



**Περιβάλλον
και
Ανάπτυξη**

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
(Δ.Π.Μ.Σ.) "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"**

*«Ενεργειακή Στρατηγική
για το νησί της
Καρπάθου»*

Αγαπίου Ευαγγελία-Μαρίνα

Μεταπτυχιακή (Διπλωματική) Εργασία η οποία υποβάλλεται
για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων
για το Διεπιστημονικό - Διατμηματικό
Δίπλωμα Ειδίκευσης
του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Πολυτεχνείου
"Περιβάλλον και Ανάπτυξη"

Αθήνα, Οκτώβριος 2012

Επιτροπή Παρακολούθησης:

Επισκέπτης Καθηγητής Χ. Κορωναίος (επιβλέπων)
Καθηγητής Κ. Κουτσόπουλος
Καθηγητής Δ. Καλιαμπάκος

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
(Δ.Π.Μ.Σ.) «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»



Μεταπτυχιακή Εργασία

***«Ενεργειακή Στρατηγική
για το νησί της Καρπάθου»***

Ευαγγελία – Μαρίνα Αγαπίου
Γεωγράφος

Η παρούσα διπλωματική εξετάστηκε επιτυχώς.

Η τριμελής επιτροπή

.....
Χριστοφής Κορωναίος
Επισκ.Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Κων/νος Κουτσόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δημήτριος Καλιαμπάκος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2012

«Θέλω να αφιερώσω τη παρούσα Διπλωματική εργασία στον προστάτη, βοηθό και οδηγό μου, τον Αγ.Ραφαήλ καθώς και στους γονείς και στα αδέρφια μου, οι οποίοι αδιάκοπα με στηρίζουν και πιστεύουν σε μένα.»

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Ενεργειακή Στρατηγική για τη Κάρπαθο» υποβάλλεται για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για το Διατμηματικό Διεπιστημονικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Δ.Π.Μ.Σ.) του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» της 1^{ης} κατεύθυνσης μεταπτυχιακών σπουδών της σχολής Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών.

Η φιλοσοφία του προγράμματος επικεντρώνεται στην έννοια της Αξιοβίωτης και Ολοκληρωμένης Ανάπτυξης, δηλαδή της Ανάπτυξης, η οποία είναι «ταυτόχρονα στον χώρο και στον χρόνο οικονομική, κοινωνική, πολιτική, πολιτισμική και κατάλληλα τεχνική / τεχνολογική, και η οποία θα πρέπει να τελείται πάντα σε διαλεκτική αρμονία και με σεβασμό στον άνθρωπο και το φυσικό και πολιτισμικό του περιβάλλον, μέσα στο οποίο αυτός εντάσσεται ειρηνικά και δημιουργικά, ως οργανικό και αναπόσπαστο μέρος του και όχι ως κυρίαρχος, ιδιοκτήτης ή εκμεταλλευτής του».

Ένας από τους κύριους στόχους της Αξιοβίωτης και Ολοκληρωμένης Ανάπτυξης είναι η απεξάρτηση της παραγωγής ενέργειας από τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής με την ταυτόχρονη διείσδυση των αναεώσιμων πηγών στο δίκτυο για κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων.

Η παρούσα εργασία αποτελεί ένα παράδειγμα εφαρμογής για την ενεργειακή αυτονομία ενός συστήματος παραγωγής ενέργειας. Η περιοχή μελέτης που εφαρμόζεται αυτή η μελέτη είναι το νησί της Καρπάθου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Χριστοφή Κορωναίο για την συνεχή στήριξη, την αδιάκοπη καθοδήγηση και τις σημαντικές συμβουλές του που με βοήθησαν να διεκπεραιώσω τη διπλωματική μου.

Ευαγγελία-Μαρίνα Αγαπίου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Πρόλογος.....	i
2. Περίληψη.....	ii
3. Abstract.....	iii
4. Περιεχόμενα.....	iv
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</u>	9
-Σκοπός	
-Δομή Διπλωματικής Εργασίας	
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΤΟ ΣΗΜΕΡΙΝΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΚΗΝΙΚΟ.....</u>	11
2.1 Το Ενεργειακό Πρόβλημα (κλιματική αλλαγή και ενέργεια).....	11
2.2 Ενέργεια και Ευρωπαϊκή Ένωση.....	14
2.3. Ενέργεια, Περιβάλλον και η Ανάγκη για ΑΠΕ.....	15
2.4 Η Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ΑΠΕ.....	16
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΕΛΛΑΔΑΣ.....</u>	20
3.1 Ενεργειακή Ζήτηση Ελλάδας.....	20
3.2 Πετρέλαιο.....	21
3.3 Ορυκτά Καύσιμα – Λιγνίτης.....	21
3.4 Φυσικό Αέριο.....	22
3.3 Ηλεκτρισμός.....	23
3.5 ΑΠΕ.....	24
3.6 Θεσμικό Πλαίσιο για τις ΑΠΕ στην Ελλάδα.....	25
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΠΕ.....</u>	31
4.1 Αιολική Ενέργεια.....	32
4.1.1 Η Αιολική Ενέργεια στην Παγκόσμια Αγορά.....	33
4.1.2 Η Αιολική Ενέργεια στην Ελληνική Αγορά	36
4.2 Ηλιακή Ενέργεια.....	39
4.2.1 Η Παγκόσμια Αγορά Συστημάτων Ηλιακής Ενέργειας.....	39

4.2.2 Φωτοβολταϊκά Συστήματα.....	40
4.2.2 Θερμικά Ηλιακά Συστήματα.....	41
4.2.3 Η Ελληνική Αγορά Συστημάτων Ηλιακής Ενέργειας.....	43
4.2.4 Φωτοβολταϊκά Συστήματα.....	43
4.2.4 Θερμικά Ηλιακά Συστήματα.....	44
4.3 Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία.....	46
4.3.1 Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης Νερού.....	47
4.3.1.1 Βασικά Στοιχεία.....	48
4.4 Γεωθερμική Ενέργεια.....	49
4.4.1 Εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας.....	51
4.4.2 Η Γεωθερμία στην Ελλάδα.....	53
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....</u>	54
5.1 Διοικητική και οικιστική δομή.....	54
5.2 Πληθυσμιακή εξέλιξη.....	55
5.3 Χρήσεις γης.....	57
5.4 Οικονομικά χαρακτηριστικά και παραγωγικές δραστηριότητες.....	59
5.5 Πρωτογενής τομέας.....	60
5.6 Δευτερογενής τομέας.....	62
5.7 Τριτογενής τομέας.....	64
5.8 Μετεωρολογικά στοιχεία – Κλίμα.....	67
5.9 Γεωμορφολογία.....	68
5.10 Στοιχεία γεωλογίας – Υδρολογίας.....	69
5.10.1 Γενικό γεωλογικό καθεστώς.....	71
5.10.2 Υδρολογία.....	73
5.10.3 Υδρολιθολογία.....	75
5.11 Προστατευόμενες Περιοχές Καρπάθου.....	78
5.11.1 Χλωρίδα – Πανίδα – Οικοσυστήματα.....	81
5.12 Γενικά Στοιχεία του Ενεργειακού Συστήματος των Δωδεκανήσων και της Καρπάθου.....	83
5.13 Κατανάλωση Ενέργειας.....	85

5.14 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.....	86
5.15 Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας.....	88
5.16 Παρούσες και Μελλοντικές Ανάγκες της Καρπάθου.....	89
5.16.1 Παραγωγή Ενέργειας στη Κάρπαθο.....	90
5.17 Μελλοντικές Τάσεις.....	90
5.18 Θέρμανση Νερού.....	91
5.18.1 Κατοικίες.....	91
5.18.2 Ξενοδοχεία.....	93

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΤΕΛΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ.....94**

6.1 Μεταβολή των δυνατοτήτων του συστήματος των Ανεμογεννητριών.....	96
6.2 Η μεταβολή των δυνατοτήτων του συστήματος Βιομάζας.....	98
6.3 Η μεταβολή των δυνατοτήτων των Ηλιακών Συλλεκτών.....	101
6.4 Διαφοροποιήσεις κατά την αλλαγή των απαιτήσεων στις τελικές χρήσεις.....	105

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....115

Βιβλιογραφία.....116

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3.1: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα.....	7
Σχήμα3.2: Λιγνιτοφόρες λεκάνες της Ελλάδαςμε κύριες τις λιγνιτοφόρες λεκάνες.....	8
Σχήμα 3.2: Αύξηση της παραγωγής λιγνίτη (σε εκατομμύρια τόνους) από το 1993 μέχρι το 2003.....	9
Σχήμα 3.3: Γεωγραφική κατανομή σταθμών παραγωγής ενέργειας.....	10
Σχήμα 3.4: Εγχώρια Παραγωγή Η.Ε. ανά μορφή καυσίμου – Διασυνδεδεμένο Σύστημα.....	11
Σχήμα 3.5: Εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος ανεμογεννητριών στον ελληνικό χώρο.....	13
Σχήμα 4.1: Παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς αιολικών πάρκων 1996-2009.....	19
Σχήμα 4.2: Προοπτική εξέλιξης των θεσεων εργασιας στα αιολικα Παρκα στην ΕΕ.....	21
Σχήμα 4.3: Εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος από Α/Γ στην Ελλάδα.....	22
Σχήμα 4.4: Κόστη και αποδόσεις μετατροπής τυπικών φωτοβολταϊκών στοιχείων.....	27
Σχήμα 4.5:Ετήσια και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς Φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα.....	31
Σχήμα 4.6: Εγκατάσταση θερμικών ηλιακών συλλεκτών ανά κάτοικο στο κόσμο.....	32
Σχήμα 4.7: Λειτουργία φωτοβολταϊκού συστήματος.....	34
Σχήμα 5.1: Κατανομή πληθυσμού νήσου Καρπάθου.....	43
Σχήμα 5.2: Απασχολούμενοι κατά τομέα στη νήσο Κάρπαθο σε σύγκριση με το Νομό Δωδεκανήσου και την Ελλάδα.....	46
Σχήμα 5.3: Αριθμός κλινών ανά κατηγορία,2011.....	50
Σχήμα 5.4: Αριθμός κλινών ανά περιοχή.....	50
Σχήμα 5.5: Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας στη Κάρπαθο.....	51
Σχήμα 5.6: Ομβρομετρικό διάγραμμα για την περιοχή Καρπάθου.....	53
Σχήμα 5.7: Κλιματικό διάγραμμα Emberger για την Ελλάδα.....	54
Σχήμα 5.8: Ημερήσια ταχύτητα ανέμου ανά μήνα στη Κάρπαθο.....	55
Σχήμα5.9: Παραγωγή Ενέργειας στα Δωδεκάνησα 2011.....	64
Σχήμα 5.10: Πηγές κατανάλωσης ενέργειας, Δωδεκάνησα.....	65
Σχήμα 5.11: Κατανάλωση Ενέργειας στα Δωδ/νησα ανά οικονομικό τομέα.....	66
Σχήμα 5.12: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 2010.....	67
Σχήμα 5.13: Κατανομή οικιακής κατανάλωσης ενέργειας, ανά χρήση.....	68

Σχήμα 5.14: Ετήσια παραγωγή ενέργειας από θερμικούς σταθμούς και σταθμούς ΑΠΕ στα μη διασυνδεδεμένα νησιά.....	69
Σχήμα 5.15: Ποσοστιαία κάλυψη ζήτησης στα Δωδεκάνησα 2009.....	69
Σχήμα 5.16 : Χρήση μαζούτ και ντίζελ στον αυτόνομο σταθμό Καρπάθου.....	70
Σχήμα 5.17: Κατανάλωση ντίζελ και λαδιού ΑΣΠ Καρπάθου, 2010.....	71
Σχήμα 5.18: Ημερήσιο μέγιστο και ελάχιστο παραγωγής στον αυτόνομο σταθμό Καρπάθου.....	71
Σχήμα 5.19: Μελλοντική εκτίμηση παραγωγής ενέργειας στη Κάρπαθο.....	75
Σχήμα 6.1:Πρότυπο βέλτιστης κατανομής για χρήση ΑΠΕ στη Κάρπαθο.....	84

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1: Αιτήσεις για χορήγηση άδειας παραγωγής σε έργα ΑΠΕ μέχρι και την 1.2.2003.....	16
Πίνακας 3.2: Αδειοδοτημένα έργα ΑΠΕ κατά Περιφέρεια.....	17
Πίνακας 5.1: Πληθυσμιακή εξέλιξη ΟΤΑ στην Κάρπαθο, 1961-2001.....	42
Πίνακας 5.2: Πληθυσμός επαρχίας Καρπάθου κατά ομάδες ηλικιών, σε σύγκριση με τη Δωδεκάνησο και την Ελλάδα.....	42
Πίνακας 5.3: Χρήσεις γης νομού Δωδ/σου και νήσου Καρπάθου.....	43
Πίνακας 5.4: Μετεωρολογικά στοιχεία από Μ.Σ. Καρπάθου.....	52
Πίνακας 5.5: Εντάσεις και συχνότητα ανέμων στη περιοχή Καρπάθου.....	54
Πίνακας 5.6: Πληθυσμιακή εξέλιξη στη Κάρπαθο από το 1961-2001.....	64
Πίνακας 5.7: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Δωδεκανήσου 2005-2009.....	66
Πίνακας 5.8: Κατανάλωση ενεργειακών πηγών για οικιακή χρήση.....	68
Πίνακας 5.9: Μηχανολογικά στοιχεία του αυτόνομου σταθμού Καρπάθου.....	70
Πίνακας 5.10: Κόστος λειτουργίας ΑΣΠ Καρπάθου, 2011.....	72
Πίνακας 5.11: Εγκατεστημένη ισχύς Α/Π και ΦΒ, 2011.....	73
Πίνακας 5.12: Παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ, 2011.....	73
Πίνακας 5.13: Στοιχεία Ηλεκτροπαραγωγής στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά.....	74
Πίνακας 5.14: Μελλοντική εξέλιξη του πληθυσμού στη Κάρπαθο.....	75
Πίνακας 5.15: Χρήση ζεστού νερού σε διάφορα κτίρια.....	76
Πίνακας 5.16: Θερμοκρασία κρύου νερού σε μεγάλα δίκτυα διανομής.....	77
Πίνακας 5.17: Εκτίμηση μηνιαίου θερμικού φορτίου (κατοικίες), Κάρπαθος,2050.....	77
Πίνακας 5.18: Πληρότητα ξενοδοχείων, Κάρπαθος.....	78
Πίνακας 5.19: Εκτίμηση μηνιαίου θερμικού φορτίου (ξενοδοχεία), Κάρπαθος.....	79
Πίνακας 6.1: Μεταβλητές του πρότυπου μοντέλου παραγωγής ενέργειας.....	83

Περίληψη

Η προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και της εξοικονόμησης ενέργειας καθώς και η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν τα νέα δεδομένα, που έχουν προκαλέσει τις σημαντικότερες αλλαγές στο Ελληνικό ενεργειακό σύστημα κατά την τελευταία δεκαετία.

Η διείσδυση των Α.Π.Ε. συμβάλλει θετικά στη μείωση της εξάρτησης της χώρας από το εισαγόμενο πετρέλαιο με όλα τα συνεπαγόμενα οφέλη στην Εθνική Οικονομία, στην εξοικονόμηση των συμβατικών μη ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων και τέλος στην προστασία του περιβάλλοντος.

Στο πλαίσιο αυτό, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθεί η δυνατότητα διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο μη διασυνδεδεμένο σύστημα της Καρπάθου. Το προτεινόμενο μοντέλο ανανεώσιμης ενέργειας παρουσιάζει από τις διάφορες ανανεώσιμες πηγές, ενεργειακά συστήματα για τις διαφορετικές τελικές χρήσεις όπως η θέρμανση, η οικιακή χρήση, η εμπορική χρήση, κτλ.

Στη παρούσα μελέτη απαραίτητα στοιχεία είναι το κόστος και η αποδοτικότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και οι παράγοντες όπως η τεχνολογία, η διαθεσιμότητα και η αξιοπιστία πρέπει να ληφθούν υπόψιν προκειμένου να επιλεγούν τα κατάλληλα ανανεώσιμα ενεργειακά συστήματα για τις διαφορετικές τελικές χρήσεις.

Ο τελικός σκοπός είναι να επιλεγούν τα συστήματα με το χαμηλότερο κόστος και την υψηλότερη αποδοτικότητα.

Abstract

The promotion of renewable sources of energy (RES) and the conservation of energy as well as the liberation of the commerce of electrical energy, which consists of new data that has caused major changes in the Greek energy system over the last decade.

The penetration of RES contribute positively to the reduction of the country's dependence from imported oil with all the correlated benefits to the national economy and the conservation of conventional non-renewable energy resources. Lastly, it contributes to the protection of the environment.

In this context, the aim of this study is to investigate the possibility of penetration of renewable energy in the non-interconnected system of Karpathos. The proposed model presents renewable energy from the various renewable energy systems for the variety of uses such as heating, domestic use, commercial use, etc.

In this current study, the relevant aspects are the cost and efficiency of renewable energy sources, and factors such as technology, the availability and reliability, which must be considered in order to choose the appropriate renewable energy systems for different end uses.

The ultimate aim is to select systems with the lowest cost and highest efficiency.

Εισαγωγή

Τα σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και του φαινομένου του θερμοκηπίου, σε συνδυασμό με τις συνεχώς αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες του παγκόσμιου πληθυσμού και τους φόβους για ραγδαία μείωση και εξάντληση των αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων, οδηγούν τα τελευταία χρόνια τις κυβερνήσεις των αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων κρατών του πλανήτη να εντάξουν αποφασιστικά στην ενεργειακή τους στρατηγική τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση καταναλώνει όλο και περισσότερη ενέργεια, εισάγοντας περισσότερα ενεργειακά προϊόντα, καθώς αντιπροσωπεύει το 14-15% της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης ενώ δημογραφικά αποτελεί το 6% του παγκόσμιου πληθυσμού.

Η κοινοτική παραγωγή δεν αρκεί για να καλύψει τις ολοένα και αυξανόμενες ανάγκες των κρατών-μελών αυξάνοντας την ενεργειακή της εξάρτηση από το εξωτερικό. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τις έντονες μεταβολές των ενεργειακών τιμών παγκοσμίως, θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα την επιβράνδυση της οικονομικής ανάπτυξης της Ευρωζώνης αποκαλύπτοντας τις διαρθρωτικές αδυναμίες του ενεργειακού εφοδιασμού της. Ωστόσο, ακόμα και χωρίς την αστάθεια και τις υψηλές τιμές στον χώρο των τιμών του πετρελαίου η Ευρωπαϊκή Ένωση θα πρέπει να κινηθεί ταχύτατα και αποφασιστικά προς την χάραξη καινούργιων ενεργειακών πολιτικών ικανοποιώντας τις δεσμεύσεις του πρωτοκόλλου του Κυότο.

Η ανάγκη για πετρελαϊκή ανεξάρτηση τόσο για τα κράτη – μέλη τη Ε.Ε. που η εξάρτηση τους από το πετρέλαιο είναι κατά 50% και ακόμα περισσότερο για την Ελλάδα που φτάνει στο 65% είναι επιτακτική. Η βασική στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το πετρέλαιο είναι να μείνει η εξάρτηση από το πετρέλαιο μόνο σε ορισμένους κλάδους της οικονομίας (οδικές μεταφορές και την πετροχημεία) χωρίς να μπορεί να επηρεάζει άμεσα ή έμμεσα το σύνολο της οικονομίας.

Με τη τεχνολογική πρόοδο των τελευταίων δεκαετιών οι τεχνολογίες των ΑΠΕ έχουν γίνει οικονομικά προσιτές και προσοδοφόρες για επενδύσεις μεγάλης κλίμακας. Ως εκ τούτου, πολλές είναι και οι έρευνες σχετικά με τις μεθόδους και τις τεχνικές βελτιστοποίησης του σχεδιασμού των αυτόνομων συστημάτων.

Με αναδρομή στη βιβλιογραφία μπορούμε να εντοπίσουμε μια μεγάλη ποικιλία τεχνικών που χρησιμοποιούνται από τον εκάστοτε ερευνητή με σκοπό τη περιγραφή ή την βελτιστοποίηση αυτόνομων συστημάτων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ.

Για παράδειγμα, οι ερευνητές Boroway και Salameh παρουσίασαν μια γραφική τεχνική για το βέλτιστο συνδυασμό αριθμού Φ/Β συστοιχιών και συσσωρευτών για ένα αυτόνομο υβριδικό σύστημα, η οποία έκανε χρήση τιμών ηλιακής ακτινοβολίας και ταχύτητας ανέμου που καταγράφονταν κάθε ώρα της μέρας για 30 χρόνια.

Οι Chedid και Saliba πρότειναν μια μέθοδο για το βέλτιστο σχεδιασμό, βασιζόμενοι σε οικονομικές παραμέτρους. Την ελαχιστοποίηση του κόστους εγκατάστασης και λειτουργίας ενός πανομοιότυπου υβριδικού σταθμού επιχείρησε και ο Hochmuth, με τη βοήθεια γενετικού κώδικα (Genetic Algorithm). Οι Koroneos et al. εξέτασαν τη δυνατότητα και το επίπεδο διείσδυσης των ΑΠΕ στο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής των Δωδεκανήσων χρησιμοποιώντας πολυκριτηριακές μεθόδους, ενώ για το ίδιο σύμπλεγμα νησιών, οι Kaldellis και Kavadias επικεντρώθηκαν στην οικονομική ανάλυση ενός αυτόνομου υβριδικού συστήματος, το οποίο αποτελείτο από αιολικές μηχανές, ντιζελογεννήτριες και συσσωρευτές, προκειμένου να επιτευχθεί η ενεργειακή αυτονομία ενός τυπικού καταναλωτή.

Καθίσταται προφανές λοιπόν ότι η εντατικοποίηση της χρήσης ΑΠΕ είναι ένας από τους σημαντικότερους μηχανισμούς επίτευξης των παραπάνω στόχων, αλλά και υλοποίησης μιας ευαίσθητης περιβαλλοντολογικά πολιτικής, που αποτελεί στις μέρες μας καθολική απαίτηση.

Η παρούσα διπλωματική εργασία μελετά τη διαμόρφωση μιας ολοκληρωμένης ενεργειακής στρατηγικής για τη Κάρπαθο.

Σκοπός της είναι διατύπωση ενός ολοκληρωμένου σεναρίου για την ενεργειακή αυτονομία ενός μη διασυνδεδεμένου δικτύου στο κεντρικό σύστημα, όπως το δίκτυο στο νησί της Καρπάθου.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια γενική εισαγωγή στο θέμα της εργασίας όπου δηλώνεται ο σκοπός και παρουσιάζεται η δομή της διπλωματικής. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται μια αναδρομή στη βιβλιογραφία σχετικά με το σημερινό ενεργειακό πρόβλημα. Επίσης γίνεται αναφορά στην ενεργειακή κατάσταση της Ευρώπης και περιγράφονται οι πολιτικές που διαχρονικά έχουν εφαρμοστεί όσο αφορά την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Το τρίτο κεφάλαιο αναλύει, το ενεργειακό προφίλ της Ελλάδας, τις τεχνολογίες και τα μέσα που χρησιμοποιούνται για παραγωγή ενέργειας καθώς και την εξέλιξη του θεσμικού πλαισίου που αφορά τις εφαρμογές των ΑΠΕ στη χώρα μας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφονται οι βασικές τεχνολογίες και τα χαρακτηριστικά των ΑΠΕ. Συγκεκριμένα, περιγράφονται τα δομικά χαρακτηριστικά των ανεμογεννητριών, των φωτοβολταϊκών συστημάτων και των θερμικών ηλιακών συστημάτων, ενώ πραγματοποιείται μια πρώτη προσέγγιση στην παγκόσμια και ελληνική ενεργειακή αγορά.

Επιπλέον, περιγράφεται ο τρόπος υπολογισμού παραγωγής ενέργειας σε κάθε μια από τις τεχνολογίες ΑΠΕ και αναφέρονται τα βασικά ηλεκτρικά μεγέθη κάθε μίας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, περιγράφεται η περιοχή μελέτης . Πιο συγκεκριμένα μελετώνται, το φυσικό περιβάλλον της, τα πληθυσμιακά, οικονομικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά, οι υπάρχουσες υποδομές, οι χρήσεις γης και οι παρούσες και μελλοντικές ενεργειακές ανάγκες της. Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το βέλτιστο πρότυπο ανανεώσιμης ενέργειας για διάφορες τελικές χρήσεις στην Κάρπαθο. Πιο αναλυτικά, δομήθηκε η μαθηματική αντιπροσώπευση του προτύπου ανανεώσιμης ενέργειας και παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης με τη χρήση του προγράμματος lingo.

Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο διατυπώνονται τα συμπεράσματα από την εφαρμογή του προτύπου μοντέλου ανανεώσιμης ενέργειας που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : Το Σημερινό Ενεργειακό Σκηνικό

2.1 Το Ενεργειακό Πρόβλημα

Κατά την διάρκεια του 19^{ου} και 20^{ου} αιώνα η τεχνολογική και βιομηχανική δραστηριότητα που αναπτύχθηκε στις δυτικές χώρες ήταν ανεξέλεκτη και χωρίς περιορισμούς. Μοναδικός στόχος και σκοπός ήταν το μεγάλο και το γρήγορο κέρδος. Η ραγδαία αυτή τεχνολογική και βιομηχανική ανάπτυξη πολλαπλασίασε την παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση, γεγονός που ενέπνευσε ανησυχία για τη μελλοντική επάρκεια κοιτασμάτων των ορυκτών καυσίμων.

Παράλληλα, άρχισαν να εμφανίζονται πολύ σημαντικά οικολογικά προβλήματα εξαιτίας της αλόγιστης χρήσης των συμβατικών καυσίμων, καθώς και σοβαρά ατυχήματα που έθεσαν υπό αμφισβήτηση την εκτεταμένη χρήση της πυρηνικής ενέργειας.

Έτσι, από τα τέλη του 20ου αιώνα, η σκέψη της επαναχρησιμοποίησης φυσικών πηγών ενέργειας φιλικών προς το περιβάλλον τέθηκε υπό συζήτηση. Η ηλιακή, η αιολική, η θαλάσσια και η υδροδυναμική ενέργεια, η βιομάζα και η γεωθερμία καθιερώθηκαν στην παγκόσμια ενεργειακή σκηνή με τον όρο «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» (ΑΠΕ).

Ήδη από τη δεκαετία του '70 ξεκίνησαν να εμφανίζονται διάφορες νέες τεχνικές εφαρμογής τους και να βελτιώνονται οι ήδη υπάρχουσες. Οι ανεμογεννήτριες, τα φωτοβολταϊκά, οι ηλιακοί συλλέκτες, η ηλιακή ψύξη, τα μικρά και μεγάλα υδροηλεκτρικά, οι σταθμοί καύσης βιομάζας και βιοκαυσίμων, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα τεχνολογιών ΑΠΕ, που τα τελευταία χρόνια μελετήθηκαν συστηματικά και αναπτύχθηκαν, ώστε να προσφέρουν λύσεις στο ενεργειακό ζήτημα.

Σήμερα, τον 21ο αιώνα, τα ορυκτά καύσιμα παραμένουν η κύρια ενεργειακή πηγή παγκοσμίως, όμως και οι ΑΠΕ κατέχουν ένα σημαντικό ποσοστό στη συνεισφορά των ενεργειακών πηγών στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας. Σε αυτό έχει συμβάλει σημαντικά και η σύγχρονη τεχνολογία, που επιτρέπει τη συνεχή βελτίωση των τεχνικών, ώστε η εφαρμογή ΑΠΕ να καθίσταται πλέον, πέραν από περιβαλλοντολογικά φιλική, και οικονομικά αποδοτική.

2.2 Ενέργεια και Ευρωπαϊκή Ένωση

Η ανάπτυξη των ΑΠΕ αποτελεί βασική προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για λόγους ανεξαρτησίας ενεργειακού εφοδιασμού και προστασίας του περιβάλλοντος, αλλά και κοινωνικής και οικονομικής συνοχής.

Αυτό έχει εκφραστεί και με την πρόσφατη "Οδηγία 2001/ 77" του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και Συμβουλίου, καθώς και με τις δεσμεύσεις της Ε.Ε. στο "Πρωτόκολλο του Κιότο" για το περιβάλλον.

Τα κύρια σημεία της "Οδηγίας" είναι τα ακόλουθα:

- α) Ζητά από τα κράτη-μέλη να ορίσουν συγκεκριμένους στόχους για το ποσοστό της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και της ηλεκτρικής ειδικότερα, που θα προέρχεται από ΑΠΕ, κατά το έτος 2010. Τα ποσοστά αυτά πρέπει να είναι σύμφωνα με τον συνολικό στόχο που θέτει η Ε.Ε., δηλαδή 12% της συνολικής και 22,1% της ηλεκτρικής. Ορίζει επίσης ενδεικτικούς για κάθε κράτος-μέλος στόχους, όσον αφορά το ποσοστό της ηλεκτρικής κατανάλωσης. Για την Ελλάδα ανέρχεται σε 20,1% (περιλαμβανομένων και των Μεγάλων Υδροηλεκτρικών).
- β) Ορίζει ότι τα κράτη-μέλη μπορούν στην παρούσα φάση να καθορίζουν μόνα τα μέτρα υποστήριξης των ΑΠΕ για την επίτευξη του τιθέμενου στόχου, τα οποία θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις αρχές της εσωτερικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, να λαμβάνουν υπόψη τα χαρακτηριστικά των διαφόρων τεχνολογιών, να είναι απλά και αποτελεσματικά και να προβλέπουν μεταβατικές ρυθμίσεις ώστε να διατηρείται η εμπιστοσύνη των επενδυτών.
- γ) Ορίζει ότι τα κράτη-μέλη θα πρέπει να επανεξετάσουν τις ισχύουσες διαδικασίες αδειοδοτήσεων και τις διοικητικές ρυθμίσεις ώστε να εξασφαλίζεται η διαφάνεια και να διευκολύνεται η ανάπτυξη των ΑΠΕ.
- δ) Ορίζει ότι θα πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για την κατά προτεραιότητα σύνδεση των ΑΠΕ στα ηλεκτρικά δίκτυα και ζητά από τα κράτη μέλη να απαιτήσουν από τους Διαχειριστές του Συστήματος και του Δικτύου την έκδοση κανονισμών που θα εξασφαλίζουν διαφανείς διαδικασίες σύνδεσης και κοστολόγησης.
- ε) Ορίζει ότι τα κράτη-μέλη θα πρέπει να δημιουργήσουν τους κατάλληλους μηχανισμούς και να ορίσουν αρμόδιους φορείς για την έκδοση "Έγγυήσεων Προέλευσης" ενέργειας προερχόμενης από ΑΠΕ. Επιπρόσθετα, επιβάλλεται στα

κράτη-μέλη να αναγνωρίζουν τις “Έγγυήσεις Προέλευσης” οι οποίες προέρχονται από άλλα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. [5]

Σημειώνεται τέλος ότι η Οδηγία ορίζει χρονικά διαστήματα εντός των οποίων τα κράτη-μέλη πρέπει να αναφέρουν τα αποτελέσματα από την εφαρμογή των οριζομένων. Τα μέτρα στήριξης των ΑΠΕ που έχουν χρησιμοποιηθεί από τα κράτη-μέλη περιλαμβάνουν

επιδότηση των επενδύσεων ή φοροαπαλλαγές, αλλά η κύρια ενίσχυση προέρχεται από την άμεση στήριξη της τιμής της ενέργειας που καταβάλλεται στους παραγωγούς ΑΠΕ. Τα μέτρα στήριξης των τιμών που εφαρμόζονται μπορούν να διακριθούν σε δύο κύριες κατηγορίες:

α) Τα συστήματα σταθερών τιμών, που εφαρμόζονται ιδίως στην Γερμανία και την Ισπανία, όπου συνέβαλαν σημαντικά στη ραγδαία προώθηση των ΑΠΕ, καθώς και στη χώρα μας. Χαρακτηρίζονται από τη συγκεκριμένη τιμή της ενέργειας που καταβάλλεται από τις επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας στους παραγωγούς ΑΠΕ.

β) Τα συστήματα ποσοτώσεων, τα οποία εφαρμόζονται ιδίως στην Αγγλία, την Ιρλανδία και τις Κάτω χώρες, με μικρή συμβολή στην ανάπτυξη των ΑΠΕ. Βασίζονται στον καθορισμό της τιμής της ενέργειας μέσω του ανταγωνισμού μεταξύ των 8 παραγωγών ΑΠΕ για τη στήριξη που θα γίνει, αφού προηγουμένως το κράτος αποφασίσει για το επιθυμητό ποσό ενέργειας από ΑΠΕ.

Υλοποιούνται με δύο κυρίως μηχανισμούς:

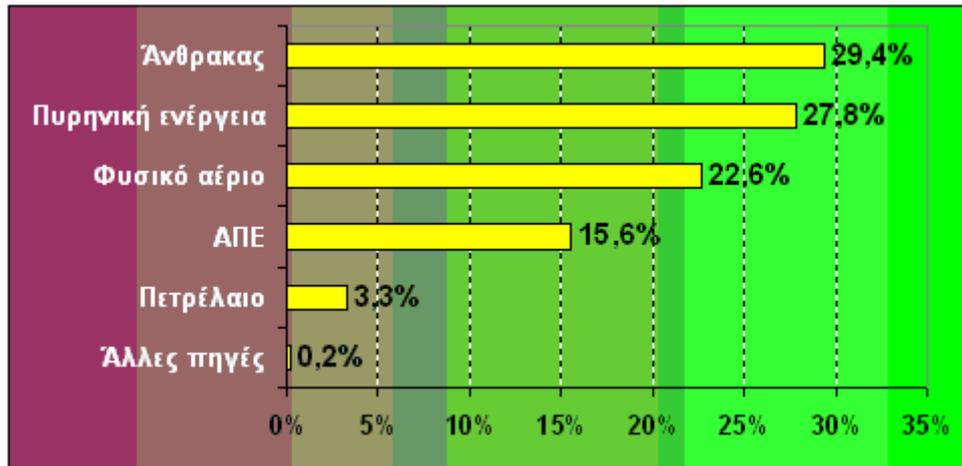
(i) Τα πράσινα πιστοποιητικά: Η ενέργεια ΑΠΕ πωλείται σε τιμές αγοράς, και για να χρηματοδοτηθεί το επιπλέον κόστος παραγωγής των ΑΠΕ, όλοι οι καταναλωτές υποχρεώνονται να προμηθεύονται ορισμένο ποσοστό ενέργειας («πράσινο πιστοποιητικό») από ΑΠΕ. Για την προμήθεια των πράσινων πιστοποιητικών αναπτύσσεται μία δευτερεύουσα αγορά «πράσινης ενέργειας», παράλληλα με την πρωτεύουσα αγορά από συμβατικές πηγές ενέργειας.

(ii) Διαγωνιστικό σύστημα: Προκηρύσσονται από το κράτος διαγωνισμοί για την προμήθεια ενέργειας ΑΠΕ, η οποία διοχετεύεται στην τοπική κατανάλωση στην τιμή του διαγωνισμού. Το επιπλέον κόστος της ενέργειας ΑΠΕ μετακυλύεται στους καταναλωτές μέσω ειδικού τέλους. [25]

Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, σύμφωνα με στοιχεία που περιέχονται στο “Report on Social and Economic Cohesion: Energy”, καταναλώνεται το 16% περίπου της παγκόσμιας παραγόμενης ενέργειας.

Στην ΕΕ των 27, η εικόνα της ηλεκτροπαραγωγής, βάση στοιχείων του 2009, έχει ως εξής:

Σχήμα 2.2: Πηγές Ηλεκτροπαραγωγής στην ΕΕ των 27 (2009)



Πηγή: European Commission; Energy Statistics; Statistical pocketbook

2.3 Ενέργεια, Περιβάλλον και η Ανάγκη για ΑΠΕ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση καταναλώνει όλο και περισσότερη ενέργεια, εισάγοντας περισσότερα ενεργειακά προϊόντα, καθώς αντιπροσωπεύει το 14-15% της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης ενώ δημογραφικά αποτελεί το 6% του παγκόσμιου πληθυσμού. Μάλιστα, η κοινοτική παραγωγή δεν αρκεί για να καλύψει τις ολοένα και αυξανόμενες ανάγκες των κρατών- μελών αυξάνοντας την ενεργειακή της εξάρτηση από το εξωτερικό. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τις έντονες μεταβολές των ενεργειακών τιμών παγκοσμίως, θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα την επιβράδυνση της οικονομικής ανάπτυξης της Ευρωζώνης.

Τα ορυκτά καύσιμα συμμετείχαν στον παγκόσμιο ενεργειακό εφοδιασμό κατά 90%, με το πετρέλαιο να κατέχει το 40%, το φυσικό αέριο 25%, τον άνθρακα 25%, την πυρηνική ενέργεια 7% και τα υδροηλεκτρικά 3%.

Σήμερα οι ανεπτυγμένες χώρες παράγουν περίπου το 1/3 της παγκόσμιας ενέργειας και καταναλώνουν τα 2/3, ενώ οι αναπτυσσόμενες χώρες παράγουν τα 2/3 και καταναλώνουν το 1/3.

Η ετήσια κατά κεφαλή κατανάλωση είναι:

- Αναπτυσσόμενες χώρες 2 βαρ/ετος
- Ανεπτυγμένες χώρες 14,2 βαρ/ετος
- ΗΠΑ 25,0 βαρ/ετος

Η Ευρώπη κατείχε μόλις το 5% των παγκόσμιων αποθεμάτων πριν αρχίσει η εξόρυξη πετρελαίου – το μικρότερο όγκο από τις άλλες 7 γεωγραφικές περιοχές της γης – αλλά έχει καταφέρει σταθερή ανάπτυξη εξόρυξης από τότε που η Ρουμανία άρχισε την πρώτη παραγωγή πριν από 150 χρόνια.

Η Ευρώπη παράγει το 40% του πετρελαίου που καίει καταναλώνοντας το 20% της παγκόσμιας ετήσιας παραγωγής. Εισάγει το 60% των αναγκών της σε χαμηλού κόστους πετρέλαιο από Ρωσία και Μέση Ανατολή και πρέπει να αύξάνει τις εισαγωγές της κατά 2% το ετος για την αντιμετώπιση της ζήτησης στα σημερινά της επίπεδα. [7]

Η Ευρώπη έχει παράξει μέχρι σήμερα περίπου 50 δις βαρ. πετρελαίου, δηλαδή το 57% των εκτιμώμενων αρχικών αποθεμάτων της, με τη Νορβηγία και τη Μ. Βρετανία να κατέχουν το 75% των αρχικών ευρωπαϊκών αποθεμάτων, τα οποία βρίσκονται κυρίως στη Βόρεια Θάλασσα. Η Γερμανία έχει επίσης αξιόλογα αποθέματα στη Βόρεια Θάλασσα, ενώ η Ρουμανία έφτασε το peak το 1976 και τώρα βρίσκεται σε ύφεση.

2.4 Η Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ΑΠΕ

Σε νομικό πλαίσιο από το 1997, η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε τον στόχο να ανέλθει σε 12% το μερίδιο που καταλαμβάνουν οι ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση ενέργειας μέχρι το 2010, δηλαδή να διπλασιάσει το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε σύγκριση με το 1997. Έκτοτε, το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει αυξηθεί κατά 55% σε απόλυτα ενεργειακά μεγέθη.

Προς το παρόν υπάρχουν δύο οδηγίες στον τομέα της ανανεώσιμης ενέργειας.

- Η οδηγία 2001/77 για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας καθορίζει στο 21% το ενδεικτικό μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της Κοινότητας έως το 2010. Θέτει ενδεικτικούς εθνικούς στόχους για κάθε κράτος μέλος, ενθαρρύνει τη χρήση εθνικών καθεστώτων στήριξης, την εξάλειψη των διοικητικών φραγμών και την ολοκλήρωση του διασυνδεδεμένου δικτύου, και επιβάλλει την υποχρέωση χορήγησης στους παραγωγούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές εγγύησης προέλευσης, κατόπιν σχετικού αιτήματος.
- Η οδηγία 2003/30 για την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές θέτει ως στόχο να αποτελούν τα βιοκαύσιμα ποσοστό 5,75% της συνολικής ποσότητας βενζίνης και πετρελαίου ντίζελ για σκοπούς μεταφορών που διατίθεται στην αγορά, έως τις 31 Δεκεμβρίου 2010.

Όμως οι τιμές του πετρελαίου και του αερίου αυξήθηκαν από την αρχή του 2007. Επιπλέον, σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC), οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου έχουν ήδη ανεβάσει τη θερμοκρασία κατά 0,6 βαθμούς παγκοσμίως. Εάν δεν ληφθούν μέτρα, θα σημειωθεί αύξηση κατά 1,4 έως 5,8 βαθμούς έως τα τέλη του αιώνα.

Όλες οι περιοχές του κόσμου - συμπεριλαμβανομένης της ΕΕ - θα αντιμετωπίσουν σοβαρές συνέπειες, τόσο για τις οικονομίες τους όσο και για τα οικοσυστήματά τους. Οι Ευρωπαίοι πολίτες επηρεάζονται από τις υψηλότερες τιμές, τις απειλές στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και την αλλαγή του κλίματος της Ευρώπης. Τα ευρωπαϊκά κράτη πρέπει να αντιμετωπίσουν σημαντικά ζητήματα σχετικά με την ενέργεια όπως μια αυξανόμενη εξάρτηση στις εισαγωγές ενέργειας, τις υψηλές τιμές του πετρελαίου και του φυσικού αερίου που έχουν επιπτώσεις στις τιμές πολλών

καταναλωτικών αγαθών, την αλλαγή του κλίματος, τις δασικές πυρκαγιές, τους κατακλυσμούς και την ερήμωση πολλών περιοχών.

Στα πλαίσια μιας νέας ενεργειακής πολιτικής, ο τομέας της ανανεώσιμης ενέργειας διακρίνεται για τη δυνατότητά του να μειώσει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και τη ρύπανση, να εκμεταλλευτεί τις τοπικές και αποκεντρωμένες πηγές ενέργειας, και να παρακινήσει τις βιομηχανίες υψηλής τεχνολογίας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ηλιακή, αιολική, υδροηλεκτρική, γεωθερμική, ενέργεια από βιομάζα) δημιουργούν οικονομική δραστηριότητα, προστιθέμενη αξία και απασχόληση στην Ευρώπη, βελτιώνουν την ποιότητα του περιβάλλοντος και το επίπεδο ζωής και είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τις λιγότερο αναπτυγμένες περιοχές της Ένωσης, οι οποίες διαθέτουν πολλούς ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους.

