



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**“Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας βασισμένα σε ΑΠΕ.
Συνιστώσες και συνεισφορά στον εξηλεκτρισμό απομονωμένων περιοχών”**



Σπουδάστρια : Τζουλιαδάκη Τερψιχόρη

Εισηγητής : Δρ. Τσικαλάκης Αντώνιος
Επιστημονικός Συνεργάτης Τ.Ε.Ι Κρήτης

Ηράκλειο, Ιούνιος 2012

Ευχαριστίες..

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κ. Τσικαλάκη Αντώνη, αρχικά για την δυνατότητα που μου παρείχε να ασχοληθώ με την συγκεκριμένη εργασία και για την απολαβή που έλαβα από τον πλούτο γνώσεων που προήλθαν από αυτή. Για τις πολύτιμες συμβουλές, την υποστήριξη, την καθοδήγηση καθώς και τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε για την εκπόνηση της.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά όσους έχουν βρέθει έως τώρα στο δρόμο μου και με έχουν βοηθήσει με ποικιλόμορφους τρόπους..

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αξιοσημείωτη πρόοδος στην ανθρώπινη ανάπτυξη τις τελευταίες δεκαετίες δεν μπορεί να συνεχιστεί χωρίς τολμηρές αλλαγές σε κοινωνικό - πολιτικό επίπεδο παγκοσμίως, με πρόταγμα την αλληλεγγύη και την ισότητα, τη μείωση των περιβαλλοντικών κινδύνων και την εξάλειψη της φτώχειας και της εξαθλίωσης μεταξύ των ανθρώπων στο πλανητικό χωρίο στο οποίο είμαστε όλοι γείτονες. Η ενέργεια αποτέλεσε και αποτελεί τον κύριο μοχλό κάθε ανθρώπινης δραστηριότητας. Σε όλη την ιστορική του πορεία, ο άνθρωπος χρησιμοποίησε με ευρηματικότητα τις δυνατότητες που του παρείχε απλόχερα η ίδια η φύση, τη δύναμη της φωτιάς, του νερού, του ανέμου και του ήλιου, με στόχο τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης του.

Παρόλο όμως, ότι έχουμε διαβεί το κατώφλι του 21 ου αιώνα, 1,6 δισεκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση στον ηλεκτρισμό, περισσότεροι από ένα δισεκατομμύριο έχουν πρόσβαση σε αναξιόπιστα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας και περίπου 3 δισεκατομμύρια άνθρωποι στηρίζονται στα στερεά καύσιμα (παραδοσιακή βιομάζα και άνθρακα) για να καλύψουν τις βασικές ανάγκες τους. Η μη πρόσβαση σε σύγχρονες ενεργειακές υπηρεσίες για μαγείρεμα και θέρμανση, φωτισμό και επικοινωνίες είναι ιδιαίτερα οξύ στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, με τις οποίες θα ασχοληθούμε περισσότερο σε αυτή την εργασία και επιτείνουν την ένδεια των κατοίκων.

Στόχος αυτής της εργασίας λοιπόν, είναι η επίδειξη επιτυχών πρακτικών εξηλεκτρισμού και εκμετάλλευσης των ΑΠΕ σε περιοχές, οι οποίες είτε λόγω δυσμενών κλιματικών συνθηκών είτε απομονωμένης γεωγραφικής θέσης και πολύ χαμηλού βιοτικού επιπέδου δεν έχουν πρόσβαση στον ηλεκτρισμό και την απέκτησαν μέσω χρήσης της ηλιακής, αιολικής ενέργειας και της βιομάζας.

Αρχικά παρουσιάζονται ενδεικτικά, τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού από ηλιακή και αιολική ενέργεια και γίνεται αναφορά στα τεχνικά χαρακτηριστικά, στις αρχές λειτουργίας και στις βασικότερες εφαρμογές κυρίως των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Επίσης, εξετάζονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ελέγχου στα συστήματα ΑΠΕ.

Θα περιπλανηθούμε σε χώρες της Μέσης Ανατολής και Μεσογείου, με το πιο τρανό παράδειγμα, σε ποσοστά εξηλεκτρισμού (95%) μέσω εκτεταμένης χρήσης ΑΠΕ, το Μαρόκο έπειτα την Αλγερία, Αίγυπτο, Παλαιστίνη, Ιορδανία. Στην Υπο-σαχάρια Αφρική, θα συναντήσουμε την Νιγηρία, την Κένυα, τη Ζάμπια και θα παραθέσουμε συγκεκριμένα επιτεύγματα του Under στην Ουγκάντα και την Τανζανία. Στην Νότιο ανατολική Ασία παρατηρήθηκε εκτενή χρήση της βιομάζας τόσο, στο Μπαγκλαντές, όσο και στην Ινδία. Στην συνέχεια, θα δώσουμε έμφαση σε περιοχές με ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες όπως την Αλάσκα, την Ανταρκτική και το Νεπάλ. Λόγω των πολύ δυσμενών κλιματολογικών συνθηκών παρουσιάζονται δυσκολίες στην πρόσβαση των εγκαταστάσεων, στις εργασιακές συνθήκες, στην επιλογή τεχνολογίας και στην ασφάλεια και παραγωγή της ενέργειας.

Τελικός προορισμός είναι οι νησιωτικές περιοχές από την Μεσόγειο, τον Ειρηνικό και Ατλαντικό Ωκεανό έως και τη Βόρεια Θάλασσα οι οποίες είτε δεν είναι συνδεδεμένα σε ηλεκτρικό δίκτυο, είτε παρόλο που είχαν πρόσβαση στον ηλεκτρισμό, επέλεξαν τις ΑΠΕ ως μοναδική πηγή ενέργειας. Επίσης παραθέτουμε μία εκτενή αναφορά στον Ελλαδικό χώρο, στον οποίο η ενασχόληση και η διάδοση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας παρουσιάζει αυξητική τάση τα τελευταία χρόνια με σημαντικές προσπάθειες σε εγκαταστάσεις μικρών αυτόνομων φ/β συστημάτων σε απομακρυσμένα μικρά νησιά ενώ η μέση διείσδυση ΑΠΕ στα νησιά το 2011 ήταν περίπου 15%.

Εν κατακλείδι, παρατίθεται σύγκριση των επιτευγμάτων των χωρών αυτών στον ενεργειακό τομέα με χρήση ΑΠΕ, σε σχετικό συγκεντρωτικό πίνακα και εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα για τις δυνατότητες των χωρών στον τομέα αυτό και για τις δυνατότητες των ΑΠΕ ως μέσο παραγωγής ενέργειας και εξηλεκτρισμού.

SUMMARY

Despite the worldwide development and prosperity there are still about 1.6 billion people without any access at all to electricity grids. These people are residents of remote, poor and usually extreme climate areas of the planet. Lack of access to electricity grids, has been declared by United Nations and other humanitarian organizations, as a parameter for deteriorating poverty of the population. Simple solutions for providing electricity to limited amount of loads may be enough to improve drastically the living conditions, the entrepreneurship and the medical treatment of the residents of these areas. The scope of this thesis is to describe up to what extent Renewable Energy Sources (RES) have helped in electrifying such rural areas instead of grid expansion or use of fossil fuel.

The first generic part is more technology oriented. First a concise description of organizations and tools related to rural electrification worldwide is provided. Then description of the typical RES technologies utilized for this purpose presented. There are also references on the significant progress on control schemes used that depend on the complexity, the power and the resources utilized. There is also a sub-section related to advances in energy storage, a vital component of these systems. Last but not least there is reference on typical or more intelligent loads used in such rural systems.

The second part of this thesis is a Bibliographical review of organization and funding programs for rural electrification using significant RES share all over the world under all climatic conditions. First, a review of rural electrification in Middle East North Africa (MENA) countries is provided. These applications are mainly ones related to population residing in arid and hot parts of the Morocco has electrified significant part of the rural population with PV kits under the “fee for service” approach (a typical rural electrification practice in other countries as well). Algeria, Egypt and Jordan have made similar attempts. Then, achievements in poor sub-Saharan countries, like Nigeria, Kenya, Zambia, Tanzania are presented. These achievements are strongly related to the United Nations Development Program (UNDP), intelligent local marketing actions and aid from other countries.

South East Asia countries are investigated next focusing on Bangladesh and India. In those countries biomass has been used greatly for rural electrification as well as PVs. Great number of actions have been strongly related to improving also the position of women in those countries providing them the opportunity to improve both their business and technical skills.

Cold climate areas of the planet, either near both poles or in High altitude countries, e.g. Nepal are a harsh area to live. The special precautions that should be made when installing RES in those areas are presented, especially when erecting wind turbines. Experience from such areas in Alaska, Antarctica and Nepal show clearly that RES could also be applied provided that special precautions have been made. All these areas are electrical islands; in such a review, physical islands should also be presented. Numerous islands, with significant RES potential all over the world, operate isolated to meet their needs. Some of them base their electricity production on high RES share. A review of best practices in those areas has been provided, from the most recent Scottish island of Eigg with the greatest diversity of RES and 95% RES share to the well known Samso, Utsira and King island. A country with so many islands like Greece could not be omitted from our survey. Success stories of electrifying tiny islands are presented. Special focus is given to the achievements in Kythnos, Ikaria, the forthcoming “Green island” project and the island of Crete where RES share has reach 20% last year.

Based on both the technological and bibliographical survey it can be concluded that RES can more and more easily be applied for electrifying remote areas of our planet under all climatic conditions, providing electricity to people without access to it. Meeting simple electrical needs considered as minimal for the rest of the world is enough to provide children in those areas some wide smiles like the ones depicted in some pictures of this thesis.

Κεφάλαιο 1 Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	Περιεχόμενα.....	1
1.1	Πίνακας Εικόνων	4
Κεφάλαιο 2	Γενική εισαγωγή	8
2.1	Γενικά για την κατάσταση ηλεκτροδότησης στον κόσμο.....	8
2.2	Πρόγραμμα Ανάπτυξης Ηνωμένων Εθνών (United Nations Development Programme).....	8
2.2.2	Πεδία Συμβολής του UNDP.....	9
2.3	Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism).....	11
2.4	Δομή της εργασίας	11
2.5	Πηγές	12
Κεφάλαιο 3	Συνιστώσες και έλεγχος τέτοιου είδους Συστημάτων	13
3.1	Γενικά για τη Διεσπαρμένη Παραγωγή	13
3.1.1	Ορισμός Διεσπαρμένης Παραγωγής	13
3.1.2	Τεχνολογίες μονάδων Διεσπαρμένης Παραγωγής	15
3.1.3	Γενική δομή διασυνδεδεμένων συστημάτων:	16
3.2	Γενική Δομή και έλεγχος ενός Αυτόνομου Συστήματος	17
3.2.1	Απομονωμένα ή εκτος δικτύου(stand-alone ή off-grid).....	17
3.3	Συνιστώσες Παραγωγής.....	21
3.3.1	ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	21
3.3.2	ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	33
3.3.3	Υδροηλεκτρικά.....	41
3.3.4	Ο ρόλος της Βιομάζας.....	41
3.3.5	Ο ρόλος των συμβατικών μονάδων παραγωγής.....	44
3.4	Αποθήκευση Ενέργειας.....	45
3.4.1	Αναγκαιότητα αποθηκευτικής διάταξης σε συστήματα με ανανεώσιμες πηγές συνδεδεμένες στο δίκτυο	45
3.4.2	Αναγκαιότητα αποθηκευτικής διάταξης σε αυτόνομα συστήματα με ανανεώσιμες πηγές	46
3.4.3	Συσσωρευτές	46
3.4.4	Αντλησιοταμίευση (Pump – hydro storage).....	49
3.4.5	Τεχνολογίες Υδρογόνου.....	50
3.4.6	Σύγκριση των εφαρμογών των κυριότερων αποθηκευτικών μέσων	52
3.5	Απαιτούμενοι μετατροπείς.....	54
3.5.1	Ρυθμιστής Φόρτισης (Charge Controller)	54
3.5.2	Μετατροπείς.....	55
3.5.3	Κεντρικοί Μετατροπείς με τη δυνατότητα παροχής	59
3.6	Τυπικά Φορτία και ιδιαιτερότητες τους σε αυτόνομα δίκτυα.....	60
3.6.1	Φωτισμός.....	60
3.6.2	Ψύξη/Συντήρηση τροφίμων-εμβολίων.....	65
3.6.3	Τηλεπικοινωνίες.....	66
3.6.4	Κίνηση (μοτέρ).....	66
3.6.5	Ψυχαγωγία.....	67
3.7	Πηγές	68

Κεφάλαιο 4	Εφαρμογές Εξηλεκτρισμού μέσω ΑΠΕ σε περιοχές της Βόρειας Αφρικής και της Μέσης Ανατολής	70
4.1	ΜΑΡΟΚΟ	70
4.1.1	Αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση-Καλές Πρακτικές	70
4.1.2	Ηλεκτροδότηση απομακρυσμένων περιοχών πριν το 1978	70
4.1.3	Το εθνικό Πρόγραμμα Αποκεντρωμένης Ηλεκτροδότησης (PNER)	71
4.1.4	Το παγκόσμιο πρόγραμμα εξηλεκτρισμού απομακρυσμένων περιοχών (PERG)	72
4.1.5	Λοιπά προγράμματα	79
4.1.6	Σύνοψη	82
4.2	ΑΛΓΕΡΙΑ	83
4.2.1	Κύριοι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ	84
4.2.2	Συμβολή των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο	84
4.2.3	Εφαρμογές ΑΠΕ και αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση-Καλές πρακτικές	86
4.2.4	Πρόγραμμα εξηλεκτρισμού 20 χωριών	86
4.2.5	Σύνοψη	88
4.3	ΑΙΓΥΠΤΟΣ	89
4.3.1	Κύριοι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ	89
4.3.2	Εφαρμογές ΑΠΕ και αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση	90
4.4	ΠΑΛΑΙΣΤΙΝΗ	91
4.4.1	Κύριοι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ	91
4.4.2	Εφαρμογές ΑΠΕ και αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση-Καλές πρακτικές	92
4.4.3	Σύνοψη	92
4.5	ΙΟΡΔΑΝΙΑ	93
4.5.1	Κύριοι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ	93
4.5.2	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ-ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ	94
4.6	Λοιπές χώρες της περιοχής	96
4.6.1	Λίβανος	96
4.6.2	Συρία	96
4.6.3	ΛΙΒΥΗ	96
4.6.4	Εφαρμογές ΑΠΕ στην Τυνησία	97
4.7	Πηγές Κεφαλαίου	97
Κεφάλαιο 5	Χώρες της Υπο-σαχάριας Αφρικής	99
5.1	ΝΙΓΗΡΙΑ	99
5.1.1	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ-ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ	99
5.1.2	Πρόγραμμα «The Villasol» από τη Schneider Electric	100
5.1.3	BipBop Programme	101
5.2	Κένυα	102
5.2.1	Κύριοι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ	102
5.2.2	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ – ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ	103
5.2.3	ΣΥΝΟΨΗ	108
5.3	Ζάμπια	108
5.3.1	ΚΥΡΙΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ	108
5.3.2	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ – ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ	109
5.3.3	ΣΥΝΟΨΗ	111
5.4	Εγκαταστάσεις με τη βοήθεια του UNDP στις περιοχές αυτές	111

5.4.1	Τανζανία.....	111
5.4.2	Ουγκάντα.....	112
5.5	Πηγές κεφαλαίου	113
Κεφάλαιο 6	Ενδιαφέρουσες εφαρμογές στη Νοτ.Αν. Ασία με έμφαση στη βιομάζα	115
6.1	ΜΠΑΓΚΛΑΝΤΕΣ	115
6.1.1	Κύριοι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ.....	115
6.1.2	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ.....	115
6.1.3	IDCOL.....	116
6.1.4	Μη κερδοσκοπική επιχείρηση η Granmeen Shakti.....	117
6.1.5	Η Ασιατική Τράπεζα Ανάπτυξης (ADB) για τη χρηματοδότηση σε εκτός δικτύου περιοχές. 119	
6.2	Ινδία	119
6.2.1	ΚΥΡΙΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ.....	120
6.2.2	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ-ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ.....	120
6.3	Βιβλιογραφία	126
Κεφάλαιο 7	Περιοχές με ιδιαίτερα Χαμηλές θερμοκρασίες.....	127
7.1	ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΨΥΧΡΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ.....	127
7.1.1	ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΣΕ ΨΥΧΡΟ ΚΛΙΜΑ (ΨΚα)	127
7.1.2	Λοιπές προφυλάξεις	130
7.2	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΕ ΑΡΚΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ.....	130
7.2.1	Αλάσκα.....	130
7.2.2	Ανταρκτική.....	134
7.3	ΠΕΡΙΟΧΗ ΙΜΑΛΑΪΩΝ - ΝΕΠΑΛ	137
7.3.1	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ – ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ	137
7.3.2	Αιολική Ενέργεια	140
7.3.3	Πρόγραμμα SWERA.....	141
7.3.4	Οικιακά Φωτοβολταϊκά Συστήματα.....	142
7.3.5	Οικιακά Φωτοβολταϊκά Συστήματα στο χωριό Pulimarang της περιοχής Tanahu..	143
7.3.6	ΣΥΝΟΨΗ.....	143
7.4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	144
7.5	Πηγές :	145
Κεφάλαιο 8	ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ.....	146
8.1	ΝΗΣΙΑ και ιδιαιτερότητες.....	146
8.1.1	Ιδιαιτερότητες Νησιωτικών Συστημάτων	146
8.1.2	Νησιά και ΑΠΕ	146
8.2	Περιπτώσεις εξηλεκτρισμού νησιών με ΑΠΕ	148
8.2.1	Οι Νήσοι του Σολομώντα.....	148
8.2.2	Vanuatu - Ιαπωνία	150
8.2.3	Kiribati	152
8.2.4	Νησί Eigg.....	153
8.3	Παραδείγματα Με υψηλά επίπεδα ΑΠΕ –καλές πρακτικές	156
8.3.1	Εισαγωγή.....	156
8.3.2	ΝΗΣΙ SAMSO.....	156
8.3.3	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ EL HIERRO-ΙΣΠΑΝΙΑ	157
8.3.4	KING ISLAND	159

8.3.5	Madeira	160
8.3.6	Νήσος Utsira	162
8.4	ΕΛΛΑΔΑ	164
8.4.1	Ηπειρωτική Χώρα	166
8.4.2	Νησιά της Ελλάδας-Συγκεντρωτικά στοιχεία	170
8.4.3	Εξηλεκτρισμός μικρών νησιωτικών Οικισμών μέσω ΑΠΕ	174
8.4.4	Κύθνος.....	176
8.4.5	Άη Στράτης.....	181
8.4.6	Ικαρία	183
8.4.7	ΚΡΗΤΗ	184
8.5	Σύννοψη.....	188
8.6	ΠΗΓΕΣ.....	190
Κεφάλαιο 9	Συμπεράσματα	192
9.1	Σημαντικότερα σημεία (highlights) ανά περιοχή.....	193
9.1.1	Μέση Ανατολή – Β.Αφρική(Μαχρεμπ)	193
9.1.2	Υπο – Σαχάρια Αφρική	194
9.1.3	Νοτιο Ανατολική Ασία.....	194
9.1.4	Πολικές.....	195
9.1.5	Νησιά.....	196
9.2	ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	197

1.1 Πίνακας Εικόνων

Εικ. 2-2-1	Μη ηλεκτροδοτημένες περιοχές έως το 2002 και πιθανή μελλοντική μείωση έως το 2030.	8
Εικ. 2-2-2	Μία γυναίκα στην Μπουρκίνα Φάσο λειτουργεί μία πολυλειτουργική πλατφόρμα (MFP).	10
Εικ. 3-1	Πλεονεκτήματα Διεσπαρμένης Παραγωγής.....	15
Εικ. 3-2	Οι τεχνολογίες των μονάδων διανεμημένης παραγωγής.....	15
Εικ. 3-3	Απλοποιημένο διάγραμμα διασυνδεδεμένου φ/β συστήματος.....	16
Εικ. 3-4	Απλοποιημένο διάγραμμα αυτόνομου φ/β συστήματος.....	18
Εικ. 3-5	Αυτόνομο Υβριδικό Σύστημα	19
Εικ. 3-6	Μονοφασικό φ/β σύστημα εκτός δικτύου.....	20
Εικ. 3-7	Τριφασικό φωτοβολταϊκό σύστημα αυτόνομο ή και συνδεδεμένο στο δίκτυο.	20
Εικ. 3-8	Το φαινόμενο της Φωτοαγωγιμότητας.....	21
Εικ. 3-9	Ισοδύναμο κύκλωμα ενός Φ/Β στοιχείου.....	22
Εικ. 3-10	Χαρακτηριστική τάσης-έντασης φ/β στοιχείου.....	23
Εικ. 3-11	Εξάρτηση I_{sc} και V_{oc} από την ηλιακή ακτινοβολία.....	24
Εικ. 3-12	Τυπικό φυλλάδιο Φ/Β πλαισίου υψηλής απόδοσης	28
Εικ. 3-13	Η σχέση ανάμεσα στο φ/β στοιχείο, το φ/β πλαίσιο, τη φ/β συστοιχία.	29
Εικ. 3-14	Σύνδεση φ/β πάνελ σε σειρά και παράλληλα	30
Εικ. 3-15	Εξέλιξη της φωτοβολταϊκής κυψέλης σε φωτοβολταϊκό πάρκο.	30
Εικ. 3-16	Καμπύλη εξάρτησης I-V από την ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμοκρασία.....	31
Εικ. 3-17	Καμπύλη εξάρτησης Ισχύος αιχμής από την ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμοκρασία.....	32
Εικ. 3-18	Α) Εικόνα 3-33 (Β): Μονοαξονικά σύστημα παρακολούθησης (Α) οριζόντιου άξονα, (Β) κάθετου άξονα	33
Εικ. 3-19	Εκθετικός νόμος ταχυτήτων	34
Εικ. 3-20	Μεταβολή του αεροδυναμικού συντελεστή με το λόγο λ.	35

Εικ. 3-21 Τυπική Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα	36
Εικ. 3-22 Ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα.....	36
Εικ. 3-23 Μεγέθη και ισχύς Α/Γ.	37
Εικ. 3-24 Επαγωγική μηχανή σταθερών στροφών με πυκνωτές αντιστάθμισης SCIG squirrel cage induction generator).....	37
Εικ. 3-25 Γεννήτρια με ηλεκτρικά μεταβαλλόμενη αντίσταση δρομέα.....	38
Εικ. 3-26 Επαγωγική μηχανή μεταβαλλόμενων στροφών με μετατροπέα στον δρομέα (Επαγωγική μηχανή διπλής τροφοδοσίας, DFIG)	38
Εικ. 3-27 Επαγωγική μηχανή μεταβλητών στροφών με έλεγχο της ολικής ισχύς στον στάτη (SG: σύγχρονη γεννήτρια IG: επαγωγική μηχανή).....	39
Εικ. 3-28 Παραδείγματα μικρών Α/Γ.....	40
Εικ. 3-29 Τρόποι στήριξης Α/Γ.....	40
Εικ. 3-30 Οικιακή μικρή Α/Γ και στήριξή της	41
Εικ. 3-31 Σχηματική απεικόνιση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω Υδροηλεκτρικού συστήματος.....	41
Εικ. 3-32 Υποδομή συλλογής αερίου ΧΥΤΑ και αντικατάστασης του φλόγιστρου από μονάδα ΔΠ. 43	
Εικ. 3-33 Χαρακτηριστική ρεύματος –χωρητικότητας (αριστερά) και χρόνου-χωρητικότητας (δεξιά) μίας μπαταρίας 105 Ah.....	48
Εικ. 3-34 Σύνδεση σε σειρά	49
Εικ. 3-35 Σύνδεση Παράλληλα	49
Εικ. 3-36 Σύστημα αντλησιοταμίευσης (Pumped Storage Unit).....	50
Εικ. 3-37 Σύνδεση της παραγωγής υδρογόνου με την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ	51
Εικ. 3-38 Ένας τυπικός ρυθμιστής φόρτισης	54
Εικ. 3-39 Σύμβολο αντιστροφέα.....	55
Εικ. 3-40 Διάκριση αντιστροφέων ανάλογα με τον αριθμό φάσεων και τον τύπο διαμόρφωσης.....	56
Εικ. 3-41 Καμπύλη απόδοσης ανάλογα με την ισχύ εξόδου.....	57
Εικ. 3-42 Παρουσίαση του διαγράμματος απόδοσης ενός μετατροπέα σε συνδυασμό με τον Ευρωπαϊκό Βαθμό απόδοσης	58
Εικ. 3-43 Διάταξη διασύνδεσης Sunny Island και πηγών ΑΠΕ σε αυτόνομα Συστήματα	59
Εικ. 3-44 Τυπικά Χαρακτηριστικά Sunny Island.....	60
Εικ. 3-45 : Σύγκριση σε ενεργειακή απόδοση, διάρκεια ζωής και ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας μεταξύ λαμπτήρων LED, CFL και πυρακτώσεως (incandescent).....	61
Εικ. 3-46 Λαμπτήρες Led	64
Εικ. 3-47 Ένα τυπικό ηλιακό ψυγείο.....	66
Εικ. 3-48 Ηλιακή Αντληση	67
Εικ. 4-1 Χάρτης του Μαρόκου.....	70
Εικ. 4-2 Πρόοδος ηλεκτροδότησης PERG στο Μαρόκο	72
Εικ. 4-3 Τρόποι ηλεκτρικής διασύνδεσης οικισμών στο Μαρόκο	73
Εικ. 4-4 Ετήσια πρόοδος ηλεκτροδότησης στα χωριά	77
Εικ. 4-5 Κατανομή συνολικού κόστους για κάθε κατοικία.....	81
Εικ. 4-6 Χάρτης της Αλγερίας	83
Εικ. 4-7 Χάρτης απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης 20 χωριών στο νότιο τμήμα της Αλγερίας	86
Εικ. 4-8 Χάρτης της Αιγύπτου	89
Εικ. 4-9 Τα Παλαιστινιακά εδάφη	91
Εικ. 4-10 Φωτοβολταϊκά συστήματα για την ηλεκτροδότηση οικισμού Βεδουίνων	92
Εικ. 4-11 Η θέση της Ιορδανίας στη μέση Ανατολή	93

Εικ. 4-12	Αυτόνομο φ/β σύστημα σε κατοικία στο χωριό Rawdat Al-Bindan	95
Εικ. 5-1	Χάρτης της Νιγηρίας	99
Εικ. 5-2	Sokoto State.....	100
Εικ. 5-3	Τπικές εικόνες από Φ/Β του προγράμματος.....	100
Εικ. 5-4	Η θέση της Κένυας στην Ανατολική Αφρική.....	102
Εικ. 5-5	Η καλύτερη δοκιμασμένη διαφήμιση στην Κένυα (Πηγή: αυτοκόλλητα προφυλακτήρα τα οποία διανέμονται στην Κένυα από το Free Energy Europe, 2000).....	104
Εικ. 5-6	Solar Maasai Project στο "Empruken Primary School".....	105
Εικ. 5-7	Μαγειρική για το οικογενειακό δείπνο, Rift Valley, Κένυα.	105
Εικ. 5-8	Διάβασμα μαθήτριας κατά τις βραδινές ώρες με την βοήθεια του ηλιακού φαναριού.	106
Εικ. 5-9	Ηλιακά φανάρια στο δημοτικό σχολείο Mukuri	106
Εικ. 5-10	Τα παιδιά στο χωριό SOS κοιτάζουν τα φ/β πάνελ.....	107
Εικ. 5-11	Η θέση της Ζάμπια στην Αφρική	108
Εικ. 5-12	Ενθουσιασμένοι μαθητές σε μια πρόσφατη εγκατάσταση σε μια δυτική επαρχία της χώρας	111
Εικ. 6-1	Ο χάρτης του Μπαγκλαντές και η θέση του στη Ν.Α Ασία	115
Εικ. 6-2	Μία γυναίκα εγκαθιστά Φ/Β στην οροφή του σπιτιού της στο Μπαγκλαντές.....	116
Εικ. 6-3	Έργο της Granmeen Shakti	117
Εικ. 6-4	Μαγειρικές σόμπες με βιομάζα	118
Εικ. 6-5	Απονομή "πτυχίου" τεχνικής κατάρτισης.....	119
Εικ. 6-6	Μονοφασικό φ/β σύστημα στη Λαντάκ	123
Εικ. 6-7	φ/β σύστημα από την Selco στην Ινδία	124
Εικ. 6-8	Εργαζόμενες με παροχή ρεύματος από φ/β σύστημα.....	125
Εικ. 7-1	Μικρής έκτασης παγοποίησης (I) στην αριστερή εικόνα και μεγάλης έκτασης παγοποίησης (II) στην δεξιά εικόνα.	130
Εικ. 7-2	Αιολικό πάρκο στο Kotzebue της Αλάσκας.....	131
Εικ. 7-3	Πάνω δεξιά η Αργεντινική Βάση Esperanza- Hope Bay, στην χερσόνησο Trinity της Ανταρκτικής.	136
Εικ. 7-4	Αιολική γεννήτρια ρεύματος, η βασική μονάδα για την παραγωγή και το Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Tory (Laber) για τις εφαρμογές.	136
Εικ. 7-5	400 Watt μικρή ανεμογεννήτρια στο χωριό Pyuthan.....	140
Εικ. 7-6	Μικρά αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα σε χωριό του Νεπάλ.....	142
Εικ. 7-7	Φ/β σύστημα στο χωριό Pulimarang.....	143
Εικ. 8-1	Τα ποσοστά διείσδυσης ενέργειας από ΑΠΕ σε διάφορα νησιά του κόσμου εν έτη 2008 ..	147
Εικ. 8-2	Ο χάρτης των νήσων του Σολομώντα	149
Εικ. 8-3	Οικιακό φωτοβολταϊκό σύστημα στο χωριό Sukiki.	149
Εικ. 8-4	Χαρούμενα προσωπάκια στο χωριό Sukiki.....	150
Εικ. 8-5	Ο χάρτης του Βανουάτου στον Ειρηνικό	151
Εικ. 8-6	Οικιακό φωτοβολταϊκό σύστημα στο νησί Vanuatu.	151
Εικ. 8-7	Η θέση των νησιών Kiribati στον ειρηνικό Ωκεανό,.....	152
Εικ. 8-8	Χάρτης της νήσου Eigg της Σκωτίας (ενδεικτικά φαίνεται κατανεμημένη η ισχύς σε κάθε περιοχή)ο νησί Eigg.....	153
Εικ. 8-9	6kW ανεμογεννήτριες που βρίσκονται στο νότιο τμήμα της Eigg.....	154
Εικ. 8-10	10 kWp φωτοβολταϊκής συστοιχίας (τον Σεπτέμβριο / Οκτώβριο του 2010 εγκαταστάθηκαν επιπλέον 22 kWp).....	155
Εικ. 8-11	Εφαρμογή της τεχνολογίας Multi-cluster σε τριφασικό δίκτυο στο νησί Eigg στην Σκωτία.	156
Εικ. 8-12	Αεροφωτογραφία του νησιού Samsø με τις ανεμογεννήτριες μέσα στη θάλασσα.	157

Εικ. 8-13	Νησί <i>El Hierro</i> , Κανάρια Νησιά (Ισπανία)	158
Εικ. 8-14	Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο νησί King Island	159
Εικ. 8-15	Ο χάρτης της Μαδέϊρα	161
Εικ. 8-16	Οι μονάδες παραγωγής και το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στη <i>Madeira</i>	161
Εικ. 8-17	Οι κατά τόπους υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις από το 1991 έως και 2009.	162
Εικ. 8-18	Οι κατά τόπους Αιολικοί Σταθμοί παραγωγής ενέργειας έως το 2009.....	162
Εικ. 8-19	Ανεμογεννήτριες στο νησί <i>Utsira</i>	163
Εικ. 8-20	Συνολική εγκατεστημένη ισχύς Α.Π.Ε. στην Ελλάδα για το έτος του 2011	165
Εικ. 8-21	Φάρος στη Σάμο.....	167
Εικ. 8-22	Φ/β συστήματα εγκατεστημένα στο Άγιο Όρος.....	168
Εικ. 8-23	Ποσοστό συνολικής διείσδυσης Α.Π.Ε. στην Ηλεκτροπαραγωγή των Μ.Δ.Ν. για το έτος 2011.	173
Εικ. 8-24	Τμήμα του 1 ^{ου} αιολικού Πάρκου στην Ευρώπη (έχει αναβαθμιστεί σε 33kW)	177
Εικ. 8-25	Γενική αναπαράσταση του συστήματος ελέγχου της Κύθνου	178
Εικ. 8-26	Τυπικές καμπύλες φορτίου για το έτος 2002 για την Κύθνο.....	180
Εικ. 8-27	Ανοιγμένη καμπύλη Διείσδυσης παραγωγής από ΑΠΕ στο σύστημα της Κύθνου.	180
Εικ. 8-28	Τοπογραφικός χάρτης της κοιλάδας της Γαϊδουρόμαντρας, με επισημασμένες τις τοποθεσίες των ηλεκτροδοτούμενων σπιτιών, των φ/β στοιχείων και του οικήματος ελέγχου.	181
Εικ. 8-29	δομή του κύριου συστήματος ηλεκτροπαραγωγής του νησιού: Με μαύρο χρώμα η υφιστάμενη κατάσταση και με γκρίζο το εξεταζόμενο υβριδικό σύστημα	183
Εικ. 8-30	Αυτόνομο φ/β σύστημα στο "Μέγα Ποταμό"	187

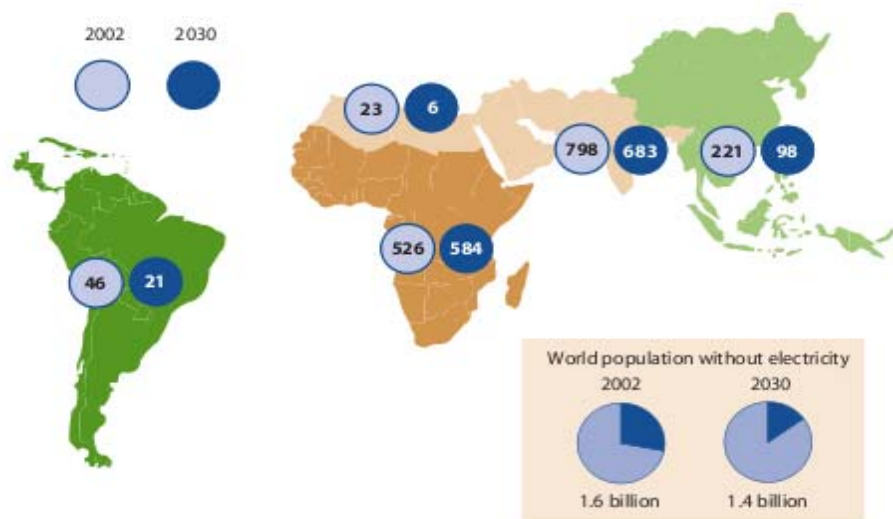
Κεφάλαιο 2 Γενική εισαγωγή

2.1 Γενικά για την κατάσταση ηλεκτροδότησης στον κόσμο

Η Γενική Συνέλευση του ΟΗΕ έχει ορίσει το 2012 ως το "Διεθνές Έτος για τη Βιώσιμη Ενέργεια για όλους."

Είναι ανησυχητικό το γεγονός ότι σήμερα - στον 21ο αιώνα - εξακολουθούν να υπάρχουν δισεκατομμύρια άνθρωποι χωρίς πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια, στο καθαρό πόσιμο νερό και σε καθαρές εγκαταστάσεις μαγειρέματος. Μερικοί φιλόδοξοι στόχοι που έχουν τεθεί με στόχο την εξάλειψη της ακραίας φτώχειας δεν μπορούν ποτέ να υλοποιηθούν πλήρως χωρίς την αναγνώριση και την αντιμετώπιση του γεγονότος αυτού και την αλλαγή πλεύσης της παγκόσμιας πολιτικής από το αλόγιστο κέρδος στην αλληλοβοήθεια, στην σύμπραξη και την ισότητα. εφαρμογή.

Περίπου 1,6 δισεκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια, περισσότεροι από ένα δισεκατομμύριο έχουν πρόσβαση σε αναξιόπιστα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας και περίπου 3 δισεκατομμύρια άνθρωποι στηρίζονται στα στερεά καύσιμα (παραδοσιακή βιομάζα και άνθρακα) για να καλύψουν τις βασικές ανάγκες τους. Η μη πρόσβαση σε σύγχρονες ενεργειακές υπηρεσίες για μαγείρεμα και θέρμανση, φωτισμό και επικοινωνίες είναι ιδιαίτερα οξύ στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, τη Νότια Ασία και την υπο-σαχάρια Αφρική. Παρακάτω (Εικ. 2-2-1) παρατίθενται μια εικόνα του παγκόσμιου χάρτη με το ποσοστό του πληθυσμού ανά περιοχή χωρίς πρόσβαση στον ηλεκτρισμό έως το 2002 και οι μελλοντικοί στόχοι μείωσης έως το 2030. Με το μεγαλύτερο πρόβλημα να παρουσιάζεται κυρίως στην υπο-σαχάρια Αφρική και στην Νότιο Ανατολική Ασία, περιοχές στις οποίες θα αναφερθούμε ιδιαίτερα σε αυτή την εργασία.



Εικ. 2-2-1 Μη ηλεκτροδοτημένες περιοχές έως το 2002 και πιθανή μελλοντική μείωση έως το 2030.

2.2 Πρόγραμμα Ανάπτυξης Ηνωμένων Εθνών (United Nations Development Programme)

Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος, η απώλεια της βιοποικιλότητας, η αλλαγή του κλίματος και οι φυσικές καταστροφές απειλούν σοβαρά την επιβίωση των φτωχών αγροτών του Νεπάλ και την επίτευξη της χώρας από τους Αναπτυξιακούς Στόχους της Χιλιετίας (Millennium Development

Goals). Η υποστήριξη του UNDP βοηθά τον μετριασμό και τη μείωση των επιπτώσεων από αυτές τις απειλές και την παροχή των φτωχών αγροτών με καθαρές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και φιλικό προς το περιβάλλον διαβίωσης. Ένα βασικό μέρος της στήριξης του UNDP σε αυτούς τους τομείς είναι η καλή διαχείριση του περιβάλλοντος, η μείωση των κινδύνων, και η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή σε εθνικό και τοπικό επίπεδο.

Το Πρόγραμμα Ανάπτυξης Ηνωμένων Εθνών (United Nations Development Programme- UNDP) είναι ένα παγκόσμιο δίκτυο ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών, υποστηρίζοντας την ανάγκη για αλλαγή, για επικοινωνία, την σύνδεση των χωρών με την μεταφορά της γνώσης και της εμπειρίας για την οικοδόμηση μιας καλύτερης ζωής. Το UNDP λειτουργεί έργα υπό την προστασία του βάζοντας τέσσερις τομείς προτεραιότητας . Συγκεκριμένα :

1. Την μείωση της φτώχειας
2. Την δημοκρατική διακυβέρνηση
3. Την οικοδόμηση της ειρήνης και επίλυση συγκρούσεων
4. Την ενέργεια και το περιβάλλον

2.2.1.1 Μελλοντικοί Αναπτυξιακοί Στόχοι :

- Η μείωση της φτώχειας και η δημιουργία θέσεων εργασίας, καθιστώντας δυνατή τη δημιουργία εισοδήματος και επιχειρηματικών ευκαιριών.
- Η ενδυνάμωση και απελευθέρωση των γυναικών και των κοριτσιών από χρονοβόρες εργασίες, όπως συλλογή των καυσίμων και μεταφοράς νερού, ελευθερώνοντας χρόνο για την εκπαίδευση και την οικονομική δραστηριότητα τους.
- Βελτίωση των συνθηκών υγείας και η εξάλειψη της ρυπογόνας καύσης κυρίως κηροζίνης που σκοτώνει 2 εκατομμύρια άνθρωπους - κυρίως γυναίκες και παιδιά κάθε χρόνο.
- Η προώθηση καθαρών ενεργειακών λύσεων που συμβάλλουν σε χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

2.2.1.2 Πηγές Χρηματοδότησης

Η χρηματοδότηση των έργων προέρχεται από τους πόρους του UNDP, το Παγκόσμιο Ταμείο για το Περιβάλλον (the Global United Nations Development Programme Environment Facility - GEF), το GEF πρόγραμμα μικρών επιχορηγήσεων (GEF Small Grants Programme), από κυβερνήσεις και από τον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα.

2.2.2 Πεδία Συμβολής του UNDP.

Γενικός στόχος του UNDP στον τομέα της ενέργειας είναι να επιτύχει καθολική πρόσβαση σε οικονομικά προσιτές, καθαρές και σύγχρονες ενεργειακές υπηρεσίες για την αειφόρο ανάπτυξη του ανθρώπου, με σαφή εστίαση στους φτωχούς.

Ειδικά αποτελέσματα :

- Προώθηση της καθολικής πρόσβασης σε σύγχρονες ενεργειακές υπηρεσίες για τους φτωχούς.
- Ενίσχυση της αειφορίας, της ασφάλειας και της οικονομικής προσιτότητας των σύγχρονων ενέργειας.
- Βοηθά τις αναπτυσσόμενες χώρες να επιτύχουν τα επιθυμητά αποτελέσματα, εστιάζοντας σε τρεις βασικούς τομείς παρέμβασης:
- Ενίσχυση της πολιτικής και των θεσμικών πλαισίων για την μείωση εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα.
- Φιλική προς το περιβάλλον ανάπτυξη (αυτό αποτελεί τη βάση της στρατηγικής του UNDP).
- Κινητοποίηση και επέκταση των εναλλακτικών λύσεων για τη χρηματοδότηση στην

επίτευξη του μετασχηματισμού της αγοράς έτσι ώστε να λειτουργήσει ως καταλύτης στη δημόσια και ιδιωτική χρηματοδότηση. Αυτό περιλαμβάνει τη δημιουργία πολιτικών διάδοσης και πλαισίων και άρση των εμποδίων για την καλύτερη πρόσβαση στην αγορά.

- Ανάπτυξη αποτελεσματικών προσεγγίσεων για την κλιμάκωση παροχής υπηρεσιών ενέργειας, μέσα από καινοτόμα επιχειρηματικά μοντέλα που είναι οικονομικά και θεσμικά βιώσιμα.
- Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών, το UNDP έχει δημιουργήσει πάνω από 2.500 έργα αειφόρου ενέργειας σε πάνω από 150 αναπτυσσόμενες χώρες. Υποστήριξη του για την πρόσβαση στην ενέργεια επικεντρώνεται ιδιαίτερα για τους φτωχούς, προωθώντας ποικίλες λύσεις συμπεριλαμβανομένων της ηλεκτρικής ενέργειας με σύνδεση στο δίκτυο και εκτός δικτύου.

2.2.2.1 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

Σε μεγάλο βαθμό το UNDP υποστηρίζει διάφορες δράσεις μερικές από τις οποίες θα αναλυθούν στα επόμενα κεφάλαια. Εδώ συνοψίζονται ενδεικτικά μερικές από αυτές

- Στη Δυτική Αφρική, μια περιφερειακή πολιτική με φιλόδοξους στόχους αναπτύχθηκε από τις χώρες μέλη της ECOWAS, την Οικονομική Κοινότητα των ΔυτικοΑφρικανικών Κρατών σε συνεργασία με το UNDP. Η πολιτική δράση για την κινητοποίηση επεκτείνουν την πρόσβαση σε σύγχρονες ενεργειακές υπηρεσίες σε 36 εκατομμύρια νοικοκυριά μέχρι το 2015.
- Στο Μαυρίκιο, με την υποστήριξη του UNDP, ένας πιλοτικό πρόγραμμα Feed-in-tariff (FIT) ξεκίνησε το 2010, ώστε να μπορούν η μικρής κλίμακας ανεξάρτητοι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας να εισαγάγουν διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα.
- Προωθεί μικρο υδροηλεκτρική ενέργεια και τα ηλιακά φωτοβολταϊκά έργα σε χώρες όπως το Αφγανιστάν, τη Βολιβία, την Ινδία, Λεσόθο, Μαλδίβες, Μαυρίκιο, Μαλαισία, Νεπάλ, Περού, Σουδάν και Τανζανία.
- Στη Μπουρκίνα Φάσο, Γκάνα, Γουινέα, Μάλι, Σενεγάλη και Ουγκάντα περίπου 2,4 εκατομμύρια άνθρωποι έχουν ωφεληθεί από την πρόσβαση σε μηχανική ισχύ και πάνω από 1.600 πολυλειτουργικές πλατφόρμες έχουν προσφερθεί για άντληση νερού, αγροτικές εργασίες, που αποφέρουν εισοδήματα, παραγωγικές χρήσεις και άλλες δραστηριότητες σε τοπικό επίπεδο.
- Τα ετήσια εισοδήματα των γυναικών αυξήθηκαν κατά \$ 45 και εξοικονόμησαν δύο έως τέσσερις ώρες την ημέρα σχετικά με τις οικιακές εργασίες, όπου κουβαλούν νερό, έπειτα από την εισαγωγή των πολυμηχανημάτων σε πολλές χώρες της Δυτικής Αφρικής, με την υποστήριξη του UNDP (Εικ. 2-2-2).



Εικ. 2-2-2 Μία γυναίκα στην Μπουρκίνα Φάσο λειτουργεί μία πολυλειτουργική πλατφόρμα (MFP).

- Το UNDP προωθεί αποτελεσματικά τη χρήση της βιομάζας. Για παράδειγμα, υψηλής ενεργειακής απόδοσης μαγειρικές σόμπες με παροχή από βιοαέριο και υγροποιημένο αέριο πετρελαίου (LPG) χρησιμοποιούνται με επιτυχία σε μια σειρά από χώρες όπως το

Μπουτάν, την Κένυα και το Πακιστάν.

- Στο Καζακστάν, την Τυνησία και την Ουρουγουάη το UNDP έχει βοηθήσει στην ανάπτυξη του αιολικού δυναμικού τους με τη δημιουργία του κατάλληλου περιβάλλοντος που επιτρέπει, την εκτίμηση του αιολικού δυναμικού, το σχεδιασμό των κατάλληλων οικονομικών κινήτρων, την οικοδόμηση ικανοτήτων και την υλοποίηση αιολικών πάρκων.

2.3 Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism)

Παράλληλα, υπάρχει σημαντικό ενδιαφέρον στη βιβλιογραφία για την ανάπτυξη Μηχανισμού «Καθαρής» Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism (CDM)) είτε για επένδυση σε βιώσιμη ανάπτυξη σε αναπτυσσόμενες Χώρες ή για μείωση των εκπομπών ρύπων σε βιομηχανικά ανεπτυγμένες Χώρες όπως στην Ιαπωνία και τον Καναδά. Με αυτόν τον τρόπο οι εταιρείες οι οποίες δεν μπορούν ή δεν θέλουν να μειώσουν τους ρύπους που παράγουν κατά την παραγωγική διαδικασία τους, προσπαθούν να εκτελέσουν έργα που θα μειώνουν τους ρύπους σε άλλες χώρες και να πιστώνονται αυτήν την μείωση, με τη μορφή της Κοινής Υλοποίησης (Joint Implementation (JI)).

Ο μηχανισμός προωθεί την αιεφόρο ανάπτυξη και τη μείωση των εκπομπών, δίνοντας παράλληλα τις βιομηχανικές χώρες κάποια ευελιξία για της δικές τους εκπομπές σε ρύπους. Ο ΜΚΑ είναι η κύρια πηγή εισοδήματος για την United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC, το οποίο ιδρύθηκε για να χρηματοδοτεί έργα και προγράμματα προσαρμογής των αναπτυσσόμενων χωρών μερών του πρωτοκόλλου του Κιότο, που είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στις αρνητικές επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος.

Επί της ουσίας βέβαια, ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης είναι ένα υποστηρικτικό σύστημα που δεν επιφέρει πραγματικές μειώσεις αερίων του θερμοκηπίου, απλά επιτρέπει σε εταιρείες αναπτυσσόμενων χωρών να ρυπαίνουν περισσότερο, με αντάλλαγμα να πληρώνουν κάποια ποσά για να επιτευχθεί αντίστοιχη μείωση της ρύπανσης σε αναπτυσσόμενες χώρες. Δηλαδή, έχει ουδέτερο αποτέλεσμα στο κλίμα και απλώς συμβάλλει στην ήπια προσαρμογή των αναπτυσσόμενων οικονομιών σε μία οικονομία χαμηλού άνθρακα μέσω έργων μείωσης της ρύπανσης σε αναπτυσσόμενες χώρες.

Πρόσφατα, οι αντιπρόσωποι των χωρών- μελών συμφώνησαν στις προτάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής να απαγορεύεται στο εξής η αγορά δικαιωμάτων ρύπων (offsets), μέσω του Μηχανισμού Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism - CDM), για δύο επικίνδυνα αέρια : το HFC-23 (τριφθορομεθάνιο), υποπροϊόν της διαδικασίας παρασκευής του HCFC-22 και το N₂O (υποξείδιο του αζώτου) υποπροϊόν της παραγωγής αδιπικού οξέος από τον Ιανουάριο του 2013.

2.4 Δομή της εργασίας

Με δεδομένη λοιπόν την ενεργειακή ένδεια σημαντικών σε έκταση περιοχών του πλανήτη, η οποία συνήθως ενισχύει την ένδεια των κατοίκων, οι παραπάνω μηχανισμοί καθώς και άλλοι που θα εξετάσουμε κατά περίπτωση στα επόμενα κεφάλαια έχουν χρησιμοποιηθεί για τον εξηλεκτρισμό συγκεκριμένων περιοχών με τη βοήθεια Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Στο επόμενο κεφάλαιο, κεφάλαιο 3, θα εξεταστούν οι τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού από ΑΠΕ, οι διατάξεις αποθήκευσης και ο τρόπος ελέγχου συστημάτων εξηλεκτρισμού με τη βοήθεια ΑΠΕ, καθώς και τις ιδιαιτερότητες των τυπικών φορτίων που συνήθως χρησιμοποιούνται σε τέτοια συστήματα.

Στο κεφάλαιο 4, θα κάνουμε μια περιοδεία σε χώρες της Μέσης Ανατολής, συγκεκριμένα θα αναφερθούμε εκτενέστερα στο Μαρόκο, στο οποίο υπάρχει αυξημένη διάδοση μορφών φ/β συστημάτων, στην Αλγερία, Αίγυπτο, Παλαιστίνη, Ιορδανία και σε λοιπές χώρες της περιοχής (πιο συνοπτικά) Λίβανο, Συρία, Λιβύη και Τυνησία

Στο κεφάλαιο 5, θα επικεντρωθούμε σε κάποιες χώρες της υπο-σαχάριας Αφρικής όπως την Νιγηρία, Κένυα και Ζάμπια και σε συγκεκριμένα επιτεύγματα του Undp στην Ουγκάντα και την

Τανζανία.

Στο κεφάλαιο 6, θα συναντήσουμε ενδιαφέρουσες εφαρμογές κυρίως σε φ/β συστήματα και ιδιαίτερα σε χρήση της βιομάζας στο Μπαγκλαντές και την Ινδία, χώρες της Νότιο ανατολικής Ασίας.

Στο κεφάλαιο 7, στρέφουμε το βλέμμα σε περιοχές με ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες όπως την Αλάσκα, την Ανταρκτική και τις πολύ ορεινές χώρες όπως το Νεπάλ. Δίνοντας έμφαση στους παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την προετοιμασία εφαρμογής και εγκατάστασης συστημάτων ΑΠΕ με επίκεντρο τις Ανεμογεννήτριες σε τόσο ψυχρά κλίματα, κάνοντας αναφορά σε συγκεκριμένα παραδείγματα.

Στο κεφάλαιο 8, ταξιδεύουμε σε νησιωτικές περιοχές του κόσμου, οι οποίες είτε έχουν πρόβλημα ηλεκτροδότησης λόγω της απομακρυσμένης γεωγραφικής τους θέσης και εφαρμόσαν την τεχνολογία Ανανεώσιμων Πηγών για τον εξηλεκτρισμό τους, είτε νησιωτικές περιοχές, οι οποίες παρόλο που είχαν πρόσβαση στον ηλεκτρισμό, επέλεξαν τις ΑΠΕ ως μοναδική πηγή ενέργειας. Επίσης παραθέτουμε μία εκτενή αναφορά στον Ελλαδικό χώρο, στον οποίο η ενασχόληση και η διάδοση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας παρουσιάζει αυξητική τάση τα τελευταία χρόνια. Ήδη η Κρήτη έχει διείσδυση 10% την τελευταία δεκαετία αγγίζοντας το 20% περίπου ενώ η μέση διείσδυση ΑΠΕ στα νησιά το 2011 ήταν περίπου 15%. Σημαντικές προσπάθειες έχουν γίνει για την εγκατάσταση μικρών αυτόνομων φ/β συστημάτων σε απομακρυσμένα μικρά νησιά ενώ σημαντική είναι η προσπάθεια που βρίσκεται σε εξέλιξη, ελπιδοφόρων προγραμμάτων με προώθηση την εγκατάσταση υβριδικών αυτόνομων και μη συστημάτων σε νησιά όπως ο Άγιος Ευστράτιος και η Ικαρία.

2.5 Πηγές

- [1] Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 1992. [Online]. Available: <http://www.unfccc.int>.
- [2] [osugi T., Tokimatsu K., Zhou W., 2005. An economic analysis of a clean-development mechanism project: a case introducing a natural gas-fired combined heat-and-power facility in a Chinese industrial area. *J.Applied Energy*, Vol 80, Issue 2, 197-212.
- [3] Krauter, S., Ruther, R., 2004. Considerations for the calculation of Greenhouse gas reduction by photovoltaics solar energy. *J.Renewable Energy*, Vol 29, 345-355.
- [4] Winkler, H., Spalding-Fecher, R., Mwakasonda, S., Davidson, O., 2002. Sustainable development policies and measures: starting from development to tackle climate change. In: Baumert, K., Blanchard, O., Llosa, S., Perkaus, J.F. (Eds.), *Building on the Kyoto Protocol: Options for Protecting the Climate*. World Resources Institute, Washington, DC, 61–87.
- [5] A.Potvin G, 2006. Canada's CDM and JI Office. Proc of the IEEE PES General Meeting 2006, Montreal, Canada, Paper PESGM 2006-00660.
- [6] A.G. Tsikalakis, N.D. Hatziaargyriou, "Environmental Benefits of Distributed Generation With and Without Emissions Trading", *J.Energy Policy*, Vol. 35, Iss. 6, June 2007, pp 3395–3409

Κεφάλαιο 3 Συνιστώσες και έλεγχος τέτοιου είδους Συστημάτων

3.1 Γενικά για τη Διεσπαρμένη Παραγωγή

Η αναδιάρθρωση των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και η ανάπτυξη των τεχνολογιών των σχετικά μικρών σε ισχύ μονάδων οδήγησε στην ανάπτυξη της διεσπαρμένης παραγωγής, της παραγωγής η οποία βρίσκεται πλησιέστερα προς τα κέντρα κατανάλωσης. Η δυνατότητα εγκατάστασης μικρών μονάδων συμπαραγωγής, ακόμα και για οικιακή χρήση, αυξάνει την αποδοτικότητα της παροχής ηλεκτρισμού και θέρμανσης ταυτόχρονα.

3.1.1 Ορισμός Διεσπαρμένης Παραγωγής

Για τη διεσπαρμένη παραγωγή απαντώνται στη διεθνή βιβλιογραφία ταυτόσημοι όροι όπως: *Dispersed Generation, Distributed Generation, Decentralized Generation* και *Embedded Generation*. Από τους ορισμούς που έχουν δοθεί άλλοι επικεντρώνονται στο επίπεδο τάσης διασύνδεσης και άλλοι στο μέγεθος των μονάδων που συνδέονται.

Κατά τον Willis, μονάδες διεσπαρμένης παραγωγής θεωρούνται οι σχετικά μικρές σε ισχύ μονάδες οι οποίες μπορούν να παρέχουν ισχύ σε ένα σπίτι, μία επιχείρηση ή μία βιομηχανική-βιοτεχνική εγκατάσταση χρησιμοποιώντας είτε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είτε καύσιμα όπως το φυσικό αέριο ή το ελαφρύ πετρέλαιο Diesel.

Σύμφωνα με την IEEE η διεσπαρμένη παραγωγή είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες παραγωγής σημαντικά μικρότερες σε ισχύ από τις μονάδες των εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να είναι εφικτή η σύνδεσή τους σχεδόν σε κάθε σημείο ενός ΣΗΕ .

Ο ορισμός της διεσπαρμένης παραγωγής προσδιορίζεται σχετικά με την σύνδεση και την τοποθεσία της μονάδας. Έτσι η διεσπαρμένη παραγωγή ορίζεται ως η εγκατάσταση ηλεκτρικής πηγής απευθείας στο Δίκτυο Διανομής ή στην περιοχή του μετρητή της κατανάλωσης.

Από τις παραπάνω εργασίες τα χαρακτηριστικά της διεσπαρμένης Παραγωγής μπορούν να συνοψίζονται στα εξής στοιχεία:

1. Όχι κεντρικά σχεδιαζόμενη και αναπτυσσόμενη (από την εταιρεία ηλεκτρισμού ή κάποιον διαχειριστή).
2. Δεν υπάρχει κεντρικός προγραμματισμός λειτουργίας των μονάδων από το διαχειριστή του συστήματος.
3. Η ισχύς των μονάδων που εγκαθίστανται δεν υπερβαίνει τα 50-100 MW αλλά συνήθως είναι της τάξης λίγων εκατοντάδων kW.
4. Είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο Διανομής ανάλογα με το πώς ορίζεται για κάθε υπό μελέτη σύστημα.

Υπάρχουν 2 πρωταρχικά οφέλη που η τοπική παραγωγή μπορεί να προσφέρει στη μείωση κόστους της παραδιδόμενης ενέργειας στους καταναλωτές:

- 1)η παροχή βοηθητικών και άλλων υπηρεσιών
- 2) μειωμένη ζήτηση αιχμής, που επιτρέπει την καλύτερη αξιοποίηση κεφαλαίου και εξοπλισμού και μείωση της απαίτησης για επέκταση της παραγωγής και των έργων μεταφοράς και διανομής.

Οι λόγοι που οδηγούν στην εγκατάσταση διεσπαρμένης παραγωγής αντικατοπτρίζοντας και τα αναμενόμενα πιθανά οφέλη τόσο για τους ιδιοκτήτες τους, όσο και για το συνδεδεμένο σύστημα έχουν διερευνηθεί αρκετά στην βιβλιογραφία και συνοψίζονται στους παρακάτω άξονες:

1. Ως εναλλακτική μέθοδος της επέκτασης του δικτύου και μείωσης των απωλειών του καθώς το απαιτούμενο φορτίο εξυπηρετείται τοπικά. Μάλιστα είναι ευκολότερο να αυξηθεί σταδιακά η εγκατεστημένη ισχύς σύμφωνα με την πορεία αύξησης της ζήτησης. Αυτό θα μας απασχολήσει στα επόμενα κεφάλαια της εργασίας.
2. Βελτίωση του συντελεστή χρησιμοποίησης των δικτύων δεδομένου ότι πλέον περιορίζονται οι απαιτήσεις για την υπέρ-διαστασιολόγηση των εγκαταστάσεων για την αντιμετώπιση μικρών σε διάρκεια αιχμών
3. Η ανάγκη για αυξημένη αξιοπιστία και βελτίωση της παρεχόμενης ποιότητας ισχύος σε τοπικό επίπεδο μπορεί να οδηγήσει στην απόφαση εγκατάστασης μίας τοπικής μονάδας.
4. Αποτελεσματική χρήση των δυνατοτήτων για φτηνά τοπικά παραγόμενα καύσιμα και η επιτόπου αξιοποίησή τους όπως για παράδειγμα το τοπικά παραγόμενο βιοαέριο στους βιολογικούς καθαρισμούς .
5. Ο μικρός χρόνος εγκατάστασης των μονάδων και τα χαμηλά αρχικά κόστη κεφαλαίου που απαιτούνται σε σχέση με την κατασκευή μεγάλων σταθμών παραγωγής.
6. Ευκολία εύρεσης θέσεων για την εγκατάσταση των μονάδων αυτών, ακόμη και στην οροφή ενός κτιρίου π.χ. τα φωτοβολταϊκά.
7. Η ύπαρξη εγκατεστημένης ισχύος για παροχή εφεδρείας σε περίπτωση διακοπής τροφοδοσίας ή και για ψαλιδισμό αιχμών του καταναλωτή και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, με τα αντίστοιχα οικονομικά οφέλη.

Παρά τους παραπάνω λόγους, υπάρχουν διάφορα πιθανά προβλήματα από την περαιτέρω διάχυση της εγκατάστασης διεσπαρμένης παραγωγής στα δίκτυα διανομής τα οποία συνοψίζονται γενικά :

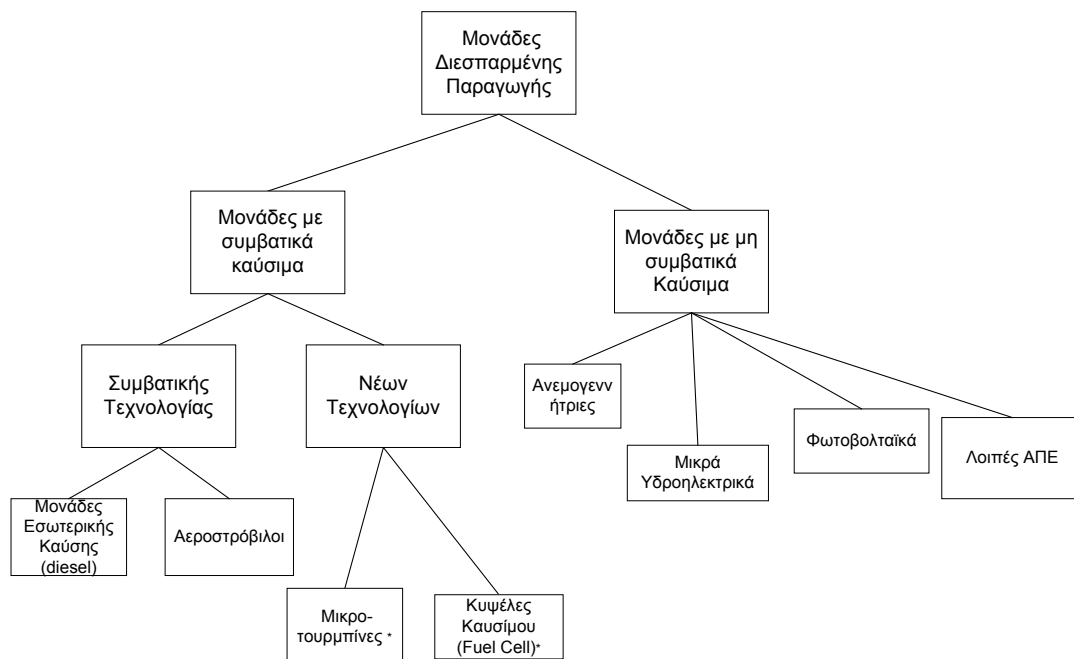
1. Το απαιτούμενο αρχικό κεφάλαιο για την εγκατάσταση της Διεσπαρμένης παραγωγής είναι σχετικά μικρό, λόγω του μικρού μεγέθους, αλλά είναι σημαντικό το υψηλό αρχικό οικονομικό κόστος ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος.
2. Όχι σπάνια, περιορισμός των επιλογών των καυσίμων σε περισσότερο εξευγενισμένα καύσιμα από το πετρέλαιο, προκειμένου να περιορίζεται η όχληση σε τοπικό επίπεδο. Τέτοιου είδους καύσιμα ενδέχεται να απαιτούν επέκταση δικτύων μεταφοράς ή απλά να μην είναι διαθέσιμα στην περιοχή εγκατάστασης.
3. Τεχνικά ζητήματα και προκλήσεις από τη σύνδεση των πηγών αυτών στο δίκτυο διανομής και την αλλαγή της ροής ισχύος σε αυτό.
4. Αναγκαιότητα για μείωση των εκπεμπόμενων αρμονικών ρεύματος και τάσης εξαιτίας του σημαντικού αριθμού εγκαταστάσεων μετατροπών ηλεκτρονικών ισχύος.
5. Θέματα ρυθμιστικά για την αγορά ενέργειας όταν περιλαμβάνεται διεσπαρμένη παραγωγή.
6. Ο σχεδιασμός, εγκατάσταση και ιδιοκτησία μιας Διεσπαρμένης ενεργειακής πηγής.



Εικ. 3-1 Πλεονεκτήματα Διεσπαρμένης Παραγωγής

3.1.2 Τεχνολογίες μονάδων Διεσπαρμένης Παραγωγής

Οι κυριότερες τεχνολογίες των μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής δίνονται συνοπτικά στην Εικ. 3-2. Είναι φανερό ότι μπορεί να υπάρξει διαφοροποίηση σε δύο μεγάλες ομάδες. Στις μονάδες που χρησιμοποιούν συμβατικά και μη ανανεώσιμα καύσιμα και στις μονάδες οι οποίες χρησιμοποιούν ανανεώσιμα καύσιμα π.χ βιομάζα ή απλά μετατρέπουν ανανεώσιμη πηγή ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια.



Εικ. 3-2 Οι τεχνολογίες των μονάδων διανεμημένης παραγωγής.

Ο Πιν. 3-1 παρουσιάζει μία σύνοψη της προόδου που έχει συντελεστεί στις διάφορου τύπου μονάδες παραγωγής που χρησιμοποιούνται ως μονάδες διεσπαρμένης παραγωγής.

Πιν. 3-1 Εξέλιξη και διαθεσιμότητα των μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής

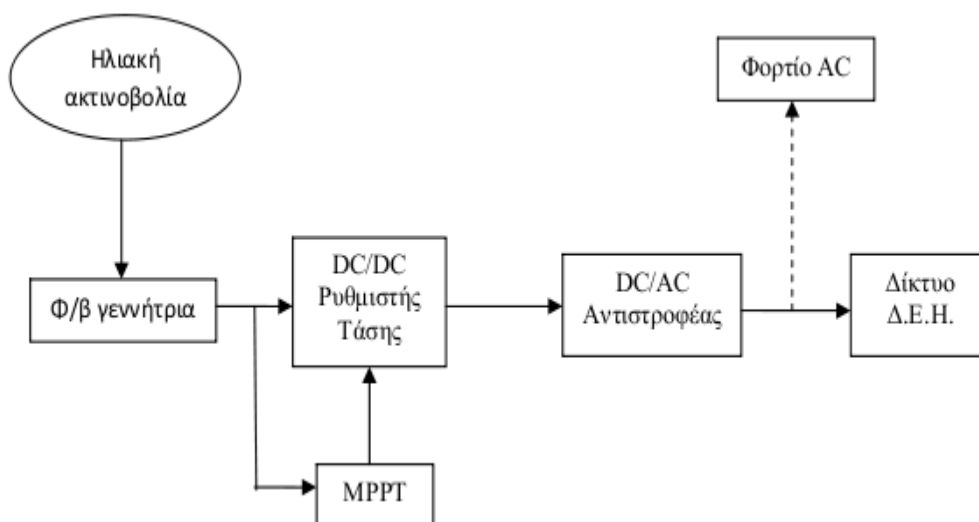
Τεχνολογία	Εμπορικά διαθέσιμη	Αναδυόμενη τεχνολογία
Μικροτουρμπίνες	✓	✓
Αεροστρόβιλος	✓	
Μονάδες Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ)	✓	
Μηχανές Stirling		✓
Κυψέλες Καυσίμου	✓	✓
Φωτοβολταϊκά συστήματα	✓	
Ανεμογεννήτριες	✓	
Μικρά υδροηλεκτρικά	✓	

3.1.3 Γενική δομή διασυνδεδεμένων συστημάτων:

Με τα συγκεκριμένα συστήματα δεν θα ασχοληθούμε στην παρούσα εργασία, θα αναφέρουμε μόνο ότι στην εφαρμογή των διασυνδεδεμένων συστημάτων η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τροφοδοτείται στο δίκτυο. Υπάρχουν δύο διαφορετικές υλοποιήσεις, ανάλογα με το αν τροφοδοτείται κάποιο φορτίο απευθείας από το σύστημα ή όχι. Σε ένα διασυνδεδεμένο σύστημα το δίκτυο ενεργεί όπως ένας συσσωρευτής με απεριόριστη ικανότητα αποθήκευσης, το οποίο δρά ως μία «άπειρη» αποθηκευτική διάταξη. Θα εξετάσουμε την απλή περίπτωση διασύνδεσης Φ/Β στο δίκτυο καθώς και τη δομή μικροδικτύων.

3.1.3.1 ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (GRID-CONNECTED)

Στην Εικ. 3-3 παρουσιάζεται σε απλοϊκή μορφή το διάγραμμα ενός διασυνδεδεμένου φ/β συστήματος..



Εικ. 3-3 Απλοποιημένο διάγραμμα διασυνδεδεμένου φ/β συστήματος

Η συνολική αποδοτικότητα ενός διασυνδεδεμένου φ/β συστήματος, θα είναι μεγαλύτερη από την

αποδοτικότητα ενός αυτόνομου συστήματος για τις ίδιες συνθήκες αφού το δίκτυο έχει πρακτικά απεριόριστη δυνατότητα αποθήκευσης.

3.1.3.2 Διασυνδεδεμένα με το δίκτυο στοιχεία-Μικροδίκτυα

Τα Μικροδίκτυα είναι δίκτυα διανομής κυρίως ΧΤ και δευτερευόντως, κυρίως στην Ιαπωνία, ΜΤ τα οποία περιλαμβάνουν σημαντικό αριθμό μικρών μονάδων παραγωγής (μικρό-τουρμπίνες, φωτοβολταϊκά, μικρές ανεμογεννήτριες, κυψέλες καυσίμου, κλπ) ισχύος από λίγα kW μέχρι 1-2 MW, συσκευών αποθήκευσης ενέργειας (συσσωρευτές, σφόνδυλοι, πυκνωτές ενέργειας, κλπ) και ελεγχόμενων φορτίων.

Το βασικό γνώρισμα αυτών των δικτύων είναι ο συντονισμένος έλεγχος τους, ώστε τελικά να εμφανίζονται στο ανάντη δίκτυο ως μία ενιαία οντότητα με το δικό της αποκεντρωμένο σύστημα ελέγχου το οποίο δεν επιβαρύνει τα συστήματα ελέγχου του ανάντη ευρισκόμενου δικτύου με τον έλεγχο κάθε μίας μονάδας ξεχωριστά. Λειτουργούν όχι μόνο διασυνδεδεμένα με το ανάντη δίκτυο ΜΤ, συνήθως λειτουργία, αλλά και απομονωμένα (νησιδοποιημένα), όταν διακοπεί η διασύνδεση με το κύριο δίκτυο με οργανωμένο και ελεγχόμενο τρόπο παρέχοντας στους καταναλωτές αυξημένη αξιοπιστία και βελτιωμένα επίπεδα ποιότητα ισχύος.

Οι καταναλωτές που βρίσκονται συνδεδεμένοι στο μικροδίκτυο, όχι μόνο μπορούν όπως και πριν να ικανοποιήσουν τις ηλεκτρικές και θερμικές τους ανάγκες, αλλά μπορούν να έχουν υψηλότερα επίπεδα αξιοπιστίας και σε ώρες αιχμής, καλύτερη ποιότητα ισχύος με εξομαλυσμένη καμπύλη τάσης και να επιτύχουν ακόμη και ευνοϊκότερους οικονομικά όρους για την ικανοποίηση των αναγκών τους.

Οφέλη για το σύστημα λόγω και του ελέγχου των φορτίων μπορούν να είναι:

- Η ενεργός διαχείριση των φορτίων (απόρριψη φορτίων) μπορεί να βοηθήσει σημαντικά την ευστάθεια του δικτύου αλλά και στην οικονομική λειτουργία του συστήματος.
- Η δυνατότητα απομονωμένης λειτουργίας μπορεί να εξασφαλίσει στον καταναλωτή που ανήκει στο Microgrid αδιάλειπτη λειτουργία ενώ το ανάντη δίκτυο διανομής μπορεί να είναι σε ασταθή κατάσταση ή να έχει διακοπεί προσωρινά (black out).
- Ταχύτερη αποκατάσταση της παροχής σε περίπτωση σβέσης αφού το σύστημα μπορεί να ξεκινήσει απευθείας σε απομονωμένη λειτουργία.

Επί της ουσίας, δηλαδή, τα αυτόνομα συστήματα στα οποία επικεντρωθήκαμε σε αυτή την εργασία είτε είναι υβριδικά είτε μόνο μίας πηγής ΑΠΕ είναι ένα μικροδίκτυο, μια ενιαία οντότητα η οποία λειτουργεί πολύ αποτελεσματικά χωρίς τη βοήθεια του δικτύου.

3.2 Γενική Δομή και έλεγχος ενός Αυτόνομου Συστήματος

3.2.1 Απομονωμένα ή εκτος δικτύου(stand-alone ή off-grid)

3.2.1.1 ΜΙΚΡΑ ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Στην προκειμένη περίπτωση θα ασχοληθούμε με αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα. Η παρεχόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να είναι είτε συνεχούς (DC) είτε εναλλασσόμενης(AC) τάσεως. Ως πρώτο βήμα για τον εξηλεκτρισμό αναπτυσσόμενων και χαμηλού βιοποριστικού επιπέδου χώρες είναι η εγκατάσταση μικρών αυτόνομων συστημάτων, τα οποία βοηθάνε στην κάλυψη των βασικών τους αναγκών όπως : φωτισμός το βράδυ, νυχτερινό διάβασμα, ψυχαγωγία, ενημέρωση, άντληση νερού κ.α.

Διακρίνονται σε:

- Αυτόνομα ΦΒ συστήματα άμεσης τροφοδοσίας του φορτίου της εφαρμογής, στα οποία η

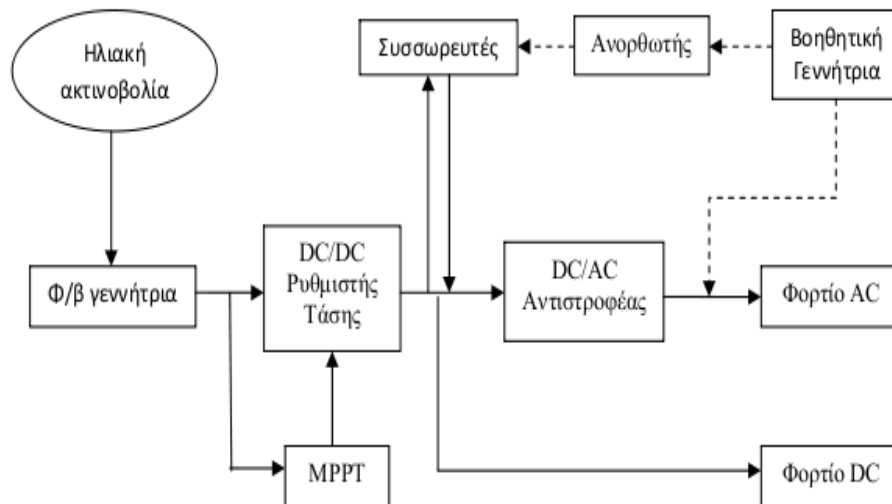
παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια αποδίδεται απευθείας στην κατανάλωση, όσο φωτίζεται η ΦΒ συστοιχία.

- Αυτόνομα ΦΒ συστήματα με αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με την βοήθεια συσσωρευτών. Ευρέως διαδεδομένα σε αυτή τη κατηγορία είναι τα ηλιακά φανάρια (solar lanterns) τα οποία εμπεριέχουν λαμπτήρες CFL ή LED με ενσωματωμένη επαναφορτιζόμενη μπαταρία (π.χ Κέννα).

3.2.1.2 ΑΥΤΟΝΟΜΟ (STAND ALONE)- ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕ ΜΙΑ ΠΗΓΗ ΑΠΕ...

Οι αυτόνομες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις αποτελούν ίσως τις πληρέστερες εφαρμογές της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας. Είναι εγκαταστάσεις που λειτουργούν αυτοδύναμα (με μια πηγή παραγωγής ενέργειας-στο συγκεκριμένο παράδειγμα με μία φ/β γεννήτρια) για την τροφοδότηση καθορισμένων καταναλώσεων, χωρίς να συνδέονται με μεγάλα κεντρικά ηλεκτρικά δίκτυα διανομής και αποτελούν την ιδανικότερη λύση για περιοχές που βρίσκονται μακριά από το κεντρικό δίκτυο και στις οποίες η διασύνδεση τους με αυτό θα απαιτούσε μεγάλα οικονομικά κεφάλαια. Ειδικότερα στον Ελλαδικό χώρο, ο οποίος διαθέτει πολυάριθμα μικρά νησιά και μικρούς οικισμούς, τα αυτόνομα Φ/Β συστήματα έχουν βρει πολλές εφαρμογές, ενώ υπάρχουν ακόμα πολλές δυνατότητες ανάπτυξης καθώς επίσης και σε αναπτυσσόμενες χώρες σε απομακρυσμένες εκτός δικτύου περιοχές, με τις οποίες θα ασχοληθούμε σε αυτή την εργασία.

Ένα αυτόνομο φ/β σύστημα αποτελείται από την φωτοβολταϊκή γεννήτρια, η οποία είναι το βασικότερο συστατικό του συστήματος, αφού εκεί γίνεται η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Έπειτα απαρτίζεται από τον ρυθμιστή φόρτισης, τους συσσωρευτές, οι οποίοι αποθηκεύουν την ηλεκτρική ενέργεια και τέλος από τις διατάξεις για την μετατροπή της παραγόμενης ενέργειας από τα φ/β στοιχεία σε μορφή κατάλληλη για την τροφοδότηση των φορτίων, οι οποίες περιέχουν έναν DC/DC μετατροπέα σε συνδυασμό με έναν ανιχνευτή μέγιστης ισχύος EMPPT και έναν DC/AC αντιστροφέα (Εικ. 3-4).



Εικ. 3-4 Απλοποιημένο διάγραμμα αυτόνομου φ/β συστήματος.

Εάν χρησιμοποιηθεί μια βοηθητική πηγή ενέργειας, όπως φαίνεται στο σχήμα με την διακεκομμένη γραμμή, τότε το σύστημα καλείται υβριδικό φ/β σύστημα. . Αυτή η βοηθητική πηγή μπορεί να είναι είτε μια βοηθητική πετρελαιογεννήτρια είτε μια άλλης μορφής ΑΠΕ π.χ ανεμογεννήτρια. Η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στην φ/β γεννήτρια, έπειτα το DC ρεύμα παίρνει από το ρυθμιστή φόρτισης, ο οποίος ελέγχει τη διαδικασία φόρτισης των συσσωρευτών και σταματά τη φόρτιση όταν διαπιστώσει ότι η μπαταρία έχει φορτιστεί πλήρως. Στη συνέχεια, το DC ρεύμα που απορροφάται

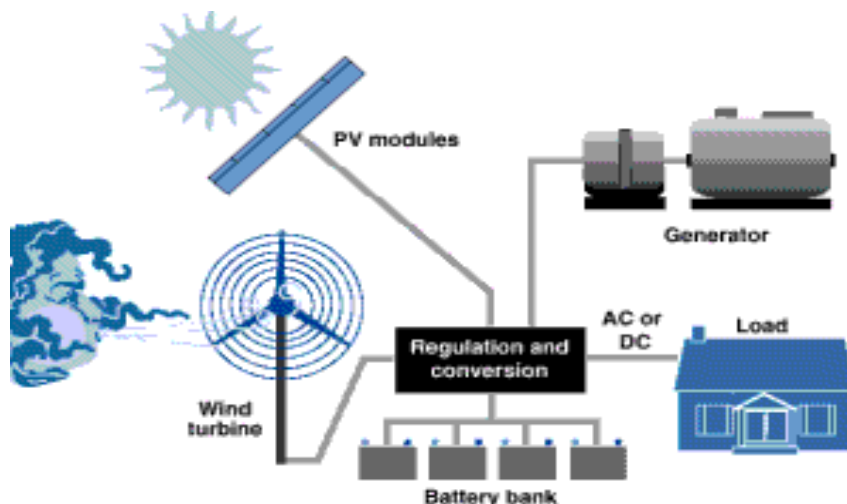
είτε απ'ευθείας από την πηγή είτε από τους συσσωρευτές διοχετεύεται στον αντιστροφέα ο οποίος μεταβάλλει το συνεχές ρεύμα DC σε εναλλασσόμενο AC και έπειτα για κατανάλωση στα φορτία.

Όμοια αλλά λιγότερο συχνή φιλοσοφία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για Ανεμογεννήτριες.

3.2.1.3 Αυτόνομο με ποικιλία πηγών ΑΠΕ

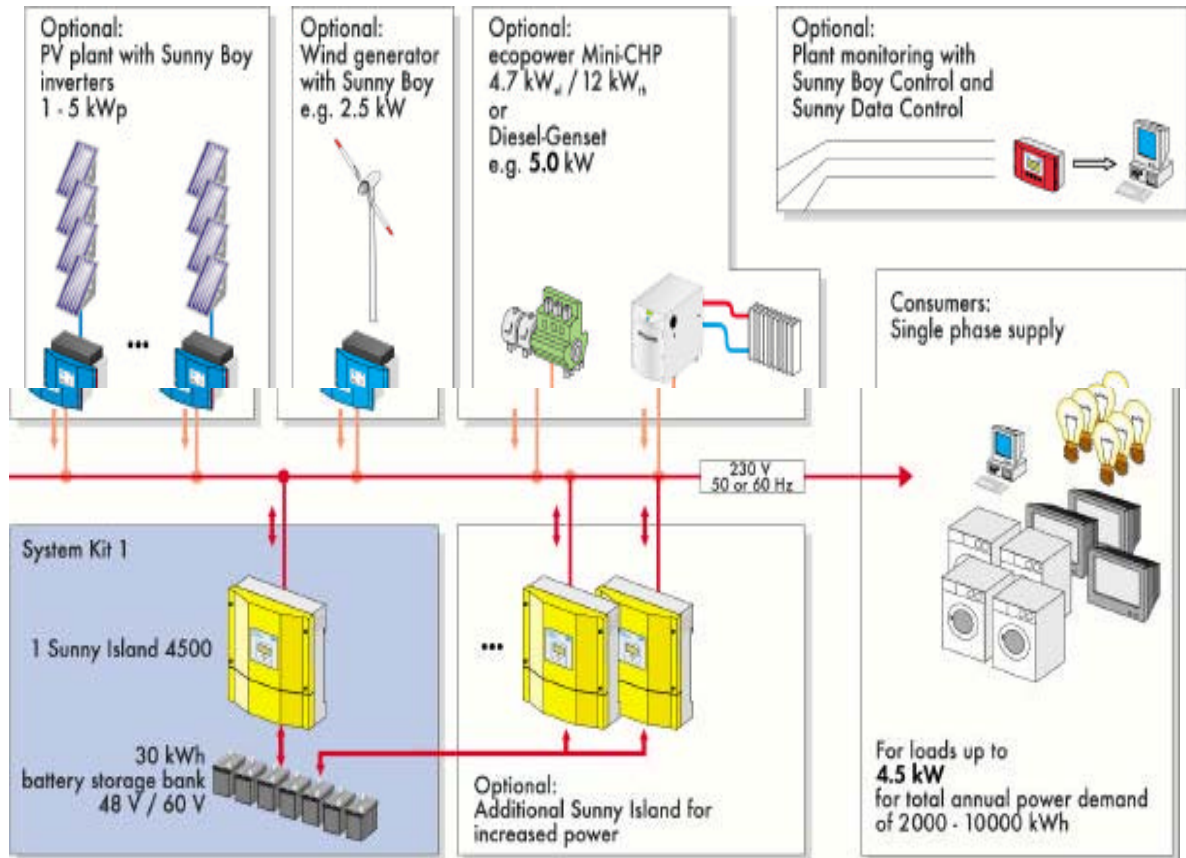
Υπάρχει το ενδεχόμενο όμως, ένα αυτόνομο σύστημα να μην μπορεί να καλύψει τις ανάγκες του φορτίου σε παρατεταμένες περιόδους συννεφιάς ή βλάβης του συστήματος οπότε σε αυτές τις περιπτώσεις μια καλή λύση είναι τα υβριδικά συστήματα. Στα οποία, συνδέεται μια ντιζελογεννήτρια (η οποία τίθεται σε λειτουργία όταν είναι αναγκαίο) ή συνδέονται και άλλες εναλλακτικές βοηθητικές πηγές ενέργειας (π.χ. Ανεμογεννήτρια). " Έκμεταλευόμαστε", λοιπόν, παραπάνω από ένα φυσικό πόρο παραγωγής ενέργειας, οπότε επιτυγχάνουμε και περισσότερη παραγωγή ισχύος.

Στην Εικ. 3-5 έχουμε ένα αυτόνομο υβριδικό μονοφασικό σύστημα 4.5 kW με παραγωγή ενέργειας από φ/β, ανεμογεννήτριες και ντιζελογεννήτρια (όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο) και στην Εικ. 3-7 βλέπουμε ένα αυτόνομο τριφασικό σύστημα με κύρια πηγή ενέργειας τα φ/β και εφεδρική ντιζελογεννήτρια.

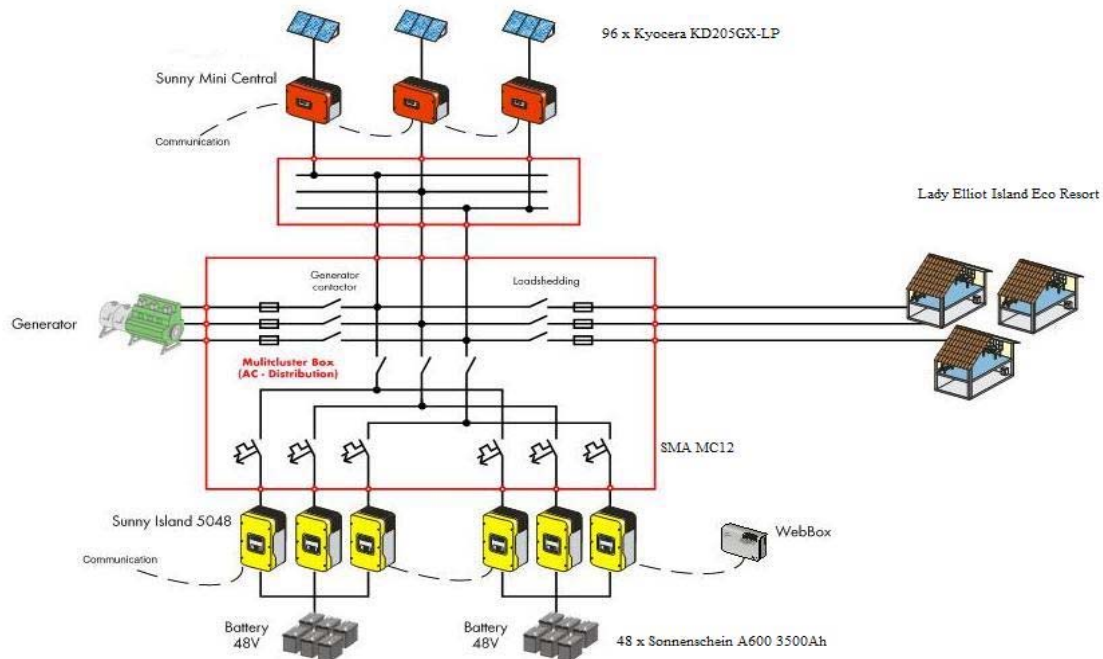


Εικ. 3-5 Αυτόνομο Υβριδικό Σύστημα

Συνιστώσες και έλεγχος τέτοιου είδους Συστημάτων



Εικ. 3-6 Μονοφασικό φ/β σύστημα εκτός δικτύου



Εικ. 3-7 Τριφασικό φωτοβολταϊκό σύστημα αυτόνομο ή και συνδεδεμένο στο δίκτυο.

3.3 Συνιστώσες Παραγωγής

3.3.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Μια από τις πιο διαδεδομένες Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι η ηλιακή ενέργεια. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο) των οποίων τα αποθέματα στη Γή είναι περιορισμένα, η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη, χωρίς κόστος και εξαιρετικά φιλική προς το περιβάλλον. Μια περίπτωση εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας αποτελούν τα Φωτοβολταϊκά συστήματα, τα οποία είναι η πρώτιστη επιλογή για εφαρμογές σε αυτόνομα συστήματα μη συνδεδεμένα στο δίκτυο (off grid), λόγω της απλότητας τους, της ευκολίας στη τοποθέτηση τους και της αξιοπιστίας τους.

Η αγορά ηλιακής ενέργειας και συγκεκριμένα αυτή των φωτοβολταϊκών συστημάτων παρουσιάζει σημαντική αύξηση την τελευταία δεκαετία και προβλέπεται να επιβεβαιώσει αυτή την τάση και στα επόμενα χρόνια. Σύμφωνα με ετήσια αναφορά της Ευρωπαϊκής Ένωσης Φωτοβολταϊκών Βιομηχανιών (European Photovoltaic Industry Association - EPIA), υπογραμμίζει πως η εγκατεστημένη ισχύς των φωτοβολταϊκών εκτοξεύτηκε σε 21,9 GWatt το 2011 έναντι 13,4 GWatt το 2010.

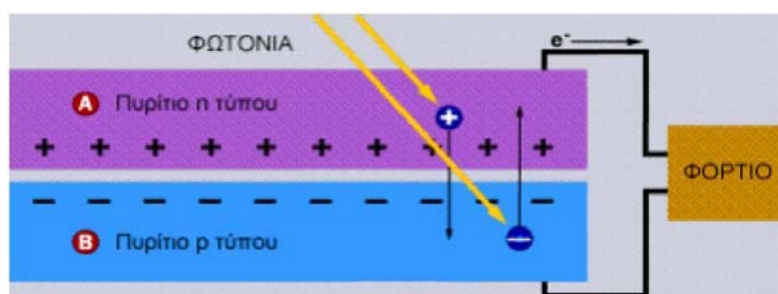
Τα Φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν μια σειρά σημαντικών πλεονεκτημάτων σε σχέση με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, αλλά και σε σχέση με άλλες μορφές ΑΠΕ. Μπορούν να εγκατασταθούν επάνω σε υπάρχοντα κτίρια λόγω της αθόρυβης λειτουργίας τους και του μικρού τους όγκου. Δεν παράγουν ρύπους αφού μετατρέπουν απλά την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Η διάρκεια ζωής τους είναι αρκετά μεγάλη (περίπου 25 χρόνια) και δεν απαιτούν κάποια ιδιαίτερη συντήρηση (ίσως μόνο τον καθαρισμό τους από την σκόνη). Ειδικά στην Ελλάδα, λόγω του υψηλού ηλιακού δυναμικού έχουν μεγάλο πεδίο εφαρμογής σε όλες τις περιοχές της χώρας.

Ως μειονέκτημα θα μπορούσε να καταλογιστεί κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό.

Όπως είδαμε παραπάνω, υπάρχουν δύο τρόποι με τους οποίους μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα φωτοβολταϊκά συστήματα: i) Αυτόνομα συστήματα ή ii) Σε συνεργασία με το δίκτυο Ηλεκτρισμού.

3.3.1.1 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

Η μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας που απορροφάται στο εσωτερικό μιας διάταξης ημιαγωγών υλικών σε επαφή, σε ηλεκτρική ενέργεια ονομάζεται φωτοβολταϊκό φαινόμενο και η διάταξη αυτή φωτοβολταϊκό στοιχείο. Ένα ΦΒ στοιχείο είναι μια επαφή p-n που φωτίζεται. Οι φορείς που παράγονται από το φως μέσα και κοντά στην επαφή των ημιαγωγών ωθούνται από το ηλεκτρικό πεδίο της επαφής, τα μέν ηλεκτρόνια στη μεριά του ημιαγωγού τύπου n, οι δέ οπές στη μεριά του ημιαγωγού τύπου p. Τα άκρα των ημιαγωγών φορτίζονται από ηλεκτρικούς φορείς που δημιουργεί το φως, με τέτοιο ρυθμό που να μπορούν να διατηρήσουν, σχετικά ισχυρό ρεύμα μέσα από αγωγούς, που συνδέονται σ'αυτά.



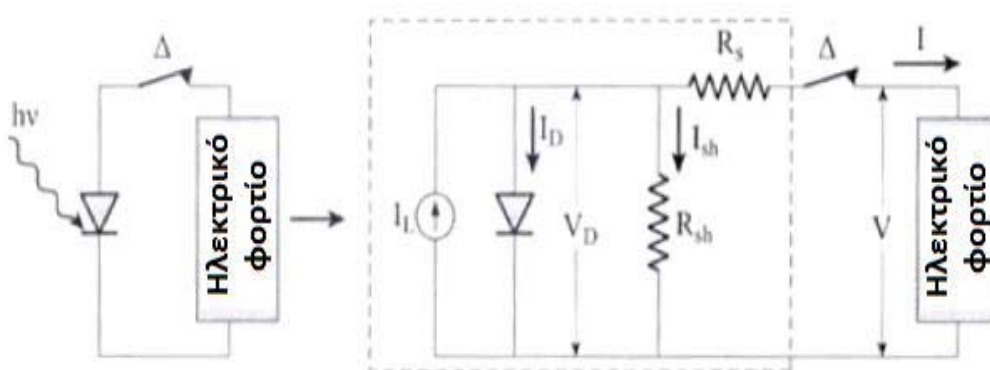
Εικ. 3-8 Το φαινόμενο της Φωτοαγωγιμότητας

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού της δημιουργίας ελεύθερων

ηλεκτρικών φορέων στο εσωτερικό των ημιαγωγών (φωτοαγωγιμότητα) και και της δημιουργίας εσωτερικού ηλεκτρικού πεδίου στην περιοχή της επαφής των δύο ημιαγωγών.

