



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

**Εφαρμογές Τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε
Χώρες της Μεσογείου με Έμφαση στην Ηλιακή Ενέργεια**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΛΕΝΗ Δ. ΚΑΝΑΤΣΟΥΛΗ

Επιβλέπων : Χατζηαργυρίου Νικόλαος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Τσικαλάκης Αντώνιος
Διδάκτορας Ε.Μ.Π.

Τόμτση Θωμαή MSc
Υ.Δ Ε.Μ.Π

Αθήνα, Δεκέμβριος 2009



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Εφαρμογές Τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Χώρες της Μεσογείου με Έμφαση στην Ηλιακή Ενέργεια

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΛΕΝΗ Δ. ΚΑΝΑΤΣΟΥΛΗ

Επιβλέπων : Χατζηαργυρίου Νικόλαος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Τσικαλάκης Αντώνιος
Διδάκτορας Ε.Μ.Π.

Τόμτση Θωμαή MSc
Υ.Δ Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την

.....
Χατζηαργυρίου Νικόλαος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Παπαθανασίου Σταύρος
Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Καβατζά Σταυρούλα
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Δεκέμβριος 2009

.....
ΕΛΕΝΗ Δ. ΚΑΝΑΤΣΟΥΛΗ

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Ελένη Δ. Κανατσούλη 2009

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2009 στον τομέα Ηλεκτρικής Ισχύος της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ.

Αντικείμενο της εργασίας είναι η παρουσίαση των Εφαρμογών Τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Χώρες της Μεσογείου με Έμφαση στην Ηλιακή Ενέργεια.

Υπεύθυνος κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας ήταν ο Καθηγητής κ. Ν. Χατζηαργυρίου, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεσή της και την πολύτιμη υποστήριξη που μου προσέφερε.

Με την ευκαιρία αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Αντώνη Τσικαλάκη και την Θωμαή Τόμπση για τη βοήθεια, τις πολύτιμες συμβουλές, την υποστήριξη και την καθοδήγηση που μου παρείχαν κατά την εκπόνηση της εργασίας.

Αθήνα, Δεκέμβριος 2009

ΕΛΕΝΗ Δ. ΚΑΝΑΤΣΟΥΛΗ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα είναι η αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας. Σχεδόν το ένα τέταρτο του παγκόσμιου πληθυσμού δεν έχει πρόσβαση σε ηλεκτρισμό, ενώ ποσοστό 80% αυτού κατοικεί σε αγροτικές περιοχές του αναπτυσσόμενου κόσμου. Για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος πραγματοποιούνται σημαντικές προσπάθειες τόσο από τοπικές κυβερνήσεις όσο και από διεθνείς οργανισμούς, όπως το αναπτυξιακό πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (UNDP).

Ταυτόχρονα, οι συμβατικές πηγές ενέργειας, όπως πετρέλαιο, άνθρακας και φυσικό αέριο, που καλούνται να ικανοποιήσουν αυτήν την αυξανόμενη ζήτηση, ολοένα και εξαντλούνται ενώ υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι η κλιματική αλλαγή που παρατηρείται οφείλεται στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, παραγόμενες κυρίως από τους τομείς ηλεκτροπαραγωγής και μεταφορών. Επομένως, είναι αδήρητη η ανάγκη για εκμετάλλευση των ΑΠΕ, όπως η ηλιακή, η αιολική, η βιομάζα, κλπ.

Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η επίδειξη επιτυχών πρακτικών εξηλεκτισμού και εκμετάλλευσης των ΑΠΕ και κυρίως της ηλιακής ενέργειας στις χώρες της Νότιας Μεσογείου και Μέσης Ανατολής (Maghreb). Αρχικά παρουσιάζονται ενδεικτικά τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού από ηλιακή ενέργεια και γίνεται αναφορά στα τεχνικά χαρακτηριστικά, στις αρχές λειτουργίας και στις βασικότερες εφαρμογές των φωτοβολταϊκών και των ηλιακών θερμικών συστημάτων. Στη συνέχεια παρατίθενται για κάθε μία από τις χώρες, Μαρόκο, Αλγερία, Αίγυπτο, Λίβανο και Παλαιστίνη το ηλιακό δυναμικό και οι καλές πρακτικές ηλεκτροδότησης μέσω ηλιακής ενέργειας που υλοποιήθηκαν ή υλοποιούνται σε αυτές τις χώρες. Επίσης παρουσιάζονται οι προσπάθειες των χωρών αυτών για τη θεσμοθέτηση πλαισίου ανάπτυξης και χρηματοδότησης μονάδων παραγωγής ηλεκτρισμού από ΑΠΕ και κυρίως από την ηλιακή ενέργεια. Απλή αναφορά γίνεται και σε άλλες χώρες της περιοχής όπως η Λιβύη και η Τυνησία.

Όπως παρουσιάζεται εκτεταμένα στην εργασία αυτή, ενώ το ηλιακό δυναμικό είναι πολύ πλούσιο οι σχετικές εφαρμογές δεν είναι τόσο εκτεταμένες όσο θα περίμενε κανείς. Ωστόσο υπάρχουν εφαρμογές που αξίζει να σχολιαστούν ή και να αποτελέσουν παράδειγμα προς μίμηση ακόμη και από Ευρωπαϊκές χώρες, όπως το επιτυχημένο πρόγραμμα εξηλεκτισμού αγροτικών περιοχών στο Μαρόκο ή οι υπό κατασκευή υβριδικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρισμού με συνδυασμό εκμετάλλευσης ηλιακής ενέργειας με παραβολικά κάτοπτρα και καύση φυσικού αερίου που πραγματοποιούνται σε Αίγυπτο και Αλγερία. Ενδιαφέρουσες εφαρμογές υπάρχουν, σε μικρότερο βαθμό και στις 2 μικρότερες χώρες, Λίβανο και Παλαιστίνη.

Τέλος παρατίθεται σύγκριση των επιτευγμάτων των χωρών αυτών στον ενεργειακό τομέα και κυρίως σε ό,τι αφορά σε ΑΠΕ σε σχετικό συγκεντρωτικό πίνακα και εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα για τις δυνατότητες των χωρών στον τομέα αυτό, αλλά και για τις προοπτικές επιχειρηματικών σχεδίων που παρέχονται τόσο σε τοπικό όσο και σε διακρατικό επίπεδο.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Ηλιακή Ενέργεια, Φωτοβολταϊκά, Ηλιο-θερμικά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρισμού, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Αγροτικός Εξηλεκτισμός

ABSTRACT

A rising contemporary issue is the increase in worldwide energy demand. Nearly one quarter of the world's population doesn't have access to electricity in their homes and over 80% of these people live in peripheral urban and isolated rural areas of the developing world. Local governments and national organizations, such as the United Nations Development Programme, are making significant efforts to provide solutions to the above problem.

In the meantime, fossil fuels, such as oil, coal and natural gas, which are widely used to cover the rising worldwide energy demand, are becoming limited. More importantly, the issue of the climate change which is mainly caused by the Green House Gas (GHG) emissions produced by electricity production and transportation is becoming a serious threat. Therefore, the development and use of Renewable Energy Systems (RES) such as solar energy, wind energy and biomass, is of great importance.

The aim of this study is to present successful applications of RES, mainly for electricity production using solar energy, in the countries of the Maghreb area (i.e. Middle East and North Africa countries). Firstly, the solar technologies used for electricity production are briefly presented, focusing on Photovoltaic (PV) and Concentrated Solar Power systems (CSP). The following chapters include a detailed presentation of the solar potential and successful electrification projects that have been applied in Morocco, Algeria, Egypt, Palestine and Lebanon by exploiting RES. Furthermore, the efforts being made by these countries towards the inauguration of a legal and economic framework for the promotion of solar power technologies are pointed out. A brief presentation of Libya and Tunisia is also provided.

In spite of the high solar potential of the aforementioned countries, solar applications remain comparatively limited. Nevertheless, many projects such as PERG, a successful rural electrification program in Morocco and the hybrid solar thermal power plants in Algeria and Egypt, which are currently under construction, can be viewed as successful examples for the European countries.

In conclusion, a comparative table of successful applications for the studied countries is presented along with useful conclusions regarding the development of RES not only locally but also in the frame of inter-country future energy projects.