Ο Χάρτης Πορείας για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας της Επιτροπής κατέδειξε ότι ο στόχος του 20% για το συνολικό μερίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ο στόχος του 10% για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στις μεταφορές είναι κατάλληλοι και εφικτοί στόχοι, και ότι το πλαίσιο το οποίο περιλαμβάνει υποχρεωτικούς στόχους αναμένεται να προσφέρει στην επιχειρηματική κοινότητα τη μακροπρόθεσμη σταθερότητα που χρειάζεται ώστε να λαμβάνει ορθολογικές επενδυτικές αποφάσεις στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο των Βρυξελλών του Μαρτίου 2007 επικύρωσε αυτούς τους στόχους.

Βασιζόμενη σε αυτή την πολιτική δέσμευση, η Επιτροπή υπέβαλε, τον Ιανουάριο 2008, μια πρόταση οδηγίας σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Η οδηγία αποσκοπεί στη θέσπιση ενός συνολικού δεσμευτικού στόχου 20% ως μεριδίου συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην κατανάλωση ενέργειας και ενός δεσμευτικού ελάχιστου στόχου 10% για τα βιοκαύσιμα στις μεταφορές, οι οποίοι πρέπει να επιτευχθούν από κάθε κράτος μέλος, καθώς και δεσμευτικών εθνικών στόχων έως το 2020, οι οποίοι θα ευθυγραμμίζονται με το συνολικό στόχο του 20% για την ΕΕ.

Κάθε κράτος μέλος οφείλει να μεριμνά ώστε το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην τελική κατανάλωση ενέργειας το 2020 να αντιστοιχεί τουλάχιστον στον συνολικό στόχο του όσον αφορά το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, όπως προβλέπεται στον πίνακα I που αναπαράγεται παρακάτω.

Πίνακας 2.1: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε κάθε κράτος-μέλος της ΕΕ

Κράτος μέλος	Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές το 2009	Στόχος για το 2020
Αυστρία	23.3%	34%
Βέλγιο	2.2%	13%
Βουλγαρία	9.4%	16%
Κύπρος	2.9%	13%
Τσεχική Δημοκρατία	6.1%	13%
Δανία	17%	30%
Εσθονία	18%	25%
Φινλανδία	28.5%	38%
Γαλλία	10.3%	23%
Γερμανία	5.8%	18%
Ελλάδα	6.9%	18%
Ουγγαρία	4.3%	13%
Ιρλανδία	3.1%	16%
Ιταλία	5.2%	17%
Λετονία	34.9%	42%
Λιθουανία	15%	23%
Λουξεμβούργο	0.9%	11%
Μάλτα	0%	10%
Κάτω Χώρες	2.4%	14%
Πολωνία	7.2%	15%
Πορτογαλία	20.5%	31%
Ρουμανία	17.8%	24%
Σλοβακική Δημοκρατία	6.7%	14%
Σλοβενία	16%	25%

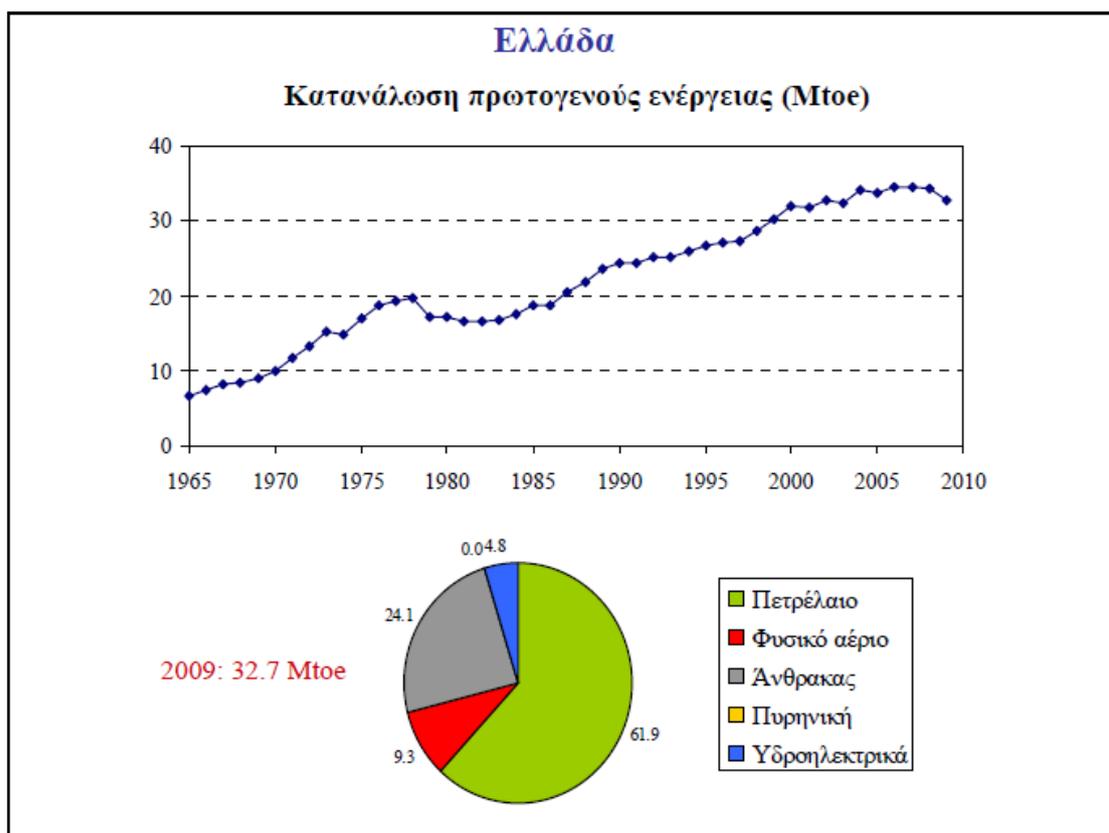
Ισπανία	8.7%	20%
Σουηδία	39.8%	49%
Ηνωμένο Βασίλειο	1.3%	15%

Κεφάλαιο 3^ο : Ενεργειακό Προφίλ Ελλάδας

3.1 Ενεργειακή Ζήτηση Ελλάδας 1990-2010

Η Ελλάδα όσον αφορά την κατανάλωση πετρελαίου ακολουθεί γενικά μία διαφορετική πορεία από τις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες. Κάθε Έλληνας, σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία, καταναλώνει κατά μέσο όρο 70% περισσότερο πετρέλαιο το χρόνο απ' ό,τι οι υπόλοιποι Ευρωπαίοι. Σύμφωνα με σχετικές προβλέψεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Union, Energy Outlook) η συνολική κατανάλωση στη χώρα μας θα φθάσει τους 40,5 εκατομμύρια τόνους πετρελαίου το 2020, από περίπου 28 εκατομμύρια που είναι σήμερα. Το 1993 η κατανάλωση στην Ελλάδα ήταν 13,5 εκατομμύρια τόνοι. [2]

Η χώρα μας παράγει σήμερα πετρέλαιο σε ποσοστό μικρότερο του 1% της κατανάλωσής της. Η παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου στην περιοχή της Καβάλας άρχισε το 1981 από την Εταιρεία Πετρελαίου Βορείου Αιγαίου, με ημερήσια παραγωγή περίπου 25.000 βαρέλια από τη γεώτρηση Πρίνος. Σταδιακά εμφανίσθηκε μείωση της παραγωγής, η οποία σήμερα βρίσκεται στο επίπεδο των 3.000 βαρελιών περίπου την ημέρα.



Σχήμα 3.1: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα

Η Ελλάδα βασιζόμενη στον εγχώριο λιγνίτη για ηλεκτροπαραγωγή παράγει από τις φθηνότερες και πιο αποτελεσματικές KWh στην ευρωπαϊκή ένωση. Σήμερα, εξορύσσει 70 εκατομμύρια τόνους το χρόνο λιγνίτη καλύπτοντας πάνω από το 70% της παραγωγής σε ηλεκτρική ενέργεια.

Ο ελληνικός λιγνίτης βρίσκεται σε 68 λιγνιτοφόρες λεκάνες διαφορετικού μεγέθους. Γενικά, χαρακτηρίζεται από χαμηλή θερμαντική ικανότητα και σχετικά υψηλό ποσοστό τέφρας. [4]



Σχήμα 3.2: Λιγνιτοφόρες λεκάνες της Ελλάδας με κύριες τις λιγνιτοφόρες λεκάνες (1) της Πτολεμαΐδας, (2) της Φλώρινας, (3) της Δράμας, (4) Ελασσόνας και (5) της Μεγαλόπολης

Οι ελληνικοί λιγνίτες παρουσιάζουν διαφορές ως προς τη σύστασή τους σε ιχνοστοιχεία. Λιγνιτοφόρες λεκάνες περιβαλλόμενες από ανθρακικά πετρώματα (Δυτική Ελλάδα) δεν παρουσιάζουν υψηλό ποσοστό σε βαρέα μέταλλα, σε αντίθεση με λιγνίτες από λεκάνες περιβαλλόμενες από σιδηρομαγνησιούχα πετρώματα (Βόρεια και Κεντρική Ελλάδα) και λιγνίτες από λεκάνες εκρηξιγενών πετρωμάτων (Βόρεια και Ανατολική Ελλάδα). [4]

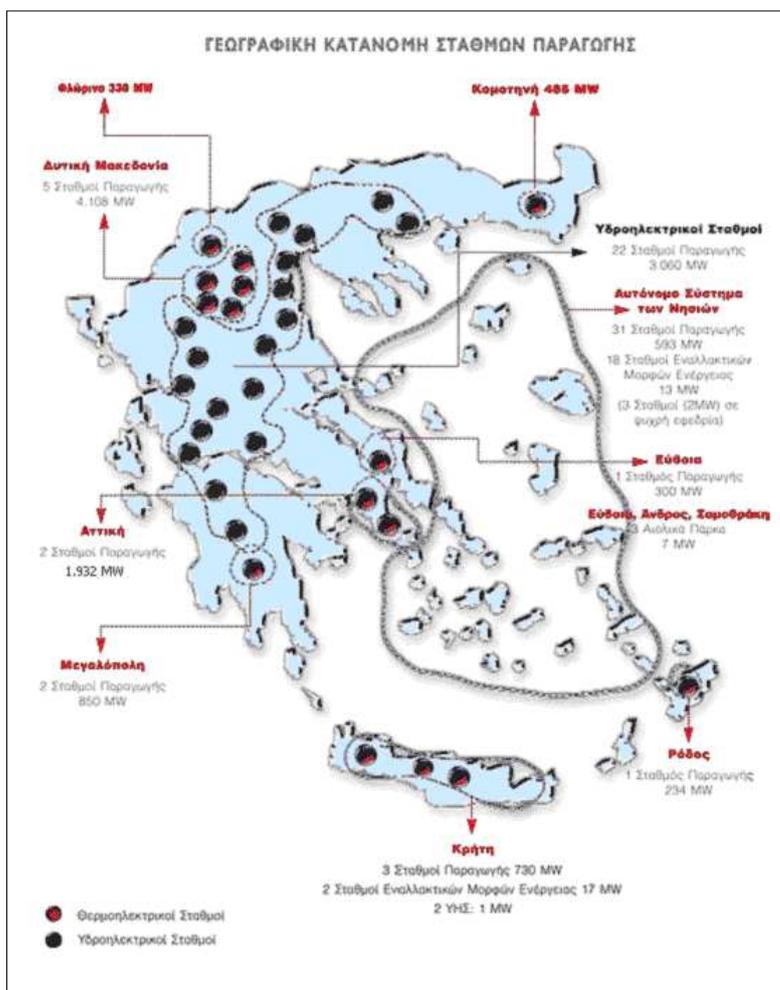
Η αύξηση της ετήσιας ζήτησης της ηλεκτροπαραγωγής εκτιμάται στο 3%, όσος ήταν ο μέσος όρος της πενταετίας 1990-1995. Λαμβάνεται υπόψη α) η αύξηση των τιμών του αργού πετρελαίου από 11\$/βαρέλι το 1999 σε 50\$/βαρέλι, β) η μεγάλη επιβάρυνση του ελλείμματος του εμπορικού ισοζυγίου που οφείλεται κατά κύριο λόγο στην εισαγωγή ενεργειακών πρώτων υλών και γ) η δυσκολία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας να

καλύψουν το τεράστιο ετήσιο ενεργειακό έλλειμμα. Συνεκτιμώντας τα ανωτέρω με τα σημερινά διαθέσιμα αποθέματα που θεωρούνται εκμεταλλεύσιμα με υπολογισμούς βασισμένους στα 15\$ το βαρέλι δίδεται α) η εξέλιξη της ζήτησης των λιγνιτών με συντελεστή ενεργειακής απόδοσης 33% και β) η εξέλιξη της ζήτησης των λιγνιτών για το 2020 και 2030 με συντελεστή ενεργειακής απόδοσης 42%, και τη σταδιακή μείωση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας από 2,5% που είναι σήμερα στο 1,5% για τη δεκαετία 2035-2044, δεδομένου ότι οι νέοι ΑΗΣ που θα εγκατασταθούν μελλοντικά θα έχουν καλύτερη ενεργειακή απόδοση.



Σχήμα 3.2: Αύξηση της παραγωγής λιγνίτη (σε εκατομμύρια τόνους) από το 1981 μέχρι το 2009.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα προέρχεται κυρίως από θερμικούς σταθμούς. Στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας παράγεται το 75% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας, εκ της οποίας το 50% στο νομό Κοζάνης. Με το νέο ηλεκτροπαραγωγικό σταθμό της Μελίτης του νομού Φλωρίνης, η Δ. Μακεδονία καλύπτει το 80% των απαιτήσεων σε ηλεκτρική ενέργεια της χώρας. Η συγκέντρωση των θερμικών ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών στο Βορρά της χώρας δημιουργεί αυξημένες απώλειες κατά τη μεταφορά και ανισορροπία στη λειτουργία. Ωστόσο ο σχεδιασμός τους βασίστηκε στην εγγύτητά τους στις περιοχές που είναι οι πλουτοπαραγωγικές πηγές του λιγνίτη, ο οποίος αποτελεί την καύσιμη πρώτη ύλη για αρκετούς σταθμούς. [5]

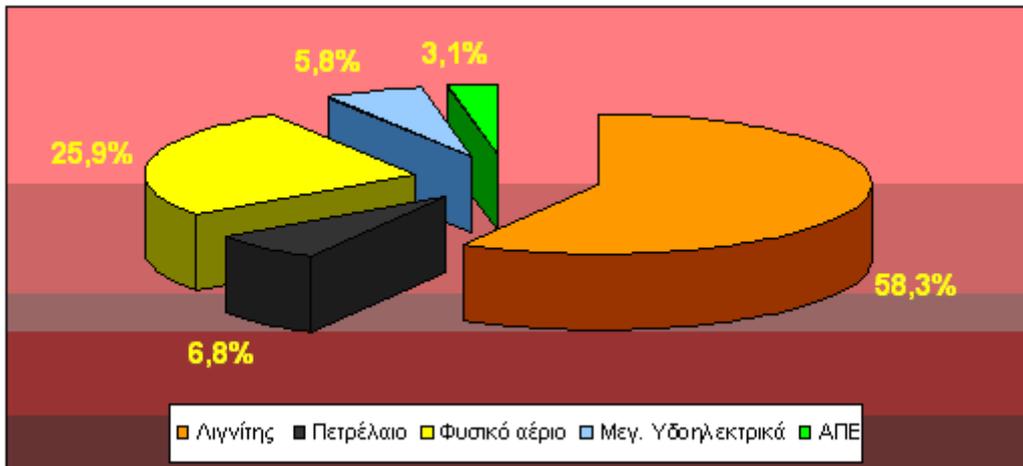


Σχήμα 3.3: Γεωγραφική κατανομή σταθμών παραγωγής ενέργειας

Έτσι σύμφωνα με στοιχεία του 2008 για το Διασυνδεδεμένο Σύστημα (National Report ΡΑΕ 2009), το 67.7% της εγκατεστημένης ισχύος των ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων είναι θερμικοί σταθμοί, εκ των οποίων με λιγνίτη 4808 MW, με πετρέλαιο 1160 MW

και με φυσικό αέριο 2447,7 MW. Το 24,3% είναι υδροηλεκτρικοί σταθμοί και το 8% είναι μονάδες ΑΠΕ.

3.2 Ισοζύγιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα



Σχήμα 3.4: Εγχώρια Παραγωγή Η.Ε. ανά μορφή καυσίμου – Διασυνδεδεμένο Σύστημα, Πηγή: ΔΕΣΜΗΕ, 2009

Ο λιγνίτης είναι η πιο σημαντική εγχώρια ενεργειακή πηγή, συνεισφέροντας το 58.3% της εγχώριας παραγωγής για το 2009. Το πετρέλαιο έχει περιοριστεί στο 6,8% (2007) μετά την εισαγωγή του φυσικού αερίου (συμμετοχή 25.9%), το οποίο αναπτύσσεται με γοργούς ρυθμούς. Ταυτόχρονα η ανάδειξη της προστασίας του περιβάλλοντος ως στόχου υψηλής προτεραιότητας της ελληνικής πολιτείας, οδηγεί σε προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, θέτοντας ως στόχο την αύξηση συμμετοχής τους στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο 34% μέχρι το 2020. Στο ίδιο πλαίσιο δίνεται έμφαση στην επιτάχυνση της διεύθυνσης του φυσικού αερίου στο ενεργειακό ισοζύγιο. Επειδή η χρονική διάρκεια ζωής των ήδη γνωστών εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων λιγνίτη δεν υπερβαίνει τα 35 χρόνια, έχει διατυπωθεί η άποψη ότι θα πρέπει να μπουν στο ελληνικό ισοζύγιο ηλεκτρισμού νέα καύσιμα, όπως ο λιθάνθρακας, ώστε να παραταθεί η διαθεσιμότητα και η χρήση του λιγνίτη σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου. Οι ανθρακικές μονάδες επιτυγχάνουν υψηλότερους βαθμούς απόδοσης από τις λιγνιτικές και κατά συνέπεια εκπέμπουν μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα ανά παραγόμενη μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας. Όσον αφορά στις εκπομπές διοξειδίου του θείου, αυτές αντιμετωπίζονται με αντιρρυπαντικές εγκαταστάσεις όπως η αποθείωση

καυσαερίων. Επιπλέον ανάμεσα στα πλεονεκτήματα του άνθρακα είναι ότι, ενώ το φυσικό αέριο θα είναι διαθέσιμο για τα επόμενα 50 – 60 χρόνια, ο άνθρακας θα είναι διαθέσιμος τουλάχιστον για 200 χρόνια ακόμη. Ωστόσο η μελλοντική αξιοποίηση του άνθρακα θα εξαρτηθεί από τη δυνατότητα των ηλεκτροπαραγωγών μονάδων άνθρακα να υιοθετήσουν καθαρές και αποδοτικές τεχνολογίες καύσης, ώστε να προσαρμοστούν στο αυστηρό πλαίσιο των περιβαλλοντικών απαιτήσεων του «Πρωτοκόλλου του Κυότο» και των αυστηρών Ευρωπαϊκών προδιαγραφών για νέες εγκαταστάσεις καύσης.

3.3 Θεσμικό Πλαίσιο για τις ΑΠΕ στην Ελλάδα

Η πρώτη προσπάθεια ανάπτυξης των ΑΠΕ έγινε με τον Ν. 1559/85, με τον οποίο δόθηκε η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε ιδιώτες και τους ΟΤΑ (αυτοπαραγωγούς), μέχρι το τριπλάσιο της ισχύος των εγκαταστάσεών τους και την πώληση της περίσσειας στη ΔΕΗ. Η συνεισφορά του νόμου στην ανάπτυξη των ΑΠΕ ήταν μηδαμινή, λόγω της χαμηλής τιμής αγοράς της ενέργειας από την ΔΕΗ αλλά και των πολύπλοκων διαδικασιών αδειοδότησης: Το 1993 λειτουργούσαν ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 27 MW, από τις οποίες μόνον 3 MW ανήκαν σε ιδιώτες, τους ΟΤΑ και τον ΟΤΕ, ενώ οι λοιπές στην ΔΕΗ.

Η ουσιαστική έναρξη της ανάπτυξης των ΑΠΕ έγινε με τον Ν.2244/94, ο οποίος έδωσε την δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και σε ιδιώτες με μοναδικό σκοπό την πώληση της παραγόμενης ενέργειας στη ΔΕΗ, ενώ επαύξησε τις δυνατότητες αυτοπαραγωγής.

Όρισε επίσης σχετικά επαρκείς τιμές αγοράς της πωλούμενης στην ΔΕΗ ενέργειας και δεκαετή διάρκεια συμβάσεων. Παράλληλα θεσπίστηκαν αναπτυξιακά κίνητρα (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας, Αναπτυξιακός Νόμος κ.ά.), τα οποία περιλάμβαναν επιδοτήσεις των δαπανών εγκαταστάσεως ΑΠΕ και Συμπαγωγής, ώστε παρά τα εμπόδια λόγω των πολύπλοκων διαδικασιών αδειοδότησης, που δεν κατέστη δυνατόν να ξεπεραστούν, να σημειωθεί σημαντική πρόοδος κατά τα τελευταία ιδίως έτη. [5]

Στη χώρα μας η πρώτη δειλή προσπάθεια ανάπτυξης των ΑΠΕ έγινε με τον Ν.1559/1985, «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 135/85) όταν δόθηκε η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Δήμους ή άλλους εκτός ΔΕΗ Δημόσιους Οργανισμούς, με υποχρέωση την πώλησή της στην ΔΕΗ ή την ιδιοκατανάλωση της από τον παραγωγό. Η προσπάθεια αυτή δεν απέδωσε, εκτός των άλλων και διότι και η τιμή πώλησης της ενέργειας προς την ΔΕΗ, ήταν πολύ χαμηλή. Η ουσιαστική ανάπτυξη των ΑΠΕ άρχισε με τον Ν. 2244/94, «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 168/94), ο οποίος επέτρεψε την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ και από ιδιώτες, όρισε ικανοποιητικές τιμές πώλησης καθώς και την υποχρέωση αγοράς της παραγόμενης ενέργειας από την ΔΕΗ, ενώ παράλληλα το κράτος, εφαρμόζοντας σχετικές αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, προχώρησε στην επιδότηση του κόστους εγκατάστασης έργων ΑΠΕ, ώστε να καθίστανται οικονομικά βιώσιμα. Το θέμα της βιωσιμότητας των σταθμών ΑΠΕ, πρέπει να αντιμετωπίζεται σε «βάθος χρόνου», λαμβάνοντας ως δεδομένη την συνεχή αύξηση των τιμών των καυσίμων αλλά και το «εξωτερικό κόστος» από τις επιπτώσεις της χρήσης τους στο περιβάλλον. Στην θέση αυτή προσανατολίζεται η ΕΕ, ατυχώς όμως υφίστανται μεγάλα εμπόδια από τις επιπτώσεις που έχει η εφαρμογή τους στον διεθνή ανταγωνισμό.

Παράλληλα, η υιοθέτηση της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ, σηματοδότησε την ανάληψη και συμβατικών υποχρεώσεων στην προώθηση των ΑΠΕ. Με αυτήν, τα κράτη-μέλη καλούνται να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα (τιμολογιακή πολιτική, διοικητικές διαδικασίες, διευκόλυνση σύνδεσης στο ηλεκτρικό δίκτυο κ.ά.), ώστε μέχρι το 2010 το 12% της συνολικά παραγόμενης από τα κράτη-μέλη ηλεκτρικής ενέργειας, περιλαμβανομένης και αυτής που παράγεται από Μεγάλα Υδροηλεκτρικά, να προέρχεται από ΑΠΕ. Με σκοπό την επίτευξη του ποσοστού 12% η Οδηγία ορίζει, για κάθε χώρα, ανάλογα με τις δυνατότητες των διατιθέμενων πρωτογενών πηγών της, έναν «ενδεικτικό» στόχο. Για την Ελλάδα ο στόχος αυτός έχει οριστεί σε 20,1%. Όπως θα φανεί και στη συνέχεια, η επίτευξη του φιλόδοξου αυτού στόχου ή η προσέγγισή του με ελάχιστες δυνατές αποκλίσεις, απαιτεί μία πλήρη αλλαγή της νοοτροπίας του κοινού έναντι των ΑΠΕ και πρόσθετα ενισχυτικά μέτρα στην ακολουθούμενη, από το κράτος πολιτική. Ως επιτυχή παραδείγματα προς τις κατευθύνσεις αυτές αναφέρονται αυτά της Γερμανίας, Δανίας και Ισπανίας που εφαρμόζουν πολιτικές ιδιαίτερα ευνοϊκές για τις ΑΠΕ και εκτιμάται ότι θα υπερκαλύψουν τους στόχους που έθεσαν.

Οι ευνοϊκές ρυθμίσεις του Ν.2244/94 διατηρήθηκαν στον Ν. 2773/99, που προβλέπει την απελευθέρωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, δηλ. την λειτουργία της σχετικής αγοράς βάσει κανόνων ελεύθερης αγοράς και ανταγωνισμού. Οι ρυθμίσεις συνίστανται κυρίως στο ότι η τιμή αγοράς της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ είναι ρυθμιζόμενη, δηλ. δεν τίθεται σε βάση ανταγωνισμού με την προερχόμενη από συμβατικές πηγές, καθώς και ότι η διάθεση της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ γίνεται κατά προτεραιότητα. Επίσης προβλέφθηκε για πρώτη φορά η επιβολή τέλους υπέρ των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοικήσεως, το οποίο έχει οριστεί στο 2% των ακαθαρίστων εσόδων από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας, που ισοδυναμεί με 10% περίπου των ακαθαρίστων εσόδων της εγκαταστάσεως και θεσμοθετείται εκ νέου στο νέο νόμο για τα ΑΠΕ, βάζοντας τέλος στα προβλήματα ακυρότητας που αντιμετώπιζε στο Συμβούλιο της Επικρατείας (ΣτΕ).

Σύμφωνα με τον Ν.2773/99, η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) γνωμοδοτεί σχετικά με τη χορήγηση αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς τον Υπουργό Ανάπτυξης, ο οποίος αποφασίζει περί της χορήγησης ή μη της άδειας παραγωγής. Κατά την αξιολόγηση των αιτήσεων από τη ΡΑΕ, λαμβάνονται υπόψη τα κριτήρια του άρθρου 9 του «Κανονισμού Αδειών Παραγωγής και Προμήθειας», όπως εξειδικεύονται στον «Οδηγό Αξιολόγησης αιτήσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και μικρή ΣΗΘ» [2], που εξέδωσε η ΡΑΕ. Στο πλαίσιο αυτό εξετάζεται η σκοπιμότητα πραγματοποίησης κάθε έργου και η ένταξή του στον γενικότερο προγραμματισμό ανάπτυξης, τα δε κριτήρια επιλογής είναι η οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης, η τεχνικοοικονομική δυνατότητα του αιτούντος να υλοποιήσει το έργο, η ασφάλεια του Συστήματος/Δικτύου κλπ. Μετά την Άδεια Παραγωγής απαιτείται η λήψη Άδειας Εγκατάστασης και στη συνέχεια Άδειας Λειτουργίας, οι οποίες χορηγούνται από την Περιφέρεια, μετά από γνωμοδοτήσεις και εγκρίσεις πλήθους Υπηρεσιών και φορέων.

Τα σημαντικότερα μέτρα πολιτικής που εφαρμόζονται στην Ελλάδα σήμερα για την ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι τα ακόλουθα:

Εγγυημένη τιμή αγοράς της παραγόμενης ενέργειας σε προκαθορισμένη τιμή που ορίζεται ως ποσοστό της εκάστοτε τιμής του Γενικού τιμολογίου Μέσης Τάσης. Υφίσταται διαφοροποίηση τιμών στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα και στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά. Σήμερα οι τιμές αυτές είναι: Αμοιβή ενέργειας 0,06842 €/KWh στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα και στα διασυνδεδεμένα νησιά και αμοιβή ισχύος 1,75645 €/MW/μήνα (διαφορετικοί συντελεστές προσδιορισμού της τιμολογούμενης

ισχύος για κάθε τεχνολογία ΑΠΕ) και αμοιβή ενέργειας 0,08458 €/KWh στα μη διασυνδεδεμένα νησιά (δεν τιμολογείται η ισχύς).

Η διαφορά κόστους καλύπτεται μέσω ειδικού τέλους που καταβάλουν οι καταναλωτές και η οποία υπολογίζεται για το Σύστημα, βάσει της απόκλισης από την Οριακή Τιμή Συστήματος ενώ για τα νησιά, βάσει του μέσου μεταβλητού κόστους παραγωγής (κυρίως κόστος καυσίμου που σε ορισμένα νησιά η διαφορά είναι αμελητέα έως και αρνητική).

Επιχορηγήσεις για έργα ΑΠΕ είναι διαθέσιμες από το Γ' ΚΠΣ 2000-06 και τον Αναπτυξιακό Νόμο (Ν.2601/98 και εν συνεχεία Ν.3299/2004) συμπεριλαμβανομένων ειδικών επιχορηγήσεων για τα δίκτυα σύνδεσης (50% των επιλέξιμων δαπανών). Ειδικότερα η επιχορήγηση επιλέξιμων δαπανών για τους αιολικούς σταθμούς ανέρχεται σε ποσοστό 30%.

Εκτός από την προτεραιότητα ένταξης των σταθμών ΑΠΕ στο Σύστημα και στο Δίκτυο σημαντικό κίνητρο ανάπτυξης είναι και η απαλλαγή τους από την υποχρέωση πληρωμής τελών χρήσης τους (Ν.2773/99).

Στο πίνακα 3.1 που ακολουθεί φαίνονται τα αποτελέσματα από τις αιτήσεις παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ ανά γεωγραφική περιοχή.

Αποτελέσματα ΡΑΕ για Αιτήσεις Παραγωγής από ΑΠΕ ανά περιοχή		
ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ	ΙΣΧΥΣ (MW)	%
Αττική	54	4,24
Πελοπόννησος	340	26,48
Στερεά	156	12,11
Θεσσαλία	64	5,00
Δυτ. Ελλάδα	88	6,87
Μακεδονία	127	9,88
Θράκη	318	24,72
Νησιά εκτός Κρήτης	77	6,02
Κρήτη	60	4,68
ΣΥΝΟΛΟ	1.285	100,00
<i>Πηγή: ΡΑΕ</i>		

Πίνακας 3.1: Αιτήσεις για χορήγηση άδειας παραγωγής σε έργα ΑΠΕ

Με το Άρθρο 2 του νόμου 2941/2001 προβλέπεται η δημιουργία “Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης” για τις ΑΠΕ εντός προστατευόμενων περιοχών και επίσης ορίζεται ότι μέχρι την έκδοση αυτού, η χωροθέτηση θα γίνεται μετά από γνωμοδότηση της Δ/νσης Χωροταξικού Σχεδιασμού

του ΥΠΕΧΩΔΕ. Στα πλαίσια των παραπάνω ρυθμίσεων και σε συνεργασία με τις αρμόδιες κρατικές και περιφερειακές Αρχές, επιδιώκεται να ελαχιστοποιηθούν τα προβλήματα που δημιουργεί η αξιοποίηση των ενεργειακών πόρων ΑΠΕ γενικά και ειδικότερα στις περιοχές που εντοπίζεται μεγάλη συγκέντρωση έργων όπως δείχνει ο επόμενος πίνακας 3.2.

Πίνακας 3.2: Αδειοδοτημένα έργα ΑΠΕ κατά Περιφέρεια

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ		Αιολικά	Μικρά Υδρ/κά	Γεωθερμικά	Βιομάζα	Φ/Β	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (ΜW)	339,15	2,75	0	9,5	0	351,4
	ΠΛΗΘΟΣ	24	2	0	1	0	27
ΑΤΤΙΚΗΣ	ΙΣΧΥΣ (ΜW)	139,6	0,87	0	35,38	0	175,85
	ΠΛΗΘΟΣ	11	2	0	4	0	17
ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	ΙΣΧΥΣ (ΜW)	23,98	0	8	0	0,01	31,99
	ΠΛΗΘΟΣ	22	0	1	0	1	24
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΙΣΧΥΣ (ΜW)	141,2	64,14	0	0,9	0	206,24
	ΠΛΗΘΟΣ	6	32	0	1	0	39
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (ΜW)	0	29,04	0	0,37	0	29,41
	ΠΛΗΘΟΣ	0	14	0	1	0	15
ΗΠΕΙΡΟΥ	ΙΣΧΥΣ (ΜW)	87	109,24	0	16,09	0	212,33
	ΠΛΗΘΟΣ	3	32	0	2	0	37
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (ΜW)	90,96	40,45	0	2,07	0	133,47
	ΠΛΗΘΟΣ	5	22	0	2	0	29
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (ΜW)	72,2	33,7	0	12,38	0,6	118,88
	ΠΛΗΘΟΣ	5	32	0	3	2	42
ΚΡΗΤΗΣ	ΙΣΧΥΣ (ΜW)	126,7	0,65	0	5,42	0,89	133,66
	ΠΛΗΘΟΣ	23	1	0	1	8	33
ΝΗΣΙΩΝ ΙΟΝΙΟΥ	ΙΣΧΥΣ (ΜW)	51,3	0	0	5,42	0	56,72
	ΠΛΗΘΟΣ	3	0	0	2	0	5
ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	ΙΣΧΥΣ (ΜW)	172,5	0	0	0,5	0	173
	ΠΛΗΘΟΣ	42	0	0	1	0	43
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	ΙΣΧΥΣ (ΜW)	477,4	17,56	0	19,54	0,5	515
	ΠΛΗΘΟΣ	29	9	0	4	2	44
ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΙΣΧΥΣ (ΜW)	1324,1	65,98	0	0	0	1390,08
	ΠΛΗΘΟΣ	90	32	0	0	0	122
ΣΥΝΟΛΟ	ΙΣΧΥΣ (ΜW)	3046,1	364,38	8	107,57	2	3528,03
	ΠΛΗΘΟΣ	263	178	1	22	13	477

Κεφάλαιο 4^ο: Τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία η κυκλοφορία νερού και άλλες. Είναι πηγές που ανανεώνονται συνεχώς. Ο όρος ανανεώσιμες αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Πρώτον, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, δηλαδή εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευσή της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, «φιλικές» προς το περιβάλλον, που δεν αποδεδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Συνεπώς οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μια αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.

Η συνειδητοποίηση της ανάγκης για χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της περαιτέρω προώθησής τους από μεγάλο τμήμα της κοινωνίας προέρχεται από τους παρακάτω λόγους :

- α) οι ΑΠΕ διαθέτουν σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο και σχάσιμα πυρηνικά καύσιμα).
- β) οι ΑΠΕ είναι διαθέσιμες λιγότερο ή περισσότερο σε όλες σχεδόν τις περιοχές της Γης, είναι δηλαδή περισσότερα δίκαια κατανομημένες από ότι τα συμβατικά καύσιμα, με αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους και των κινδύνων από τη μεταφορά των καυσίμων.
- γ) οι πόροι αυτοί, παρόλη τη μικρή συγκέντρωση που τους χαρακτηρίζει, είναι τεράστιοι και ανεξάντλητοι.

Οι ΑΠΕ χρησιμοποιούνται άμεσα (κυρίως για θέρμανση), είτε μέσω της μετατροπής τους σε άλλες μορφές ενέργειας (κυρίως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια).

Υπολογίζεται ότι τα τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακά δυναμικό από τις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Ωστόσο, το υψηλό κόστος των νέων ενεργειακών εφαρμογών και τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής εμπόδισαν ως τώρα την εκμετάλλευσή έστω και μέρους αυτού του δυναμικού. Το ενδιαφέρον για τις ΑΠΕ εμφανίστηκε τη δεκαετία του 1970, ως αποτέλεσμα κυρίως των διαδοχικών πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής, αλλά και της αλλοίωσης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από την χρήση κλασικών

πηγών ενέργειας. Ιδιαίτερα ακριβές στην αρχή, ξεκίνησαν σαν πειραματικές εφαρμογές. Σήμερα όμως λαμβάνονται υπ' όψιν στο σχεδιασμό της πολιτικής των ανεπτυγμένων χωρών για την ενέργεια και επιπλέον, αν και αποτελούν μικρό ποσοστό της συνολικής ενεργειακής παραγωγής, γίνονται βήματα για περαιτέρω αξιοποίηση τους. Το κόστος των εφαρμογών ΑΠΕ μειώνεται συνεχώς τα τελευταία είκοσι χρόνια και ειδικά η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια αλλά και η βιομάζα, μπορούν πλέον αν ανταγωνίζονται παραδοσιακές πηγές ενέργειας όπως ο άνθρακας και η πυρηνική ενέργεια.

4.1 Αιολική Ενέργεια

Αυτή η μορφή καθαρής ενέργειας δεν ρυπαίνει το περιβάλλον παράγει με τη χρήση τουρμπίνων ή ανεμογεννητριών ηλεκτρισμό.

Το πρώτο και μεγαλύτερο αιολικό πάρκο του κόσμου με ισχύ που υπερέβαινε τα 5MW λειτουργούσε από τις αρχές του αιώνα μας στο οροπέδιο του Λασιθίου, με τους γραφικούς ανεμόμυλους.

Σήμερα η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και ονομάζονται ανεμογεννήτριες.

Κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

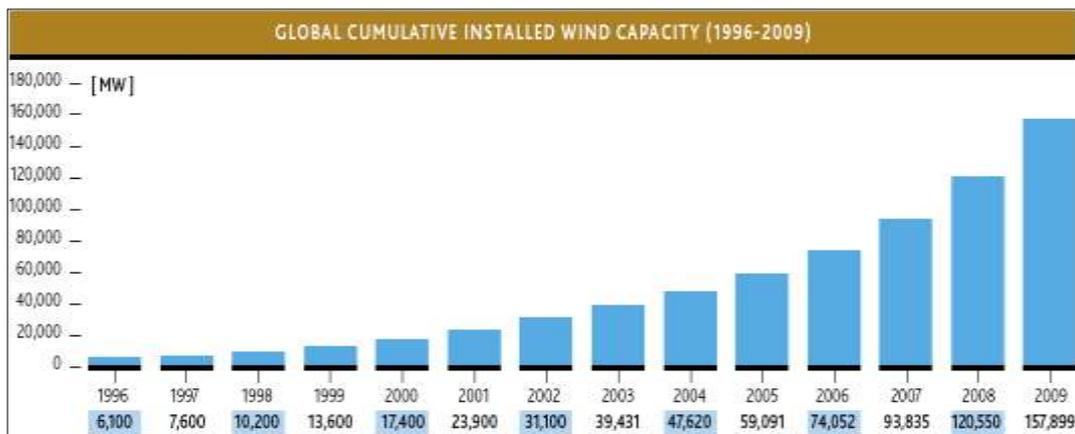
- Τις ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα, όπου ο δρομέας είναι τύπου έλικας και ο άξονας μπορεί να περιστρέφεται συνεχώς παράλληλα προς τον άνεμο και
- Τις ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα που παραμένει σταθερός.

Στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα σε ποσοστό 90%. Η ισχύς τους μπορεί να ξεπερνά τα 500 kW και μπορούν να συνδεθούν με το ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας. Έτσι μια συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, που ονομάζεται αιολικό πάρκο, μπορεί να λειτουργήσει σαν μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, γιατί η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας έτσι τους ανέμους. Είναι μια ήπια μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον, πρακτικά ανεξάντλητη, γι' αυτό και είναι ανανεώσιμη. [6]

4.1.1 Η Αιολική Ενέργεια στην Παγκόσμια Αγορά

Τα πρώτα δείγματα ηλεκτροπαραγωγής από αιολική ενέργεια εμφανίστηκαν στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, όμως από το 1980 και μετά η τεχνολογία άρχισε να εξελίσσεται σε τέτοιο βαθμό που να μπορεί να υποστηρίξει ηλεκτροπαραγωγή σε υψηλή κλίμακα. Μέχρι το 2009 ο μέσος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας την τελευταία δεκαετία ήταν 28%, με 157899 MW εγκατεστημένη ισχύ στο τέλος του 2009. [Σχήμα 4.1]



Σχήμα 4.1: Παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς αιολικών πάρκων 1996-2009, AWEA

Σημαντική αύξηση αναμένεται να εμφανίσει η παγκόσμια αγορά αιολικής ενέργειας την προσεχή τετραετία, καθώς σύμφωνα με εκτιμήσεις των βιομηχάνων, η δυναμικότητά της θα υπερδιπλασιαστεί μέχρι το 2016, καθώς αυξάνονται οι εγκαταστάσεις σε αγορές, όπως η Ινδία και η Βραζιλία σε αντίθεση με τον μικρότερο ρυθμό των ΗΠΑ.

Το Παγκόσμιο Συμβούλιο Αιολικής Ενέργειας αναφέρει ότι η παγκόσμια ικανότητα θα ανέλθει στα 493 γιγαβάτ το 2016, έναντι των 238 γιγαβάτ το 2011. Οι εγκαταστάσεις θα φτάσουν στο 8% ετησίως φτάνοντας κατά μέσο όρο σε 59 γιγαβάτ κατά το 2016, από 41 γιγαβάτ το 2011. Ακόμη και με την ανάπτυξη, οι μεγαλύτεροι κατασκευαστές ανεμογεννητριών, όπως η Vestas Wind Systems και Gamesa Corp. Tecnologica αντιμετωπίζουν συρρίκνωση των περιθωρίων κέρδους λόγω της πλεονάζουσας παγκόσμιας παραγωγής και του κινέζικου ανταγωνισμού.

Σύμφωνα με στοιχεία του Bloomberg New Energy Finance οι τιμές των στροβίλων που πωλούνται κατά το δεύτερο εξάμηνο του 2011 έπεσαν κατά 4%, φτάνοντας έτσι στα 910.000 δολάρια ανά μεγαβάτ στα χαμηλότερα επίπεδα από το 2008.

