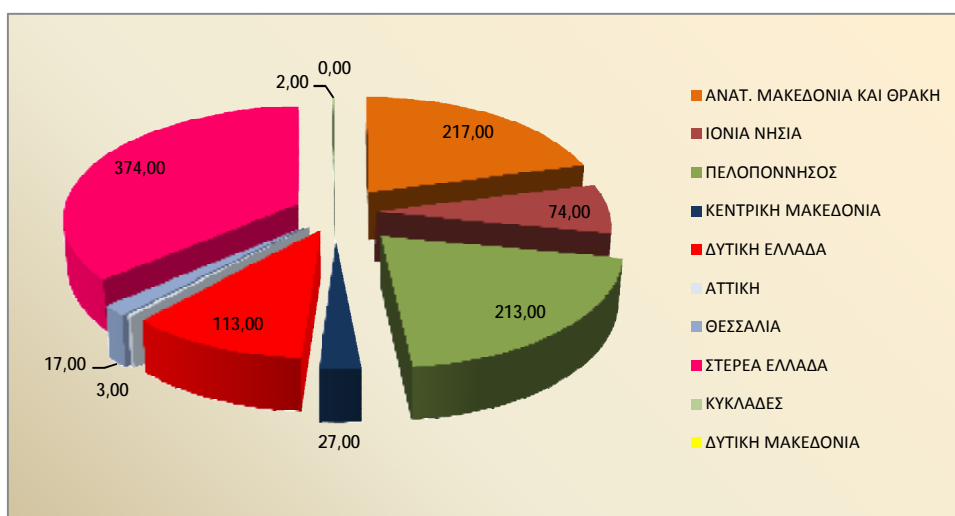
Στο Γράφημα 13 παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β για το έτος 2010. Πρώτη σε αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας με τη χρήση Φ/Β είναι και αυτή τη χρονιά η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας με 34,13MW και ακολουθεί η Πελοπόννησος με 32,31MW. Τη χρονιά αυτή παρατηρείται μία «εκτίναξη» της εγκατεστημένης ισχύος από 46,03MW σε 152,92MW.

**Γράφημα 13: Εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β ανά Περιφέρεια για το έτος 2010**



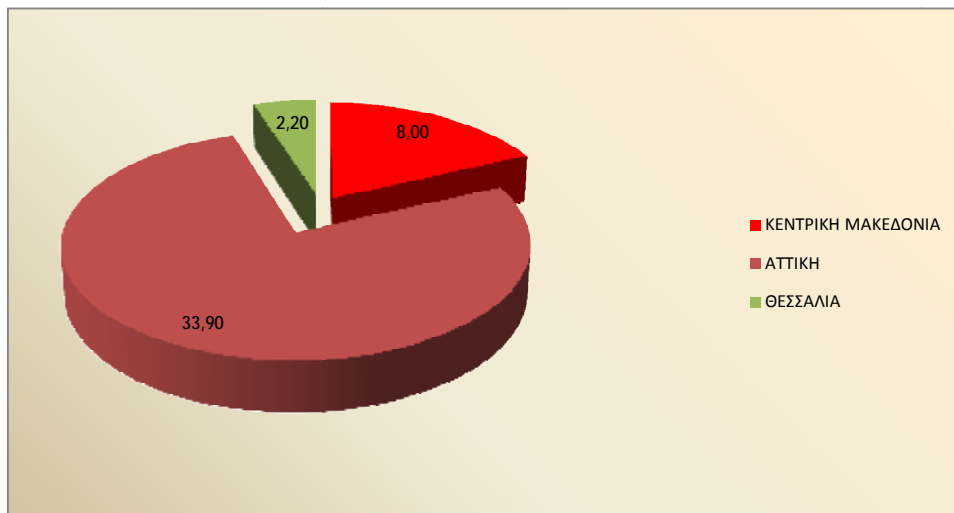
Ακολουθεί το Γράφημα 14 όπου απεικονίζεται η εγκατεστημένη ισχύς σε αιολική ενέργεια για το έτος 2010. Παρατηρούμε ότι πρώτη σε αξιοποίηση αυτής της ενέργειας εξακολουθεί να είναι η Στερεά Ελλάδα με ποσοστό επί της συνολικής ισχύος 35,96%. Ακολουθεί η Ανατολική Μακεδονία και Θράκη με 217MW, η οποία «ρίχνει» την Πελοπόννησο στην τρίτη θέση, καθώς σε αυτήν την Περιφέρεια δεν παρατηρείται αύξηση από την περσινή χρονιά.

**Γράφημα 14: Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας ανά Περιφέρεια για το έτος 2010**



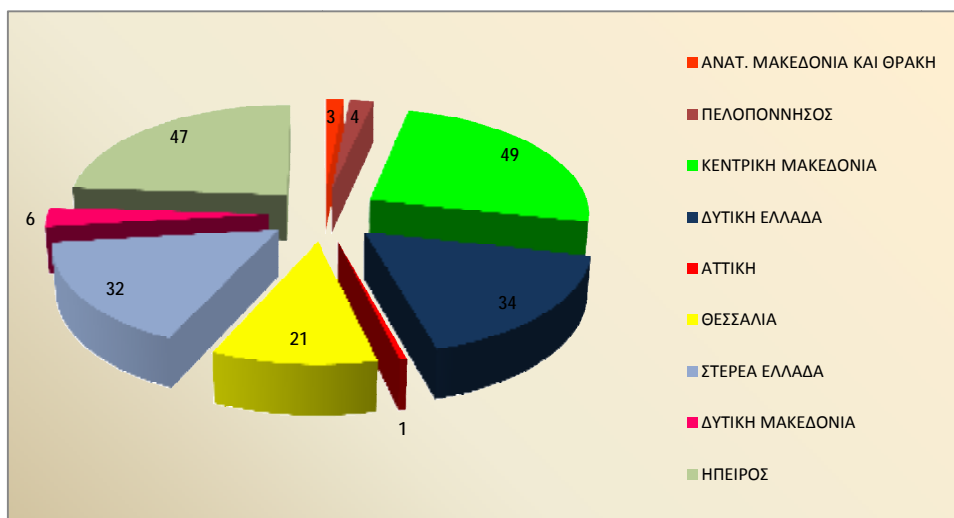
Στο Γράφημα 15 απεικονίζεται η αξιοποίηση της βιομάζας-βιοαερίου για το έτος 2010. Οι ίδιες Περιφέρειες συνεχίζουν να εμφανίζουν εκμετάλλευση αυτής της μορφής ΑΠΕ, με μία πολύ μικρή αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος, της τάξεως των 0,45MW, που οφείλεται αποκλειστικά στην αύξηση στην Κεντρική Μακεδονία. Εξακολουθεί να παρατηρείται έλλειψη ενδιαφέροντος για την αξιοποίηση αυτής της ΑΠΕ από τις υπόλοιπες Περιφέρειες.

**Γράφημα 15: Εγκατεστημένη ισχύς βιομάζας-βιοαερίου ανά Περιφέρεια για το έτος 2010**



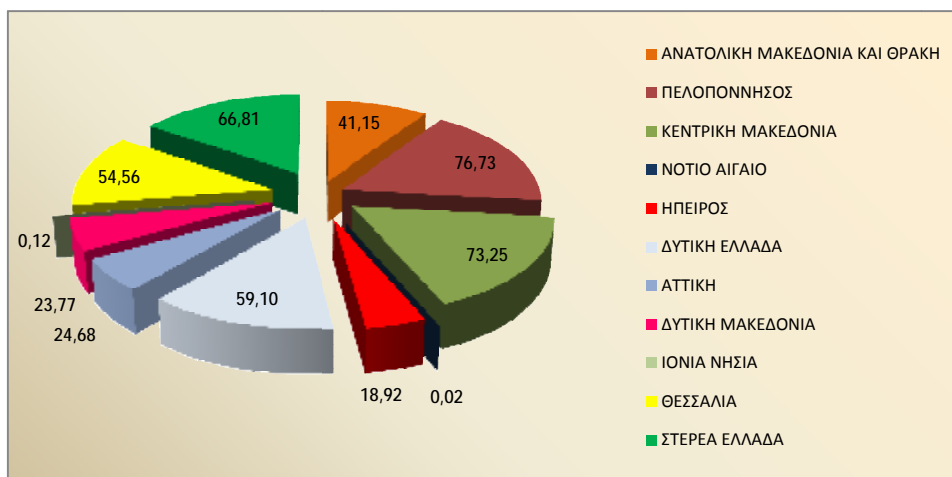
Στο Γράφημα 16 παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ για το έτος 2010. Η αξιοποίηση των ΜΥΗΕ γίνεται στις ίδιες Περιφέρειες που γινόταν και τα προηγούμενα χρόνια, με την Κεντρική Μακεδονία και την Ήπειρο να κυριαρχούν και τη συνολική ισχύ να διαμορφώνεται στα 197MW. Όμως το 2010, η Δυτική Ελλάδα παρουσιάζει μία αύξηση ισχύος κατά 26%, ανεβαίνοντας στην τρίτη θέση και ξεπερνώντας τη Στερεά Ελλάδα που παρουσιάζει μία στασιμότητα στα 32MW εγκατεστημένης ισχύος.

**Γράφημα 16: Εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ ανά Περιφέρεια για το έτος 2010**



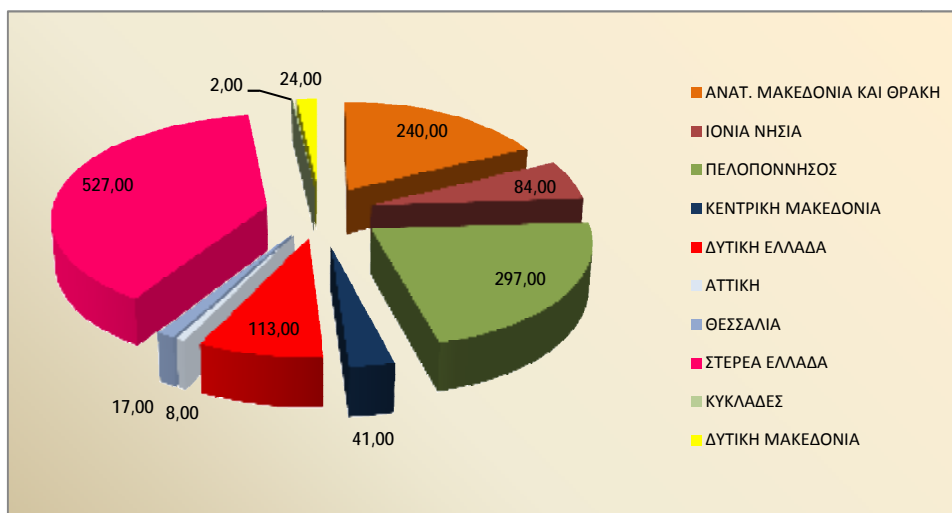
Στο Γράφημα 17 απεικονίζεται η εγκατεστημένη ισχύς των Φ/Β για το 2011. Πρώτη σε επενδύσεις Φ/Β εμφανίζεται η Περιφέρεια Πελοποννήσου με 76,73MW που αντιστοιχεί σε ποσοστό 17,5%, αφήνοντας στη δεύτερη θέση την Κεντρική Μακεδονία. Όλες οι Περιφέρειες (εκτός του Νοτίου Αιγαίου) υπερδιπλασιάζουν την ισχύ τους, με την Αττική να φτάνει το 723%. Ακολουθούν η Δυτική Ελλάδα με 353% και η Θεσσαλία με 338%. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς αυξάνεται κατά 286,16MW και διαμορφώνεται στα 439,11MW.

**Γράφημα 17: Εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β ανά Περιφέρεια για το έτος 2011**



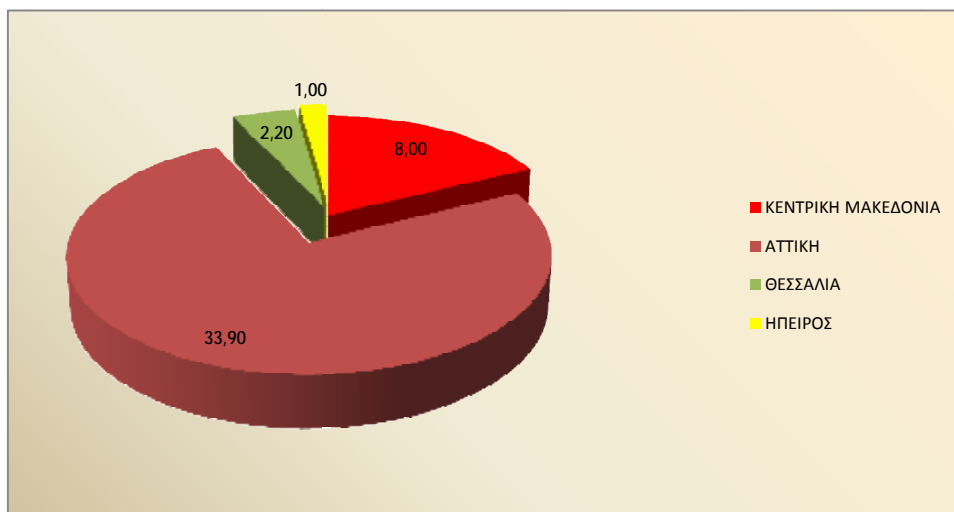
Το Γράφημα 18 δείχνει την εγκατεστημένη ισχύ σε αιολική ενέργεια για το έτος 2011. Την πρώτη θέση εξακολουθεί να κατέχει η Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας με 527MW, που αντιστοιχούν σε ποσοστό 38,95% επί της συνολικής ισχύος, πραγματοποιώντας αύξηση ισχύος 41%. Ακολουθεί η Περιφέρεια Πελοποννήσου με 297MW και ποσοστό 21,9%. Το 2011 για πρώτη χρονιά αξιοποιείται η αιολική ενέργεια και στη Δυτική Μακεδονία με εγκατεστημένη ισχύ στα 24MW. Η συνολική ισχύς διαμορφώνεται στα 1353MW, αυξανόμενη κατά 30%.

**Γράφημα 18: Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας ανά Περιφέρεια για το έτος 2011**



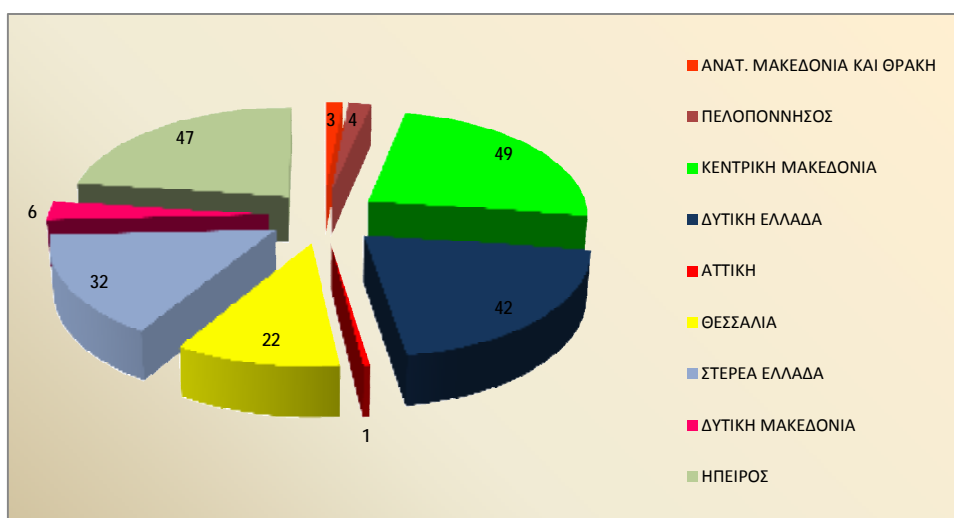
Ακολουθεί το Γράφημα 19, όπου παρουσιάζεται η αξιοποίηση της βιομάζας-βιοαερίου για το έτος 2011. Η εγκατεστημένη ισχύς στις Περιφέρειες Αττικής, Κεντρικής Μακεδονίας και Θεσσαλίας παραμένει στάσιμη. Την πρώτη θέση εξακολουθεί να έχει η Περιφέρεια Αττικής με 33,9MW ενώ την μικρότερη εγκατεστημένη ισχύ έχει η Ήπειρος, που εμφανίζεται για πρώτη χρονιά, με μόνο 1MW.

**Γράφημα 19: Εγκατεστημένη ισχύς βιομάζας-βιοαερίου ανά Περιφέρεια για το έτος 2011**



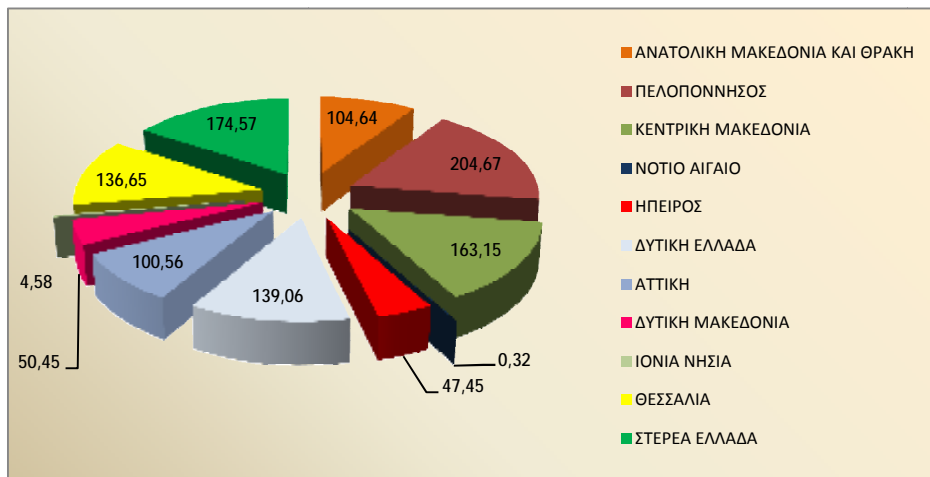
Στο Γράφημα 20 απεικονίζεται η εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ για το έτος 2011. Οι τιμές ισχύος παραμένουν ίδιες σε όλες τις Περιφέρειες, εκτός της Θεσσαλίας που αυξάνεται κατά 1MW και της Δυτικής Ελλάδας που παρουσιάζει μία αύξηση 8MW. Η Κεντρική Μακεδονία εξακολουθεί να κατέχει την πρώτη θέση με 49MW και ακολουθεί η Ήπειρος με 47MW, ενώ τη μικρότερη εγκατεστημένη ισχύ έχει η Αττική με μόνο 1MW.

