



**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ**

Επιβλέποντες Καθηγητές:
Καραπιδάκης Εμμανουήλ
Κατσιγιαννης Γιάννης

Επιμέλεια Πτυχιακής Εργασίας:
Γερούση Λουκία
Καπή Σοφία

Χανιά
Ιούνιος 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ ΚΑΙ Σ.Η.Θ.Υ.Α.

- 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**
- 1.2 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ**
- 1.3 ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**
- 1.4 ΟΡΓΑΝΑ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΣΤΟΥΣ ΤΟΜΕΙΣ ΑΠΕ ΚΑΙ Σ.Η.Θ.Υ.Α.**
- 1.5 ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΓΙΑ ΑΠΕ**
- 1.6 ΕΚΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΕ**
- 1.7 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- 2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**
- 2.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**
 - 2.2.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**
 - 2.2.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ**
 - 2.2.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ**
 - 2.2.4 ΦΟΡΤΙΟ**
- 2.3 ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΚΑΙ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**
 - 2.3.1 ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**
 - 2.3.2 ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**
- 2.4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΑ

- 3.1 ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ**
- 3.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**
- 3.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**
- 3.4 ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΑ**
- 3.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΩΝ**
- 3.6 ΣΤΟΧΟΣ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΩΝ

- 4.1 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ**
- 4.2 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ**
- 4.3 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ**
- 4.4 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ**
- 4.5 ΒΙΟΜΑΖΑ**
- 4.6 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ**
- 4.7 ΚΥΨΕΛΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ**
- 4.8 ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ**
 - 4.8.1 ΜΗΧΑΝΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ**
 - 4.8.2 ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ DIESEL**
- 4.9 ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ HOMER

- 5.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ HOMER**
- 5.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΤΟΥ HOMER**

5.3 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΦΟΡΤΙΩΝ

5.4 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ

5.5 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΦΑΡΜΟΓΗ HOMER

6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ

6.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ελλάδα ψήφισε ένα σχετικό με τις Α.Π.Ε σχέδιο νόμου το οποίο διαμόρφωσε τους όρους της ενεργειακής πραγματικότητας στην Ελλάδα, δίνοντας έμφαση στην ανάγκη εξεύρεσης άλλων πηγών ενέργειας από Α.Π.Ε και Σ.Η.Θ.Υ.Α. Αναφέρεται στην τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας και στους ρεαλιστικούς στόχους της χώρας πάνω σε αυτό το θέμα. Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με βάση την τιμή σε €/MWh της ηλεκτρικής ενέργειας που απορροφάται από το σύστημα ή το δίκτυο. Υπάρχουν δύο είδη συστημάτων, τα διασυνδεδεμένα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας τα απομονωμένα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας.

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται, πόσο οικονομικό είναι να εγκατασταθεί ένα μικροδίκτυο, στο νησί της Κρήτης, το οποίο βασίζεται κατά ένα μεγάλο μέρος σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έπειτα να αγοράζεται η ενέργεια από την ΔΕΗ 0,050 €/kWh και τελικά να πωλείται στους καταναλωτές. Η περισσευούμενη ενέργεια μπορεί να πουληθεί πίσω στο δίκτυο εφόσον μπορεί να υπάρχει διασύνδεση.

Επίσης, στην εργασία περιγράφεται και το λογισμικό Homer, το οποίο μοντελοποιεί την λειτουργία ενός συστήματος χρησιμοποιώντας όλους τους ενεργειακούς υπολογισμούς που έχουν γίνει για κάθε μια από τις 8760 ώρες ενός έτους. Για κάθε ώρα, το Homer συγκρίνει την ωριαία ζήτηση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας με την αντίστοιχη ωριαία παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

ABSTRACT

Greece voted a relative with the Natural Resources and Environment law, which shaped the terms of energy reality in Greece, giving accent in the need of discovery of other sources of energy from Natural Resources. It is mentioned in the cost of electric energy and in the realistic objectives of country on this subject. The cost of electric energy is related with the price of €/MWh of the electric energy that is absorbed by the system or the grid. There exist two types of systems, the interconnected systems of electric energy and the isolated systems of electric energy.

In the present project it is examined, how much economic is, to installed a microgrid, in the island of Crete, which is based at a big part on renewable sources of energy, then to be bought from the energy of National Electrical Company 0,050 €/kWh and finally it be sold to the consumers. The rest of energy can be sold back to the network provided that it can exist interconnection.

Also, in the project is described the software Homer, that simulated the operation of system using the all energy calculations that have become from the 8760 hours of one year. For each hour, Homer compares the demand per hour from electric and thermic energy with the corresponding horal production electric and thermic energy.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ Α.Π.Ε ΚΑΙ Σ.Η.Θ.Υ.Α.

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Ελλάδα ως ένα κράτος που λειτουργεί μέσα στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης κινείται στη λογική των οδηγιών των Ευρωπαϊκών οργάνων. Έτσι, έχοντας ως δρομοδείκτη την οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27^{ης} Σεπτεμβρίου 2001 για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Ψήφισε ένα σχετικό με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σχέδιο νόμου στις 6 Ιουνίου 2006. Αυτός ο νόμος διαμόρφωσε τους όρους της ενεργειακής πραγματικότητας στην Ελλάδα, υπογραμμίζοντας με τον πλέον εμφαντικό τρόπο την ανάγκη εξεύρεσης άλλων πηγών ενέργειας. Σ' αυτόν επίσης διαγράφονται η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας και οι ρεαλιστικοί στόχοι της χώρας πάνω σ' αυτό το θέμα.

Μεταφέρεται η Ευρωπαϊκή Οδηγία (της 27^{ης} Σεπτεμβρίου 2001) στο ελληνικό δίκαιο για παραγωγή Η.Ε. από ΑΠΕ και προωθείται η παραγωγή Η.Ε. από Σ.Η.Θ.Υ.Α. Η παραγωγή Η.Ε. από ΑΠΕ συνδέεται με την πολιτική βούληση του Υπουργού Ανάπτυξης, ο οποίος θα συνεργαστεί με τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας.

1.2 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Η άδεια παραγωγής χορηγείται από τον Υπουργό Ανάπτυξης μετά από γνώμη της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ) με βάση τα κριτήρια:

- εθνικής ασφάλειας,
- της προστασίας της δημόσιας υγείας και ασφάλειας
- της εν γένει ασφάλειας των εγκαταστάσεων και του σχετικού εξοπλισμού του συστήματος και του δικτύου
- της ενεργειακής αποδοτικότητας του έργου
- της ωριμότητας διαδικασίας υλοποίησης του έργου
- εξασφάλιση χρήσης εγκατάστασης του έργου

- ο αιτών πρέπει να έχει οικονομική / επιστημονική / τεχνική επάρκεια
- της διασφάλισης παροχής κοινής ωφέλειας
- της προστασίας του περιβάλλοντος

Κάθε φυσικό ή νομικό πρόσωπο μπορεί να εξασφαλίσει μια άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ ανά διάστημα μέχρι 25 ετών και να την ανανεώσει μέχρι ίσο χρόνο. Η Ρ.Α.Ε. ζητά από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών συνεργασίας για την αξιολόγηση των αιτήσεων για χορήγηση άδειας παραγωγής και για τον έλεγχο τήρησης των όρων. Ακόμα το Κ.Α.Π.Ε. μπορεί να παρέχει σ' αυτήν υπηρεσίες τεχνικού συμβούλου.

Για τη χορήγηση άδειας η αίτηση υποβάλλεται στη Ρ.Α.Ε. Κάθε 2 μήνες ο Υπουργός Ανάπτυξης ενημερώνεται από τη Ρ.Α.Ε. για την κατάσταση Ειδικού Μητρώου Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ. Ο Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. εγκρίνεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης και δημοσιεύεται στην εφημερίδα της Κυβερνήσεως. Ανά διετία η Ρ.Α.Ε. για την προώθηση της εγκατάστασης των υβριδικών σταθμών στα μη Διασυνδεδεμένα Νησιά και την υποστήριξη των ενδιαφερομένων μπορεί να εκπονεί και να θέτει στη διάθεσή τους μελέτη στην οποία περιλαμβάνονται οι αναγκαίες πληροφορίες και κάθε χρήσιμο στοιχείο για τις δυνατότητες ανάπτυξης υβριδικών σταθμών σε κάθε νησί, οι ενδεικνυόμενες τεχνολογίες, ο τύπος και το μέγεθος των μονάδων που συγκροτούν τον υβριδικό σταθμό με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ηλεκτρικού συστήματος καθώς και το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κάθε αυτόνομου ηλεκτρικού συστήματος των μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ επιτρέπεται να εγκαθίστανται: α) σε γήπεδο ή χώρο που ο αιτών έχει το δικαίωμα νόμιμης χρήσης, β) σε δάση ή δασικές εκτάσεις με την ανάλογη άδεια, γ) σε αιγιαλό, παραλία, θάλασσα ή σε πυθμένα της.

Η άδεια εγκατάστασης ή επέκτασης σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. εκδίδεται με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας στα όρια της οποίας εγκαθίσταται ο σταθμός.

Αν ο αρμόδιος Γενικός Γραμματέας δεν εκδώσει την άδεια εγκατάστασης εντός 15 ημερών από την υποβολή αίτησης του ενδιαφερομένου, τότε καθίσταται αρμόδιος ο Υπουργός Ανάπτυξης, προς τον οποίο ο ενδιαφερόμενος υποβάλλει την αίτηση με το συνοδευτικό φάκελο και την απόφαση ΕΠΟ ή επικυρωμένα αντίγραφα αυτών. Για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης παρέχεται στον Υπουργό Ανάπτυξης από Κ.Α.Π.Ε. γραμματειακή, τεχνική και επιστημονική υποστήριξη αντί αμοιβής, η οποία καθορίζεται με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας Οικονομικών και Ανάπτυξης. Περίληψη της άδειας εγκατάστασης δημοσιεύεται με ευθύνη του κατόχου της σε μια τουλάχιστον ημερήσια εφημερίδα που εκδίδεται στην Αθήνα και σε μια τοπική εφημερίδα της περιφέρειας, στα όρια της οποίας πρέπει να εγκατασταθεί ο σταθμός. Η άδεια εγκατάστασης ισχύει για 2 έτη και μπορεί να παρατείνεται κατά ανώτατο όριο για ίσο χρόνο μετά την αίτηση του κατόχου της, εφόσον τηρούνται κάποιες προϋποθέσεις. Οι όροι, οι προϋποθέσεις, η διαδικασία και κάθε αναγκαία λεπτομέρεια για την προτεραιότητα κατά την κατανομή του φορτίου στις εγκαταστάσεις παραγωγής ορίζονται στον Κώδικα Διαχείρισης του Συστήματος.

Ο Διαχειριστής του Δικτύου των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, κατά την κατανομή του φορτίου παρέχει προτεραιότητα στη μονάδα παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ Υβριδικού Σταθμού έναντι των άλλων μονάδων ΑΠΕ, εφόσον συμμετέχει στην παροχή εγγυημένης ισχύος του Υβριδικού Σταθμού κατά τα προβλεπόμενα στην οικεία άδεια παραγωγής ή εφόσον γίνεται αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας στη μονάδα παραγωγής του Υβριδικού Σταθμού.

Προβλέπεται η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που ισχύει για 10 χρόνια και μπορεί να παρατείνεται για 10 επιπλέον έτη μονομερώς με έγγραφη δήλωση του παραγωγού, εφόσον αυτή υποβάλλεται 3 τουλάχιστον μήνες πριν από τη λήξη της αρχικής σύμβασης. Η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Υβριδικούς Σταθμούς ισχύει για 20 έτη και μπορεί να παρατείνεται σύμφωνα με τους όρους της άδειας αυτής.

Μετά από έγγραφη συμφωνία των μερών, εφόσον ισχύει η σχετική άδεια παραγωγής με την απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης μετά από εισήγηση του αρμόδιου διαχειριστή και γνώμη της Ρ.Α.Ε. καθορίζονται ο τύπος, το περιεχόμενο και η διαδικασία κατάρτισης των συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας.

1.3 ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από παραγωγό ή αυτοπαραγωγό μέσω σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. ή μέσω υβριδικού σταθμού και απορροφάται από το σύστημα ή το Δίκτυο τιμολογείται σε μηνιαία βάση. Η τιμολόγηση γίνεται με βάση την τιμή σε ευρώ ανά μεγαβατώρα (MWh) της ηλεκτρικής ενέργειας που απορροφάται από το σύστημα ή το δίκτυο συμπεριλαμβανομένου και του Δικτύου Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

Πίνακας 1.1: Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας.

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€ / MWh)	
	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
α) Αιολική ενέργεια	73	84,6
β) Αιολική ενέργεια από αιολικά πάρκα στη θάλασσα	90	
γ) Υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ έως 15 MWe	73	84,6
δ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από φωτοβολταϊκές μονάδες με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των 100 kW _{peak} οι οποίες εγκαθίστανται σε ακίνητο ιδιοκτησίας ή νόμιμης κατοχής ή όμορα ακίνητα του ίδιου ιδιοκτήτη ή νόμιμου κατόχου	450	500
ε) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από φωτοβολταϊκές μονάδες, με εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη των 100 kW _{peak}	400	450
στ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από μονάδες άλλης τεχνολογίας, πλην αυτής των φωτοβολταϊκών με Εγκατεστημένη Ισχύ έως πέντε (5) MWe	250	270
ζ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από μονάδες άλλης τεχνολογίας, πλην αυτής των φωτοβολταϊκών με Εγκατεστημένη Ισχύ μεγαλύτερη των 5 MWe	230	250
η) Γεωθερμική ενέργεια, βιομάζα, αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέρια	73	84,6
θ) Λοιπές Α.Π.Ε.	73	84,6
ι) Σ.Η.Θ.Υ.Α.	73	84,6

Οι τιμές που περιλαμβάνονται στον πίνακα αναπροσαρμόζονται κάθε έτος με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, η οποία εκδίδεται μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε. Ως βάση για την αναπροσαρμογή αυτή λαμβάνεται η μεσοσταθμική μεταβολή των εγκεκριμένων τιμολογίων της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ). Ως μεσοσταθμική μεταβολή των τιμολογίων της ΔΕΗ, νοείται ο μέσος όρος των επιμέρους εγκεκριμένων μεταβολών ανά κατηγορία τιμολογίου όπως ο όρος αυτός σταθμίζεται, ανάλογα με την αντίστοιχη κατά το είδος της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται το προηγούμενο έτος.

Αν δεν απαιτείται έγκριση των τιμολογίων της ΔΕΗ σύμφωνα με τη σχετική κείμενη νομοθεσία, οι τιμές του πίνακα αναπροσαρμόζονται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης σε ποσοστό 80% του δείκτη των τιμών καταναλωτή όπως αυτός καθορίζεται από την Τράπεζα της Ελλάδος. Η αναπροσαρμογή αυτή γίνεται με ενιαίο τρόπο και ισχύει για όλες τις τιμές του πίνακα.

Για την προώθηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς καταρτίζεται από τη Ρ.Α.Ε. και εγκρίνεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών σταθμών. Το πρόγραμμα αυτό, του οποίου η πρώτη φάση υλοποίησής του αρχίζει από την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου (6/6/2006) και λήγει την 31/12/2020 αφορά την ανάπτυξη φωτοβολταϊκών σταθμών και εγκαθίστανται στην Ελληνική Επικράτεια συνολικής ισχύος τουλάχιστος 500 MW_{peak}, για σταθμούς που συνδέονται στο Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγουν οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί, οι οποίοι εντάσσονται στο πρόγραμμα και η οποία απορροφάται από το Σύστημα απευθείας ή μέσω Δικτύου ή από το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, γίνεται σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα. Με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης που εκδίδεται μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε. μπορεί να μεταβάλλονται οι τιμές αυτές μετά την έναρξη του προγράμματος με βάση τους στόχους αυτού.

Ως φορείς έκδοσης των εγγυήσεων προέλευσης ηλεκτρικής ενέργειας ορίζονται: α) ο Διαχειριστής του Συστήματος, β) ο Διαχειριστής μη

Διασυνδεδεμένων Νησιών, γ) το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. (Κ.Α.Π.Ε.). Ως φορέας ελέγχου του συστήματος εγγύησης ορίζεται η Ρ.Α.Ε.

Με τις εγγυήσεις προέλευσης πιστοποιείται η ενέργεια που παράγεται σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Στις εγγυήσεις προέλευσης αναγράφονται τουλάχιστον το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα για το οποίο αυτές εκδίδονται, η καθαρή ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται κατά το διάστημα αυτό, το είδος της πηγής από την οποία προέρχεται η ενέργεια, η θέση εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής της, η εγκατεστημένη ισχύς του οικείου σταθμού, ο παραγωγός και η ημερομηνία έκδοσής τους.

1.4 ΟΡΓΑΝΑ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΣΤΟΥΣ ΤΟΜΕΙΣ Α.Π.Ε ΚΑΙ Σ.Η.Θ.Υ.Α.

Στο Υπουργείο Ανάπτυξης συνίσταται Επιτροπή προώθησης Επενδυτικών Σχεδίων Μεγάλης Κλίμακας στους τομείς ΑΠΕ και Σ.Η.Θ.Υ.Α. Η επιτροπή αυτή η οποία συγκροτείται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, εντός 3 μηνών από την έναρξη ισχύος του νόμου 2006. Αποτελείται από: 1) Το Γενικό Γραμματέα του Υπουργείου Ανάπτυξης ως Πρόεδρο, 2) το Γενικό Γραμματέα Επενδύσεων και Ανάπτυξης του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών, 3) Το Γενικό Γραμματέα Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Πολεοδομίας του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, 4) Το Γενικό Γραμματέα του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 5) Το Γενικό Γραμματέα του Υπουργείου Πολιτισμού, 6) Τον Πρόεδρο της ΚΕΔΚΕ ή τον αναπληρωτή του που ορίζεται από αυτόν, 7) τον Πρόεδρο της Ρ.Α.Ε. ή τον αναπληρωτή του που ορίζεται από αυτόν, 8) τον Πρόεδρο του Κ.Α.Π.Ε. ή τον αναπληρωτή του που ορίζεται από αυτόν, 9) τον Προϊστάμενο της Διεύθυνσης Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας του Υπουργείου Ανάπτυξης, 10) τον Προϊστάμενο της Διεύθυνσης Ηλεκτροπαραγωγής του Υπουργείου Ανάπτυξης.