Η αύξηση του πληθυσμού και των οικονομικών και παραγωγικών δραστηριοτήτων εξακολουθεί να οδηγεί σε ραγδαία αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης σε παγκόσμια κλίμακα. Σύμφωνα με στοιχεία του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (IEA), ανάμεσα στο 1973 και το 2006 η συνολική πρωτογενής τροφοδότηση ενέργειας για όλες τις χρήσεις σχεδόν διπλασιάστηκε και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας υπερτριπλασιάστηκε (στην πλειονότητά της, προερχόμενη από ορυκτά καύσιμα– λιθάνθρακα, λιγνίτη, κάρβουνο, πετρέλαιο κλπ.).

Μέχρι το τέλος του 2008, η παραγωγή αιολικής ενέργειας υπολογίστηκε περίπου στο 1,25% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας. (με εγκατεστημένη ισχύ περί τα 120GW και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας περί τις 250TWh). Η αιολική ενέργεια κατέχει πλέον σημαντικό μερίδιο στην παγκόσμια παραγωγή ενέργειας.

Ακόμη και με συντηρητικούς ρυθμούς ανάπτυξης, η παραγωγή αιολικής ενέργειας αναμένεται να καλύψει περίπου το 4,2–5,8% των απαιτήσεων παγκοσμίως έως το 2050. Θα μπορούσε όμως και να ξεπεράσει το 20% σύμφωνα με πιο απαιτητικά σενάρια που προτείνει το Παγκόσμιο Συμβούλιο Αιολικής Ενέργειας (GWEC).

Διείσδυση υψηλού επιπέδου έχει ήδη επιτευχθεί σε Ευρωπαϊκές χώρες όπως στη Δανία (20%), την Ισπανία (10%), την Πορτογαλία (12%) και τη Γερμανία (8%).

Εντός της Ε.Ε. συνολικά, η παραγόμενη αιολική ενέργεια φτάνει επί του παρόντος σχεδόν στο 4,2 % της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας και εξοικονομεί κατ' εκτίμηση 100 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) το χρόνο. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας παγκοσμίως αυξήθηκε κατά 36% το 2008 και αυτό οφείλεται στη σημαντική εξάπλωση της στη Βόρειο Αμερική, την Ευρώπη και την Ασία. Η Γερμανία είναι η χώρα με τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ ενώ και η κινεζική αγορά αιολικής ενέργειας εξαπλώνεται ραγδαία.

Συνολικά, η παγκόσμια αγορά έχει υπολογιστεί γύρω στα 36.5 δισεκατομμύρια € μέχρι το 2008 και φαίνεται να έχει δημιουργήσει πάνω από 400.000 θέσεις απασχόλησης.

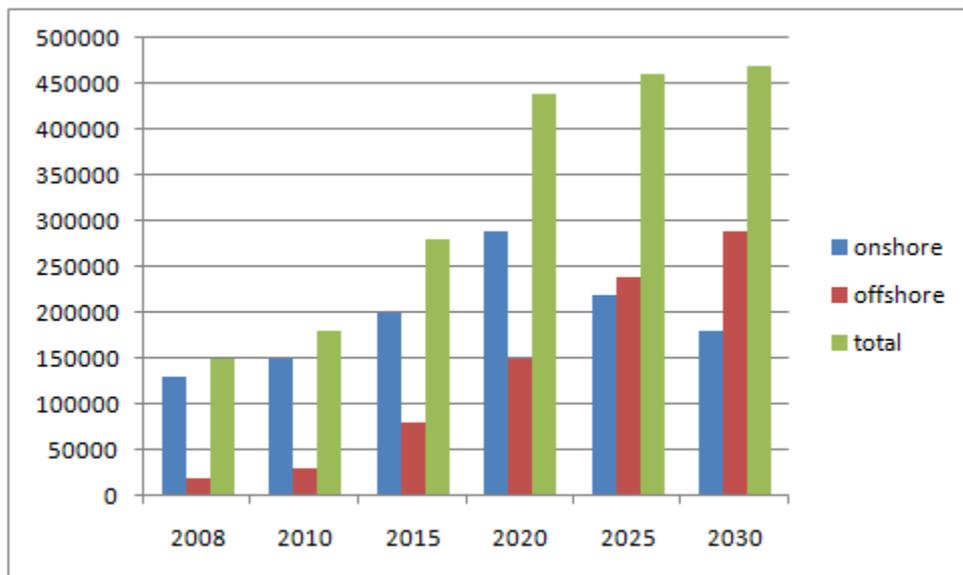
Η παγκόσμια αγορά ανεμογεννητριών μικρής κλίμακας αυξάνεται ακόμα πιο γρήγορα, μέχρι και πάνω από 50 % το 2008 σύμφωνα με την Αμερικανική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (AWEA). Σχεδόν 40MW παράγονταν από γεννήτριες ισχύος 100kW ή και ακόμη μικρότερες. Από αυτά, τα 28MW παράγονταν από γεννήτριες ισχύος μικρότερης από 50kW.

Οι μικρής κλίμακας ανεμογεννήτριες υπολογίζεται ότι αντιστοιχούν σε μόλις λίγο πάνω από το 0.1 % της παγκόσμιας ανάπτυξης όσον αφορά στην εγκατεστημένη ισχύ αιολικής ενέργειας για το 2008 (περίπου 27GW). Μία διακριτή μικρή αγορά αιολικής

ενέργειας έχει ξεπηδήσει τα τελευταία χρόνια και ελκύει την προσοχή ειδικά των μεγαλύτερων αγορών – των ΗΠΑ και του Ηνωμένου Βασιλείου. Στο Ηνωμένο Βασίλειο περισσότερα από 20,000 συστήματα εγκαταστάθηκαν μόνο κατά την περίοδο 2005-2009.

Η AWEA προβλέπει ότι εάν τεθεί ένα μακροπρόθεσμο οικονομικό σχέδιο με συγκεκριμένα κίνητρα για τους μικρούς παραγωγούς θα μπορούσε να αυξήσει το μέγεθος της αγοράς των ΗΠΑ μέχρι και 30 φορές κατά τα επόμενα χρόνια. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, σύμφωνα με την Βρετανική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (BWEA), η βιομηχανία ανεμογεννητριών μικρής κλίμακας έχει ήδη δημιουργήσει σχεδόν 1.900 θέσεις εργασίας.

Ενώ ο τομέας εξακολουθεί να είναι πολύ μικρός για τα παγκόσμια δεδομένα, είναι πολύ πιθανό να παρουσιάσει ραγδαία ανάπτυξη στο αμέσως επόμενο διάστημα. Η BWEA προβλέπει ότι μόνο η βιομηχανία ανεμογεννητριών μικρής κλίμακας θα παρέχει 5.800 θέσεις εργασίας στο Ηνωμένο Βασίλειο μέχρι το 2020 και περισσότερες από 10.000 θέσεις έως το 2040.

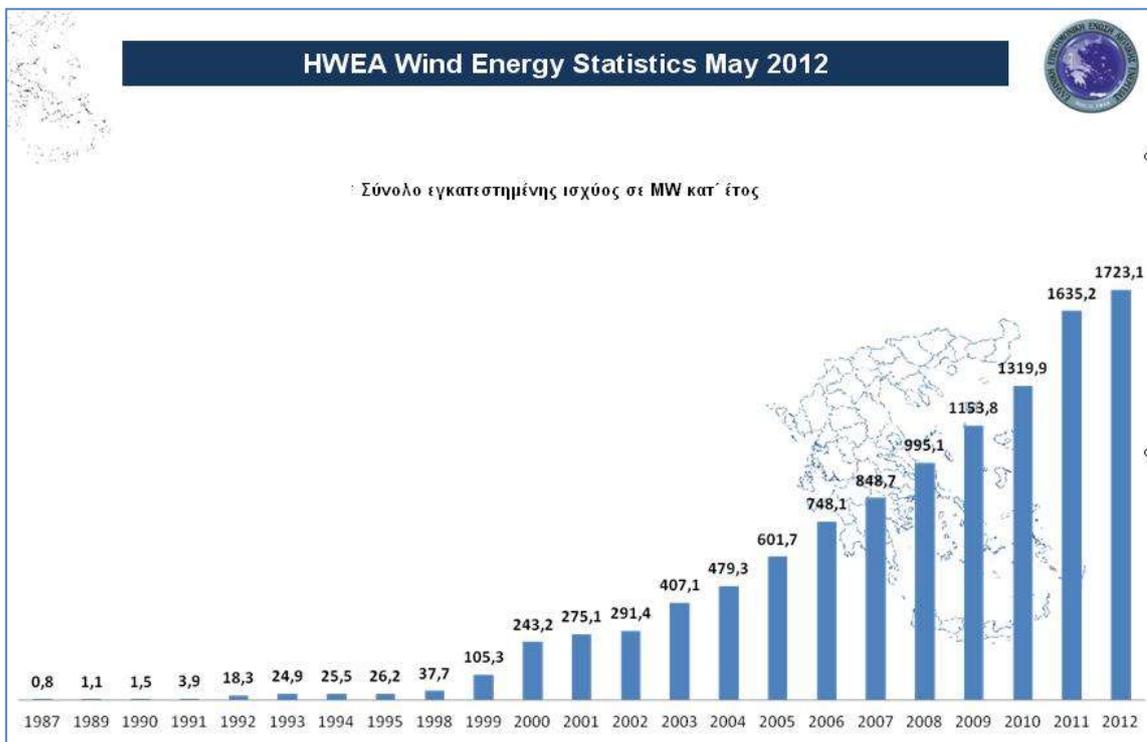


Σχήμα 4.2: Προοπτική εξέλιξης των θέσεων εργασίας στα αιολικά Πάρκα στην ΕΕ (2008-2030), BWEA

4.1.2 Η Αιολική Ενέργεια στην Ελληνική Αγορά

Η εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος από αιολικά πάρκα στην Ελλάδα και η παραγόμενη από αυτή ηλεκτρική ενέργεια ετησίως παρουσιάζεται στο σχήμα 4.3.

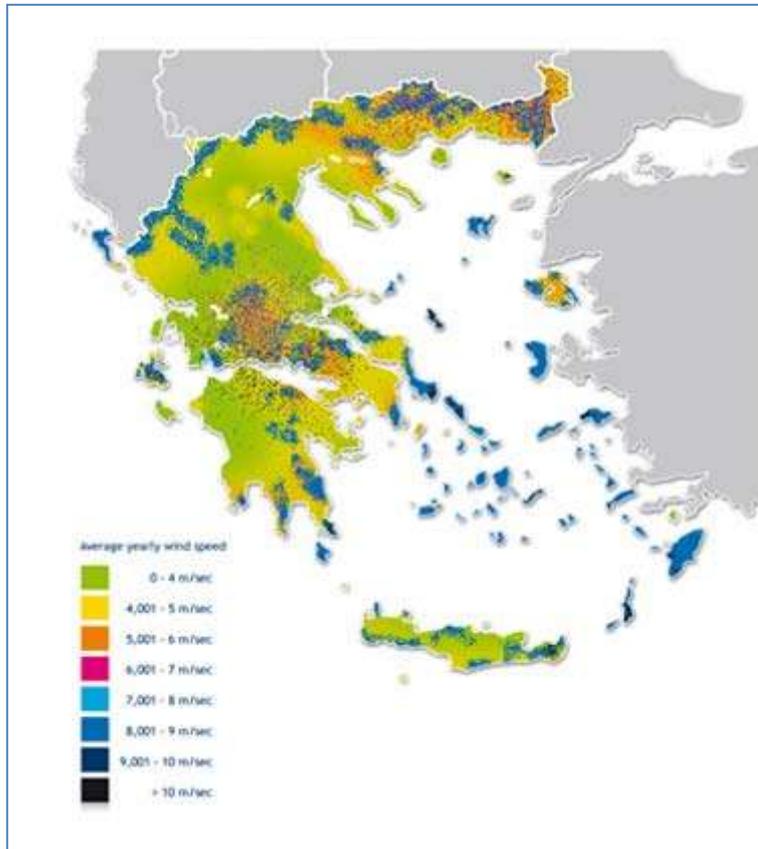
Η εξέλιξη αυτή σχετίζεται άμεσα με αυτές στο θεσμικό πλαίσιο και καταδεικνύουν με σαφήνεια ότι παρόλο που η στήριξη στα ΑΠΕ από πλευράς επιδοτήσεων και ενισχύσεων υπήρξε πάντα ικανοποιητική στην Ελλάδα, η πολυπλοκότητα της αδειοδοτικής διαδικασίας και οι αποσπασματικές διοικητικές και θεσμικές παρεμβάσεις που έγιναν για την καταπολέμησή της δεν έχουν φέρει ακόμη το επιθυμητό αποτέλεσμα και γι' αυτό δρομολογήθηκε η λήψη πρόσθετων μέτρων με τις ρυθμίσεις του νέου νόμου για τα ΑΠΕ. [7]



Σχήμα 4.3: Εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος από Α/Γ στην Ελλάδα

Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και η αιολική ενέργεια μπορεί να γίνει σημαντικός μοχλός ανάπτυξής της. (χάρτης 4.1)

Χάρτης 4.1: Αιολικό δυναμικό Ελλάδας [25]



Το 1982, εγκαταστάθηκε από τη ΔΕΗ το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο.

Εκτός από τα αιολικά πάρκα της Δ.Ε.Η. σε Κύθνο και Άνδρο, υπάρχουν και πάρκα εγκατεστημένα ανά την Ελλάδα από ιδιωτικές εταιρίες. Ενδεικτικά, υπάρχουν αιολικά πάρκα στην Εύβοια (συνολικής ισχύος 203 MW), τη Θράκη (συνολικής ισχύος 163.35 MW), τα νησιά του ανατολικού Αιγαίου (συνολικής ισχύος 27.8 MW), την Κρήτη (συνολικής ισχύος 105.4 MW), την Πελοπόννησο (συνολικής ισχύος 36 MW) και τις Κυκλάδες (συνολικής ισχύος 32.68 MW). Σο 2005, το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος από αιολικό δυναμικό στην Ελλάδα ανήλθε περίπου στα 622 MW, ενώ σήμερα (2010) υπολογίζεται στα 745 MW.

Η ισχύς αυτή είναι αρκετά σημαντική αλλά παραμένει μακριά από το διαθέσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας. Υπάρχουν πολλές δυνατότητες διεύθυνσης της ενέργειας που παράγεται από τον άνεμο στο ηλεκτρικό σύστημα της χώρας. Από μελέτες της Δ.Ε.Η. προκύπτει ότι μια διεύθυνση της τάξης του 10% είναι εφικτή και, επιπλέον, οικονομικά

βιώσιμη για την ίδια τη Δ.Ε.Η., ακόμα και εάν αυτή μόνη της αποφασίσει να χρηματοδοτήσει τις απαιτούμενες για το σκοπό αυτό εγκαταστάσεις.

Η μη ικανοποιητική ανάπτυξη των εφαρμογών αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα οφειλόταν, ως ένα βαθμό, και στο ισχύον μέχρι το 1994 νομοθετικό πλαίσιο. Ήδη όμως, ο Νόμος 2244/94 δημιούργησε μεγάλες ευκαιρίες για την επέκταση της εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας, όπως και όλων των άλλων Α.Π.Ε. στη χώρα μας. Ο νόμος αυτός δίνει τη δυνατότητα σε ιδιώτες να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα από τον άνεμο, με σκοπό αφ' ενός την κάλυψη των αναγκών τους και αφ' ετέρου την πώληση της περίσσειας της παραγόμενης ενέργειας στη Δ.Ε.Η.

Παρέχεται επίσης η δυνατότητα πώλησης του συνόλου της παραγόμενης ενέργειας στη Δ.Ε.Η.. Καθορίζεται επίσης η βασική τιμολογιακή πολιτική, βάσει της οποίας μπορεί να γίνει αρκετά ακριβής εκτίμηση της βιωσιμότητας των σχετικών επενδύσεων, όπως εξάλλου και η διαδικασία που πρέπει να ακολουθείται για την απόκτηση αδειών κατασκευής και λειτουργίας αιολικών έργων. Στο νομοθετικό αυτό πλαίσιο, σε συνδυασμό με τις υφιστάμενες δυνατότητες χρηματοδότησης για επενδύσεις σε έργα αιολικής ενέργειας που παρέχει ο νέος Αναπτυξιακός Νόμος 3299/04, άλλα κυρίως το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» (ΕΠΑΝ) του Υπουργείου Ανάπτυξης που εντάσσεται στο Γ Κοινοτικό Πλαίσιο «τήριξης (Γ ΚΠ) 2000-2006 και αναμένεται ότι θα βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό την προσέλκυση επενδύσεων και τη δημιουργία μεγάλων έργων εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας, τα αμέσως προσεχή χρόνια.

4.2 Ηλιακή Ενέργεια

Ο ήλιος εκπέμπει τεράστια ποσότητα ενέργειας ημερησίως. Η ακτινοβολία αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού με θερμικές και φωτοβολταϊκές εφαρμογές. Ο ήλιος είναι η βασική πηγή ενέργειας του πλανήτη μας. Σήμερα μπορεί να αξιοποιηθεί με πολλούς τρόπους η ευεργετική δράση της ηλιακής ακτινοβολίας :

- Με τη χρήση των θερμικών ηλιακών συστημάτων που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατροπή σε θερμότητα σε κάποια θερμομονωμένη δεξαμενή, όπου την αποθηκεύουν και ονομάζονται ενεργητικά συστήματα.
- Με τα παθητικά ηλιακά συστήματα, δηλαδή όλα τα κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα δομικά στοιχεία των οικοδομικών κατασκευών (κτιρίων) που υποβοηθούν την καλύτερη άμεση ή έμμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είτε για τη θέρμανση των κτιρίων το χειμώνα είτε για το δρόσιμά τους το καλοκαίρι.
- Με την κατευθείαν μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική με τη
- χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

4.2.1 Η Παγκόσμια Αγορά Συστημάτων Ηλιακής Ενέργειας

4.2.1.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

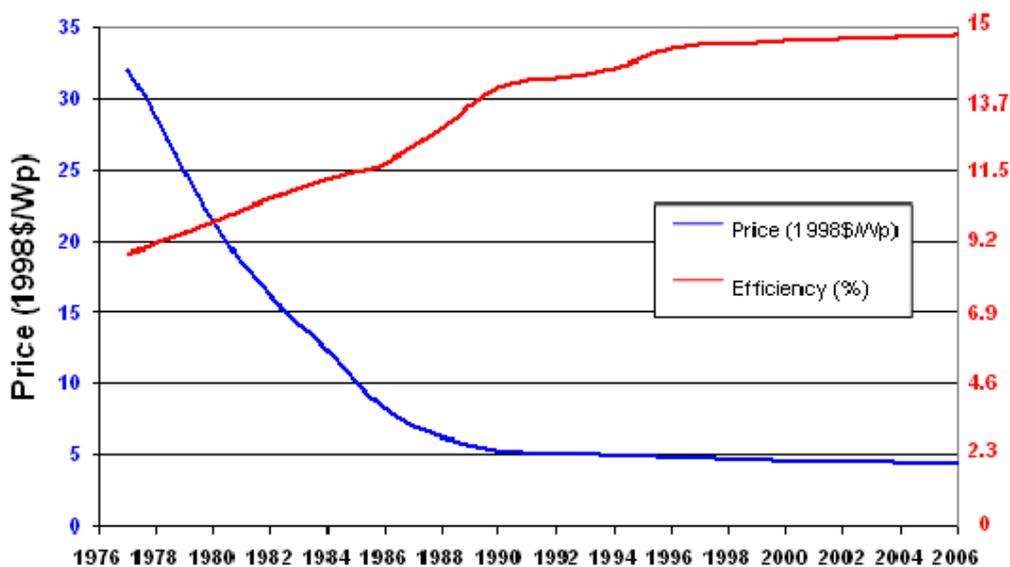
Ήδη από τον περασμένο αιώνα, για την ακρίβεια το 1839, παρατηρήθηκε ότι η ηλιακή ακτινοβολία αλλάζει τις ιδιότητες ορισμένων υλικών, των ημιαγωγών. Αυτοί, όταν φωτίζονται, μπορούν να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα, μέσω του «φωτοβολταϊκού φαινομένου». Εάν σε ένα κομμάτι ημιαγωγίμου υλικού (συνήθως εμπλουτισμένος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

Οι πρώτες εφαρμογές των φωτοβολταϊκών συστημάτων αναπτύχθηκαν τη δεκαετία του '50, με σκοπό την ηλεκτροδότηση των δορυφόρων. Το υψηλό τους κόστος όμως, εμπόδισε την περαιτέρω διάδοσή τους την εποχή εκείνη. Στις αρχές της δεκαετίας του '70, μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση, έγινε ιδιαιτέρως αισθητή παγκοσμίως η ανάγκη απεξάρτησης από τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Υπήρξαν τότε τα κίνητρα για την ανάπτυξη της φωτοβολταϊκής βιομηχανίας και έτσι άρχισε η μαζική παραγωγή φωτοβολταϊκών στοιχείων για ευρύτερη καταναλωτική χρήση. Στα βασικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων, τα οποία τα ξεχωρίζουν από τις συμβατικές πηγές ενέργειας, αλλά ακόμα και από τις άλλες τεχνολογίες εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, είναι ότι:

- Έχουν μηδενικό κόστος λειτουργίας, διότι δεν καταναλώνουν πρώτη ύλη.
- Μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια.
- Δεν παράγουν υποπροϊόντα και δε μολύνουν το περιβάλλον, αλλά βρίσκονται σε πλήρη αρμονία με το οικοσύστημα. Επίσης, δεν προκαλούν ηχορύπανση, αφού η λειτουργία τους είναι εντελώς αθόρυβη.
- Είναι εύχρηστα.
- Δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον και μπορούν εύκολα να εγκατασταθούν μέσα σε πόλεις.
- Μπορούν να ενσωματωθούν στην αρχιτεκτονική του κτιρίου και να χρησιμοποιηθούν ακόμη και ως δομικά στοιχεία, μειώνοντας έτσι το κόστος κατασκευής μιας εγκατάστασης.
- Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας, π.χ. με ένα αιολικό πάρκο, σε υβριδικά συστήματα.
- Επεκτείνονται εύκολα και ανά πάσα στιγμή, για να καλύψουν κάποια αύξηση των αναγκών σε ενέργεια των χρηστών.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και μεγάλη αξιοπιστία.
- Έχουν πρακτικά μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης.
- Παρέχουν πλήρη ενεργειακή ανεξαρτησία στο χρήστη όπου και αν βρίσκεται αυτός. Μπορούν έτσι να εγκατασταθούν σε δυσπρόσιτες περιοχές ή όπου δεν είναι δυνατό ή/και οικονομικά συμφέρον, να φτάσει το ηλεκτρικό δίκτυο.
- Προσφέρουν τη δυνατότητα αποκεντρωμένης παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

[8]

Παρόλα τα προαναφερθέντα πλεονεκτήματα, το βασικότερο μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων, είναι το υψηλό κόστος που απαιτείται για την αγορά και την εγκατάστασή τους. Το σχετικά μεγάλο κεφάλαιο που απαιτείται να επενδυθεί για την αγορά των συστημάτων αυτού του είδους, με συνακόλουθα μεγάλο διάστημα απόσβεσης της σχετικής επένδυσης, έναντι της χρήσης των συμβατικών μορφών ενέργειας, αποτελεί τροχοπέδη για την επέκταση της χρήσης τους σε ευρεία κλίμακα. Συνεπώς, μέχρι σήμερα έχει περιοριστεί η χρήση τους σε ειδικές εφαρμογές, που χαρακτηρίζονται συνήθως από μικρές ενεργειακές απαιτήσεις, απαιτήσεις μεγάλης αξιοπιστίας, αδυναμία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από άλλη πηγή και τέλος επιθυμία ελάχιστης συντήρησης και παρακολούθησης.



Σχήμα 4.4: Κόστη και αποδόσεις μετατροπής τυπικών φωτοβολταϊκών στοιχείων

4.3 Θερμικά Ηλιακά Συστήματα

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα δεσμεύουν την ηλιακή ακτινοβολία και, στη συνέχεια, τη μεταφέρουν σε νερό, αέρα ή κάποιο άλλο ρευστό, υπό μορφή θερμότητας. Για το σκοπό αυτό γίνεται χρήση διάφορων μηχανικών μέσων, τα οποία αποτελούν και την ειδοποιό διαφορά των συστημάτων αυτών σε σχέση με τα υπόλοιπα ηλιακά συστήματα. Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή τους είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης,

χρησιμοποιούνται όμως ακόμη για τη θέρμανση και ψύξη χώρων, αλλά και για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού αποτελείται από τους ηλιακούς συλλέκτες, ένα δοχείο αποθήκευσης (δεξαμενή) της πλεονάζουσας θερμότητας, καθώς και τις απαραίτητες σωληνώσεις και συστήματα ελέγχου. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα αντλείται, με φυσικό ή τεχνητό τρόπο, στο δοχείο αποθήκευσης.

Σα ενεργητικά ηλιακά συστήματα χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο που χρησιμοποιείται το θερμαινόμενο μέσο για να μεταφέρει τη θερμότητα στο νερό χρήσης. Ανοικτά ονομάζονται τα συστήματα εκείνα στα οποία θερμαίνεται απ' ευθείας το νερό του δικτύου ύδρευσης και στη συνέχεια, διοχετεύεται προς τελική χρήση. Τα κλειστά συστήματα αντιθέτως, μέσα στις σωληνώσεις του συλλέκτη κυκλοφορεί ειδικό αντιψυκτικό διάλυμα. Στη συνέχεια, μ' έναν εναλλάκτη μεταδίδεται η θερμότητα από το αντιψυκτικό διάλυμα στο νερό του δικτύου. Τέτοιου είδους συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε περιοχές όπου υπάρχει πιθανότητα παγετού. Τα θερμικά ηλιακά συστήματα μπορούν να καλύψουν μια ποικιλία από χρήσεις, καθώς επίσης και ένα μεγάλο εύρος από μεγέθη εγκατάστασης. Η κυρίαρχη εφαρμογή τους αυτήν τη στιγμή, τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκοσμίως, είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, για κατοικίες, δημόσια κτίρια, ξενοδοχεία ή ολόκληρα οικιστικά συγκροτήματα.

Εφαρμόζονται όμως και οπουδήποτε αλλού απαιτείται η θέρμανση κάποιου μέσου, προκειμένου αυτό να χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια για οποιαδήποτε θερμική εφαρμογή. Τέλος, σε συνδυασμό με κάποιο ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος υπάρχει δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, με τη βοήθεια ειδικών τύπων των θερμικών ηλιακών συστημάτων.

Σε μια χώρα με κλιματολογικές συνθήκες όπως αυτές της Ελλάδας, η χρήση της βοηθητικής πηγής ενέργειας περιορίζεται κυρίως σε κάποιες μέρες του χειμώνα. Αυτός είναι και ο λόγος που περισσότερες από 600000 ελληνικές οικογένειες καλύπτουν με ηλιακούς θερμοσίφωνες το σύνολο σχεδόν των αναγκών τους σε ζεστό νερό χρήσης. Ο αριθμός αυτός μεγαλώνει διαρκώς, καθώς σήμερα στη χώρα μας πωλούνται ετησίως πάνω από 50000 ηλιακοί θερμοσίφωνες. [9]

Η αρχή λειτουργίας ενός οικιακού θερμοσιφωνικού συστήματος είναι απλή. Το νερό θερμαίνεται στο συλλέκτη, διαστέλλεται και γίνεται ελαφρύτερο από το χαμηλότερης

θερμοκρασίας νερό της δεξαμενής. Αυτή η διαφορά στην πυκνότητα του νερού έχει ως αποτέλεσμα τη φυσική κυκλοφορία του μέσω του συλλέκτη και τη μεταφορά του θερμού νερού στην αποθηκευτική δεξαμενή της οποίας το ψυχρότερο νερό αντικαθιστά το ζεσταμένο στο συλλέκτη, συνεχίζοντας κατά αυτόν τον τρόπο την κυκλοφορία του. Απαραίτητη προϋπόθεση, προκειμένου να είναι εφικτή η φυσική κυκλοφορία του νερού, είναι η αποθηκευτική δεξαμενή να είναι τοποθετημένη σε υψηλότερο από τους συλλέκτες σημείο. Το ευνοϊκό ελληνικό κλίμα επιτρέπει την τοποθέτηση της δεξαμενής στις οροφές των κατοικιών χωρίς μεγάλες απώλειες θερμότητας από το θερμό νερό προς το περιβάλλον. Αυτή είναι και η πιο κοινή λύση, που χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά στους ηλιακούς θερμοσίφωνες.

Πέρα από την οικιακή χρήση, που είναι και η πιο διαδεδομένη σήμερα, θερμικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε απαιτείται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης. Έτσι για παράδειγμα η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ψύξης, για κλιματισμό χώρων, κατάψυξη προϊόντων και άλλες εφαρμογές, εμφανίζει σημαντικές προοπτικές, λόγω της αυξημένης ηλιακής ακτινοβολίας που υφίσταται ακριβώς την εποχή που απαιτείται η ψύξη.

4.3.1 Η Ελληνική Αγορά Συστημάτων Ηλιακής Ενέργειας

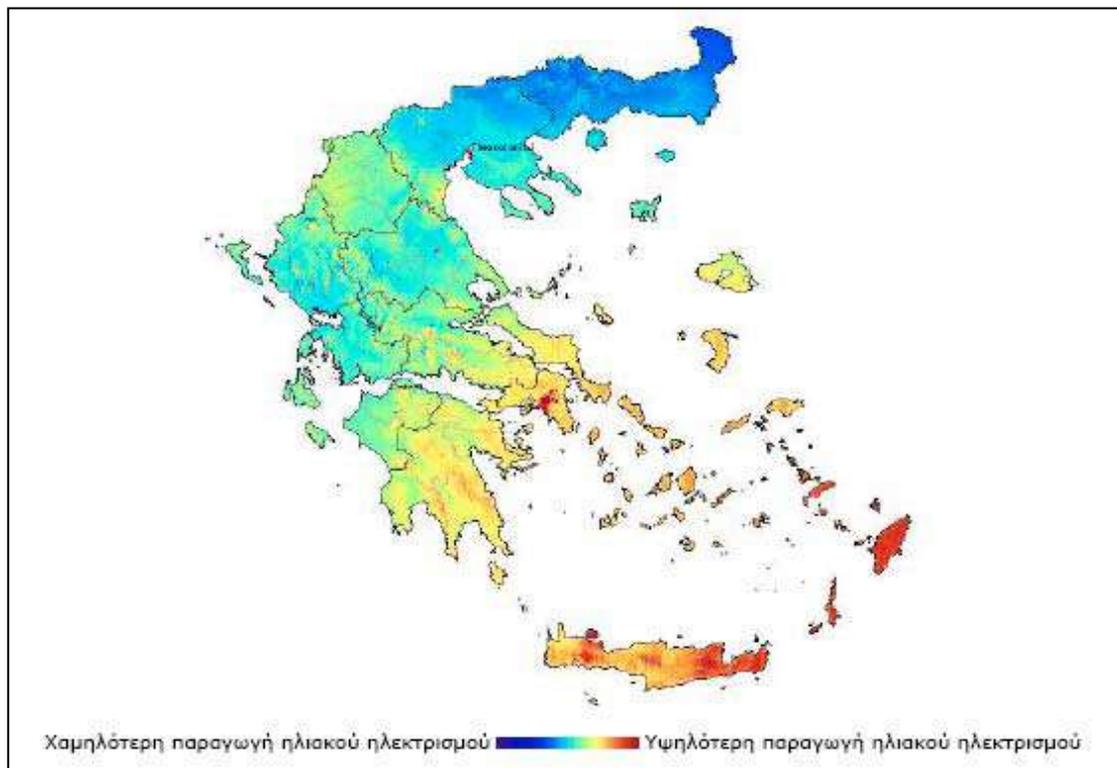
Στην Ελλάδα δεν έχουν ακόμα εγκατασταθεί μονάδες ηλεκτροπαραγωγής, αν και ο κλάδος των θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι ιδιαίτερα δραστήριος.

Πράγματι, πέρα από τον πολύ μεγάλο αριθμό ηλιακών θερμοσιφώνων που είναι εγκατεστημένοι σε κατοικίες, η χρήση των θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι διαδεδομένη και σε εγκαταστάσεις με αναλογικά πολύ υψηλότερες ανάγκες, όπως είναι τα ξενοδοχεία, τα νοσοκομεία ή τα αθλητικά κέντρα. Στα τέλη του 2002 η Ελλάδα είχε κάτι λιγότερο από 3 εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών (με ποσοστό διείσδυσης περί το 30 %) και τον υψηλότερο δείκτη χρήσης ηλιακών ανά κάτοικο στην Ευρωπαϊκή Ένωση, περίπου 265 m² ανά 100 κατοίκους.

Η ανάπτυξη του κλάδου τα τελευταία χρόνια είναι αλματώδης, ενώ γίνονται προσπάθειες για την περαιτέρω διάδοση της χρήσης των συστημάτων αυτών μέσω, μεταξύ άλλων, της εγκατάστασης καινοτόμων και επιδεικτικών εφαρμογών.

Το Ηλιακό Χωριό είναι ένας οικισμός του Οργανισμού Εργατικής Κατοικίας που, στα πλαίσια διακρατικής ελληνογερμανικής συνεργασίας, κατασκευάστηκε το 1988 στην Πεύκη και αποτελεί τη μεγαλύτερη από τις πιλοτικές εφαρμογές μαζικής χρήσης θερμικών και άλλων ηλιακών συστημάτων που έχουν αναπτυχθεί στη χώρα μας. [10]

Χάρτης 4.2: Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας στην Ελλάδα [25]



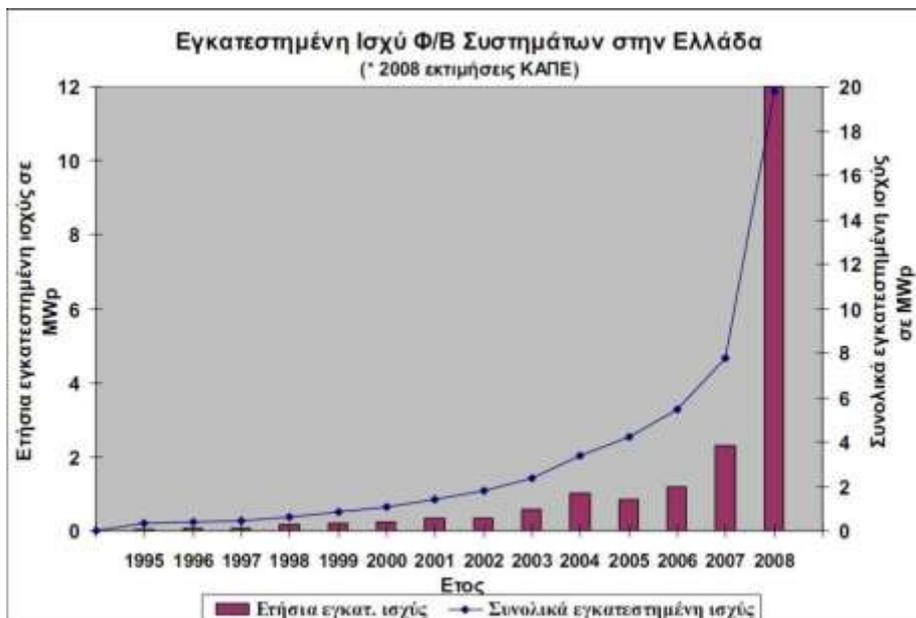
Η Ελλάδα είναι μια από τις πιο ευνοημένες χώρες του πλανήτη από πλευράς ηλιοφάνειας και παρουσιάζει ευνοϊκότερες προϋποθέσεις για τη χρήση και την ευρεία διάδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Λόγω της μορφολογίας της, υπάρχουν περιοχές, τόσο στην ηπειρωτική, όσο και στη νησιωτική χώρα, όπου η εγκατάσταση συστημάτων αυτού του είδους είναι η πλέον ανταγωνιστική οικονομικά λύση, ακόμα και με τα σημερινά δεδομένα. (Χάρτης 2)

Για το λόγο αυτό, έχουν ήδη εγκατασταθεί και λειτουργούν αρκετά φωτοβολταϊκά συστήματα σε διάφορες περιοχές, για τις οποίες αποτελούν τις πιο ενδεδειγμένες τεχνικά και οικονομικά λύσεις. Η περαιτέρω ανάπτυξη και χρησιμοποίηση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας, η οποία είναι μία από τις πλέον «καθαρές» τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας, ακόμα και σε σχέση με τις τεχνολογίες εκμετάλλευσης των άλλων μορφών των Α.Π.Ε., είναι βέβαιο ότι θα συμβάλλει σημαντικά στο ενεργειακό

ισοζύγιο της χώρας. Κατ' αυτόν τον τρόπο θα μειωθεί η εξάρτηση από το εισαγόμενο πετρέλαιο και θα ενισχυθεί η ασφάλεια του ενεργειακού ανεφοδιασμού. Παράλληλα θα συντελέσει σε μεγάλο βαθμό στην προστασία του περιβάλλοντος που είναι το μέγιστο πλανητικό πρόβλημα απειλώντας την ίδια τη ζωή, και στην αξιοποίηση των τοπικών ενεργειακών πόρων, με αντίστοιχες ευεργετικές επιπτώσεις στην τοπική ανάπτυξη (πραγματοποίηση επενδύσεων με μακρύ χρονικό ορίζοντα, δημιουργία νέων θέσεων εργασίας σε τοπικό επίπεδο, ενεργειακή αποκέντρωση).

Η εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος από φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:

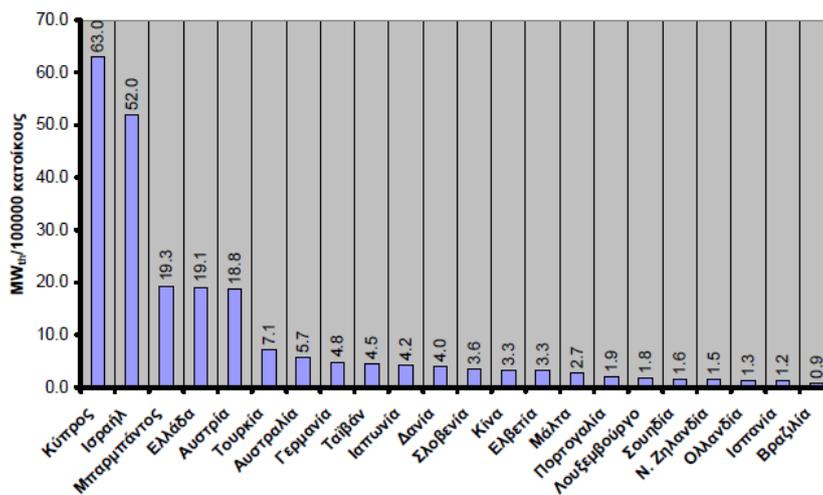


Σχήμα 4.5: Ετήσια και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς Φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι τρίτη στον κόσμο στην εγκατάσταση θερμικών ηλιακών συλλεκτών ανά κάτοικο (350m²/1000 κατοίκους). [Σχήμα 4.6]

Πρώτη στην εγκατάσταση είναι η Κύπρος (≈ 860m²/1000 κατοίκους) και δεύτερο το Ισραήλ (≈ 590m²/1000 κατοίκους). Στην ΕΕ-25 και σε απόλυτους αριθμούς έρχεται δεύτερη μετά την Γερμανία.

Σχήμα 4.6: Εγκατάσταση θερμικών ηλιακών συλλεκτών ανά κάτοικο στο κόσμο



Από το διπλασιασμό της εγκατεστημένης ισχύος φωτοβολταϊκών στην Ευρώπη μεταξύ 2001 και 2003, το μεγαλύτερο ποσοστό, 70%, καταλαμβάνει η Γερμανία. Ωστόσο, η φωτοβολταϊκή ενέργεια διπλασιάστηκε επίσης στην Ισπανία και στην Αυστρία. [11]

Η συνολικά εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα ήταν στα τέλη του 2004 περί τα 4,5 MW, ποσοστό μόλις 0,1% επί των συνολικών φωτοβολταϊκών συστημάτων παγκοσμίως. Έκθεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τίτλο “Photovoltaics 2010” αναφέρει ότι το δυναμικό των φωτοβολταϊκών σε οικιακές εφαρμογές αρκεί για να καλύψει το 25-30% των αναγκών της Ελλάδας σε ηλεκτρισμό (κι αυτό λαμβάνοντας υπόψη μόνο τα κατάλληλα για μια τέτοια χρήση κτίρια).

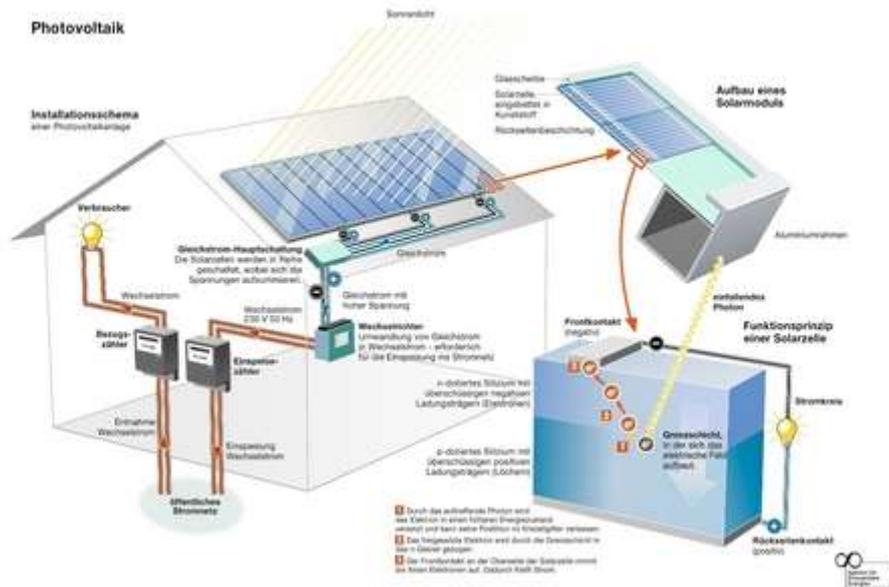
4.4 Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία

Ο όρος «φωτοβολταϊκή τεχνολογία» χρησιμοποιείται για να περιγράψει την τεχνική της μετατροπής της ηλιακής ενέργειας απευθείας σε ηλεκτρικό ρεύμα ή, με άλλα λόγια, ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, κατά το οποίο παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα από το φως, ανακαλύφθηκε από τον Αλεξάντρ Μπεκερέλ το 1839. Όταν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο προσπέσουν φωτόνια, διεγείρονται ηλεκτρόνια τα οποία καθίστανται ελεύθερα να κινηθούν και έτσι προκύπτει μια συνεχής ηλεκτρική τάση μεταξύ της στραμμένης προς το φως πλευράς και της πλευράς που βρίσκεται στη σκιά. Όταν το ηλεκτρικό αυτό κύκλωμα είναι κλειστό, ρέει ηλεκτρικό ρεύμα.