**Γράφημα 20: Εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ ανά Περιφέρεια για το έτος 2011**



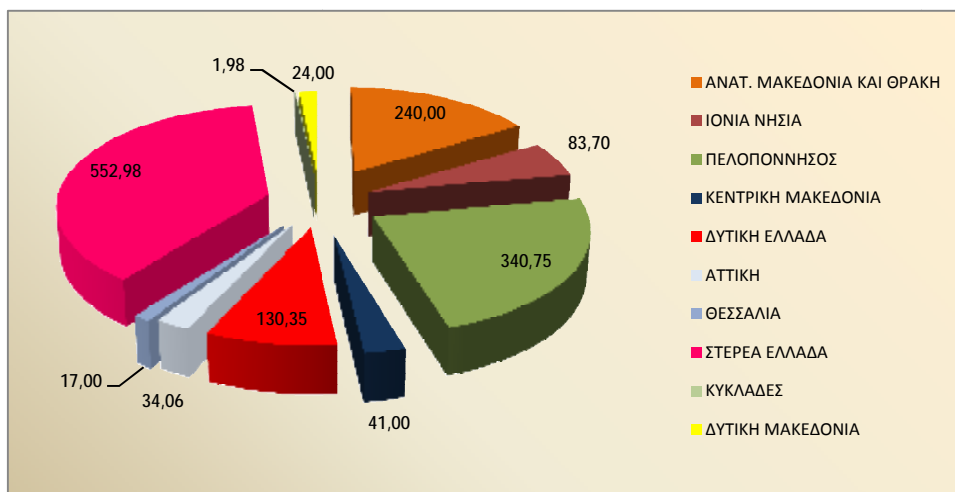
Στο Γράφημα 21 απεικονίζεται η εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β για το έτος 2012. Και αυτή τη χρονιά η Περιφέρεια Πελοποννήσου είναι πρώτη σε αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας με Φ/Β με 204,67MW και ποσοστό αύξησης 166,74%. Ακολουθεί η Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας με 174,57MW και αύξηση κατά 161,3%. Τελευταία σε κατάταξη είναι η Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου που δεν έχει αξιοποιήσει καθόλου τα Φ/Β. Το 2012 παρατηρείται μία τεράστια αύξηση στην εγκατεστημένη ισχύ σε Φ/Β από 439,11MW σε 1126,09MW, που αντιστοιχεί σε ποσοστό 156%.

**Γράφημα 21: Εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β ανά Περιφέρεια για το έτος 2012**



Στο Γράφημα 22 εμφανίζεται η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας για το έτος 2012. Πρώτη είναι η Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας με ποσοστό 37,7% επί του συνόλου και 552,98MW και ακολουθεί η Περιφέρεια Πελοποννήσου με ποσοστό 23,2% και 340,75MW. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 1465,82MW, με αύξηση από την προηγούμενη χρονιά σε ποσοστό 8,3%. Αυτή οφείλεται στην αύξηση ισχύος που παρατηρείται στις Περιφέρειες: Πελοποννήσου με άνοδο 43,75MW, Αττικής με 26,06MW, Στερεάς Ελλάδας με 25,98MW και Δυτικής Ελλάδας με 17,35MW.

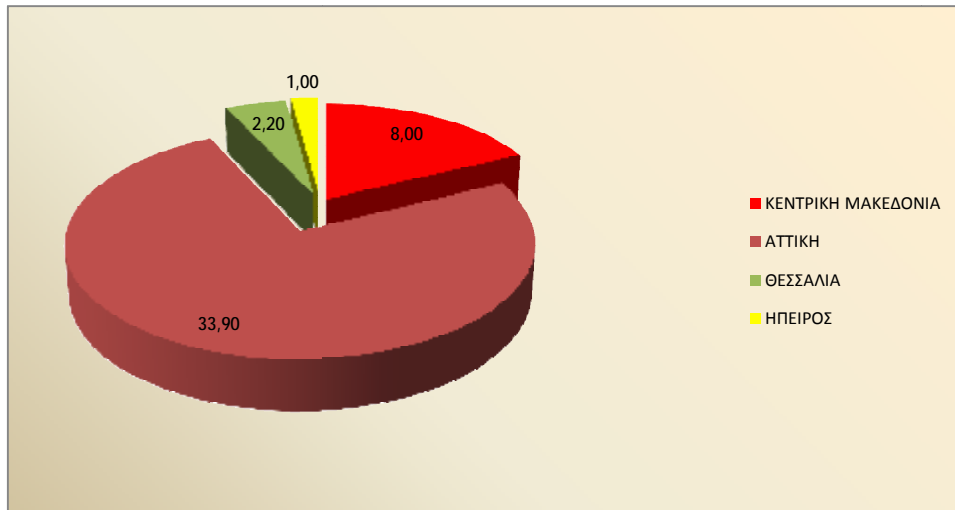
**Γράφημα 22: Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας ανά Περιφέρεια για το έτος 2012**





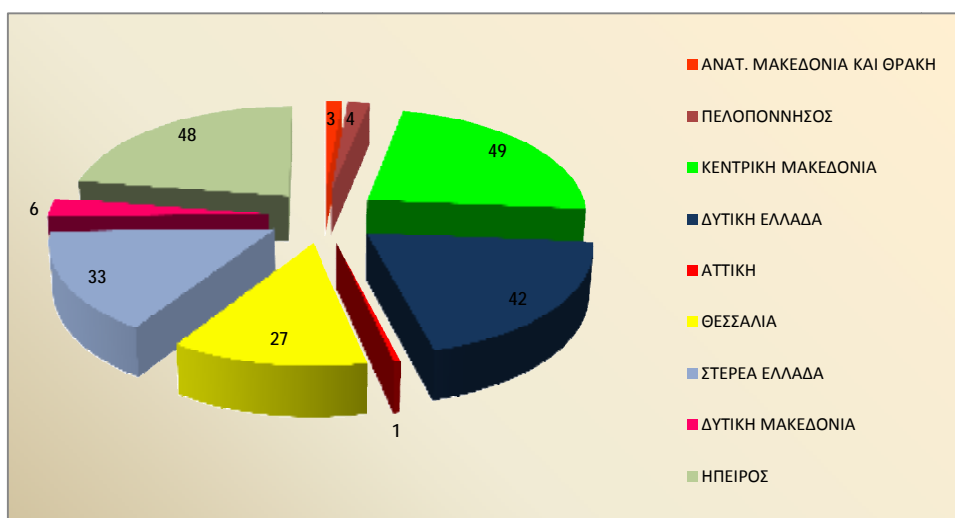
Στο Γράφημα 23 απεικονίζεται η εγκατεστημένη ισχύς σε βιομάζα-βιοαέριο για το έτος 2012. Η Αττική εξακολουθεί να κυριαρχεί στην αξιοποίηση αυτής της ενέργειας με ισχύ 33,9MW και ακολουθεί με μεγάλη διαφορά η Κεντρική Μακεδονία με 8MW, με τη συνολική ισχύ να παραμένει ίδια με την προηγούμενη χρονιά στα 45,10MW.

**Γράφημα 23: Εγκατεστημένη ισχύς βιομάζας-βιοαερίου ανά Περιφέρεια για το έτος 2012**



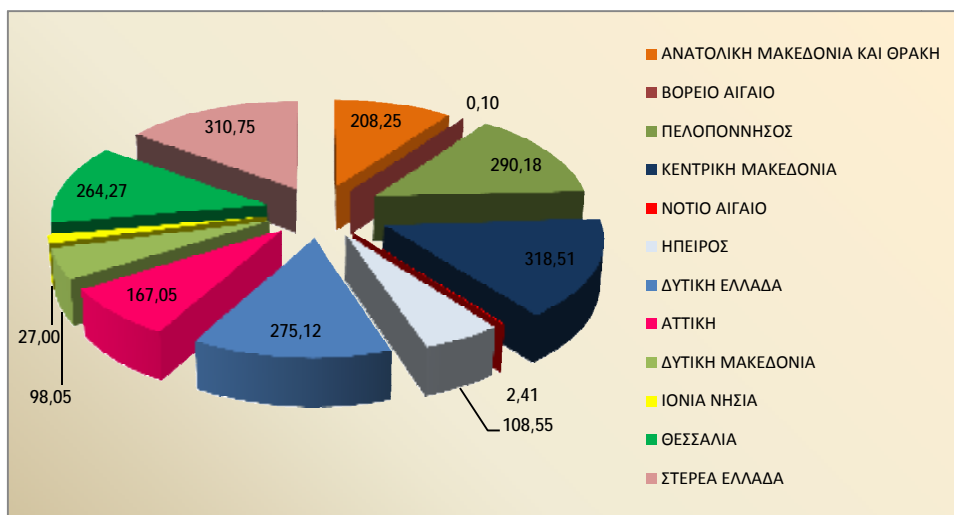
Στο Γράφημα 24 παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ισχύς σε ΜΥΗΕ για το 2012. Η Κεντρική Μακεδονία και αυτή τη χρονιά κυριαρχεί στην αξιοποίηση αυτής της ενέργειας με 49MW και ακολουθεί με μικρή διαφορά η Ήπειρος με 48MW. Στη Θεσσαλία παρουσιάζεται για αυτό το έτος η μεγαλύτερη αύξηση εγκατεστημένης ισχύος από 22MW σε 27MW, με τη συνολική να διαμορφώνεται στα 213MW.

**Γράφημα 24: Εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ ανά Περιφέρεια για το έτος 2012**



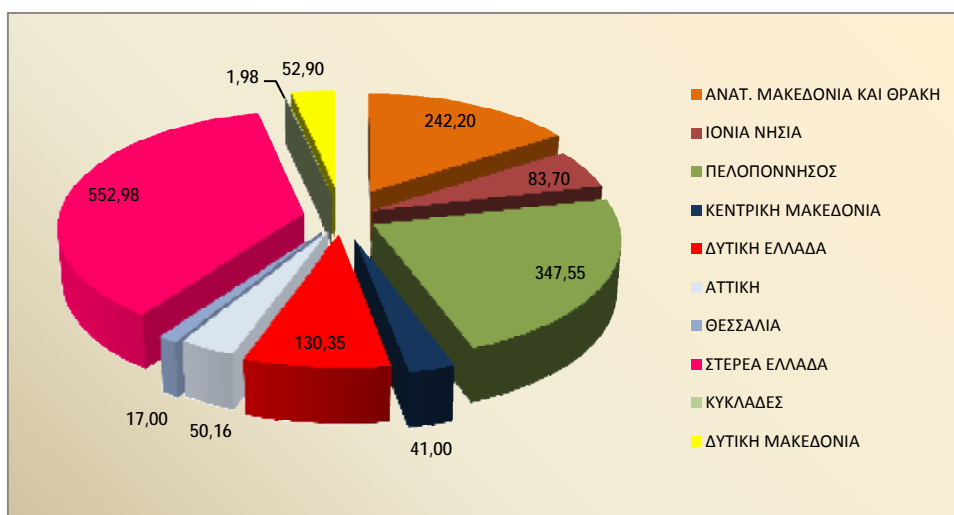
Στο Γράφημα 25 έχουμε την εγκατεστημένη ισχύ σε Φ/Β για το έτος 2013. Είναι εντυπωσιακή και αυτό το έτος η αύξηση της, με 944,15MW που αντιστοιχούν σε ποσοστό περίπου 84%. Στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας έχουν αξιοποιηθεί περισσότερο αυτή τη φορά και ανεβαίνει από την τρίτη θέση με 318,51MW, ενώ ακολουθεί η Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας με 310,75MW και η Πελοπόννησος που πέφτει από την πρώτη θέση, με 290,18MW.

**Γράφημα 25: Εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β ανά Περιφέρεια για το έτος 2013**



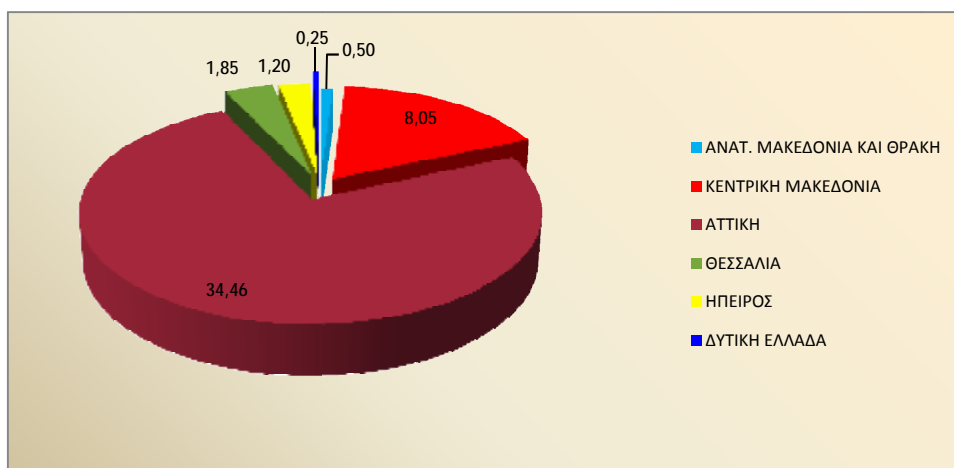
Στο Γράφημα 26 απεικονίζεται η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας για το 2013. Η Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας είναι και πάλι πρώτη, με την εγκατεστημένη ισχύ να παραμένει στα 552,98MW και ακολουθεί η Πελοπόννησος με 347,55MW. Όμως, η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρείται στη Δυτική Μακεδονία, η οποία φτάνει στα 52,90MW εγκατεστημένης ισχύος αύξηση δηλαδή κατά 120,4%. Η συνολική ισχύς αυξάνεται και αυτή τη χρονιά και φτάνει τα 1519,82MW.

**Γράφημα 26: Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας ανά Περιφέρεια για το έτος 2013**



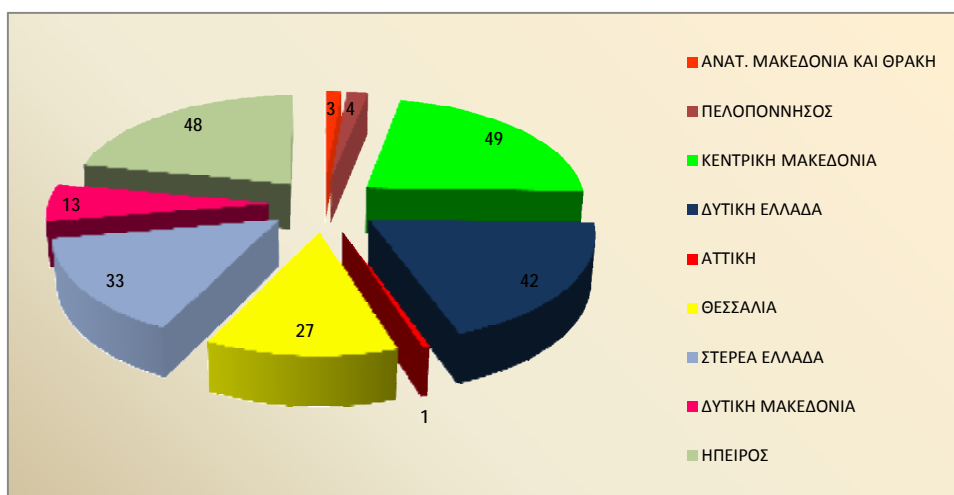
Στο Γράφημα 27 απεικονίζεται η αξιοποίηση της βιομάζας-βιοαερίου για το 2013. Η Περιφέρεια Αττικής κατέχει σταθερά την πρώτη θέση με 34,46MW που αντιστοιχεί σε ποσοστό 74,4% επί της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος για το έτος αυτό. Το 2013 πραγματοποιούνται για πρώτη φορά επενδύσεις στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη με εγκατεστημένη ισχύ 0,50MW και στη Δυτική Ελλάδα με 0,25MW, ενώ η Θεσσαλία έχει μία μικρή πτώση της εγκατεστημένης ισχύος από 2,20MW σε 1,85MW. Πάντως, η συνολική ισχύς για το 2013 αυξάνεται σε 46,31MW από 45,10MW το 2012.

**Γράφημα 27: Εγκατεστημένη ισχύς βιομάζας-βιοαερίου ανά Περιφέρεια για το έτος 2013**



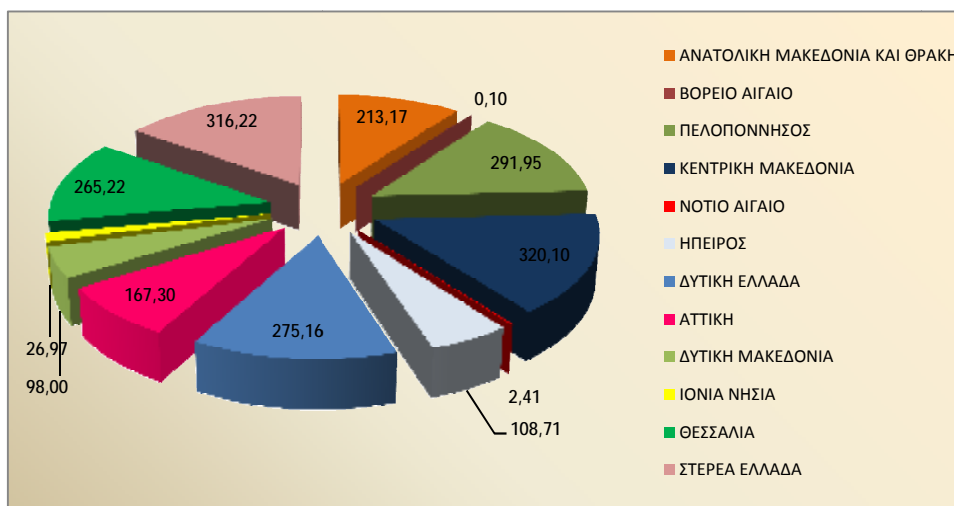
Στο Γράφημα 28 παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ για το έτος 2013. Παρατηρούμε ότι η μεγαλύτερη αξιοποίηση γίνεται από τις ίδιες Περιφέρειες που γινόταν και το 2012 ενώ η Περιφέρεια με την μικρότερη αξιοποίηση είναι όπως και τα προηγούμενα χρόνια η Αττική με μόλις 1MW. Η μόνη Περιφέρεια όπου παρατηρείται αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος είναι η Δυτική Μακεδονία από 6MW σε 13MW, η οποία διαμορφώνει τη συνολική ισχύ του έτους σε 220MW.

**Γράφημα 28: Εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ ανά Περιφέρεια για το έτος 2013**



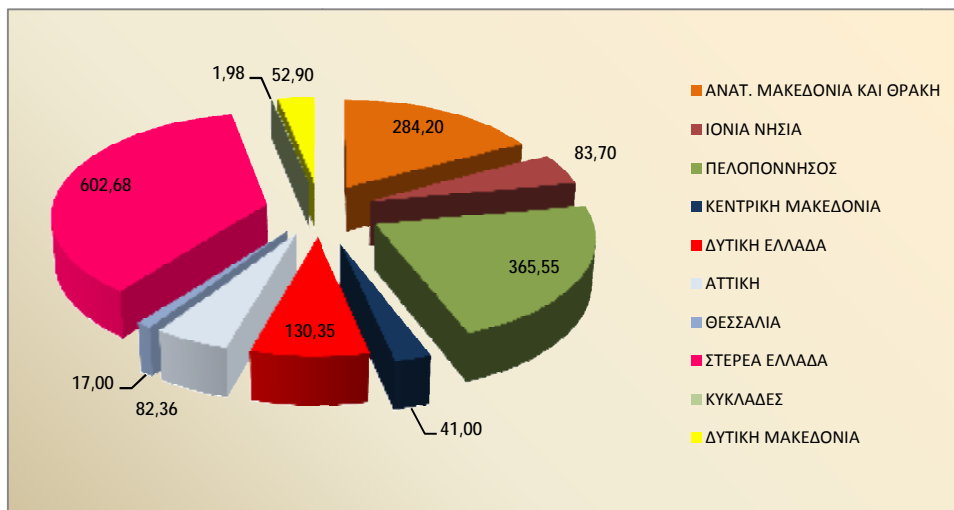
Το Γράφημα 29 δείχνει την αξιοποίηση των Φ/Β για το έτος 2014. Δεν παρατηρούμε σημαντικές αποκλίσεις από την προηγούμενη χρονιά, με τις περιφέρειες της Κεντρικής Μακεδονίας, της Στερεάς Ελλάδας και της Πελοποννήσου να καταλαμβάνουν τις τρεις πρώτες θέσεις. Τη μεγαλύτερη αύξηση εγκατεστημένης ισχύος έχουμε στη Στερεά Ελλάδα κατά 5,47MW και στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη κατά 4,92MW. Με συνολική ισχύ 2085,30MW για το 2014, βλέπουμε ότι παρουσιάζεται μία διακοπή της αυξητικής πορείας της εγκατεστημένης ισχύος των Φ/Β, σε σχέση με τα προηγούμενα έτη.