3.3.1.1.1 ΙΣΟΣΟΔΥΝΑΜΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΝΟΣ Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

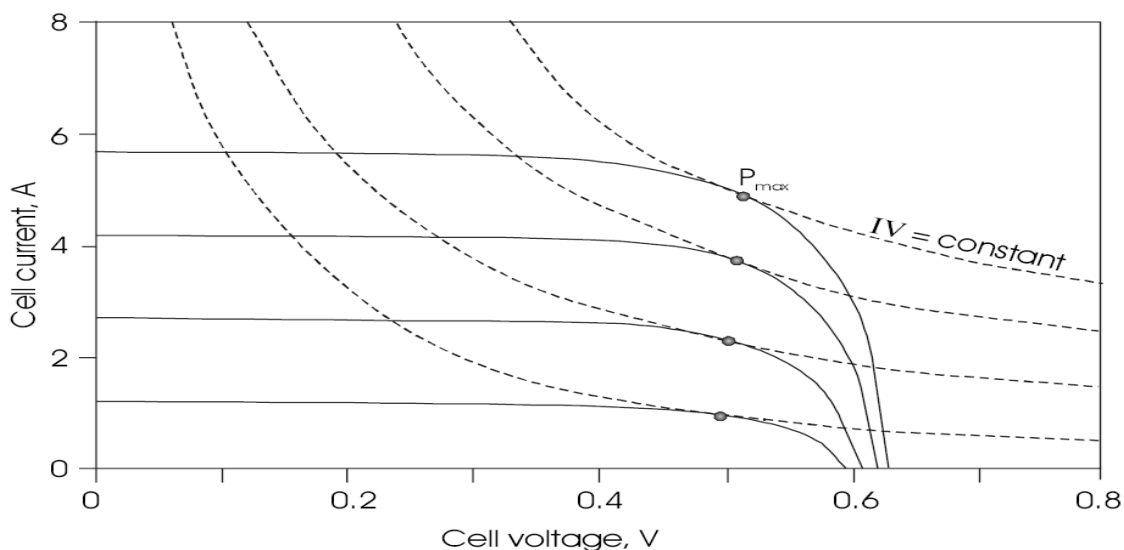
Το ισοδύναμο Ηλεκτρικό κύκλωμα ενός Φ/Β αναπαρίσταται από μια πηγή ρεύματος σε συνδυασμό με μια ιδανική δίοδο (Εικ. 3-9). Ακολουθεί το μη ιδανικό κομμάτι του Φ/Β στοιχείου το οποίο αποτελείται από της αντίσταση απωλειών διαρροής του ρεύματος μεταξύ των άκρων του Φ/Β στοιχείου και την αντίσταση απωλειών στο δρόμο ροής του ρεύματος της διόδου. Η πρώτη αντίσταση θεωρείται εν παραλλήλω και σε καλής απόδοσης Φ/Β είναι μεγαλύτερη του $1k\Omega$ ενώ η δεύτερη αντίσταση θεωρείται εν σειρά και είναι της τάξης του $0.1-0.3 \Omega$.



Εικ. 3-9 Ισοδύναμο κύκλωμα ενός Φ/Β στοιχείου

Για να είμαστε σε θέση να συγκρίνουμε διαφορετικά Φ/Β στοιχεία ή πλαίσια μεταξύ τους, έχουν καθοριστεί μερικές ενιαίες συνθήκες για τον καθορισμό των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών σύμφωνα με τα οποία υπολογίζεται η I-V χαρακτηριστική (Εικ. 3-10). Αυτές οι συνθήκες, όπως καθορίστηκαν κατά τα πρότυπα IEC 60904/DIN EN 60904 είναι:

- Ηλιακή ακτινοβολία σε κατακόρυφη επιφάνεια $1000W/m^2$
- Θερμοκρασία Φ/Β στοιχείου $25^{\circ}C$ με ανοχή $2^{\circ}C$
- $AM = 1,5$
- Η I-V καμπύλη χαρακτηρίζεται από τα εξής σημεία:
 - Το Σημείο Μέγιστης Ισχύος (MPP). (Δίνεται σε W_p)
 - Το ρεύμα βραχυκύκλωσης I_{sc} είναι 5-15% μεγαλύτερο από το I_m (ρεύμα MPP). Το I_{sc} ισούται περίπου με 3A για τα συνηθισμένα κρυσταλλικά Φ/Β στοιχεία
 - Η τάση ανοικτοκύκλωσης V_{oc} είναι, για τα κρυσταλλικά στοιχεία, περίπου 0,5 ως 0,6 ενώ για τα άμορφα 0,6 ως 0,9.



Εικ. 3-10 Χαρακτηριστική τάσης-έντασης ϕ/β στοιχείου.

Παρατηρώντας την γραφική παράσταση διακρίνουμε ένα μέγιστο το οποίο βρίσκεται κοντά στο “γόνατο” της καμπύλης.

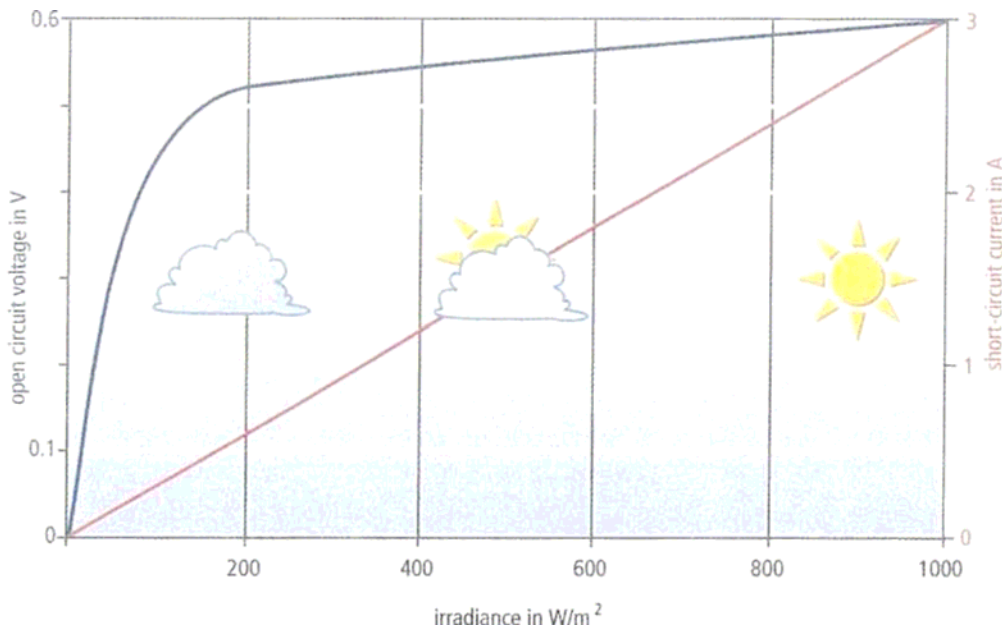
Αν I_m είναι το ρεύμα και V_m η τάση στο σημείο μέγιστης ισχύος, τότε η μέγιστη ισχύς μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

$$P_{max} = V_m \times I_m = FF \times I_{sc} \times V_{oc} \quad (1)$$

Όπου FF ορίζεται ως ο συντελεστής πλήρωσης (Fill Factor) της κυψέλης. Ο συντελεστής πλήρωσης είναι ένα μέτρο της ποιότητας της κυψέλης. Κυψέλες με μεγάλη εσωτερική αντίσταση θα έχουν μικρό συντελεστή πλήρωσης, ενώ για την ιδανική κυψέλη ο συντελεστής πλήρωσης ισούται με την μονάδα. Σημειώνεται ότι ο μοναδιαίος συντελεστής πλήρωσης αντιστοιχεί σε τετραγωνική χαρακτηριστική I-V. Μια τέτοια χαρακτηριστική δηλώνει ότι η κυψέλη θα λειτουργεί είτε ως ιδανική πηγή τάσης, είτε ως ιδανική πηγή ρεύματος.

Έχοντας ως σκοπό την αποδοτική λειτουργία ενός Φ/B αλλά και τη σχεδίαση ηλεκτρονικών που σχετίζονται με αυτό προσδιορίζουμε σε διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας τα σημεία μέγιστης ισχύος. Εννοείται πως σε κάθε περίπτωση, βασική μας επιδίωξη είναι το σημείο λειτουργίας του Φ/B να αποτελεί σημείο μέγιστης ισχύος. Μπορούμε να βρούμε πειραματικά το σημείο μέγιστης ισχύος της καμπύλης με την γραφική παράσταση της παρεχόμενης από το Φ/B ηλεκτρικής ισχύος.

Το ρεύμα βραχυκύκλωσης εξαρτάται γραμμικά από την ηλιακή ακτινοβολία (διπλασιασμός της ακτινοβολίας επιφέρει διπλασιασμό του ρεύματος). Από την άλλη η τάση ανοικτοκύκλωσης παραμένει σχετικά σταθερή καθώς αλλάζει η ακτινοβολία. Μόνο όταν η ακτινοβολία πέσει κάτω από τα $100 \text{ } 1000 \text{ W/m}^2$ μειώνεται απότομα η τάση. Η εξάρτηση μεταξύ τάσης και ακτινοβολίας είναι λογαριθμική στα φωτοβολταϊκά στοιχεία (Εικ. 3-11). Ο παράγοντας που επηρεάζει περισσότερο την τάση είναι η θερμοκρασία. Όσο μειώνεται η θερμοκρασία, τόσο αυξάνεται η τάση ανοικτού κυκλώματος V_{oc} των φωτοβολταϊκών (τυπική τιμή $-0,158 \text{ V/}^\circ\text{C}$). Επομένως ενδέχεται σε μέρα με χαμηλή θερμοκρασία και σχετικά χαμηλή ηλιοφάνεια (πρώτες πρωινές ώρες χειμώνα) η τάση της στοιχειοσειράς να υπερβεί τη μέγιστη τάση ανοικτού κυκλώματος (V_{DC}) του αντιστροφέα και να τον κάψει.



Εικ. 3-11 Εξάρτηση I_{sc} και V_{oc} από την ηλιακή ακτινοβολία

3.3.1.1.2 ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

Από τα παραπάνω μπορεί να οριστεί και ο βαθμός απόδοσης του στοιχείου. Οπότε:

$$n_e = \frac{P_m}{P_{in}} = \frac{V_m \cdot xI_m}{P_{in}} = \frac{FF \cdot I_{sc} \cdot xV_{oc}}{P_{in}} \quad (2)$$

Η απόδοση του Φ/Β στοιχείου εξαρτάται από:

- Το υλικό του ημιαγωγού
- Την πυκνότητα ισχύος της ακτινοβολίας στην οποία εκτίθεται
- Την θερμοκρασία του Φ/Β στοιχείου

Αξίζει να σημειωθεί ότι από τους κοινούς τύπους Φ/Β στοιχείων το μεγαλύτερο συντελεστή απόδοσης παρουσιάζουν τα μονοκρυσταλλικά ακολουθούμενα από τα πολυκρυσταλλικά και τα άμορφα αντίστοιχα, όπως θα δούμε παρακάτω

Για να μπορεί να γίνει κάποια ασφαλής σύγκριση μεταξύ των διαφόρων ειδών Φ/Β στοιχείων οι ονομαστικές τιμές απόδοσης τους υπολογίζονται κάτω από τις πρότυπες συνθήκες STC.

Πιν. 3-2 Οι συνθήκες STC

ΣΥΝΘΗΚΕΣ STC	
ΜΕΓΕΘΟΣ	ΤΙΜΗ

Πυκνότητα ακτινοβολίας	1000 W/m ² #
Μάζα αέρα AM	1,5
Θερμοκρασία στοιχείου	25 °C

3.3.1.2 Υλικά Κατασκευής Φ/Β στοιχείων

Το υλικό που χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή Φ/Β στοιχείων στη βιομηχανία είναι το πυρίτιο. Είναι ένα υλικό που συναντάται στη φύση σε τεράστιες ποσότητες και για αυτό αποτελεί τη βασική πρώτη ύλη για το μεγαλύτερο κομμάτι της αγοράς φωτοβολταϊκών.

Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια έχουν επανεμφανισθεί τα φωτοβολταϊκά με οργανικές ενώσεις και γενικότερα αυτά που στηρίζονται σε εναλλακτικά υλικά και τεχνολογίες. Ανάμεσα στις νέες κατηγορίες φωτοβολταϊκών ξεχωρίζουν τα φασματικώς ευαισθητοποιημένα με χρωστικές συστήματα.

Τα φωτοβολταϊκά διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

3.3.1.2.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία “μεγάλου πάχους”.

- Φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου πυριτίου (*Amorphous ή Thin film Silicon, a-Si*).

Ουσιαστικά είναι ταινίες λεπτών επιστρώσεων που παράγονται με την εναπόθεση ημιαγωγικού υλικού πάνω σε κάποιο υπόστρωμα όπως αλουμίνιο ή γυαλί. Η τιμή τους είναι εύλογα μικρότερη λόγω της μικρότερης ποσότητας πυριτίου που χρησιμοποιείται σε αυτό. Ονομάζονται άμορφα λόγω του τυχαίου τρόπου με τον οποίο είναι διατεταγμένα τα άτομα του πυριτίου.

Η απόδοσή τους είναι μικρότερη σε σχέση με τις προαναφερθείσες τεχνολογίες, κυμένεται περίπου στο 6-8%, με αντίστοιχα αποτελέσματα των εργαστηρίων να είναι στο 14%. Υπερέχουν έναντι των άλλων στο γεγονός ότι δεν επηρεάζονται το ίδιο από υψηλές θερμοκρασίες και στο ότι διατηρούν τις επιδόσεις τους σε συνθήκες συννεφιάς.

- Φωτοβολταϊκά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου (*Single Crystalline Silicon, sc-Si*).

Το πάχος τους κυμαίνεται γύρω στα 0.3 χιλιοστά. Η απόδοσή τους με τη μορφή κυψελίδας, κυμαίνεται από 21-24%, ενώ με τη μορφή των Φ/Β πλαισίων, μεταξύ 13-16%. Τα μονοκρυσταλλικά Φ/Β υπερέχουν των υπόλοιπων στην καλύτερη σχέση απόδοσης ανά μονάδα επιφάνειας. Στον αντίποδα όμως διακρίνονται για υψηλότερο κόστος κατασκευής έναντι των αντίστοιχων πολυκρυσταλλικών. Χρώμα: Σκούρο μπλέ.

- Φωτοβολταϊκά κελιά πολυκρυσταλλικού πυριτίου (*Multi Crystalline Silicon, mc-Si*).

Το πάχος τους είναι αντίστοιχο των μονοκρυσταλλικών. Είναι συνήθως φτηνότερα των μονοκρυσταλλικών γιατί η μέθοδος παραγωγής τους είναι λιγότερο δαπανηρή. Συνήθως κόβονται σε τετραγωνικής μορφής στοιχεία και στην επιφάνεια της κυψελίδας διακρίνονται οι μονοκρυσταλλικές περιοχές. Γενικά, όσο μεγαλύτερες οι διαστάσεις των μονοκρυσταλλικών περιοχών του πολυκρυσταλλικού Φ/Β στοιχείου, τόσο υψηλότερη η απόδοσή του, η οποία κυμαίνεται από 17-20%, σε εργαστηριακή μορφή κυψελίδας και από 10-14%, σε βιομηχανική μορφή Φ/Β πλαισίου. Χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλή χρονική σταθερότητα. Χρώμα: Γαλάζιο

•**Φωτοβολταϊκά στοιχεία ταινίας πυριτίου (Ribbon Silicon).**

Δημιουργία λεπτής ταινίας από τηγμένο υλικό. Πρόκειται για τεχνολογία η οποία έχει να δείξει μια μείωση έως και 50% στη χρήση πυριτίου. Η απόδοση τους αγγίζει το 12-13%, ενώ σε εργαστηριακές συνθήκες έχουν επιτευχθεί και μεγαλύτερες αποδόσεις περίπου στο 18%. Είναι μέθοδος υψηλού κόστους και, προς το παρόν, περιορισμένης βιομηχανικής παραγωγής.

3.3.1.2.2 Φωτοβολταϊκά υλικά λεπτών επιστρώσεων thin film.

•**Δισεληνοειδίου χαλκός (CuInSe₂ ή CIS, με προσθήκη γαλλίου CIGS).**

Αυτού του είδους ο χαλκός έχει ως πλεονέκτημα την εξαιρετική απορροφητικότητα του προσπίπτοντος φωτός. Η απόδοση του όμως υπολείπεται άλλων σημερινών τεχνολογιών και είναι περίπου 11%. Σε εργαστηριακό περιβάλλον έχουν επιτευχθεί και μεγαλύτερες αποδόσεις κυρίως με τη βοήθεια του γαλλίου. Το μεγαλύτερο πρόβλημα αυτής της τεχνολογίας είναι ότι το ίνδιο υπάρχει σε πολύ περιορισμένες ποσότητες στη φύση γεγονός που καθιστά δύσκολη τη μαζική παραγωγή. Η τεχνολογία Thin Film προσφέρει καινοτόμες λύσεις σε κτίρια, όπως για παράδειγμα την χρήση ημιδιαφανών φωτοβολταϊκών στοιχείων στα παράθυρα, αντικαθιστώντας έτσι τα τζάμια σε προσόψεις κτιρίων, προσφέροντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα να εισέλθει φυσικό φως. Συνίστανται κυρίως για περιοχές με λιγότερη ηλιοφάνεια και σε περιοχές με εξαιρετικά μεγάλες θερμοκρασίες.

•**Τελουριούχο Κάδμιο (CdTe).**

Υπερέχει έναντι των άλλων καθώς έχει να επιδείξει απορροφητικότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας σε ποσοστό που φτάνει το 99%. Η απόδοση του κυμαίνεται περίπου 6-8%, ενώ σε εργαστηριακές δοκιμές 12-16%. Το κόστος τους, μέχρι στιγμής, είναι αρκετά υψηλό και η σημαντικότερη χρήση του είναι η ενθυλάκωση του στο γυαλί ως δομικό υλικό (B.I.P.V).

•**Αρσενιούχο Γάλλιο (GaAs).**

Ως υλικό θεωρείται ιδανικό ως προς την απορρόφηση της ηλιακής τεχνολογίας.

Όμως η δηλητηριώδης φύση του αρσενίου και η σπανιότητα του γαλλίου το καθιστούν πανάκριβο ως επιλογή. Είναι ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες και η απόδοση του αγγίζει το 30%.

3.3.1.3 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η τάση και η ισχύς ενός φ/β είναι πολύ μικρή για να ανταποκριθεί στην τροφοδότηση των συνηθισμένων ηλεκτρικών καταναλώσεων ή για την φόρτιση των συσσωρευτών. Για αυτό το λόγο τα φ/β στοιχεία τοποθετούνται σε ένα ενιαίο πλαίσιο με κοινή ηλεκτρική έξοδο. Στο πλαίσιο αυτό, τα στοιχεία συνδέονται σε σειρά, σε ομάδες κατάλληλου πλήθους για την απόκτηση επιθυμητής τάσης.

Τα πλαίσια είναι προκατασκευασμένα στο εργοστάσιο. Τα ηλιακά στοιχεία στερεώνονται με κολλητική ουσία σε ένα ανθεκτικό φύλλο από μέταλλο (συνήθως αλουμίνιο) ή από ενισχυμένο πλαστικό, το οποίο αποτελεί την πλάτη του πλαισίου. Ενώ η εμπρός όψη τους καλύπτεται από ένα προστατευτικό φύλλο γυαλιού ή διαφανούς πλαστικού. Το εμπρός και πίσω φύλλο συγκρατούνται μεταξύ τους στεγανά και μόνιμα με τη βοήθεια μιας ταινίας από φυσικό ή συνθετικό ελαστικό και συσφίγγονται με ένα περιμετρικό μεταλλικό περίβλημα. Διαμορφώνεται έτσι το φ/β πλαίσιο (module), που είναι η δομική μονάδα που κατασκευάζεται βιομηχανικά και κυκλοφορεί στο εμπόριο για να χρησιμοποιηθεί ως συλλέκτης στη συγκρότηση φ/β γεννητριών.

Λόγω των απαιτούμενων υλικών και εργασιών για την κατασκευή του, το κόστος προκύπτει σημαντικά μεγαλύτερο από τα φ/β στοιχεία που περιέχουν.

Συνώνυμο σχεδόν με το φ/β πλαίσιο είναι το φ/ω πανέλο (panel). Όπως και το πλαίσιο, έχει συναρμολογηθεί και προκατασκευαστεί στο εργοστάσιο και είναι έτοιμο για τοποθέτηση σε φ/β

εγκατάσταση, αλλά με τη διαφορά ότι ένα πάνελο μπορεί να αποτελείται από περισσότερα χωριστά πλαίσια (το ένα δίπλα στο άλλο) που είναι σε κοινή συσκευασία και κοινή ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ τους. Τα τελευταία χρόνια σχεδόν όλες οι εταιρίες που κατασκευάζουν φ/β στοιχεία, δεν διαχωρίζουν τα πλαίσια από τα πάνελα. Το προϊόν που παράγεται ονομάζεται φ/β πλαίσιο (module) και διατίθεται σε ποικιλία όσον αφορά την ισχύ που παράγει, την τάση και τελικά τις διαστάσεις του.

Παρακάτω παρατίθενται τα τεχνικά χαρακτηριστικά φ/β πλαισίου σχετικά τελευταίας τεχνολογίας Sanyo Double Hit, τα οποία διαθέτουν φ/β κυψελίδες και στις δύο όψεις του πλαισίου:

HIT Double 200

Photovoltaic Module

Electrical Specifications

Model: HIP-200DA3	STC ¹	Specifications including Backside Irradiation Contribution in ISC as a Percent of STC					
		5%	10%	15%	20%	25%	30%
Rated Power (Pmax) ¹	200 W	209 W	219 W	228 W	237 W	246 W	256 W
Maximum Power Voltage (Vpm)	56.2 V	56.3 V	56.3 V	56.4 V	56.4 V	56.5 V	56.5 V
Maximum Power Current (Ipm)	3.56 A	3.72 A	3.88 A	4.04 A	4.2 A	4.36 A	4.52 A
Open Circuit Voltage (Voc)	68.8 V	69.0 V	69.1 V	69.2 V	69.4 V	69.3 V	69.6 V
Short Circuit Current (Isc)	3.75 A	3.94 A	4.13 A	4.31 A	4.50 A	4.69 A	4.88 A
Max. System Voltage (Vsys)	600 V	—	—	—	—	—	—
Series Fuse Rating	15 A	—	—	—	—	—	—
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.29% / °C	—	—	—	—	—	—
Temperature Coefficient (Voc)	-0.172 V / °C	—	—	—	—	—	—
Temperature Coefficient (Isc)	0.88 mA / °C	—	—	—	—	—	—
Warranted Tolerance	+10/-0%	—	—	—	—	—	—
Cell Efficiency	19.7%	—	—	—	—	—	—
Module Efficiency ²	16.5%	17.2%	18.0%	18.8%	19.5%	20.3%	21.1%
Power per Square Foot	15.3 W	16.0 W	16.7 W	17.4 W	18.1 W	18.9 W	19.6 W

Mechanical Specifications

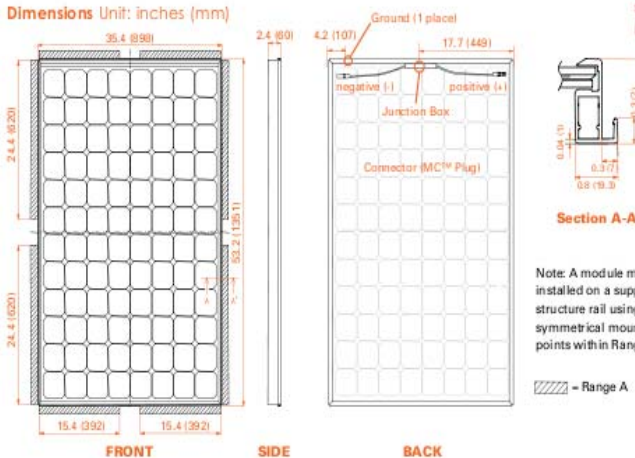
Internal Bypass Diodes	4 Bypass Diodes
Module Area	13.06 Ft ² (1.21 m ²)
Module Weight	50.7 Lbs. (23 kg)
Module Dimensions LxWxH	53.2 x 35.35 x 2.36 in. (1351 x 898 x 60 mm)
Cable Lengths	39.4 in. each (1000 mm)
Cable Size / Connector Type	No. 12 AWG / MC3™ Connectors
Static Load	50 PSF (2400 Pa)
Pallet Dimensions LxWxH	54.3 x 36 x 70.1 in. (1379 x 912 x 1781 mm)
Full Pallet Quantity & Weight	20 pcs. / 1014 Lbs. (460 kg)
Quantity per 20'/40'/53' Container	200 pcs., 420 pcs., 540 pcs.

Safety Ratings & Limited Warranty

Fire Safety Classification	Class A
Hail Safety Impact Velocity	1" hailstone (25 mm) at 25 mph (23 m/s)
NOCT (°C)	115.8°F (46.6°C)
Safety & Rating Certifications	UL 1703, cUL, CEC
Limited Warranties	2 Years Workmanship / 20 Years Power Output

¹Standard Test Conditions: Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5, 1000 W/m²
²Equivalent module efficiency, including power from the back face.
 Note: Specifications and information above may change without notice.

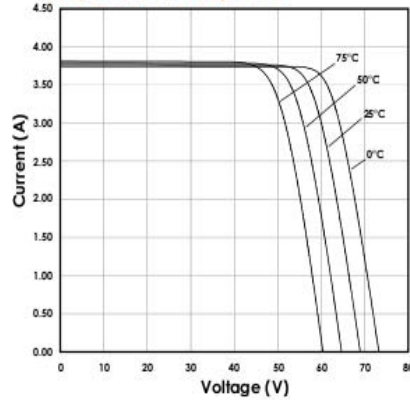
Dimensions Unit: inches (mm)



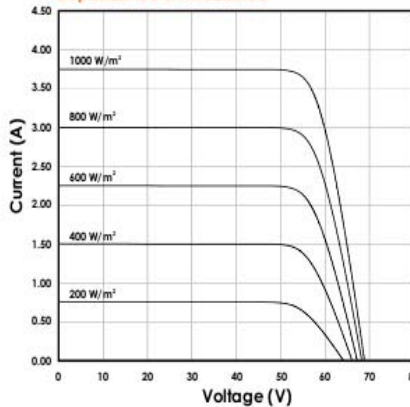
To Maximize Power

1. Elevate panels above a surface as much as possible.
2. Place panels over light-colored surfaces.
3. Do not allow support rails to shade the panel's back face.

Dependence on Temperature



Dependence on Irradiance



IMPORTANT: The rated power of HIT[®] Double bifacial solar panels is measured under Standard Test Conditions (STC). STC does not account for power produced from the back face of panels. Therefore, HIT Double panels will produce more power than their STC rating, up to 30% more, depending upon the system design and site albedo. Account for the additional power when sizing, selecting system components and wiring.

CAUTION! Read the operating instructions carefully before use of these products

SANYO

SANYO Energy (U.S.A.) Corp.
Solar Division

2600 Network Blvd., Suite 600
Frisco, TX 75034, U.S.A.
www.sanyo.com/solar
solar@sec.sanyo.com

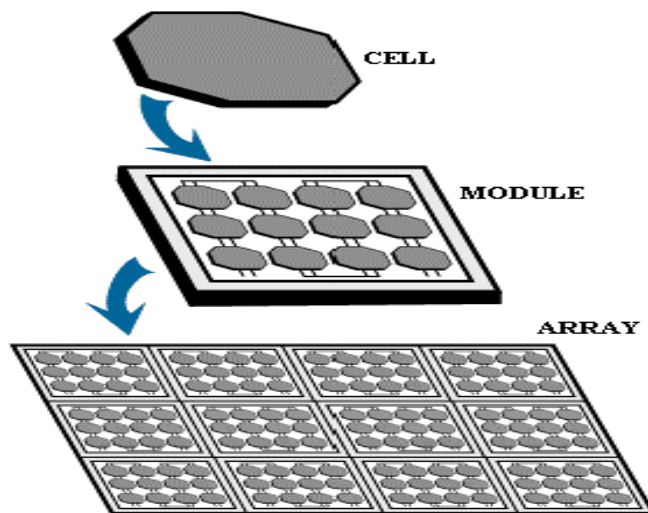
© SANYO Energy (U.S.A.) Corp. All Rights Reserved. 9/1/2008

Εικ. 3-12 Τυπικό φυλλάδιο Φ/Β πλαισίου υψηλής απόδοσης

3.3.1.3.1 Φωτοβολταϊκή συστοιχία (string)

Σε μια φ/β εγκατάσταση που έχει σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή λειτουργεί ως σταθμός παραγωγής, μπορεί να χρησιμοποιηθούν εκατοντάδες ή και χιλιάδες φ/β πλαίσια. Όπως είναι αναμενόμενο, τα φ/β πλαίσια πρέπει να ομαδοποιηθούν και να συνδεθούν κατάλληλα. Για την αύξηση της αξιοπιστίας ενός φ/β συστήματος είναι σκόπιμο οι συνδέσεις των φ/β στοιχείων μέσα στα πλαίσια, αλλά και ανάμεσα στα πλαίσια να μην είναι μόνο σε σειρά αλλά και παράλληλες. Με αυτόν τον τρόπο, αν ένα φ/β στοιχείο σκιαστεί ή πάθει κάποιου είδους βλάβη δεν θα μηδενιστεί η ισχύς που παράγει το σύστημα.

Έτσι τα φ/β πλαίσια ομαδοποιούνται σε φ/β συστοιχίες και τοποθετούνται σε κοινή βάση στήριξης, η οποία είναι συνήθως μεταλλική. Η σύνδεση των πλαισίων στη σειρά ή παράλληλα γίνεται έτσι ώστε η τάση εξόδου της γεννήτριας να αποκτήσει την επιθυμητή τιμή.

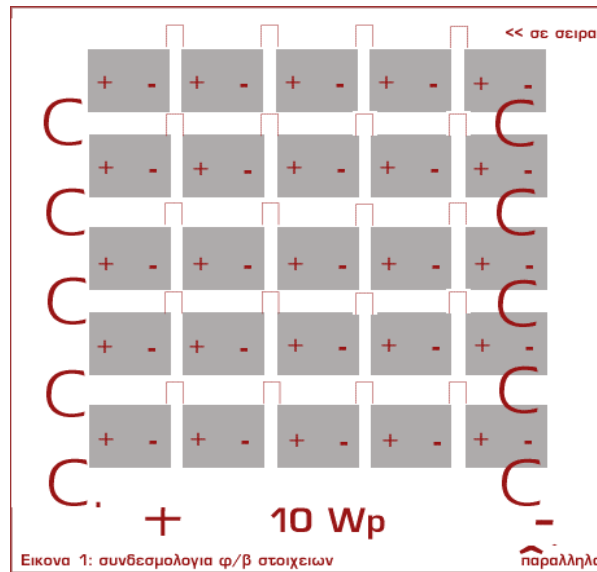


Εικ. 3-13 Η σχέση ανάμεσα στο φ/β στοιχείο, το φ/β πλαίσιο, τη φ/β συστοιχία.

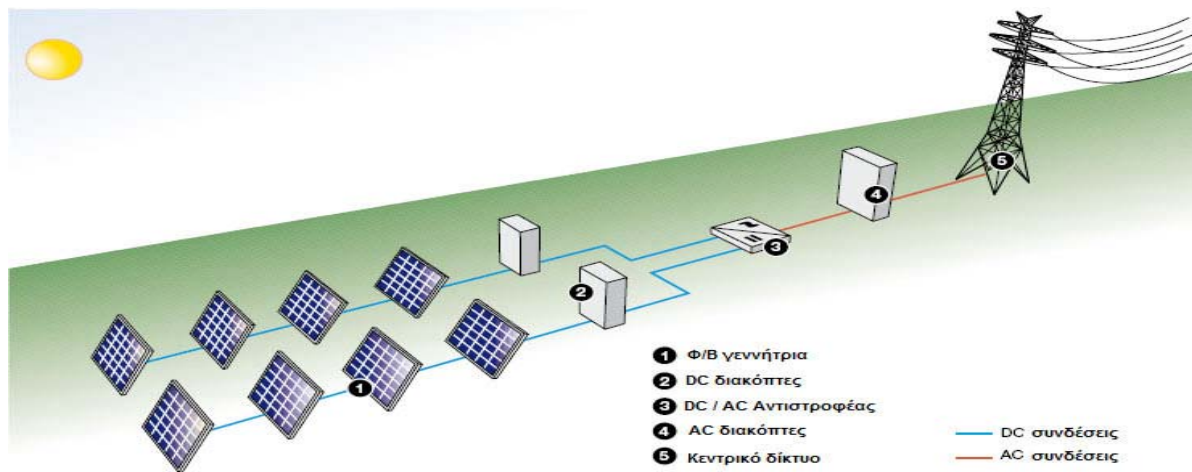
3.3.1.3.2 Τρόποι σύνδεσης Φ/Β στοιχείων

Τα Φ/Β στοιχεία μπορούν να συνδεθούν σε σειρά και παράλληλα, ανάλογα με την ισχύ που θέλουμε να πετύχουμε και το διαθέσιμο χώρο. Η σύνδεση σε σειρά κάποιου αριθμού (N) όμοιων Φ/Β στοιχείων, οδηγεί σε σύστημα με ανάλογα πολλαπλάσια τάση ανοιχτού κυκλώματος $V_{tOC}=N \cdot V_{OC}$. το ρεύμα βραχυκύκλωσης ισούται με το αντίστοιχο του ενός $I_{tSC}=I_{SC}$. Η παράλληλη σύνδεση κάποιου αριθμού (N) όμοιων Φ/Β στοιχείων, δίνει ένα σύνολο με την ίδια τάση ανοιχτού κυκλώματος $V_{tOC}=V_{OC}$, ενώ το ρεύμα βραχυκύκλωσης ισούται με N φορές το ρεύμα βραχυκύκλωσης έκαστου $I_{tSC}=N \cdot I_{SC}$ (Εικ. 3-14).

Συνήθως τα Φ/Β πλαίσια συνδέονται έτσι ώστε να αποφεύγονται όσο το δυνατό περισσότερες απώλειες κατά τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας στην γραμμή μεταφοράς. Δηλαδή θέλουμε χαμηλό ρεύμα και αντίστοιχα μεγάλη ηλεκτρική τάση μέσα στα επιτρεπτά όρια. Η τελική τάση εξόδου προς τις διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές της εγκατάστασης πρέπει να προσαρμόζεται στην τάση εισόδου από τον κατασκευαστή και φυσικά από τον μελετητή. Για να προσαρμόσουμε την παραπάνω τάση απαιτούνται ηλεκτρονικές διατάξεις που ονομάζονται μετατροπείς συνεχούς τάσεως σε συνεχή. Μια ενδεικτική τιμή συνολικής ισχύος αιχμής μιας συστοιχίας είναι από 100 W – 1kW.



Εικ. 3-14 Σύνδεση φ/β πάνελ σε σειρά και παράλληλα



Εικ. 3-15 Εξέλιξη της φωτοβολταϊκής κυψέλης σε φωτοβολταϊκό πάρκο.

3.3.1.3.3 Απόδοση φωτοβολταϊκού πλαισίου

Ο συντελεστής απόδοσης ενός φ/β πλαισίου, ορίζεται με παρόμοιο τρόπο με αυτόν του φ/β στοιχείου. Εκφράζει το λόγο της μέγιστης ηλεκτρικής ισχύος που παράγει το φ/β πλαίσιο, προς την ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται στην επιφάνεια. Επειδή όμως η επιφάνεια ενός φ/β πλαισίου δεν είναι καλυμμένη εξολοκλήρου από φ/β στοιχεία, η απόδοση διαφέρει από την απόδοση των στοιχείων που αποτελείται.

Ο συντελεστής απόδοσης ενός πλαισίου δίνεται από τη σχέση (3)

$$\eta = \frac{P_{\max}}{G \cdot S} = \frac{I_{\max} \cdot V_{\max}}{G \cdot S} \quad (3)$$

όπου: G: Η πυκνότητα ισχύος.

S: Η επιφάνεια του φ/β πλαισίου.

I_{max}: Το μέγιστο ρεύμα.

V_{max}: Η μέγιστη τάση.

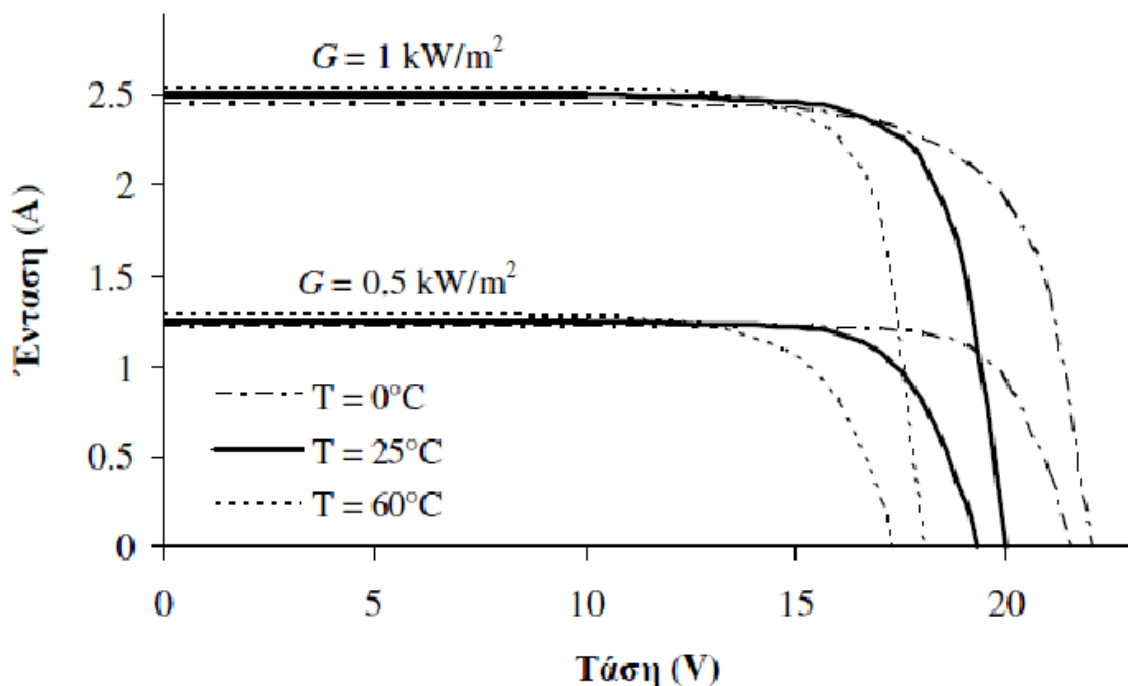
P_{max}: Η μέγιστη ισχύς

3.3.1.3.4 Επίδραση της θερμοκρασίας στα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του φ/β πλαισίου

Η θερμοκρασία της κυψελίδας αυξάνεται κατά το φωτισμό της, εξαιτίας της μετατροπής, μέσα σ' αυτή, μέρους της ηλιακής ακτινοβολίας, σε θερμική ενέργεια. Σε συνθήκες χρήσης στο ύπαιθρο, όπου η διαφορά θερμοκρασιών $\theta_c - \theta_a$, όπου θ_c , η θερμοκρασία λειτουργίας της κυψελίδας και θ_a , η θερμοκρασία του περιβάλλοντα αέρα, αυξάνει σχεδόν γραμμικά, ως συνάρτηση της πυκνότητας της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας G με τυπικό ρυθμό:

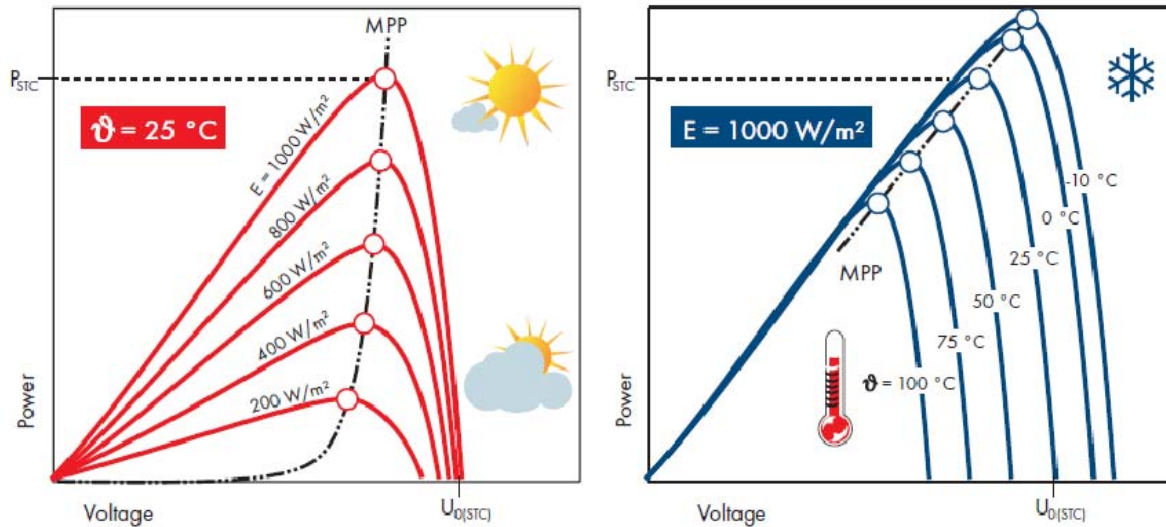
$$(\theta_c - \theta_a) / E = 30 \text{ C} / (\text{kW/m}^2) \quad (4)$$

Όπου E, η πυκνότητα ισχύος της ακτινοβολίας. Συνακόλουθα, μεταβάλλονται το ρεύμα βραχυκύκλωσης, I_{sc} και η τάση ανοιχτού κυκλώματος, V_{oc}. Όπως παρατηρούμε στην Εικ. 3-16 το I_{sc} αυξάνεται ελαφρά με τη θερμοκρασία, αντίθετα η τάση ανοιχτού κυκλώματος, V_{oc}, μειώνεται με αύξηση της θερμοκρασίας της κυψελίδας.



Εικ. 3-16 Καμπύλη εξάρτησης I-V από την ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμοκρασία.

Η ισχύς αιχμής, όπως και η απόδοση του φ/β στοιχείου, εμφανίζουν γραμμική εξάρτηση από τη θερμοκρασία όπως φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα (Εικ. 3-17).



Εικ. 3-17 Καμπύλη εξάρτησης Ισχύος αιχμής από την ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμοκρασία.

3.3.1.4 Τρόποι στήριξης των συλλεκτών και προσανατολισμός τους

Διακρίνουμε δυο διαφορετικούς τρόπους στήριξης συλλεκτών: σταθερής στήριξης και συνεχούς παρακολούθησης της θέσης του ηλίου με διάταξη που ονομάζεται ηλιοτρόπιο (tracker).

3.3.1.4.1 Στήριξη του συλλέκτη με σταθερή γωνία κλίσης.

Η απουσία κινητών μερών κατά τη στήριξη της συστοιχίας, προσδίδει στη διάταξη επαρκή μηχανική αντοχή, ιδιαίτερα μάλιστα αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε περιοχές όπου επικρατούν ισχυροί άνεμοι. Στατικές συλλεκτικές επιφάνειες χρησιμοποιούνται επίσης ενσωματωμένες σε κτίρια.

Για το βόρειο ημισφαίριο η βέλτιστη κλίση του φωτοβολταϊκού πλαισίου για τη μέγιστη παραγωγή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους είναι ίση με τη γεωγραφικό πλάτος του τόπου και η αζιμούθια γωνία είναι περίπου μηδέν μοίρες (κατεύθυνση προς νότο). Αξίζει να σημειωθεί πως στην Ελλάδα η μεγιστοποίηση της συνολικής ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε επιφάνεια σταθερής κλίσης, επιτυγχάνεται για Νότιο προσανατολισμό και κλίση περί των 30 μοιρών.

3.3.1.4.2 Στήριξη με δυνατότητα στροφής του συλλέκτη γύρω από ένα άξονα.

Η συστοιχία περιστρέφεται με κατάλληλο μηχανισμό γύρω από ένα άξονα. Στο τέλος δε της ημέρας ο συλλέκτης επιστρέφει σε θέση αναμονής, συνήθως στο νοτιά. Το πρωί με την ανατολή του ηλίου στρέφεται, έτσι ώστε ο ήλιος να αποδίδει το μέγιστο της διαθέσιμης ενέργειας.

Η περιστροφή γίνεται ως προς κατακόρυφο άξονα, έτσι ώστε ο ήλιος να βρίσκεται στο κατακόρυφο επίπεδο που περιέχει την κάθετη στο συλλέκτη. Αυτή η μέθοδος βοηθάει στην αύξηση της παραγωγής κατά τη διάρκεια της ημέρας, αφού ακολουθείται καλύτερα η πορεία του ηλίου.

Η συστοιχία έχει τη δυνατότητα στροφής γύρω από άξονα xx' , με κλίση ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου. Έτσι κατά τη διάρκεια της ημέρας, ο ήλιος βρίσκεται συνεχώς στο επίπεδο που είναι κάθετο στο συλλέκτη και περιέχει τον άξονα xx' .

3.3.1.4.3 Στήριξη με δυνατότητα στροφής του συλλέκτη γύρω από δυο άξονες.

Η παρακολούθηση του ηλίου με περιστροφή γύρω από δυο άξονες επιτυγχάνεται μέσω δυο, συνήθως διαδοχικών, κινήσεων του συλλέκτη με τη βοήθεια μιας διάταξης που ονομάζεται ηλιοτρόπιο (tracker). Ο συλλέκτης προσανατολίζεται συνεχώς προς τον ήλιο, έτσι ώστε οι ακτίνες

του ηλίου να προσπίπτουν κάθετα στην επιφάνειά του. Μειονέκτημα μιας τέτοιας διάταξης παρακολούθησης του ηλίου, δυο αξόνων, είναι η οικονομική επιβάρυνση για την κατασκευή των μηχανολογικών και ηλεκτρονικών τμημάτων της καθώς και η έκθεση της συστοιχίας στον κίνδυνο καταστροφής εξαιτίας ισχυρού ανέμου.



Εικ. 3-18 (Α) Εικόνα 3-33 (Β): Μονοαξονικά σύστημα παρακολούθησης (Α) οριζόντιου άξονα, (Β) κάθετου άξονα

3.3.2 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η Ανεμογεννήτρια είναι η τεχνολογία που εκμεταλλεύεται την αιολική ενέργεια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Το παγκόσμιο δυναμικό αιολικής ενέργειας είναι τεράστιο. Μόνο το θεωρητικό δυναμικό σε τοποθεσίες με μέση ταχύτητα ανέμου τουλάχιστον 5 m/sec σε ύψος 10 μέτρων, ανέρχεται σε σύνολο τουλάχιστον 500.000 TWh ηλεκτρικής ενέργειας σε ετήσια βάση. Αυτό ισοδυναμεί σε 35 φορές περισσότερη ενέργεια από την παγκόσμια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σήμερα. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου δεν εκπέμπεται διοξείδιο του άνθρακα ή άλλα αέρια που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα (μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, καρκινογόνα μικροσωματίδια κ.α.), όπως συμβαίνει με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

3.3.2.1 Ισχύς Ανέμου:

Από τη σχέση (5), παρατηρούμε ότι η ισχύς του ανέμου (ανά μονάδα επιφάνειας) είναι ανάλογη της επιφάνειας σάρωσης των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας και της ταχύτητας του ανέμου.

$$P_{air} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \quad (5)$$

Όπου :

ρ : πυκνότητα αέρα – είναι ανάλογη της ατμοσφαιρικής πίεσης και αντιστρόφως ανάλογη της θερμοκρασίας

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

V : ταχύτητα του ανέμου

3.3.2.1.1 Μεταβολή της Ταχύτητας του ανέμου με το Ύψος – Εκθετικός Νόμος

:

Η ταχύτητα του ανέμου σε διαφορετικά ύψη μεταβάλλεται εκθετικά με το ύψος, σύμφωνα με τη μορφή και την εξίσωση που παρουσιάζεται στην Εικ. 3-19.

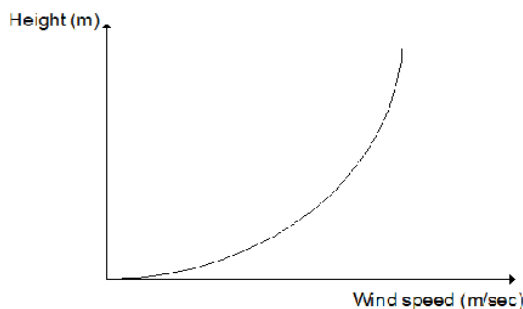
Παρατηρούμε ότι η ταχύτητα του ανέμου σε ένα ύψος είναι ανάλογη της τραχύτητας του εδάφους, ανάλογη με τη ταχύτητα του ανέμου στο ύψος αναφοράς και αντιστρόφως ανάλογη του ύψους αναφοράς.

Τυπικοί συντελεστές τραχύτητας παρουσιάζονται στον Πιν. 3-3

V_{z1} (m/sec): Η ταχύτητα του ανέμου στο ύψος z_1

V_{z2} (m/sec): Η ταχύτητα του ανέμου στο ύψος αναφοράς z_2

n : Δείκτης τραχύτητας εδάφους (0.1 έως 0.4)



$$\frac{V_{z1}}{V_{z2}} = \left(\frac{z_1}{z_2} \right)^n$$

Εικ. 3-19 Εκθετικός νόμος ταχυτήτων

Πιν. 3-3 Τυπικές τιμές συντελεστή τραχύτητας.

Κατηγορία τραχύτητας	Είδος εδάφους	n
0	Εξομαλυμένο (θάλασσα, χιόνι, άμμος)	0.10 – 0.13
1	Μέτρια βλάστηση (χαμηλή βλάστηση, καλλιέργειες)	0.13 – 0.20
2	Τραχύ έδαφος (δάση, προάστια πόλεων)	0.20 – 0.27
3	Πολύ τραχύ έδαφος (αστικές περιοχές, υψηλά κτίρια)	0.27 – 0.40

3.3.2.2 Μηχανική Παραγωγή Ανεμογεννητριών :

Η μηχανική παραγωγή των Ανεμογεννητριών Καθορίζεται από τον συντελεστή ισχύος C_p της Α/Γ, ο οποίος αποτελεί στην ουσία τον αεροδυναμικό βαθμό της πτερωτής. Ακόμα και για μια ιδανική περίπτωση, ο συντελεστής ισχύος δεν μπορεί να υπερβεί το όριο του Betz (59.3%), δηλαδή :

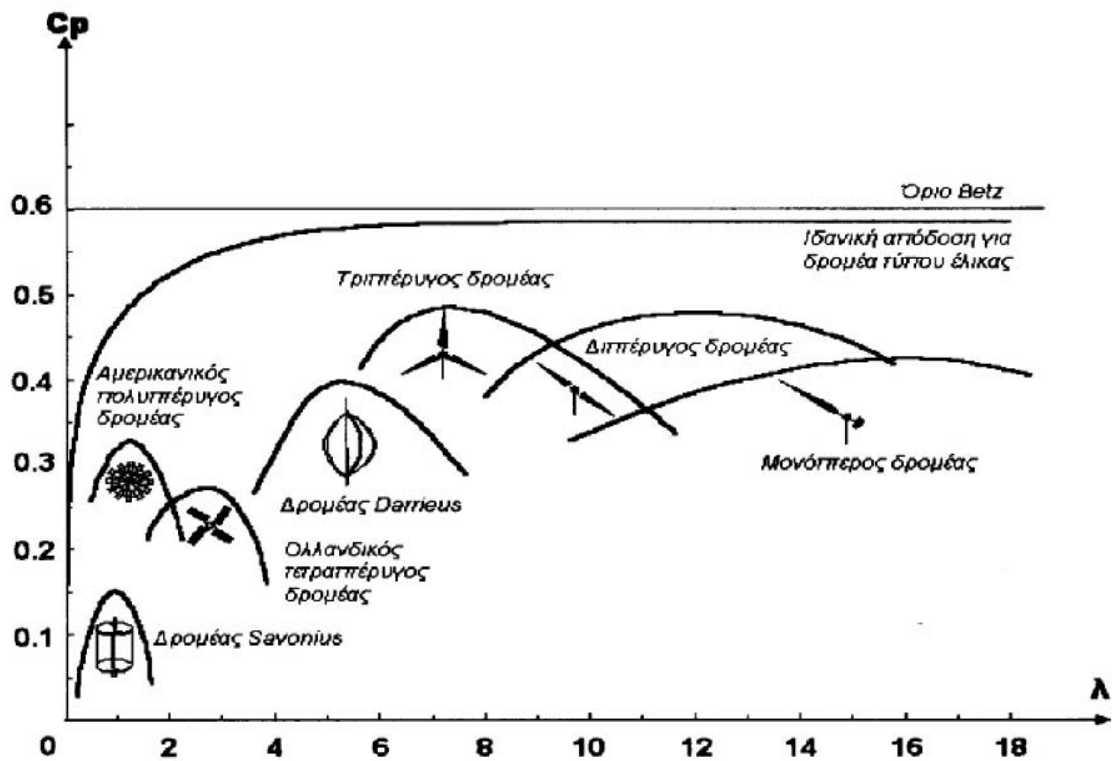
$$C_p \leq (16/27) = 0.593 \quad (6)$$

Η μηχανική ισχύς που αποδίδει η Α/Γ δίνεται από την (3)

$$P_{A/T} = \frac{1}{2} \cdot C_p \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \cdot n_{HIM} \quad (7)$$

όπου n είναι ο ηλεκτρικός μηχανικός βαθμός απόδοσης της Α/Γ.

Διαφορετικοί τύποι ανεμογεννητριών παρουσιάζουν διαφορετική καμπύλη C_p η οποία μεταβάλλεται με το συντελεστή λ της ανεμογεννήτριας, όπως δείχνει η Εικ. 3-20.

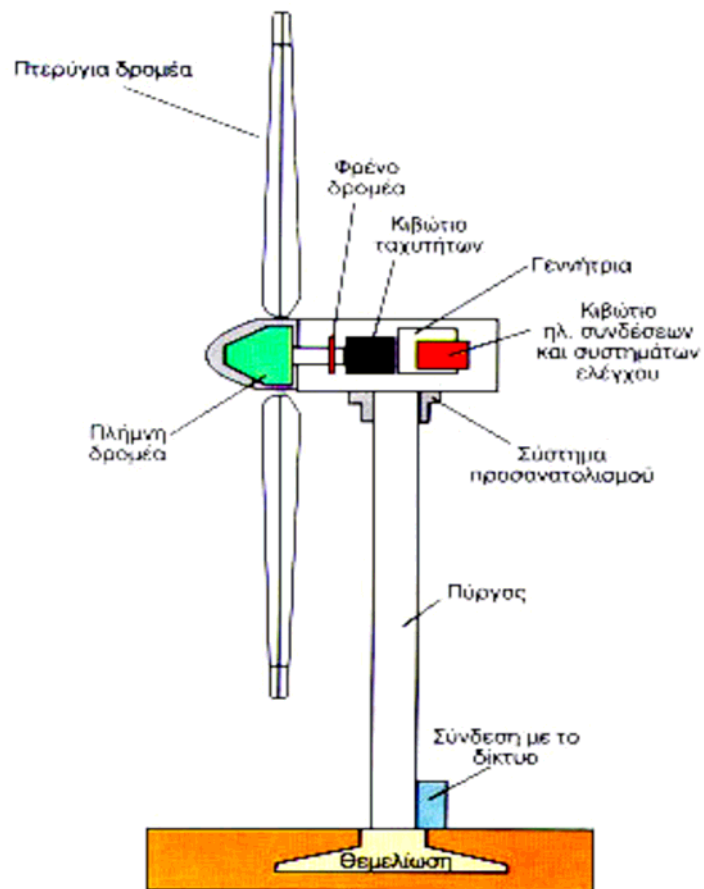


Εικ. 3-20 Μεταβολή του αεροδυναμικού συντελεστή με το λόγο λ .

3.3.2.3 Τύποι και μεγέθη Ανεμογεννητριών :

Οι ανεμογεννήτριες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- **οριζόντιου άξονα** των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικας και βρίσκεται συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους (Εικ. 3-21)
- **κατακόρυφου άξονα** ο οποίος παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους. Τα πτερύγια τους περιστρέφονται γύρω από έναν κατακόρυφο άξονα κάθετο στην επιφάνεια του εδάφους (Εικ. 3-22).



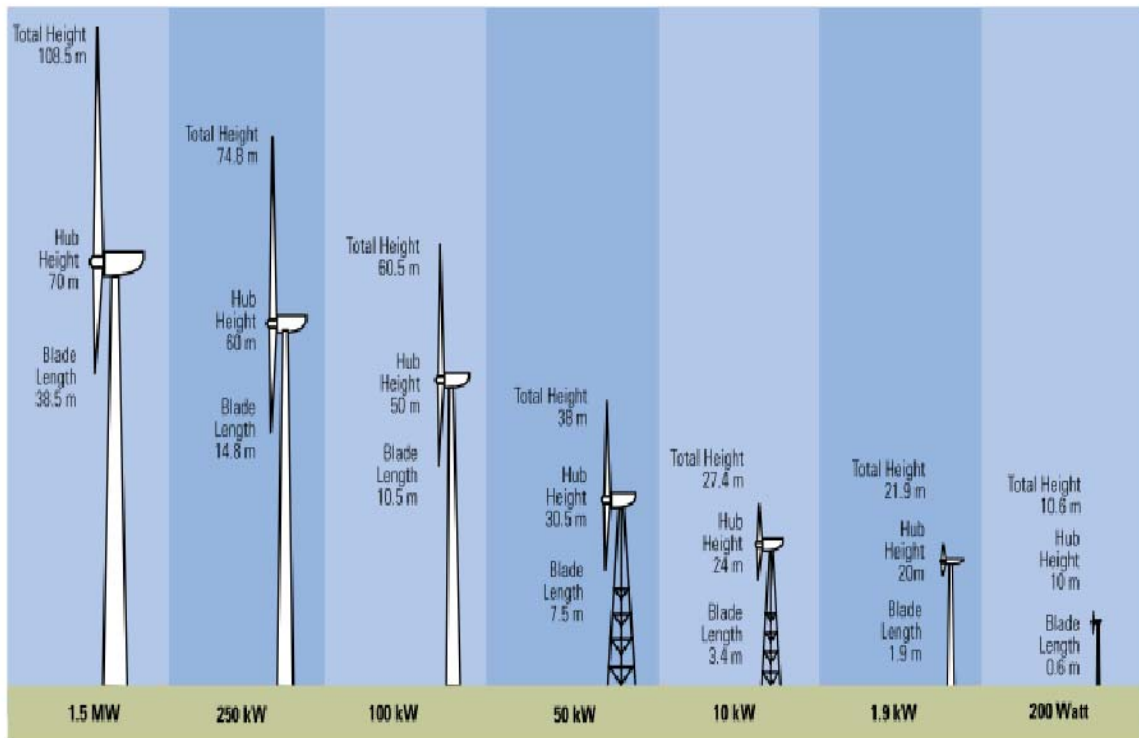
Εικ. 3-21 Τοπική Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα



Εικ. 3-22 Ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα

3.3.2.3.1 ΜΕΓΕΘΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Στην παρακάτω Εικ. 3-23, βλέπουμε Α/Γ διαφορετικής ισχύος, ανάλογα με το μέγεθος τους.

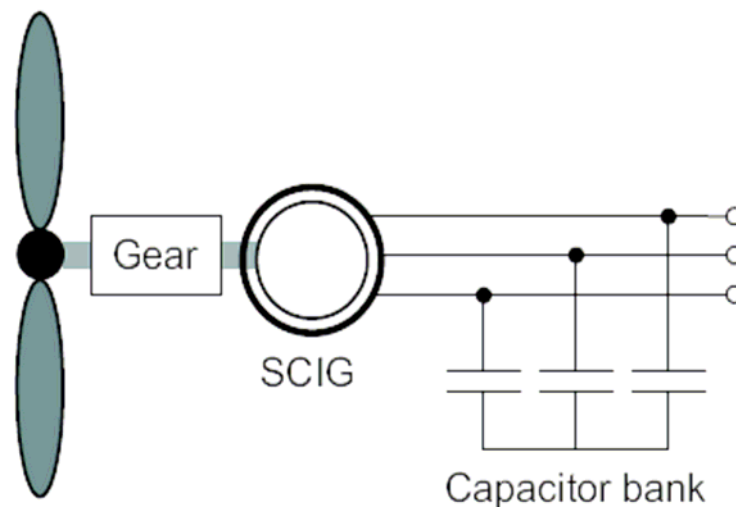


Εικ. 3-23 Μεγέθη και ισχύς Α/Γ.

3.3.2.4 Κατηγορίες Α/Γ ανάλογα με τη διαμόρφωση του Ηλεκτρικού τους μέρους

Παρατηρώντας από την μεριά του δικτύου, οι ανεμογεννήτριες που υπάρχουν διαθέσιμες στην αγορά σήμερα μπορούν να χωριστούν σε πέντε κατηγορίες.

3.3.2.4.1 Επαγωγική μηχανή σταθερών στροφών

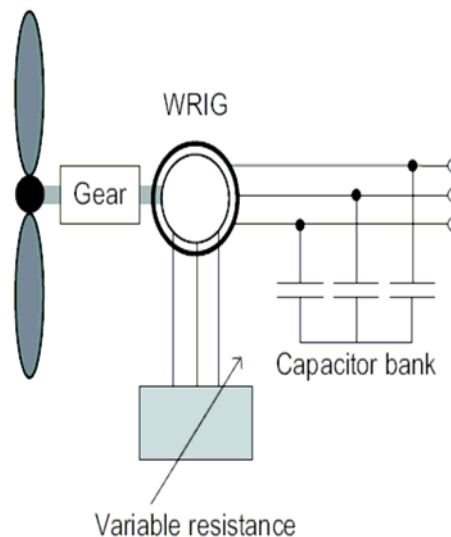


Εικ. 3-24 Επαγωγική μηχανή σταθερών στροφών με πυκνωτές αντιστάθμισης SCIG squirrel cage induction generator)

Η δυνατότητα παραγωγής περιορίζεται από τον αεροδυναμικό σχεδιασμό των πτερυγίων στην περίπτωση που η μέθοδος του ελέγχου απώλειας στήριξης (stall control) χρησιμοποιείται. Η μεγαλύτερη μονάδα μπορεί να φτάσει μέχρι 2.4 MW, ο έλεγχος συχνά τροποποιείται ελαφρώς χρησιμοποιώντας active stall control. Προκειμένου να αυξηθεί η δυνατότητα παραγωγής, η γεννήτρια σταθερών στροφών έχει δύο τυλίγματα στάτη. Το ένα χρησιμοποιείται στις χαμηλές ταχύτητες ανέμου και το άλλο χρησιμοποιείται για ταχύτητες μέσου και ισχυρού ανέμου.

3.3.2.4.2 Επαγωγική Μηχανή με ηλεκτρικά μεταβαλλόμενη αντίσταση ρότορα

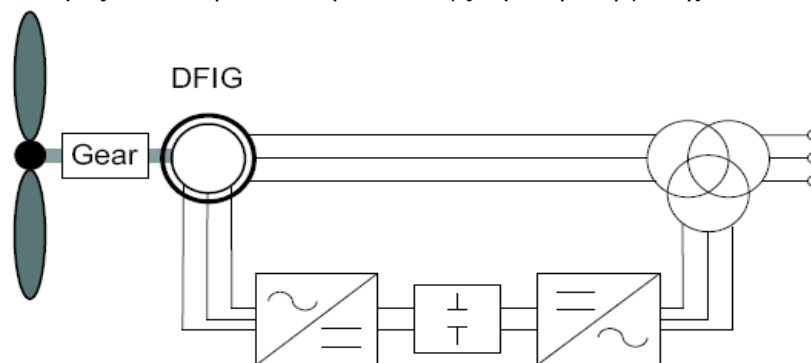
Το χαρακτηριστικό της γνώρισμα είναι η μεταβλητή αντίσταση που τοποθετείται στο τυλίγμα του δρομέα (αποτελούμενο συνήθως από ηλεκτρονικό μετατροπέα με αντιπαράλληλα θυρίστορ) και το οποίο μας επιτρέπει να ρυθμίζουμε την ροπή της γεννήτριας άρα και την ταχύτητά της.(Εικ. 3-25)



Εικ. 3-25 Γεννήτρια με ηλεκτρικά μεταβαλλόμενη αντίσταση δρομέα

3.3.2.4.3 Γεννήτρια Μεταβαλλόμενων στροφών με μετατροπέα στον δρομέα (Επαγωγική μηχανή διπλής τροφοδοσίας, DFIG)

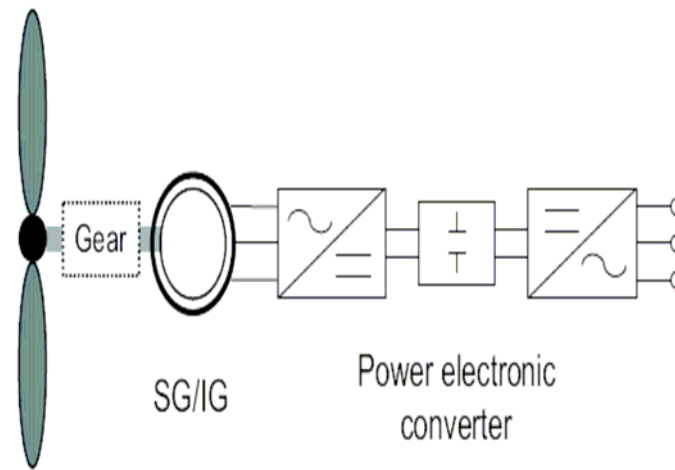
Σε αυτόν τον τύπο γεννήτριας ο στάτης είναι συνδεδεμένος άμεσα με το δίκτυο ενώ τα τυλίγματα του δρομέα είναι συνδεδεμένα με τον μετατροπέα. Ο μετατροπέας εκτιμάται περίπου στο 30% της ισχύς της γεννήτριας. Συνήθως η μεταβολή της ταχύτητας κυμαίνεται σε ένα εύρος μεταξύ του -40% (υποσύγχρονη λειτουργία) και +30% (υπερσύγχρονη λειτουργία) της σύγχρονης ταχύτητας. Τέλος μέσω του μετατροπέα μας δίνεται η δυνατότητα να ελέγξουμε την άεργο ισχύ.



Εικ. 3-26 Επαγωγική μηχανή μεταβαλλόμενων στροφών με μετατροπέα στον δρομέα (Επαγωγική μηχανή διπλής τροφοδοσίας, DFIG)

3.3.2.4.4 Γεννήτρια Μεταβλητών στροφών με έλεγχο της ολικής ισχύς στον στάτη

Στην περίπτωση που είναι σύγχρονη η γεννήτρια η διέγερση μπορεί να γίνεται είτε με μόνιμους μαγνήτες είτε από ξεχωριστή πηγή συνεχούς ρεύματος. Το κιβώτιο ταχυτήτων σχεδιάζεται έτσι ώστε η μέγιστη ταχύτητα δρομέα να αντιστοιχεί στην ονομαστική ταχύτητα της γεννήτριας. Ορισμένες ανεμογεννήτριες αυτού του είδους δεν έχουν καθόλου κιβώτιο ταχυτήτων. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται μηχανές πολλαπλών πόλων με μεγάλη διάμετρο.



Εικ. 3-27 Επαγωγική μηχανή μεταβλητών στροφών με έλεγχο της ολικής ισχύς στον στάτη (SG: σύγχρονη γεννήτρια IG: επαγωγική μηχανή)

3.3.2.5 Μικρές Α/Γ

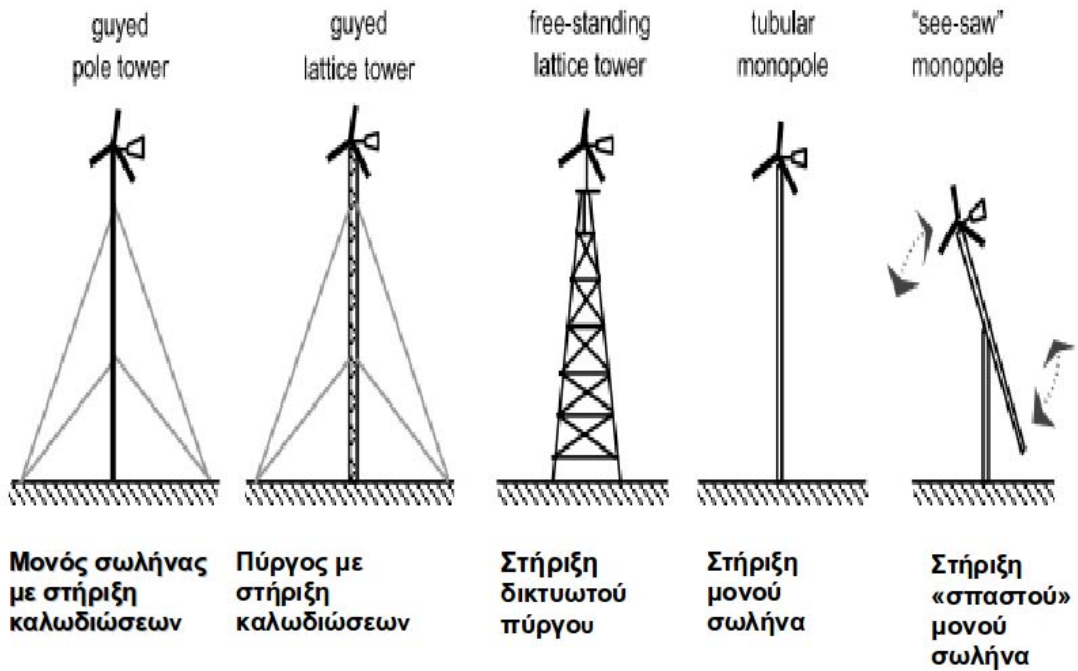
Τα τελευταία χρόνια λόγω της διάδοσης της διεσπαρμένης παραγωγής, αρχίζει να υπάρχει ενδιαφέρον και για Α/Γ ονομαστικής ισχύος μικρότερης των 100 kW (Εικ. 3-28). Τέτοιου είδους μονάδες αναμένεται να έχουν διείσδυση σε χαμηλότερα επίπεδα τάσης, ενώ η σημαντικότερη αγορά για αυτού του είδους μονάδες αφορά εφαρμογές τροφοδοσίας απομονωμένων οικισμών για τους οποίους η επέκταση δικτύου είναι αδύνατη ή πολύ ακριβή οπότε οι μεγάλες Α/Γ δεν είναι δυνατόν να αξιοποιηθούν. Οι περισσότερες από αυτές τις Α/Γ χρησιμοποιούν πλέον γεννήτριες μόνιμων μαγνητών (permanent magnet generators PMG) που η ισχύς τους και η ταχύτητα περιστροφής τους είναι ποσά σχεδόν ανάλογα. Σε Α/Γ με διάμετρο μικρότερη του 1m, μπορεί ακόμη και να μην εφαρμόζεται κανένα μέτρο περιορισμού της ισχύος τους και η παραγόμενη ισχύς να αυξάνεται, όσο αυξάνει η ταχύτητα ανέμου με την αύξηση να περιορίζεται με τη μείωση της αεροδυναμικής απόδοσης των πολλαπλών πτερυγίων που χρησιμοποιούν, με την αύξηση της ταχύτητας ανέμου. Σε περίπτωση σύνδεσης τέτοιων Α/Γ συνίσταται να χρησιμοποιείται ένα επαγωγικό φορτίο απόρριψης προκειμένου να αποφεύγεται η πιθανότητα καταστροφής τους σε υψηλές ταχύτητες. Σε κάποιες άλλες περιπτώσεις οι μικρές Α/Γ έως και 10kW χρησιμοποιούν DC κινητήρες οπότε χρειάζονται αντιστροφέα για να συνδεθούν στο δίκτυο.



Εικ. 3-28 Παραδείγματα μικρών Α/Γ.

3.3.2.5.1.1 ΤΥΠΟΙ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΜΙΚΡΩΝ Α/Γ

Διαφορετικοί τύποι στήριξης μικρών Α/Γ στην παρακάτω Εικ. 3-29



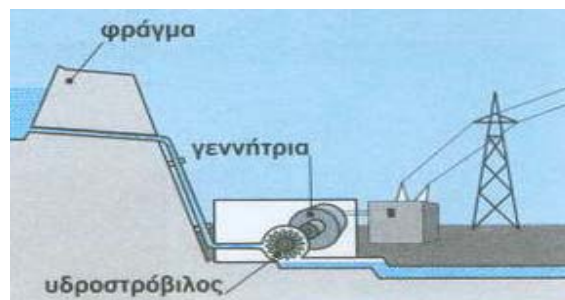
Εικ. 3-29 Τρόποι στήριξης Α/Γ.



Εικ. 3-30 Οικιακή μικρή Α/Γ και στήριξή της

3.3.3 Υδροηλεκτρικά

Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση κατάλληλων μονάδων παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Οι μονάδες παραγωγής αποτελούνται συνήθως από μια τεχνητή λίμνη που δημιουργείται από κάποιο φράγμα, μέσα στην οποία συγκεντρώνεται μεγάλη ποσότητα νερού. Το νερό, πέφτοντας από ύψος και με σημαντική παροχή, μπορεί να περιστρέψει τροχούς με πτερύγια (Υδροστρόβιλος) Εικ. 3-31. Με τη σειρά της, η περιστροφή αυτή μέσω μιας γεννήτριας παράγει ηλεκτρική ενέργεια, σε ειδικές εγκαταστάσεις που αναφέρονται και ως Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (ή ΥΗ.Σ.) .



Εικ. 3-31 Σχηματική απεικόνιση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω Υδροηλεκτρικού συστήματος.

Στις συγκεκριμένες περιοχές στις οποίες αναφερόμαστε σε αυτή την εργασία, οι οποίες ως επί το πλείστον είναι αναπτυσόμενες χώρες με μικρή διαθεσιμότητα σε νερό (π.χ Αφρική) είναι ευνόητο ότι αυτή η μέθοδος παραγωγής ενέργειας δεν μπορεί να εφαρμοστεί.

3.3.4 Ο ρόλος της Βιομάζας

Βιομάζα είναι η μάζα βιολογικών υλικών που προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς και από βιολογικούς μετασχηματισμούς της ύλης. Η βιομάζα είναι ανανεώσιμη με την έννοια ότι μετασχηματίζεται, καταστρέφεται και αναδημιουργείται. Μπορεί να επικαλεστεί οποιαδήποτε σχετικά νέα οργανική ύλη που προέρχεται από φυτά ως αποτέλεσμα της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Η ενέργεια από βιομάζα αντλείται από φυτικό και ζωικό υλικό, όπως ξύλο από τα

δάση, υπολείμματα από γεωργικές και δασικές διαδικασίες, και βιομηχανικά, ανθρώπινα ή ζωικά απόβλητα.

Η βιομάζα βρίσκει πολλές εφαρμογές όπως:

- α) Χρήση σε υλικά κατασκευών
- β) Παραγωγή ζωοτροφών
- γ) Παραγωγή λιπασμάτων
- δ) Παραγωγή ενέργειας κ.ά.

Οι αναπτυσσόμενες χώρες παράγουν περίπου το ένα τρίτο της ενέργειάς τους από βιομάζα και περίπου 2,5 δις άνθρωποι ουσιαστικά εξαρτώνται από τη βιομάζα για την κάλυψη των αναγκών τους σε θέρμανση, φωτισμό και μαγείρεμα.

Ο συνηθισμένος τρόπος αξιοποίησης βιομάζας είναι η καύση της είτε σε σόμπες είτε πλέον σε λέβητες όπως για παράδειγμα η κεντρική θέρμανση κατοικιών ή θερμοκηπίων στην Κρήτη με πυρηνόξυλο υπόλειμμα της επεξεργασίας του πυρηνελουργείου.

Επίσης μία μορφή αξιοποίησης της βιομάζας είναι η παραγωγή βιοαερίου ή biodiesel και στη συνέχεια η καύση του σε μονάδες εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή και σε μικρο-τουρμπίνες. Σημαντικό είναι το ενδιαφέρον για μονάδες βιοαερίου σε εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού.

3.3.4.1 Κατηγορίες βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας...

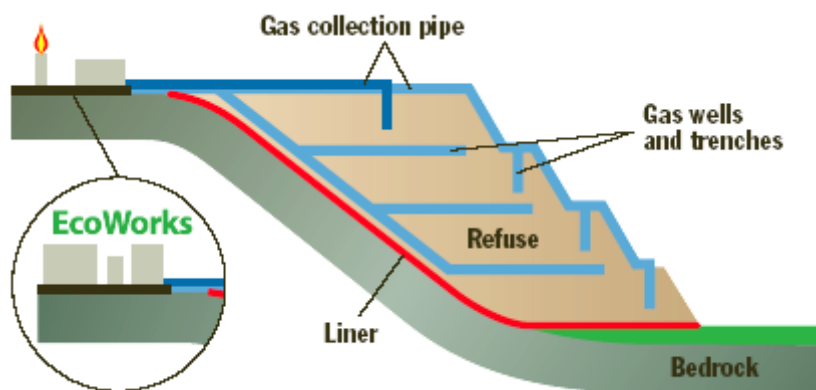
Τη βιομάζα για την παραγωγή ενέργειας μπορούμε να τη κατατάξουμε σε διάφορες κατηγορίες όπως

1. Ξυλώδης βιομάζα
2. Μη Ξυλώδης Βιομάζα
3. Απόβλητα ζώων και Ανθρώπων και προϊόντα βιολογικού καθαρισμού.

Για την κατηγορία 1 αντιπροσωπευτικό παράδειγμα είναι η χρήση της ξυλείας των δασών ή τα καλλιεργούμενα δάση για υλοτόμηση, είτε τα υπολείμματα από το κλάδεμα των δενδρώδων καλλιεργειών,(κληματίδες κτλ), αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για θερμική παραγωγή ενέργειας και σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις για συμπαραγωγή ηλεκτρισμού-θερμότητας. Αυτή η μορφή αξιοποίησης της βιομάζας είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη ανά τους αιώνες και αποτελεί κοινή πρακτική και σε αγροτικές περιοχές της χώρας μας.

Στην 2^η κατηγορία περιλαμβάνονται οι ενεργειακές φυτείες όπως π.χ το γλυκό σόργο ή υπολείμματα μη δενδρώδων αγροτικών φυτειών όπως το άχυρο. Στην ίδια κατηγορία θα μπορούσαμε να συμπεριλάβουμε τα υπολείμματα βιομηχανικής επεξεργασίας αγροτικών προϊόντων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το πυρηνόξυλο που χρησιμοποιείται στις ελαιοπαραγωγικές περιοχές της χώρας ως καύσιμο για τους λέβητες αλλά και τα απόνερα των ελαιουργείων (κατσίγαροι) τα οποία είναι τοξικά αλλά έχουν προταθεί μέθοδοι για την ενεργειακή τους αξιοποίηση.

Στην 3η κατηγορία ανήκει η βιομάζα η οποία παράγεται στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) και στις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) με τη μορφή βιοαερίου το οποίο είναι πλούσιο σε μεθάνιο, συνήθως 50% κ.ο., χωρίς όμως να αποκλείονται διακυμάνσεις από πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις, 25% κ.ο μέχρι και εξαιρετικές, 60% κ.ο. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στη χώρα μας από μονάδες βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρισμού είναι 37.8MW. Μεθάνιο εκλύεται επίσης και από εγκαταστάσεις εκτροφής ζώων, όπως χοίρων, βοοειδών και πουλερικών, στα σημεία απόθεσης των περιττωμάτων τους. Η αρχή λειτουργίας για παραγωγή βιοαερίου από ΧΥΤΑ παρουσιάζεται στην Εικ. 3-32.



Εικ. 3-32 Υποδομή συλλογής αερίου ΧΥΤΑ και αντικατάστασης του φλόγιστρου από μονάδα ΔΠ

3.3.4.2 Βιοκαύσιμα...(Jathorpa Oil)

Ένας ξυλώδης θάμνος με μεγάλους ελαιούχους σπόρους μπορεί να αποτελέσει ιδανική πηγή για την παραγωγή βιοκαυσίμου. Εδώ και εκατοντάδες χρόνια, οι κάτοικοι της Αφρικής, σε μέρη όπως η Τανζανία και το Μάλι, χρησιμοποιούν το φυτό *jatropha* (*Jatropha curcas*) για τη δημιουργία φυσικών φρακτών. Τώρα όμως, οι επιχειρηματίες που επενδύουν στην παραγωγή βιοντίζελ στις τροπικές περιοχές της Αφρικής και της Ινδίας, αγοράζουν γη, δημιουργούν φυτείες και ανυπομονούν να παραγάγουν καύσιμο από τους σπόρους του φυτού. Αυτό, όπως ισχυρίζονται, θα είναι εν γένει καλύτερο για το παγκόσμιο περιβάλλον και την οικονομία από τις συμβατικές καλλιέργειες για την παραγωγή βιοκαυσίμων που αναπτύσσονται σε εύκρατα κλίματα

3.3.4.3 Σύνοψη χαρακτηριστικών

3.3.4.3.1 Πλεονεκτήματα

- Μπορεί να αποθηκευθεί η πρώτη ύλη και να χρησιμοποιηθεί με τη ζήτηση
- Μπορεί να αυξήσει τις ευκαιρίες απασχόλησης, ιδιαίτερα σε αγροτικές περιοχές, καθώς δίνεται η δυνατότητα αξιοποίησης ακαλλιέργητων εκτάσεων συμβάλλοντας σε μία ισορροπημένη ανάπτυξη της γεωργίας
- Δυνατότητα αξιοποίησης παραπροϊόντων τα οποία σε διαφορετική περίπτωση θα απορρίπτονταν ρυπαίνοντας το περιβάλλον, πλέον μπορούν να συμβάλλουν αποφασιστικά στην παραγωγή ενέργειας, μειώνοντας την εξάρτηση από εισαγόμενους ενεργειακούς πόρους.

Το τελευταίο όμως χρονικό διάστημα υπάρχει σκεπτικισμός για την ευρύτερη διάδοση στα βιοκαύσιμα από το γεγονός ότι σε μερικές χώρες είτε αποψιλώνονται δάση προκειμένου να δώσουν τη θέση τους σε καλλιέργειες φυτών για την παραγωγή βιοκαυσίμων, είτε αντικαθιστούν παραδοσιακές καλλιέργειες τροφίμων δημιουργώντας πληθωριστικές πιέσεις στην αγορά των τροφίμων.

Περισσότερες πληροφορίες για την Βιομάζα και τις προσπάθειες αξιοποίησής της μπορεί να βρει κανείς στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή Βιομάζας (EUBIA).

Στο κεφάλαιο 6 θα αναφερθούμε πιο εκτεταμένα στην ηλεκτροδότηση αναπτυσσόμενων χωρών από βιομάζα, οι οποίες καταβάλουν μεγάλες προσπάθειες ώστε να έχουν υψηλότερη απόδοση οι χρησιμοποιούμενες διατάξεις.

3.3.5 Ο ρόλος των συμβατικών μονάδων παραγωγής

3.3.5.1 Ορισμοί

Συμβατικές γεννήτριες είναι οι θερμικές μονάδες όπου καταναλώνουν κάποιο καύσιμο για την παραγωγή ισχύος. Σε αυτήν κατατάσσονται οι παρακάτω τύποι μονάδων:

- Αεριοστροβιλογεννήτριες
- Μονάδες Εσωτερικής Καύσης
- Ατμοστροβιλογεννήτριες

Οι **αεριοστροβλικές** μονάδες αποτελούνται από τέσσερα βασικά στοιχεία, δηλαδή είναι ο αεροσυμπιεστής, ο θάλαμος καύσης, ο στρόβιλος και η γεννήτρια. Η λειτουργία τους είναι η εξής : ο ατμοσφαιρικός αέρας αφού συμπιεστεί, οδηγείται στο θάλαμο καύσης, όπου εκεί ψεκάζεται το καύσιμο. Τα αέρια προϊόντα της καύσης έχουν θερμοκρασία μέχρι περίπου 850° C. Αυτά τα προϊόντα οδηγούνται στον στρόβιλο και εκτονώνονται, κατά την εκτόνωση τους ένα μέρος της ενέργειας τους μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια στον άξονα του στροβίλου και με αυτό τον τρόπο κινεί την γεννήτρια.

Οι **ατμοστροβλικές** μονάδες μετατρέπουν την ενέργεια ατμού σε μηχανική ενέργεια που κινεί την γεννήτρια. Η διαδικασία είναι η εξής : ο ατμός εκτονώνεται, ώστε να αποκτήσει μια ταχύτητα ροής και πέφτει στα πτερύγια ασκώντας δύναμη και ροπή.

3.3.5.2 Μονάδες Εσωτερικής Καύσης

Μονάδες εσωτερικής καύσης ονομάζονται εκείνες οι κινητήριες μηχανές που μετατρέπουν την αποθηκευμένη στο καύσιμο χημική ενέργεια άμεσα σε κινητική, σε αντιδιαστολή με τις ατμομηχανές, στις οποίες παρέχεται στον ατμό θερμική ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας από την (εξωτερική) καύση κάρβουνου, ξύλου κλπ. Η ιδέα του κινητήρα εσωτερικής καύσης ήταν να πυροδοτηθεί ένα μίγμα εύφλεκτων αερίων ή υγρών, το οποίο θα εκρήγνυται μέσα στον κύλινδρο και θα κινεί έτσι ένα έμβολο. Οι κινητήρες εσωτερικής καύσης εξελίχθηκαν σύντομα σε συμπαγείς, ευέλικτες μονάδες, οι οποίες αντικατέστησαν σταδιακά τις ατμομηχανές στις μονάδες παραγωγής και στις ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες, αλλά κυρίως στα αυτοκινούμενα μέσα μεταφοράς.

Έχουν γρήγορη εκκίνηση με χρόνο εκκινήσεως μερικά λεπτά σε αντίθεση με τον ατμοστρόβιλο που χρειάζεται παραπάνω από μία μέρα για να ξεκινήσει τη λειτουργία του.

Οι ΜΕΚ είναι ευρέως διαδεδομένες στις περιοχές όπου δεν υπάρχει σύνδεση με το δίκτυο και οι ΑΠΕ δεν έχουν ακόμα εφαρμοστεί, οπότε για τους κατοίκους είναι αναγκαστικά η μόνη πηγή παραγωγής ρεύματος με άμεσο επακόλουθο την οικονομική επιβάρυνση από το υψηλό κόστος του πετρελαίου, την ηχορύπανση μέσω του θορύβου τον οποίο προκαλούν κατά τη λειτουργία τους και τη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Οι πετρελαιογεννήτριες, ανήκουν στη κατηγορία των μονάδων εσωτερικής καύσης. Στον κινητήρα ντίζελ δεν εισάγεται εύφλεκτο μίγμα καυσίμου-αέρα, το οποίο πυροδοτείται, αλλά διαχέεται το καύσιμο με ισχυρό περίσσειμα αέρα, το οποίο συμπυκνώνεται με μια σχέση 25:1 και αυτοαναφλέγεται στη θερμοκρασία των 700-900 °C. Είναι προφανές ότι οι κινητήρες αυτοί πρέπει να αντέχουν σε πολύ υψηλές πιέσεις,

Άλλες μορφές τέτοιων μονάδων, σε πιο απλοϊκή μορφή είναι η καύση κηροζίνης και βενζίνης , η οποίες και αυτές χρησιμοποιούνται ευρέως σε απομονωμένες περιοχές, στις οποίες δεν υπάρχει σύνδεση με ηλεκτρικό δίκτυο και οι ΑΠΕ δεν έχουν ακόμη δυστυχώς εφαρμοστεί.

Μία άλλη μορφή μονάδων εσωτερικής καύσης είναι το βιοντίζελ, το οποίο παράγεται από φυτικά έλαια και ζωικά λίπη με τη μέθοδο της μετεστεροποίησης των τριγλυκεριδίων, που αποτελούν το κύριο συστατικό τους. Αποτελεί ένα άριστο υποκατάστατο του συμβατικού ντίζελ και μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσιο ή σε μίγματα με αυτό στους ήδη υπάρχοντες πετρελαιοκινητήρες. Η έρευνα

εστιάζει στη δυνατότητα αξιοποίησης των MEK με τοπικά παραγόμενα βιοκαύσιμα για τη βιώσιμη ανάπτυξη των περιοχών αυτών και την τοπική παραγωγή καυσίμου

3.3.5.3 Ηλεκτρικό μέρος (γεννήτριες)

Το μεγαλύτερο ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από τριφασικές σύγχρονες γεννήτριες. Η λειτουργία των σύγχρονων γεννητριών βασίζεται στο νόμο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής του **Faraday**. Ο όρος σύγχρονος προκύπτει στο γεγονός ότι λειτουργεί στη μόνιμη κατάσταση, δηλαδή υπό σταθερή ταχύτητα και συχνότητα. Στις σύγχρονες γεννήτριες υπάρχουν δύο βασικοί τύποι δρομέα, ο κυλινδρικός δρομέας και των έκτυπων πόλων.

Ο τύπος γεννήτριας του κυλινδρικού δρομέα, ο οποίος αποδίδει σε υψηλή ταχύτητα, χρησιμοποιείται σε ατμοστρόβιλους. Ενώ ο τύπος των έκτυπων πόλων, ο οποίος αποδίδει σε χαμηλή ταχύτητα χρησιμοποιείται σε υδροστρόβιλους.

Οι σύγχρονες γεννήτριες έχουν τεχνικό ελάχιστο, δηλαδή ελάχιστη ικανότητα παραγωγής ενεργής ισχύς και χρειάζεται προσοχή, αλλιώς η γεννήτρια αποσυγχρονίζεται.

3.3.5.4 Κατανάλωση καυσίμου

Άλλο ένα χαρακτηριστικό στο οποίο διακρίνονται οι γεννήτριες, είναι η καμπύλη κατανάλωσης καυσίμου, δηλαδή ανάλογα με την ποσότητα κατανάλωσης τόση ισχύ θα παράγει. Η γενική μορφή μια καμπύλης κατανάλωσης είναι η εξής:

$$P(x)=a*x+b+\text{startup}$$

P(x): είναι κατανάλωση καυσίμου ανά ώρα

x: είναι ισχύς που παράγεται

b: είναι η καθαρή κατανάλωση του καυσίμου για κάθε ώρα που εργάζεται

startup: είναι η κατανάλωση καυσίμου για κάθε εκκίνηση

3.4 Αποθήκευση Ενέργειας

3.4.1 Αναγκαιότητα αποθηκευτικής διάταξης σε συστήματα με ανανεώσιμες πηγές συνδεδεμένες στο δίκτυο

Επειδή η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από φυσικά φαινόμενα (π.χ. αιολική και ηλιακή ενέργεια) υπάρχει ενδεχόμενο, αρκετές φορές η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ να μη συμπίπτει χρονικά με τη ζήτηση από την πλευρά των καταναλωτών.

Η αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας και η μετέπειτα χρήση της σε διαστήματα όπου θα υπάρχει ζήτηση, θα βοηθούσε ώστε να εκμεταλλευτούμε πλήρως τα πλεονεκτήματα που παρέχουν οι ανανεώσιμες πηγές. Επιπλέον σε αυτή την περίπτωση μπορεί να γίνει καλύτερη διαχείριση της παραγόμενης ενέργειας αφού πλέον σχεδόν εκμηδενίζεται η πιθανότητα να μην υπάρχει ενέργεια τη στιγμή που θα ζητηθεί και έτσι επιτρέπεται η δημιουργία περισσότερο μακροπρόθεσμων σχεδίων διαχείρισης. Η ύπαρξη αποθηκευτικού μέσου λοιπόν δίνει στις ΑΠΕ την αξιοπιστία ενός συμβατικού συστήματος παραγωγής ενέργειας (π.χ. γεννήτριες ντίζελ) και ανοίγει το δρόμο για τη δημιουργία συστημάτων παραγωγής ενέργειας που βασίζονται αποκλειστικά και μόνο σε ανανεώσιμες πηγές.

Για παράδειγμα τη νύχτα δεν υπάρχει ηλιοφάνεια είναι πιθανό η ζήτηση σε φορτίο να αυξηθεί νωρίς το απόγευμα, γιατί οι καταναλωτές θα προνοήσουν για τη νύχτα, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μία αιχμή στο φορτίο εκείνη την ώρα, η οποία θα πρέπει να καλυφθεί από συμβατικές

πηγές. Η εγκατάσταση ενός αποθηκευτικού συστήματος θα βοηθούσε να εξομαλυνθούν αυτές οι κορυφές στη ζήτηση ενέργειας.

Πρέπει να σημειωθεί ωστόσο ότι αν οι ανανεώσιμες πηγές καλύπτουν ένα μικρό μέρος από τη ζήτηση σε ενέργεια, η αποθήκευση ενέργειας μπορεί να μην είναι απαραίτητη καθώς η ζήτηση μπορεί να καλυφθεί από τα άλλα στοιχεία (π.χ. γεννήτριες ντίζελ). Ωστόσο όμως όσο αυξάνει η συμβολή των ανανεώσιμων πηγών στην εξυπηρέτηση του ζητούμενου φορτίου, γεγονός που είναι αναμενόμενο για τα επόμενα χρόνια, τόσο γίνεται απαραίτητη η διάταξη αποθήκευσης.

Σαν αποθηκευτικές διατάξεις βραχείας διάρκειας χρησιμοποιούνται κυρίως μπαταρίες μολύβδου λόγω του χαμηλού τους κόστους σε σχέση με τα άλλα μέσα, ενώ για μεγάλη διάρκεια ενδείκνυνται κυρίως αποθηκευτές υδρογόνου. Με τη βοήθεια του αποθηκευτικού μέσου λοιπόν, μπορούν να υπάρξουν εγκαταστάσεις αμιγώς ανανεώσιμων πηγών (φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτρια) χωρίς την εφεδρεία συμβατικής γεννήτριας.

3.4.2 Αναγκαιότητα αποθηκευτικής διάταξης σε αυτόνομα συστήματα με ανανεώσιμες πηγές

Οι αποθηκευτικές διατάξεις βοηθούν στο να ξεπεραστεί το γεγονός ότι η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ δεν μπορεί να είναι πλήρως προβλέψιμη και είναι άκρως απαραίτητες για αυτόνομα συστήματα τα οποία δεν συνδέονται στο δίκτυο (off grid). Έτσι είναι δυνατή η διαχείριση ενέργειας και ισχύος. Ένα μέρος από την παραγόμενη ενέργεια των ΑΠΕ καταναλώνεται αμέσως ώστε να αντικαταστήσει συμβατικές πηγές και το υπόλοιπο πρέπει να αποθηκεύεται για μετέπειτα χρήση.

Σε τέτοιου είδους συστήματα, όπου δεν υπάρχει εναλλακτική λύση παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και όπου οι μεταβολές της ηλιοφάνειας/ ανέμου μπορούν να είναι έντονες και μακρόχρονες, απαραίτητοι είναι οι συσσωρευτές που έχουν μεγάλη χωρητικότητα, μπορούν να υποστούν βαθιά εκφόρτιση και συχνά απαιτείται μια καλή σχέση κόστους και διάρκεια ζωής.