(Σχήμα 4.7)

Προκειμένου να είναι δυνατή η τροφοδότηση του δημόσιου δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας με αυτό το ρεύμα, είναι απαραίτητος ένας μετατροπέας, ο οποίος μετατρέπει αυτό το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο, το οποίο χρησιμοποιείται στο δίκτυο.

Σχήμα 4.7: Λειτουργία φωτοβολταϊκού συστήματος



4.4.1 Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης Νερού

Τα τελευταία χρόνια με τη μεγάλη αύξηση των τιμών των καυσίμων, καθώς και με την καθιέρωση του Κανονισμού Ενεργειακής Αποδοτικότητας των Κτιρίων, η ανάγκη εξοικονόμησης και μείωσης της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας έχει αρχίσει να γίνεται συνειδητή.

Η ηλιοθερμία είναι μια μέθοδος κατά την οποία αξιοποιείται η ηλιακή ενέργεια, παράγοντας ζεστό νερό χρήσης και καλύπτοντας μέρος των απαιτήσεων θέρμανσης των κτηρίων. Η μέθοδος εφαρμόζεται εδώ και πολλά χρόνια σε χώρες της Ευρώπης, στη χώρα μας όμως είναι πολύ λιγότερο γνωστή.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ηλιακών συστημάτων που εγκαθίστανται στη Γερμανία και την Αυστρία, χώρες με μικρή ηλιοφάνεια και μεγάλες ανάγκες θέρμανσης, είναι συνδυασμένα συστήματα θέρμανσης χώρου και νερού χρήσης. Σε όλη τη Μεσόγειο, οι τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας ευνοούν τη χρήση των ηλιακών συστημάτων καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.

4.4.2 Βασικά Στοιχεία

Το ηλιακό σύστημα συνδυασμένης θέρμανσης χώρου και ζεστού νερού χρήσης, είναι ένα σύστημα που εκμεταλλεύεται τη θερμική ενέργεια που παράγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες.

Με αυτόν τον τρόπο θερμαίνεται το νερό χρήσης και το νερό που κυκλοφορεί στο σύστημα θέρμανσης. Αποτελείται από τρία βασικά μέρη: τους ηλιακούς συλλέκτες και δύο δοχεία αποθήκευσης ζεστού νερού, ένα του νερού χρήσης και ένα του νερού θέρμανσης χώρου.

Τα δύο αυτά δοχεία μπορούν να τοποθετηθούν το ένα μέσα στο άλλο (δοχείο σε δοχείο), εξοικονομώντας έτσι χώρο, σωληνώσεις και αυτοματισμούς.

Καθώς τα δοχεία μπορούν τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε διαθέσιμο χώρο του κτιρίου, οι ηλιακοί συλλέκτες εντάσσονται αισθητικά καλύτερα στο κτίριο. Επιπλέον, μπορούν να τοποθετηθούν σε χώρους που θερμαίνονται, μειώνοντας έτσι τις απώλειες θερμότητας του νερού.

Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες απορροφούν διάχυτο ηλιακό φως, συλλέγοντας ηλιακή ενέργεια ακόμη και σε συννεφιασμένες ημέρες και μετατρέποντας τα 2/3 της ηλιακής ακτινοβολίας σε ωφέλιμη ενέργεια. Οι περισσότερες φίρμες της αγοράς διαθέτουν συλλέκτες με γυαλί υψηλής απορροφητικότητας που δεν αντανακλά (antireflex) για να εξασφαλίζεται η μέγιστη μετάδοση θερμότητας. Η ιδιαιτερότητα των ηλιοθερμικών είναι ότι, λειτουργούν συνεισφέροντας στη θέρμανση που παράγεται με τη χρήση άλλων καυσίμων και όχι καταργώντας την. Μπορούν να συνδυαστούν με οποιαδήποτε συμβατική πηγή ενέργειας (καυστήρες πετρελαίου ή φυσικού αερίου) ή ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (καυστήρες βιομάζας), ενώ ενσωματώνονται και σε υφιστάμενο σύστημα, αρκεί να υπάρχει διαθέσιμος χώρος για την εγκατάσταση των συλλεκτών και των δοχείων αποθήκευσης ζεστού νερού. Επίσης, μπορούν να συνδυαστούν με οποιοδήποτε μέσο θέρμανσης, αλλά είναι προτιμότερη η χρήση τους με μέσα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών, όπως είναι τα fancoils ή η ενδοδαπέδια θέρμανση. Αυτό συμβαίνει, γιατί το νερό ως μέσο θέρμανσης κυκλοφορεί σε χαμηλές θερμοκρασίες, τέτοιες που ακόμα και με ελάχιστη ηλιοφάνεια είναι εύκολο να επιτευχθούν.

Το σύστημα φροντίζει κατά προτεραιότητα για την πλήρη κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης και στη συνέχεια, εάν υπάρχει περίσσεια ενέργεια, ζεσταίνει το νερό θέρμανσης χώρου. Αν η περίσσεια ενέργεια δεν επαρκεί, το ηλιακό σύστημα

παρακάμπτεται και η θέρμανση του χώρου γίνεται από τον καυστήρα, όπως στα συμβατικά συστήματα θέρμανσης.

4.5 Γεωθερμική Ενέργεια

Γεωθερμική ενέργεια ονομάζεται η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμφανίζεται με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Η ενέργεια αυτή σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Είναι μια ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες

Οι γεωθερμικές περιοχές συχνά εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει από σχισμές του φλοιού της γης ή από την παρουσία θερμών πηγών. Για να υφίσταται διαθέσιμο θερμό νερό ή ατμός σε μια περιοχή, (αν η θερμοκρασία τους είναι πάνω από 25°C, τότε σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία ονομάζονται γεωθερμικά ρευστά) πρέπει να υπάρχει κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας αποθήκευσης του κοντά σε ένα θερμικό κέντρο. Στην περίπτωση αυτή, το νερό του ταμιευτήρα, που συνήθως είναι βρόχινο νερό που έχει διεισδύσει στους βαθύτερους ορίζοντες της γης, θερμαίνεται και ανεβαίνει προς την επιφάνεια (γεωθερμικό κοίτασμα).

Τα γεωθερμικά ρευστά διοχετεύονται σε περιφερειακά τμήματα της δεξαμενής για να βοηθήσουν να διατηρηθεί η πίεση.

Αν η δεξαμενή χρησιμοποιηθεί για άμεση χρήση της θερμότητας τα γεωθερμικά ρευστά τροφοδοτούν έναν εναλλακτήρα θερμότητας πρίν επιστρέψουν στη γη. Το ζεστό νερό από την έξοδο του εναλλακτήρα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση κτηρίων, θερμοκηπίων κ.α

Υπάρχουν δύο κύριες εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας.

Η πρώτη βασίζεται στη χρήση της θερμότητας της γης για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και άλλες χρήσεις (θέρμανση κτηρίων, θερμοκηπίων). Αυτή η θερμότητα μπορεί να προέρχεται από γεωθερμικά γκάζερ που φθάνουν με φυσικό τρόπο ως την επιφάνεια της γης ή με γεώτρηση στον φλοιό της γης σε περιοχές που η θερμότητα βρίσκεται αρκετά κοντά στην επιφάνεια. Αυτές οι πηγές είναι συνήθως από μερικές εκατοντάδες μέχρι 3000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης.

Η δεύτερη εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας εκμεταλλεύεται τις θερμές μάζες εδάφους ή υπόγειων υδάτων για να κινήσουν θερμικές αντλίες για εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης.

4.5.1 Εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας

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

Οι πιο σημαντικές θερμικές εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας είναι η θέρμανση κτιρίων και θερμοκηπίων . Πολλοί επιστήμονες συζητούν την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας και στο βιομηχανικό τομέα.

Οι κλάδοι της βιομηχανίας στους οποίους η γεωθερμία έχει ήδη εφαρμοστεί με επιτυχία είναι η βιομηχανία τροφίμων και οι ιχθυοκαλλιέργειες. Παρόλο που είναι κοινός τόπος ότι οι βιομηχανικές εφαρμογές αποτελούν το πεδίο μελλοντικής ανάπτυξης της γεωθερμίας, τα βήματα παραμένουν πολύ αργά, ενώ παρατηρείται σημαντική αύξηση στις εφαρμογές που αφορούν τη θέρμανση οικιών, δημόσιων και εμπορικών κτιρίων. Στη δεκαετία του 1970, λόγω της πετρελαϊκής κρίσης, δόθηκε σημαντική ώθηση στην ανάπτυξη της γεωθερμίας, ακόμα και σε περιοχές με σχετικά χαμηλή γεωθερμική βαθμίδα, όπως είναι η λεκάνη του Παρισιού. Η παρουσία θερμού νερού στους γεωλογικούς σχηματισμούς της λεκάνης του Παρισιού είχε ανακαλυφθεί ήδη από τη δεκαετία του 1950 ενώ διεξάγονταν έρευνες για πετρέλαιο, αλλά η πρώτη γεωθερμική γεώτρηση έγινε μόλις το 1962 στο Carrières-sur-seine.

Το πρόβλημα που ανέκυψε και έπρεπε να λυθεί ήταν αυτό της διάθεσης του γεωθερμικού ρευστού μετά τη χρήση του λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε άλατα. Αυτό αντιμετωπίστηκε με τη διάνοιξη και δεύτερης γεώτρησης. Το νερό εξέρχεται από τη μια γεώτρηση και, αφού αφαιρεθεί από αυτό η περιεχόμενη θερμότητα, επιστρέφει στο έδαφος μέσω της άλλης γεώτρησης.

Αφού λύθηκε το πρόβλημα, ο δρόμος ήταν ανοικτός για την αξιοποίηση της λεκάνης του Παρισιού. Σημαντική ανάπτυξη σημειώθηκε στα επόμενα χρόνια, με αποτέλεσμα σε 200.000 κατοικίες που καλύπτουν τις θερμικές τους ανάγκες από τη γεωθερμική ενέργεια να επιτυγχάνεται εξοικονόμηση 200.000 τόννων ισοδύναμου πετρελαίου

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

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

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορούμε να έχουμε αν μεταδώσουμε ένα μέρος της θερμότητας των ρευστών, που έχουν μικρή σχετικά ενθαλπία, σε ειδικά υγρά με πολύ χαμηλό σημείο βρασμού, όπως είναι πχ το φρέον, το ισοβουτάνιο, το προπάνιο και το χλωριούχο αιθύλιο.

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

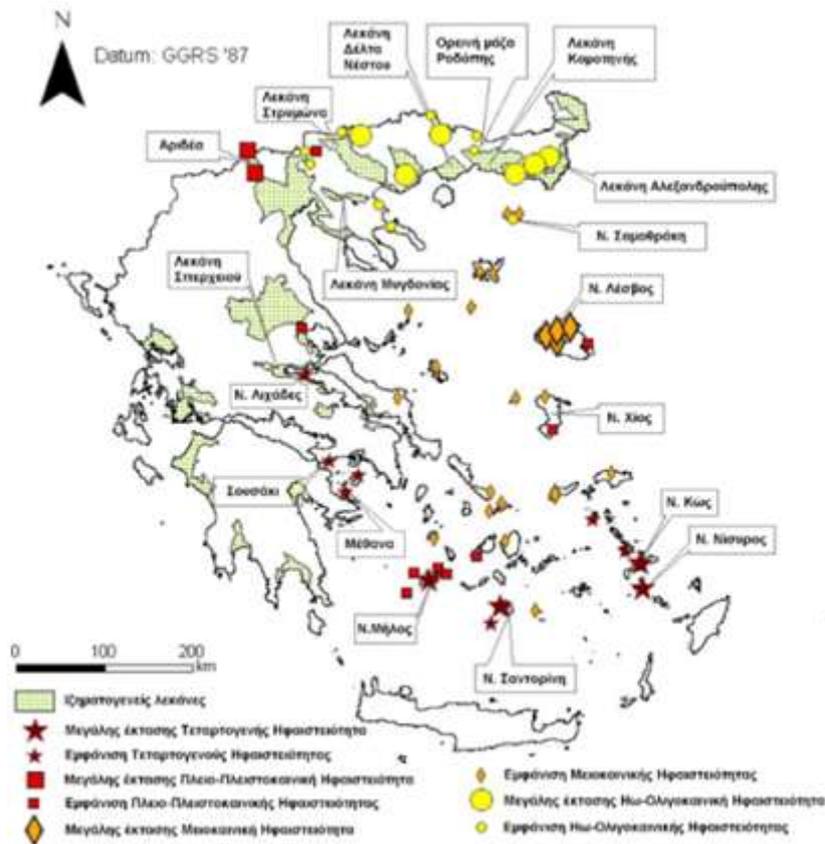
4.5.2 Η Γεωθερμία στην Ελλάδα

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

δημιουργούν σοβαρά τεχνικά προβλήματα εκμετάλλευσης ούτε βέβαια περιβαλλοντικά προβλήματα.

Σε κάποιες περιοχές η έρευνα προχώρησε αρκετά έτσι ώστε σήμερα να έχουν αναπτυχθεί αξιόλογες εφαρμογές. Στο Σιδηρόκαστρο, η Συνεταιριστική Επιχείρηση του Δήμου Σιδηροκάστρου προχώρησε στην κατασκευή ενός θερμοκηπίου 5 στρεμμάτων που χρησιμοποιεί νερά μιας γεώτρησης του ΙΓΜΕ. Στη Ν. Κεσσάνη βρίσκεται σε εξέλιξη ένα μεγάλο πρόγραμμα ανάπτυξης του πεδίου που χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα VALOREN της ΕΕ. Στο Λαγκαδά, στη Νυμφόπετρα και στη Νέα Απολλωνία λειτουργούν ήδη δεκάδες στρέμματα πλαστικών "γεωθερμικών" θερμοκηπίων, ενώ στο Λαγκαδά λειτούργησε για δύο χρόνια μικρή πειραματική μονάδα εκτροφής χελιών. Στα Ελαιοχώρια Χαλκιδικής λειτουργούν 6 μικρά πειραματικά θερμοκήπια. Τα αποτελέσματα από αυτές τις εφαρμογές είναι αισιόδοξα και δίνουν ώθηση για παραπέρα έρευνα σε γεωθερμικά πεδία που έχουν εντοπιστεί αλλά δεν έχουν μελετηθεί διεξοδικά.

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



Χάρτης 4.3: Εκτίμηση του γεωθερμικού δυναμικού στην Ελλάδα (Πηγή: ΚΑΠΕ)

Η γεωθερμική ενέργεια έχει και αγροτικές εφαρμογές. Ενέργεια χαμηλής ενθαλπίας, π.χ. θερμοκρασίας 20 - 25 °C απαιτείται για τις ιχθυοκαλλιέργειες, 40 - 60 °C για θέρμανση εδάφους και περίπου 80 °C για θέρμανση θερμοκηπίων. Τέτοια πεδία χαμηλής ενθαλπίας αξιοποιούνται στην Κεντρική Μακεδονία, Θράκη και Λέσβο. Με δεδομένο την ύπαρξη πλούσιου γεωθερμικού δυναμικού στη χώρα μας, θετική θα ήταν η ενημέρωση με σκοπό την ευρύτερη αποδοχή και την αξιοποίησή του.

Κεφάλαιο 5^ο: Περιγραφή της Περιοχής Μελέτης

Στο παρόν κεφάλαιο θα εξετάσουμε τη περιοχή μελέτης. Θα παρουσιάσουμε αναλυτικά τόσο το φυσικό περιβάλλον, τις κλιματολογικές συνθήκες όσο και το ανθρωπογενές περιβάλλον, την οικονομία και τις κοινωνικές δομές της Καρπάθου.

Στόχος είναι να κατανοήσουμε όσο το δυνατό καλύτερα τα διαθέσιμα και τις ανάγκες που υπάρχουν στο νησί, τώρα και στο μέλλον ώστε να διαμορφώσουμε τελικά μια πρόταση που να προσφέρει επαρκή κάλυψη των απαιτήσεων ενέργειας στοχεύοντας ταυτόχρονα και στην διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών στο δίκτυο παραγωγής.

Παρακάτω λοιπόν θα εξεταστεί αρχικά η διοικητική και οικιστική δομή του νησιού, η πληθυσμιακή εξέλιξη, οι οικονομικές δραστηριότητες που υπάρχουν και στη συνέχεια το φυσικό περιβάλλον και οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν.

Τέλος θα παρουσιαστούν οι εκτιμήσεις για την μελλοντική πορεία του πληθυσμού αλλά και της μελλοντικής παραγωγής ενέργειας του δικτύου ώστε να ολοκληρώσουμε το κεφάλαιο διατυπώνοντας τη πρόταση για ένα εναλλακτικό σύστημα παραγωγής ενέργειας που θα βασίζεται και στις ανανεώσιμες πηγές.

5.1 Διοικητική και οικιστική δομή

Η Κάρπαθος υπάγεται στην Επαρχία Καρπάθου με έδρα τα Πηγάδια. Η Επαρχία Καρπάθου υπάγεται στο Νομό Δωδεκανήσου με έδρα τη Ρόδο και στην Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου.

Στο νησί υπήρχαν 2 Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ), η Κοινότητα Ολύμπου και ο Δήμος Καρπάθου. Ο Δήμος Καρπάθου προήλθε από τη συνένωση 8 Κοινοτήτων, που πραγματοποιήθηκε με βάση το Νόμο 2539/98 για την ανασυγκρότηση της Πρωτοβάθμιας Τοπικής Αυτοδιοίκησης (πρόγραμμα "Ι. Καποδίστριας"). Οι 8 πρώην Κοινότητες αποτελούν πλέον τα "Δημοτικά Διαμερίσματα" του νέου Δήμου Καρπάθου. Τώρα πλέον με το σχέδιο Καλλικράτης οι δύο ΟΤΑ συνενώθηκαν σε έναν ενιαίο δήμο, τον δήμο Καρπάθου.

5.2 Πληθυσμιακή εξέλιξη

Ο πληθυσμός του νησιού στην αρχή της Ιταλικής κατοχής (1912) έφτανε τους 10.000 κατοίκους με γεωγραφική κατανομή εντελώς διαφορετική από τη σημερινή. Η Όλυμπος ήταν ο μεγαλύτερος οικισμός, με πληθυσμό 3.500 κατοίκους και ακολουθούσαν οι Μενετές με 1.500 κατοίκους. Στην τελευταία απογραφή του 1991, οι δύο αυτές Κοινότητες εξακολουθούν να είναι από τις μεγαλύτερες Κοινότητες του νησιού, ο πληθυσμός τους όμως έχει υποστεί μεγάλη μείωση, με 575 και 696 άτομα αντίστοιχα. Οι Πυλές, που στα μέσα της δεκαετίας του 1920 είχαν 700 κατοίκους περίπου και ήταν το τρίτο σε πληθυσμό χωριό του νησιού, το 1991 έφτασαν τους 235 κατοίκους, αποτελώντας το μικρότερο σε πληθυσμό οικισμό. Αντίθετα, η σημερινή πρωτεύουσα, τα Πηγάδια, την ίδια εποχή δεν ήταν παρά ένα μικρό χωριό ψαράδων.

Το μεταναστευτικό ρεύμα των Καρπαθίων ξεκίνησε ήδη πριν από τον πόλεμο με προορισμούς την Αμερική, την Αυστραλία και την Αφρική. Στην πρώτη μετά τον πόλεμο δεκαετία (1950-60), λίγο μετά την προσάρτηση της Καρπάθου στην Ελλάδα (1947), το ποσοστό μείωσης του πληθυσμού ήταν της τάξης του 5%. Το ποσοστό αυτό θεωρείται ιδιαίτερα μικρό και αντικατοπτρίζει την τάση του τοπικού πληθυσμού να παραμείνει στον ελεύθερο πια τόπο του, πιστεύοντας ότι η νέα πραγματικότητα στην Ελλάδα θα ήταν ευνοϊκή.

Όμως, η εξέλιξη της Ελλάδας τις επόμενες δεκαετίες είχε σαν κύριο γνώμονα την ανάπτυξη των μεγάλων αστικών κέντρων, παραγκωνίζοντας εντελώς την επαρχία και ιδιαίτερα τις ακριτικές νησιωτικές περιοχές. Το γεγονός αυτό οδήγησε στη συρρίκνωση του πληθυσμού της Καρπάθου, όπως και των περισσότερων νησιών. Έτσι, τις δεκαετίες 1960 και 1970 η μείωση του πληθυσμού στο σύνολο του νησιού έφτασε το 13% και 14% αντίστοιχα, ενώ για κάποιες Κοινότητες το ποσοστό ξεπέρασε το 30% (Όλυμπος, Όθος).

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980, παρατηρείται μια αντίστροφη πορεία αύξησης στο νησί, όπως και στα περισσότερα Δωδεκάνησα. Το φαινόμενο αυτό είναι αποτέλεσμα των νέων θέσεων εργασίας, που δημιούργησε η τουριστική ανάπτυξη και η συνακόλουθη ανάπτυξη άλλων τομέων (οικοδομική δραστηριότητα, εμπόριο κλπ.). Τα αναπτυξιακά κίνητρα που ίσχυσαν την περίοδο αυτή (N1862/82 & N1892/90), ώθησαν αρκετούς μετανάστες να επιστρέψουν.

Έτσι, το 1991 ο πληθυσμός της Καρπάθου ανέρχεται σε 5.323 άτομα και για πρώτη φορά μετά από αρκετές δεκαετίες παρουσιάζει ανοδικές τάσεις, σε ποσοστό 14,5%. Βέβαια, θα πρέπει να σημειωθεί, ότι αυτή η αύξηση αντικατοπτρίζει κυρίως την αύξηση

του πληθυσμού στο νότιο και λιγότερο ορεινό τμήμα του νησιού. Την ίδια δεκαετία, ο πληθυσμός στις ορεινές Κοινότητες της Καρπάθου παραμένει περίπου στα ίδια επίπεδα (Όλυμπος, Όθος, Απέρι, Σπόα), ή συνεχίζει την πτωτική του πορεία (Βωλάδα). [12]

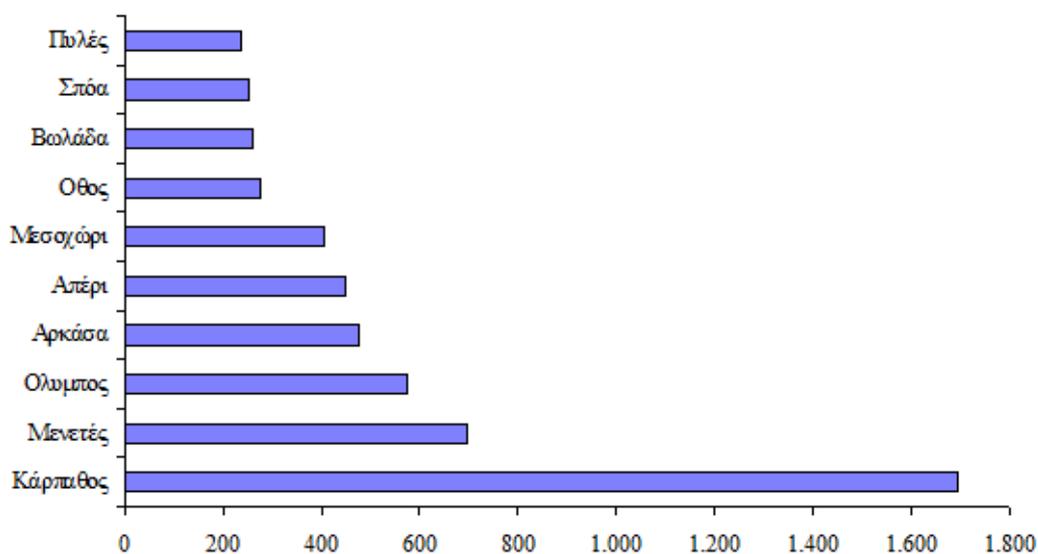
Πίνακας 5.1: Πληθυσμιακή εξέλιξη ΟΤΑ στην Κάρπαθο, 1961-2001

	Πληθυσμός					Ποσοστιαία μεταβολή			
	1961	1971	1981	1991	2001	1961-71	1971-81	1981-91	1991-01
ΠΗΓΑΔΙΑ	1085	1.281	1.363	1.266	1.692	+18,1%	+6,4%	-7,1%	+33,6%
ΑΠΕΡΙ	787	768	603	457	450	-2,4%	-21,5%	-24,2%	-1,5%
ΑΡΚΑΣΑ	567	510	446	390	478	-10,1%	-12,5%	-12,6%	+22,6%
ΒΩΛΑΔΑ	507	505	361	275	261	-0,4%	-28,5%	-23,8%	-5,1%
ΜΕΝΕΤΕΣ	1.043	741	601	584	697	-29,0%	-18,9%	-2,8%	+19,3%
ΜΕΣΟΧΩΡΙ	487	464	371	357	406	-4,7%	-20,0%	-3,8%	+13,7%
ΟΘΟΣ	521	436	294	282	275	-16,3%	-32,6%	-4,1%	-2,5%
ΠΥΛΕΣ	391	367	270	206	235	-6,1%	-26,4%	-23,7%	+14,1%
ΣΠΟΑ	340	380	293	251	254	+11,8%	-22,9%	-14,3%	+1,2%
ΟΛΥΜΠΟΣ	1.341	1.255	831	581	575	-6,4%	-33,8%	-30,1%	-1,0%
Ν.ΚΑΡΠΑΘΟΣ	7069	6707	5433	4649	5323	-5,1%	-19,0%	-14,4%	+14,5%

Πηγή: ΕΣΥΕ 2001

Αξιοσημείωτη είναι η αύξηση του πληθυσμού στα Πηγάδια, τη σημερινή πρωτεύουσα του νησιού. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με την απογραφή του 2001, τα Πηγάδια συγκεντρώνουν 1.692 κατοίκους, δηλαδή το 32% του συνολικού πληθυσμού της Καρπάθου, ενώ το 1961 ο πληθυσμός τους αντιστοιχούσε στο 15%. Το υπόλοιπο 68% είναι διεσπαρμένο στις διάφορες Κοινότητες, με μεγαλύτερη την Κοινότητα Μενετών με 697 κατοίκους (13%) και δεύτερη την Κοινότητα Ολύμπου με 575 κατοίκους (11%). Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι σε άλλα νησιά της Δωδεκανήσου, οι πρωτεύουσες συγκεντρώνουν μεγαλύτερα ποσοστά του πληθυσμού (π.χ. Ρόδος 45%, Κως 55%).

Σχήμα 5.1: Κατανομή πληθυσμού νήσου Καρπάθου



Όπως φαίνεται στον πίνακα 5 από το σύνολο του πληθυσμού των 5.323 κατοίκων, οι 1.221 (21%) ανήκουν στην ηλικιακή ομάδα των άνω των 65 ετών, ποσοστό σχεδόν διπλάσιο από αυτό της Δωδεκανήσου (11,2%) και αρκετά μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ποσοστό σε εθνικό επίπεδο (13,7%). Ο παραγωγικός πληθυσμός της επαρχίας (15-64 χρονών) αντιστοιχεί στο 58,3%, έναντι 66,4% σε επίπεδο νομού και 67,1% σε εθνικό επίπεδο. [14]

Πίνακας 5.2: Πληθυσμός επαρχίας Καρπάθου κατά ομάδες ηλικιών, σε σύγκριση με τη Δωδεκάνησο και την Ελλάδα

Ομάδες ηλικιών	Νήσος Κάρπαθος		Ν. Δωδεκανήσου		Ελλάδα
	Άτομα	%	Άτομα	%	%
0-14	1.104	20,7	36.558	22,4	19,2
15-24	676	12,7	29.392	18,0	15,2
25-39	1.062	20,0	35.713	21,8	20,8
40-54	797	15,0	29.227	17,9	18,4
55-64	563	10,6	14.164	8,7	12,7
65-79	815	15,3	14.605	8,9	10,7
>80	306	5,7	3.817	2,3	3,0
Σύνολο	5.323	100,0	163.476	100,0	100,00

Πηγή: ΕΣΥΕ, 2001

Τέλος, σύμφωνα με τα στοιχεία της απογραφής του 2001, το μεγαλύτερο ποσοστό των νοικοκυριών (67,6%) αποτελούνται από 1-3 μέλη, ποσοστό μεγαλύτερο του αντίστοιχου σε επίπεδο νομού (63,5%) και χώρας (61,8%). Η σύνθεση των νοικοκυριών διαμορφώνει το δείκτη μελών οικογένειας στα 2,8 άτομα έναντι του 3 για το σύνολο της Ελλάδας.

5.3 Χρήσεις γης

Σύμφωνα με την απογραφή χρήσεων γης της ΕΣΥΕ για το 2001, η Κάρπαθος καταλαμβάνει συνολική έκταση 325.000 στρεμμάτων, σε σύνολο 2.714.300 του νομού Δωδεκανήσου (12%). Στην πλειοψηφία της αποτελείται από ορεινούς και ημιορεινούς οικισμούς και εμφανίζει πυκνότητα πληθυσμού 17,68 κατοίκων ανά km², δηλαδή το 1/4 του μέσου όρου του νομού, που ανέρχεται σε 60,23 κατοίκους ανά km². Με βάση τα στοιχεία της απογραφής, η ποσοστιαία κατανομή χρήσεων γης για το νησί σε σύγκριση με το σύνολο του νησιού εμφανίζεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.3: Χρήσεις γης νομού Δωδ/σου και νήσου Καρπάθου

	ΔΩΔ/ΣΟΥ	ΝΗΣΟΣ ΚΑΡΠΑΘΟΣ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΕΙΣ	16%	6,7%
ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΙ	47%	44,0%
ΔΑΣΗ	24%	24,3%
ΟΙΚΙΣΜΟΙ	7%	15,5%
ΑΛΛΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ	7%	9,5%

Πηγή: ΕΣΥΕ, 2001

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, το ποσοστό των καλλιεργούμενων εκτάσεων στο νησί είναι το μισό από το αντίστοιχο του νομού. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην πραγματικότητα οι καλλιεργούμενες εκτάσεις καταλαμβάνουν ακόμη μικρότερο ποσοστό, αφού το 6,7% περιλαμβάνει και τις αγροναπαύσεις, όπου συνήθως

εγγράφονται και οι εκτάσεις, που έχουν πάψει να καλλιεργούνται επί σειρά ετών. Το μεγάλο ποσοστό των βοσκοτόπων, είναι χαρακτηριστικό των νησιωτικών περιοχών και δε διαφοροποιείται από το αντίστοιχο του νομού. Αρκετά μεγάλο για νησί, αν και αντίστοιχο με το σύνολο του νομού, είναι το ποσοστό της έκτασης που καλύπτεται από δάση. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι τα δάση της Καρπάθου έχουν πληγεί από επανειλημμένα από πυρκαγιές τα τελευταία χρόνια. Οι καμένες εκτάσεις έχουν χαρακτηριστεί αναδασωτές και στο σύνολό τους δεν έχουν καταπατηθεί από άλλες χρήσεις.

5.4 Οικονομικά χαρακτηριστικά και παραγωγικές δραστηριότητες

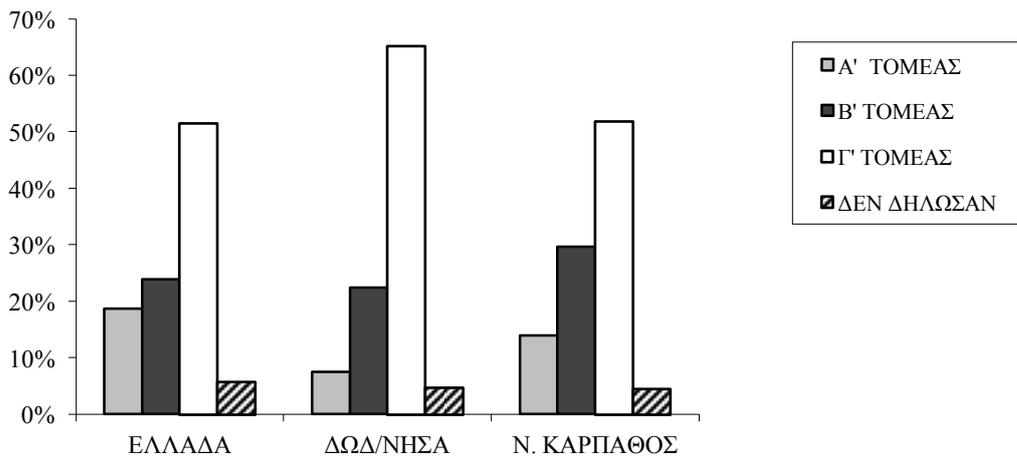
Σύμφωνα με την απογραφή του 2001, οι οικονομικά ενεργοί κάτοικοι της Καρπάθου ανέρχονται σε 1.625 από τους οποίους οι 1.503 απασχολούνται σε κάποιον τομέα δραστηριότητας, ενώ οι άνεργοι ανέρχονται σε 122 άτομα. Το ποσοστό των απασχολούμενων σε σχέση με το σύνολο του πληθυσμού ηλικίας άνω των 10 ετών φτάνει το 32,7%, έναντι του 41,3% σε επίπεδο νομού και 38,4% σε εθνικό επίπεδο.

Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα αρνητικό για την οικονομική ζωή του τόπου και έχει ως αποτέλεσμα τη διόγκωση του μη ενεργού πληθυσμού, που καλύπτει το 64,7% του πληθυσμού. Το χαμηλό ποσοστό των απασχολούμενων οφείλεται στη γήρανση του πληθυσμού και στη μικρή σχετικά συμμετοχή των γυναικών στην αγορά εργασίας.

Από τους 1.503 που δήλωσαν απασχόληση σε κάποιο τομέα δραστηριότητας, 209 άτομα (ποσοστό 13,9%) απασχολούνται στον πρωτογενή τομέα, δηλαδή στη γεωργία, κτηνοτροφία, αλιεία και μελισσοκομία. Στο δευτερογενή τομέα και κυρίως σε κλάδους συναφείς με την οικοδομική δραστηριότητα και την κατασκευή ειδών καθημερινής ανάγκης (παρασκευή τροφίμων, ειδών ένδυσης κλπ.), απασχολούνται 483 άτομα (29,6%). Τέλος, στον τριτογενή τομέα, που περιλαμβάνει τα τουριστικά επαγγέλματα, τις εμπορικές δραστηριότητες και την παροχή υπηρεσιών, απασχολούνται 908 άτομα, που αντιστοιχούν σε περισσότερους από τους μισούς απασχολούμενους (ποσοστό 52%).

5.5 Πρωτογενής τομέας

Αν και η Κάρπαθος υπήρξε κατ' εξοχήν γεωργικό νησί, σήμερα η γεωργία αποτελεί κυρίως συμπληρωματική δραστηριότητα. Το μεγαλύτερο μέρος της γεωργικής γης καταλαμβάνεται από ελαιώνες και αροτραίες καλλιέργειες (σιτάρι, κριθάρι, βρόμη, βίκος κλπ.), αν και οι τελευταίες έχουν εγκαταλειφτεί σε μεγάλο βαθμό, όπως μαρτυρούν οι εγκαταλελειμμένες αναβαθμίδες και οι παροπλισμένοι ανεμόμυλοι. Όσον αφορά στα κηπευτικά, καλλιεργούνται πολλά είδη, αλλά η ζήτηση είναι πολύ μεγαλύτερη από την παραγωγή. Προϊόντα εισάγονται από την Κρήτη, τη Ρόδο και την Αθήνα, σε τιμές που δεν είναι ανταγωνίσιμες από τους ντόπιους παραγωγούς. Θεωρητικά, ο τομέας έχει κάποια περιθώρια ανάπτυξης, τουλάχιστον σε σχέση με την κάλυψη τοπικών αναγκών και στην απασχόληση επί πλέον εργατικού δυναμικού. Στην πραγματικότητα όμως, δεν υπάρχουν νέοι άνθρωποι που να επιθυμούν την ενασχόληση με τη γεωργία.



Σχήμα 5.2: Απασχολούμενοι κατά τομέα στη νήσο Κάρπαθο σε σύγκριση με το Νομό Δωδεκανήσου και την Ελλάδα. ΕΣΥΕ, 2001

Η κτηνοτροφία είναι ο σημαντικότερος κλάδος του πρωτογενή τομέα στο νησί. Συνολικά, σύμφωνα με τη Διεύθυνση Γεωργίας του Νομού υπάρχουν συνολικά 10.898 αιγοπρόβατα, από τα οποία 2.363 είναι οικόσιτα και 8.535 είναι ποιμενικά. Δεν υπάρχουν οργανωμένες μονάδες και οι αποδόσεις της ζωικής παραγωγής θεωρούνται μικρές. Ο μέσος αριθμός αιγοπροβάτων ανά κοπάδι είναι περίπου 150 ζώα αλλά πολλοί κάτοικοι διαθέτουν μικρό αριθμό ζώων για την κάλυψη οικογενειακών τους αναγκών. Τα περισσότερα ζώα τρέφονται σε κοινοτικούς βοσκότοπους, έναντι του δικαιώματος βοσκής, αλλά απαραίτητη είναι η χορήγηση επί πλέον τροφής. Τα ζώα σφάζονται και πωλούνται στα καταστήματα ή απευθείας στους καταναλωτές. Τέλος, στο νησί υπάρχει ένα υπερσύγχρονο χοιροστάσιο και ένα ορνιθοτροφείο.

Στο παρελθόν η μελισσοκομία ήταν αρκετά ανεπτυγμένη. Όμως, μετά τη μαζική καταστροφή πολλών σμηνών από τη "Βαρωϊκή Ακαρίαση", πολλοί κτηνοτρόφοι την εγκατέλειψαν ή περιόρισαν τον αριθμό των κυψελών τους. Σήμερα, σε όλο το νησί είναι δηλωμένες 2.810 κυψέλες, υπολογίζεται όμως ότι περίπου οι μισές λειτουργούν.

Αν και η θάλασσα στην περιοχή Καρπάθου, καθώς και στη γειτονική Κάσο, είναι πλούσια σε αλιεύματα, η αλιεία δεν είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένη ως επαγγελματική δραστηριότητα. Αντίθετα, η περιοχή αλιεύεται έντονα από ψαράδες άλλων περιοχών. Στο Λιμεναρχείο Καρπάθου είναι λεμβολογημένα 81 επαγγελματικά σκάφη, που εδρεύουν στα Πηγάδια, στο Φοινίκι, στο Λευκό και στο Διαφάνι, καθώς επίσης και 376 ερασιτεχνικά σκάφη. Πρόκειται για σκάφη παράκτιας αλιείας (δίχτυα, παραγάδια), που τα περισσότερα είναι μικρότερα από 8 μέτρα. Στην Κάρπαθο υπάρχει ένας ψυκτικός θάλαμος χωρητικότητας 20 μ³ και ένα παγοποιείο, που ανήκουν σε ιδιώτη. Η αλιευτική παραγωγή εκτιμάται σε 200-250 τόνους το χρόνο και για τα δύο νησιά. Το 1/2 περίπου της παραγωγής διοχετεύεται στις αγορές της Κρήτης, της Ρόδου και της Αθήνας. Η διάθεση στην τοπική αγορά γίνεται από τους ίδιους τους ψαράδες.

5.6 Δευτερογενής τομέας

Στην Κάρπαθο, το μεγαλύτερο ποσοστό του εργατικού δυναμικού που απασχολείται στο δευτερογενή τομέα (περίπου 80%), εργάζεται σε κλάδους συναφείς με την οικοδομική δραστηριότητα (ξύλουργικές εργασίες, κατασκευή επίπλων, αλουμινοκατασκευές και σιδηροκατασκευές, μάντρες οικοδομικών υλικών κλπ.) είτε μετέχει σε εργολαβικά συνεργεία οικοδομών. Η άνθηση της οικοδομικής δραστηριότητας οφείλεται στην ανάγκη ανέγερσης μεγάλου αριθμού οικοδομών εξαιτίας της τουριστικής ανάπτυξης αλλά και στην ανέγερση μεγάλου αριθμού νέων κατοικιών, για τις ανάγκες των ίδιων των Καρπαθίων. Το μεγαλύτερο πρόβλημα του τομέα, είναι το υψηλό κόστος μεταφοράς πρώτων υλών (ξύλεια, ασβέστης, τσιμέντο, σίδηρος, αλουμίνιο) στο νησί.

Έως και δύο δεκαετίες πριν, πολλοί Καρπαθίοι ασχολούνταν με την κατασκευή παραδοσιακών αντικειμένων και έργων τέχνης (παραδοσιακά μουσικά όργανα, παραδοσιακά παπούτσια και ενδύματα, είδη διακόσμησης και επίπλωσης κλπ.). Η εισαγωγή τυποποιημένων προϊόντων, η στροφή σε νέες ασχολίες και η γενικότερη φυγή από το νησί, οδήγησαν τον κλάδο αυτό σε μααρασμό. Σήμερα, ο αριθμός των κατοίκων που ασχολούνται με τις κατασκευή έργων λαϊκής τέχνης έχει περιοριστεί δραματικά και αν δε δοθούν κίνητρα στους νέους, η πλούσια παράδοση του νησιού στον τομέα αυτό κινδυνεύει να χαθεί.

Οι βιοτεχνίες ειδών καθημερινής ανάγκης καλύπτουν σε ικανοποιητικό ποσοστό τις ανάγκες ζήτησης του ντόπιου πληθυσμού αλλά και των επισκεπτών. Υπάρχουν 4 αρτοποιεία, 3 ζαχαροπλαστεία, ένα σύγχρονο εμφιαλωτήριο ποτών και αρκετές οικοτεχνίες, που ασχολούνται με την τυποποίηση του μελιού.