**Γράφημα 29: Εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β ανά Περιφέρεια για το έτος 2014**



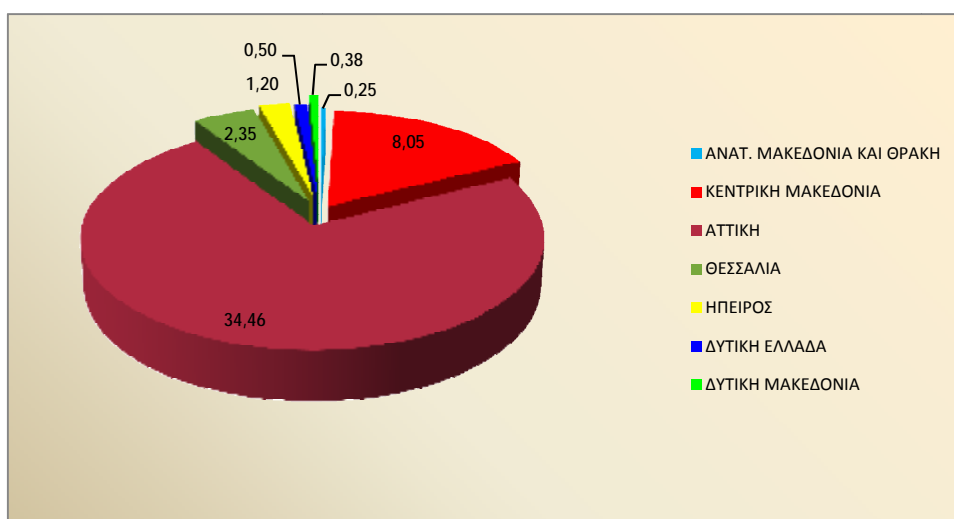
Στο Γράφημα 30 απεικονίζεται η εγκατεστημένη ισχύς σε αιολική ενέργεια για το 2014. Και αυτή τη χρονιά οι δυο πρώτες θέσεις καταλαμβάνονται από τη Στερεά Ελλάδα με 602,68MW και ποσοστό 36,27% και την Πελοπόννησο με 365,55MW και ποσοστό 22%. Στις δύο αυτές Περιφέρειες μαζί με την Αττική και την Ανατολική Μακεδονία και Θράκη αυξάνεται την εγκατεστημένη ισχύ, σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά. Η συνολική ισχύς για το 2014 διαμορφώνεται στα 1661,72MW.

**Γράφημα 30: Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας ανά Περιφέρεια για το έτος 2014**



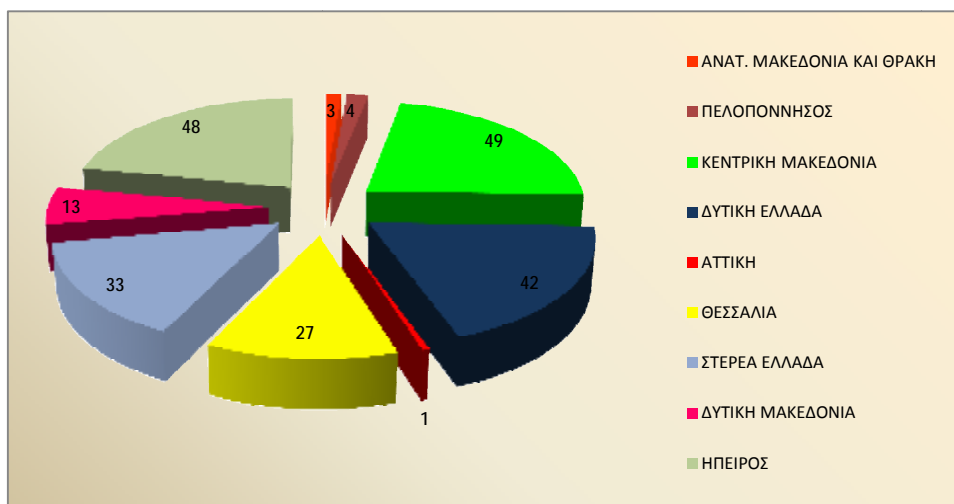
Στο Γράφημα 31 απεικονίζεται η αξιοποίηση της βιομάζας-βιοαερίου για το 2014. Παρατηρούμε ότι μεγαλύτερη αξιοποίηση αυτής της ενέργειας γίνεται όπως και τα προηγούμενα χρόνια στην Αττική με 34,46MW. Το έτος αυτό προστίθεται στις Περιφέρειες που υπάρχει εγκατεστημένη ισχύς σε βιοαέριο-βιομάζα, η Δυτική Μακεδονία με 0,38MW. Η Θεσσαλία και η Δυτική Ελλάδα έχουν αύξηση ισχύος σε 2,35MW και 0,50MW αντίστοιχα. Αντίθετα, η Ανατολική Μακεδονία και Θράκη παρουσιάζει μία μείωση 0,25MW. Ωστόσο η συνολική ισχύς αυξάνεται σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά και διαμορφώνεται στα 47,19MW.

**Γράφημα 31: Εγκατεστημένη ισχύς βιομάζας-βιοαερίου ανά Περιφέρεια για το έτος 2014**



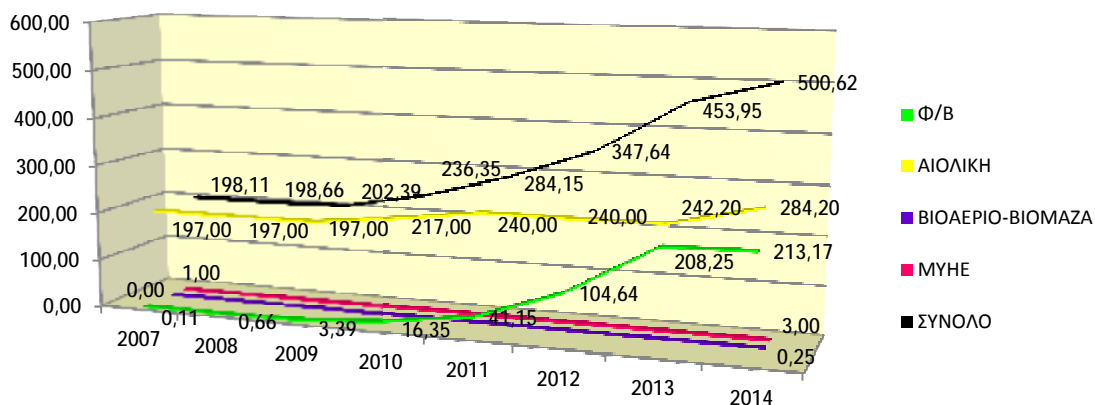
Στο Γράφημα 32 απεικονίζεται η αξιοποίηση των ΜΥΗΕ για το 2014. Εδώ δεν έχουμε καμία μεταβολή σε σχέση με το 2013 στα MW εγκατεστημένης ισχύος στις Περιφέρειες. Η Κεντρική Μακεδονία με 49MW, η Ήπειρος με 48MW και η Δυτική Ελλάδα με 42MW, κατέχουν το 63% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος, που ανέρχεται στα 220MW, όσο δηλαδή και το 2013.

**Γράφημα 32: Εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ ανά Περιφέρεια για το έτος 2014**



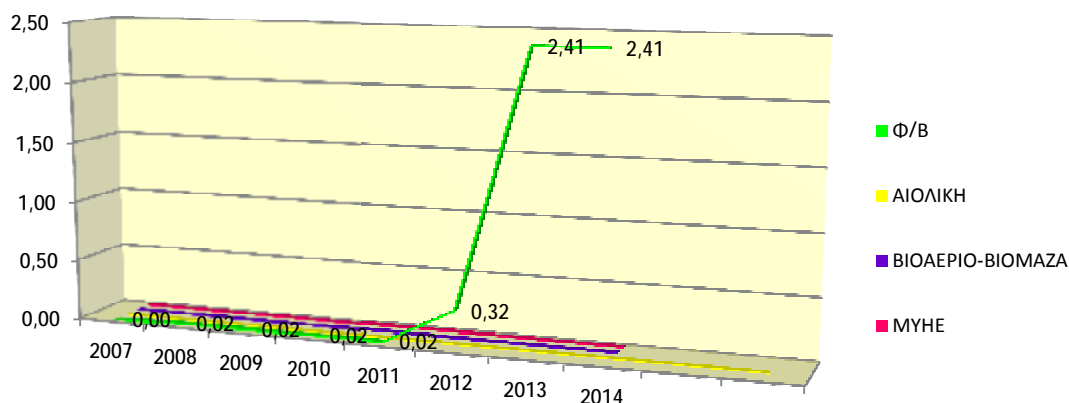
Στα Γραφήματα 33-46, απεικονίζεται η ισχύς ανά ΑΠΕ καθώς και η συνολική ισχύς από ΑΠΕ ανά Περιφέρεια για το χρονικό διάστημα 2007-2014.

**Γράφημα 33: Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης**



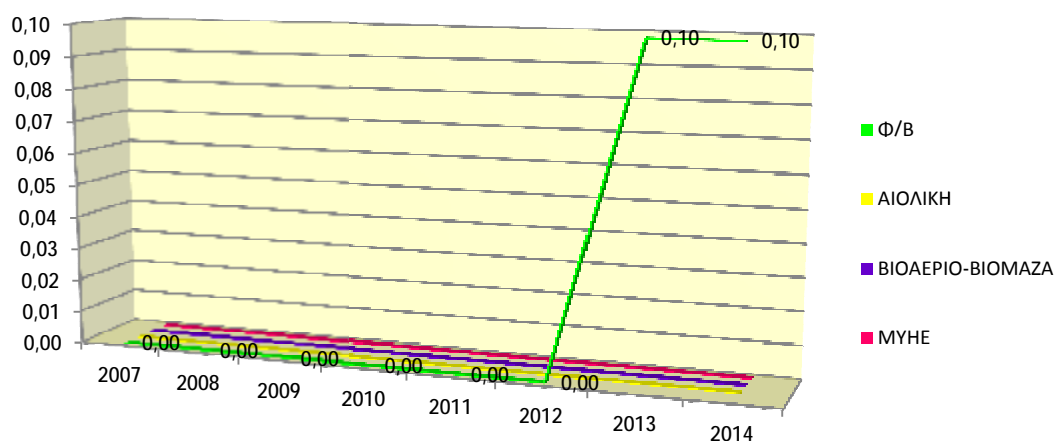
Στο Γράφημα 33 απεικονίζεται η εγκατεστημένη ισχύς ανά ΑΠΕ στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Παρατηρούμε ότι σε αυτή την Περιφέρεια οι ΑΠΕ που έχουν αξιοποιηθεί κατά κύριο λόγο είναι η αιολική και τα Φ/Β. Όπως φαίνεται στο Γράφημα από την καμπύλη της εγκατεστημένης ισχύος σε αιολική ενέργεια, αυτή παρουσιάζει μία σταθερή αυξητική πορεία χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις, ξεκινώντας από 197MW του 2007 και φτάνοντας στα 284,20MW το 2014. Αντίθετα, η καμπύλη των Φ/Β παρουσιάζει μία μεγάλη αύξηση από τα 41,15MW στο τέλος του 2011, στα 104,64MW το 2012 και στα 208,25MW το 2013, για να σταθεροποιηθεί το 2014. Τα ΜΥΗΕ ξεκινούν με 1MW το 2007 για να φτάσουν τα 3MW το 2014 και η βιομάζα-βιοαέριο φτάνει στα 0,25MW το 2014 από μηδενική εγκατεστημένη ισχύ το 2007. Η συνολική ισχύς των ΑΠΕ στο τέλος του 2014 είναι 500,62MW, όταν το 2007 ήταν 198,11MW. Η αύξηση αυτή αντιστοιχεί σε ποσοστό 152,7%.

**Γράφημα 34: Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου**



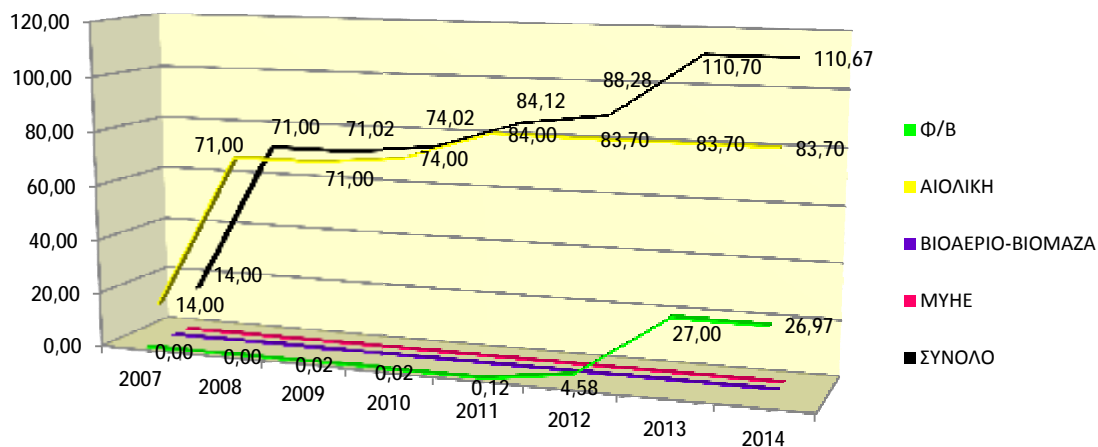
Στην Περιφέρεια του Νοτίου Αιγαίου η εγκατεστημένη ισχύς από ΑΠΕ είναι μόνο 2,41MW και προέρχεται αποκλειστικά από Φ/Β συστήματα, όπως φαίνεται στο Γράφημα 34. Παρά το εξαιρετικό αιολικό δυναμικό της περιοχής, βλέπουμε ότι δεν έχει αξιοποιηθεί η αιολική ενέργεια για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

**Γράφημα 35: Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου**



Το ίδιο ισχύει και για την Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου με εγκατεστημένη ισχύ στα 0,10MW, αποκλειστικά από Φ/Β, με παραγωγή που ξεκίνησε του 2013, όπως βλέπουμε στο Γράφημα 35.

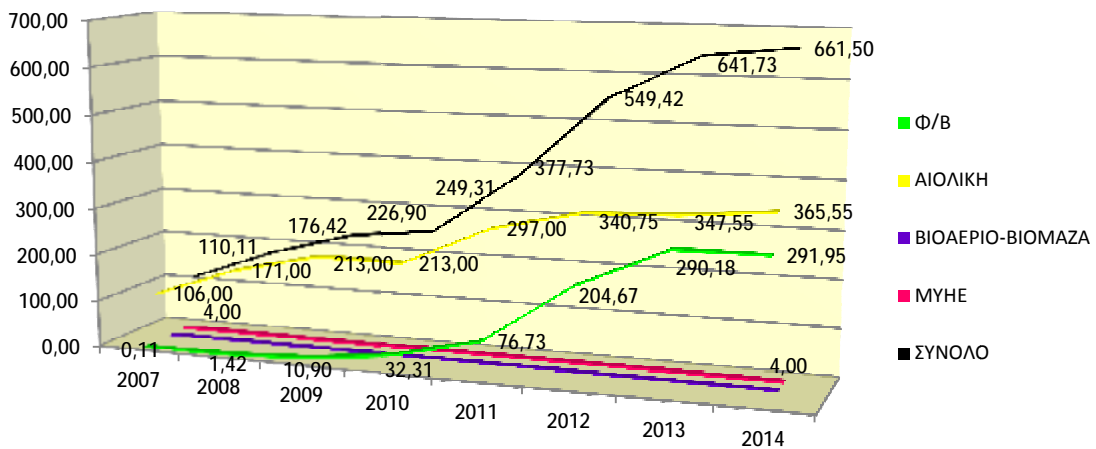
Γράφημα 36: Περιφέρεια Ιονίων Νήσων



Στο Γράφημα 36 βλέπουμε ότι στην Περιφέρεια Ιονίων Νήσων έχει αξιοποιηθεί κυρίως η αιολική ενέργεια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και λιγότερο τα Φ/Β, ενώ δεν υπάρχουν επενδύσεις σε βιοαέριο-βιομάζα και ΜΥΗΕ. Η εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας παρουσιάζει μία απότομη αύξηση το 2008 στα 71MW, για να ακολουθήσει μία σταθερή ανοδική πορεία μέχρι τα 83,70MW το 2014. Από την άλλη, τα Φ/Β έχουν μεγάλη αύξηση το 2013 στα 27MW από 4,58MW το 2012. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς από ΑΠΕ το 2014 είναι 110,67MW.