Ιδιαίτερα για εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων, όπου οι ανάγκες κατανάλωσης πολύ σπάνια συμβαδίζουν με τις ώρες παραγωγής και την παραγόμενη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας, περισσότερο κατάλληλοι είναι οι συσσωρευτές που έχουν την δυνατότητα να υποστούν βαθιά εκφόρτιση χωρίς να αλλοιώνεται η χωρητικότητά τους και να μειώνεται η διάρκεια ζωής. Αν και η ηλιακή συστοιχία είναι το πρώτο και πιο σημαντικό συστατικό του φωτοβολταϊκού συστήματος, η μπαταρία είναι απαραίτητη όταν οι εξωτερικές απαιτήσεις του φορτίου υπερβαίνουν το ρεύμα που παρέχεται από την ηλιακή πίνακα. Είναι τότε που η μπαταρία αρχίζει να λειτουργεί και αποδίδει την αποθηκευμένη ενέργεια.

Επειδή ο σχεδιασμός και η διαστασιολόγηση αυτόνομων συστημάτων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το μέγεθος και την απόδοση της μονάδας αποθήκευσης, η ακριβής πρόβλεψη της χωρητικότητας και συμπεριφοράς των συσσωρευτών (απόδοση της μπαταρίας: ενεργοποίηση, αντίδραση, αλλαγές στη συγκέντρωση των ηλεκτρολυτών, κλπ.) είναι απαραίτητη. Σε αυτά θα αναφερθούμε στη συνέχεια.

3.4.3 Συσσωρευτές

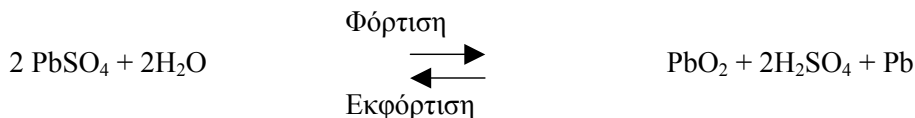
Οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές είναι ουσιαστικά μετατροπείς χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική και συνήθως έχουν την δυνατότητα να εκτελούν αυτή τη μετατροπή και προς την αντίθετη κατεύθυνση παρέχοντας με άμεσο τρόπο τη δυνατότητα συσσώρευσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η δυνατότητα να αποταμιεύουν ενέργεια ανά πάσα στιγμή ή όχι είναι αυτή που χωρίζει τους συσσωρευτές στις δύο κυριότερες κατηγορίες. Στην κατηγορία των προτευόντων (primary) συσσωρευτών ανήκουν αυτοί που έχουν αποθηκευμένη χημική ενέργεια την οποία και μπορούν να την αποδώσουν ως ηλεκτρική, δεν μπορούν όμως να επαναφορτιστούν. Οι τυπικές μπαταρίες λιθίου που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρονικές συσκευές ευρείας κατανάλωσης ανήκουν σε αυτή την κατηγορία και επειδή δεν μπορούν να επαναφορτιστούν δεν είναι λειτουργικές στα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Αυτές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε τέτοια συστήματα ανήκουν στην κατηγορία των δευτερευόντων (secondary) συσσωρευτών. Η δυνατότητα τους να επαναφορτίζονται είναι αυτή που τους κάνει κατάλληλους για φ/β συστήματα και ο πιο συνηθισμένος τύπος τους είναι οι μπαταρίες

μολύβδου-οξειδίου. Άλλοι τύποι μπαταριών που κυκλοφορούν στο εμπόριο και μπορούν να επαναφορτιστούν είναι:

- Λιθίου Ιόντος (Li-ion) (δεν αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες)
- Νικελίου-Καδμίου(NiCd)
- Μεταλλικά Υδρίδια Νικελίου (NiMH)
- Λιθίου Πολυμερών
- Μπαταρίες Redox

Η λειτουργία των συσσωρευτών Μολύβδου στηρίζεται σε μια αντιστρεπτή ηλεκτροχημική διαδικασία, που περιγράφεται από την αμφίδρομη αντίδραση :



Η συσσωρευτές όπου χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές των ΑΠΕ όπου το βάθος εκφόρτισής τους κυμαίνεται από 50% έως 90%. Ανάλογα με τον τύπο τους οι συσσωρευτές μολύβδου αντέχουν συνήθως μέχρι 500-1500 κύκλους φορτίσεων-εκφορτίσεων, ενώ μετά αχρηστεύονται.

Ακόμα οι φορτισμένοι συσσωρευτές εξάλλου αυτο-εκφορτίζονται με ρυθμό 2-5% μηνιαίως, ρυθμός που αυξάνει με την ηλικία των συσσωρευτών.

3.4.3.1 Μερικά βασικά μεγέθη

Ονομαστική χωρητικότητα ενός συσσωρευτή (C_N) ονομάζεται το ηλεκτρικό φορτίο που αποθηκεύει, η χωρητικότητα μετριέται συνήθως σε Αμπερώρια (Ah). Ένας συσσωρευτής π.χ. 50Ah που δίνει μέση τάση 12V, με αποτέλεσμα να έχει ονομαστική ικανότητα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας ίσης με $50 \text{ Ah} \times 12 \text{ V} = 600 \text{ Wh}$.

Βάθος εκφόρτισης ενός συσσωρευτή (β) ονομάζομε το ποσοστό της ενέργειας που μπορεί να δώσει ένας συσσωρευτής χωρίς να προκληθεί βλάβη σ' αυτόν. Έτσι, όταν το επιτρεπόμενο βάθος εκφόρτισης είναι 60%, σημαίνει ότι ο συσσωρευτής μπορεί να δώσει το 60% της χωρητικότητας του χωρίς να προκληθεί πρόωρη καταστροφή σ' αυτόν.

Η ενεργός αξιοποιήσιμη χωρητικότητα ενός συσσωρευτή δίδεται από τη σχέση (8)

$$C = \beta \times C_N \quad (8)$$

Όπου C_N = ονομαστική χωρητικότητα

C = ενεργός αξιοποιήσιμη χωρητικότητα

Άρα

$$E = C \cdot V = \beta \times C_N \times V \quad (9)$$

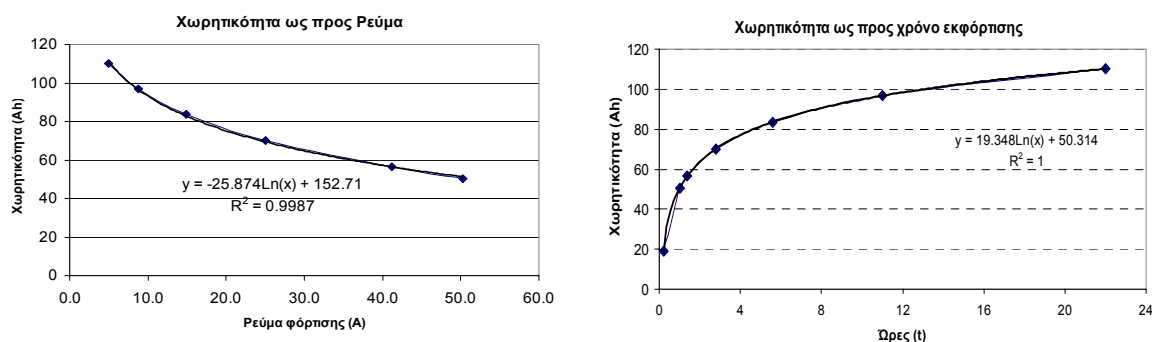
Συντελεστής απόδοσης (α) των συσσωρευτών μολύβδου ορίζεται ο λόγος της μεγίστης ποσότητας ενέργειας που ανακτάται προς τη ποσότητα που είχε απορροφηθεί από τη Φ/Β γεννήτρια (E_ϕ)

$\alpha = \frac{E}{E_\phi}$	(10)
-----------------------------	------

3.4.3.2 Χωρητικότητα συσσωρευτών

Χαρακτηριστικό μέγεθος ενός συσσωρευτή είναι η χωρητικότητά του και εκφράζεται σε αμπερώρια (Ah). Η τιμή αυτή εκφράζει το συνολικό ρεύμα που μπορεί να αποδοθεί από το συσσωρευτή σε συγκεκριμένο προκαθορισμένο από τον κατασκευαστή χρονικό διάστημα. Αυτό το διάστημα συνήθως είναι 10h ή 20h και πρέπει να αναγράφεται στην πινακίδα του. Προϋποθέτει δε ότι η εκφόρτιση/ φόρτιση γίνεται με σταθερό ρεύμα και το οποίο είναι ίσο με το 1/10 ή 1/20 της τιμής σε Ah. Για αυτό το λόγο και οι μπαταρίες αναγράφουν την τιμή C₁₀ ή C₂₀. Αυτό θεωρείται και το ονομαστικό ρεύμα. Επίσης οι κατασκευαστές δίνουν το μέγιστο ρεύμα το οποίο μπορεί να αντέξει για μικρό χρονικό διάστημα η μπαταρία ώστε να μην καταστραφούν οι πόλοι της. Αυτή η τιμή είναι της τάξης 4-5 φορές το ονομαστικό ρεύμα.

Η χωρητικότητα των συσσωρευτών εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος που δίνουν στην κατανάλωση. Έτσι ένας συσσωρευτής ονομαστικής χωρητικότητας ορισμένων αμπερωρίων θα εξαντληθεί συντομότερα, εάν η ένταση του ρεύματος που δίνει στην κατανάλωση είναι μεγαλύτερη, και αργότερα εάν η ένταση του ρεύματος που δίνει στην κατανάλωση είναι μικρότερη. Ορισμένοι κατασκευαστές συσσωρευτών δίνουν τη χωρητικότητα του συσσωρευτή σε συναρτήσεως του χρόνου αποφόρτισής τους, όπως παρουσιάζεται παρακάτω (Εικ. 3-33):



Εικ. 3-33 Χαρακτηριστική ρεύματος –χωρητικότητας (αριστερά) και χρόνου-χωρητικότητας (δεξιά) μίας μπαταρίας 105 Ah

3.4.3.3 Φόρτιση και εκφόρτιση ηλεκτρικών συσσωρευτών

Η αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές και στη συνέχεια η χρησιμοποίησή της συνεπάγεται τη διαδοχική φόρτιση και εκφόρτιση του συσσωρευτή. Η διάρκεια της χρήσιμης ζωής των συσσωρευτών εξαρτάται:

- α) από το πλήθος των διαδοχικών κύκλων φόρτισης-εκφόρτισης
- β) από το βάθος κάθε εκφόρτισης.

Για να αποφεύγεται η εκφόρτιση των συσσωρευτών πέρα από κάποιο σημείο καθώς και η υπερβολική φόρτισή τους (που έχουν σαν αποτέλεσμα την ταχεία φθορά τους), χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικές διατάξεις (ρυθμιστές φόρτισης- 3.5.1), οι οποίες :

1. διακόπτουν τη ροή ενέργειας προς το συσσωρευτή όταν η χωρητικότητά τους υπερβεί κάποιο σημείο
2. διακόπτουν τη ροή ενέργειας προς την κατανάλωση όταν η χωρητικότητα του συσσωρευτή κατέλθει σε κάποιο σημείο.

Οι ηλεκτρονικές αυτές διατάξεις προφυλάσσουν τους συσσωρευτές και είναι απαραίτητες σε κάθε αιολικό ή φωτοβολταϊκό αυτόνομο σύστημα.

3.4.3.4 Σύνδεση Συσσωρευτών

Γενικά συνδέουμε μεταξύ τους σε σειρά ή παράλληλα μπαταρίες με κοινά χαρακτηριστικά, τάση στα άκρα τους, χωρητικότητα κλπ, αλλιώς ενδέχεται να αντιμετωπίσουμε σημαντικά προβλήματα. Τα παραδείγματα αναφέρονται εδώ σε 2 μπαταρίες αλλά μπορούν να επαναληφθούν κατά αναλογία σε περισσότερες μπαταρίες

3.4.3.4.1 Σύνδεση σε σειρά:

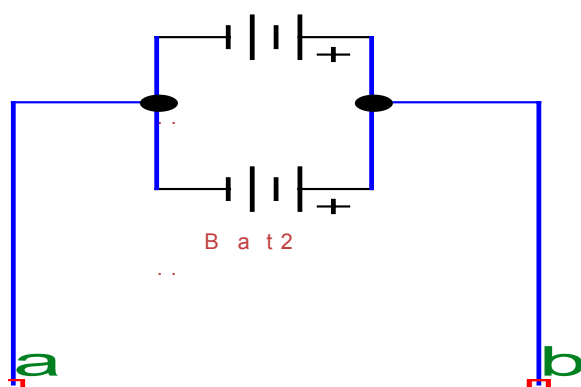
Σε μία τέτοια περίπτωση η τάση μεταξύ των σημείων α και β είναι το άθροισμα της τάσης της κάθε μίας μπαταρίας. Το Συνολικό ρεύμα που θα διαρρέει τις 2 μπαταρίες θα είναι κοινό. Προσοχή θα πρέπει να δίνεται ώστε αυτό το κοινό ρεύμα να μην καταστρέφει τη μία από τις 2 μπαταρίες.



Εικ. 3-34 Σύνδεση σε σειρά

3.4.3.4.2 Σύνδεση Παράλληλα:

Σε μία τέτοια περίπτωση η τάση μεταξύ των σημείων α και β είναι η κοινή τάση της κάθε μίας μπαταρίας. Το Συνολικό ρεύμα θα είναι διπλάσιο από ότι αν εργαζόταν μία μπαταρία μόνη της. Προσοχή θα πρέπει να δίνεται ώστε η τάση στα άκρα μεταξύ των μπαταριών να είναι η ίδια. σε διαφορετική περίπτωση θα υπάρχει κυκλοφορία ρεύματος μεταξύ των μπαταριών η οποία μπορεί να υπολογιστεί με το θεώρημα της επαλληλίας. Αν λοιπόν οι τάση της κάθε μίας μπαταρίας είναι διαφορετική τότε θα κυκλοφορήσει ρεύμα μεταξύ των μπαταριών με τη μικρότερη τάση. Όσο μεγαλύτερη αυτή η διαφορά τάσεων τόσο μεγαλύτερο θα είναι το ρεύμα το οποίο θα κυκλοφορεί μεταξύ των μπαταριών με σημαντικά αρνητικές συνέπειες για το κύκλωμα, έως και την καταστροφή των μπαταριών. Επίσης αν είναι διαφορετικές οι μπαταρίες με διαφορετική ωμική εσωτερική αντίσταση, τότε αν η διαφορά είναι σχετικά σημαντική, θα κυκλοφορήσει περισσότερο ρεύμα μεταξύ των μπαταριών και μάλιστα δια μέσου της μπαταρίας με τη μικρότερη εσωτερική αντίσταση.



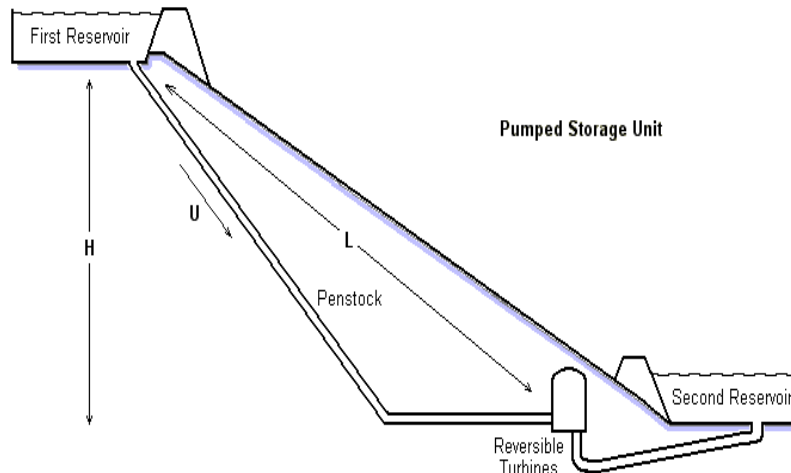
Εικ. 3-35 Σύνδεση Παράλληλα

3.4.4 Αντλησιοταμίευση (Pump – hydro storage)

Η πιο διαδεδομένη ιδέα για τη μαζική αποθήκευση ενέργειας είναι η χρήση μονάδων αντλησιοταμίευσης. Η γενική ιδέα της αντλησιοταμίευσης είναι η εξής: σε μία δεξαμενή βρίσκεται αποθηκευμένη μία ποσότητα νερού. Όταν ζητηθεί ισχύς το νερό μπορεί να πέσει σε μία χαμηλότερα

τοποθετημένη (δεύτερη) δεξαμενή με τη βοήθεια υδροστρόβιλου, ενώ όταν δεν υπάρχει πια ζήτηση ισχύος μπορεί με αντλίες να οδηγηθεί ξανά πίσω στην πρώτη (ψηλότερη) δεξαμενή.

Ένα σύστημα αντλιοσταμείωσης αποτελείται από τα εξής μέρη: μία ανώτερη δεξαμενή (First Reservoir), αγωγοί νερού (Penstock), αντλία, υδροστρόβιλος, ή σε συνδυασμό με τον στρόβιλο αντιστρέψιμης φοράς Reversible Turbines και μία κατώτερη, δεύτερη δεξαμενή (Second Reservoir) η οποία μπορεί να είναι ακόμη και η θάλασσα. Σχηματική αναπαράσταση παρουσιάζεται στην



Εικ. 3-36 Σύστημα αντλιοσταμείωσης (Pumped Storage Unit)

3.4.5 Τεχνολογίες Υδρογόνου

Το υδρογόνο που παράγεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι σύμφωνα με τους περιβαλλοντολόγους το ιδανικό καύσιμο αφού δεν υπάρχει περιβαλλοντικό κόστος στην παραγωγή. Επίσης το υδρογόνο δεν βλάπτει το περιβάλλον ούτε επηρεάζει το στρώμα του όζοντος, ενώ τα προϊόντα της καύσης του, δεν περιέχουν σωματίδια.

Εάν δε έχει παραχθεί από το νερό, τότε μπορεί να καεί χωρίς εκπομπές ρύπων. Σήμερα όμως, το υδρογόνο δεν αποτελεί επιλεκτικό ενεργειακό φορέα γιατί παρουσιάζει και μειονεκτήματα. Πρέπει να παραχθεί κάνοντας χρήση κάποιας άλλης μορφής ενέργειας, είναι δύσκολο να αποθηκευθεί σε μορφή με υψηλή ενεργειακή πυκνότητα και γενικά θεωρείται επικίνδυνο.

Οι κυριότερες εμπορικές μέθοδοι παραγωγής υδρογόνου είναι:

- Η αναμόρφωση υδρογονανθράκων με ατμό
- Η μερική οξειδωση – αεριοποίηση βαρέων υδρογονανθράκων ή κάρβουνου
- Η ηλεκτρόλυση του νερού

3.4.5.1 Αναμόρφωση υδρογονανθράκων

Από τα 6×10^{11} Nm³ υδρογόνου που παράγονται ετησίως στον κόσμο, οι μεγαλύτερες ποσότητες προέρχονται από την αναμόρφωση φυσικού αερίου και ελαφρών κλασμάτων πετρελαίου. Για την παραγωγή υδρογόνου από αναμόρφωση υδρογονανθράκων, καταναλώνεται περίπου το 20-30% του υδρογονάνθρακα για την παραγωγή της ενέργειας που απαιτείται για τη διαδικασία και εκλύονται συνεπώς αέρια του «θερμοκηπίου».

3.4.5.2 Αεριοποίηση

Η αεριοποίηση ή απανθράκωση ανθράκων είναι η παλαιότερη μέθοδος παραγωγής υδρογόνου.

Πρόκειται για θέρμανση άνθρακα στους 900°C με υδρατμούς και καθαρό οξυγόνο, που το διασπούν σε υγρά, αέρια και στερεά προϊόντα. Το αέριο προϊόν της διεργασίας είναι κυρίως υδρογόνο. Αυτή η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλα ανθρακούχα υλικά όπως η βιομάζα ή τα αστικά απόβλητα.

3.4.5.3 Ηλεκτρόλυση νερού

Η πιο καθαρή μέθοδος παραγωγής υδρογόνου είναι η ηλεκτρόλυση νερού, για την οποία απαιτείται ηλεκτρική ενέργεια. Αν για το σκοπό αυτό χρησιμοποιηθεί ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ορυκτά καύσιμα, τότε το πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος παραμένει.

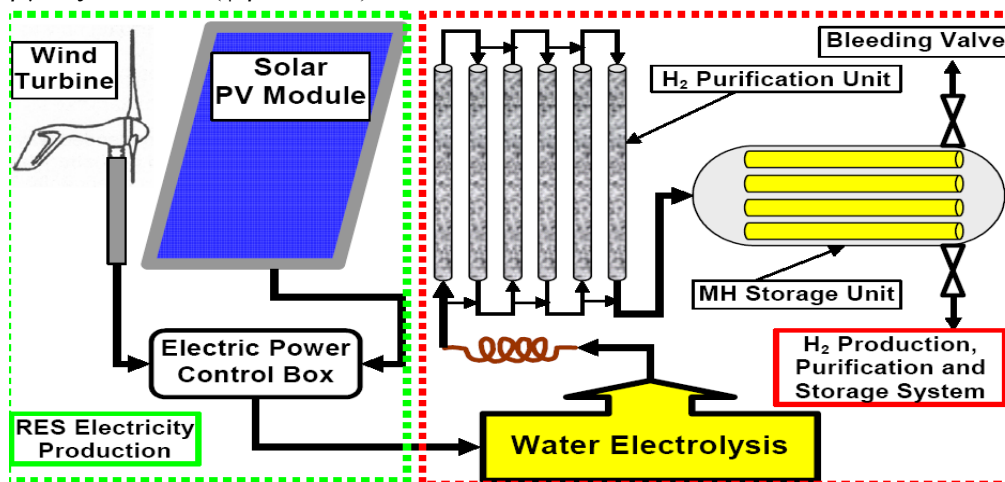
Αν υπάρχει περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας π.χ αυξημένη παραγωγή από ΑΠΕ τότε μπορεί να αξιοποιηθεί στην παραγωγή του υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης και η παραγόμενη ποσότητα να χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια και ως καύσιμο στον τομέα των μεταφορών.

3.4.5.4 Κυψέλες καυσίμου

Οι κυψέλες καυσίμου δεν ανήκουν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά είναι μια μέθοδος μετατροπής ενέργειας που είναι αποθηκευμένη με τη μορφή καυσίμου (υδρογόνο, μεθάνιο, φυσικό αέριο κ.ά.) σε ηλεκτρισμό και θερμότητα. Αυτό γίνεται με υψηλή απόδοση (40-80% ανάλογα με τον τύπο της κυψέλης) και με μοναδική εκπομπή το καθαρό νερό (όταν το καύσιμο είναι αποκλειστικά υδρογόνο). Στην περίπτωση που το καύσιμο περιέχει άνθρακα, εκπέμπονται και αέρια βλαβερά για το περιβάλλον (π.χ. διοξείδιο του άνθρακα) αλλά σε πολύ μικρότερη ποσότητα από ότι με έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης αντίστοιχης ισχύος.

3.4.5.5 Ολοκληρωμένο σύστημα διασύνδεσης ΑΠΕ με υδρογόνο

Στην παρακάτω Εικ. 3-37 παρουσιάζεται η σύνδεση της παραγωγής υδρογόνου με την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ (φ/β και Α/Γ).



Εικ. 3-37 Σύνδεση της παραγωγής υδρογόνου με την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ

Το σύστημα διασύνδεσης ΑΠΕ με υδρογόνο σε πρώτο σκέλος γίνεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας των ΑΠΕ και στην συνέχεια η ηλεκτρικής ισχύς ελέγχεται. Σε δεύτερο σκέλος η παραγωγή των ΑΠΕ τροφοδοτεί τη μονάδα ηλεκτρόλυσης για την μετατροπή του νερού σε υδρογόνο, στην συνέχεια το υδρογόνο μεταφέρεται στις δεξαμενές μεταλλοϋδριδίων όπου εκεί ψύχεται με νερό και τέλος αποθηκεύεται. Περισσότερη αναφορά θα γίνει στο Κεφάλαιο 7 "Περιοχές με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες" μέσω του παραδείγματος του ερευνητικού σταθμού Esperanza Hope.

3.4.6 Σύγκριση των εφαρμογών των κυριότερων αποθηκευτικών μέσων

Ως προς τη διάρκεια αποθήκευσης τα αποθηκευτικά μέσα μπορούν να ταξινομηθούν σε 4 κατηγορίες:

- Διατάξεις πολύ βραχυπρόθεσμης αποθήκευσης – κατάλληλες για εφαρμογές ποιότητας ισχύος.
- Διατάξεις βραχυπρόθεσμης αποθήκευσης – κατάλληλες για εφαρμογές εξομάλυνσης διακυμάνσεων της αιολικής παραγωγής.
- Διατάξεις μεσοπρόθεσμης αποθήκευσης – κατάλληλες για εφαρμογές εξομάλυνσης φορτίου.
- Διατάξεις μακροπρόθεσμης αποθήκευσης – κατάλληλες για αποθέματα αιολικής ενέργειας υψηλής χωρητικότητας.

Με κριτήριο την ταχύτητα εκφόρτισης, πρώτα στην κλίμακα είναι τα **υπεραγώγιμα πηνία** και οι υψηλής ισχύος πυκνωτές με χρόνο εκφόρτισης λίγα δευτερόλεπτα.

Στη συνέχεια ακολουθούν με τη σειρά οι μπαταρίες **λιθίου – ιόντος, νικελίου – καδμίου, μολύβδου – οξέως και οι υψηλής ενέργειας υπέρ** – πυκνωτές με χρόνο εκφόρτισης αρκετά λεπτά ως και μία ώρα αντίστοιχα.

Στην τελευταία κατηγορία με χρόνο εκφόρτισης της τάξεως κάποιων ωρών βρίσκονται οι **μπαταρίες μετάλλου – αέρος**.

Στον παρακάτω Πιν. 3-4 αναγράφεται για την κάθε αποθηκευτική διάταξη τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα, κατά πόσο είναι κατάλληλο για τις εφαρμογές ισχύος, ενέργειας και στις συνήθεις εφαρμογές όπου χρησιμοποιούνται.

Πιν. 3-4 Χαρακτηριστικά Αποθηκευτικών διατάξεων

Αποθηκευτική Διάταξη	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Εφαρμογές Ισχύος	Εφαρμογές Ενέργειας	Συνήθης εφαρμογή
Μπαταρίες ροής (flow): PSB, VRBr, ZnBr	Υψηλή χωρητικότητα, ανεξάρτητη εκτίμηση ισχύος - ενέργειας	Χαμηλή πυκνότητα ενέργειας	λογικό για αυτή την εφαρμογή	πλήρως κατάλληλο και λογικό	Εξομάλυνση ζήτησης λίγων ωρών
Μολύβδου – οξέος	Χαμηλό αρχικό κόστος	Περιορισμένος κύκλος ζωής σε βαθιά εκφόρτιση	πλήρως κατάλληλο και λογικό	εφικτό αλλά όχι αρκετά πρακτικό ή οικονομικό	Εξομάλυνση αιχμών
Ni – Cd	Υψηλή πυκνότητα ενέργειας και ισχύος, απόδοση		πλήρως κατάλληλο και λογικό	λογικό για αυτή την εφαρμογή	Εξομάλυνση ζήτησης λίγων ωρών-λεπτών
Li – ion	Υψηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας, υψηλή απόδοση	Υψηλό κόστος παραγωγής, απαιτεί ειδικό κύκλωμα φόρτισης	πλήρως κατάλληλο και λογικό	εφικτό αλλά όχι αρκετά πρακτικό ή οικονομικό	Κινητή τηλεφωνία, υποσταθμοί ενέργειας
NaS	Υψηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας, υψηλή απόδοση	Κόστος παραγωγής, μέτρα ασφαλείας (λόγω σχεδιασμού)	πλήρως κατάλληλο και λογικό	πλήρως κατάλληλο και λογικό	Εξομάλυνση ζήτησης λίγων ωρών-λεπτών
Σφόνδυλοι (flywheels)	Υψηλή ισχύς	Χαμηλή πυκνότητα ενέργειας	πλήρως κατάλληλο και λογικό	εφικτό αλλά όχι αρκετά πρακτικό ή οικονομικό	Εξομάλυνση ισχύος για λίγα λεπτά
SMES (Υπεραγωγική Μαγνητική Αποθήκευση),	Υψηλή ισχύς	Χαμηλή πυκνότητα ενέργειας, υψηλό κόστος παραγωγής	πλήρως κατάλληλο και λογικό	μη εφικτό ή μη οικονομικό	Εφαρμογές ποιότητας ισχύος, διανομή
E.C Capacitors	Μεγάλος κύκλος ζωής, υψηλή απόδοση	Χαμηλή πυκνότητα ενέργειας	πλήρως κατάλληλο και λογικό	λογικό για αυτή την εφαρμογή	Εφαρμογές ποιότητας ισχύος, διανομή
Αντλησιοταμίευση (pumped storage)	Υψηλή χωρητικότητα, χαμηλό κόστος	Απαιτεί ειδική τοποθεσία	μη εφικτό ή μη οικονομικό	πλήρως κατάλληλο και λογικό	Εξομάλυνση ζήτησης σε μεγάλο χρονικό διάστημα

Ενεργειακή Αποθήκευση Συμπιεσμένου αέρα CAES	Υψηλή χωρητικότητα, χαμηλό κόστος	Απαιτεί ειδική τοποθεσία για τις χρησιμοποιούμενες κοιλότητες	μη εφικτό ή μη οικονομικό	πλήρως κατάλληλο και λογικό	Εξομάλυνση ζήτησης σε μεγάλο χρονικό διάστημα
-----------------------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------------------------------	---------------------------	-----------------------------	-----------------------------------------------

3.5 Απαιτούμενοι μετατροπείς

3.5.1 Ρυθμιστής Φόρτισης (Charge Controller)

Ο ρυθμιστής φόρτισης είναι μια απλή ηλεκτρονική συσκευή που φροντίζει για τη σωστή φόρτιση των συσσωρευτών (μπαταριών) του φωτοβολταϊκού ή αιολικού συστήματος. Ελέγχει τη διαδικασία φόρτισης και σταματά τη φόρτιση όταν διαπιστώσει ότι η μπαταρία έχει φορτιστεί πλήρως. Αλλιώς θα υπήρχε ο σοβαρός κίνδυνος να καταστραφεί η μπαταρία.

Επειδή οι μπαταρίες έχουν την τάση να αποφορτίζονται σταδιακά ακόμα κι αν δεν τροφοδοτούν με ρεύμα κάποια συσκευή, ο ρυθμιστής φόρτισης φροντίζει αυτόματα να ξαναρχίσει η διαδικασία φόρτισης της μπαταρίας όταν διαπιστώσει ότι η τάση της έπεσε κάτω από το επίπεδο της πλήρους φόρτισης.

Αρκετοί ρυθμιστές φόρτισης έχουν υποδοχή πάνω στην οποία συνδέουμε τις ηλεκτρικές συσκευές που θέλουμε να τροφοδοτήσουμε από τη μπαταρία. Έτσι, έχουν την επιπλέον δυνατότητα να διακόψουν τη λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών όταν διαπιστώσουν ότι η μπαταρία κοντεύει να αδειάσει πλήρως, προστατεύοντάς την πάλι με αυτό τον τρόπο από πλήρη αποφόρτιση που θα οδηγούσε στην καταστροφή της.



Εικ. 3-38 Ένας τυπικός ρυθμιστής φόρτισης

3.5.1.1 Επιλογή του σωστού ρυθμιστή φόρτισης

Το μέγεθος του ρυθμιστή φόρτισης εξαρτάται από το μέγεθος των φωτοβολταϊκών που θα συνδέουμε πάνω του. Πρέπει να υπερκαλύπτει την συνολική ένταση σε Ampere των φωτοβολταϊκών. Αν, για παράδειγμα, η ονομαστική ένταση σε Ampere των φωτοβολταϊκών είναι 10A, τότε πρέπει να επιλέξουμε ένα ρυθμιστή φόρτισης 12A.

Επίσης, πρέπει να είναι κατάλληλος και για την τάση του φ/β συστήματος. Αν τα φωτοβολταϊκά βγάζουν συνολική τάση 12V, επιλέγουμε ρυθμιστή 12V, ενώ αν τα φωτοβολταϊκά βγάζουν συνολική τάση 24V, επιλέγουμε ρυθμιστή για φωτοβολταϊκά 24V.

Ακόμη, υπάρχουν δύο ειδών ρυθμιστών φόρτισης φωτοβολταϊκών τύπου PWM και MPPT

Οι ρυθμιστές φόρτισης MPPT φέρνουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών στις πραγματικές τους αποδόσεις. Ένας συμβατικός ρυθμιστής φόρτισης PWM μπορεί να μεταφέρει την παραγόμενη ενέργεια του φωτοβολταϊκού μόνο κατά το 80% το υπόλοιπο 20% χάνεται, και αυτό γιατί οι απλοί ρυθμιστές δεν κάνουν ανίχνευση του μέγιστου σημείου ισχύος του φ/β.

Ένας ρυθμιστής τύπου MPPT ανιχνεύει κάθε λεπτό το σημείο αυτό, δηλαδή την τάση και το ρεύμα του φ/β και μεταφέρει όλη την παραγόμενη ενέργεια στην μπαταρία. Έτσι από έναν τέτοιου τύπου ρυθμιστή (MPPT) παίρνουμε περίπου το 95% της ενέργειας που παράγεται.

3.5.1.1.1 Παράδειγμα:

1. φωτοβολταϊκό ισχύος 600Wr με ένα ρυθμιστή PWM αποδίδει τελικά ισχύ $600 \times 0.8 = 480W$ περίπου 2,4KWh σε μία ημέρα με ηλιοφάνεια και σωστή τοποθέτηση των φ/β.

2. Φωτοβολταϊκό ισχύος 600Wr με ένα ρυθμιστή MPPT αποδίδει ισχύ $600 \times 0.95=570W$ περίπου 2,85KWh σε μία ημέρα με ηλιοφάνεια και σωστή τοποθέτηση των φ/β.

Συμπέρασμα: Στην πρώτη περίπτωση χάνουμε φ/β ισχύ 120Wr ένα κόστος περίπου 500€ Στην δεύτερη περίπτωση με MPPT ρυθμιστή χάνουμε φ/β ισχύ 30Wr ένα κόστος περίπου 120€, ενώ έχουμε αυξήσει την απόδοση του φωτοβολταϊκού κατά 450Wh.

3.5.2 Μετατροπείς

3.5.2.1 Ορισμοί

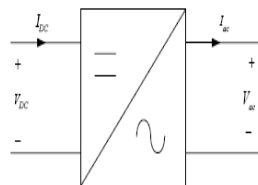
Η διαχείριση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από πηγές όπου παράγουν DC τάση, απαιτεί την παρεμβολή κατάλληλων ηλεκτρονικών διατάξεων. Οι αντιστροφείς (ή μετατροπείς ή Inverters) αποτελούν τη βασικότερη ηλεκτρονική διάταξη μιας ολοκληρωμένης Φ/Β εγκατάστασης, καθώς είναι το ηλεκτρονικό σύστημα ισχύος που μετατρέπει τη συνεχή τάση της Φ/Β συστοιχίας και των DC ανεμογεννητριών σε εναλλασσόμενη τάση).

Οι ανορθωτές από AC σε DC όπου αυτή η ηλεκτρονική διάταξη χρησιμοποιείται στις συσκευές όπου μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα σε συνεχές, επίσης βοηθούν για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας από την παραγωγή της εναλλασσόμενο ρεύμα σε συνεχές στις μπαταρίες.

Οι αντιστροφείς (inverters) μετατρέπουν το συνεχές ρεύμα (DC), σε εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) (μονοφασικό ή τριφασικό). Κατ' αρχήν το πλάτος είναι παρόμοιο μεταξύ DC και AC. Μέσα στην ίδια συσκευασία μπορεί να περιέχεται και μετασχηματιστής ο οποίος στόχο έχει την προσαρμογή της τάσης στα επίπεδα του Εναλλασσομένου Ρεύματος που επιθυμούμε π.χ. 400V.

Αντιστροφείς στις ΑΠΕ χρησιμοποιούνται σε:

- Φ/Β συστήματα
- Κυψέλες Καυσίμου
- Μικρές Α/Γ που παράγουν ισχύ απευθείας σε DC
- Σε μεγάλες Α/Γ σε κατάλληλους μετατροπείς για τη ρύθμιση της ισχύος μέσω μετατροπέων δικτύου για φιλικότερη λειτουργία.
- Σε διατάξεις μπαταριών για την παροχή της αποθηκευμένης ενέργειας προς το δίκτυο.



Εικ. 3-39 Σύμβολο αντιστροφέα

3.5.2.2 Διάφοροι τύποι αντιστροφέων ανάλογα με την εφαρμογή τους

Διάφοροι τύποι αντιστροφέων

- Μετατροπέας για κυψέλη καυσίμου
- Μετατροπέας για αιολική γεννήτρια

- Μετατροπείς για Φ/Β συστήματα. Ειδικά για αυτήν την κατηγορία υπάρχουν οι εξής υποκατηγορίες:
 - Για αυτόνομα Φ/Β συστήματα σε συνδυασμό με συσσωρευτές
 - Για μεγάλους διασυνδεδεμένους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρισμού από Φ/Β Πάρκα
 - Για εγκαταστάσεις μικρής ισχύος, κυρίως οικιακές εφαρμογές
 - Για εγκαταστάσεις μεσαίας ισχύος (5-11 kW)
 - Για τριφασικούς μετατροπείς
 - Για εφαρμογές παροχής εφεδρείας από Φ/Β.

3.5.2.3 Διάκριση μετατροπέων

Οι αντιστροφείς σύμφωνα με το επίπεδο και είδος της τάσης που παράγουν, διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες οι οποίες φαίνονται συνοπτικά στην Εικ. 3-40 και είναι οι ακόλουθες:

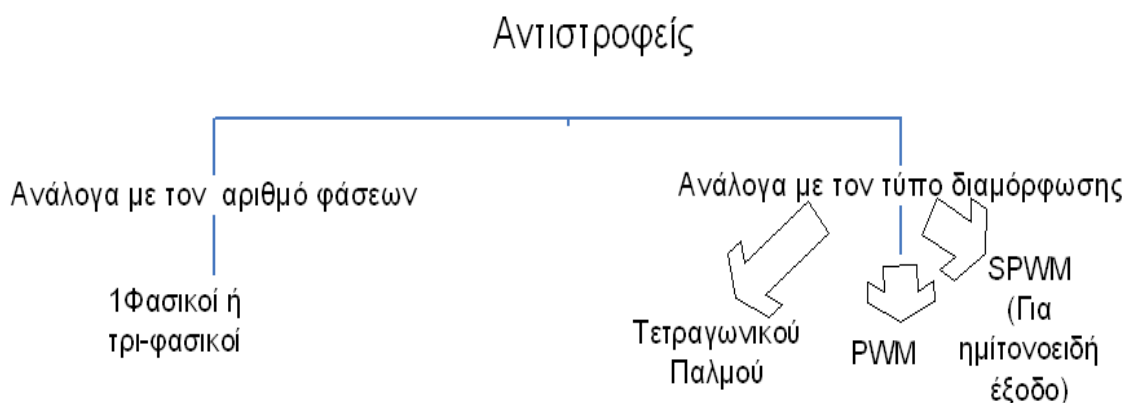
1. Αντιστροφείς ανάλογα τον αριθμό της φασικής τους παροχής. Διακρίνονται σε :

- Αντιστροφείς μίας φάσης (μονοφασικοί αντιστροφείς).
- Αντιστροφείς τριών φάσεων (τριφασικοί αντιστροφείς).

2. Αντιστροφείς ανάλογα με το τύπο διαμόρφωσης των παλμών τους στην έξοδο.

Ο αντιστροφέας, στη βασική του μορφή αποτελείται από κατάλληλη διάταξη ηλεκτρονικών διακοπών (ημιαγωγικών διακοπών) η συνδυασμένη λειτουργία των οποίων έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία τετραγωνικών παλμών διαδοχικά ορθών και αντεστραμμένων. Επιπρόσθετα, μια βελτιωμένη έκδοση των αντιστροφέων είναι αυτή που στην έξοδο του παράγει τάση που έχει τη μορφή διαμορφωμένου ημιτόνου. Πιο συγκεκριμένα, η κυματομορφή της τάσης που παράγεται μέσω του αντιστροφέα, πρέπει να διαμορφώνεται κατάλληλα από τους παλμούς των ημιαγωγικών διακοπών, ούτως ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά σε ημιτονοειδής κυματομορφή. Αυτό, επιτυγχάνεται μέσω των διαφόρων τεχνικών που εφαρμόζονται για τη διαμόρφωση των παλμών, του αντιστροφέα. Επομένως, οι αντιστροφείς διαχωρίζονται σε:

- Αντιστροφείς με διαμόρφωση τετραγωνικών παλμών
- Αντιστροφείς με διαμόρφωση του εύρους των παλμών (PWM).
- Αντιστροφείς με ημιτονοειδής διαμόρφωση του εύρους των παλμών (SPWM).



Εικ. 3-40 Διάκριση αντιστροφέων ανάλογα με τον αριθμό φάσεων και τον τύπο διαμόρφωσης

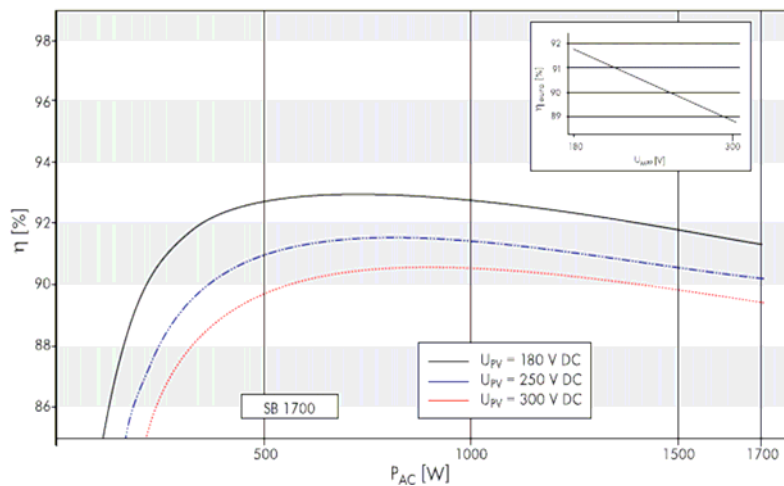
3.5.2.4 Αδρά Βήματα Επιλογής Του Κατάλληλου αντιστροφέα

Τα βήματα επιλογής του κατάλληλου αντιστροφέα για την εφαρμογή μας είναι τα ακόλουθα:

- Επιλέγεται το είδος της πηγής που πρόκειται να συνδεθεί (Μπαταρία, Φ/Β, Κυψέλη Καυσίμου ή Α/Γ. Μάλιστα μπορεί να υπάρχουν να διαφορετικά μοντέλα για Φ/Β Πυριτίου και για Φ/Β λεπτού Υμενίου.
- Επιλέγονται ανάλογα με το είδος της εφαρμογή, δηλαδή για διασυνδεδεμένη με το δίκτυο ή αυτόνομη εφαρμογή.
- Υπολογίζεται αν απαιτείται από την εφαρμογή Μονοφασικός ή τριφασικός μετατροπέας.
- Υπολογίζεται αν υπάρχει απαίτηση ενιαίου συστήματος για τις στοιχειο-σειρές.
- Υπολογίζεται ο αριθμός των στοιχειο-σειρών που πρόκειται εγκατασταθούν
- Για διόρθωση του συντελεστή ισχύος. Αυτή η περίπτωση παρουσιάζεται περισσότερο σε μεγάλους διασυνδεδεμένους Φ/Β Σταθμούς.

3.5.2.5 Βαθμός απόδοσης αντιστροφέα

Βαθμός απόδοσης του αντιστροφέα, ορίζεται ως ο λόγος της ισχύος εξόδου (AC) προς την ισχύ εισόδου (DC) του αντιστροφέα και εξαρτάται από την ισχύ και την τάση λειτουργίας του όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στην Εικ. 3-41.

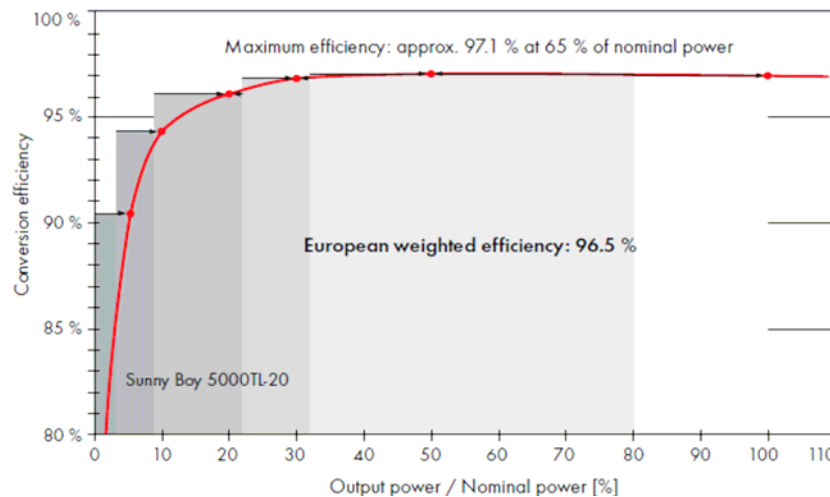


Εικ. 3-41 Καμπύλη απόδοσης ανάλογα με την ισχύ εξόδου

Εκτός από το μέγιστο βαθμό απόδοσης, σε έναν αντιστροφέα ορίζεται και ο Ευρωπαϊκός διαβαθμισμένος βαθμός απόδοσης, που αξιολογεί τη συμπεριφορά ενός αντιστροφέα σε διάφορα συγκεκριμένα σημεία της καμπύλης απόδοσής του (Εικ. 3-42), σύμφωνα με τη σχέση (11):

$$n_{euro} = 0.03 \cdot n_{5\%P_n} + 0.06 \cdot n_{10\%P_n} + 0.13 \cdot n_{20\%P_n} + 0.10 \cdot n_{30\%P_n} + 0.48 \cdot n_{50\%P_n} + 0.20 \cdot n_{100\%P_n} \quad (11)$$

Η τιμή του συντελεστή αυτού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύγκριση δύο αντιστροφέων.



Εικ. 3-42 Παρουσίαση του διαγράμματος απόδοσης ενός μετατροπέα σε συνδυασμό με τον Ευρωπαϊκό Βαθμό απόδοσης

Οι συνηθισμένες τιμές πλέον υπερβαίνουν το 90% και σε κάποιες περιπτώσεις μεγαλύτερων μετατροπέων αγγίζουν το 97%-98%. Γενικά συνίσταται το μέγεθος του αντιστροφέα να είναι στο 95-110% της ονομαστικής ισχύος του Φ/Β. Η υπό-λειτουργία του θα οδηγήσει σε χαμηλό βαθμό απόδοσης ενώ η πολύ χαμηλή ισχύς σε σχέση με την εγκαταστημένη ισχύ του Φ/Β θα οδηγήσει σε μη εκμετάλλευση της παραγωγής του Φ/Β.

3.5.2.6 Σημεία προσοχής κατά τη διασύνδεση Φ/Β και αντιστροφέα

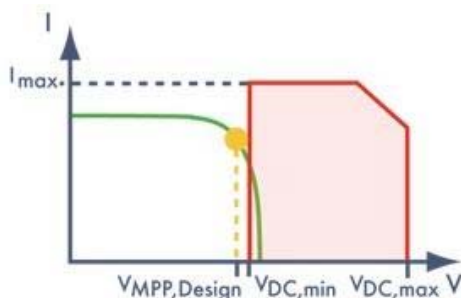
Το εύρος λειτουργίας της Φ/Β γεννήτριας και του αντιστροφέα δεν είναι εναρμονισμένα. Για να εξασφαλίσουμε τη σωστή συνεργασία τους χρειάζεται να υπολογιστούν με σωστό τρόπο τα παρακάτω:

1. Την τάση MPP των Φ/Β στις υψηλές θερμοκρασίες
2. Την τάση ανοιχτού κυκλώματος των Φ/Β στις χαμηλές θερμοκρασίες
3. Τη μέγιστη ισχύ του Φ/Β

Θα εξεταστούν τρία προβλήματα που μπορούν να προκύψουν κατά τη συνεργασία Φ/Β και αντιστροφέα:

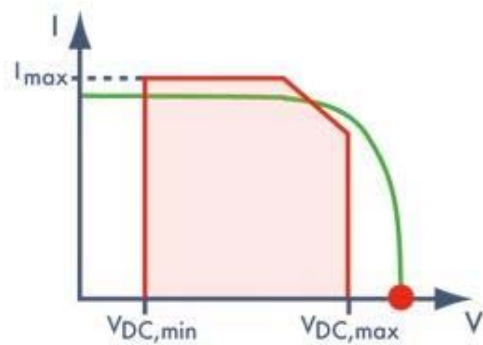
1. Χαμηλή MPP τάση

Στην περίπτωση αυτή, η τάση MPP του Φ/Β είναι μικρότερη από την ελάχιστη τάση εισόδου του αντιστροφέα (βλ. παρακάτω σχήμα). Το αποτέλεσμα είναι μη κρίσιμο για τη λειτουργία του αντιστροφέα. Συγκεκριμένα, ο αντιστροφέας λειτουργεί παράγοντας και τροφοδοτώντας το δίκτυο με ενέργεια που παράγεται από το MPP του Φ/Β.



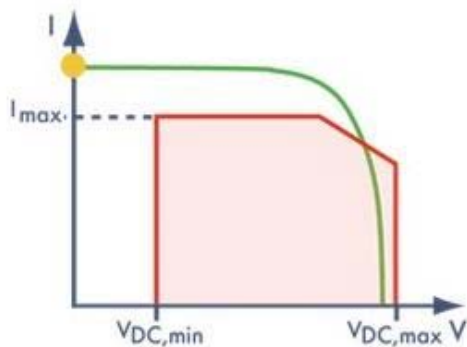
2. Υψηλότερη τάση ανοιχτοκύκλωσης

Στην περίπτωση αυτή, η τάση ανοιχτοκύκλωσης του Φ/Β είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη επιτρεπτή τάση εισόδου του αντιστροφέα (βλ. παρακάτω σχήμα). Το αποτέλεσμα είναι κρίσιμο για τη λειτουργία του αντιστροφέα. Συγκεκριμένα, ο αντιστροφέας δεν λειτουργεί, ενώ ανάλογα με την τάση και τη θερμοκρασία μπορεί να οδηγηθούμε σε καταστροφή του αντιστροφέα.



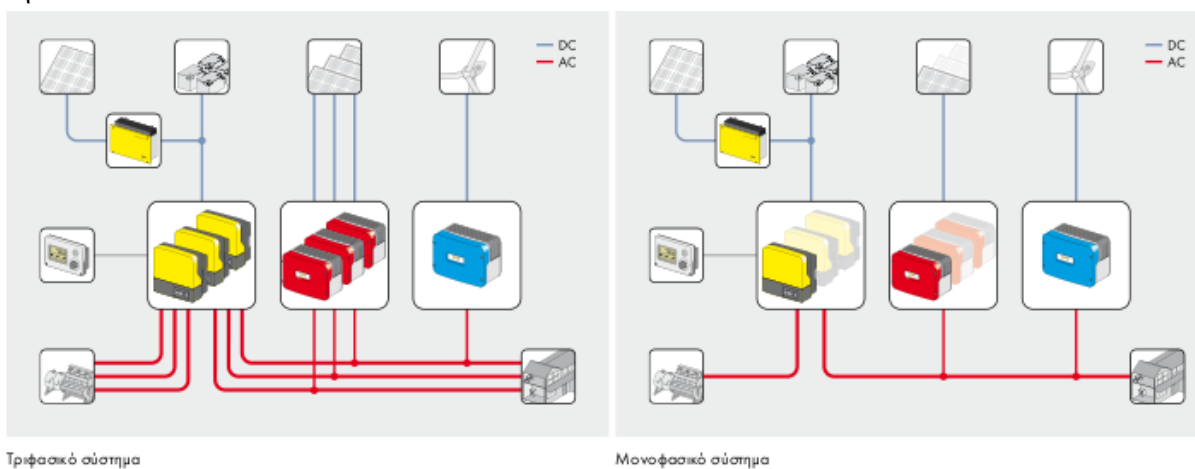
3. Υψηλότερη τάση ανοιχτοκύκλωσης

Στην περίπτωση αυτή, τα Φ/Β μπορούν να παράγουν περισσότερη ισχύ και να δώσουν περισσότερο ρεύμα από τον αντιστροφέα (βλ. παρακάτω σχήμα). Το αποτέλεσμα είναι μη κρίσιμο για τη λειτουργία του αντιστροφέα. Συγκεκριμένα, ο αντιστροφέας θα συνεχίσει να τροφοδοτεί το δίκτυο με τη μέγιστη ισχύ του.



3.5.3 Κεντρικοί Μετατροπείς με τη δυνατότητα παροχής

Η διάρθρωση ενός συστήματος για μονοφασικό και τριφασικό σύστημα αντίστοιχα παρουσιάζεται στην Εικ. 3-43.



Εικ. 3-43 Διάταξη διασύνδεσης SunnyIsland και πηγών ΑΠΕ σε αυτόνομα Συστήματα

Σε αυτήν την διάταξη τον έλεγχο αναλαμβάνει ο κεντρικός μετατροπέας του συστήματος ο οποίος

επικοινωνεί με τους επιμέρους αντιστροφείς ή μετατροπείς της υπόλοιπης εγκατάστασης. Αυτοί μπορεί αν είναι:

- Αντιστροφέας Φ/Β συστημάτων
- Αντιστροφέας Α/Γ
- Ρυθμιστής φόρτισης και μπαταρίες
- Τυχόν εφεδρική γεννήτρια

Παρατηρούμε, βλέποντας στο διάγραμμα του τριφασικού και μονοφασικού συστήματος ότι εάν έχουμε αυτόνομο σύστημα με μοναδική πηγή φωτοβολταϊκά συνδέουμε μόνο τον παραπάνω αντιστροφέα σε κάθε φάση, ενώ αν έχουμε υβριδικό σύστημα με πηγή φ/β και ανεμογεννήτρια, συνδέουμε και έναν άλλον αντιστροφέα σε σύνδεση με την ανεμογεννήτρια για το λόγο ότι υπάρχει αύξηση της ισχύος στην φάση όπου είναι συνδεδεμένα φ/β και ανεμογεννήτρια.

Επίσης μπορούμε να συνδέσουμε έναν inverter μεταξύ των φ/β πάνελ και στα φορτία για άμεση τροφοδοσία ρεύματος έτσι ώστε να αποφύγουμε την χρήση και καταπόνηση των συσσωρευτών καθώς και έναν Inverter για τη σύνδεση και μετατροπή της ενέργειας της ανεμογεννήτριας στα φορτία. Τέλος ένα ελεγκτή φόρτισης για την προστασία των συσσωρευτών, μεταξύ των μπαταριών και της παροχής ενέργειας προς αποθήκευση που προέρχεται από ΑΠΕ.,

Παρακάτω στην Εικ. 3-44,δίνεται η μορφή και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αντιστροφέα της SMA Sunny Island 2012/2224, ο οποίος προτείνεται για μικρά και μεσαία αυτόνομα δίκτυα.

Τεχνικά χαρακτηριστικά	Sunny Island 2012	Sunny Island 2224
Έξοδος AC (καναλιωτής)		
Όνομαστική τάση AC [ρυθμιζόμενη]	230 V [202 V - 253 V]	230 V [202 V - 253 V]
Όνομαστική συχνότητα AC [ρυθμιζόμενη]	50 Hz / 60 Hz [45 Hz - 65 Hz]	50 Hz / 60 Hz [45 Hz - 65 Hz]
Συνεχής ισχύς AC στους 25 °C / 45 °C	2000 W / 1400 W	2200 W / 1600 W
Ισχύς εξόδου AC στους 25 °C για 30 λεπτά / 1 λεπτό / 3 δευτ.	2500 W / 3800 W / 3900 W	2900 W / 3800 W / 3900 W
Όνομαστικό ρεύμα AC / Μέγιστο ρεύμα AC [ρεύμα αιχμής]	8,7 A / 25 A για περίπου 500 ms	9,6 A / 25 A για περίπου 500 ms
Συντελεστής παραμόρφωσης τάσης εξόδου / Συντελεστής ισχύος [cos φ]	< 4 % / -1 έως +1	< 4 % / -1 έως +1
Εισοδος AC (γεννήτρια ή δίκτυο)		
Τάση εισόδου AC [εύρος τιμών]	230 V [172,5 V - 264,5 V]	230 V [172,5 V - 264,5 V]
Συχνότητα εισόδου AC [εύρος τιμών]	50 Hz / 60 Hz [40 Hz - 70 Hz]	50 Hz / 60 Hz [40 Hz - 70 Hz]
Μέγιστο ρεύμα εισόδου [ρυθμιζόμενο] / Μέγ. ισχύς εισόδου	25 A [0 A - 25 A] / 5,75 kW	25 A [0 A - 25 A] / 5,75 kW
Εισοδος DC συσσωρευτή		
Τάση συσσωρευτή [εύρος τιμών]	12 V [8,4 V - 15,6 V]	24 V [16,8 V - 31,5 V]
Μέγιστο ρεύμα φόρτισης συσσωρευτή / Ρεύμα διαρκούς φόρτισης στους 25 °C	180 A / 160 A	90 A / 80A
Τύπος συσσωρευτή / Χωρητικότητα συσσωρευτή [εύρος τιμών]	Μολύβδου, NiCd / 100 - 10.000 Ah	Μολύβδου, NiCd / 100 - 10.000 Ah
Ρύθμιση φόρτισης	Διαδικασία IUoU	Διαδικασία IUoU
Βαθμός απόδοσης / Ίδια κατανάλωση		
Μέγιστος βαθμός απόδοσης	93 %	93,6 %
Ίδιοκατανάλωση χωρίς φορτίο / Κατάσταση αναμονής [Standby]	21 W / 6 W	21 W / 6 W

Εικ. 3-44 Τυπικά Χαρακτηριστικά Sunny Island

3.6 Τυπικά Φορτία και ιδιαιτερότητες τους σε αυτόνομα δίκτυα

3.6.1 Φωτισμός

Οι λαμπτήρες είναι κάποια από τα προϊόντα, των οποίων η χρήση μπορεί να προσδιορίσει την σωστή ή αλόγιστη κατανάλωση ενέργειας. Ο κλασικός λαμπτήρας πυράκτωσης που όλοι γνωρίζουμε τόσα χρόνια, δίνει, με αυξανόμενους ρυθμούς, τη θέση του σε νέους, αποδοτικότερους λαμπτήρες όπως οι λαμπτήρες CFL και οι λαμπτήρες LED οι οποίοι λειτουργούν είτε σε AC είτε DC και αποτελούν τις βέλτιστες εναλλακτικές λύσεις για φωτισμό σε ότι αφορά την απόδοση φωτισμού, τη διάρκεια του φωτισμού και την εξοικονόμηση ενέργειας.

Όπως φαίνεται στην Εικ. 3-45 οι λαμπτήρες πυρακτώσεως έχουν την λιγότερη ενεργειακή απόδοση

(10-13%), τη λιγότερη διάρκεια ζωής (500-1000 ώρες) και 0% εξοικονόμηση σε ενέργεια. Αυτό σημαίνει ότι αν επιλεγούν για χρήση σε αυτόνομα συστήματα θα υπάρξει απαίτηση για περισσότερη κατανάλωση σε ενέργεια οπότε και μεγαλύτερο σύστημα ισχύος, σημαντικά μεγαλύτερη αποθηκευτική διάταξη για να ικανοποιήσει τις ηλεκτρικές ανάγκες σε ώρες με χαμηλή παραγωγή από ΑΠΕ, π.χ Φ/Β και νύχτα άρα και μεγαλύτερο τόσο το οικονομικό κόστος του συστήματος όσο και ο απαιτούμενος χώρος

Μεταξύ CFL και LED, διαπιστώνουμε ότι οι LED έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (παραπάνω από 50.000 ώρες), 100% ενεργειακή απόδοση σε αντίθεση με 60-80% των CFL και 10% παραπάνω εξοικονόμηση ενέργειας απ' ότι οι CFL.

Η επιλογή λοιπόν, λαμπτήρων LED για αυτόνομα οικιακά φ/β συστήματα σημαίνει σημαντικά μικρότερο κόστος εγκατάστασης παραγωγή και μικρότερη κατανάλωση ενέργειας σε αυτόνομα οικιακά φωτοβολταϊκά συστήματα ή και σε οδικά φ/β συστήματα φωτισμού..



Εικ. 3-45 : Σύγκριση σε ενεργειακή απόδοση, διάρκεια ζωής και ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας μεταξύ λαμπτήρων LED, CFL και πυρακτώσεως (incandescent).

Όπως θα δούμε και στα παρακάτω κεφάλαια, σε πολλά προγράμματα εξηλεκτρισμού απομονωμένων περιοχών προσφέρουν λάμπες LED και CFL για να πετύχουν χαμηλότερη κατανάλωση του συστήματος ή όπως θα αναφερθούμε και παρακάτω, γίνεται πώληση ηλιακών φαναριών (solar lanterns) τα οποία αποτελούνται από λαμπήρες Led και επαναφορτιζόμενες μπαταρίες (π.χ Κεφάλαιο 4.2 Κέννα).

3.6.1.1 Λαμπήρες CFL

Οι συμπαγείς λαμπήρες φθορισμού δεν αποτελούν μια νέα τεχνολογία. Σίγουρα οι όροι "λαμπήρες εξοικονόμησης ενέργειας" ή "οικολογικοί λαμπήρες" βοήθησαν να δημιουργηθεί αυτός ο θόρυβος γύρω από το είδος τους, αν και ο τελευταίος όρος είναι υπό αμφισβήτηση. Πρόγονος των λαμπήρων αυτών είναι ο πρώτος λαμπήρας φθορισμού που εμφανίστηκε την δεκαετία του 1980. Ο πρώτος συμπαγής λαμπήρας φθορισμού (CFL) εφευρέθηκε το 1973 από τον Ed Hammer.

Ουσιαστικά ένας λαμπτήρας CFL είναι ένας λαμπτήρας φθορισμού, "διπλωμένος" με τέτοιο τρόπο ώστε να καταλαμβάνει τον ελάχιστο δυνατό χώρο. Πολλοί μάλιστα συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού, συμπεριλαμβάνουν τα παρελκόμενα κυκλώματα ελέγχου που απαιτούνται, ενσωματωμένα στην ίδια συσκευασία τους. Αυτός είναι και ο λόγος που έχουν πιο ογκώδη βάση σε σχέση με ένα συμβατικό λαμπτήρα πυράκτωσης.

Χαρακτηρίζονται από τη χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και το μεγάλο χρόνο ζωής. Πετυχαίνουν τη βέλτιστη οικονομική λειτουργία τους, αν μένουν αναμμένοι για τουλάχιστον 15 λεπτά κάθε φορά. Αν ο λαμπτήρας χρησιμοποιείται σε σημείο όπου μένει αναμμένος αρκετές ώρες την κάθε φορά, τότε η διάρκεια ζωής του είναι συνήθως από 8πλάσια έως και πάνω από 15πλάσια από τη διάρκεια ζωής μιας συνηθισμένης λάμπας πυρακτώσεως.

3.6.1.1.1 Ειδικό Λαμπτήρες CFL για εφαρμογές αυτόνομων συστημάτων

Πολλές εταιρείες έχουν προς πώληση DC λαμπτήρες οι οποίοι δεν απαιτούν την χρήση αντιστροφέα (ο οποίος έχει πολύ υψηλό κόστος), οπότε και το αυτόνομο σύστημα μας θα είναι πιο οικονομικό. Δύο από αυτές είναι:

3.6.1.1.1.1 OSRAM DULUX® EL 12 V DC SOLAR VARIO

Η εταιρεία Osram κατασκεύασε έναν λαμπτήρα ειδικά σχεδιασμένο για σύνδεση με φωτοβολταϊκά συστήματα με την ονομασία Osram Dulux El 12V DC Solar Vario σε DC λειτουργία. Με διάρκεια ζωής 10.000 ώρες, ισχύ από 6W έως 11W και παραγωγή σε lumens 270 lm έως 600 lm αντίστοιχα. Μάλιστα έχουν κάνει κι έναν πρόχειρο πίνακα αντιστοίχισης απαιτούμενης χωρητικότητας μπαταρίας και επιτυγχανόμενης αυτονομίας όπως οΠιν. 3-5.

Πιν. 3-5 Διάφοροι τύποι λαμπτήρες CFL για εξοικονόμηση ενέργειας.

OSRAM DULUX® EL	Ισχύς	Διάρκεια Ζωής	Lumens	Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά
DIM	20 W	15000 h	1230 lm	Με ροοστάτη
VARIO	20 W → 8 W	15000 h	1230 lm → 250 lm	Αυξο-μείωση χωρίς ροοστάτη
12 V DC SOLAR VARIO	11 W → 6 W	10000 h	600 lm → 270 lm	Χρήση για φ/β συστήματα
SENSOR	11 W, 15 W	15000 h	660 lm, 900 lm	Δύο υψηλής ποιότητας αισθητήρες

Πιν. 3-6Επιτυγχανόμενη αυτονομία και εξοικονόμηση ενέργειας

	<i>Μεγάλο φ/β σύστημα 11W/12V (πλήρης ισχύς όλο το χρόνο, 11W)</i>	<i>Μικρό φωτοβολταϊκό σύστημα με OSRAM DULUX® EL SOLAR 12 V DC VARIO</i>	
		<i>Μισή ισχύς 6 W</i>	<i>πλήρης ισχύς 11W</i>
Απαιτούμενες ώρες λειτουργίας / ημέρα	4 ώρες	4 ώρες	4 ώρες
Απαραίτητη χωρητικότητα μπαταρίας / ημέρα	3.7 Ah 2	2.0 Ah 2	3.7 Ah 2
Αναλογικό κόστος συστήματος ηλιακής ενέργειας [1]¹	163.90 ευρώ	112.80 ευρώ	112.80 ευρώ
Ελάχιστη χωρητικότητα μπαταρίας / ημέρα	3.7 Ah 2 (100%)	2.0 Ah 2 (50%)	2.0 Ah 2 (50%)
Πιθανές ώρες λειτουργίας / ημέρα νεφώσεις	περίπου 4 ώρες	περίπου 4 ώρες (50%)	περίπου 2,2 ώρες. (50%)
Πιθανές ώρες λειτουργίας / ηλιόλουστη μέρα	περίπου 4 ώρες (όριο μπαταρίας)	περίπου 8 ώρες (100%)	περίπου 4 ώρες (100%)

3.6.1.1.2 Royal Philips Electronics

Η Royal Philips Electronics έχει στο δυναμικό της μια νέα σειρά από βιώσιμες λύσεις φωτισμού για όσους δεν έχουν πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια. Διαθέσιμα στην αγορά από το 2009.

- Φορητό Φανάρι (Portable Lantern) : Διαθέτει χρήση τόσο συμπαγών λαμπτήρων φθορισμού (CFL) ή και λαμπτήρων LED με δυνατότητα επιλογής για δύο διαφορετικά επίπεδα φωτισμού με στόχο την καλύτερη χρήση της μπαταρίας. Το φορητό φανάρι τροφοδοτείται από ένα φωτοβολταϊκό πάνελ με διάρκεια φωτισμού έως και 4 ώρες.
- Φως για ανάγνωση ("My Reading Light") : είναι ένα ελαφρύ ηλιακό φως ανάγνωσης με μια ενσωματωμένη επαναφορτιζόμενη μπαταρία, η οποία επιτρέπει στο πρόσωπο που το χρησιμοποιεί να διαβάσει και να γράψει στο σκοτάδι. Επίσης, δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να διαβάσουν για τα μαθήματα τους εκεί όπου παλαιότερα κάτι τέτοιο θα ήταν δύσκολο ή αδύνατο. Λειτουργεί με λαμπτήρες LED, με προηγμένη μπαταρία λιθίου 270mAh παρέχει φως για 3,5 - 9 ώρες ανάλογα με τη φωτεινότητα (υπάρχει μια επιλογή υψηλής / μέσης / χαμηλής ρυθμίσεις dimming). Η μπαταρία μπορεί να φορτιστεί πάνω από 500 φορές, έτσι που παρέχει μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Οικιακά ή Συστήματα Φωτισμού για Μικρές Επιχειρήσεις (Home or Small Business Lighting System). Είναι ένα πλήρες σέτ φωτισμού (φ/β πάνελ, επαναφορτιζόμενη μπαταρία, λάμπες LED) ειδικά σχεδιασμένο να προσφέρει χαμηλού κόστους αλλά υψηλής απόδοσης φωτισμό για οικίες και μικρές επιχειρήσεις. Με μία ημέρα φόρτισης παρέχει φως για ένα ολόκληρο βράδυ.

¹ Παράδειγμα τιμών 01/2007 Μαρόκο, Ταγγέρη.

3.6.1.2 Λαμπτήρες LED

Δίοδος Εκπομπής Φωτός (LED – Light Emitting Diode) αποκαλείται ένας ημιαγωγός ο οποίος εκπέμπει φως στενού φάσματος όταν του παρέχεται μία ηλεκτρική τάση κατά τη φορά ορθής πόλωσης (forward-biased). Το χρώμα του φωτός που εκπέμπεται εξαρτάται από την χημική σύσταση του ημιαγωγίμου υλικού που χρησιμοποιείται, και μπορεί να είναι υπεριώδες, ορατό ή υπέρυθρο. Στη συγκεκριμένη εργασία, θα αναφερθούμε συχνά σε περιπτώσεις εξηλεκτρισμού αναπτυσόμενων χωρών μέσω της προώθησης της χρήσης λαμπτήρων LED σε αυτόνομα συστήματα, έτσι ώστε να υπάρχει εξοικονόμηση σε ενέργεια αλλά και σε κόστος.



Εικ. 3-46 Λαμπτήρες Led

3.6.1.2.1 Πλεονεκτήματα των LEDs

- ΑΠΟΔΟΣΗ: Παράγουν περισσότερο φως ανά watt συγκριτικά με τις λάμπες πυράκτωσης.
- ΧΡΩΜΑ: Εκπέμπουν φως συγκεκριμένου χρώματος χωρίς την χρήση φίλτρων που απαιτούν οι παραδοσιακοί μέθοδοι φωτισμού. Είναι πιο αποδοτικά και χαμηλώνουν το αρχικό κόστος.
- ΜΕΓΕΘΟΣ: Είναι πολύ μικρά (μικρότερα από 2mm) και μπορούν να τοποθετηθούν σε πίνακες αποτύπωσης.
- ΧΡΟΝΟΣ ON/OFF: Έχουν γρήγορη απόκριση. Μια τυπική κόκκινη LED μπορεί να έρθει σε κατάσταση πλήρους φωτεινότητας σε χρόνο microsecond. Τα LED που χρησιμοποιούνται ως συσκευές επικοινωνίας έχουν ακόμα μικρότερους χρόνους απόκρισης.
- ΨΥΧΡΟ ΦΩΣ: Σε αντίθεση με τις κοινές πηγές φωτός, τα LED εκπέμπουν πολύ λίγη θερμότητα σε μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας που μπορεί να προκαλέσει ζημιά σε ευαίσθητα αντικείμενα ή κατασκευές. Η ενέργεια που χάνεται διαχέεται ως θερμότητα μέσω της βάσης του LED. ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ: Τα LED έχουν μεγάλους χρόνους ζωής. Οι ώρες λειτουργίας τους κυμαίνονται από 35.000 έως 50.000 ώρες, αριθμός τεράστιος συγκριτικά με αυτόν των λαμπτήρων πυράκτωσης που κυμαίνεται από 1.000 έως 2.000 ώρες και των λαμπτήρων φθορισμού που κυμαίνεται από 10.000 έως 15.000 ώρες.
- ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΡΑΔΑΣΜΟΥΣ: Όντας στοιχεία στερεάς κατάστασης, είναι δύσκολο να υποστούν ζημιά από κραδασμούς όπως συμβαίνει με τις λάμπες πυράκτωσης και φθορισμού.
- ΕΣΤΙΑΣΗ: Μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να εστιάζουν το φως σε ένα συγκεκριμένο σημείο ή περιοχή. Οι λάμπες πυράκτωσης και φθορισμού απαιτούν ένα εξωτερικό ανακλαστήρα για να συλλέγει το φως και να το κατευθύνει με ένα χρήσιμο τρόπο.
- ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ: Δεν περιέχουν υδράργυρο όπως οι λάμπες φθορισμού.

3.6.1.2.2 Μειονεκτήματα των LEDs

- ΥΨΗΛΟ ΑΡΧΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ: Τα LED σήμερα είναι ακριβότερα στην αγορά τους απ' ότι οι κοινές τεχνολογίες φωτισμού. Όμως αυτό το κόστος αντισταθμίζεται με την χαμηλή κατανάλωση ενέργειας που έχουν.
- ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ: Η λειτουργία τους έχει ισχυρή εξάρτηση από της θερμοκρασιακές συνθήκες που επικρατούν στον χώρο που τα περιβάλλει. Σε περιβάλλον υψηλών θερμοκρασιών, τα LED μπορούν να υπερθερμανθούν και να υποστούν ζημιά. Αυτός ο παράγοντας είναι πολύ σημαντικός αν σκεφτούμε ότι αυτοκινητιστικές, στρατιωτικές και ιατρικές εφαρμογές απαιτούν η συσκευή να λειτουργεί σε ένα επαρκώς μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και να είναι ανθεκτική στις βλάβες.
- ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΣΤΗ ΤΑΣΗ: Είναι αρκετά ευαίσθητα στη τάση και κατ' επέκταση στο ρεύμα που τα τροφοδοτεί. Έτσι πολλές φορές χρησιμοποιούνται σειρές αντιστάσεων ή πηγές ελέγχου του ρεύματος.
- ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΦΩΤΟΣ: Τα περισσότερα ψυχρού λευκού LED έχουν φάσμα που διαφέρει σημαντικά από αυτό ενός ακτινοβολία μελανού σώματος όπως ο ήλιος ή ο λαμπτήρας πυράκτωσης. Αυτό σημαίνει ότι το χρώμα κάποιων αντικειμένων μπορεί να φαίνεται διαφορετικό κάτω από μια LED ψυχρού λευκού απ' ότι θα φαίνονταν κάτω από το φως του ήλιου ή κάτω από μια λάμπα πυράκτωσης.
- ΜΟΛΥΝΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΜΠΛΕ: Επειδή τα μπλε LED και αυτά του ψυχρού λευκού είναι πλέον ικανά να εκπέμπουν περισσότερο μπλε φως απ' ότι οι κοινές πηγές φωτός όπως οι λάμπες νατρίου υψηλής πίεσης, η ισχυρή εξάρτηση από το μήκος κύματος της σκέδασης Rayleigh σημαίνει ότι τα LED μπορούν να προκαλέσουν περισσότερη φωτορύπανση απ' ότι οι άλλες πηγές φωτός.

3.6.2 Ψύξη/Συντήρηση τροφίμων-εμβολίων

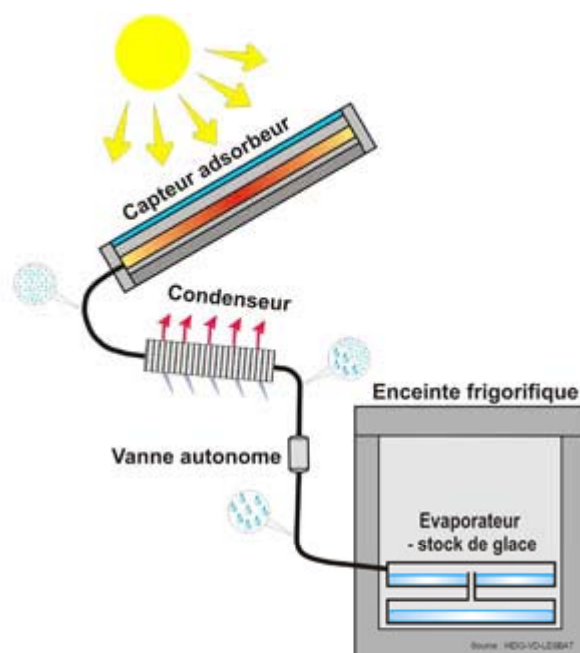
Σε πολύ μεγάλο βαθμό τα ψυγεία αποτελούν μια από τις κυριότερες συσκευές σε ένα τέτοιο οικισμό αμέσως μετά το φωτισμό. Στο Μαρόκο, για παράδειγμα, μέσω προγράμματος εξηλεκτρισμού απομακρυσμένων περιοχών, το ποσοστό εξοπλισμού ψύξης/κατάψυξης αυξήθηκε από 15% σε 60%. Αρκετές περιπτώσεις ηλεκτροδοτούμενων κέντρων υγείας έχουν πραγματοποιηθεί στην Ιορδανία (π.χ ιατρικό κέντρο της Reeshah). Συχνά αποτελεί το βασικότερο φορτίο για ηλεκτροδοτούμενα κέντρα υγείας μέσω ΑΠΕ όπου εκεί συντηρούνται εμβόλια και φάρμακα πολύτιμα για τους κατοίκους των κοινοτήτων. Αν τα ψυγεία χρησιμοποιούν DC τότε αν η πηγή μας είναι DC δε χρειάζεται καμία άλλη μετατροπή. Σε διαφορετική περίπτωση, αρκετά συνηθισμένη τα ψυγεία μπορεί να είναι η αιτία εγκατάστασης μετατροπέα DC/AC (Inverter).

3.6.2.1 Φ/Β Ψυγεία

Σε πολλές περιπτώσεις εξηλεκτρισμού αναπτυσόμενων χωρών συναντήσαμε παραδείγματα παροχής ρεύματος μέσω φωτοβολταϊκών σε ψυγεία τα οποία λειτουργούν, ως επί το πλείστον, σε νοσοκομεία για την "φύλαξη" εμβολίων και φαρμάκων. Τα αυτόνομα φ/β συστήματα έχουν πλέον αποδειχτεί ότι είναι αξιόπιστα και οικονομικά αποδοτικά για την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος σε ψυγεία.

Οι συνιστώσες ενός τέτοιου συστήματος (Εικ. 3-47) είναι:

- Ηλιακοί Συλλέκτες
- Ρυθμιστής Φόρτισης
- Συσσωρευτές
- Ψυγείο DC λειτουργίας.



Εικ. 3-47 Ένα τυπικό ηλιακό ψυγείο

3.6.3 Τηλεπικοινωνίες

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας βοηθάνε σημαντικά ακόμα και στον τομέα της τηλεπικοινωνίας με τη δημιουργία σταθμών βάσης σταθερής και κινητής τηλεφωνίας μέσω ΑΠΕ συστημάτων σε δύσβατες περιοχές όπως θα συναντήσουμε στην περίπτωση της Ελλάδας στην περιοχή του Αγίου Όρους με φωτοβολταϊκά και σε διάφορα νησιά με ανεμογεμμήτριες από τον ΟΤΕ.

Επίσης στην επαναφόρτιση των μπαταριών κινητών τηλεφώνων, όπως θα συναντήσουμε στην περιοχή της Κένυας μέσω του προγράμματος “ Νεολαία Κοινότητας Κιμπέρας”. Ακόμη, στο Μαρόκο αντί να υπάρξει επέκταση στα καλώδια δικτύου τηλεφωνίας παρείχαν δωρεάν κινητό τηλέφωνο σ’ αυτούς που κατοικούσαν σε αυτές τις περιοχές.

3.6.4 Κίνηση (μοτέρ)

3.6.4.1 Ηλεκτρικές μηχανές

Οι ηλεκτρικές μηχανές αποτελούν σήμερα όχι μόνο το κυριότερο τμήμα της Βιομηχανίας και της Παραγωγής, αλλά και μέρος της καθημερινής μας ζωής. Τις χρησιμοποιούμε τόσο για την παραγωγή ενέργειας, προϊόντων και υπηρεσιών όσο και για την ασφάλεια και άνεση μας. Αποτελούν τις κυριότερες διατάξεις για την παραγωγή, τη μεταφορά και την αξιοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας.

Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται σε μεγάλα εργοστάσια που λέγονται σταθμοί παραγωγής Η.Ε με ειδικές μηχανές που λέγονται ηλεκτρικές γεννήτριες. Για να δώσουν Η.Ε οι γεννήτριες παίρνουν μηχανική ενέργεια (περιστροφική κίνηση) από άλλες κινητήριες μηχανές όπως π.χ οι ατμοστρόβιλοι, οι υδροστρόβιλοι και οι πετρελαιομηχανές.

Οι γεννήτριες, οι κινητήρες και οι μετασχηματιστές είναι “πανταχού παρόντες” στη σύγχρονη ζωή. Οι ηλεκτρικοί κινητήρες είναι το βασικό εξάρτημα των περισσότερων οικιακών συσκευών. Βρίσκονται στα ψυγεία, στους καταψύκτες, στα πλυντήρια, στα μίξερ, στο σύστημα κλιματισμού κ.α. Το ίδιο ισχύει και για τους μετασχηματιστές αλλά και για τις γεννήτριες που εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπαίνουν και στη καθημερινή μας ζωή (τροφοδοτικά,

ηλεκτροπαραγωγή ζεύγη, φορητές ηλεκτρογεννήτριες).

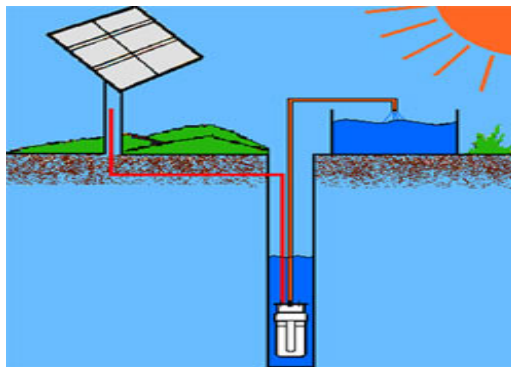
Για τη κίνηση των διαφόρων συσκευών και μηχανισμάτων χρησιμοποιούμε τους ηλεκτρικούς κινητήρες. Οι κινητήρες παίρνουν ηλεκτρική ενέργεια και δίνουν μηχανική.

Οι ηλεκτρικές μηχανές κατά την εκκίνηση τους παρουσιάζουν μεγάλο ρεύμα εκκίνησης σε σχέση με την ονομαστική τους τιμή ισχύος, αυτό το γεγονός πρέπει να λαμβάνεται πάντα υπ' όψιν κατά το σχεδιασμό αυτόνομων συστημάτων μέσω ΑΠΕ ώστε να μπορεί να ανταπεξέλθει η διάταξη των συσσωρευτών στην απαιτούμενη ζήτηση για ενέργεια. Καθώς και στην σωστή επιλογή του αντιστροφέα έτσι ώστε να έχει τη δυνατότητα η ονομαστική του ισχύς να "αντέξει" την εκκίνηση της μηχανής.

3.6.4.2 Ηλιακή Άντληση

Σε πολλές περιπτώσεις τα υπόγεια ύδατα είναι τα μόνα πόσιμα για τις απομονωμένες κοινότητες στις αναπτυσσόμενες χώρες με τις οποίες ασχολούμαστε σε αυτή την εργασία. Όταν δεν υπάρχει ηλεκτρικό δίκτυο, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα άντλησης αποτελούν απόλυτα προσαρμοσμένες λύσεις για την αντιμετώπιση των αναγκών με σεβασμό στην ακεραιότητα του υδροφόρου ορίζοντα.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα άντλησης χρησιμοποιούν τη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρισμό για να τροφοδοτήσουν μια αντλία που είναι τοποθετημένη σε κάποια γεώτρηση ή σε ένα πηγάδι, όπως παρουσιάζει η Εικ. 3-48.



Εικ. 3-48 Ηλιακή Άντληση

Τα ηλιακά συστήματα άντλησης αποτέλεσαν την πρώτη φωτοβολταϊκή εφαρμογή που αναπτύχθηκε από την Tenesol στη Δυτική Αφρική τη δεκαετία του '80 και ιδιαίτερα στο Μαρόκο. Σήμερα η Tenesol αποτελεί αδιαμφισβήτητα μια εξειδικευμένη εταιρεία που σχεδιάζει, κατασκευάζει και εγκαθιστά ηλιακά συστήματα άντλησης. Μεριμνά επίσης για την εκπαίδευση των ντόπιων πληθυσμών στη συντήρηση των εγκαταστάσεων.

3.6.5 Ψυχαγωγία

Εκτός από την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω ΑΠΕ για φωτισμό σε κατοικίες, οι οποίες βρίσκονται σε εκτός δικτύου περιοχές, έχει δοθεί η δυνατότητα σε αρκετές περιπτώσεις και για παροχή ρεύματος σε ραδιόφωνα και μικρές τηλεοράσεις. Με αυτό τον τρόπο οι κάτοικοι αυτών των περιοχών έχουν την δυνατότητα της "επικοινωνίας" με τον υπόλοιπο κόσμο, να ενημερώνονται για τις τρέχοντες ειδήσεις, να ψυχαγωγούνται και να διασκεδάζουν. Ο κόσμος τους να μη περικλείεται μόνο μέσα στα στενά όρια του χωριού τους αλλά να φτάνει τα όρια όλου του "πλανητικού μας χωριού". Ένα παράδειγμα είναι η εγκατάσταση ενός φ/β συστήματος 5kW στο σχολείο της περιοχής Enoosaen στην Κένυα, όπου εκτός από τον φωτισμό και την παροχή ρεύματος σε ψυγείο, λειτουργούν και ηλεκτρονικοί υπολογιστές για την μόρφωση και ψυχαγωγία των μικρών μαθητών.

(Solar Maasai Project).

3.7 Πηγές

- [1] Osram. “Intelligent energy-saving lamps that do more than just save electricity”.http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%AF%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%82_%CE%95%CE%BA%CF%80%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%AE%CF%82_%CE%A6%CF%89%CF%84%CF%8C%CF%82
- [2] http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%AF%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%82_%CE%95%CE%BA%CF%80%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%AE%CF%82_%CE%A6%CF%89%CF%84%CF%8C%CF%82
- [3] · Παλλασίδης Νικόλαος. "Συμπαγής Λαμπτήρας Φθορισμού (CFL) " http://www.newscenter.philips.com/main/standard/about/news/press/20090216_new_solar_products_backrounder.wpd
- [4] Μιμίκος Ιωάννης. “Εξοικονόμηση Ενέργειας από το Φωτισμό Κτιρίων”, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, 2011
- [5] <http://www.tenesol.gr/gr/photovoltaic/applications/solar-water-pumping>
- [6] ·Γαντζούδης Σωτήρης, Λαγουδάκος Μιχαήλ και Μπινιάρης Αθανάσιος. “Ηλεκτρικές Μηχανές”, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. http://www.shop-e.gr/pals/index.php?option=com_content&view=article&id=103:-----pwm--mppt&catid=53:2010-12-05-15-17-01&Itemid=118
- [7] · I.E. Φραγκιαδάκης. “Φωτοβολταϊκά συστήματα”, Εκδόσεις Ζήτη, 2004
- [8] C. Armenta-Deu . “Prediction of battery behaviour in SAPV applications”, Renewable Energy 28 1671–1684, 2003
- [9] Κ. Καγκαράκη, “Φωτοβολταϊκή τεχνολογία”, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1987.
- [10] ·Κάπος Μιλτιάδης. “Φωτοβολταϊκά, Αιολικά, Υδροηλεκτρικά”, Εκδόσεις Κάπος.Μ.Μιλτ. 2009
- [11] John F. Walker and Nikolaw Jenkis. “Αιολική Ενέργεια και Ανεμογεννήτριες”, Εκδόσεις Ίων, 2008
- [12] Γ.Παπαϊωάννου, H. Herr, Manfred Harterich. “Ηπιες Μορφές Ενέργειας”, Εκδόσεις Ίων, 2010
- [13] Παπαδημητράκης Αλέξανδρος. “Λειτουργία και Τεχνικοοικονομική Μελέτη ενός Αυτόνομου Φωτοβολταϊκού Συστήματος”, Πανεπιστήμιο Πατρών, 2009
- [14] ·Μπουνόβας Ανδρέας – Δημήτρης. “Μελέτη για την Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Συστήματος σε μονοκατοικία στον Νομό Ηρακλείου Κρήτης”, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης
- [15] ·Γιαννακούδης Γαρύφαλλος. “Βέλτιστος Σχεδιασμός Αυτόνομου Συστήματος Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Συνδυασμένο με Χρήση Υδριγόνου με Τεχνικές Στοχαστικού Προγραμματισμού”, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 2009
- [16] ·Μπινώλη Μαρία. “ Προσομοίωση Λειτουργίας Φωτοβολταϊκού Πλαισίου και Έλεγχος Απόδοσης του”, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 2010
- [17] ·Μακρυγιάννη Δέσποινα. “Διατάξεις Προστασίας Υβριδικών Συστημάτων με Κυψέλη Υδρογόνου και Φωτοβολταϊκά Στοιχεία”, Πανεπιστήμιο Πατρών, 2010
- [18] ·Στυλιανοπούλου Κωνσταντίνα και Χατζηδόρου Εμμανουέλα. “Διείδυση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Ελληνικό Ηλεκτρικό Δίκτυο”, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Μακεδονίας, 2009
- [19] ·Ασκορδαλάκης Παντελής και Λυρώνης Νικόλαος. “Παραγωγή Εναλλασσόμενης Τάσης (220V/50Hz) από αυτόνομο Φωτοβολταϊκό Σύστημα μέσω Inverter 2 kW”, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης Παράρτημα Χανίων, 2005
- [20] ·Συστήματα Sunlight,κατασκευαστής μπαταριών www.sunlight.gr
- [21] Manual of OCM batteries-Διαθέσιμο: <http://www.tavkapsolat.hu/BATTERIE/HAGEN/GROE.PDF>
- [22] ·Αποθηκευτικές διατάξεις-Ερευνητικό πρόγραμμα STORIES, www.storiesproject.eu
- [23] Energy Storage Association, (ESA), www.energystorage.org
- [24] SMA Solar Systems. “SMA Multicluster Technology”
- [25] ree_trofit”, Training on Renewable Energy solutions and Energy Efficiency in re TROFITting. “Φωτοβολταϊκά Συστήματα”, 2011
- [26] “Φωτοβολταϊκά Συστήματα”, Πολυτεχνείο Κρήτης, 1999,Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών
- [27] J.K. Kaldellis, K.A. Kavadiasa, P.S. Koronakis. “Comparing wind and photovoltaic stand-alone power systems used for the electrification of remote consumers”, Renewable and Sustainable Energy Reviews 11 57 – 77, 200

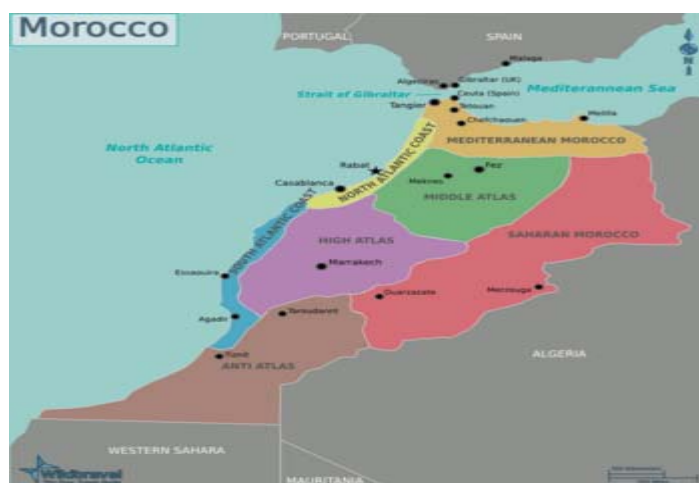
- [28] Πόπη Τσίμα. “Ταίριασμα παραμέτρων Φ/Β και Μετατροπέων για τυπικές διασυνδεδεμένες εγκαταστάσεις με τη βοήθεια εργαλείων Freeware λογισμικού”. 2012 (εν εξελίξει)
- [29] SMA Sunny Island : <http://www.sma-hellas.com/el/proionta/metatropeis-aytonomon-diktyon.html>
- [30] H.Lee Willis, Walter G.Scott,“Distributed Power Generation, Planning and Evaluation”, Marcel Dekker Edn.2000
- [31] Dondi, P, Bayoumi, D, Haederli, C, Julian, D, Suter, M,“Network integration of distributed power generation”. J. of Power Sources 106, 1–9,2002
- [32] Ackermann, T, Andersson, G. Soder, L. “Distributed generation:a definition”. J. Electric Power Systems Research,Vol 57,pp 195–204, 2001.
- [33] Douglas E. King, “Electric Power Micro-grids: Opportunities and Challenges for an Emerging Distributed Energy Architecture”, Phd Dissertation, Carnegie Mellon University, May 2006
- [34] Gil, H.A.; Joos, G., “On the Quantification of the Network Capacity Deferral Value of Distributed Generation”, IEEE Trans. on Power Systems, Vol 21, Issue 4, Nov. 2006 pp:1592 – 1599
- [35] Evans, P. (2005). “Optimal Portfolio Methodology for Assessing Distributed Energy Resources Benefits for the Energynet.” PIER Consultant Report # CEC 500-2005-096. California Energy Commission, PIER Energy-Related Environmental Research. Los Altos Hills, CA.
- [36] ΕΥΔΑΠ Α.Ε, διαθέσιμο www.eydap.gr
- [37] Moreira, C. L.; Resende, F. O.; Lopes, J. A. P.; “Using Low Voltage MicroGrids for Service Restoration “ IEEE Trans on Power Systems Vol. 22, Issue 1, Feb. 2007 pp:395 – 403
- [38] European Photovoltaic Industry Association, <http://www.epia.org/>
- [39] European Biomass Industry Association διαθέσιμο www.eubia.org
- [40] Stanley Atcitty, “*Electrochemical Capacitor Characterization for Electric Utility Applications*”,Phd Dissertation, November 2006, Virginia Polytechnic Institute.
- [41] <http://us.sanyo.com/HIT-Power-Double/HIT-Double-Bifacial-Photovoltaic-Module>

Κεφάλαιο 4 Εφαρμογές Εξηλεκτρισμού μέσω ΑΠΕ σε περιοχές της Βόρειας Αφρικής και της Μέσης Ανατολής

4.1 ΜΑΡΟΚΟ

Το Μαρόκο βρίσκεται στο βόρειο δυτικό τμήμα της Αφρικανικής ηπείρου, με πληθυσμό που πλησιάζει τα 32 εκατομμύρια κατοίκους και έκταση που καλύπτει 447.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Ως εκ τούτου κατέχει μια μοναδική θέση αφού αποτελεί το σημείο σύνδεσης ολόκληρου του Ευρώ-Μεσογειακού δικτύου διασύνδεσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Σήμερα, ο άνθρακας και το μαζούτ συνεχίζουν να είναι οι κύριες πηγές ενέργειας του Μαρόκου. Παράγοντας σχεδόν 11 εκατομμύρια τόνους CO₂ το χρόνο, ευθύνεται για 27% της εγχώριας εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου. Με σκοπό τη μείωση της επίδρασης στο περιβάλλον οι Μαροκινές αρχές έχουν αρχίσει να επικεντρώνονται στην κατασκευή αποδοτικότερων και λιγότερο ρυπογόνων εργοστασίων και κυρίως στην ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.