Η Επιτροπή έχει ως αποστολή την ταχεία προώθηση επενδύσεων σε έργα Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. Μεριμνά για την ταχεία υλοποίηση των επενδύσεων.

Διαμεσολαβεί για την άρση κάθε αμφισβήτησης και ανακλύπει κατά τη διαδικασία αδειοδότησης των έργων Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. Υποβάλλει στον Υπουργό Ανάπτυξης εισηγήσεις με προτάσεις για την προώθηση των επενδύσεων στους τομείς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.

1.5 ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΓΙΑ Α.Π.Ε ΚΑΙ Σ.Η.Θ.Υ.Α.

Στο Υπουργείο Ανάπτυξης συνίσταται επιτροπή Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. που συγκροτείται με απόφαση του υπουργού ανάπτυξης. Εξετάζει κάθε υπόθεση που αφορά επενδύσεις σε έργα Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. και μεριμνά για την επίλυση αναφυόμενων προβλημάτων. Υποβάλλει μέχρι 1^η Φεβρουαρίου κάθε έτος στον Υπουργό Ανάπτυξης και τη Ρ.Α.Ε. έκθεση, στην οποία περιγράφονται και τεκμηριώνονται τα σημαντικότερα προβλήματα που αφορούν επενδύσεις στους τομείς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. καθώς και προτάσεις για την επίλυσή τους. Η επιτροπή συνεδριάζει τακτικά μια φορά κάθε δύο μήνες και εκτάκτως όταν προκύπτουν ανάγκες κατά την κρίση του προέδρου της.

Η επιτροπή για την εκπλήρωση της αποστολής της, μπορεί να συνεργάζεται με αρμόδιες υπηρεσίες και φορείς του Δημοσίου και ευρύτερου Δημόσιου τομέα που οφείλουν να διευκολύνουν το έργο της και να παρέχουν σ' αυτήν έγκαιρα κάθε αναγκαίο στοιχείο και χρήσιμη πληροφορία.

Πριν από την 1^η Οκτωβρίου κάθε έτους ο Υπουργός Ανάπτυξης εγκρίνει Εθνική Έκθεση για την προώθηση των Α.Π.Ε. και μεριμνά για τη δημοσίευση αυτής με κάθε πρόσφορο τρόπο. Η έκθεση αυτή συντάσσεται από το Κ.Α.Π.Ε. και περιλαμβάνει α) αναλυτική επισκόπηση της εξέλιξης της διείσδυσης των Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, β) εντοπισμό και καταγραφή των αιτιών και των γεγονότων που εμποδίζουν την αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε., γ) συγκριτικά στοιχεία με άλλες χώρες της Ε.Ε.

Πριν από την 1^η Οκτωβρίου κάθε δεύτερου έτους ο Υπουργός Ανάπτυξης εγκρίνει αναλυτική έκθεση που αναφέρεται στην επίτευξη των εθνικών ενδεικτικών στόχων και μεριμνά για τη δημοσίευση αυτής με κάθε πρόσφορο τρόπο.

Η έκθεση αυτή συντάσσεται από τη Ρ.Α.Ε. και περιλαμβάνει: 1) αναφορά των κλιματικών παραγόντων που μπορεί να επηρεάζουν αρνητικά την υλοποίηση των στόχων, 2) αξιολόγηση των μέτρων που αναφέρονται στον περιορισμό εμποδίων για την επιτάχυνση διαδικασιών προώθησης των Α.Π.Ε., 3) προτάσεις ενεργειακής πολιτικής και μέτρων εφαρμογής για την υλοποίηση των ενδεικτικών εθνικών στόχων σύμφωνα με τις επιταγές του κοινοτικού δικαίου.

1.6 ΕΚΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΤΩΝ Α.Π.Ε

Πριν από την 1^η Οκτωβρίου κάθε πέμπτου έτους ο Υπουργός Ανάπτυξης εγκρίνει αναλυτική έκθεση για την επίτευξη των εθνικών ενδεικτικών στόχων και μεριμνά για τη δημοσίευση αυτής με κάθε πρόσφορο τρόπο. Η έκθεση αυτή συντάσσεται από τη Ρ.Α.Ε. και περιλαμβάνει α) καθορισμό των εθνικών ενδεικτικών στόχων σχετικά με τη συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στη μελλοντική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την επόμενη δεκαετία και β) περιγραφή των μέτρων που έχουν ληφθεί ή μελετώνται σε εθνικό επίπεδο για την επίτευξη των εθνικών ενδεικτικών στόχων.

Αν παραβιάζονται διατάξεις του παρόντος νόμου σύμφωνα με τις οποίες χορηγούνται οι προβλεπόμενες από τις διατάξεις του άδειες ή δεν τηρούνται οι όροι των αδειών αυτών, ο Υπουργός Ανάπτυξης μπορεί μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε. να ανακαλεί τις ανωτέρω άδειες. Οι άδειες μπορεί να ανακαλούνται παράλληλα με την επιβολή προστίμου.

1.7 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ Α.Π.Ε

Η συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας καθορίζεται σε ποσοστό 20,1% μέχρι το 2010 και σε ποσοστό 29% μέχρι το 2020. Η αυξανόμενη διείσδυση της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην αγορά θα επιτρέπει να επιτευχθούν οικονομίες κλίμακας, γεγονός που θα μειώσει το κόστος, περιφερειακές και τοπικές αναπτυξιακές ευκαιρίες, εξαγωγικές προοπτικές, κοινωνική συνοχή και ευκαιρίες απασχόλησης ιδίως όσον αφορά τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις καθώς και τους ανεξάρτητους παραγωγούς ενέργειας.

Τιμές αναφοράς για τους εθνικούς ενδεικτικούς στόχους των κρατών μελών όσον αφορά τη συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το 2010.

Πίνακας 1.2: Τιμές αναφοράς ηλεκτρικής ενέργειας ανά χώρα.

	ΗΕ-ΑΠΕ TWh 1997	ΗΕ-ΑΠΕ 1997 %	ΗΕ-ΑΠΕ 2010 %
Βέλγιο	0,86	1,1	6,0
Δανία	3,21	8,7	29,0
Γερμανία	24,91	4,5	12,5
Ελλάδα	3,94	8,6	20,1
Ισπανία	37,15	19,9	29,4
Γαλλία	66,00	15,0	21,0
Ιρλανδία	0,84	3,6	13,2
Ιταλία	46,46	16,0	25,0
Λουξεμβούργο	0,14	2,1	5,7
Κάτω Χώρες	3,45	3,5	9,0
Αυστρία	39,05	70,0	78,1
Πορτογαλία	14,30	38,5	39,0
Φινλανδία	19,03	24,7	31,5
Σουηδία	72,03	49,1	60,0
Ην. Βασίλειο	7,04	1,7	10,0
Κοινότητα	338,41	13,9%	22%

Η Ιταλία δηλώνει ότι το ποσοστό του 22% αποτελεί ρεαλιστικό στόχο εάν υποθεθεί ότι η ακαθάριστη εθνική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας το 2010 θα είναι 340 TWh. Έχοντας υπόψη τις τιμές αναφοράς όπως παρατίθενται στο παρόν παράρτημα, η Ιταλία υποθέτει ότι η ακαθάριστη εθνική παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα ανέλθει έως 76 TWh το 2010. Στον αριθμό αυτό συμπεριλαμβάνεται το μερίδιο του μη βιοαποδομήσιμου κλάσματος των αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων που χρησιμοποιείται σύμφωνα με την κοινοτική νομοθεσία περί διαχείρισης των αποβλήτων. Στα πλαίσια αυτά η δυνατότητα επίτευξης του ενδεικτικού στόχου όπως αναφέρεται στο παρόν παράρτημα εξαρτάται μεταξύ άλλων από το πραγματικό επίπεδο της εθνικής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας το 2010.

Έχοντας υπόψη τις τιμές αναφοράς, το Λουξεμβούργο εκφράζει την άποψη ότι ο στόχος για το 2010 μπορεί να επιτευχθεί μόνο εάν:

- κατά το 2010 η συνολική κατανάλωση ενέργειας δεν υπερβαίνει εκείνη του 1997.
- η παραγωγή αιολικής ενέργειας μπορεί να πολλαπλασιασθεί επί το 15.
- η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με βιοαέρια μπορεί να πολλαπλασιασθεί επί το 208.
- η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την μόνη εγκατάσταση αποτέφρωσης αστικών αποβλήτων που υπάρχει στο Λουξεμβούργο, η οποία το 1997 αντιπροσώπευε το ήμισυ της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορεί να ληφθεί υπόψη στο σύνολο της.
- η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται φωτοβολταϊκώς μπορεί να φτάσει τα 80 GWh και τα ανωτέρω σημεία είναι τεχνικώς υλοποιήσιμα εντός του δεδομένου χρόνου. Λόγω ελλείψεως φυσικών πηγών, αποκλείεται περαιτέρω αύξηση ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία παράγεται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς.

Η Αυστρία δηλώνει ότι το 78,1% αποτελεί ρεαλιστικό στόχο εάν υποθεθεί ότι η ακαθάριστη εθνική κατανάλωση ενέργειας το 2010 θα είναι 56,1 TWh.

Λόγω του γεγονότος ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εξαρτάται ως επί το πλείστον από την υδροηλεκτρική ενέργεια και ως εκ τούτου από τις ετήσιες βροχοπτώσεις τα στοιχεία για το 1997 και το 2010 θα πρέπει να υπολογιστούν με βάση ένα μακρόπνοο σχήμα αναλόγως των υδρολογικών και κλιματολογικών συνθηκών.

Η Πορτογαλία, κατά τον υπολογισμό των τιμών αναφοράς, που εκτίθενται στο παρόν παράρτημα, δηλώνει ότι, προκειμένου να διατηρηθεί το ποσοστό του 1997 της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ως ενδεικτικός στόχος για το 2010, θα πρέπει να υποθεθεί ότι:

- θα είναι δυνατόν να συνεχιστεί το εθνικό πρόγραμμα ηλεκτρικής ενέργειας με την κατασκευή νέου υδροηλεκτρικού εργοστασίου δυνατότητας παραγωγής άνω των 10 MW.
- οι άλλες δυνατότητες παραγωγής από ανανεώσιμες πηγές, οι οποίες είναι εφικτές μόνο με κρατική οικονομική ενίσχυση, θα αυξάνουν με ετήσιο ρυθμό οκτώ φορές ανώτερο από τον πρόσφατο.

Οι εκτιμήσεις αυτές συνεπάγονται ότι οι νέες δυνατότητες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εξαιρουμένων των μεγάλων υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων, θα αυξάνουν με διπλάσιο ρυθμό από το ρυθμό αύξησης της ακαθάριστης εθνικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Στο σχέδιο δράση της Φινλανδίας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθορίζονται στόχοι όσον αφορά τον όγκο των χρησιμοποιούμενων ανανεώσιμων πηγών κατά το 2010. Οι στόχοι αυτοί καθορίστηκαν βάσει διεξοδικών μελετών. Η κυβέρνηση ενέκρινε το σχέδιο δράση τον Οκτώβριο 1999.

Σύμφωνα με το φινλανδικό σχέδιο δράσης, το μερίδιο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα είναι, μέχρι το 2010, 31%. Πρόκειται για ένα εξαιρετικά φιλόδοξο ενδεικτικό στόχο για την υλοποίηση του οποίου απαιτείται η λήψη σημαντικών μέτρων προώθησης στη Φινλανδία.

Η Σουηδία κατά τον υπολογισμό των τιμών αναφοράς, όπως εκτίθενται στο παρόν παράρτημα, σημειώνει ότι η δυνατότητα επίτευξης του στόχου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από κλιματικούς παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν σημαντικότερα το επίπεδο της υδροηλεκτρικής παραγωγής ενέργειας, ειδικότερα οι διακυμάνσεις της βροχομετρίας, η κατανομή των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του έτους και η εισροή υδάτων. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την υδραυλική ενέργεια μπορεί να ποικίλλει σημαντικά. Σε έτη μεγάλης ξηρασίας, η παραγωγή μπορεί να ανέρχεται σε 51 TWh ενώ σε έτη βροχοπτώσεων μπορεί να φτάσει το 78 TWh. Συνεπώς, τα αριθμητικά στοιχεία για το 1997 πρέπει να υπολογισθούν σε μακροπρόθεσμη βάση, σύμφωνα με επιστημονικά δεδομένα σχετικά με την υδρολογία και τις κλιματικές μεταβολές. Στις χώρες με σημαντικά μερίδια υδροηλεκτρικής παραγωγής, χρησιμοποιείται εν γένει, μια μέθοδος βάσει στατιστικών στοιχείων σχετικά με την εισροή υδάτων που καλύπτουν τη χρονική περίοδο 30 έως 60 ετών. Συνεπώς, σύμφωνα με τη σουηδική μεθοδολογία και με βάση τις βροχομετρικές συνθήκες που παρατηρήθηκαν κατά την περίοδο 1950-1999, μετά από τις διορθώσεις που πραγματοποιήθηκαν προκειμένου να ληφθούν υπόψη οι διαφορές στην υδροηλεκτρική παραγωγή ανέρχεται σε 64 TWh, κάτι το οποίο αντιστοιχεί στο 46% για το έτος 1997. Στο πλαίσιο αυτό, η Σουηδία εκτιμά ότι το 52% αποτελεί πιο ρεαλιστικό στόχο για το 2010.

Περαιτέρω, η ικανότητα της Σουηδίας για την επίτευξη του στόχου αυτού περιορίζεται από το γεγονός ότι οι ποταμοί που παραμένουν ανεκμετάλλετοι προστατεύονται από τη νομοθεσία. Επίσης, η ικανότητα της Σουηδίας να επιτύχει το στόχο αυτό, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα παρακάτω:

- από την ανάπτυξη της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (CHP) ανάλογα με την πυκνότητα του πληθυσμού, τη ζήτηση όσον αφορά τη θερμότητα και την ανάπτυξη της τεχνολογίας, ειδικότερα σε θέμα αεριοποίησης του μαύρου υγρού.

- από την άδεια εγκατάστασης σταθμών αιολικής ενέργειας σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία, την αποδοχή του κοινού, την ανάπτυξη της τεχνολογίας και την επέκταση των δικτύων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ενέργεια είναι η ικανότητα για την παραγωγή έργου. Είναι μια από τις κύριες ιδιότητες της ύλης και απαραίτητος όρος για την ύπαρξη και την ανάπτυξη της ζωής. Εκδηλώνεται με διάφορες μορφές (κίνηση, θερμότητα, ηλεκτρισμός, φως κ.λπ.) και μεταφέρεται από ένα σύστημα σ' ένα άλλο (π.χ. η ενέργεια του ανέμου που κινεί την ανεμογεννήτρια) επίσης, μετατρέπεται από μία μορφή σε μία άλλη (π.χ. η ηλεκτρική ενέργεια που γίνεται φως και θερμότητα στο λαμπτήρα). Η ενέργεια, και ειδικότερα η ηλεκτρική ενέργεια, αποτελεί τη βάση της οικονομίας και της σύγχρονης διαβίωσης.

Σ' αυτήν στηρίζονται η βιομηχανία, η επιστημονική έρευνα, οι τηλεπικοινωνίες, ο τομέας των υπηρεσιών, η θέρμανση και ο κλιματισμός των κατοικιών και άλλων χώρων. Η παραγωγή και η ορθολογική κατανομή ενέργειας είναι, επομένως, ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει κάθε χώρα όσον αφορά την οικονομική της ανάπτυξη και τη βελτίωση του επιπέδου ζωής των κατοίκων της, με αποτέλεσμα η ενεργειακή πολιτική - που περιλαμβάνει συνοπτικά την εξασφάλιση, την εξοικονόμηση και τη διάθεση της ενέργειας - να αποτελεί το πρώτιστο μέλημα των κυβερνήσεων. Η κυρίαρχη τάση της τελευταίας εικοσαετίας είναι η επινόηση τεχνικών βελτιώσεων, όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας και την παραγωγή της με λιγότερο περιβαλλοντικό κόστος.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση διαφόρων πρωτογενών πηγών ενέργειας, η οποία παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις από χώρα σε χώρα. Η παραγωγή και σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό, η κατανάλωση ενέργειας εξαρτώνται άμεσα από τη γενικότερη κατάσταση της οικονομίας.

2.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας είναι το σύνολο των εγκαταστάσεων και των μέσων που χρησιμοποιούνται με σκοπό την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιοχές κατανάλωσης, τις οποίες εξυπηρετεί το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας. Το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να έχει μελετηθεί και να λειτουργεί σωστά. Ωστόσο, θα πρέπει να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια σε όλες τις περιοχές κατανάλωσης που εξυπηρετεί και να μπορεί να ικανοποιεί τη διαρκώς μεταβαλλόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα άλλο πράγμα που θα πρέπει να παρέχει είναι η ποιοτική ηλεκτρική ενέργεια, το οποίο σημαίνει ότι θα πρέπει να διασφαλίζει σταθερή συχνότητα, σταθερή τάση και υψηλή αξιοπιστία τροφοδότησης και τέλος θα πρέπει να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια με το ελάχιστο δυνατό οικονομικό κόστος και τις ελάχιστες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Ο βασικός λόγος ύπαρξης ενός συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας (ΣΗΕ) είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος, η μεταφορά της και εν τέλει η παροχή της σε δεδομένες περιοχές κατανάλωσης, οι οποίες αναφέρονται ως φορτία. Συνεπώς, ένα ΣΗΕ θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί έτσι ώστε να ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- Κάλυψη ηλεκτρικής ενέργειας οποτεδήποτε χρειαστεί (Kwh).
- Κάλυψη της απαιτούμενης ζήτησης οποιασδήποτε ποσότητας ισχύος (kW).
- Κάλυψη των ποιοτικών κριτηρίων της παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.
 - ✓ Σταθερή τάση (volt)
 - ✓ Σταθερή συχνότητα (Hz)
- Κάλυψη των ανωτέρω με το ελάχιστο οικονομικό και οικολογικό κόστος.