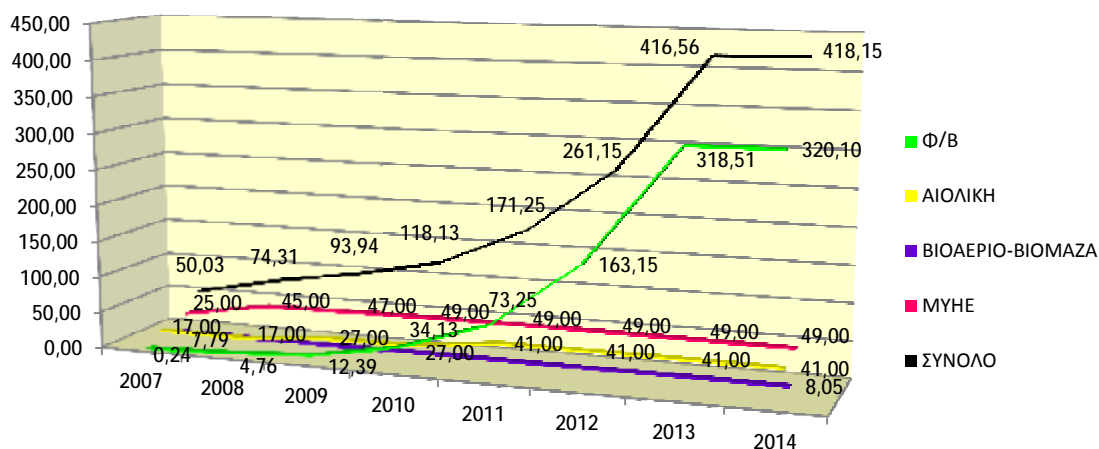


Γράφημα 37: Περιφέρεια Πελοποννήσου



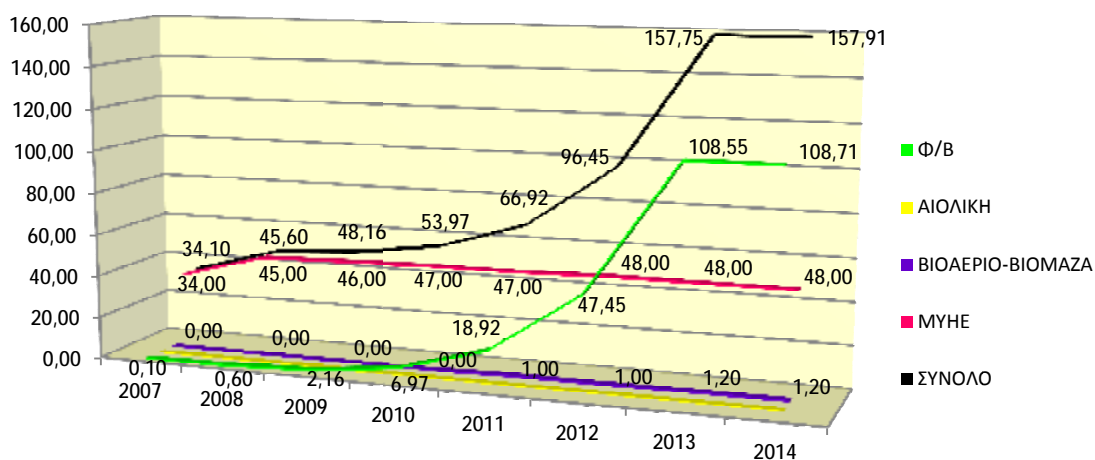
Στο Γράφημα 37 απεικονίζεται η εγκατεστημένη ισχύς ανά ΑΠΕ στην Περιφέρεια Πελοποννήσου. Παρατηρούμε ότι και στην Περιφέρεια αυτή έχουν αξιοποιηθεί περισσότερο η αιολική και τα Φ/Β, ενώ η ισχύς σε ΜΥΗΕ είναι σταθερή όλα τα χρόνια στα 4MW και μηδενική σε βιομάζα-βιοαέριο. Επίσης, όπως και σε άλλες Περιφέρειες που εξετάσαμε προηγουμένως, το 2007 η αιολική ενέργεια είναι αυτή που κυριαρχεί, με ισχύ 106MW και παρουσιάζει μία ομαλή αυξητική πορεία μέχρι το 2014 που φτάνει στα 365,55MW. Από την άλλη μεριά, τα Φ/Β έχουν μία απότομη άνοδο από το 2011 και κυρίως το 2012 για να φτάσουν το 2014 στα 291,95MW. Η συνολική ισχύς των ΑΠΕ το 2014 στην Περιφέρεια Πελοποννήσου ανέρχεται σε 661,50MW, από 110,11MW το 2007, υπάρχει δηλαδή μία αύξηση 500% περίπου.

**Γράφημα 38: Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας**



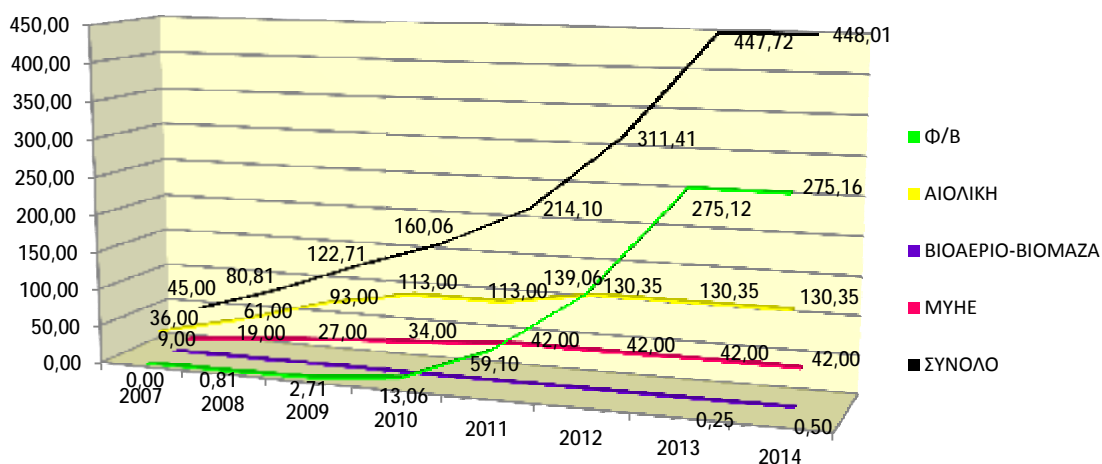
Από το Γράφημα 38 συμπεραίνουμε ότι στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας επικρατούν οι επενδύσεις σε Φ/Β και ακολουθούν τα ΜΥΗΕ και η αιολική ενέργεια. Αναλυτικότερα, η ισχύς σε βιομάζα- βιοαέριο δεν παρουσιάζει κάποια ιδιαίτερη αύξηση καθώς από 7,79MW του 2007 φτάνει στα 8,05MW το 2014. Η εγκατεστημένη ισχύς σε αιολική ενέργεια αν και υπερδιπλασιάζεται, από τα 17MW το 2007 στα 41MW το 2011 όπου και σταματάει, εντούτοις κινείται σε μικρές τιμές. Τα ΜΥΗΕ ξεκινούν από τα 25MW για να φτάσουν στα 49MW το 2010 και από τότε δεν παρουσιάζουν άλλη άνοδο. Αντίθετα τα Φ/Β παρουσιάζουν το 2007 εγκατεστημένη ισχύ μόλις 0,24MW, για να εμφανίσουν μία τεράστια ανάπτυξη από το 2012 και να φτάσουν στα 320,10MW. Πρόκειται για μία αύξηση κοντά στα 1033%. Η αύξηση αυτή εκτοξεύει και τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ από ΑΠΕ στα 418,15MW το 2014 από 50,03MW το 2007, ποσοστό αύξησης 735,8%.

**Γράφημα 39: Περιφέρεια Ηπείρου**



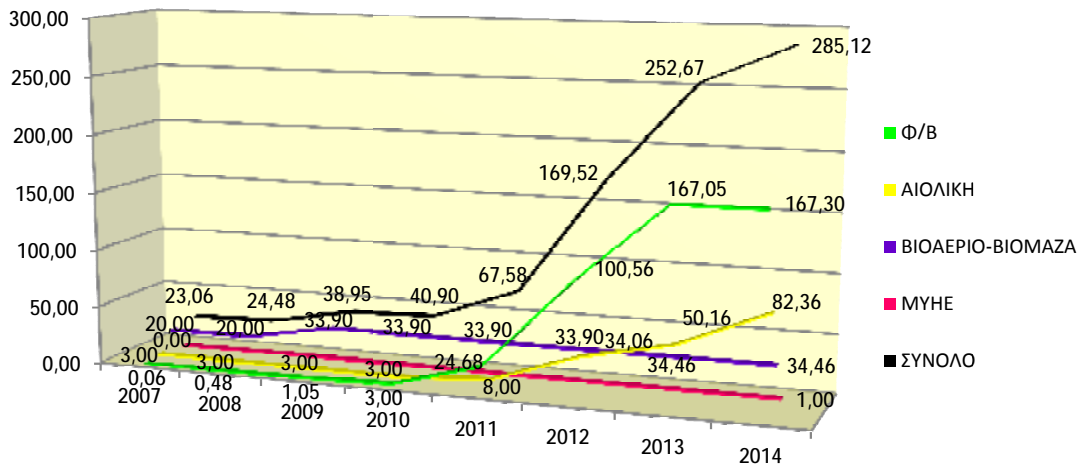
Στο Γράφημα 39 βλέπουμε ότι και στην περιφέρεια Ηπείρου έχουν αξιοποιηθεί περισσότερο τα Φ/Β για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Και εδώ παρατηρούμε ότι ενώ τα Φ/Β ξεκινούν με πολύ χαμηλή εγκατεστημένη ισχύ, από το 2011 αυξάνεται αλματωδώς με αποκορύφωση το 2013 που φτάνουν τα 108,55MW. Υπάρχει δηλαδή, έξαρση των επενδύσεων σε αυτή τη μορφή ΑΠΕ, που φτάνει σε ποσοστό 1085%. Αρκετά σημαντική είναι η εγκατεστημένη ισχύς σε ΜΥΗΕ που αγγίζει το 2014 τα 48MW, παρουσιάζοντας αύξηση 41,17% από το 2007. Μηδενικές είναι οι επενδύσεις σε αιολική ενέργεια, ενώ σε βιομάζα-βιοαέριο είναι 1,20MW το 2014. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς σε ΑΠΕ το 2014 φτάνει τα 157,91MW.

**Γράφημα 40: Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας**



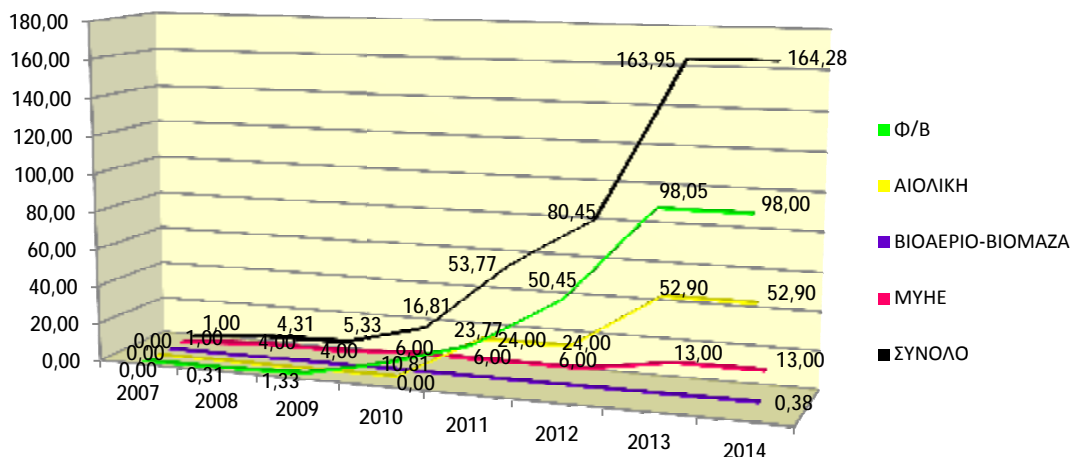
Στο Γράφημα 40 απεικονίζεται η εγκατεστημένη ισχύς ανά ΑΠΕ στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας. Όπως μπορούμε να δούμε και σε αυτήν την Περιφέρεια έχουν αναπτυχθεί περισσότερο οι επενδύσεις σε Φ/Β, κυρίως από το 2012 και μετά, φτάνοντας το 2014 στα 275,16MW. Αρκετά σημαντική είναι η ισχύς που προέρχεται από την αιολική ενέργεια, η οποία σημειώνει μία σταθερή ανοδική πορεία και φτάνει το 2012 τα 130,35MW όπου και παραμένει μέχρι το 2014. Σε καλό σημείο βρίσκονται και οι επενδύσεις σε ΜΥΗΕ, τα οποία το 2007 ξεκινούν με εγκατεστημένη ισχύ στα 9MW, για να φτάσουν το 2014 στα 42MW, αύξηση δηλαδή κατά 78,5%. Αντίθετα η ισχύς από βιομάζα-βιοαέριο είναι σχεδόν μηδενική με 0,50MW, ενώ η αξιοποίησή τους ξεκινά μόλις το 2013. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για την Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας από 45MW το 2007 διαμορφώνεται στα 448,01MW, σημειώνοντας αύξηση 895%.

**Γράφημα 41: Περιφέρεια Αττικής**



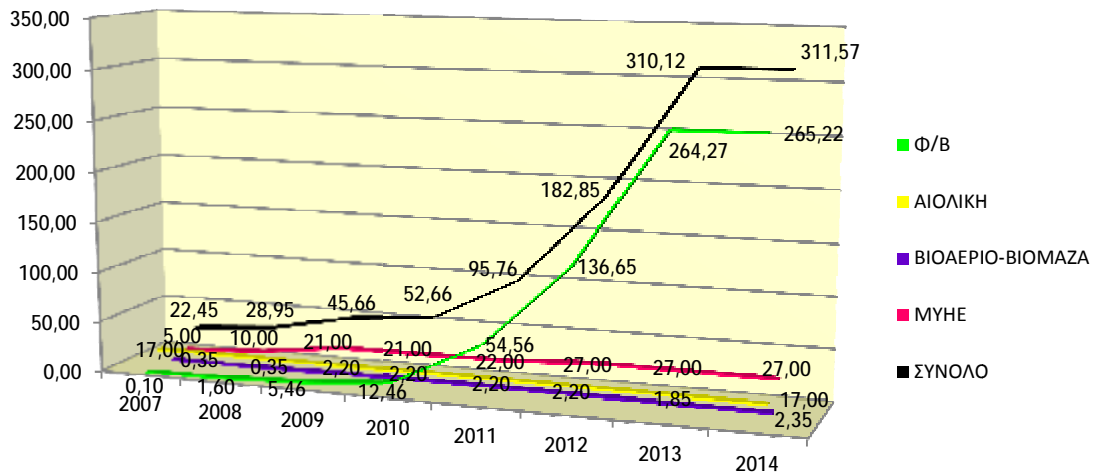
Στο Γράφημα 41 απεικονίζεται η εγκατεστημένη ισχύς ανά ΑΠΕ στην περιφέρεια Αττικής. Παρατηρούμε ότι από το 2007 έως το 2011 κυριαρχούσαν οι επενδύσεις σε βιομάζα-βιοαέριο με ισχύ 33,90MW το 2011. Όμως, το διάστημα 2012-2014 η κατάσταση αλλάζει και στην Αττική, και πλέον η μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύς με 100,56MW το 2012 και 167,30MW το 2014, παρατηρείται στα Φ/Β. Επίσης, από το 2012 και οι επενδύσεις σε αιολική ενέργεια ξεπερνούν σε εγκατεστημένη ισχύ τις επενδύσεις σε βιομάζα-βιοαέριο με 34,06MW, για να αγγίξουν το 2014 τα 82,36MW. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς από ΑΠΕ στην Αττική αυξήθηκε κατά 1136%, από 23,06MW σε 285,12MW.

**Γράφημα 42: Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας**



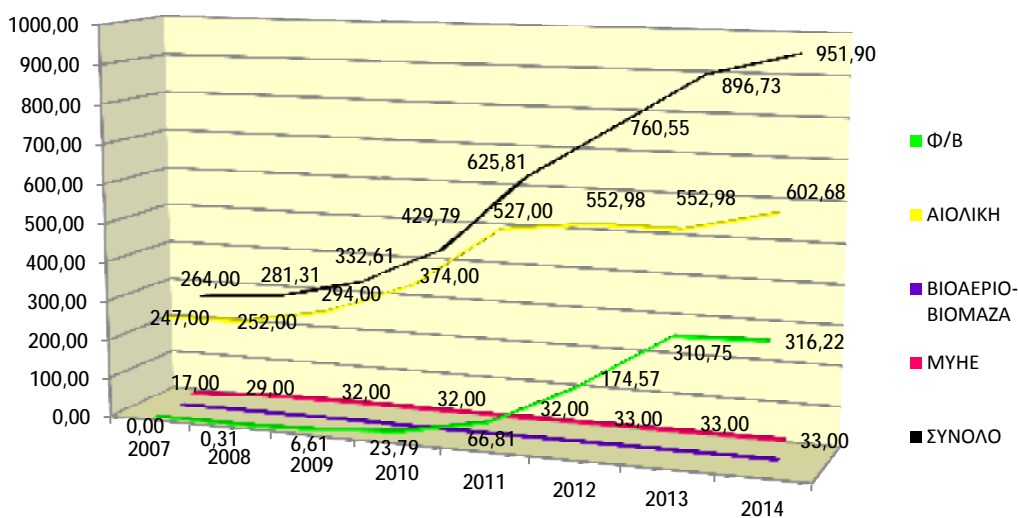
Στο Γράφημα 42 απεικονίζεται η εγκατεστημένη ισχύς ανά ΑΠΕ στη Δυτική Μακεδονία. Βλέπουμε ότι επίσης κυριαρχούν τα Φ/Β από το 2012, με ισχύ 50,45MW που φτάνει το 2014 τα 98MW. Σε αυτήν την περίπτωση δεν είναι μεγάλη όμως η διαφορά τους από την αιολική ενέργεια, η εκμετάλλευση της οποίας αρχίζει μόλις το 2011 με 24MW και ανεβαίνει το 2014 στα 52,90MW. Όσον αφορά τα ΜΥΗΕ, η εγκατεστημένη ισχύς φτάνει το 2014 τα 13MW. Από την άλλη η βιομάζα-βιοαέριο είναι σχεδόν ανεκμετάλλευτη με μόλις 0,38MW. Στο Γράφημα παρατηρούμε ότι το 2007 οι τέσσερις μορφές ΑΠΕ που εξετάζουμε είναι ουσιαστικά ανεκμετάλλευτες, με συνολική εγκατεστημένη ισχύ μόλις 1 MW από ΜΥΗΕ. Η κατάσταση αυτή συνεχίζεται και το 2008 και το 2009 με λίγο μεγαλύτερες τιμές, ενώ αυτές βελτιώνονται κυρίως από το 2011 με την άνοδο των Φ/Β και δευτερευόντως της αιολικής. Το 2014 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 164,28MW.

**Γράφημα 43: Περιφέρεια Θεσσαλίας**



Στο Γράφημα 43 απεικονίζονται στοιχεία για την Περιφέρεια Θεσσαλίας. Η εγκατεστημένη ισχύς σε αιολική ενέργεια παραμένει ίδια από το 2007 στα 17MW και σε βιομάζα-βιοαέριο είναι το 2014 στα 2,35MW ξεκινώντας από 0,35MW το 2007. Τα ΜΥΗΕ εμφανίζουν ισχύ 27MW από 5MW το 2007 και έρχονται στη δεύτερη θέση. Αντίθετα, πολύ μεγάλη ανάπτυξη εμφανίζουν τα Φ/Β από το 2011, η εγκατεστημένη ισχύς των οποίων κυριαρχεί στη συνολική της Περιφέρειας με ποσοστό 85%.