INDEX TERMS: Solar Energy, Photovoltaic (PV), Solar Thermal Electric Power Plants, Renewable Energy Sources, Rural Electrification

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	- 15 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	- 17 -
2.1. Εισαγωγή.....	- 17 -
2.2. Φωτοβολταϊκά συστήματα.....	- 18 -
2.2.1. Δομή και λειτουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων.....	- 18 -
2.2.2. Υλικά και τεχνολογίες φωτοβολταϊκών στοιχείων.....	- 19 -
2.2.3. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων.....	- 20 -
2.2.4. Εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	- 22 -
2.2.5. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	- 24 -
2.3. Ηλιακά θερμικά συστήματα.....	- 25 -
2.3.1. Συστήματα παραβολικών (Parabolic Trough System).....	- 25 -
2.3.2. Συστήματα ηλιακού πύργου (Solar Power Tower System).....	- 26 -
2.3.3. Ηλιακοί δίσκοι (Dish Engine System).....	- 27 -
2.3.4. Ηλιακά αεροηλεκτρικά συστήματα (Solar Aero-Electric Power Plant).....	- 27 -
-	
2.3.5. Σύγκριση ηλιακών θερμικών συστημάτων.....	- 28 -
2.3.6. Ηλιακά θερμικά συστήματα υπό ανάπτυξη.....	- 30 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΑΡΟΚΟ.....	- 31 -
3.1. Γενικά.....	- 31 -
3.1.1. Γενικά στοιχεία.....	- 31 -
3.2. Δυναμικό ΑΠΕ.....	- 33 -
3.2.1. Ηλιακό δυναμικό.....	- 33 -
3.3. Παράγοντες και δομή αγοράς για ΑΠΕ.....	- 35 -
3.3.1. Δομή αγοράς ηλεκτρισμού για ΑΠΕ.....	- 36 -
3.3.2. Τα κυριότερα προγράμματα ανάπτυξης ΑΠΕ.....	- 37 -
3.4. Αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση-Καλές Πρακτικές.....	- 37 -
3.4.1. Ηλεκτροδότηση απομακρυσμένων περιοχών πριν το 1978.....	- 37 -
3.4.2. Το Εθνικό Πρόγραμμα Αποκεντρωμένης Ηλεκτροδότησης (PNER) ..	- 38 -
3.4.3. Το παγκόσμιο πρόγραμμα εξηλεκτρισμού απομακρυσμένων περιοχών (PERG).....	- 39 -
3.4.4. Άλλα προγράμματα.....	- 50 -
3.5. Το πρόγραμμα απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης της TEMASOL.....	- 52 -
3.5.1. Δημιουργία της TEMASOL.....	- 52 -
3.5.2. Η λειτουργία της TEMASOL.....	- 54 -
3.5.3. Χρηματοδότηση.....	- 57 -
3.5.4. Η Temasol σήμερα.....	- 58 -
3.5.5. Επιδράσεις και λόγοι επιτυχίας.....	- 59 -
3.6. Σύνοψη.....	- 61 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΛΓΕΡΙΑ.....	- 63 -

4.1.	Γενικά	- 63 -
4.1.1.	Γενικά στοιχεία	- 63 -
4.2.	Δυναμικό ΑΠΕ	- 64 -
4.2.1.	Ηλιακό δυναμικό	- 64 -
4.2.2.	Αιολικό Δυναμικό	- 65 -
4.2.3.	Δυναμικό βιομάζας	- 67 -
4.2.4.	Υδροηλεκτρικό δυναμικό	- 67 -
4.2.5.	Γεωθερμικό δυναμικό	- 68 -
4.3.	Η αγορά ενέργειας	- 69 -
4.3.1.	Η αγορά ηλεκτρισμού	- 69 -
4.3.2.	Η αγορά ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	- 73 -
4.4.	Εφαρμογές ΑΠΕ και αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση-Καλές πρακτικές ...	- 75 -
4.4.1.	Εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων και διανεμημένη παραγωγή	- 76 -
4.4.2.	Το φωτοβολταϊκό πρόγραμμα ηλιακής άντλησης	- 80 -
4.4.3.	Υβριδικό έργο	- 81 -
4.5.	Σύνοψη	- 87 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΙΓΥΠΤΟΣ		- 89 -
5.1.	Γενικά	- 89 -
5.1.1.	Γενικά στοιχεία	- 89 -
5.2.	Το δυναμικό ΑΠΕ	- 90 -
5.2.1.	Ηλιακό δυναμικό	- 90 -
5.2.2.	Αιολικό δυναμικό	- 91 -
5.2.3.	Υδροηλεκτρικό δυναμικό	- 92 -
5.3.	Η αγορά ενέργειας	- 93 -
5.3.1.	Ο τομέας του ηλεκτρισμού	- 93 -
5.3.2.	Ο τομέας των ΑΠΕ	- 94 -
5.4.	Εφαρμογές ΑΠΕ και αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση.....	- 96 -
5.4.1.	Ηλιοθερμικές εφαρμογές	- 96 -
5.4.2.	Φωτοβολταϊκές εφαρμογές	- 96 -
5.4.3.	Αιολικές εφαρμογές	- 98 -
5.4.4.	Καλές πρακτικές	- 100 -
5.5.	Σύνοψη	- 104 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΠΑΛΑΙΣΤΙΝΗ		- 106 -
6.1.	Γενικά	- 106 -
6.1.1.	Γενικά στοιχεία	- 106 -
6.2.	Δυναμικό ΑΠΕ	- 107 -
6.2.1.	Ηλιακό δυναμικό	- 107 -
6.2.2.	Αιολικό δυναμικό	- 108 -
6.3.	Η αγορά ενέργειας	- 108 -
6.3.1.	Η αγορά ηλεκτρισμού	- 108 -
6.3.2.	Η αγορά ΑΠΕ	- 109 -
6.4.	Εφαρμογές ΑΠΕ και αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση-Καλές πρακτικές .	- 110 -
6.4.1.	Φωτοβολταϊκές εφαρμογές	- 110 -
6.4.2.	Ηλιοθερμικές εφαρμογές	- 111 -
6.4.3.	Άλλες εφαρμογές	- 112 -
6.5.	Σύνοψη	- 113 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΛΙΒΑΝΟΣ	- 114 -
7.1. Γενικά	- 114 -
7.1.1. Γενικά στοιχεία	- 114 -
7.2. Δυναμικό ΑΠΕ	- 115 -
7.2.1. Ηλιακό δυναμικό	- 115 -
7.2.2. Αιολικό δυναμικό.....	- 116 -
7.2.3. Δυναμικό βιομάζας	- 116 -
7.3. Η αγορά ενέργειας	- 117 -
7.3.1. Η αγορά ηλεκτρισμού	- 117 -
7.3.2. Η αγορά ΑΠΕ	- 117 -
7.4. Εφαρμογές ΑΠΕ.....	- 118 -
7.4.1. Φωτοβολταϊκές εφαρμογές	- 118 -
7.4.2. Ηλιοθερμική ενέργεια	- 120 -
7.4.3. Αιολικές εφαρμογές	- 121 -
7.4.4. Υδροηλεκτρικές εφαρμογές.....	- 121 -
7.4.5. Εφαρμογές από βιομάζα	- 121 -
7.5. Σύνοψη	- 122 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΛΙΒΥΗ-ΤΥΝΗΣΙΑ.....	- 123 -
8.1. Γενικά	- 123 -
8.1.1. Γενικά στοιχεία Λιβύης	- 123 -
8.1.2. Γενικά στοιχεία Τυνησίας.....	- 124 -
8.2. Δυναμικό ΑΠΕ	- 124 -
8.2.1. Δυναμικό ΑΠΕ Λιβύης.....	- 124 -
8.2.2. Δυναμικό ΑΠΕ Τυνησίας	- 125 -
8.2.3. Ετήσια παραγόμενη ενέργεια.....	- 125 -
8.3. Η αγορά ενέργειας	- 126 -
8.3.1. Η αγορά ενέργειας της Λιβύης	- 126 -
8.3.2. Η αγορά ενέργειας της Τυνησίας.....	- 126 -
8.4. Εφαρμογές ΑΠΕ- Καλές πρακτικές.....	- 127 -
8.4.1. Εφαρμογές ΑΠΕ στην Λιβύη.....	- 127 -
8.4.2. Εφαρμογές ΑΠΕ στην Τυνησία	- 127 -
8.5. Σύνοψη	- 129 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	- 130 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 135 -