5.7 Τριτογενής τομέας

Στον κλάδο του εμπορίου απασχολούνται περίπου 170 άτομα, ποσοστό 21,7% του απασχολούμενου δυναμικού στον τριτογενή τομέα και 11,3% του συνολικού απασχολούμενου εργατικού δυναμικού. Το εμπόριο, όπως και στα περισσότερα νησιά και ιδίως αυτά της άγονης γραμμής, έχει έντονο εποχικό χαρακτήρα, αφού εκτιμάται ότι, κατά τους θερινούς μήνες, το καταναλωτικό κοινό υπερτριπλασιάζεται. Αντίθετα, τους χειμερινούς μήνες ο κλάδος διέρχεται κρίση. Κατά τους μήνες αυτούς, παρατηρείται πρόβλημα ανεφοδιασμού των δύο νησιών, εξαιτίας της ανεπαρκούς ακτοπλοϊκής σύνδεσης. Ο κύριος όγκος των καταστημάτων στην Κάρπαθο βρίσκεται στην πρωτεύουσα, που αποτελεί το κέντρο της οικονομικής ζωής του νησιού.

Σύμφωνα με στοιχεία του Εμπορικού Επιμελητηρίου Καρπάθου (2009), στο νησί λειτουργούν 122 εμπορικά καταστήματα:

- 50 εποχιακών τουριστικών είδη
- 35 γενικού εμπορίου
- 20 ειδών υπόδησης και ρουχισμού
- 17 ειδών διατροφής-ποτών (5 "σούπερ μάρκετ")

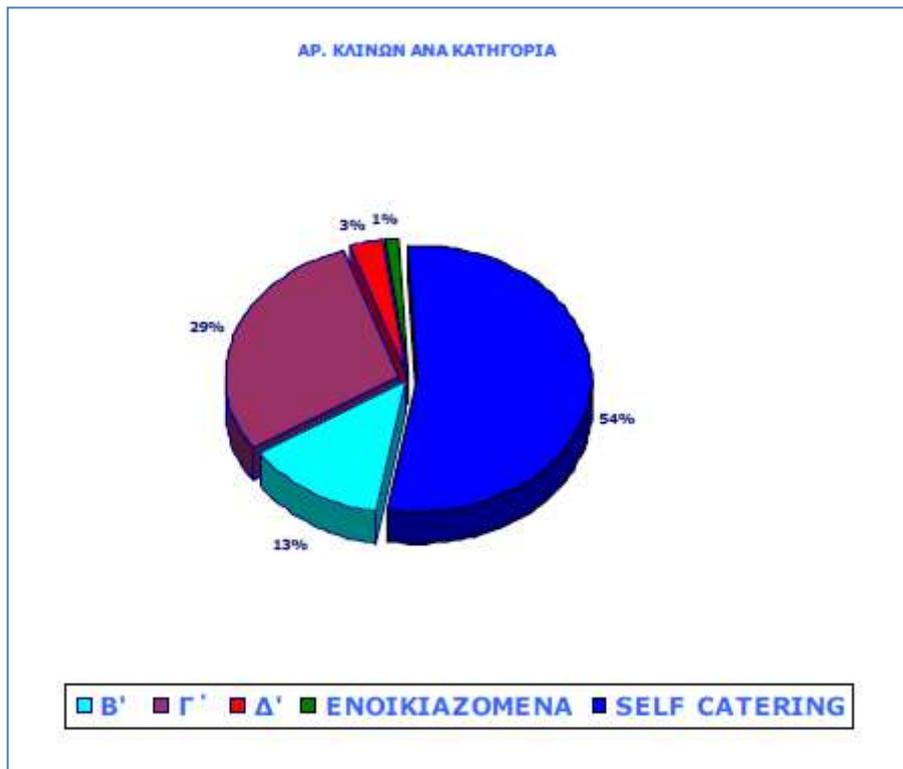
Στον κλάδο της παροχής υπηρεσιών (υγεία, πρόνοια, μεταφορές, επικοινωνίες, τράπεζες, δημόσιες υπηρεσίες κλπ.) απασχολούνται περίπου 265 άτομα, που αντιστοιχούν στο 1/3 των απασχολούμενων στον τριτογενή τομέα και στο 22% του οικονομικά ενεργού πληθυσμού. Το νησί διαθέτει τις βασικές υπηρεσίες που απαιτούνται για τη στοιχειώδη εξυπηρέτηση των πολιτών, οι περισσότερες από τις οποίες βρίσκονται στην πρωτεύουσα.

Ο αριθμός των απασχολούμενων στον τομέα των μεταφορών περιορίζεται στους οδηγούς των 6 ιδιωτικών λεωφορείων που λειτουργούν στο νησί και στους οδηγούς των 20 περίπου ταξί, ενώ υπάρχει μικρός αριθμός οδηγών φορτηγών για τη μεταφορά υλικών κλπ. Η σύνδεση μεταξύ των οικισμών του βόρειου και του νότιου τμήματος του νησιού είναι εξαιρετικά δύσκολη λόγω κυρίως του προβληματικού οδικού δικτύου.

Τέλος, εκτιμάται ότι περίπου οι μισοί από τους απασχολούμενους στον τριτογενή τομέα, εργάζονται σε τουριστικές επιχειρήσεις.

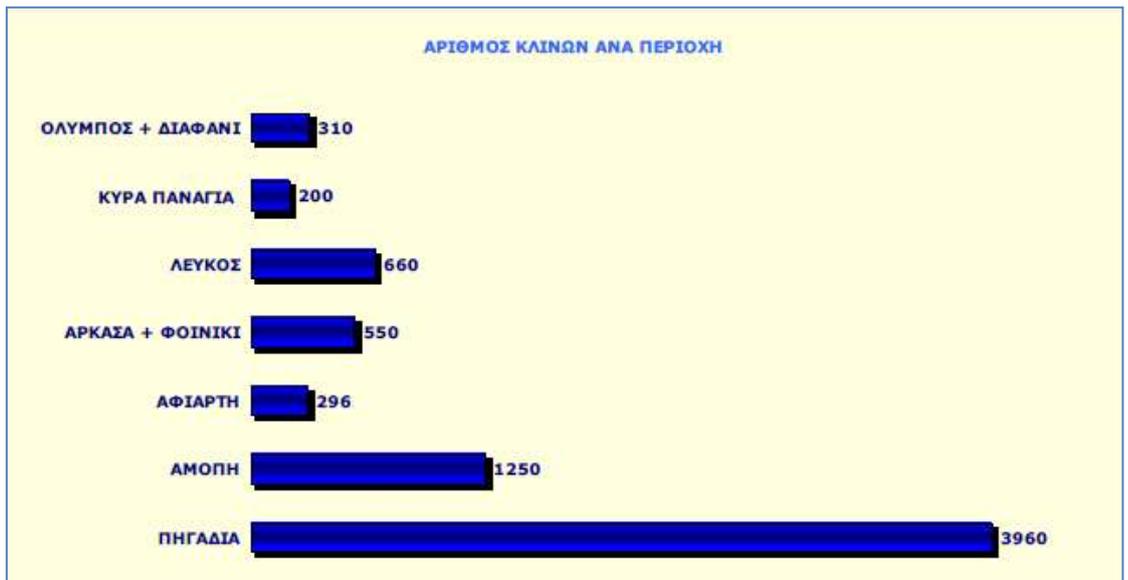
Στην Κάρπαθο λειτουργούν ξενοδοχειακές μονάδες Α', Β' και Γ' κατηγορίας (με άδεια από τον ΕΟΤ) με το μεγαλύτερο ποσοστό απ'αυτές να συγκεντρώνονται στην πρωτεύουσα του νησιού, τα Πηγάδια.

Σχήμα 5.3: Αριθμός κλινών ανά κατηγορία,2011



Ο συνολικός αριθμός κλινών σήμερα φτάνει τις 7300.

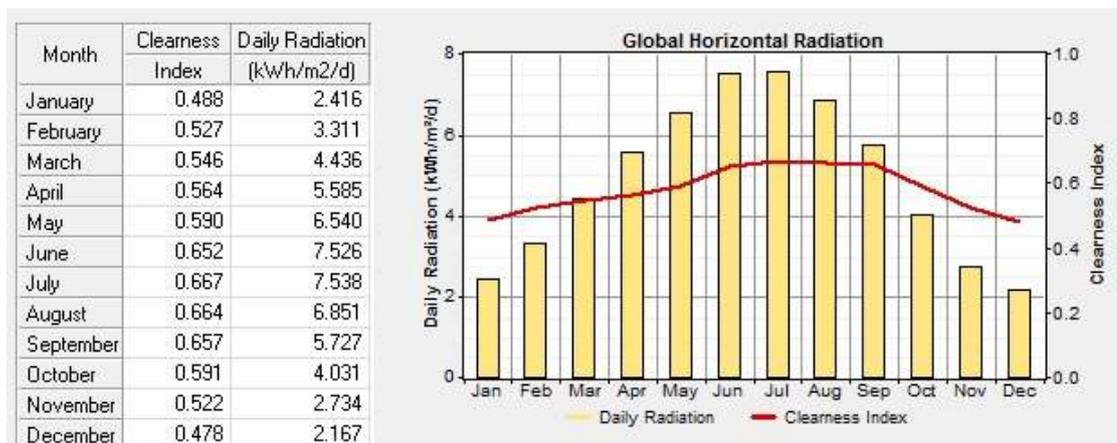
Σχήμα 5.4: Αριθμός κλινών ανά περιοχή,2011



5.8 Μετεωρολογικά στοιχεία – Κλίμα

Για τη μελέτη του κλίματος της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα μετεωρολογικά δεδομένα του σταθμού της ΕΜΥ στη Κάρπαθο για την περίοδο 1955-2000, που παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

Από τους κλιματικούς παράγοντες, η θερμοκρασία και η βροχόπτωση αποτελούν τις πιο σημαντικές οικολογικές παραμέτρους. Όπως φαίνεται από τις μέσες αλλά και τις απόλυτες τιμές της θερμοκρασίας οι θερμότεροι μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος ενώ οι ψυχρότεροι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος. Η ετήσια πορεία της μέσης θερμοκρασίας παρουσιάζει απλή διακύμανση με μέγιστη τιμή τον Ιούλιο ($27,2^{\circ}\text{C}$) και ελάχιστη τιμή τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο ($12,6^{\circ}\text{C}$). Η μέση μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από $14,9^{\circ}\text{C}$ το Φεβρουάριο έως $30,2^{\circ}\text{C}$ τον Ιούλιο και η μέση ελάχιστη από $9,8^{\circ}\text{C}$ τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο έως 24°C τον Αύγουστο ενώ οι ακρότατες τιμές φτάνουν τον 1°C το Φεβρουάριο και τους 45°C τον Αύγουστο.



Σχήμα 5.5: Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας στη Κάρπαθο, [14]

Το ύψος της ετήσιας βροχόπτωσης ανέρχεται σε 449,9 χλσ.(1955-00). Η διακύμανση της μηνιαίας βροχόπτωσης παρουσιάζει απλή διακύμανση με μέγιστο το μήνα Δεκέμβριο (85,9 χλσ.) και ελάχιστο το μήνα Ιούλιο (0,0 χλσ.). Ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών βροχής είναι 74,4 και σχεδόν οι μισές από αυτές αντιστοιχούν στους χειμερινούς μήνες (Δεκέμβριο-Φεβρουάριο).

Πίνακας 5.4: Μετεωρολογικά στοιχεία από Μ.Σ. Καρπάθου. Περίοδος 1955-2000

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕ	ΜΑ	ΑΠ	ΜΑ	ΙΟΥ	ΙΟΥ	ΑΥ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
		Β	Ρ	Ρ	Ι	Ν	Λ	Γ				
Μέση θερμοκρασία (°C)	12,6	12,6	14	16,8	20,9	25,4	27,2	27	25	21,3	17	13,8
Μέση μέγιστη θερμοκρασία (°C)	15,1	14,9	16,5	19,3	23,7	28,5	30,2	29,9	27,8	24,2	19,7	16,5
Μέση ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	9,8	9,8	10,8	13,4	17	21,6	23,9	24	21,8	18	14	11
Απόλυτα μέγιστη θερμοκρασία (°C)	20	24,6	23,4	28	42	41,8	41	45	39	34,6	30	22
Απόλυτα ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	2,6	1	3,6	6	10,2	14,6	19,2	19	16	10,8	6	2
Σχετική υγρασία	72,5	72,4	71,1	67,8	62,8	55,2	55,4	58,8	60,5	67,5	71,2	73,1
Μηνιαίο ύψος βροχής (mm)	85,3	76	45,9	27,6	9,1	1,7	0,1	0	11,3	43,4	63,1	85,9
Μέγιστο ύψος βροχής 24ώρου (mm)	74	119	99,2	100	22,8	11,5	0,6	0	96	92	82,8	90,4
Ημέρες με νεφοκάλυψη												
0/8-1,5/8	5,7	5	7,6	8,7	13,5	24,8	29,9	30	26,8	16,2	9,8	6,6
1,6/8-6,4/8	21,3	19	19,9	17,6	16,2	5,1	1,1	1	3	13,4	17,8	20,8
6,5/8-8/8	4	4,2	3,5	3,6	1,3	0,1	0	0	0,2	1,4	2,3	3,6
Ημέρες βροχής	12,7	10,6	9,4	6,4	3,2	1,1	0,2	0,2	1,9	6,3	9,3	13,1
Επικρατών άνεμος	NW											

Πηγή: ΕΠΜ,Ε.Μ.Υ. [14]

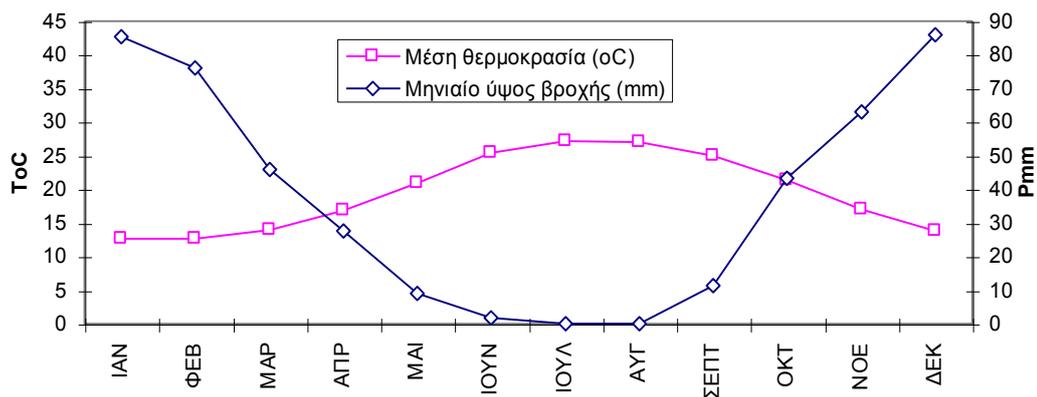
Για τη διερεύνηση του βιοκλίματος της περιοχής καταρτίστηκε το οβροθερμικό διάγραμμα, σύμφωνα με τους Bagnoullis & Gaussen (1957). Στο διάγραμμα αυτό, κατασκευάζονται οι καμπύλες της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας και της μηνιαίας βροχόπτωσης, που ακολουθεί κλίμακα διπλάσια από εκείνη της θερμοκρασίας. Με την παραδοχή ότι "οικολογικά" ξηροί είναι οι μήνες στους οποίους το ύψος της μηνιαίας βροχόπτωσης είναι μικρότερο από το διπλάσιο της μέσης θερμοκρασίας ($P_{mm} < 2T^{\circ}C$), βρίσκουμε την "οικολογικά" ξηρή περίοδο, που αποτελείται από τους μήνες για τους οποίους η καμπύλη της βροχόπτωσης βρίσκεται κάτω από αυτήν της θερμοκρασίας. Για τη Κάρπαθο, η ξηρή περίοδος διαρκεί από την πρώτη εβδομάδα του Απριλίου μέχρι τα μέσα του Οκτωβρίου, δηλαδή περίπου 6 μήνες .

Ο χαρακτηρισμός του κλίματος μπορεί να γίνει με βάση τους λεγόμενους βιοκλιματικούς δείκτες, αριθμούς δηλαδή που προκύπτουν από τη χρήση μαθηματικών τύπων με κλιματικές παραμέτρους. Για την περιοχή της Μεσογείου χρησιμοποιείται ευρέως το ομβροθερμικό πηλίκο του Emberger:

$$Q_2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

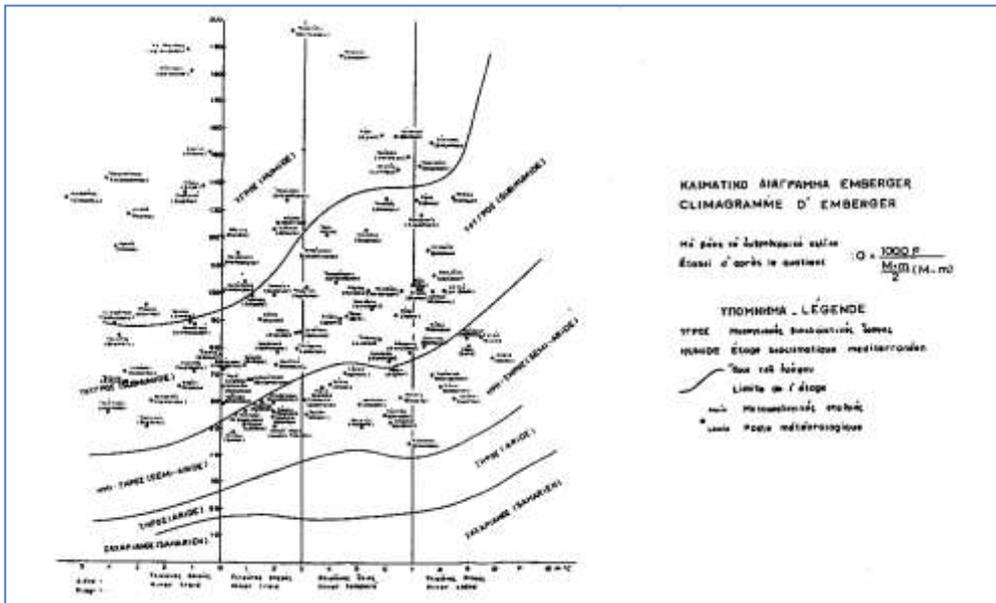
όπου P είναι το ύψος της ετήσιας βροχόπτωσης σε mm, M η μέγιστη θερμοκρασία του θερμότερου μήνα και m η ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα, εκφρασμένες στην κλίμακα Kelvin. Όσο μικρότερος είναι ο δείκτης Q_2 , τόσο ξηρότερο είναι το κλίμα. Για την περιοχή μελέτης $M=303,4 \text{ }^\circ\text{K}$, $m=283,0 \text{ }^\circ\text{K}$, $P=449,9 \text{ χλμ}$, οπότε $Q_2=75,22$. Με βάση την τιμή του δείκτη Q_2 και της ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα m, η περιοχή μελέτης τοποθετείται στο κλιματόγραμμα του Embarger. Παρατηρούμε ότι η Κάρπαθος εντάσσεται στον ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα θερμό. Σύμφωνα με το βιοκλιματικό χάρτη της Ελλάδας (Μαυρομάτης, 1980), η νήσος Κάρπαθος αντιστοιχεί στον έντονο θερμομεσογειακό χαρακτήρα του Μεσογειακού βιοκλίματος.

Σχήμα 5.6: Ομβρομετρικό διάγραμμα για την περιοχή Καρπάθου



Πηγή: ΕΠΜ, ΕΜΥ

Σχήμα 5.7: Κλιματικό διάγραμμα Emberger για την Ελλάδα



Πηγή: ΕΠΜ, ΕΜΥ

Σημαντικός κλιματικός παράγοντας για την περιοχή μελέτης είναι και ο άνεμος. Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, επικρατέστεροι άνεμοι είναι οι Βορειοδυτικοί, με ετήσια συχνότητα 34,8%. Εμφανίζονται με συχνότητα μεγαλύτερη των ανέμων άλλων διευθύνσεων τους και τους 12 μήνες του χρόνου. Ακολουθούν οι Βορειοανατολικοί άνεμοι με ετήσια συχνότητα 20,8% και οι Νοτιοδυτικοί με συχνότητα 13,1%. Η άπνοια είναι φαινόμενο σχετικά σπάνιο στην περιοχή, με συχνότητα που ανέρχεται σε 4,7%.

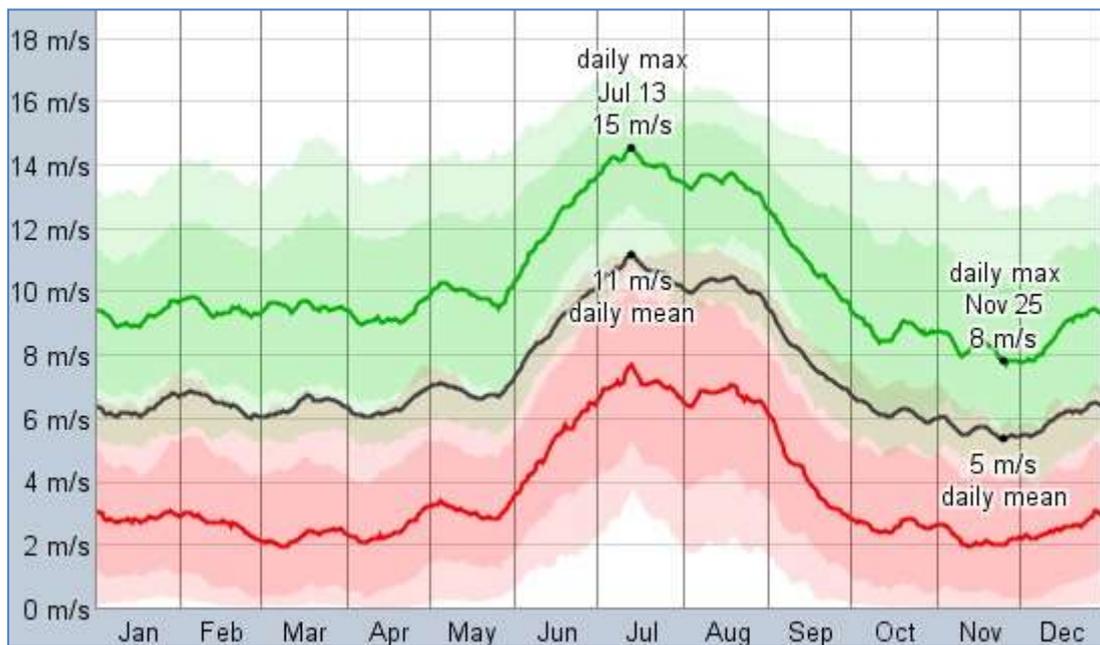
Οι άνεμοι πνέουν κατά 13,6 % με εντάσεις πάνω από 4 Beauforts.

Πίνακας 5.5: Εντάσεις και συχνότητα ανέμων στη περιοχή Καρπάθου

BEAUFORT	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									4,704	4,704
1	0,143	3,697	0,121	0,869	0,814	1,793	0,385	1,551		9,373
2	0,825	7,008	0,286	2,410	1,804	4,753	1,826	7,614		26,526
3	1,551	4,698	0,187	2,057	1,144	3,488	1,848	11,761		26,734
4	2,101	2,993	0,110	1,331	0,462	1,870	0,990	9,154		19,011
5	1,793	1,584	0,099	0,627	0,154	0,847	0,363	3,829		9,296
6	1,353	0,660	0,011	0,165	0,055	0,330	0,066	0,847		3,487

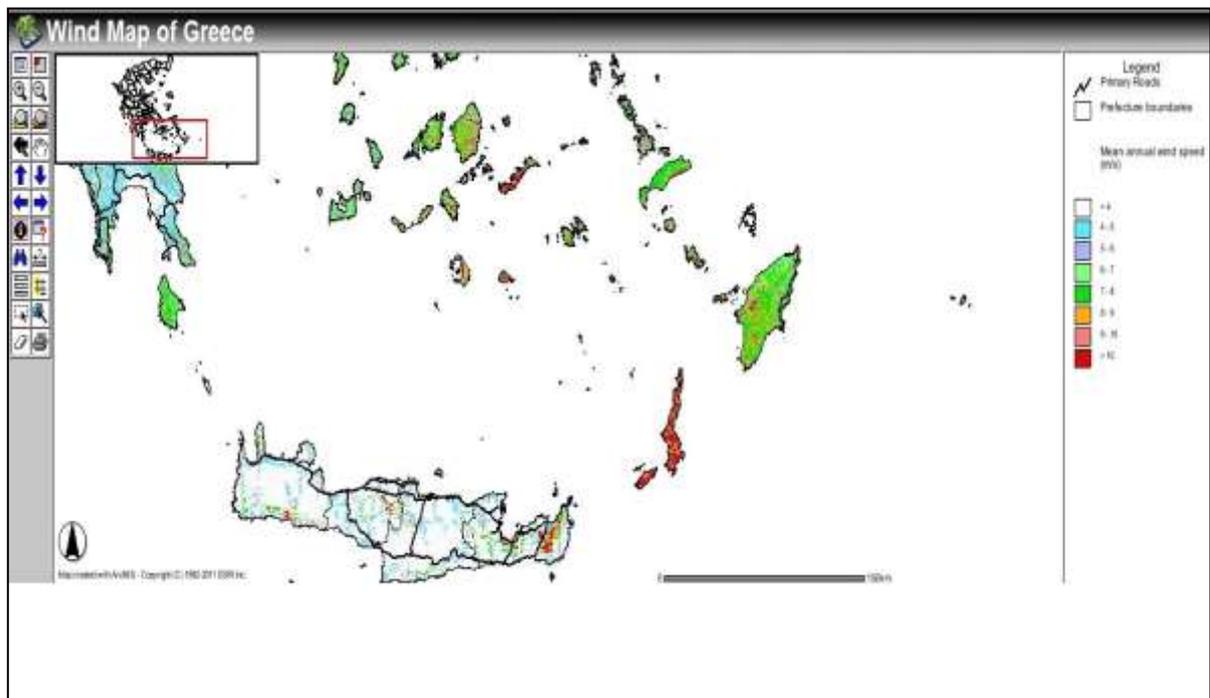
7	0,418	0,132	0,011	0,033	0,011	0,033	0,011	0,077		0,726
8	0,099	0,011	0,000	0,011	0,011	0,000	0,000	0,000		0,132
9	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000		0,011
10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
>11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
SUM	8,283	20,783	0,825	7,514	4,455	13,114	5,489	34,833	4,704	100,000

Πηγή: ΕΜΥ, Μ.Σ. Καρπάθου



Σχήμα 5.8: Ημερήσια ταχύτητα ανέμου ανά μήνα στη Κάρπαθο [14]

Χάρτης 5.1: Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμων στα νησιά των Δωδεκανήσων



Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε και από τον παρακάτω χάρτη, η Κάρπαθος είναι πρώτη μεταξύ των άλλων νησιών της Δωδεκανήσου στην ένταση των ανέμων σε όλο το μήκος της.

5.9 Γεωμορφολογία

Το χερσαίο και το θαλάσσιο ανάγλυφο της περιοχής καθορίζεται από τη ρηξιγενή γεωμετρία, η οποία σε συνδυασμό με την γενική τάση επέκτασης που επικρατεί στην περιοχή από το Μέσο πλειστόκαινο έως σήμερα, δημιουργεί πολυσχιδείς ακτές, πολλούς κόλπους, διαύλους, νησίδες και υφάλους αλλά και απόκρημνες ακτές.

Το ανάγλυφο των νησιών είναι σχετικά χαμηλό, λίγα δε τετραγωνικά μέτρα έχουν υψόμετρο μεγαλύτερο του ορίου της λοφώδους περιοχής (600μ).

Οι κυριότερες κορυφές με υψόμετρο πάνω από 600 μέτρα είναι ο Προφήτης Ηλίας (716μ.), το Στιόι (640μ.) και το Μεγάλο στη νήσο Σαρία (660μ.). Το βόρειο τμήμα της Καρπάθου, ορθώνεται σχετικά απότομα από τη βορειοδυτική πλευρά του νησιού και κλίνοντας ήπια βυθίζεται προς τη θάλασσα στα νοτιοανατολικά. Η δημιουργία αυτής της μορφολογίας διευκολύνεται και από τη φύση των πετρωμάτων, δηλαδή από την παρουσία του φλύσχη στο νοτιοανατολικό τμήμα της υπό εξέταση περιοχής, η μικρή διαπερατότητα του οποίου, οδήγησε στην έντονη επιφανειακή απορροή, στην έντονη διάβρωση και τέλος στην ταπεινώση και εξομάλυνση του αναγλύφου.

Στη Σαρία, αντίθετα, το βόρειο τμήμα είναι πιο ήπιο και ομαλό, το δε ανάγλυφο ανυψώνεται απότομα προς το κέντρο και τα νότια του νησιού, για να ξαναπέσει απότομα προς τον κόλπο του Διαύλου.

Παρά τη μικρή σε πλάτος έκταση του νησιού, στο υπό εξέταση τμήμα, (δεν ξεπερνά τα 5χλμ) ένα πολυσχιδές υδρογραφικό δίκτυο έχει διανοιχθεί εντός του σχηματισμού του φλύσχη. Οι διευθύνσεις των κυρίων κλάδων που φθάνουν μέχρι 4η τάξη είναι παράλληλες με τις διευθύνσεις των ρηγμάτων και διαρρήξεων, ενώ οι 1ης και 2ης τάξης κλάδοι έχουν αναπτυχθεί σε διάταξη δενδριτική.

Αντίθετα, εντός των ασβεστολίθων και των δολομιτών, τόσο η πυκνότητα του δικτύου όσο και το μήκος των χειμάρρων είναι μικρά. Σε γενικές γραμμές το υδρογραφικό δίκτυο στο ανατολικό τμήμα είναι πιο αναπτυγμένο από το δυτικό.

Η ακτογραμμή της περιοχής, λόγω της ρηξιγενούς γεωμετρίας, είναι πολυσχιδής. Οι δύο κόλποι του Διαύλου και του Τριστόμου οφείλουν τη δημιουργία τους σε δύο ζεύγη παράλληλων ρηγμάτων διεύθυνσης Α-Δ.

Οι νοτιοανατολικές ακτές της υπό εξέταση περιοχής διαμορφώνονται εντός του φλύσχη, είναι σχετικά ήπιες και σχηματίζουν αρκετές παραλίες κυρίως γύρω από το Διαφάνι αλλά και στις εκβολές των μικρών ρεμάτων. Στα δυτικά και βόρεια οι ακτές διαμορφώνονται εντός των δολομιτών και των ασβεστολίθων είναι απόκρημνες, με λίγες ρηξιγενούς προέλευσης εγκοιλώσεις, ενώ συχνά συμβαίνουν και κατολισθητικά φαινόμενα.

5.10 Στοιχεία γεωλογίας – υδρολογίας

5.10.1 Γενικό γεωλογικό καθεστώς

Η περιοχή της Καρπάθου, όπως και η Κάσο, εντάσσεται κατά τον Φυτρολάκη (1989) σε τέσσερις γεωτεκτονικές ενότητες:

- α. Την ενότητα Κρήτης-Μάνης, που κυριαρχεί στα νησιά καταλαμβάνοντας ολόκληρη την Κάσο, ολόκληρο το βόρειο τμήμα της Καρπάθου και σημαντικά τμήματα της κεντρικής και νότιας Καρπάθου. Η ενότητα αυτή, που είναι γνωστή με τα τοπικά ονόματα Αδρα-Αγκινάρα, αποτελεί την κατώτερη και σχετικά αυτόχθονη ενότητα της περιοχής.
- β. Την ενότητα Τρυπάλι, της οποίας μικροεμφάνσεις παρατηρούνται στην ανατολική Κάρπαθο, στη βόρεια Κάσο και στη νότια Αρμαθιά και είναι εξωθημένης πάνω στην ενότητα Κρήτης-Μάνης.
- γ. η ζώνη της Τρίπολης, που εμφανίζεται στην βορειοανατολική Κάσο, καθώς και στη κεντρική και νότια Κάρπαθο. Η ενότητα αυτή που είναι γνωστή με το τοπικό όνομα ενότητα Καλής Λίμνης είναι και αυτή εξωθημένη πάνω στην ενότητα της Κρήτης-Μάνης.
- δ. Τη ζώνη της Πίνδου, που εμφανίζεται στην Κεντρική Κάρπαθο με το τοπικό όνομα ενότητα Ξιδοθειού και αποτελεί το ανώτερο τεκτονικό κάλυμμα.

5.10.2 Υδρολογία

Ο ευρύτερος χώρος της Καρπάθου είναι πτωχός σε βροχοπτώσεις. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι της τάξης των 450mm, με τις μέγιστες τιμές να παρατηρούνται στην προσήνεμη δυτική-βορειοδυτική πλευρά.

Μεγάλο τμήμα καλύπτεται από φλύσχη, που είναι υδατοστεγής σχηματισμός και έχει αναπτύξει έντονο υδρογραφικό δίκτυο. Υπόγεια το νερό κυκλοφορεί είτε εντός του αποσαθρωμένου μανδύα του φλύσχη, είτε εντός των ανθρακικών πετρωμάτων. Η κίνηση του νερού εντός των πετρωμάτων αυτών ελέγχεται από την θάλασσα, η οποία διεισδύει εντός των δολομιτών και των ασβεστολίθων και διαμορφώνει το επίπεδο βάσης, πάνω στο οποίο επιπλέει το γλυκό νερό. Το νερό της κατεισδυσης στην αρχή κινείται κατακόρυφα μέχρι την στάθμη της θάλασσας, όπου αναμειγνύεται με το θαλασσινό νερό και στην συνέχεια κινείται οριζόντια. Ο βαθμός της ανάμειξης γλυκού και θαλασσινού νερού εξαρτάται από την απόσταση από την θάλασσα, τη στρώση, τον βαθμό καρστικοποίησης και την έκταση της διάρρηξης.

Τα μόνα σημεία νερού που εμφανίζονται στην περιοχή βρίσκονται στην κοιλάδα Κοΐλιος. Πρόκειται για μια καρστική πηγή (Γαροπήγαδο) που αναβλύζει περίπου 200μ. από την θάλασσα, λίγο ψηλότερα από την στάθμη 0.00 και για ένα πηγάδι (Φρέαρ Φουλέ) περίπου 350μ. από την ακτή 5μ. ψηλότερα από την θάλασσα στη βάση πρανούς που έχει διανοιχθεί στην επαφή συνεκτικών κορημάτων και δολομιτών.

5.10.3 Υδρολιθολογία

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που δομούν την υπό εξέταση περιοχή ως προς την υδρογεωλογική τους συμπεριφορά διακρίνονται σε:

Υδροπερατούς: Στους σχηματισμούς αυτούς περιλαμβάνονται οι ασβεστόλιθοι και οι δολομίτες, η υδροπερατότητα των οποίων οφείλεται στον έντονο κερματισμό και στην καρστικοποίηση, καθώς και οι πάσης φύσεως αλλουβιακές αποθέσεις.

Οι πρώτοι, αναπτύσσουν καρστικούς υδροφορείς, ενώ οι δεύτερες επικάθηνται επί των ανθρακικών πετρωμάτων. Ωστόσο η γεινίαση αμφοτέρων με την θάλασσα περιορίζει την δυνατότητα χρησιμοποίησής τους λόγω της ανάμειξης του γλυκού με το θαλασσινό νερό.

Ημιπερατοί: Σε αυτούς ανήκουν τα θαλάσσια κροκαλοπαγή και ο μανδύας αποσάθρωσης του φλύσχη. Η μικρή τους όμως ανάπτυξη περιορίζει την δυναμικότητά τους η οποία υπόκειται και σε εποχιακές διακυμάνσεις στάθμης.

Υδατοστεγής: Σε αυτούς εντάσσεται ο φλύσχης, ο οποίος λόγω του λεπτόκοκκου χαρακτήρα του, λειτουργεί ως στεγανό υπόβαθρο.

5.11 Προστατευόμενες Περιοχές Καρπάθου

Η περιοχή της Βόρειας Καρπάθου και Σαρίας, χαρακτηρίζεται ως Περιοχή Οικοανάπτυξης με την επωνυμία «ΠΕΡΙΟΧΗ ΟΙΚΟΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΟΛΥΜΠΙΟΥ Ν. ΚΑΡΠΑΘΟΥ» (Π.Ο.ΟΛΥ.Κ.).

Το σύνολο της χερσαίας και θαλάσσιας περιοχής της Προστατευόμενης Περιοχής του Φορέα Διαχείρισης Καρπάθου Σαρίας υπάγεται διοικητικά στον Δήμο Καρπάθου, σύμφωνα με την ισχύουσα διοικητική διαίρεση «Καλλικράτης».

Συνολικά, η Προστατευόμενη Περιοχή περιλαμβάνει 52,1 km² θαλάσσιας έκτασης και περίπου 102 km² χερσαίας έκτασης. Η Περιοχή Οικοανάπτυξης Ν. Καρπάθου (Π.Ο.ΟΛΥ.Κ.) περιλαμβάνει την περιοχή με επωνυμία «Βόρεια Κάρπαθος και Σαρία και παράκτια θαλάσσια ζώνη», συνολικής έκτασης 113 Km² που ανήκει στο Δίκτυο Προστατευόμενων Περιοχών «NATURA 2000», με κωδικό GR4210003, η οποία έχει χαρακτηριστεί ως Ζώνη Ειδικής Προστασίας (SPA, σε εφαρμογή της Οδηγίας 79/409/ΕΕ) και ως Ειδική Ζώνη Διατήρησης (SCI, σε εφαρμογή της Οδηγίας 92/43/ΕΕ). (Χάρτης 5.3)

Η Προστατευόμενη Περιοχή Βόρειας Κάρπαθου και Σαρίας, αποτελείται από το βόρειο τμήμα της Καρπάθου (οριζόμενο από τα χωριά Όλυμπος και Διαφάνι στα νότια) και το νησί της Σαρίας που βρίσκεται στο βόρειο άκρο της Καρπάθου. Το θαλάσσιο κομμάτι καλύπτει το 1% της περιοχής. Το μεγαλύτερο τμήμα της βόρειας Καρπάθου είναι ορεινό (ψηλότερο σημείο 519 μέτρα) και χαρακτηρίζεται από απότομους γκρεμούς και σάρες. [12]

Σύμφωνα με την ΚΥΑ του χαρακτηρισμού της, ο σκοπός της Π.Ο.ΟΛΥ.Κ. είναι η προστασία, διατήρηση, διαχείριση και ανάδειξη του φυσικού περιβάλλοντος της Β. Καρπάθου-Σαρίας, καθώς επίσης και των ιδιαίτερων αρχαιολογικών, ιστορικών, πολιτιστικών και αισθητικών στοιχείων της περιοχής, με την παράλληλη προώθηση και ανάπτυξη των πρόσφορων δραστηριοτήτων που εναρμονίζονται με την προστασία της φύσης και του τοπίου και τη συνεχή παρακολούθηση της κατάστασης και εξέλιξης του.



Χάρτης 5.3: Η προστατευόμενη περιοχή Β. Καρπάθου και Σαρίας

5.11.1 Χλωρίδα – Πανίδα – Οικοσυστήματα

Από άποψη χλωρίδας, η περιοχή παρουσιάζει ενδιαφέρον τόσο λόγω της πρώιμης απομόνωσής της μαζί με την Κρήτη από την υπόλοιπη Αιγαιακή περιοχή όσο και λόγω του ότι αποτελεί τμήμα του Ν. Αιγαιακού τόξου (σύνδεση Βαλκανίων-Ανατολίας), στα σύνορα του ρήγματος του Ανατολικού Αιγαίου. Συνολικά στο νησί έχουν καταγραφεί 923 είδη φυτών με μεγάλο ποσοστό ενδημικών και μάλιστα παλαιοενδημικών ειδών.

Αναλυτικά, στα νησιά Κάρπαθο και Σαρία υπάρχουν 66 ελληνικά ενδημικά είδη (81 ταξινομικές μονάδες), 28 είδη (34 ταξινομικές μονάδες) ενδημικά της κρητικής περιοχής, 11 είδη (14 ταξινομικές μονάδες) ενδημικά στο σύμπλεγμα Κάσου-Καρπάθου, 9 είδη (10 ταξινομικές μονάδες) ενδημικά σε Κάρπαθο-Σαρία. [15]

Όσον αφορά στην κατάσταση διατήρησης της χλωρίδας, στην περιοχή υπάρχουν 79 φυτά που έχουν χαρακτηριστεί απειλούμενα, αν και τα μισά από αυτά δεν υφίστανται άμεση απειλή αλλά είναι σπάνια. Σημειώνεται ότι 3 είδη της περιοχής περιλαμβάνονται στο Παράρτημα II της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

Κάποια από τα πιο σπάνια ενδημικά της περιοχής είναι τα ακόλουθα:

- CAMPANULA CARPATHIA - ΚΑΜΠΑΝΟΥΛΑ ΤΗΣ ΚΑΡΠΑΘΟΥ
- ANTHEMIS SCOPULORUM - ΑΝΘΕΜΙΣ ΤΩΝ ΣΚΟΠΕΛΩΝ
- SILENE HOLZMANI - ΣΙΛΗΝΗ ΤΟΥ ΧΟΛΤΣΜΑΝ
- SILENE MARITIMA - ΣΙΛΗΝΗ Η ΠΑΡΑΛΙΟΣ
- OPHRYS ELEGANTISSIMA - ΟΦΡΥΣ Η ΚΟΜΨΟΤΑΤΗ
- CONVULVULUS ARGYROTHAMNOS - ΚΟΝΒΟΛΒΟΥΛΟΣ Ο ΑΡΓΥΡΟΘΑΜΝΟΣ
- VICIA LATIFOLIA - ΒΙΚΟΣ Ο ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΟΣ
- MALCOLMIA MARITIMA - ΜΑΛΚΟΛΜΙΑ Η ΠΑΡΑΛΙΟΣ
- PAEONIA CLUSII - ΠΑΙΟΝΙΑ Η ΚΛΟΥΖΙΟΣ
- ARISTOLOCHIA CRETICA - ΑΡΙΣΤΟΛΟΧΙΑ Η ΚΡΗΤΙΚΗ
- TEUCRIUM ALBUM - ΤΕΥΚΡΙΟΝ ΤΟ ΛΕΥΚΟΝ

(Huxley and Taylor, 1977, Burnie, 1995)

Η παράκτια αλονιτρόφιλη και αμμόφιλη βλάστηση (πρωτογενείς και ημισταθεροποιημένες αμμοθίνες) δεν είναι εκτεταμένη και περιορίζεται κυρίως στους όρμους του κεντρικού και νότιου τμήματος της Καρπάθου. Πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι οι κοινότητες αυτές αποτελούν το ενδιαίτημα του σπάνιου φυτικού είδους *Androcymbium rechingeri* (Ανδροκύμβιον του Rechinger) που περιλαμβάνεται στο Παράρτημα II της οδηγίας 92/43.