Η δομή ενός ΣΗΕ αποτελείται από ένα σύνολο εγκαταστάσεων και σταθερών μέσων, τα οποία χρησιμοποιούνται για την εξυπηρέτηση των αναγκών ενός συνόλου καταναλωτών (μεγάλου ή μικρού) σε ηλεκτρική

ενέργεια. Το σύνολο των ανωτέρω εγκαταστάσεων μπορεί να ταξινομηθεί σε τρία επιμέρους υποσυστήματα, όπως:

- Υποσύστημα ή Σύστημα Παραγωγής.
- Υποσύστημα ή Σύστημα Μεταφοράς.
- Υποσύστημα ή Σύστημα Διανομής.
- Φορτίο.

2.2.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ:

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι η διαδικασία μετατροπής μίας μορφής πρωτογενούς ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια. Το σύστημα παραγωγής περιλαμβάνει τους σταθμούς παραγωγής (συμβατικούς και ανανεώσιμους) ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και τους υποσταθμούς ανυψώσεως της τάσης.

Η μεγάλη ποικιλία της μορφολογίας του εδάφους έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την δημιουργία γεωγραφικά απομονωμένων περιοχών, οι οποίες θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως ανεξάρτητα «κομμάτια» μέσα σε ένα γενικότερο γεωγραφικό πλαίσιο. Τέτοια εδάφη είναι κυρίως τα νησιά, μικρού, μεσαίου ή μεγάλου μεγέθους, αλλά και αρκετές απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες ηπειρωτικές περιοχές. Η ανάγκη της ενεργειακής κάλυψης τέτοιων περιοχών αποτελεί ένα ξεχωριστό πεδίο έρευνας και εφαρμογής για την επιστήμη των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή, η μεταφορά αλλά και ο έλεγχος των συγκεκριμένων συστημάτων παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις από τα αντίστοιχα, τα οποία αναπτύχθηκαν σε πολύ μεγαλύτερες γεωγραφικές περιοχές.

2.2.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ:

Το σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας μεταφέρει μεγάλες ποσότητες ισχύος από τους σταθμούς παραγωγής προς τα σημεία όπου γίνεται η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης, το σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να συνδέει μεταξύ τους διαφορετικά συστήματα

ηλεκτρικής ενέργειας, για παράδειγμα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας γειτονικών χωρών. Ακόμη, από το σύστημα μεταφοράς τροφοδοτούνται οι καταναλωτές υψηλής τάσης. Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με υψηλή τάση, επειδή έχει σαν αποτέλεσμα μικρότερες ηλεκτρικές απώλειες και κατά συνέπεια οικονομικότερη λειτουργία.

2.2.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ:

Το σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας είναι υπεύθυνο για τη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές μέσης και χαμηλής τάσης. Το σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελείται από τρία υποσυστήματα:

- Το σύστημα διανομής μέσης τάσης.
- Τους υποσταθμούς διανομής.
- Το σύστημα διανομής χαμηλής τάσης.

Το σύστημα διανομής μέσης τάσης τροφοδοτείται από τους υποσταθμούς υποβιβασμού υψηλής τάσης προς μέση τάση. Το σύστημα διανομής μέσης τάσης τροφοδοτεί τόσο τους καταναλωτές μέσης τάσης όσο και τους υποσταθμούς διανομής. Οι υποσταθμοί διανομής τροφοδοτούν το σύστημα διανομής χαμηλής τάσης και το σύστημα διανομής χαμηλής τάσης τροφοδοτεί τους καταναλωτές χαμηλής τάσης.

2.2.4 ΦΟΡΤΙΟ

Τα φορτία των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας ταξινομούνται σε βιομηχανικά, εμπορικά και οικιακά. Τα πολύ μεγάλα βιομηχανικά φορτία μπορεί να εξυπηρετούνται από το σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Τα μικρά βιομηχανικά φορτία εξυπηρετούνται από το σύστημα διανομής μέσης τάσης. Τα βιομηχανικά φορτία είναι σύνθετα φορτία (έχουν ωμικό και επαγωγικό μέρος), καθώς οι κινητήρες επαγωγής αποτελούν μεγάλο τμήμα

των φορτίων αυτών. Τα σύνθετα αυτά βιομηχανικά φορτία εξαρτώνται από την τάση και τη συχνότητα και αποτελούν ένα σημαντικό μέρος του φορτίου του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Τα εμπορικά και οικιακά φορτία αποτελούνται κυρίως από φορτία φωτισμού, θέρμανσης, και ψύξης. Τα φορτία αυτά είναι ανεξάρτητα της συχνότητας και καταναλώνουν αμελητέα άεργο ισχύ. Η πραγματική ισχύς των φορτίων εκφράζεται σε kW ή MW. Το μέτρο του φορτίου μεταβάλλεται κατά την διάρκεια της ημέρας. Η ημερήσια καμπύλη φορτίου μίας ηλεκτρικής εταιρίας είναι μία σύνθεση της ζήτησης φορτίου των διάφορων κατηγοριών καταναλωτών. Η μέγιστη τιμή του φορτίου στη διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου ονομάζεται ημερήσια αιχμή φορτίου ή μέγιστο ημερήσιο φορτίο. Γενικά υπάρχει διαφορά στην αιχμή φορτίου μεταξύ διαφορετικών κατηγοριών καταναλωτών, η οποία βελτιώνει το συνολικό συντελεστή φορτίου του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Για να λειτουργεί οικονομικά το σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, θα πρέπει να είναι υψηλός ο συντελεστής φορτίου του συστήματος. Τα σημερινά συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας έχουν τυπικούς συντελεστές φορτίου από 55% έως 70%.

2.3 ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΚΑΙ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ένας σημαντικός αρχικός διαχωρισμός των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με το γεωγραφικό τους μέγεθος αλλά και την βασική δομή λειτουργίας τους, είναι ο ακόλουθος:

- Διασυνδεδεμένα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας.
- Απομονωμένα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας.

2.3.1 ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα διασυνδεδεμένα συστήματα, έχουν ως βασικό χαρακτηριστικό ότι υπάρχει φυσική ένωση με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (για την Ελλάδα με τη ΔΕΗ). Η σχέση μιας εγκατεστημένης μονάδας με το δημόσιο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας είναι αμφίδρομη. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να απορροφά ενέργεια αλλά και να διαχέει ενέργεια προς το δίκτυο.

Η ΔΕΗ (Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού) είναι αποκλειστικός ιδιοκτήτης του συστήματος μεταφοράς και μοναδική εταιρία διανομής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.

- Η Επιχειρησιακή Μονάδα Παραγωγής της ΔΕΗ είναι υπεύθυνη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο διασυνδεδεμένο σύστημα και στα νησιά της Κρήτης και Ρόδου. Είναι επίσης υπεύθυνη για την ανάπτυξη νέων θερμοηλεκτρικών και υδροηλεκτρικών σταθμών και για την αύξηση της παραγωγικής ισχύος των υφιστάμενων σταθμών.
- Η συνολική εγκατεστημένη παραγωγική ισχύς των σταθμών στο διασυνδεδεμένο σύστημα είναι περίπου 10,5 GW.
- Η ΔΕΗ παράγει ηλεκτρική ενέργεια από θερμικές πηγές, συμπεριλαμβανομένων του λιγνίτη, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, από υδάτινους πόρους και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Η Επιχειρησιακή Μονάδα Μεταφοράς της ΔΕΗ έχει στην κυριότητά της το διασυνδεδεμένο σύστημα μεταφοράς μέσω του οποίου ο Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε (Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας) μεταφέρει ηλεκτρική ενέργεια μέσω γραμμών υψηλής τάσης από τους σταθμούς που παράγεται ή, στην περίπτωση εισαγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, από τα σημεία διασύνδεσης στα δίκτυα διανομής, διαμέσου του διασυνδεδεμένου συστήματος και σε συγκεκριμένους απευθείας συνδεδεμένους πελάτες υψηλής τάσης. Σήμερα η ΔΕΗ έχει υπό την ευθύνη της τη φυσική λειτουργία και τη συντήρηση του διασυνδεδεμένου συστήματος μεταφοράς, υπό την εποπτεία του Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε.

- Ο Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε λειτουργεί το διασυνδεδεμένο σύστημα μεταφοράς και τις διασυνδέσεις με άλλα δίκτυα σύμφωνα με τον κώδικα διαχείρισης του Συστήματος. Σύμφωνα με το νόμο για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, η ΔΕΗ κατέχει σήμερα το 49% των μετοχών του Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε., παρότι το εν λόγω μερίδιο θα μειωθεί καθώς άλλοι παραγωγοί θα εισέρχονται στην αγορά.

2.3.2 ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ειδικότερα, ως απομονωμένα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας χαρακτηρίζονται τα συστήματα εκείνα, τα οποία βρίσκονται εγκατεστημένα σε νησιά ή γενικότερα σε απομονωμένες γεωγραφικές περιοχές, οι οποίες δεν έχουν την δυνατότητα διασύνδεσης με ένα ευρύτερο σύνολο συστημάτων. Η απομόνωση ενός δικτύου από ένα τέτοιο πλαίσιο «συνεργασίας», όπου συνυπάρχουν και αλληλοϋποστηρίζονται πολλά διαφορετικά συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία μίας ουσιαστικά ανεξάρτητης και αυτόνομης ενεργειακής «νησίδας».

Σε ένα απομονωμένο από το δίκτυο σύστημα, οι ενεργειακές ανάγκες μιας εγκατάστασης τροφοδοτούνται αποκλειστικά και μόνο από το υπάρχον σύστημα είτε φωτοβολταϊκό, είτε αιολικό, είτε υδροηλεκτρικό. Παρόλα αυτά, διακρίνεται ακόμα μία κατηγορία, τα υβριδικά συστήματα στα οποία συνυπάρχουν και άλλες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας όπως η αιολική ή κάποια γεννήτρια πετρελαίου.

2.4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ

Λαμβάνοντας υπόψη τις υφιστάμενες τεχνολογίες, ο αποδοτικότερος τρόπος αξιοποίησης των ΑΠΕ είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ειδικότερα:

- ✓ Η «Αιολική Ενέργεια» αξιοποιείται μέσω αιολικών ηλεκτρικών μηχανών (ανεμογεννητριών, Α/Γ), οι οποίες είναι σε θέση να μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική.
- ✓ Η «Ηλιακή Ενέργεια» αξιοποιείται μέσω των φωτοβολταϊκών κυψελών (Φ/Β), τα οποία μετατρέπουν απ' ευθείας την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική.
- ✓ Τα «Μικρά Υδροηλεκτρικά» αξιοποιούν την κινητική και δυναμική ενέργεια υδάτινων ρευμάτων, για τα οποία δεν απαιτούνται μεγάλα έργα υποδομής (φράγματα), μέσω υδροστροβίλων για την παραγωγή ηλεκτρισμού.
- ✓ Η «Βιομάζα», η οποία συνίσταται από τα πάσης φύσεως γεωργικά και δασικά παράγωγα και υπολείμματα, δίνει την δυνατότητα (πλέον της παραγωγής βιοκαυσίμων) παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με την καύση τους από ειδικές εγκαταστάσεις.

Η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται με κόστος συγκρίσιμο με των συμβατικών πηγών, μόνον για τη θέρμανση νερού, ενώ για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος φωτοβολταϊκών πλαισίων, το κόστος της παραγόμενης ενέργειας παραμένει σημαντικά υψηλό, λόγω κυρίως του υψηλού αρχικού κόστους των Φ/Β στοιχείων. Αν και, για την ηλεκτροδότηση εγκαταστάσεων μικρής ισχύος, σε απομονωμένες περιοχές, η χρησιμοποίηση Φ/Β γεννητριών, σε συνδυασμό με συσσωρευτές, αποτελεί μια τεχνικοοικονομικά ενδεικνυόμενη λύση.

Η αποδοτικότητα των μικρών υδροηλεκτρικών (μέχρι 10 MW) συναρτάται άμεσα με τις υπάρχουσες εδαφο-υδρολογικές συνθήκες. Η συμβολή τους στις ενεργειακές ανάγκες μιας περιοχής μπορεί να είναι σημαντική, οπωσδήποτε όμως σε εθνικό επίπεδο παραμένει περιορισμένη. Τέλος, η ληφθείσα ενέργεια

από την εκμετάλλευση της βιομάζας μετατρέπεται σε ηλεκτρική κατά κανόνα μέσω ενδιαμέσων προϊόντων, γεγονός το οποίο δρα ανασταλτικά ως προς το αρχικό κόστος εγκατάστασης, αλλά και το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/€).

Οι ΑΠΕ καθώς και οι εγκαταστάσεις συμπαραγωγής θερμότητας-ηλεκτρισμού, οι οποίες επίσης αναπτύσσονται ραγδαία τα τελευταία χρόνια, αποτελούν μονάδες μικρής σχετικά ισχύος και είναι διάσπαρτες σε διάφορες περιοχές και θέσεις. Επί πλέον, σχεδόν για το σύνολο τους, η αποδοτική τους εκμετάλλευση επιβάλλει την διασύνδεση και παράλληλη λειτουργία τους στα υφιστάμενα ηλεκτρικά δίκτυα (ΣΗΕ), το οποίο έτσι λειτουργεί ως «αποθήκη» πολύ μεγάλης χωρητικότητας. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τις ανεμογεννήτριες, αλλά και τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, για τα οποία ο έλεγχος του ρυθμού παροχής της πρωτογενούς ενέργειας (ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία) είναι εξαιρετικά δύσκολος έως αδύνατος.

Η αδυναμία ελέγχου του ρυθμού ροής της πρωτογενούς ενέργειας, αποτελεί ένα σοβαρό μειονέκτημα των ανανεώσιμων πηγών, δεδομένου ότι η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται και καταναλώνεται ταυτόχρονα, ενώ η αποθήκευση της σε μεγάλες σχετικά ποσότητες είναι τεχνικά δύσκολη και με υψηλό οικονομικό κόστος. Το συγκεκριμένο μειονέκτημα αναδεικνύεται ιδιαίτερα κρίσιμο στις περιπτώσεις μεσαίων και μικρών αυτονόμων ΣΗΕ (νησιωτικά ηλεκτρικά δίκτυα), όπου η παραγωγή από ΑΠΕ μπορεί να καλύπτει μεγάλο ποσοστό της ζητούμενης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Συνεπώς στα αυτόνομα ΣΗΕ κρίνεται αναγκαία η έρευνα και αξιολόγηση δυνατοτήτων έστω και βραχυχρόνιας αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Οποσδήποτε οι «αποκεντρωμένες μονάδες» παραγωγής των ΑΠΕ, με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, στις οποίες πρέπει να προστεθούν και οι μονάδες «συμπαραγωγής», έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη λειτουργία των ΣΗΕ. Οι επιπτώσεις αυτές περιορίζονται στο δίκτυο διανομής, όταν η συνολική τους ισχύς είναι σχετικά μικρή σε σύγκριση με αυτή των εν λειτουργία συμβατικών πηγών (διείσδυση μικρότερη του 10%), αλλά

γίνονται πολύ σημαντικές και επηρεάζουν την λειτουργία των συμβατικών μονάδων παραγωγής του ΣΗΕ, όταν η ποσοστιαία παραγωγή τους είναι αρκετά αυξημένη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΑ

3.1 ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Με τον όρο “Διανεμημένες Πηγές Ενέργειας ” (ΔΠΕ) ή “Διεσπαρμένη Παραγωγή”, νοούνται πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίες συνδέονται γενικά στο Δίκτυο Διανομής και είναι ισχύος μέχρι 25 MW συνήθως, για δίκτυα τάσεως μέχρι 20 KV. Ο όρος “Διάσπαρτες Πηγές Ενέργειας”, αναφέρεται συχνά στις πηγές οι οποίες αποτελούν μέρος τις εσωτερικής εγκατάστασης των καταναλωτών, συχνά ως εφεδρικές πηγές, και είναι ισχύος μέχρι μερικών εκατοντάδων KW. Όταν κανείς αναφέρεται στη διεσπαρμένη παραγωγή μπορεί να σκεφτεί έναν σημαντικό αριθμό εφαρμογών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όπως είναι οι μικροί στρόβιλοι, τα μικρά υδροηλεκτρικά, οι κυψέλες καυσίμων, οι ανεμογεννήτριες, τα φωτοβολταϊκά, οι μπαταρίες, οι γεννήτριες diesel και οι μικροτουρμπίνες με απόδοση ισχύος από 1 kW ως 10 MW. Η εμφάνιση π.χ των μικροτουρμπινών, με ταχύτητες περιστροφής έως και άνω των 90.000 στροφών ανά λεπτό, έχει κυριεύσει στη φαντασία αλλά και στη διάθεση για επενδύσεις των επιχειρηματιών όλου του κόσμου. Η ιδέα της κατοχής μιας ευέλικτης πηγής παραγωγής ενέργειας, που μπορεί να αγοράζεται σταδιακά καθώς το φορτίο αυξάνεται, που είναι σχετικά αποδοτική, που προκαλεί ελάχιστη ρύπανση και που αποβάλλει τις περισσότερες από τις απώλειες που συνδέονται με το παραδοσιακό σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, απασχολεί κατά κόρο τη βιομηχανία.