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1 Διάταξη φωτοβολταϊκών πλαισίων	- 20 -
Σχήμα 2.2 Φωτοβολταϊκή διάταξη με κινητό μέρος.....	- 21 -
Σχήμα 2.3 Τυπική φωτοβολταϊκή εγκατάσταση σε οικιακό καταναλωτή.....	- 22 -
Σχήμα 2.4 Διασύνδεση φωτοβολταϊκών συστημάτων με μπαταρία στο δίκτυο	- 22 -
Σχήμα 2.5 Ηλιακό σύστημα άντλησης νερού	- 23 -
Σχήμα 2.6 Ηλιακό σύστημα τηλεπικοινωνιών.....	- 23 -
Σχήμα 2.7 Μοντέλο διεσπαρμένης παραγωγής ενέργειας.....	- 25 -
Σχήμα 2.8 Μοντέλο λειτουργίας σταθμού ηλεκτροπαραγωγής παραβολικών κατόπτρων	- 26 -
Σχήμα 2.9 Μοντέλο λειτουργίας σταθμού ηλεκτροπαραγωγής ηλιακού πύργου.....	- 26 -
Σχήμα 2.10 Συστήματα ηλιακών παραβολικών δίσκων	- 27 -
Σχήμα 2.11 Ηλιακό αεροηλεκτρικό σύστημα.....	- 28 -
Σχήμα 3.1 Χάρτης του Μαρόκου.....	- 31 -
Σχήμα 3.2 Αστικός και αγροτικός πληθυσμός την χρονική περίοδο 1960-2004 στο Μαρόκο.....	- 32 -
Σχήμα 3.3 Ηλιακός χάρτης του Μαρόκου	- 33 -
Σχήμα 3.4 Ηλιακά συστήματα στην οροφή κτιρίου	- 35 -
Σχήμα 3.5 Πορεία ηλεκτροδότησης PERG στο Μαρόκο	- 40 -
Σχήμα 3.6 Χάρτης συγκέντρωση χωριών στο Μαρόκο.....	- 41 -
Σχήμα 3.7 Μοντέλο της θέσης των απομακρυσμένων χωριών στο Μαρόκο σε σχέση με το δίκτυο MT.....	- 42 -
Σχήμα 3.8 Υποκατάσταση διάφορων μορφών ενέργειας μετά το PERG	- 49 -
Σχήμα 3.9 Μελέτη παιδιού κατά τις νυχτερινές ώρες	- 50 -
Σχήμα 3.10 Οι φάσεις 1,2 του προγράμματος Temasol	- 54 -
Σχήμα 3.11 Κανανομή συνολικού κόστους για κάθε κατοικία	- 57 -
Σχήμα 3.12 Κατανομή χρηματοδότησης συνολικού κόστους εγκατάστασης	- 58 -
Σχήμα 3.13 Προώθηση της ηλιακής ενέργειας σε τοπικό παζάρι (souk) στο Μαρόκο.....	- 59 -
Σχήμα 4.1 Χάρτης της Αλγερίας	- 63 -
Σχήμα 4.2 Καθημερινή μέση ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντια επιφάνεια (Ιούλιο και Δεκέμβριο).....	- 64 -
Σχήμα 4.3 Αιολικό δυναμικό της Αλγερίας.....	- 65 -
Σχήμα 4.4 Ανακτήσιμη πυκνότητα αιολικής ενέργειας στα 50m.....	- 66 -
Σχήμα 4.5 Εποχιακές, ετήσιες ταχύτητες ανέμου στα 10m (Άνοιξη και Καλοκαίρι)	- 66 -
Σχήμα 4.6 Γεωθερμικός άτλας του βόρειου τμήματος της Αλγερίας.....	- 68 -
Σχήμα 4.7 Κατανομή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	- 70 -
Σχήμα 4.8 Δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Αλγερία.....	- 71 -
Σχήμα 4.9 Χάρτης διασυνδέσεων των μεσογειακών χωρών	- 72 -
Σχήμα 4.10 Χάρτης HVDC σύνδεσης του Μάγκρεμπ και της Ευρώπης	- 72 -
Σχήμα 4.11 Παραγωγή ΑΠΕ στην Αλγερία το 2005.....	- 74 -
Σχήμα 4.12 Κατανάλωση ΑΠΕ στην Αλγερία το 2005.....	- 75 -
Σχήμα 4.13 Χάρτης απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης 20 χωριών στο νότιο τμήμα της Αλγερίας	- 77 -
Σχήμα 4.14 Ποσοστά εγκατεστημένης ισχύος από φωτοβολταϊκά συστήματα ανά τομέα χρήσης	- 78 -
Σχήμα 4.15 Υβριδικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Hassi R'Mel.....	- 81 -
Σχήμα 4.16 Παραβολικοί συλλέκτες (troughs).....	- 82 -

Σχήμα 4.17 Διάγραμμα λειτουργίας του σταθμού στο Hassi R'Mel.....	- 82 -
Σχήμα 4.18 Πιλοτικός σταθμός μελέτης στο Jülich	- 84 -
Σχήμα 4.19 Προσομοίωση έργου ηλιακών πύργων στην Αλγερία.....	- 85 -
Σχήμα 4.20 Εστιακά κάτοπτρα συγκέντρωσης ηλιακής θερμικής ενέργειας	- 86 -
Σχήμα 5.1 Χάρτης της Αιγύπτου	- 89 -
Σχήμα 5.2 Χάρτης ηλιοφάνειας της Αιγύπτου	- 90 -
Σχήμα 5.3 Χάρτης αιολικού δυναμικού της Αιγύπτου	- 92 -
Σχήμα 5.4 Το υδροηλεκτρικό φράγμα του Ασουάν	- 93 -
Σχήμα 5.5 Κατανάλωση ηλεκτρικού το 2006 ανά χρήση.....	- 94 -
Σχήμα 5.6 Κατανομή φωτοβολταϊκών εφαρμογών	- 97 -
Σχήμα 5.7 Ηλεκτροδότηση οδικού φωτισμού στην Αίγυπτο	- 97 -
Σχήμα 5.8 Σχέδιο αύξησης εγκατεστημένης ισχύος αιολικών της Αιγύπτου μέχρι το 2011...	- 98 -
Σχήμα 5.9 Το αιολικό πάρκο στην Hurghada.....	- 99 -
Σχήμα 5.10 Τα στάδια κατασκευής του αιολικού πάρκου στη Zafarana	- 100 -
Σχήμα 5.11 Η τοποθεσία του σχεδίου στο Kuraymat.....	- 100 -
Σχήμα 5.12 Δομή λειτουργίας του σταθμού στο Kuraymat	- 101 -
Σχήμα 5.13 Το ηλιακό πεδίο συσσωρευτών του El Nasr	- 102 -
Σχήμα 6.1 Χάρτης της Παλαιστίνης.....	- 106 -
Σχήμα 6.2 Ηλιακή ακτινοβολία στην Παλαιστίνη ανά μήνα και ώρα.....	- 107 -
Σχήμα 6.3 Ενεργειακό μείγμα της Παλαιστίνης.....	- 108 -
Σχήμα 6.4 Κατανομή ανά χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας στην Παλαιστίνη.....	- 109 -
Σχήμα 6.5 Φωτοβολταϊκά συστήματα για την ηλεκτροδότηση οικισμού Βεδουίνων.....	- 111 -
Σχήμα 7.1 Χάρτης του Λίβανου	- 114 -
Σχήμα 7.2 Ηλιακή ακτινοβολία στον Λίβανο ανά μήνα και ώρα.....	- 115 -
Σχήμα 7.3 Κατανομή ενεργειακής κατανάλωσης.....	- 117 -
Σχήμα 7.4 Ηλιακό όχημα για γεωργική χρήση στον Λίβανο	- 119 -
Σχήμα 7.5 Φωτοβολταϊκά συστήματα για το RAMseS	- 120 -
Σχήμα 8.1 Χάρτης της Λιβύης.....	- 123 -
Σχήμα 8.2 Χάρτης της Τυνησίας	- 124 -

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1 Συνολική εγκατεστημένη ισχύς παγκοσμίως	- 17 -
Πίνακας 2.2 Παρουσίαση πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων τεχνολογιών CSP.....	- 29 -
Πίνακας 2.3 Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής συγκεντρωμένης ηλιακής ενέργειας	- 30 -
Πίνακας 3.1 Αστικός και αγροτικός πληθυσμός την χρονική περίοδο 1960-2004 στο Μαρόκο.....	- 32 -
Πίνακας 3.2 Συντεταγμένες κύριων πόλεων του Μαρόκου	- 34 -
Πίνακας 3.3 Ετήσια παραγόμενη ενέργεια στις κυριότερες πόλεις του Μαρόκου.....	- 34 -
Πίνακας 3.4 Πορεία αυτόνομων συστημάτων.....	- 38 -
Πίνακας 3.5 Στόχοι μέχρι το έτος 2007 για την απομακρυσμένη ηλεκτροδότηση	- 45 -
Πίνακας 3.6 Ετήσια πρόοδος ηλεκτροδότησης στα χωριά.....	- 48 -
Πίνακας 3.7 Ετήσια πρόοδος ηλεκτροδότησης σε κάθε κατοικία.....	- 48 -
Πίνακας 3.8 Κόστος ισχύος εγκατάστασης ανά φάση.....	- 56 -
Πίνακας 4.1 Συντεταγμένες κύριων πόλεων της Αλγερίας	- 63 -
Πίνακας 4.2 Κατανομή επιφάνειας, ηλιοφάνειας και ηλιακής ενέργειας στην Αλγερία.....	- 64 -
Πίνακας 4.3 Ετήσια παραγόμενη ενέργεια στις κυριότερες πόλεις της Αλγερίας.....	- 65 -
Πίνακας 4.4 Εγκατεστημένη ισχύς υδροηλεκτρικών εφαρμογών στην Αλγερία	- 68 -
Πίνακας 4.5 Κατανομή ισχύος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Αλγερία	- 70 -
Πίνακας 4.6 Εγκατεστημένη ισχύς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ανά επαρχία	- 76 -
Πίνακας 4.7 Ομαδοποίηση υπόλοιπων επαρχιών με μικρότερο αριθμό εγκαταστάσεων ανά μέγεθος εγκατεστημένης ισχύος.....	- 76 -
Πίνακας 4.8 Εγκατεστημένη ισχύς από φωτοβολταϊκά συστήματα ανά τομέα χρήσης.....	- 77 -
Πίνακας 4.9 Λεπτομέρειες ηλεκτροδότησης για κάθε χωριό	- 79 -
Πίνακας 4.10 Εγκαταστάσεις ηλιακής άντλησης του προγράμματος MEDA.....	- 80 -
Πίνακας 5.1 Συντεταγμένες κύριων πόλεων στην Αίγυπτο.....	- 90 -
Πίνακας 5.2 Ετήσια παραγόμενη ενέργεια στις κυριότερες πόλεις της Αιγύπτου	- 91 -
Πίνακας 5.3 Δείκτες απόδοσης αιολικού πάρκου στην περιοχή Hurghada.....	- 99 -
Πίνακας 6.1 Συντεταγμένες κύριων πόλεων της Παλαιστίνης.....	- 107 -
Πίνακας 6.2 Ετήσια παραγόμενη ενέργεια στις κυριότερες πόλεις της Παλαιστίνης	- 108 -
Πίνακας 6.3 Εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών εφαρμογών στην Παλαιστίνη	- 111 -
Πίνακας 7.1 Συντεταγμένες κύριων πόλεων στο Λίβανο	- 115 -
Πίνακας 7.2 Ετήσια παραγόμενη ενέργεια στις κυριότερες πόλεις του Λιβάνου	- 116 -
Πίνακας 7.3 Μέση μηνιαία ταχύτητα ανέμου στο Λίβανο.....	- 116 -
Πίνακας 7.4 Σχέδιο φωτοβολταϊκών εφαρμογών στο Λίβανο	- 120 -
Πίνακας 7.5 Σχέδιο ανάπτυξης ηλιακών θερμοσίφωνων στον Λίβανο	- 121 -
Πίνακας 7.6 Σχέδιο ανάπτυξης αιολικών εφαρμογών στο Λίβανο.....	- 121 -
Πίνακας 8.1 Συντεταγμένες κύριων πόλεων της Λιβύης.....	- 123 -
Πίνακας 8.2 Συντεταγμένες κύριων πόλεων της Τυνησίας	- 124 -
Πίνακας 8.3 Ετήσια παραγόμενη ενέργεια στις κυριότερες πόλεις της Λιβύης και της Τυνησίας	- 125 -
Πίνακας 9.1 Συλλογή στοιχείων αγοράς ΑΠΕ Αλγερίας	- 130 -
Πίνακας 9.2 Συλλογή στοιχείων αγοράς ΑΠΕ Μαρόκου-Αιγύπτου	- 132 -
Πίνακας 9.3 Συλλογή στοιχείων αγοράς ΑΠΕ Λιβάνου-Παλαιστίνης.....	- 133 -