Σε μεγάλα τμήματα της περιοχής απλώνονται πεζούλες με εγκαταλελειμμένες ως επί το πλείστον καλλιέργειες (π.χ., Κάτω Λαστός, Τρίστομο) που έχουν μεταβληθεί σε φρυγανότοπους. Σήμερα, τα παραδοσιακά καλλιεργούμενα τμήματα, με ελιές, αμπέλια και σιτηρά, περιορίζονται κυρίως στην περιοχή της Ολύμπου, στη Βανάντα, στην Αυλώνα και στη νότια Σαρία. (Φορέας Διαχείρισης Β. Καρπάθου και Σαρίας, ΜΟμ, 2010)

Η πανίδα της περιοχής είναι επίσης πλούσια και απαρτίζεται από πολλά σπάνια και απειλούμενα είδη όπως η μεσογειακή φώκια *Monachus monachus* που υπάγεται στα προστατευόμενα είδη της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ και μάλιστα στα Είδη προτεραιότητας.

Η Μεσογειακή φώκια θεωρείται διεθνώς ως απειλούμενο είδος και συμπεριλαμβάνεται στον αντίστοιχο κατάλογο της Διεθνούς Ένωσης για την Προστασία της Φύσης (IUCN, 1994). Το είδος προστατεύεται βάσει της Σύμβασης της Βόννης για την

Διατήρηση των Μεταναστευτικών Ειδών των Άγριων Ζώων (1979), της Σύμβασης της Βέρνης για την Διατήρηση της Άγριας Ζωής και του Φυσικού Περιβάλλοντος της Ευρώπης (1979), της Σύμβασης της Βαρκελώνης για την Προστασία της Μεσογείου από τη Ρύπανση (1977), της Σύμβασης της Ουάσιγκτον για το Διεθνές Εμπόριο των Απειλούμενων Ειδών Άγριας Πανίδας και Χλωρίδας, CITES (1973).

Ακόμα ένα σημαντικό είδος είναι το χειρόπτερο (*Pipistrellus savii*) που περιλαμβάνεται στο Παράρτημα IV της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ και προστατεύεται από την Ελληνική Νομοθεσία (Προεδρικό Διάταγμα 67/81).

Από τα αμφίβια, σημαντικό είδος είναι η Σαλαμάνδρα *Mertensiella luschani*, που αποτελεί το μοναδικό ενδημικό ουροδέλες στην Ελλάδα. Επίσης έχει πρόσφατα καταγραφεί ένα είδος βατράχου, με τη λατινική ονομασία *Rana*

cegigensis, που με τα υπάρχοντα επιστημονικά δεδομένα φαίνεται να αποτελεί νέο είδος. Από τα ερπετά αξίζει να αναφέρουμε την παρουσία δύο ενδημικών υποειδών της Κρητικής περιοχής (Κρήτη, Κάρπαθος, Κάσος), της Κασσιρίδας (*Cyrtopodion kotschy oertzeni*), που προστατεύεται από το Π.Δ.67/81 και του Αβλέφαρου (*Ablepharus kitaibelii fabici*). Και τα τρία αναφερόμενα είδη εμφανίζουν πληθυσμούς σε καλή κατάσταση διατήρησης στην περιοχή μελέτης και δεν απαιτούν ειδικά μέτρα προστασίας, εφόσον εξασφαλιστεί η διατήρηση των βιοτόπων τους.

Τα σημαντικότερα είδη ορνιθοπανίδας που απαντώνται στην περιοχή λαμβάνοντας υπόψη την σπανιότητα και τη συνολική εκτίμηση της κατάστασης του είδους στην χώρα μας αλλά και σε ευρωπαϊκό ή διεθνές επίπεδο προτείνεται να είναι τα 11 Είδη προτεραιότητας του Παραρτήματος I της οδηγίας 79/409. (Φορέας Διαχείρισης Β. Καρπάθου και Σαρίας, Μομ)

Ονομαστικά τα σημαντικότερα είδη πτηνών είναι:

- Αρτέμης (*Calonectris diomedea*)
- Μύχος (*Puffinus yelkouan*)
- Θαλασσοκόρακας (*Phalacrocorax aristotelis*)
- Σπιζαετός (*Hieraetus fasciatus*)
- Αετογερακίνα (*Buteo rufinus*)
- Μαυροπετρίτης (*Falco eleonora*)
- Πετρίτης (*Falco peregrinus*)
- Κιρκινέζι (*Falco naumanni*)
- Αιγαίόγλαρος (*Larus audouinii*)
- Γιδοβύζι (*Caprimulgus europaeus*)

- Αετομάχος (*Lanius collurio*)
(<http://www.ornithologiki.gr>, «Το Κόκκινο Βιβλίο για τα Απειλούμενα Ζώα της Ελλάδος», 2010)

5.12 Γενικά Στοιχεία του Ενεργειακού Συστήματος των Δωδεκανήσων και της Καρπάθου.

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιαστούν οι ενεργειακές απαιτήσεις των Δωδεκανήσων, τόσο ανά μορφή καυσίμου και ενέργειας, όσο και ανά τομέα. Τα διαθέσιμα στοιχεία είναι από προηγούμενα έτη κυρίως από την ΔΕΗ και άλλες μελέτες. Επίσης πρέπει να σημειώσουμε ότι πολλά από τα στοιχεία αφορούν γενικά το σύνολο των Δωδεκανήσων γι' αυτό στη συνέχεια θα γίνει μια αναγωγή, βάση του πληθυσμού της Καρπάθου.

Τα στοιχεία του πίνακα 9 αφορούν τη πληθυσμιακή μεταβολή στη Κάρπαθο ανά δεκαετία και συνολικά, από το 1961 μέχρι το 2001. Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα 9, θα προκύψει μια τάση μεταβολής του πληθυσμού για τα αμέσως προσεχή έτη, βάσει της οποίας θα εκτιμηθούν και οι ενεργειακές απαιτήσεις.

Επόμενο βήμα θα είναι η ανάλυση των ηλιακών και των αιολικών ενεργειακών συστημάτων, με στόχο αφενός το βέλτιστο συνδυασμό χρήσης ανανεώσιμης και συμβατικής μορφής ενέργειας και αφετέρου, την ετήσια κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της Καρπάθου.

	Πληθυσμός					Ποσοστιαία μεταβολή			
	1961	1971	1981	1991	2001	1961-71	1971-81	1981-91	1991-01
ΠΗΓΑΔΙΑ	1085	1.281	1.363	1.266	1.692	+18,1%	+6,4%	-7,1%	+33,6%
ΑΠΕΡΙ	787	768	603	457	450	-2,4%	-21,5%	-24,2%	-1,5%
ΑΡΚΑΣΑ	567	510	446	390	478	-10,1%	-12,5%	-12,6%	+22,6%
ΒΩΛΑΔΑ	507	505	361	275	261	-0,4%	-28,5%	-23,8%	-5,1%
ΜΕΝΕΤΕΣ	1.043	741	601	584	697	-29,0%	-18,9%	-2,8%	+19,3%
ΜΕΣΟΧΩΡΙ	487	464	371	357	406	-4,7%	-20,0%	-3,8%	+13,7%
ΟΘΟΣ	521	436	294	282	275	-16,3%	-32,6%	-4,1%	-2,5%
ΠΥΛΕΣ	391	367	270	206	235	-6,1%	-26,4%	-23,7%	+14,1%
ΣΠΟΑ	340	380	293	251	254	+11,8%	-22,9%	-14,3%	+1,2%

ΟΛΥΜΠΟΣ	1.341	1.255	831	581	575	-6,4%	-33,8%	-30,1%	-1,0%
Ν.ΚΑΡΠΑΘΟΣ	7069	6707	5433	4649	5323	-5,1%	-19,0%	-14,4%	+14,5%

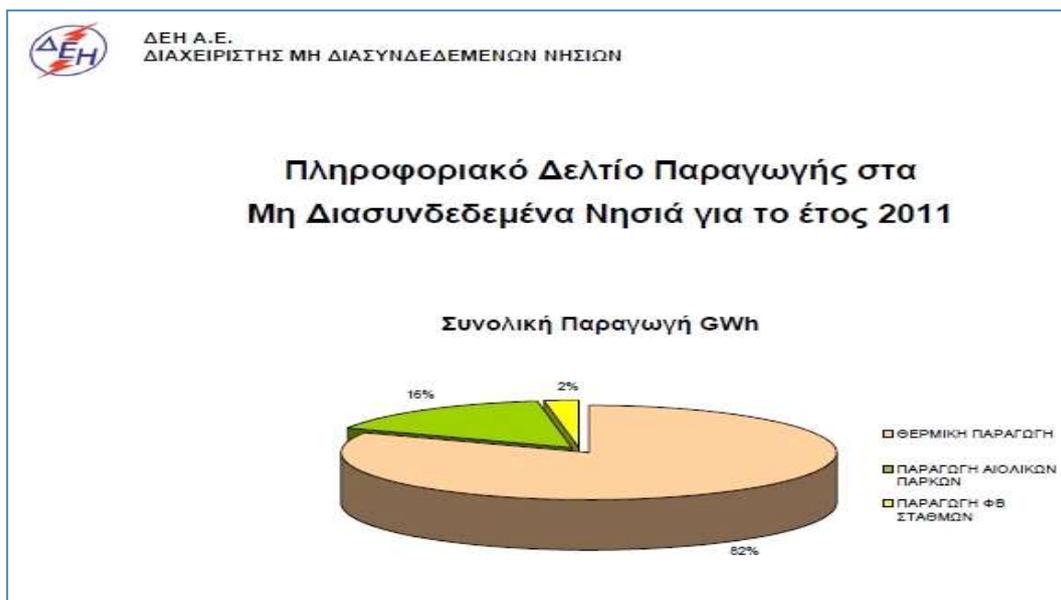
Πίνακας 5.6: Πληθυσμιακή εξέλιξη στη Κάρπαθο από το 1961-2001. Πηγή ΕΣΥΕ

5.13 Κατανάλωση Ενέργειας

Η οικονομική δραστηριότητα των νησιών των Δωδεκανήσων στηρίζεται σχεδόν αποκλειστικά στον τουρισμό. Ο τουρισμός όμως είναι μια δραστηριότητα που απαιτεί εποχιακά, στους θερινούς μήνες, μεγάλα ποσά ενέργειας για θέρμανση νερού, φωτισμό, λειτουργία κλιματιστικών μηχανημάτων κτλ.

Σήμερα, η παραγωγή ενέργειας στα νησιά παράγεται κατά 82% από θερμική παραγωγή, 15% από αιολικά πάρκα και μόλις 2% (εικόνα 1) από φωτοβολταϊκούς σταθμούς.

Σχήμα5.9: Παραγωγή Ενέργειας στα Δωδεκάνησα 2011, [16]



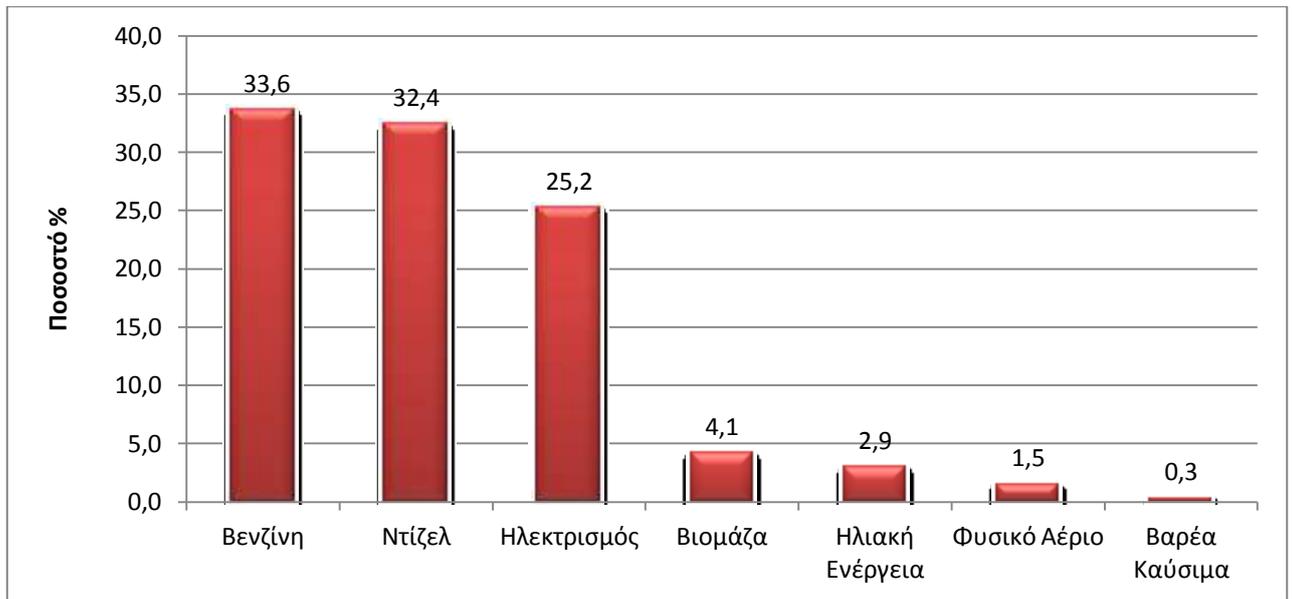
ενέργειας στα Δωδεκάνησα είναι όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 1, η ηλεκτρική ενέργεια με ποσοστό 25,2 %, το ντίζελ με ποσοστό 32,4 % και η βενζίνη με ποσοστό 33,6 %.

Το ντίζελ και τα βαριά καύσιμα παράγουν όλη την ηλεκτρική ενέργεια.

Είναι αναγκαίο λοιπόν, να ερμηνευτεί η απαίτηση σε ηλεκτρικό ρεύμα σαν απαίτηση κυρίως σε ντίζελ, αλλά και βαριά καύσιμα.

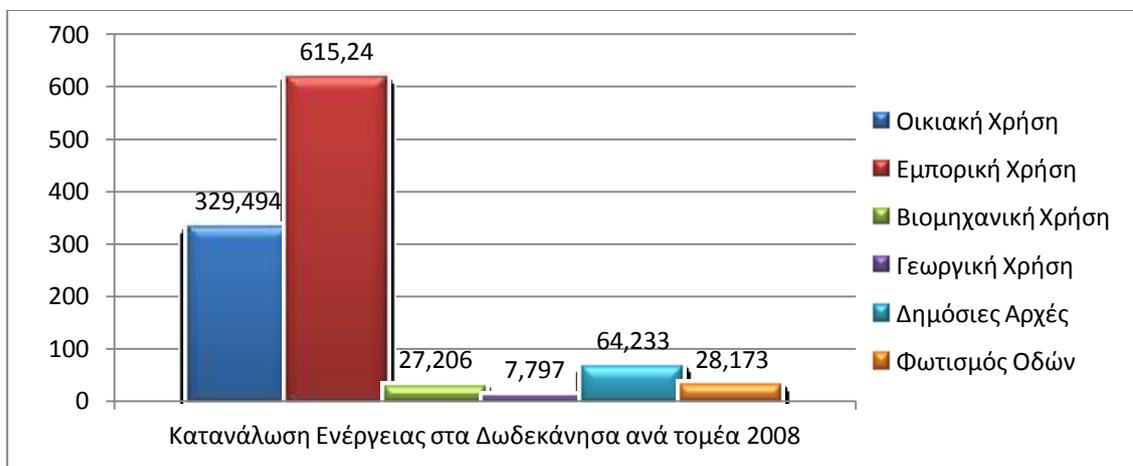
Πιο αναλυτικά, ο ηλεκτρισμός καταλαμβάνει το 25,2 %, το ντίζελ το 32,4 %, η βενζίνη το 33,6 %, η βιομάζα το 4,1 %, η ηλιακή ενέργεια το 2,9 %, το φυσικό αέριο το 1,5 % και τέλος τα βαριά καύσιμα το 0,3%.

Η συνολικά απαιτούμενη ενέργεια για το έτος 2008 φτάνει τα 6.873 TJ.



Σχήμα 5.10: Πηγές κατανάλωσης ενέργειας, Δωδεκάνησα 2008

Οι χρήσεις που απαιτούν τα μεγαλύτερα ποσά ενέργειας είναι η εμπορική και η οικιακή ενώ τη λιγότερη η γεωργική και η βιομηχανική, αυτό δικαιολογείται από τη δομή της οικονομίας των νησιών καθώς ο τουρισμός αποτελεί βασική προϋπόθεση της ανάπτυξης τους, σε αντίθεση με τον πρωτογενή τομέα που σταδιακά συρρικνώνεται. Το ίδιο πρότυπο κατανάλωσης ενέργειας θα μπορούσαμε να πούμε ότι ακολουθεί και η Κάρπαθος καθώς η οικονομία της είναι κατά κύριο λόγο βασισμένη στο τριτογενή τομέα.



Σχήμα 5.11: Κατανάλωση Ενέργειας στα Δωδ/νησα ανά οικονομικό τομέα.

5.14 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

Ο ηλεκτρισμός είναι μία από τις κυριότερες μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούνται στα Δωδεκάνησα, όπως φαίνεται και στον πίνακα 10 .

Οι χρήσεις αναφέρονται στον οικιακό και εμπορικό τομέα, τη γεωργία, τα δημόσια κτίρια και τους δρόμους.

Από τα στοιχεία του πίνακα παρουσιάζεται μια αύξηση που οφείλεται κυρίως στην αύξηση της τουριστικής δραστηριότητας και του τριτογενή τομέα γενικότερα.

Η κατανομή της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος στους διάφορους οικονομικούς τομείς (πιν.5.7) δείχνει πως η εμπορική χρήση καταναλώνει το μεγαλύτερο ποσοστό, ακολουθεί η οικιακή χρήση και στη συνέχεια οι Δημόσιες υπηρεσίες, η βιομηχανική χρήση, ο φωτισμός των οδών και η γεωργική χρήση.

Έτος	Σύνολο	Οικιακή χρήση	Εμπορική χρήση	Βιομηχανική ή χρήση	Γεωργική χρήση	Δημόσιες & Δημοτικές Αρχές	Φωτισμός οδών
2005	940862	302513	522879	24996	9971	55694	24809
2006	969164	308840	542140	26791	9315	56073	26005
2007	1030186	314975	590304	28170	9523	59969	27245
2008	1055617	325683	610574	24272	8137	59702	27248
2009	1072144	329494	615240	27206	7797	64233	28173

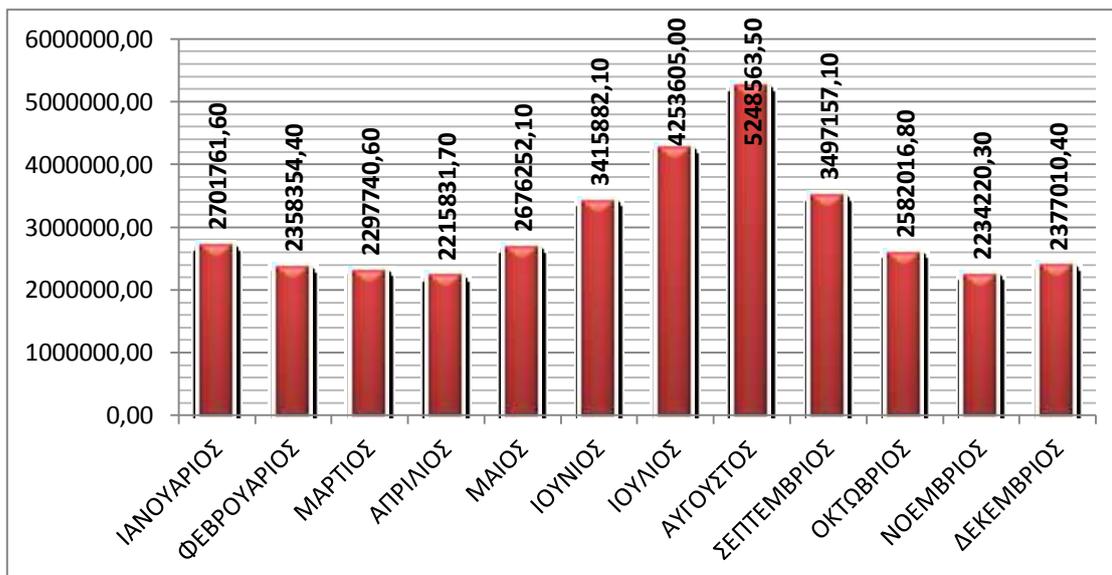
Πίνακας 5.7: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Δωδεκανήσου 2005-2009

Με στοχευμένες πολιτικές και δράσεις θα ήταν δυνατό να γίνει μια σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας τόσο στον οικιακό χώρο όσο και στον επαγγελματικό.

Ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες που ο αριθμός του κατοίκων υπέρδιπλασιάζεται, και η ζήτηση για ενέργεια αυξάνεται κατακόρυφα.

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 3 που ακολουθεί, η ζήτηση αρχίζει να αυξάνεται τον Μάιο που συμπίπτει με την αρχή της τουριστικής σεζόν, φτάνει στο μέγιστο σημείο τον Αύγουστο και κατόπιν ακολουθεί μια σταδιακή πτωτική τάση μέχρι τον Οκτώβριο όπου σχετικά σταθεροποιείται.

Αυτό το στοιχείο είναι πολύ σημαντικό για την εφαρμογή του εναλλακτικού σεναρίου που θα προτείνουμε παρακάτω καθώς θα πρέπει στους «απαιτητικούς» θερινούς μήνες να υπάρχει πλήρη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών.



Σχήμα 5.12: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 2010. Πηγή: ΔΕΗ

Η ενεργειακή κατανάλωση στον οικιακό τομέα αποτελείται από διάφορες πηγές ενέργειας όπως ο ηλεκτρισμός, το ντίζελ, η βιομάζα, το φυσικό αέριο και η ηλιακή ενέργεια, με το ηλεκτρικό ρεύμα όμως να είναι σημαντικότερη πηγή.

Στον πίνακα 11 αναφέρονται αναλυτικά οι διάφορες καταναλώσεις, καθώς και η ξεχωριστή χρήση τους σε διάφορους τομείς (μαγείρεμα, θέρμανση χώρων, ζεστό νερό, ψύξη, και διάφορες άλλες χρήσεις).

Αναλυτικά λοιπόν, από ηλεκτρική χρήση καταναλώνονται 610 TJ (49,7 %) για όλες τις χρήσεις, από βιομάζα 276 TJ (22,5 %) για μαγείρεμα, θέρμανση και ζεστό νερό, από χρήση ντίζελ 217 TJ (17,7 %) για θέρμανση, από χρήση φυσικού αερίου 97 TJ (7,9 %) για μαγείρεμα και θέρμανση και από χρήση ηλιακής ενέργειας 27 TJ (2,2 %) για ζεστό νερό, σύνολο δηλαδή 1.227 TJ.

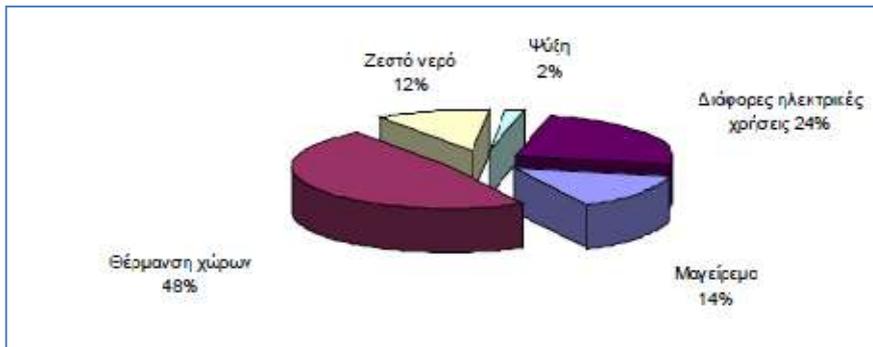
Πίνακας 5.8: Κατανάλωση ενεργειακών πηγών για οικιακή χρήση

Χρήση	Ηλεκτρισμός	Ντίζελ	Βιομάζα	Φυσικό αέριο	Ηλιος	Συνολικά (TJ)
Μαγείρεμα	78	-	14	84	-	176
Θέρμανση χώρων	101	217	256	13	-	587
Ζεστό νερό	111	-	6	-	27	144
Ψύξη	22	-	-	-	-	22
Διάφ. Ηλεκτρ. Χρήσεις	298	-	-	-	-	298
Συνολικά	610	217	276	97	27	1.227

Η κατανομή της ενεργειακής κατανάλωσης στον οικιακό τομέα, δείχνει πως ένα μεγάλο ποσοστό καταναλώνεται στη θέρμανση χώρων (εικόνα 1).

Η θέρμανση νερού αντιστοιχεί στο 12 % της απαιτούμενης ενέργειας με μια υψηλή απαίτηση το χειμώνα όπου ο πληθυσμός εμφανίζεται μικρότερος σε σχέση με το καλοκαίρι.

Σχήμα 5.13: Κατανομή οικιακής κατανάλωσης ενέργειας, ανά χρήση



5.15 Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας

Συνολικά στα Δωδεκάνησα υπάρχουν τρία κύρια δίκτυα σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

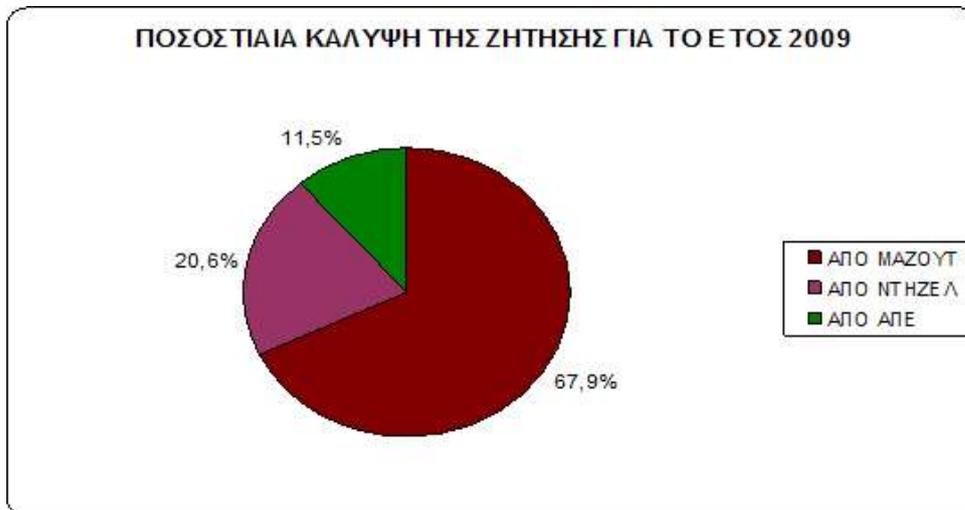
1. Λειψοί – Λέρος – Κάλυμνος – Κως – Νίσυρος – Τήλος
2. Ρόδος – Χάλκη
3. Κάρπαθος – Κάσος

Η συνολική ζήτηση που έχει καλυφθεί από το 2005 έως το 2011 στα Δωδεκάνησα φτάνει στις 4.913.019 MWh από τους θερμικούς σταθμούς παραγωγής και 850.454 MWh από τις ανανεώσιμες πηγές. (σχήμα 5.14)

ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΘΕΡΜΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΑΠΕ ΣΤΑ ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΝΗΣΙΑ (ΜΔΝ)

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΜΔΝ (MWh)							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010 (εκτίμηση)	2011 (εκτίμηση)
ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	4.562.059	4.735.088	4.944.297	5.021.760	4.932.879	4.971.839	4.913.019
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΕ	383.719	484.097	540.902	582.096	641.878	676.866	850.454
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ	4.945.778	5.219.185	5.485.199	5.603.856	5.574.757	5.648.705	5.763.473

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα στο σχήμα 5.15, το μεγαλύτερο ποσοστό της ζήτησης για ενέργεια 67,9% καλύπτεται με τη χρήση μαζούτ, το 20,6% από ντίζελ και το 11,5% από ανανεώσιμες πηγές.



Σχήμα 5.15: Ποσοστιαία κάλυψη ζήτησης στα Δωδεκάνησα 2009.πηγή:ΡΑΕ

5.16 Παρούσες και Μελλοντικές Ανάγκες της Καρπάθου

5.16.1 Παραγωγή Ενέργειας στη Κάρπαθο

Ο σταθμός ηλεκτροπαραγωγής της Καρπάθου αποτελείται από 4 αναχωρήσεις που είναι: P-210 (Απέρι μέχρι Διαφάνι), P-220 (Αρκάσα, Κάσος), P-230 (Μενετές, Αεροδρόμιο), P-240 (Πηγάδια).

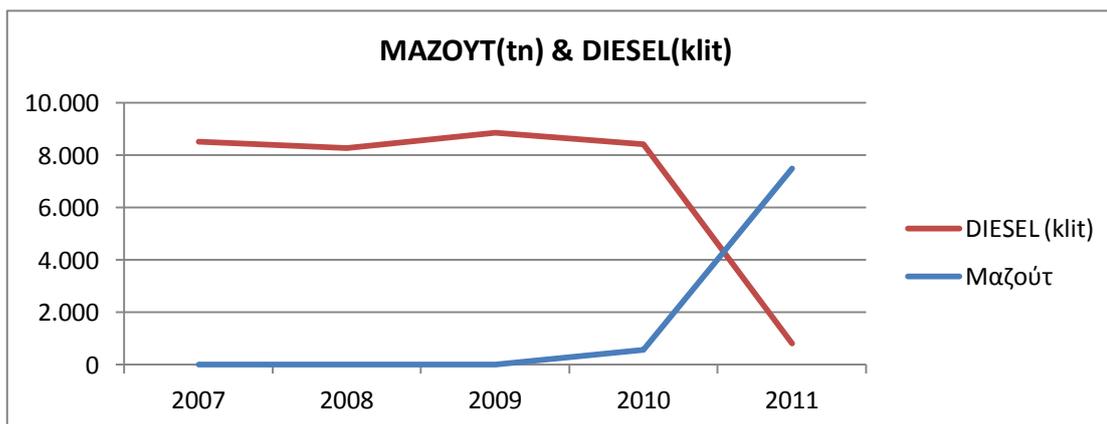
Η εγκατεστημένη ισχύς του ΑΣΠ ανέρχεται σε 15,7 MW με ετήσια αιχμή το 2010: 11,4 MW.

ΚΑΡΠΑΘΟΣ	Κατασκευαστής	Σύνολο Παραγωγής 2010
ΜΟΝΑΔΑ Νο 1	WARTSILA W32-12V	17.282,11
ΜΟΝΑΔΑ Νο 2	WARTSILA W32-12V	14.787,53
ΜΟΝΑΔΑ Νο 3	USSR	0,00
ΜΟΝΑΔΑ Νο 4	DAIHATSU	1.182,58
ΜΟΝΑΔΑ Νο 6	DAIHATSU	877,04
ΜΟΝΑΔΑ Νο 10	WARTSILA	0,00
ΕΝΟΙΚ. Η/Ζ		0,00

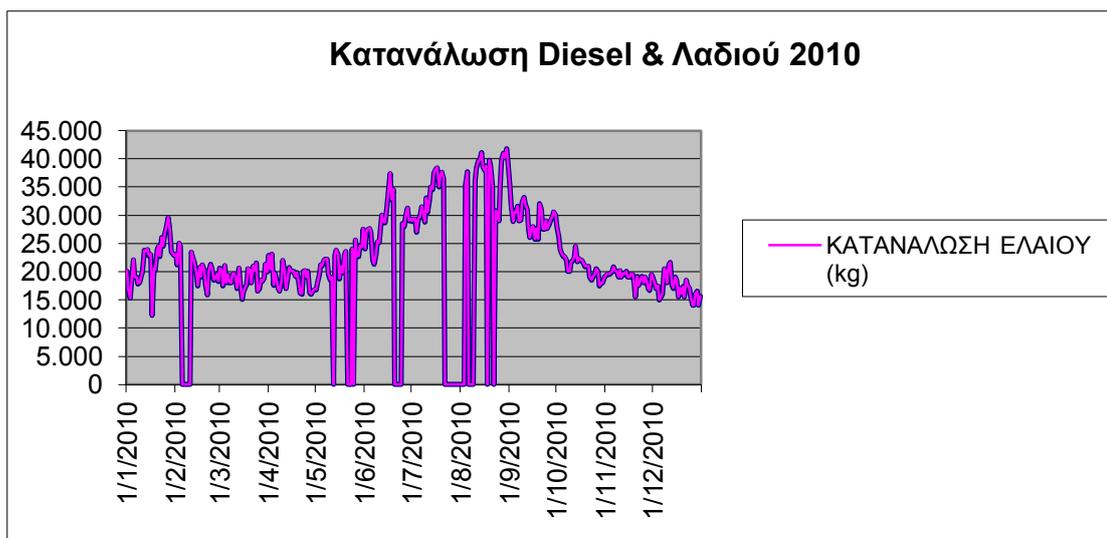
Πίνακας 5.9: Μηχανολογικά στοιχεία του αυτόνομου σταθμού Καρπάθου

Το καύσιμο που χρησιμοποιούσε ο σταθμός παλιότερα ήταν το ντίζελ όμως λόγω του αυξανόμενου κόστους το 2010 έγινε μια αναβάθμιση στις μονάδες και τώρα πλέον χρησιμοποιείται ως κύριο καύσιμο το μαζούτ.

Σχήμα 5.16 : Χρήση μαζούτ και ντίζελ στον αυτόνομο σταθμό Καρπάθου

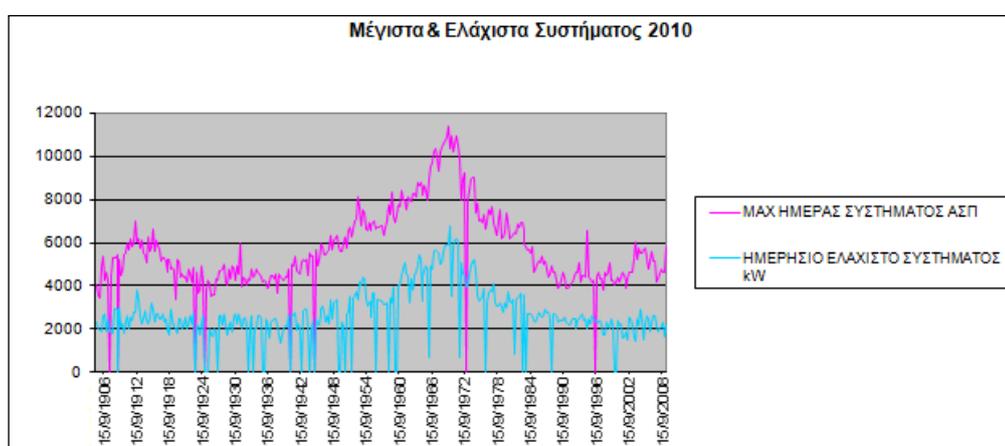


Σχήμα 5.17: Κατανάλωση ντίζελ και λαδιού ΑΣΠ Καρπάθου, 2010, πηγή: ΔΕΗ



Όπως και στα υπόλοιπα νησιά έτσι και στη Κάρπαθο το μέγιστο σημείο αιχμής του συστήματος συμπίπτει με τον μέγιστο αριθμό αφίξεων των επισκεπτών, δηλαδή παρουσιάζεται τον Άγουστο και φτάνει τις 11,4 MW. (Διάγραμμα 5.18)

Σχήμα 5.18: Ημερήσιο μέγιστο και ελάχιστο παραγωγής στον αυτόνομο σταθμό Καρπάθου



Το κόστος λειτουργίας του ΑΣΠ Καρπάθου ανέρχεται συνολικά σε 11.002 € περίπου, από τα οποία τα περισσότερα δαπανώνται για την αγορά καυσίμων. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει αναλυτικά τα στοιχεία κόστους του ΑΣΠ Καρπάθου.

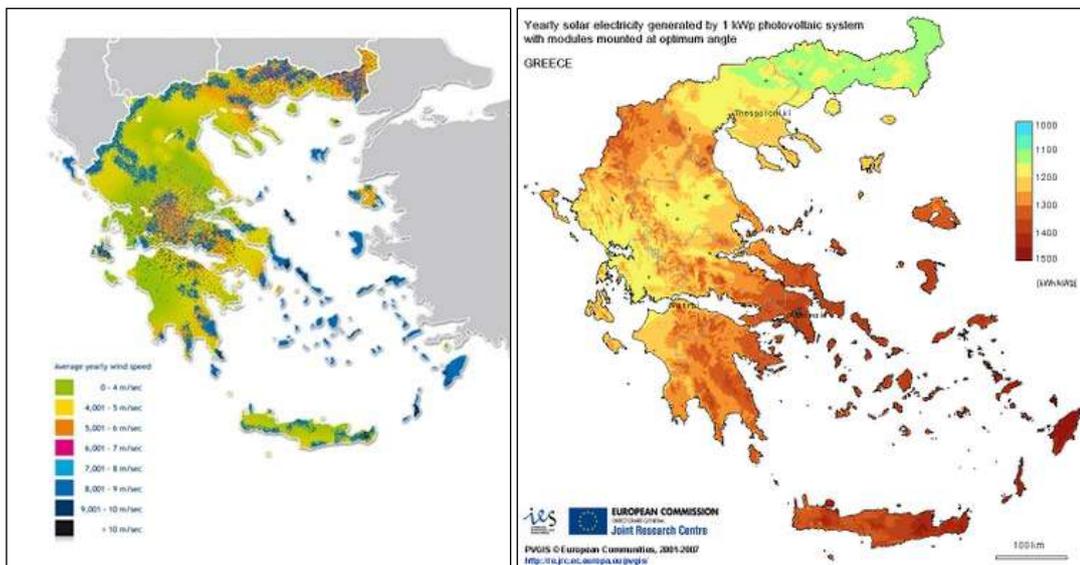
Κόστος λειτουργίας ΑΣΠ Καρπάθου, 2011	
Μισθοδοσία	1826,88
Λοιπές άμεσες ανάγκες	576,35
Καύσιμα υλικά	6735,81

Έμμεσες Δαπάνες Δραστηριοτήτων	427,44
Έμμεσες δαπάνες Διοίκησης	252,22
Αποσβέσεις Παγίων	730,21
Προβλέψεις εκμετάλλευσης	133,31
Τόκοι και λοιπά χρηματ.αποτελέσματα	319,97
Σύνολο	11002,2
Παραγωγή Η/Ε σε MWh	31804
Κόστος Η/Ε σε MWh	345,94

Πίνακας 5.10: Κόστος λειτουργίας ΑΣΠ Καρπάθου, 2011

Η Κάρπαθος διαθέτει από τα καλύτερα αιολικά και φωτοβολταϊκά δυναμικά όχι μόνο ανάμεσα στα νησιά αλλά και σε όλοκληρη την Ελλάδα.

Οι άνεμοι που επικρατούν είναι οι Βορειοδυτικοί, με ετήσια συχνότητα 34,8% και ένταση πάνω από 5 μποφόρ και η μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία είναι 1600-1650 kWh/m². Σύμφωνα με στοιχεία του τοπικού σταθμού της Μετεωρολογικής υπηρεσίας η ηλιακή ακτινοβολία εμφανίζει την ελάχιστη τιμή τον Δεκέμβριο με 2,47 kWh/m² και τη μέγιστή της τον Ιούλιο με 7,8 kWh/m².



Χάρτης 5.4 & 5.5: Αιολικό και Ηλιακό Δυναμικό Ελλάδας [17]

Παρόλο όμως αυτά τα φυσικά πλεονεκτήματα, η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών είναι πολύ μικρή και περιορισμένη.

Το αιολικό πάρκο της Καρπάθου αποτελείται μόλις από 6 ανεμογενήτριες από τις οποίες μόνο οι 4 λειτουργούν κανονικά.

Η εγκατεστημένη ισχύς του αιολικού πάρκου είναι 1,23 MW και του φωτοβολταϊκού 0,49 MW αντίστοιχα.

Πίνακας 5.11: Εγκατεστημένη ισχύς Α/Π και ΦΒ,2011 πηγή:ΔΕΗ

ΝΗΣΙ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW)		
	Α/Π	ΦΒ	ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΕ
ΚΡΗΤΗ	169,14	49,36	218,80*
ΡΟΔΟΣ	26,35	5,70	32,05
ΚΑΡΠΑΘΟΣ	1,23	0,49	1,71
ΜΗΛΟΣ	2,65	0,22	2,87
ΚΩΣ	11,20	1,22	12,42
ΛΕΡΟΣ	4,00	0,20	4,20
ΚΑΛΥΜΝΟΣ	0,00	0,59	0,59
ΛΕΣΒΟΣ	11,85	3,19	15,04
ΛΗΜΝΟΣ	1,14	0,40	1,54
ΣΑΜΟΣ	7,68	1,05	8,72
ΧΙΟΣ	7,13	1,53	8,66
ΣΥΡΟΣ	2,84	0,57	3,41
ΝΑΞΟΣ	8,76	0,95	9,71
ΜΥΚΟΝΟΣ	1,20	0,02	1,22
ΥΠΟΛΟΙΠΑ**	6,10	1,00	7,10
ΣΥΝΟΛΟ ΜΔΝ	261,25	66,48	328,03

(*περιλαμβάνεται ένας ΜΥΗΣ 0,3 MW)

** ΣΚΥΡΟΣ , ΣΥΜΗ, ΠΑΡΟΣ, ΠΑΤΜΟΣ, ΙΚΑΡΙΑ, ΚΥΘΝΟΣ, ΣΙΦΝΟΣ, ΨΑΡΑ, ΙΟΣ, ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ, ΚΑΣΟΣ, ΑΜΟΡΓΟΣ

Η ενέργεια που παράγεται από τις ανανεώσιμες πηγές είναι μόλις 405,93 MWh και η συμμετοχή τους στην συνολική ηλεκτροπαραγωγή είναι 7,9 %.