Η επέκταση της διανεμημένης παραγωγής ενέργειας στα δίκτυα διανομής θα μπορούσε ενδεχομένως να αυξήσει την αξιοπιστία τους και να χαμηλώσει το κόστος της μεταφοράς ισχύος με την τοποθέτηση των πηγών ενέργειας πλησιέστερα στα σημεία της ζήτησής της. Δίνοντας αυτήν τη δυνατότητα παράκαμψης των συμβατικών συστημάτων μεταφοράς ισχύος, οι διανεμημένες πηγές ενέργειας θα μπορούσαν επίσης να προσφέρουν μεγάλη ευελιξία στην παροχή ενέργειας.

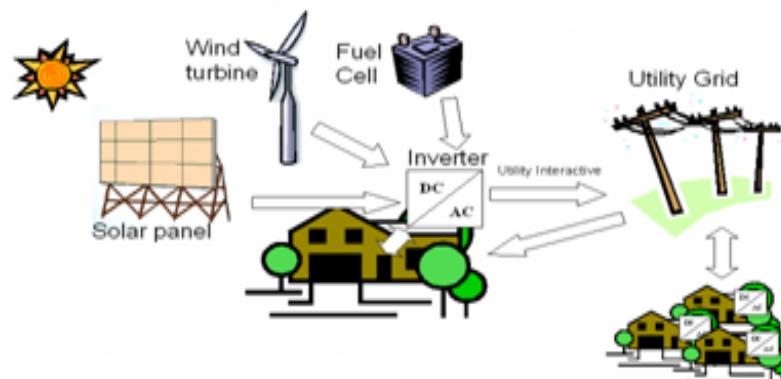
Με την καθιέρωση μιας ανταγωνιστικής αγοράς στον τομέα της ισχύος και την αυξανόμενη έμφαση στα οικονομικά οφέλη της, η προσοχή των επενδυτών συνεχίζει να εστιάζεται στις μικρότερες, πιο ευέλικτες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με σκοπό μια γρήγορη απάντηση στα αυξανόμενα φορτία και την ανάγκη για μεγαλύτερη αξιοπιστία των συστημάτων.

Η διεσπαρμένη παραγωγή πρωτοπαρουσιάστηκε στην αγορά της ενέργειας πριν από πολύ καιρό. Παρά τις άρσεις των απαγορεύσεων της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ιδιώτες, η εικόνα παραμένει θολή. Το αν η επιχειρηματική δραστηριότητα θα δημιουργήσει ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας που θα εκμεταλλεύεται όλους τους τύπους διεσπαρμένων πηγών ενέργειας ή αν το σύστημα θα παραμείνει λίγο πολύ στα πεπραγμένα τόσων ετών, θα εξαρτηθεί από τις επιπτώσεις της χρήσης των διαφόρων μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής, το μέγεθος και τον τύπο τους, το πλήθος τους και το πώς θα διαμορφωθεί η νομοθεσία που διέπει τη λειτουργία τους.

3.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Με τις πρόσφατες προόδους στην τεχνολογία, θα πρέπει να αναμένονται αυξανόμενα ποσά διεσπαρμένης παραγωγής ενέργειας στα συστήματα διανομής ενέργειας. Αυτή η διεσπαρμένη παραγωγή μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στο όλο σύστημα όπως η υποστήριξη της τάσης και η ραγδαία ελαχιστοποίηση της ανάγκης για εύρεση μεγάλων κεφαλαίων για επενδύσεις στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά μπορεί επίσης να ασκήσει αρνητικές επιδράσεις στο συντονισμό της προστασίας των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας, στη ρύθμιση της τάσης, και στον κανονισμό των επιπέδων του τρεμοπαίγματος (flicker) της τάσης και των βραχυκυκλωμάτων. Η αξιοπιστία είναι μια περιοχή όπου η διανεμημένη παραγωγή ενέργειας μπορεί να ασκήσει και θετική και αρνητική επίδραση.

ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ?



Εικόνα 3.2.1:Σχηματική απεικόνιση διεσπαρμένης παραγωγής.

Οι διεσπαρμένες πηγές ενέργειας (εικόνα 3.1), μπορούν να διακριθούν στις ΑΠΕ και τις εγκαταστάσεις Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ), με τις οποίες επιτυγχάνεται καλύτερη αξιοποίηση των πηγών ενέργειας. Για τις σημαντικότερες από τις ΑΠΕ (Ανεμογεννήτριες, Φωτοβολταϊκά, Μικρά Υδροηλεκτρικά) δεν είναι δυνατός ο έλεγχος του ρυθμού παραγωγής, ενώ για τις λοιπές (Βιομάζα, Γεωθερμική) είναι συχνά περιορισμένος. Το συνηθισμένο πρόβλημα με τις διανεμημένες γεννήτριες είναι οι υψηλές δαπάνες τους. Μια εξαίρεση είναι πιθανώς τα μικροϋδροηλεκτρικά. Καλά σχεδιασμένες εγκαταστάσεις έχουν σχεδόν μηδενικές δαπάνες συντήρησης ανά kWh και παράγουν ισχύς για πολλά έτη. Είναι συνεπώς προϋπόθεση για την αξιοποίηση τους η σύνδεση και παράλληλη λειτουργία με το ΣΗΕ. Την κύρια πηγή για τις εγκαταστάσεις ΣΗΘ αποτελεί σήμερα διεθνώς το φυσικό αέριο, ενώ μελλοντικά ελπίζετε ότι θα αναπτυχθούν και οι κυψέλες καυσίμου.

Τα τελευταία χρόνια εντυπωσιακή είναι η τεχνολογική πρόοδος των ανεμογεννητριών, με αποτέλεσμα να είναι ανταγωνιστικές των συμβατικών πηγών, υπάρχει σημαντική πρόοδος στις μονάδες συμπαγωγής, οι οποίες είναι συχνά επίσης ανταγωνιστικές, ενώ καταβάλλονται μεγάλες προσπάθειες για να καταστεί ανταγωνιστική και η φωτοβολταϊκή παραγωγή. Οποσδήποτε όμως την κινητήρια δύναμη για την ανάπτυξη των ΔΠΕ, αποτελεί η απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου, παράλληλα με

την ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος. Η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένας από τους σημαντικότερους τρόπους μείωσης εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα. Ενώ κάποιες από αυτές τις πηγές μπορούν να παράγουν μεγάλες ποσότητες ισχύος σε ανεξάρτητους σταθμούς ισχύος, (για παράδειγμα υδροηλεκτρικά ή γεωθερμικά), στην πλειονότητά τους είναι μικρές σε μέγεθος.

Αυτό σημαίνει ότι τέτοιες γεννήτριες είναι πιο κατάλληλες (και φτηνές) για να συνδεθούν μέσα σε δίκτυο χαμηλής τάσης. Βασικής όμως σημασίας είναι και εξασφάλιση της αναγκαίας ενσωμάτωσης αυτών στο ΣΗΕ κατά τρόπο που να μην δημιουργούνται προβλήματα και αδικαιολόγητες επιβαρύνσεις.

Το κύριο πλεονέκτημα των μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής είναι η κοντινή απόστασή τους από τα φορτία που εξυπηρετούν. Προφανώς, υπάρχουν και μειονεκτήματα σ' αυτήν την πρακτική, διαφορετικά θα αντικαθιστούσαν πλήρως την κεντρική παραγωγή.

3.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Τα πλεονεκτήματα της διεσπαρμένης παραγωγής συγκριτικά με κεντρική παραγωγή είναι τα ακόλουθα:

- Ευελιξία στην τοποθεσία εγκατάστασης
- Ποικλομορφία καυσίμων
- Μείωση εκπομπών
- Μείωση απωλειών
- Μείωση χρόνου εγκατάστασης
- Χρονική αναβολή των έργων για τη βελτίωση του δικτύου
- Ποιότητα ισχύος και βελτίωση της αξιοπιστίας τοπικά
- Μείωση ενεργειακού κόστους

Τα μειονεκτήματα της διεσπαρμένης παραγωγής συγκριτικά με κεντρική παραγωγή είναι τα εξής:

- Γενικά οδηγεί σε υψηλότερες ενεργειακές δαπάνες.
- Απαιτεί πλεονασμό για ισοδύναμη αξιοπιστία ισχύος.
- Ενδεχομένως να απαιτηθεί σύνδεση κάποιας εφαρμογής για εφεδρική ισχύ.
- Ενδεχομένως να απαιτηθεί σύνδεση κάποιας εφαρμογής για την ικανοποίηση του φορτίου.

3.4 ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΑ

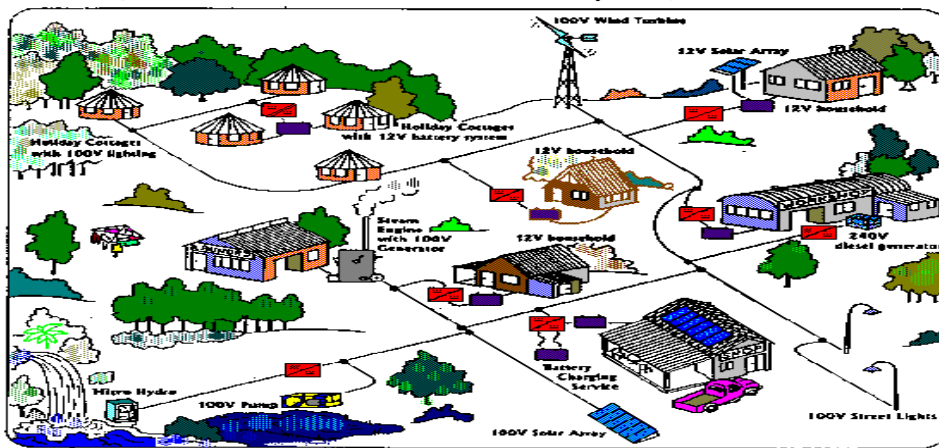
Τα μικροδίκτυα (Microgrids) είναι ένα νέο είδος συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας που στο μέλλον αναμένεται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο. Τα μικροδίκτυα όπως βλέπουμε και στην εικόνα 3.2, αποτελούνται από μικρές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (μικροπηγές) όπως μικροτουρμπίνες, κυψέλες καυσίμου ή φωτοβολταϊκά σε συνδυασμό με μέσα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας (μπαταρίες, σφόνδυλοι) αλλά και ελεγχόμενα φορτία. Τα παραπάνω λειτουργούν στην χαμηλή τάση, είτε συνδεδεμένα με το κεντρικό δίκτυο παραγωγής ισχύος είτε αποσυνδεδεμένα από το κεντρικό δίκτυο σχηματίζοντας μία νησίδα. Τα μικροδίκτυα αποτελούν τμήμα μίας γενικότερης τάσης για αλλαγή του τρόπου λειτουργίας των ηλεκτρικών συστημάτων ανά τον κόσμο που ουσιαστικά οφείλεται στην γενικότερη έννοια της διεσπαρμένης παραγωγής.

3.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΩΝ

Τα μικροδίκτυα προσφέρουν σημαντικά οικονομικά, λειτουργικά και περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα και αναμένεται να αποτελέσουν βασικές συνιστώσες των μελλοντικών συστημάτων ενέργειας. Κάποια από τα πλεονέκτημα των μικροδικτύων είναι η χρησιμοποίηση της θερμότητας που αποβάλλεται, κατά την μετατροπή του καυσίμου σε ηλεκτρική ενέργεια, όπου με την χρήση της θερμότητας αυτής, μειώνονται οι εκπομπές των αέριων ρύπων. Επειδή η λειτουργία των Μικροδικτύων βασίζεται επί των πλείστων στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και σε μικρές μονάδες παραγωγής, όπου οι εκπομπές είναι μικρές, προκύπτει σαν αποτέλεσμα η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την βελτίωση της ποιότητας ισχύος. Επίσης συμβάλλουν στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και το μετριασμό της αλλαγής του κλίματος.

3.6 ΣΤΟΧΟΣ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ

Κύριος στόχος του μικροδικτύου είναι να επιτύχει χαμηλότερο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το αντίστοιχο κόστος του κεντρικού δικτύου (ΔΕΗ). Το κεντρικό δίκτυο είναι υπεύθυνο για την διαχείριση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και για τις διαδικασίες αγοραπωλησίας της. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί η σημασία της μορφής του δικτύου (διασυνδεδεμένο ή απομονωμένο). Ειδικότερα, στην περίπτωση των απομονωμένων δικτύων, το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψηλότερο συγκριτικά με αυτό ενός διασυνδεδεμένου ηλεκτρικού συστήματος.



Εικόνα 3.6.1:Σχηματική απεικόνιση μικροδίκτυου.

Το μικροδίκτυο είναι υπεύθυνο για να καλύπτει τις ανάγκες των καταναλωτών του, σιγουρεύοντας την ποιότητα των παροχών του και ελέγχοντας πιθανό κάποια κρίσιμα φορτία. Το περιβάλλον μαζί με το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο, ανταλλάσσουν ισχύ ούτως ώστε το μικροδίκτυο να συμπεριφέρεται σαν ένα φορτίο ή μια γεννήτρια με καλή απόδοση. Έτσι μπορεί με ένα ευέλικτο τρόπο να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις ενός συγκεκριμένου φορτίου με μικρής κλίμακας γεννήτριες. Το μικροδίκτυο είτε μπορεί να υπάρχει σαν ένα κινητό σύστημα ενέργειας, σε περιοχές όπου η παροχή ενέργειας δεν είναι διαθέσιμη είτε μπορεί να προσαρμοστεί σε μια μεγαλύτερης κλίμακας ηλεκτρική εφαρμογή.

Μερικά θέματα που απασχολούν τον έλεγχο του μικροδίκτυου είναι τα ακόλουθα:

- ✓ Η συχνότητα λειτουργίας, που στην προκειμένη περίπτωση για την Ευρώπη πρέπει να είναι 50 Hz.
- ✓ Η παραγόμενη τιμή τάσης, της οποίας τα όρια είναι δεσμευτικά από τον νόμο αλλά με το σωστό σχεδιασμό η παραγωγή της δεν δημιουργεί πρόβλημα.
- ✓ Η ποιότητα της παραγόμενης ισχύος. Ο έλεγχος της ποιότητας της παραγόμενης ισχύος, είναι ένα από τα μεγαλύτερα θέματα που απασχολούν το μικροδίκτυο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΩΝ

Το βασικό στοιχείο των μικροδικτύων είναι οι μονάδες παραγωγής και στο σημείο αυτό θα δοθεί μία σύντομη περιγραφή των βασικών τεχνολογιών παραγωγής που εμπλέκονται στα συστήματα που μελετάμε.

4.1 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Οι ανεμογεννήτριες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- ✓ Οριζοντίου άξονα των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικα και βρίσκεται συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους.
- ✓ Κατακόρυφου άξονα, ο οποίος παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους.

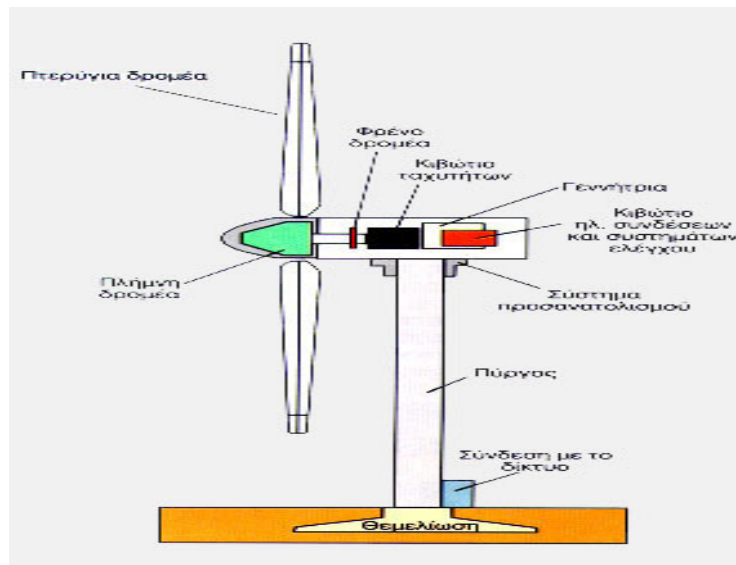
Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθός της και την ταχύτητα του ανέμου. Το μέγεθος είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει και ποικίλει από μερικές εκατοντάδες μέχρι μερικά εκατομμύρια Watt.

Οι τυπικές διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 500 kW είναι: διάμετρος δρομέα 40 μέτρα και ύψος 40- 50 μέτρα, ενώ αυτής των 3 MW οι διαστάσεις είναι 80m διάμετρο και 80- 100 μέτρα ύψος αντίστοιχα.

Παρόλο που δεν υφίσταται ένας καθοριστικός λόγος, εκτός ίσως από την εμφάνιση, στην αγορά έχουν επικρατήσει αποκλειστικά οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα, με δύο ή τρία πτερύγια. Μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα, αποτελείται από τα εξής μέρη(τα οποία απεικονίζονται στο παρακάτω σχήμα):

- Το δρομέα που αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια από ενισχυμένο πολυεστέρα. Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μία πλήμνη είτε σταθερά, είτε με την δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονα τους μεταβάλλοντας το βήμα.

- Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, αποτελούμενο από τον κύριο άξονα, τα έδρανα του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών, το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής.
- Την ηλεκτρική γεννήτρια, σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους η οποία συνδέεται με την έξοδο του πολλαπλασιαστή μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου και μετατρέπει την μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική και βρίσκεται συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας. Υπάρχει και το σύστημα πέδης το οποίο είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της γεννήτριας.
- Το σύστημα προσανατολισμού, αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με την διεύθυνση του ανέμου.
- Τον πύργο, ο οποίος στηρίζει όλη την παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Ο πύργος είναι συνήθως σωληνωτός ή δικτυωτός και σπανίως από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- Τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου. Το σύστημα ελέγχου παρακολουθεί, συντονίζει και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας, φροντίζοντας για την απρόσκοπτη λειτουργία της.