Στην οικογένειά μου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα είναι η αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας. Σχεδόν το ένα τέταρτο του παγκόσμιου πληθυσμού δεν έχει πρόσβαση σε ηλεκτρισμό, ενώ ποσοστό 80% αυτού κατοικεί σε αγροτικές περιοχές του αναπτυσσόμενου κόσμου. Για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος πραγματοποιούνται σημαντικές προσπάθειες τόσο από τοπικές κυβερνήσεις όσο και από διεθνείς οργανισμούς. Για παράδειγμα οι υποσαχάριες περιοχές όπως το Μάλι και το Μπενίν, εφαρμόζουν προγράμματα εξηλεκτρισμού αγροτικών περιοχών. Πιο συγκεκριμένα, στο Μάλι, το EDF Access Program προχώρησε στην εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων θέρμανσης για 4 χωριά, στις περιοχές Koraye Kurumba και Yeelen Kura. Επιπλέον, στο Μπενίν, το αναπτυξιακό πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (UNDP[1]) σε συνεργασία με τοπικούς φορείς και μη κερδοσκοπικές οργανώσεις, συντέλεσε στον εξηλεκτρισμό 2 χωριών, Hon και Koussoukra, χρησιμοποιώντας φωτοβολταϊκά συστήματα, για την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών σχεδόν 500 κατοικιών[2].

Ταυτόχρονα, οι συμβατικές πηγές ενέργειας, όπως πετρέλαιο, άνθρακας και φυσικό αέριο, που καλούνται να ικανοποιήσουν αυτήν την αυξανόμενη ζήτηση, ολοένα και εξαντλούνται ενώ υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι η κλιματική αλλαγή που παρατηρείται οφείλεται στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, παραγόμενες κυρίως από τους τομείς ηλεκτροπαραγωγής και μεταφορών. Επομένως, είναι αδήρητη ανάγκη η εκμετάλλευση των ΑΠΕ, όπως η ηλιακή, η αιολική, η βιομάζα, κλπ.

Προς αυτήν την κατεύθυνση, το Δεκέμβριο του 2008, η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε μία ολοκληρωμένη πολιτική αλλαγής της σύγχρονης ενεργειακής και κλιματικής κατάστασης, θέτοντας φιλόδοξους στόχους για το έτος 2020. Πιο συγκεκριμένα, δεσμεύτηκε στην μείωση του ποσοστού παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου κατά 20%, στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά 20% χρησιμοποιώντας αποδοτικότερες μεθόδους παραγωγής και εκμετάλλευσης της ενέργειας και στην ικανοποίηση ποσοστού 20% των ενεργειακών της αναγκών, (ψύξη, θέρμανση, ηλεκτροπαραγωγή και μεταφορές), από την εκμετάλλευση ΑΠΕ.

Τα δύο παραπάνω ζητήματα όπως και η υιοθέτηση στόχων για τη συμμετοχή των ΑΠΕ στο ενεργειακό τους μείγμα απασχολεί τις χώρες της Μεσογείου όχι μόνο τις Ευρωπαϊκές αλλά και τις χώρες του Μαγκρέμπ (Maghreb) δηλαδή τις χώρες της Αφρικής και της Μέσης Ανατολής όπως θα παρουσιαστεί στη συνέχεια. Οι χώρες αυτές διαθέτουν ένα επιπλέον συγκριτικό πλεονέκτημα, της πολύ πλούσιας ηλιοφάνειας, την πλουσιότερη ίσως στον κόσμο που θα μπορούσε να τροφοδοτήσει ολόκληρη την Ευρώπη με ηλεκτρισμό.

Με αφορμή τα παραπάνω, ο στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι να παρουσιαστούν οι καλές πρακτικές που έχουν υλοποιηθεί στις χώρες αυτές και πιο συγκεκριμένα στο Μαρόκο, την Αλγερία, την Αίγυπτο, την Παλαιστίνη, το Λίβανο, τη

Λιβύη και την Τυνησία, για την εκμετάλλευση κυρίως της ηλιακής ενέργειας για την παροχή ηλεκτρισμού και ειδικά για πρακτικές εξηλεκτρισμού απομακρυσμένων περιοχών με εκμετάλλευση ΑΠΕ. Επιπρόσθετα, παρουσιάζονται τα πολύ ελπιδοφόρα σχέδια αυτών των χωρών για την περαιτέρω εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και οι αναθεωρημένοι στόχοι που έχουν θέσει και βρίσκονται σε συμφωνία με εκείνους της Ε.Ε. Επίσης, παρουσιάζεται το σχετικό πλαίσιο λειτουργίας των αγορών ΑΠΕ στις χώρες και οι παράγοντες κλειδιά για την ανάπτυξή τους.

Η δομή της εργασίας έχει ως εξής:

Στο 2^ο κεφάλαιο της εργασίας, γίνεται μία εισαγωγή στις μεθόδους παραγωγής ηλεκτρισμού από ηλιακή ενέργεια και στα τεχνικά χαρακτηριστικά, στις αρχές λειτουργίας και στις βασικότερες εφαρμογές των φωτοβολταϊκών και των ηλιακών θερμικών συστημάτων. Στο 3^ο κεφάλαιο, γίνεται παρουσίαση των γενικών στοιχείων και του δυναμικού ΑΠΕ του Μαρόκου, ενώ ταυτόχρονα περιγράφονται η αγορά ΑΠΕ καθώς και επιτυχή προγράμματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, όπως η δράση του PERG και της Temasol για τον εξηλεκτρισμό απομακρυσμένων περιοχών. Στο 4^ο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η Αλγερία και αναλύεται το δυναμικό ΑΠΕ που διαθέτει, ενώ αναφέρονται οι διαμεσογειακές διασυνδέσεις της με την Ευρώπη και περιγράφονται εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων, διανεμημένης παραγωγής και υβριδικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Στο 5^ο κεφάλαιο, περιγράφεται το δυναμικό ΑΠΕ της Αιγύπτου και δίνεται έμφαση στις υβριδικές ηλιακές και αιολικές εφαρμογές, ενώ στο 6^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η Παλαιστίνη και οι εφαρμογές χρήσης της ηλιακής ενέργειας για την ηλεκτροδότηση απομονωμένων περιοχών και την θέρμανση του νερού. Στο 7^ο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των στοιχείων της αγοράς ΑΠΕ του Λιβάνου και των καλών πρακτικών εφαρμογής φωτοβολταϊκής τεχνολογίας καθώς και αιολικών συστημάτων. Στη συνέχεια στο 8^ο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή των αγορών ΑΠΕ της Λιβύης και της Τυνησίας καθώς και των εφαρμογών εκμετάλλευσης ηλιακής κυρίως ενέργειας σε αυτές. Τέλος, στο 9^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα, τα οποία προέκυψαν από την παρούσα εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Υπάρχουν πολλές μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως ηλιακή, αιολική, υδροηλεκτρική, γεωθερμία, βιομάζα και κύματα. Ωστόσο στη συγκεκριμένη εργασία ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ηλιακή ενέργεια[3], το δυναμικό της οποίας είναι ιδιαίτερα υψηλό στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου και εφαρμογές της όπως τα φωτοβολταϊκά συστήματα (PV) και τα συστήματα συγκεντρωμένης ηλιακής ενέργειας (CSP) μπορούν να εκμεταλλευθούν στο μέγιστο. Ακολουθεί σύντομη περιγραφή των τεχνολογιών αυτών προκειμένου να αντιληφθούμε τις δυνατότητές τους.

2.1. Εισαγωγή

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 (EPIA[4]), για το τέλος του 2008, η παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών συστημάτων πλησίαζε τα 15GW, με την Ευρώπη να ηγείται της ανάπτυξης με ποσοστό 65%. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για τις χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή στην αγορά φωτοβολταϊκών, σε φθίνουσα σειρά.

Χώρα	Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς (MW _p)
Γερμανία	5.308
Ισπανία	3.223
Ιαπωνία	2.149
Η.Π.Α	1.173
Νότια Κορέα	352
Ιταλία	350
Κίνα	145
Αυστραλία	100
Ινδία	90
Γαλλία	87

Πίνακας 2.1 Συνολική εγκατεστημένη ισχύς παγκοσμίως

Η εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα σύμφωνα με τελευταίες αναφορές του Διαχειριστή Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ[5]) είναι 42MW.