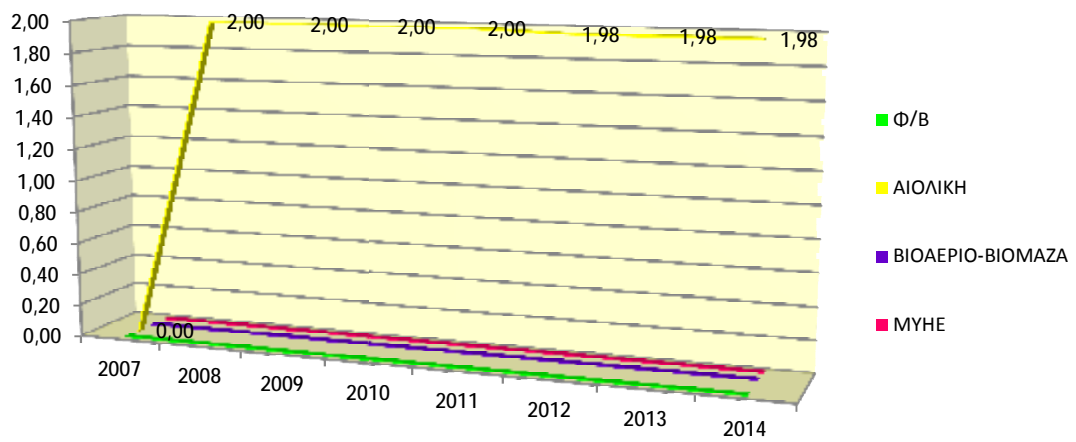
**Γράφημα 44: Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας**



Στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας, όπως φαίνεται στο Γράφημα 44, κυριαρχεί η αιολική ενέργεια σε εγκατεστημένη ισχύ με 602,68MW, παρουσιάζοντας μία σημαντική αύξηση από την τιμή του 2007 που αντιστοιχεί σε ποσοστό 144%. Σημαντική αύξηση της ισχύος της αιολικής ενέργειας ξεκινάει το 2010 με 527MW. Από το 2012, ανεβαίνουν πολύ και τα Φ/Β με ισχύ 174,57MW έχοντας μία αύξηση από την προηγούμενη χρονιά 107,76MW. Στα ΜΥΗΕ διπλασιάζεται σχεδόν η εγκατεστημένη ισχύς και ανεβαίνει από 17MW το 2007 σε 33MW το 2014. Όμως, στη Στερεά Ελλάδα δεν υπάρχουν επενδύσεις αξιοποίησης βιομάζας-βιοαερίου. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς σε ΑΠΕ φτάνει τα 951,90MW, παρουσιάζοντας μία θεαματική αύξηση από το 2007 και τα 264MW.

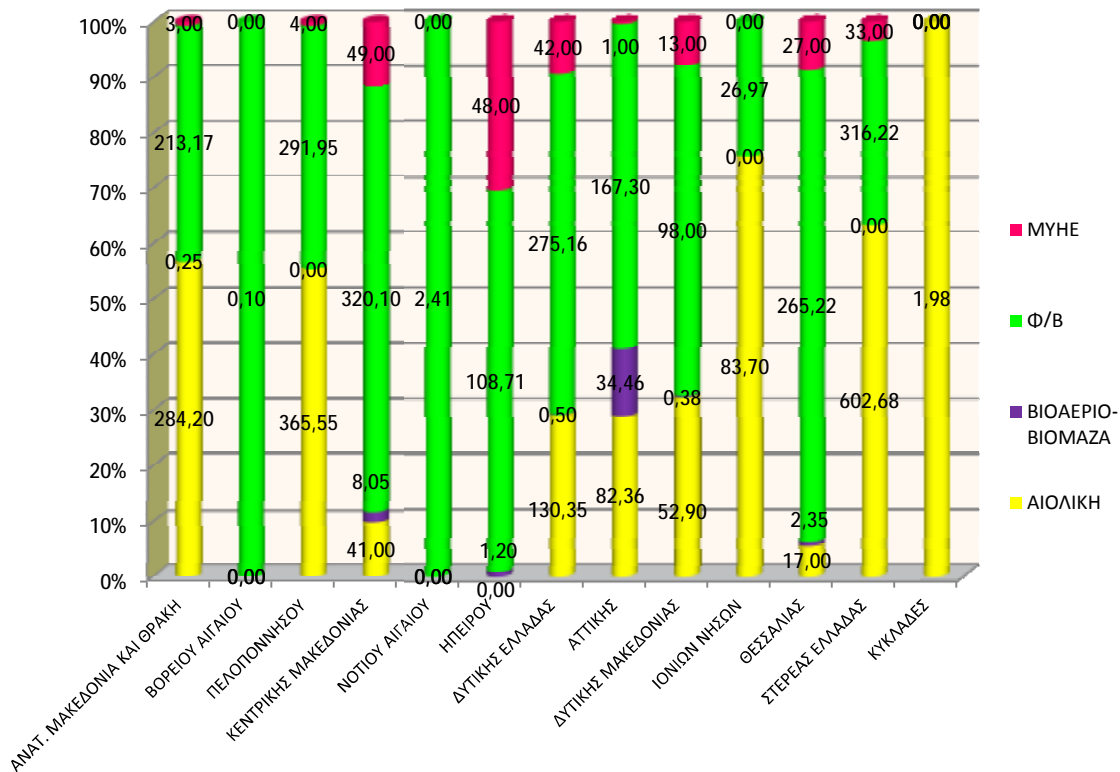


**Γράφημα 45: Περιφέρεια Κυκλάδων**



Τέλος, στο Γράφημα 45 παρουσιάζονται οι τιμές της εγκατεστημένης ισχύος σε ΑΠΕ στις Κυκλάδες. Σε αυτές η εγκατεστημένη ισχύς αφορά αποκλειστικά επενδύσεις σε αιολική ενέργεια ισχύος 2MW, που ξεκινούν το 2008 και παραμένουν οι ίδιες μέχρι το 2014.

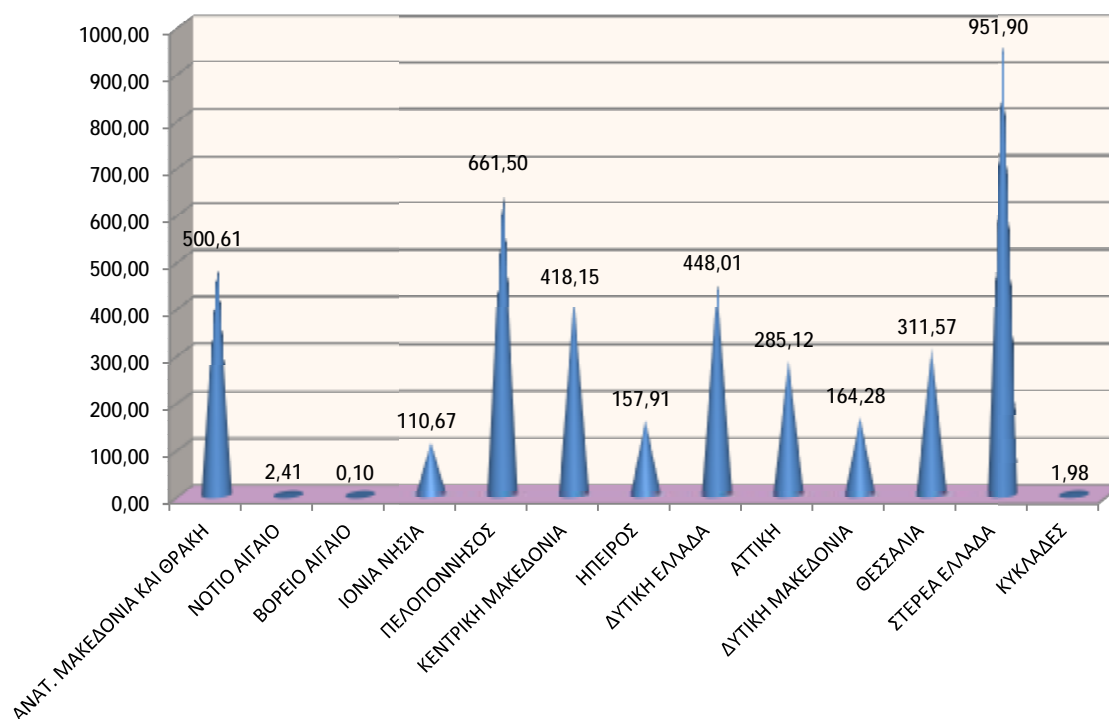
**Γράφημα 46: Ποσοστιαία συμμετοχή των ΑΠΕ στη συνολική εγκατεστημένη ισχύ ανά Περιφέρεια**



Στο Γράφημα 46 απεικονίζεται η ποσοστιαία συμμετοχή των επενδύσεων σε κάθε ΑΠΕ στη συνολική ισχύ από ΑΠΕ κάθε Περιφέρειας στο τέλος του 2014. Παρατηρούμε ότι στις Κυκλάδες έχει αξιοποιηθεί αποκλειστικά η αιολική ενέργεια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ οι Περιφέρειες Βορείου Αιγαίου και Νοτίου Αιγαίου έχουν αξιοποιήσει μόνο τα Φ/Β και σε πολύ μικρές τιμές ισχύος. Αντιθέτως οι Περιφέρειες που έχουν αξιοποιήσει και τις τέσσερις ΑΠΕ είναι οι εξής: Ανατολική Μακεδονία και Θράκη, Κεντρική Μακεδονία, Δυτική Ελλάδα, Αττική, Δυτική Μακεδονία και Θεσσαλία.

Στην αιολική ενέργεια, το μεγαλύτερο ποσοστό επί της συνολικής ισχύος σε ΑΠΕ ανά Περιφέρεια, παρατηρείται στα Ιόνια Νησιά με 75,6% ενώ σε MW στην Στερεά Ελλάδα με 602,68MW. Αντίστοιχα όσον αφορά τα Φ/Β, το μεγαλύτερο ποσοστό επί της συνολικής ισχύος, παρατηρείται στη Θεσσαλία με 81%, αλλά σε MW παρατηρείται στην Κεντρική Μακεδονία με 320,10MW. Για τη βιομάζα-βιοαέριο το μεγαλύτερο ποσοστό αλλά και τα περισσότερα MW παρατηρούνται στην Αττική με 12% και 34,46MW αντίστοιχα. Τέλος αναφερόμενοι στα ΜΥΗΕ το μεγαλύτερο ποσοστό παρατηρείται στην Ήπειρο με 30,4% ενώ σε MW στην Κεντρική Μακεδονία με 49MW.

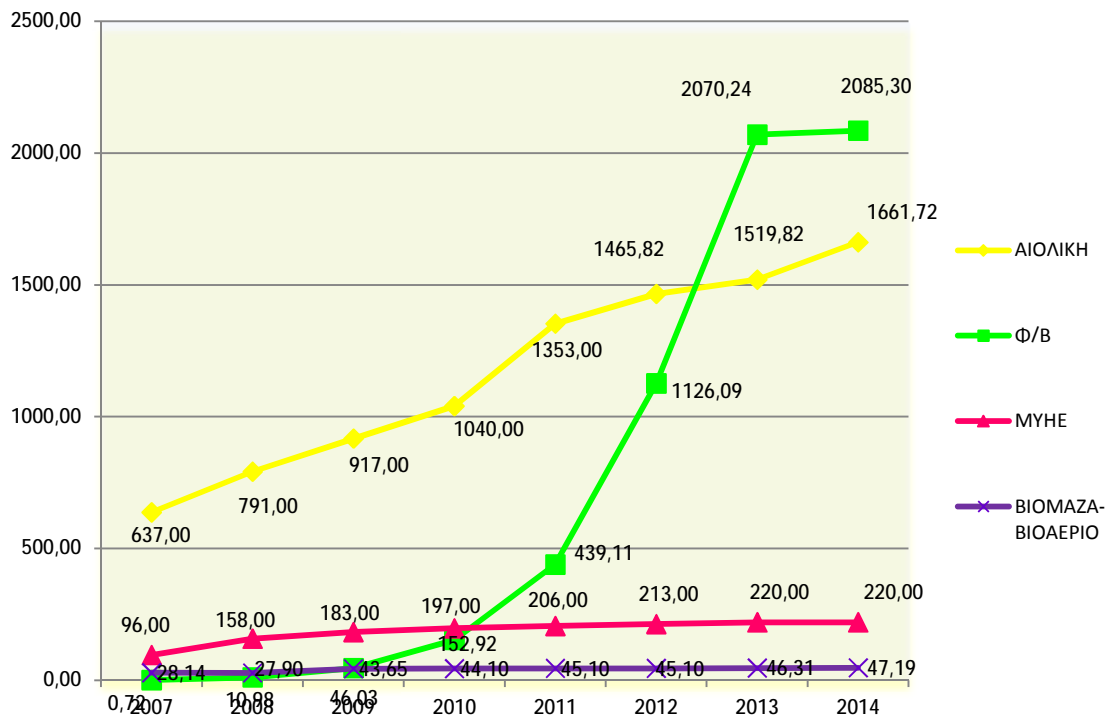
**Γράφημα 47: Συνολική εγκατεστημένη ισχύ σε ΑΠΕ ανά Περιφέρεια**



Από το Γράφημα 47, που παρουσιάζει τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ σε ΑΠΕ ανά Περιφέρεια, προκύπτει ότι η Περιφέρεια με την μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ σε ΑΠΕ είναι η Στερεά Ελλάδα με 951,90MW και ακολουθούν η Πελοπόννησος με 661,50MW και η Ανατολική Μακεδονία και Θράκη 500,61MW. Αντίθετα, οι Περιφέρειες με τη μικρότερη εγκατεστημένη ισχύ είναι: η Νοτίου Αιγαίου με 2,41MW, οι Κυκλάδες με 1,98MW και η Βορείου Αιγαίου με 0,10MW.

Η εγκατεστημένη ισχύς στις τρεις πρώτες Περιφέρειες αντιστοιχεί σε ποσοστό 52,6% στη συνολική ισχύ των δεκατριών Περιφερειών. Προκύπτει δηλαδή μία μεγάλη συγκέντρωση επενδύσεων σε αυτές, γεγονός που καταδεικνύει την ανάγκη για παροχή κινήτρων για την προσέλκυση επενδύσεων, ιδιαίτερα σε Περιφέρειες που είναι πολυπληθείς και οι ανάγκες είναι μεγαλύτερες.

**Γράφημα 48: Συνολική εγκατεστημένη ισχύς σε ΑΠΕ για τα έτη 2007-2014**



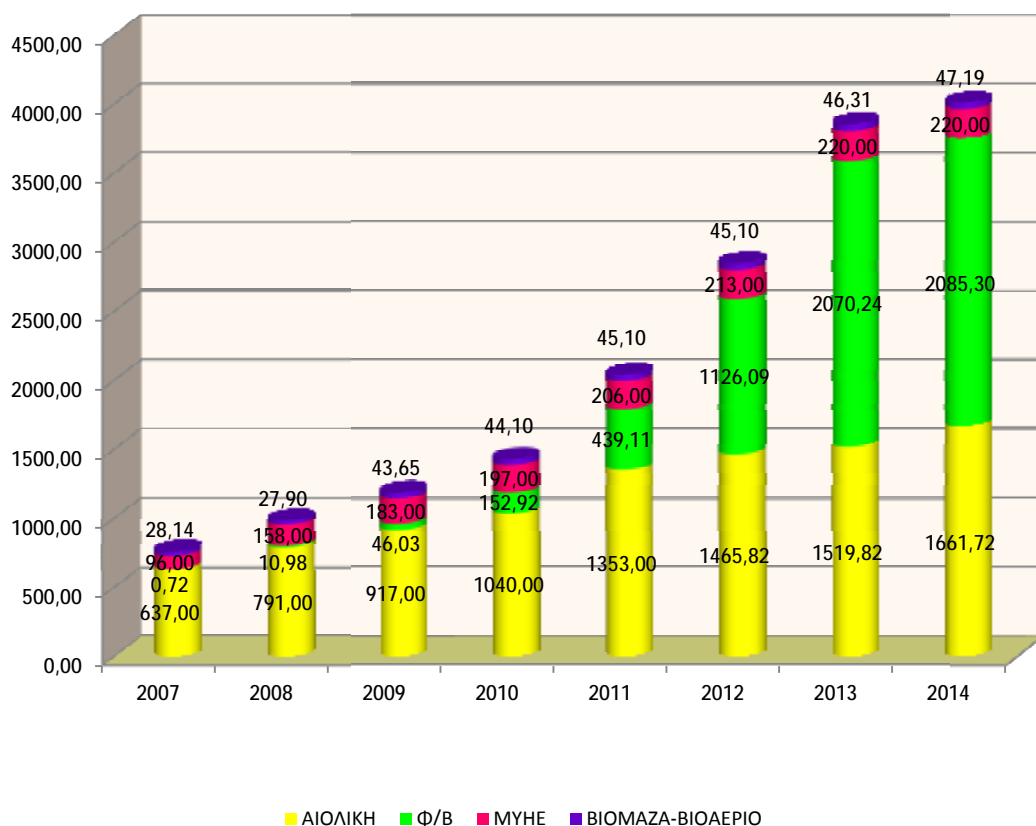
Στο Γράφημα 48 απεικονίζεται το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος ανά ΑΠΕ από όλες τις Περιφέρειες για τα έτη 2007-2014. Συμπεραίνουμε ότι η ΑΠΕ με τη μεγαλύτερη ανάπτυξη είναι τα Φ/Β με 2085,30MW και ακολουθεί η αιολική ενέργεια με 1661,72MW. Και οι δύο μαζί καλύπτουν το 93% των επενδύσεων στις τέσσερις ΑΠΕ που εξετάζονται.

Το 2007 κυριαρχούν στην Ελλάδα οι επενδύσεις σε αιολικά πάρκα με 637MW και ακολουθούν με πολύ μεγάλη διαφορά τα ΜΥΗΕ με 96MW, ενώ τα Φ/Β είναι σχεδόν ανύπαρκτα με μόλις 0,72MW. Η βιομάζα-βιοαέριο παρουσιάζει επενδύσεις της τάξης των 28,14MW. Η κατάσταση αυτή συνεχίζεται μέχρι και το 2009.

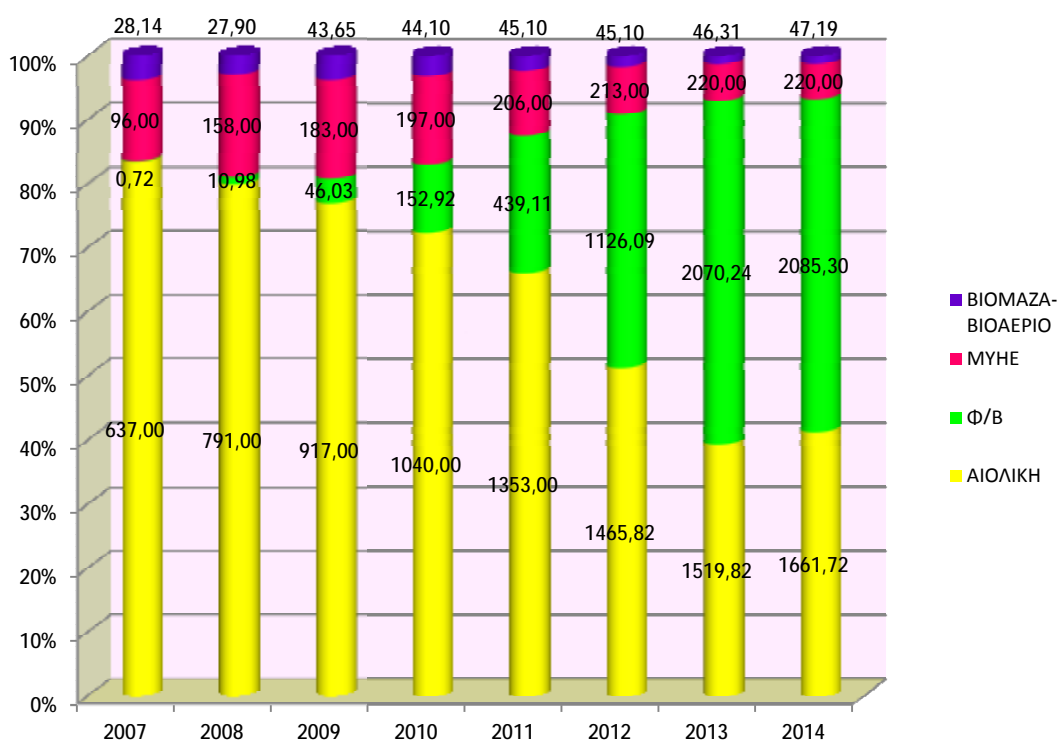
Από το 2010 παρατηρούμε μια αύξηση στην αξιοποίηση των Φ/Β, φτάνοντας σε μια «έκρηξη» το 2013, με μια παραγωγή που φτάνει τα 2070,24MW, σημειώνοντας αύξηση 1GW! Ωστόσο αυτή η πορεία ανακόπτεται απότομα και το 2014 η νέα εγκατεστημένη ισχύς είναι μόλις 15MW, για τους λόγους που αναλύθηκαν στην ενότητα 2.4.4..