Εικόνα 4.1.1: Μέρη Ανεμογεννήτριας

Οι μικρές ανεμογεννήτριες αποτελούν κατάλληλη και βιώσιμη λύση για περιοχές χωρίς πρόσβαση σε ηλεκτρικό δίκτυο. Όπως και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (π.χ τα φωτοβολταϊκά), μικρές ανεμογεννήτριες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αυτόνομα ή υβριδικά συστήματα για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ μικρά οικιακά και εμπορικά συστήματα μπορούν να συνδεθούν στο δίκτυο τροφοδοτώντας το με περίσσεια πράσινης ενέργειας και παρέχοντας ένα συμπληρωματικό εισόδημα στον ιδιοκτήτη τους.

Ο άνεμος είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η οποία μάλιστα παρέχεται δωρεάν. Η αιολική ενέργεια ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια και προστατεύει τον πλανήτη, καθώς αποφεύγονται οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που αποσταθεροποιούν το παγκόσμιο κλίμα.

Μια μικρή ανεμογεννήτρια που αντικαθιστά μια ηλεκτρογεννήτρια σε ένα εξοχικό ή μια αγροκία, μας βοηθά να αποφύγουμε την έκλυση περίπου 2 κιλών διοξειδίου του άνθρακα για κάθε κιλοβατώρα που χρησιμοποιούμε.

4.2 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ

Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπουν ένα 5 -17% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (με τη σημερινή τεχνολογία, η οποία συνεχώς βελτιώνεται). Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Υπάρχουν για παράδειγμα τα λεγόμενα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά και τα άμορφα φωτοβολταϊκά. Τα τελευταία έχουν χαμηλότερη απόδοση, είναι όμως φτηνότερα. Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής ευχέρειας του χρήστη. Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να τοποθετηθούν σε οικόπεδα, στέγες (επίπεδες και κεκλιμένες) ή και σε προσόψεις κτιρίων.

Υπάρχουν δύο τρόποι να τα χρησιμοποιήσει κανείς. Ανεξάρτητα από το δίκτυο της ΔΕΗ ή σε συνεργασία με αυτό. Μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση μπορεί να αποτελεί λουπόν ένα αυτόνομο σύστημα που να καλύπτει το σύνολο των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου ή μιας επαγγελματικής χρήσης. Για την συνεχή εξυπηρέτηση του καταναλωτή, η εγκατάσταση θα πρέπει να περιλαμβάνει και μια μονάδα αποθήκευσης (μπαταρίες) και διαχείρισης της ενέργειας.

Εναλλακτικά, ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το δίκτυο της ΔΕΗ (διασυνδεδεμένο σύστημα).

Στην περίπτωση αυτή, καταναλώνει κανείς ρεύμα από το δίκτυο όταν το φωτοβολταϊκό σύστημα δεν επαρκεί (π.χ όταν έχει συννεφιά ή κατά τη διάρκεια της νύχτας) και δίνει ενέργεια στο δίκτυο όταν η παραγωγή υπερκαλύπτει τις ανάγκες του. Π.χ. τις ηλιόλουστες ημέρες ή όταν λείπει κανείς.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα φωτοβολταϊκά χρησιμοποιούνται για παροχή ηλεκτρικής ενέργειας εφεδρείας (δηλαδή ως συστήματα αδιάλειπτης παροχής-

UPS). Στην περίπτωση αυτή, το σύστημα είναι μεν διασυνδεδεμένο με τη ΔΕΗ, αλλά διαθέτει και μπαταρίες (συν όλα τα απαραίτητα ηλεκτρονικά) για να αναλαμβάνει την κάλυψη των αναγκών σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος και για όσο διαρκεί αυτή.

Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται σε DC και μετατρέπεται σε AC με τη βοήθεια ηλεκτρονικών ισχύος και συγκεκριμένα αντιστροφών (Inverters).

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ανάλογα με την εγκατάσταση μπορούν να είναι είτε ακίνητα, είτε κινούμενα ακολουθώντας την πορεία του ήλιου.(εικόνα 4.2.1)

Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό ισχύος 1 κιλοβάτ (kW) παράγει κατά μέσο όρο 1.200 -1.500 κιλοβατώρες το χρόνο (ανάλογα με την ηλιοφάνεια της περιοχής) και αποτρέπει κατά μέσο όρο κάθε χρόνο την έκλυση 1.450 κιλών διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους.



Εικόνα 4.2.1: Σύστημα Φωτοβολταϊκών πλαισίων

Τα φωτοβολταϊκά εγγυώνται:

- ✓ Μηδενική ρύπανση
- ✓ Αθόρυβη λειτουργία
- ✓ Αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που φθάνει τα 30 χρόνια)
- ✓ Απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
- ✓ Δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
- ✓ Ελάχιστη συντήρηση

Τα βασικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών συστημάτων, που τα διαφοροποιούν από τις άλλες μορφές ΑΠΕ είναι τα εξής:

- ✓ Απευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα, π.χ. σε επίπεδο μερικών δεκάδων W ή και mW.
- ✓ Είναι εύχρηστα. Τα μικρά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες.
- ✓ Μπορούν να εγκατασταθούν μέσα σε πόλεις, ενσωματωμένα σε κτίρια και δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον.
- ✓ Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα).
- ✓ Είναι βαθμωτά συστήματα, δηλ. μπορούν να επεκταθούν σε μεταγενέστερη φάση για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών, χωρίς μετατροπή του αρχικού συστήματος.
- ✓ Λειτουργούν αθόρυβα, εκπέμπουν μηδενικούς ρύπους, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- ✓ Οι απαιτήσεις συντήρησης είναι σχεδόν μηδενικές.
- ✓ Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία κατά τη λειτουργία. Οι εγγυήσεις που δίνονται από τους κατασκευαστές για τις Φ/Β γεννήτριες είναι περισσότερο από 25 χρόνια καλής λειτουργίας.

Η ενεργειακή ανεξαρτησία του χρήστη είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των Φ/Β συστημάτων. Το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συστήματα είναι σήμερα συγκρίσιμο με το κόστος αιχμής ισχύος, που χρεώνει η εταιρεία ηλεκτρισμού τους πελάτες της.

Τα Φ/Β συστήματα μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στη λεγόμενη «Διεσπαρμένη Παραγωγή Ενέργειας» (Distributed Power Generation), η οποία αποτελεί το νέο μοντέλο ανάπτυξης σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαφοροποίηση στην παραγωγή ενέργειας, που προσφέρεται από τα Φ/Β συστήματα, σε συνδυασμό με την κατά μεγάλο ποσοστό απεξάρτηση από το πετρέλαιο και την αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης του περιβάλλοντος, μπορούν να δημιουργηθούν συνθήκες οικονομικής ανάπτυξης σε ένα νέο ενεργειακό τοπίο που αυτή τη στιγμή διαμορφώνεται στις ανεπτυγμένες χώρες.

4.3 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ

Η υδραυλική ενέργεια, είναι μια ανανεώσιμη και αποκεντρωμένη πηγή ενέργειας που ιστορικά αξιοποιείται για την κάλυψη ενεργειακών τους αναγκών. Η εκμετάλλευση του δυναμικού υδάτινων συγκεντρώσεων και πηγών με σκοπό κυρίως της ηλεκτροπαραγωγής είναι εφικτή και αποδοτική με τη χρήση υψηλής απόδοσης υδροστροβίλων και συστημάτων. Επίσης, τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης & απόζευξης στο δίκτυο, η αυτόνομη λειτουργία, η αξιοπιστία, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς διακυμάνσεις, ο προβλέψιμος χρόνος απόσβεσης της επένδυσης, το χαμηλό κόστος συντήρησης και λειτουργίας και η ανυπαρξία κόστους πρώτης ύλης, οι μηδενικές εκπομπές ρύπων, η δυνατότητα αισθητικής και λειτουργικής τους ένταξης στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος κλπ.



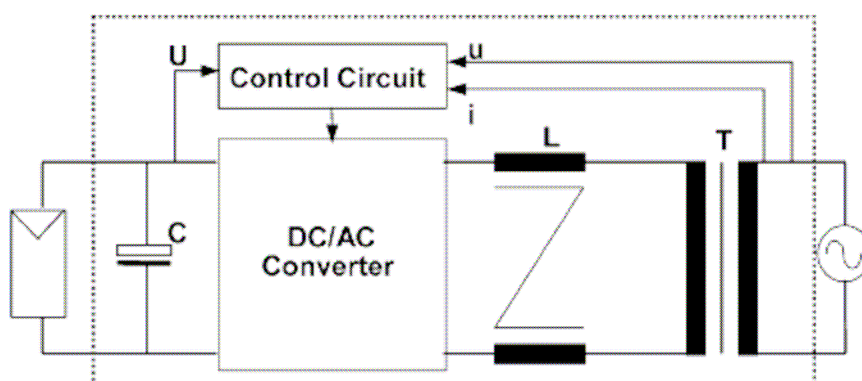
Εικόνα 4.3.1: Εγκαταστάσεις Υδροηλεκτρικών

Μια τυπική υδροηλεκτρική εγκατάσταση, όπως φαίνεται από την παραπάνω εικόνα, αποτελείται από την πάνω λίμνη και το πάνω φράγμα, που αυξάνει το ύψος πτώσης και δημιουργεί τον ταμιευτήρα αποθήκευσης νερού. Επιπλέον η εγκατάσταση περιλαμβάνει την υδροληψία, τον αγωγό προσαγωγής, το κάτω φράγμα, τον πύργο εκτόνωσης, την εγκατάσταση υπερχειλίσιας και τον αγωγό πτώσης, που αποτελούν το σύστημα διαχείρισης του υδάτινου δυναμικού. Ακολουθεί η κύρια μονάδα παραγωγής ενέργειας, δηλαδή το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο με τον κύριο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, ο οποίος αποτελείται από τον κατάλληλο υδροστρόβιλο και την αντίστοιχη ηλεκτρική γεννήτρια, που συνδέονται απ' ευθείας μέσω ειδικού άξονα. Τέλος, το νερό διοχετεύεται μέσω του αγωγού (διώρυγα) φυγής στον υφιστάμενο ποταμό της περιοχής. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται στην κατανάλωση μέσω των απαραίτητων γραμμών μεταφοράς με τη χρήση και των κατάλληλων συστημάτων μετασχηματισμού της τάσης. Συνοψίζοντας, σε μια υδροηλεκτρική μονάδα το νερό από την τεχνητή λίμνη μεταφέρεται μέσα σε κλειστό αγωγό, ο οποίος διαθέτει διακόπτη παύσης παροχής, που ενεργοποιείται σε περίπτωση που το σύστημα χρειάζεται να εκκενωθεί. Ο αγωγός συνεχίζει διερχόμενος από τη δεξαμενή εκτόνωσης, που λειτουργεί σαν απορροφητής υδραυλικών ταλαντώσεων για την αποφυγή των συνεπειών υδραυλικού πλήγματος-υδραυλικού κριού σε περιπτώσεις απότομης μεταβολής της παροχής.

Η στάθμη της δεξαμενής εκτόνωσης βρίσκεται υπό ατμοσφαιρική πίεση και καταλήγει στη βαλβίδα ροής. Η βαλβίδα ελέγχου παραμένει ανοιχτή κατά τη λειτουργία της μονάδας της εγκατάστασης, κλείνεται δε μόνον όταν χρειάζεται να εκκενωθεί ο αγωγός πτώσης.

4.4 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ

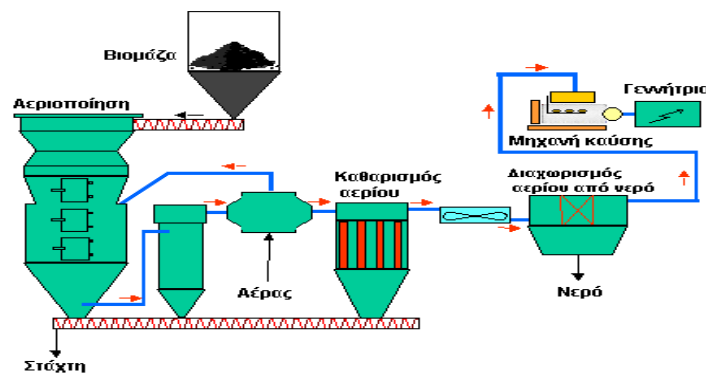
Μετατροπείς είναι ηλεκτρονικές διατάξεις που χρησιμοποιούνται στην μετατροπή μιας μορφής τάσης σε μια άλλη, κυρίως στα φωτοβολταϊκά χρησιμοποιούνται μετατροπείς που τροφοδοτούνται από μια συνεχής τάση και αυτή τη συνεχή τάση την μετατρέπουν σε εναλλασσόμενη. Στην περίπτωση αυτή, μιλάμε για μετατροπείς DC/AC. Χωρίζονται σε τριφασικούς και μονοφασικούς αλλά η ισχύς τους είναι περιορισμένη. Η τεχνολογία που χρησιμοποιούν οι μετατροπείς στις μέρες μας, μας βοηθούν ώστε να κρατάμε απομονωμένο τον μετατροπέα από το υπόλοιπο δίκτυο και έτσι να αποφύγουμε τυχόν παρεμβολές που θα περάσουν στο δίκτυο μέσω του μετατροπέα (παρεμβολές συχνότητας, DC παρεμβολές κλπ).



Εικόνα 4.4.1: Σύστημα Μετατροπέα

4.5 ΒΙΟΜΑΖΑ

Γενικά με τον όρο βιομάζα εννοούμε τα προϊόντα και τα κατάλοιπα φυτικής, ζωικής και δασικής παραγωγής, τα παραπροϊόντα που προέρχονται από τη βιομηχανική επεξεργασία αυτών, τα αστικά λύματα και τα σκουπίδια. Αναερόβια χώνευση της βιομάζας είναι ουσιαστικά η βακτηριακή αποδόμηση σύνθετων οργανικών μορίων σε πιο απλά μόρια - μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα-, η οποία γίνεται σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου. Η αναερόβια χώνευση της βιομάζας διαρκεί από δύο τρεις εβδομάδες και γίνεται σε τρεις θερμοκρασιακές ζώνες που κυμαίνονται μεταξύ των 20 και 55 βαθμών Κελσίου. Συνήθως αποφεύγεται η αποθήκευση του παραγόμενου βιοαερίου, γιατί απαιτεί μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους και κοστίζει αρκετά. Η βιομάζα είναι ένα καύσιμο φιλικό προς το περιβάλλον καθώς δεν συμμετέχει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου ενώ ταυτόχρονα μειώνει την κατανάλωση συμβατικών καυσίμων σε εθνικό επίπεδο με προφανή οφέλη για την χώρα. Η βιομάζα για παραγωγή θερμότητας προέρχεται από διαφορετικές πηγές όπως καυσόξυλα, δασικά υπολείμματα, γεωργικά υπολείμματα π.χ. άχυρο από την παραγωγή σιτηρών, υπολείμματα από αγροτικές εργασίες π.χ. σοδειές που έχουν υποβληθεί σε επεξεργασία ή σοδειές που καλλιεργούνται για να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα.



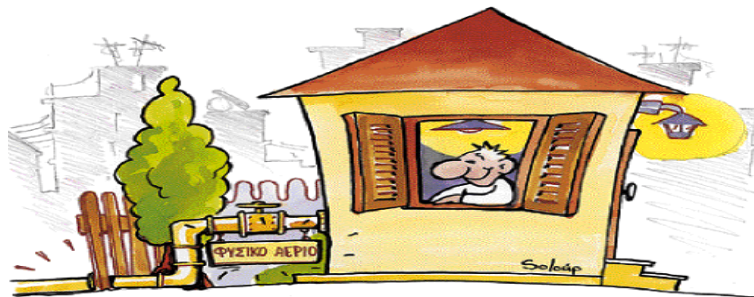
Εικόνα 4.5.1: Προεργασία για παραγωγή βιομάζας.

* ΒΙΟΑΕΡΙΟ: Το καύσιμο αέριο που παράγεται από βιομάζα το οποίο μπορεί να καθαριστεί και να αναβαθμιστεί σε ποιότητα φυσικού αερίου για χρήση ως βιοκαύσιμο ή το ξυλαέριο.

4.6 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Το φυσικό αέριο είναι η καθαρότερη πηγή πρωτογενούς ενέργειας, μετά τις ανανεώσιμες μορφές. Τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων είναι σαφώς μικρότερα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, ενώ η βελτίωση του βαθμού απόδοσης μειώνει τη συνολική κατανάλωση καυσίμου και συνεπώς περιορίζει την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Η σύνθεση του Φυσικού Αερίου που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα είναι 85 % Μεθάνιο και το υπόλοιπο 15% Αιθάνιο, Βουτάνιο, Προπάνιο, Άζωτο και άλλα αέρια.



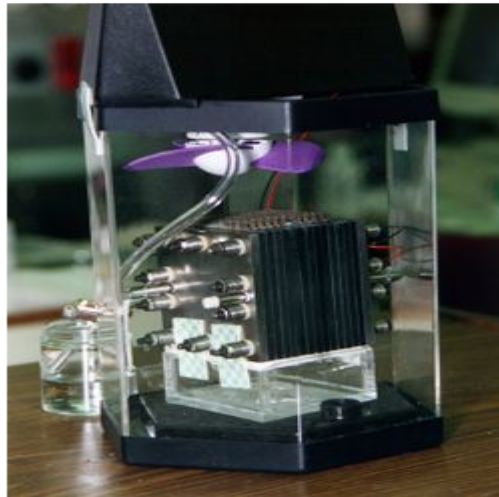
Εικόνα 4.6.1: Φυσικό αέριο

Το Φυσικό Αέριο αποτελεί μίγμα αερίων υδρογονανθράκων, το οποίο εξάγεται από τις υπόγειες κοιλότητες υπό υψηλή πίεση που σχηματίστηκε ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού του πετρελαίου. Μεταφέρεται προς τους τόπους όπου πρόκειται να χρησιμοποιηθεί όπως είναι, χωρίς την ανάγκη περαιτέρω επεξεργασίας. Είναι άχρωμο και άοσμο. Η χαρακτηριστική του οσμή δίνεται τεχνικά ώστε να γίνεται αντιληπτό σε τυχόν διαρροές. Ανήκει στη δεύτερη οικογένεια των αερίων καυσίμων. Είναι ελαφρύτερο από τον αέρα και έχει σχετική πυκνότητα $0,59 \text{ kg/m}^3$. Θεωρείται οικολογικό καύσιμο.