2.2. Φωτοβολταϊκά συστήματα

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είναι αρκετά διαδεδομένη κυρίως με εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα βασίζονται στην άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρισμό, με τη χρήση τεχνολογίας ημιαγωγικών υλικών τα οποία ενεργοποιούνται στο φάσμα του ηλιακού φωτός. Τέτοια συστήματα χαρακτηρίζονται ως ηλιακοί συσσωρευτές και η λειτουργία τους είναι φιλική προς το περιβάλλον, ενώ η διάρκεια ζωής τους φθάνει τα 25 χρόνια.

2.2.1. Δομή και λειτουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων

Η δομή και η λειτουργία των φωτοβολταϊκών στοιχείων ή ηλιακών κυψελών βασίζεται στους ημιαγωγούς, οι οποίοι συνδέονται σε ζεύγη αρνητικής και θετικής φόρτισης (p-n), ώστε να διαμορφώσουν μεγάλης επιφάνειας ηλεκτροδιόδους. Η ορθή κατασκευή της ηλεκτροδιόδου αποτελεί βασική προϋπόθεση της επιτυχούς λειτουργίας της φωτοβολταϊκής κυψέλης ως ημιαγωγού.

Με την πρόσπτωση του ηλιακού φωτός στην επιφάνεια του ημιαγωγού τύπου n απελευθερώνονται ηλεκτρόνια, τα οποία συλλέγονται με τη βοήθεια ηλεκτροδίου εφαρμοσμένου στην άνω επιφάνειά του. Στην κάτω επιφάνεια της ηλιακής κυψέλης είναι προσαρμοσμένος ένας ημιαγωγός τύπου p, στον οποίο οδηγούνται τα ηλεκτρόνια μέσω ηλεκτρικού κυκλώματος. Η οπίσθια επιφάνεια της κυψέλης αποτελεί ένα ενιαίο ηλεκτρόδιο, όπως και η εμπρόσθια, η οποία όμως επιπρόσθετα καλύπτεται από στρώση διαφανούς απορροφητικού υλικού για τον περιορισμό της ανακλαστικότητας, καθώς και από διαφανές προστατευτικό υλικό, συνήθως τζάμι ή συνθετικό.

Το ηλεκτρόδιο της εμπρόσθιας επιφάνειας έχει οπωσδήποτε μορφή πλέγματος ή σχάρας, ώστε να μην περιορίζεται η πρόσπτωση του φωτός στην επιφάνεια του ημιαγωγού, ενώ το ηλεκτρόδιο της οπίσθιας επιφάνειας μπορεί να είναι παρόμοιο, αν είναι επιθυμητή η διέλευση φωτός διαμέσου της κυψέλης ή να έχει μορφή συνεχούς λεπτού μεταλλικού φύλλου. Τα ηλεκτρόδια καλύπτουν ολόκληρη την επιφάνεια του ημιαγωγού. Τόσο η τάση του ηλεκτρικού ρεύματος όσο και η ισχύς μιας τυπικής ηλιακής κυψέλης παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα (περίπου 0,5V και 1W), καθιστώντας την κυψέλη ανεπαρκή για τροφοδότηση συνήθων ηλεκτρικών συσκευών. Οι κυψέλες συνδέονται μεταξύ τους σε ομάδες, συνιστώντας φωτοβολταϊκά πετάσματα (modules). Με τη σύνδεση σε σειρά (το οπίσθιο ηλεκτρόδιο της μιας κυψέλης συνδέεται με το εμπρόσθιο της επόμενης) επιτυγχάνεται αύξηση της τάσης, ενώ η ισχύς του πετάσματος ισούται με την ισχύ της κυψέλης. Αντίθετα, με την παράλληλη σύνδεση (το εμπρόσθιο

ηλεκτρόδιο της μιας συνδέεται με το εμπρόσθιο της επόμενης και αντίστοιχα το οπίσθιο ηλεκτρόδιο της μιας με το οπίσθιο της επόμενης) η ισχύς του πετάσματος αποτελεί άθροισμα της ισχύος των κυψελών, ενώ η τάση του ρεύματος ισούται με την τάση της μιας κυψέλης. Ανάλογα με τις ανάγκες είναι δυνατό να εφαρμοστούν διάφοροι συνδυασμοί των δυο τύπων σύνδεσης, τόσο μέσα στο ίδιο φωτοβολταϊκό πέτασμα, όσο και μεταξύ των πετασμάτων. Το μέγεθος και η μορφή του πετάσματος εξαρτώνται από διάφορες παραμέτρους, όπως η θέση και ο τρόπος εγκατάστασης και η μεταφορά.

2.2.2. Υλικά και τεχνολογίες φωτοβολταϊκών στοιχείων

Οι κύριες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι:

- Τεχνολογία παραγωγής ημιαγωγικών υλικών με κρυσταλλική δομή, τα οποία στην πλειοψηφία τους αποτελούνται από πυρίτιο (Si), άμορφο ή κρυσταλλικό (πολυκρυσταλλικό ή μονοκρυσταλλικό).
- Τεχνολογία λεπτών υμενίων (thin film), με πάχος στοιχείων κλίμακας μm.
- Τεχνολογίες παραγωγής με περιορισμένες απώλειες καθαρού πυριτίου, όπως η μέθοδος EFG και String Process.

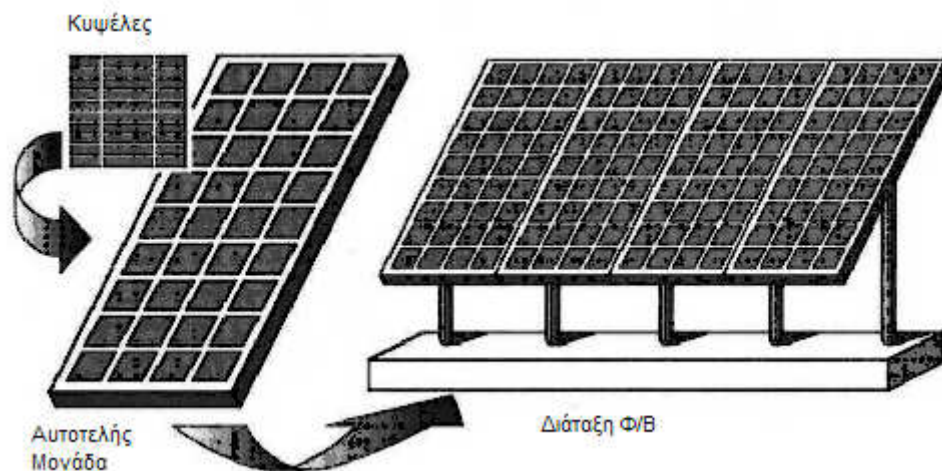
Το πυρίτιο βρίσκεται σε διάφορα ορυκτά και πετρώματα που αποτελούν σχεδόν το 87% του φλοιού της γης, ενώ αποτελεί το δεύτερο σε αφθονία χημικό στοιχείο στη φύση. Το καθαρό πυρίτιο παράγεται με πολύπλοκη διαδικασία αφαίρεσης προσμίξεων που περιέχει και μειώνουν την ικανότητα ημιαγωγιμότητάς του. Τα περισσότερα εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούνται από κυψέλες κρυσταλλικού πυριτίου, μονοκρυσταλλικού ή πολυκρυσταλλικού, η απόδοση των οποίων κυμαίνεται μεταξύ 13% και 16%. Το κόστος τους παραμένει σχετικά υψηλό, ενώ ο χρόνος απόδοσης ενέργειας κυμαίνεται σε 2-6 χρόνια κανονικής λειτουργίας. Οι φωτοβολταϊκές κυψέλες άμορφου πυριτίου χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές μικρής κλίμακας. Το χαμηλότερο κόστος κατασκευής τους και η μικρότερη απόδοση τους, που κυμαίνεται μεταξύ 5%-6% σε σχέση με τις κυψέλες κρυσταλλικού πυριτίου, οφείλονται στον τρόπο κατασκευής των ημιαγωγών, οι οποίοι αποτελούνται από μια εξαιρετικά λεπτή στρώση πυριτίου εφαρμοσμένη επάνω σε συγκεκριμένο υπόστρωμα, συνήθως συνθετικό φύλλο. Ο χρόνος απόδοσης της ενέργειας των κυψελών άμορφου πυριτίου κυμαίνεται σε 1-3 χρόνια κανονικής λειτουργίας. Με σκοπό την ελάττωση του κόστους της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων ακολουθεί την τεχνολογία των ημιαγωγών λεπτής στρώσης. Με την προσθήκη στο άμορφο πυρίτιο συγκεκριμένης ποσότητας ορισμένων χημικών στοιχείων αυξάνεται η απόδοση της ηλιακής κυψέλης χωρίς αύξηση του κόστους κατασκευής.

Τα Φ/Β λεπτού υμενίου (thin film) είναι εύκαμπτα, με χαμηλό βάρος αλλά σχετικά χαμηλή απόδοση, ωστόσο έχουν αρχίσει να διεισδύουν δυναμικά στις αγορές των ενσωματωμένων Φ/Β σε κτίρια ως αρχιτεκτονικά στοιχεία.

Οι κρύσταλλοι και η μορφή λεπτού φιλμ διαφέρουν μεταξύ τους όσον αφορά την απόδοση απορρόφησης του φωτός, την απόδοση μετατροπής της μίας ενέργειας στην άλλη, την τεχνολογία κατασκευής και το κόστος κατασκευής.