Σε πολύ μικρότερες τιμές κινούνται τα ΜΥΗΕ και η βιομάζα-βιοαέριο, με 220MW και 47,19MW αντίστοιχα, στο τέλος του 2014. Τα ΜΥΗΕ ξεκινώντας με 96MW το 2007, παρουσίασαν αύξηση στην εγκατεστημένη ισχύ 64,6% το 2008, αλλά κατόπιν έπεσε ο ρυθμός ανόδου τους. Αντίστοιχα για τη βιομάζα-βιοαέριο, η μεγάλη αύξηση παρατηρείται το από το 2008 στο 2009 με 43,65MW και ποσοστό 56,5%.

**Γράφημα 49: Αναλυτική απεικόνιση της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2007-2014**



**Γράφημα 50: Ποσοστιαία συμμετοχή των ΑΠΕ στη συνολική εγκατεστημένη ισχύ ανά έτος**



Στο Γράφημα 49 απεικονίζεται σωρευτικά η εγκατεστημένη ισχύς σε ΑΠΕ για κάθε έτος και στο Γράφημα 50 η ποσοστιαία συμμετοχή των επιμέρους ΑΠΕ στη συνολική εγκατεστημένη ισχύ. Το 2007 η συνολική ισχύς είναι 761,86MW, με το μεγαλύτερο ποσοστό να καλύπτεται από την αιολική ενέργεια. με 83,6% επί του συνόλου. Στα Φ/Β η ισχύς είναι μόλις 0,72MW. Τα ΜΥΗΕ με 96MW κατέχουν ποσοστό 12,6% και η βιομάζα-βιοαέριο ποσοστό 3,7%.

Το 2008 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς σε ΑΠΕ φτάνει τα 987,88MW. Η αιολική ενέργεια συνεχίζει να κυριαρχεί με το ποσοστό της όμως να μειώνεται σε 80,07% καθώς ανεβαίνουν τα ΜΥΗΕ στο 16%. Όσον αφορά τη βιομάζα-βιοαέριο, μειώνεται και το ποσοστό της, που διαμορφώνεται σε 2,82%, αλλά και η τιμή της εγκατεστημένης ισχύος. Αντίθετα στα Φ/Β αυξάνεται η ισχύς κατά 10MW αλλά το ποσοστό τους εξακολουθεί να είναι πολύ μικρό.

Το 2009 το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος αυξάνει κατά 20,43% και διαμορφώνεται στα 1189,68MW. Σε όλες τις ΑΠΕ παρατηρείται αύξηση της ισχύος, με μεγαλύτερη αριθμητική αύξηση στην αιολική ενέργεια κατά 126MW, αλλά το ποσοστό της επί της συνολικής ισχύος μειώνεται κατά 3% από την προηγούμενη χρονιά. Στα ΜΥΗΕ αυξάνεται η ισχύς κατά 15,8%, στη βιομάζα-βιοαέριο κατά 56,5%, αλλά τη μεγαλύτερη αύξηση έχουν τα Φ/Β που τριπλασιάζουν την ισχύ τους.

Το 2010 συνεχίζεται η θεαματική αύξηση, κατά 232,2%, της εγκατεστημένης ισχύος των Φ/Β που διαμορφώνεται στα 152,92MW. Στην αιολική ενέργεια η ισχύς επίσης αυξάνεται στα 1040MW, όμως η συνεισφορά της στη συνολική ισχύ του έτους συνεχίζει να μειώνεται. Στα ΜΥΗΕ η αύξηση είναι 7,6% και 14MW, ενώ η βιομάζα-βιοαέριο είναι σχεδόν στάσιμη. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς διαμορφώνεται στα 1434,02MW.

Και το 2011 η κατάσταση συνεχίζει περίπου όπως και τα προηγούμενα χρόνια, με όλες τις ΑΠΕ να παρουσιάζουν αύξηση στην ισχύ, με αυτή στα Φ/Β να είναι η θεαματικότερη, με ποσοστό 187,1%, με την αιολική ωστόσο να κυριαρχεί στην εγκατεστημένη ισχύ με 1353MW. Η ισχύς σε βιομάζα-βιοαέριο είναι σχεδόν σταθερή, ενώ τα ΜΥΗΕ εμφανίζουν μία μικρή αύξηση ισχύος. Με όλα αυτά η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φτάνει στα 2043,21MW.

Το 2012 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς αγγίζει τα 2850,01MW. Σε αυτό το έτος η μεγάλη αλλαγή είναι ότι το ποσοστό της ισχύος των Φ/Β διαμορφώνεται σε 39,5% και πλησιάζει αυτό της αιολικής ενέργειας, που αντιστοιχεί πια στο 51,4% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος. Αυτό οφείλεται στην σημαντική αύξηση κατά 687MW περίπου της εγκατεστημένης ισχύος των Φ/Β. Στη βιομάζα-βιοαέριο η ισχύς με 45,10MW δεν αλλάζει από τα περυσινά επίπεδα, ενώ στα ΜΥΗΕ υπάρχει μικρή αύξηση κατά 7MW.

Το 2013 πραγματοποιείται η ανατροπή και η εγκατεστημένη ισχύς σε Φ/Β ξεπερνά αυτήν της αιολικής και διαμορφώνονται πια στα 2070,24MW και 1519,82MW αντίστοιχα. Με τη συνολική ισχύ από ΑΠΕ του έτους να αγγίζει τα 3856,37MW, το ποσοστό των Φ/Β εκτοξεύεται στο 53,7% επί του συνόλου και της αιολικής ενέργειας υποχωρεί στο 39,4%. Και οι δύο μορφές ΑΠΕ μαζί αντιπροσωπεύουν το 93,1% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος. Το υπόλοιπο το μοιράζονται τα ΜΥΗΕ με 5,7% και η βιομάζα-βιοαέριο με 1,2%.

Τέλος, το 2014 η κατάσταση παραμένει περίπου ίδια, με μία μικρή υποχώρηση του ποσοστού των Φ/Β. Η αύξηση της ισχύος των επενδύσεων σε αιολική ενέργεια στα 1661,72MW, οδήγησε σε άνοδο του ποσοστού τους στο 41,4%. Οι επενδύσεις σε Φ/Β έχουν,

στο τέλος του έτους, εγκατεστημένη ισχύ 2085,30MW και ποσοστό 51,9% και επικρατούν στο σύνολο. Η ισχύς των εγκαταστάσεων σε ΜΥΗΕ παραμένει ίδια με το 2013 στα 220MW, που αντιστοιχεί σε ποσοστό 5,5% και η βιομάζα-βιοαέριο τελευταία με 1,2% και εγκατεστημένη ισχύ 47,19.

Στο τέλος του 2014, το σύνολο των επενδύσεων στις τέσσερις μορφές ΑΠΕ που εξετάζουμε, έχει εγκατεστημένη ισχύ 4014,21MW.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η εγκατεστημένη ισχύς σε αιολική ενέργεια παρουσιάζει για το διάστημα 2007-2014 αύξηση 1024,72MW που αντιστοιχεί σε ποσοστό 160,9%. Όμως το ποσοστό της αιολικής ενέργειας επί της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος σε ΑΠΕ μειώνεται από 83,6% σε 41,4%. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω της εκρηκτικής αύξησης των επενδύσεων σε Φ/Β, όπου ξεκινώντας από την αμελητέα ισχύ των 0,72MW το 2007, εκτοξεύονται στα 2085,30MW το 2014 και σε ποσοστό 51,9% στο σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος. Από την άλλη οι επενδύσεις σε ΜΥΗΕ παρουσιάζουν μία αύξηση μέσα σε αυτήν την οκταετία της τάξεως των 124MW, όμως το ποσοστό τους στο σύνολο μειώνεται από 12,6% σε 5,5%. Τέλος, οι επενδύσεις σε βιομάζα-βιοαέριο αυξήθηκαν κατά 67,7%, που αντιστοιχεί σε 19,05MW, αλλά οι χαμηλές τιμές δείχνουν ότι δεν έχει αξιοποιηθεί αρκετά αυτή η μορφή ΑΠΕ.

**Πίνακας 18: Εγκατεστημένη ισχύς ανά κατηγορία μονάδων ηλεκτρικής ενέργειας το 2014**

ΕΙΔΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ		ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW)
Λιγνιτικές		4456
Πετρελαϊκές		698
Φυσικού αερίου		4906
Υδροηλεκτρικές		3172,7
ΑΠΕ	Αιολικά	1661,7
	Φ/Β	2085,3
	Φ/Β Στέγες	350,4
	Μικρά υδροηλεκτρικά	219,7
	Βιομάζα	47,4
	ΣΗΘΥΑ	99,1
	<b>Σύνολο ΑΠΕ</b>	<b>4463,6</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ</b>		<b>17696,3</b>

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

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία του Μηνιαίου Δελτίου Συστήματος Συναλλαγών ΗΕΠ του Δεκεμβρίου 2014 ([www.lagie.gr](http://www.lagie.gr)), το μερίδιο του συνόλου των ΑΠΕ στη συνολική εγκατεστημένη ισχύ ηλεκτρικής ενέργειας στο τέλος του 2014 είναι 25,2%. Επιμέρους, τα

Φ/Β έχουν ποσοστό 13,7%, τα αιολικά 9,39%, τα μικρά υδροηλεκτρικά 1,24% και η βιομάζα 0,27%.

Όσον αφορά το στόχο σε εγκατεστημένη ισχύ για το 2020 (όπως έχει αναφερθεί στον Πίνακα 3), στα Φ/Β έχει υπερκαλυφθεί καθώς αυτός είναι στα 900MW. Στα υδροηλεκτρικά ο στόχος των 3500MW φαίνεται να είναι εφικτός, όταν στο τέλος του 2014 η ισχύς είναι στα 3392,4MW. Στα αιολικά αντίθετα, η απόσταση από τον στόχο των 7300MW είναι μεγάλη, φαίνεται όμως να αναθερμαίνεται το επενδυτικό ενδιαφέρον, μέσα στο 2015, από τις μεγάλες επιχειρήσεις του χώρου και το α' εξάμηνο του 2015 παρουσιάζεται αύξηση των επενδύσεων. Οι επενδύσεις στην εκμετάλλευση της βιομάζας επίσης υπολείπονται πολύ του στόχου των 300MW. Φαίνεται λοιπόν, πως πρέπει να δοθούν επιπλέον κίνητρα προκειμένου να αυξηθούν οι επενδύσεις στους δύο αυτούς τομείς.



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

Η διαφαινόμενη εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων του πλανήτη μας (άνθρακας, φυσικό αέριο, πετρέλαιο, σχάσιμα υλικά) σε συνδυασμό με την διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας, αλλά και την βαθμιαία επιδείνωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, οδήγησε τις σύγχρονες κοινωνίες να στραφούν αφενός σε τεχνικές εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας, αφετέρου στην αξιοποίηση των Ήπιων ή Ανανεώσιμων Μορφών Ενέργειας. Οι από αρχαιοτάτων χρόνων γνωστές ενεργειακές πηγές αποτελούν ανεξάντλητα (ανανεώσιμα) ενεργειακά αποθέματα, ενώ η χρήση τους είναι φιλική (ήπια) προς το περιβάλλον.

Η αξιοποίηση των ΑΠΕ εντάσσεται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο αναδιοργάνωσης των οικονομικών δραστηριοτήτων ώστε να διασφαλίζεται η βιωσιμότητα των πόρων και η προστασία του περιβάλλοντος. Αυτό το μοντέλο ανάπτυξης, που ορίζεται ως «βιώσιμη» ή «πράσινη ανάπτυξη» είναι η σύγχρονη τάση και αναγκαιότητα για την αντιμετώπιση της περιβαλλοντικής αλλά και της οικονομικής κρίσης.

Καθώς η Ελλάδα είναι υποχρεωμένη να επιτύχει τους στόχους που έχουν τεθεί στο πλαίσιο της πολιτικής της Ε.Ε. με σκοπό τη μετάβαση σε μία οικονομία χαμηλού άνθρακα, είναι σχεδόν βέβαιο πως θα υπάρξει αναδιάρθρωση της απασχόλησης στον ενεργειακό τομέα. Από τη στροφή του ενεργειακού συστήματος προς καθαρότερες μορφές ενέργειας, κάποιοι κλάδοι θα πληγούν περισσότερο, με αρνητικό αντίκτυπο στην απασχόληση (π.χ. λιγνίτης, πετρέλαιο).

Οι επενδύσεις σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι σίγουρο πως προσφέρουν σημαντικές δυνατότητες για τη δημιουργία απασχόλησης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο κλάδος των Φ/Β, στον οποίο την πενταετία 2009-2013 εκτιμάται ότι πραγματοποιήθηκαν επενδύσεις ύψους 4,5δισ ευρώ περίπου, με αποτέλεσμα οι άμεσες θέσεις εργασίας στον κλάδο να έχουν αυξηθεί σημαντικά και να υπολογίζονται από το Σύνδεσμο Εταιρειών Φωτοβολταϊκών στις 26.600 για το έτος 2013. Προς την ίδια κατεύθυνση κινείται και ο κλάδος της ενεργειακής αποδοτικότητας. Βασικό συμπέρασμα είναι ότι η διατήρηση των υφιστάμενων όσο και η δημιουργία νέων θέσεων απασχόλησης στον ενεργειακό τομέα απαιτεί σημαντικές επενδύσεις τόσο στο χώρο της παραγωγής όσο και σε αυτόν της αποθήκευσης και μεταφοράς ενέργειας.

Θα μπορούσε ωστόσο να αμφισβητηθεί αυτή η επιτυχία, διότι η απουσία σχεδιασμού σε ό,τι αφορά το ενεργειακό μείγμα που έχει ανάγκη η χώρα για να εξασφαλίσει επαρκή, ποιοτική και σε ανταγωνιστικές τιμές ηλεκτρική ενέργεια, σε συνδυασμό με την υπερβολική πριμοδότηση του ηλεκτρισμού που προέρχεται από τον ήλιο, οδήγησαν σε ακόμη μία ελληνική «φούσκα». Η αθρόα είσοδος των Φ/Β στην αγορά, κυρίως κατά την τελευταία τριετία, έθεσε σε κίνδυνο την οικονομικότητα και την ευστάθεια του συνόλου του ενεργειακού συστήματος της χώρας, με το λεγόμενο «sunset effect», δηλαδή την απότομη απώλεια μεγάλου όγκου ενέργειας με τη δύση του ηλίου.

Γι' αυτό το λόγο κάθε περιοχή θα πρέπει να σχεδιάζει το κατάλληλο ενεργειακό μείγμα που της ταιριάζει, μαζί με την παραγωγική της ανασυγκρότηση, όχι μόνο για την κλιματική αλλαγή αλλά και ως τη μόνη διέξοδο από την κρίση. Οι ΑΠΕ μπορούν να είναι και μικρές, αποκεντρωμένες, με συνιδιοκτησία των τοπικών καταναλωτών, καθώς δίνουν τη δυνατότητα για αυτόνομα ενεργειακά συστήματα και ενεργειακά αυτόνομα νησιά και στη χώρα μας.

Τα στοιχεία που προκύπτουν από την έρευνα που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα, δείχνουν ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς σε ΑΠΕ στο Διασυνδεδεμένο Δίκτυο είναι 4014,21MW. Από το 2007 παρουσιάζει μία αύξηση περίπου 527% όταν ήταν 761,86MW. Αυτό που φαίνεται καθαρά είναι ότι οι επενδύσεις ΑΠΕ στην Ελλάδα αφορούν αποκλειστικά σχεδόν τα Φ/Β και την αιολική ενέργεια. Και οι δύο μαζί το 2014 καλύπτουν το 93% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος σε ΑΠΕ.

Τα Φ/Β με 2085,30MW το 2014 κυριαρχούν στην εγκατεστημένη ισχύ σε ΑΠΕ. Παρουσιάζουν μεγαλύτερη γεωγραφική εξάπλωση, καθώς οκτώ είναι οι Περιφέρειες που έχουν εγκαταστάσεις άνω των 100MW. Πρώτη είναι η Κεντρική Μακεδονία με 365,55MW και μόλις 4MW απόσταση από τη Στερεά Ελλάδα.

Τα κίνητρα που δόθηκαν από την Πολιτεία για επενδύσεις σε Φ/Β το 2008, οδήγησαν σε μία εντυπωσιακή πρόοδο και από 0,72MW το 2007, έρχεται η ανατροπή το 2013, οπότε και τα Φ/Β ξεπερνούν την αιολική ενέργεια σε εγκατεστημένη ισχύ, παρουσιάζοντας αύξηση 1GW σε ένα έτος. Ο στόχος για το 2020 έχει υπερκαλυφθεί και η χώρα μας από το 2010 έως το 2013 βρισκόταν στην πρώτη δεκάδα της παγκόσμιας κατάταξης σε νέα εγκατεστημένη ετήσια ισχύ. Ενώ το 2014 βρέθηκε για δεύτερη χρονιά στη δεύτερη θέση σε ότι αφορά στη συμβολή των Φ/Β στη συνολική κατανάλωση ισχύος.

Η αιολική ενέργεια κυριαρχούσε το 2007 με πολύ μεγάλη διαφορά από τις υπόλοιπες και οι επενδύσεις έφταναν τα 637MW, όταν το σύνολο των ΑΠΕ ήταν 761,86MW. Η κυριαρχία αυτή συνεχίστηκε μέχρι και το 2011. Στο τέλος του 2014 η εγκατεστημένη ισχύς ήταν 1661,72MW, παρουσιάζοντας αύξηση σε ποσοστό 261%. Οι επενδύσεις σε αιολική ενέργεια είναι ανισομερώς κατανομημένες. Η Στερεά Ελλάδα είναι στην πρώτη θέση στην εκμετάλλευση αυτής της ΑΠΕ με 602,68MW και διατηρεί αυτή τη θέση από το 2007. Μεγάλη είναι η συμβολή των εγκαταστάσεων που βρίσκονται στην Εύβοια. Μόλις άλλες τρεις Περιφέρειες παρουσιάζουν επενδύσεις ισχύος άνω των 100MW, με την πρώτη από αυτές, την Πελοπόννησο, να υπολείπεται της Στερεάς Ελλάδας 237MW. Αξιοσημείωτο είναι ότι στη Θεσσαλία δεν υπήρξε καμία νέα επένδυση από το 2007.