Τα κοιτάσματα φυσικού αερίου βρίσκονται συνήθως μακριά από τα κύρια κέντρα καταναλώσεως συνεπώς το αέριο πρέπει να μεταφερθεί, αν και οι βιομηχανίες χημικής επεξεργασίας είναι συχνά εγκατεστημένες στην περιοχή της παραγωγής. Η μεταφορά του φυσικού αερίου εξαρτάται από την κατάσταση του. Σε αέρια κατάσταση μεταφέρεται με αγωγούς από υψηλή πίεση, ενώ σε υγρή κατάσταση μεταφέρεται με πλοία. Οι μεγάλοι αγωγοί υψηλής πίεσης καθιστούν δυνατή τη μεταφορά του αερίου σε απόσταση χιλιάδων χιλιομέτρων.

4.7 ΚΥΨΕΛΕΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Οι κυψέλες καυσίμου μπορούν να χαρακτηριστούν σαν κέντρα ενός συστήματος το οποίο χρησιμοποιεί το υδρογόνο ως καύσιμο. Είναι αυτές οι οποίες αναλαμβάνουν τη μετατροπή του καυσίμου σε χρήσιμη ηλεκτρική ενέργεια. Η κυψέλη καυσίμου (εικόνα 4.7.1) αποτελεί ένα μηχανισμό για την ηλεκτροχημική μετατροπή της ενέργειας μετατρέποντας υδρογόνο και οξυγόνο σε νερό, παράγοντας ταυτόχρονα με τη διαδικασία αυτή, ηλεκτρισμό και θερμότητα. Ο ηλεκτρισμός παράγεται με τη μορφή συνεχούς ρεύματος. Η λειτουργία της προσομοιάζει τη λειτουργία μιας μπαταρίας, με τη διαφορά ότι δεν έχει τον περιορισμό της εξάντλησης του καυσίμου, μια και το καύσιμο (υδρογόνο) και το οξειδωτικό (αέρας ή οξυγόνο) εισάγονται συνεχώς στην άνοδο και την κάθοδο και τα προϊόντα (ηλεκτρική ενέργεια, θερμότητα και νερό) απομακρύνονται άμεσες χρήσεις των κυψελών καυσίμου περιλαμβάνουν την αντικατάσταση των μπαταριών στα συστήματα απρόσκοπτης παροχής ισχύος (UPS) σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και τηλεπικοινωνιών και την αποθήκευση ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές σε αυτόνομα ενεργειακά συστήματα.



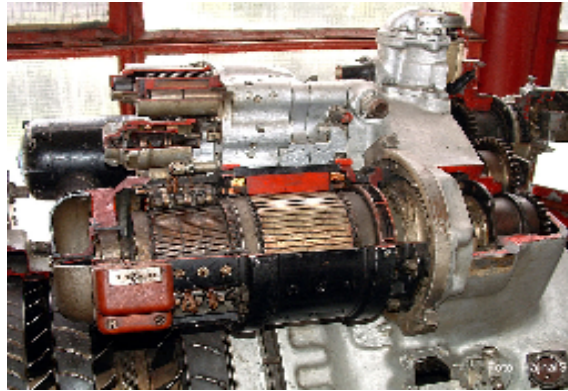
Εικόνα 4.7.1 : Κυψέλη καυσίμου

Καθώς προβλέπεται ότι το υδρογόνο στο μέλλον θα υποκαταστήσει τα υγρά και αέρια καύσιμα στη θέρμανση και τις μεταφορές, λόγω πλήθους πλεονεκτημάτων που εμφανίζει, η ανάπτυξη των σχετικών τεχνολογιών είναι ιδιαίτερα σημαντική. Η αξιοποίηση τους μπορεί να συμβάλει, όχι μόνο στην αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος, μέσω της καλύτερης εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αλλά και στον αγώνα ενάντια στις κλιματολογικές αλλαγές και τη μόλυνση του περιβάλλοντος, σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο.

4.8 ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

Η γεννήτρια είναι μηχανή που βασίζεται πάνω στους νόμους της φυσικής που αφορούν την ενέργεια και τη μετατροπή της από τη μια μορφή σε μια άλλη. Συγκεκριμένα η γεννήτρια μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική, σύμφωνα με φαινόμενο της φυσικής κατά το οποίο αν ένα πηνίο στραφεί μέσα σ' ένα Μαγνητικό Πεδίο, τότε στις άκρες του πηνίου δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα. Η γεννήτρια αποτελείται από δύο μέρη, όπως φαίνεται στην εικόνα 11: το ακίνητο μέρος της που λέγεται στάτορας, στο οποίο υπάρχουν μαγνήτες (συγκεκριμένα ηλεκτρομαγνήτες) και το κινητό μέρος της που λέγεται ρότορας στο οποίο υπάρχουν πηνία. Γυρίζοντας το ρότορα μέσα στο στάτορα παράγεται Ηλεκτρικό Ρεύμα.

Η περιστροφή του ρότορα γίνεται με ατμομηχανή, με υδροστρόβιλο κλπ. Η πιο γνωστή γεννήτρια είναι το «δυναμό» των ποδηλάτων.



Εικόνα 4.8.1: Φωτογραφία Γεννήτριας

4.8.1 ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ (ΜΕΚ)

Ο κινητήρας εσωτερικής καύσης είναι μια θερμική μηχανή, στην οποία καίγεται ένα καύσιμο παρουσία αέρα μέσα σε ένα θάλαμο (θάλαμος καύσης) και από την εξώθερμη αντίδραση του καυσίμου με τον οξειδωτή (θερμική καύση ελεύθερης φλόγας σε αέρια κατάσταση) που είναι το οξυγόνο του αέρα δημιουργούνται αέρια. Μέσω της εκτόνωσης αυτών των αερίων κάτω από υψηλές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας παράγεται η απαιτούμενη ισχύς.

4.8.2 ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ DIESEL

Μια γεννήτρια Diesel είναι ο συνδυασμός μιας μηχανής εσωτερικής καύσης και μιας ηλεκτρικής γεννήτριας για να παράγει ηλεκτρική ενέργεια (ΜΕΚ). Οι γεννήτριες Diesel χρησιμοποιούνται σε μέρη που δεν υπάρχει σύνδεση με το κυρίως δίκτυο ή σε έκτακτη ανάγκη, εάν πέσει το δίκτυο.



Εικόνα 4.8.2.1 : Φωτογραφία γεννήτριας Diesel

4.9 ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ

Σε ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να μετατραπεί κάθε άλλη μορφή ενέργειας (θερμική, πυρηνική, αιολική κ.λ.π.). Για τη μετατροπή της χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική, χρησιμοποιούνται τα "ηλεκτρικά στοιχεία" και οι "συσσωρευτές" ή "μπαταρίες". Το ηλεκτρικό στοιχείο είναι η θεμελιώδης συσκευή αποθήκευσης και διάθεσης ηλεκτρισμού. Αποτελείται από δύο πλάκες, φτιαγμένες από διαφορετικά μέταλλα και βυθισμένες σε ένα δοχείο με υγρό. Οι πλάκες (που πρέπει να είναι αγώγιμες) λέγονται ηλεκτρόδια, ενώ το υγρό είναι και αυτό αγώγιμο και λέγεται ηλεκτρολύτης. Τα δύο μέταλλα αντιδρούν χημικά με τον ηλεκτρολύτη και αν τα συνδέσουμε με κάποιον αγωγό θα έχουμε κυκλοφορία ηλεκτρικού ρεύματος. Ένα ή πολλά ηλεκτρικά στοιχεία στη σειρά, σχηματίζουν μία μπαταρία. Έτσι έχουμε τις υγρές μπαταρίες οι οποίες αποτελούνται από επαναφορτιζόμενα ηλεκτρικά στοιχεία και τις ξηρές μπαταρίες, οι οποίες έχουν μη επαναφορτιζόμενα. Οι υγρές μπαταρίες χρησιμοποιούνται κυρίως στα αυτοκίνητα και λέγονται έτσι επειδή ο ηλεκτρολύτης τους είναι υγρός.



Εικόνα 4.9.1 : Μπαταρίες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ HOMER

5.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ HOMER

Το λογισμικό βελτιστοποίησης συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας μικρής κλίμακας Homer, αναπτύχθηκε από το Εθνικό εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας των ΗΠΑ, για να βοηθήσει στο σχεδιασμό συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας μικρής κλίμακας και να διευκολύνει την σύγκριση των τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ενός μεγάλου εύρους εφαρμογών. Το Homer μοντελοποιεί την φυσική συμπεριφορά ενός συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και το κόστος του κύκλου ζωής του, το οποίο είναι το συνολικό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος καθόλη τη διάρκεια ζωής του. Το Homer επιτρέπει στο χρήστη να συγκρίνει πολλές διαφορετικές επιλογές σχεδιασμού στην τεχνική τους και οικονομική τους υπόσταση. Επιπλέον βοηθά στην κατανόηση των συστημάτων αυτών και ποσοτικοποιεί τις επιδράσεις της αβεβαιότητας ή των αλλαγών στις μεταβλητές εισόδου.

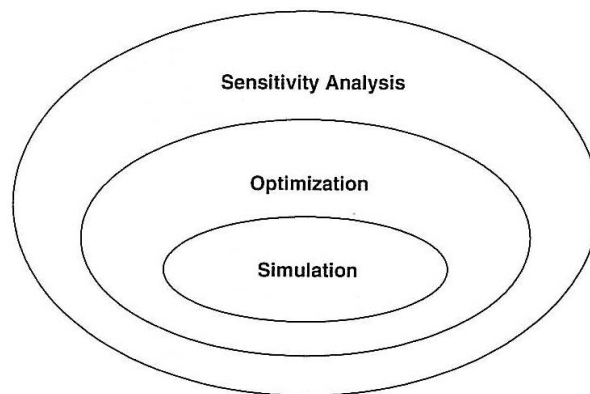
Ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας μικρής κλίμακας, παράγει ηλεκτρική ενέργεια και πιθανών θερμότητα για να εξυπηρετήσει ένα φορτίο που βρίσκεται πλησίον αυτού. Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να περιλαμβάνει οποιονδήποτε συνδυασμό συστημάτων παραγωγής και αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας και μπορεί να είναι διασυνδεδεμένο με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας ή αυτόνομο. Το Homer μπορεί να μοντελοποιήσει οποιαδήποτε από τα παραπάνω συστήματα που μπορούν να αποτελούνται από φωτοβολταϊκά πλαίσια ανεμογεννήτριες, μικρά υδροηλεκτρικά έργα, γεννήτριες βιομάζας, παλινδρομικούς κινητήρες, μικρογεννήτριες κυψέλες καυσίμου, μπαταρίες και αποθήκευση υδρογόνου.

5.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΤΟΥ HOMER

Το Homer εκτελεί 3 βασικές εργασίες που είναι οι ακόλουθες:

- Προσομοίωση
- Βελτιστοποίηση
- Ανάλυση ευαισθησίας

Κατά την διαδικασία της προσομοίωσης, το Homer μοντελοποιεί την λειτουργία ενός συστήματος χρησιμοποιώντας όλους τους ενεργειακούς υπολογισμούς που έχουν γίνει για κάθε μια από τις 8760 ώρες ενός έτους. Για κάθε ώρα, το Homer συγκρίνει την ωριαία ζήτηση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας με την αντίστοιχη ωριαία παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Για τα συστήματα που περιλαμβάνουν μπαταρίες ή γεννήτριες το Homer αποφασίζει επίσης για κάθε ώρα του έτους πως θα ενεργοποιηθούν οι γεννήτριες ή πως θα φορτιστούν και θα εκφορτιστούν οι μπαταρίες. Το Homer εκτελεί αυτούς τους υπολογισμούς ενεργειακής ισορροπίας για κάθε συνδυασμό συστημάτων. Έπειτα καθορίζει εάν ένας συνδυασμός είναι εφικτός, δηλαδή εάν μπορεί να ικανοποιήσει την ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας και εφόσον μπορεί τότε, υπολογίζει το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος αυτού, καθόλη την διάρκεια ζωής του.



Εικόνα 5.2.1: Θεμελιώδης σχέση μεταξύ προσομοίωσης, βελτιστοποίησης και ανάλυσης ευαισθησίας.

Μετά την διαδικασία προσομοίωσης όλων των πιθανών συνδυασμών των συστημάτων ενέργειας, ακολουθεί η διαδικασία της βελτιστοποίησης κατά την οποία το Homer επιδεικνύει έναν κατάλογο συνδυασμών που ταξινομούνται σύμφωνα με το καθαρό παρόν κόστος, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να γίνει σύγκριση των επιλογών που έχουν γίνει προκειμένου να υιοθετηθεί το κατάλληλο σύστημα ενέργειας. Πρέπει να αναφερθεί ότι η ταξινόμηση των συστημάτων ενέργειας είναι πλήρης δηλαδή έχουν εξεταστεί και αποτυπωθεί όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί εφικτών συστημάτων. Η διαδικασία της ανάλυσης ευαισθησίας, λαμβάνει χώρα, όταν οριστούν μεταβλητές ευαισθησίας, ως δεδομένα εισόδου, οπότε το Homer επαναλαμβάνει τη διαδικασία βελτιστοποίησης για κάθε μεταβλητή ευαισθησίας που εισάγεται.

5.3 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΦΟΡΤΙΩΝ

Είναι οι απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια οι οποίες πρέπει να ικανοποιηθούν από το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας. Το Homer μπορεί να μοντελοποιήσει ηλεκτρικά φορτία, θερμικά φορτία και φορτία υδρογόνου. Τα ηλεκτρικά φορτία είτε χρειάζονται να ικανοποιηθούν σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή, είτε μπορούν να ικανοποιηθούν οποιαδήποτε στιγμή, μέσα σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα.

5.4 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ

Υπάρχουν τρεις επιλογές για την μοντελοποίηση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας.:

- Ένα σύστημα εκτός δικτύου για το οποίο δεν λαμβάνεται υπόψη η περίπτωση επέκτασης του υπάρχοντος δικτύου και η σύνδεση του συστήματος με αυτό.

- Ένα σύστημα διασυνδεδεμένο με το δίκτυο
- Ένα απομονωμένο σύστημα.

5.5 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Ένα συστατικό είναι ένας μηχανισμός που είναι τμήμα του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Εάν προστεθεί ένα συστατικό το οποίο απαιτεί πληροφορίες σχετικές με τους πόρους του, προστίθενται στην κατηγορία των πόρων.

Το λογισμικό Homer διαμορφώνει 10 τύπους συστατικών:

- Ανεμογεννήτριες
- Υδροηλεκτρικά
- Φωτοβολταϊκά
- Μετατροπέας
- Μονάδα ηλεκτρόλυσης
- Μπαταρία
- Δεξαμενή υδρογόνου
- Αναμορφωτής
- Υβριδικό ηλεκτρικό όχημα
- Γεννήτρια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΦΑΡΜΟΓΗ HOMER

6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ

Το θεωρούμενο μικροδίκτυο, εξετάζεται και όταν είναι διασυνδεδεμένο με ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας της Κρήτης αλλά και όταν είναι απομονωμένο. Η Κρήτη είναι το μεγαλύτερο ελληνικό νησί και είναι το μεγαλύτερο απομονωμένο δίκτυο στην Ελλάδα με πολύ σημαντική εισχώρηση στο χώρο των ανεμογεννητριών.

Η ΔΕΗ είναι ο διαχειριστής του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και πουλάει την ενέργεια ενώ ταυτόχρονα υποχρεούται να αγοράζει ενέργεια από τους παραγωγούς, σε μια συγκεκριμένη τιμή η οποία καθορίζεται από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας. Οι τιμές παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, όπου η ΔΕΗ πουλάει την ενέργεια στο καταναλωτικό κοινό και είναι ίδια για όλη την χώρα, περίπου 0,050 €/kWh. Παρόλα αυτά, σε απομονωμένα συστήματα, το κόστος είναι αρκετά υψηλότερο από τα συνδεδεμένα συστήματα λόγω του υψηλού λειτουργικού κόστους των καυσίμων που χρησιμοποιούνται.

Πίνακας 6.1.1: Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο, για διασυνδεδεμένα συστήματα.

Πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	Τιμή Ενέργειας (€/kWh)
Ανεμογεννήτριες	0.0846
Μικρά υδροηλεκτρικά (μέχρι 15 MW _e)	0.0846
Φωτοβολταικά (μέχρι 100 kW _p)	0.50
Φωτοβολταικά (από 100 kW _p)	0.45
Ηλιοθεμικά (μέχρι 5 MW _e)	0.27
Ηλιοθεμικά (από 5 MW _e)	0.25
Γεωθερμική ενέργεια και Βιομάζα	0.0846
Άλλες πηγές ενέργειας	0.0846

Για την μελέτη του μικροδικτύου, γίνεται η παραδοχή ότι καταναλώνονται 25 MWh/d. Το φορτίο αιχμής είναι τα 2 MW. Θέλουμε να διαπιστώσουμε, το πόσο οικονομικό είναι να εγκατασταθεί ένα μικροδίκτυο το οποίο βασίζεται κατά ένα μεγάλο μέρος σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έπειτα να αγοράζεται η ενέργεια από την ΔΕΗ 0,050 €/kWh και τελικά να πωλείται στους καταναλωτές. Η περισσευούμενη ενέργεια μπορεί να πουληθεί πίσω στο δίκτυο εφόσον μπορεί να υπάρχει διασύνδεση στις τιμές που εμφανίζονται στον παραπάνω πίνακα. Το μικροδίκτυο μπορεί να αποτελείται από ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά, γεννήτριες βιομάζας, μετασχηματιστές, γεννήτριες diesel, γεννήτριες φυσικού αερίου. Για τα φωτοβολταϊκά, υποθέτουμε ότι υπάρχει ένα σύστημα δύο αξόνων (σύστημα παρακολούθησης τροχιάς ηλίου ή αλλιώς tracking system) το οποίο προσφέρει καλύτερη απόδοση του συστήματος σε υψηλότερα κόστη ενώ εξετάζεται και η ύπαρξη ενός συστήματος χωρίς το σύστημα παρακολούθησης τροχιάς του ήλιου. Ο χρόνος ζωής του κάθε συστήματος έχει καθοριστεί στα 20 έτη με ένα ετήσιο επιτόκιο 6%. Το τεχνικό ελάχιστο για κάθε τύπο γεννήτριας ισούται με το 30% της μετρούμενης χωρητικότητας. Για την περίπτωση της βιομάζας, δεν έχει τεθεί κάποιο ανώτατο όριο, ενώ έχει τεθεί υποθετικά ένα ποσοστό σταθερής παραγωγής βιοαερίου 0,7 kg για κάθε kg βιομάζας.