Εικ. 4-1 Χάρτης του Μαρόκου

Το Μαρόκο δεν έχει καθόλου ορυκτά καύσιμα και αναγκάζεται να εισάγει το 95% των ενεργειακών του απαιτήσεων κάθε χρόνο. Για τον λόγο αυτό ξεκίνησε πολυάριθμα έργα για τη διαφοροποίηση των ενεργειακών του αναγκών τα οποία εκμεταλλεύονται κυρίως την ηλιακή ενέργεια. Η αποκεντρωμένη αγροτική ηλεκτροδότηση αφορά σε χωριά ή ομάδες χωριών τα οποία είναι διασκορπισμένα και για τα οποία είναι ανέφικτη, από πλευράς κόστους, η σύνδεσή τους στο κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης.

4.1.1 Αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση-Καλές Πρακτικές

4.1.2 Ηλεκτροδότηση απομακρυσμένων περιοχών πριν το 1978

Το Μαρόκο έχει κάνει πολλά βήματα στο πεδίο των αυτόνομων συστημάτων σε απομακρυσμένες περιοχές και έχει περάσει από διάφορα στάδια εξέλιξης τα πρώτα από τα οποία φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πιν. 4-1 Ιστορική εξέλιξη δράσεων αυτόνομων συστημάτων

1963-1981	Το ONE επεκτείνει δίκτυα μετάδοσης και διανομής
1975	Διάταγμα που καθιερώνει το πρόσθετο κεφάλαιο για τη χρηματοδότηση της αγροτικής ηλεκτρικής
1978	Καθιέρωση του προγράμματος PNER από την CIER

Οι εφαρμογές της αποκεντρωμένης ηλεκτροδότησης ξεκίνησαν στις αρχές της δεκαετίας του 1980, με την πρώτη φάση του Εθνικού Προγράμματος Αποκεντρωμένης Ηλεκτροδότησης (PNER-I) για 68.000 κατοικίες και το οποίο διαδέχθηκε η δεύτερη φάση του ίδιου προγράμματος τη δεκαετία του 1990 με την ηλεκτροδότηση 155.000 κατοικιών ακόμη. Ωστόσο, μέχρι το 1994 το ποσοστό απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης έφθανε μόνο το 21%, ενώ σε άλλες χώρες της ίδιας περιοχής κυμαινόταν σε ποσοστό 70%-80%.

Παράλληλα, το 1987 δημιουργήθηκε η AMISOL (Association Marocaine des Industries Solaires) με σκοπό την υποστήριξη τέτοιων εναλλακτικών μορφών ενέργειας παραγόμενων από φωτοβολταϊκά πάνελ, συστήματα αντλιών και αιολικά πάρκα. Το 1982 είχε προηγηθεί η δημιουργία του CDER (Centre de Développement des Energies Renouvelables), ενός δημόσιου οργάνου με εμπορικό και βιομηχανικό χαρακτήρα. Σύμφωνα με τις αποστολές και τους στόχους του, συμβάλλει στην ανάπτυξη, σε μεγάλη κλίμακα, των ανανεώσιμων ενεργειών, απευθυνόμενος στους σημαντικούς ενεργειακούς οικονομικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες με τη στρατηγική χρήση αυτού του τύπου ενέργειας. Με την συνεργασία των παραπάνω οργανώσεων καθώς και άλλων όπως MEM (Ministry of Energy and Mining) και OFPPT (Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail), ξεκίνησε η ιδέα της αποκεντρωμένης ηλεκτροδότησης σε απομακρυσμένες περιοχές του Μαρόκου.

Στις αρχές της δεκαετίας του '90 παρουσιάστηκαν διάφορες πρωτοβουλίες από την ONE (Office National de l'Electricité), το Υπουργείο Ενέργειας και τις τοπικές Μαροκινές αρχές για την ηλεκτροδότηση των απομακρυσμένων περιοχών. Ως αποτέλεσμα, το 1996 η ONE ξεκινά την εφαρμογή του Παγκόσμιου Προγράμματος Ηλεκτροδότησης Απομακρυσμένων Περιοχών PERG (Global Rural Electrification Program), με διάρκεια έως το 2007.

4.1.3 Το εθνικό Πρόγραμμα Αποκεντρωμένης Ηλεκτροδότησης (PNER)

Η Μαροκινή κυβέρνηση αποφάσισε το 1978 να εφαρμόσει το Εθνικό Πρόγραμμα Αποκεντρωμένης Ηλεκτροδότησης PNER. Το PNER ήταν ένα πρόγραμμα που σχεδιάστηκε για να εφαρμοστεί κάτω από τη χρηματοδότηση των περιφερειακών αυτόνομων οργανισμών με στόχο τη βελτίωση του ποσοστού ηλεκτρικής των αγροτικών περιοχών. Ωστόσο, η οικονομική ικανότητα των περιφερειακών αυτόνομων οργανισμών ήταν χαμηλή εμποδίζοντας την πρόοδο του αγροτικού εξηλεκτρισμού. Το αποτέλεσμα ήταν το πρόγραμμα να συνεχιστεί σε έναν πολύ αργό ρυθμό με ένα μέσο όρο ηλεκτροδότησης, μόνο 50 χωριών το χρόνο.

Οι 2 φάσεις στις οποίες λειτούργησε το PNER φαίνονται παρακάτω.

4.1.3.1 1η Φάση του PNER

Σύμφωνα με την απόφαση της Διυπουργικής Αγροτικής Επιτροπής Ηλεκτρικής (CIER) το 1978, η πρώτη φάση του PNER ολοκληρώθηκε ανάμεσα στο 1982-1986. Ειδικότερα, περιελάμβανε την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε 287 αγροτικά χωριά που αναπαριστούσαν 68.000 κατοικίες. Η πρώτη φάση χρηματοδοτήθηκε κατά 50% από το κράτος του Μαρόκου και κατά το υπόλοιπο 50% από τοπικές αρχές ενώ δέχθηκε δάνειο ύψους 30 εκατομμυρίων δολαρίων από την International Bank for Reconstruction and Development (IBRD).

4.1.3.2 ^η 2^η Φάση του PNER

Η δεύτερη φάση του προγράμματος ξεκίνησε το 1991 και ολοκληρώθηκε με την ηλεκτροδότηση 843 χωριών, συνολικά 155.000 κατοικιών. Η χρηματοδότηση προήλθε ολοκληρωτικά από τοπικές αρχές ενώ ευνοήθηκε και από δάνεια ύψους 30 εκ. ευρώ από την European Investment Bank και 114 εκατομμυρίων δολαρίων από την IBRD. Τα παραπάνω προγράμματα στόχευαν στην ηλεκτροδότηση μεγάλων αστικών περιοχών και στην επέκταση του εθνικού δικτύου, το οποίο ωστόσο δεν πραγματοποιήθηκε έγκαιρα.

4.1.4 Το παγκόσμιο πρόγραμμα εξηλεκτρισμού απομακρυσμένων περιοχών (PERG)

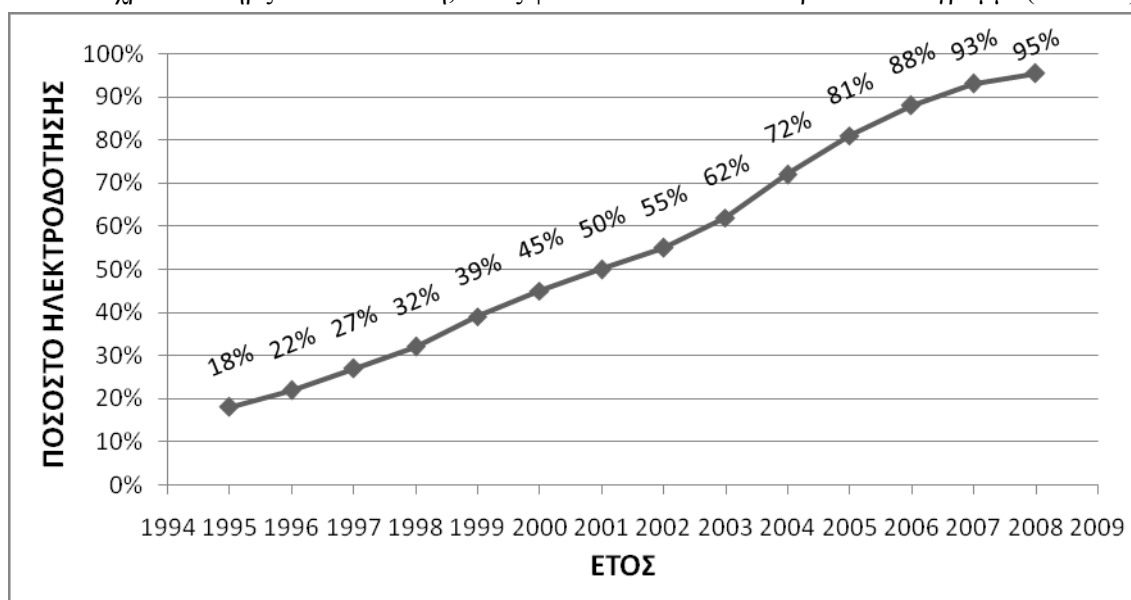
Πριν το 1996 η απομακρυσμένη ηλεκτροδότηση πραγματοποιούνταν στα πλαίσια των ακόλουθων προγραμμάτων:

1. PNER χρηματοδοτούμενο από την κυβέρνηση και από τοπικές αρχές
2. Προγράμματα χρηματοδοτούμενα από ίδια κεφάλαια του ONE

Το ONE ξεκίνησε το 1995 να υλοποιεί το παγκόσμιο πρόγραμμα εξηλεκτρισμού απομακρυσμένων περιοχών (PERG). Το PERG είχε ως στόχο να κινηθεί στα πλαίσια του προγράμματος PNER, μειώνοντας ωστόσο το οικονομικό κόστος των περιφερειακών αυτόνομων οργανισμών και προωθώντας την ιδιωτική χρηματοδότηση.

4.1.4.1 Πρόοδος του PERG

Το 1999, έγινε πρόσκληση σε ιδιωτικές εταιρείες να συμμετέχουν στο πρόγραμμα PERG, ενώ το 2002 το ONE αποφάσισε να επιταχύνει το πρόγραμμα για γενίκευση πρόσβασης σε ηλεκτρική ενέργεια μέχρι το 2007 και όχι το 2010 όπως αρχικά προβλεπόταν. Η πρόοδος του PERG τα τελευταία χρόνια υπήρξε εντυπωσιακή, όπως φαίνεται και από το παρακάτω διάγραμμα(Εικ. 4-2).



Εικ. 4-2 Πρόοδος ηλεκτροδότησης PERG στο Μαρόκο

Στο τέλος του 1995 το ποσοστό ηλεκτροδότησης έφθανε το 18% , μέχρι το 2001 έφθασε το 50% φθάνοντας στο 2004 με ποσοστό 72%. Ειδικότερα, μέχρι το 2006, 27.373 χωριά είχαν πρόσβαση σε ηλεκτροδότηση αντιπροσωπεύοντας 1.598.441 νοικοκυριά. Τέλος το ποσοστό απομακρυσμένης

ηλεκτροδότησης έφθασε αλματώδως το 88% στα τέλη του 2006, παρουσιάζοντας αύξηση 7% μέσα σε ένα χρόνο.

Μέχρι το τέλος του 2007 το PERG πέτυχε την ηλεκτροδότηση περισσότερων από 35.000 χωριών τα οποία αντιπροσωπεύουν πάνω από 12 εκατομμύρια πληθυσμό σε αγροτικές περιοχές στο Μαρόκο. Αυτός ο στόχος πραγματοποιήθηκε κατά 93% μέσω ηλεκτροδότησης από το κύριο δίκτυο και κατά 7% μέσω αποκεντρωμένης ηλεκτροδότησης, κυρίως φωτοβολταϊκών πάνελς.

4.1.4.2 Οργάνωση και λειτουργία του PERG

Το PERG ακολουθεί τρεις γενικούς άξονες

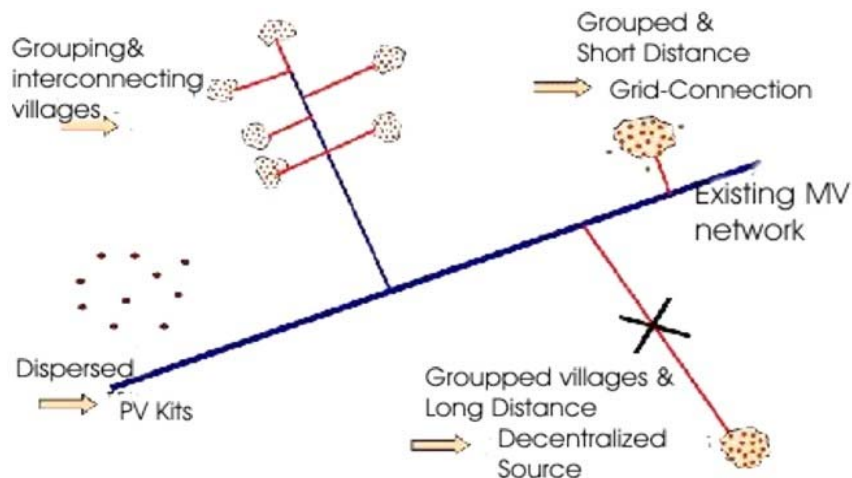
- Εδαφική, αποσκοπώντας στην παγκόσμια ηλεκτροδότηση απομακρυσμένων περιοχών
- Τεχνική, ενσωματώνοντας το σύνολο των διαθέσιμων τεχνολογιών ηλεκτροδότησης
- Αξιοποιώντας το άφθονο ηλιακό δυναμικό που διαθέτει το Βασίλειο του Μαρόκου, χρησιμοποίησε φωτοβολταϊκά κит για την ηλεκτροδότηση απομακρυσμένων επαρχιών. Ακόμη, εισήγαγε την χρήση των λογισμικών ανάλυσης δικτύων διανομής LVPLAN, CAMELIA, CYMDIST
- Οικονομική, χρησιμοποιώντας το σύνολο των προσφερόμενων οικονομικών πόρων για την πραγματοποίηση των σχεδίων του και υποστηρίζοντας την ανταγωνιστική αγορά.

Περαιτέρω βελτιστοποιήσεις υπήρξαν και στην επεξεργασία των οδηγιών των σχεδιαστών και των ελεγκτών των έργων καθώς και στις τεχνικές παρακολούθησης των εργοταξίων. Σημαντική επίσης ήταν η διοικητική αποκέντρωση του ελέγχου εργασίας, που θα παρέχεται εφεξής από τις περιφερειακές υπηρεσίες. Στον διοικητικό τομέα, το PERG απλοποίησε τις διαδικασίες συμβάσεων καθώς και τις διαδικασίες αποδοχής προδιαγραφών και πληρωμής.

4.1.4.3 Χρήση φωτοβολταϊκών κит για την ηλεκτροδότηση απομακρυσμένων επαρχιών

Το ONE, από το 1998 έχει εισάγει τεχνικές ηλεκτροδότησης με την χρήση φωτοβολταϊκών κит στα πλαίσια του προγράμματος PERG. Σχεδόν 150.000 κατοικίες, ποσοστό 7% περίπου σε 24 επαρχίες, χρησιμοποιεί φωτοβολταϊκή τεχνολογία.

Η εγκατάσταση των παραπάνω κит γίνεται σε κατοικίες για τις οποίες το κόστος σύνδεσης στο διασυνδεδεμένο δίκτυο υπερβαίνει τα 2.400 Ευρώ, όπως παρουσιάζει η Εικ. 4-3.



Εικ. 4-3 Τρόποι ηλεκτρικής διασύνδεσης οικισμών στο Μαρόκο

Το SHS, Solar Home System, εγκαθίσταται σε απομακρυσμένες κατοικίες, δίχως δυνατότητα

σύνδεσης σε κεντρικό δίκτυο, από ένα χειριστή εξουσιοδοτημένο από το ONE. Οι χειριστές, είναι υπεύθυνοι για την αγορά και εγκατάσταση του SHS ενώ πληρώνονται μηνιαία με αμοιβή και επιχορήγηση από το ONE, στο οποίο ανήκει ο εξοπλισμός. Τέλος είναι υπεύθυνοι για την λειτουργία, συντήρηση και ανανέωση του εξοπλισμού, για διάρκεια περιόδου 10 ετών, κατά την οποία αμείβεται από τον πελάτη σύμφωνα με το σύστημα Fee For Service.

4.1.4.4 Χρήση άλλων μορφών ΑΠΕ

4.1.4.4.1 Πρόγραμμα μικρο-υδροηλεκτρικών έργων

Τα μικρο-υδροηλεκτρικά έργα παράγουν ισχύ από 5KW μέχρι και 100 KW, συνήθως για μικρές αποκεντρωμένες περιοχές.

Το CDER (Centre de Développement des Energies Renouvelables) ανέλαβε πιλοτικά προγράμματα στην ορεινή περιοχή Haut Atlas. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης αυτών των έργων ήταν ενθαρρυντικά για τις αρχές, ώστε να δώσουν ιδιαίτερη προσοχή σε αυτήν την τεχνολογία. Έτσι, προγράμματα σε περιοχές όπως οι Azilal, Asni, Ouneine, Tighdouine, ισχύος 100kW οδήγησαν το CDER να ενισχύσει προγράμματα αποκεντρωμένης ηλεκτροδότησης για απομακρυσμένες περιοχές του Μαρόκου με τη χρήση υδροηλεκτρικών έργων.

Παράλληλα κάποιες άλλες ενέργειες, όπως το πρόγραμμα " The Village Power" μέσω συνεργασίας Μαρόκου- Ισπανίας, έχει ηλεκτροδοτήσει 12 χωριά στις βόρειες επαρχίες (2.500 κατοικίες στα χωριά Chefchaouen, Taounate...) και το πρόγραμμα "the Regional Energy Supply Plan" (SAER - Schéma d'Approvisionnement Energétique Régional) είχε ως αποτέλεσμα τον ηλεκτρικό εξοπλισμό 400 κατοικιών

Το PERG από την πλευρά του υλοποίησε 2 προγράμματα υδροηλεκτρικών έργων ενώ προβλέπεται η κατασκευή και ενός τρίτου. Η μελέτη για τα προγράμματα αφορούσε στην απόσταση των ενδιαφερόμενων κατοικημένων περιοχών από ηλεκτροδοτικά δίκτυα, ήδη υπάρχοντα ή σε κατασκευή, την κατάλληλη τοπογραφία καθώς και τη βιώσιμη υδρολογία και συγκέντρωση πληθυσμού.

Το πρώτο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο στο Askaw, στην επαρχία Taroudant, ανατέθηκε το 2002. Με μέγιστη ισχύ 200 kW, το εργοστάσιο ηλεκτροδοτεί 30 χωριά στην κοινότητα του Iguidi, κοντά στην επαρχία Agadir, τα οποία υπολογίζονται σε 593 κατοικίες.

Το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο στο Oum-Rbai, στην επαρχία Khenifra ανατέθηκε το Δεκέμβριο του 2004. Με μέγιστη ισχύ τα 200 kW, τροφοδοτεί 18 χωριά, δηλαδή 556 κατοικίες, και διοικητικά κτίρια στην κοινότητα Oum Er-Rbia μέσω απομονωμένου δικτύου.

Στα μελλοντικά σχέδια του PERG βρίσκεται και η κατασκευή ενός τρίτου υδροηλεκτρικού εργοστασίου στην περιοχή Maaser που θα τροφοδοτεί 6 χωριά, δηλαδή 344 κατοικίες, μέσω απομονωμένου δικτύου.

4.1.4.4.2 Πρόγραμμα αιολικών συστημάτων του PERG

Το 2000, το PERG πέτυχε την ηλεκτροδότηση 71 κατοικιών στην περιοχή Moulay Bouzerktoune στην επαρχία Essaouira με μία ανεμογεννήτρια των 15kW. Την ίδια χρονιά 52 ακόμη κατοικίες στο χωριό Sidi Kaouki της ίδιας επαρχίας ηλεκτροδοτούνται με 2 ανεμογεννήτριες των 25 kW η καθεμία. Τέλος, το 2002 το CDER ξεκινάει μία έρευνα στις επαρχίες Essaouira και Safi, καταλήγοντας ότι 22 χωριά ήταν κατάλληλα για ηλεκτροδότηση μέσω ανεμογεννητριών.

4.1.4.5 Το σύστημα Fee For Service

Στα πλαίσια βελτίωσης της εξυπηρέτησης, το ONE εισήγαγε μια νέα προσέγγιση για την παροχή πλήρων υπηρεσιών στον πελάτη, βασισμένη στην ιδέα της Χρέωση για Υπηρεσία (Fee For Service). Οι υπηρεσίες αναθέτονται σε έναν ιδιωτικό χειριστή και περιλαμβάνουν, την προμήθεια και εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών κιτ, την εγκατάσταση εσωτερικού οικιακού ηλεκτρικού δικτύου με λάμπες και ρευματοδότες και την ευθύνη για συντήρηση και ανανέωση του παραπάνω εξοπλισμού για 10 χρόνια. Αυτή η προσέγγιση εξασφαλίζει στους πελάτες εγγύηση της υπηρεσίας και συνεχή ηλεκτροδότηση.

Συμπερασματικά, αυτή η προσέγγιση επιταχύνει τον ρυθμό πραγματοποιήσεων των έργων απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης με την απευθείας ανάθεση της εργασίας σε κάποιο χειριστή που επιλέγεται από το ONE με διαδικασία προσφορών. Ακόμη εξασφαλίζεται διαρκής υπηρεσία για τις ανάγκες κάθε κατοικίας. Τέλος περιλαμβάνει έντονα τον ιδιωτικό τομέα παρέχοντας την καλύτερη δυνατή εξυπηρέτηση.

□ Πρώτη Λειτουργία FFS

Το Σεπτέμβριο του 2002, το ONE υπέγραψε το πρώτο του συμβόλαιο FFS με την Total Energie / EDF Développement Environnement SA (France) / Total Morocco SA group για την ηλεκτροδότηση με φωτοβολταϊκά κит 16.000 κατοικιών, δηλαδή σχεδόν 100.000 κατοίκων στην κεντρική περιοχή της χώρας. Για πρόγραμμα αυτό, το ONE δέχθηκε επιδότηση 5 εκ. ευρώ από το τραπεζικό συγκρότημα KfW (Germany). Για κάθε οικογένεια που εξοπλίζεται, το ποσό συμμετοχής του ONE είναι 5.400DH, αποκλείοντας τον φόρο. Η κοινοπραξία χρηματοδοτεί εκ των προτέρων το συμπληρωματικό ποσό του κάθε νοικοκυριού. Κατά συνέπεια η συμμετοχή της κάθε δικαιούχου οικογένειας για ένα κит 50 Watt περιλαμβάνει την προπληρωμή 700DH αποκλείοντας φόρους και μηνιαία κατάθεση των 65DH αποκλείοντας φόρο 10 χρόνων. Διατίθενται επίσης και κит των 75 και 100 Watt αντίστοιχα.

□ Δεύτερη Λειτουργία FFS

Για το πρόγραμμα ηλεκτροδότησης 16.000 κατοικιών το ONE προχώρησε στην απονομή υπηρεσιών Fee For Service στις ακόλουθες εταιρίες. Αρχικά 3 μονάδες στη Sunlight Power (Morocco) στις επαρχίες El Jadida, Safi και Essaouira και μία μονάδα στην BP group (France) / Apex BP Solar (France) στην επαρχία Chichaoua. Αυτή η λειτουργία προσφέρει στους δικαιούχους την δυνατότητα να διαλέξουν, ανάλογα με τις ανάγκες και δυνατότητές τους, συστήματα φωτισμού, οπτικοακουστικών μέσων και ψύξης 50, 75 και 200 Watt αντίστοιχα. Η συμμετοχή του ONE για κάθε οικογένεια κυμαίνεται από 4.320DH έως 17.760DH συμπεριλαμβανομένου του φόρου, ανάλογα με την ισχύ του επιλεγμένου συστήματος. Οι συμβαλλόμενες επιχειρήσεις χρηματοδοτούν εκ των προτέρων το συμπλήρωμα της αμοιβής κάθε κατοικίας. Συνεπώς η συμμετοχή της κάθε δικαιούχου οικογένειας για ένα κит 50 Watt περιλαμβάνει την προπληρωμή 700DH αποκλείοντας φόρους και μηνιαία κατάθεση των 65DH αποκλείοντας φόρο 10 χρόνων.

□ Τρίτη Λειτουργία FFS

Πρόσφατα, σύμφωνα με την αρχή πώλησης, το ONE εξέδωσε 2 προκηρύξεις υποβολής προτάσεων για την ηλεκτροδότηση

•1.200 οικογένειες στις επαρχίες Al Ismailia, Agadir Ida Outanane, Zouagha Moulay Yacoub, El Hajeb, Ifrane, Tata and Chtouka Ait Baha.

•25.000 οικογένειες στις επαρχίες Berkane, Jerada, Larache, Oujda Angad, Figuig, Taounate, Al Hoceima, Kenitra, Sidi Kacem, Chefchaouen, Taourirt, Nador and Taza.

Αυτή η λειτουργία προσφέρει στους δικαιούχους την δυνατότητα να διαλέξουν, ανάλογα με τις ανάγκες και δυνατότητές τους, συστήματα φωτισμού, οπτικοακουστικών μέσων και ψύξης 50, 75 και 200 Watt αντίστοιχα.

4.1.4.6 Σχέδιο Δράσης 2005-2007

Το PERG4 αποτελεί το τελευταίο μέρος του προγράμματος και αφορά σε 13.857 χωριά, δηλαδή περίπου 3.700.000 κατοίκους σε απομακρυσμένες περιοχές. Η επιλογή των χωριών αυτών έγινε με βάση το μέσο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας ανά οικογένεια το οποίο επέτρεψε σε

- 6.266 χωριά με κόστος ανά οικογένεια μεταξύ 14.000 MAD και 20.000 MAD για την εφαρμογή της πρώτης φάσεως του PERG4
- 7.587 χωριά με κόστος ανά οικογένεια μεταξύ 20.000 MAD και 27.000 MAD που αντιστοιχεί στο δεύτερο στάδιο του PERG4

Οι στόχοι μέχρι το έτος 2007 για την απομακρυσμένη ηλεκτροδότηση φαίνονται στον Πιν. 4-2

Πιν. 4-2 Στόχοι μέχρι το έτος 2007 για την απομακρυσμένη ηλεκτροδότηση

ΕΤΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗ		2005	2006	2007	Συνολικά
ΔΙΚΤΥΟ	Χωριά	4.000	4.500	5.150	13.650
	Νοικοκυριά	200.000	206.000	206.000	612.000
ΗΛΙΑΚΗ	Χωριά	1.400	1.480	1.800	4.680
	Νοικοκυριά	22.000	29.500	41.600	93.100
Συνολικά	Χωριά	5.400	5.980	6.950	18.330
	Νοικοκυριά	222.000	235.500	247.600	705.100

4.1.4.7 Σχέδιο Δράσης 2011-2013

Το πρόγραμμα PERG 5 έχει προγραμματίσει για το έτος 2011 έως και 2013 την ηλεκτροδότηση απομακρυσμένων περιοχών και χωρίζεται σε 2 μεγάλες κατηγορίες:

Περιφερειακή Αναβάθμιση: Στο πλαίσιο των βασικών υπηρεσιών αναβάθμισης προς όφελος των απομακρυσμένων και απομονωμένων περιοχών, η Γενική Διεύθυνση Τοπικής Αυτοδιοίκησης (DGCL) σχεδίασε το “Περιφερειακό Πρόγραμμα Αναβάθμισης” με σκοπό τη μείωση της έλλειψης βασικών υποδομών όσον αφορά το οδικό δίκτυο και την πρόσβαση σε ηλεκτρικό ρεύμα και πόσιμο νερό. Στο πλαίσιο αυτό, υπάρχουν σχέδια σύνδεσης όλων των χωριών σε 19 επαρχίες με το δίκτυο (Hoceima, Azilal, Beni Mellal, Boulemane, Chefchaouen, Driouch, Errachidia, Figuig, Guercif, Jerada, Khemisset, Midelt, Ouarzazate, Tata, Taounate, Taroudannt, Taza, Tinghir and Zagora).

Όπου το κόστος ανά νοικοκυριό δεν υπερβαίνει τα 40.000 DH (3,61 ευρώ) και για την DGCL 27000DH (2,44 ευρώ).

Πρόσβαση σε βασικές υπηρεσίες: σύνδεση όλων των χωριών σε 6 επαρχίες με το δίκτυο (Al Haouz, Chichaoua, Essaouira, Marrakech, Rehamna and El-Kalaa des Sraghnas in Tensift region). Όπου το κόστος ανά νοικοκυριό δεν υπερβαίνει τα 40.000 DH και για την τοπική αυτοδιοίκηση τα 27000DH.

Η εφαρμογή του προγράμματος PERG 5 θα βοηθήσει να συνδεθούν 1977 χωριά που αντιστοιχούν σε 61507 νοικοκυρια με συνολικό κόστος 1562 εκατομμύρια ευρώ.

4.1.4.8 Χρηματοδότηση του PERG

Το PERG είναι ένα συμμετοχικό πρόγραμμα χρηματοδοτούμενο από τρεις συνεργάτες, τις τοπικές αρχές, δικαιούχες οικογένειες και το ONE.

Οι τοπικές αρχές συνεισφέρουν 2.085 DH για κάθε δικαιούχο οικογένεια σε μετρητά ή 500 DH το χρόνο κατά τη διάρκεια μιας πενταετούς περιόδου, αντιπροσωπεύοντας έτσι το 20% των επενδύσεων. Η δικαιούχος οικογένεια συνεισφέρει 2.500 DH πληρωτέα με την συνδρομή ή 40 DH τον μήνα τα οποία συμπεριλαμβάνονται μέσα στις εκδόσεις απόδειξης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, για περίοδο 7 ετών. Οι παραπάνω 2 συμμετέχοντες παραμένουν αμετάβλητοι κατά την διάρκεια όλων των κομματιών του PERG. Το ONE συνεισφέρει το υπόλοιπο 55% του ποσού της δαπάνης.

Συνολικά, το ONE προσφέρει χρηματοδότηση ύψους 22,1 εκατομμυρίων ευρώ στα οποία περιέχονται

- Δωρεά 5 εκ. Ευρώ από την Γερμανική Τράπεζα KfW
- Δάνειο με ευνοϊκούς όρους 5 εκ. Ευρώ από την ADF (French Development Agency)
- 1, 25 εκ. ευρώ από την FFEM(French Fund for the World Environment)
- 3, 2 εκ. ευρώ αμοιβή σύνδεσης από τους πελάτες
- 3, 5 εκ. ευρώ από τους μετόχους της εταιρείας

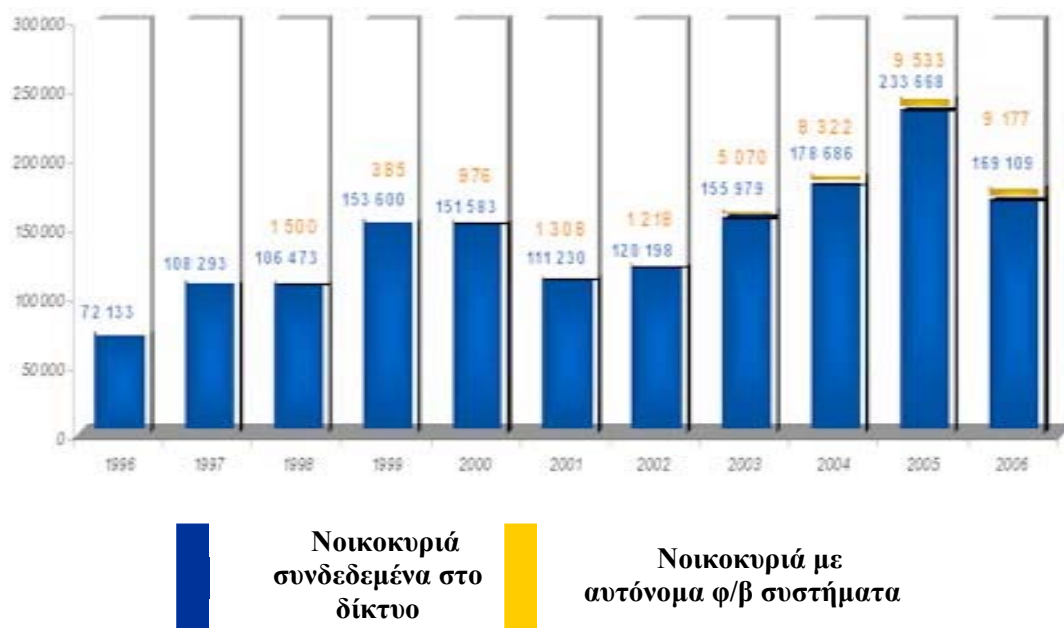
4.1.4.9 Αποτελέσματα του PERG

Μέχρι το τέλος του 2006, το PERG είχε οδηγήσει στην ηλεκτροδότηση 4.095 χωριών μέσω του διασυνδεδεμένου δικτύου και 646 χωριών μέσω φωτοβολταϊκών συστημάτων, σε ποσοστό δηλαδή που έφθανε το 88%.

Οι ακόλουθες γραφικές παραστάσεις παρουσιάζουν αναλυτικά την ετήσια πρόοδο ηλεκτροδότησης χωριών και νοικοκυριών στα πλαίσια του προγράμματος PERG.



Εικ. 4-4 Ετήσια πρόοδος ηλεκτροδότησης στα χωριά



Πιν. 4-3 Ετήσια πρόοδος ηλεκτροδότησης αριθμός κατοικιών

4.1.4.10 Μελέτη Οικονομικών και κοινωνικών επιδράσεων

Το 2003, το ONE πραγματοποίησε μελέτη για τις κοινωνικοοικονομικές επιδράσεις της απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης στο Μαρόκο. Η μελέτη βασίζεται σε ένα δείγμα 300 χωριών διεσπαρμένα σε όλη την έκταση της χώρας.

4.1.4.10.1 Οικονομικές επιδράσεις

Οι οικονομικές επιδράσεις του προγράμματος εξηλεκτρισμού απομακρυσμένων περιοχών φαίνονται αρχικά στα εισοδήματα των νοικοκυριών. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε κέρδος μίας ώρας εργασίας κατά μέσο όρο καθημερινά. Ταυτόχρονα, ποσοστό 56% των ηλεκτροδοτούμενων νοικοκυριών εργάζονται πλέον και τις νυχτερινές ώρες, σε αντίθεση με ποσοστό 41% των νοικοκυριών που δεν διαθέτουν ηλεκτρικό.

Η ανάπτυξη του εμπορίου ήταν ακόμη μία θετική επίδραση του προγράμματος PERG για τις αγροτικές περιοχές του Μαρόκου. Ποσοστό 72% των εμπόρων έχουν καταγράψει αύξηση των κερδών τους, ενώ ποσοστό 55% δείχνει ότι έχουν διευρύνει το πεδίο της δραστηριότητάς τους. Σε αυτό έχει συμβάλει η επιμήκυνση των ωρών εργασίας από 18 σε 22, προς όφελος της νυχτερινής εργασίας. Επίσης το ποσοστό εξοπλισμού κατάλυσης αυξήθηκε από 15% σε 60%. Τέλος, όλες οι νέες επιχειρήσεις των ετών 2002 και 2003 δημιουργήθηκαν στα ηλεκτροδοτημένα χωριά.

Η ανάπτυξη της μικρής βιομηχανίας αποτελεί μία ακόμη θετική επίπτωση της λειτουργίας του PERG, αφού οι νέες επιχειρήσεις των ετών 1998 έως 2003 δημιουργήθηκαν σε ποσοστό 25% των ηλεκτροδοτημένων χωριών.

Τέλος, ποσοστό 20% των χωριών, πιστεύει πως η ηλεκτροδότηση, ειδικότερα αυτή των φρεατίων άρδευσης, βελτίωσε την γεωργία.

Γενικά, μετά την εφαρμογή του προγράμματος εξηλεκτρισμού PERG, πολλά νοικοκυριά παρατηρούν αρκετά μειωμένες δαπάνες σε ενεργειακή κατανάλωση, λόγω της υποκατάστασης πολλών εναλλακτικών ενεργειακών μορφών που χρησιμοποιούνταν προηγουμένως.

Ακόμη, ποσοστό 20% των χωριών θεωρεί πως η ηλεκτροδότηση συνέβαλε στην δημιουργία νέων οικονομικών δραστηριοτήτων που προηγουμένως δεν υπήρχαν. Μερικές από τις δραστηριότητες είναι η δημιουργία εστιατορίων, καφέ, η εισαγωγή φρέσκων τροφών στην αγορά καθώς και μηχανικές δραστηριότητες.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα των οικονομικών δραστηριοτήτων, αν και πραγματικά, εξαρτώνται από την φύση της εκάστοτε δραστηριότητας. Υπάρχουν εμπόδια ακόμη να ξεπεραστούν τα οποία αφορούν κυρίως σε εύρεση κεφαλαίων επένδυσης και έλλειψη γνώσεων των ηλεκτρικών τεχνολογιών.

4.1.4.10.2 Κοινωνικές επιδράσεις

Τα προγράμματα ηλεκτροδότησης επέδρασαν κυρίως στην επιβράδυνση της μετανάστευσης και της αγροτικής εξόδου. Το ποσοστό μείωσης παγκοσμίως είναι της τάξης του 5% αλλά παραμένει εύθραυστο αφού τέτοιου μεγέθους κοινωνικά φαινόμενα χρειάζονται υποδομές πέραν της απλής ηλεκτροδότησης για να παρουσιάσουν σημαντική μείωση. Ιδιαίτερα στον τομέα της γεωργίας, αν και ποσοστό 1,5% του πληθυσμού επέστρεψε σε αγροτικές περιοχές, η ηλεκτροδότηση δεν μπορεί να έχει μεγάλης διάρκειας επίδραση, δίχως ισχυρές υποδομές.

Επίσης, παρατηρήθηκαν αλλαγές και στον τομέα της εκπαίδευσης. Πιο συγκεκριμένα, υπήρξε μια γενική βελτίωση 0,8 ετών στη υποχρεωτική ηλικία σχολικής εκπαίδευσης, ενώ ταυτόχρονα ενισχύθηκε και η μελέτη κατά τις νυχτερινές ώρες.

4.1.5 Λοιπά προγράμματα

4.1.5.1 Το πρόγραμμα απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης της TEMASOL

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας αποδεικνύεται χρήσιμη και βιώσιμη λύση για τους κατοίκους των απομακρυσμένων περιοχών του Μαρόκου, όπου η σύνδεση στο διασυνδεδεμένο δίκτυο είναι ασύμφορη. Ωστόσο, για την ανάπτυξη ενός τέτοιου μοναδικού προγράμματος ηλεκτροδότησης με φωτοβολταϊκά χρειάζεται πρωτοβουλία πολλών φορέων.

4.1.5.1.1 Δημιουργία της TEMASOL

Μέσα από την συνεργασία του Εθνικού Γραφείου Ηλεκτρισμού του Μαρόκου (ONE), της EDF (Électricité de France) και της Total και Tenesol, δημιουργήθηκε ένα καινοτόμο πρόγραμμα το οποίο εξασφαλίζει την προμήθεια ηλιακού εξοπλισμού αλλά και την μακροπρόθεσμη προσφορά υπηρεσιών. Το τελευταίο είναι ιδιαίτερα σημαντικό, διότι ένα απλό πρόγραμμα βοήθειας για τέτοιες περιοχές δεν θα περιελάμβανε την συντήρηση του εξοπλισμού και μετά από την εγκατάσταση.

4.1.5.1.2 Οι μέτοχοι

Η EDF αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες ενεργειακές εταιρείες στην Ευρώπη, με παρουσία σε όλους τους τομείς, από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έως και την εμπορία της. Είναι ο κύριος χειριστής δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη ενώ δραστηριοποιείται σε στρατηγικά στοχοθετημένες περιοχές και στον υπόλοιπο κόσμο. Η Total είναι μία από τις μεγαλύτερες εταιρείες πετρελαίου και φυσικού αερίου παγκοσμίως. Εκτός από την παραγωγή πετρελαίου και διάφορων βιομηχανικών χημικών, παρουσιάζει έντονη δραστηριότητα και στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρισμού, με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η TENESOL είναι μία κοινή θυγατρική της EDF και της Total. Οι δραστηριότητες της TEMASOL, έχουν βασιστεί στο επιχειρησιακό πρότυπο του προγράμματος πρόσβασης της EDF σε αγροτικές περιοχές. Το πρόγραμμα αυτό περιλαμβάνει την δημιουργία μικρών τοπικά οργανωμένων επιχειρήσεων που παρέχουν αγροτικές υπηρεσίες συμπεριλαμβανομένου ηλεκτρικού, νερού, φυσικού αερίου, τηλεφώνου, έχοντας ως σκοπό την άνθηση της τοπικής οικονομικής δραστηριότητας.

4.1.5.1.3 Η λειτουργία της TEMASOL

Η TEMASOL προσφέρει οικιακές ενεργειακές υπηρεσίες που βασίζονται σε φωτοβολταϊκά kit. Το πρόγραμμα αφορά σε αγροτικές περιοχές του Μαρόκου και ειδικότερα σε 24 επαρχίες της χώρας, που αντιπροσωπεύουν 53.000 κατοικίες δηλαδή σχεδόν 370.000 κατοίκους. Το πρόγραμμα λειτουργεί σε 3 φάσεις.

- 1^η Φάση: Η εγκατάσταση ξεκίνησε το 2002 και τελείωσε το 2005, ενώ αφορούσε σε 4 επαρχίες που αντιπροσωπεύουν 16.000 πελάτες
- 2^η Φάση: Η εγκατάσταση ξεκίνησε το 2005 και αφορούσε σε 20 επαρχίες που αντιπροσωπεύουν 37.000 πελάτες.
- 3^η Φάση: Προσθήκη 5.500 πελατών ακόμη στο πρόγραμμα εγκαταστάσεων.

Η Temasol εγγυάται τις υπηρεσίες της για 10 χρόνια, ακόμα και μετά την εγκατάσταση του εξοπλισμού, πρακτική η οποία την καθιστά πρωτοπόρο στον τομέα της απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης. Τα κεντρικά γραφεία της βρίσκονται στη Ραμπάτ, ενώ απασχολεί περισσότερα από 70 άτομα και 70 υπεργολάβους, διεσπαρμένοι σε τοπικά γραφεία σε επαρχίες. Κάθε τοπικό γραφείο βρίσκεται διαχειρίζεται περίπου 500 με 3.000 πελάτες, με προσωπικό 3 με 6 ατόμων και χρήση 1 έως 3 αυτοκινήτων και 1 μοτοσυκλέτας.

Η δραστηριότητα της Temasol αναλύεται ως εξής

- Έρευνα και προώθηση της χρήσης ηλιακής ενέργειας
- Υπογραφή συμφωνιών με πελάτες για υπηρεσίες 10 ετών
- Εφοδιασμός και εγκατάσταση των κιτ μέσα σε 15 ημέρες από την υπογραφή της συμφωνίας
- Συλλογή της μηνιαίας καταβολής από τους πελάτες
- Συντήρηση, επισκευή και αντικατάσταση των εξαρτημάτων (μπαταρία, ρυθμιστής, γλόμποι) μέσα σε 48 ώρες καθώς και ανακύκλωση των μπαταριών
- Διαχείριση του προγράμματος

Για την ηλεκτροδότηση της, κάθε κατοικία εξοπλίζεται με ένα οικιακό ηλιακό σύστημα, που αποτελείται από την μπαταρία, το ηλιακό πλαίσιο και το χειριστήριο. Το ηλιακό πλαίσιο μετατρέπει τις ακτίνες του ηλίου σε ηλιακή ενέργεια και αυτή αποθηκεύεται στην μπαταρία για μετέπειτα χρήση είτε την μέρα είτε την νύχτα. Το ηλεκτρονικό χειριστήριο ελέγχει την φόρτιση και εκφόρτιση της μπαταρίας. Η μπαταρία έχει δυνατότητα παροχής ενέργειας μέχρι 5 μέρες επιτρέποντας στον εξοπλισμό της κατοικίας να λειτουργεί όλο το χρόνο, ακόμα και σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Ο εξοπλισμός που προσφέρει η Temasol ικανοποιεί κύριες ανάγκες των αγροτικών κατοικιών σε ρεύμα. Αυτό σημαίνει τον φωτισμό 4 με 8 γλόμπων χαμηλής κατανάλωσης και μίας υποδοχής για μικρή οπτικοακουστική συσκευή.

Τον Απρίλιο του 2005, εγκαταστάθηκαν 12.000 ηλιακά συστήματα. Με ρυθμό νέων πελατών στους 400 με 700 κάθε χρόνο, οι 16.000 πελάτες της 1^{ης} φάσης του προγράμματος εξυπηρετήθηκαν μέχρι το τέλος του 2005, ένα χρόνο νωρίτερα από ότι προέβλεπε το συμβόλαιο. Η 2η φάση τελείωσε το 2008 με την εξυπηρέτηση 37.000 πελατών σε 24 επαρχίες και ο προϋπολογισμός της έφτανε τα 27 εκ. δολάρια, με επιχορήγηση 22 εκ. δολαρίων από τον ONE.

Στο κεντρικό γραφείο της Temasol, οι υπάλληλοι προσλαμβάνονται και εκπαιδεύονται. Μετά την εκπαίδευση ακολουθεί μια δοκιμαστική περίοδος, κατά την διάρκεια της οποίας παρακολουθούνται πολύ στενά και αξιολογούνται. Μέσω της αξιολόγησης αυτής καθορίζεται σε ποιούς τομείς χρειάζονται περαιτέρω κατάρτιση. Αυτή περιλαμβάνει τεχνικές εγκαταστάσεων και πωλήσεων, συλλογής αμοιβών και μεταπωλήσεων.

Οι υπεργολάβοι που εργάζονται για την Temasol για να εγκαταστήσουν τα ηλιακά συστήματα, είναι ανεξάρτητες επιχειρήσεις. Η ποιότητα της εργασίας είναι πολύ σημαντική επειδή στο τέλος της εγκατάστασης εγγυάται εξυπηρέτηση 10 ετών επιπλέον συντήρησης και αντικατάστασης εξοπλισμού. Κάποιοι υπεργολάβοι μάλιστα δεν προέρχονται από τις περιοχές όπου δραστηριοποιείται η Temasol. Αυτή η τακτική συμβάλλει στη διατήρηση της δυναμικότητας και της αποτελεσματικότητας των υπαλλήλων της Temasol με την περιστροφή τους από παλιές σε νέες αγορές.

4.1.5.1.4 Η χρέωση των πελατών

Κάθε πελάτης πληρώνει μία αρχική χρέωση σύνδεσης και έπειτα μία μηνιαία σταθερή αμοιβή υπηρεσιών. Ο πελάτης βρίσκει διαθέσιμα διαφορετικά επίπεδα υπηρεσιών ανάλογα με τις ανάγκες του και τις φάσεις του προγράμματος. Παρακάτω φαίνεται ένας πίνακας με τα κόστη ανά φάση και ισχύ εγκατάστασης

Πιν. 3-4-4 Κόστος ισχύος εγκατάστασης ανά φάση

ΦΑΣΗ	ΙΣΧΥΣ PV (Watt)	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	ΧΡΕΩΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ (DH)	ΜΗΝΙΑΙΑ ΧΡΕΩΣΗ(DH)
1	50	4 λάμπες, 12V υποδοχή	700,00	65,00
	75	6 λάμπες, 12V υποδοχή	1.800,00	96,00

	100	8 λάμπες, 12V υποδοχή	3.100,00	129,00
η 2 και 3	75	4 λάμπες, 12V υποδοχή	900,00	65,00
	200	4 λάμπες, 12V υποδοχή, ψυγείο	4.000,00	150,00

Η ισοδυναμία μεταξύ του Μαροκινού Dirham και του Ευρώ είναι 1 DH = 0.0878281155 EURO

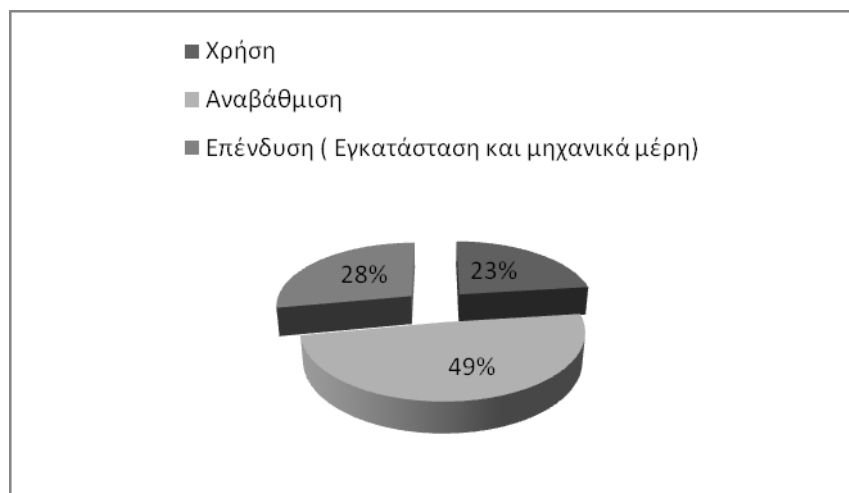
Οι χρεώσεις καθιερώθηκαν με βάση αποτελέσματα προκαταρκτικών μελετών που διεξήχθησαν πριν την εκκίνηση του προγράμματος. Ειδικότερα, προσαρμόστηκαν στους προϋπολογισμούς των τοπικών οικογενειών και είναι σε αναλογία με τα ποσά που ξόδευαν για την αγορά κεριών, γκαζιού, μπαταριών ή την επαναφόρτισή τους. Ακόμη, οι παραπάνω χρεώσεις είναι σε λογικά πλαίσια αφού είναι ισοδύναμες με τις αμοιβές κατανάλωσης των πελατών που συνδέονται στο κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης. Οι χρεώσεις μάλιστα είναι χαμηλότερες από το κόστος του εξοπλισμού και τις λαμβανόμενες υπηρεσίες. Αυτό οφείλεται στις επιχορηγήσεις του ONE για κάθε εγκατάσταση προκειμένου να παρέχονται οι ίδιες ευκαιρίες ενεργειακής πρόσβασης στο Μαροκινό πληθυσμό. Η Temasol επίσης δρα και ως επενδυτής καθότι χρηματοδοτεί μέρος του εξοπλισμού.

Τέλος, οι πληρωμές καταβάλλονται σε υπαίθριες εβδομαδιαίες αγορές (souks) ή σε τοπικά γραφεία της Temasol, σε συχνότητα που προσαρμόζεται στον κάθε πελάτη.

Στο επόμενο σχήμα (Εικ. 4-5) φαίνεται η κατανομή του συνολικού κόστους για κάθε κατοικία στην περίοδο των 10 ετών παροχής υπηρεσιών που εγγυάται η Temasol στους πελάτες της.

Οι μηνιαίες χρεώσεις που συλλέγονται από την Temasol συμβάλουν στην μερική κάλυψη της αρχικής επένδυσης και του κόστους αντικατάστασης εξοπλισμού και συντήρησης που εγγυάται.

Η κύρια χρηματοδότηση της Temasol βασίζεται κυρίως σε επιχορήγηση εξοπλισμού από το ONE, ύψους 28,5 εκ. δολαρίων, δηλαδή 5.100 DH ανά πελάτη. Η χρηματοδότηση του ONE αντίστοιχα βασίζεται σε επιχορηγήσεις 6,5 εκ. δολαρίων από την γερμανική τράπεζα KfW και 6,5 εκ δολαρίων από την AFD (French Development Agency). Το πρόγραμμα επίσης υποστηρίχθηκε στις αρχές του από το FFEM (French Fund of the World Environment) με επιχορήγηση ύψους 1,5 εκ. δολαρίων. Κάθε πελάτης συμβάλει επίσης στη αρχική χρηματοδότηση μέσω της αμοιβής σύνδεσης, ποσό το οποίο ανέρχεται συνολικά στα 4 εκ. δολάρια. Τέλος, οι μέτοχοι της Temasol έχουν συνεισφέρει 4,5 εκ. Δολάρια.



Εικ. 4-5 Κατανομή συνολικού κόστους για κάθε κατοικία

4.1.5.1.5 Επιδράσεις και λόγοι επιτυχίας

Οι δραστηριότητες της Temasol είχαν θετικό αντίκτυπο στην καθημερινή ζωή των κατοίκων των

αγροτικών περιοχών. Η EDF σε συνεργασία με μια συμβουλευτική εταιρεία ξεκίνησε το Νοέμβριο του 2004 μία έρευνα αξιολόγησης του αντίκτυπου που είχε το πρόγραμμα εγκατάστασης ηλιακών συστημάτων στις αγροτικές περιοχές του Μαρόκου. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, που έληξε τον Μάιο του 2005, δείχνουν ότι όπως και με όλα τα ηλιακά συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, έτσι και με αυτά της Temasol βελτιώθηκε δραστικά το επίπεδο ζωής των κατοίκων απομακρυσμένων περιοχών.

Αρχικά παρατηρήθηκαν οικονομικές και κοινωνικές επιδράσεις. Δημιουργήθηκαν νέες θέσεις εργασίας για 81 υπαλλήλους της Temasol καθώς και 31 υπεργολάβους, σε καθένα από τους οποίους παρέχεται υψηλού επιπέδου επαγγελματική κατάρτιση. Ακόμη, η ηλεκτροδότηση των αγροτικών περιοχών του Μαρόκο έχει βελτιώσει τις συνθήκες διαβίωσης των κατοίκων τους και τους έχει ενθαρρύνει να παραμείνουν εκεί, παρά να μεταφερθούν σε πόλεις κοντά στο διασυνδεδεμένο δίκτυο.

Θετικές αλλαγές παρατηρήθηκαν και στον περιβαλλοντικό τομέα και την ασφάλεια. Ειδικότερα, ο ηλεκτρικός φωτισμός έχει αντικαταστήσει τις λάμπες γκαζιού και τα κεριά, ενώ ο νυχτερινός φωτισμός, με την εγκατάσταση ενός εξωτερικού λαμπτήρα, βοηθάει στον έλεγχο των κοπαδιών καθώς και στην αποφυγή κλοπών. Επίσης, δεν είναι αναγκαία η φόρτιση των μπαταριών αφού τα φωτοβολταϊκά πλαίσια επιτρέπουν τη χρήση ηλεκτρισμού καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας.

Το σχέδιο της Temasol αποδείχθηκε ιδιαίτερα επιτυχημένο και βιώσιμο στην εφαρμογή του. Η εξασφάλιση της μακροπρόθεσμης αυτής επιτυχίας βασίζεται στην εφαρμογή του προτύπου «sale of services» ή αλλιώς «πώλησης των υπηρεσιών». Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό και την εφαρμογή του στο Μαρόκο, ο φωτοβολταϊκός εξοπλισμός είναι ιδιοκτησία του ONE. Ο ηλιακός χειριστής Temasol προσφέρει υπηρεσίες εγκατάστασης, συντήρησης και αντικατάστασής του για 10 έτη, ενώ ταυτόχρονα, χρεώνει τον πελάτη ένα μικρό ποσό για την παρεχόμενη ενέργεια.

Ακόμη, αν και το μεγαλύτερο ποσοστό της χρηματοδότησης του σχεδίου αναλαμβάνεται από το ONE και την Temasol, η χρηματική συμμετοχή και των ίδιων των πελατών δημιουργεί αίσθηση ευθύνης και προωθεί το ενδιαφέρον για την σωστή λειτουργία και διατήρηση του εξοπλισμού καθώς και για την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

4.1.5.2 Υβριδικά συστήματα

- Εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με φωτοβολταϊκά

Πρόκειται για το σχέδιο Ounaine, το οποίο δημιουργήθηκε στα πλαίσια Μαροκινής και Ελβετικής συνεργασίας στη περιοχή Ounaine Valley της επαρχίας Tiznit.

- Εγκαταστάσεις ηλεκτρικής ενέργειας που συνδέονται με 2 γεννήτριες, εκ των οποίων η μία ηλιακή.

Το σχέδιο Morena διεκπεραιώθηκε από το CDER, σε συνεργασία με το Ινστιτούτο των Κανάριων Νήσων, στην περιοχή Ouassen στην επαρχία Essaouira

- Εγκατάσταση αιολικής ενέργειας που συνδέεται με γεννήτρια Wind-Diesel

Αφορά στο σχέδιο Lamdint στην περιοχή Troudant που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της Μαροκινής και Γαλλικής συνεργασίας.

- Το σχέδιο Titouy στην περιοχή Chefchaouen στα πλαίσια της Μαροκινής και Ισπανικής συνεργασίας.

4.1.6 Σύνοψη

Το Μαρόκο αποτελεί το σημείο σύνδεσης ολόκληρου του Ευρω-Μεσογειακού δικτύου διασύνδεσης ηλεκτρικής ενέργειας και ως εκ τούτου, η οικονομία του βασίζεται αρκετά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αν και οι κύριες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται είναι ο άνθρακας και το μαζούτ, οι Μαροκινές αρχές έχουν επικεντρωθεί στην ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση, η οποία εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια έχει να

παρουσιάζει πολλές καλές πρακτικές, κυρίως με την χρήση αυτόνομων συστημάτων για τον εξηλεκτρισμό απομακρυσμένων αγροτικών περιοχών. Το Εθνικό Πρόγραμμα Αποκεντρωμένης Ηλεκτροδότησης (PNER), εφαρμόστηκε κάτω από την χρηματοδότηση αυτόνομων τοπικών οργανισμών με στόχο τη βελτίωση του ποσοστού εξηλεκτρισμού, χωρίς ωστόσο να επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Το Παγκόσμιο Πρόγραμμα Εξηλεκτρισμού Απομακρυσμένων Περιοχών (PERG) που ακολούθησε, παρουσίασε εντυπωσιακή πορεία φθάνοντας ποσοστό ηλεκτροδότησης 98% , με χρηματοδότηση από τις τοπικές αρχές δικαιούχες οικογένειες και το ONE. Όπου η σύνδεση με το δίκτυο δεν ήταν εφικτή ή ήταν αντιοικονομική, φωτοβολταϊκά κιτ (Solar Home Systems) χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε κατοικία και χρησιμοποιώντας προσέγγιση Fee For Service, αναθέτοντας σε έναν ιδιωτικό χειριστή την προμήθεια και εγκατάστασή τους, επιτάχυνε τον ρυθμό πραγματοποιήσεων έργων και βελτίωσε την οικονομική και κοινωνική πραγματικότητα των αγροτικών περιοχών. Στα πλαίσια του ίδιου προγράμματος ήταν και η κατασκευή μικρο-υδροηλεκτρικών έργων, αιολικών και υβριδικών συστημάτων.

Τέλος, μέσα από την συνεργασία του Εθνικού Γραφείου Ηλεκτρισμού του Μαρόκου (ONE), της EDF (Électricité de France) και της Total και Tenesol, δημιουργήθηκε ένα καινοτόμο πρόγραμμα το οποίο εξασφαλίζει την προμήθεια ηλιακού εξοπλισμού αλλά και την μακροπρόθεσμη προσφορά υπηρεσιών. Το πρόγραμμα της Temasol, βασίζεται στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, τα οποία ανήκουν στο ONE. Η ίδια η Temasol χρησιμοποιεί το καινοτόμο πρότυπο «sale of services», σύμφωνα με το οποίο εγγυάται τις υπηρεσίες της για 10 έτη. Το πρόγραμμα χρηματοδοτείται από το ONE, την Temasol, αλλά και σε μικρό ποσοστό από τους ίδιους τους πελάτες. Τα αποτελέσματα ήταν ο εξηλεκτρισμός πάνω από 50.000 κατοικιών, δηλαδή σχεδόν 370.000 κατοίκων, ενώ προσθέτονται κατά μέσο όρο 450 νέοι πελάτες καθημερινά. Οι θετικές επιδράσεις της Temasol, φαίνονται στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας καθώς και στον περιβαλλοντικό τομέα.

4.2 ΑΛΓΕΡΙΑ

Η Αλγερία διαθέτει τη μεγαλύτερη μακροπρόθεσμη δυνατότητα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, κυρίως λόγω της ευνοϊκής θέσης της (Εικ. 4-6). Ειδικότερα, βρίσκεται στο βόρειο μέρος της Αφρικανικής ηπείρου και συνορεύει με το Μαρόκο, τη Μαυριτανία, το Μάλι, το Νίγηρα, τη Λιβύη και την Τυνησία.



Εικ. 4-6 Χάρτης της Αλγερίας

Το δυναμικό εκμετάλλευσης ΑΠΕ της Αλγερίας είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Ειδικότερα, η Αλγερία ανήκει στις χώρες με την υψηλότερη ηλιακή ακτινοβολία στον κόσμο, διότι βρίσκεται στην περιοχή γύρω από τον τροπικό του Ισημερινού. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τη μεγάλη της έκταση, την καθιστά ιδανική για την εκμετάλλευση ηλιακών εγκαταστάσεων.

Η Αλγερία είναι ένας από τους σημαντικότερους παραγωγούς και εξαγωγείς πετρελαίου και φυσικού αερίου παγκοσμίως. Στον τομέα του ηλεκτρισμού η Sonelgaz είναι η κύρια κρατική επιχείρηση παραγωγής, μεταφοράς και διανομής, με λειτουργία το 2001, 6.345 MW ισχύος. Επίσης, η Αλγερία διαθέτει διεθνείς συνδέσεις με δίκτυα χωρών της Μεσογείου και συγκεκριμένα 2 συνδέσεις με το Μαρόκο, 4 με την Τυνησία καθώς και με την Ισπανία και την Ιταλία. Στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας α κυριότερα προγράμματα ανάπτυξης αφορούν στην

αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση και σε εφαρμογές υβριδικών ηλιοθερμικών εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρισμού.

4.2.1 Κύριοι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ

Το ενδιαφέρον στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Αλγερία ξεκίνησε με την δημιουργία ειδικών φορέων για την προώθηση της έρευνας και της ανάπτυξης, καθώς και για την ενίσχυση της συμμετοχής του τοπικού και διεθνούς ιδιωτικού τομέα.

Το Υπουργείο Ενέργειας και Ορυκτού Πλούτου (MEM), διαχειρίζεται την παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου, καθώς και την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η APRUE (Agency for the Promotion & the Rationalization of Energy Use) είναι το εθνικό όργανο αρμόδιο για την ενεργειακή αποδοτικότητα και την ορθολογική χρήση της ενέργειας. Ιδρύθηκε το 1985 σύμφωνα με προεδρικό διάταγμα, λειτουργεί υπό την κηδεμονία του Υπουργείου Ενέργειας και Ορυκτού Πλούτου (MEM) και έχει ως αποστολή την εφαρμογή της εθνικής πολιτικής ελέγχου της ενέργειας, και τη μείωση του αντίκτυπου του ενεργειακού συστήματος στο περιβάλλον.

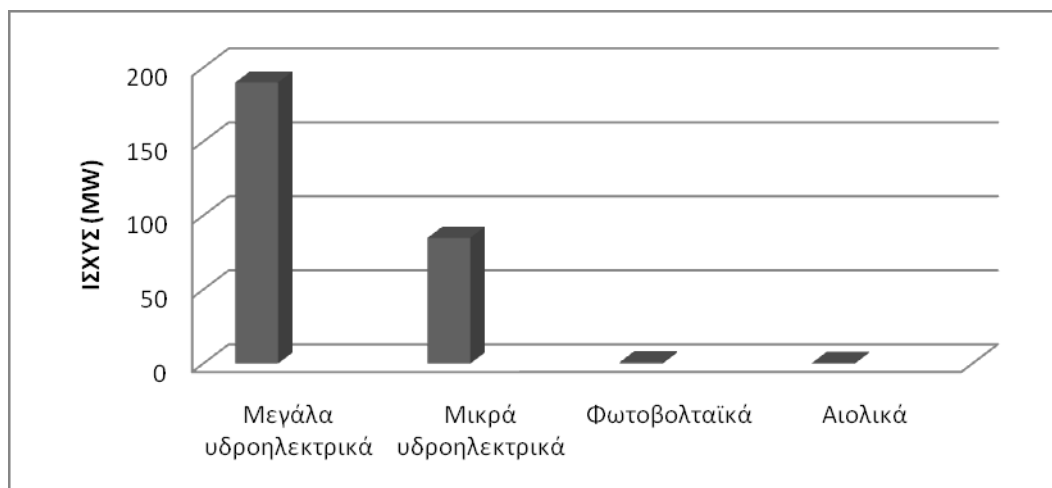
Το CDER (Renewable Energy Development Centre) είναι ένα κρατικό όργανο που καθιερώθηκε το 1988 και κύριο καθήκον του είναι να διεξάγει έρευνα στον τομέα της ηλιακής και αιολικής ενέργειας, στην ενέργεια από βιομάζα καθώς και στα ηλιοθερμικά συστήματα. Επίσης προωθεί επιστημονικά και τεχνολογικά προγράμματα φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων ιδιαίτερα στις ξηρές περιοχές της χώρας.

Η CREG (Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz) είναι το ρυθμιστικό σώμα που ιδρύθηκε το 2005 και είναι αρμόδιο για την πρόβλεψη της ζήτησης, την αδειοδότηση νέων εγκαταστάσεων ηλεκτροπαραγωγής, την εξασφάλιση της πρόσβασης στο δίκτυο για μία ανοιχτή και ελεύθερη αγορά καθώς και τον καθορισμό των τελικών τιμών για τους καταναλωτές. Επίσης είναι υπεύθυνο για την προστασία του καταναλωτή και την τήρηση των περιβαλλοντικών και ποιοτικών κανονισμών.

Η NEAL (New Energy Algeria) είναι μια επιχείρηση ανάπτυξης και επενδύσεων στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η οποία δημιουργήθηκε τον Ιούλιο του 2002 ως κοινοπραξία των Sonelgaz (45%), Sonatrach (45%) και της ιδιωτικής SIM (Semouleries Industrielles de la Mitidja) (10%). Η NEAL είναι υπεύθυνη για την προώθηση και ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ειδικότερα ηλιοθερμικών συστημάτων, αιολικής ενέργειας, βιομάζας, φωτοβολταϊκής παραγωγής και υβριδικών εφαρμογών, καθώς και την εξαγωγή τους. Επίσης, η NEAL είναι μέλος του προγράμματος SolarPACES, για την προώθηση της ηλιακής ενέργειας και των χημικών ενεργειακών συστημάτων της IEA (International Energy Agency). Το τρέχον πρόγραμμα της NEAL περιλαμβάνει την κατασκευή του ηλιοθερμικού σταθμού 150MW, ενός πρωτοποριακού σχεδίου παγκοσμίως στο Hassi R'Mel καθώς και η κατασκευή του πρώτου υβριδικού ατμοηλεκτρικού σταθμού (ΟΗΣΚ) παγκοσμίως στην ίδια περιοχή. Η κατασκευή του αιολικού πάρκου 10MW σε συνεργασία με την συμβουλευτική CDM και η κατασκευή ενός ηλιακού πύργου παραγωγής ενέργειας. Ακόμη, από το 2009, μέσω του προγράμματος "Desertec" έχει ξεκινήσει η δημιουργία πάρκων συγκέντρωσης της ηλιακής θερμικής ενέργειας (CSP) χρησιμοποιώντας εστιακά κάτοπτρα και τη μετατροπή της σε ηλεκτρική.

4.2.2 Συμβολή των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο

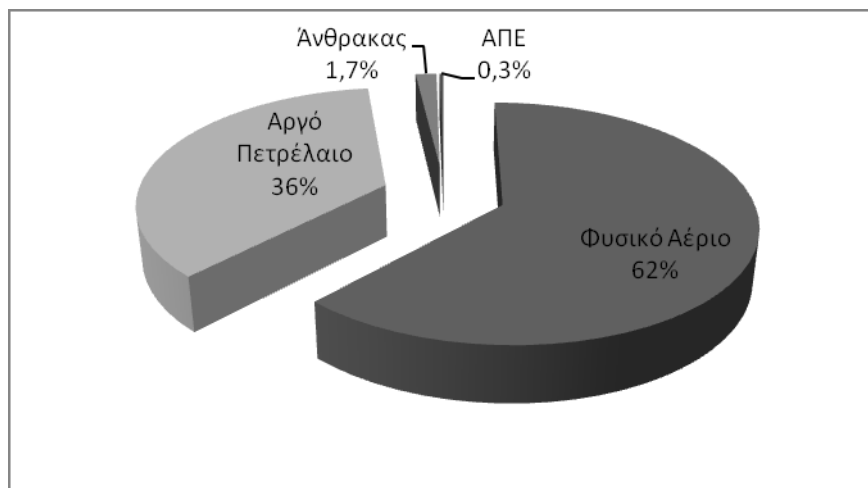
Σύμφωνα με στοιχεία του έτους 2005, η εγκατεστημένη ισχύς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Αλγερία ήταν 276MW (Σχ. 4-1), οφειλόμενη κατά το πλείστον σε υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Ειδικότερα, η ικανότητα των μικρών υδροηλεκτρικών έφθανε τα 85MW ενώ των μεγάλων τα 200MW. Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις διέθεταν ισχύ 1MW και τα αιολικά πάρκα 0,5MW. Έτσι, η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έφθανε τις 0,3TWh.



Σχ. 4-1 Εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ στην Αλγερία το 2005

Όσον αφορά ηλιακούς θερμοσίφωνες (SWH), η εγκατεστημένη επιφάνεια είναι μόνο 1.000 τετραγωνικά μέτρα. Ωστόσο, μελέτη της APRUE δείχνει ότι υπάρχει δυνατότητα επέκτασης σε περιοχές που δεν είναι συνδεδεμένες σε κάποιο δίκτυο ενεργειακής τροφοδότησης, είτε φυσικού αερίου ή ηλεκτροδότησης, και οι οποίες αντιστοιχούν σε σχεδόν 2 εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα εδάφους. Όπως είναι γνωστό όμως και από την μελέτη του Μαρόκου, η ανάπτυξη αυτού του τομέα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από επιχορηγήσεις.

Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας αντιπροσωπεύουν ποσοστό 0,3% στην συνολική κατανάλωση ενέργειας βάσει στοιχείων του έτους 2005, όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχ. 4-2



Σχ. 4-2 Συμμετοχή ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της Αλγερίας

Τα κυριότερα προγράμματα ανάπτυξης ανανεώσιμων μορφών ενέργειας αφορούν στην αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση, η οποία ανέρχεται περίπου σε 4-5MW και σε εφαρμογές υβριδικών ηλιοθερμικών εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρισμού, οι οποίες βρίσκονται ακόμη σε κατασκευή και φθάνουν τα 150MW. Τέτοια προγράμματα παρατίθενται λεπτομερώς στην επόμενη ενότητα.

4.2.3 Εφαρμογές ΑΠΕ και αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση- Καλές πρακτικές

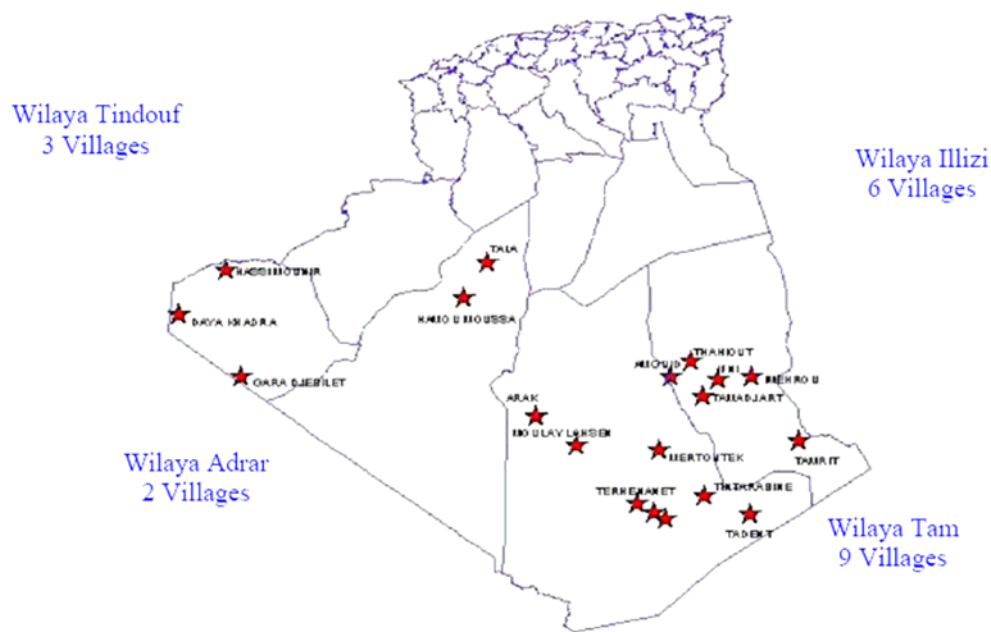
Η τρέχουσα διείσδυση τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και διανεμημένης παραγωγής (Distributed Generation) στην Αλγερία περιλαμβάνει εφαρμογές ηλεκτροδότησης απομακρυσμένων περιοχών, χρησιμοποιώντας μικρά φωτοβολταϊκά (PV) συστήματα και ηλιακούς θερμοσίφωνες για οικιακή χρήση

4.2.4 Πρόγραμμα εξηλεκτρισμού 20 χωριών

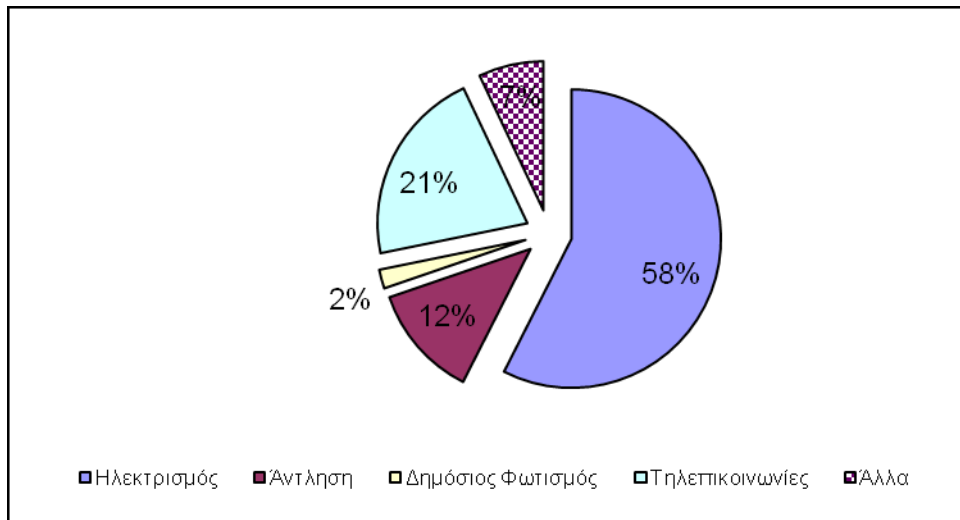
Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, το Υπουργείο Ενέργειας και Ορυκτού Πλούτου-MEM, σε συνεργασία με την κρατική επιχείρηση ηλεκτρισμού Sonelgaz, ανέλαβαν το σχέδιο εξηλεκτρισμού απομακρυσμένων περιοχών της Αλγερίας στο νότιο τμήμα της χώρας.

Το πρώτο μέρος του προγράμματος διήρκεσε από το 1996 έως το 1999, ενώ την κατασκευή του έργου είχε αναλάβει το MEM και την επίβλεψη του η Sonelgaz. Το πρόγραμμα αφορούσε στις επαρχίες, οι οποίες αποτελούνται από μικρά αγροτικά χωριά χωρίς σύνδεση στο κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης, λόγω μεγάλης απόστασης από τον αστικό πληθυσμό της Αλγερίας που τοποθετείται στα παράλια της χώρας (Εικ. 4-7). Η εγκατάσταση 108 φωτοβολταϊκών εφαρμογών πραγματοποιήθηκε σε 20 χωριά, δηλαδή σε 906 κατοικίες, σε έκταση 1 εκατομμυρίου τετραγωνικών χιλιομέτρων στο νότιο τμήμα της Αλγερίας.

Το σχέδιο περιελάμβανε την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, τα οποία εκτός από τον οικιακό ηλεκτρισμό εξυπηρετούσαν και την άντληση νερού με 59kWp, τον δημόσιο φωτισμό με 62 kWp και τις τηλεπικοινωνίες με 350kWp, όπως φαίνεται σε ποσοστά και στο Σχ. 4-3.



Εικ. 4-7Χάρτης απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης 20 χωριών στο νότιο τμήμα της Αλγερίας



Σχ. 4-3 Ποσοστά εγκατεστημένης ισχύος από φωτοβολταϊκά συστήματα ανά τομέα χρήσης

Το δεύτερο μέρος του προγράμματος με διάρκεια από το 2006 έως το 2010 αφορούσε στην ηλεκτροδότηση 16 ακόμη χωριών, δηλαδή 800 κατοικίες, με φωτοβολταϊκά συστήματα συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 500kWp. Η συνολική ισχύς ανά οικισμό παρουσιάζεται στον Πιν. 4-5.

Πιν. 4-5 Λεπτομέρειες ηλεκτροδότησης για κάθε χωριό

Επαρχία (Wilaya)	Πόλη	Χωριό	Αριθμός ηλεκτροδο- τημένων κατοικιών	Αριθμός συστημάτων ανά τύπο			Συνολική εγκατεστημένη ισχύς χωριού kWc
				1,5 kWc	3 kWc	6 kWc	
Tindouf	Gara Djebilet	Gara Djebilet	66	0	9	1	33,0
	Oum el assel	Hassi mounir	42	0	5	1	21,0
	Tindouf	Daya el khadra	48	0	0	4	24,0
Adrar	Timimoun	Tala	33	1	5	0	16,5
	Metarfa	Hamou moussa	12	0	2	0	6,0
Illizi	Illizi	Tihahiout	24	0	0	2	12,0
		Ifni	15	1	0	1	7,5
		Imehrou	33	1	3	1	16,5
		Oued semen	30	0	1	2	15,0
		Tamadjart	48	4	2	2	24,0
Tamanrasset	Ain Amguel	Moulay Lahsen	18	0	1	1	9,0
		Arak	123	1	6	7	61,5
	Idles	Amguid	102	0	1	8	51,0
	Tamanrasset	Indellagh	30	0	1	2	15,0
		Tahifet	123	1	6	7	61,5
		Tahernanet	60	0	4	3	30,0
	Tazrouk	Tintarabin	69	1	3	4	34,5
	Tazrouk	In blel	30	0	1	2	15,0

4.2.5 Σύνοψη

Η Αλγερία διαθέτει τη μεγαλύτερη μακροπρόθεσμη δυνατότητα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, κυρίως λόγω της ευνοϊκής θέσης της στο βόρειο τμήμα της αφρικανικής ηπείρου και της μεγάλης της έκτασης, καθιστώντας την ιδανική για την εκμετάλλευση ηλιακών εγκαταστάσεων.

Πιο συγκεκριμένα, οι εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων και κατανεμημένης παραγωγής στην Αλγερία αφορούν στο πρόγραμμα εξηλεκτρισμού 20 χωριών στις νότιες επαρχίες της υπό την επίβλεψη του MEM και της Sonelgaz, χρησιμοποιώντας μικρά φωτοβολταϊκά συστήματα και ηλιακούς θερμοσίφωνες για οικιακή χρήση. Επιπλέον, αναπτύχθηκε φωτοβολταϊκό πρόγραμμα ηλιακής άντλησης που παρέχει πόσιμο νερό σε χωριά 500 κατοίκων. Τέλος, θέλοντας να συνδυάσει τα τεράστια αποθέματα φυσικού αερίου της με την άφθονη ηλιακή ενέργεια, η Αλγερία στράφηκε προς την παραγωγή υβριδικών ηλιακών εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρισμού και ήδη

κατασκευάζει σταθμό παραγωγής 150MW που συνδυάζει ηλιακά θερμικά με παραβολικά κάτοπτρα και καυστήρα φυσικού αερίου.

4.3 ΑΙΓΥΠΤΟΣ

Η Αίγυπτος τοποθετημένη στο βορειοανατολικό τμήμα της αφρικανικής ηπείρου, καλύπτει έκταση 1.010.000 τετραγωνικών χιλιομέτρων και αποτελεί μία από τις πιο πυκνοκατοικημένες χώρες στην Αφρική και στη Μέση Ανατολή, με πληθυσμό που φθάνει τα 77,4 εκατομμύρια κατοίκους. Η Αίγυπτος είναι σημαντικός παραγωγός και εξαγωγέας ενέργειας αφού έχει άφθονους φυσικούς πόρους. Ειδικότερα, διαθέτει από τα μεγαλύτερα αποθέματα πετρελαίου στην Αφρική και λειτουργεί 9 διυλιστήρια με κύριο το El-Nasr στο Σουέζ, ενώ είναι μέλος του ΟΑΡΕC (Organization of Arab Petroleum Exporting Countries). Επίσης, τα άφθονα αποθέματα φυσικού αερίου, που βρίσκονται κυρίως στη δυτική έρημο και στο Δέλτα του Νείλου, χρησιμοποιούνται σε θερμικούς σταθμούς και εξάγονται στη Μέση Ανατολή, ενώ υπάρχουν σχέδια εξαγωγής τους και στην Ευρώπη.



Εικ. 4-8 Χάρτης της Αιγύπτου

Η Αίγυπτος επιδιώκοντας να αντιμετωπίσει την αυξανόμενη ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια καθώς και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, έχει στραφεί προς την εφαρμογή τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

4.3.1 Κύριοι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ

Στο πλαίσιο του εθνικού ενεργειακού προγραμματισμού, το Υπουργείο Ηλεκτρισμού και Ενέργειας-MOEE παίζει σημαντικό ρόλο στην διαφοροποίηση των ενεργειακών πηγών, τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, της εφαρμογής των μέτρων διατήρησης της ενέργειας και την προώθηση της χρήσης των ΑΠΕ. Επίσης είναι υπεύθυνο για τον καθορισμό των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας για τα διάφορα επίπεδα τάσης και την επίβλεψη της μελέτης και πραγματοποίησης σημαντικών ηλεκτρικών έργων.

Το 1986, ιδρύθηκε η New and Renewable Energy Authority (NREA) για να ενεργήσει ως εθνική πλατφόρμα εισαγωγής και ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Αίγυπτο σε εμπορικό επίπεδο. Η στρατηγική της NREA στοχεύει σε ποσοστό 3% παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ μέχρι το 2010, βασιζόμενη κυρίως στο ηλιακό και αιολικό δυναμικό της χώρας.

Η NREA, διαθέτει κέντρο δοκιμών και πιστοποίησης από το 1996, σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Ένωση και την ιταλική κυβέρνηση. Το κέντρο περιλαμβάνει ένα σύνολο εσωτερικών και υπαίθριων εγκαταστάσεων για την εξέταση και πιστοποίηση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κυρίως φωτοβολταϊκών, ηλιοθερμικών και βιομάζας. Ειδικότερα, διεξάγει δοκιμές απόδοσης, αξιοπιστίας και αντοχής καθώς και δοκιμές περιβαλλοντολογικών επιδράσεων των

συστημάτων και χορηγεί πιστοποιητικά αδειών σύμφωνα με τα αιγυπτιακά και διεθνή πρότυπα.

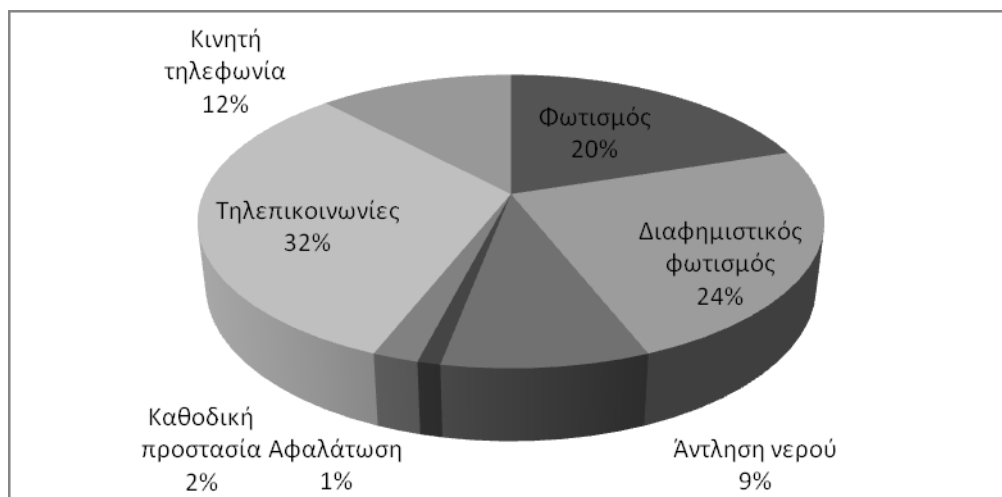
Τέλος, δημόσιοι φορείς όπως το Εθνικό Κέντρο Ερευνών (NRC) και πανεπιστήμια έχουν αναλάβει τόσο ερευνητικές δραστηριότητες όσο και και πιλοτικά έργα εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

4.3.2 Εφαρμογές ΑΠΕ και αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση

Η τρέχουσα διείσδυση τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και διανεμημένης παραγωγής (Distributed Generation) στην Αίγυπτο περιλαμβάνει εφαρμογές ηλεκτροδότησης απομακρυσμένων περιοχών, χρησιμοποιώντας μικρά φωτοβολταϊκά (PV) συστήματα, ηλιακούς θερμοσίφωνες για οικιακή χρήση και αιολικά πάρκα.

4.3.2.1 Φωτοβολταϊκές εφαρμογές

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Αίγυπτο κυμαίνεται μεταξύ 4-4,5MW για εφαρμογές όπως φωτισμός, άντληση νερού, ασύρματες τηλεπικοινωνίες, ψύξη και φωτισμός εμπορικών διαφημίσεων σε εθνικές οδούς, όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχ. 4-4.



Σχ. 4-4 Κατανομή φωτοβολταϊκών εφαρμογών

Τα τελευταία χρόνια έχουν εφαρμοστεί μερικά ενδιαφέροντα προγράμματα απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης με φωτοβολταϊκά συστήματα. Πιο συγκεκριμένα, τον Ιούνιο του 2006 η NREA υπέγραψε πρωτόκολλο συνεργασίας με το Ιταλικό Υπουργείο Περιβάλλοντος, για την ηλεκτροδότηση 2 απομονωμένων περιοχών στο Matrouh Governorate, με φωτοβολταϊκά συστήματα ισχύος 43kW. Στόχος του σχεδίου είναι να παρέχει συστήματα φωτισμού για 2 χωριά στην περιοχή Siwa, ειδικότερα, στο Om El-Saghir στην όαση Garah που περιέχει 75 κατοικίες και στο Ain Zahrah στην όαση Siwa που περιέχει 25 κατοικίες. Συνολικά, το σχέδιο αφορά σε 100 κατοικίες, 80 στύλοι οδών, 3 τζαμιά, 2 κλινικές και ένα σχολείο και ήταν προγραμματισμένο να ξεκινήσει το Νοέμβριο του 2007 και να ολοκληρωθεί 6 μήνες μετά.

Επιπλέον, υπάρχουν περίπου 7 επιχειρήσεις στην Αίγυπτο που δραστηριοποιούνται στον τομέα των φωτοβολταϊκών συστημάτων και μερικές από αυτές εργάζονται πάνω στην συναρμολόγησή τους, με ικανότητα παραγωγής 500kWp ετησίως. Τελευταία ωστόσο, η παραγωγή τους έχει σταματήσει λόγω της εισαγωγής ολοκληρωμένων φωτοβολταϊκών συστημάτων από το εξωτερικό.

Η μελλοντική προοπτική σχεδίων απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης με φωτοβολταϊκά συστήματα είναι μεγάλη. Πιο συγκεκριμένα, περίπου 121 χωριά στην Αίγυπτο που δεν διαθέτουν φωτισμό, πόσιμο νερό, τηλεπικοινωνίες και ιατρικά κέντρα, κρίνονται κατάλληλα για εξηλεκτρισμό με

φωτοβολταϊκά συστήματα. Η εκτιμώμενη εγκατεστημένη ισχύς από τα παραπάνω φθάνει τα 1,2MWp ενώ άλλες χρήσεις τέτοιων συστημάτων μπορούν να εφαρμοστούν για την αντικατάσταση νηζελογεννητριών που δουλεύουν 4-6 νυχτερινές ώρες την μέρα όπως και για την άντληση νερού σε ερημικές περιοχές.

4.4 ΠΑΛΑΙΣΤΙΝΗ

Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ειδικότερα ηλιακής ενέργειας, στην Παλαιστίνη (Εικ. 4-9) αποτελεί μία από τις ισχυρότερες εναλλακτικές λύσεις αντιμετώπισης της απουσίας ορυκτών καυσίμων. Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βασίζεται στην ηλιακή ενέργεια και περιορισμένα στην αιολική ενέργεια και την ενέργεια από βιομάζα. Η Παλαιστίνη δεν διαθέτει ορυκτά καύσιμα και αναγκάζεται να εισάγει πετρέλαιο και ηλεκτρική ενέργεια από το Ισραήλ. Επίσης, έχει στραφεί στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κυρίως για να εξασφαλίσει την ηλεκτροδότηση των διασκορπισμένων πληθυσμών, οι οποίοι δεν διαθέτουν πρόσβαση σε δίκτυο ηλεκτροδότησης.



Εικ. 4-9 Τα Παλαιστινιακά εδάφη

4.4.1 Κύριοι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ

Η Παλαιστινιακή Αρχή Ενέργειας - Palaistinian Energy Authority (PEA) καθιερώθηκε για να διαχειρίζεται και να αναπτύσσει τον τομέα ηλεκτρισμού στην Δυτική Όχθη και την Λωρίδα της Γάζας. Κύριοι στόχοι της είναι, η αξιόπιστη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε προσιτές τιμές, η καθιέρωση νομικής, θεσμικής, οικονομικής, χρηματικής και τεχνικής βάσης για την αποδοτική ανάπτυξη ενεργειακών συστημάτων καθώς και ανασχηματισμός του γενικότερου θεσμικού πλαισίου γύρω από το σύστημα τιμολόγησης του ηλεκτρισμού. Επιπλέον, εστιάζει στην αποκατάσταση των υπαρχόντων δικτύων και στην εποπτεία της κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης των προγραμμάτων ηλεκτρισμού και των δικτύων. Τέλος, πραγματοποιεί τις έρευνες και μελέτες για όλους τους πόρους ενέργειας.

Το Παλαιστινιακό Κέντρο Έρευνας Ενέργειας και Περιβάλλοντος - The Palestinian Energy and Environment Research Center (PEC) είναι το εθνικό ίδρυμα υπεύθυνο για τον προγραμματισμό και συντονισμό θεμάτων ενεργειακής αποδοτικότητας και ΑΠΕ. Πιο συγκεκριμένα, έχει ως στόχους τη διεξαγωγή ενεργειακών ερευνών και μελετών, την ανάπτυξη και πραγματοποίηση εθνικών προγραμμάτων αποδοτικότερης παραγωγής και εκμετάλλευσης της ενέργειας και χρήσης ΑΠΕ καθώς και επιμορφωτικών σεμιναρίων για την προώθηση καθαρών και αποδοτικών τεχνολογιών. Επιπλέον, συνεργάζεται με διεθνείς και τοπικές υπηρεσίες ενέργειας.

Το Ενεργειακό Κέντρο Έρευνας -An Najah National University (ERC), ανήκει στο πανεπιστήμιο El-Najah στην πόλη Nablus και επικεντρώνεται στην έρευνα, ανάπτυξη, στο σχεδιασμό συστημάτων καθώς και στις μελέτες σκοπιμότητας συμβατικών και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενώ μελετά και τις επιδράσεις της ενέργειας στο παγκόσμιο περιβάλλον, την υγεία και την κοινωνική ανάπτυξη.

4.4.2 Εφαρμογές ΑΠΕ και αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση-Καλές πρακτικές

Η Παλαιστίνη διαθέτει υψηλό ηλιακό δυναμικό, γεγονός το οποίο καθιστά δυνατές πολλές εφαρμογές ηλιακής ενέργειας, κυρίως εξηλεκτρισμό με φωτοβολταϊκά συστήματα και χρήση ηλιακής θερμικής ενέργειας.

4.4.2.1 Φωτοβολταϊκές εφαρμογές

Ο εξηλεκτρισμός απομονωμένων αγροτικών περιοχών με φωτοβολταϊκά συστήματα στην Παλαιστίνη θεωρείται περισσότερο εφικτός και αποτελεσματικός σε σύγκριση με άλλες εναλλακτικές λύσεις όπως ηλεκτροδότηση μέσω κεντρικού δικτύου ή νηζελογεννητριών. Πιο συγκεκριμένα, περιορίζεται κυρίως σε σχολεία, κλινικές, κοινότητες Βεδουίνων, αγροκτήματα και ιδιωτικές κατοικίες, ενώ αποσκοπεί στην βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης πληθυσμών απειλούμενων από κατάσχεση γης και διωγμό.