2.2.3. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα συντίθενται από μοναδιαία τυποποιημένα στοιχεία και για αυτό το λόγο χαρακτηρίζονται από ευελιξία αύξησης ή μείωσης της παραγόμενης ισχύος με ανάλογη αύξηση ή μείωση του αριθμού των στοιχείων, για την κάλυψη αντίστοιχων αναγκών. Η επόμενη εικόνα παρουσιάζει τη διάταξη των φωτοβολταϊκών πλαισίων.

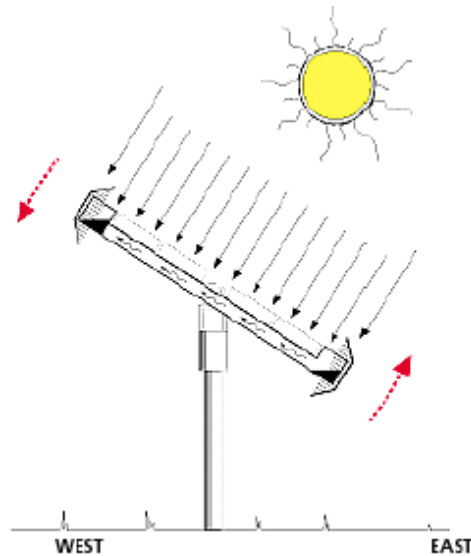


Σχήμα 2.1 Διάταξη φωτοβολταϊκών πλαισίων

Κατά την εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση της απόστασης του από την κατανάλωση. Ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής, τα πλαίσια μπορούν να τοποθετηθούν ελεύθερα στο έδαφος, επάνω σε κτίρια ή σε άλλες κατασκευές ακόμη και να χρησιμοποιηθούν ως δομικά στοιχεία και υλικά επικάλυψης στεγών.

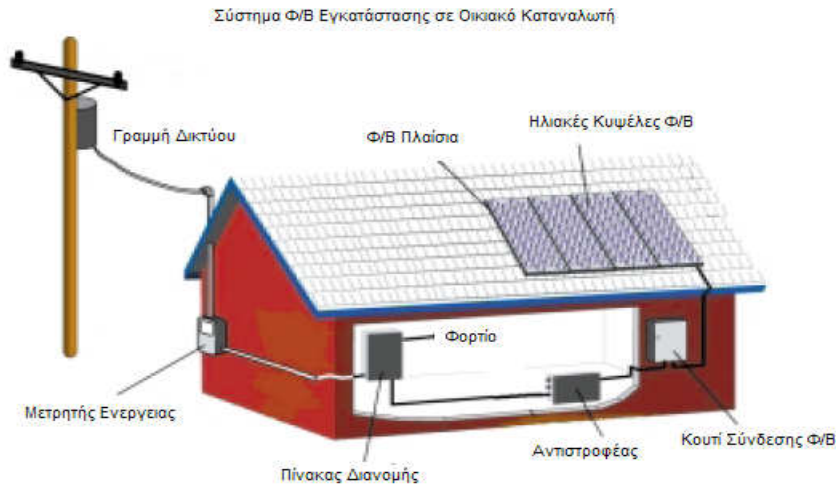
Στην περίπτωση απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης, οι φωτοβολταϊκές μονάδες διασυνδέονται μεταξύ τους και στηρίζονται σε μεταλλικά πλαίσια. Πιο συγκεκριμένα, τα μεταλλικά αυτά πλαίσια, στην απλούστερη μορφή τους, είναι ακίνητα και στερεώνονται στο έδαφος με διάφορες μεθόδους, όπως η πασσαλόπηξη. Πάνω τους στερεώνονται τα φωτοβολταϊκά πάνελ και συνδέονται μεταξύ τους ανάλογα με την εφαρμογή. Σε πολλά φωτοβολταϊκά συστήματα υπάρχουν 2-3 επίπεδα κλίσης ως προς το οριζόντιο επίπεδο, ώστε να μεγιστοποιείται η απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας σε διαφορετικούς μήνες αλλά και ώρες της ημέρας. Πιο περίπλοκη είναι η εγκατάσταση με μετακινούμενο τον ένα άξονα ώστε να παρακολουθεί την πορεία του ήλιου. Ο άξονα αυτός μπορεί να είναι είτε ως προς το οριζόντιο επίπεδο, κι έτσι η γωνία εγκατάστασης ως προς αυτό να μεταβάλλεται μέρα με την ημέρα, είτε ως προς το αζιμούθιο (ως προς το νότο) ώστε να μεταβάλλεται η θέση του φωτοβολταϊκού ακολουθώντας την

ημερήσια κίνηση του ήλιου. Η πιο περίπλοκη διάταξη είναι εκείνη που μοιάζει με το ηλιοτρόπιο και προβλέπει κίνηση σε 2 άξονες παρακολουθώντας την πορεία του ηλίου κατά την διάρκεια της ημέρας και των εποχών. Επίσης, εκτιμάται ότι η χρήση επιπέδων κλίσης αυξάνει την απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας κατά 20-45%. Ωστόσο, όσο πιο περίπλοκη είναι η διάταξη στήριξης και εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών τόσο πιο αυξημένες είναι οι ανάγκες επιτήρησης και συντήρησής τους.



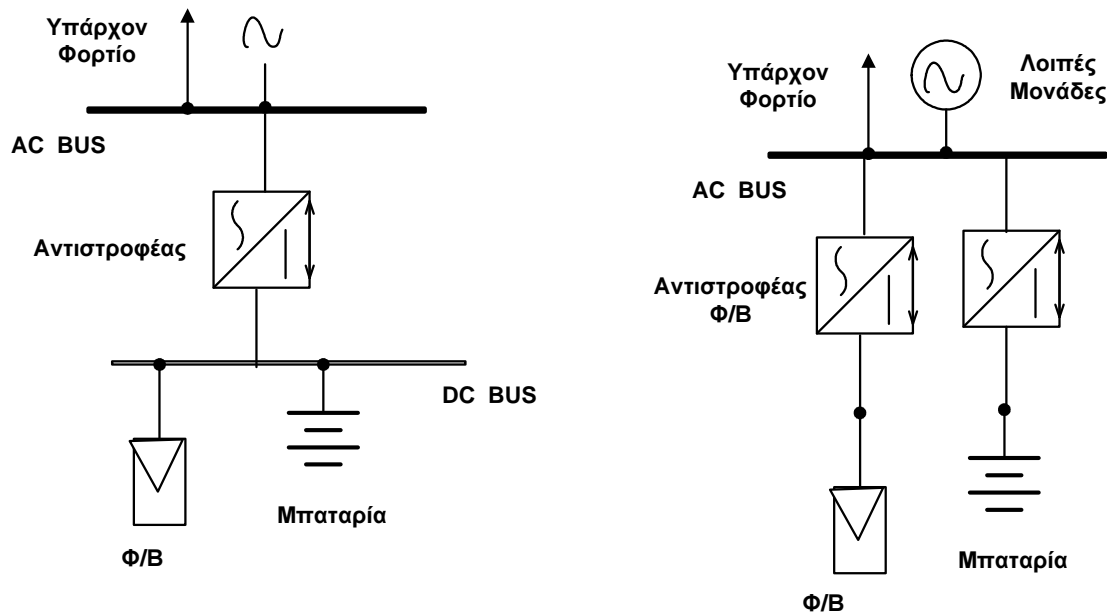
Σχήμα 2.2 Φωτοβολταϊκή διάταξη με κινητό μέρος

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα παράγουν συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα (DC). Αν υπάρχουν τέτοιου είδους καταναλώσεις, τότε μπορούν να τροφοδοτηθούν απ' ευθείας ή συνήθως με τη βοήθεια συσσωρευτών χωρίς άλλες διατάξεις μετατροπής, ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία συσκευών και όταν δεν υπάρχει δυνατότητα παραγωγής. Κάτι τέτοιο αφορά όμως μικρές και αυτόνομες καταναλώσεις. Οι καταναλωτές στην πλειονότητά τους ωστόσο, απαιτούν εναλλασσόμενο ρεύμα (AC). Πιο συγκεκριμένα, το συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται από το φωτοβολταϊκό μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο με τη βοήθεια αντιστροφέα DC-AC, μία διάταξη ηλεκτρονικών ισχύος με κατάλληλη διακοπτική συχνότητα και παροχή ενεργού ισχύος. Επιπλέον, για την εξομάλυνση της τάσης και την αποφυγή αρμονικών πολλαπλασίας συχνότητας από εκείνης του δικτύου απαιτείται η χρήση κατάλληλων φίλτρων συχνότητας πριν τη διασύνδεση του αντιστροφέα με το δίκτυο, έτσι ώστε η παραγόμενη τάση να έχει μορφή που πλησιάζει κατά το δυνατόν περισσότερο την ιδανική ημιτονοειδή καμπύλη. Το τελικό σημείο διασύνδεσης αν πρόκειται για διασυνδεδεμένο grid-connected δίκτυο είναι ο μετρητής ενέργειας για την αποζημίωση του κατόχου της εγκατάστασης.