Και στην αιολική ενέργεια η θέση της χώρας επιδεινώθηκε τα τελευταία χρόνια της οικονομικής κρίσης. Ενώ η Ελλάδα το 2011 καταλάμβανε την 11<sup>η</sup> θέση στην Ευρωπαϊκή Ένωση, βρέθηκε το 2014 στην 14<sup>η</sup> θέση σε εγκατεστημένη ισχύ, υποχωρώντας τρεις θέσεις. Ο στόχος για το 2020 στην αιολική ενέργεια είναι ανέφικτος, όμως υπάρχουν οι δυνατότητες για μία πολύ καλή επίδοση.

Τα ΜΥΗΕ κινούνται σε πολύ μικρότερες τιμές και οι επενδύσεις σε αυτά παρατηρούνται, όπως είναι φυσικό, κυρίως στις Περιφέρειες που υπάρχουν μεγάλοι ποταμοί, δηλαδή στην Κεντρική Μακεδονία, την Ήπειρο και τη Δυτική Ελλάδα., οι οποίες καταλαμβάνουν και τις τρεις πρώτες θέσεις με 49MW, 48MW και 42MW αντίστοιχα. Όπως είναι φυσικό, λόγω της έλλειψης ποταμών, στις νησιωτικές Περιφέρειες δεν υπάρχουν επενδύσεις σε ΜΥΗΕ. Το

2007 η εγκατεστημένη ισχύς ήταν 96MW, ενώ το 2013 ανήλθε στα 220MW όπου και παρέμεινε και το 2014, παρατηρείται δηλαδή αύξηση 229%

Η βιομάζα παρουσιάζει τη χαμηλότερη επίδοση από τις τέσσερις εξεταζόμενες ΑΠΕ. Η συντριπτική πλειοψηφία των επενδύσεων σε βιομάζα-βιοαέριο βρίσκονται στην Περιφέρεια Αττικής με ισχύ 34,46MW και καλύπτουν το 73% της ισχύος όλων των Περιφερειών. Δεύτερη είναι η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας με 8,05MW. η εγκατεστημένη ισχύς από 28,14MW το 2007 ανήλθε σε 47,19MW το 2014, σημειώνοντας αύξηση 167%. Είναι φανερό ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της βιομάζας παραμένει αναξιοποίητο, με μόλις το 0,38% των ενεργειακών αναγκών της χώρας να καλύπτεται με τη χρήση βιομάζας. Επομένως οι προοπτικές του κλάδου είναι ιδιαίτερα ευοίωνες. Στις αγροτικές περιοχές η άμεσα διαθέσιμη βιομάζα υπολογίζεται ότι αντιστοιχεί σε 3-4 εκατ. τόνους πετρελαίου και με το δυναμικό που υπάρχει σε ενεργειακές καλλιέργειες, έχουμε μία αντιστοιχία ενεργειακά στο 30-40% της ποσότητας πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα μας. Η υστέρηση της χώρας μας σε κατασκευή μονάδων βιολογικού καθαρισμού και ΧΥΤΑ, δε δίνει τη δυνατότητα εκμετάλλευσης του βιοαερίου που παράγεται σε τέτοιες εγκαταστάσεις.

Έχουν γίνει σίγουρα μεγάλα βήματα στον τομέα των ΑΠΕ στη χώρα μας, ωστόσο χρειάζεται να γίνουν ακόμα πολλά στην αξιοποίησή τους. Η Ελλάδα έχει σημαντικό δυναμικό σε ΑΠΕ και η εκμετάλλευσή του μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση του περιβάλλοντος στο οποίο ζούμε, να δώσει ώθηση στην οικονομία της χώρας και να τη βοηθήσει να πετύχει τους στόχους που έχει υιοθετήσει στα πλαίσια διεθνών συνθηκών και των υποχρεώσεων που έχει αναλάβει ως κράτος-μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

---

### **Πρόγραμμα αυτοπαραγωγής με ενεργειακό συμψηφισμό – Net Metering**

Ο συμψηφισμός παραγόμενης καταναλισκόμενης ενέργειας (γνωστός με τον όρο net metering), αποτελεί ένα από τα εργαλεία προώθησης της αυτοπαραγωγής και ιδιοκατανάλωσης με ΑΠΕ και εφαρμόζεται σε διάφορες χώρες, κυρίως για εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών. Το net-metering επιτρέπει στον καταναλωτή να καλύψει ένα σημαντικό μέρος των ιδιοκαταναλώσεών του, ενώ παράλληλα του δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει το δίκτυο για έμμεση αποθήκευση της πράσινης ενέργειας.

Ο όρος “net” προκύπτει από το γεγονός ότι η χρέωση/πίστωση του καταναλωτή αφορά στη διαφορά μεταξύ καταναλισκόμενης και παραγόμενης ενέργειας σε μία ορισμένη χρονική περίοδο. Η περίοδος αυτή είναι συνήθως ο εκάστοτε κύκλος καταμέτρησης και τιμολόγησης της καταναλισκόμενης ενέργειας. Αν υπάρχει περίσσεια ενέργειας, αυτή συνήθως δεν χάνεται για τον καταναλωτή αλλά πιστώνεται λ λογιστικά για μια ορισμένη χρονική περίοδο (συνήθως ένα χρόνο) οπότε και γίνεται η τελική εκκαθάριση.

Με το Ν.4203/2013 (ΦΕΚ 235Α/1-11-2013) θεσμοθετήθηκε για πρώτη φορά η δυνατότητα των καταναλωτών να κάνουν χρήση του net-metering. Οι ρυθμίσεις αυτές τροποποιήθηκαν με το Ν.4254/2014(ΦΕΚ85Α/7-4-2014) και προβλέπουν τα εξής:

Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών και σταθμών μικρών ανεμογεννητριών από αυτοπαραγωγούς σε εγκαταστάσεις τους που συνδέονται στο Δίκτυο.

Στις 30/12/2014, υπογράφηκε μια νέα υπουργική απόφαση στην οποία προβλέπονται τα εξής για την εφαρμογή του net-metering.

Καταρτίζεται Ειδικό Πρόγραμμα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων από αυτοπαραγωγούς για την κάλυψη ιδίων αναγκών τους, με εφαρμογή ενεργειακού συμψηφισμού.

Η ισχύς κάθε φωτοβολταϊκού συστήματος μπορεί να ανέρχεται μέχρι 20kWp ή μέχρι το 50% της συμφωνημένης ισχύος κατανάλωσης, (Ισχύς Φωτοβολταϊκού (kWp)  $\leq$  0,5\* Συμφωνημένη Ισχύς Κατανάλωσης (kVA)), εφόσον η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη του ως άνω ορίου των 20kWp. Ειδικά για νομικά πρόσωπα, δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, που επιδιώκουν κοινωφελείς ή άλλους δημόσιου ενδιαφέροντος σκοπούς, γενικής ή τοπικής εμβέλειας, η ανώτατη ισχύς κάθε φωτοβολταϊκού συστήματος μπορεί να ανέρχεται έως και το 100% της συμφωνημένης ισχύος κατανάλωσης.

Ως ενεργειακός συμψηφισμός νοείται ο συμψηφισμός της παραγόμενης από το φωτοβολταϊκό σύστημα ενέργειας με την καταναλισκόμενη ενέργεια στις εγκαταστάσεις του αυτοπαραγωγού, ο οποίος διενεργείται σε ετήσια βάση.

Το Πρόγραμμα αφορά σε σταθερά φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία εγκαθίστανται στον ίδιο ή όμορο χώρο με τις εγκαταστάσεις κατανάλωσης τις οποίες τροφοδοτούν και οι οποίες

συνδέονται στο Δίκτυο. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορεί να εγκαθίστανται επί κτιρίων ή επί εδάφους ή άλλων κατασκευών, περιλαμβανομένων και αυτών του πρωτογενούς τομέα, σύμφωνα με την κείμενη πολεοδομική νομοθεσία.

Δικαίωμα ένταξης στο Πρόγραμμα έχουν φυσικά πρόσωπα (επιτηδευματίες ή μη) ή νομικά πρόσωπα δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου τα οποία είτε έχουν στην κυριότητά τους τον χώρο στον οποίο εγκαθίσταται το φωτοβολταϊκό σύστημα είτε έχουν τη νόμιμη χρήση αυτού (π.χ. μέσω μίσθωσης, δωρεάν παραχώρησης κλπ) και έχουν διασφαλίσει την έγγραφη συναίνεση του ιδιοκτήτη του χώρου.

Κάθε φωτοβολταϊκό σύστημα αντιστοιχίζεται αποκλειστικά με έναν μετρητή κατανάλωσης.

Η Σύμβαση Ενεργειακού Συμψηφισμού συνάπτεται μεταξύ του αυτοπαραγωγού και του Προμηθευτή με τον οποίο έχει συμβληθεί ο αυτοπαραγωγός για την προμήθεια ηλεκτρικού ρεύματος στην εγκατάσταση κατανάλωσής του, για 25 έτη, με έναρξη ισχύος την ημερομηνία ενεργοποίησης της σύνδεσης του φωτοβολταϊκού συστήματος. Για την σύναψη Σύμβασης Συμψηφισμού πρέπει να έχει προηγηθεί Σύμβαση Σύνδεσης για το φωτοβολταϊκό σύστημα με τον Διαχειριστή του Δικτύου καθώς και πλήρης εξόφληση των λογαριασμών ηλεκτρικής ενέργειας του οικείου Προμηθευτή ή ένταξη σε καθεστώς ρύθμισης οφειλών προς τον οικείο Προμηθευτή. Προϋπόθεση για την ενεργοποίηση του φωτοβολταϊκού συστήματος είναι η ύπαρξη ενεργού παροχής κατανάλωσης στον χώρο όπου το σύστημα εγκαθίσταται, επ'ονόματι του αυτοπαραγωγού.

Στην περίπτωση που ο αυτοπαραγωγός αλλάξει Προμηθευτή για την ηλεκτροδότηση των καταναλώσεών του, λήγει αυτοδικαίως η Σύμβαση Συμψηφισμού και συνάπτεται νέα Σύμβαση Συμψηφισμού για το υπολειπόμενο εκ των είκοσι πέντε ετών διάστημα μεταξύ του αυτοπαραγωγού και του νέου Προμηθευτή. Σε περίπτωση μεταβίβασης της σχετικής ιδιοκτησίας του χώρου όπου βρίσκεται εγκατεστημένο το φωτοβολταϊκό σύστημα, ο νέος κύριος του χώρου υπεισέρχεται αυτοδίκαια στα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις του μεταβιβάζοντος που απορρέουν από τη Σύμβαση Συμψηφισμού.

Σε περίπτωση που καταναλωτής έχει τη νόμιμη χρήση του χώρου στον οποίο γίνεται η κατανάλωση, αλλά ιδιοκτήτης του φωτοβολταϊκού συστήματος είναι ο κύριος του χώρου αυτού, είναι επιτρεπτή η σύναψη Σύμβασης Συμψηφισμού είτε με τον κύριο, είτε με τον έχοντα τη νόμιμη χρήση του χώρου αυτού. Προϋπόθεση για τη σύναψη της Σύμβασης Συμψηφισμού είναι η ύπαρξη ενεργού παροχής κατανάλωσης επ'ονόματι του αυτοπαραγωγού. Σε περίπτωση σύνδεσης με την κοινόχρηστη παροχή του κτιρίου, η Σύμβαση Συμψηφισμού συνάπτεται με εξουσιοδοτημένο εκπρόσωπο των ιδιοκτητών των οριζόντιων ιδιοκτησιών επ'ονόματι του οποίου θα πρέπει να είναι και η κοινόχρηστη παροχή κατανάλωσης. Για τη σύναψη Σύμβασης Συμψηφισμού με τον καταναλωτή που έχει τη νόμιμη χρήση του χώρου απαιτείται σχετική έγγραφη συμφωνία του κυρίου του χώρου και του φωτοβολταϊκού συστήματος, με τον νόμιμο χρήστη του χώρου για την παραχώρηση της χρήσης του φωτοβολταϊκού συστήματος. Σε περίπτωση που συναφθεί Σύμβαση Συμψηφισμού κατά τα ανωτέρω και μεταβληθεί το πρόσωπο που έχει τη νόμιμη χρήση του χώρου, τροποποιείται η Σύμβαση Συμψηφισμού, για το υπολειπόμενο διάστημα των 25 ετών, ως προς το πρόσωπο που μεταβάλλεται και επ'ονόματι του οποίου είναι πλέον η παροχή κατανάλωσης.

Σε περίπτωση που στο τιμολόγιο κατανάλωσης του αντισυμβαλλόμενου αυτοπαραγωγού προβλέπεται κλιμακούμενη χρέωση, στο ανταγωνιστικό σκέλος του, ο συμψηφισμός πραγματοποιείται με τρόπο που να προκύπτουν οι χαμηλότερες χρεώσεις για τον αυτοπαραγωγό.

Σε ότι αφορά στις ρυθμιζόμενες χρεώσεις των αυτοπαραγωγών με ενεργειακό συμψηφισμό, η νομοθεσία (με τροπολογία που ψηφίστηκε τον Δεκέμβριο του 2014) προβλέπει ότι οι αυτοπαραγωγοί θα επιβαρύνονται μόνο με χρέωση ΥΚΩ για το σύνολο της ενέργειας που καταναλώνουν (είτε αυτή προέρχεται από το Δίκτυο είτε την παράγουν οι ίδιοι) και απαλλάσσονται από τη χρέωση ΕΤΜΕΑΡ για το τμήμα της ενέργειας που παράγουν οι ίδιοι.

Με βάση τα παραπάνω και τα τρέχοντα τιμολόγια της ΔΕΗ για διάφορες κατηγορίες καταναλωτών, αφαιρώντας τα ΥΚΩ, ο συμψηφισμός θα γίνεται, για μεν τον οικιακό καταναλωτή περίπου στα 0,185€/kWh (περιλαμβανομένου του ΦΠΑ), για δε τον εμπορικό καταναλωτή στα 0,120-0,165€/kWh.

Στους παρακάτω πίνακες, φαίνονται οι διάφορες χρεώσεις για οικιακό καταναλωτή και μικρό εμπορικό καταναλωτή όπως ισχύουν τον Ιούλιο του 2014.

<b>Οικιακό τιμολόγιο</b>	
<b>Ετήσια κατανάλωση (kWh)</b>	<b>4.500</b>
Χρέωση ενέργειας (Ανταγωνιστικές χρεώσεις, €/kWh)	0,1059
Χρέωση ενέργειας (Δίκτυο Μεταφοράς, €/kWh)	0,0059
Χρέωση ενέργειας (Δίκτυο Διανομής, €/kWh)	0,0224
Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας (€/kWh)	0,0070
ΕΦΚ (€/kWh)	0,0022
Ειδικό Τέλος 5%	0,0004
ΕΤΜΕΑΡ (€/kWh)	0,0263
Λοιπές επιβαρύνσεις (€/kWh)	0,0005
<b>ΣΥΝΟΛΟ (€/kWh)</b>	<b>0,1706</b>
ΦΠΑ	0,0221
<b>ΣΥΝΟΛΟ (€/kWh)</b>	<b>0,1927</b>

<b>Εμπορικό τιμολόγιο Γ21</b>	
<b>Ετήσια κατανάλωση (kWh)</b>	<b>10.000</b>
Χρέωση ενέργειας (Ανταγωνιστικές χρεώσεις, €/kWh)	0,1021
Χρέωση ενέργειας (Δίκτυο Μεταφοράς, €/kWh)	0,0058
Χρέωση ενέργειας (Δίκτυο Διανομής, €/kWh)	0,0228
Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας (€/kWh)	0,0182
ΕΦΚ (€/kWh)	0,0050
Ειδικό Τέλος 5‰	0,0004
ΕΤΜΕΑΡ (€/kWh)	0,0309
Λοιπές επιβαρύνσεις (€/kWh)	0,0005
<b>ΣΥΝΟΛΟ (€/kWh)</b>	<b>0,1857</b>

Οι επιπτώσεις που έχουν στην αποπληρωμή ενός μικρού οικιακού ή εμπορικού συστήματος οι ρυθμίσεις για net-metering εξετάζονται παρακάτω.

#### Οικιακός αυτοπαραγωγός

Εγκατάσταση Φ/Β ισχύος 3,5 kWp.