Το 1995, το PEC ξεκίνησε ένα πιλοτικό πρόγραμμα φωτοβολταϊκών εφαρμογών, το οποίο επεκτάθηκε σε σχολεία, νοικοκυριά, και δημόσιες εγκαταστάσεις, παρόλο το υψηλό κόστος που ξεπερνούσε τα 10 δολάρια ανά W . Ειδικότερα, εγκαταστάθηκαν περισσότερα από 90 οικιακά

^p
ηλιακά συστήματα (SHS), μέσω 2 κύριων γερμανικών προγραμμάτων, του Eldorado και του Baden Wurttemberg. Το πρόγραμμα Eldorado, είχε ως στόχο την προώθηση της χρήσης φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων σε αναπτυσσόμενες χώρες. Σύμφωνα με το πρόγραμμα ηλεκτροδοτήθηκαν 104 εγκαταστάσεις που περιελάμβαναν κλινικές, σχολεία και σταθμούς άντλησης νερού. Επιπλέον, μέσω του προγράμματος Baden Wurttemberg επιτεύχθηκε η εγκατάσταση 90 φωτοβολταϊκών συστημάτων σε οικισμούς Βεδουίνων και σχολεία, σε διάστημα 3 χρόνων. Το πιο πρόσφατο πρόγραμμα εξηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά συστήματα αφορά το χωριό Atouf και εφαρμόστηκε από το ερευνητικό ενεργειακό κέντρο του An Najah National University. Το χωριό περιλαμβάνει 25 κατοικίες, κλινική, σχολείο με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 24 KW .

^p
Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς από φωτοβολταϊκά στην Παλαιστίνη ανέρχεται σε 150KW .

^p



Εικ. 4-10 Φωτοβολταϊκά συστήματα για την ηλεκτροδότηση οικισμού Βεδουίνων

Η χρηματοδότηση των παραπάνω προγραμμάτων προέρχεται από διεθνείς επιχορηγήσεις και ιδιωτικές συνεισφορές.

4.4.3 Σύνοψη

Οι κύριες φωτοβολταϊκές εφαρμογές στην Παλαιστίνη, αφορούν σε 2 γερμανικά προγράμματα, το Eldorado και το Baden Wurttemberg, κατά την διάρκεια των οποίων εγκαταστάθηκαν περισσότερα

από 90 ηλιακά συστήματα σε κλινικές, σχολεία και οικισμούς Βεδουίνων. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών στη χώρα είναι 150KWr ενώ υπάρχει προοπτική εγκατάστασης 600KWr στο μέλλον. Η κύρια εφαρμογή ηλιοθερμικής ενέργειας στην Παλαιστίνη είναι για την θέρμανση του νερού, με παραγωγή 940GWh ετησίως, ενώ υπάρχουν και περιορισμένες εφαρμογές βιομάζα.

4.5 ΙΟΡΔΑΝΙΑ

Η Ιορδανία είναι κράτος της Μέσης Ανατολής (Εικ. 4-11) με το 75% του πληθυσμού να ζεί σε αστικές περιοχές ενώ οι νομάδες και οι ημινομάδες αποτελούν το 4% του πληθυσμού. Ο συνολικός πληθυσμός σύμφωνα με την απογραφή η οποία πραγματοποιήθηκε το 2001 είναι 5.153.378.

Η ηλεκτροδότηση απομονωμένων περιοχών αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη της κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης μίας χώρας. Το ποσοστό των κατοίκων το οποίο ηλεκτροδοτείται στην Ιορδανία αγγίζει το 99% του πληθυσμού, όμως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στις απομονωμένες τοποθεσίες οι οποίες βρίσκονται μακριά από το εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο πραγματοποιείται, ως επί το πλείστον μέσω γεννητριών πετρελαίου. Η αξιοποίηση όμως των συστημάτων αυτών εκτός από την ρύπανση που προκαλούν στο περιβάλλον, χρειάζονται συνεχή συντήρηση και επισκευή.



Εικ. 4-11 Η θέση της Ιορδανίας στη μέση Ανατολή

4.5.1 Κύριοι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ.

Η δομή του ηλεκτρικού συστήματος στην Ιορδανία είναι η ακόλουθη :

- Κεντρική Εταιρεία Ηλεκτρικής Ενέργειας - CEGCO (Central Electricity Generating Company) και ο σταθμός της Σάμα παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα.
- Οι ακόλουθες εταιρείες:
 - Εταιρεία Ηλεκτρικής Ενέργειας της Ιορδανίας
 - JEPSCO (Jordanian Electric Power Company)
 - η Επιχείρηση Ηλεκτρισμού της επαρχίας IDECO (Irbid District Electricity Company)
 - η Εταιρεία Διανομής Ηλεκτρισμού Irbid - EDCO (Electric Distribution Company)

είναι υπεύθυνες για τη διανομή στο δίκτυο χαμηλής τάσης ενώ η Εθνική Εταιρεία Ηλεκτρικής Ενέργειας - NEPCO (National Electric Power Company) έχει αναλάβει τη λειτουργία, τη διαχείριση

και την ανάπτυξη του συστήματος και είναι υπεύθυνη για το δίκτυο υψηλής τάσης και τις διεθνείς συνδέσεις. Όλες οι παραπάνω εταιρείες υπόκεινται στο υπουργείο Ενέργειας και Ορυκτών Πόρων (Ministry of Energy & mineral Resources-MEMR) και στη Ρυθμιστική Επιτροπή Ηλεκτρισμού της Ιορδανίας (Energy Regulatory Commission-ERC).

Τέλος το Εθνικό Ενεργειακό Κέντρο Ερευνών (National Energy Research Center-NERC) είναι αρμόδιο το οποίο ιδρύθηκε το 1998 για να εδραιώσει και να συντονίσει όλες τις δραστηριότητες, την αξιοποίηση και την έρευνα των ΑΠΕ.

4.5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ-ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

4.5.2.1 ΣΧΕΔΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗΣ 1985-1993

Τα φ/β συστήματα βρίσκονται ακόμα σε πειραματικό στάδιο στη χώρα και έχουν εφαρμοστεί σε μεμονωμένες περιπτώσεις. Υπάρχουν περίπου 75 εγκατεστημένα συστήματα σε σχολεία, νοσοκομεία και δημόσια κτίρια, ενώ λειτουργούν 22 πειραματικοί σταθμοί άντλησης νερού σε απομακρυσμένες περιοχές. Μερικά φ/β αυτόνομα συστήματα αναφέρονται ενδεικτικά παρακάτω:

-Το 1986, ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα (1.344kW) ανεγέρθηκε από τη Βασιλική Επιστημονική Εταιρεία (RSS) στο νότιο τμήμα της Ιορδανίας σε ένα χωριό το οποίο ονομάζεται Gregra μέσω προγράμματος που υποστηρίχθηκε από το Γερμανικό Ομοσπονδιακό Υπουργείο Οικονομικής Συνεργασίας (BMZ) μέσα από τη Γερμανική Υπηρεσία τεχνικής Συνεργασίας (GTZ). Ο κύριος σκοπός του είναι να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια σε κλινική που εξυπηρετεί περίπου χίλιους κατοίκους της περιοχής.

Το 1987, Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση στην Gregra ακολουθήθηκε από μια άλλη η οποία στήθηκε στην κλινική του χωριού Mathkour Beer. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια DC χρησιμοποιείται στη λειτουργία των λαμπτήρων χαμηλής κατανάλωσης, μια εκπαιδευτική τηλεόραση και ένα ηλιακό ψυγείο για την φύλαξη των φαρμάκων και εμβολίων.

Το 1988, στο ιατρικό κέντρο της Reesheh. Η παραγόμενη ισχύς του συστήματος αυτού χρησιμοποιείται στη λειτουργία του ιατρικού κέντρου σε διαθέσιμα φορτία, όπως τα ψυγεία, τα φώτα, τις τηλεοράσεις και άλλες συσκευές εργαστηρίου.

Το 1988, η Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας σε συνεργασία με τη Βασιλική Επιστημονική Εταιρεία (RSS), είχαν στήσει δύο πανομοιότυπα φ/β συστήματα σε δύο απομακρυσμένα χωριά, και συγκεκριμένα την Al Reesheh και Rahmeh που βρίσκονται στο νότιο τμήμα της Ιορδανία σε μια απόσταση περίπου 80 και 50 χλμ. αντίστοιχα από το αεροδρόμιο Άκαμπα. Οι κύριοι στόχοι των συστημάτων αυτών ήταν να προσδιοριστούν σε ορατό επίπεδο οι περιοχές αυτές για τα αεροπλάνα που εκτελούν πτήσεις προς το αεροδρόμιο Άκαμπα.

-Το 1993, 6 πανομοιότυπα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα σχεδιάστηκαν και ανεγέρθηκαν από τη Βασιλική Επιστημονική Εταιρεία στο νότιο τμήμα της Ιορδανίας σε πέντε απομακρυσμένα χωριά : Beer Mthkour, Wadi Rum, Finan, Titen και Al-Mizfur. Ο κύριος στόχος αυτού του προγράμματος που χρηματοδοτήθηκε από το Υπουργείο Παιδείας, είναι να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια σε σχολεία.

4.5.2.2 ΣΧΕΔΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗΣ 1995-2001

Ένα σχέδιο αγροτικής ηλεκτροδότησης (Rural Electrification Project-PER) έχει εφαρμοστεί στην Ιορδανία σε 999 αγροτικά χωριά που κατοικούνται από 1.863 πολίτες όπως περιγράφει ο Πιν. 4-6.

Πιν. 4-6 Σχέδιο αγροτικής ηλεκτροδότησης σε απομονωμένα χωριά της Ιορδανίας από το 1995 έως και 2001

<i>Έτος Ηλεκτροδότησης Απομακρυσμένων Περιοχών</i>	<i>1995</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>
<i>Αριθμός Ηλεκτροδο- τημένων χωριών</i>	883	898	905	929	982	988	999
<i>Ηλεκτροδο- τημένος πληθυσμός</i>	1511	1574	1635	1696	1759	1810	1863

4.5.2.3 ΣΧΕΔΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗΣ 2002

Μέσω του Ιορδανικού προγράμματος με την ονομασία “Badia” με σκοπό την ηλεκτροδότηση και ανάπτυξη της υπαίθρου, πραγματοποιήθηκαν τον Οκτώβριο του 2002 εννέα φ/β συστήματα σε νοικοκυριά και σε ένα σχολείο στο χωριό Rawdat Al-Bindan (Εικ. 4-12) με πληθυσμό περίπου 113 κατοίκους. Το συνολικό κόστος του έργου έφτασε τα 45000 JOD (50.711,08 euros). Παρόμοια συστήματα πραγματοποιήθηκαν και στα χωριά, Thaghrat Aljob Village στο Ma'an Governorate και Al-Faida χωριό στην περιοχή Ruwaished.



Εικ. 4-12 Αυτόνομο φ/β σύστημα σε κατοικία στο χωριό Rawdat Al-Bindan.

4.6 Λοιπές χώρες της περιοχής

4.6.1 Λίβανος

Η ηλιακή ενέργεια στον Λίβανο χρησιμοποιείται κυρίως για τη θέρμανση του νερού καθώς και για ορισμένες βιομηχανικές διαδικασίες. Ειδικότερα, οι ηλιακοί θερμοσίφωνες χρησιμοποιούνται για οικιακή και εμπορική χρήση ενώ η εγκατεστημένη επιφάνεια ξεπερνά τα 250.000 τετραγωνικά μέτρα και υπάρχουν σχέδια για περαιτέρω ανάπτυξη του τομέα ό

Οι εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι διεσπαρμένες με συνολική εγκατεστημένη ισχύ λιγότερη από 50kW_p. Οι φωτοβολταϊκές εφαρμογές που δεν συνδέονται στο κεντρικό δίκτυο αποτελούν ιδανική λύση για 72.320 κατοικίες οι οποίες παραμένουν χωρίς ηλεκτροδότηση. Το κυβερνητικό σχέδιο προβλέπει ηλεκτροδότηση των παραπάνω κατοικιών μέχρι το 2020, όπως φαίνεται στον παρακάτω (Πιν. 4-7).

Έτος	2006	2010	2020
Κατοικίες (kW)	-	200	6,000
Άλλες χρήσεις (kW)	-	50	1,500
Συνολικά (kW)	-	250	7,500
Συνολικά (GWh)	-	0.52	15.00

Πιν. 4-7 Σχέδιο φωτοβολταϊκών εφαρμογών στο Λίβανο

4.6.2 Συρία

Στη Συρία υπάρχει ένας ενεργός προσανατολισμός για την ανάπτυξη της υπαίθρου και την μείωση της μετανάστευσης από τις αγροτικές περιοχές στις πόλεις.

Τα παραδείγματα έργων μέσω φ/β συστημάτων είναι ακόμη αρκετά μικρά σε μέγεθος:

- ένα φ/β σύστημα άντλησης των 3,5kW
- το έτος 1994 πραγματοποιήθηκε σε δύο χωριά ηλεκτροδότηση μέσω φ/β μέγιστης ισχύος 6,35kW
- και στην περιοχή Zarzita ένας φ/β σταθμός ισχύος 35kW τροφοδοτεί 44 κατοικίες και επιμέρους φ/β εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε 65 κατοικίες σε χωριά της περιοχής Aleppo.

Στη Συρία, η συνολική ισχύς παροχής από φ/β συστήματα είναι 80kW και χρησιμοποιείται για την άντληση νερού, σε ορισμένα πιλοτικά επιστημονικά έργα, για την αφαλάτωση νερού και για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε κατοικίες σε απομακρυσμένες περιοχές της χώρας.

Ακόμη, το 1994 στην περιοχή Quneitra της Νότιας Συρίας εγκαταστάθηκε μια ανεμογεννήτρια 150kW συνδεδεμένη με το δίκτυο και η οποία έχει παραγωγή 0,3 GWh ανά έτος. Υπάρχουν επίσης αυτόνομα συστήματα αιολικής ενέργειας για φόρτιση μπαταριών, άντληση νερού και απόψυξης, ισχύος 750 W έως και 50 kW, τα οποία κατασκευάζονται από την ιδιωτική Συριακή εταιρεία SAC που βρίσκεται στην Adra κοντά στην πρωτεύουσα Δαμασκό.

4.6.3 ΛΙΒΥΗ

Οι εφαρμογές ηλιοθερμικής ενέργειας στην Λιβύη περιορίζονται σε συστήματα ηλιακών θερμοσιφώνων (SWH). Πιο συγκεκριμένα, η χώρα διαθέτει 8.000 συστήματα SWH τα οποία έχουν εισαχθεί από την Ελλάδα, ενώ έχουν πραγματοποιηθεί προγράμματα εγκατάστασης τέτοιων

συστημάτων σε συνεργασία με χώρες όπως η Κύπρος, η Αίγυπτος και η Ιαπωνία. Στο μέλλον η κρατική επιχείρηση ηλεκτρισμού - General Electricity Company (GECOL) [1] σε συνεργασία με την κυβέρνηση της Λιβύης σκοπεύουν να προωθήσουν την αγορά των SWH.

Η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Λιβύη αφορά κυρίως σε τηλεπικοινωνιακά συστήματα και τον εξηλεκτρισμό απομακρυσμένων περιοχών. Ειδικότερα, η εφαρμογή τους σε τηλεπικοινωνιακούς σταθμούς ξεκίνησε ως πιλοτικό πρόγραμμα αντικατάστασης νηζελογεννητριών, και αποδείχθηκε επιτυχημένο παρουσιάζοντας συνολική εγκατεστημένη ισχύ 690kWp το 2007, σε 75 σταθμούς. Επιπλέον, υλοποιείται πρόγραμμα ηλεκτροδότησης 5 χωριών, 120 διεσπαρμένων κατοικιών και 30 αντλητικών συστημάτων με την εγκατάσταση συνολικά 520 φωτοβολταϊκών συστημάτων από την επιχείρηση GECOL και το ερευνητικό κέντρο CSES (center for Solar Energy Studies). Η Λιβύη στοχεύει και στην σύνδεση φωτοβολταϊκών συστημάτων στο κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης, με ένα σχέδιο κατασκευής σταθμού ηλεκτροπαραγωγής 1MW.

4.6.4 Εφαρμογές ΑΠΕ στην Τυνησία

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ ανέρχεται στα 85MW, 62,9MW των οποίων αντιπροσωπεύουν οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί, 20MW οι αιολικοί σταθμοί, 2MW οι φωτοβολταϊκές εφαρμογές και 0,1MW οι εφαρμογές εκμετάλλευσης βιομάζας.

Η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων αφορά στον εξηλεκτρισμό απομακρυσμένων περιοχών στην Τυνησία, συγκεκριμένα 12.000 κατοικιών και περίπου 200 σχολείων, σε 70 αντλητικά συστήματα στο νότιο κυρίως τμήμα της χώρας καθώς και σε προγράμματα αφαλάτωσης νερού. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των παραπάνω ανέρχεται σε 1,4MW εκ των οποίων 1,2MW χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, υπάρχουν σχέδια ηλεκτροδότησης 1.200 ακόμη κατοικιών σε 14 περιφέρειες της χώρας.

Ακόμη, η Τυνησία παρουσιάζει 12 εφαρμογές υβριδικών αιολικών-φωτοβολταϊκών σταθμών παραγωγής, 7 από τις οποίες εγκαταστάθηκαν το 2005 και 5 το 2006. Πιο συγκεκριμένα, η εγκατεστημένη ισχύς των φωτοβολταϊκών συστημάτων κυμαίνεται μεταξύ 0,2-3KW και των αιολικών μεταξύ 0,4-3KW, ενώ οι λειτουργίες που εξυπηρετούν περιλαμβάνουν άντληση και αφαλάτωση νερού, ηλεκτροδότηση και αγροτικές καλλιέργειες **Πηγές Κεφαλαίου**

- [1] <http://www.energypress.gr/news/Freno-apo-Komision-stis-brwmikes-mpiznes-axias-dis.-eyrw-me-ta-aeria-toy-thermokhpoy>
- [2] <http://www.undp.org/content/undp/en/home.html>
- [3] <http://cdm.unfccc.int/about/index.html>
- [4] "Energy Poverty – How to make modern energy access universal?" - International Energy Agency (iea), Undp, United Nations Industrial Development Organization (ONIDO)
- [5] "Εφαρμογές Τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Χώρες της Μεσογείου με Έμφαση στην Ηλιακή Ενέργεια" - Ελένη Δ. Κανατσούλη, 2009, Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, Σχ. ΗΜΜΥ
- [6] Programme d'Electrification Rurale PERG, Office National d'Electricité, www.one.org.ma
- [7] Ministère de l'Énergie et des Mines, <http://www.memalgeria.org/english/index.php>
- [8] Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz, <http://www.creg.gov.dz/fr/accueil.htm>
- [9] NEAL, <http://www.neal-dz.net/>
- [10] Ministry of Electricity and Energy, <http://www.moe.gov.eg/>
- [11] Palaistinian Energy Authority, <http://pea-pal.tripod.com/>
- [12] The Palestinian Energy and Environment Research Center, <http://www.perc.ps/>
- [13] An Najah National University, <http://www.najah.edu/centers/erc>
- [14] F. Abdulla, M. Widyan, Z. Al-Ghazawi, S. Kiwan, H. Abu-Qdais, M. Hayajneh, A. Harb, M Al-Nimr. "Status of Jordan Renewable Energy Sector: Problems, Needs and Challenges", 2004
- [15] Sami Karaki, Fari Chaaban, Riad Chedid, and Toufic Mezher, Ali Hamzeh, Ahmad Harb and Fayeze Abdulla. "Electric Energy Access in Jordan, Lebanon and Syria", 2005
- [16] Eng. Khalid Fayeze Shridah. "Policy Instruments for the Renewable Energy in Jordan", 2003

- [17] National Electric Power Company. “National Electric Power Company and Electricity Sector in Jordan”, 2009
- [18] <http://www.badia.gov.jo/>
- [19] R. Chedid*, F. Chaaban. “Renewable-energy developments in Arabcountries: a regional perspective”, Applied Energy 74 211–220, 2003
- [20] <http://www.memr.gov.jo/Default.aspx>
- [21] <http://www.erc.gov.jo/English/Pages/default.aspx>
- [22] <http://www.nerc.gov.jo/>
- [23] Antonis Tsikalakis, T. Tomtsi, N.D. Hatziargyriou, A. Poulikkas, Ch. Malamatenios, E. Giakoumelos, O. Cherkaoui Jaouad, A. Chenak, A. Fayek, T. Matar, A. Yasin,”Review of Best Practices of Solar Electricity Resources applications in selected Middle East & North Africa (MENA) Countries”, Renewable Energy And Sustainable Reviews, Vol 15, Iss. 6, August 2011,pp 2836-2849.
- [24] Ch. Malamatenios, G. Vezirgianni, El. Giakoumelos, Antonis Tsikalakis, Th. Tomtsi, N. Hatziargyriou, “Concentrated Solar Power (CSP) Technologies And Applications In The Middle East & North Africa (MENA) Countries”,proc of the DEMSEE conference, Sitia,Crete,Greece,23-24 September 2010
- [25] · Γκοράκης Αντώνιος, «Μελέτη, προσομοίωση και βελτιστοποίηση λειτουργίας ηλιοθερμικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Κεντρική Ελλάδα», Ιανουάριος 2012, Διπλωματική Εργασία,ΕΜΠ,Τμ. ΗΜΜΥ
- [26] http://www.gecol.ly/gecol_en/index.php

Κεφάλαιο 5 Χώρες της Υπο-σαχάριας Αφρικής

5.1 ΝΙΓΗΡΙΑ

Η Νιγηρία είναι μια τυπική χώρα της Δυτικής Αφρικής. Εικ. 5-1) στην οποία το 30% του πληθυσμού μένει στα αστικά κέντρα ενώ το υπόλοιπο 70% είναι αγροτικός πληθυσμός και ως επί το πλείστον αγρότες. Το 73% του πληθυσμού της δεν έχει πρόσβαση σε ηλεκτρική ενέργεια (Sunday Vanguard, 2007 and Report submitted to Nigeria University Commission Abuja, 2005) και επομένως είναι σημαντικό να αυξηθεί η πρόσβαση σε ενεργειακές υπηρεσίες στις αγροτικές περιοχές έτσι ώστε να επιτευχθούν οι Αναπτυξιακοί Στόχοι των Ηνωμένων Εθνών (Millennium Development Goals - MDGs UN Energy, 2005) στη Δυτική Αφρική και τη Νιγηρία γενικότερα.



:Εικ. 5-1 Χάρτης της Νιγηρίας

5.1.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ-ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

Η αρχή για την ηλεκτροδότηση των αγροτικών περιοχών της υπαίθρου ξεκίνησε το 1969 με την τότε Στρατιωτική Κυβέρνηση. Το Διοικητικό Συμβούλιο Αγροτικής Ηλεκτροδότησης (The Rural Electrification Board -REB) το οποίο συστήθηκε το 1972 είχε την αρμοδιότητα για την ανάπτυξη και προώθηση της ηλεκτρικής ενέργειας στις περιοχές στις οποίες η Αρχή Ηλεκτρικής Ενέργειας γνωστή ως Power Holding Company of Nigeria (PHCN) δεν διατηρεί εγκαταστάσεις ηλεκτρισμού.

Όμως παράλο τη σύσταση από το 1972 του REB έχουμε πολύ λίγα δείγματα εξηλεκτρισμού στη χώρα, όπως :

Το 1994 στην περιοχή Kwakwalawa της Sokoto State (Εικ. 5-2) ηλεκτροδοτήθηκαν 40 κατοικίες, 8 μαγαζιά της τοπικής αγοράς, 1 σχολείο και φωτισμός δρόμων και το 1998 στην περιοχή Iheakru-Awka της Enugu State (Εικ. 5-3), με χορηγία της Energy Commission of Nigeria σε 50 κατοικίες (2-3 λαμπτήρες ανά σπίτι) και φωτισμός δρόμων.



Fig. 14. 7.2 kWp Village Electrification, Kwalhwalawa, Sokoto State

Εικ. 5-2 Sokoto State



Figure. 12 1.87 kWp PV Village Electrification, Iheakpu-Awka, Enugu State
FIGURE 11. Solar water heater



Fig. 12. 1.87 kWp PV Village Electrification, Iheakpu-Awka Enugu State

Εικ. 5-3 Τπικές εικόνες από Φ/Β του προγράμματος

5.1.2 Πρόγραμμα «The Villasol» από τη Schneider Electric



Η Schneider Electric, ως παγκόσμιος ειδικός στον τομέα της ενέργειας με έδρα την Γαλλία, παρουσίασε το πρόγραμμα «The Villasol», μία πρωτοποριακή λύση για την ηλεκτροδότηση χωριών, κατά τη διάρκεια των εγκαινίων του πρώτου πιλοτικού προγράμματος που εφαρμόζεται στην αγροτική κοινότητα *Asore*, στη Νιγηρία.

Η λύση «The Villasol» είναι μία μικρή μη συνδεδεμένη με το δίκτυο φωτοβολταϊκή εγκατάσταση για την ηλεκτροδότηση απομακρυσμένων αγροτικών περιοχών. Περιλαμβάνει φωτοβολταϊκά πάνελ, μία συστοιχία μπαταριών και ένα σταθμό φόρτισης μπαταριών για κοινή χρήση.

Η εγκατάσταση καλύπτει τις ανάγκες της τοπικής και της επιχειρηματικής κοινότητας, όπως τα σχολεία, τα κέντρα υγείας, το σύστημα ύδρευσης και το δημόσιο φωτισμό για περίπου 100 νοικοκυριά, χωρίς σύνδεση στο εθνικό δίκτυο.

- Φωτισμός και ηλεκτρικές συνδέσεις σε 24ωρη βάση για το μοναδικό σχολείο του χωριού, καθώς και την ηλιακή παραγωγή ρεύματος. Οι εγκαταστάσεις αυτές έχουν άμεση σύνδεση με το σταθμό φόρτισης Villasol επιβεβαιώνοντας τη διαθεσιμότητα ηλεκτροδότησης οποιαδήποτε στιγμή.
- Κάλυψη των βασικών αναγκών φωτισμού των νοικοκυριών μέσω φορητής λάμπας και συστήματος μπαταριών, όπου οι κάτοικοι του χωριού μπορούν να επαναφορτίσουν. Μέσω της πληρωμής για την επαναφόρτιση της μπαταρίας οι κάτοικοι μπορούν να ελέγξουν την κατανάλωσή τους. Η συγκεκριμένη λάμπα και το σύστημα φόρτισης λέγεται «In-Diya» και πρόκειται για ένα ηλιακό σύστημα φωτισμού για το σπίτι που διατίθεται ήδη στο εμπόριο από τη Schneider Electric στην Ινδία και στο Μπαγκλαντές.

Το «The Villasol» σε συνεργασία με το «In-Diya» παρέχουν μία «πράσινη» λύση για την ηλεκτροδότηση των αγροτικών περιοχών. Η απόσβεση της εγκατάστασης Villasol στην *Asore* εκτιμάται γύρω στα πέντε έτη, λόγω του κόστους καλωδίωσης και του επιχειρηματικού μοντέλου του σταθμού φόρτισης της μπαταρίας. Το «The Villasol» και το «In-Diya» αναπτύσσονται στο πλαίσιο του προγράμματος BipBop¹ της Schneider Electric για την πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια.

5.1.3 BipBop Programme:

“Βελτίωση της πρόσβασης σε αξιόπιστη, οικονομικά προσιτή και καθαρή ενέργεια για τους ανθρώπους οι οποίοι βρίσκονται στη βάση της οικονομικής πυραμίδας.”

Η Schneider Electric έχει αναπτύξει ένα βιώσιμο παγκόσμιο πρόγραμμα για να φέρει ασφαλή και καθαρό ηλεκτρισμό στους ανθρώπους που τη χρειάζονται περισσότερο. Με τη θέληση για συμμετοχή των τοπικών κοινοτήτων και των τοπικών φορέων σε κάθε χώρα, το πρόγραμμα BipBop εξετάζει τρία βασικά ζητήματα για τη βιώσιμη πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια:

1. την έλλειψη κατάλληλου εξοπλισμού μέσω της εύρεσης μιας επαρκούς προσφοράς
2. την έλλειψη οικονομικών πόρων που διατίθενται για καινοτόμους επιχειρηματίες που θα ασχοληθούν με την ενέργεια μέσω της βοήθειας της χρηματοδότησης
3. την έλλειψη τεχνογνωσίας μέσω της τεχνικής και επαγγελματικής κατάρτισης.

5.1.3.1 Στόχοι του BipBop έως το 2011:

1.000.000 νοικοκυριά τα οποία ανήκουν στη βάση της οικονομικής πυραμίδας να έχουν πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια χάρη στη Schneider Electric.

10.000 νέοι οι οποίοι ανήκουν στη βάση της οικονομικής πυραμίδας να έχουν αποκτήσει κατάρτιση στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας.

5.2 Κένυα

Η Κένυα είναι μια οικονομικά υποανάπτυκτη γεωργική χώρα της Ανατολικής Αφρικής (Εικ. 5-4) με έκταση 580.367 km² και πληθυσμό 39.002.772, με βάση εκτιμήσεων τον Ιούλιο του 2009. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (International Energy Agency (IEA), 2002), τα συνολικά ποσοστά ηλεκτροδότησης για τις αστικές περιοχές ανέρχονται στο 51% και για τις αγροτικές περιοχές στο μόλις 5%. Ένας λόγος για 'αυτό το χαμηλό επίπεδο της ηλεκτροδότησης στις αγροτικές περιοχές είναι η έλλειψη χρηματοδότησης για την κάλυψη του κεφαλαίου και το λειτουργικό κόστος για την παραγωγή, μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία είναι υψηλότερες από ό, τι στις αστικές περιοχές. Επιπλέον, το υψηλό κόστος σύνδεσης σε συνδυασμό με την χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και χαμηλών εισοδημάτων μεταξύ των αγροτικών νοικοκυριών είναι ακόμη εμπόδια για την ηλεκτροδότηση των νοικοκυριών αυτών.

Τα περισσότερα αγροτικά νοικοκυριά καταναλώνουν παραδοσιακές πηγές ενέργειας που προέρχεται από τα καύσιμα από ξύλο, κάρβουνο, γεωργικά υπολείμματα και την κοπριά αγελάδων. Στην πραγματικότητα, η κυρίαρχη πηγή ενέργειας για τα μη ηλεκτροδοτημένα νοικοκυριά στην Κένυα είναι κυρίως καύσιμα από ξύλο και κάρβουνο. Το καύσιμο ξύλο παρέχει το 70% της ενέργειας για όλους τους τομείς της χώρας, με εξαίρεση τη μεταφορά και τον εμπορικό τομέα.



Εικ. 5-4 Η θέση της Κένυας στην Ανατολική Αφρική

5.2.1 Κύριοι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ.

Η διεθνής υποστήριξη για τον εξηλεκτρισμό απομακρυσμένων περιοχών ξεκίνησε στα τέλη του 1970 και αυξήθηκε κατά τη διάρκεια των χρόνων που ακολούθησαν μετά τη Διάσκεψη των Ηνεμένων Εθνών για το περιβάλλον -UN Conference on Environment and Development (UNCED)- το 1992 στο Ρίο ντε Τζανέιρο στην Βραζιλία.

Η κυβέρνηση ίδρυσε το 1973 "Πρόγραμμα Ηλεκτροδότησης Απομακρυσμένων Περιοχών" επιδοτώντας την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στις αγροτικές περιοχές. Την ίδια χρονιά ορίστηκαν οι "East African Power and Lighting Company (EAPL)" και "Power & Lighting Company

(KPLC)'' ως οι εκτελεστικοί οργανισμοί για το πρόγραμμα. Το Υπουργείο Ενέργειας ήταν υπεύθυνο για τον συνολικό συντονισμό του προγράμματος.

5.2.1.1 Αρχή Ηλεκτροδότησης Αγροτικών - Rural Electrification Authority

Η Αρχή Ηλεκτροδότησης Αγροτικών Περιοχών ιδρύθηκε το 2006 και δημιουργήθηκε με σκοπό να επιταχυνθεί ο ρυθμός ηλεκτροδότησης των απομονωμένων περιοχών και κατά συνέπεια η κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη της χώρας, μια αρμοδιότητα την οποία είχε προηγουμένως αναλάβει το Υπουργείο Ενέργειας.

Οι αρμοδιότητες της είναι:

- Έρευνα, ανάπτυξη και οικονομική διαχείριση (εφαρμογή και προμήθεια κονδυλίων) του Αγροτικού Προγράμματος Ηλεκτροδότησης
- Προώθηση της χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας συμπεριλαμβανομένων μικρά υδροηλεκτρικά, αιολική, ηλιακή, γεωθερμική ενέργεια και υβριδικά συστήματα.
- Προκήρυξη και ανάθεση συμβάσεων για παροχή αδείας ηλεκτροδότησης απομονωμένων περιοχών.

5.2.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ – ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

5.2.2.1 Οικιακά Φωτοβολταϊκά Συστήματα – Solar Home Systems

Η Εθνική Εταιρεία Ηλεκτρικής Ενέργειας της Κένυας: Kenya Power and Light Company- KPLC αντιμετωπίζει δυσκολίες στην επέκταση του δικτύου και δεν μπορεί να ικανοποιήσει τις αγροτικές περιοχές με παροχή ρεύματος. Ο αγροτικός πληθυσμός αποτελεί το 75% του συνολικού πληθυσμού και μόνο το 3,4% έχει πρόσβαση στον ηλεκτρισμό.

Στα μέσα της δεκαετίας του 1980 ξεκίνησε μια σημαντική μείωση του κόστους των φ/β και η αύξηση της αποδοτικότητας τους. Η αγορά απογειώθηκε μετά το 1987, όταν πάνελ άμορφου πυριτίου των 12W εισήχθησαν στη χώρα για λιγότερα από 100 δολάρια. Η κυβέρνηση μείωσε τους δασμούς για τα φωτοβολταϊκά πάνελ έως 5%, αφαιρώντας την προστιθέμενη αξία φόρου και κατά συνέπεια μειώνοντας την τιμή τους κατά 15-20 %.

Από το 1990 περισσότερα από 2.5 MW ισχύος φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν πωληθεί σε ιδιώτες και περισσότερο από το 60 % των πωλήσεων αυτών διοχετεύτηκε σε οικιακά φ/β συστήματα. Μέχρι το 1999, 3-4% του αγροτικού πληθυσμού είχε αποκτήσει ένα φωτοβολταϊκό σύστημα και τουλάχιστον το 70 % είχε επίγνωση τι ήταν ένα τέτοιο σύστημα.

Στην αρχή της αγοράς φ/β οι περισσότεροι αγοραστές ανήκαν στην ανώτερη μεσαία τάξη, δεδομένου ότι η τιμή των υλικών ήταν πολύ υψηλή. Λόγω της αναπόφευκτης μείωσης του κόστους αυτό προκάλεσε μεγαλύτερη ζήτηση για απόκτηση της φ/β τεχνολογίας και μεγάλος αριθμός της μεσαίας τάξης νοικοκυριών άρχισαν να αγοράζουν μικρά φ/β για φωτισμό και τηλεόραση. Η νέα φάση στην άνθηση της ανάπτυξης των φ/β ήταν η εμφάνιση της μίσθωσης και αγοράς υπηρεσιών, η οποία επέτρεψε στους Κενυάτες χωρίς μεγάλο εισόδημα να έχουν πρόσβαση στα φ/β συστήματα με πίστωση.

Περισσότεροι από 30.000 μικροί ηλιακοί συλλέκτες, καθένας από 12 έως 30 Watt, πωλούνται ετησίως στην Κένυα.

5.2.2.1.1 Επιχειρήσεις πώλησης φ/β συστημάτων

Επί του παρόντος, τουλάχιστον 15 ιδιωτικές επιχειρήσεις πώλησης φωτοβολταϊκών συστημάτων λειτουργούν σήμερα στην Κένυα. Από τα μέσα της δεκαετίας του '80 περισσότερα από 200.000 φ/β συστήματα έχουν πωληθεί στη χώρα.

Ο Harold Burris, πρώην εθελοντής στο ειρηνευτικό σώμα των ΗΠΑ, ξεκίνησε μια μικρή

επιχείρηση πώλησης μικρών φ/β συστημάτων σε μια μικρή περιοχή έξω από τη πρωτεύουσα Ναϊρόμπι το 1984, η οποία παρήγαγε καφέ. Αυτή ήταν η πρώτη αντιπροσωπεία φ/β στην Κένυα και το 1990 είχε πουλήσει περίπου 500 συστήματα. Το 1985 ο Harold Burris και ο Mark Hankins (κι αυτός πρώην εθελοντής στο ειρηνευτικό σώμα των ΗΠΑ) απέκτησαν χρηματοδότηση από την Αμερικάνικη Υπηρεσία για την Διεθνή Ανάπτυξη (US Agency for International Development (USAID)) για τη δημιουργία εργαστηρίου εκπαίδευσης τεχνικών εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων. Πολλοί από αυτούς οι οποίοι φοίτησαν στο παραπάνω εργαστήριο δημιούργησαν αργότερα επιτυχημένες φ/β επιχειρήσεις οι οποίες διαφημίζονται με ευφύης τρόπους όπως δείχνει η Εικ. 5-5.



Εικ. 5-5 Η καλύτερη δοκιμασμένη διαφήμιση στην Κένυα (Πηγή: αυτοκόλλητα προφυλακτήρα τα οποία διανέμονται στην Κένυα από το Free Energy Europe, 2000).

5.2.2.2 Πρόγραμμα Νεολαίας Κοινότητας Κιμπέρας-The Kibera Community Youth Program (KCYP)

Το παραπάνω πρόγραμμα ξεκίνησε με ένα απλό σχέδιο συναρμολόγησης ηλιακών φωτοβολταϊκών στην Κιμπέρα στο Ναϊρόμπι, μία από τις μεγαλύτερες παραγκουπόλεις στην υποσαχάρια Αφρική. Το πρόγραμμα προσφέρει στους νέους ευκαιρίες απασχόλησης για την συναρμολόγηση μικρών και οικονομικά προσιτών φ/β συστημάτων. Με την χρήση αυτών των πάνελ μπορούν να φορτίζουν κινητά τηλέφωνα ή να ακούν ραδιόφωνο. Το KCYP κέρδισε το Παγκόσμιο βραβείο Ενέργειας το 2007 για την πρωτοποριακή εργασία του.

5.2.2.3 Scaling-Up Renewable Energy Program in Low Income Countries (SREP)

Η Κένυα είναι μια από τις έξι πιλοτικές χώρες (Ethiopia, Honduras, Kenya, Maldives, Mali and Nepal) οι οποίες έχουν επιλεγεί ώστε να επωφεληθούν από το πρόγραμμα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στις χώρες χαμηλού εισοδήματος (Renewable Energy Program in Low Income Countries (SREP)). Το SREP λειτουργεί υπό την αιγίδα του Αναπτυξιακού Ταμείου Επενδύσεων - Climate Investment Funds (CIF). Χρηματοδοτείται από διμερείς αναπτυξιακούς εταίρους, το Τμήμα Διεθνούς Ανάπτυξης (Department for International Development -DFID) και από την κυβέρνηση της Ολλανδίας. Η Αφρικανική Τράπεζα Ανάπτυξης (The African Development Bank -AfDB) και η Παγκόσμια Τράπεζα (the World Bank Group -WBG) -η οποία είναι ο κύριος φορέας για το SREP- συμπεριλαμβανομένης και της International Finance Corporation (IFC) θα διαχειρίζονται από κοινού τα προγράμματα για την Κένυα.

5.2.2.3.1 Στοιχοι του SREP

Στόχος του προγράμματος SREP είναι να εφαρμοστούν πειραματικά οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και να αποδείξει με αυτόν τον τρόπο την καλύτερευση της οικονομικο-κοινωνικής και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Η αρχική κατανομή είναι 50 εκατομμύρια δολάρια μέχρι στιγμής. Δεν γνωρίζουμε όμως αν αυτό το ποσό θα διατεθεί για τον εξηλεκτρισμό των απομονωμένων περιοχών ή θα διατεθεί για μεγάλα έργα π.χ αιολικά πάρκα ή υδροηλεκτρικά.

5.2.2.4 Solar Maasai Project

Τον Σεπτέμβριο του 2009, η εταιρεία Solar Maasai ξεκίνησε ένα πρόγραμμα εγκατάστασης

φωτοβολταϊκού συστήματος 5 kWatt για ένα σχολικό κτίριο με την ονομασία “ Empruken Primary” εκτός δικτύου στην περιοχή Enoosaen νοτιοδυτικά της Κένυας (Εικ. 5-6). Το “The World Centric” υποστήριξε το έργο αυτό με χορηγία 1.500 δολάρια. Το σχολείο διαθέτει πλέον φωτισμό, υπολογιστές και ψυγείο για τα εμβόλια.



Εικ. 5-6 *Solar Maasai Project* στο “Empruken Primary School”

5.2.2.5 Ηλιακά Φανάρια – Solar Latern

Ένα βελτιωμένο ηλιακό φανάρι της τάξης των 5, 7 και 9W σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε από την εταιρεία Intermediate Technology Consultants (ITC). Ο στόχος τους ήταν η παροχή φωτισμού με χαμηλό κόστος για τις αγροτικές οικογένειες της Αφρικής. Για τα νοικοκυριά τα οποία χρησιμοποιούν κηροζίνη ή κεριά για το φωτισμό τους αλλά και γι’ αυτούς τους οποίους ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα είναι πολύ ακριβό. Η μέγιστη τιμή του ηλιακού φαναριού και του πάνελ δεν ξεπερνάει τα 100 ευρώ. Η διάρκεια φωτισμού είναι 4-5 ώρες κάθε βράδυ, η συνολική διάρκεια ζωής του είναι 6 χρόνια με 1 χρόνο εγγύηση και οι πελάτες έχουν πρόσβαση σε οικονομικά προσιτές τιμές σε εύκολα διαθέσιμα ανταλλακτικά. Το προϊόν ενσωματώνει επίσης μια υποδοχή εξόδου 9V, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τροφοδοτήσει ένα μικρό ραδιόφωνο. Πάνω από 1 εκατομμύριο ηλιακά φανάρια έχουν διατεθεί μέχρι στιγμής στην Κένυα: Εικ. 5-7, Εικ. 5-8).



:Εικ. 5-7 *Μαγειρική για το οικογενειακό δείπνο, Rift Valley, Κένυα.*



Εικ. 5-8 Διάβασμα μαθήτριας κατά τις βραδινές ώρες με την βοήθεια του ηλιακού φαναριού.

5.2.2.5.1 Ηλιακά φανάρια για το δημοτικό σχολείο Mukuri

Η εκπαίδευση είναι ένας από τους καλύτερους τρόπους για να τελειώσει ο κύκλος της φτώχειας. Και όμως, όταν πέφτει το σκοτάδι σε εκτός δικτύου περιοχές, οι μαθητές πρέπει να κλείσουν τα βιβλία τους και να πάνε στο κρεβάτι.

Στο σχολείο Mukuri (Εικ. 5-9) το 2010 προσφέρθηκαν 25 ηλιακά φανάρια για τα παιδιά και 10 φανάρια για τους δασκάλους. Χορηγοί σε αυτό το εγχείρημα ήταν οι "the Rosier Life Trust" και μερικοί ενδιαφερόμενοι γονείς από το σχολείο St. Margaret's School της Αγγλίας.

Τα ηλιακά φανάρια θα ανήκουν στο σχολείο και στη συνέχεια θα μπορούν οι μαθητές να τα δανείζονται για να τα χρησιμοποιούν για το διάβασμα τους το βράδυ. Παρατηρήθηκε ότι υπήρξε αύξηση στην σχολική απόδοση και αύξησε το ποσοστό στην κατ' οίκον εργασία των μαθητών.



Εικ. 5-9 Ηλιακά φανάρια στο δημοτικό σχολείο Mukuri

5.2.2.6 Παιδικό χωριό SOS της Μομπάσα - The First Solar-Powered SOS Children's Village

Το παιδικό χωριό SOS βρίσκεται στη βόρεια ακτή του κόλπου της Μομπάσα, 500 μέτρα από την ακτή. Αποτελείται από 16 αίθουσες διδασκαλίας, μία βιβλιοθήκη, μία αίθουσα πολλαπλών χρήσεων, καθώς και μιας διοικητικής μονάδας. Κάθε σπίτι αποτελείται από έναν μικρό κήπο, όπου καλλιεργούνται φρούτα και λαχανικά και πραγματοποιείται και εκτροφή σε κατσίκες, αγελάδες και

χήνες. Αυτός ο τρόπος ζωής συμβάλει στο να ζούν με αυτάρκεια τα 120 παιδιά που φιλοξενούνται στο χωριό αυτό.

Τον Ιούλιο του 2011 πραγματοποιήθηκε μια εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος συνδεδεμένο με το δίκτυο. Είναι το πρώτο φωτοβολταϊκό σύστημα για τα παιδικά χωριά ΣΟΣ και το πρώτο σύστημα του είδους του στην Κένυα (Εικ. 5-10).



Εικ. 5-10 Τα παιδιά στο χωριό SOS κοιτάζουν τα φ/β πάνελ.

Το έργο χρηματοδοτήθηκε από τον εταιρικό συνεργάτη Danone Holland και από την Γερμανική κυβέρνηση. Την υλοποίηση πραγματοποίησε η γερμανική εταιρεία Asantys Systems GmbH και ο εταίρος της στην Κένυα African Solar Designs Ltd, η οποία ανέλαβε και εξ' ολοκλήρου την συντήρηση του συστήματος.

5.2.2.7 UNDP - KENYA

Τον Νοέμβριο του 1964 υπεγράφη συμφωνία μεταξύ της κυβέρνησεως της Κένυας και του UN System. Στην Κένυα, το UNDP υποστηρίζει τις αναπτυξιακές δραστηριότητες της χώρας, μέσα από τη διαδικασία χρηματοδότησης τους. Ο ΟΗΕ και ο συντονιστής της ανθρωπιστικής βοήθειας κύριος Aeneas Chuma, ξεκίνησαν το πρόγραμμα ‘‘Αναπτυξιακή Βοήθεια των Ηνωμένων Εθνών’’ - the United Nations Development Assistance Framework (UNDAF) για την χρονική περίοδο 2009-2013 στην Κένυα με απώτερους στόχους :

- Την βελτίωση διακυβέρνησης και υλοποίηση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων
- Την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου ανθρώπων χαμηλού οικονομικού επιπέδου
- Προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης, με έμφαση τις ευάλωτες ομάδες, για μείωση της φτώχειας και της πείνας.

Για το παραπάνω εγχείρημα θα χρειαστούν περίπου 635 εκατομμύρια δολάρια κατά τη διάρκεια της πενταετούς περιόδου για την επίτευξη του επιδιωκόμενου αποτελέσματος.

5.2.2.7.1 GEF-UNDP Small Grants Programme- GEF-UNDP Πρόγραμμα μικρών επιχορηγήσεων

Το παραπάνω πρόγραμμα διαθέτει επιχορηγήσεις στις κοινότητες με στόχο την αντιμετώπιση προβλημάτων του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων και κατά προέκταση την βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης. Παροχή βιώσιμων ενεργειακών υπηρεσιών που υποστηρίζουν την ανάπτυξη και εφαρμογή των πλαισίων για την ενσωμάτωση των ενεργειακών υπηρεσιών σε όλους τους τομείς.

Έργα

- ‘‘Ανάπτυξη και Εφαρμογή Προτύπων και Πρόγραμμα Επισήμανσης για την Ανάπτυξη στην Ανατολική Αφρική’’ (‘‘Development and Implementation of a Standards and Labeling Programme in Kenya with Replication in East Africa’’). Έργο με προϋπολογισμό 2.350 εκατομμυρίων δολαρίων. Στόχος η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την χρήση συσκευών κυρίως στον οικιακό τομέα.

- “Προώθηση στην αγορά με υψηλής απόδοσης σόμπες βιομάζας σε ιδρύματα και μεσαίες επιχειρήσεις (“Market Transformation for Highly Efficient Biomass Stoves for Institutions and Medium-sized Enterprises”). Έργο με προϋπολογισμό 6.650 εκατομμύρια δολάρια. Σκοπός αυτής της πρωτοβουλίας είναι η υιοθέτηση και προώθηση βιώσιμων πρακτικών και τεχνολογιών για την ενέργεια σε σχολεία, νοσοκομεία και μικρο-μεσαίες επιχειρήσεις σε απομονωμένες περιοχές.
- Έργο με προϋπολογισμό 2 εκατομμύρια δολάρια με στόχο την μείωση της φτώχειας και την δημιουργία σύνδεσης του προβλήματος αυτού με το περιβάλλον.

5.2.3 ΣΥΝΟΨΗ

Η Κένυα είναι μια χώρα με πολύ υψηλό ποσοστό των κατοίκων της οι οποίοι δεν έχουν πρόσβαση στο πολύτιμο αγαθό του ηλεκτρισμού. Αυτό οφείλεται στις μεγάλες αποστάσεις που υπάρχουν μεταξύ των απομονωμένων αγροτικών χωριών αλλά και στην υποβαθμισμένη οικονομική κατάσταση της χώρας, η οποία δεν επιτρέπει την χρηματοδότηση για την σύνδεση απομακρυσμένων περιοχών στο δίκτυο, αλλά ούτε και επιδοτήσεις για την αγορά εναλλακτικών μορφών παραγωγής ενέργειας. Τα περισσότερα εγχειρήματα όσον αφορά τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και συγκεκριμένα τα φωτοβολταϊκά συστήματα πραγματοποιούνται ή χρηματοδοτούνται συνήθως από μη κυβερνητικές οργανώσεις και ιδιώτες. Στην αγορά αυτό που επικρατεί μέχρι στιγμής είναι η πώληση μικρών φωτοβολταϊκών συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρισμού για φωτισμό μίας λάμπας, τηλεόρασης, ραδιόφωνο και φόρτιση κινητού τηλεφώνου.

5.3 Ζάμπια



Εικ. 5-11 Η θέση της Ζάμπια στην Αφρική

Η Ζάμπια είναι μια ηπειρωτική χώρα στη Νότια Αφρική. Σε καταγραφή το 2009 ο πληθυσμός της χώρας ανερχόταν στα 9,9 εκατομμύρια, το 65% εξ' αυτών ζει σε αγροτικές περιοχές και παρά την αφθονία της χώρας σε φυσικούς πόρους, μόλις ένα ποσοστό της τάξης του 2,2% στις αγροτικές περιοχές έχει πρόσβαση στον ηλεκτρισμό και το 78% βρίσκονται στα επίπεδα της φτώχειας. Το δίκτυο είναι απίθανο να επεκταθεί μακριά από τις αστικές περιοχές για αρκετές δεκαετίες και η πυκνότητα του πληθυσμού είναι πολύ χαμηλή (κατά μέσο όρο 13,1 κάτοικοι ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο). Ως εκ τούτου η Ζάμπια είναι μια χώρα όπου η διάδοση των αυτόνομων συστημάτων μέσω ΑΠΕ είναι άκρως απαραίτητη.

5.3.1 ΚΥΡΙΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

Η κυβέρνηση τη Ζάμπια δημιούργησε την Αρχή Ηλεκτροδότησης Αγροτικών περιοχών-Rural

Electrification Authority (REA) για την εφαρμογή καινοτόμων προσεγγίσεων για την ηλεκτροδότηση απομονωμένων περιοχών και για την επίβλεψη του Ταμείου Ηλεκτροδότησης Αγροτικών περιοχών- Rural Electricity Fund (REF)

Τα Μέτρα που έχουν ληφθεί έως σήμερα έτσι ώστε να διευκολυνθεί η πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια στις αγροτικές περιοχές περιλαμβάνουν την υιοθέτηση μιας νέας Εθνικής Ενεργειακής Πολιτικής - National Energy Policy (NEP) το 1994, η οποία είχε ως στόχο την διευκόλυνση της πρόσβασης στην ηλεκτρική ενέργεια και την προώθηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Για να διευκολυνθεί η εφαρμογή της νέας πολιτικής, η κυβέρνηση θέσπισε ένα νομικό πλαίσιο σχετικά με την ηλεκτρική ενέργεια με το νόμο περί "Ρύθμισης της Ενέργειας - the Electricity Act and the Energy Regulation Act το 1995, το οποίο επέτρεψε τη συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα.

Το 2003, η κυβέρνηση θέσπισε ένα νόμο για τον αγροτικό εξηλεκτρισμό-Rural Electrification Act για τη δημιουργία υπηρεσιών που ασχολούνται αποκλειστικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Μικρά-υδροηλεκτρικά και φωτοβολταϊκά συστήματα θεωρήθηκαν σημαντικές εναλλακτικές λύσεις. Ωστόσο, αρχικά η εφαρμογή των τεχνολογιών αυτών είχε μια σειρά από δυσκολίες λόγω του υψηλού αρχικού κόστους καθώς και την έλλειψη ενημέρωσης και γνώσης του αντικειμένου. Η στρατηγική περιλάμβανε έρευνα και ανάπτυξη, παροχή φορολογικών διευκολύνσεων και παροχή εγγυήσεων από τράπεζες πρόθυμες να δανείσουν ιδιώτες για τη δημιουργία μικρο-υδροηλεκτρικών και φ/β συστημάτων.

5.3.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ – ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

5.3.2.1 Πιλοτικό πρόγραμμα παροχής ενεργειακών υπηρεσιών

Οι Εταιρείες Ενεργειακών Υπηρεσιών - Energy Service Companies (ESCO), δημιουργήθηκαν στην ανατολική επαρχία της χώρας. Το πρόγραμμα χρηματοδοτήθηκε από την Σουηδική Υπηρεσία Διεθνούς Ανάπτυξης-Swedish International Development Agency (SIDA), το Πανεπιστήμιο της Ζάμπια-University of Zambia και από το Ινστιτούτο Περιβάλλοντος της Στοκχόλμης-Stockholm Environment Institute (SEI) από το 1999 έως και τέλη Δεκεμβρίου 2005 για την περιοχή Mbumwae. Η στήριξη προήλθε κατόπιν αιτήματος της κυβέρνησης της Ζάμπια το 1996. Δύο εταιρείες αυτόνομων ενεργειακών συστημάτων έχουν δημιουργηθεί κοντά στα σύνορα με τη Μοζαμβίκη και το Μαλάουι, μία στη Nyimba η οποία ονομάζεται LESCO και ένα στη Chipata η οποία ονομάζεται CHESCO.

Στο πρόγραμμα ESCO, η κυβέρνηση της Ζάμπια αγοράζει τα φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία στη συνέχεια δανείζουν στις εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών, οι οποίες έχουν διορία έως και 20 χρόνια για να εξοφλήσουν το δάνειο. Οι εταιρείες αυτές εγκαθιστούν τα φ/β συστήματα στα νοικοκυριά και στα καταστήματα με χρέωση και ο πελάτης θα καταβάλει μια μηνιαία δόση για όσο χρονικό διάστημα οριστεί σε συνεργασία με την εκάστοτε εταιρεία. Τυπικές τέτοιες τιμές παρουσιάζονται στον Πιν. 5-2.

Κάθε εταιρεία ενεργειακής υπηρεσίας έχει μια λίστα αναμονής πολλών εκατοντάδων πελατών για φωτοβολταϊκά συστήματα. Οι μικρές επιχειρήσεις μέσω των ηλιακών συστημάτων επεκτείνουν το ωράριο εργασίας τους οπότε και βελτιώνεται η παραγωγή των εσόδων τους. Στα νοικοκυριά, τα ηλιακά συστήματα βελτιώνουν την ποιότητα ζωής, παρέχοντας βασικές ανάγκες όπως φωτισμό, τηλεόραση και ραδιόφωνο και μεγάλη βοήθεια στην εκπαίδευση των μαθητών γιατί μπορούν να μελετούν και τις βραδινές ώρες.

Δυστυχώς όμως λόγω του πολύ χαμηλού βιοτικού επιπέδου στη χώρα, δεν έχουν όλοι τη δυνατότητα απόκτησης ενός φ/β συστήματος. Μέχρι σήμερα έχουν εγκατασταθεί 400 ηλιακά συστήματα.

Υπήρχαν τρεις προτάσεις οι οποίες μπορούσαν να καλύψουν τις εκάστοτε ανάγκες του κάθε πελάτη.

- Πάνελ 50W – 70W και 10Ah μπαταρία χωρίς inverter
- Πάνελ 20W – 120W και 150Ah και ίσως ένα μικρό μετατροπέα

- Πάνελ 120W – 150W για ένα σύστημα με ψυγείο

Τα τυπικά στοιχεία ενός τέτοιου συστήματος παρουσιάζονται στον Πιν. 5-1.

Πιν. 5-1 Προσδιορισμός των στοιχείων του πιο απλού οικιακού φωτοβολταϊκού συστήματος από την ESCO

<i>Στοιχείο</i>	<i>Ισχύς</i>	<i>Περιγραφή</i>
1 Φ/Β Πάνελ	50Wp	Κρυσταλλικό πυρίτιο σύμφωνα με τις προδιαγραφές του JPL (USA) or JRC(Italy)
1 Μπαταρία	90-105 Ah	Ξηρού τύπου. Κύκλοι ζωής 250-300. Βάθος εκφόρτισης 85% της χωρητικότητας.
1 Ρυθμιστή Φόρτισης	12A	Με δυνατότητα σύνδεσης έως και τριών πάνελ
4 Λάμπες	6-13 W, 12V DC	Λιγότερο από 40 lumens/W η κάθε λάμπα
1 Πρίζα	12 V DC	Για σύνδεση με ραδιόφωνο ή μικρή τηλεόραση

Πιν. 5-2 Μηνιαίο κόστος (εκτιμήσεις το 1998) για τις υπηρεσίες ηλιακών συστημάτων ενέργειας.

<i>Μέγεθος Συστήματος</i>	<i>Ηλιακό Φανάρι</i>	<i>40Wp SHS</i>	<i>50Wp SHS</i>	<i>75Wp SHS</i>
<i>Μηνιαίο τέλος (σε ZMK, νόμισμα της Ζάμπια)</i>	8,000	23,000	25,000	30,000
<i>Μηνιαία Ισοδυναμία σε δολάρια</i>	1.6	4.6	5	6

Η υψηλότερη διαθεσιμότητα στην ηλεκτρική ενέργεια θα μπορούσε να βοηθήσει στην τόνωση της γεωργικής παραγωγής, την ενίσχυση εξόρυξης των πληθώρα σε αριθμό ορυκτών που διαθέτει η χώρα, δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο θέσεις εργασίας και κατά συνέπεια μείωση των επιπέδων της φτώχειας. Ακόμη θα μπορούσε να συμβάλει στην βελτίωση της παροχής κοινωνικών υπηρεσιών και στη μείωση της ρύπανσης σε εσωτερικούς χώρους καθώς θα μειωνόταν η χρήση κηροζίνης και η καύση ξύλων.

5.3.2.1.1 Solar Aid

Η Solar Aid είναι μια ιδιωτική εταιρεία η οποία ξεκίνησε τον Ιούλιο του 2003 με επίκεντρο την εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων σε σχολεία, κλινικές και κέντρα υγείας στην κοινότητα Lusaka. Πλέον πραγματοποιούνται εγκαταστάσεις από την δυτική Mongu έως την ανατολική Chipata.

Συνολικά, 46 εγκαταστάσεις έχουν πραγματοποιηθεί, φέρνοντας ηλεκτρικό ρεύμα σε κοινότητες οι οποίες δεν είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο σε όλη τη νότια Ζάμπια.



Εικ. 5-12 *Ενθουσιασμένοι μαθητές σε μια πρόσφατη εγκατάσταση σε μια δοτική επαρχία της χώρας*

Τον Ιούλιο του 2009, η Solar Aid ξεκίνησε την εκστρατεία του "microsolar", κατάρτιση επιχειρηματιών, οι οποίοι ονομάστηκαν "SunnyMoney Sellers" έτσι ώστε να είναι σε θέση να διανέμουν προϊόντα ηλιακής ενέργειας σε όλες τις απομακρυσμένες αγροτικές κοινότητες οι οποίες χρησιμοποιούσαν την τοξική καύση κηροζίνης για φωτισμό. Έως σήμερα, 15 δραστήριοι επιχειρηματίες έχουν ιδρύσει την δική τους ανεξάρτητη επιχείρηση και συνολικά πάνω από 1.500 μονάδες έχουν πουληθεί.

5.3.3 ΣΥΝΟΨΗ

Προκειμένου τα φωτοβολταϊκά να είναι σε θέση να συμβάλουν στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης στις αγροτικές περιοχές της Ζάμπιας σε ευρύτερη κλίμακα, χρειάζεται ένα εθνικό πρόγραμμα για τον εξηλεκτρισμό των αγροτικών περιοχών, πέρα από ένα πιλοτικό πρόγραμμα και κάποιες ιδιωτικές εταιρείες. Από την εμπειρία του πιλοτικού αυτού έργου είναι σαφές ότι υπάρχει ανάγκη για μια σταθερή υποδομή, η οποία θα βοηθήσει να ξεπεραστεί το μεγάλο εμπόδιο της χρηματοδότησης, το οποίο δημιουργεί φραγμούς στους απλούς φτωχούς ανθρώπους να έχουν πρόσβαση σε ένα τέτοιου είδους πολύτιμο αγαθό όπως το ηλεκτρικό ρεύμα.

5.4 Εγκαταστάσεις με τη βοήθεια του UNDP στις περιοχές αυτές

5.4.1 Τανζανία

5.4.1.1 Πρόγραμμα: "Energy & Environment Mitigation to Climate Change"

Ένα πενταετές πιλοτικό σχέδιο μέσω του προγράμματος του Undp "Energy & Environment Mitigation to Climate Change" ξεκίνησε τον Απρίλιο του 2004 στις περιοχές Mwanza της Τανζανίας και ολοκληρώθηκε τον Απρίλιο του 2009 με κόστος χρηματοδότησης \$100.000, σε συνεργασία του Undp και του Υπουργείου Ενέργειας και Ορυκτών - Ministry of Energy and Minerals (MEM).

Το έργο είχε ως στόχο τη μείωση της ενέργειας που σχετίζονται με τις εκπομπές CO₂ με την υποστήριξη της αγοράς φωτοβολταϊκών ως υποκατάστατα των ορυκτών καυσίμων (κηροζίνη), τα οποία χρησιμοποιούνται για το φωτισμό στις απομακρυσμένες αγροτικές περιοχές, που είναι εκτός σύνδεσης με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.

Το έργο εγκατέστησε περισσότερα από 80 φωτοβολταϊκά συστήματα σε μικρές εμπορικές επιχειρήσεις έτσι ώστε να αποδείξει τη λειτουργικότητα, την εφαρμοσιμότητα και την παραγωγική χρήση της τεχνολογίας στην ανάπτυξη των αγροτικών επιχειρήσεων και τη μείωση της φτώχειας. Με

αυτόν τον τρόπο, η τεχνολογία συνέβαλε στην επιβίωση των ανθρώπων μέσω της αύξησης των εσόδων από τη μείωση του κόστους λειτουργίας των επιχειρήσεων, τη δημιουργία ευκαιριών απασχόλησης και την εξοικονόμηση εκπομπών CO₂ με τη χρήση των φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών.

5.4.1.1.1 Επιτεύγματα του έργου.

- Η ευαισθητοποίηση πάνω σε αυτού του είδους τα προγράμματα οδήγησε στην αφαίρεση των φόρων και των δασμών για όλα τα ηλιακά φωτοβολταϊκά στοιχεία έως τον Ιούλιο του 2005
- Η ζήτηση της ηλιακής ενέργειας στα καταστήματα με φ/β συστήματα στην Mwanza αυξήθηκε κατά 3000% (μέσος όρος 5 ερωτήσεις / ημέρα).
- Σε περισσότερα από 100 δημόσιους οργανισμούς π.χ. νοσοκομεία και σχολεία εγκαταστάθηκαν φωτοβολταϊκά συστήματα.
- Ο αριθμός των επιχειρήσεων με πώληση φ/β, αυξήθηκε κατά 112%
- Πάνω από 200 τεχνικοί από τη Mwanza και τις γειτονικές περιοχές εκπαιδεύτηκαν πάνω στην εγκατάσταση, συντήρηση και αντιμετώπιση προβλημάτων στα φ/β συστήματα.
- Αναπτύχθηκε και προωθήθηκε πρόγραμμα σπουδών με θέμα την ηλιακή ενέργεια σε μαθήματα Επαγγελματικής Εκπαίδευσης.
- Το έργο διευκολύνει την ενσωμάτωση της ηλιακής ενέργειας στον ετήσιο σχέδιο προϋπολογισμού των τοπικών αρχών στις περιοχές Mwanza και σε τρεις άλλες περιοχές: Kagera, Mara και Shinyanga.

5.4.2 Ουγκάντα

Τα νησιά Bufumira βρίσκονται στην περιοχή Kalangala στην Ουγκάντα, στην Δυτική Όχθη της λίμνης Victoria. Η περιοχή Kalangala περιλαμβάνει 84 νησιά, από τα οποία τα 70 κατοικούνται και δεν είναι διασυνδεδεμένα στο ηλεκτρικό δίκτυο. Πριν την εφαρμογή του έργου οι ενεργειακές ανάγκες των κατοίκων καλύπτονταν μέσω μπαταριών ξηρού τύπου μιας χρήσεως, μέσω καύσεως κηροζίνης, παραφίνης και καυσόξυλα.

5.4.2.1 Πρόγραμμα "Bufumira Islands Alternative Energy Demonstration Project"

Το Νοέμβριο του 2000, με τη βοήθεια του Undp, το πρόγραμμα "Bufumira Islands Alternative Energy Demonstration Project" εφαρμόστηκε από την οργάνωση "Ένωση Νησιωτικής Ανάπτυξης Bufumira" - "Bufumira Islands Development Association (BIDA)" με κόστος επιχορήγησης σχεδίου 41.290 δολάρια μέσω δανειδιοδότησης. Η οργάνωση BIDA σε συνεργασία με την "Τεχνολογική Ανάπτυξη Δικτύων της Ανατολικής Αφρικής" - "East African Energy Technology Development Network (EAETDN)" προσέφεραν τεχνική υποστήριξη

5.4.2.2 Υλοποίηση Σχεδίου :

Η υλοποίηση του σχεδίου περιλαμβάνει τις εξής εγκαταστάσεις:

- Περιοχή Musoni: Υβριδικός σταθμός με 3 ανεμογεννήτριες 400W η κάθε μία σε συνδιασμό με έξι φ/β πάνελ χρησιμοποιείται για φόρτιση συσσωρευτών (το κόστος για τη φόρτιση κάθε μπαταρίας ανέρχεται στο 1 δολάριο τη φορά και τα κεφάλαια κατανέμονται : 30% για το τεχνικούς, 50% για την αποληρωμή του δανείου στην τράπεζα, και 20% για τα έξοδα συντήρησης).
- Περιοχή Bufumira : Φ/β σταθμός με 7 φ/β πάνελ, 3 ρυθμιστές φόρτισης και 2 μπαταρίες των 100Ah τροφοδοτούν με ηλεκτρική ενέργεια το γραφείο της οργάνωσης BIDA και το τοπικό σχολείο πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης καθώς και για επαναφόρτιση μπαταριών για τους υπόλοιπους κατοίκους.

- Περιοχή Bukasa : Φ/β σταθμός 8 φ/β πάνελ, 3 ρυθμιστές φόρτισης, 1 μετατροπέα και 2 μπαταρίες των 100Ah τροφοδοτούν με ρεύμα το σχολείο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης καθώς και στην επαναφόρτιση συσσωρευτών για τους υπόλοιπους κατοίκους.

5.4.2.2.1 Αποτελέσματα:

- 1 Το έργο έχει βοηθήσει στη μείωση της καύσης κηροζίνης – παραφίνης και καυσόξυλων καθώς και στην απόρριψη των μπαταριών ξηρού τύπου μιάς χρήσης με τη χρήση των επαναφορτιζόμενων μπαταριών και την εκπαίδευση των πελατών για τη σωστή χρήση τους και συντήρηση.
- 2 Τουλάχιστον 12 μέλη της κοινότητας Musoni έχουν αυξήσει το εισόδημα τους με το να έχουν αναλάβει την επαναφόρτιση των μπαταριών για τα υπόλοιπα μέλη της κοινότητας.
- 3 Καλύτερες συνθήκες για την εκπαίδευση στα 2 σχολεία και δυνατότητα στους μαθητές να διαβάζουν και τις νυχτερινές ώρες στα σπίτια τους με τη χρήση των επαναφορτιζόμενων μπαταριών.

5.4.2.2.2 Συμπεράσματα :

Το έργο αυτό απέδειξε πως η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούν να επιφέρουν βελτίωση στις τοπικές κοινωνίες και στην μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Ωστόσο υπάρχει πολύ μεγαλύτερη ανάγκη στην περιοχή για εγκατάσταση και άλλων σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και αναβάθμιση αυτών των προσπαθειών για την κάλυψη των αναγκών όλων των πολιτών, αφού υπάρχουν πολλά νησιά στη περιοχή τα οποία δεν έχουν πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια.

5.5 Πηγές κεφαλαίου

- [1] Schneider Electric. http://www2.schneider-electric.com/corporate/en/press/press-releases/viewer-press-releases.page?c_filepath=/templatedata/Content/Press_Release/data/en/shared/2011/11/20111108_schneider_electric_unveils_villasol_its_village_electrification_soluti.xml
- [2] <http://www2.schneider-electric.com/sites/corporate/en/group/sustainable-development-and-foundation/social-commitments/communities.page>
- [3] Schneider Electric's. "Access to energy – BipBop Programme", 2010
- [4] S O Igbinovia, P E Orukpe. "Rural electrification: the propelling force for rural development of Edo State, Nigeria", 2007
- [5] Sabah Abdullaha and Anil Markandyab. "Rural electrification programmes in Kenya: Policy conclusion from a valuation study", 2009
- [6] Mark Hankins. "A case study on private provision of photovoltaic systems in Kenya"
- [7] Arne Jacobson. "Connective Power: Solar Electrification and Social Change in Kenya", World Development Vol. 35, No. 1, pp. 144–162, 2007
- [8] Richard D. Dukea, Arne Jacobsonb, Daniel M. Kammenb. "Photovoltaic module quality in the Kenyan solar home systems market", Energy Policy Volume 30, Issue 6 Pages 477–499, May 2002
- [9] Global Energy Network Institute (GENI) "Proof it can exist: A non-subsidized market for photovoltaics in rural Kenya" <http://www.geni.org/globalenergy/research/ruralelectrification/casestudies/kenya/index.shtml>
- [10] Richard D. Dukea, Arne Jacobsonb, Daniel M. Kammenb. "Photovoltaic module quality in the Kenyan solar home systems market", Energy Policy 30 477–499, 2002
- [11] "KENYA : Scaling-Up Renewable Energy Program (SREP Joint Development Partner Scoping Mission)", 2011
- [12] <http://www.uncsd2012.org>
- [13] <http://solarmaasai.blogspot.com/>

- [14] <http://www.sos-usa.org/newsroom/press-releases/pages/kenya-first-solar-powered-sos-childrens-village.aspx>
- [15] <http://www.solanterns.com/>
- [16] <http://www.sos-usa.org/newsroom/press-releases/pages/kenya-first-solar-powered-sos-childrens-village.aspx>
- [17] <http://www.ke.undp.org/>
- [18] http://www.rea.co.ke/index.php?option=com_content&task=view&id=50&Itemid=72
- [19] <http://rael.berkeley.edu/sites/default/files/very-old-site/aSikeny.html>
- [20] Kieron Crawley. "Micro Solar Latern For Rural Households"
- [21] <http://www.climateparl.net/cp/102>
- [22] <http://solar-aid.org/projects/all-projects/zambia-community-centres.html>
- [23] M. Haanyika. "Rural electrification in Zambia: A policy and institutional analysis", Energy Policy Volume 36, Issue 3 Pages 1044–1058, 2008
- [24] Xavier Lemaire. "Fee-for-service companies for rural electrification with photovoltaic systems: The case of Zambia", Energy for Sustainable Development 13 18–23, 2009
- [25] Anders Ellegård, Anders Arvidson and Mattias Nordström, Oscar S. Kalumiana and Clotilda Mwanza. "Rural People Pay For Solar : Experiences From The Zambia PV-Esco Project"
- [26] http://old.solaraid.org/project_zambia_community_centres/url=/project_zambia_community_centres/
- [27] UNDP, The Gef Small Grants Programme. "Demonstrating Wind and Solar Energy on Lake Victoria, Uganda"
- [28] <http://web.undp.org/comtoolkit/success-stories/AFRICA-Tanzania-energyenviron.shtml>

Κεφάλαιο 6 Ενδιαφέρουσες εφαρμογές στη Νοτ.Αν. Ασία μέ έμφαση στη βιομάζα

6.1 ΜΠΑΓΚΛΑΝΤΕΣ

Το Μπαγκλαντές (Εικ. 6-1) είναι μία από τις πιο υποβαθμισμένες χώρες όσον αφορά την πρόσβαση σε ηλεκτρικό ρεύμα. Μόλις το 45% των 162 εκατ. κατοίκων του Μπαγκλαντές έχουν πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια και ακόμη και αυτοί, συχνά διαμαρτυρούνται λόγω των συχνών διακοπών ρεύματος. Στην εξαθλιωμένη αυτή χώρα υπάρχουν σημαντικές ελλείψεις σε ηλεκτρική ενέργεια, οι οποίες ανέρχονται στα 2.000 μεγαβάτ. Επιπλέον, η αύξηση του πληθυσμού αλλά και η αύξηση της χρήσης σύγχρονων ηλεκτρικών συσκευών αυξάνουν συνεχώς τη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια, η οποία σήμερα αυξάνεται με ρυθμό άνω των 500 MW ετησίως.



Εικ. 6-10 χάρτης του Μπαγκλαντές και η θέση του στη Ν.Α Ασία

Η κυβέρνηση του Μπαγκλαντές είναι η μόνη αρχή που διαχειρίζεται όλες τις δραστηριότητες που σχετίζονται με τον ενεργειακό τομέα της χώρας, συμπεριλαμβανομένων των ορυκτών καυσίμων και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

6.1.1 Κύριοι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ.

Στο πλαίσιο ενός σχεδίου για την έναρξη πολιτικής για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αποφασίστηκε η σύσταση μιας ανεξάρτητης αρχής της Sustainable Energy Development Authority (SEDA) το 1995. Επιπλέον ένα κρατικό μη τραπεζικό χρηματοπιστωτικό ίδρυμα το οποίο ιδρύθηκε το 1996 η Αναπτυξιακή Εταιρεία Υποδομών - Infrastructure Development Company Limited (IDCOL), διαχειρίζεται τη χρηματοδότηση των υλικών υποδομής των έργων σε συνεργασία με δέκα συμμετέχουσες εθνικές οργανώσεις. Επίσης διαχειρίζεται το Εθνικό πρόγραμμα για το Ενδοοικογενειακό βιοαέριο το οποίο ξεκίνησε το 2005.

6.1.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ

Πάνω από 870.000 σπίτια και καταστήματα σε αγροτικές περιοχές του Μπαγκλαντές έχουν εγκαταστήσει φωτοβολταϊκά συστήματα με την υποστήριξη της Παγκόσμιας Τράπεζας και άλλων εταίρων, όπως αναφέρει σε ανακοίνωσή της η Παγκόσμια Τράπεζα.

Σημειώνεται ότι η Παγκόσμια Τράπεζα είχε παράσχει πρόσθετη χρηματοδότηση ύψους 130 εκατ. δολ. μέσα στο 2009 προκειμένου να υποστηρίξει τις προσπάθειες της κυβέρνησης να βοηθήσει τα νοικοκυριά απομακρυσμένων τοποθεσιών να τοποθετήσουν φωτοβολταϊκά για οικιακή χρήση.

Σημειώνεται ότι το Μπαγκλαντές έχει θέσει ως στόχο να καλύψει το 10% της συνολικής ζήτησης ενέργειας μέσω Ανανεώσιμων Πηγών έως το 2020 ενώ η κυβέρνηση, προκειμένου να αντιμετωπίσει την έλλειψη ηλεκτρικής ενέργειας εξετάζει και το ενδεχόμενο παραγωγής πυρηνικής ενέργειας.



Εικ. 6-2 Μία γυναίκα εγκαθιστά Φ/Β στην οροφή του σπιτιού της στο Μπαγκλαντές

6.1.3 IDCOL

6.1.3.1 IDCOL- Πρόγραμμα Ενέργειας από Βιομάζα - Biomass Based Power Plant Project

Στην αρχή του έτους 2011, η IDCOL και η τράπεζα Brac Bank χρηματοδοτούν το μεγαλύτερο σχέδιο για την παραγωγή ενέργειας από βιοαέριο. Οι δύο παραπάνω έχουν υπογράψει συμφωνία με την εταιρεία Paragon Agro Limited (PAL) για τη δημιουργία τριών μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο. Η μία μονάδα θα δημιουργηθεί στη περιοχή Mymensingh και οι άλλες δύο στη Gazipur, με συνολική ισχύς 430kW. Η ηλεκτρική ενέργεια η οποία θα παράγεται, θα προέρχεται με τη συμβολή των παρακείμενων αγροκτημάτων με πουλερικά της εταιρείας Paragon Poultry Ltd.(PPL). Το συνολικό κόστος του έργου είναι 146.89 εκατομμύρια BDT και η τράπεζα Brac Bank με την IDCOL θα παρέχουν από κοινού 88,13 εκατ.BDT .

●250 kW Biomass Based Power Plant Project

Η IDCOL χρηματοδοτεί εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας με βάση τη βιομάζα συνολικής ισχύος 250kW, παρέχοντας δάνεια με ευνοϊκούς όρους και επιχορηγήσεις από την Dreams Power Private Limited (DPPL),ως χορηγός του έργου, στις περιοχές Karasia και Gazipur. Το εργοστάσιο θα παρέχει ηλεκτρική ενέργεια σε 300 νοικοκυριά και εμπορικές επιχειρήσεις της περιοχής.

●400 KW Biomass Based Gasification Plant

Η IDCOL χρηματοδοτεί την εγκαταστάσεις βιοαεριοποίησης από φλοιό ρυζιού, βς καύσιμο για ηλεκτροπαραγωγή ισχύος 400 kW στις περιοχές Chilarong, Thakurgaon Sadar και Thakurgaon. Η IDCOL παρέχει δάνεια με ευνοϊκούς όρους σε συνεργασία με την Sustainable Energy & Agro-resource Limited (SEAL) η οποία είναι χορηγός του έργου. Το συνολικό κόστος ανέρχεται στα 64,25 εκατομ.BTD.

6.1.3.2 IDCOL- Πρόγραμμα Ηλιακής Ενέργειας

Η IDCOL προωθεί τη διάδοση των αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων για τις οικίες στις απομακρυσμένες περιοχές του Μπαγκλαντές μέσω του προγράμματος "Solar Energy Program" με την οικονομική υποστήριξη της Παγκόσμιας Τράπεζας (World Bank), το Παγκόσμιο Ταμείο Περιβάλλοντος - Global Environment Facility (GEF), την KfW, την GTZ, την Ασιατική Τράπεζα

Ανάπτυξης (Asian Development Bank) και την Ισλαμική Τράπεζα Ανάπτυξης (Islamic Development Bank).

Η IDCOL άρχισε το πρόγραμμα τον Ιανουάριο του 2003 και ο αρχικός στόχος ήταν η χρηματοδότηση 50.000 Solar Home Systems (SHS) έως το τέλος του Ιουνίου του 2008. Ο στόχος τελικά επιτεύχθηκε τον Σεπτέμβριο του 2005, τρία χρόνια νωρίτερα από τον αρχικό στόχο, με κόστος \$ 2 εκατομμύρια. Το 2009 χρηματοδότησε 200.000 SHSs και επόμενος στόχος έως το τέλος του 2012 είναι να χρηματοδοτήσει 1 εκατομμύριο SHSs. Μέχρι τον Αύγουστο του 2010 έχουν εγκατασταθεί συνολικά 645.033 SHSs στο πλαίσιο του προγράμματος.

6.1.4 Μη κερδοσκοπική επιχείρηση η Granmeen Shakti

Η Granmeen Shakti έφερε την επανάσταση στις τοπικές κοινωνίες καθώς από το 1996 έως το 2009 έχει τοποθετήσει 550.000 φωτοβολταϊκά συστήματα σε 40.000 χωριά του Μπαγκλαντές.

Είναι η εταιρεία η οποία εισήγαγε στα χωριά του Μπαγκλαντές τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Η συμβολή της εταιρείας εκτός από περιβαλλοντική, υπήρξε οικονομική καθώς και κοινωνική. Οι γυναίκες αναλαμβάνουν ενεργό ρόλο στην κοινότητα αλλά και στα οικονομικά του νοικοκυριού τους. Η εταιρεία τις εκπαιδεύει έτσι ώστε να τοποθετούν και να επισκευάζουν τα πάνελ των φωτοβολταϊκών και τις ηλεκτρικές μπρίζες σε επιχειρήσεις και σπίτια.

Ένα πάνελ όμως φωτοβολταϊκού κοστίζει 300 δολάρια το ένα και αρκεί να σκεφτεί κανείς ότι ένας Μπαγκλαντεσιανός κερδίζει αυτά τα χρήματα σε ένα χρόνο. Η εταιρεία προσφέρει διευκολύνσεις και παρέχει τα φωτοβολταϊκά συστήματα με δόσεις. Επιπλέον τα έσοδα από τις πωλήσεις διατίθενται για την εκπαίδευση των γυναικών, όπως είπαμε παραπάνω.

Παλαιότερα, τα νοικοκυριά χρησιμοποιούσαν λάμπες κηροζίνης, ενώ τα καταστήματα έκλειναν με τη δύση του ηλίου. Τώρα αυτό δεν είναι απαραίτητο καθώς πλέον μένουν ανοιχτά μέχρι το βράδυ, διπλασιάζοντας, έτσι τον τζίρο τους. Επιπλέον, δραστηριοποιούνται επιχειρήσεις που νοικιάζουν για μερικά σεντς ηλεκτρικό ρεύμα ενώ σε κάποιες από αυτές μπορεί κανείς να “φορτώσει” για παράδειγμα, το κινητό του τηλέφωνο.

Σήμερα, σύμφωνα με την Αναπτυξιακή Εταιρεία Υποδομών (IDCOL), 5 εκατομμύρια άνθρωποι στο Μπαγκλαντές τροφοδοτούνται με ηλεκτρικό ρεύμα εξαιτίας της ηλιακής ενέργειας.



Εικ. 6-3 Έργο της Granmeen Shakti

6.1.4.1 "Ενδοοικογενειακό βιοαέριο"

Το πρόγραμμα "Ενδοοικογενειακό βιοαέριο" είναι επιτυχημένο χωρίς την εξάρτηση του από κάθε μορφής επιδοτήσεις. Μονάδες παραγωγής βιοαερίου παρέχουν μετατροπή των αποβλήτων σε φυσικό αέριο, ηλεκτρική ενέργεια και οργανικό λίπασμα.

6.1.4.1.1 ΕΠΙΤΕΥΞΕΙΣ-ΒΙΟΑΕΡΙΟ:

Έως το 2009 έχουν εγκατασταθεί πάνω από 7.000 μονάδες παραγωγής βιοαερίου από τα οποία 300 είναι μεγάλου μεγέθους. Στόχος έως και το 2012 είναι η εγκατάσταση 90.000 μονάδων. Έχουν δημιουργηθεί τεχνικά και οικονομικά πακέτα στις ανάγκες του εκάστοτε πελάτη και οι χρήστες των εγκαταστάσεων βιοαερίου έχουν εκπαιδευτεί σχετικά με την ορθή λειτουργία και συντήρηση των

συστημάτων. Προσφέρεται η δυνατότητα στους ιδιοκτήτες μικρών εγκαταστάσεων βιοαερίου να κερδίσουν ένα επιπλέον εισόδημα.

6.1.4.1.2 ΕΠΙΤΕΥΞΕΙΣ-ΟΡΓΑΝΙΚΟ ΛΙΠΑΣΜΑ:

Το οργανικό λίπασμα είναι μια υψηλής ποιότητας υποπροϊόν από τις μονάδες βιοαερίου. Η Grameen Shakti παρέχει τεχνική βοήθεια σε επιχειρηματίες που προωθούν και διανείμουν οργανικό λίπασμα και περίπου 1000 οικοπέδα χρησιμοποιούνται για αυτόν το σκοπό. Με την χρήση λοιπόν του οργανικού λιπάσματος έχει επιτευχθεί μείωση στη χρήση των χημικών λιπασμάτων έως και 30-40%, μείωση του κόστους τους και αύξηση της παραγωγής λαχανικών. Επίσης επιτυγχάνεται ο περιορισμός της αποψίλωσης και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, συμβολή στην ανάπτυξη της γεωργίας και της κτηνοτροφίας καθώς και η βελτίωση των συνθηκών υγιεινής.

6.1.4.1.3 ΕΠΙΤΕΥΞΕΙΣ- ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΣΤΙΩΝ ΜΑΓΕΙΡΙΚΗΣ (Improved Cooking Stoves):

Περισσότερες από 40.000 εστίες έχουν δημιουργηθεί, 85 εκατομμύρια άνθρωποι χρησιμοποιούν τη βιομάζα για το μαγείρεμα και η ζήτηση αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς: 171% αύξηση κατά τη διάρκεια των τελευταίων 6 μηνών του 2009. Με απώτερο στόχο τη δημιουργία 550.000 εστιών έως και το 2012.

Με το πρόγραμμα εστιών μαγειρικής επιτυγχάνεται 50% λιγότερη κατανάλωση καυσίμων. Πάνω από 2.000 τεχνικοί και επιχειρηματίες, ιδίως γυναίκες, έχουν εκπαιδευτεί και παρέχουν αποτελεσματική εξυπηρέτηση ακόμα και μετά την πώληση σε τοπικό επίπεδο. Μέσω του καινοτόμου τρόπου χρηματοδότησης με χαμηλότοκα δάνεια, δίδεται η δυνατότητα σε όλο και περισσότερο πληθυσμό να συμβάλει στην ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.



Εικ. 6-4 Μαγειρικές σόμπες με βιομάζα

6.1.4.2 ΣΤΟΧΟΙ ΕΩΣ 2015

Η Grameen Shakti έχει επιτύχει την ταχεία επέκταση της εφαρμογής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο Μπαγκλαντές με ένα αναπτυσσόμενο δίκτυο 786 καταστημάτων και παρουσία 5000 μηχανικών / τεχνικών. Ο στόχος έως το 2015 περιέχει επιπλέον:

- 100.000 Πράσινες θέσεις εργασίας ειδικά για τις νεαρές γυναίκες.(Εικ. 6-5)
- 10.000 Εκπαιδευμένοι μηχανικοί.
- 2 εκατομμύρια μονάδες παραγωγής βιοαερίου.
- έμφαση στη σύνδεση της τεχνολογίας με πολύ μικρές επιχειρήσεις επιχειρήσεις, την γεωργία και την κτηνοτροφία.
- περισσότερη προώθηση του οργανικού λιπάσματος.
- - Έμφαση σε νέες πρωτοβουλίες, όπως φορητές μονάδες παραγωγής βιοαερίου και βελτιωμένοι φούρνοι.
- - Την δημιουργία 400 επιπλέον μονάδων βιοαερίου.

- - Την κάλυψη από 2000 γραφεία στις απομονωμένες περιοχές σε ολόκληρο το Μπαγκλαντές.
- - 75 εκατομμύρια άνθρωποι να έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.



Εικ. 6-5 Απονομή "πτυχίου" τεχνικής κατάρτισης

6.1.5 Η Ασιατική Τράπεζα Ανάπτυξης (ADB) για τη χρηματοδότηση σε εκτός δικτύου περιοχές.

Η Ασιατική Τράπεζα Ανάπτυξης (ADB) δήλωσε στα τέλη του 2011 ότι θα παράσχει χρηματοδότηση για 1,5 MW ηλεκτρική ενέργεια φωτοβολταϊκών έργων σε εκτός δικτύου περιοχές του Μπαγκλαντές. Η ADB συζητά επίσης με ευρωπαϊκές χώρες σχετικά με ένα επενδυτικό πρόγραμμα για τα ηλιακά έργα σε αναπτυσσόμενες χώρες όπως το Μπαγκλαντές, Γερμανία, η Ισπανία και η Ιταλία είναι μεταξύ των χωρών που έχουν προσφέρει κίνητρα για να συμβάλουν στην ενίσχυση της ηλιακής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην χώρα αυτή.

Η κυβέρνηση του Μπαγκλαντές και οι κρατικές υποδομές Development Company Limited (IDCOL), μαζί με ιδιωτικούς οργανισμούς, όπως η Rahimafrooz Ανανεώσιμων Πηγών και Grameen Shakti, αναμένεται να υλοποιήσουν το σχέδιο.

6.2 Ινδία

Η Ινδία έχει γνωρίσει ταχεία οικονομική ανάπτυξη κατά την τελευταία δεκαετία. Το 2000, ο πληθυσμός αυξήθηκε σε ποσοστό άνω του 6 %, κάτι το οποίο απαιτήσε σε αύξηση 9 % της ανάπτυξης της ενέργειας. Κατά τα τελευταία 20 χρόνια μόνο, η αστικοποίηση έχει οδηγήσει σε αύξηση 208% στην κατανάλωση ενέργειας της Ινδίας.

Περισσότεροι από 18.000 χωριά ζουν χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα στην Ινδία, σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, 404,5 εκατομμύρια άνθρωποι από τα 1.167 εκατομμύρια που κατοικούν στη χώρα δεν έχουν πρόσβαση στον ηλεκτρισμό και χρησιμοποιούν την ρυπογόνο κηροζίνη για φωτισμό. Λόγω του ανεπαρκούς ενεργειακού εφοδιασμού και μεταφοράς, πολλά νοικοκυριά αντιμετωπίζουν συνεχείς διακοπές στην ηλεκτροδότηση (έως και 12-14 ώρες)

Υπό αυτές τις συνθήκες, είναι επιτακτική η ανάγκη η Ινδία να στραφεί στις ΑΠΕ και ειδικότερα λόγω των πολύ καλών κλιματολογικών συνθηκών σε επίπεδα ηλιοφάνειας την κατατάσσει στις χώρες οι οποίες ευνοούν την ανάπτυξη φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Ο ρόλος των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποκτούν όλο και μεγαλύτερη σημασία τα τελευταία χρόνια με την αυξανόμενη ανησυχία για την ενεργειακή ασφάλεια της χώρας. Η ενεργειακή αυτόρκεια προσδιορίστηκε ως η σημαντικότερη κινητήρια δύναμη στη χώρα, μετά τις δύο πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του 1970. Η ξαφνική αύξηση της τιμής του πετρελαίου, οι αβεβαιότητες που συνδέονται με την προσφορά της και τις αρνητικές επιπτώσεις στην κατάσταση του ισοζυγίου πληρωμών οδήγησε στην ίδρυση της Επιτροπής για πρόσθετες πηγές ενέργειας στο Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας το 1981. Η Επιτροπή έχει επιφορτιστεί με την ευθύνη της διαμόρφωσης πολιτικών και της εφαρμογής τους, τα προγράμματα για την ανάπτυξη νέων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εκτός από τον συντονισμό και την εντατικοποίηση της έρευνας και ανάπτυξη στον τομέα.

6.2.1 ΚΥΡΙΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

Το Υπουργείο των Νέων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας -The Ministry of New and Renewable Energy (MNRE)-, το οποίο συστάθηκε το 2006, είναι το κομβικό υπουργείο της κυβέρνησης της Ινδίας για όλα τα θέματα σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ο ευρύτερος στόχος του υπουργείου είναι η ανάπτυξη και η προώθηση νέων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για τη συμπλήρωση των ενεργειακών αναγκών της χώρας.

6.2.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ-ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

Στην ηλεκτροδότηση των απομακρυσμένων αγροτικών περιοχών δόθηκε προσοχή μόνο μετά τον σχηματισμό των SEBs (State Electricity Boards- Συμβούλια Ενεργειακής Κατάστασης) το 1948.

Η Εταιρεία Αγροτικής Ηλεκτρικής Ενέργειας (Rural Electricity Corporation -REC-) ιδρύθηκε ως δημόσια επιχείρηση το 1969 με σκοπό τη διαχείριση και τον προγραμματισμό του κεντρικού πλάνου χρηματοδότησης των SEBs καθώς και των συνεταιρισμών της υπαίθρου (rural electric cooperatives - RECOs-) για τον εξηλεκτρισμό απομονωμένων περιοχών.

6.2.2.1 Πρόγραμμα Ελάχιστων Αναγκών (Minimum Needs Programme)

Εισήχθη το 1974 με στόχο τη δημιουργία ενός δικτύου παροχής βασικών υπηρεσιών και εγκαταστάσεων σε όλες τις απομονωμένες περιοχές σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Σύμφωνα με τον Δρ Farooq Αμπντούλαχ, υπουργό στο The Ministry of New and Renewable Energy, από το 1947 έως και σήμερα η εγκατεστημένη ισχύς αυξήθηκε από 1.350 MW σε 160.000 MW.

Βάση αυτού του προγράμματος κυκλοφόρησε στα SEBs χρηματοδότηση δανείου κατά 100% την περίοδο 2000-2001 και 3,8 εκατομμύρια νοικοκυριά απέκτησαν πρόσβαση σε ρεύμα.

Έπειτα ένα σχέδιο επτά χρόνων τέθηκε σε εφαρμογή του οποίου τα κεφάλαια ήταν διαθέσιμα από την Pradhanmantri Gramodaya Yojana και Rural Infrastructure Development Fund (Αγροτικής Υποδομή Ταμείο Ανάπτυξη) και επιχορηγούσε το 50% των χρημάτων.