Σχήμα 2.3 Τυπική φωτοβολταϊκή εγκατάσταση σε οικιακό καταναλωτή

Σε κάποια αυτόνομα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, χρησιμοποιούνται διατάξεις αποθήκευσης ενέργειας (μπαταρίες), για την δυνατότητα ηλεκτροδότησης των ωρών που δεν παρατηρείται ηλιακή ακτινοβολία. Σε αυτές τις περιπτώσεις υπάρχουν 2 δυνατότητες διάταξης, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα. Μία κατά την οποία το φωτοβολταϊκό σύστημα και η αποθηκευτική διάταξη συνδέονται σε ένα ζυγό DC και από εκεί γίνεται η παρεμβολή του αντιστροφέα και μία κατά την οποία η διασύνδεση του φωτοβολταϊκού συστήματος στο ζυγό AC γίνεται μέσω αντιστροφέα ανεξάρτητα με την διασύνδεση της μπαταρίας.



Σχήμα 2.4 Διασύνδεση φωτοβολταϊκών συστημάτων με μπαταρία στο δίκτυο

2.2.4. Εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές μικρής και μεγάλης κλίμακας, από μικρές ηλεκτρονικές συσκευές μέχρι την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

από φωτοβολταϊκά πάρκα. Επιπλέον, προσφέρουν δυνατότητα μείωσης απωλειών στα δίκτυα διανομής και βελτίωσης της στάθμης της τάσης σε ακτινικά δίκτυα. Ανάλογα, με την χρήση τους χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες.

2.2.4.1. Αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα

Οι αυτόνομες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις αποτελούν ίσως τις πληρέστερες εφαρμογές φωτοβολταϊκής τεχνολογίας. Είναι εγκαταστάσεις που λειτουργούν αυτοδύναμα για την τροφοδότηση καθορισμένων καταναλώσεων, χωρίς να συνδέονται με μεγάλα κεντρικά δίκτυα ηλεκτρικής διανομής. Αποτελούν την ιδανικότερη λύση για περιοχές που βρίσκονται μακριά από το κεντρικό δίκτυο και στις οποίες η διασύνδεσή τους με αυτό θα απαιτούσε τεράστια οικονομικά κεφάλαια. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται για την αφαλάτωση, άντληση και καθαρισμό νερού όπως και σε συστήματα εξωτερικού φωτισμού οδών, συστήματα τηλεπικοινωνιών, σηματοδότησης και σε αγροτικές εφαρμογές. Οι εφαρμογές αυτές συνήθως αποδίδουν ισχύ ύψους 100-200KW_p.



Σχήμα 2.5 Ηλιακό σύστημα άντλησης νερού



Σχήμα 2.6 Ηλιακό σύστημα τηλεπικοινωνιών

2.2.4.2. Διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα

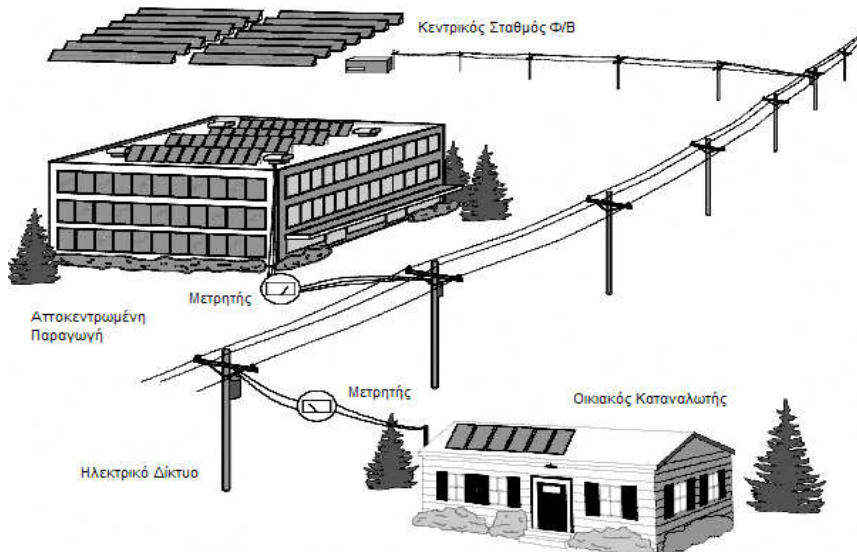
Τα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα, τροφοδοτούν την παραγόμενη ενέργεια στο κεντρικό δίκτυο ηλεκτρισμού. Τέτοια συστήματα αφορούν σε φωτοβολταϊκούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μεγέθους από λίγα KW_p μέχρι μερικά MW_p , στους οποίους η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται απευθείας στο δίκτυο και σε οικιακά συστήματα. Πιο συγκεκριμένα, τα τελευταία περιλαμβάνουν φωτοβολταϊκά συστήματα ενσωματωμένα σε στέγες κατοικιών, μεγέθους 1,5 έως $20KW_p$ και τροφοδοτούν άμεσα τις καταναλώσεις του κτιρίου ενώ η πλεονάζουσα ενέργεια διοχετεύεται στο κεντρικό δίκτυο, μέσω μετρητή.

2.2.4.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων αριθμούνται παρακάτω:

1. Δεν καταναλώνουν καύσιμο
2. Κατά τη λειτουργία τους δε ρυπαίνουν το περιβάλλον μειώνοντας έτσι την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου
3. Δεν έχουν κινούμενα μέρη και παράγουν ισχύ αθόρυβα
4. Λόγω του σπονδυλωτού τρόπου κατασκευής τους τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να προσαρμοστούν σε όλες τις απαιτήσεις μεγέθους και ζήτησης ισχύος, επομένως είναι εύκολα επεκτάσιμα
5. Μπορούν εύκολα να λειτουργήσουν παράλληλα με άλλα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνοντας την αξιοπιστία των συστημάτων
6. Μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα και αξιόπιστα χωρίς την παρουσία κάποιου χειριστή παρουσιάζοντας τα υψηλότερα ποσοστά αξιοπιστίας από τις μονάδες ΑΠΕ
7. Έχουν πολύ μικρό κόστος λειτουργίας και συντήρησης
8. Οι εργασίες συντήρησης είναι περιορισμένες με περισσότερες απαιτήσεις για διατάξεις που χρησιμοποιούν Trackers για την παρακολούθηση της πορείας του ήλιου.
9. Λειτουργούν χωρίς προβλήματα, σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και κάτω από όλες τις καιρικές συνθήκες
10. Το ηλιακό κύτταρο έχει περιορισμένη αλλοίωση κατά την διάρκεια της λειτουργίας του και έχει επίσης μεγάλη διάρκεια ζωής
11. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη λεγόμενη «Διεσπαρμένη Παραγωγή Ενέργειας» (Distributed Power Generation), η οποία αποτελεί το νέο μοντέλο ανάπτυξης σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής

ηλεκτρικής ενέργειας με διασύνδεση, όπως εκείνη που παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα



Σχήμα 2.7 Μοντέλο διεσπαρμένης παραγωγής ενέργειας

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν και κάποια μειονεκτήματα.

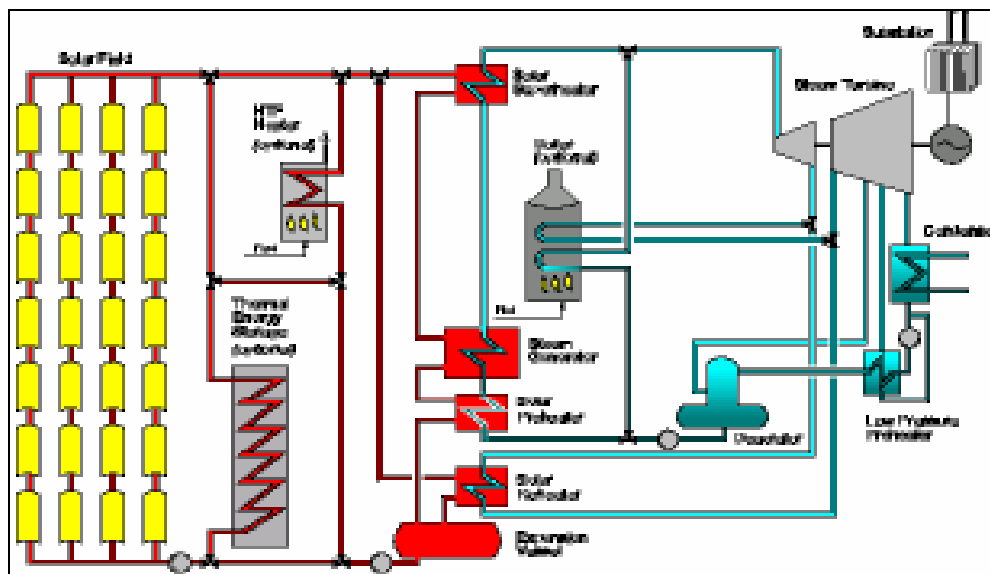
1. Εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες, ενώ η έξοδός τους μεταβάλλεται σημαντικά με τη νέφωση
2. Απαιτούν σημαντική έκταση γης για την εγκατάστασή τους
3. Η παραγωγή τους μηδενίζεται τις βραδινές ώρες
4. Έχουν μεγάλο κόστος κατασκευής[6]

2.3. Ηλιακά θερμικά συστήματα

Τα ηλιακά θερμικά συστήματα αξιοποιούν τη θερμότητα που παράγεται από την ηλιακή ακτινοβολία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τέτοια συστήματα αποτελούνται από μία μονάδα συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας και μετατροπής της σε θερμότητα και μία μονάδα μετατροπής της θερμικής ενέργειας σε ηλεκτρική, συνήθως μέσω ατμοστρόβιλου. Υπάρχουν 4 κατηγορίες συστημάτων συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας (CSP).