Ενδεικτικό κόστος συστήματος 9.200€(περιλαμβάνει ΦΠΑ 2% και κόστος σύνδεσης)

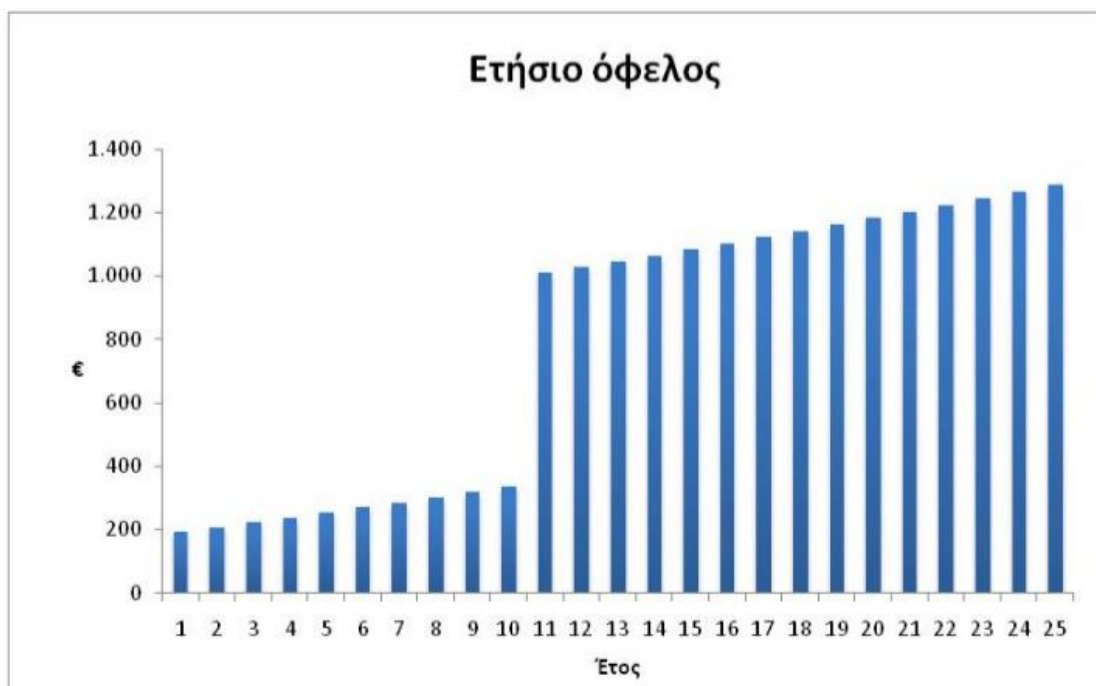
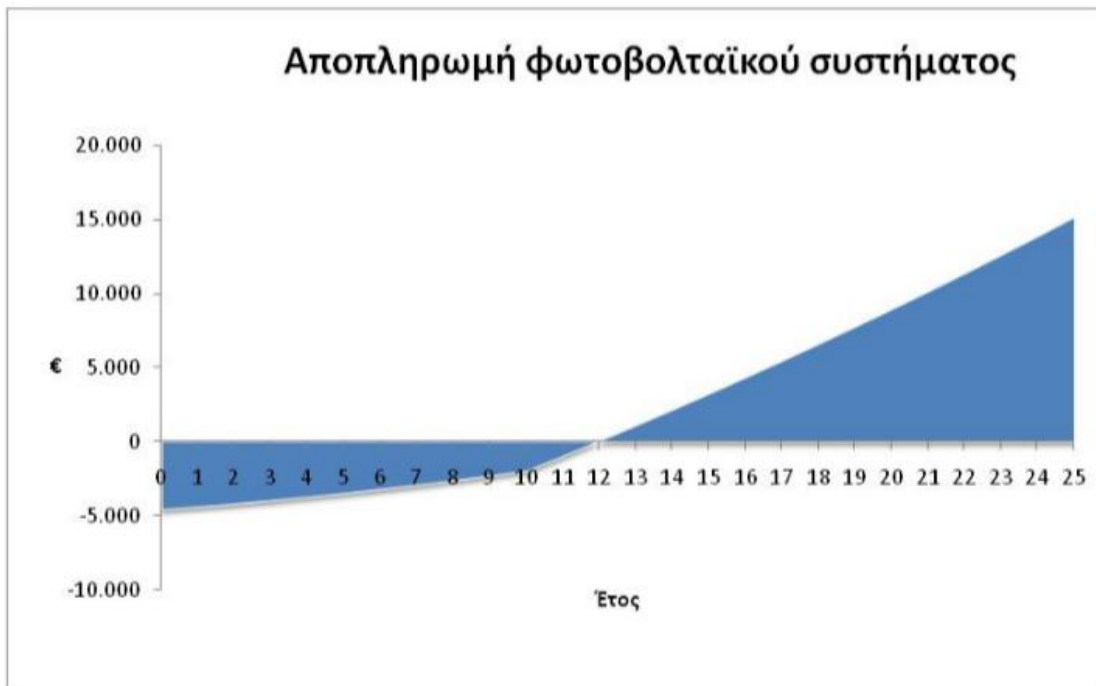
Ενεργειακή απόδοση 1.450 kWh/kWp

Μέση ετήσια πτώση παραγωγικότητας 0,2%

Μέση ετήσια αύξηση τιμολογίων ηλεκτρικής ενέργειας 2%

Ετήσιο λειτουργικό κόστος 1% της αρχικής επένδυσης (με ετήσια αναπροσαρμογή 2%)

10ετής δανεισμός του 50% με επιτόκιο 7%



Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, ο αυτοπαραγωγός έχει ένα συνολικό όφελος περί τις 15.000€ στην 25ετία (όσο διαρκεί η Σύμβαση Συμψηφισμού που υπογράφει ο καταναλωτής με τη ΔΕΗ άλλο εναλλακτικό προμηθευτή). Η εσωτερική απόδοση (IRR) επί των ιδίων κεφαλαίων στην 25ετία είναι 10,4%.



### Εμπορικός αυτοπαραγωγός

Εγκατάσταση Φ/Β ισχύος 7 kWp.

Ενδεικτικό κόστος συστήματος 12.000€(περιλαμβάνει κόστος σύνδεσης)

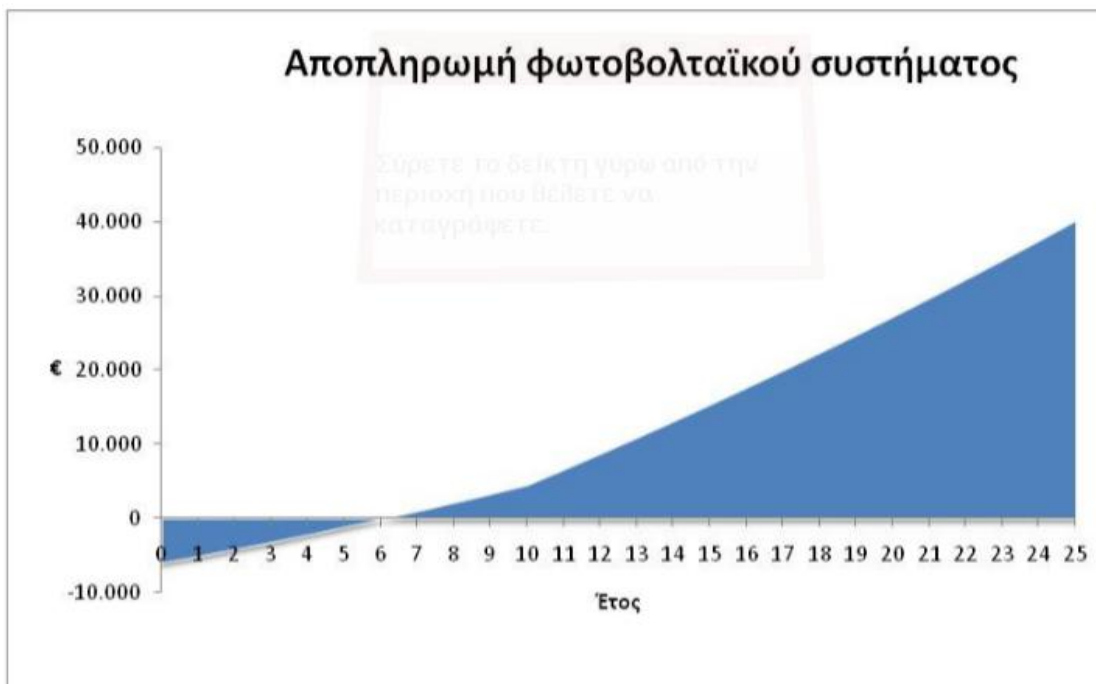
Ενεργειακή απόδοση 1.450 kWh/kWp

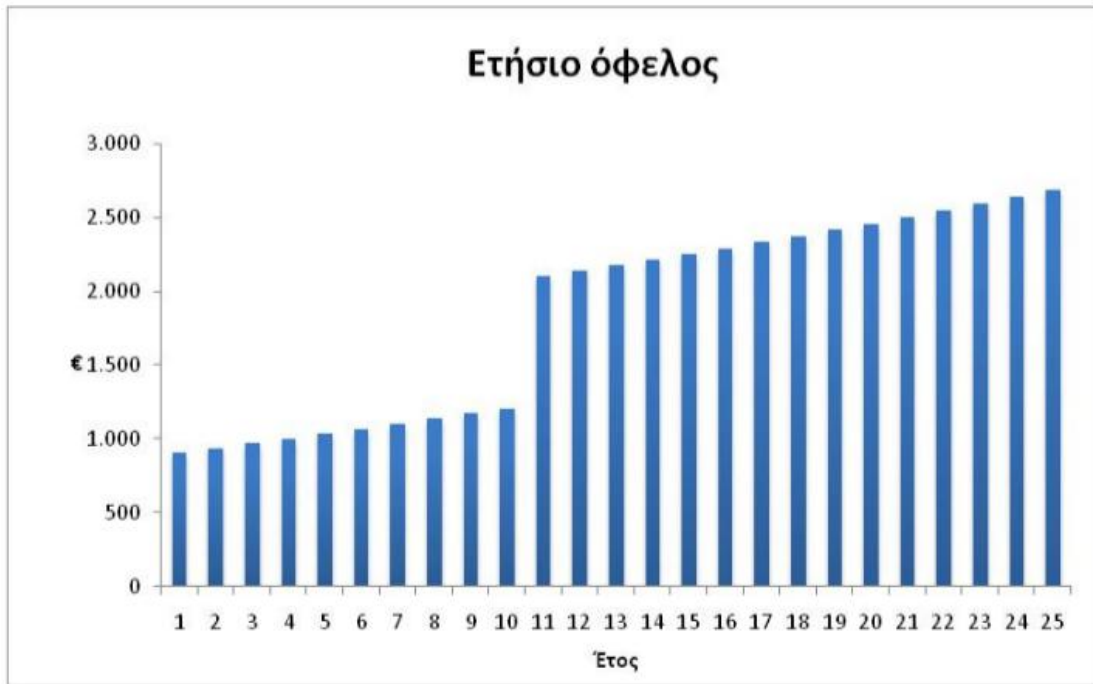
Μέση ετήσια πτώση παραγωγικότητας 0,2%

Μέση ετήσια αύξηση τιμολογίων ηλεκτρικής ενέργειας 2%

Ετήσιο λειτουργικό κόστος 1% της αρχικής επένδυσης (με ετήσια αναπροσαρμογή 2%)

10ετής δανεισμός του 50% με επιτόκιο 7%





Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, ο αυτοπαραγωγός έχει ένα συνολικό όφελος περί τις 40.600€ προ φόρων στην 25ετία (όσο διαρκεί η Σύμβαση Συμψηφισμού που υπογράφει ο καταναλωτής με τη ΔΕΗ ή άλλο εναλλακτικό προμηθευτή). Η εσωτερική απόδοση (IRR) επί των ιδίων κεφαλαίων στην 25ετία είναι 19,8% (ή 15,4% μετά από φόρους).

Πηγές: [http://helapco.gr/wp-content/uploads/HELAPCO\\_Net\\_Metering\\_31Dec2014.pdf](http://helapco.gr/wp-content/uploads/HELAPCO_Net_Metering_31Dec2014.pdf),  
και [www.aveco.gr/a/pv/netmetering/how](http://www.aveco.gr/a/pv/netmetering/how)



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ**

**Αρβανίτης Α.**, 2008, «Μύθοι και πραγματικότητα για τη γεωθερμία», Υπουργείο Ανάπτυξης – Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, Αθήνα

[www.ypeka.gr/rescampaig2008/downloads/mythoi-geothermia.pdf](http://www.ypeka.gr/rescampaig2008/downloads/mythoi-geothermia.pdf)

**Αργυράκης Ι.Γ.**, «Οι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί της ΔΕΗ Α.Ε. και η συμβολή τους στην κάλυψη των Ενεργειακών Αναγκών της Χώρας»

[portal.tee.gr/portal/page/portal/teelar/EKDILWSEIS/damConference/eisigiseis/5.1.pdf](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teelar/EKDILWSEIS/damConference/eisigiseis/5.1.pdf)

**Γαρίνη Ε.**, (2012), «Ανάλυση διαθεσιμότητας και βαθμού χρησιμοποίησης αιολικών συστημάτων», Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών

**Γερασίμου Α.**, (2013), «Ο ρόλος της βιομάζας για την ανάπτυξη της Ελληνικής οικονομίας», ομιλία σε συνέδριο με θέμα «Βιοκαύσιμα: Με το βλέμμα στραμμένο στο 2020», Αθήνα, 21 Μαρτίου 2013

[www.sbibe.gr/sviveconference/documents/PRESENTATIONS/Gerasimou.pdf](http://www.sbibe.gr/sviveconference/documents/PRESENTATIONS/Gerasimou.pdf)

**Γεωργιάδης Α., και Σωτηρίου Σ.**, (2011), «Αξιοποίηση της Βιομάζας στον Ελλαδικό Χώρο για την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας μέσω Συστημάτων Συμπαράγωγης Ηλεκτρισμού και Θερμότητας», Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

**Διαλυνάς Ε., Παπαντώνης Δ., και Παπαθανασίου Σ.**, (2011), «Μελέτη των επιπτώσεων στη λειτουργία του ελληνικού συστήματος από την αιολική διείσδυση 5 έως 8 GW μέχρι το έτος 2025: Προϋποθέσεις και εκτίμηση του κόστους ομαλής ένταξής τους», Τελική Τεχνική Έκθεση, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Φεβρουάριος 2011

[www.rae.gr/site/file/system/docs/misc/file20122011](http://www.rae.gr/site/file/system/docs/misc/file20122011)

**ΙΝΕ-ΓΣΕΕ**, (2011), «Πράσινη Οικονομία, Κοινωνική Συνοχή και Απασχόληση» - Τελική Έκθεση, Μάρτιος

[www.inegsee.gr](http://www.inegsee.gr)

**ΚΑΠΕ**, (2009), «Το ελληνικό ενεργειακό σύστημα», Έκθεση, Υπουργείο Ανάπτυξης, Φεβρουάριος

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

- Καπλάνης Σ. Ν.**, (2008), *Περιβάλλον και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα
- Καλδέλλης Ι. Κ., και Κ. Α. Καββαδίας**, (2001), *Εργαστηριακές Εφαρμογές Ηπίων Μορφών Ενέργειας*, εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα
- Κατσαπρακάκης Δ.**, Σημειώσεις για το μάθημα «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας, Τ.Ε.Ι. Κρήτης  
[http://www.tm.teicrete.gr/Portals/23/Shmeioseis/anan\\_piges\\_enegeias/....pdf](http://www.tm.teicrete.gr/Portals/23/Shmeioseis/anan_piges_enegeias/....pdf)
- Κατσιμίας Σ.**, (2010), «Γεωθερμία», Ένωση Ελληνικών Επιχειρήσεων Θέρμανσης και Ενέργειας, Αθήνα, 15/9/2010  
[www.uhhe.gr/cms/images/arxeio/geothermia.pdf](http://www.uhhe.gr/cms/images/arxeio/geothermia.pdf)
- Λεγκός Η., και Λεβεντάκης Α.**, (2014), «Στρατηγική «Ευρώπη 2020»», Τράπεζα Πειραιώς, Οικονομικές Αναλύσεις και Μελέτες, 6 Μαΐου  
[www.piraeusbank.gr](http://www.piraeusbank.gr)
- Μπινόπουλος Ε., και Π. Χαβιαρόπουλος**, «Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων: Μύθος και πραγματικότητα»  
[www.cres.gr/kape/publications/papers\\_dimosieyseis.htm](http://www.cres.gr/kape/publications/papers_dimosieyseis.htm)
- Σπυρίδωνος Ε.**, 2013, «Ανάπτυξη γεωθερμικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα», παρουσίαση για το Εθνικό Συνέδριο «Γεωθερμική Ηλεκτροπαραγωγή», Αθήνα, 20/11/2013  
[www.cres.gr/kape/publications/pdf/Geoelec/4.%20Spyrodonos.pdf](http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/Geoelec/4.%20Spyrodonos.pdf)
- Στεφανάκος Ι. Π.**, (2014), «Υδροηλεκτρικά Έργα και ‘Μικρή’ ΔΕΗ», άρθρο στην ηλεκτρονική εφημερίδα Capital.gr, 1 Αυγούστου  
[www.capital.gr/news.asp?id=2077614](http://www.capital.gr/news.asp?id=2077614)
- Τσουκαλάς Κ.**, (1986), *Κράτος, Κοινωνία, Εργασία στη μεταπολεμική Ελλάδα*, Θεμέλιο, Αθήνα
- Φυτίκας Μ., Ανδρίτσος Ν., Δρακούλης Ρ.**, (2008), «Γεωθερμία και Τυποποίηση», Διήμερο Συμπόσιο για την Τυποποίηση, ΤΕΕ, Αθήνα, 27-28 Νοεμβρίου 2008  
[library.tee.gr/digital/m2351/m2351\\_fitikas.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2351/m2351_fitikas.pdf)
- Χρηστάνης Κ.**, (1996), *Γεωθερμία*, εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα

**Greenpeace**, (2009), «Πράσινη Ανάπτυξη και νέες θέσεις εργασίας», Έκθεση, Μάιος

[www.greenpeace.org/greece/el/](http://www.greenpeace.org/greece/el/)

**WWF Ελλάς – Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών**, (2010), «Πράσινα μέτρα στην Ελλάδα: αξιολόγηση οφέλους/κόστους από την υλοποίηση συγκεκριμένων δράσεων προώθησης των ανανεώσιμων πηγών και της εξοικονόμησης ενέργειας», Επιστημονική έκθεση, WWF Ελλάς – Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, Ιούνιος

[www.wwf.gr](http://www.wwf.gr)

**WWF Ελλάς**, (2008), «Λύσεις για την κλιματική αλλαγή. Όραμα βιωσιμότητας για την Ελλάδα του 2050», Επιστημονική Έκθεση, Αθήνα, Οκτώβριος

[www.wwf.gr](http://www.wwf.gr)

## **ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ**

**European Commission**, 2014α, “The 2020 climate and energy package” ενημέρωση 11/12/2014

[ec.europa.eu/clima/policies/package/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm)

\_\_\_\_\_ 2014β, “2030 framework for climate and energy policies” ενημέρωση 19/12/2014

[ec.europa.eu/clima/policies/2030/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index_en.htm)

\_\_\_\_\_ 2014γ, “Roadmap for moving to a low-carbon economy in 2050”, ενημέρωση 11/12/2014

[ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index_en.htm)

**European Environment Agency, EEA**, (2013), “Towards a green economy in Europe. EU environmental policy targets and objectives 2010-2050”, EEA Report|No8/2013

[www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)

**European Wind Energy Association, EWEA**, (2015), “Wind in power: 2014 European Statistics”, Φεβρουάριος

[www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/EWEA-Annual-Statistics-2014.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/EWEA-Annual-Statistics-2014.pdf)

---

(2014), “Wind in power: 2013 European Statistics”, Φεβρουάριος

[www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/EWEA-Annual-Statistics-2013.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/EWEA-Annual-Statistics-2013.pdf)

---

(2013), “Wind in power: 2012 European Statistics”, Φεβρουάριος

[www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/EWEA-Annual-Statistics-2012.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/EWEA-Annual-Statistics-2012.pdf)

## **ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ**

[www.biomassenergy.gr](http://www.biomassenergy.gr)

[www.cie.org.cy](http://www.cie.org.cy) – Ίδρυμα Ενέργειας Κύπρου

[www.cres.gr](http://www.cres.gr) – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

[www.desmie.gr](http://www.desmie.gr) – Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΕ

[www.ecotimes.gr](http://www.ecotimes.gr)

[www.eletaen.gr](http://www.eletaen.gr) – Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ)

[geothermal.marin.org](http://geothermal.marin.org) – Geothermal Education Office

[www.google.gr](http://www.google.gr)

[www.helapco.gr](http://www.helapco.gr) – Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών (ΣΕΦ)

[www.hellasres.gr](http://www.hellasres.gr) - Ελληνικός Σύνδεσμος Ηλεκτροπαραγωγών από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΕΣΗΑΠΕ)

[www.investingreece.gov.gr](http://www.investingreece.gov.gr) – Οργανισμός Enterprise Greece

[www.microhydropower.gr](http://www.microhydropower.gr) – Ελληνικός Σύνδεσμος Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων

[www.ppcr.gr](http://www.ppcr.gr) – ΔΕΗ Ανανεώσιμες

[www.sbibe.gr](http://www.sbibe.gr) – Σύνδεσμος Βιοκαυσίμων και Βιομάζας Ελλάδος

[www.sunblog.org](http://www.sunblog.org)

[www.teelar.gr](http://www.teelar.gr) – Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος – Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Θεσσαλίας

[www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr) – Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ)

[el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org)

<https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/3-pathetika-eliaka-systemata-thermanses#TOC-3.4.->

[unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php)