Ο Πιν. 6-1 περιγράφει τα σχετικά επιτεύγματα

Τον Νοέμβριο του 2009, η κυβέρνηση της Ινδίας ενέκρινε την 'Jawaharlal Nehru National Solar Mission' συνθήκη η οποία δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για τη γρήγορη διάδοση ΑΠΕ σε ολόκληρη τη χώρα

Πιν. 6-1 Επιτεύγματα (1999-2003) από χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

<i>Αποκεντρωμένα Συστήματα</i>	<i>Έως 12.10.99</i>	<i>Έως 12.10.03</i>	<i>Ποσοστό αύξησης (%)</i>
<i>Μονάδες παραγωγής βιοαερίου (εκατομ)</i>	2.88	3.55	24
<i>Βελτιωμένες Ξυλόσομπες(εκατομ)</i>	25	35	40
<i>Ηλιακά Συστήματα Φωτισμού (χιλιάδες)</i>	64	260	300
<i>Ηλιακά Συστήματα Δρόμων</i>	32920	43470	32
<i>Ηλιακά φανάρια(εκατομ)</i>	2,22	4,42	99
<i>Ηλιακές Αντλίες</i>	2160	6400	196

6.2.2.1.1 Σημαντικά επιτεύγματα έως το 2005

- Πάνω από 4200 MW μέσω αιολικών, φωτοβολταϊκών και μικρών υδροηλεκτρικών συστημάτων καθώς και από βιομάζα προστέθηκαν στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας.
- Ηλεκτροδοτήθηκαν 3600 απομακρυσμένα χωριά / οικισμοί συμπεριλαμβανομένων των Sunder-bans, Bastar, Ladakh and the North East μέσω της ηλιακής ενέργειας.
- Έχουν εγκατασταθεί 3,5 εκατομμύρια μονάδες παραγωγής βιοαερίου για μαγείρεμα και φωτισμό.
- 280 αιολικά πάρκα εγκαταστάθηκαν σε Εκπαιδευτικά Ιδρύματα ως τρόπος επίδειξης των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Έχουν δοθεί 25 εκατομμύρια επιδοτήσεις στους δικαιούχους μέχρι στιγμής Δεδομένου / χρήστες των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συσκευών, συμπεριλαμβανομένων των επιδοτήσεων για διασυνδεδεμένα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Από τον οργανισμό Indian Renewable Energy Development Agency Limited έχουν δοθεί 32 εκατ. ευρώ ως δάνειο για 1600 έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Δημιουργήθηκε ένα Κέντρο Ηλιακής Ενέργειας (Solar Energy Center) για την ανάπτυξη των ηλιακών συστημάτων στο Gurgaon της περιοχής Haryana.
- Το 2002 εγκαταστάθηκε το μεγαλύτερο ηλιακό σύστημα μαγειρικής ατμού από την αναξάρτητη οργάνωση Tirumala Tirupathi Devasthanam (TTD) η οποία διαχειρίζεται το ναό Andhra Pradesh στην Tirumala . Το σύστημα έχει σχεδιαστεί ώστε να παράγει πάνω από 4000 κιλά ατμού / ημέρα σε 180 βαθμούς Κελσίου και μαγειρεύονται δύο γεύματα την ημέρα για περίπου 15 άτομα. Το σύστημα εξοικονομεί περίπου 118 λίτρα πετρελαίου ανά έτος, τα οποία αποτιμώνται σε 2,3 εκατ. Ευρώ. Το συνολικό κόστος του συστήματος ανέρχεται στα 110 εκατ. Ευρώ, υλοποιήθηκε από την εταιρεία M/s Gadhia Solar Energy Systems με το 50% της χρηματοδότησης από το Ministry of Non-Conventional Energy Sources (MNES) και το υπόλοιπο ποσό από την TTD. Έχουν εγκατασταθεί 6 παρόμοια συστήματα στη χώρα.

6.2.2.1.2 Μελλοντικοί Στόχοι

- 10% πρόσθετη εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτροπαραγωγής μέσω των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έως το 2012.

- Πάνω από 90.000 MW νέας ισχύος ηλεκτροπαραγωγής απαιτείται τα επόμενα επτά χρόνια από σήμερα.
- 20.000 MW ηλιακής ενέργειας είναι να προστεθούν στην ηλεκτρική ενέργεια μέχρι το 2022 μέσω εγχώριων και ξένων επενδύσεων.
- Οι διεθνείς οργανισμοί δανεισμού, όπως η Παγκόσμια Τράπεζα (The World Bank) και η ADB εξακολουθούν να στηρίζουν οικονομικά την εφαρμογή ΑΠΕ, ιδιαίτερα για τις εκτός δικτύου περιοχές.

6.2.2.2 Έργο Λαντάκ-Project Ladakh

Η περιοχή Λαντάκ βρίσκεται στην βόρεια Ινδία στα βουνά των Ιμαλαΐων σε υψόμετρο 3.500 μ. πάνω από την στάθμη της θάλασσας. Οι συνθήκες διαβίωσης σε αυτό το μέρος είναι εξαιρετικά δύσκολες εξαιτίας της πολύς χαμηλής θερμοκρασίας (-30°C) κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Έχει αρκετά υψηλή ηλιακή ακτινοβολία, 50% μεγαλύτερη σε σύγκριση με την Ευρώπη, με μόνο 5 βροχερές ημέρες το χρόνο.

Η κατάσταση του ενεργειακού εφοδιασμού από το δημόσιο δίκτυο ήταν εντελώς ανεπαρκής. Η διαθεσιμότητα του δημοσίου δικτύου μειώθηκε από 24,8% το 1998 σε 12% το 2001 και σε 16% το 2002. Την ιδέα για το υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα παρουσίασε ο καθηγητής Jürgen Schmid στην Ευρωπαϊκή διάσκεψη φωτοβολταϊκών η οποία πραγματοποιήθηκε στη Βαρκελώνη το 1997.



6.2.2.2.1 The Mahabodhi International Meditation Centre – MIMC

Το 1986 ο σεβάσμιος Bhikkhu Sanghasena ίδρυσε το “Mahabodhi Διεθνές Κέντρο Διαλογισμού”. Το κέντρο αυτό είναι μια μη κυβερνητική οργάνωση με μη-κερδοσκοπικό χαρακτήρα το οποίο χρηματοδοτείται κυρίως από δωρεές και χορηγίες. Αποτελείται από ένα σχολείο, ξενώνες για τα παιδιά, μια δημόσια βιβλιοθήκη, ένα γυναικείο μοναστήρι, ένα κέντρο διαλογισμού και ένα νοσοκομείο.

Οι στόχοι του MIMC

- · Δωρεάν εκπαίδευση για τα παιδιά των φτωχών οικογενειών.
- · Η εκμάθηση της οικολογικής εκτίμησης της φύσης.
- · Φροντίδα και περίθαλψη για ασθενείς και ηλικιωμένους.
- · Εκπαίδευση των βουδιστών μοναχών.

6.2.2.2.2 Το έργο Λαντάκ περιλαμβάνει:

- · Ηλεκτρολογική εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος.
- · Εγκατάσταση συστημάτων από ηλιακούς συλλέκτες για την προμήθεια των κτιρίων με ζεστό νερό και θέρμανση για υπνοδωμάτια και καθιστικά με απλοποιημένα συστήματα θέρμανσης στους τοίχους.

- · Βελτίωση της μόνωσης των κτιρίων με υλικά της περιοχής, καθώς και η χρήση παθητικής θέρμανσης από τον ήλιο με γυάλινη πρόσοψη σε πλευρές των κτιρίων σε απλή μορφή.
- · Εγκατάσταση αντλιοστασίων για τη βελτίωση της ύδρευσης, την εγκατάσταση μιας τεχνητής άρδευσης για τις εκ νέου καλλιεργούμενες εκτάσεις και για την αναδάσωση της περιοχής.
- Ανάλυση υδάτων και διαρκή καθαρισμό των εγκαταστάσεων ύδρευσης ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα του πόσιμου νερού και η μείωση των επιβλαβών συστατικών.
- · Κατάρτιση των τοπικών εργατών για τη διανομή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην περιοχή.
- Βελτίωση του συστήματος επικοινωνίας και την εγκατάσταση ενός συστήματος παρακολούθησης για την γρήγορη και αποτελεσματική αποκατάσταση των τυχόν διαταραχών των εγκατεστημένων συστημάτων από τοπικούς τεχνίτες.

6.2.2.3 ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕ ΔΥΟ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ

Στην κοινότητα Λαντάκ φτιάχτηκε ένα υβριδικό σύστημα το οποίο θα παρέμενε συνδεδεμένο με το ηλεκτρικό δίκτυο και θα υπάρχει και δυνατότητα παροχής ρεύματος από φωτοβολταϊκά και ντιζελογεννήτρια.

Για το σύστημα χρησιμοποιήθηκαν πάνελ RWE SCHOTT Solar της Ινδικής εταιρείας TITAN – Energy Systems-Ltd και μετατροπείς της SMA: Sunny Boy και Sunny Island ειδικό για αυτόνομα φ/β συστήματα. Παρακάτω παρατίθενται ένα σχέδιο τριφασικής εγκατάστασης ενός υβριδικού συστήματος (παρόμοιο συνδεσμολογίας με το μονοφασικό σύστημα στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση στην κοινότητα Λαντάκ).

Ο Sunny Boy συνδέεται μεταξύ των πάνελ στο δίκτυο και στα φορτία, έτσι κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορούμε να τροφοδοτούμαστε με ρεύμα κατευθείαν από τα πάνελ. Ο Sunny Island (4.5 kW στην προκειμένη περίπτωση) -έχει ενσωματωμένο ρυθμιστή φόρτισης-συνδέεται μεταξύ των συσσωρευτών και του δικτύου (στα φορτία). Στην είσοδο του μπορεί να πάρει μόνο εναλλασσόμενο ρεύμα και στην έξοδο του παρέχει εναλλασσόμενο και συνεχές ρεύμα. Δηλαδή παρέχει τη δυνατότητα φόρτισης των μπαταριών και ταυτόχρονα και τη δυνατότητα παροχής ενέργειας από τους συσσωρευτές προς τα φορτία.



Εικ. 6-6Μονοφασικό φ/β σύστημα στη Λαντάκ

6.2.2.3 SELCO

Η Selco ιδρύθηκε το 1995, προήλθε από την Solar Electric Light Fund και προσπαθεί να κάνει την ηλιακή τεχνολογία προσιτή στους οικονομικά εξαθλιωμένους στην Ινδία. Με μέσο όρο αγροτικό εισόδημα 50 δολάρια ανά μήνα είναι αδύνατο να προβεί ένα νοικοκυριό σε μια εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος που θα κοστίζει 200-500 δολάρια. Οπότε η Selco προσπαθεί να έρθει σε

συμφωνία με κρατικές αγροτικές τράπεζες έτσι ώστε να δανείζουν χρήματα στα νοικοκυριά γι'αυτό τον σκοπό.

- Προς το τέλος του 1996 η Selco έλαβε δάνειο 5 εκατομμυρίων δολαρίων από την μη κερδοσκοπική οργάνωση Winrock International των ΗΠΑ.

- Πρωτοποριακό έργο της Selco στην αγροτική Ινδία ενθάρρυνε πολλά από τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα να δημιουργήσει μια ξεχωριστή γραμμή πίστωσης για ηλιακά συστήματα. Μεταξύ 1997 και 1998 ο Πρόεδρος της Malaprabha Grameen Bank, ο κ. KM Udura,πείστηκε για τη δανειοδότηση ύψους 30.000δολαρίων για τη χρηματοδότηση 100 ηλιακών λαμπτήρων σε κάθε σπίτι.

- Τον Σεπτέμβριο του 1999 υπογράφηκε συνθήκη στην οποία κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 30 ετών αναμένεται να εγκατασταθούν 182.000 οικιακά φωτοβολταϊκά συστήματα. Ένα πρόγραμμα επιχορήγησης 500.000 δολαρίων από τις Ηνωμένες πολιτείες με την ονομασία “Πρόγραμμα Συμπαραγωγής Κλαμάθ στο Όρεγκον - The Klamath Cogeneration Project in Oregon (US)” για την χρηματοδότηση φ/β εταιρειών για οικιακά φωτοβολταϊκά συστήματα (solar home systems) μέσω της συνθήκης του Κιότο. Η συμφωνία υπεγράφη από την Solar Electric Light (Selco)Ο γενικός στόχος είναι η μείωση των εκπομπών CO2 μέσω της μείωσης στη χρήση της κηροζίνης και στις πετρελαιογεννήτριες.

- Μεταξύ 1999 και 2001, η Selco έλαβε από τις ΗΠΑ 750.000 \$ και το 2003, δάνειο ύψους 1 εκατομμυρίου δολαρίων ΗΠΑ από την International Finance Corporation (IFC) .

- 2011: Οπλισμένοι με επενδύσεις ύψους1,7 \$ από τρεις κοινωνικούς επενδυτές, Ίδρυμα :Good Energies, Ίδρυμα: Lemelson και E + Co, η Selco σχεδιάζει να ανάβει 200.000 αγροτικά σπίτια, που καλύπτει μια ευρύτερη γεωγραφική περιοχή, κατά τα επόμενα τέσσερα έτη.



Εικ. 6-7 φ/β σύστημα από την Selco στην Ινδία

6.2.2.3.1.1 Όροι πληρωμής:

Η Selco βοηθά τους πελάτες της, να συλλέξει την απαραίτητη πίστωση για να αγοράσει ηλιακό φωτισμό και θερμικά συστήματα και χρησιμοποιεί το κεφάλαιο χρηματοδότησης για να εγγυηθεί μια σειρά δανείων από χρηματοπιστωτικά ιδρύματα τα οποία θα δανείζουν τους αγοραστές

Η Selco έχει αξιοποιήσει το δυναμικό των σημαντικών αγροτικών τραπεζικού συστήματος της χώρας για τη χρηματοδότηση βιώσιμων ενεργειακών συστημάτων για τα φτωχά αγροτικά

νοικοκυριά. Με τα χρόνια, η Selco έχει καθιερώσει εταιρικές σχέσεις με εννέα περιφερειακές αγροτικές τράπεζες (ονομάζονται επίσης ως Grameen τράπεζες), εμπορικές τράπεζες, μη κυβερνητικές οργανώσεις και αγροτικούς συνεταιρισμούς για να αναπτύξουν οικονομικές λύσεις

Τα επιτόκια με βάση την πηγή πιστώσεων κυμαίνονται από 5% έως 14%. Οι πελάτες συνήθως τίθενται μεταξύ 10-25%, καταβάλλοντας το υπόλοιπο ποσό στο χρονικό διάστημα τριών έως πέντε ετών.

6.2.2.3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η Selco απασχολεί σήμερα περίπου 170 εργαζόμενους στις περιοχές Καρνατάκα και Γκουτζαράτ και έχει εξαπλωθεί σε 25 κέντρα παροχής ενεργειακών υπηρεσιών. Από το 1995, έχει πουλήσει ηλιακό φωτισμό σε περισσότερα από 110.000 σπίτια και 4.000 ιδρύματα, όπως ορφανοτροφεία, νοσοκομεία στην περιοχή του Ινδικού κρατιδίου της Καρνατάκα. Η αξιολόγηση του έργου της είναι σημαντική στην εξοικονόμηση του κόστους της ενέργειας καθώς και στο περιβαλλοντικό όφελος, καθώς αντικαθιστά άλλες ρυπογόνες μορφές ενέργειας όπως την καύση κηροζίνης, ξύλων και πετρελαίου.

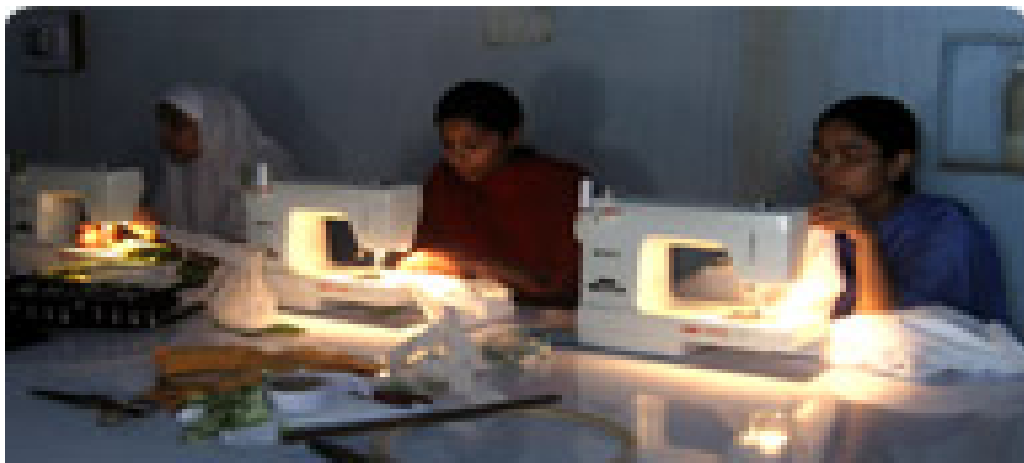
Έχει δημιουργήσει θέσεις εργασίας στον τοπικό πληθυσμό καθώς και την δημιουργία μικρών επιχειρήσεων όπου ενοικιάζουν επαναφορτιζόμενες μπαταρίες σε αυτούς που δεν έχουν την δυνατότητα αγοράς φωτοβολταϊκών πάνελ, πάρα μόνο του συσσωρευτή, τον οποίο τον επαναφορτίζουν σε αυτές τις μικρές επιχειρήσεις οι οποίες είναι προμηθευμένες με φ/β πάνελ γι' αυτό τον σκοπό.

Επίσης έχουν σημειωθεί καλύτερες συνθήκες διαβίωσης, βελτίωση της υγείας, τα παιδιά έχουν περισσότερο χρόνο για διάβασμα το βράδυ και υπάρχει ποσοστό μείωσης στην χρήση αλκοολούχων ποτών από τους άνδρες εξαιτίας της πρόσβασης στον φωτισμό και συνεπώς σε πιο παραγωγικές διαδικασίες.

6.2.2.4 Self Employed Women's Association (SEWA)

Ο Σύλλογος Αυτοαπασχολούμενων Γυναικών είναι μια συνδικαλιστική οργάνωση η οποία ιδρύθηκε το 1972 και συνεργάζεται στενά με την Selco. Πρόκειται για μια οργάνωση των φτωχών, αυτοαπασχολούμενων εργαζόμενων γυναικών, γυναικών που κερδίζουν ως προς το ζήν μέσω της εργασίας ή τη δική τους μικρή επιχείρηση και δεν έχουν πρόσβαση σε κοινωνικές παροχές, όπως οι εργαζόμενοι στον τομέα του οργανωμένου συστήματος. Πρόκειται για το απροστάτευτο εργατικό δυναμικό της χώρας και αποτελούν το 93% του εργατικού δυναμικού

Η τράπεζα SEWA καταχωρήθηκε ως συνεταιριστική τράπεζα με το διττό έλεγχο της Κεντρικής Τράπεζας της Ινδίας και την Πολιτειακή Κυβέρνηση. Από τότε έχει την παροχή τραπεζικών υπηρεσιών στους φτωχούς, αγράμματους αυτοαπασχολούμενες γυναίκες και έχει γίνει μια βιώσιμη οικονομική επιχείρηση).



Εικ. 6-8 Εργαζόμενες με παροχή ρεύματος από φ/β σύστημα

6.3 Βιβλιογραφία

- [1] SMA Solar Technology. “Project Ladakh – Photovoltaic in Foreign Countries modular PV-Hybrid AC-System for the Himalayan Region in India Renewable Energies for Decentralised energy supply”
- [2] Υπουργείο των Νέων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Ινδίας -The Ministry of New and Renewable Energy (MNRE)
- [3] Gernot Becker, Wollny, Thomas Becker. “Project Ladakh – Modular PV Hybrid AC System For Himalayan Region In India Renewable Energies – PV For Developing Countries”
- [4] Sourav Mukherji. “SELCO: Solar Lighting for the Poor”, 2010
- [5] Growing Inclusive Markets. “SELCO: Bringing Sunlight to Rural India”, 2010
- [6] Ibrahim Hafezur Rehman. “Rural Energy in India”
- [7] Pradeep Chaturvedi. “Renewable Energy in India Programmes and Case Studies” ISESCO Science and Technology Vision Volume 1 (61-64), 2005
- [8] <http://recindia.nic.in/>
- [9] Grameen Shakti. “Biogas Plant: Converting Waste into Gas, Electricity and Organic Fertilizer”, 2009
- [10] <http://www.gshakti.org/>
- [11] <http://www.idcol.org/energyProject.php>
- [12] <http://www.adb.org/countries/bangladesh/main>
- [13] Sk Noim Uddin and Ros Taplin. “Toward Sustainable Energy Development in Bangladesh” The journal of Environment & Development volume 17 Number 3 292-315, 2008
- [14] RAHIMAFROOZ Company : <http://www.rahimafrooz.com/Portals/tabid/62/Default.aspx>

Κεφάλαιο 7 Περιοχές με ιδιαίτερα Χαμηλές θερμοκρασίες

7.1 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΨΥΧΡΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Οι ανά τον κόσμο ορεινές περιοχές παρουσιάζουν υψηλό δυναμικό αιολικής ενέργειας σε απαιτητικές χειμερινές κλιματολογικές συνθήκες. Έχουν διεξαχθεί διάφορες ενέργειες, σε διάφορες χώρες, για να αντιμετωπισθούν οι δυσκολίες που δημιουργούνται από την ατμοσφαιρική δημιουργία πάγου και τις χαμηλές θερμοκρασίες επί της αιολικής τεχνολογίας. Η τρέχουσα αιολική δυνατότητα σε ψυχρά κλίματα (που ορίζονται ως εκείνα τα οποία είτε υφίστανται φαινόμενα παγοποίησης, είτε οι θερμοκρασίες τους είναι χαμηλότερες από τα λειτουργικά όρια των κανονικών ανεμογεννητριών) στη Σκανδιναβία, Βόρεια Αμερική, Ευρώπη και Ασία είναι περίπου 500 MW. Η αυξανόμενη εμπειρία, γνώση και οι βελτιώσεις στην τεχνολογία για ψυχρά κλίματα έχουν καταστήσει ικανές τις οικονομικές δυνατότητες τέτοιων έργων στο να γίνουν πιο ανταγωνιστικές σε σχέση τόσο με αυτές των παραθαλάσσιων, όσο και των πρότζεκτς των πεδινών περιοχών. Οι διεθνώς αποδεκτές διαδικασίες για τις δοκιμές και την αξιολόγηση των ανεμογεννητριών ή των συστημάτων μετατροπής της αιολικής ενέργειας περιλαμβάνουν μια ποικιλία απόψεων. Αν και υπάρχει ένα ευρύ δυναμικό αιολικής ενέργειας στα ψυχρά κλίματα, λίγη προσοχή έχει δοθεί στις περιβαλλοντικές επιδράσεις των αιολικών πρότζεκτς σε αυτές τις περιοχές.

Η μεγάλης κλίμακας εκμετάλλευση των περιοχών με ψυχρό κλίμα έχει περιοριστεί λόγω της έλλειψης γνώσεων όσον αφορά στα ιδιαίτερα δεδομένα τους και στην έλλειψη αποδεδειγμένων και οικονομικών τεχνολογικών λύσεων.

7.1.1 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΣΕ ΨΥΧΡΟ ΚΛΙΜΑ (ΨΚα)

Οι ανεμογεννήτριες κάτω από ορισμένες κλιματολογικές συνθήκες εκτίθενται στην παγοποίηση ή σε θερμοκρασίες που είναι χαμηλότερες από τα όρια σχεδιασμού των συνηθισμένων ανεμογεννητριών. Οι συνηθισμένες ανεμογεννήτριες σε ακραία περιβάλλοντα μπορούν να έχουν σημαντικές απώλειες παραγωγής και υψηλότερα του κανονικού φορτία, τα οποία θα προκαλέσουν οικονομικές απώλειες και θα διακινδυνεύσουν πρόωρη μηχανική απώλεια. Περίπου 500 MW μκτής ισχύος έχει εγκατασταθεί σε τοποθεσίες ψυχρών κλιμάτων στη Σκανδιναβία, τη Βόρεια Αμερική, την Ευρώπη και την Ασία. Αυτές οι τοποθεσίες βρίσκονται χαρακτηριστικά στα βόρεια γεωγραφικά πλάτη ή σε ανυψώσεις υψηλότερες της περιβάλλουσας περιοχής, όπως αυτές των ορεινών ζωνών υψηλών ατμοσφαιρικών πιέσεων που παρέχουν θετικές αιολικές συνθήκες.

7.1.1.1 Πλαίσιο οικονομικού κινδύνου

Πολλοί οικονομικοί κίνδυνοι είναι συνδεδεμένοι με τη χρήση αιολικής ισχύος σε οποιοδήποτε κλιματολογικές συνθήκες· η λειτουργία σε αρκτικά ή σε παρόμοια με τα αρκτικά κλίματα προσθέτει κόστος και ποικιλία αποδόσεων που πρέπει να εκτιμηθεί όταν μελετάται οποιαδήποτε τοποθεσία ανεμογεννήτριας ή πρότζεκτ. Ένα πλαίσιο μελέτης αυτού του κινδύνου πρέπει να αναπτυχθεί ως μέρος της διαδικασίας ανάπτυξης του πρότζεκτ.

Παραδείγματα αυτών των κινδύνων είναι:

- Αυξημένο αρχικό κόστος του πρότζεκτ στροβίλων εξαιτίας των περιορισμένων προγραμμάτων εγκατάστασης και κόστος υψηλού εξοπλισμού και εγκατάστασης.
- Αυξημένη διακοπή λειτουργίας ή μείωση ισχύος που προκαλούνται από φαινόμενα παγοποίησης.
- Διακοπή λειτουργίας στροβίλου και διαθεσιμότητας εξαιτίας ανησυχιών για τη δημόσια

ασφάλεια από τα πτερύγια των στροβίλων και της ρίψης πάγου από τους στροβίλους.

- Έκθεση μακράς διάρκειας παγοκρυστάλλων, πράγμα που μπορεί να αυξήσει την κόπωση φόρτισης και να προκαλέσει πρόωρες διακοπές.
- Αυξημένες διακοπές που προκλήθηκαν από ακραία χαμηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με οποιαδήποτε δυνατή αύξηση ισχύος από υψηλότερης πυκνότητας ροή αέρα. Αντίθετα από την παγοποίηση, σε πολλές περιοχές προκαλούνται ακραία χαμηλές θερμοκρασίες εξαιτίας της υψηλής πίεσης, πράγμα που συμπίπτει με την άπνοια και επομένως με τη χαμηλή παραγωγή αέρα από τους στροβίλους.
- Αυξημένο κόστος συντήρησης εξαιτίας των ψυχρών θερμοκρασιών και των αναμενόμενων υψηλότερων μέσων όρων χρόνου εκτός λειτουργίας ανάμεσα στις επισκευές, εξαιτίας της αδυναμίας εισόδου στους στροβίλους.
- Μελέτη της οικονομικής επιρροής της πιθανής αποπάγωσης και του εξοπλισμού λειτουργίας σε ψυχρές θερμοκρασίες.

Υπάρχουν διαθέσιμες στρατηγικές άμβλυνσης των κινδύνων όπως εξοπλισμός αποπάγωσης των πτερυγίων, αυξημένη προληπτική συντήρηση και προ-αποθηκευτική αποκατάσταση, αλλά όλα αυτά αυξάνουν το λειτουργικό κόστος του στροβίλου και του συνολικού πρότζεκτ. Η οποιαδήποτε μελέτη οικονομικής διακινδύνευσης πρέπει να εξετάσει και να ζυγίσει τέτοιου είδους στρατηγικές. Λεπτομερείς πληροφορίες που αφορούν στην τοποθεσία και τη μετεωρολογία είναι ζωτικής σημασίας για τον όποιο υπολογισμό διακινδύνευσης άμβλυνσης.

7.1.1.2 Η τεχνολογία για τα ψυχρά κλίματα

Οι εναλλαγές στην πυκνότητα του αέρα επηρεάζουν την ισχύ εξόδου των ανεμογεννητριών. Βασίζόμενος στην καταστατική εξίσωση ιδανικού αερίου, ο αέρας σε θερμοκρασία -30 βαθμούς κελσίου είναι κατά 26,7% πιο πυκνός απ' ό τι στους 35 βαθμούς κελσίου. Αφού η ισχύς είναι ανάλογη με την πυκνότητα του αέρα, η διαθέσιμη ισχύς στον αέρα θα αυξηθεί όμοια και θα απαιτήσει ένα ευπροσαρμοστο σύστημα ελέγχου.

7.1.1.3 Θερμοκρασία

Η μελέτη της θερμοκρασίας είναι μείζονος σημασίας για την ανάπτυξη, την κατασκευή, τη λειτουργία και την οριστική παύση λειτουργίας του πρότζεκτ. Μια ανεμογεννήτρια αποτελείται από επιμέρους εξαρτήματα που συνήθως μπορούν να προσαρμοστούν στα ΨΚα. Το κατώτατο όριο της θερμοκρασίας της λειτουργίας του στροβίλου συνήθως ελέγχεται από την ποιότητα του χάλυβα και την ηλεκτροσυγκόλληση. Ο αιολικός πόρος δεν μπορεί να αφαιρεθεί (harvested) όταν η θερμοκρασία είναι κάτω από το όριο λειτουργίας σχεδίασης της γεννήτριας. Κατά συνέπεια η διανομή τοπικής θερμοκρασίας θα πρέπει να καταμετρηθεί ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου και τα φαινόμενα παγοποίησης κατά τη διάρκεια της έρευνας που αφορά στην τοποθεσία, για να καταστήσει ικανό ένα στρόβιλο να επιλεγεί με τις σωστές τροποποιήσεις ΨΚ. Οι μεταβολές της πυκνότητας αέρος επηρεάζουν την ισχύ εξόδου στις ανεμογεννήτριες. Βασισμένο στην καταστατική εξίσωση ιδανικού αερίου, ο αέρας στους -30 βαθμούς κελσίου είναι 26,7% πυκνότερος απ' ό τι στους 35 βαθμούς κελσίου. Αφού η ενέργεια είναι ανάλογη της πυκνότητας του αέρα, η ισχύς εξόδου αυξάνεται στις χαμηλές θερμοκρασίες. Αυτό μπορεί να κάνει τη γεννήτρια να λειτουργήσει πάνω από την επίδοση ισχύος της πράγμα που μπορεί να την καταστρέψει και μπορεί ακόμα και να κάνει το στρόβιλο να σταματήσει

7.1.1.4 Πάγος

Η παγοποίηση σε οποιοδήποτε εκτεθειμένο μέρος του στροβίλου μπορεί να προκύψει υπό τη μορφή

χιονόνεου, υπερ-ψυχραμένης βροχής ή ψιλόβροχου, ή ενδο-νεφικής παγοποίησης. Ο εξοπλισμός αποπάγωσης επιτρέπει σε ένα αντικείμενο να παγώσει πριν απομακρυνθεί ο πάγος· η αποτελεσματική αντι-πάγωση είναι απαγορευτική στην ανάπτυξη του πάγου. Σχεδιαστές των ιδρυμάτων υπεράκτιων ανεμογεννητριών στα ψυχρά κλίματα (ΨΚα) πρέπει να μελετήσουν τα αποτελέσματα του πάγου της θάλασσας. Οι εθνικές μετεωρολογικές υπηρεσίες προβλέπουν συχνά την παγοποίηση σε χαμηλά υψόμετρα για την αεροπορική βιομηχανία. Η σχετικότητα μιας τέτοιας πρόγνωσης πάγου για την αιολική ενέργεια είναι ακόμα άγνωστη καθώς δεν έχουν διεξαχθεί τακτικές μετρήσεις παγοποίησης.

Η παγοποίηση είναι μία παράμετρος κλειδί για τα ΨΚα στα αναπτυξιακά, κατασκευαστικά, λειτουργικά και τα προγράμματα οριστικής παύσης λειτουργίας. Η απόδοση μιας παγωμένης ανεμογεννήτριας θα μειώνεται συνήθως γρήγορα καθώς συγκεντρώνεται ο πάγος. Εάν η παγοποίηση συνεχίζεται δίχως την κατάλληλη αντι-πάγωση, ο στρόβιλος ή θα σταματήσει εξαιτίας των υπερβολικών δονήσεων ή θα αποσυνδεθεί από το δίκτυο εξαιτίας του αυξανόμενου αεροδυναμικού τραβήγματος που επιβραδύνει το στροφείο(το δρομέα).

Η αιολική πηγή εκτός λειτουργικού ορίου παγοποίησης του σχεδιασμού μιας ανεμογεννήτριας δεν μπορεί να αφαιρεθεί. Επομένως, η τοπική διανομή παγοποίησης πρέπει να καταμετρηθεί παράλληλα με την ταχύτητα του ανέμου και τη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της έρευνας της τοποθεσίας ούτως ώστε ένας στρόβιλος να μπορεί να επιλεγεί σύμφωνα με τις μεταβολές του ΨΚτος.

7.1.1.5 Πυλώνες

Οι συσσωρεύσεις πάγου πρέπει να αναγνωριστούν ως κριτήριο επιλογής στη φάση της επιλογής των πυλώνων εάν είναι πιθανή η παγοποίηση στην τοποθεσία εγκατάστασης, καθώς οι πυλώνες είναι σχεδιασμένοι να στηρίζουν βαριά φορτία πάγου [9]. Τα χαμηλότερα άκρα των καλωδίων (όπου είναι δεμένα σε άγκυρες) πρέπει να προστατεύονται σε βαριά κλίματα παγοποίησης, καθώς μεγάλες μάζες πάγου ίσως γλιστρήσουν προς τα κάτω κατά μήκος των καλωδίων.

Οι κανονικές κατασκευές από χάλυβα γίνονται εύθραυστες στις χαμηλές θερμοκρασίες, κι έτσι είναι απαραίτητη μια κάποια προφύλαξη όταν οι κυλινδρικοί χαλύβδινοι πυλώνες στήνονται κατά τη διάρκεια του Χειμώνα. Ο κυλινδρικός πυλώνας μπορεί να λυγίσει, άρα αυτοί δεν πρέπει να στήνονται σε χαμηλές θερμοκρασίες.

7.1.1.6 Έλεγχος ισχύος

Η επιλογή της τεχνολογίας για τον έλεγχο ισχύος θα επηρεάσει την παραγωγή ενέργειας και τα αναμενόμενα φορτία από την ανεμογεννήτρια και τα υποεξαρτήματά της. Ειδική προσοχή πρέπει να δοθεί στο κιβώτιο φόρτισης και ταχυτήτων, τη γεννήτρια και τους μετασχηματιστές. Αυτά δεν πρέπει να λειτουργούν ποτέ κάτω από την ονομαστική ενδεικνύομενη θερμοκρασία λειτουργίας ή πάνω από την ενδεικνύομενη ισχύ ή την ταχύτητα του ανέμου. Μια ανεμογεννήτρια γενικά απαιτεί ένα αξιόπιστο σήμα της ταχύτητας του ανέμου από ένα ανεμόμετρο που έχει στηθεί πάνω στο στροβιλοκινητήρα, καθώς ένα ανεμόμετρο που έχει παγώσει θα σταματήσει τη λειτουργία του στρόβιλου. Γι αυτό το λόγο, θα πρέπει να καθοριστούν ανεμόμετρα ελέγχου θερμοκρασίας. Βαριά παγοποίηση προκαλεί συνήθως την έντονη δόνηση της ανεμογεννήτριας η οποία στη συνέχεια θα σταματήσει να λειτουργεί ή θα θέσει τους συναγερμούς εκτός λειτουργίας. Από την άλλη, η συχνή λειτουργία σε συνθήκες ελαφριάς παγοποίησης ίσως προκαλέσει ένα χαμηλό επίπεδο, όταν πρόκειται για την εναλλαγή της περιστροφής στη στροφορμή και την ισχύ πράγμα που, εάν δεν ελεγχθεί κανονικά, ίσως προκαλέσει απρόσμενα υψηλά φορτία.

Η παθητική απώλεια στήριξης των περυγίων της ανεμογεννήτριας θα υποστεί συνήθως την παγοποίηση των μπροστινών και κινούμενων άκρων σε ακινησία και αν η παγοποίηση συμβαίνει σε χαμηλές ταχύτητες ανέμου. Η παγοποίηση σε υψηλές ταχύτητες ανέμου θα προκαλέσει την παγοποίηση μιας προσήνεμης, στεγασμένα παθητικής απώλειας στήριξης της ανεμογεννήτριας από την πλευρά πίεσης της αεροτομής. Ο συγχρονισμός δικτύου ίσως δεν είναι δυνατός καθώς η αεροδυναμική αντίσταση που προκλήθηκε από τη συσσώρευση πάγου θα εμποδίσει το

στρόβιλο/γεννήτρια να φτάσει τις απαιτούμενες περιστροφές το λεπτό (RPM). Τα αντι-παγωτικά συστήματα που στοχεύουν στο να χρησιμοποιηθούν πάνω στις εν λειτουργία ανεμογεννήτριες είναι γενικά πιο ακριβά από την αποπάγωση σε ακινησία. Εάν η ενέργεια που προέρχεται από τον άνεμο στα ΨΚτα πρόκειται να εφαρμοστεί σε μεγάλη κλίμακα, οι επενδυτές στις ανεμογεννήτριες και οι αρμόδιες για την αδειοδότηση αρχές πιθανόν να ζητήσουν η παραγωγή ισχύος να είναι ανεξάρτητη από την παγοποίηση. Η παγοποίηση που προκαλείται από το χρόνο στασιμότητας που διαρκεί περισσότερο από μερικές ώρες είναι πιθανόν να μη γίνει αποδεκτή. Παρατηρώντας την παρακάτω Εικ. 7-1, η έκταση παγοποίησης (I) μπορεί να προκαλέσει μικρή μείωση της ισχύος της Α/Γ, ενώ η έκταση παγοποίησης (II) μπορεί να προκαλέσει μείωση έως και 80%.



Εικ. 7-1 Μικρής έκτασης παγοποίησης (I) στην αριστερή εικόνα και μεγάλης έκτασης παγοποίησης (II) στην δεξιά εικόνα.

7.1.2 Λοιπές προφυλάξεις

Στην περίπτωση που χρησιμοποιούμε φ/β συστήματα σε περιοχές με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο γεγονός ότι όσο μειώνεται η θερμοκρασία, αυξάνεται η τάση ανοικτού κυκλώματος Voc των φωτοβολταϊκών. Επομένως ενδέχεται σε μέρα με χαμηλή θερμοκρασία και σχετικά χαμηλή ηλιοφάνεια (πρώτες πρωινές ώρες χειμώνα) η τάση της στοιχειοσειράς να υπερβεί τη μέγιστη τάση ανοικτού κυκλώματος (VDC) του αντιστροφέα και να τον κάψει.

7.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΕ ΑΡΚΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

7.2.1 Αλάσκα

7.2.1.1 Περιοχή Kotzebue, Alaska

Ο πρωταρχικός στόχος της σύζευξης ανέμου και πετρελαίου ως υβριδικό σύστημα ήταν για να γίνει πιο προσιτή η ηλεκτρική ενέργεια στις απομακρυσμένες κοινότητες στην Αλάσκα. Προσθέτοντας ανεμογεννήτριες σε ένα δίκτυο με πετρελαιογεννήτριες οδηγούμαστε σε δραστική εξοικονόμηση καυσίμων.

7.2.1.1.1 Περιγραφή – Λειτουργία Συστήματος

Το Αιολικό Πάρκο Kotzebue (The Kotzebue Electric Association Wind Farm –KEA-) έχει τεθεί σε λειτουργία από το 1998. Ήταν ένα σχέδιο επίδειξης ότι η αιολική ενέργεια μπορεί να ταιριάζει στον ηλεκτρισμό των απομονωμένων περιοχών. Το δίκτυο της Κάτζεμπου διαθέτει έξι γεννήτριες ντίζελ

Περιοχές με ιδιαίτερα Χαμηλές θερμοκρασίες

με συνολική παραγωγική ικανότητα 11,2 MW, συνήθως λειτουργούσαν δύο γεννήτριες κατά τη διάρκεια του χειμώνα με το υπόλοιπο ως εφεδρεία και το κόστος της ενέργειας για τις πετρελαιογεννήτριες εκτιμήθηκε σε 0.5 \$/kwh..

Το αιολικό πάρκο των 10 ανεμογεννητριών (Εικ. 7-2) βρίσκεται σε μια σχετικά επίπεδη πεδιάδα, τέσσερα μίλια νότια της Kotzebue και μισό μίλι από την ακτή. Η περιοχή αυτή είναι πολύ εκτεθειμένη στους ανατολικούς ανέμους το χειμώνα και στους δυτικούς το καλοκαίρι. Το κόστος της ενέργειας για τις ανεμογεννήτριες εκτιμήθηκε σε 0.13 \$/kwh.



Εικ. 7-2 Αιολικό πάρκο στο Kotzebue της Αλάσκας

Οι τρεις πρώτες Α/Γ εγκαταστάθηκαν τον Ιούλιο του 1997, οι επόμενες επτά προστέθηκαν το Μάιο του 1999 εδραιωμένες πάνω σε ειδικούς πασσάλους freezeback οι οποίοι χρησιμεύουν για να εδραιωθεί το κάθε σκέλος στο έδαφος. Ως έργο επίδειξης, η συλλογή δεδομένων για την απόδοση του έργου ήταν κρίσιμη. Ως μέρος του Προγράμματος Επαλήθευσης Στρομβιλισμού (DOE/EPRI Turbine Verification Program -TVP-) το αιολικό πάρκο ΚΕΑ παρακολουθείται συνεχώς, αρχικά με το σύστημα Campbell Scientific system και πιο πρόσφατα με ένα δεύτερο σύστημα SCADA για την παρακολούθηση του ανέμου. Το δεύτερο σύστημα επιτρέπει την παρακολούθηση του ανέμου σε πραγματικό χρόνο, των διασυνδέσεων με τους ελεγκτές των τουρμπινών και την παρακολούθηση στην ποιότητα του ρεύματος σε κάθε Α/Γ και όλα αυτά τα δεδομένα διοχετεύονται σε έναν υπολογιστή ο οποίος βρίσκεται στο αιολικό πάρκο και παρέχει πρόσβαση σε χρήστες που μπορούν να δουν τα δεδομένα από κάποιον άλλο υπολογιστή σε πιο "ασφαλές" μέρος εκτός του ψυχρού κλίματος του πάρκου.

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα 1998-1999 το αιολικό πάρκο είχε 100% διαθεσιμότητα κατά τη διάρκεια τεσσάρων μηνών πολύ υψηλού ανέμου και χαμηλής θερμοκρασίας. Ένα θέμα προβληματισμού ήταν η δυσκολία στην έναρξη ορισμένων στροβίλων σε δυνατούς ανέμους και χαμηλές θερμοκρασίες. Αυτό βελτιώθηκε με λίπανση και θέρμανση των των Α/Γ. Ένα άλλο ζήτημα ήταν η καταγραφή της μέγιστης ισχύς της τάξης των 99kW, σχεδόν 50% μεγαλύτερη από την ονομαστική ισχύ 66kW. Αν και αυτό το επίπεδο ενέργειας είναι εντός των ορίων του σχεδιασμού των Α/Γ προσάρμοσαν την κλίση των πτερυγίων σε ώστε να μειωθεί η ισχύς.

Κατά το έτος 2000 οι ανεμογεννήτριες παρήγαγαν 1.1 MWh της ηλεκτρικής ενέργειας και εξοικονόμησε 78.000 λίτρα πετρελαίου. Την άνοιξη του 2002 προστέθηκαν ακόμη δύο τουρμπίνες. Η κατασκευάστρια εταιρεία των ανεμογεννητριών είναι η Atlantic Orient Corporation (AOC) και χρησιμοποίησε τουρμπίνες ειδικά σχεδιασμένες για αντίξοες κλιματολογικές συνθήκες, με διάμετρο 15 μέτρα, ονομαστικής ισχύος 50kW και το μέγεθος της είναι κατάλληλο για να εγκατασταθεί χωρίς τη βοήθεια γερανού.

Τελικά το αιολικό πάρκο στο Kotzebue απέδειξε με επιτυχία τη βιωσιμότητα της αιολικής ενέργειας για απομακρυσμένες περιοχές της Αλάσκας. Η υψηλή διαθεσιμότητα την οποία αποδίδει σε ενέργεια έχει δείξει ότι η τεχνολογία είναι ώριμη και η τοπική υποδομή υποστήριξης είναι ικανοποιητική.

7.2.1.2 Κοινότητα Wales, Alaska

Η κοινότητα Wales των 160 κατοίκων περίπου βρίσκεται στο δυτικότερο άκρο της χερσονήσου Seward στην Αλάσκα, περίπου 180 μίλια νοτιοδυτικά από το Kotzebue, και βρέχεται από το Βερίγγειο Πορθμό. Το μέσο ηλεκτρικό φορτίο της κοινότητας είναι περίπου 70 kW, το φορτίο αιχμής περίπου 140 kW, ενώ επιπλέον υπάρχουν σημαντικά θερμικά φορτία για θέρμανση κτιρίων και νερού.

7.2.1.2.1 Περιγραφή συστήματος

Το 1995 η Αρχή Ενέργειας της Αλάσκα, ο ηλεκτρικός οργανισμός του Kotzebue, ο ηλεκτρικός συνεταιρισμός των κοινοτήτων της Αλάσκα και το Εθνικό Εργαστήριο Α.Π.Ε. (N.R.E.L.) συνεργάστηκαν με σκοπό τη δημιουργία ενός υβριδικού συστήματος που συνδυάζει ντιζελογεννήτριες και ανεμογεννήτριες στην κοινότητα. Διάφορα εμπόδια αντιμετωπίστηκαν κατά τα έτη 1996 - 1999 καθυστερώντας την εγκατάσταση του συστήματος αρκετά χρόνια.

Η δοκιμαστική λειτουργία του συστήματος ελέγχου ολοκληρώθηκε την άνοιξη του 2000 στο Εθνικό Κέντρο Αιολικής Τεχνολογίας (N.W.T.C.) του N.R.E.L. Οι ανεμογεννήτριες, οι πίνακες ελέγχου και ο βοηθητικός εξοπλισμός εγκαταστάθηκαν το καλοκαίρι του 2000. Το υβριδικό σύστημα ξεκίνησε τη μερική λειτουργία του τον Οκτώβριο του 2000, ωστόσο η επιτυχής επίδειξη όλων των καταστάσεων λειτουργίας πραγματοποιήθηκε το φθινόπωρο του 2001.

Το υβριδικό σύστημα, που ξεκίνησε πλήρως τη λειτουργία του το Μάρτιο του 2002, συνδυάζει συμβατική παραγωγή, ανεμογεννήτριες, αποθήκευση ενέργειας, μετατροπείς ισχύος καθώς και διάφορες διατάξεις ελέγχου. Ο βασικός στόχος του συστήματος ήταν η ικανοποίηση της ζήτησης της κοινότητας διατηρώντας υψηλή ποιότητα ισχύος και παράλληλα η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης καυσίμου και του χρόνου λειτουργίας των μονάδων diesel. Επιπλέον, το σύστημα διοχετεύει την περίσσεια αιολικής ισχύος σε διάφορα θερμικά φορτία της κοινότητας εξοικονομώντας με αυτόν τον τρόπο καύσιμα θέρμανσης.

Οι ανεμογεννήτριες AOC 15/50 έχουν ύψος πλήμνης 25 m, διάμετρο πτερυγίων 15 m, ονομαστική ισχύ 50 kW για ονομαστική ταχύτητα ανέμου 11,3 m/sec και peak continuous ισχύ 65 kW. Η χωρητικότητα των μπαταριών επαρκεί για να καλύψει τα δύο τρίτα του μέσου φορτίου του συστήματος για περίπου δεκαπέντε λεπτά. Η καρδιά του συστήματος ελέγχου είναι τέσσερα PLC. Η λογική ελέγχου υπαγορεύει ότι εάν κάποιο στοιχείο του εξοπλισμού δεν λειτουργεί σωστά, τότε το σύστημα θα μεταβεί σε κατάσταση λειτουργίας που εξασφαλίζει την πιο αποδοτική λειτουργία. Για παράδειγμα, εάν ο περιστροφικός

Περιοχές με ιδιαίτερα Χαμηλές θερμοκρασίες

μετατροπέας ((NREL's Rotary AC/DC Converter 156 kVA) ή οι μπαταρίες υποστούν βλάβη, τότε το σύστημα θα λειτουργεί ως υβριδικό σύστημα χωρίς αποθήκευση.

Ο περιστροφικός μετατροπέας είναι ένας ηλεκτρομηχανικός μετατροπέας ισχύος AC/DC διπλής κατεύθυνσης. Αποτελείται από μία σύγχρονη γεννήτρια συνδεδεμένη στον άξονα μίας μηχανής συνεχούς ρεύματος. Όταν λειτουργεί, η σύγχρονη μηχανή συνδέεται στον AC ζυγό του συστήματος, ενώ η μηχανή συνεχούς ρεύματος συνδέεται στην έξοδο των μπαταριών.

Ελέγχοντας το ρεύμα πεδίου στις μηχανές μπορεί να ελέγχεται τόσο η ενεργός όσο και η άεργος ισχύς που διακινείται μεταξύ του περιστροφικού μετατροπέα και του AC ζυγού. Όταν τουλάχιστον μία ντιζελογεννήτρια είναι συνδεδεμένη, αυτή αναλαμβάνει τον έλεγχο της τάσης και της συχνότητας, αλλά όταν όλες οι ντιζελογεννήτριες είναι σβηστές ο έλεγχος γίνεται από τον περιστροφικό μετατροπέα. Η AC μηχανή μπορεί να λειτουργεί και ενώ η DC μηχανή είναι αποσυνδεδεμένη, οπότε σε αυτήν την περίπτωση ο περιστροφικός μετατροπέας λειτουργεί ως σύγχρονος πυκνωτής.

Πιν. 7-1 Τα στοιχεία που αποτελούν το υβριδικό σύστημα στο Wales

ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΤΙΜΗ ΙΣΧΥΟΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟ
2 Ανεμογεννήτριες	65 kW (peak continuous)	Atlantic Orient Corp. 15/50
2 Ντιζελογεννήτριες	168 kW	Cummins LTA10
1 Ντιζελογεννήτρια	75 kW	Allis-Chalmers 3500
1 Ελεγκτής Τοπικού Ελεγχόμενου Φορτίου	89 kW AC	NREL
1 Ελεγκτής Ελεγχόμενου Απομακρυσμένου Φορτίου DC. Μηχανή Reliance Electric	144 kW 1.2 VDC	NREL
1 Περιστροφικός Μετατροπέας	156 kVA	NREL
1 Σύστημα Αποθήκευσης Μπαταριών	1.2 VDC /130 Ah /31.2 kWh	SAFT SPH130Νικελίου-Καδμίου 200 κελιά
1 Βοηθητικός Φορτιστής Μπαταριών 31.2kWh	300 VDC /30 A	NREL

Μπαταριών 31.2kWh		
-------------------	--	--

7.2.1.2.2 Λειτουργική εμπειρία

Δυστυχώς, υπάρχουν περιορισμένα δεδομένα από τη συμπεριφορά του συστήματος σε όλες τις δυνατές καταστάσεις λειτουργίας. Ωστόσο, τον Αύγουστο του 2002 πραγματοποιήθηκε μία περίοδος δοκιμών διάρκειας 18 ημερών σύμφωνα με την οποία το σύστημα λειτούργησε με σβηστές τις ντιζελογεννήτριες για το 20% του χρόνου. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό αν αναλογιστεί κανείς ότι ο Αύγουστος είναι ένας από τους μήνες με τη μικρότερη μέση ταχύτητα ανέμου στο Wales. Κατά τη διάρκεια της περιόδου δοκιμών οι ανεμογεννήτριες κάλυψαν το 41% της ζήτησης, ενώ το υπόλοιπο φορτίο καλύφθηκε από τη συμβατική παραγωγή. Παράλληλα, οι ανεμογεννήτριες παρείχαν 10.000 kWh ηλεκτρικής ενέργειας στα θερμικά φορτία του συστήματος εξοικονομώντας κατ' εκτίμηση 450 λίτρα καυσίμου θέρμανσης. Τα αποτελέσματα από την περίοδο δοκιμών διαφέρουν αρκετά από τα αποτελέσματα των αρχικών προσομοιώσεων. Σύμφωνα με τα τελευταία, η μέση διείσδυση της αιολικής ισχύος θα ήταν περίπου 70%, η μείωση της κατανάλωσης καυσίμου θα ήταν 45% και ο χρόνος λειτουργίας των μονάδων diesel θα μειωνόταν κατά 25%. Επιπλέον, στο διάστημα δοκιμών, ο συντελεστής χρησιμοποίησης των δύο ανεμογεννητριών ήταν 0,382 και 0,377.

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του υβριδικού συστήματος στο Wales είναι ότι, σε αντίθεση με άλλα, αναπτύχθηκε σαν μία μετασκευή του ήδη υπάρχοντος συστήματος ντιζελογεννητριών, γεγονός που έθεσε πολλές κατασκευαστικές προκλήσεις. Επιπρόσθετα, από την έναρξη της λειτουργίας του σημειώθηκαν πολλά προβλήματα, κάποια από αυτά τεχνικά και άλλα λειτουργικά. Η πολυπλοκότητα του συστήματος επέφερε πολυάριθμες και σε μερικές περιπτώσεις μεγάλης διάρκειας διακοπές παροχής αιολικής ισχύος. Αυτές οι διακοπές οφείλονται κυρίως στο μεγάλο χρόνο εντοπισμού και επιδιόρθωσης των τυχόν βλαβών, ακόμα και αν είναι μικρής έκτασης όπως σε μία βαθμίδα του ελεγκτή ή σε έναν ηλεκτρονόμο. Το δεύτερο σημαντικότερο πρόβλημα είναι η απροθυμία του διαχειριστή του συστήματος να επιτρέψει στο σύστημα να λειτουργήσει σε κατάσταση υψηλής διείσδυσης Α.Π.Ε. κυρίως λόγω μίας παραταθείσας στιγμής χαμηλής ποιότητας ισχύος. Το γεγονός αυτό πέραν του ότι μειώνει τη μέση διείσδυση Α.Π.Ε. του συστήματος, αποτελεί αρνητική ανάδραση για τους κατοίκους γειτονικών κοινοτήτων.

Συμπερασματικά, παρόλο που το πρόγραμμα εξελίχθηκε σε μία λειτουργική απογοήτευση και παρά την περιορισμένη λειτουργική εμπειρία εξαιτίας περιορισμών κεφαλαίου, το συγκεκριμένο υβριδικό σύστημα αποτέλεσε μία καλή πηγή απόκτησης εμπειρίας.

7.2.2 Ανταρκτική

Η Ανταρκτική είναι η έκτη ήπειρος της Γης και είναι η περιοχή γύρω από το Νότιο Πόλο. Η έκτασή της είναι 14 εκατ. τετρ. χλμ. Για το κλίμα της Ανταρκτικής είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία στις ακτές κατεβαίνει στους - 60° Κελσίου. Η χειμερινή περίοδος είναι από Απρίλιο έως Νοέμβριο. Η βροχή είναι σχεδόν άγνωστη, αλλά οι χιονοθύελλες και οι ισχυροί άνεμοι πολύ συχνοί. Οι άνεμοι αυτοί ευεργετούν από την άποψη του σχηματισμού σταθερού πάγου στις ακτές και απομακρύνουν τα παγόβουνα. Λόγω της πολύ μικρής βροχόπτωσης που επικρατεί θεωρείται η μεγαλύτερη έρημος της Γης.

Για το φυτικό και ζωικό της βασίλειο ακόμη και για την εκεί ανθρώπινη παρουσία λίγα πράγματα υπάρχουν. Τα φυτά είναι μόνο βρύα και λειχήνες. Φυτικά απολιθώματα δείχνουν, όμως ότι στο

παρελθόν υπήρχε εκεί τροπική βλάστηση. Τα μόνα ζώα που υπάρχουν είναι μερικά άπτερα έντομα. Όσο για τους ανθρώπους υπάρχουν μόνο μερικοί φαλαινοθηρικοί σταθμοί και κάποια ερευνητικά κέντρα. Όσον αφορά όμως τον πλούτο των θαλασσών της και τον ορυκτό της πλούτο, αυτοί είναι τεράστιοι. Υπάρχει μεγάλος αριθμός από πιγκουίνους, φώκιες, φάλαινες και θαλάσσια πουλιά. Όσο για μέταλλα έχει πλούσια κοιτάσματα από γαιάνθρακες, σίδηρο νικέλιο, χαλκό κ.ά.

Η συνθήκη της Ανταρκτικής -Antarctic Treaty [1] έχει ειδικό κεφάλαιο για την διατήρηση και προστασία του περιβάλλοντος ως ο μόνος τρόπος για να διασφαλιστεί η ολοκληρωμένη προστασία του περιβάλλοντος και των συναφών οικοσυστημάτων και ορίζει την Ανταρκτική ως φυσικό απόθεμα αφιερωμένη στην ειρήνη και την επιστήμη. Ένα μεγάλο μέρος της ηπείρου παραμένει ανεξερεύνητο και πολλοί λίγοι άνθρωποι έχουν τολμήσει να το πράξουν.

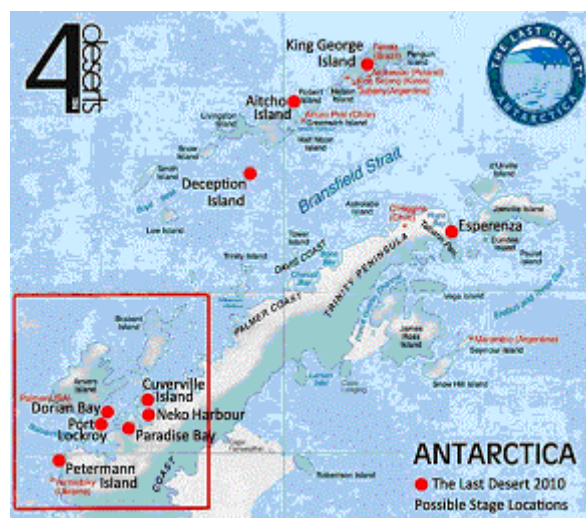
7.2.2.1 Δραστηριότητες στον τομέα ΑΠΕ στην περιοχή

Οι δραστηριότητες στην περιοχή της Ανταρκτικής πρέπει να σχεδιάζονται και να εκτελούνται έτσι ώστε να αποφευχθούν δυσμενείς επιπτώσεις στο νερό και στην ποιότητα του αέρα, στο κλίμα και στις καιρικές συνθήκες καθώς και στη πανίδα και χλωρίδα της περιοχής. Ακόμη και αν οι δραστηριότητες αυτές διενεργούνται με τη μέγιστη ασφάλεια, οι εργασίες μεταφοράς, η μεταφορά και απόρριψη των καυσίμων στους επιστημονικούς σταθμούς είναι επικίνδυνη και πού ακριβή. Η Διοίκηση και η Διεύθυνση Έρευνας, Ανάπτυξης και Παραγωγής του Αργεντινικού Στρατού-The Argentine Antarctic Army Command and its Directorate of Research, Development and Production καθώς και η Διεύθυνση Εθνικής Ανταρκτικής-National Antarctic Directorate (DNA) και το Ινστιτούτο Αργεντινής Ανταρκτικής-Argentine Antarctic Institute (IAA), σχεδιάζουν τη σταδιακή υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων και την ενίσχυση της έρευνας και της τεχνολογίας για την ανάπτυξη των εναλλακτικών μορφών ενέργειας.

Η Αργεντινική Ενότητα Καθαρής Ενέργειας- The Argentine Module of Clean Energy (MAEL) για την παραγωγή υδρογόνου από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι ένα από τα αποτελέσματα των δράσεων αυτών.

7.2.2.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ Esperanza- Hope Bay

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα καλών πρακτικών ΑΠΕ είναι η εγκατάσταση στον Ερευνητικό Σταθμό Esperanza- Hope Bay. Ο σταθμός αυτός εργάζεται υπό αντίξοες συνθήκες(οι μέσες θερμοκρασίες είναι $-5,5^{\circ}\text{C}$ και το εύρος όλο το χρόνο από $-10,8^{\circ}\text{C}$ τον χειμώνα και $0,2^{\circ}\text{C}$ το καλοκαίρι),



Περιοχές με ιδιαίτερα Χαμηλές θερμοκρασίες

Εικ. 7-3 Πάνω δεξιά η Αργεντινική Βάση Esperanza- Hope Bay, στην χερσόνησο Trinity της Ανταρκτικής.

Σκοπός της εγκατάστασης είναι:

- η 50% μείωση σε κατανάλωση ορυκτών καυσίμων για το σταθμό σε διάστημα 15 χρόνων
- μείωση 50% στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα
- και η δημιουργία σταθμού παραγωγής 150kW με χρήση καθαρών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Προς το παρόν ο Σταθμός περιλαμβάνει:

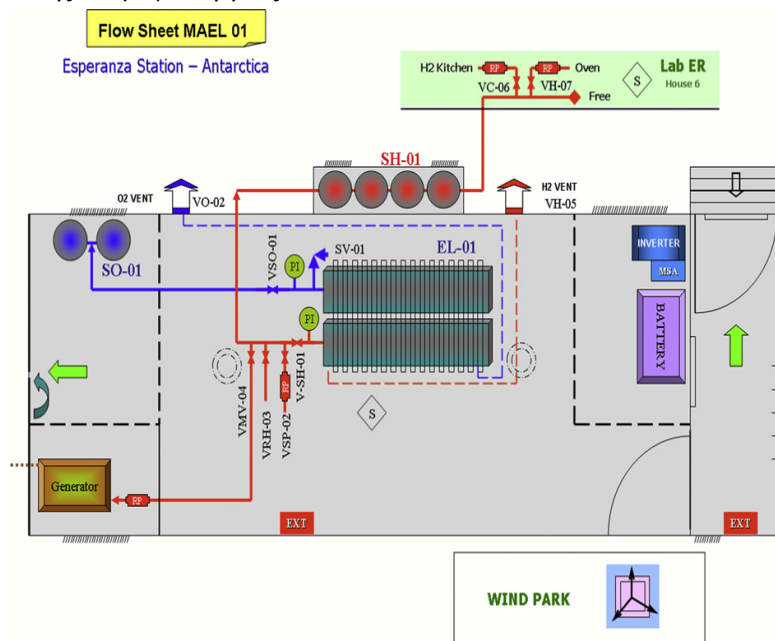
- ✓ Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την χρήση υδρογόνου
- ✓ Κυψέλες καυσίμου για την τηλεόραση και υπολογιστές, κουζίνα και φούρνους
- ✓ Αιολική παραγωγή και διάταξη ηλεκτρόλυσης...

Το υδρογόνο παράγεται στο Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (το οποίο βρίσκεται σε απόσταση ασφαλείας από τα υπόλοιπα κτίρια.

Το 2006, εγκαταστάθηκε η ανεμογεννήτρια WT-01 4.5kW η οποία παράγει ενέργεια που χρησιμοποιείται για την θέρμανση του εργαστηρίου ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από το 2007. Το σχέδιο για την παραγωγή υδρογόνου με τη βοήθεια μίας ακόμη ανεμογεννήτριας WT-02 (σχεδιασμός από την εταιρεία Bariloche) ισχύος 5kW αρχίζει τον Ιανουάριο του 2009. Το υδρογόνο παράγεται μέσω της μεθόδου της ηλεκτρόλυσης του νερού χρησιμοποιώντας ως πρωτογενή πηγή ενέργειας, την αιολική και παράγεται 0,7 Nm³/ h υδρογόνο και 0,35 Nm³/h φυσικό αέριου οξυγόνου με μέγιστη πίεση 30 bar.

Η γενική διάταξη αυτής της εγκατάστασης παρουσιάζεται στην Εικ. 7-4.

Στα 2-3 τελευταία χρόνια λειτουργίας του σταθμού οι παραπάνω διατάξεις λειτουργούν με μεγάλη επιτυχία για την παραγωγή υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης που παράγεται με ηλεκτρική ενέργεια. Η μόνη σχεδόν μεγάλη της αδυναμία είναι οι σφοδροί άνεμοι οι οποίοι μπορεί να καταστρέψουν σημαντικά τμήματα της ανεμογεννήτριας.



Εικ. 7-4 Αιολική γεννήτρια ρεύματος, η βασική μονάδα για την παραγωγή και το Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Tory (Laber) για τις εφαρμογές.

7.2.2.3 Χρηματοδότηση

Το έργο για την επίτευξη αυτών των στόχων διεξάγεται στο πλαίσιο του ερευνητικού

προγράμματος μέσω της τεχνολογικής και επιστημονικής συνεργασίας μεταξύ του Ιδρύματος Τεχνολογίας του Μπουένος Άιρες - the Institute of Technology of Buenos Aires (ITBA), το Ίδρυμα Υδρογόνου Σάντα Κρούζ - Santa Cruz Hydrogen Foundation (FHSC), το Ανώτατο Τεχνικό Πανεπιστήμιο - Superior Technical University (EST), την Ένωση Υδρογόνου της Αργεντινής - the Argentine Hydrogen Association (AAH) και το Ινστιτούτο Επιστήμης και Τεχνικής Έρευνας για την Άμυνα - the Institute of Scientific and Technical Research for Defense (CITEDEF).

7.2.2.4 ΣΥΝΟΨΗ

Η επιτυχημένη προσπάθεια στον σταθμό Hope Bay μας προσφέρει ένα ελπιδοφόρο μήνυμα για το ότι ακόμη και σε τόσο δύσκολες κλιματολογικές συνθήκες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να δράσουν και εκεί και να συμβάλουν στην πιο αρμονική συμβίωση με το περιβάλλον και στην βελτίωση της ζωής του ανθρώπινου είδους πάνω στη Γη.

7.3 ΠΕΡΙΟΧΗ ΙΜΑΛΑΪΩΝ - ΝΕΠΑΛ

Το Νεπάλ είναι μια μεσόγεια ασιατική χώρα με 27.000.000 κατοίκους, το 68,5% των οποίων επιβιώνει με λιγότερο από 2 δολάρια την ημέρα και είναι κατεξοχήν ορεινή περιοχή. Λέγεται και Ορεινό Βασίλειο γιατί τα 9/10 του εδάφους της καλύπτονται από ψηλά βουνά. Από τα δέκα πιο ψηλά βουνά του κόσμου τα εννέα βρίσκονται στο Νεπάλ. Η χώρα αυτή ενδείκνυται για χρήση ανεμογεννητριών λόγω του αυξημένου αιολικού δυναμικού. Περίπου το 88% του πληθυσμού της χώρας κατοικούν σε αγροτικές περιοχές και μόνο το 15% έχει πρόσβαση στον ηλεκτρισμό. Υπάρχει επίσης υψηλό ποσοστό αναλφαβητισμού (51%) μεταξύ των ενηλίκων.

7.3.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ – ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

Η κυβέρνηση του Νεπάλ ίδρυσε το 1996 το Κέντρο Προώθησης Έναλλακτικής Ενέργειας (the Alternative Energy Promotion Centre –AEP-). Αυτό το κέντρο εργάζεται για την προώθηση και την ανάπτυξη της ηλιακής ενέργειας, τα μικρά-υδροηλεκτρικά, βιοαέριο, βιο-καύσιμα, ανεμογεννήτριες και είναι η πρωτοπόρος για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο Νεπάλ.

Η Δανία έχει γίνει χώρα-εταίρος με το Νεπάλ από το 1989 και έχει δημιουργηθεί μια μακρόχρονη εταιρική σχέση. Μέσω της συνεργασίας αυτής η Δανία έχει ως στόχο να συμβάλει στη μείωση της φτώχειας, στην πολιτική σταθερότητα, και να ενισχυθεί η οικονομική ανάπτυξη και η πρόσβαση στην ενέργεια. Στο πλαίσιο αυτό η Δανία έχει χορηγήσει 770 εκατομμύρια δανικές κορώνες (132 εκατομμύρια δολάρια).

7.3.1.1 Επιτευγματα του ΑΕΡC

- Σχεδιασμός και υλοποίηση μιας εθνικής πολιτικής επιδοτήσεων για τις ΑΠΕ
- Δημιουργία Ταμείου Αγροτικής Ενέργειας -Interim Rural Energy Fund (REF)- με σκοπό τη διαχείριση του Ε.Σ.Α.Π ταμείου επιδοτήσεων με συνεισφορές από το Νεπάλ, τη Δανία, τη Νορβηγία και τη Γερμανία.
- Εξασφάλισε την υποστήριξη από την Νορβηγία, την Παγκόσμια Τράπεζα, το UNDP, την Ολλανδία και από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή

7.3.1.2 Πρόγραμμα ‘Βοήθεια στον Τομέα της Ενέργειας - Energy Sector Assistance Programme (ESAP)’

Το πρόγραμμα αυτό ιδρύθηκε από την Δανία το 1999 με σκοπό την επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης στον αγροτικό τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εντός χρονικού διαστήματος 20 ετών. Η πρώτη φάση του προγράμματος δημιούργησε τα θεμέλια για τη μελλοντική δράση και τα οφέλη που προβλέπονται σε 1,5 εκατομμύρια ανθρώπους οι οποίοι ζούν σε απομακρυσμένες περιοχές του Νεπάλ.

Η δεύτερη φάση του προγράμματος έχει ως στόχο να παρέχει ενεργειακές λύσεις σε περισσότερα από 1 εκατομμύριο νοικοκυριά . Η πρόσβαση σε καθαρές, φτηνές και αξιόπιστες μορφές ενέργειας σε απομακρυσμένες αγροτικές περιοχές θα αποτελεσει σημαντική συμβολή στη βελτίωση της εκπαίδευσης και τη μείωση της φτώχειας

7.3.1.2.1 Επισκόπηση

Ο στόχος της Φάσης 1 ήταν η βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των αγροτικών πληθυσμών στο Νεπάλ με την αύξηση της πρόσβασης στις ενεργειακές τεχνολογίες. Παρόλο που η χώρα εκείνη την περίοδο περνούσε ένοπλη εξέγερση κατά της πρώτης φάσης του προγράμματος, σημείωσε σημαντική πρόοδο προς την επίτευξη αυτού του στόχου.

Το αρχικό κεφάλαιο για την Φάση 1 ήταν 154 εκατομμύρια κορόνες Δανίας (DKK). Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης, έγινε σαφές ότι η πρόσθετη χρηματοδότηση ήταν απαραίτητη, η οποία δόθηκε από την κυβέρνηση της Νορβηγίας και του Νεπάλ, όπως παρουσιάζει ο Πιν. 7-2

Πιν. 7-2 Προϋπολογισμός Φάσης 1

ΧΟΡΗΓΟΙ	ΣΥΝΑΛΛΑΓΜ Α	ΑΡΧΙΚΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜ Ο (σε εκατομμ.)	ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜ ΟΣ (σε εκατομμ.)	ΣΥΝΟΛΟ ΔΑΠΑΝΩΝ(σ ε εκατομμ.)
ΔΑΝΙΑ	DKK	154	37.3	191.3
ΝΟΡΒΗΓΙ Α	NoK	0	35.5	35.5
ΝΕΠΑΛ	Rs.	0	99.6	99.6

7.3.1.2.2 Επιτεύγματα

Τα επιτεύγματα της Φάσης 1 ήταν:

- ·Συγκρότηση Ταμείου Αγροτικής Ενέργειας
- ·Αποτελεσματική διάδοση των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στους φτωχούς αγρότες.
- ·Σύσταση δικτύων μη κυβερνητικών οργανώσεων και ιδιωτικών φορέων
- ·Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας
- ·Προγράμματα κατάρτισης προσωπικού
- ·Ίδρυση Ηλιακού Σταθμού Δοκιμής Ενέργειας -Solar Energy Test Station (SETS)- ο οποίος συστάθηκε στις αγροτικές περιοχές.
- ·Εξασφαλισμένη τραπεζική χρηματοδότηση για έργα ΑΠΕ

7.3.1.2.3 Φάσεις υλοποίησης

Φάση	Ημερομηνίες
Πρόγραμμα Phase 1	Μάρτιος 1999 - Μάρτιος 2004
Πρόγραμμα Phase I no cost extension	Απρίλιος 2004 - Σεπτέμβριος 2004
Πρόγραμμα Bridging Phase	Οκτώβριος 2004 - Ιούνιος 2005
Πρόγραμμα Bridging χωρίς επέκταση του κόστους 1	Ιούλιος 2005 - Ιούνιος 2006
Πρόγραμμα Bridging Phase χωρίς επέκταση του κόστους 2	Ιούλιος 2006 - Μάρτιος 2007

7.3.1.3 UNDP - ΝΕΠΑΑ

Η υποστήριξη του UNDP στον τομέα της ενέργειας από το 1996 μέσω του Προγράμματος Αγροτικής Ανάπτυξης Ενέργειας (REDP) Rural Energy Development Programme (REDP) εξυπηρέτησε περισσότερους από 60.000 νοικοκυριά που ζουν σε απομακρυσμένους οικισμούς του Νεπάλ. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας για τους αγροτικούς βιοτικούς τόπους -Renewable Energy for Rural Livelihood (RERL) είναι ένα πρόγραμμα που διαδέχεται το REDP και εφαρμόζεται πλέον σε 26 απομακρυσμένες περιοχές του Νεπάλ από το 2010. Το πρόγραμμα σε αυτές τις επιλεγμένες περιοχές είναι να συνδεθούν επιπλέον 28.500 νοικοκυριά με ενεργειακές υπηρεσίες από την παραγωγή 1,65 MWp ισχύος εξόδου και την εγκατάσταση 250, 100 μεγάλων και 150 μικρών σταθμών ενέργειας με βάση τις επιχειρήσεις σε 20 επαρχίες.

Μεταξύ 1996 και Μαρτίου 2011 το Πρόγραμμα Ανάπτυξης Ενέργειας (REDP) επέτρεψε σε περισσότερους από 50.000 νοικοκυριά να αποκτήσουν ηλεκτρικό ρεύμα από πηγές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας για τους Αγροτικούς βιοτικούς τόπους - The Renewable Energy for Rural Livelihood programme (RERL), είναι μια επέκταση της επιτυχημένης συνεργασίας μεταξύ της κυβέρνησης και του UNTP για την ενοποίηση των βέλτιστων πρακτικών. Τα νέο αυτό πρόγραμμα υλοποιείται από το Κέντρο Εναλλακτικής Ενέργειας και Προώθησης της κυβέρνησης του Νεπάλ- The Government's Alternative Energy Promotion Centre (AEPC). Το πρόγραμμα βοήθησε να διαμορφωθεί η πολιτική και το θεσμικό πλαίσιο για την αποκεντρωμένη ανάπτυξη και διαχείριση του αγροτικού ενεργειακού εφοδιασμού και έχει βοηθήσει στη δημιουργία 72 κρατικών μονάδων περιβάλλοντος για την τοπική ανάπτυξη της ενέργειας. Η επιτυχία αυτού του προγράμματος τέθηκε ως βάση για την ανάπτυξη του προγράμματος για τα μικρο-υδροηλεκτρικά - Micro-hydro Village Electrification Programme (MHVEP), το οποίο χρηματοδοτείται από το την Παγκόσμια Τράπεζα.

7.3.1.4 ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ PERL:

Διάρκεια Έργου:	April 2011 to March 2016
Συνολικός Προϋπολογισμός:	\$1.4 million
Περιοχή:	26 districts of Nepal
Χορηγοί:	UNDP
Φορέας:	The Alternative Energy Promotion Centre (AEPC) of the Ministry

Καταμερισμός κόστους:

The World Bank, District Development Committees (DDCs), Village Development Committees (VDCs) and communities

7.3.2 Αιολική Ενέργεια

Η πολυετής έλλειψη ενέργειας στη χώρα ανάγκασε την κυβέρνηση να αναζητήσει εναλλακτικές πηγές για την κάλυψη της ζήτησης. Οπότε αποφάσισε την υλοποίηση ενός έργου 20 MW με ανεμογεννήτριες με στόχο την εξυπηρέτηση της πρωτεύουσας Κατμαντού και τα περίχωρα της. Επίσης νομοθέτησε φορολογικές απαλλαγές για την εισαγωγή του εξοπλισμού και των μηχανημάτων που απαιτείται για την υλοποίηση των έργων αιολικής ενέργειας προκειμένου να ενθαρρυνθούν οι επενδύσεις από τον ιδιωτικό τομέα.

Η aperc σε συνεργασία με την Hydro Solution και Everest Renewables Private Limited προέβει σε εθνικό επίπεδο εργαστήριο τον Οκτώβριο του 2008 με τίτλο ‘‘ AuWind Energy’’ και ο ρόλος του ήταν η άμβλυση της ενεργειακής κρίσης της αφρικανικής ένωσης. Η APEPC φιλοξένησε επίσης ένα σύντομο πρόγραμμα το Δεκέμβριο του 2008 το οποίο κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το μεγαλύτερο εμπόδιο για την μεγάλης κλίμακα διεθνείς συνεργασία στον τομέα της αιολικής ενέργειας είναι η έλλειψη συνεκτικής πολιτικής για την αιολική ενέργεια.

7.3.2.1.1 Μικρά-συστήματα / έργα αιολικής ενέργειας

Παρά το γεγονός ότι τα σχέδια τη κυβέρνησης για την ανάπτυξη του τομέα της αιολικής ενέργειας υπήρχαν εδώ και αρκετό χρονικό διάστημα μόνο από το 1996 από την ίδρυση του AEPC άρχισε να πραγματοποιείται σοβαρή έρευνα και ανάπτυξη στον τομέα αυτό. Παρά τις προσπάθειες αυτές πάντως η αιολική ενέργεια είναι ακόμη στα σπάργανα και περιορισμένα δεδομένα είναι διαθέσιμα για την έρευνα και μοντελοποίηση.

Έργα ανάπτυξης αιολικής ενέργειας που πραγματοποιούνται από τον ιδιωτικό τομέα και μη κερδοσκοπικές οργανώσεις έχουν πραγματοποιηθεί με περιορισμένη επιτυχία και δυστυχώς μερικές από τις πιο βιώσιμες προσπάθειες έχουν αποτύχει λόγω έλλειψης συντήρησης. Μία τέτοια περίπτωση είναι το Πρόγραμμα Kagbeni Wind Power το οποίο είναι από τα μεγαλύτερα έργα έως σήμερα. Εγκατεστημένο από το 1987 με χρηματοδότηση της κυβέρνησης της Δανίας ήταν σε θέση να παράγει έως 20kWatt, όμως εξαιτίας της έλλειψης συντήρησης δεν λειτουργεί πλέον.

Η AEPC έχει εγκαταστήσει έξι υβριδικά συστήματα με αιολική-ηλιακή ενέργεια που παράγει 400 Watt (150 watt ηλιακή, αιολική ενέργεια 250 watt) στα χωριά Pyuthan, Musgit και Palpa (Εικ. 7-5). Από τις εγκαταστάσεις αυτές επωφελούνται 20 νοικοκυριά και δύο σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Οι τοποθεσίες του έργου επιλέχθηκαν με βάση την ασφάλεια της εγκατάστασης και τη διαθεσιμότητα συντήρησης.



Εικ. 7-5 400 Watt μικρή ανεμογεννήτρια στο χωρίο Pyuthan

7.3.3 Πρόγραμμα SWERA

Η Ηλιακή και Αιολική Ενέργειας Αξιολόγηση Πόρων- The Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA) project, υλοποιήθηκε από το Κέντρο Προώθησης Εναλλακτικής Ενέργειας - Alternative Energy Promotion Center σε κοινή εταιρική σχέση με το Κέντρο για τις Ενεργειακές μελέτες με την υποστήριξη από το πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον/Παγκόσμιος Μηχανισμός Περιβάλλοντος- United Nations Environment Program/Global Environment Facility (UNEP/GEF).

Ξεκίνησε το 2003 και ολοκληρώθηκε στα τέλη του Δεκεμβρη του 2007. Εκτός από το πρόγραμμα SWERA, η ΑΕΠΚ παρακολουθεί συνεχώς τα δεδομένα ανέμου από τις πιθανές τοποθεσίες τις χώρας για εγκατάσταση Α/Γ. Ενδεικτικός πίνακας των έργων είναι ο Πιν. 7-3.

Πιν. 7-3Οι τοποθεσίες των έργων με τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους :

.	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ/ΠΕΡΙΟΧΕΣ	ΑΠΟΔΕΚΤΗΣ
1	Jogepani/ Palpa	Σχολείο (Lipin Devi Primary School)
2	Bhimdhunga/ Kathmandu	Νοικοκυριά και καταστήματα
3	Neta/ Pyuthan	Νοικοκυριά και καταστήματα
4	Kaskot/ Pyuthan	Νοικοκυριά

7.3.3.1 Phakel Micro-Wind Project

Οι κάτοικοι στην περιοχή Phakel, η οποία βρίσκεται 50 χλμ. βόρεια της πρωτεύουσας Κατμαντού, βασίζονται εξ ολοκλήρου από κεριά, παραφίνη και χρήση μπαταριών για τις ενεργειακές ανάγκες τους, η οποία χρησιμοποιείται για να κοστίζει έως και το ένα πέμπτο του εισοδήματος κάθε οικογένειας είναι αρκετά ρυπογόνα και μερικές φορές και επικίνδυνα.

Η εγκατάσταση πραγματοποιήθηκε από την εταιρεία Practical Action με δύο μικρές ανεμογεννήτριες των 100W και 200W για να παρέχουν καθαρή ανανεώσιμη ενέργεια για το φωτισμό και μικρές ηλεκτρικές συσκευές. Η ανεμογεννήτρια των 200W παρέχει ηλεκτρική ενέργεια σε ένα δημοτικό σχολείο. Χρησιμοποιείται το βράδυ κατά τη διάρκεια των μαθημάτων αλφαριθμητισμού για τους ενήλικες όσο και κατά την διάρκεια της ημέρας για τους μικρούς μαθητές για το λόγο ότι το χειμώνα ο καιρός είναι τόσο κρύος που οι εκπαιδευτικοί πρέπει να κλείνουν τα στόρια για να προστατεύσουν τους εαυτούς τους και τα παιδιά, και έτσι τα δωμάτια είναι πολύ σκοτεινά.

7.3.3.1.1 Το σχέδιο του έργου:

Η επιτυχία του έργου έχει προκαλέσει τη δημόσια ευαισθητοποίηση για το δυναμικό της αιολικής ενέργειας στην περιοχή. Η είδηση έχει εξαπλωθεί στις τριγύρω περιοχές, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια φεστιβάλ, που είναι πολύ συχνές στην περιοχή. Κοντινές κοινότητες έχουν εκφράσει ενδιαφέρον για την εισαγωγή παρόμοιων ανεμογεννητριών στα χωριά τους, και έχουν αρχίσει διαβουλεύσεις με την κυβέρνηση για να συζητήσουν για το πώς η αιολική τεχνολογία μπορεί να εξαπλωθεί σε όλη τη χώρα.

7.3.3.2 Renewable energy village, Nepal

Στο Νεπάλ η ομάδα Πρακτικές Δράσεις - Nepal Practical Action έχει δημιουργήσει ένα "Χωριό Ενέργειας" το οποίο αποδεικνύει ότι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, μικρά υδροηλεκτρικά, ηλιακή και αιολική ενέργεια μπορούν να επιφέρουν ένα τεράστιο όφελος για τη δημιουργία εισοδήματος και την τοπική ανάπτυξη.

Η παροχή ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας στο να βοηθήσει στην καταπολέμηση της φτώχειας. Οι

τεχνολογίες ΑΠΕ προσφέρουν καθαρές και βιώσιμες λύσεις για την παραγωγή ενέργειας, οι οποίες όταν διαχειρίζονται με τον κατάλληλο τρόπο μπορούν να συμβάλουν δραματικά στη μείωση της φτώχειας.

Στο χωριό Cherang στην περιοχή Gorkha, 67 πλέον νοικοκυριά έχουν πρόσβαση σε φωτισμό μέσω ΑΠΕ. Αυτές οι πηγές περιλαμβάνουν αιολικό/ηλιακό υβριδικό σύστημα, μικρο-υδροηλεκτρικά και ηλιακά φανάρια.

7.3.3.3 Μελλοντικά Σχέδια για την Αιολική Ενέργεια

Η ΑΕΡC σε συνεδρίαση του διοικητικού συμβουλίου τον Απρίλιο του 2009 ενέκρινε τη δημιουργία μιας εθνικής ενεργειακής ομάδας εργασίας για τη χάραξη των εθνικών πολιτικών και για την υλοποίηση έργων αιολικής ενέργειας στο Νεπάλ. Το διοικητικό συμβούλιο επίσης έχει δεσμευτεί στην ακόλουθη δράση στο ετήσιο πρόγραμμα του:

- Εγκατάσταση δύο Α/Γ 400 watt σε μη ηλεκτροφόρες περιοχές της περιφέρειας Kavre
- Εγκατάσταση μιας Α/Γ για την άντληση των υπογείων υδάτων σε Biratnagar.
- Εγκατάσταση δύο σταθμών αιολικής ενέργειας με σκοπό τη μέτρηση της ταχύτητας του ανέμου σε Bhimdhunga και Dhading Timal Dadan στην περιοχή σε Kavre.
- Η ανάπτυξη/έρευνα τεχνικών προδιαγραφών και προτύπων για 200 & 400 Watt μικρών αιολικών συστημάτων με την υποστήριξη χρηματοδότησης από την κυβέρνηση του Νεπάλ.

7.3.4 Οικιακά Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Η ΑΕΡC έχει δημιουργήσει το πρόγραμμα “Μικρά Ηλιακά Οικιακά Συστήματα- Solar Energy Support Programme (SSP) το οποίο σχετίζεται με δραστηριότητες εφαρμογής, όπως η προώθηση, τη διάδοση, τη διασφάλιση της ποιότητας και την παρακολούθηση συστημάτων ηλιακής ενέργειας. Το 1996 η Αερε παρείχε επιδοτήσεις έως και 50% του κόστους των ηλιακών συστημάτων για τις οικίες. Πάνω από 20 ιδιωτικές εταιρείες υπάρχουν στο Νεπάλ οι οποίες προμηθεύουν και εγκαθιστούν ηλιακά συστήματα. Συγκεκριμένα η εταιρεία Solar Electricity Co (Pvt) Ltd αναφέρει στη ιστοσελίδα της ότι έχει εγκαταστήσει πάνω από 15.000 φωτοβολταϊκά συστήματα σε πάνω από 64 επαρχίες



Εικ. 7-6 μικρά αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα σε χωριό του Νεπάλ

Περιοχές με ιδιαίτερα Χαμηλές θερμοκρασίες

7.3.4.1 Οικιακά Φωτοβολταϊκά Συστήματα στο Νομό Baglung

Ημερομηνία έναρξης: Δεκέμβριος 1999 έως και Σεπτέμβριος 2001

Όνομασία Προγράμματος: Solar Village Electrification Demonstration Project (SOVED), and Paper and Power Project, part of the Home Employment and Lighting Package (HELPTM)

Κόστος κάθε συστήματος: 342 \$ Στα πρώτα 75 συστήματα έλαβε κρατική επιδότηση περίπου 150\$ η κάθε μία κατοικία. Τα σημερινά ποσοστά επιχορήγησης για αυτά τα ηλιακά συστήματα είναι 93 \$
Συνολική ισχύς παρέχεται: 3,4 kW (198 πάνελ των 20Wp το καθένα)

Το ίδρυμα Φωτισμού των Ιμαλαίων- The Himalayan Light Foundation (HLF) ανέπτυξε ένα ευέλικτο σύστημα πληρωμής για χωρικούς οι οποίοι για οικονομικούς λόγους αδυνατούσαν να έχουν πρόσβαση στην απόκτηση φ/β συστήματος και κατά συνέπεια στον ηλεκτρισμό, Το σύστημα που ανέπτυξε αφορούσε την παραγωγή και πώληση προϊόντων χειροτεχνίας τα οποία πωλούνται μέσω του διαδικτύου. Αυτή η ιδέα η οποία ονομάζεται "Απασχόληση στο Σπίτι και Πακέτο Φωτισμού- Home Employment and Lighting Package" αναπτύχθηκε με την υποστήριξη της ιδιωτικής εταιρείας φ/β συστημάτων " Lotus Energy". Οι γυναίκες έπλεκαν κάθε μήνα από μία παραδοσιακή τσάντα των Ιμαλαίων και από τα έσοδα των πωλήσεων γινόταν η αποπληρωμή του δανείου που είχαν λάβει για την αγορά-εγκατάσταση των φ/β συστημάτων.

Τα νοικοκυριά δεν χρειάζονται πλέον να αγοράζουν κηροζίνη ή συσσωρευτές κι αυτό εξοικονομεί το 20% του εισοδήματός τους. Επίσης από τα έσοδα πώλησης των χειροποίητων σάκων πληρώνεται το δάνειο και εξοικονομούνται και κάποια επιπλέον χρήματα ως συμπληρωματικό εισόδημα περίπου 100 \$.

7.3.5 Οικιακά Φωτοβολταϊκά Συστήματα στο χωριό Pulimarang της περιοχής Tanahu

Η ιδιωτική εταιρεία Solar Electric Company είναι ο αρχικός σχεδιαστής-προμηθευτής και εγκαταστάτης του πρώτου πιλοτικού έργου οικιακού ηλιακού συστήματος στο Νεπάλ το 1993. Σε αυτό το έργο, 68 σπίτια και ένα κοινοτικό κέντρο ηλεκτροδοτήθηκαν με φ/β πάνελ. Ο πρωθυπουργός του Νεπάλ εγκαινίασε το πρόγραμμα, το οποίο έγινε το σύμβολο της επιτυχημένης χρήσης των φ/β συστημάτων εμπνέοντας και άλλα χωριά να χρησιμοποιήσουν αυτή την τεχνολογία.



Εικ. 7-7 Φ/β σύστημα στο χωριό Pulimarang

7.3.6 ΣΥΝΟΨΗ

Το Νεπάλ κατατάσσεται στις χώρες με πολύ χαμηλό βιοτικό επίπεδο, τα επίπεδα αναλφαβητισμού είναι αρκετά υψηλά και το περισσότερο ποσοστό των κατοίκων ζούν χωρίς πρόσβαση στο ηλεκτρικό ρεύμα. Η κυβέρνηση του Νεπάλ από το 1996 έχει αρχίσει να παρουσιάζει ένα έντονο ενδιαφέρον προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με τη βοήθεια βέβαια και άλλων χωρών όπως της Δανίας και Νορβηγίας με περισσότερη έμφαση στα φωτοβολταϊκά συστήματα. Η εγκατάσταση ανεμογεννητριών είναι αρκετά περιορισμένη, υπάρχει όμως έντονο ενδιαφέρον για έρευνα, ανάπτυξη και προώθηση της τεχνολογίας αυτής από την κυβέρνηση.

7.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι ορεινές και ανυψωμένες περιοχές ανά τον κόσμο προσφέρουν μεγάλο δυναμικό αιολικής ενέργειας στα απαιτητικά χειμερινά κλίματα. Διάφορες εθνικές δραστηριότητες έχουν διεξαχθεί σε ένα αριθμό κρατών για να χειραγωγήσουν τις δυσκολίες που θέτει η ατμοσφαιρική παγοποίηση και οι χαμηλές θερμοκρασίες στην αιολική τεχνολογία. Η έλλειψη γνώσεων που έχουμε για τα ειδικά δεδομένα των ψυχρών κλιμάτων (ΨΚτων) και η έλλειψη αποδεδειγμένων και οικονομικών τεχνολογικών λύσεων έχουν περιορίσει τη μεγάλης κλίμακας εκμετάλλευση αυτών των τοποθεσιών.

Θα πρέπει να μελετηθούν λεπτομερώς οι επιπρόσθετοι κίνδυνοι που εμπλέκονται στα πρότζεκτ αιολικής ενέργειας στα ΨΚτα. Οι συνθήκες στα ΨΚτα επηρεάζουν άμεσα την πρόσβαση στις εγκαταστάσεις, τις εργασιακές συνθήκες, την επιλογή τεχνολογίας, την ασφάλεια και την παραγωγή ενέργειας.

Πρέπει να δίνεται έμφαση στη σπουδαιότητα της ενδεδειγμένης μελέτης της εγκατάστασης στα ΨΚτα και στις συνθήκες παγοποίησης, οι οποίες μπορούν να δημιουργήσουν περιπλοκές στις μετρήσεις. Είναι η πιο σημαντική φάση, όμως, καθώς οι αποφάσεις για το πρότζεκτ βασίζονται στα αποτελέσματα. Συνίσταται μια ενδεδειγμένη μέτρηση της τοποθεσίας, που συμπεριλαμβάνει μετρήσεις πάγου για τουλάχιστον ένα χρόνο με τα σωστά όργανα μέτρησης. Η πολυπλοκότητα ενός προγράμματος μέτρησης θα ποικίλει πολύ, εξαρτώμενη από τη θέση και τις παραμέτρους. Μία ενδεδειγμένη καμπάνια μέτρησης παρέχει επίσης αξιόλογες πληροφορίες για την πρόσβαση στην εγκατάσταση και τις συνθήκες εργασίας.

Οι χειριστές των οργάνων και του στροβίλου έχουν διαθέσιμες λύσεις για τα ΨΚτα. Πιθανές λύσεις για το κάθε έργο χρειάζεται να ερευνηθούν διότι οι συνθήκες στα ΨΚτα διαφέρουν πάρα πολύ. Αυτό συμβαίνει εν μέρει επειδή οι εμπορικές και πρότυπου επιπέδου συσκευές αντι-πάγωσης και αποπάγωσης και άλλες λύσεις για χαμηλές θερμοκρασίες λειτουργίας έχουν παρουσιαστεί, αλλά υπάρχουν διαθέσιμες μόνο περιορισμένες δημοσιευμένες πληροφορίες. Οι λύσεις για τις χαμηλές θερμοκρασίες είναι γενικά πιο ώριμες διότι το μεγαλύτερο μέρος αυτής της τεχνολογίας έχει εισαχθεί σε άλλα πεδία της μηχανολογίας. Ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι η έλλειψη αποδεδειγμένης τεχνολογίας αντι-πάγωσης και αποπάγωσης στις διαφόρων ειδών κλιματολογικές συνθήκες πάγου.

Η παγοποίηση μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την παραγωγή ενέργειας. Δεν υπάρχει αποδεδειγμένη μέθοδος για την εκτίμηση απωλειών παραγωγής που προκαλούνται από τον πάγο, αλλά έχουν παρουσιαστεί απλές προσεγγίσεις οι οποίες μπορούν να αξιολογήσουν λογικά τα αποτελέσματα των ακραία χαμηλών θερμοκρασιών. Επιπρόσθετα κόστη που σχετίζονται με τις συνθήκες εργασίας, την κατασκευή, την προσβασιμότητα στην εγκατάσταση, μπορούν να περιοριστούν με την προσεκτική κατάστρωση σχεδίου. Τα πρότζεκτ αιολικής ενέργειας σε ΨΚτα μπορούν να διατηρήσουν υψηλά στάνταρντ ασφάλειας.

Τα αιολικά πρότζεκτ σε ΨΚτα εμπεριέχουν μεγαλύτερους κινδύνους από τις φυσιολογικές αναλήψεις σε πεδινές περιοχές. Οι προγραμματιστές, οι χειριστές, οι αρχές, οι ασφαλιστές και οι επενδυτές πρέπει να χρησιμοποιούν την εκτίμηση των κινδύνων για να καθορίζουν τα είδη των κινδύνων που έχει να αντιμετωπίσει μια αιολική εγκατάσταση σε ΨΚτα και τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για την αποφυγή ή τη μείωση αυτών των κινδύνων. Αν και τα πρότζεκτ ΨΚτων θα έχουν επιπρόσθετους κινδύνους, οι αξιολογήσεις τους δεν θα διαφέρουν από εκείνες άλλων πρότζεκτ ανάπτυξης αιολικών πάρκων.

Χρειάζεται περισσότερη δουλειά, ειδικά για την εκτίμηση των απωλειών που οφείλονται στο πάγο

και στην ανάπτυξη αντίμετρων ενάντια στον πάγο. Οι κλιματολογικές συνθήκες στις εγκαταστάσεις στα ΨΚτα απαιτούν την υψηλή αξιοπιστία της εφαρμοσμένης τεχνολογίας.