Πίνακας 5.12: Παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ, 2011

ΝΗΣΙ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (MWh)		
	Α/Π	ΦΒ	ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΕ
ΚΡΗΤΗ	61.689,57	10.672,81	72.425,09*
ΡΟΔΟΣ	4.858,60	1.329,25	6.187,85
ΚΑΡΠΑΘΟΣ	316,20	89,73	405,93
ΜΗΛΟΣ	839,40	46,79	886,19
ΚΩΣ	2.687,27	242,57	2.929,84
ΛΕΡΟΣ	1.281,60	45,83	1.327,43
ΚΑΛΥΜΝΟΣ	0,00	147,02	147,02
ΛΕΣΒΟΣ	3.448,00	594,70	4.042,70
ΛΗΜΝΟΣ	73,05	92,28	165,33
ΣΑΜΟΣ	2.657,34	229,92	2.887,26
ΧΙΟΣ	1.717,96	320,80	2.038,76
ΣΥΡΟΣ	589,80	106,19	695,99
ΝΑΞΟΣ	4.172,85	220,16	4.393,01
ΜΥΚΟΝΟΣ	598,32	3,26	601,58
ΥΠΟΛΟΙΠΑ**	1.684,05	162,50	1.846,55
ΣΥΝΟΛΟ ΜΔΝ	86.614,01	14.303,79	100.980,50

(*περιλαμβάνεται ενέργεια από έναν ΜΥΗΣ 62,71 MWh)

** ΣΚΥΡΟΣ , ΣΥΜΗ, ΠΑΡΟΣ, ΠΑΤΜΟΣ, ΙΚΑΡΙΑ, ΚΥΘΝΟΣ, ΣΙΦΝΟΣ, ΨΑΡΑ, ΙΟΣ, ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ, ΚΑΣΟΣ, ΑΜΟΡΓΟΣ

Όπως φαίνεται και από τον παρακάτω πίνακα, η Κάρπαθος κατατάσσεται στις τελευταίες θέσεις μεταξύ των υπολοίπων νησιών σε παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ.

Πίνακας 5.13: Στοιχεία Ηλεκτροπαραγωγής στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά, 2011,πηγή:ΔΕΗ

B. Συγκεντρωτικά Στοιχεία Ηλεκτροπαραγωγής στα ΜΔΝ – Αύγουστος 2011					
ΝΗΣΙ	ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ 2010 (MW)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΤΗΣΙΑ ΔΙΧΜΗ ΖΗΤΗΣΗΣ 2010 (MW)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ (MWh)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ (MWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΚΡΗΤΗ	817,02	631,80 *	248.206,03	72.425,09	22,6%
ΡΟΔΟΣ	223,24	202,40 *	99.145,33	6.187,85	5,9%
ΛΕΣΒΟΣ	98,72	71,79	25.636,29	4.042,70	13,6%
ΚΩΣ - ΛΕΡΟΣ	112,33	103,00	33.580,54	4.257,27	9,0%
ΚΑΛΥΜΝΟΣ	17,92		10.840,49	147,02	
ΛΗΜΝΟΣ	24,70	16,90	6.492,37	165,33	2,5%
ΜΗΛΟΣ	24,57	12,86	4.604,63	886,19	16,1%
ΠΑΡΟΣ-ΝΑΞΟΣ-ΙΟΣ - ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ	75,84	71,10	23.988,04	4.951,81	17,1%
ΧΙΟΣ - ΨΑΡΑ	77,78	52,10	18.633,59	2.545,76	12,0%
ΣΥΡΟΣ	47,40	26,20	9.959,77	695,99	6,5%
ΣΑΜΟΣ	52,59	37,50	12.973,93	2.887,26	18,2%
ΚΑΡΠΑΘΟΣ	16,35	11,40	4.728,10	405,93	7,9%
ΜΥΚΟΝΟΣ	65,27	37,80	16.322,11	601,58	3,6%
ΛΟΙΠΑ ΝΗΣΙΑ	122,33		34.127,43	780,74	2,2%
ΣΥΝΟΛΟ	1.776,07		549.238,65	100.980,50	15,5%

Σημειώνεται ότι τα στοιχεία βασίζονται στην τρέχουσα εκκωδίκηση
* Μέγιστος ωριαίος τιμές

5.17 Μελλοντικές Τάσεις

Όπως παρουσιάστηκε και παραπάνω στην ενότητα της πληθυσμιακής εξέλιξης, ο πληθυσμός της Καρπάθου παρουσιάζει τάση μικρής αύξησης στο μέλλον.

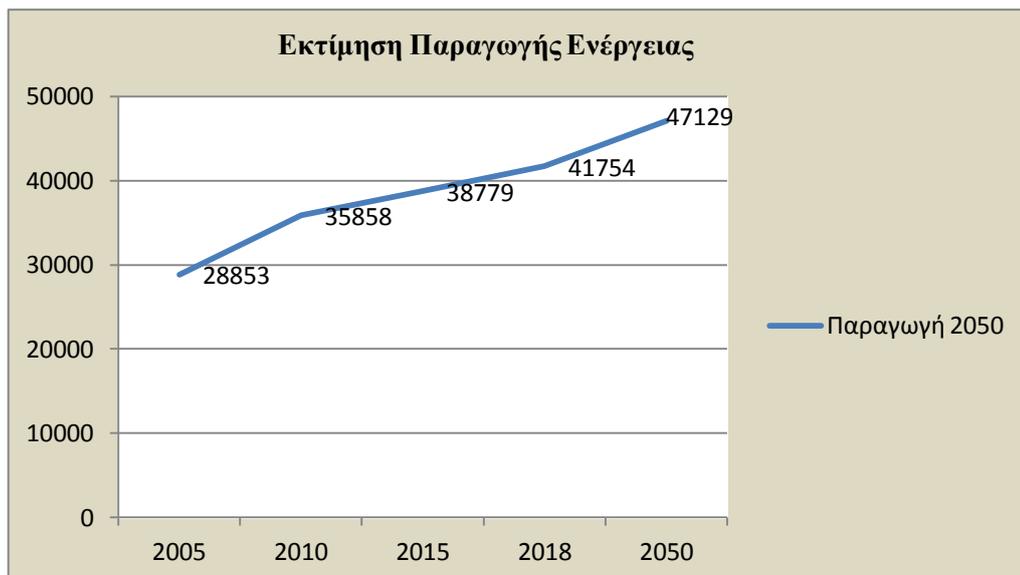
Σύμφωνα με το μοντέλο της απλής γραμμικής παλλινδρόμησης η μελλοντική αύξηση του πληθυσμού της Καρπάθου το 2050 θα φτάσει τους 6960 κατοίκους. (Πίνακας 5.14)

Πίνακας 5.14: Μελλοντική εξέλιξη του πληθυσμού στη Κάρπαθο

Έτος	Πληθυσμός Καρπάθου
1991	5323
2001	5881
2011	6160
2050	6959,8

Μια τέτοια πληθυσμιακή αύξηση θα είχε άμεσο αντίκτυπο και στην ζήτηση για ενέργεια αφού οι απαιτήσεις θα αυξάνονταν αναλόγως.

Όπως βλέπουμε και από το διάγραμμα του σχήμα 5.19, οι εκτιμήσεις για την μελλοντική παραγωγή ενέργειας στον σταθμό Καρπάθου, σύμφωνα με το μοντέλο της απλής γραμμικής παλλινδρόμησης φτάνουν τις 47129 MWh.



Σχήμα 5.19: Μελλοντική εκτίμηση παραγωγής ενέργειας στη Κάρπαθο

5.18 Θέρμανση Νερού

Για τον υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση νερού στην Κάρπαθο, θα αναπτυχθεί το παρακάτω μοντέλο, όπου οι υπολογισμοί θα βασίζονται σε ημερήσιες καταναλώσεις. Οι υπολογισμοί θα γίνουν ξεχωριστά για κατοικίες και για ξενοδοχεία μια και η πληρότητα των ξενοδοχείων – ενοικιαζόμενων μεταβάλλεται από περίοδο σε περίοδο.

5.18.1 Κατοικίες

Οι ανάγκες σε ζεστό νερό (θερμικό φορτίο), που αναμένεται να καλύψουν οι ηλιακοί θερμοσίφωνες στη Κάρπαθο το 2050 θα είναι:

$$L_w = N_{\text{ΚΑΤ}} * V_w * \rho_w * C_p * (T_w - T_M) \quad [\Sigma 5.1]$$

Όπου:

L_w , το μέσο ημερήσιο θερμικό φορτίο για το σύνολο των κατοικιών στην Κάρπαθο [kJ/d].

$N_{\text{ΚΑΤ}}$, ο αριθμός των μόνιμων κατοίκων της Καρπάθου.

V_w , η μέση ημερήσια κατανάλωση ανά άτομο

ρ_w , η μέση πυκνότητα του νερού [1kg / lt].

C_p , η μέση ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού [4,18 kJ / kg • K].

T_w , η μέση θερμοκρασία εξόδου του νερού από το συλλέκτη [$^{\circ}\text{C}$].

T_m , η μέση θερμοκρασία των υπόγειων υδάτων [$^{\circ}\text{C}$].

Σύμφωνα με την απογραφή του 2011, ο πληθυσμός της Καρπάθου έφτανε τα 6160 άτομα. Βάσει των στοιχείων του πίνακα 14, ο πληθυσμός του νησιού το 2050, κατόπιν πρόβλεψης, θα φτάσει τα 6960 άτομα περίπου ($N_{\text{κατ}}$).

Επίσης μπορεί να υποτεθεί μια αντιπροσωπευτική μέση ημερήσια κατανάλωση ανά άτομο $W_V = 50 \text{ lt}$.

Πίνακας 5.15: Χρήση ζεστού νερού σε διάφορα κτίρια

Είδος κτιρίου	Μέση κατανάλωση νερού (lt/άτομο)
<i>Οικοτροφεία</i>	50
<i>Σχολεία</i>	5
<i>Κατοικίες (Μέση)</i>	50
<i>Κατοικίες (Υψηλή)</i>	100
<i>Νοσοκομεία</i>	60
<i>Ξενοδοχεία</i>	
<i>LUX</i>	100
<i>A' και B'</i>	80
<i>Γ'</i>	60
<i>Γραφεία</i>	6
<i>Αθλοπαίδες</i>	40
<i>Κουζίνες (Πλήρες γεύμα)</i>	9 lt/γεύμα
<i>Κουζίνες (Πρόχειρο γεύμα)</i>	2,5 lt/γεύμα

Όσον αφορά τη μέση θερμοκρασία εξόδου του νερού από το συλλέκτη, μπορεί να επιλεγεί $T_w = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ (αρκετά αντιπροσωπευτική). Η μέση θερμοκρασία των υπόγειων υδάτων T_m , λαμβάνεται από τον πίνακα όπου παρουσιάζονται διάφορες τιμές ανάλογα με την περιοχή και το μήνα.

Πίνακας 5.16: Θερμοκρασία κρύου νερού σε μεγάλα δίκτυα διανομής

ΖΩΝΗ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
1,2	12	12	14	16	19	22	24	24	22	19	16	14
3,4	10	10	12	15	19	21	24	24	22	19	15	12
5,6	8	8	10	13	17	19	22	22	20	17	13	10

Η Κάρπαθος ανήκει στη ζώνη 1, οπότε οι αντίστοιχες τιμές θερμοκρασιών παίρνονται από την πρώτη σειρά. Με αντικατάσταση των τιμών στην $\Sigma 5.1$, προκύπτει μια συνάρτηση του ημερήσιου φορτίου με μόνη μεταβλητή την T_m . Πιο συγκεκριμένα προκύπτει η εξής σχέση:

$$L_w = 1454640 \cdot (55 - T_m) \text{ [kJ /d]}$$

Και ο παρακάτω πίνακας με τα αποτελέσματα ανά μήνα σε KWh.

Πίνακας 5.17: Εκτίμηση μηνιαίου θερμικού φορτίου (κατοικίες), Κάρπαθος, 2050

Μήνας	T_m	L_w (KJ/d)	L_w (KWh/mo)
Ιανουάριος	12	62549520	538620,8667
Φεβρουάριος	12	62549520	486496,2667
Μάρτιος	14	59640240	513568,7333
Απρίλιος	16	56730960	472758
Μάιος	19	52367040	450938,4
Ιούνιος	22	48003120	400026
Ιούλιος	24	45093840	388308,0667
Αύγουστος	24	45093840	388308,0667
Σεπτέμβριος	22	48003120	400026
Οκτώβριος	19	52367040	450938,4
Νοέμβριος	16	56730960	472758
Δεκέμβριος	14	59640240	513568,7333
Σύνολο	-	-	5.476.315,533

Σύμφωνα με τον πίνακα 16 λοιπόν, και με δεδομένο το γεγονός ότι θεωρήθηκε σταθερός πληθυσμός όλο το χρόνο, μεγαλύτερη ζήτηση προκύπτει τους μήνες Ιανουάριο (538.620kWh), Δεκέμβριο (513.568 kWh), Μάρτιο (513.568 kWh) και Φεβρουάριο (486.496kWh).

5.17.2 Ξενοδοχεία

Σύμφωνα με την παράγραφο 5.4.3, ο συνολικός αριθμός κλινών που υπάρχουν στο νησί, είναι 7.300. Για το έτος 2050 θα γίνει μια προσαύξηση 10% ώστε να συμπεριληφθούν οι πιθανές αλλαγές στην τουριστική ανάπτυξη. Ο αριθμός λοιπόν που προκύπτει είναι 8030.

Για τον υπολογισμό θέρμανσης νερού θα χρησιμοποιηθεί το ίδιο μοντέλο όπως και παραπάνω για τις κατοικίες με μόνη εξαίρεση των αριθμό των ατόμων (εξαρτάται από την πληρότητα ανά μήνα) και τη μέση ημερήσια κατανάλωση ανά άτομο.

Θα θεωρηθεί πως το σύνολο των ξενοδοχείων και των ενοικιαζόμενων διαμερισμάτων ανήκουν στην κατηγορία Α' ή Β', οπότε σύμφωνα με τον πίν 17 λαμβάνεται μια μέση ημερήσια κατανάλωση $W V . = 80 \text{ lt/άτ.}$

Επίσης, όσον αφορά την πληρότητα, δημιουργείται ο πίνακας 18 της επόμενης σελίδας, όπου έχει υποτεθεί μια πληρότητα ανά μήνα για το 2050, έτσι ώστε να προκύψει ο πληθυσμός ανά μήνα (100 % = 8030 άτομα).

Με τη βοήθεια του πίν 18 και της Σ 5.1 προκύπτει ο πίν 19, όπου φαίνονται οι μηνιαίες καταναλώσεις βάσει των οποίων θα προκύψουν αργότερα οι απαιτούμενες επιφάνειες συλλογής. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί πως η παραπάνω πληρότητα των τουριστικών καταλυμάτων είναι ενδεικτική, αλλά πάντως αρκετά αντιπροσωπευτική έτσι ώστε να προκύψουν όσο το δυνατόν αξιόπιστες τιμές για το πλήθος των ενοίκων που θα φιλοξενούν τα τουριστικά καταλύματα στο νησί της Καρπάθου το έτος 2050, καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα 18, προκύπτει όπως ήταν αναμενόμενο, μέγιστη ζήτηση τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο (716808 kWh), μιας και η πληρότητα τότε φτάνει το 100 %.

Πίνακας 5.18: Πληρότητα ξενοδοχείων, Κάρπαθος

Μήνας	Πληρότητα %	Ένοικοι
Ιανουάριος	-	-
Φεβρουάριος	-	-
Μάρτιος	-	-
Απρίλιος	-	-
Μάιος	30	2409
Ιούνιος	80	6424
Ιούλιος	100	8030
Αύγουστος	100	8030
Σεπτέμβριος	80	6424
Οκτώβριος	30	2409
Νοέμβριος	-	-
Δεκέμβριος	-	-

Πίνακας 5.19: Εκτίμηση μηνιαίου θερμικού φορτίου (ξενοδοχεία), Κάρπαθος

Μήνας	T _m	L _w (KJ/d)	L _w (KWh/mo)
Ιανουάριος	12	-	-
Φεβρουάριος	12	-	-
Μάρτιος	14	-	-
Απρίλιος	16	-	-
Μάιος	19	29000520	249726,7
Ιούνιος	22	70890138	590751,15
Ιούλιος	24	83242192	716807,7644
Αύγουστος	24	83242192	716807,7644
Σεπτέμβριος	22	70890138	590751,15
Οκτώβριος	19	29000520	249726,7
Νοέμβριος	16	-	-
Δεκέμβριος	14	-	-
Σύνολο	-	-	3.114.571,229

Κεφάλαιο 6^ο: Βέλτιστο Πρότυπο Ανανεώσιμης Ενέργειας για διάφορες Τελικές Χρήσεις

Το μοντέλο ανανεώσιμης ενέργειας παρουσιάζει από τις διάφορες πηγές ανανεώσιμα ενεργειακά συστήματα για τις διαφορετικές τελικές χρήσεις όπως η θέρμανση (Θ.), η οικιακή (Ο.Χ.), η εμπορική (Ε.Χ.), η γεωργική χρήση (Γ.Χ.) και η δημόσια χρήση με τον Φωτισμό Οδών και Πλατειών (Δ.Χ.& Φ.Ο.Π.).

Στη παρούσα μελέτη απαραίτητα στοιχεία είναι το κόστος και η αποδοτικότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και οι παράγοντες όπως η τεχνολογία, η διαθεσιμότητα και η αξιοπιστία πρέπει να ληφθούν υπόψιν προκειμένου να επιλεχθούν τα κατάλληλα ανανεώσιμα ενεργειακά συστήματα για τις διαφορετικές τελικές χρήσεις.

Ο τελικός σκοπός είναι να επιλεχθούν τα συστήματα με το χαμηλότερο κόστος και την υψηλότερη αποδοτικότητα. Για τη βελτιστοποίηση του μοντέλου επιλέχθηκε η μεγιστοποίηση της αναλογίας: αποδοτικότητας/δαπάνη.

Στο μοντέλο επίσης χρησιμοποιήθηκαν τα κόστη ανά μονάδα ενέργειας. Οι δαπάνες της παραγωγής της KWh από ηλιακούς συλλέκτες αντιστοιχεί σε 0,0432 €/KWh [16] και της ηλιακής φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής μετατροπής είναι 0,305 €/ kWh [16]. Το κόστος της ενεργειακής ηλεκτρικής μετατροπής αιολικής ενέργειας με ανεμογεννήτριες είναι 0,073 €/KWh [16], ενώ το μέσο κόστος για την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από συστήματα βιομάζας ανέρχεται σε 0,050 €/KWh [17].

Οι διαφορετικές αποδοτικότητες των ανανεώσιμων ενεργειακών συστημάτων που αντικαθίστανται στο πρότυπο είναι: 40% ενέργεια από ηλιακούς συλλέκτες, 9,8% για το ηλιακό φωτοβολταϊκό σύστημα, 30% για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτριες ενώ τέλος ως βαθμό απόδοσης για το σύστημα άμεσης καύσης βιομάζας έχουμε τη τιμή 14%.

Για τον παράγοντα αξιοπιστίας των ανανεώσιμων ενεργειακών συστημάτων που λήφθηκε ως περιορισμός αξιοπιστίας στο πρότυπο βελτιστοποίησης έχουμε: για τη χρήση θερμικού συστήματος ηλιακών συλλεκτών την τιμή 0,1 στις 10000 ώρες, 0,1 σε 10.000 ώρες για το ηλιακό φωτοβολταϊκό σύστημα, 0,5 σε 10.000 ώρες για το ενεργειακό σύστημα ανεμογεννητριών, και 0,9 σε 10.000 ώρες για το ενεργειακό σύστημα βιομαζών. Ο υπολογισμένος δείκτης αξιοπιστίας για τα ανανεώσιμα ενεργειακά συστήματα χρησιμοποιήθηκε για να διατυπώσει την εξίσωση περιορισμού αξιοπιστίας.

Οι συντελεστές που χρησιμοποιούνται στο πρότυπο μπροστά από τις μεταβλητές φαίνονται παρακάτω:

$$\text{(αποδοτικότητα/δαπάνη) συλλεκτών} = 0,4/0,0432 = 9,25$$

$$\text{(αποδοτικότητα/δαπάνη) φωτοβολταϊκών} = 0,098/0,305 = 0,321$$

$$\text{(αποδοτικότητα/δαπάνη) ανεμογεννητριών} = 0,3/0,07 = 4,28$$

$$\text{(αποδοτικότητα/δαπάνη) βιομάζας} = 0,14/0,050 = 2,74$$

Το ποσοστό της ενέργειας που χρησιμοποιείται στη Κάρπαθο και μπορεί με την υπάρχουσα τεχνολογία να αντικατασταθεί με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ουσιαστικά το ποσό ενέργειας που παρέχεται από την Δ.Ε.Η. συν την ποσότητα των καυσίμων που χρησιμοποιούνται για θέρμανση.

Σύμφωνα με τα δεδομένα μας μόνο το 58,81% [16] της ενέργειας που χρησιμοποιείται στο νομό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο πρότυπό μας καθώς το υπόλοιπο 41,19% χρησιμοποιείται για τις μεταφορές. Έτσι κάθε ανανεώσιμο σύστημα μπορεί το μέγιστο να καλύψει το 58,81% της ενέργειας στη Κάρπαθο (περιορισμοί 2-5).

Επίσης πάλι σύμφωνα με τα στοιχεία από τη ΔΕΗ που έχουμε για το νησί οι απαιτήσεις της κάθε τελικής χρήσης είναι ουσιαστικά το ποσό που χρησιμοποιείται στο νομό για αυτό το σκοπό. Δηλαδή το 19,35% της κατανάλωσης της ενέργειας αφορά τη θέρμανση, το 17,62% την οικιακή χρήση, το 15,27% την εμπορική, το 2,41% τη γεωργική και το 4,16% τη δημόσια χρήση και το φωτισμό οδών και πλατειών (περιορισμοί 6-11).

Τέλος ανάλογα με το βαθμό αξιοπιστίας του κάθε συστήματος ανανεώσιμης ενέργειας που χρησιμοποιείται στο μοντέλο (περιορισμοί 12-15), και με τη μη αρνητικότητα των μεταβλητών μας (περιορισμοί 16-35), προκύπτει το πρότυπό μας του οποίου τα αποτελέσματα είναι ουσιαστικά η βέλτιστη πραγματοποιήσιμη λύση.

Η μαθηματική αντιπροσώπευση του μαθηματικού προτύπου βελτιστοποίησης δίνεται στην παρακάτω εξίσωση:

$$\text{Max } 9.25xa + 0.321xb + 4.28xc + 2.74xd + 9.25xe + 0.321xf + 4.28xg + 2.74xh + 0.321xl + 4.28xm + 2.74xn + 0.321xo + 4.28xp + 2.74xq + 0.321xr + 4.28xs + 2.74xt$$

Με περιορισμούς:

- 1) $xa + xe \leq 0.5881$
- 2) $xb + xf + xl + xo + xr \leq 0.5881$
- 3) $xc + xg + xm + xp + xs \leq 0.5881$
- 4) $xd + xh + xn + xq + xt \leq 0.5881$
- 5) $xa + xb + xc + xd \leq 0.1935$
- 6) $xg + xe + xf + xh \leq 0.1935$
- 7) $xn + xm + xl \leq 0.1527$
- 8) $xq + xp + xo \leq 0.0241$
- 9) $xt + xs + xr \leq 0.0416$
- 10) $10xa + 10xe \leq 0.5881$
- 11) $1.11xd + 1.11xh + 1.11xk + 1.11xn + 1.11xq + 1.11xt \leq 0.5881$
- 12) $10xb + 10xf + 10xl + 10xo + 10xr \leq 0.5881$
- 13) $2xc + 2xg + 2xm + 2xp + 2xs \leq 0.5881$
- 14) $xa \geq 0$
- 15) $xb \geq 0$

- 16) $xc \geq 0$
- 17) $xd \geq 0$
- 18) $xe \geq 0$
- 19) $xf \geq 0$
- 20) $xg \geq 0$
- 21) $xh \geq 0$
- 22) $xl \geq 0$
- 23) $xm \geq 0$
- 24) $xn \geq 0$
- 25) $xo \geq 0$
- 26) $xp \geq 0$
- 27) $xq \geq 0$
- 28) $xr \geq 0$
- 29) $xs \geq 0$
- 30) $xt \geq 0$

Οι μεταβλητές Xa, Xb, Xc, Xd, Xe, Xf, Xg, Xh, Xi, Xj, Xk, Xl, Xm, Xn, Xo, Xp, Xq, Xr, Xs, Xt είναι το ποσοστό της χρήσης του κάθε ενεργειακού συστήματος για κάθε τελική χρήση με αντιστοιχία όπως φαίνεται στο παρακάτω πίνακα.

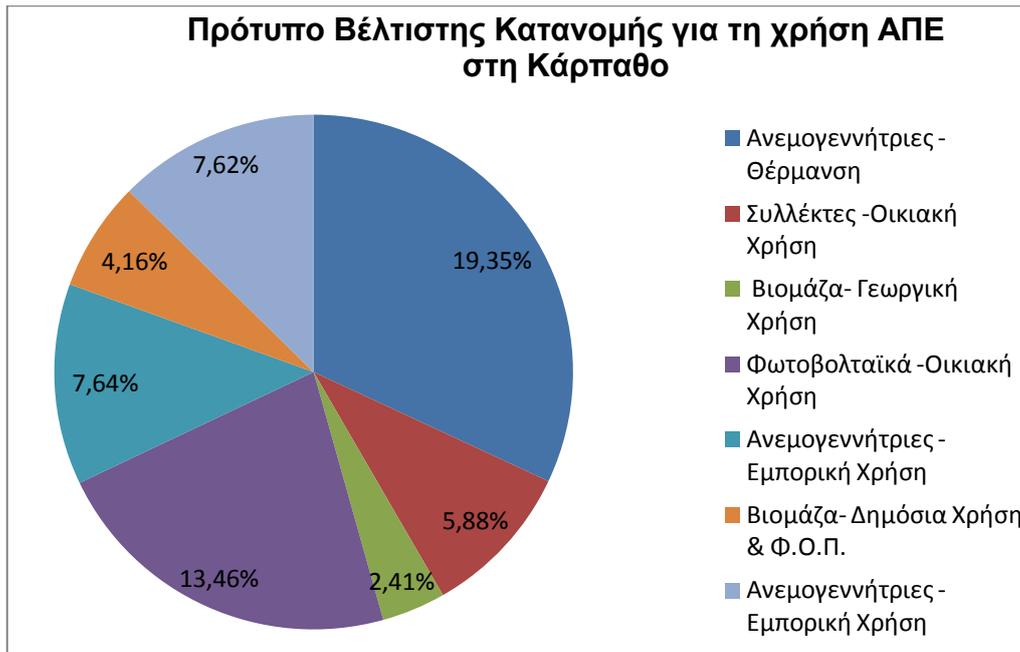
Μεταβλητή	Σύστημα	Χρήση
Xa	Από Συλλέκτες	Θέρμανση
Xb	Από Φωτοβολταϊκά	Θέρμανση
Xc	Από Ανεμογεννήτριες	Θέρμανση
Xd	Από Βιομάζα	Θέρμανση
Xe	Από Συλλέκτες	Οικιακή Χρήση
Xf	Από Φωτοβολταϊκά	Οικιακή Χρήση
Xg	Από Ανεμογεννήτριες	Οικιακή Χρήση
Xh	Από Βιομάζα	Οικιακή Χρήση
Xl	Από Φωτοβολταϊκά	Εμπορική Χρήση
Xm	Από Ανεμογεννήτριες	Εμπορική Χρήση
Xn	Από Βιομάζα	Εμπορική Χρήση
Xo	Από Φωτοβολταϊκά	Γεωργική Χρήση
Xp	Από Ανεμογεννήτριες	Γεωργική Χρήση
Xq	Από Βιομάζα	Γεωργική Χρήση
Xr	Από Φωτοβολταϊκά	Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.
Xs	Από Ανεμογεννήτριες	Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.
Xt	Από Βιομάζα	Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.

Πίνακας 6.1: Μεταβλητές του πρότυπου μοντέλου παραγωγής ενέργειας

Αποτελέσματα

Με τη βοήθεια του προγράμματος LINDO 6.1 (www.lindo.com) έγινε η βελτιστοποίηση της συνάρτησης και έτσι το πρότυπο μοντέλο μας δίνει τη βέλτιστη κατανομή για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στη Κάρπαθο.

Προβλέπει ότι το 58,81% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας του νησιού θα προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και θα κατανέμεται όπως φαίνεται παρακάτω.



Σχήμα 6.1:Πρότυπο βέλτιστης κατανομής για χρήση ΑΠΕ στη Κάρπαθο

Στη βέλτιστη κατανομή, για τη θέρμανση, η ενέργεια από ανεμογεννήτριες ανέρχεται σε 4533,217 MWh (19,35% της συνολικής ενεργειακής απαίτησης). Για την οικιακή χρήση, τα φωτοβολταϊκά θα παρέχουν 3153,339 (13,46% της συνολικής ενεργειακής απαίτησης) και οι ηλιακοί συλλέκτες θα παρέχουν 1377,536MWh (5,88% της συνολικής ενεργειακής απαίτησης), για την γεωργική χρήση, η ενέργεια από ανεμογεννήτριες θα παρέχουν 564,60MWh (2,41%), για την εμπορική χρήση, η ενέργεια από βιομάζα θα παρέχουν 1785,174 MWh (7,62% της συνολικής ενεργειακής απαίτησης) και από ανεμογεννήτριες 1789,859 MWh (7,64% της συνολικής ενεργειακής απαίτησης), τέλος για την δημόσια χρήση και τον φωτισμό οδών και πλατειών (Φ.Ο.Π.), η ενέργεια από βιομάζα ανέρχεται σε 974,5832MWh (4,16% της συνολικής ενεργειακής απαίτησης).

6.1 Μεταβολή των δυνατοτήτων του συστήματος των Ανεμογεννητριών.

Στο βέλτιστο μοντέλο του lingo που παρουσιάσαμε παραπάνω θα επιχειρήσουμε να μεταβάλλουμε το ποσοστό της συμμετοχής των ανεμογεννητριών κατά 25%, 50%, 75% 100% ώστε να εξετάσουμε τις αλλαγές που θα προκύψουν στις αναλογίες των υπολοίπων συστημάτων ΑΠΕ.

Τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης που παρουσιάζονται στους πίνακες δείχνουν πως μεταβάλλεται η κατανομή ενέργειας ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής των ανεμογεννητριών καθώς και το τελικό ποσοστό ενέργειας που έχει προκύψει από την αναγωγή των ποσοστών του lingo στη συνολική ανανεώσιμη ενέργεια του νησιού.

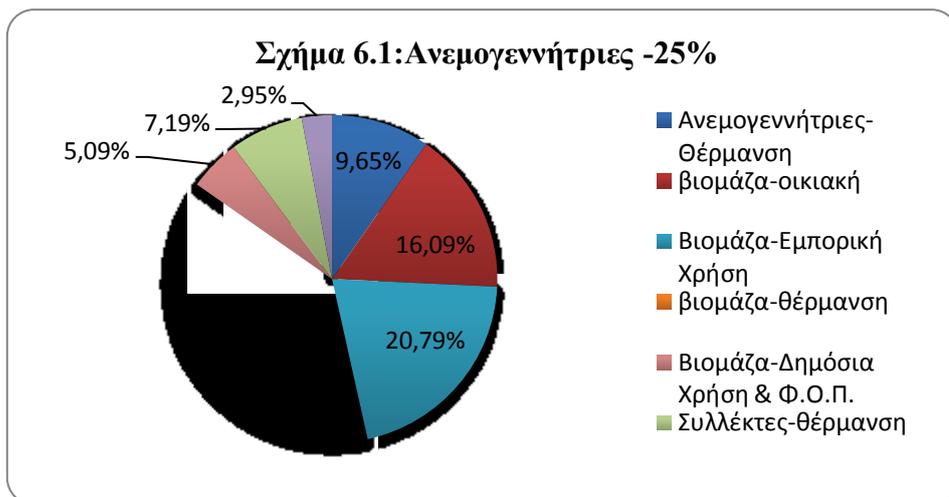
Για το ποσοστό χρησιμοποίησης των ανεμογεννητριών στο 25% , το ανώτερο όριο των ενεργειακών αναγκών θα ανέρχεται σε ποσοστό 14,70 %. (Πίνακας 5.1)

Έτσι παρατηρείται αλλαγή στους περιορισμούς 3 ($x_c+x_g+x_m+x_p+x_s \leq 0.5881$) και 14 ($2x_c+2x_g+2x_m+2x_p+2x_s \leq 0.5881$). Με νέα εφαρμογή του lingo εξάγουμε τα νέα ποσοστά ανά πηγή ενέργειας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1: Συμμετοχή Ανεμογεννητριών στο 25%.

25%Α/Γ	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	Βιομάζα-οικιακή	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	Βιομάζα-θέρμανση	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	Συλλέκτες-θέρμανση	Βιομάζα-γεωργική
[MWh]	1848,029759	3080,122182	3979,43379	7319,728412	973,9080042	1376,583181	564,2113667
ποσοστό	0,096543107	0,16090897	0,20789	0,382390661	0,050878025	0,071914219	0,029475022

Η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων από την συμμετοχή των ανεμογεννητριών στο 25% φαίνεται στο σχήμα 6.1

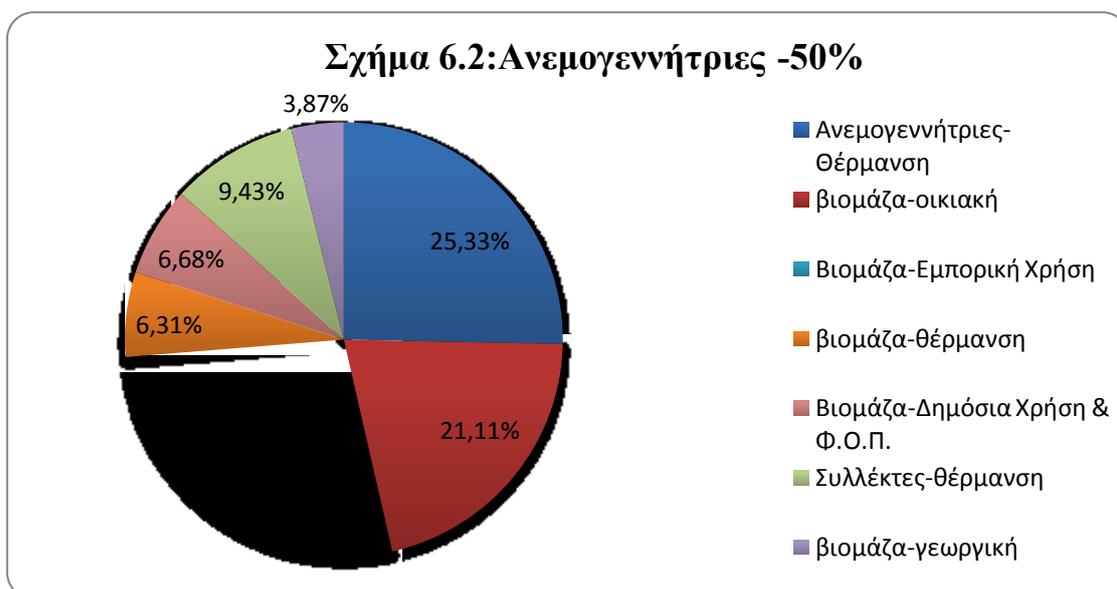


Ανάλογα, για χρησιμοποίηση της ενεργειακής δυνατότητας των ανεμογεννητριών στο 50% παρατηρείται αλλαγή στο αρχικό μοντέλο καθώς αλλάζουν ξανά οι ίδιοι περιορισμοί 3 και 15 με ανώτερο όριο όμως κάλυψης των ενεργειακών αναγκών του νησιού σε ποσοστό 29,405 %. (πίνακας 6.2)

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2: Συμμετοχή Ανεμογεννητριών στο 50%.

50%Α/Γ	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	Βιομάζα-οικιακή	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	Βιομάζα-θέρμανση	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	Συλλέκτες-θέρμανση	Βιομάζα-γεωργική
[MWh]	3696,092915	3080,122182	3979,43379	919,9823299	973,9080042	1376,583181	564,2113667
ποσοστό	0,253324768	0,21110704	0,27274453	0,063054235	0,066750221	0,094348985	0,038670217

Η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων από την συμμετοχή των ανεμογεννητριών στο 50% φαίνεται στο σχήμα 6.2

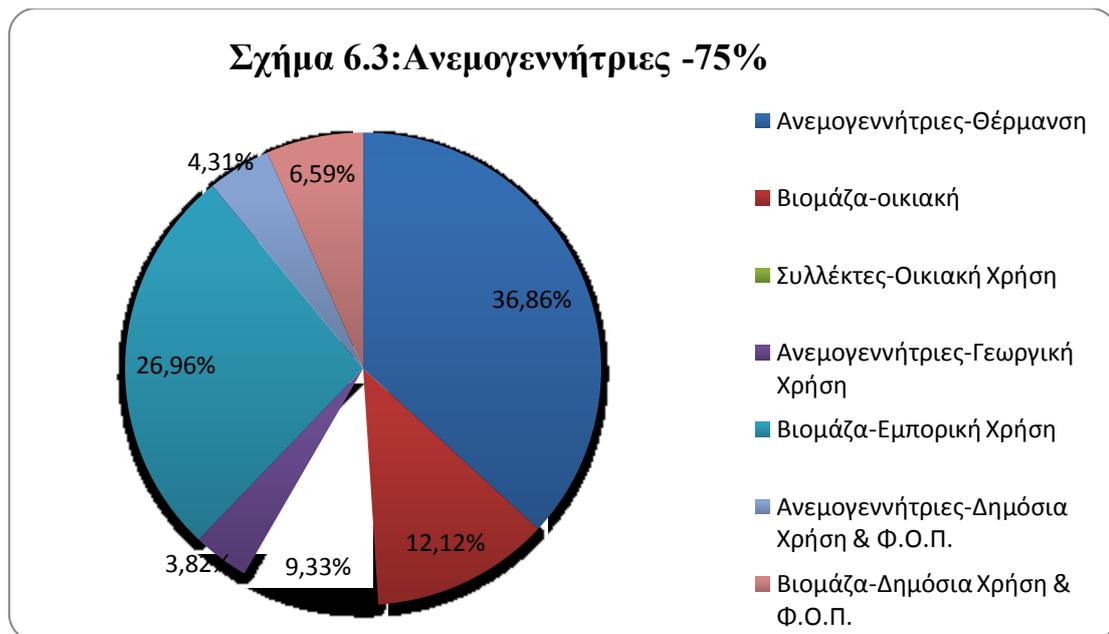


Για ποσοστό χρήσης 75% των ανεμογεννητριών, ενώ αλλάζουν πάλι οι ίδιοι περιορισμοί οι ανάγκες καλύπτονται στο 75% του συνολικού δηλαδή 44,1075%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3: Συμμετοχή Ανεμογεννητριών στο 75%.

75%Α/Γ	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	Βιομάζα-οικιακή	Συλλέκτες-Οικιακή Χρήση	Ανεμογεννήτριες-Γεωργική Χρήση	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	Ανεμογεννήτριες-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.
[MWh]	5439,909552	1788,896609	1376,58327	564,21137	3979,43379	635,869	973,2344286
ποσοστό	0,368604057	0,121214249	0,09327622	0,0382305	0,26964335	0,04308599	0,065945611

Η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων από την συμμετοχή των ανεμογεννητριών στο 75% φαίνεται στο σχήμα 6.3



Τέλος στο 100% της συμμετοχής του συστήματος των ανεμογεννητριών αντιστοιχεί το σύνολο της ανανεώσιμης ενέργειας που μπορεί να καλυφθεί από τη βέλτιστη λύση του μοντέλου από τη συνολική ενέργεια που καταναλώνεται στη Κάρπαθο.

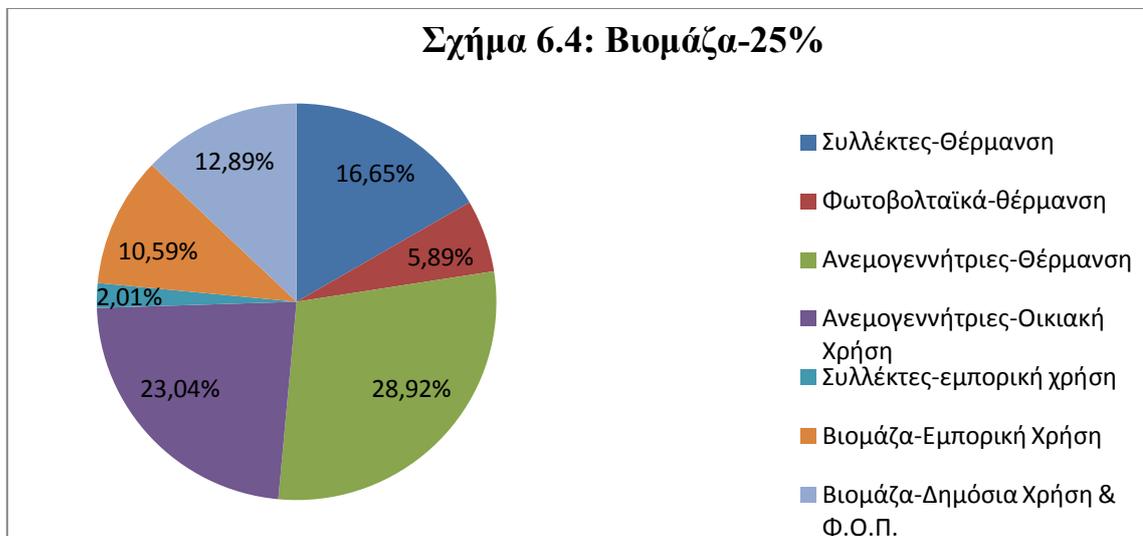
6.2 Η μεταβολή των δυνατοτήτων του συστήματος Βιομάζας

Για χρησιμοποίηση της Βιομάζας σε ποσοστό 25% παρατηρείται αλλαγή στο αρχικό μοντέλο καθώς αλλάζουν οι περιορισμοί $4(xd+xh+xk+xn+xq+xt \leq 0.5881)$ και $12(xt+xs+xr \leq 0.0416)$ με ανώτερο όριο κάλυψης των ενεργειακών αναγκών να φτάνει σε ποσοστό 14,70%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4: Συμμετοχή Βιομάζας στο 25%.

25%B	Συλλέκτες-Θέρμανση	Φωτοβολταϊκά-Θέρμανση	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	Συλλέκτες-εμπορική χρήση	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.
[MWh]	2360,401	835,4	4100,60335	3266,8506	285,4246	1501,407906	1828,22062
ποσοστό	0,166479736	0,058920993	0,28921669	0,2304119	0,02013108	0,105894716	0,12894491

Η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων από την συμμετοχή της βιομάζας στο 25% φαίνεται στο σχήμα 6.4.