Πίνακας 6.1.2: Χαρακτηριστικά πηγών ενέργειας του Μικροδικτύου.

Πηγές ενέργειας	Μεγέθη παραγωγής	Κόστη	Κόστος Καυσίμου	Χρόνος ζωής
Ανεμογεννήτρια	250 kW (ονομαστική)	100000 €	0	20 χρόνια
Φωτοβολταϊκά (με tracking)	250 kW (αιχμή)	3250 €/kW	0	20 χρόνια
Φωτοβολταϊκά (χωρίς tracking)	250 kW (αιχμή)	2500 €/kW	0	20 χρόνια
Μετατροπέας	250 kW	350 €/kW	0	20 χρόνια
Γεννήτρια Βιοαερίου	150 kW	166.67 €/kW	20 €/t (κόστος βιομάζας)	20000 Ώρες λειτουργίας
Diesel Γεννήτρια	150 kW	133.33 €/kW	0.6 €/l	20000 Ώρες λειτουργίας
Γεννήτρια Φυσικού αερίου	150 kW	146.67 €/kW	0.25 €/m ³	20000 Ώρες λειτουργίας

Δύο βασικοί περιορισμοί που σχετίζονται με την διεισδυτικότητα των εναλλακτικών πηγών ενέργειας έχουν τεθεί υποθετικά:

- ✓ Η ελάχιστη παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας για το ολόκληρο έτος πρέπει πάντα να υπερβεί 40%.
- ✓ Το άθροισμα της μέγιστης χωρητικότητας για τις ανεμογεννήτριες και τα φωτοβολταϊκά δεν μπορεί να υπερβεί το 1MW που είναι ίσο με το μισό του μέγιστου φορτίου με σκοπό να επιτευχθεί η σταθερότητα στο σύστημα.

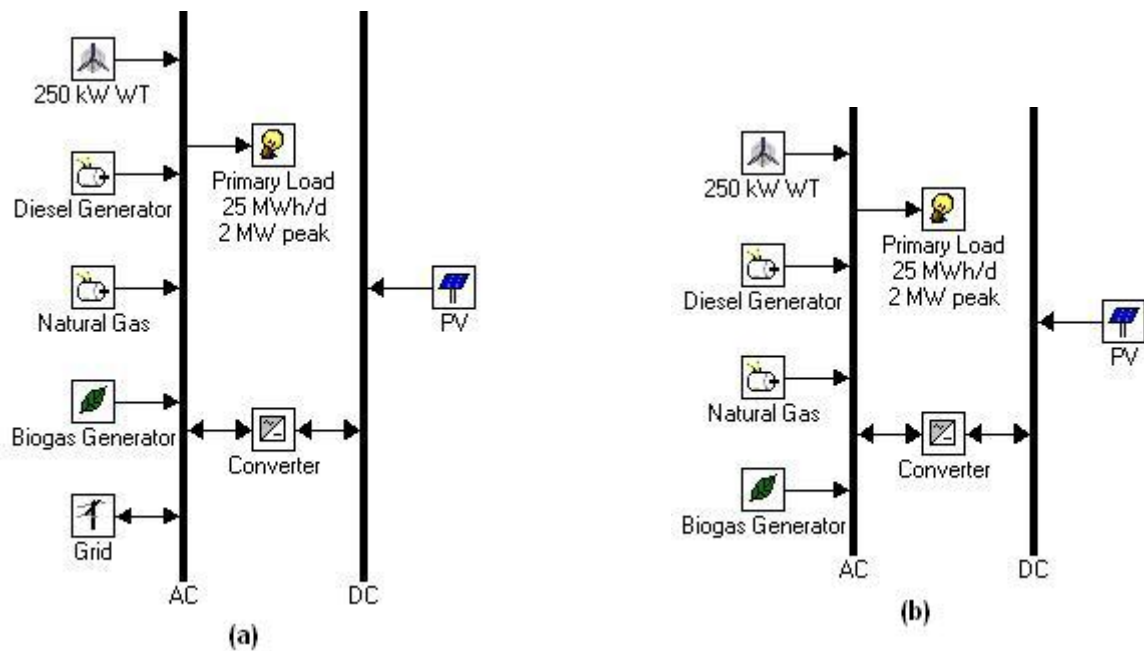
Λαμβάνοντας υπόψη αυτούς τους περιορισμούς, τα σενάρια είναι τα εξής:

- 4 Ανεμογεννήτριες των 250 kW η καθεμία και κανένα φωτοβολταϊκό (100% Α/Γ)
- 3 Ανεμογεννήτριες των 250 kW και φωτοβολταϊκό της τάξεως των 250 kW (75% Α/Γ και 25% Φ/Β)

- 2 Ανεμογεννήτριες των 250 kW και φωτοβολταϊκά της τάξεως των 500 kW (50% Α/Γ και 50% Φ/Β)
- 1 Ανεμογεννήτρια των 250 kW και φωτοβολταϊκά της τάξεως των 750 kW (25% Α/Γ και 75% Φ/Β)
- Καμία Ανεμογεννήτρια και φωτοβολταϊκά της τάξεως των 1000 Kw
(100% Φ/Β)

Εγκαταστάσεις με την υψηλότερη διείσδυση στις ανεμογεννήτριες έχουν χαμηλότερο αρχικό κόστος ενώ εγκαταστάσεις με την υψηλότερη διείσδυση στα φωτοβολταϊκά έχουν υψηλότερο αρχικό κόστος σε συνδυασμό με τις μεγαλύτερες αποδοχές για το δήμο λόγω της υψηλότερης τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας στο διασυνδεδεμένο δίκτυο. Για μια αντιπροσωπευτικότερη μελέτη της επιλεγμένης λειτουργίας του δικτύου, έχουν εξεταστεί τρεις περιπτώσεις.

Στην πρώτη περίπτωση, υποτίθεται μία συνεχής διασύνδεση με το δίκτυο της Κρήτης. Η δεύτερη περίπτωση εξετάζει το αντίθετο σενάριο, δηλαδή το δίκτυο να είναι απομονωμένο. Η τρίτη περίπτωση, είναι ένας συνδυασμός των δυο προηγούμενων, χρησιμοποιώντας το χρόνο ως μεταβλητή, που το μικροδίκτυο λειτουργεί ως απομονωμένο. Για την προσομοίωση των επιλεγμένων σεναρίων, δύο τύποι συστημάτων έχουν διαμορφωθεί μέσω του Homer. Το πρώτο σενάριο παρουσιάζει το διασυνδεδεμένο δίκτυο, ενώ στο δεύτερο σενάριο παρουσιάζεται το απομονωμένο.



Εικόνα 6.1.1 : Σχηματικό διάγραμμα προσομοίωσης μικροδικτύου .
 (α) Διασυνδεδεμένο δίκτυο, (β) Απομονωμένο δίκτυο.

Στην περίπτωση λειτουργίας με πολλαπλές συνδέσεις το πρόγραμμα HOMER υποθέτει ένα σταθερό ποσό μεταπώλησης, χωρίς να επηρεάζεται από το ποσό εισχώρησης των τεχνολογιών ΑΠΕ. Παρόλα αυτά ο μέσος όρος του ποσού μεταπώλησης για όλο το χρόνο εξαρτάται από την παραγωγή ενέργειας της κάθε πηγής. Υψηλότερη παραγωγή ενέργειας μέσω φωτοβολταϊκών αυξάνει το ποσό μεταπώλησης όπως φαίνεται και στον πίνακα 6.1.1, ενώ παραγωγή ενέργειας από μη εναλλακτικές πηγές ενέργειας (πετρέλαιο) μειώνουν το ποσό μεταπώλησης. Για τον υπολογισμό του ποσού μεταπώλησης λαμβάνουμε υπ' όψη μια αρχική τιμή της τάξεως του 0.085 €/kWh. Το HOMER μετά κάνει τους υπολογισμούς και συγκρίνει το ποσό μεταπώλησης και την τιμή SR που υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση (1.1).

$$SR = \frac{0.450 \cdot E_{PV} + 0.0846 \cdot E_{WT} + 0.0846 \cdot E_{Bio}}{E_{PV} + E_{WT} + E_{Bio} + E_{NG} + E_{Dsl}} \quad (1.1)$$

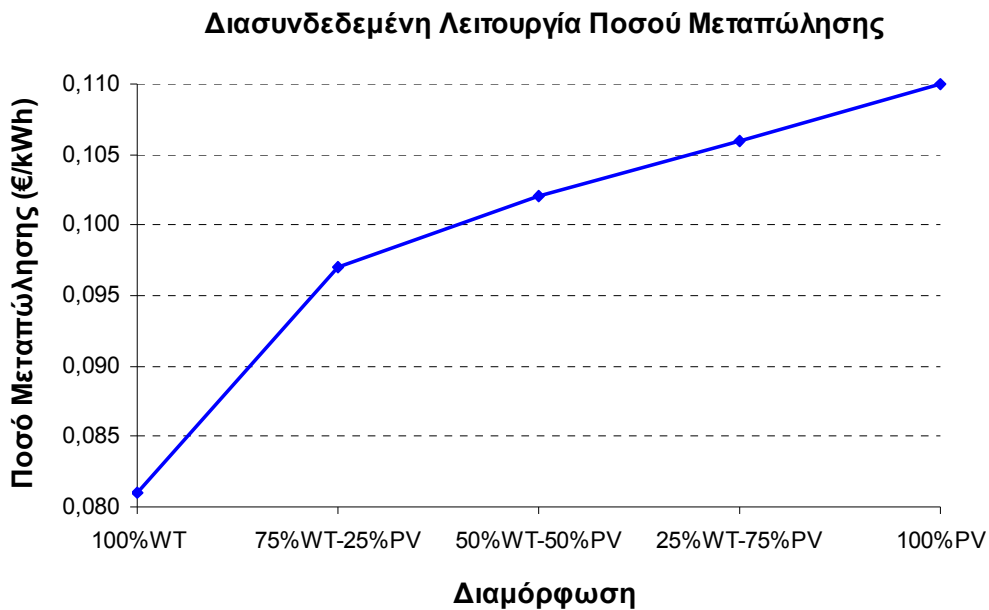
Όπου:

- ✓ EPV : η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά.
- ✓ EWT : η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτριες.
- ✓ EBIO : η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεννήτριες βιοαερίου.
- ✓ ENG : η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεννήτριες φυσικού αερίου.
- ✓ EDSL : η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεννήτριες ντίζελ.

Στο διασυνδεδεμένο δίκτυο, το Homer ζητάει δύο τιμές, την τιμή πώλησης της περισσευούμενης ενέργειας στο δίκτυο και την τιμή αγοράς της ενέργειας από το δίκτυο. Για να βρεθεί η μέση τιμή πώλησης της Ηλεκτρικής ενέργειας, πολλαπλασιάζεται η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας κάθε συστατικού σε €/kWh (βλέπε πίνακα 6.1.1), σε διασυνδεδεμένο δίκτυο επί την ετήσια ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από το αντίστοιχο συστατικό του συστήματος και στη συνέχεια, το άθροισμά τους διαιρείται με το άθροισμα της ετήσιας ενέργειας που παράγεται από το σύνολο των συστατικών του συστήματος.

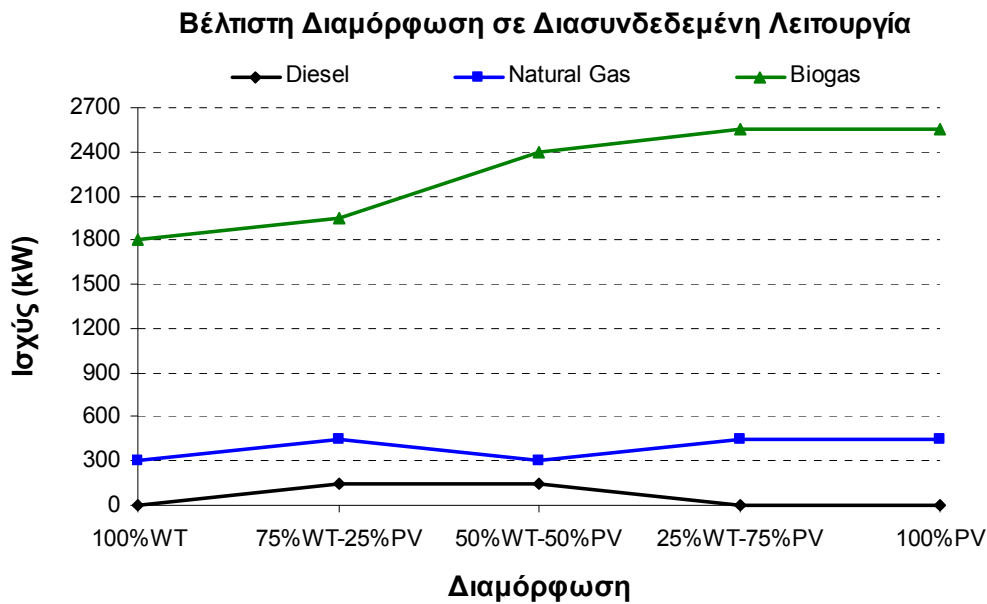
6.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Στην παρούσα εργασία, εξετάζεται η επίδραση κάθε σεναρίου σχετικά με το ποσό μεταπώλησης με το δίκτυο καθώς και η βέλτιστη διαμόρφωση του συστήματος. Στο γράφημα 6.2.1, απεικονίζεται η εξέλιξη του ποσού μεταπώλησης σχετικά με τις πιθανές διαμορφώσεις του μικροδικτύου. Η αυξημένη διείσδυση των φωτοβολταϊκών οδηγεί σε μία σχεδόν γραμμική αύξηση στο ποσό μεταπώλησης του συστήματος ακόμα και αν η μέγιστη εγκατεστημένη ισχύς των φωτοβολταϊκών παίρνει την μέγιστη αξία της. Παρατηρείται ότι όταν υπάρχουν μόνο φωτοβολταϊκά, το ποσό μεταπώλησης είναι το υψηλότερο.



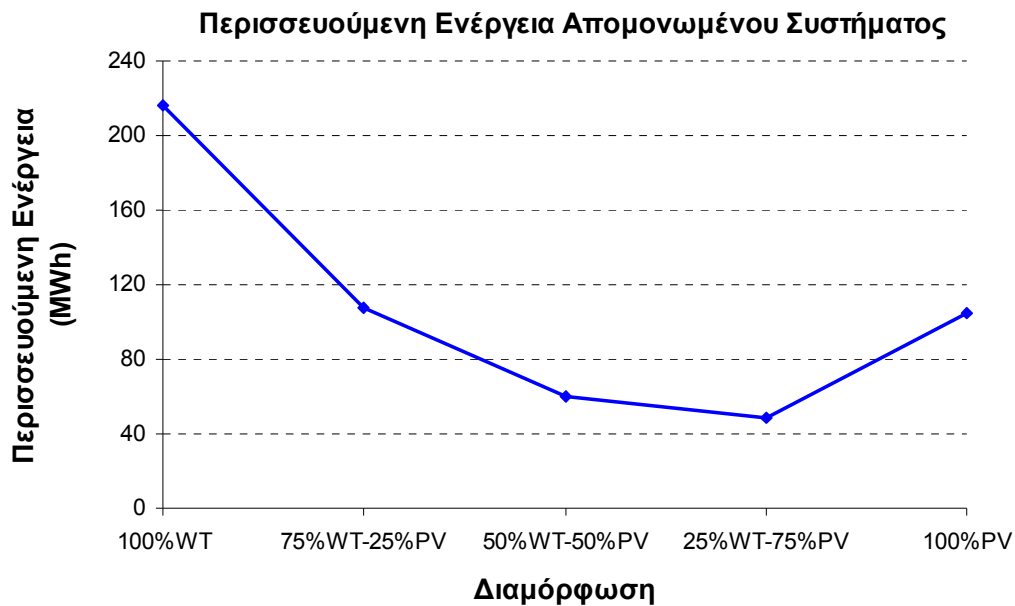
Γράφημα 6.2.1: Ποσό μεταπώλησης για το διασυνδεδεμένο σύστημα.

Η βέλτιστη διαμόρφωση του μικροδικτύου εξετάζει τη διασυνδεδεμένη λειτουργία που παρουσιάζεται στο γράφημα 6.2.2, το οποίο απεικονίζει την ισχύ του συστήματος σε σχέση με την διαμόρφωση που χρησιμοποιείται σε διασυνδεδεμένο δίκτυο, για τα διάφορα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας. Σε κάθε περίπτωση η χωρητικότητα των γεννητριών βιομάζας είναι μεγαλύτερη από τους άλλους δύο τύπους γεννητριών και σε μερικές περιπτώσεις υπερβαίνει το μέγιστο φορτίο του συστήματος δεδομένου ότι η τιμή πώλησης είναι μεγαλύτερη από αυτή που το μικροδίκτυο αγοράζει την ισχύ από το δίκτυο. Όλες οι διαμορφώσεις περιέχουν γεννήτριες φυσικού αερίου με μικρή χωρητικότητα (300 KW - 450KW).