7.5 Πηγές :

- [1] <http://www.aepc.gov.np/>
- [2] <http://www.undp.org.np/environment--energy/program/rerl-126.html>
- [3] <http://www.korufoundation.org/our-work/projects/nepal-micro-wind>
- [4] <http://practicalaction.org/renewableenergyvillage>
- [5] http://sgp.undp.org/download/SGP_Nepal.pdf
- [6] <http://sec.digital-culture.net/>
- [7] “Wind Energy Projects In Cold Climates”-Timo Laakso, Technical Research Centre of Finland
- [8] <http://practicalaction.org/renewableenergyvillage>
- [9] <http://nepalrenewableenergy.com/>
- [10] <http://www.undp.org.np/environment--energy/program/rerl-126.html>
- [11] <http://chimalaya.org/2012/02/13/knowledge-products-on-environment-energy-and-climate-change-launched/>
- [12] Undp, The GEF Small Grants Programme. “A New Micro-Credit System for Solar Panels in Remote Villages, Nepal”
- [13] B.N. Upreti a and Anil Shakyab . “Wind Energy Potential Assessment In Nepal”
- [14] Undp, Government of Nepal. “United Nations Development Programme Country: Nepal”
- [15] Kathmandu Alternative Power and Energy Group, Dhulikhel, Nepal. “Development of Technical Specificationw and Standards for Small Scale Wind energy”, 2009
- [16] <http://www.nrel.gov/docs/fy02osti/31755.pdf>
- [17] Εμμ.Πρωτοψάλτης. “Ηλεκτροδότηση της νήσου Χρυσής με εισαγωγή τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας”, Τμήμα Μηχανολογίας, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, 2011
- [18] Timo Laakso. “Wind Energy Projects In Cold Climates”, 2005
- [19] Vaughn C. Nelson, Ken L. Starcher, Robert E. Foster, R. Nolan Clark and Deon Raubenheimer. “Wind Hybrid Systems Technology Characterization”, 2002
- [20] Jose’ Luis Aprea. “Two years experience in hydrogen production and use in Hope bay, Antarctica”, International Journal of Hydrogen Energy, 2011
- [21] William Isherwood, J. Ray Smith, Salvador M. Aceves, Gene Berry, Woodrow Clark, Ronald Johnson, Deben Das, Douglas Goering, Richard Seifert. “Remote power systems with advanced storage technologies for Alaskan villages”, Energy 25 1005–1020, 2000
- [22] Woodrow Clarka, William Isherwoodb. “Distributed generation: remote power systems with advanced storage technologies”, Energy Policy 32 1573–1589, 2004
- [23] J.G. McGowan and J.F. Manwell. “Hybrid Wind/PV/Diesel system Experiences”, Renewable Energy 16 928-933, 1999
- [24] The Antarctic treaty. Washington, DC: U.S. Department of State; December 1959. 12 U.S.T. 794, 402 U.N.T.S. 71

Κεφάλαιο 8 ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ

8.1 ΝΗΣΙΑ και ιδιαιτερότητες

Ως Νησιωτικά Δίκτυα χαρακτηρίζονται τα δίκτυα εκείνα τα οποία βρίσκονται εγκατεστημένα σε νησιά και τα οποία δεν είναι διασυνδεδεμένα με το δίκτυο κορμού της χώρας, έτσι ώστε το κάθε ένα από αυτά να αποτελεί ένα αυτόνομο σύστημα που λειτουργεί ως «νησίδα». Σε αυτή την κατηγορία υπάγονται και αυτόνομα συστήματα μη διασυνδεδεμένα με μεγαλύτερης ισχύος συστήματα, όπως είδαμε και στα προηγούμενα κεφάλαια.

8.1.1 Ιδιαιτερότητες Νησιωτικών Συστημάτων

Τα διασυνδεδεμένα νησιά όταν έχουν περίσσεια από ηλεκτρική ενέργεια την στέλνουν στο σύστημα όπου είναι συνδεδεμένα και όταν έχουν υψηλή ζήτηση και δεν μπορούν να την καλύψουν, τότε συμπληρώνεται η έλλειψη από το σύστημα όπου είναι συνδεδεμένα.

Στα μη διασυνδεδεμένα νησιά πρέπει να μην έχουν πλεόνασμα, για να το επιτύχουν πρέπει να έχουν σωστή διαχείριση των συμβατικών μονάδων και των μονάδων ΑΠΕ (αν υπάρχουν). Στα μη διασυνδεδεμένα νησιά όπου έχουν τρόπο αποθήκευσης το πρόβλημα δεν είναι τόσο έντονο. Το κύριο πρόβλημα των μη διασυνδεδεμένων νησιών είναι όταν έχουν υψηλή ζήτηση, όπου τότε απομονώνονται κάποια φορτία χωρίς ηλεκτρική ενεργεία. Τα πλεονεκτήματα ενός διασυνδεδεμένου Δικτύου έναντι ενός αυτόνομου νησιωτικού δικτύου είναι συνοπτικά :

α) Λιγότεροι σταθμοί παραγωγής καθώς αντί ενός σταθμού παραγωγής σε κάθε ένα από τα συστήματα με όλες τις εγκαταστάσεις που απαιτούνται (λιμενικά έργα, βιολογικός καθαρισμός, δεξαμενές αποθήκευσης κτλ) απαιτείται συνολικά μόνο ένας σταθμός παραγωγής και για τα δύο συστήματα και συνεπώς μικρότερο κόστος εγκατάστασης του για κάθε KW.

β) Δυνατότητα ένταξης μεγαλύτερων και οικονομικότερων μονάδων παραγωγής στο σύστημα και μεταφοράς μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας προς τα μείζονα κέντρα φορτίου.

γ) Μείωση απαιτήσεων εφεδρείας για κάθε μία από τις διασυνδεδεμένες περιοχές ή συστήματα.

δ) Οικονομία εγκατεστημένης με καλύτερη διαχείριση φορτίου μεταξύ περιοχών ή συστημάτων, τα οποία έχουν διαφορετικές ανάγκες για διαφορετικές εποχές.

ε) Οικονομία ισχύος λόγω διαφορών στις ζητήσεις φορτίου μεταξύ περιοχών ή συστημάτων κατά τη διάρκεια του 24ώρου.

στ) Δυνατότητα αντιμετώπισης απρόβλεπτων φαινομένων λόγω εκτάκτου ανάγκης π.χ διαταραχών.

8.1.2 Νησιά και ΑΠΕ

Τα νησιά τα οποία δεν είναι συνδεδεμένα σε ηλεκτρικό δίκτυο, από γεωγραφικής πλευράς είναι υψίστης σημασίας η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, λόγω του υψηλού κόστους διασύνδεσής τους (υποθαλάσσιες καλωδιώσεις) και της απομάκρυνσής τους από τον υπόλοιπο αστικό πολιτισμό.

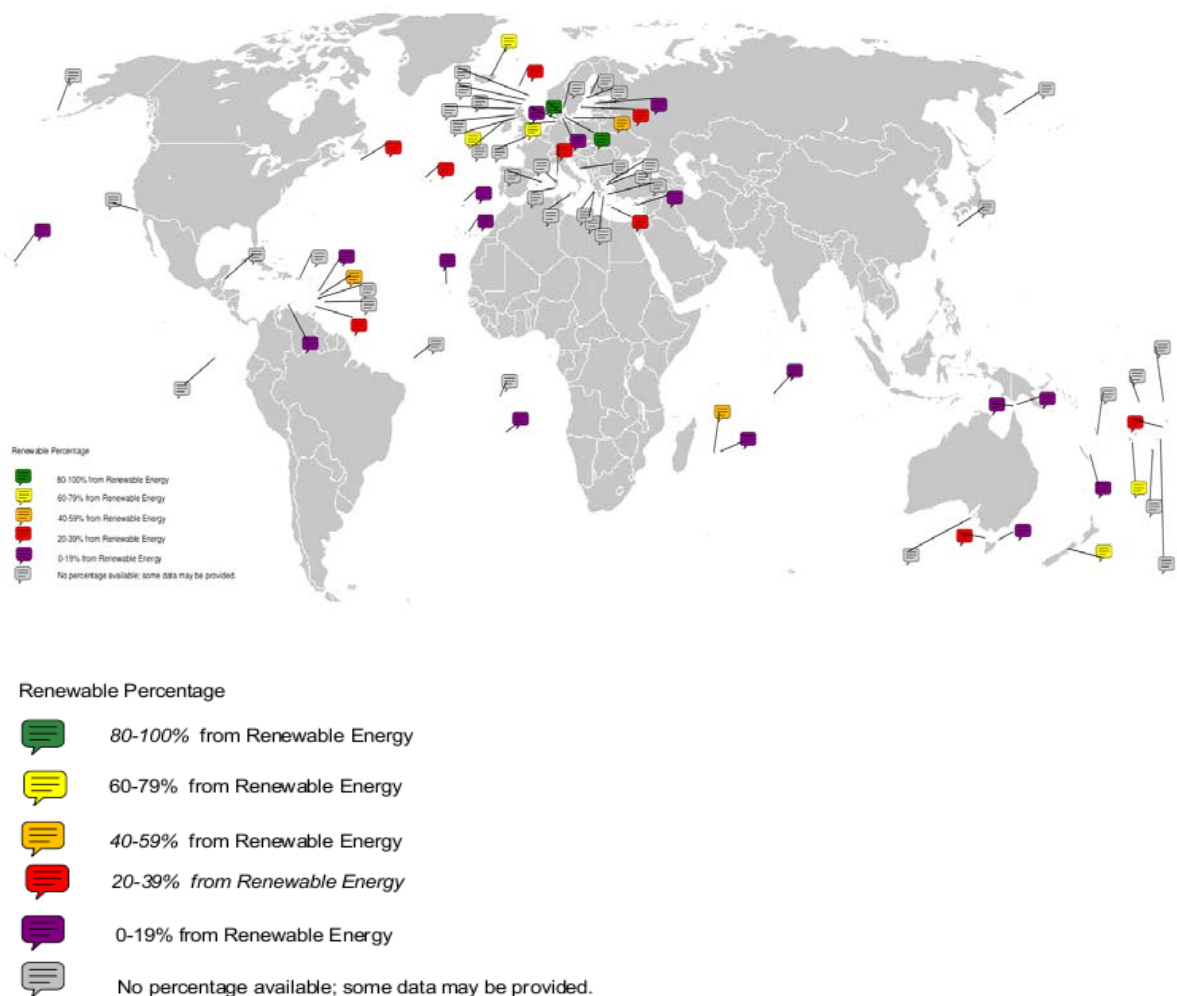
Σε πολλές νησιωτικές περιοχές έχουμε πολλά παραδείγματα καλών πρακτικών ηλεκτροδότησης μέσω ΑΠΕ ή και λειτουργίας με ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά διείσδυσης ΑΠΕ.

ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ

Κατηγορίες ΑΠΕ όπου είναι ήδη εγκατεστημένες σε νησιά ή επιδιώκεται να εγκατασταθούν είναι οι εξής:

- ✓ Αιολικά
- ✓ Φωτοβολταϊκά
- ✓ Υδατόπτωση
- ✓ Γεωθερμική ενέργεια
- ✓ Ενέργεια κυμάτων ή παλιρροϊκών κινήσεων
- ✓ Βιομάζα

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά παραδείγματα εξηλεκτρισμού νησιών με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αρχικά ένας χάρτης (Εικ. 8-1) και στη συνέχεια πίνακες με τα νησιά που παρουσιάζουν υψηλή διείσδυση.



Εικ. 8-1 Τα ποσοστά διείσδυσης ενέργειας από ΑΠΕ σε διάφορα νησιά του κόσμου εν έτη 2008

Παρατηρούμε ότι αρκετά νησιά παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά διείσδυσης όπως δείχνουν οι παρακάτω πίνακες. Στη συνέχεια θα αναφερθούμε σε μερικά από αυτά και τα ιδιαίτερα επιτεύγματά τους

Πιν. 8-1 Ποσοστό 80-100% ενέργειας από ΑΠΕ σε νησιά του κόσμου

ΝΗΣΙ	ΜΟΡΦΕΣ ΑΠΕ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ
Samsøe	Αιολική Ενέργεια	100%
Lolland-Falster	Αιολική Ενέργεια	100%

Πιν. 8-2 Ποσοστό 60-79% ενέργειας από ΑΠΕ σε νησιά του κόσμου

ΠΕΡΙΟΧΕΣ	ΜΟΡΦΕΣ ΑΠΕ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ
Iceland	Γεωθερμία & Υδροηλεκτρικά Συστήματα	70%
Rathlin	Αιολική Ενέργεια	75%
Pellworm	Αιολική & Φωτοβολταϊκή Ενέργεια	66%
Fiji	Υδροηλεκτρικά Συστήματα	79%
New Zealand	Γεωθερμία & Υδροηλεκτρικά Συστήματα	70%

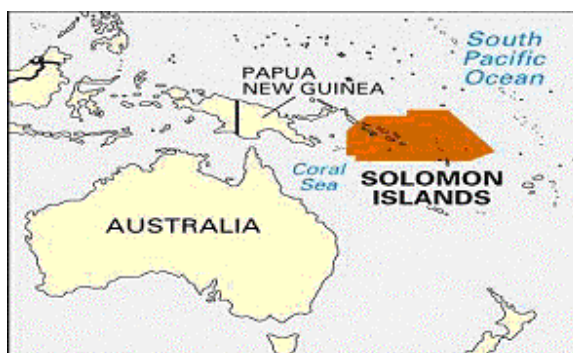
Πιν. 8-3 Ποσοστό 40-59% ενέργειας από ΑΠΕ σε νησιά του κόσμου

ΠΕΡΙΟΧΕΣ	ΜΟΡΦΕΣ ΑΠΕ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ
Dominica	Υδροηλεκτρική & Αιολική Ενέργεια	48%
Bornholm	Αιολική Ενέργεια & Βιοαέριο	50%
Reunion	Υδροηλεκτρικά Συστήματα & Βιομάζα (Ζαχαροκάλαμο)	55%

8.2 Περιπτώσεις εξηλεκτρισμού νησιών με ΑΠΕ

8.2.1 Οι Νήσοι του Σολομώντα

Οι Νήσοι του Σολομώντα είναι κράτος που βρίσκεται στο Αρχιπέλαγος του Σολομώντος, το τρίτο μεγαλύτερο αρχιπέλαγος στον Νότιο Ειρηνικό. Πρωτεύουσα του κράτους είναι η Χονιάρια. Η πλειονότητα των κατοίκων της χώρας είναι Μελανήσιοι, οι πρόγονοι των οποίων αποίκησαν τα νησιά του αρχιπέλαγους από το 1000 π.Χ.. Αποτελείται από 922 νησιά συνολικά, από τα οποία 347 είναι κατοικημένα, που βρίσκονται διάσπαρτα σε μια έκταση 645.000 τετρ.χλμ. από τα οποία 28.450 καλύπτει η ξηρά που την κάνει την δεύτερη σε έκταση νησιωτική χώρα του νότιου Ειρηνικού Ωκεανού μετά την Παπούα Νέα Γουινέα, στα ανατολικά της οποίας βρίσκεται (Εικ. 8-2).



Εικ. 8-2 Ο χάρτης των νήσων του Σολομώντα

Τα νησιά είναι αραιοκατοικημένα, με 400.000 ανθρώπους οι οποίοι ζουν σε τριακόσια νησιά. Εκτός από την πρωτεύουσα της την Ονιάρα, η οποία λαμβάνει ηλεκτρική ενέργεια από πετρελαιογεννήτρια, πολύ λίγες από τις πόλεις έχουν πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια. Το ενενήντα τοις εκατό των κατοίκων ζουν σε αγροτικές περιοχές και εξακολουθούν να βασίζονται στην κηροζίνη ως πηγή φωτός για τις οικίες τους.

8.2.1.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ – ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

Το 1997, η Solar Electric Fund (SELF) ολοκλήρωσε 50 έργα σε κατοικίες στο Sukiki (Εικ. 8-3) στο νησί του Guadalcanal στις Νήσους του Σολομώντος σε συνεργασία με την the Guadalcanal Rural Electrification Agency (GREA), μια μη κυβερνητική οργάνωση που εδρεύει στη Honiara, που ιδρύθηκε ως τοπικός εταίρος του έργου. Το επόμενο έτος επιπλέον 50 κατοικίες εξοπλίστηκαν με φωτοβολταϊκά συστήματα στο γειτονικό χωριό Makaruka. Το έργο χρηματοδοτήθηκε από το Συμβούλιο των κυβερνήσεων των κρατών (the Council of State Governments), τις ΗΠΑ και την Ασία Περιβαλλοντικής Εταιρικής Σχέσης (the US Asia Environmental Partnership), με την πρόσθετη στήριξη από το Μέριλαντ Τομέας Οικονομικής των Επιχειρήσεων και Οικονομικής Ανάπτυξης, τη Διοίκηση και Ενέργειας Μέριλαντ (the Maryland Department of Business and Economic Development, and the Maryland Energy Administration).



Εικ. 8-3 Οικιακό φωτοβολταϊκό σύστημα στο χωριό Sukiki.

Ένα φωτοβολταϊκό εκπαιδευτικό πρόγραμμα με επικεφαλής τον Johnny Weiss της Solar Energy International (SEI), πραγματοποιήθηκε για να διδάξει τις βασικές αρχές του σχεδιασμού και λειτουργίας των φ/β συστημάτων πριν πραγματοποιηθεί το έργο στο χωριό Sukiki. Σε κατοίκους του χωριού, σε φοιτητές από το Ανώτατο Κολέγιο (College of Higher Education), στο

Υπουργείο Ενέργειας, Ορυχείων και Ορυκτών (the Ministry of Energy, Mines, and Minerals) και στην Αρχή Ηλεκτρισμού των νήσων Σολομώντος (the Solomons Islands Electricity Authority (SIEA)) δώθηκε εκπαίδευση πάνω στο σχεδιασμό φωτοβολταϊκών, εγκατάσταση, συντήρηση και τεχνική υποστήριξη των συστημάτων.

Κάθε ηλιακό οικιακό σύστημα αποτελείται από ένα πάνελ Solarex 50Wr, έναν ελεγκτή φόρτισης της Morningstar, μια μπαταρία, και τρεις συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού. Αυτό το οικιακό φωτοβολταϊκό σύστημα παρέχει αρκετή ηλεκτρική ενέργεια για αρκετές ώρες φωτισμού καθώς και ραδιόφωνο. Μέσω ενός καφαλαίου κίνησης από την GREA (πιστωτική τράπεζα) ο κάθε ενδιαφερόμενος πληρώνει 50 \$ προκαταβολή για την αγορά ενός οικιακού φ/β συστήματος και έπειτα 15\$ μηνιαίες δόσεις για χρονικό διάστημα τεσσάρων ετών. Τα χρήματα επιστρέφονται στο ταμείο πίστωσης και θα χρησιμοποιηθούν για να παρέχουν χρηματοδότηση για επιπλέον οικογένειες. Η τράπεζα Grea έχει λάβει στη συνέχεια πολλές αιτήσεις για οικιακά φωτοβολταϊκά συστήματα από άλλα χωριά στα νησιά του Σολομώντα.



Εικ. 8-4 Χαρούμενα προσωπάκια στο χωριό Sukiki

8.2.1.2 Συμπεράσματα

Χάρη στο έργο, πενήντα οικογένειες στο χωριό Sukiki απολαμβάνουν τώρα τα οφέλη του ηλεκτροφωτισμού. Το εισόδημα των νοικοκυριών θα αυξηθεί και οι παραγωγικές δραστηριότητες μπορούν να εκτείνονται και στις βραδινές ώρες. Τα παιδιά θα έχουν περισσότερο χρόνο για να διαβάσουν και να μελετήσουν και οι άνθρωποι πλέον δεν θα αναγκάζονται να εισπνέουν καπνό από τις αναθυμιάσεις κηροζίνης σε καθημερινή βάση, ούτε θα είναι ευάλωτοι σε τραυματισμούς ή θανάτους που προκλήθηκαν από την κηροζίνη εξαιτίας ατυχημάτων.

8.2.2 Vanuatu - Ιαπωνία

Το Βανουάτου είναι αρχιπέλαγος που βρίσκεται στον νότιο Ειρηνικό, 1000χλμ δυτικά των νησιών Φίτζι (Εικ. 8-5). Από τα 82 νησιά του αρχιπελάγους τα δύο μεγαλύτερα είναι το Εσπίριτου Σάντου και το Μαλακούλα. Η πρωτεύουσα της χώρας είναι η Πορτ Βίλα και βρίσκεται στο Εφάτε. Ο Διεθνής Οργανισμός Συνεργασίας της Ιαπωνίας (Japan International Cooperation Agency (JICA)) ξεκίνησε ένα πιλοτικό πρόγραμμα ηλεκτροδότησης απομονωμένων περιοχών στο νησί Efate στην περιοχή Vanuatu.



Εικ. 8-5 Ο χάρτης του Βανουάτου στον Ειρηνικό

8.2.2.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ – ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

Αν και το Vanuatu αποτελείται από 65 νησιά, μόνο δύο από αυτά έχουν παροχή ηλεκτρισμού. Η κυβέρνηση του Βανουάτου προσπάθησε να αναπτύξει ένα αποκεντρωμένο σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για να καταστεί δυνατή η ηλεκτροδότηση των απομονωμένων περιοχών (Μονάδα Ενέργειας 2008- Energy Unit 2008). Περίπου το 80% του συνόλου του πληθυσμού του Βανουάτου ζουν σε αγροτικά χωριά χωρίς πρόσβαση σε ηλεκτρικό ρεύμα.

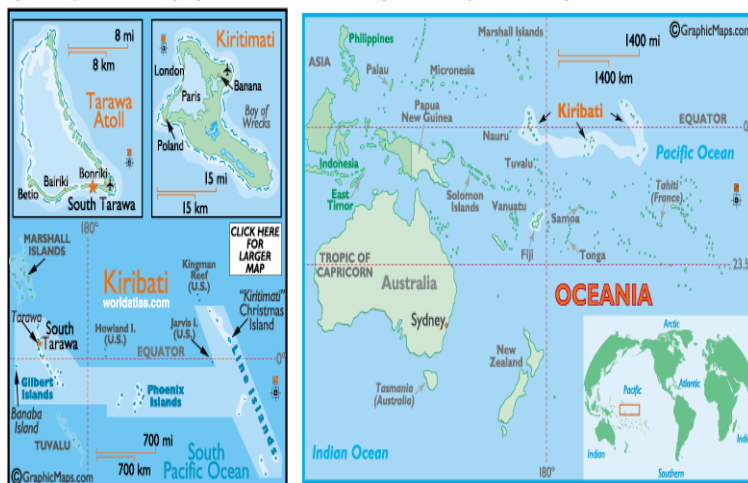
Στο χωριό Efate, περίπου μία ώρα από το Port Vila, οι παραδοσιακές πετρελαιογεννήτριες αντικαταστήθηκαν από οικιακά φωτοβολταϊκά συστήματα. Αυτά τα συστήματα αποτελούνται από ένα ή δύο φωτοβολταϊκά πάνελ των 50W ισχύος, μπαταρίες και λάμπες Led. Η εγκατάσταση των συστημάτων αυτών χρηματοδοτήθηκε από τον JICA και κόστισε 1.000 δολάρια το καθένα. Οι χρήστες έδωσαν προκαταβολή 95 δολάρια για το κάθε σύστημα και έπειτα πληρώνουν κάθε μήνα από 10 δολάρια για συντήρηση και αλλαγή μπαταριών και λαμπτήρων.



Εικ. 8-6 Οικιακό φωτοβολταϊκό σύστημα στο νησί Vanuatu.

8.2.3 Kiribati

Οι νήσοι Kiribati βρίσκονται στον τροπικό Ειρηνικό Ωκεανό με μόνιμο πληθυσμό περίπου 100.000. Η θέση τους στον Ειρηνικό ωκεανό παρουσιάζεται στην Εικ. 8-7.



Εικ. 8-7 Η θέση των νησιών Kiribati στον ειρηνικό Ωκεανό,

Όλες οι επιχειρήσεις ενέργειας στους νήσους Kiribati είναι κρατικής ιδιοκτησίας. Το συμβούλιο των δημόσιων επιχειρήσεων κοινής ωφελείας Public Utilities Board είναι υπεύθυνο για την παροχή ρεύματος, νερού και υπηρεσιών αποχέτευσης. Αν και το Υπουργικό Συμβούλιο μπορεί να απορρίψει τις προτεινόμενες αλλαγές. Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών τα φ/β συστήματα έχουν γίνει η πιο διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας σε αγροτικές, απομονωμένες περιοχές των νησιών αυτών του Ειρηνικού Ωκεανού.

8.2.3.1 Kiribati Solar Energy Company (KSEC)

Η εταιρεία Kiribati Solar Energy Company (KSEC) είναι η παλαιότερη εταιρεία Ανανεώσιμων Ενεργειακών Υπηρεσιών (RESCO) από το 1984 στην περιοχή του Ειρηνικού και μία από τις αρχαιότερες στον κόσμο. Η δράση της στον τομέα του εξηλεκτρισμού είναι συνοπτικά:

- ❑ Το 2001, η KSEC εγκατέστησε 310 ηλιακά συστήματα σε οικίες στα νησιά του Βορείου Tarawa, Marakei και Nounouti.
- ❑ Τον Αύγουστο του 2001 ξεκίνησε η αρχική φάση του σχεδίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης "Ηλιακή ενέργεια για τα εξωτερικά νησιά" - "Solar energy for the outer islands". Ως αποτέλεσμα του έργου αυτού είναι ότι η εγκατεστημένη ισχύς αυξήθηκε στο επταπλάσιο, από 31.000 Wp σε περίπου 250.000 Wp και ο αριθμός των εγκατεστημένων αυτόνομων φ/β συστημάτων στις οικίες αυξήθηκε από 310 σε 2.100 (Solar Home Systems), σύν επιπλέον φ/β εγκατάσταση σε 96 δημοτικά κτίρια. Ο αριθμός των νησιών πλέον που ηλεκτροδοτούνται έχει εξαπλασιαστεί, από 3 σε 18%. Το έργο πραγματοποιήθηκε με επιτυχία το 2005.
- ❑ Το έτος 2009 η KSEC έλαβε € 4,1 εκ., αρκετά για να επιτύχει τον διπλασιασμό της εγκατεστημένης παραγωγικής ικανότητας από 0,25 MWp σε 0,5 MWp.

8.2.3.2 Σύστημα αμοιβής fee-for-service:

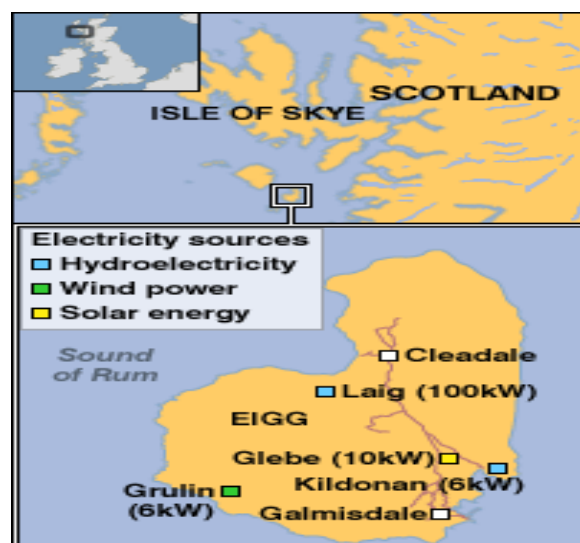
Το κύριο πλεονέκτημα του συστήματος χρέος για την υπηρεσία (fee-for-service system) είναι ότι ο εκάστοτε πελάτης έχει ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα αποπληρωμής του δανείου που παίρνει για να του υλοποιήσει η εταιρεία την εγκατάσταση του φ/β συστήματος. Με χρονική εξάπλωση του κόστους για 10 ή και περισσότερα έτη.

Στο Kiribati η Solar Energy Company είναι πολύ επιτυχημένη εταιρεία λόγω αυτού του προγράμματος πληρωμής (για το οποίο μιλάμε πιο διεξοδικά στο Κεφάλαιο Μαρόκο), το οποίο έχει αρχίσει από το 1989.

Ο χρήστης πληρώνει ένα τέλος εγκατάστασης 50 δολάρια και έπειτα ένα μηνιαίο πάγιο από 10 έως 50 δολάρια για την κάλυψη της όλης της εγκατάστασης συμπεριλαμβανομένης της συντήρησης του συστήματος και της αντικατάστασης της μπαταρίας.

8.2.4 Νησί Eigg

Η Νήσος του Eigg είναι ένα από τα νησιά Hebridean κοντά στην ακτή της Σκωτίας, με απόσταση 16 χλμ από τη Δυτική ακτή, έκταση 30km² και πληθυσμό 90 περίπου κατοίκους. Έως το 2008 το νησί δεν ήταν συνδεδεμένο με το ηπειρωτικό δίκτυο και εξαρτιόταν η ηλεκτροδότηση του αποκλειστικά από γεννήτριες diesel.



Εικ. 8-8 Χάρτης της νήσου Eigg της Σκωτίας (ενδεικτικά φαίνεται κατανομημένη η ισχύς σε κάθε περιοχή)ο νησί Eigg

Από το 2008, οι κάτοικοι του νησιού απολαμβάνουν την άνεση ενός μοντέρνου τριφασικού δικτύου παροχής ρεύματος, το οποίο τροφοδοτείται περίπου από 95% από Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας. Το υβριδικό αυτό αυτόνομο σύστημα ενσωματώνει υδροηλεκτρική, αιολική και φωτοβολταϊκή ενέργεια, ενώ η γεννήτρια diesel χρησιμοποιείται μόνο σε περιόδους μη επαρκούς παραγωγής. Το κόστος για τους κατοίκους έχει μειωθεί κατά 60%. Το σύστημα εξυπηρέτησε 37 νοικοκυριά και 5 εμπορικά κέντρα.

Ο υπεύθυνος του έργου είναι η Synergie Scotland Ltd και ο υπεύθυνος για το σχεδιασμό και

ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ

την εγκατάσταση η εταιρεία Scottish Hydro Contracting Ltd.

Το κόστος του έργου ανήλθε στις £1.664 εκ Λίρες Αγγλίας (2.06εκ €) και χρηματοδοτήθηκε με τη συνεισφορά των:

- ❑ Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης - European Regional Development Fund
- ❑ Big Lottery Fund
- ❑ HIE Lochaber
- ❑ Highlands and Islands Community Energy Company
- ❑ Πρωτοβουλία Νοικοκυριών της Σκωτίας για τις ΑΠΕ - Scottish Households Renewables Initiative
- ❑ Energy Saving Trust
- ❑ Highland Council
- ❑ Isle of Eigg Heritage Trust
- ❑ Οι κάτοικοι του νησιού Eigg

8.2.4.1 Λειτουργία Συστήματος

Βασικό στοιχείο του αυτόνομου δικτύου παροχής ρεύματος είναι μια ομάδα τεσσάρων μετατροπέων Sunny Island της εταιρείας SMA, οι οποίοι ενώνονται μέσω ενός Multicluster – Box 12 με τους διάφορους παραγωγούς και καταναλωτές ενέργειας. Τρεις υδροστρόβιλοι συνολικής ισχύος 110kW, τέσσερις μικρές ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 24kW (Εικ. 8-9) της εταιρίας Proven και μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση με εγκατεστημένη ισχύ 32kW τροφοδοτούν το δίκτυο (Εικ. 8-10).



Εικ. 8-9 6kW ανεμογεννήτριες που βρίσκονται στο νότιο τμήμα της Eigg.



Εικ. 8-10 10 kWp φωτοβολταϊκής συστοιχίας (τον Σεπτέμβριο / Οκτώβριο του 2010 εγκαταστάθηκαν επιπλέον 22 kWp)

Οι μετατροπείς Sunny Island ονομαστικής ισχύος 60kW διαχειρίζονται περίπου 144kW παραγωγής ΑΠΕ. Δύο γεννήτριες diesel με ονομαστική ισχύ 64kW έκαστη, λειτουργούν ως εφεδρικά συστήματα σε περίπτωση που η ισχύς από ΑΠ δεν επαρκεί. Η συστοιχία των συσσωρευτών αποθηκεύει 212kWh και μπορεί να διοχετεύσει ενέργεια στο νησί για περίπου 12 ώρες. Για την αποτροπή απωλειών μεταφοράς εξαιτίας της μεγάλης χιλιομετρικής απόστασης ανάμεσα στους καταναλωτές και τους παραγωγούς, το τοπικό δίκτυο παροχής δικτύου λειτουργεί μερικώς σε ένα επίπεδο μέσης τάσης των 11kV. Κατά τη λειτουργία, η κεντρική συσκευή (Main Master) των μετατροπέων Sunny Island ελέγχει το σύνολο του δικτύου και φροντίζει ανά πάσα στιγμή, ώστε να υπάρχει ισορροπημένο ενεργειακό ισοζύγιο όταν η απόδοση παραγωγής των ΑΠΕ υπερβαίνει τις τρέχουσες ανάγκες του συστήματος (15kW με 60kW), τότε το πλεόνασμα αποθηκεύεται στους συσσωρευτές. Σε περίπτωση πλήρους φόρτισης του συσσωρευτή η κεντρική συσκευή αρχίζει να αυξάνει ελάχιστα τη συχνότητα του δικτύου.

Με αυτόν τον τρόπο ενεργοποιεί τηλεχειριζόμενες ηλεκτρικές θερμάστρες σε δημόσια κτίρια. Παράλληλα, οι παραγωγοί ΑΠΕ μειώνουν την ισχύ τους αναφορικά με τη συχνότητα. Σε περίπτωση που η απόδοση παραγωγής των ΑΠΕ δεν επαρκεί, διατίθενται παθητικά τα 60 kW ισχύος των μετατροπέων Sunny Island, από όπου προέρχεται η ενέργεια του συσσωρευτή.

Μόλις η κατάσταση φόρτισης του συσσωρευτή πέσει κάτω από το 60%, η κεντρική συσκευή ενεργοποιεί τη γεννήτρια diesel. Σε αυτή την περίπτωση, η συχνότητα του δικτύου ορίζεται από τη γεννήτρια και οι ομάδες των μετατροπέων Sunny Island στις δικές τους παραμέτρους δικτύου. Παράλληλα το σύστημα φροντίζει και για τη συνεχή εξισορρόπηση του ενεργειακού ισοζυγίου. Κατά την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση των φορτίων, οι μετατροπείς μπορούν να εξισορροπήσουν τη διακύμανση του φορτίου μέσω αλλαγής του ρεύματος φόρτισης και εκφόρτισης τους. Σε αυτό συμβάλλει σημαντικά η τεράστια δυνατότητα υπερφόρτισης των συσκευών : για τρία δευτερόλεπτα διατίθενται στο δίκτυο τουλάχιστον 144kW ισχύος του συσσωρευτή. Ως διαχειριστής δικτύου, η κεντρική συσκευή σταθμίζει την πιο αποδοτική λειτουργία της γεννήτριας diesel με την ονομαστική της ισχύ και φορτίζει τους συσσωρευτές κάθε φορά με το βέλτιστο φορτίο ρεύματος για εκείνον. Το αποτέλεσμα είναι, η γεννήτρια να λειτουργεί σπανιότερα και να επιβαρύνεται λιγότερο.

Το διάγραμμα διασύνδεσης όλων των παραπάνω συνιστωσών παρουσιάζεται στην Εικ. 8-11.

ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ

ανέρχεται σε 4.500 κατοίκους περίπου και η έκταση του είναι 114km². Το 1997 το Samsø κέρδισε το διαγωνισμό του Υπουργείου Ενέργειας της Δανίας για τη δημιουργία ενός ενεργειακά αυτόνομου και “πράσινου” νησιού. Ο στόχος του προγράμματος ήταν να επιτευχθεί κάλυψη του 100% των ενεργειακών αναγκών του νησιού από Α.Π.Ε μέσα σε μία δεκαετία, γεγονός που αποτελεί παγκόσμια καινοτομία καθώς δεν έχει προηγηθεί ανάλογο έργο στο παρελθόν. Για την επίτευξη αυτού του φιλόδοξου στόχου οι ενέργειες που έπρεπε να γίνουν δεν αφορούσαν μόνο τον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά γενικότερα το ενεργειακό προφίλ του νησιού.



Εικ. 8-12 Αεροφωτογραφία του νησιού *Samsø* με τις ανεμογεννήτριες μέσα στη θάλασσα.

Το Samsø είναι διασυνδεδεμένο με τη χερσόνησο της Γιουτλάνδης, έσω υποθαλάσσιου καλωδίου, ενώ υπεύθυνη για την διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας στο νησί είναι η εταιρεία NRGi. Για να εξασφαλιστεί η ενεργειακή αυτονομία του νησιού ήταν απαραίτητη η εγκατεστημένη ισχύς αιολικών μεγέθους 11MW. Οι έντεκα Α/Γ ισχύος 1MW έκαστη τοποθετήθηκαν σε τρεις ομάδες και το ύψος της πλήμνης του είναι 77 μέτρα από την εταιρεία Bonus.

Το συνολικό κόστος επένδυσης ανήλθε σε 8,8 εκατομμύρια ευρώ. Επιπλέον, για την αποζημίωση των εκπομπών CO₂ του τομέα των μεταφορών εγκαταστάθηκαν δέκα offshore Α/Γ ισχύος 2,3 MW έκαστη στα νότια του νησιού με συνολικό κόστος επένδυσης 33,3 εκατομμύρια ευρώ. Ο πρωταρχικός στόχος της 100% ενεργειακής αυτονομίας με τη χρήση Α.Π.Ε επιτεύχθηκε σε οχτώ χρόνια, δηλαδή δύο χρόνια νωρίτερα από το προγραμματισμένο πλάνο.

8.3.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΙ ΗΙΕΡΡΟ-ΙΣΠΑΝΙΑ

Με έκταση 276 km² και περισσότερους από 10000 κατοίκους, το νησί El Hierro είναι το μικρότερο του συμπλέγματος των Καναρίων Νήσων (Ισπανία). Το νησί έχει δικό του ηλεκτρικό δίκτυο, είναι εντελώς απομονωμένο καθώς τα μεγάλα βάθη της θάλασσας κάνουν αδύνατη οποιαδήποτε ηλεκτρική διασύνδεση του. Μέχρι πριν από λίγο καιρό η ζήτηση σε ηλεκτρισμό, η οποία καλύπτει το 65% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στο νησί, καλυπτόταν κυρίως από συμβατικούς (θερμικούς) σταθμούς παραγωγής ισχύος 10MW. Η συνεισφορά των ΑΠΕ στο ηλεκτρικό σύστημα του νησιού ήταν μικρότερη από 5% και προέρχονταν από δύο ανεμογεννήτριες εγκατεστημένες κοντά στην πρωτεύουσα ισχύος 100kW και 180kW. Το νησί παρουσιάζει ένα αξιόλογο δυναμικό για την ανάπτυξη συστημάτων ΑΠΕ και κυρίως αιολικών. Για το λόγο αυτό αποφασίστηκε η έναρξη ενός έργου που θα είχε σαν αποτέλεσμα την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του νησιού από 100% ΑΠΕ (“100% RES for Electricity Production”). Αυτό αποτελεί θέμα- κλειδί στο “Πρόγραμμα Αειφόρου Ανάπτυξης” το οποίο ανακοινώθηκε από την κυβέρνηση του νησιού El Hierro το 1997 και έγινε πιο οικείο όταν το νησί

χαρακτήριστηκε από την UNESCO τον Ιανουάριο 2000 σαν Παγκόσμιο Δίκτυο Διατήρησης της Βιόσφαιρας (“World Wide Reserve of Biosphere”).



Εικ. 8-13 Νησί El Hierro, Κανάρια Νησιά (Ισπανία).

8.3.3.1 Στοχευμένες δράσεις

Για την επίτευξη των στόχων πρέπει να εφαρμοστούν τρία διαφορετικά προγράμματα:

- ❑ Το πρόγραμμα ενεργειακής εξοικονόμησης (Energy Saving Programme).
- ❑ Το πρόγραμμα 100% ενεργειακής παραγωγής από ΑΠΕ (100% RES for Electricity Production Programme).
- ❑ Το πρόγραμμα μεταφορών - σταδιακή μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα στις καθαρές μεταφορές (The Transport Programme).

Με την οικονομική υποστήριξη του DG TREN της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, ένα consortium από 7 συμμετέχοντες μα συντονιστή το ITC (Instituto Tecnológico de Canarias), διεξάγει το πρόγραμμα που στοχεύει σε 100% ηλεκτρική παραγωγή από ΑΠΕ - “100% RES for Electricity Production” Programme. Κατά την πρώτη φάση το πρόγραμμα στοχεύει σε κάλυψη 70-80% της ηλεκτρικής ζήτησης του νησιού από διάφορες πηγές. Η πιο πρωτοποριακή σχετίζεται με την εφαρμογή ενός υβριδικού συστήματος με αντλησιοταμίευση με στόχο την κάλυψη του 75% της ηλεκτρικής ζήτησης του νησιού, και 30% άμεση έγχυση της αιολικής παραγωγής στο δίκτυο. Καθώς ο στόχος που έχει τεθεί μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την ενσωμάτωση πολλών διαφορετικών τύπων ΑΠΕ οι κατωτέρω λύσεις εξετάζονται:

- ❑ - Εφαρμογή προγράμματος ηλιακής θερμικής ενέργειας
- ❑ - Εφαρμογή προγράμματος ανάπτυξης Φ/Β σε στέγες
- ❑ - Εφαρμογή προγράμματος βιοκαυσίμων

Κατά την πρώτη φάση του προγράμματος ένα σημαντικό μέρος του αφιερώθηκε στην κατασκευή και παρακολούθηση της μονάδας αντλησιοταμίευσης καθώς και των αιολικών στο νησί. Σε ένα λιγότερο τεχνικό επίπεδο θα εφαρμοστούν δράσεις όπως η ενσωμάτωση και ανάμειξη της τοπικής κοινωνίας (αποδοχή του συστήματος), κοινωνικοοικονομική έρευνα και διάδοση της γνώσης.

8.3.3.2 Κοινωνικοοικονομική διάσταση

Η βασική καινοτομία του έργου έγκειται στο ότι σε αντίθεση με ότι έχει συμβεί μέχρι τώρα σε σχέση με την διαχείριση της ενέργειας το utility κατέχει και εκμεταλλεύεται την μονάδα παραγωγής ενέργειας, το αιολικό πάρκο και πουλάει/ διανέμει την παραγόμενη ενέργεια. Αποφασίστηκε ότι θα δημιουργηθεί ένα consortium που θα κατέχει και διαχειρίζεται τον υβριδικό σταθμό. Η εταιρεία ονομάστηκε Gorona del Viento El Hierro, S.A. και οι μέτοχοι καθώς και η οικονομική συνεισφορά του καθενός καθορίστηκαν με συμφωνία τον Δεκέμβριο του 2004. Το consortium περιλαμβάνει και την κυβέρνηση του νησιού El Hierro, που αντιπροσωπεύει την πολιτική δέσμευση, η οποία είναι καθοριστική για την ενσωμάτωση της τοπικής κοινωνίας στο έργο, τα Κανάρια νησιά μέσω του ITC και η UNELCO-ENDESA. Η αποδοχή του έργου από τον τοπικό πληθυσμό είναι καθοριστική. Παράλληλα με διάφορες ομάδες εργασίας, εκστρατείες ευαισθητοποίησης, οι κάτοικοι θα έχουν τη δυνατότητα να αναμειχθούν άμεσα στο έργο σαν συνιδιοκτήτες Ένα μέρος των μετοχών που κατέχει η κυβέρνηση θα διαχωριστούν σε μικρότερες δίνοντας έτσι την ευκαιρία σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις του El Hierro και σε κάθε κάτοικο τη δυνατότητα της συνιδιοκτησίας γεγονός το οποίο θα δημιουργήσει ενδιαφέρον και ενεργό ανάμειξη των κατοίκων.

8.3.4 KING ISLAND

Το King Island είναι ένα από τα κατοικημένα νησιά που βρίσκονται στον πορθμό Bass μεταξύ Αυστραλίας και Τασμανίας, έχει έκταση 1.098 km² και πληθυσμό 1.723 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του Ιουνίου το 2007 και έως τώρα η ηλεκτρική ενέργεια παραγόταν στο νησί αποκλειστικά από πετρελαιογεννήτριες. Ωστόσο, σήμερα η αιολική ισχύς καλύπτει ένα σημαντικό ποσοστό της ετήσιας ζήτησης σε ενέργεια.

Το 1998 η Hydro Tasmania εγκατέστησε τρεις ανεμογεννήτριες Nordex N29 συνολικής ισχύος 750kW στο λόφο Huxley κοντά στο Currie, ιδρύοντας το δεύτερο εμπορικής φύσης αιολικό πάρκο της Αυστραλίας. Δύο ακόμα ανεμογεννήτριες Vestas V52, ονομαστικής ισχύος 850kW η καθεμία, εγκαταστάθηκαν στο αιολικό πάρκο το 2003 αυξάνοντας τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ του στα 2,45 MW (Εικ. 8-14).



Εικ. 8-14 Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο νησί King Island

Την ίδια χρονιά εγκαταστάθηκε επίσης ένα σύστημα αποθήκευσης ενέργειας VRB (Vanadium Redox Battery) και πραγματοποιήθηκε ουσιαστική βελτίωση του συστήματος ελέγχου του υβριδικού σταθμού, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται βέλτιστη λειτουργία με το ελάχιστο κόστος. Μέσα στο 2008 ολοκληρώθηκε η κατασκευή και ξεκίνησε η λειτουργία ενός νέου συστήματος ελέγχου με ωμικό φορτίο και εγκαταστάθηκαν έξι φωτοβολταϊκά συστήματα συνολικής ισχύος 100kW.

Η εταιρεία Hydro Tasmania είναι υπεύθυνη για την παραγωγή, τη διανομή και την πώληση της

ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ

ηλεκτρικής ενέργειας στο King Island. Αρχικά, το κόστος για την ηλεκτροδότηση του νησιού ήταν πολύ μεγαλύτερο από τα έσοδα από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές. Για να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ εξόδων και εσόδων η εταιρεία έθεσε σε εφαρμογή σημαντικές βελτιώσεις στο σύστημα του νησιού κατά τα τελευταία δέκα χρόνια. Αυτή η προσέγγιση επέτρεψε μια σταδιακή μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και συνεπώς του αντίστοιχου κόστους.

Το 1985 κατασκευάστηκε στο Currie, στη δυτική ακτή του νησιού, ο τοπικός σταθμός παραγωγής ο οποίος αρχικά αποτελούνταν από δύο ντιζελογεννήτριες των 1.200 kW και μία των 800kW, ενώ στα επόμενα χρόνια προστέθηκε μία τέταρτη ονομαστικής ισχύος 1.200kW. Σήμερα, ο σταθμός αποτελείται από τρεις πετρελαιογεννήτριες ονομαστικής ισχύος 1.600kW και από μία ονομαστικής ισχύος 1.200kW.

8.3.4.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ

Η διείσδυση αιολικής ενέργειας μετά το 1998 και πριν το 2003 έφτασε το 13% και αυτό είχε ως αποτέλεσμα 16% λιγότερη ετήσια κατανάλωση καυσίμου, κάτι που μεταφράζεται σε μείωση της κατανάλωσης καυσίμου κατά 590 λίτρα ετησίως. Είναι, λοιπόν, προφανές ότι η λειτουργία του αιολικού πάρκου είχε ως αποτέλεσμα σημαντική μείωση των λειτουργικών εξόδων του σταθμού. Επιπλέον, κατά το έτος 1999 μετρήθηκε ότι οι ολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ελαττώθηκαν κατά 2.000 τόνους ετησίως.

Μελλοντικά σχεδιάζεται η επέκταση του υβριδικού σταθμού με την εγκατάσταση νέων ανεμογεννητριών, carbon block energy storage, χρήση βιοντίζελ, αξιοποίηση της ενέργειας των κυμάτων, ενώ εξετάζεται και το ενδεχόμενο εγκατάστασης συστήματος αποθήκευσης με υδρογόνο.

8.3.4.2 Πηγή:

"King Island - Towards a sustainable renewable energy future" - HYDRO TASMANIA.

8.3.5 Madeira

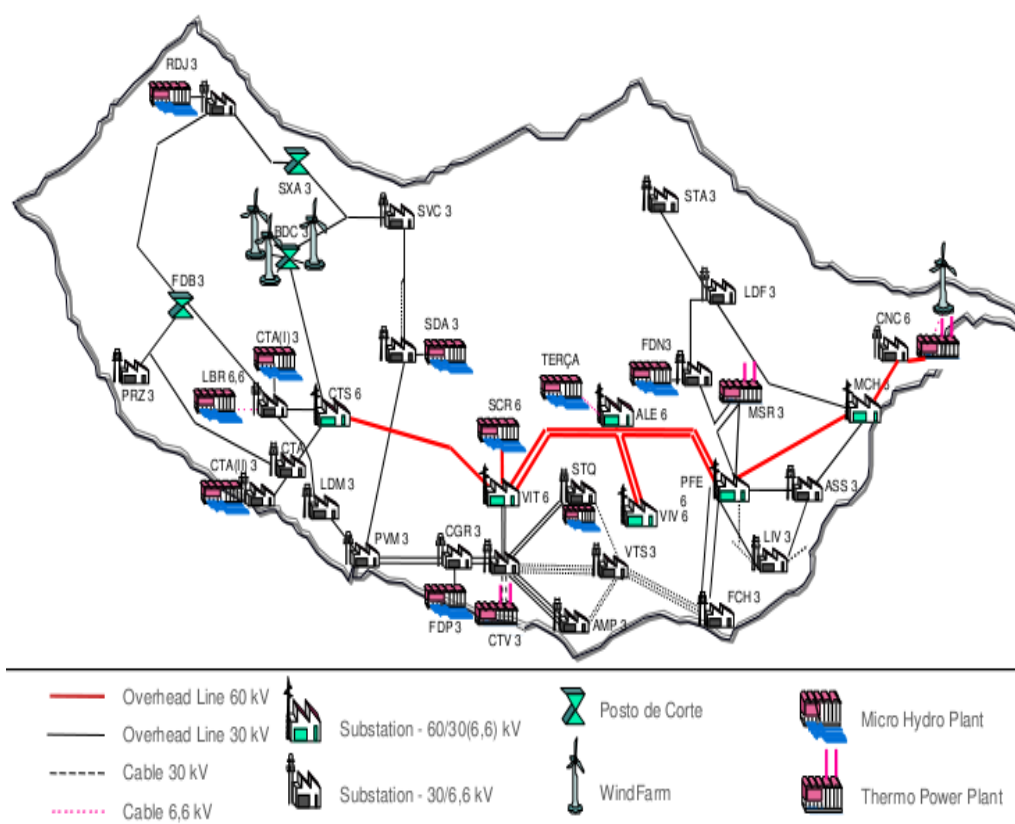
Το ενεργειακά αυτόνομο νησί Madeira βρίσκεται στον Ατλαντικό Ωκεανό, δυτικά της Πορτογαλίας (Εικ. 8-15) και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται κυρίως από το πετρέλαιο και τις ΑΠΕ.



Εικ. 8-15 Ο χάρτης της *Μαδέϊρα*

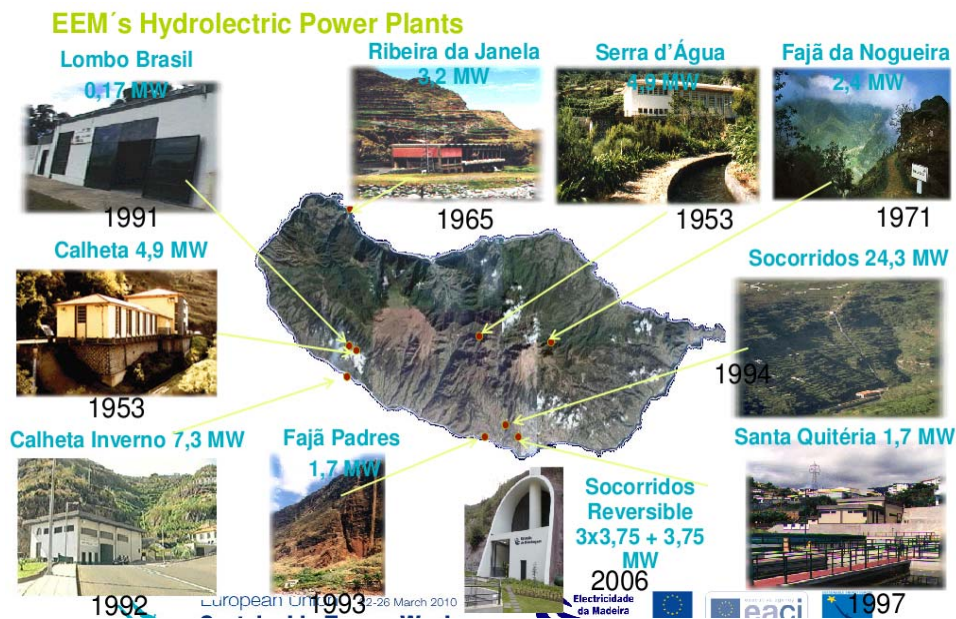
Μέσω του προγράμματος "A European strategy for sustainable, competitive and secure energy" – "Μία Ευρωπαϊκή Στρατηγική για ασφαλή και ανταγωνιστική αειφόρο ενέργεια" με στόχο την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής μέσω της προώθησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την βελτίωση της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής και τον καλύτερο συντονισμό της ΕΕ για την προσφορά σε ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια σε διεθνές πλαίσιο, αναπτύχθηκε ένα υβριδικό σύστημα το οποίο συνδυάζει την Υδροηλεκτρική με την Αιολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Εικ. 8-16).

Η εταιρεία ηλεκτρισμού της Madeira - Empresa de Electricidade da Madeira (EEM) σε συνεργασία με το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης - European Regional Development Fund (ERDF) χρηματοδότησαν το έργο σε ποσοστό 50% η κάθε μία, συνολικού κόστους 34.674.578,60ευρώ.

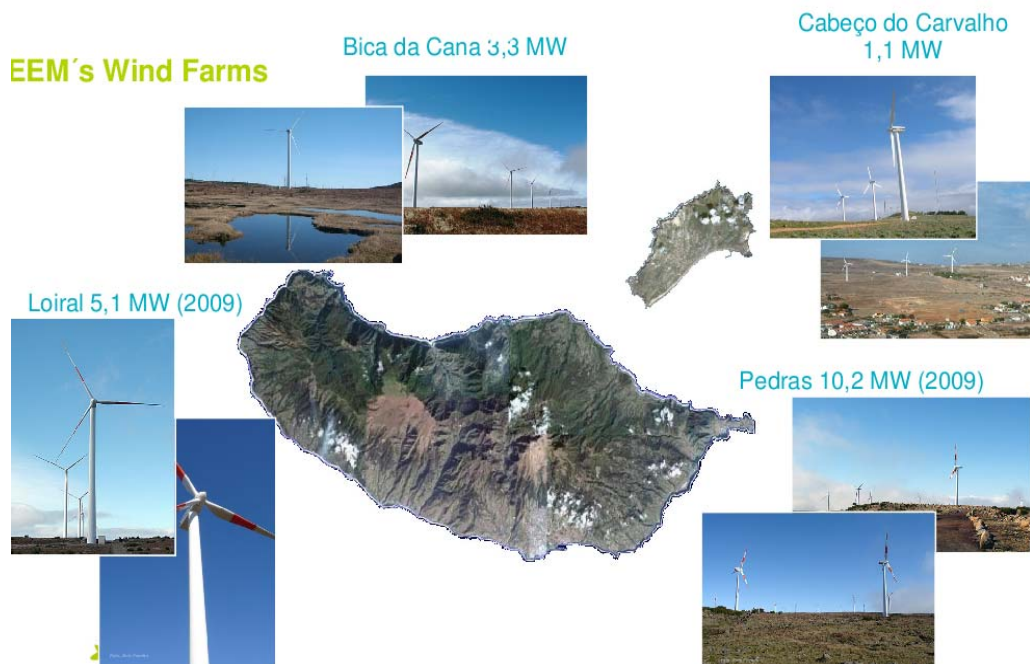


Εικ. 8-16 Οι μονάδες παραγωγής και το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στη *Μαδέϊρα*.

Η συνολική ισχύς των υδροηλεκτρικών σταθμών, οι οποίοι έχουν εγκατασταθεί από το 1991 έως το 2006 ανέρχεται στα 65,57MW (Εικ. 8-17), ενώ η εγκαταστημένη ισχύς αιολικών πάρκων έως το 2009 ήταν 19,7MW(Εικ. 8-18).



Εικ. 8-170ι κατά τόπους υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις από το 1991 έως και 2009.



Εικ. 8-180ι κατά τόπους Αιολικοί Σταθμοί παραγωγής ενέργειας έως το 2009.

8.3.6 Νήσος Utsira

Το νησί Utsira βρίσκεται 20km από τις δυτικές ακτές της Νορβηγίας, έχει έκταση 6,2 km² και με βάση την απογραφή του 1998, κατοικείται από 235 άτομα. Το υβριδικό ενεργειακό σύστημα κατασκευάστηκε κατά τη διάρκεια των ετών 2003 και 2004 από τη Νορβηγική εταιρεία Norsk Hydro σε συνεργασία με τη Γερμανική εταιρεία ανεμογεννητριών Enercon. Η επιλογή του

ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ

νησιού έγινε λόγω του υψηλού αιολικού δυναμικού και της διασύνδεσης με την ενδοχώρα μέσω ενός υποθαλάσσιου καλωδίου 1 MW, στοιχείο που εξασφαλίζει εφεδρεία. Πρόκειται για το πρώτο παγκοσμίως υβριδικό σύστημα αιολικής ισχύος και υδρογόνου πλήρους κλίμακας και πρωταρχικά αποτελεί ένα έργο έρευνας και ανάπτυξης. Ο βασικός στόχος του είναι να εξετάσει εάν η αιολική ισχύς σε συνδυασμό με το υδρογόνο μπορούν να αποτελέσουν μια αξιόπιστη ενεργειακή λύση για απομακρυσμένες περιοχές.



Εικ. 8-19 *Ανεμογεννήτριες στο νησί Utsira*

Το αιολικό δυναμικό της περιοχής είναι εξαιρετικό, αναπόφευκτα όμως η ταχύτητα του ανέμου και συνεπώς η αιολική παραγωγή θα εμφανίζει διακυμάνσεις. Επομένως για τη διασφάλιση της αυτονομίας απαιτείται ένα σύστημα αποθήκευσης ενέργειας, το οποίο στο συγκεκριμένο σύστημα στηρίζεται στη χρήση υδρογόνου. Η περίσσεια αιολικής ισχύος χρησιμοποιείται για την παραγωγή υδρογόνου με τη βοήθεια ηλεκτρολύτη, το οποίο και αποθηκεύεται. Όταν η αιολική παραγωγή δεν μπορεί να καλύψει τη ζήτηση, το υδρογόνο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση μιας γεννήτριας καύσης υδρογόνου καθώς και μιας κυψέλης καυσίμου. Επίσης χρησιμοποιούνται μπαταρίες και ένας σφόνδυλος ως επιπλέον μέσα αποθήκευσης. Το υβριδικό σύστημα απαρτίζεται από τα ακόλουθα στοιχεία :

Πιν. 8-4 *Utsira System*

<i>Στοιχεία Συστήματος</i>	<i>Χαρακτηριστικά Μεγέθη</i>	<i>Κατασκευαστής</i>
<i>2 Ανεμογεννήτριες 600kW Enercon</i>	600 kW	Enercon
<i>Συστοιχία Μπαταριών</i>	35 kWh	Enercon
<i>1 Σφόνδυλος</i>	5 kWh, 200 kWmax	Enercon
<i>1 Σύγχρονη Μηχανή</i>	100 kVA	Enercon
<i>1 Ηλεκτρολύτης</i>	10 Nm ³ /h – 48 kW	Hydro Electrolyser
<i>1 Συμπιεστής</i>	11 Nm ³ /h – 5,5 kW	Andreas Hofer
<i>1 Μονάδα Αποθήκευσης Υδρογόνου</i>	12 Nm ³ υπό πίεση 200 bar □ 2400 Nm ³	Martin Larsson
<i>1 Μηχανή Εσωτερικής Καύσης υδρογόνου</i>	55 kW	Continental
<i>1 Κυψέλη Καυσίμου</i>	10 kW	IRD

Μέχρι το έτος 2008 στο έργο επίδειξης του νησιού συμμετείχαν δέκα κατοικίες με συνολική αιχμή 50 kW και ετήσια κατανάλωση ενέργειας περίπου 200 MWh. Το υβριδικό σύστημα

σχεδιάστηκε για να μπορεί να καλύπτει πλήρως τις ανάγκες αυτών των κατοικιών, ενώ περίσσεια ενέργειας που δεν μπορεί να αξιοποιηθεί ούτε από το σύστημα αποθήκευσης πωλείται στην αγορά. Μάλιστα η παραγόμενη ισχύς από τη μία εκ των δύο ανεμογεννητριών προορίζεται μόνο για πώληση και όχι για χρήση από το υβριδικό σύστημα.

8.3.6.1 Λειτουργική Εμπειρία

Το υβριδικό σύστημα ξεκίνησε τη λειτουργία του το χειμώνα 2004/2005 και κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους της επίδειξης ο βασικός στόχος ήταν η αρμονική λειτουργία των επιμέρους συνιστωσών του συστήματος και η εξασφάλιση της ποιότητας και της αξιοπιστίας της διανεμημένης ισχύος.

Τα πιο σημαντικά επιτεύγματα κατά το πρώτο χρόνο λειτουργίας είναι:

- Πάνω από έξι μήνες σε αυτόνομη λειτουργία
- Διαθεσιμότητα κοντά στο 100%
- Πολύ καλή λειτουργικότητα
- Πολύ καλή ποιότητα ισχύος, ευχαριστημένοι οι κάτοικοι της κοινότητας
- Κανένα ατύχημα
- Συνεισφορά στις τοπικές δραστηριότητες και στον τουρισμό.

Η μεγαλύτερη καινοτομία αυτού του έργου είναι ο τρόπος που όλα τα επιμέρους στοιχεία του συνεργάζονται μεταξύ τους εξασφαλίζοντας εύρυθμη λειτουργία. Οι μεγαλύτερες προκλήσεις ήταν ο μεγάλος αριθμός διατάξεων του συστήματος, ο έλεγχος του μικροδικτύου όταν η μεγαλύτερη αιολική παραγωγή συμπίπτει με χαμηλή ζήτηση και η παράλληλη λειτουργία της κυψέλης καυσίμου και της μηχανής εσωτερικής καύσης υδρογόνου. Οι αποκλίσεις τάσης και συχνότητας ήταν αναπόφευκτες τουλάχιστον στην αρχή της λειτουργίας του συστήματος.

Το έργο στο Utsira έδειξε ότι σε ανάλογα εγχειρήματα πρέπει να ληφθούν υπόψη προβλήματα αρμονικών και συντονισμού που μπορεί να οφείλονται στην παροχή ισχύος από την κυψέλη καυσίμου. Επιπρόσθετα, λόγω της αδυναμίας πρόβλεψης της μελλοντικής αιολικής παραγωγής και του μελλοντικού φορτίου συνίσταται η υπερδιαστασιολόγηση του συστήματος έχοντας πάντα υπόψη τον παράγοντα του κόστους. Πρέπει να σημειωθεί ότι η κυψέλη καυσίμου και η ηλεκτρολυτική κυψέλη δεν πρέπει να εκτίθεται σε θερμοκρασίες μικρότερες από 0 C.

Επιπλέον, μία μελλοντική πρόκληση είναι η χρήση του αποθηκευμένου υδρογόνου σαν καύσιμο για τα οχήματα και τις βάρκες του νησιού. Η επόμενη φάση του έργου στο Usira περιλαμβάνει τη δοκιμή ηλεκτρολυτικής κυψέλης τεχνολογίας PEM (Proton Exchange Membrane), η οποία θα χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό απόδοσης και μεγαλύτερη λειτουργική ευελιξία.

8.4 ΕΛΛΑΔΑ

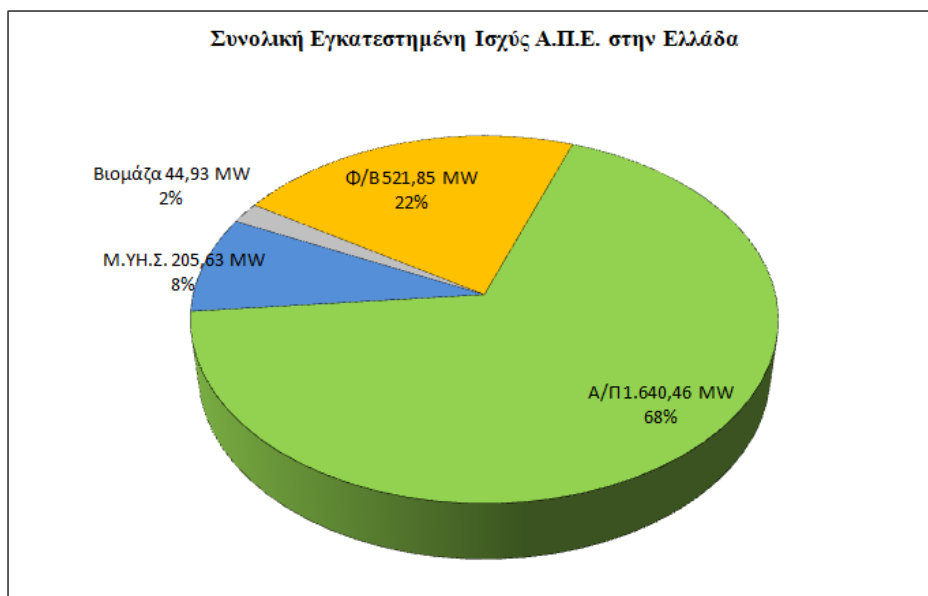
Η εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα σύμφωνα με στοιχεία του Διαχειριστή Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ), το Α τρίμηνο του 2011, 75,7 MW νέων φωτοβολταϊκών συστημάτων συνδέθηκαν στο δίκτυο, ανεβάζοντας την συνολική εγκατεστημένη ισχύ της χώρας στα 281,1 MW συμπεριλαμβανομένων των αυτόνομων συστημάτων (6,9 MW).

Η συμμόρφωση της χώρας, ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) θα πρέπει να ακολουθείται πιστά από τις ευρωπαϊκές πολιτικές σχετικά με τη τήρηση του πρωτοκόλλου του Κιότο, όπως εκφράζεται από την οδηγία 2001/77/ΕΕ για την προώθηση των Α.Π.Ε. Ο στόχος της χώρας είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. να αγγίξει το 29% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το 2020.

ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ

Το μεγαλύτερο ηπειρώτικο κομμάτι της χώρας καλύπτεται από το Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα (Ε.Δ.Σ.) και το υπόλοιπο από το Νησιωτικό Σύστημα που αποτελείται από τα αυτόνομα νησιωτικά συστήματα. Το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγόμενης εγκατεστημένης ισχύος στη χώρα αποτελείται από τους Θερμικούς Σταθμούς Παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας (Θ.Σ.Π.Η.Ε.). Στο Ε.Δ.Σ. το μεγαλύτερο κομμάτι της παραγόμενης ισχύος των εν' λόγω Σταθμών, καλύπτεται κυρίως από τη καύση εγχώριου λιγνίτη, και το υπόλοιπο από τη καύση πρώτων υλών όπως, άνθρακας, μαζούτ, πετρέλαιο και φυσικό αέριο.

Με στοιχεία του 2011, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς Α.Π.Ε. ανέρχεται σε 2.412,87 MW. Το 68% της ισχύος παράγεται από αιολική ενέργεια, το 22% από ηλιακή ενέργεια, ενώ το υπόλοιπό 10% από βιομάζα και υδροηλεκτρική ενέργεια, όπως παρουσιάζει η Εικ. 8-20.



Εικ. 8-20 Συνολική εγκατεστημένη ισχύς Α.Π.Ε. στην Ελλάδα για το έτος του 2011

Στην προώθηση όλων των προαναφερθέντων τεχνολογιών τη τελευταία δεκαετία, συντέλεσε σε μεγάλο βαθμό η χάραξη μιας συγκεκριμένης ενεργειακής πολιτικής που ευνόησε στην εγκατάσταση και αξιοποίηση μονάδων παραγωγής Α.Π.Ε. Με τη θεσμοθέτηση του νομοθετικού πλαισίου για την «απελευθέρωση» της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, δίνονται ευνοϊκά κίνητρα σε ιδιώτες, αλλά κυρίως σε επιχειρήσεις που σκοπεύουν να επενδύσουν στην κατασκευή Φ/Β και Α/Π. (Νόμος 2244/94 και ο Αναπτυξιακός Νόμος Ν.3851/2010)

Ενδεικτικά Προγράμματα που έχουν βοηθήσει στην ανάπτυξη του τομέα των ΑΠΕ είναι τα παρακάτω:

- Νομοσχέδιο Φ/Β σε στέγες και όψεις κτιρίων

Από 1η Ιουλίου 2009 ισχύει ένα ειδικό πρόγραμμα για την εγκατάσταση μικρών Φ/Β συστημάτων στον οικιακό-κτιριακό τομέα. Με το πρόγραμμα αυτό δίνονται κίνητρα με τη μορφή ενίσχυσης της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας, ώστε ο οικιακός καταναλωτής ή μία μικρή επιχείρηση που απασχολεί από 1 έως και 10 άτομα και έχει κύκλο εργασιών και σύνολο ενεργητικού έως 2 εκατ. € ετησίως, να κάνουν απόσβεση του συστήματος που εγκατέστησαν και να έχουν ένα λογικό κέρδος για τις υπηρεσίες (ενεργειακές και περιβαλλοντικές) που παρέχουν στο δίκτυο.

ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ

Τα πλεονεκτήματα του προγράμματος αυτού είναι τα εξής:

- Δικαίωμα ένταξης έχουν τα Νομικά Πρόσωπα Δημοσίου Δικαίου και τα Νομικά Πρόσωπα Ιδιωτικού Δικαίου μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, τα οποία έχουν στην κυριότητά τους το χώρο στον οποίο εγκαθίσταται το Φ/Β σύστημα.
- Ισχύει για όλη την επικράτεια, δηλαδή, για το ηπειρωτικό και για το μη διασυνδεδεμένο σύστημα της Ελλάδος.
- Η τιμή πώλησης της KWh είναι συμφέρουσα (0,4718€/KWh για το 2012)
- Για τους οικιακούς μικροπαραγωγούς τα έσοδα από την πώληση δεν φορολογούνται καθώς και για τις πολύ μικρές επιχειρήσεις εφόσον τα κέρδη εμφανίζονται σε ειδικό λογαριασμό αφορολόγητου αποθεματικού.
- Η γραφειοκρατία σε σχέση με τα Φ/Β πάρκα είναι ελάχιστη.

Πρόγραμμα ΕΠΑΝ

- Προς την κατεύθυνση της ενίσχυσης των επενδύσεων στον τομέα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, το Υπουργείο Ανάπτυξης διαθέτει ένα σημαντικό εργαλείο, το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα», γνωστό και ως ΕΠΑΝ. Το ΕΠΑΝ είναι το δεύτερο μεγαλύτερο, σε πόρους, Τομειακό Πρόγραμμα του Γ' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης με συνολικό προϋπολογισμό 6,52 δις ευρώ.
- Στο πλαίσιο των Μέτρων και των Δράσεων του, το ΕΠΑΝ προωθεί την ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας με στόχο την κάλυψη συγκεκριμένων περιβαλλοντικών δεσμεύσεων από τη χώρα μας, καθώς και τη διείσδυση των ΑΠΕ και της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο μέχρι το 2010.
- Με βάση τα μέχρι σήμερα στοιχεία, η συνολική ισχύς συστημάτων ΑΠΕ που προβλέπεται να εγκατασταθεί ανέρχεται σε 543 MW. Από αυτά τα 452 MW αφορούν έργα αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας, τα 79,60 MW μικρά υδροηλεκτρικά έργα και τα 2,47 MW φωτοβολταϊκά συστήματα.

8.4.1 Ηπειρωτική Χώρα

8.4.1.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΕ-ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

8.4.1.1.1 Μικρά αυτόνομα συστήματα

Περίπου 1061 φάροι με τροφοδοσία από Φ/Β έχουν τοποθετηθεί από το πολεμικό ναυτικό της χώρας. Η ισχύς τους υπολογίζεται στα 70 kWp με το σημαντικότερο μέρος από αυτούς να έχουν τοποθετηθεί στα νησιά.



Εικ. 8-21 Φάρος στη Σάμο

8.4.1.1.2 Οικιακά αυτόνομα συστήματα

Μέχρι στιγμής δεν έχουν υπάρξει επιδοτούμενα προγράμματα όσον αφορά για οικιακά αυτόνομα συστήματα. Ο κάθε ενδιαφερόμενος ιδιώτης θα πρέπει να αναλάβει το κόστος του συστήματος που δυστυχώς ακόμη είναι αρκετά υψηλό (κόστος υλικών-μελέτης-εγκατάστασης).

8.4.1.2 Άγιο Όρος

Τα πρώτα φωτοβολταϊκά σύστημα που εγκαταστάθηκαν στο Άγιο όρος για τον εξηλεκτρισμό μονών και εγκαταστάσεων είναι :

- Ιερά Μονή Αγίου Διονυσίου, αυτόνομο 750 Wp, στο Μονοξυλίτη το 1988
- Μοναχός Παΐσιος, παραλία Ι.Σκήτη Αγίας Άννας, Αυτόνομο 400 Wp 1989
- Αδελφότης Παχωμαίων, Αγιογραφείς, Καρυές. Υβριδικό 700 Wp το 1989
- Ιερομόναχος Μάξιμος, Κερασιά Αγ. Όρους, Υβριδικό 600 Wp το 1989
- Αγ. Όρος, Ιερά μονή Σίμωνος Πέτρας συνολικής ισχύος 45 kWp

Το 1993 - 1994, εγκαθίστανται και λειτουργούν στο Άγιο Όρος τα πρώτα 17 αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα για τηλεπικοινωνίες, όπου ηλεκτροδοτούν τους κεντρικούς αναμεταδότες και τερματικούς σταθμούς του ΟΤΕ.

Ο ΟΤΕ για να αντιμετωπίσει τις ιδιαίτερες συνθήκες στο Άγιο Όρος, υλοποίησε τηλεπικοινωνίες με ραδιοζεύξεις, χωρίς καλώδια που η ηλεκτροδότηση τους γίνεται με ηλιακή ενέργεια. Κάθε Φ/Β σύστημα σχεδιάστηκε για να παρέχει αυτονομία από τρεις έως δεκαεπτά μέρες, ανάλογα από το πόσο απομακρυσμένη ή δύσβατη είναι η περιοχή που εγκαθίσταται. Παρά το γεγονός ότι οι σταθμοί και κυρίως όλοι οι Α/Δ είναι εγκατεστημένοι σε υψηλές και δύσβατες κορυφές (για να υπάρχει οπτικός έλεγχος), όπου τον χειμώνα επικρατούν ακραίες καιρικές συνθήκες, τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν αξιόπιστα μέχρι σήμερα. Το μέγεθος του κάθε Φ/Β συστήματος είναι από 0,4 - 1,8 kWp. Τα φορτία λειτουργούν με 12V συνεχούς

ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ

ρεύματος και η συνολική ονομαστική ισχύς του σταθμού παραγωγής ενέργειας είναι 12,5 kWp.

Αυτά τα φωτοβολταϊκά συστήματα τηλεπικοινωνιών, παγίωσαν τουλάχιστον την εμπιστοσύνη ως προς την φωτοβολταϊκή τεχνολογία, διότι για πρώτη φορά στην Αθωνική Πολιτεία, λειτούργησαν τα τηλέφωνα κανονικά, χωρίς τις συνεχείς και παρατεταμένες διακοπές, όπως τα προηγούμενα χρόνια.



Εικ. 8-22 Φ/β συστήματα εγκατεστημένα στο Άγιο Όρος.

8.4.1.3 Εφαρμογές σε απομονωμένα Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα

Κυρίως σε απομονωμένες περιοχές, τις οποίες δεν τις καλύπτει το δίκτυο, έχουν εγκατασταθεί τηλεπικοινωνιακά συστήματα με τη βοήθεια της αιολικής (Πιν. 8-5) και φωτοβολταϊκής ενέργειας (Πιν. 8-6). Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικά κάποια παραδείγματα.

Πιν. 8-5 Εγκατεστημένα Αιολικά Πάρκα από τον ΟΤΕ σε Νησιά

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΣΗΕ	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	Αριθ- μός Α/Γ	Ισχύς KW	Ισχύς Πάρκου KW
ΚΑΤΑΒΙΑ	ΡΟΔΟΣ	ΟΤΕ	1	110	110
ΑΤΑΒΥΡΟΣ			1	110	110
ΚΩΣ	ΚΩΣ- ΚΑΛΥΜΝΟΣ	ΟΤΕ	1	60	60
ΠΑΡΟΣ	ΠΑΡΟΣ- ΝΑΞΟΣ	ΟΤΕ	1	110	110
ΣΥΡΟΣ	ΣΥΡΟΣ	ΟΤΕ	1	110	110

Πιν. 8-6 Εγκατεστημένα Φωτοβολταϊκά Πάρκα και υβριδικά από Εταιρείες Τηλεπικοινωνίας

Τοποθεσία	Ισχύς	Εγκατάσταση
Αρκαδία	Φ/Β σύστημα 2 kWp	ΟΤΕ
Καλάβρυτα	Φ/Β σταθμός 2,5 kWp	ΟΤΕ
Όρος Δίρφυ(Εύβοια)	Φ/Β σύστημα 14 kWp	ΟΤΕ
Σύρος	Φ/Β σύστημα 880 W	ΟΤΕ
Μήλος	Φ/Β σταθμός 1320 W	TELESTET
Σε όλη τη χώρα	80 υβριδικά συστήματα φ/β+diesel)	TIM
	125 υβριδικά συστήματα φ/β+diesel)	Vodafone

8.4.1.4 Μελλοντικά έργα

8.4.1.4.1 Πρόγραμμα «Πράσινες Αγροτικές & Νησιωτικές "Κοινότητες" - Νέο Πρότυπο Ανάπτυξης»

Έχει αρχίσει η προκήρυξη του προγράμματος «Πράσινες Αγροτικές & Νησιωτικές "Κοινότητες" - Νέο Πρότυπο Ανάπτυξης» το οποίο υπάγεται στο επιχειρησιακό πρόγραμμα "Περιβάλλον - Αειφόρος Ανάπτυξη" και επιδιώκει την ισόρροπη, αειφόρο, περιφερειακή ανάπτυξη, τη δημιουργία πρωτοπόρων οικονομιών, την ανάδειξη των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών απομονωμένων «κοινοτήτων», τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας την ενίσχυση των διαφόρων μορφών τουρισμού, την εξοικείωση των πολιτών και εργαζομένων με πρακτικές πράσινης ανάπτυξης, με άμεσο αποτέλεσμα όλων αυτών αλλά και στόχο τη συγκράτηση και την αύξηση του παραγωγικού πληθυσμού. Με συνολικό προϋπολογισμό 50.000.000 € χρηματοδοτούμενο από το Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς (ΕΣΠΑ).

Οι δράσεις θα αφορούν στην εξοικονόμηση ενέργειας (ΕΞΕ), στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), στις πράσινες μεταφορές, στην περιβαλλοντική αναβάθμιση, στη βέλτιστη διαχείριση απορριμμάτων, καθώς και στην αειφόρο διαχείριση υδατίνων πόρων.

Ενδεικτικές δράσεις του προγράμματος είναι:

- Εξοικονόμηση Ενέργειας σε κατοικίες και δημόσια κτίρια,
- Πράσινες μεταφορές-Ηλεκτροκίνηση με χρήση ΑΠΕ,
- Αποθήκευση περίσσειας ενέργειας από ΑΠΕ-Χρήση τεχνολογιών έξυπνου δικτύου,
- Βιοκλιματικές αναβαθμίσεις,
- Διαχείριση υδατικών πόρων-Αφαλάτωση με ΑΠΕ,
- Διαχείριση απορριμμάτων-ανακύκλωση, βιοαέριο κ.λπ.,
- Ενίσχυση πράσινης επιχειρηματικότητας,
- Ηλεκτροπαραγωγή με ΑΠΕ.

8.4.2 Νησιά της Ελλάδας-Συγκεντρωτικά στοιχεία

Υπάρχουν δεκάδες μικρά και μεγάλα νησιά που λειτουργούν απομονωμένα από το διασυνδεδεμένο δίκτυο, ιδιαίτερα στο Αιγαίο πέλαγος, σε αυτά κατοικεί περισσότερο από 1 εκατομμύριο άνθρωποι χωρίς τους τουριστικούς επισκέπτες του καλοκαιριού.

Με διαθέσιμα στοιχεία του 2011 η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (Μ.Δ.Ν.) ήταν 5,59 TWh, παρεχόμενη κυρίως από μονάδες που καταναλώνουν πετρέλαιο, ελαφρύ ή βαρύ, με μεγαλύτερο κόστος παραγωγής από ότι το Ελληνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα (ΕΔΣ). Αυτό είναι το κυριότερο πρόβλημα για πολλά αυτόνομα νησιά, όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και για πολλά άλλα νησιά παγκοσμίως, καθώς βασίζονται κυρίως στη κατανάλωση εισαγόμενων ορυκτών καυσίμων με υψηλό κόστος μεταφοράς. Το μέγεθος της ζήτησης ποικίλει ανάλογα με το νησί και μπορεί να είναι μεταξύ λίγων kW όπως στα Αντικύθηρα έως 633 MW στην περίπτωση της Κρήτης τον Αύγουστο του 2008. Σημαντικό είναι επίσης και το πρόβλημα της ζήτησης νερού ειδικά στους καλοκαιρινούς μήνες, το οποίο συχνά καλύπτεται με μονάδες αφαλάτωσης που εντείνουν το πρόβλημα της αυξημένης ζήτησης ενέργειας τους καλοκαιρινούς μήνες.

Τα νησιά του Αιγαίου χαρακτηρίζονται από υψηλό αιολικό δυναμικό, μέσες ταχύτητες ανέμου 7-8 m/s, ευνοϊκό για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων αλλά και από ιδιαίτερα μεγάλο αριθμό ωρών ηλιοφάνειας ευνοϊκές συνθήκες και για την ανάπτυξη Φ/Β διατάξεων. Σε μερικά νησιά γίνεται εκμετάλλευση αυτού του δυναμικού από εγκατεστημένες μονάδες ΑΠΕ.

8.4.2.1 Συγκεντρωτικά στοιχεία εγκατεστημένης ισχύος και παραγωγής Α.Π.Ε. στα Μ.Δ.Ν.

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς Α.Π.Ε. στα Μ.Δ.Ν. σύμφωνα με τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα ανέρχεται στα 360,86 MW. Τα Α/Π απαρτίζουν το μεγαλύτερο μέρος της εγκατεστημένης ισχύος με 277,42 MW, ενώ οι Φ/Β Σταθμοί καλύπτουν αντίστοιχα το υπόλοιπο μέρος με 82,74 MW. Πρέπει να σημειωθεί ότι, ένας Μ.ΥΗ.Σ. εγκατεστημένης ισχύος 0,30 MW και δύο μονάδες παραγωγής από βιοαέριο εγκατεστημένης ισχύος 0,40 MW περιλαμβάνεται στο δυναμικό παραγωγής Α.Π.Ε. του νησιού της Κρήτης

Ο Πιν. 8-7 παρουσιάζει την εγκατεστημένη ισχύς Α.Π.Ε. ανά Νησί για τον Απρίλιο του 2012 σύμφωνα με το συνοπτικό πληροφοριακό δελτίο του ΔΕΔΔΗΕ

Πιν. 8-7 Συγκεντρωτικά στοιχεία Εγκατεστημένης ισχύος Α.Π.Ε. στα Μ.Δ.Σ. της Ελλάδας για το έτος 2012(Συνοπτικό Πληροφοριακό Δελτίο του ΔΕΛΔΗΕ)

Νησί	Εγκατεστημένη Ισχύς Α/Π(MW)	Εγκατεστημένη Ισχύς Φ/Β (MW)	Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς Α.Π.Ε. (MW)
Κρήτη*	173,94	61,72	235,96*
Ρόδος	31,30	7,40	38,7
Κάρπαθος	1,23	0,56	1,79
Μήλος	2,65	0,42	3,07
Κως	11,20	2,51	13,71
Λέρος	4,00	0,40	4,4
Κάλυμνος	0,00	0,79	0,79
Λέσβος	14,55	4,65	19,20
Λήμνος	2,44	1,06	3,5
Σάμος	7,98	3,00	10,98
Χίος	7,15	3,05	10,20
Σύρος	2,84	0,57	3,41
Νάξος	8,76	1,15	9,91
Μύκονος	1,20	0,02	1,22
Υπόλοιπα	9,08	2,79	11,87
Σύνολο*	278,32	90,09	368,71

* Σκύρος, Σύμη, Πάρος, Πάμπος, Ικαρία, Κύθνος, Σίφνος, Ψαρά, Ίος, Σχοινούσα, Κάσος, Αμοργός, Θήρα, Αστυπάλαια

8.4.2.1.1 Συγκεντρωτικά στοιχεία παραγωγής Α.Π.Ε. στα Μ.Δ.Ν.α

Στον παρακάτω πίνακα Πιν. 8-8 παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία της συνολικής παραγωγής Α.Π.Ε. όπως επίσης και το ποσοστό της συμμετοχής τους, στην συνολική θερμική παραγωγή των Μ.Δ.Ν.. Η μέση συνολική διείσδυση Α.Π.Ε. στα Μ.Δ.Ν. για το έτος 2011 είναι 14,8%, με το μεγαλύτερο ποσοστό της να προέρχεται από την παραγωγή Α/Π. Υψηλή συνολική διείσδυση Α.Π.Ε. παρατηρείται τους μήνες Νοέμβριο με 20,2% και Απρίλιο με 18% αντίστοιχα, καθώς τότε συναντώνται και οι χαμηλότερες τιμές συνολικής θερμικής παραγωγής των Μ.Δ.Ν.. Αντίστοιχα, η χαμηλότερη διείσδυση Α.Π.Ε. εμφανίζεται το μήνα Ιούλιο με 11,7%, όπου συναντάται η υψηλότερη τιμή της συνολικής θερμικής παραγωγής.

Εξαιρετικά σημαντικό είναι το γεγονός ότι, σε μήνα αυξημένης τουριστικής κίνησης, όπως το μήνα Αύγουστο όπου οι ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια είναι σαφώς υψηλότερες, η συνολική διείσδυση Α.Π.Ε. σύμφωνα με τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα έφτασε το ποσοστό του 15,5%.

Πιν. 8-8 Συγκεντρωτικά στοιχεία μονάδων Α.Π.Ε. και Θερμικής Παραγωγής στα Μ.Δ.Ν. στο έτος του 2011 (Πληροφοριακό Δελτίο της Δ.Ε.Η.)

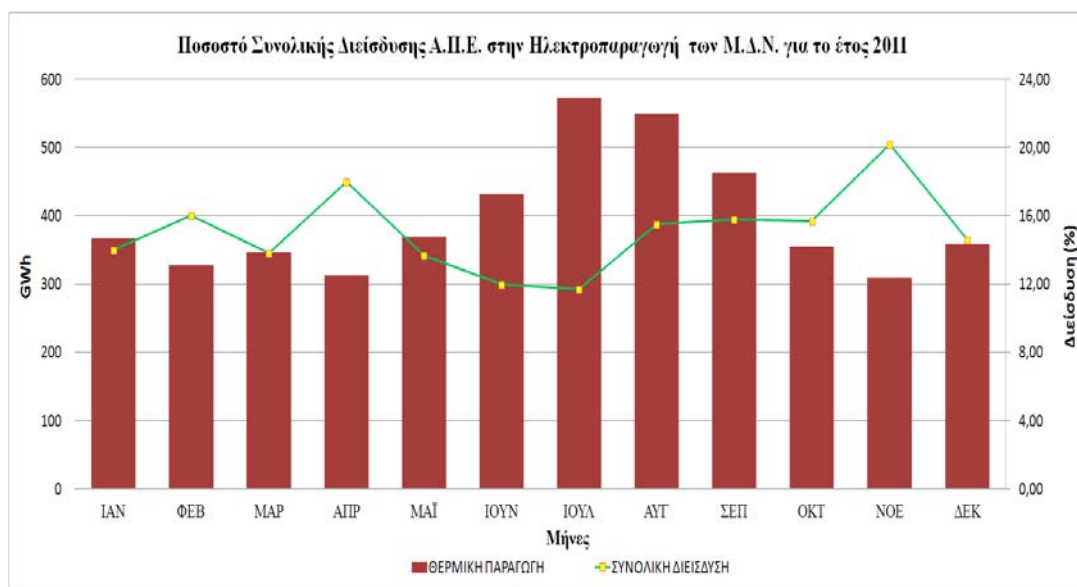
Μήνες	Παραγωγή Φ/Β (MWh)	Παραγωγή Α/Π (MWh)	Συνολική Παραγωγή Α.Π.Ε. (MWh)	Παραγωγή Θερμικών Μονάδων (MWh)	Ποσοστό Συμμετοχής Α.Π.Ε. στην Ηλεκτροπαραγωγή (%)
Ιανουάριος	3.954,73	55.786,68	59.809,25	366.433,77	14,0
Φεβρουάριος	4.713,67	59.007,42	63.758,77	327.145,28	16,0
Μάρτιος	4.960,40	50.466,02	55.536,15	346.041,24	13,8
Απρίλιος	8.083,22	60.704,25	68.888,70	313.194,29	18,0
Μάιος	9.927,37	48.337,77	58.326,13	368.389,36	13,7
Ιούνιος	11.615,83	47.135,29	58.819,23	432.552,03	12,0
Ιούλιος	13.838,13	62.163,30	76.061,53	573.387,04	11,7
Αύγουστος	14.303,79	86.614,01	100.980,5	549.238,65	15,5
Σεπτέμβριος	14.496,64	72.166,14	867.22,09	463.125,82	15,8
Οκτώβριος	11.044,66	54.944,43	66.047,70	355.074,88	15,7
Νοέμβριος	9.058,54	69.243,27	78.359,62	309.065,62	20,2
Δεκέμβριος	8.130,20	52.809,08	60.996,93	358.174,18	14,6
Σύνολο	114.127,18	719.377,66	834.306,60	4.761.822,16	14,8

Το ποσοστό συμμετοχής στην ηλεκτροπαραγωγή των Μ.Δ.Ν. απεικονίζεται γραφικά μέσω της Εικ. 8-23.

Στη συνέχεια στον Πιν. 8-9 παρουσιάζεται το ποσοστό της συνολικής διείσδυσης Α.Π.Ε. ανά νησί στο β' εξάμηνο του 2011. Το υψηλότερο ποσοστό διείσδυσης Α.Π.Ε. από τα περισσότερα νησιά καταγράφεται τον μήνα Νοέμβριο.

Παρατηρούμε πολύ υψηλά ποσοστά διείσδυσης για Πάρο, Νάξο, Ίο, Σχοινούσα και Μήλο ιδιαίτερα το μήνα Νοέμβριο (έως και 36,6% για τις τέσσερις πρώτες). Στην Κρήτη έχουμε υψηλό ποσοστό έως και 25,1% το μήνα Νοέμβριο καθώς και για τη Σάμο με ποσοστό 26,5% για τον ίδιο μήνα.

ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ



Εικ. 8-23 Ποσοστό συνολικής διείσδυσης Α.Π.Ε. στην Ηλεκτροπαραγωγή των Μ.Δ.Ν. για το έτος 2011.

Πιν. 8-9 Συγκεντρωτικά στοιχεία Διείσδυσης Α.Π.Ε. στα Μ.Δ.Ν. στο Β' εξάμηνο του έτους 2011 (Διεύθυνση Διαχείρισης Νησιών, Δ.Ε.Η.)

Νησί	ΔΙΕΙΣΔΗΣΗ Α.Π.Ε. ΣΤΑ Μ.Δ.Ν. (%)					
	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
Κρήτη	16,7	22,6	22,7	19,4	25,1	17,2
Ρόδος	6,9	5,9	4,5	7,5	9,5	9,1
Λέσβος	9,1	13,6	14,3	16,2	17,6	16,9
Κως –Λέρος	6,9	9,0	8,2	9,7	11,9	9,7
Κάλυμνος						
Λήμνος	1,8	2,5	2,9	4,2	3,3	2,7
Μήλος	10,6	16,1	21,3	18,0	21,1	17,3
Πάρος – Νάξος –Ιος - Σχοινούσα	10,6	17,1	18,8	32,3	36,6	26,1
Χίος – Ψαρά	7,0	12,0	11,1	13,3	12,7	10,0
Σύρος	4,1	6,5	6,5	5,2	8,3	4,7
Σάμος	12,0	18,2	18,2	22,2	26,5	18,0
Κάρπαθος	7,4	7,9	10,4	12,0	17,2	8,4
Μύκονος	2,1	3,6	4,6	5,9	9,3	6,2
Λοιπά Νησιά	1,5	2,2	2,5	2,7	3,4	2,6
Σύνολο	11,7	15,5	15,8	15,7	20,2	14,6

8.4.2.2 Αναμενόμενες εξελίξεις

Ως λύσεις για την αύξηση της διείσδυσης ΑΠΕ έχουν προταθεί η διασύνδεση των νησιών με το ηπειρώτικο σύστημα, όπως τα σχέδια διασύνδεσης της Κρήτης ή η εγκατάσταση διατάξεων αποθήκευσης ενέργειας με έμφαση στην αντλησιοταμίευση.

Συνάμα αναμένεται η ολοκλήρωση της εγκατάστασης των αδειοδοτημένων Φ/Β (Πιν. 8-10) σύμφωνα τα περιθώρια εγκατάστασης Φ/Β στα μη Διασυνδεδεμένα νησιά σύμφωνα με μεθοδολογία που είχε αναπτύξει. Με αυτόν τον τρόπο αναμένεται να χορηγηθούν οι άδειες παραγωγής στα νησιωτικά δίκτυα. Ήδη στην Κρήτη χορηγήθηκαν 1600 περίπου άδειες με μέγιστη ισχύ 80kW..