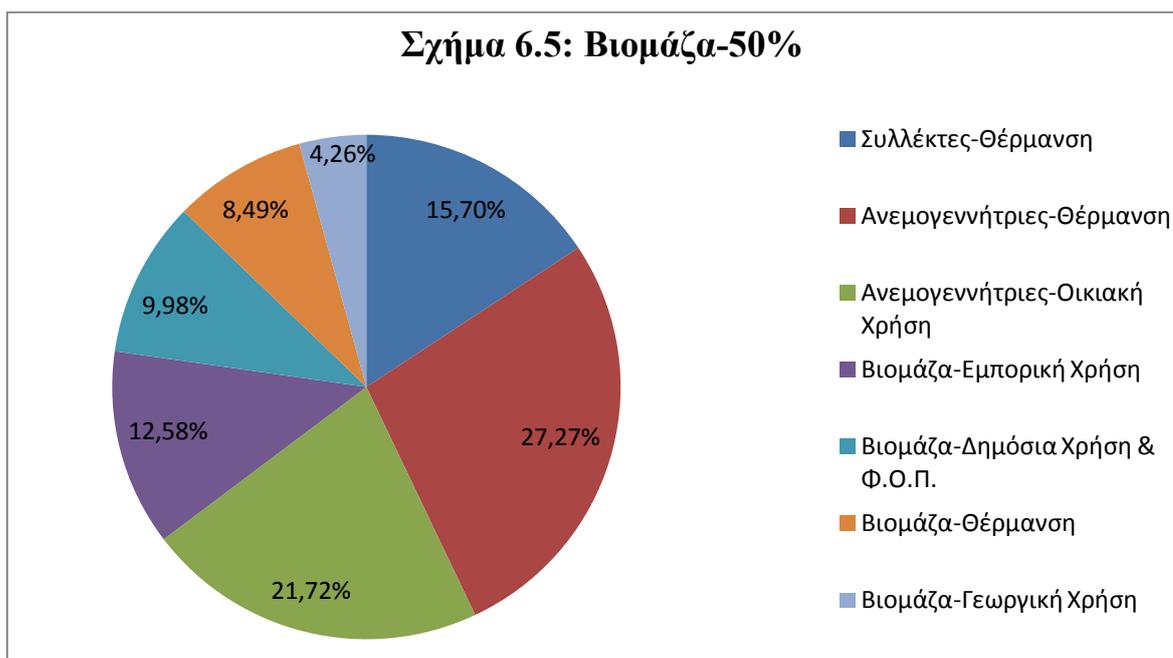


Ανάλογα για χρησιμοποίηση της Βιομάζας στο 50% παρατηρείται αλλαγή στο αρχικό μοντέλο καθώς αλλάζουν οι ίδιοι περιορισμοί με ανώτερο όριο κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε ποσοστό 29,40%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.5: Συμμετοχή Βιομάζας στο 50%.

50%B	Συλλέκτες-Θέρμανση	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	Βιομάζα-Θέρμανση	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση
[MWh]	2225,323843	3865,940744	3079,90068	1783,9729	1415,4878	1203,4502	604,2322
ποσοστό	0,156952705	0,272665868	0,21722624	0,1258241	0,09983474	0,084879675	0,04261666

Η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων από την συμμετοχή της βιομάζας στο 50% φαίνεται στο σχήμα 6.5.

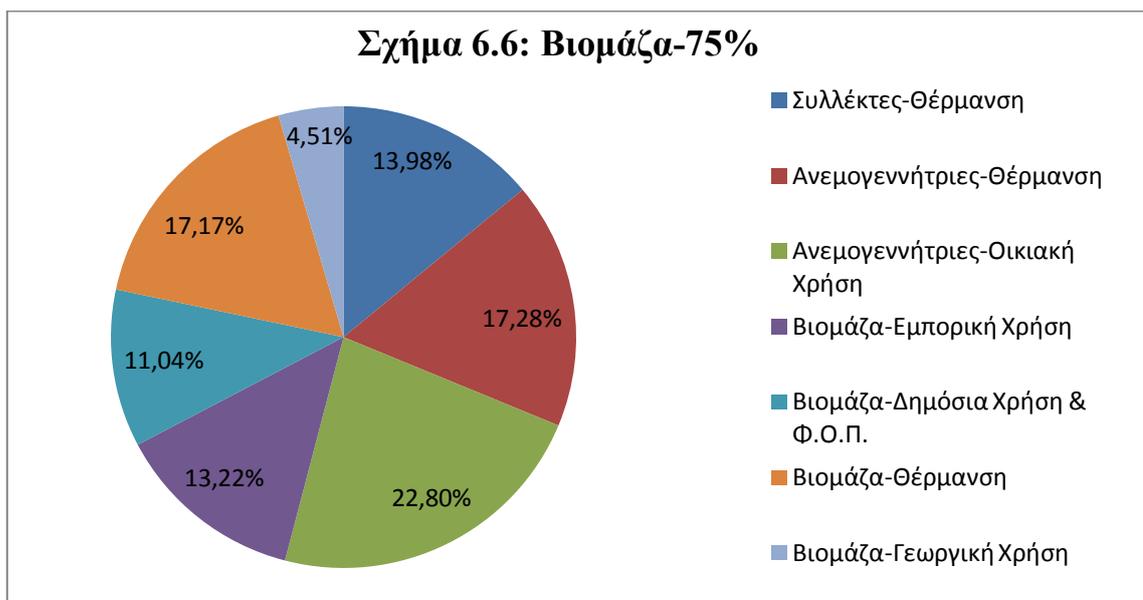


Για ποσοστό χρήσης κατά 75% του συστήματος, αλλάζουν πάλι οι ίδιοι περιορισμοί δηλαδή το ποσοστό ανέρχεται σε 44,10%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.6: Συμμετοχή Βιομάζας στο 75%

75%B	Συλλέκτες-Θέρμανση	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	Βιομάζα-Θέρμανση	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση
[MWh]	2075,0342	2565,103	3385,23	1963,42	1638,5402	2549,409	670,142
ποσοστό	0,139762322	0,172770527	0,22800955	0,1322446	0,11036261	0,171713469	0,0451369

Η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων από την συμμετοχή της βιομάζας στο 75% φαίνεται στο σχήμα 6.6.



Ενώ προφανώς το 100% της συμμετοχής του συστήματος των Βιομαζών αντιστοιχεί στο σύνολο της ανανεώσιμης ενέργειας που μπορεί να καλυφθεί από τη Βέλτιστη λύση του μοντέλου.

6.3 Η μεταβολή των δυνατοτήτων των Ηλιακών Συλλεκτών

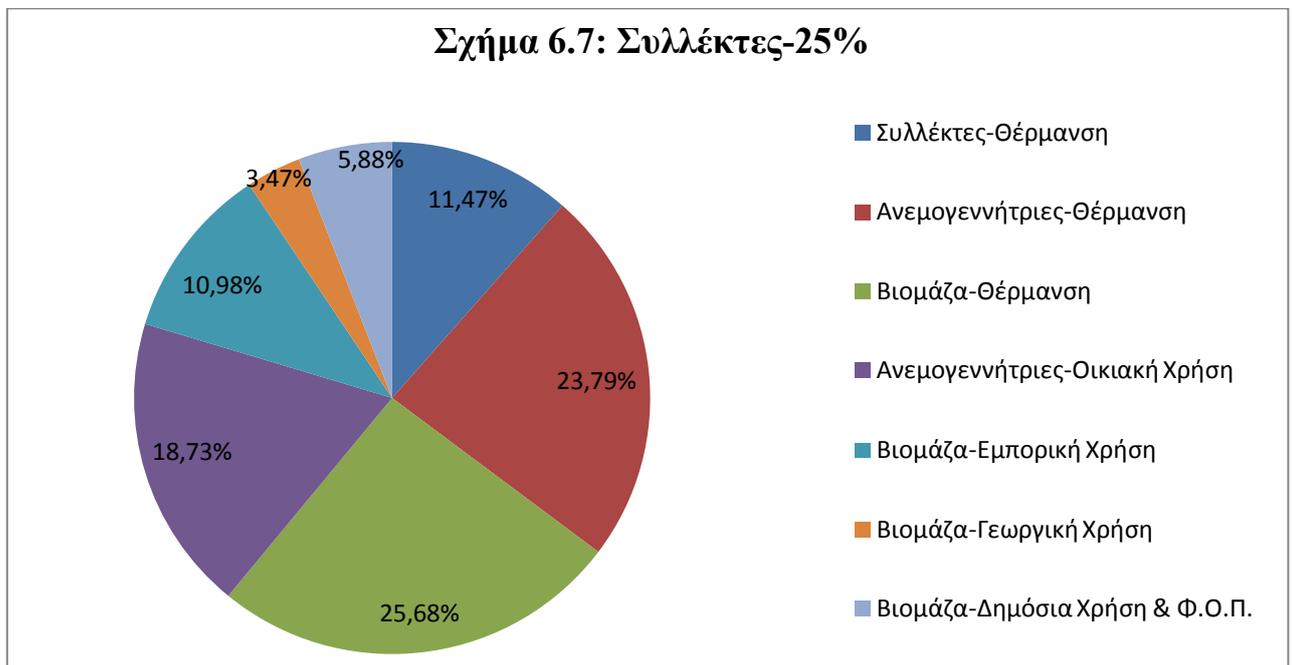
Για χρησιμοποίηση της ενεργειακής δυνατότητας των Ηλιακών Συλλεκτών στο 25% παρατηρείται αλλαγή στο αρχικό μοντέλο καθώς αλλάζουν οι περιορισμοί

$1(x_a+x_e \leq 0.5881)$ και $11(x_t+x_s+x_r \leq 0.0416)$ με ανώτερο όριο κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε ποσοστό 12,03 %.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.7: Συμμετοχή Ηλιακών Συλλεκτών στο 25%

25%Σ	Συλλέκτες-Θέρμανση	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	Βιομάζα-Θέρμανση	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.
[MWh]	1863,82	3865,623774	4172,498165	3042,7603	1783,939514	563,4730539	955,4737255
ποσοστό	0,114713639	0,237919847	0,256807228	0,187274579	0,109797187	0,034680411	0,05880711

Η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων από την συμμετοχή των συλλεκτών στο 25% φαίνεται στο σχήμα 6.7.

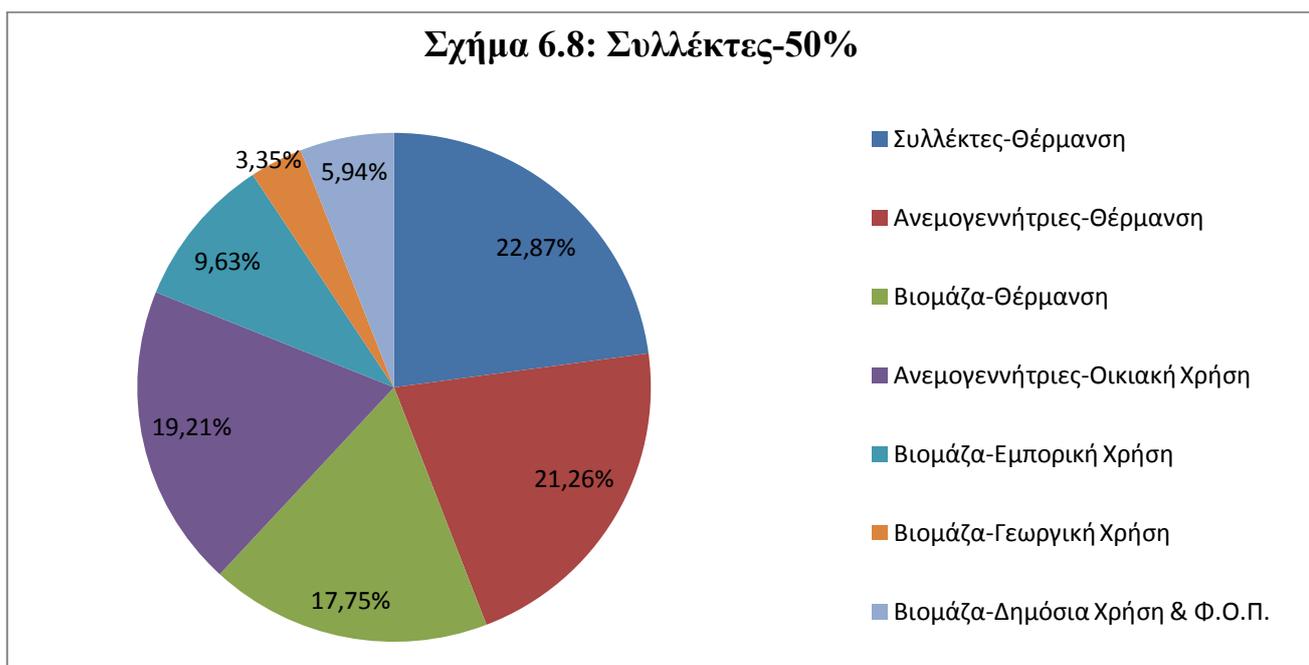


Ανάλογα για συμμετοχή των Ηλιακών Συλλεκτών στο 50% παρατηρείται αλλαγή στο αρχικό μοντέλο καθώς αλλάζουν οι ίδιοι περιορισμοί με ανώτερο όριο κάλυψης των ενεργειακών αναγκών να φτάνει το 21,43%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.8: Συμμετοχή Ηλιακών Συλλεκτών στο 50%

50%Σ	Συλλέκτες-Θέρμανση	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	Βιομάζα-Θέρμανση	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.
[MWh]	3727,64	3465,6237	2892,746925	3130,48	1569,19	546,23	967,46
ποσοστό	0,228698401	0,212623161	0,177475989	0,192061404	0,096273042	0,033512337	0,059355666

Η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων από την συμμετοχή των συλλεκτών στο 50% φαίνεται στο σχήμα 6.8.

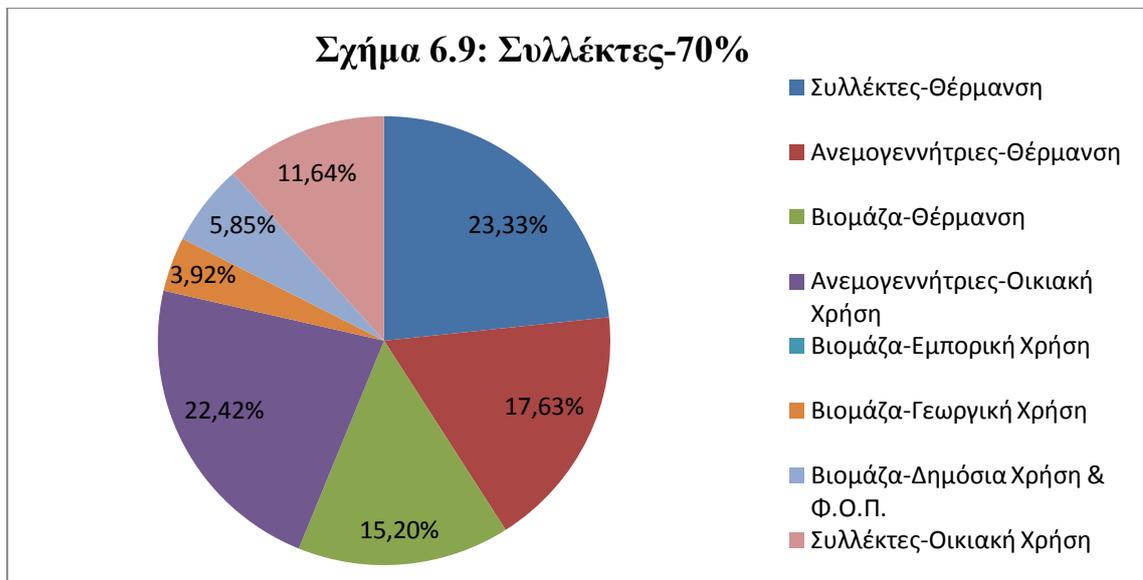


Ενώ για ποσοστό χρήσης κατά 75% του συστήματος, αλλάζουν πάλι οι ίδιοι περιορισμοί δηλαδή στο 47,02%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.9: Συμμετοχή Ηλιακών Συλλεκτών στο 75%

75%Σ	Συλλέκτες-Θέρμανση	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	Βιομάζα-Θέρμανση	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	Συλλέκτες-Οικιακή Χρήση
[MWh]	3802,52	2873,44	2476,23	3654,04	639,28	953,24	1897,56
ποσοστό	0,233336258	0,176324579	0,15195035	0,224225	0,039228512	0,05849422	0,116441084

Η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων από την συμμετοχή των συλλεκτών στο 75% φαίνεται στο σχήμα 6.9



Τέλος, στο 100% της συμμετοχής του συστήματος των Ηλιακών Συλλεκτών αντιστοιχεί το σύνολο της ανανεώσιμης ενέργειας που μπορεί να καλυφθεί από τη Βέλτιστη λύση του μοντέλου.

6.4 Διαφοροποιήσεις κατά την αλλαγή των απαιτήσεων στις τελικές χρήσεις

Στην προηγούμενη παράγραφο μελετήθηκε τι συμβαίνει εάν μεταβληθούν τα ποσοστά συμμετοχής για κάθε σύστημα ΑΠΕ. Στην παρούσα παράγραφο θα εξετάσουμε τι θα συμβεί εάν μεταβληθεί αυτή τη φορά η ζήτηση σε κάθε τελική χρήση ανά ζευγάρια των δύο, των τριών, των τεσσάρων και των πέντε μαζί.

Για να υπάρχει ισορροπία μεταξύ των συμβατικών καυσίμων που καταναλώνονται στη Κάρπαθο και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όταν μεταβάλλονται δύο τελικές χρήσεις θεωρήθηκε πως υπάρχει αύξηση 67% στην κάθε μία, όταν μεταβάλλονται τρεις τελικές χρήσεις θεωρήθηκε 50% στην κάθε μία πλην της περίπτωσης που αυξάνεται η ζήτηση της θέρμανσης, της οικιακής και της εμπορικής χρήσης όπου το ποσοστό αυτό θεωρήθηκε στο 33%, ενώ τέλος στις περιπτώσεις που μεταβάλλονται τέσσερις ή ακόμη και πέντε τελικές χρήσεις το ποσοστό αύξησης θεωρήθηκε 25%.

Τελική Χρήση	Σενάριο 1 ^ο : Αύξηση της Ενεργειακής Απαιτήσης Θέρμανσης & Οικιακής Χρήσης		
Θέρμανση	0,319275		
Οικιακή Χρήση	0,2249323		
Εμπορική Χρήση	0,046735812		
Γεωργική Χρήση	0,0241498673		
Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	0,004275673		
Σενάριο 1 ^ο	Σύστημα Α.Π.Ε.	Βέλτιστη λύση	Νέα Βέλτιστη λύση
xa	Συλλέκτες-Θέρμανση	0	0
xb	Φωτοβολταϊκά-Θέρμανση	0	0
xc	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	0,1935	0,24862
xd	Βιομάζα-Θέρμανση	0,01458	0,057813
xe	Συλλέκτες-Οικιακή Χρήση	0,058810	0,059843
xf	Φωτοβολταϊκά-Οικιακή Χρήση	0	0
xg	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	0	0
xh	Βιομάζα-Οικιακή Χρήση	0,134690	0,15867
xi	Φωτοβολταϊκά-Εμπορική Χρήση	0	0
xm	Ανεμογεννήτριες-Εμπορική Χρήση	0	0,00692
xn	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	0,076250	0

xo	Φωτοβολταϊκά-Γεωργική Χρήση	0	0
xp	Ανεμογεννήτριες-Γεωργική Χρήση	0,0241	0,0289
xq	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση	0	0
xr	Φωτοβολταϊκά-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0	0
xs	Ανεμογεννήτριες-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0,041600	0
xt	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	0	0,003876

Τελική Χρήση		Σενάριο 2^ο : Αύξηση της Ενεργειακής Απαίτησης Θέρμανσης & Εμπορική Χρήσης	
Θέρμανση		0,319275	
Οικιακή Χρήση		0,134690	
Εμπορική Χρήση		0,1276715	
Γεωργική Χρήση		0,0241498673	
Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.		0,004275673	
Σενάριο 2^ο	Σύστημα Α.Π.Ε.	Βέλτιστη λύση	Νέα Βέλτιστη λύση
xa	Συλλέκτες-Θέρμανση	0	0,007835
xb	Φωτοβολταϊκά-Θέρμανση	0	0
xc	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	0,1935	0,28576
xd	Βιομάζα-Θέρμανση	0,01458	0,08653
xe	Συλλέκτες-Οικιακή Χρήση	0,058810	0,07438
xf	Φωτοβολταϊκά-Οικιακή Χρήση	0	0
xg	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	0	0
xh	Βιομάζα-Οικιακή Χρήση	0,134690	0,17560
xi	Φωτοβολταϊκά-Εμπορική Χρήση	0	0
xm	Ανεμογεννήτριες-Εμπορική Χρήση	0	0,07921
xn	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	0,076250	0,105753
xo	Φωτοβολταϊκά-Γεωργική Χρήση	0	0
xp	Ανεμογεννήτριες-Γεωργική Χρήση	0,0241	0,0289
xq	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση	0	0
xr	Φωτοβολταϊκά-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0	0
xs	Ανεμογεννήτριες-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0,041600	0
xt	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	0	0,00684

Τελική Χρήση		Σενάριο 3^ο : Αύξηση της Ενεργειακής Απαίτησης Θέρμανσης & Γεωργικής Χρήσης	
Θέρμανση		0,319275	
Οικιακή Χρήση		0,134690	
Εμπορική Χρήση		0,046735812	
Γεωργική Χρήση		0,0403302783	
Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.		0,004275673	
Σενάριο 3^ο	Σύστημα Α.Π.Ε.	Βέλτιστη λύση	Νέα Βέλτιστη λύση
xa	Συλλέκτες-Θέρμανση	0	0
xb	Φωτοβολταϊκά-Θέρμανση	0	0

xc	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	0,1935	0,21563
xd	Βιομάζα-Θέρμανση	0,01458	0,036457
xe	Συλλέκτες-Οικιακή Χρήση	0,058810	0,059843
xf	Φωτοβολταϊκά-Οικιακή Χρήση	0	0
xg	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	0	0
xh	Βιομάζα-Οικιακή Χρήση	0,134690	0,15867
xi	Φωτοβολταϊκά-Εμπορική Χρήση	0	0
xm	Ανεμογεννήτριες-Εμπορική Χρήση	0	0,00692
xn	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	0,076250	0
xo	Φωτοβολταϊκά-Γεωργική Χρήση	0	0
xp	Ανεμογεννήτριες-Γεωργική Χρήση	0,0241	0,0386
xq	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση	0	0,00346
xr	Φωτοβολταϊκά-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0	0
xs	Ανεμογεννήτριες-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0,041600	0
xt	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	0	0,003876

Τελική Χρήση	Σενάριο 4^ο : Αύξηση της Ενεργειακής Απαιτήσης Θέρμανσης & Δημόσιας Χρήσης & Φ.Ο.Π.		
Θέρμανση	0,319275		
Οικιακή Χρήση	0,134690		
Εμπορική Χρήση	0,046735812		
Γεωργική Χρήση	0,0241498673		
Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	0,00714019739		
Σενάριο 3^ο	Σύστημα Α.Π.Ε.	Βέλτιστη λύση	Νέα Βέλτιστη λύση
xa	Συλλέκτες-Θέρμανση	0	0
xb	Φωτοβολταϊκά-Θέρμανση	0	0
xc	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	0,1935	0,19788
xd	Βιομάζα-Θέρμανση	0,01458	0,03764
xe	Συλλέκτες-Οικιακή Χρήση	0,058810	0,05856
xf	Φωτοβολταϊκά-Οικιακή Χρήση	0	0
xg	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	0	0
xh	Βιομάζα-Οικιακή Χρήση	0,134690	0,14685
xi	Φωτοβολταϊκά-Εμπορική Χρήση	0	0
xm	Ανεμογεννήτριες-Εμπορική Χρήση	0	0,00357
xn	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	0,076250	0
xo	Φωτοβολταϊκά-Γεωργική Χρήση	0	0
xp	Ανεμογεννήτριες-Γεωργική Χρήση	0,0241	0,0386
xq	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση	0	0,00346
xr	Φωτοβολταϊκά-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0	0
xs	Ανεμογεννήτριες-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0,041600	0,06487
xt	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	0	0,005747

Τελική Χρήση		Σενάριο 5^ο: Αύξηση της Ενεργειακής Απαιτήσης Οικιακής & Εμπορικής Χρήσης	
Θέρμανση		0,193500	
Οικιακή Χρήση		0,1276715	
Εμπορική Χρήση		0,2249323	
Γεωργική Χρήση		0,0241498673	
Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.		0,004275673	
Σενάριο 5 ^ο	Σύστημα Α.Π.Ε.	Βέλτιστη λύση	Νέα Βέλτιστη λύση
xa	Συλλέκτες-Θέρμανση	0	0
xb	Φωτοβολταϊκά-Θέρμανση	0	0
xc	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	0,1935	0,2568
xd	Βιομάζα-Θέρμανση	0,01458	0,03764
xe	Συλλέκτες-Οικιακή Χρήση	0,058810	0,0649
xf	ΦωτοΒολταϊκά-Οικιακή Χρήση	0	0
xg	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	0	0,00694
xh	Βιομάζα-Οικιακή Χρήση	0,134690	0,14685
xi	Φωτοβολταϊκά-Εμπορική Χρήση	0	0
xm	Ανεμογεννήτριες-Εμπορική Χρήση	0	0,00564
xn	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	0,076250	0,09835
xo	Φωτοβολταϊκά-Γεωργική Χρήση	0	0
xp	Ανεμογεννήτριες-Γεωργική Χρήση	0,0241	0,0257
xq	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση	0	0
xr	Φωτοβολταϊκά-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0	0
xs	Ανεμογεννήτριες-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0,041600	0,05745
xt	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	0	0

Τελική Χρήση		Σενάριο 6^ο: Αύξηση της Ενεργειακής Απαιτήσης Οικιακής & Γεωργικής Χρήσης	
Θέρμανση		0,193500	
Οικιακή Χρήση		0,1276715	
Εμπορική Χρήση		0,2249323	
Γεωργική Χρήση		0,04032883	
Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.		0,004275673	
Σενάριο 6 ^ο	Σύστημα Α.Π.Ε.	Βέλτιστη λύση	Νέα Βέλτιστη λύση
xa	Συλλέκτες-Θέρμανση	0	0,05486
xb	Φωτοβολταϊκά-Θέρμανση	0	0
xc	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	0,1935	0,2386

xd	Βιομάζα-Θέρμανση	0,01458	0,02585
xe	Συλλέκτες-Οικιακή Χρήση	0.058810	0,06847
xf	Φωτοβολταϊκά-Οικιακή Χρήση	0	0
xg	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	0	0,00785
xh	Βιομάζα-Οικιακή Χρήση	0,134690	0,14868
xl	Φωτοβολταϊκά-Εμπορική Χρήση	0	0
xm	Ανεμογεννήτριες-Εμπορική Χρήση	0	0,00564
xn	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	0,076250	0,09835
xo	Φωτοβολταϊκά-Γεωργική Χρήση	0	0
xp	Ανεμογεννήτριες-Γεωργική Χρήση	0,0241	0,0257
xq	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση	0	0
xr	Φωτοβολταϊκά-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0	0
xs	Ανεμογεννήτριες-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0,041600	0,04895
xt	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	0	0

Τελική Χρήση	Σενάριο 7 ^ο : Αύξηση της Ενεργειακής Απαιτήσης Εμπορικής & Γεωργικής Χρήσης		
Θέρμανση	0,193500		
Οικιακή Χρήση	0,1276715		
Εμπορική Χρήση	0,2249323		
Γεωργική Χρήση	0,04032883		
Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	0,004275673		
Σενάριο 7 ^ο	Σύστημα Α.Π.Ε.	Βέλτιστη λύση	Νέα Βέλτιστη λύση
xa	Συλλέκτες-Θέρμανση	0	0.00274
xb	Φωτοβολταϊκά-Θέρμανση	0	0
xc	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	0,1935	0,2757
xd	Βιομάζα-Θέρμανση	0,01458	0,03852
xe	Συλλέκτες-Οικιακή Χρήση	0,058810	0,07356
xf	Φωτοβολταϊκά-Οικιακή Χρήση	0	0
xg	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	0	0,00754
xh	Βιομάζα-Οικιακή Χρήση	0,134690	0,14768
xl	Φωτοβολταϊκά-Εμπορική Χρήση	0	0
xm	Ανεμογεννήτριες-Εμπορική Χρήση	0	0,00564
xn	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	0,076250	0,09835
xo	Φωτοβολταϊκά-Γεωργική Χρήση	0	0
xp	Ανεμογεννήτριες-Γεωργική Χρήση	0,0241	0,0257
xq	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση	0	0
xr	Φωτοβολταϊκά-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0	0
xs	Ανεμογεννήτριες-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0,041600	0,04986
xt	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	0	0

Τελική Χρήση		Σενάριο 8^ο: Αύξηση της Ενεργειακής Απαιτήσης Θέρμανσης, Οικιακής & Εμπορικής Χρήσης	
Θέρμανση		0,29025	
Οικιακή Χρήση		0,202035	
Εμπορική Χρήση		0,114675	
Γεωργική Χρήση		0,04032883	
Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.		0,004275673	
Σενάριο 8 ^ο	Σύστημα Α.Π.Ε.	Βέλτιστη λύση	Νέα Βέλτιστη λύση
xa	Συλλέκτες-Θέρμανση	0	0,04867
xb	ΦωτοΒολταϊκά-Θέρμανση	0	0
xc	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	0.1935	0,2875
xd	Βιομάζα-Θέρμανση	0,01458	0,02764
xe	Συλλέκτες-Οικιακή Χρήση	0.058810	0,05982
xf	ΦωτοΒολταϊκά-Οικιακή Χρήση	0	0
xg	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	0	0,008346
xh	Βιομάζα-Οικιακή Χρήση	0,134690	0,14865
xi	ΦωτοΒολταϊκά-Εμπορική Χρήση	0	0
xm	Ανεμογεννήτριες-Εμπορική Χρήση	0	0,00746
xn	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	0,076250	0,08765
xo	ΦωτοΒολταϊκά-Γεωργική Χρήση	0	0
xp	Ανεμογεννήτριες-Γεωργική Χρήση	0,0241	0,0267
xq	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση	0	0
xr	ΦωτοΒολταϊκά-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0	0
xs	Ανεμογεννήτριες-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0,041600	0,04895
xt	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	0	0

Τελική Χρήση		Σενάριο 9^ο: Αύξηση της Ενεργειακής Απαιτήσης Οικιακής, Εμπορικής & Γεωργικής Χρήσης	
Θέρμανση		0,193500	
Οικιακή Χρήση		0,202035	
Εμπορική Χρήση		0,114675	
Γεωργική Χρήση		0,036158	
Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.		0,004275673	
Σενάριο 9 ^ο	Σύστημα Α.Π.Ε.	Βέλτιστη λύση	Νέα Βέλτιστη λύση
xa	Συλλέκτες-Θέρμανση	0	0,04756
xb	ΦωτοΒολταϊκά-Θέρμανση	0	0
xc	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	0.1935	0,2677

xd	Βιομάζα-Θέρμανση	0,01458	0,05675
xe	Συλλέκτες-Οικιακή Χρήση	0.058810	0,03565
xf	ΦωτοΒολταϊκά-Οικιακή Χρήση	0	0
xg	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	0	0,007466
xh	Βιομάζα-Οικιακή Χρήση	0,134690	0,14687
xi	ΦωτοΒολταϊκά-Εμπορική Χρήση	0	0
xm	Ανεμογεννήτριες-Εμπορική Χρήση	0	0,004562
xn	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	0,076250	0,05786
xo	ΦωτοΒολταϊκά-Γεωργική Χρήση	0	0
xp	Ανεμογεννήτριες-Γεωργική Χρήση	0,0241	0,02856
xq	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση	0	0,00346
xr	ΦωτοΒολταϊκά-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0	0
xs	Ανεμογεννήτριες-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0,041600	0,0454
xt	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	0	0

Τελική Χρήση		Σενάριο 10^ο : Αύξηση της Ενεργειακής Απαιτήσης Θέρμανσης, Οικιακής & Γεωργικής Χρήσης	
Θέρμανση		0,29025	
Οικιακή Χρήση		0,202035	
Εμπορική Χρήση		0,114675	
Γεωργική Χρήση		0,036158	
Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.		0,004275673	
Σενάριο 10^ο	Σύστημα Α.Π.Ε.	Βέλτιστη λύση	Νέα Βέλτιστη λύση
xa	Συλλέκτες-Θέρμανση	0	0,0567
xb	ΦωτοΒολταϊκά-Θέρμανση	0	0
xc	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	0.1935	0,2475
xd	Βιομάζα-Θέρμανση	0,01458	0,0256
xe	Συλλέκτες-Οικιακή Χρήση	0.058810	0,04852
xf	ΦωτοΒολταϊκά-Οικιακή Χρήση	0	0
xg	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	0	0,003456
xh	Βιομάζα-Οικιακή Χρήση	0,134690	0,14456
xi	ΦωτοΒολταϊκά-Εμπορική Χρήση	0	0
xm	Ανεμογεννήτριες-Εμπορική Χρήση	0	0,00745
xn	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	0,076250	0,08647
xo	ΦωτοΒολταϊκά-Γεωργική Χρήση	0	0
xp	Ανεμογεννήτριες-Γεωργική Χρήση	0,0241	0,03672
xq	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση	0	0,00536
xr	ΦωτοΒολταϊκά-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0	0
xs	Ανεμογεννήτριες-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0,041600	0,0536
xt	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	0	0

Τελική Χρήση		Σενάριο 11°: Αύξηση της Ενεργειακής Απαίτησης Θέρμανσης, Οικιακής, Εμπορικής & Γεωργικής Χρήσης	
Θέρμανση		0,29025	
Οικιακή Χρήση		0,202035	
Εμπορική Χρήση		0,114675	
Γεωργική Χρήση		0,036158	
Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.		0,052324	
Σενάριο 11°	Σύστημα Α.Π.Ε.	Βέλτιστη λύση	Νέα Βέλτιστη λύση
xa	Συλλέκτες-Θέρμανση	0	0,07456
xb	ΦωτοΒολταϊκά-Θέρμανση	0	0
xc	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	0,1935	0,2634
xd	Βιομάζα-Θέρμανση	0,01458	0,0174
xe	Συλλέκτες-Οικιακή Χρήση	0,058810	0,0683
xf	ΦωτοΒολταϊκά-Οικιακή Χρήση	0	0
xg	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	0	0,00421
xh	Βιομάζα-Οικιακή Χρήση	0,134690	0,14789
xi	ΦωτοΒολταϊκά-Εμπορική Χρήση	0	0
xm	Ανεμογεννήτριες-Εμπορική Χρήση	0	0,00426
xn	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	0,076250	0,08647
xo	ΦωτοΒολταϊκά-Γεωργική Χρήση	0	0
xp	Ανεμογεννήτριες-Γεωργική Χρήση	0,0241	0,03672
xq	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση	0	0,00536
xr	ΦωτοΒολταϊκά-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0	0
xs	Ανεμογεννήτριες-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0,041600	0,04981
xt	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	0	0

Τελική Χρήση		Σενάριο 12°: Αύξηση της Ενεργειακής Απαίτησης Θέρμανσης, Οικιακής, Γεωργικής, Εμπορικής & Δημόσιας Χρήσης	
Θέρμανση		0,241875	
Οικιακή Χρήση		0,1683625	
Εμπορική Χρήση		0,0955625	
Γεωργική Χρήση		0,030125	
Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.		0,052324	
Σενάριο 12°	Σύστημα Α.Π.Ε.	Βέλτιστη λύση	Νέα Βέλτιστη λύση

xa	Συλλέκτες-Θέρμανση	0	0,0355
xb	ΦωτοΒολταϊκά-Θέρμανση	0	0
xc	Ανεμογεννήτριες-Θέρμανση	0,1935	0,2657
xd	Βιομάζα-Θέρμανση	0,01458	0,0168
xe	Συλλέκτες-Οικιακή Χρήση	0,058810	0,0652
xf	ΦωτοΒολταϊκά-Οικιακή Χρήση	0	0
xg	Ανεμογεννήτριες-Οικιακή Χρήση	0	0,00322
xh	Βιομάζα-Οικιακή Χρήση	0,134690	0,14756
xi	ΦωτοΒολταϊκά-Εμπορική Χρήση	0	0
xm	Ανεμογεννήτριες-Εμπορική Χρήση	0	0,00456
xn	Βιομάζα-Εμπορική Χρήση	0,076250	0,08975
xo	ΦωτοΒολταϊκά-Γεωργική Χρήση	0	0
xp	Ανεμογεννήτριες-Γεωργική Χρήση	0,0241	0,0365
xq	Βιομάζα-Γεωργική Χρήση	0	0,00426
xr	ΦωτοΒολταϊκά-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0	0
xs	Ανεμογεννήτριες-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π	0,041600	0,05343
xt	Βιομάζα-Δημόσια Χρήση & Φ.Ο.Π.	0	0,00654

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κύριος στόχος του μοντέλου που αναπτύχθηκε και παρουσιάστηκε παραπάνω είναι η μεγιστοποίηση της αναλογίας αποδοτικότητα / δαπάνες των ενεργειακών συστημάτων ανανεώσιμων πηγών. Το μοντέλο βελτιοποιήθηκε με μια σειρά από περιορισμούς, όπως ο παράγοντας αξιοπιστίας των διαφόρων ενεργειακών συστημάτων, οι οποίοι τελικά το καθιστούν και λειτουργικό. Εκτός της βέλτιστης λύσης εξετάστηκαν με τη βοήθεια του προγράμματος lingo κι άλλα σενάρια όπου με παραλλαγές στους περιορισμούς(π.χ. μεταβολή στη ζήτηση ενέργεια ανά τομέα) παίρναμε κάθε φορά και διαφορετικές νέες «βέλτιστες» λύσεις ώστε το σύστημα μας να έχει την ικανότητα να ανταποκρίνεται σε όλα τα ενδεχόμενα.

Η ανάλυση στη μελέτη μας δείχνει ότι το βέλτιστο πρόγραμμα ανανεώσιμης ενέργειας αν χρησιμοποιηθεί θα διευκολύνει την αποτελεσματική χρησιμοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη Κάρπαθο.

Επίσης μπορεί να αποτελέσει οδηγό για φορείς όπως η ΔΕΗ και η τοπική αυτοδιοίκηση ώστε να εφαρμοστεί μια νέα ενεργειακή στρατηγική στο νησί.

Με την τεχνολογική πρόοδο και την περαιτέρω έρευνα των επόμενων χρόνων το μοντέλο μας θα γίνει ακόμα πιο εύχρηστο, πιο ολοκληρωμένο και πιο λειτουργικό καθώς οι δαπάνες για τις ανανεώσιμες πηγές θα μειωθούν και η αποδοτικότητα τους θα αυξηθεί.

Η ενεργειακή ανεξαρτησία με χρήση ανανεώσιμων πηγών στα νησιά κάποτε φάνταζε μακρινή και απρόσιτη τώρα όμως όπως αποδुकνίεται και από την παρούσα μελέτη είναι πιο κοντά από ποτέ!

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ρόκος Δ., “Από τη «βιώσιμη» ή «αιεφόρο» στην αξιοβιώτη ολοκληρωμένη ανάπτυξη” Εκδοτικός Οργανισμός Λιβάνη, Αθίνα 2003.
- [2] Κουσκουρίδης Δ., *Κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα*, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 2011
- [3] G. Makrigiannis, G. Theoharatos, A. Mavrakis, Development strategies and problems of renewable energy sources in Greece, International Workshop on Energy Performance and Environmental Quality of Buildings, July 2006
- [4] Παπανικολαου Κ., Κωτης Θ., Λιγνίτες στην Ελλάδα: Ιδιότητες, Χρησεις και Προοπτικές, Τεε, Αθήνα, 9-10 Ιουνίου, 2005
- [5] Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, Επικαιροποιημενη Έκθεση Μαΐου, 2010
- [6] Μπεργελές Γ., Ανεμοκινητήρες, Εκδόσεις Συμεών, Αθίνα, 2005
- [7] Δαγκαλίδης Α., Κλαδικη Μελετη, Μοναδα Οικονομικης Αναλυσης και Αγορων, Ιούνιος 2010
- [8] Ζαχαρίας Θ., Ήπιες μορφές ενέργειας Ι, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, 2008
- [9] <http://www.allaboutenergy.gr/>
- [10] <http://www.desmie.gr>
- [11] <http://www.global-energy.eu>

- [12] Εταιρεία Μελέτης Και Προστασίας Της Μεσογειακής Φωκίας, Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Καρπάθου – Σαρίας
- [13] www.statistics.gr
- [14] Μετεωρολογικός Σταθμός Καρπάθου
- [15] Φορέας Διαχείρισης Β. Καρπάθου και Σαρίας
- [16] www.dei.gr
- [17] Εθνικό Κέντρο Δημόσιας Διοίκησης και Αυτοδιοίκησης, Η συμβολή των ΑΠΕ στην τοπική ανάπτυξη, Υπουργείο Εσωτερικών και Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, Αθήνα, 2011
- [18] www.meteo.gr
- [19] www.greenpeace.org
- [20] ΚΑΠΕ, Altener, 1997, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και περιβάλλον, Αθήνα
- [21] Περιστερής Γ, 2001, Οι επενδύσεις ΑΠΕ ως μοχλός περιβαλλοντικής αναβάθμισης και τοπικής ανάπτυξης, Ελληνικός Σύνδεσμος Επενδυτών ΑΠΕ
- [22] EWEA, 2009, EWEA Press Release: Wind Energy Targets
- [23] www.helapco.gr
- [24] www.retscreen.net

[25] <http://www.cres.gr/kape>

[26] Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Φεβρουάριος 2006, 'Γνωμοδότηση για τη διαδικασία χορήγησης αδειών παραγωγής για σταθμούς ΑΠΕ μη ελεγχόμενης παραγωγής στα μη διασυνδεδεμένα νησιά'.

[27] Καλδέλλης Ι., Καββαδίας Κ., 2001. Εργαστηριακές Εφαρμογές Ηπίων Μορφών Ενέργειας. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλης.

[28] Βιωσιμη Αναπτυξη Νομου Κεφαλονιάς, Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, Σχολή

[29] Κορωναίος Χ., 2006. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Σημειώσεις Μαθήματος ΔΠΜΣ «Περιβάλλον και Ανάπτυξη», ΕΜΠ, Αθήνα.

[30] Αρκούδης Γ., 2007. Τεχνοοικονομική Αξιολόγηση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στην Ελλάδα. Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Οκτώβριος, Αθήνα.

[31] www.lindo.com