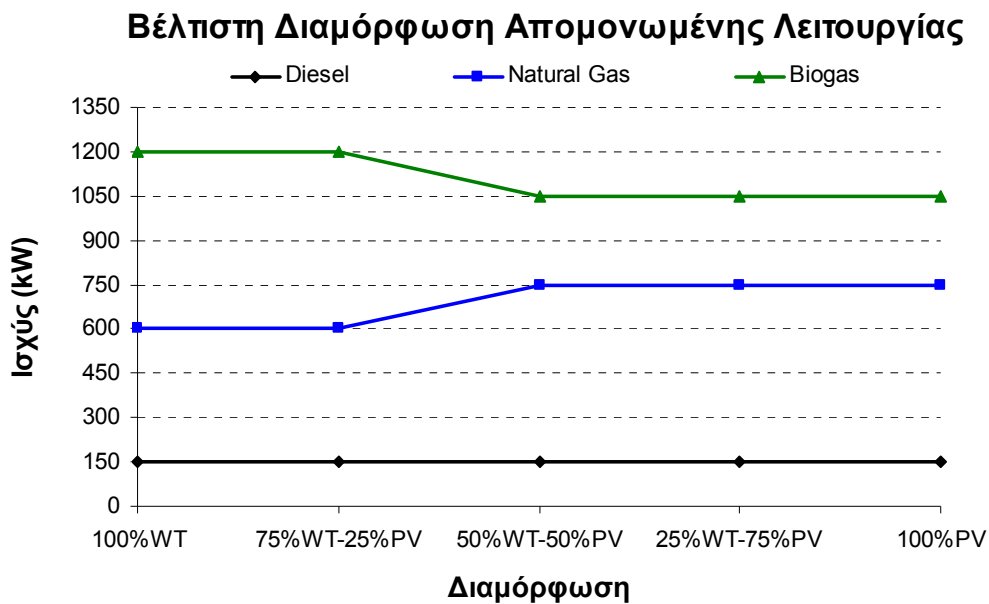
Γράφημα 6.2.2 : Βέλτιστες διαμορφώσεις γεννητριών για το διασυνδεδεμένο δίκτυο.

Το επόμενο σενάριο, περιγράφει την περίπτωση του απομονωμένου δικτύου, όπου το θεωρούμενο μικροδίκτυο δεν μπορεί να πουλήσει την ενέργεια στο δίκτυο και πρέπει να εκπληρώσει μόνο του ολόκληρο το αίτημα ηλεκτρικής ενέργειας του δήμου. Λόγω του συνδυασμού της υψηλής διείσδυσης Α/Γ και Φ/Β και της έλλειψης του μέσου αποθήκευσης μιας σημαντικής ποσότητας ενέργειας, δεν χρησιμοποιείται. Το γράφημα 6.2.3, παρουσιάζει την μέγιστη ηλεκτρική ενέργεια για καθένα από τους 5 συνδυασμούς σε Α/Γ και Φ/Β. Παρατηρείται ότι στο απομονωμένο σύστημα, το βέλτιστο αποτέλεσμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι όταν υπάρχει λειτουργία στο 100% μόνο από τις ανεμογεννήτριες.



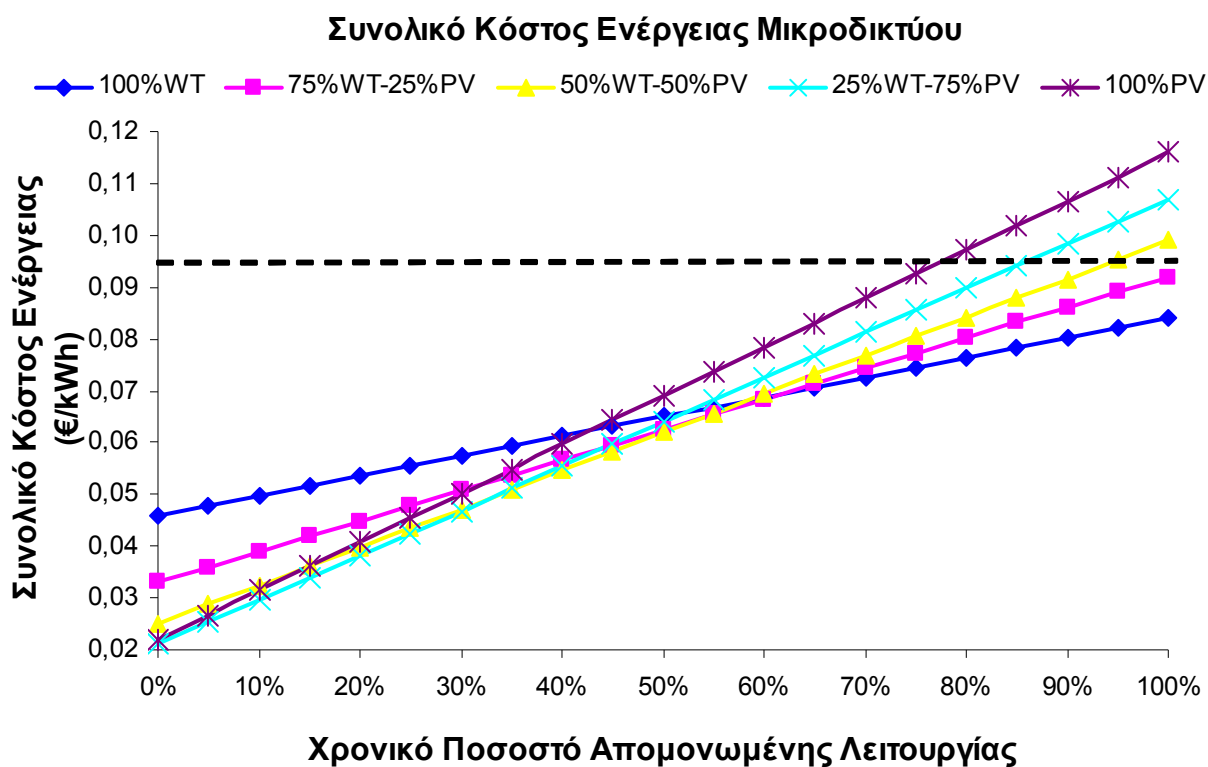
Γράφημα 6.2.3: Ετήσια περισσευόμενη ηλεκτρική ενέργεια για λειτουργία σε απομονωμένο δίκτυο.

Η βέλτιστη απόδοση απομονωμένης λειτουργίας παρουσιάζεται στο γράφημα 6.2.4. Αν και η γεννήτρια βιοαερίου δεν μπορεί να πουλήσει την ενέργεια στο δίκτυο, παραμένει λύση με το ελάχιστο κόστος. Η χωρητικότητα των γεννητριών diesel παραμένει σταθερή για όλες τις διαμορφώσεις Α/Γ και Φ/Β που φτάνει τα 150 MW, η οποία χωρητικότητα είναι η ελάχιστη. Η χωρητικότητα των γεννητριών Φυσικού αερίου (Natural gas) έχει ως εξής για τις παρακάτω διαμορφώσεις: είναι σταθερή όταν υπάρχουν 100% Α/Γ μέχρι όταν υπάρχουν 75% Α/Γ - 25% Φ/Β που φτάνει τα 600 MW, η οποία χωρητικότητα είναι η ελάχιστη, έπειτα αυξάνεται η ισχύς στα 750 MW όπου παραμένει σταθερή, όταν υπάρχουν 50% Α/Γ - 50% Φ/Β μέχρι το 100% των Φ/Β. Τέλος, η χωρητικότητα των γεννητριών βιοαερίου (Biogas) έχει ως εξής για τις παρακάτω διαμορφώσεις: είναι σταθερή όταν υπάρχουν 100% Α/Γ μέχρι όταν υπάρχουν 75% Α/Γ - 25% Φ/Β που φτάνει τα 1200 MW, έπειτα μειώνεται η ισχύς στα 1050 MW όπου παραμένει σταθερή, όταν υπάρχουν 50% Α/Γ - 50% Φ/Β μέχρι το 100% των Φ/Β.



Γράφημα 6.2.4: Βέλτιστες διαμορφώσεις γεννητριών για το απομονωμένο δίκτυο.

Στο γράφημα 6.2.5, απεικονίζεται η εξέλιξη του συνολικού κόστους της ενέργειας του διασυνδεδεμένου δικτύου με την ετήσια λειτουργία του απομονωμένου συστήματος. Οι τιμές 0% είναι το πλήρως διασυνδεδεμένο δίκτυο και το 100% το πλήρως απομονωμένο, ενώ οι ενδιάμεσες τιμές έχουν υπολογιστεί μέσω των γραφικών παραστάσεων. Η διακεκομμένη γραμμή, αντιπροσωπεύει την τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας σε χαμηλή τάση. Για τις διαμορφώσεις όταν υπάρχουν 75% Α/Γ - 25% Φ/Β, 50% Α/Γ - 50% Φ/Β και 25% Α/Γ και 75%Φ/Β, έχουν το χαμηλότερο κόστος ενέργειας, όπως παρατηρείται στο γράφημα 6.2.5 και παρέχει τις καλύτερες τιμές πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από την ΔΕΗ. Όλες οι πιθανές διαμορφώσεις έχουν χαμηλότερο κόστος ενέργειας από το κόστος της ΔΕΗ για το νησί της Κρήτης.



Γράφημα 6.2.5: Συνολικό κόστος της ενέργειας για ένα μικροδίκτυο για διάφορες διαμορφώσεις.

6.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το θεωρούμενο μικροδίκτυο, εξετάζεται και όταν είναι διασυνδεδεμένο με ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας της Κρήτης αλλά και όταν είναι απομονωμένο. Όταν είναι διασυνδεδεμένο το σύστημα, συμφέρει πιο πολύ οικονομικά απ'ότι όταν είναι απομονωμένο, διότι στο απομονωμένο σύστημα, υπάρχουν τα έξοδα μεταφοράς καθώς επίσης και τα λειτουργικά κόστη των καυσίμων που χρησιμοποιούνται. Η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι χαμηλότερη συγκριτικά με την τιμή που αγοράζεται από το κεντρικό δίκτυο. Αυτό συμβαίνει διότι η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας που πωλείται είναι μεγαλύτερη από αυτή που αγοράζεται. Τέλος, το θεωρούμενο μικροδίκτυο, συνδέεται με την μέση τάση, και αυτό γιατί είναι η τιμή της χαμηλότερη από αυτή της χαμηλής τάσης. Μέσω ενός μετασχηματιστή, μετασχηματίζεται η μέση σε χαμηλή τάση για την εξυπηρέτηση του μικροδικτύου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ
ΤΙΜΗ = 0.050 €/kWh

(Από τους παρακάτω πίνακες, προέκυψαν οι γραφικές παραστάσεις)

	Συνολικό Καθαρό Παρόν Κόστος (€)		ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€/kWh)	
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ	Tracking	ΧΩΡΙΣ tracking	Tracking	ΧΩΡΙΣ tracking
100% Α/Γ	5077252	5077252	0,046	0,046
75% Α/Γ - 25% Φ/Β	5468266	5495432	0,033	0,039
50% Α/Γ -50% Φ/Β	5918594	6044388	0,025	0,031
25% Α/Γ -75% Φ/Β	6203980	6684920	0,021	0,030
100% Φ/Β	6432870	7116335	0,022	0,027

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ TRACKING						
Φ/Β (kW)	A/Γ	Dsl (kW)	NG (kW)	Bio (kW)	Conv (kW)	Δίκτυο (kW)
0	4	0	300	1800	0	1200
250	3	150	450	1950	250	1200
500	2	150	300	2400	500	1200
750	1	0	450	2550	750	1200
1000	0	0	450	2550	1000	1200

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΧΩΡΙΣ TRACKING						
Φ/Β (kW)	A/Γ	Dsl (kW)	NG (kW)	Bio (kW)	Conv (kW)	Δίκτυο (kW)
0	4	0	300	1800	0	1200
250	3	150	450	1800	250	1200
500	2	150	300	2250	500	1200
750	1	150	300	2400	750	1200
1000	0	0	300	2550	1000	1200

ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΟ

Διαμόρφωση	Συνολικό Καθαρό παρόν Κόστος(€)		Κόστος Ενέργειας (€/kWh)	
	Tracking	Χωρίς tracking	Tracking	Χωρίς tracking
100% Α/Γ	8799800	8799800	0,084	0,084
75% Α/Γ -25% Φ/Β	9577351	9520118	0,092	0,091
50% Α/Γ -50% Φ/Β	10387687	10279140	0,099	0,098
25% Α/Γ -75% Φ/Β	11214300	11052109	0,107	0,106
100% Φ/Β	12101432	11844252	0,116	0,113

Διαμόρφωση Με TRACKING						
PV (kW)	A/Γ	Dsl (kW)	NG (kW)	Bio (kW)	Conv (kW)	Δίκτυο (kW)
0	4	150	600	1200	0	0
250	3	150	600	1200	250	0
500	2	150	750	1050	500	0
750	1	150	750	1050	750	0
1000	0	150	750	1050	1000	0

Διαμόρφωση Χωρίς TRACKING						
Φ/Β (kW)	A/Γ	Dsl (kW)	NG (kW)	Bio (kW)	Conv (kW)	Δίκτυο (kW)
0	4	150	600	1200	0	0
250	3	150	600	1200	250	0
500	2	150	600	1200	500	0
750	1	150	750	1050	750	0
1000	0	150	750	1050	1000	0

ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΟ		ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€/kWh)							
ΧΡΟΝΟΣ	100% Α/Γ		75% Α/Γ -25% Φ/Β		50%WT-50% Φ/Β		25% Α/Γ -75% Φ/Β		Trac
	Tracking	Χωρίς tracking	Tracking	Χωρίς tracking	Tracking	Χωρίς tracking	Tracking	Χωρίς tracking	
0%	0,046	0,046	0,033	0,039	0,025	0,031	0,021	0,030	0
5%	0,048	0,048	0,036	0,042	0,029	0,034	0,025	0,034	0
10%	0,050	0,050	0,039	0,044	0,032	0,038	0,030	0,038	0
15%	0,052	0,052	0,042	0,047	0,036	0,041	0,034	0,041	0
20%	0,054	0,054	0,045	0,049	0,040	0,044	0,038	0,045	0
25%	0,056	0,056	0,048	0,052	0,044	0,048	0,043	0,049	0
30%	0,057	0,057	0,051	0,055	0,047	0,051	0,047	0,053	0
35%	0,059	0,059	0,054	0,057	0,051	0,054	0,051	0,057	0
40%	0,061	0,061	0,057	0,060	0,055	0,058	0,055	0,060	0
45%	0,063	0,063	0,060	0,062	0,058	0,061	0,060	0,064	0
50%	0,065	0,065	0,063	0,065	0,062	0,065	0,064	0,068	0
55%	0,067	0,067	0,065	0,068	0,066	0,068	0,068	0,072	0
60%	0,069	0,069	0,068	0,070	0,069	0,071	0,073	0,076	0
65%	0,071	0,071	0,071	0,073	0,073	0,075	0,077	0,079	0
70%	0,073	0,073	0,074	0,075	0,077	0,078	0,081	0,083	0
75%	0,075	0,075	0,077	0,078	0,081	0,081	0,086	0,087	0
80%	0,076	0,076	0,080	0,081	0,084	0,085	0,090	0,091	0
85%	0,078	0,078	0,083	0,083	0,088	0,088	0,094	0,095	0
90%	0,080	0,080	0,086	0,086	0,092	0,091	0,098	0,098	0
95%	0,082	0,082	0,089	0,088	0,095	0,095	0,103	0,102	0
100%	0,084	0,084	0,092	0,091	0,099	0,098	0,107	0,106	0

ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΟ	ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€/kWh)		ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ	ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€/kWh)	
	Tracking	Χωρίς tracking		Tracking	Χωρίς tracking
Διαμόρφωση			Διαμόρφωση		
100% Α/Γ	0,084	0,084	100%WT	0,046	0,046
75% Α/Γ -25% Φ/Β	0,092	0,091	75%WT-25% Φ/Β	0,033	0,039
50% Α/Γ -50% Φ/Β	0,099	0,098	50%WT-50% Φ/Β	0,025	0,031
25% Α/Γ -75% Φ/Β	0,107	0,106	25%WT-75% Φ/Β	0,021	0,030
100% Φ/Β	0,116	0,113	100% Φ/Β	0,022	0,027

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Οδηγία 2001 / 77 / ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27^{ης} Σεπτεμβρίου 2001.
- [2] Σχέδιο Νόμου, από τα επίσημα πρακτικά της ΠΝ'. 6 Ιουνίου 2006.
- [3] T. Lambert, P. Gilman & P.Liliental, “ MICROPOWER SYSTEM MODELING WITH HOMER”.
- [4] www.elsevier.com/locate/rser “RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS” 10 (2006) 78-127
- [5] Ι.Κ. Καλδέλης, Κ.Α Καββαδίας, “Εργαστηριακές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας”, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα 2001.
- [6] www.rae.gr ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ ΡΑΕ ΥΠ’ ΑΡΙΘΜ. 232/2007 .
- [7] www.cres.gr
- [8] Π.Σ Γεωργιλιάκης, “Ηλεκτρική Οικονομία Πανεπιστημιακές Παραδόσεις”, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά 2006.
- [9] Α.Ε Δημέας, “Συμβολή στον Καταναεμημένο Έλεγχο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας με Μονάδες Διεσπαρμένης Παραγωγής στην Χαμηλή τάση”, Διδακτορική διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, ΗΜΥ, Αθήνα 2006.
- [10] N.D. Hatziargiriou, A.Dimeas, A.G Tsikalakis, J. Oyarzabal. J.A.Pecas Lopes, G. Kariniotakis, “Management of Microgrids in Market Environment”.(Paper)