Πιν. 8-10 Περιθώριο Ισχύος για Φ/Β βάσει της ΡΑΕ ανά νησιωτικό σύστημα

Νησί	Περιθώριο Ισχύος (kW)	Νησί	Περιθώριο Ισχύος (kW)
Πάτμος	516.83	Αγαθονήσι	22.5
Μήλος	1346.03	Αγ. Ευστράτιος	36.4
Κρήτη	100671	Αμοργός	309.27
Σάμος	5303.68	Ανάφη	46.26
Λέσβος	10475.03	Αστυπάλαια	332.14
Κάρπαθος	1287.98	Δονούσα	3.2
Ικαρία	1000.66	Ερείκουσα	34.25
Χίος	7403.75	Θήρα	3867.38
Κως	12120.67	Μεγίστη	129.15
Σύρος	3565.85	Οθωνοί	39.54
Ρόδος	24353.87	Σέριφος	441.93
Πάρος	6939.56	Σκύρος	517.76
Μύκονος	4112.46	Σύμη	697.85
Λήμνος	2256.28	Σίφνος	521.6

8.4.3 Εξηλεκτρισμός μικρών νησιωτικών Οικισμών μέσω ΑΠΕ

8.4.3.1 Αντικύθηρα

Τα Αντικύθηρα βρίσκονται 75 χλμ νότια της Πελοποννήσου και 2 ώρες από τοΚαστέλλι Κισάμου με το πλοίο. Τα Αντικύθηρα αποτέλεσαν πεδίο δύο έργων για τροφοδοσία μέσω ΑΠΕ. Πιο Συγκεκριμένα

8.4.3.1.1 "Αντικύθηρα-Πρόγραμμα Ενέργειας για απομονωμένα χωριά και κατοικίες"

Η ΔΕΗ προώθησε ένα πρόγραμμα ηλεκτροδότησης για μια σειρά από μικρά απομακρυσμένα ελληνικά νησιά τα οποία δεν είχαν καμία προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας. Μέσω του προγράμματος "Αντικύθηρα-Πρόγραμμα Ενέργειας για απομονωμένα χωριά και κατοικίες" το οποίο άρχισε το έτος 1985 και ολοκληρώθηκε 5 χρόνια αργότερα, περίπου 70 κάτοικοι του νησιού ευνοήθηκαν με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Εγκαταστάθηκε ένας φ/β σταθμός συνολικής ισχύος 25kW (720 φωτοβολταϊκά πλαίσια), ο

οποίος τροφοδοτούσε ένα χωριό του νησιού και 12 αυτόνομα φ/β συστήματα των 700W και 300Ah/24V το κάθε ένα σε κατοικίες οι οποίες βρίσκονταν διασπαρμένες σε όλο το νησί. Η συνολική παραγωγή ενέργειας από τον φ/β σταθμό και τα 12 μικρά αυτόνομα συστήματα ήταν περίπου 35.000 kWh/έτος. Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση ελέγχθηκε σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές του Κέντρου Ερευνών (Joint Research Centre) για δύο χρόνια. Τα δεδομένα παρακολούθησης είναι διαθέσιμα στην ιστοσελίδα της Ispra για τις περιόδους μεταξύ Μαΐου 1988 έως Δεκεμβρίου 1988 και από Φεβρουάριο 1990 έως Δεκέμβριο 1990.

Το κόστος του έργου ανήλθε στο ποσό των 981.733 ευρώ με χρηματοδότηση 392.693 ευρώ από την ΕΟΚ.

8.4.3.1.2 Εξοικονόμηση Ενέργειας, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας'

Στις 31/08/1983 άρχισε το έργο στα πλαίσια του προγράμματος "Εξοικονόμηση Ενέργειας, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας" με συνολικό κόστος 576.023 ευρώ και χρηματοδότηση των 230.409 ευρώ εξ'αυτών και ολοκληρώθηκε στις 15/06/1987. Μέχρι το 1985 η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιούσε ο ραδιοφωνικός σταθμός των Αντικυθήρων, ο οποίος ανήκει στο ΟΤΕ (Ελληνική Εταιρεία Τηλεπικοινωνιών) προερχόταν από γεννήτριες πετρελαίου. Μια φ/β εγκατάσταση των 20,9kW παρέχει πλέον ενέργεια για τον πομπό και το δέκτη, σε σύστημα παρακολούθησης, ανεμιστήρα δωματίου και σε μπαταρίες οι οποίες αποθηκεύουν την ενέργεια. Με αυτό το επίτευγμα και για εκείνη την εποχή ήταν μια απόδειξη για την αποτελεσματικότητα των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

8.4.3.2 Αρκοί

Μέσα από τις δραστηριότητες της ΔΕΗ ΑΕ για την ανάπτυξη των ΑΠΕ εγκαταστάθηκε φ/β σταθμός ισχύος 37,5 kWp (688 φωτοβολταϊκά πλαίσια) στο νησί Αρκούς, περίπου 30 χλμ νότια του νησιού της Σάμου και παρέχει ηλεκτρισμό σε δύο χωριά. Ο συνολικός πληθυσμός του νησιού Αρκοί είναι περίπου 60 άτομα το χειμώνα και 100 το καλοκαίρι και η ημερήσια ανάγκη σε ενέργεια είναι 50 kWh το χειμώνα και 100 kWh το καλοκαίρι. Η μέση ετήσια παραγωγή του φ/β σταθμού είναι περίπου 13.000 kWh και είναι εξοπλισμένος με ένα τριφασικό στατικό μετατροπέα, με σκοπό την εξυπηρέτηση της τροφοδοσίας των καταναλωτών με εναλλασσόμενο ρεύμα 230/400-V τάσης και μια μπαταρία 1440 Ah/210V για αποθήκευση της ενέργειας. Η αποτελεσματικότητά του έγκειται στο εύρος 73% -91%, όταν το φορτίο κυμαίνεται μεταξύ 10-100%. Το σύστημα σχεδιάστηκε με την προοπτική της δυνατότητας επέκτασης στο μέλλον ή της συνδεσης σε αυτό και Α/Γ. Λόγω κάποιων τεχνικών προβλημάτων, στην πορεία συνδέθηκε στο σταθμό και πετρελαιογεννήτρια ως εφεδρεία.

8.4.3.3 Γαύδος

Μέσα από τις δραστηριότητες της ΔΕΗ ΑΕ για την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην δεκαετία του '80, εγκαταστάθηκε φ/β σταθμός ισχύος 20 kWp (160 φωτοβολταϊκά πλαίσια) το 1987 στη Γαύδο, το οποίο είναι ένα μικρό νησί στο νοτιότερο άκρο της Ελλάδας και υπάγεται στον Νομό Χανίων. Καθώς επίσης και 15 αυτόνομα φ/β μονάδες 700W η κάθε μία, οπότε συνολικής ισχύος 10,5kW.

8.4.3.4 Πρόγραμμα μικρών νησιών

Κάποιες προσπάθειες που άρχισαν με όραμα από την ΔΕΗ για τα νησιά στην δεκαετία του 1980 για την αξιοποίηση της αιολικής και ηλιακής ενέργειας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Επίσης κατά την περίοδο 1988-1990 με διάφορα προγράμματα σε απομακρυσμένους οικισμούς και πολύ μικρά νησιά τοποθετήθηκαν συστήματα συνολικής ισχύος 61.6kWp. Ο Πιν. 8-11 παρουσιάζει τις περιοχές και το έτος έναρξης.

Πιν. 8-11 Αυτόνομες φ/β μονάδες σε μικρά νησιά.

ΑΥΤΟΝΟΜΕΣ Φ/Β ΜΟΝΑΔΕΣ	ΙΣΧΥΣ (kWp)	ΕΤΟΣ ΕΝΤΑΞΗΣ
ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΟΥ	6,3	1990
ΔΟΝΟΥΣΑΣ	3,5	1990
ΚΙΝΑΡΟΥ	0,7	1990
ΛΕΒΙΘΩΝ	2,1	1990
ΜΑΡΑΘΙΟΥ	3,5	1990
ΣΑΡΙΑΣ	1,4	1990
ΣΥΡΝΑΣ	1,4	1990
ΡΩ	2,1	1990
ΣΤΡΟΓΓΥΛΗΣ	0,7	1990
ΝΙΜΟΥ	1,4	1991
ΑΛΙΜΙΑΣ	0,7	1990
ΣΙΣΚΛΙΟΥ	0,7	1991
ΠΑΝΑΓΙΤΣΑΣ	2,8	1990
ΟΙΝΟΥΣΩΝ	0,7	1990
ΣΑΜΙΟΠΟΥΛΑΣ	2,1	1990
ΑΓ.ΜΗΝΑ ΣΑΜΟΥ	0,7	1990
ΠΕΡΙΣΤΕΡΑΣ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	6,3	1990
ΚΥΡΑ ΠΑΝΑΓΙΑΣ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	2,1	1990
ΓΙΟΥΡΑΣ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	1,4	1990
ΛΗΜΝΟΥ	0,7	1991
ΑΓ.ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΥ	0,7	1991

8.4.4 Κύθνος

8.4.4.1 Ιστορία

Η Κύθνος αποτελεί διεθνώς σημείο αναφοράς στην ανάπτυξη τεχνολογιών για την αξιοποίηση της ηλιακής και αιολικής ενέργειας. Η ΔΕΗ, η οποία δραστηριοποιείται σήμερα στις ΑΠΕ μέσω της θυγατρικής της ΔΕΗ Ανανεώσιμες, υπήρξε πρωτοπόρος στην Ευρώπη στην ανάπτυξη των ΑΠΕ για ηλεκτροπαραγωγή στα νησιά με την εγκατάσταση και λειτουργία του πρώτου Αιολικού Πάρκου της Ευρώπης στις 15 Απριλίου 1982 με 5 Α/Γ των 20 kW (Εικ. 8-24). Το 1983 εγκαταστάθηκε φωτοβολταϊκό πάρκο ισχύος 100kWp το οποίο λειτουργεί ακόμη. Παράλληλα με το Αιολικό Πάρκο της Κύθνου η ΔΕΗ ξεκίνησε την ανάπτυξη ενός Υβριδικού (αιολικού-ηλιακού) συστήματος στο νησί.



Εικ. 8-24 Τμήμα του 1^{ου} αιολικού Πάρκου στην Ευρώπη (έχει αναβαθμιστεί σε 33kW)

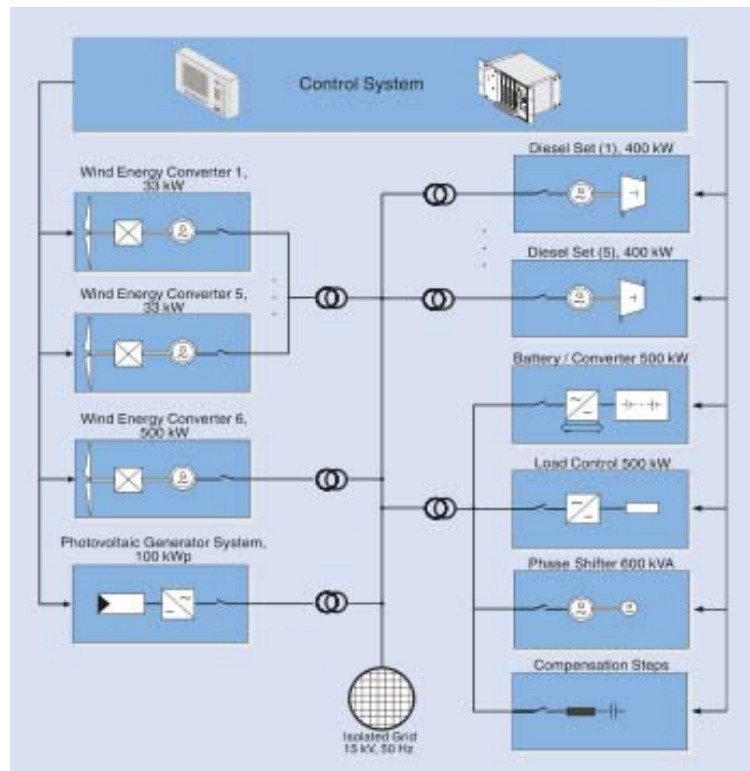
Σήμερα, το σύστημα της Κύθνου αποτελείται δομικά στοιχεία που παρουσιάζει ο Πιν. 8-12.

Πιν. 8-12 Συνιστώσες Συστήματος της Κύθνου

Αριθμός	Είδος Μονάδας	Ισχύς
5	Ντηζελογεννήτριες	5*400=2000kW
1	Ανεμογεννήτρια(Α/Γ)	500kW
5	Α/Γ	5*33=165kW
1	Φ/Β σταθμός	100kW
1	Διάταξη Αποθήκευσης	400kWh/500kW
1	Διάταξη αλλαγής φάσης	600kVA
1	Διάταξη αντιστάθμισης	8*100=800kVA _r

8.4.4.2 Κεντρικό σύστημα ελέγχου

Το κεντρικό σύστημα ελέγχου ελέγχει αυτόματα και απεικονίζει όλα τα υποσυστήματα. Προσανατολίζει την αλληλεπίδραση όλων των εγκαταστάσεων του συστήματος για έγκαιρη χρήση της ενέργειας ενώ εγγυάται τροφοδότηση και υψηλή ποιότητα δικτύου. Με ένα απλό PC, έναν διαποδιαμορφωτή (modem) και μία κινητή διεπαφή χρήστη από οποιαδήποτε τηλεφωνική σύνδεση, δίνονται στο χρήστη οι ίδιες δυνατότητες λειτουργίας όπως και επί τόπου. Ο απομακρυσμένος έλεγχος είναι πολύ χρήσιμος για να υποστηρίξει το προσωπικό λειτουργίας ειδικά σε περίπτωση αποτυχίας του συστήματος. Η γενική δομή παρουσιάζεται στην Εικ. 8-25.



Εικ. 8-25 Γενική αναπαράσταση του συστήματος ελέγχου της Κύθνου

8.4.4.2.1 Διάγραμμα λειτουργίας Κύθνου

Ανάλογα με την τρέχουσα κατάσταση του φορτίου απ' τη μία πλευρά και την προσφορά ενέργειας από τις ανανεώσιμες πηγές από την άλλη, υπάρχουν δύο καταστάσεις λειτουργίας. Παράλληλη λειτουργία ντίζελ και ντίζελ εκτός λειτουργίας.

Στην κατάσταση παράλληλης λειτουργίας Diesel η διαθέσιμη αιολική και ηλιακή ενέργεια είναι ανεπαρκής για να καλύψει το φορτίο των καταναλωτών. Τουλάχιστο μία γεννήτρια είναι συνδεδεμένη με το δίκτυο. Η ανεμογεννήτρια και τα φωτοβολταϊκά βοηθούν σε αυτή την περίπτωση στην εξοικονόμηση καυσίμου και η καθεμία από τις γεννήτριες μπορεί να βγει εκτός λειτουργίας αυτόματα, ανάλογα με το φορτίο. Ο μετατροπέας μπαταρίας μπορεί να υποστηρίξει το δίκτυο σε κρίσιμες καταστάσεις και επιτρέπει τη λειτουργία των γεννητριών χωρίς να φτάνουν στα όρια της ονομαστικής τους ισχύος

Η κατάσταση ντίζελ εκτός λειτουργίας ενεργοποιείται όταν οι ανανεώσιμες πηγές επαρκούν να εξυπηρετήσουν τις τρέχουσες ενεργειακές απαιτήσεις. Πριν αποσυνδεθεί και η τελευταία γεννήτρια Diesel η διάταξη μετατόπισης φάσης συγχρονίζεται με δίκτυο και αρχίζει ο έλεγχος φάσης στο δίκτυο. Η συχνότητα ελέγχεται από το μετατροπέα ισχύος της μπαταρίας. Ο γρήγορος έλεγχος φορτίου αποκόπτει όλες τις ανεπιθύμητες αιχμές από την αιολική ενέργεια και αποτρέπει την υπερφόρτιση των μπαταριών .

Περισσότερες λεπτομέριες παρουσιάζει ο Πιν. 8-13.

Πιν. 8-13 Τρόπος λειτουργίας αυτόνομου συστήματος Κύθνου (Κατάσταση 1: παράλληλη λειτουργία ντίζελ- Κατάσταση 2: ντίζελ εκτός λειτουργίας)

Κατάσταση λειτουργίας	Παράλληλη λειτουργία ντίζελ	Ντίζελ εκτός λειτουργίας
Ενεργός ισχύς	Μονάδες ντίζελ	Ανεμογεννήτρια
Συνεισφορά	Ανεμογεννήτρια PV εγκατάσταση Μετατροπέας μπαταρίας (μόνο δυναμικά)	PV εγκατάσταση Μετατροπέας μπαταρίας (στατικά και δυναμικά)
Αντιστάθμιση άεργου ισχύος	Μονάδες ντίζελ Στατική αντιστάθμιση	Διάταξη μετατόπισης φάσης Στατική αντιστάθμιση
Έλεγχος συχνότητας	Μονάδες ντίζελ	Μετατροπέας μπαταρίας
Έλεγχος τάσης	Μονάδες ντίζελ	Διάταξη μετατόπισης φάσης

8.4.4.3 Χαρακτηριστικά Ζήτησης και Διείσδυση ενέργειας από ΑΠΕ

Συνοπτικά τα χαρακτηριστικά της ζήτησης του συστήματος της Κύθνου για το έτος 2002 δίνονται από τον Πιν. 8-14 ενώ η παραγωγή από ΑΠΕ συνοψίζεται στον Πιν.8-15.Τυπικές καμπύλες ζήτησης δίνονται στο σχήμα.

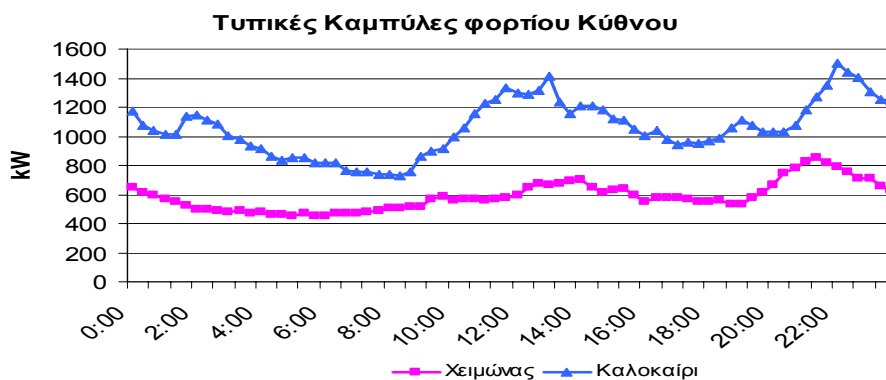
Πιν. 8-14 Χαρακτηριστικά φορτίου του νησιού της Κύθνου για το 2002.

Ετήσια Ενέργεια	5630 MWh
Αιχμή	1605 kW (19/8)
Ελάχιστο Φορτίο	120 kW (2/10)

Πιν.8-15 Χαρακτηριστικά Κατανάλωσης ΣΗΕ Κύθνου

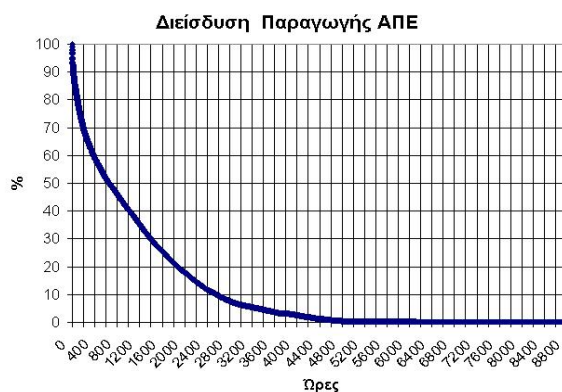
Ετήσια Ζήτηση ενέργειας	5787 MWh
Παρα γόμενη ενέργεια από ΑΠΕ	638.9 MWh
Αιολική παραγωγή	585.9 MWh
Παραγωγή Φ/Β	52.97 MWh

Η μέση διείσδυση ενέργειας από ΑΠΕ φτάνει το 11.04%. Το 1% περίπου προέρχεται από την παραγωγή του Φ/Β συστήματος ισχύος 100 kW. Η καμπύλη διάρκειας για τη μέση ωριαία διείσδυση παραγωγής ΑΠΕ στο σύστημα της, δίνεται στην Εικ. 8-27. Από το σχήμα αυτό φαίνεται ότι το ποσοστό διείσδυσης είναι μεγαλύτερο από 40% και επιτυγχάνεται για περισσότερες από 1000 ώρες το έτος, ενώ για 2560 ώρες το έτος, υπερβαίνει το 10%. Υπάρχουν μάλιστα ώρες κατά τις οποίες το σύστημα λειτουργεί μόνο με ΑΠΕ, βοηθούμενο από τον ελεγκτή.



Εικ. 8-26 Τυπικές καμπύλες φορτίου για το έτος 2002 για την Κύθνο.

Είναι αξιοσημείωτο, ότι η διείσδυση των ΑΠΕ στο σύστημα της Κύθνου έφτασε τους πρώτους μήνες λειτουργίας του μέχρι 33%.



Εικ. 8-27 Ανοιγμένη καμπύλη Διείσδυσης παραγωγής από ΑΠΕ στο σύστημα της Κύθνου.

8.4.4.4 Η αποθηκευτική διάταξη στο σύστημα της Κύθνου

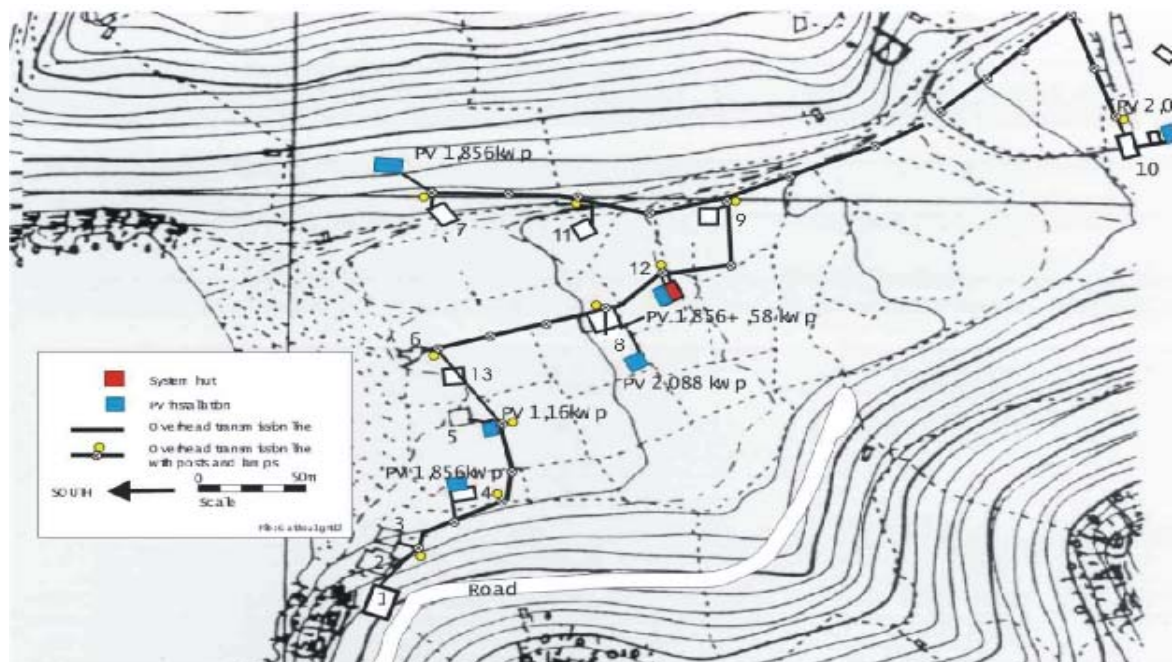
Η μπαταρία που χρησιμοποιείται στην Κύθνο ως αποθηκευτικό μέσο είναι όπως προαναφέρθηκε η Hagen OCSM με 200 στοιχεία, μια εξέλιξη της σειράς Hagen ops. Σύμφωνα με τον κατασκευαστή η μπαταρία διατίθεται στο εμπόριο με χωρητικότητα από 160 ως και 3480 Ah.

Για τη φόρτιση είναι δυνατές όλες οι διαδικασίες φόρτισης σύμφωνα με τους κανονισμούς DIN 41772. Οι μπαταρίες OCSM διατηρούνται σε παράλληλη κατάσταση ετοιμότητας με τάση διατήρησης φόρτισης 2,25Volt ανά στοιχείο. Σε αυτή την τάση είναι δυνατή η διατήρηση της κατάστασης πλήρους φόρτισης και η κατανάλωση νερού λόγω ηλεκτρολύτη είναι χαμηλή.

8.4.4.5 Το μικροδίκτυο της Γαϊδουρόμαντρας

Το 2001 το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) σε συνεργασία με το Δήμο Κύθνου και Γερμανούς κατασκευαστές εγκατέστησε και λειτουργεί αυτόνομο μικροδίκτυο στην θέση Γαϊδουρόμαντρα, το οποίο ηλεκτροδοτεί 12 κατοικίες με διεσπαρμένα φωτοβολταϊκά συστήματα και μπαταρίες μέσω αμφίδρομων μετατροπέων ισχύος καλύπτοντας όλες τις ανάγκες τους σε φωτισμό, λειτουργία ψυγείου, τηλεόρασης και άλλων μικρών ηλεκτρικών συσκευών κ.α..

Σήμερα βρίσκεται σε εξέλιξη μια νέα φάση εγκατάστασης της πλέον σύγχρονης τεχνολογίας στο μικροδίκτυο της Γαϊδουρόμαντρας υπό την επιστημονική ευθύνη του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ). Με την τοποθέτηση ευφών ελεγκτών φορτίων, οι οποίοι διαχειρίζονται μη κρίσιμα φορτία, όπως αντλίες άρδευσης ή συσκευές θέρμανσης νερού, επιτυγχάνεται βέλτιστη διαχείριση της διαθέσιμης ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς κεντρικό έλεγχο. Η τεχνολογία αυτή έχει εξαιρετική σημασία για την εφαρμογή εξελιγμένων τεχνικών διαχείρισης της ζήτησης και εξοικονόμησης ενέργειας, όχι μόνο για τα ελληνικά νησιά αλλά και τα ενεργειακά συστήματα του μέλλοντος, τα οποία προβλέπεται να περιλάβουν μεγάλη διείσδυση διεσπαρμένης παραγωγής. Η Εικ. 8-28 παρουσιάζει τη διάταξη αυτών των οικισμών.



Εικ. 8-28 Τοπογραφικός χάρτης της κοιλάδας της Γαϊδουρόμαντρας, με επισημασμένες τις τοποθεσίες των ηλεκτροδοτούμενων σπιτιών, των φ/β στοιχείων και του οικήματος ελέγχου.

8.4.5 Άη Στράτης

Ένα πρωτοπόρο τεχνολογικό έργο ξεκινά, μετά από πολύ χρόνο που απαιτήθηκε, προκειμένου να συνδυασθεί η συνεργασία με επιμέρους φορείς, να προκηρυχθούν και να ολοκληρωθούν οι αναγκαίες μελέτες και να οριστικοποιηθεί η ένταξη και χρηματοδότησή του. Με την ολοκλήρωση αυτού του μοναδικού έργου ο Άη Στράτης θα είναι ένα πρότυπο Ευρωπαϊκό νησί που θα λειτουργεί και θα καλύπτει τις ενεργειακές και αναπτυξιακές του ανάγκες αποκλειστικά με χρήση Α.Π.Ε.

Το έργο είχε προαναγγελθεί τον Μάρτιο του 2009 και έχουν πλέον ολοκληρωθεί οι διεργασίες σχετικά με το έργο «Υποστήριξη των Πολιτικών και κάλυψη μελλοντικών αναγκών- Πράσινο Νησί», δόθηκε η πρόσκληση χρηματοδότησης των σχετικών έργων προς τον Δήμο Αγίου Ευστρατίου.

Ο προϋπολογισμός του έργου ανέρχεται σε 8.903.498,57 ευρώ και περιλαμβάνει τις ακόλουθες παρεμβάσεις:

ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ

1. Έργα ΑΠΕ και αποθήκευσης ενέργειας: Εγκατάσταση στο νησί ανεμογεννητριών ισχύος 500 kW και φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 100 kW, σε συνδυασμό με μονάδες αποθήκευσης της περίσσειας ενέργειας που παράγεται σε συσσωρευτές, αλλά και σε μορφή υδρογόνου.

2. Παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας και κάλυψη θερμικών και ψυκτικών φορτίων με χρήση Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ) σε δημόσια κτίρια.

3. Αυτόνομες σταθερές εφαρμογές παροχής ενέργειας βασισμένες σε φωτοβολταϊκά και κυψέλες καυσίμου σε κτηνοτροφικές μονάδες του νησιού, οι οποίες δεν έχουν σήμερα πρόσβαση στο ηλεκτρικό δίκτυο της ΔΕΗ.

4. Έργα πράσινων μεταφορών (ηλεκτρικών οχημάτων και οχημάτων υδρογόνου), καθώς και αντίστοιχων σταθμών ανεφοδιασμού. Πιο συγκεκριμένα θα εγκατασταθεί στο νησί σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων με ενέργεια προερχόμενη από φωτοβολταϊκά, καθώς και σταθμός ανεφοδιασμού οχημάτων με υδρογόνο («υδρογονάδικο»), ο οποίος θα είναι και ο πρώτος αντίστοιχος σταθμός που υλοποιείται στην Ελλάδα.

5. Λοιπές πράσινες παρεμβάσεις, όπως υδροπονικά θερμοκήπια, βιολογική γεωργία, αλιεία και κτηνοτροφία.

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής σχεδίασε το έργο, με Φορέα Χρηματοδότησης τη Γενική Γραμματεία Έρευνας & Τεχνολογίας του Υπουργείου Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης & Θρησκευμάτων και Φορέα Υλοποίησης το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), με την υποστήριξη ακαδημαϊκών ιδρυμάτων.

Το κεντρικό σύστημα διαχείρισης και ελέγχου του υβριδικού συστήματος θα περιλαμβάνει σύστημα SCADA, κεντρικό ελεγκτή με αλγορίθμους διαχείρισης κανονικής λειτουργίας και εκτάκτων καταστάσεων, βάση δεδομένων για τα λειτουργικά στοιχεία όλων των επιμέρους συνιστωσών, ενώ επιθυμητή είναι και η δυνατότητα εξ αποστάσεως επικοινωνίας με το σύστημα ελέγχου και τη βάση δεδομένων.

8.4.5.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Ως έτος αναφοράς για το σχεδιασμό του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής του Αγίου Ευστρατίου θεωρήθηκε το έτος 2008, για το οποίο υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα. Η αιχμή της ζήτησης ανέρχεται σε 307 kW (μέσες τιμές ώρας), ενώ η ετήσια ζήτηση ενέργειας σε 1021 MWh. Η μέση ημερήσια κατανάλωση ενέργειας είναι περίπου 2800 kWh και η μέγιστη τιμή της ανέρχεται σε 5500 kWh κατά τις ημέρες αιχμής του Αυγούστου.

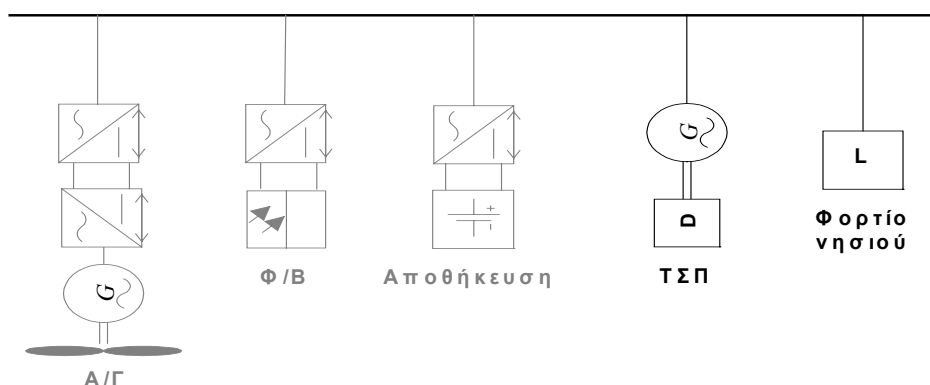
Το αιολικό δυναμικό του νησιού είναι αρκετά πλούσιο όπου οι μετρήσεις της μέσης ταχύτητας του ανέμου είναι 8.7 m/s στα 10 m και 9.3 m/s στα 50 m. Η δυνητική ετήσια παραγωγή μιας τυπικής ανεμογεννήτριας στη συγκεκριμένη θέση εγκατάστασης ανέρχεται σε περίπου 4300 kWh/kW εγκατεστημένης ισχύος. Χρησιμοποιώντας κατάλληλες χρονοσειρές ηλιακής ακτινοβολίας, η ετήσια Φ/Β παραγωγή ανά εγκατεστημένο kW Φ/Β συλλεκτών για τον Άγιο Ευστράτιο (Φ/Β πλαίσια κρυσταλλικού Si, σε κλίση 33° και νότιο προσανατολισμό) υπολογίζεται σε 1295 kWh/kWp.

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στο Τοπικό Σταθμός Παραγωγής (ΤΣΠ) του νησιού είναι 840 kW (Πιν. 8-16). Όλες οι μονάδες καταναλώνουν ως καύσιμο ελαφρύ πετρέλαιο (diesel).

Πιν. 8-16 Χαρακτηριστικά μονάδων παραγωγής του ΤΣΠ Αγ. Ευστρατίου (Πηγή: ΔΕΗ/ΔΑΝ).

Μονάδα	Πλήθος	Αποδιδόμενη ισχύς(kW)	Τεχνικό ελάχιστο (kW)	Δυναμική απόκριση (kW)
90 kW	2	90	45 (50%)	27 (30%)
220 kW	3	220	110 (50%)	66 (30%)

Ένα γενικό διάγραμμα της διάταξης που θα υλοποιηθεί παρουσιάζεται στην Εικ. 8-29.



Εικ. 8-29 δομή του κύριου συστήματος ηλεκτροπαραγωγής του νησιού: Με μαύρο χρώμα η υφιστάμενη κατάσταση και με γκριζό το εξεταζόμενο υβριδικό σύστημα

8.4.5.2 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Μία πρώτη εικόνα για τη διαστασιολόγηση των συνιστωσών του υβριδικού συστήματος (Α/Γ, Φ/Β, αποθήκευση, μετατροπέας) προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση των χρονοσειρών ζήτησης και παραγωγής ΑΠΕ του νησιού. Για κάθε ένα από τα σενάρια εξετάστηκαν παραλλαγές στη χωρητικότητα των συστημάτων αποθήκευσης και ελήφθη υπόψη και η μικρή ανεμογεννήτρια 20 kW. Εξετάστηκαν δύο χαρακτηριστικά σενάρια εξέλιξης του φορτίου:

- Το σενάριο χαμηλού φορτίου (Low Load), το οποίο αντιστοιχεί στα επίπεδα ζήτησης του 2008, θεωρώντας ότι τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας τυγχάνουν ευρείας εφαρμογής.
- Το σενάριο υψηλού φορτίου (High Load), όπου το φορτίο του συστήματος παρουσιάζει αύξηση 50% σε σχέση με την τιμή του έτους 2008 ως προς τη μέγιστη ισχύ και την ενέργεια.

Πιν. 8-17 Σενάρια διαστασιολόγησης συνιστωσών του υβριδικού συστήματος

	Low RES	Base RES	High RES
Ανεμογεννήτριες	1 x 330 + 20 kW	2 x 330 + 20 kW	3 x 330 + 20 kW
Φωτοβολταϊκά	100 kW	100 kW	150 kW
Μπαταρίες	1000–9000 kWh	1000–12000 kWh	3000–18000 kWh
Μετατροπέας (Inverter)	300 kVA	600 kVA	900 kVA

Η διαστασιολόγηση των συσσωρευτών και του μετατροπέα βασίζεται στην κατανομή των αποκλίσεων (πλεονασμάτων ή ελλειμμάτων) ενέργειας και ισχύος αντίστοιχα. Οι θετικές ενεργειακές αποκλίσεις αντιστοιχούν σε ελλείμματα ενέργειας, τα οποία θα πρέπει να καλύπτονται από μονάδες ελεγχόμενης παραγωγής, ενώ οι αρνητικές αποκλίσεις σε πλεονάσματα ενέργειας ΑΠΕ, τα οποία αποθηκεύονται ή απορρίπτονται.

8.4.6 Ικαρία

Την κατασκευή του πρώτου Ηλεκτρικού Υβριδικού Συστήματος στην Ικαρία, που θα είναι

υδροηλεκτρικό και αιολικό, ισχύος 6,75MW, δρομολογεί η ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε. Με την ολοκλήρωσή του, θα εξασφαλίζεται παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επί 24ώρου βάσεως, με κόστος προϋπολογισμού 15-20 εκατ. Ευρώ.

Το Υβριδικό Ενεργειακό Έργο Ικαρίας, το οποίο είναι ολοκληρωμένο κατά 50% έως σήμερα, συνδυάζει δύο διαφορετικές μορφές ΑΠΕ την αιολική και την υδροηλεκτρική ενέργεια. Κατασκευάζεται στις περιοχές Πέζι, Προεσπέρα και Κάτω Προεσπέρα του τέως Δήμου Ραχών και αναμένεται να ολοκληρωθεί στο τέλος του 2012. Αποτελείται από δύο υδροηλεκτρικούς σταθμούς, ισχύος 4,15 MW, που μέσω δύο δεξαμενών εκμεταλλεύονται το νερό του Φράγματος στο Πέζι και ένα αιολικό πάρκο, ισχύος 2,7 MW, που τροφοδοτεί τα αντλητικά συγκροτήματα. Ο τρόπος αυτός αποθήκευσης ενέργειας δίνει τη δυνατότητα αύξησης της συμμετοχής των ΑΠΕ στην παραγωγή καθαρής πράσινης ενέργειας.

Το καινοτόμο αυτό έργο έχει σχεδιαστεί με βάση τις ενεργειακές ανάγκες του νησιού κατά τη χειμερινή και θερινή περίοδο, την εξοικονόμηση φυσικών πόρων, καθώς και το σεβασμό στο ευρύτερο περιβάλλον του νησιού και την ιδιαίτερη γεωμορφολογία του. Αναμένεται να καλύψει το μεγαλύτερο ποσοστό των ενεργειακών αναγκών της Ικαρίας με χρήση ΑΠΕ, να ενισχύσει την τοπική οικονομία, να δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας και να προβληθεί η Ικαρία, διεθνώς, ως πόλος έλξης επιστημονικού τουρισμού.

Η επιτυχής κατασκευή και λειτουργία του Υβριδικού Ενεργειακού έργου Ικαρίας μπορεί να λειτουργήσει ως πιλότος για την υιοθέτηση παρόμοιας μορφής Σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγαλύτερη κλίμακα, σε ενεργειακά αυτόνομα και μη διασυνδεδεμένα ελληνικά νησιά.

8.4.7 ΚΡΗΤΗ

8.4.7.1.1 Γενικά Χαρακτηριστικά

Το Σ.Η.Ε. της Κρήτης είναι το μεγαλύτερο αυτόνομο σύστημα στην Ελλάδα με ζήτηση 3TWh ετησίως και αιχμή 640MW. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που παρουσιάζει το καθιστούν μοναδικό στην χώρα ενώ ταυτόχρονα έχει όλα τα τεχνικά γνωρίσματα ενός αυτόνομου νησιωτικού συστήματος.

Το Σ.Η.Ε. της Κρήτης παρουσιάζει συνοπτικά τα εξής ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά:

- Περιλαμβάνει τρεις Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς (Α.Η.Σ.) Παραγωγής.
- Διαθέτει συνολικά 27 εγκατεστημένες συμβατικές μονάδες.
- Δίκτυα γραμμών μεταφοράς Υ.Τ. (150 kV και 66 kV) και Μ.Τ. (20 kV).
- 17 Υποσταθμούς Υ.Τ.
- Κέντρο κατανομής Φορτίου (στον Υποσταθμό Ηράκλειο ΙΙ) που χρησιμοποιεί σύστημα τηλεμετρήσεων S.C.A.D.A. Η λειτουργία του, παρέχει, συνεχή επιτήρηση πραγματικού χρόνου του ηλεκτρικού δικτύου και της παραγόμενης ενέργειας των Αιολικών Πάρκων καθώς και τους απαιτούμενους τηλεχειρισμούς.
- Ένα μικρό Υδροηλεκτρικό Σταθμό (Μ.Υ.Η.Σ.) στον Αλμυρό Χανίων (κατασκευής προ ΔΕΗ)
- Αιολικά Πάρκα με σημαντικό βαθμό διείσδυσης στο σύστημα (όπως θα δούμε στη συνέχεια)
- Μεγάλο αριθμό Φ/Β Σταθμών

8.4.7.2 Η διείσδυση των ΑΠΕ στην Κρήτη

Ήδη από το 2000 η διείσδυση των ΑΠΕ στο νησί άγγιζε το 10%. Στον παρακάτω Πιν. 8-18 βλέπουμε την σταδιακή αύξηση της εγκατεστημένης ισχύς έως και το 2011, καθώς και το ποσοστό διείσδυσής τους στο ενεργειακό ισοζύγιο.

Πιν. 8-18 Εγκατεστημένη ισχύς και διείσδυση των ΑΠΕ την Κρήτη την περίοδο 2000-2011

Έτος	Διείσδυση	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
2000	9,84%	68.35
2001	10.1%	68.55
2003	9.33%	82.39
2006	12.75%	136.79
2008	13.36%	161,25
2010	17.4%	198
2011	19.75%	232,5

Το νησί της Κρήτης όπως αναφέρεται και παραπάνω, διαθέτει το μεγαλύτερο μέρος της εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά. Το ποσοστό της μέσης συνολικής διείσδυσης στην ηλεκτροπαραγωγή του νησιού είναι ίσο με 19,75%, από το οποίο το 16,6% περίπου προέρχεται από μονάδες αιολικά πάρκα και το 3% από φωτοβολταϊκούς Σταθμούς. Μάλιστα η μηνιαία διείσδυση το Νοέμβριο του 2011 έφτασε το 25%

Αξίζει να αναφέρουμε ότι η Κρήτη είχε ανάπτυξη των ΑΠΕ στα μέσα της χρονιά του 2011, στα Αιολικά από 169,14 σε 173,94 και στα Φ/Β από 45,38 σε 57,84MW. Η εγκατεστημένη ισχύς τον Απρίλιο του 2012 είναι σύμφωνα με τον Πιν. 8-19.

Πιν. 8-19 Εγκατεστημένη ισχύ των ΑΠΕ της Κρήτης 2012

Αιολικά (MW)	Μικρά Υδροηλεκτρικά (MW)	Βιοαέριο Βιομάζα (MW)	Φ/Β (MW)	Σύνολο (MW)
173,94	0,3	0,4	61,72	231,78

8.4.7.3 ΜΙΚΡΑ ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Στην Κρήτη εκτός από την πρόοδο που έχει σημειωθεί στην εγκατάσταση διασυνδεδεμένων μονάδων ΑΠΕ, υπάρχουν αρκετές μικρές αυτόνομες υβριδικές μονάδες που παρουσιάζονται στον παρακάτω Πιν. 8-20.

ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ

Πιν. 8-20 Μικρές Υβριδικές μονάδες στην Κρήτη

A/A	Ιδιοκτήτης	Εγκατάσταση	Χρήση	Ισχύς Ανεμογεννήτριας (W)	Ισχύς Φ/Β (Wp)	Ηλεκτροπ. Ζεύγη (kVA)	Συσσωρευτές (Ah)	Ημ/νία Εγκατ/σης
1	Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας ΤΕΙ	Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας	Έρευνα - Υποστήριξη Εργαστηρίου	1.100 2.000	-	7.0	1.600	
2	Γριβάκης Γιώργος	MECATRON	Κατοικία	1100	500	6	800	Αύγουστος 2003
3	Φαλατάκης Γ.	Φαλατάκης Γ.	Κατοικία	1100	900	3,5	1200	Ιούνιος 1996
4	Καλογεράκης Μιχ.	Εργ. Αιολ. Εν.	Κατοικία	1100	700	3,5	600	Απρίλιος 1999
5	Ζαμπουλάκης	MECATRON	Κατοικία	1100	500	3,5	600	Σεπτέμβριος 2003
6	Νομ. Αυτοδιοίκηση Λασιθίου	Τ.Ε.Ι. Κρήτης Φαλατάκης Γ.	Οικισμός	8000	-	-	1200	Φεβρουάριος 2002
7	Νομ. Αυτοδιοίκηση Λασιθίου		Κ.Τ.Ε.Ο.	3000/1000	-	-	600	Νοέμβριος 2001
8	Πολυτεχνείο Κρήτης		Πειραματ.	2000	900	-	600	Απρίλιος 1998
9	Χιωτάκης Γιώργος		Αποθήκη	150	6x65	3,5	750	Δεκέμβριος 2003
10	Δασική Υπηρεσία		Οικία Φυλάκου	150	3x50	3	500	Απρίλιος 2004
11	Βελεγράκης Μ.		Κατοικία	-	4x120	-	750	Αύγουστος 1999
12	Φαλατάκης Γ.		Κατοικία	200	100	-	200	Απρίλιος 2000
13	Μαργαριτάκης Γ.		-	5x120	3,5	750		Ιούλιος 1999
14	Χρονάκης Νίκος		Ξενοδοχείο	800	8x120	6	1200	Ιούνιος 1999
15	Παπαδάκης Νίκος		Κατοικία	300	2x100	3,5	600	Ιούνιος 1998
16	Εγγλεζάκης Κώστας		Εξοχικό	150	250	3,5	750	Ιανουάριος 2002
17	Παπαδερός Δημήτριος		Ταβέρνα	-	10	6	1500	Απρίλιος 2002

ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ

18	Ζεάκης Γιώργος		Κατοικία	800	400	5	800	Μάιος 2001
19	Δερμιτζάκης Μιχαήλ	Mechatron	Κατοικία	1100	1200	6	800	Οκτώβριος 2003
20	Γενιατάκης Νίκος		Κατοικία	-	500	20	800	Δεκέμβριος 2003
21	Ροβύθης Κώστας		Ταβέρνα	1100	-	8	800	Απρίλιος 2004
22	Χατζάκης Μιχαήλ		Εξοχικό	-	300			

8.4.7.4 Αγία Ρουμέλη

Η πρώτη εγκατάσταση Φ/Β σταθμού έγινε το 1982 στην Αγία Ρουμέλη της Νότιας Κρήτης, η δε εγκατεστημένη του ισχύς ήταν 50kW . Ο Φ/Β σταθμός το 1989 διέκοψε τη λειτουργία του.

8.4.7.5 Μηλιά

Η Μηλιά είναι μια αγροτουριστική μονάδα στα ημιορεινά Χανιά, απομακρυσμένη από το δίκτυο τη ΔΕΗ, η οποία πλέον ηλεκτροδοτείται από φωτοβολταϊκά συστήματα ισχύος 20kW και βιομάζα.

8.4.7.6 Μέγας Ποταμός

Ο ‘Μέγας Ποταμός’ είναι ένα παραδοσιακός τουριστικός οικισμός 14 οικιών στην περιοχή του Μακρύ Γιαλού στον νομό Λασιθίου στην Κρήτη. Αρχικά δεν υπήρχε καθόλου ηλεκτρική ενέργεια, και για τον φωτισμό χρησιμοποιούνταν κεριά και λάμπες πετρελαίου.

Αργότερα, προκειμένου να διατηρηθεί η παραδοσιακή ατμόσφαιρα και με μεγάλο σεβασμό για το περιβάλλον, εγκαταστάθηκε ένα φωτοβολταϊκό ηλιακό σύστημα, το οποίο και κέρδισε το πρώτο ευρωπαϊκό βραβείο το 1995 από την EUROSOLAR, , για την τεχνολογία, την άγνοια λειτουργία, την αισθητική και την οικολογική ευαισθησία του ιδιοκτήτη.



Εικ. 8-30Αυτόνομο φ/β σύστημα στο ‘Μέγα Ποταμό’

Το φωτοβολταϊκό σύστημα του παρέχει τώρα αρκετή ηλεκτρική ενέργεια ώστε να λειτουργεί ένα ψυγείο χαμηλής τάσης και ένα φως στο λουτρό κι ένα φως πάνω από τα κρεβάτια σε κάθε σπίτι, καθώς και τα φώτα του κήπου.

8.5 Σύνοψη

Οι ΑΠΕ μπορούν να πάνε παντού, στις πιο απομακρυσμένες περιοχές και στις πιο δύσκολες κλιματολογικές συνθήκες!

Στην περιπλάνηση μας ανά τον κόσμο, συναντήσαμε πολλά νησιά τα οποία δεν είναι συνδεδεμένα στο ηλεκτρικό δίκτυο και από γεωγραφικής πλευράς είναι υψίστης σημασίας η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, λόγω του υψηλού κόστους διασύνδεσης τους (υποθαλάσσιες καλωδιώσεις), της απομάκρυνσης τους από τον υπόλοιπο αστικό πολιτισμό και της εξάρτησης τους από ρυπογόνες μεθόδους όπως το πετρέλαιο και η κηροζίνη, με αποτελέσματα περιβαντολλογικό και οικονομικό κόστος.

Σε πολλές νησιωτικές περιοχές έχουμε πολλά παραδείγματα καλών πρακτικών ηλεκτροδότησης μέσω ΑΠΕ ή και λειτουργίας με ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά διείσδυσης ΑΠΕ. Το νησί Samsø είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα νησιού με κάλυψη 100% των αναγκών του από χρήση ΑΠΕ, το οποίο μέσω ευρωπαϊκών προγραμμάτων πέτυχε τόσο υψηλή διείσδυση, παρόλο που δεν είχε πρόβλημα ηλεκτροδότησης. Η νήσος Eigg, η οποία έως το 2008 εξαρτιόταν αποκλειστικά από πετρελαιογεννήτριες για την ηλεκτροδότηση της, πλέον τροφοδοτείται κατά 95% περίπου από αυτόνομο υβριδικό σύστημα, το οποίο συνδιάζει υδροηλεκτρική, αιολική, φ/β ενέργεια και πετρελαιογεννήτρια ως χρήση σε εφεδρεία. Το κόστος για τους κατοίκους έχει μειωθεί κατά 60%.

Αξιοσημείωτες επίσης εφαρμογές συναντήσαμε στα απομονωμένα νησιά Vanuatu στον Ειρηνικό Ωκεανό και στους νήσους του Σολομώντα στον Νότιο Ειρηνικό. Στην πρώτη περιοχή, περίπου το 80% του πληθυσμού δεν έχουν πρόσβαση στον ηλεκτρισμό και μόνο δύο από τα 65 νησιά ηλεκτροδοτούνται. Η κυβέρνηση έκανε μια προσπάθεια να αναπτύξει ένα αποκεντρωμένο σύστημα με φ/β (Μονάδα Ενέργειας 2008 – Energy Unit 2008) στο χωριό Efate με τη μέθοδο “fee for service”, για την οποία έχουμε κάνει εκτενή αναφορά στο Κεφάλαιο 3.1.Μαρόκο. Επίσης, στην δεύτερη περιοχή, στους νήσους του Σολομώντα, υπάρχει μεγαλύτερη κινητικότητα όσον αφορά στην προσπάθεια καλών πρακτικών μέσω ΑΠΕ γιατί εκτός από τον εξηλεκτισμό 100 κατοικιών σε δύο χωριά από μικρά αυτόνομα φ/β συστήματα, πραγματοποιήθηκαν και εκπαιδευτικά φ/β προγράμματα πάνω στο σχεδιασμό φ/β, εγκατάσταση, συντήρηση και τεχνική υποστήριξη των συστημάτων αυτών.

Όσο αφορά τον Ελλαδικό χώρο, η ενασχόληση και η διάδοση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας παρουσιάζει αυξητική τάση τα τελευταία χρόνια. Υπάρχουν ήδη ελληνικές εταιρείες παραγωγής φ/β πάνελ, αντιστροφών και συσσωρευτών. Η διεθνής εμπειρία έχει δείξει ότι οι ώριμες αγορές στρέφονται κυρίως στα διασυνδεδεμένα συστήματα και η ανάπτυξη τους προϋποθέτει ένα γενναίο καθεστώς ενίσχυσης της παραγόμενης ηλιακής kWh.

Στην Ελλάδα, μέχρι και το 2005, δεν υπήρχαν σημαντικά προγράμματα ενίσχυσης των ΑΠΕ τα οποία να περιλάμβαναν γενναίες επιδοτήσεις στους πολίτες τόσο της αγοράς όσο και της εγκατάστασης τους.

Όσον αφορά την τωρινή κατάσταση, οι μόνοι διαθέσιμοι δημόσιοι πόροι για την ενίσχυση των Φ/Β προέρχονται κυρίως από τα κονδύλια του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητα" (ΕΠΑΝ) και επικουρικά από τον αναπτυξιακό νόμο του 2006. Το νομοσχέδιο “Φ/Β σε στέγες με την επιδοτούμενη τιμή της kWh, και η τοποθέτηση περίπου 1061 φάρων με τροφοδοσία από Φ/Β έχουν τοποθετηθεί από το πολεμικό ναυτικό.

Ακόμη μέσω του προγράμματος ΕΣΠΑ, έχει αρχίσει η προκήρυξη του προγράμματος «Πράσινες Αγροτικές & Νησιωτικές "Κοινότητες" - Νέο Πρότυπο Ανάπτυξης» με κεντρικό στόχο την ενίσχυση πράσινης επιχειρηματικότητας και την εξοικονόμηση ενέργειας σε κατοικίες και δημόσια κτίρια.

Μέσω του προγράμματος “Εξηλεκτρισμός μικρών νησιωτικών Οικισμών” μία ιδιαίτερη αξιόλογη προσπάθεια της ΔΕΗ τη δεκαετία του ’80 με τον εξηλεκτισμό απομονωμένων νήσων,

ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ

όπως οι περιπτώσεις εγκατάστασης φ/β σταθμών ισχύος 37,5 kWp στο νησί Αρκιούς και στα Αντικύθηρα με 25kWp και πολλά άλλα μικρά νησιά.

Σήμερα, πραγματοποιείται η κατασκευή του πρώτου Ηλεκτρικού Υβριδικού Συστήματος στην Ικαρία, το οποίο θα πραγματοποιηθεί έως το τέλος του 2012, που θα είναι υδροηλεκτρικό και αιολικό, ισχύος 6,75MW και το έργο δρομολογεί η ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε

Με το πρόγραμμα «Υποστήριξη των Πολιτικών και κάλυψη μελλοντικών αναγκών- Πράσινο Νησί», ο Αϊ Στράτης θα είναι ένα πρότυπο Ευρωπαϊκό νησί που θα λειτουργεί και θα καλύπτει τις ενεργειακές και αναπτυξιακές του ανάγκες αποκλειστικά μέσω Α.Π.Ε(ανεμογεννητρίες ισχύος 500 kW και φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 100 kW, σε συνδυασμό με μονάδες αποθήκευσης της περίσσειας ενέργειας σε συσσωρευτές, αλλά και σε μορφή υδρογόνου).

Ακόμη, ετοιμάζεται η κατασκευή του πρώτου Ηλεκτρικού Υβριδικού Συστήματος στην Ικαρία, που θα είναι υδροηλεκτρικό και αιολικό, ισχύος 6,75MW, το οποίο δρομολογεί η ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε.

Τέλος, στην Κρήτη εκτός από την πρόοδο που έχει σημειωθεί στην εγκατάσταση διασυνδεδεμένων μονάδων ΑΠΕ, υπάρχουν πολλές μικρές αυτόνομες υβριδικές ή μη μονάδες . Το νησί διαθέτει το μεγαλύτερο μέρος της εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά και το ποσοστό της μέσης συνολικής διείσδυσης στην ηλεκτροπαραγωγή του νησιού είναι ίσο με 19,75%, από το οποίο το 16,6% περίπου προέρχεται από μονάδες αιολικών πάρκων και το 3% από φωτοβολταϊκούς σταθμούς.

8.6 ΠΗΓΕΣ

- [1] Alvaro Garcia. “Renewable Energy Potential of Small Island States” - , Global Energy Network Institute (GENI) , 2008
- [2] <http://www.self.org/solomonislands1.shtml>
- [3] <http://www.docstoc.com/docs/74442788/Climate-Change-and-Energy-Access-in-Island-States#>
- [4] <http://www.solarchoice.net.au/blog/south-pacific-solar-power/>
- [5] <http://islandsgoinggreen.org/about/eigg-electric/>
- [6] Frank Thim, Stratis Tapanlis, Steve Wade. :Conception and Operation of a Unique Large-Scale PV Hybrid System on a Hebridean Island”
- [7] Περιοδικό "Σύγχρονη Τεχνική Επιθεώρηση" –Τεύχος Μαρτίου 2012.
- [8] <http://www.industcards.com/wind-scotland.htm>
- [9] P.J. Jorgensen. “Samsø - a renewable energy island - 10 years of development and evaluation”, 2007.
- [10] Stories Project, Intelligent Energy Europe. “Μεγιστοποίηση της Διείσδυσης των ΑΠΕ στα Νησιά – Οδικός Χάρτης”
- [11] Hydro Tasmania. "King Island - Towards a sustainable renewable energy future"
- [12] <http://www.hydro.com.au/about-us/news/2010-02/king-island-renewable-energy-grant-welcomed>
- [13] Empresa de Electricidade da Madeira. “Madeira Reversible – Hydro System”, 2010
- [14] <http://www.europeanislands.net/?secid=2&pid=9&>
- [15] <http://rescomanager.org/stakeholders/stakeholder/ksec/>
- [16] <http://rescomanager.org/stakeholders/stakeholder/ksec/>
- [17] <http://www.espa.gr/el/Pages/ProclamationsFS.aspx?item=2027>
- [18] <http://www.neaenergia.gr/index.php/eidiseis/aiolika/kape-prokirixthikan-ta-erga-gia-to-prasino-nisi-kai-to-prasino-xorio.html>
- [19] <http://ecology-salonika.org/2009/?p=368>
- [20] <http://www.desmie.gr/>
- [21] <http://www.dei.gr/>
- [22] <http://www.rae.gr/site/portal.csp;jsessionid=c3fb777b30db5d4f667b70414a109d17eb464948d1b2.e38OchqPa34Na40Ma3qMaNuKaNyOe6fznA5Pp7ftolbGmkTy>
- [23] Γ. Βόκας & Χρ. Πρωτεγερόπουλος. “Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα : Παρούσα Κατάσταση και Προοπτικές”, 10^ο Εθνικό Συνέδριο για την Ενέργεια
- [24] Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ). “Αρχείο Μητρώου Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας”, 2004
- [25] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ). <http://www.cres.gr/kape/index.htm>
- [26] SMA Solar Energy. “The Future of Village Power Supply in Remote Areas”
- [27] Π. Ντοκόπουλος, Α. Σαραμούρτσης, Θ. Μυλωνάς. “ Σύστημα Τηλεπίβλεψης – Τηλεχειρισμού και Επεξεργασίας Δεδομένων Αιολικών Σταθμών του Οργανισμού Τηλεπικοινωνιών Ελλάδας”, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- [28] Κουφομηγάλης Χρήστος, Μπαργωτάκης Χρήστος, Καλδέλλης Ιωάννης, Τσούτσος Θεοχάρης. “Παραδείγματα Εφαρμογών Φωτοβολταϊκών στις Τηλεπικοινωνίες”
- [29] “Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας”, Αρ.Φύλλου 92, 31 Ιανουαρίου 2002
- [30] Ε. Βρεττός, Α. Τσικαλάκης και Σ. Παπαθανασίου, Ν. Χατζηαργυρίου, Μ. Κάλλιος. “Υβριδικά Συστήματα Πολύ Υψηλής Διείσδυσης ΑΠΕ σε Μικρά Νησιωτικά Δίκτυα”, RENES, 2010
- [31] <http://www.econews.gr/2012/04/06/ape-ai-stratis/>
- [32] <http://www.econews.gr/2011/03/14/ypeka-ai-stratis-prasino-nisi>

ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ - ΕΛΛΑΔΑ

- [33] http://www.netrino.gr/reloaded/blog-post.php?bp_id=1116
- [34] <http://www.iene.gr/page.asp?pid=96&lng=1>
- [35] Σπυρίδων Ι. Χατζηβασιλειάδης. “Ανάπτυξη Συστήματος Ελέγχου Απομονωμένου Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας με Τεχνολογία Ευφυών Πρακτόρων”, Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, 2007
- [36] Τάσσιου Ιωάννα. “Αποτίμηση του ρόλου των αποθηκευτικών διατάξεων σε συστήματα με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας”, 2004
- [37] Ψυχογιόπουλος Μάνος. “Βραχυπρόθεσμος Προγραμματισμός Διεσπαρμένων Φορτίων Αφαλάτωσης σε Αυτόνομα Συστήματ”, 2007.
- [38] Κουρκούτας Αλέξανδρος. “Αποτίμηση αξίας παραγωγής από Φωτοβολταϊκό Πάρκο. Εφαρμογή στο νησί της Κύθνο”, Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, 2009.
- [39] <http://www.ppcr.gr/List.aspx?Year=2012&C=22&A=323>
- [40] <http://ecology-salonika.org/2009/?p=368>
- [41] <http://www.seners.gr/old/pages/gr/autonomous.htm>
- [42] ΔΕΣΜΗΕ, www.desmie.gr
- [43] <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=786&language=el-GR>
- [44] Πτυχιακή Εργασία: ‘Επίπτωση της Διεΐδωσης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στο Μη Διασυνδεδεμένο Σύστημα Ηλεκτρικής Ενεργείας της Κρήτη’ Τσακρίδης Απόστολος, Μάρτιος 2012, ΤΕΙ Κρήτης.
- [45] ‘Res storage in Islands’ STORIES Project, <http://www.storiesproject.eu>
- [46] Ν.2244/1994 Εφημερίς της Κυβέρνησεως, Αρ.Φύλλου 168, 7 Νοεμβρίου 1994
- [47] ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ. ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ. ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟ. Αρ. Φύλλου 85. 4 Ιουνίου 2010, Ν3851/2010
- [48] Philippos N. Korovesis, George A. Vokas, Ioannis F. Gonos and Frangiskos V. Topalis. “Influence of Large – scale Installation of Energy Saving Lamps on the Line Voltage Distortion of a Weak Network Supplied by Photovoltaic station”, *IEEE Transactions on Powe Delivery*, Vol. 19, No.4, 2004

Κεφάλαιο 9 Συμπεράσματα

Ο Ηλεκτρισμός είναι από τα πιο σημαντικά αγαθά για την επιβίωση του ανθρώπου βοηθώντας τον να επιτύχει σημαντικά μεγαλύτερη τεχνολογική ανάπτυξη και βελτίωση του βιοτικού του επιπέδου.

Παρόλο όμως, ότι έχουμε διαβεί το κατώφλι του 21 ου αιώνα, 1,6 δισεκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση στον ηλεκτρισμό, περισσότεροι από ένα δισεκατομμύριο έχουν πρόσβαση σε αναξιόπιστα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας και περίπου 3 δισεκατομμύρια άνθρωποι στηρίζονται στα στερεά καύσιμα (παραδοσιακή βιομάζα και άνθρακα) για να καλύψουν τις βασικές ανάγκες τους. Η μη πρόσβαση σε σύγχρονες ενεργειακές υπηρεσίες για μαγείρεμα και θέρμανση, φωτισμό και επικοινωνίες είναι ιδιαίτερα οξύ στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, με τις οποίες ασχοληθήκαμε περισσότερο σε αυτή την εργασία και επιτείνουν την ένδεια των κατοίκων.

Δυστυχώς όμως, παρόλο την τεχνολογικά αυτή ανάπτυξη, τα επίπεδα ευσυνειδησίας του ανθρώπου είναι αρκετά περιορισμένα ακόμη και σήμερα, γιατί ενώ υπάρχει διαθέσιμη "τροφή" και πηγές ενέργειας για όλους τους ανθρώπους στη Γη, αυτές είναι άνισα κατανομημένες με αποτέλεσμα δισεκατομμύρια άνθρωποι να ζούν κάτω από το όριο της φτώχειας, πέφτοντας θύματα εκμετάλλευσης ενός αλόγιστου "παιχνιδιού" χρήματος και εξουσίας.

Στην περιήγησή μας σε χώρες και νησιά του κόσμου, συναντήσαμε φορείς, τοπικές κυβερνήσεις, ιδιωτικές πρωτοβουλίες και διεθνή προγράμματα όπως το Πρόγραμμα Ανάπτυξης Ηνωμένων – UNDP), το Μηχανισμό Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism (CDM) φιλανθρωπικές δράσεις, κοινωφελείς εταιρίες και ιδιωτικές πρωτοβουλίες οι οποίες προσπαθούν να αναπτύξουν τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε απομακρυσμένες περιοχές του πλανήτη προκειμένου να βελτιώσουν τις συνθήκες διαβίωσης κυρίως σε περιοχές του πλανήτη που μαστιάζονται από την φτώχεια.

Η πρόοδος στις ΑΠΕ είναι σημαντική ώστε να επιτρέπει τη χρήση τους σε μεγάλο βαθμό για τον εξηλεκτρισμό απομονωμένων περιοχών και με περιορισμένη ή αμελητέα χρήση ορυκτών καυσίμων. Ο πιο διαδεδομένος τρόπος αποθήκευσης της ενέργειας, μέχρι στιγμής είναι οι συσσωρευτές και σε πιο πειραματικό στάδιο οι κυψέλες υδρογόνου. Τα φορτία των τυπικά μικρών αυτόνομων συστημάτων αποτελούνται συνήθως από λαμπτήρες LED ή CFL, μικρή τηλεόραση, ραδιόφωνο και ψυγείο. Επίσης όχι σπάνια το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο υποκαθίσταται από κινητά τηλέφωνα και σταθμούς βάσης. Σημαντική πρόοδος έχει συντελεστεί στην εξέλιξη των μονάδων ελέγχου (αντιστροφείς, ρυθμιστές φόρτισης, συστήματα απόρριψης φορτίου), ώστε να είναι δυνατή η μεγαλύτερη απολαβή ενέργειας (μεγαλύτερα ποσοστά διείσδυσης) του εκάστοτε συστήματος. Χάρης σε αυτήν την πρόοδο μπορούν να συνεργαστούν αρμονικά διαφορετικού τύπου πηγές και αποθηκευτικές διατάξεις ώστε να συγκροτήσουν ένα μικροδίκτυο. Επομένως πριν από κάθε εγκατάσταση τέτοιας μορφής, πρέπει να γίνεται λεπτομερή ανάλυση, μελέτη και διαστασιολόγηση του συστήματος λαμβάνοντας όλες αυτές τις τεχνολογικές εξελίξεις υπ' όψιν.

Ο Πιν. 9-1 συνοψίζει την έκταση εφαρμογής κάθε πηγής ΑΠΕ ανάλογα με την περιοχή που εξετάσαμε

Πιν. 9-1 Διείδυσδη Πηγών ΑΠΕ στις διάφορες Περιοχές (αριθμός σταυρών=διείδυσση)

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	Μέση Ανατολή-Βόρεια Αφρική	Υπο-Σαχάρια Αφρική	Νότιο Ανατολική Ασία	Πολικές Περιοχές	Νησιά
Φωτοβολταϊκά	xxx	xxx	xxx	x	xxx
Αιολικά	xx	x	x	xxx	xxx
Υδροηλεκτρικά	x		x	x	xx
Βιομάζα		x	xxx		x

9.1 Σημαντικότερα σημεία (highlights) ανά περιοχή

9.1.1 Μέση Ανατολή – Β.Αφρική(Μαχρεμπ)

Οι χώρες αυτές καλύπτονται σε μεγάλο βαθμό από ερημικές εκτάσεις σε μεγάλες αποστάσεις από τα Αστικά κέντρα και με πολύ χαμηλή πυκνότητα πληθυσμού. Οι πιο συνήθεις εγκαταστάσεις εξηλεκτρισμού αποτελούνται από φωτοβολταϊκά, έπειτα από ανεμογεννήτριες και σε λιγότερο βαθμό από μικρά κυρίως υδροηλεκτρικά συστήματα.

Η πιο σπουδαία χώρα από άποψη του μεγάλου ποσοστού εξηλεκτρισμού απομονωμένων περιοχών, το οποίο αγγίζει το 95%, είναι το Μαρόκο, με την εφαρμογή ενός πολύ σημαντικού προγράμματος αποκεντρωμένης ηλεκτροδότησης με την ονομασία PERG, το οποίο είχε σαν αποτέλεσμα την ηλεκτροδότηση ποσοστού 10% των απομακρυσμένων αγροτικών περιοχών, χρησιμοποιώντας φωτοβολταϊκά κιτ. Σε αυτόν τον τομέα βοήθησε σημαντικά και το πρόγραμμα προμήθειας και εγκατάστασης ηλιακού εξοπλισμού το οποίο ανέλαβε η TEMASOL σε συνεργασία με το ONE, βασιζόμενο στο καινοτόμο πρότυπο πωλήσεων «sales of services». Σε αυτήν την προσέγγιση συνέβαλε αποτελεσματικά και η συμμετοχή των πωλητών με την εφαρμογή «Fee For Service» και την αποζημίωση των Φ/Β συστημάτων που εγκατέστησαν στις τοπικές αγορές.

Στην Αλγερία, έχουν εγκατασταθεί προγράμματα αποκεντρωμένης ηλεκτροδότησης κυρίως με φ/β συστήματα που έχουν επιφέρει περίπου 4-5MW.

Στην Αίγυπτο, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών συστημάτων για εξηλεκτρισμό κυμαίνεται μεταξύ 4-4,5MW για εφαρμογές όπως φωτισμός, άντληση νερού, ασύρματες τηλεπικοινωνίες και ψύξη.

Στην Παλαιστίνη, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ειδικότερα ηλιακής ενέργειας, αποτελεί μία από τις ισχυρότερες εναλλακτικές λύσεις αντιμετώπισης της απουσίας ορυκτών καυσίμων. Οι κύριες φωτοβολταϊκές εφαρμογές αφορούν σε 2 γερμανικά προγράμματα, το Eldorado και το Baden Wurttemberg, κατά την διάρκεια των οποίων εγκαταστάθηκαν περισσότερα από 90 ηλιακά συστήματα σε κλινικές, σχολεία και οικισμούς Βεδουίνων. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών στη χώρα είναι 150kWp ενώ υπάρχει προοπτική εγκατάστασης 600kWp στο μέλλον.

Η Ιορδανία δεν έχει αυξημένο πρόβλημα ηλεκτροδότησης αφού το 75% του πληθυσμού της ζει σε αστικές περιοχές, ενώ οι νομάδες και οι ημινομάδες αποτελούν το 4% του πληθυσμού που ζούν σε μία μεγάλης έκτασης περιοχή την “Badia”. Το ομώνυμο πρόγραμμα από το Βασιλιά της Ιορδανίας, αποσκοπεί στην ευρύτερη ανάπτυξη της συγκεκριμένης περιοχής σε όλους τους τομείς. Έτσι στον τομέα του ηλεκτρισμού, υλοποιήθηκαν φ/β συστήματα σε οικίες, σχολεία, νοσοκομεία και δημόσια κτίρια, καθώς και σε σταθμούς άντλησης νερού σε απομακρυσμένες περιοχές.

Σε Λίβανο, Συρία, Λιβύη και Τυνησία οι εφαρμογές ΑΠΕ για τον εξηλεκτρισμό περιοχών είναι περιορισμένες με τα όποια παραδείγματα να έχουν περιγραφεί στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

9.1.2 Υπο – Σαχάρια Αφρική

Οι χώρες της υπο – σαχάριας Αφρικής παρουσιάζουν προοπτικές ανάπτυξης μέσω ΑΠΕ περισσότερο σε φ/β συστήματα, λιγότερο σε χρήση βιομάζας και σε πολύ ελάχιστο βαθμό σε υδροηλεκτρικά, μιας και αυτές οι περιοχές έχουν μεγάλο πρόβλημα ύδρευσης.

Αξιοσημείωτο παράδειγμα από αυτές της περιοχές είναι η Κένυα, η κυβέρνηση της οποίας ίδρυσε το 2006 την “Αρχή Ηλεκτροδότησης Αγροτικών Περιοχών” με σκοπό να επιταχυνθεί ο ρυθμός ηλεκτροδότησης των απομονωμένων περιοχών και κατά συνέπεια η κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη της χώρας και την προώθηση της χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Επίσης, το Πρόγραμμα Νεολαίας Κοινότητας Κιμπέρας-The Kibera Community Youth Program (KCYP) προσφέρει στους νέους ευκαιρίες απασχόλησης για την συναρμολόγηση μικρών και οικονομικά προσιτών φ/β συστημάτων. Με την χρήση αυτών των πάνελ μπορούν να φορτίζουν κινητά τηλέφωνα ή να ακούν ραδιόφωνο. Το KCYP κέρδισε το Παγκόσμιο βραβείο Ενέργειας το 2007 για την πρωτοποριακή εργασία του. Η διάδοση των Ηλιακών Φαναριών (Solar Laterns) είναι ευρέως διαδεδομένη στη χώρα είτε για οικιακή χρήση, είτε στην εκπαίδευση στα σχολεία. Διαπιστώσαμε επίσης, πόσο σημαντικό στη διάδοση των ΑΠΕ και ιδιαίτερα φ/β συστημάτων έχει η εφαρμογή πληρωμής με την ονομασία «fee for service», το οποίο παρέχει την δυνατότητα αποπληρωμής δανείου στους πελάτες έως και 20 χρόνια και με αυτό τον τρόπο, οι ΑΠΕ γίνονται προσιτές στα πολύ χαμηλά στρώματα της κοινωνίας.

Πολύ σημαντική είναι και η συμβολή του Undp (United Nations Development Programme) στη χώρα, και στις γύρω χώρες Τανζανία και Ουγκάντα. Στη Νιγηρία συναντήσαμε το ενδιαφέρον πρόγραμμα της Schneider Electric, «The Villasol», το οποίο καλύπτει τις ανάγκες της τοπικής και της επιχειρηματικής κοινότητας, όπως τα σχολεία, τα κέντρα υγείας, το σύστημα ύδρευσης και το δημόσιο φωτισμό για περίπου 100 νοικοκυριά, χωρίς σύνδεση στο εθνικό δίκτυο. Το «The Villasol» αναπτύσσεται στα πλαίσια του προγράμματος Bip Bop της Schneider Electric, ένα πρόγραμμα το οποίο προωθεί τη βελτίωση της πρόσβασης σε αξιόπιστη, οικονομικά προσιτή και καθαρή ενέργεια για τους ανθρώπους οι οποίοι βρίσκονται στη βάση της οικονομικής πυραμίδας.

Στη Ζάμπια πέρα από ένα πιλοτικό πρόγραμμα και κάποιες ιδιωτικές εταιρείες, δεν έχουν υπάρξει άλλα παραδείγματα και υπάρχει ανάγκη για μια σταθερή υποδομή, η οποία θα βοηθήσει να ξεπεραστεί το μεγάλο εμπόδιο της χρηματοδότησης, το οποίο δημιουργεί φραγμούς στους απλούς φτωχούς ανθρώπους να έχουν πρόσβαση σε ένα τέτοιου είδους πολύτιμο αγαθό όπως το ηλεκτρικό ρεύμα.

9.1.3 Νοτιο Ανατολική Ασία

Σε αυτή την περιοχή εξετάσαμε τις χώρες Μπαγκλαντές και Ινδία, οι οποίες και οι δύο παρουσιάζουν σημαντικά επιτεύγματα στον εξηλεκτρισμό τους μέσω χρήσης ΑΠΕ και ιδιαίτερα στη χρήση βιομάζας και φωτοβολταϊκών.

Το πιο εντυπωσιακό παράδειγμα το συναντήσαμε στο Μπαγκλαντές από δύο μεγάλες εταιρείες την Granmeen Shakti και την IDCOL.

Σήμερα, σύμφωνα με την Αναπτυξιακή Εταιρεία Υποδομών (IDCOL), 5 εκατομμύρια άνθρωποι στο Μπαγκλαντές τροφοδοτούνται με ηλεκτρικό ρεύμα εξαιτίας της ηλιακής ενέργειας. Η Granmeen Shakti, είναι η εταιρεία η οποία εισήγαγε στα χωριά του Μπαγκλαντές τα φωτοβολταϊκά συστήματα και έχει τοποθετήσει έως το 2009 550.000 φωτοβολταϊκά συστήματα σε 40.000 χωριά και πάνω από 7.000 μονάδες παραγωγής βιοαερίου από τα οποία 300 είναι μεγάλου μεγέθους με μελλοντικό στόχο έως και το 2012 η εγκατάσταση 90.000 μονάδων βιοαερίου στα χωριά του Μπαγκλαντές. Η συμβολή της εταιρείας εκτός από περιβαλλοντική, είναι οικονομική και κοινωνική. Καθώς έχει αναλάβει την εκπαίδευση του γυναικείου πληθυσμού έτσι ώστε να τοποθετούν και να επισκευάζουν τα πάνελ των φωτοβολταϊκών και με αυτόν τον τρόπο οι γυναίκες αναλαμβάνουν ενεργό ρόλο στην κοινότητα. Αξιοσημείωτη είναι και η συμβολή της IDCOL, η οποία μέσω του προγράμματος "Solar Energy Program" κατάφερε έως τον Αύγουστο του 2010 και χρηματοδότησε την εγκατάσταση 645.033 οικιακά φ/β συστήματα (Solar Home Systems -SHSs) και ο στόχος έως το 2012 είναι να χρηματοδοτήσει 1 εκατομμύριο SHSs. Επίσης υπάρχουν σχέδια για Εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας με βάση τη βιομάζα συνολικής ισχύος 250kW και για εγκαταστάσεις βιοαεριοποίησης από φλοιό ρυζιού, ως καύσιμο για ηλεκτροπαραγωγή ισχύος 400 kW.

Η γειτονική Ινδία έχει γνωρίσει ταχεία οικονομική ανάπτυξη κατά την τελευταία δεκαετία. Περισσότερα όμως από 18.000 χωριά ζουν χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα και 404,5 εκατομμύρια άνθρωποι από τα 1.167 εκατομμύρια που κατοικούν στη χώρα δεν έχουν πρόσβαση στον ηλεκτρισμό και χρησιμοποιούν την ρυπογόνο κηροζίνη για φωτισμό. Δεδομένου αυτών των συνθηκών, είναι επιτακτική η ανάγκη η Ινδία να στραφεί στις ΑΠΕ.

Πολύ σημαντικό είναι το πρόγραμμα “Ελάχιστων Αναγκών (Minimum Needs Programme)”, το οποίο εισήχθη το 1974 με στόχο τη δημιουργία ενός δικτύου παροχής βασικών υπηρεσιών και εγκαταστάσεων σε όλες τις απομονωμένες περιοχές και έως το 2001, 3,8 εκατομμύρια νοικοκυριά απέκτησαν πρόσβαση σε ρεύμα.

Σημαντικό είναι και το έργο που προάγει η ιδιωτική εταιρεία Selco κάνοντας την ηλιακή τεχνολογία προσιτή στους οικονομικά εξαθλιωμένους κατοίκους της Ινδίας.

9.1.4 Πολιτικές

Οι ψυχρές περιοχές κλίματος του πλανήτη, είτε κοντά στους δύο πόλους ή στις χώρες σε υψηλό υψόμετρο, π.χ. Νεπάλ είναι αρκετά αφιλόξενες για τον άνθρωπο λόγω των αντίξοων κλιματικών συνθηκών. Έτσι και οι εγκαταστάσεις ηλεκτρισμού είναι περιορισμένες. Η εγκατάσταση ΑΠΕ σε αυτές τις περιοχές και ιδιαίτερη η ανέγερση ανεμογεννητριών χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής και προφύλαξης από πολλούς κινδύνους οι οποίοι εγκυμονούν.

Οι ορεινές περιοχές παρουσιάζουν υψηλό αιολικό δυναμικό και μέχρι στιγμής στη Σκανδιναβία, Βόρεια Αμερική, Ευρώπη και Ασία είναι εγκατεστημένα περίπου 500 MW αιολικής ενέργειας.

Οι ανεμογεννήτριες κάτω από δυσμενείς κλιματολογικές συνθήκες (πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, δυνατοί άνεμοι) εκτίθενται σε κινδύνους που μπορούν να προκαλέσουν σοβαρό πρόβλημα στη λειτουργία και απόδοση τους. Φαινόμενα όπως η παγοποίηση μπορεί να προκαλέσει διακοπή της λειτουργίας της Α/Γ ή μείωση στην παραγωγή ισχύος, συγκεκριμένα, η παγοποίηση σε μεγάλη έκταση μπορεί να προκαλέσει έως και 80% μείωση της ισχύος της Α/Γ. Η ρίψη πάγου από τους στρόβιλους μπορεί να επιφέρουν κινδύνους για τη δημόσια ασφάλεια, οι εναλλαγές στην πυκνότητα του αέρα επηρεάζουν την ισχύ εξόδου των ανεμογεννητριών και η έκθεση της Α/Γ, για μεγάλο χρονικό διάστημα, σε παγοκρυστάλλους μπορεί να αυξήσει την κόπωση φόρτισης και να προκαλέσει διακοπές στη λειτουργία της. Τα παραπάνω, είναι μερικά από τα τυχόν προβλήματα που έχουν να αντιμετωπίσουν για το σχεδιασμό και εγκατάσταση τέτοιου είδους έργων σε αυτές τις κλιματολογικές συνθήκες. Υπάρχουν βέβαια, διαθέσιμες στρατηγικές άμβλυσης των κινδύνων όπως εξοπλισμός αποπάγωσης των πτερυγίων, αυξημένη προληπτική συντήρηση και προ-αποθηκευτική αποκατάσταση, αλλά όλα αυτά αυξάνουν το λειτουργικό κόστος του στρόβιλου και του συνολικού έργου. Η οποιαδήποτε μελέτη οικονομικής διακινδύνευσης πρέπει να εξετάσει και να ζυγίσει τέτοιου είδους στρατηγικές. Λεπτομερείς πληροφορίες που αφορούν στην τοποθεσία και τη μετεωρολογία είναι ζωτικής σημασίας για τον όποιο υπολογισμό μελέτης και εγκατάστασης.

Η εμπειρία από αυτές τις περιοχές στην Αλάσκα, την Ανταρκτική και το Νεπάλ δείχνουν σαφώς ότι ΑΠΕ μπορούν να εφαρμοστούν και εκεί υπό την προϋπόθεση ότι έχουν παρθεί όλες οι απαραίτητες προφυλάξεις για την καλύτερη δυνατή λειτουργία του εκάστοτε έργου.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα το οποίο απέδειξε με επιτυχία τη βιωσιμότητα και ικανότητα εξηλεκτρισμού στις απομακρυσμένες περιοχές της Αλάσκας μέσω της αιολικής είναι στην περιοχή Κάζεμπου με την εγκατάσταση του Αιολικού Πάρκου Ηλεκτρικής Σύνδεσης Κάζεμπου (The Kotzebue Electric Association Wind Farm –KEA-) με συνολική παραγωγική ικανότητα 11,2 MW .

Στην Ανταρκτική, ένα ελπιδοφόρο παράδειγμα καλών πρακτικών ΑΠΕ είναι η εγκατάσταση για παραγωγή ενέργειας από Α/Γ και χρήση υδρογόνου στον Ερευνητικό Σταθμό Esperanza- Hope Bay. Ο σταθμός αυτός εργάζεται υπό αντίξοες συνθήκες(οι μέσες θερμοκρασίες είναι $-5,5^{\circ}\text{C}$ και το εύρος όλο το χρόνο από $-10,8^{\circ}\text{C}$ τον χειμώνα και $0,2^{\circ}\text{C}$ το καλοκαίρι).

Στο Νεπάλ έχουμε πληθώρα δραστηριοτήτων όσο αφορά την ενασχόληση τους με τις ΑΠΕ. Πέρα του ότι η κυβέρνηση έχει στηρίξει πολλές προσπάθειες με εγκαταστάσεις υβριδικών (αιολικά και φ/β) συστημάτων καθώς και μικρά ηλικά (solar home systems), υπάρχουν και περίπου 20 ιδιωτικές εταιρείες που ειδικεύονται στην προώθηση φ/β συστημάτων. Ακόμη, το Undp έχει υποστηρίξει

πολύ το τομέα της ενέργειας "προσφέροντας" φως σε 60.000 νοικοκυριά που ζουν σε απομακρυσμένους οικισμούς και με μελλοντικά σχέδια να συνδεθούν επιπλέον 28.500 νοικοκυριά με ενεργειακές υπηρεσίες. Ακόμη, αξιοσημείωτο είναι η δημιουργία από την ομάδα Πρακτικές Δράσεις - Nepal Practical Action, του "Χωριού Ενέργειας" το οποίο αποδεικνύει ότι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, μπορούν να επιφέρουν ένα τεράστιο όφελος για τη την τοπική ανάπτυξη με 67 πλέον νοικοκυριά να έχουν πρόσβαση σε φωτισμό μέσω αιολικού/ηλιακού υβριδικό συστήματος, μικρο-υδροηλεκτρικά και ηλιακά φανάρια.

Οι επιτυχημένες αυτές προσπάθειες που συναντήσαμε στις τόσο αντίξοες από άποψη κλιματολογικών συνθηκών και διαβίωσης μας προσφέρουν ένα ελπιδοφόρο μήνυμα για το ότι ακόμη και σε τόσο δύσκολες κλιματολογικές συνθήκες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να δράσουν και εκεί και να συμβάλουν στην πιο αρμονική συμβίωση με το περιβάλλον και στην βελτίωση της ζωής του ανθρώπινου είδους πάνω στη Γη.

9.1.5 Νησιά

Τα νησιά τα οποία δεν είναι συνδεδεμένα σε ηλεκτρικό δίκτυο, από γεωγραφικής πλευράς είναι υψίστης σημασίας η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, λόγω του υψηλού κόστους διασύνδεσης τους (υποθαλάσσιες καλωδιώσεις) και της εξάρτησης τους από ρυπογόνες μεθόδους όπως το πετρέλαιο και η κηροζίνη.

Μέσω αυτής της εργασίας, ταξιδέψαμε σε νησιωτικές περιοχές από την Μεσόγειο, τον Ειρηνικό και Ατλαντικό Ωκεανό έως και τη Βόρεια Θάλασσα οι οποίες είτε δεν είναι συνδεδεμένες σε ηλεκτρικό δίκτυο, είτε παρόλο που είχαν πρόσβαση στον ηλεκτρισμό, επέλεξαν τις ΑΠΕ ως μοναδική πηγή ενέργειας. Σε πολλές νησιωτικές περιοχές έχουμε πολλά παραδείγματα καλών πρακτικών ηλεκτροδότησης μέσω ΑΠΕ ή και λειτουργίας με ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά διείσδυσης ΑΠΕ.

Ενδεικτικά παραδείγματα εξηλεκτρισμού με πολύ υψηλό ποσοστό διείσδυσης ΑΠΕ σε μη διασυνδεδεμένα νησιά:

- Η νήσος Eigg της Σκωτίας, η οποία έως το 2008 εξαρτιόταν αποκλειστικά από πετρελαιογεννήτριες για την ηλεκτροδότηση της ενώ πλέον τροφοδοτείται κατά 95% περίπου από αυτόνομο υβριδικό σύστημα, το οποίο συνδυάζει υδροηλεκτρική, αιολική, φ/β ενέργεια και πετρελαιογεννήτρια ως χρήση σε εφεδρεία.
- Στους νήσους του Σολομώντα στον Ειρηνικό, υπάρχει μεγάλη κινητικότητα όσον αφορά στην προσπάθεια καλών πρακτικών μέσω ΑΠΕ γιατί εκτός από τον εξηλεκτρισμό 100 κατοικιών σε δύο χωριά από μικρά αυτόνομα φ/β συστήματα, πραγματοποιήθηκαν και εκαιδευτικά φ/β προγράμματα πάνω στο σχεδιασμό φ/β, εγκατάσταση, συντήρηση και τεχνική υποστήριξη των συστημάτων αυτών στους κατοίκους.
- Στα απομονωμένα νησιά Vanuatu, το 80% του πληθυσμού είναι μη ηλεκτροδοτημένο, ένα καλό παράδειγμα εξηλεκτρισμού πραγματοποιήθηκε στο χωρίο Efate, όπου οι παραδοσιακές πετρελαιογεννήτριες αντικαταστάθηκαν από οικιακά φωτοβολταϊκά συστήματα.

Λιγότερο προκλητικά αλλά ενδιαφέροντα αποτελούν τα παραδείγματα των παρακάτω διασυνδεδεμένων με το δίκτυο νησιών :

- Το νησί Samsø πέτυχε κάλυψη 100% των αναγκών του από χρήση ΑΠΕ, μέσω ευρωπαϊκών προγραμμάτων, παρόλο που δεν είχε πρόβλημα ηλεκτροδότησης
- Το νησί Utsira, επιλέχτηκε λόγω του καλό αιολικού δυναμικού του με στόχο να εξετάσει εάν η αιολική ισχύς σε συνδυασμό με το υδρογόνο μπορούν να αποτελέσουν μια αξιόπιστη ενεργειακή λύση για απομακρυσμένες περιοχές.

Όσο αφορά τον Ελλαδικό χώρο, η ενασχόληση και η διάδοση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας παρουσιάζει αυξητική τάση τα τελευταία χρόνια. Μερικά καλά παραδείγματα παραγωγής ενέργειας μέσω ΑΠΕ για τον εξηλεκτρισμό απομονωμένων περιοχών αποτελούν τα παρακάτω:

- Περίπου 1061 φάρoi με τροφοδοσία από Φ/Β έχουν τοποθετηθεί από το πολεμικό

ναυτικό της χώρας. Η ισχύς τους υπολογίζεται στα 70 kWp με το σημαντικότερο μέρος από αυτούς να έχουν τοποθετηθεί στα νησιά.

- Μικρά αυτόνομα ΑΠΕ συστήματα εγκαταστάθηκαν στο Άγιο όρος για τον εξηλεκτρισμό μονών και εγκαταστάσεων.
- Μέσα από τις δραστηριότητες της ΔΕΗ ΑΕ για την ανάπτυξη των ΑΠΕ εγκαταστάθηκε φ/β σταθμός ισχύος 37,5 kWp στο νησί Αρκιούς και στα Αντικύθηρα με 25kWp.
- Η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ Α.Ε), στα πλαίσια του προγράμματος 'Έξοικονόμηση Ενέργειας, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας', την δεκαετία του '80 πραγματοποίησε μια αξιόλογη προσπάθεια εξηλεκτρισμού απομονωμένων οικισμών σε πολύ μικρά νησάκια της χώρας συνολικής ισχύος 61kWp.

Αλλά και στα μεγαλύτερα μη διασυνδεδεμένα νησιά της Ελλάδας η διείσδυση ΑΠΕ, αν και δυσανάλογα μικρότερη από το δυναμικό ηλιακής και αιολικής ακτινοβολίας, είναι της τάξης του 15% με την Παρο-ναξία ποσοστά συμμετοχής των ΑΠΕ στο ηλεκτρικό ισοζύγιο 36% το Νοέμβριο του 2011. Άλλες ενδιαφέρουσες περιπτώσεις είναι

- Εγκατάσταση Υβριδικού (αιολικού-ηλιακού) συστήματος στη Κύθου συνολικής ισχύς 765kWp από την ΔΕΗ Α.Ε, προσφέροντας 40% διείσδυση για πάνω από 1000 ώρες ετησίως.
- Η ολοκλήρωση του πρώτου Ηλεκτρικού Υβριδικού Συστήματος στην Ικαρία, που θα είναι υδροηλεκτρικό και αιολικό, ισχύος 6,75MW, από τη ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε. εντός του 2012
- Μέσω του προγράμματος «Υποστήριξη των Πολιτικών και κάλυψη μελλοντικών αναγκών- Πράσινο Νησί»- το νησί Αί Στράτης θα είναι ένα πρότυπο Ευρωπαϊκό νησί το οποίο θα λειτουργεί και θα καλύπτει τις ενεργειακές και αναπτυξιακές του ανάγκες αποκλειστικά μέσω Α.Π.Ε (ανεμογεννητριές ισχύος 500 kW και φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 100 kW, σε συνδυασμό με μονάδες αποθήκευσης της περίσσειας ενέργειας σε συσσωρευτές, αλλά και σε μορφή υδρογόνου)
- Η Κρήτη που για πάνω από μία δεκαετία ικανοποιεί το 10% του ηλεκτρισμού μέσω Ανανεώσιμων Πηγών ενέργειας και το 2011 το ποσοστό της μέσης συνολικής διείσδυσης στην ηλεκτροπαραγωγή του νησιού είναι ίσο με 19,75%, από το οποίο το 16,6% περίπου προέρχεται από μονάδες αιολικών πάρκων και το 3% από φωτοβολταϊκούς σταθμούς.

9.2 ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι προσπάθειες εξηλεκτρισμού των απομονωμένων περιοχών του πλανήτη πρέπει να ενταθούν. Με τον τρόπο αυτό θα μπορέσουν να περιοριστούν εν μέρει οι κοινωνικές ανισότητες, να βελτιωθεί το βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων και να κερδηθεί μία μάχη έναντι στον πόλεμο εναντίον της φτώχειας.

Η σύνοψη των τεχνολογικών επιτευγμάτων στον τομέα των ΑΠΕ καθώς και τα παραδείγματα που περιγράψαμε παραπάνω αποδεικνύουν ότι οι ΑΠΕ μπορούν να εφαρμοστούν παντού, από ερημικές περιοχές μέχρι τους πόλους και με τη βοήθεια προηγμένων τεχνικών διαχείρισης ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να αποτελέσουν αξιόπιστη λύση στον εξηλεκτρισμό απομονωμένων περιοχών μειώνοντας το σχετικό κόστος.

Γενικά, με το πέρασμα των ετών εμφανίζεται μία αξιόλογη ανάπτυξη στον τομέα των ΑΠΕ και στην διαχειρισή τους, αλλά ο ρυθμός ανάπτυξής τους θα πρέπει να αυξηθεί και με προτεραιότητα τους απλούς πολίτες και όχι τα συμφέροντα των μεγάλων εταιρειών. Με στόχο τον σεβασμό στο περιβάλλον και όχι την αλόγιστη εμπορευματοποίηση. Εξάλλου η ηλεκτρική ενέργεια θα έπρεπε να είναι δημόσιο αγαθό και όχι εμπόρευμα.

Επομένως η σχετική έρευνα πρέπει να ενισχυθεί γιατί το χαμόγελο των παιδιών που το χωριό τους αποκτά πρόσβαση στον ηλεκτρισμό μπορεί να αποτελέσει την καλύτερη αμοιβή.