2.3.1. Συστήματα παραβολικών (Parabolic Trough System)

Τα κύρια μέρη ενός παραβολικού ηλιακού συστήματος είναι τα παραβολικά κάτοπτρα, οι σωλήνες μεταφοράς θερμότητας, που περιέχουν θερμο-απορροφητικό υλικό και ο ατμοστρόβιλος, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.



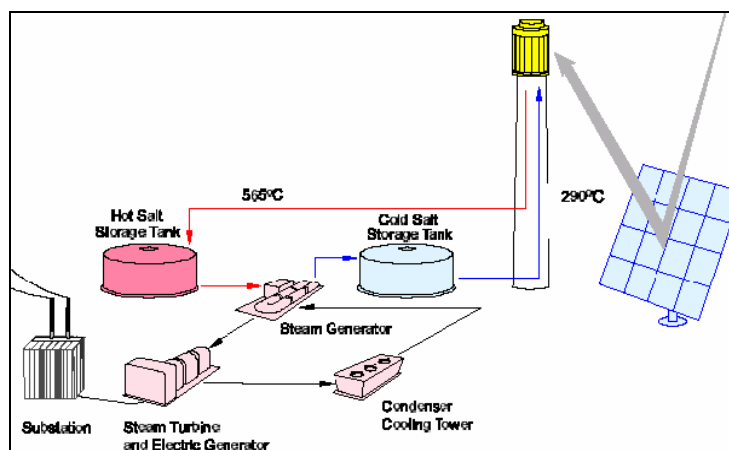
Σχήμα 2.8 Μοντέλο λειτουργίας σταθμού ηλεκτροπαραγωγής παραβολικών κατόπτρων

Η απορροφώμενη ηλιακή ενέργεια θερμαίνει το ειδικό υγρό που ρέει μέσα στους σωλήνες θερμικής απορρόφησης σε θερμοκρασία που φθάνει τους 400°C . Έπειτα, η θερμότητα αυτή χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού που κινεί τον ατμοστρόβιλο. Η απόδοση ισχύος ενός τέτοιου σταθμού ηλεκτροπαραγωγής κυμαίνεται από 25MW μέχρι 200MW στην αιχμή του.

Το κόστος επένδυσης ενός συστήματος παραβολικών κατόπτρων πλησιάζει τα 240 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο, ενώ μπορεί να μειωθεί μέχρι τα 110-130 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο για μακροπρόθεσμα υψηλή παραγωγή. Το κόστος κεφαλαίου για βραχυπρόθεσμους σταθμούς παραβολικών κατόπτρων κυμαίνεται μεταξύ 2.440-3.500 ευρώ KW_e .

2.3.2. Συστήματα ηλιακού πύργου (Solar Power Tower System)

Τα συστήματα ηλιακού πύργου διαθέτουν ένα δέκτη ηλιακής ακτινοβολίας στην κορυφή ενός πύργου, ο οποίος περιβάλλεται από εκατοντάδες κάτοπτρα (ηλιοστάτες).



Σχήμα 2.9 Μοντέλο λειτουργίας σταθμού ηλεκτροπαραγωγής ηλιακού πύργου

Στην παραπάνω εικόνα απεικονίζεται ένα σύστημα ηλιακού πύργου, το οποίο χρησιμοποιεί ως αποθηκευτικό μέσο της συλλεγόμενης θερμότητας του ηλιακού δέκτη, το λιωμένο άλας. Αυτή η μέθοδος αποθήκευσης θερμότητας θεωρείται ιδιαίτερα αποδοτική, καθώς το αλάτι είναι υγρό σε ατμοσφαιρική πίεση, έχει χαμηλό κόστος και είναι μη τοξικό.

Το κόστος κεφαλαίου ενός τέτοιου σταθμού ηλεκτροπαραγωγής πλησιάζει τα 2.700 ευρώ ανά KW_e , ενώ το κόστος εγκατάστασης του ηλιακού πεδίου κατόπτρων κυμαίνεται μεταξύ 140-220 ευρώ ανά KW_e . Τέλος το προβλεπόμενο κόστος λειτουργίας κυμαίνεται μεταξύ 14-20 σεντς ανά KWh .

2.3.3. Ηλιακοί δίσκοι (Dish Engine System)

Τα συστήματα ηλιακών δίσκων χρησιμοποιούν μεγάλης κλίμακας ηλιακά κάτοπτρα που σχηματικά μοιάζουν με δορυφορικά πιάτα μετάδοσης, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Σχήμα 2.10 Συστήματα ηλιακών παραβολικών δίσκων

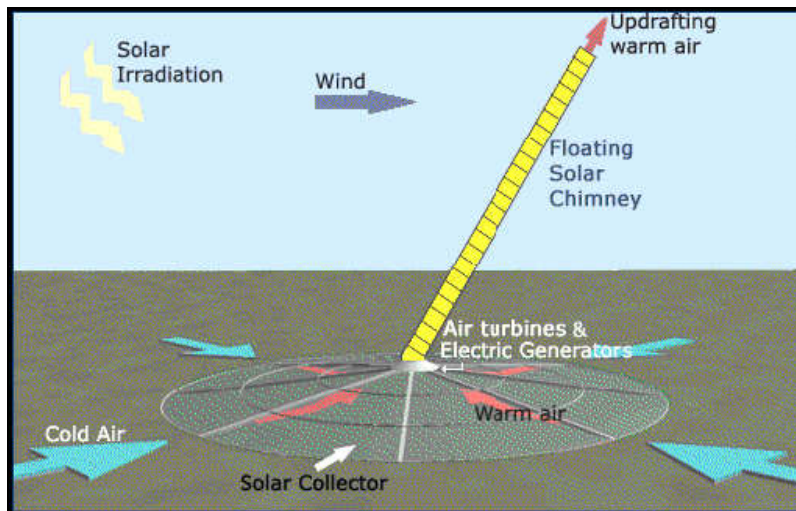
Τα πλεονεκτήματα ενός τέτοιου συστήματος βρίσκονται στην υψηλή αποδοτικότητά τους, στην υβριδική τους λειτουργία και στην ευελιξία τους. Ανάλογα με το σταθμό και την περιοχή εγκατάστασής τους, τα παραπάνω συστήματα καλύπτουν έκταση σχεδόν 10.000 τετραγωνικών μέτρων ανά εγκατεστημένο MW_e και κοστίζουν σχεδόν 10.000 ευρώ ανά KW_e για ηλιακά πρωτότυπα ή 1.000 ευρώ ανά KW_e για υβριδικά συστήματα μαζικής παραγωγής.

Το κόστος κεφαλαίου ενός ηλιακού δίσκου ισχύος $10KW_e$ είναι 10.000-14.000 ευρώ ανά KW_e , το οποίο ωστόσο μπορεί να μειωθεί μέχρι τα 7.100 ευρώ ανά KW_e για παραγωγή 100 ηλιακών δίσκων ανά έτος. Τέλος, το κόστος λειτουργίας είναι λιγότερο από 15 σεντς ανά KWh .

2.3.4. Ηλιακά αεροηλεκτρικά συστήματα (Solar Aero-Electric Power Plant)

Ένα ηλιακό αεροηλεκτρικό σύστημα αποτελείται από ένα κυκλικό συνήθως «θερμοκήπιο», με διάφανη οροφή που υψώνεται λίγα μέτρα πάνω από το έδαφος.

Στο κέντρο της ηλιακής οροφής βρίσκεται μία αιωρούμενη ηλιακή καμινάδα και στην βάση της είναι τοποθετημένοι αεριοστρόβιλοι και ηλεκτρικές γεννήτριες.



Σχήμα 2.11 Ηλιακό αεροηλεκτρικό σύστημα

Ο αέρας που περιέχεται μέσα στο θερμοκήπιο θερμαίνεται και οδηγείται στην ηλιακή καμινάδα, περνώντας από τον αεριοστρόβιλο και παράγοντας ηλεκτρικό ρεύμα.

2.3.5. Σύγκριση ηλιακών θερμικών συστημάτων

Τα συστήματα παραβολικών κατόπτρων είναι διασυνδεδεμένα στο κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης, επεξεργάζονται μέσο με υψηλό επίπεδο θερμοκρασιών και η μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύς μίας μονάδας μέχρι σήμερα φθάνει τα 80MW_e.

Τα συστήματα ηλιακού πύργου είναι επίσης συνδεδεμένα στο κεντρικό δίκτυο και επεξεργάζονται υψηλό επίπεδο θερμοκρασιών. Η μεγαλύτερη εγκατεστημένη ηλιακή ισχύς μίας μονάδας μέχρι σήμερα φθάνει τα 10MW_e.

Τα συστήματα παραβολικών δίσκων είναι απομονωμένα συστήματα ενέργειας εκτός δικτύου ή αποτελούν μέρη μεγάλων πάρκων παραγωγής το οποίο συνδέεται σε κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης. Η μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύς μονάδας δίσκου μέχρι σήμερα φθάνει τα 25KW_e.

	Παραβολικά κάτοπτρα	Ηλιακός πύργος	Παραβολικός δίσκος
Πλεονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none"> • Διαθέσιμα στο εμπόριο, πάνω από 12 δις KWh λειτουργικής εμπειρίας, θερμοκρασία λειτουργίας που φθάνει τους 500° C • Ποσοστό ετήσιας καθαρής αποδοτικότητας εγκαταστάσεων 14% • Εμπορικά αποδεδειγμένα κόστη κεφαλαίου και λειτουργιών • Διαμορφωσιμότητα • Καλύτερος παράγοντας χρήσης γης • Χαμηλότερη ζήτηση υλικών • Αποδεδειγμένη υβριδική λειτουργία • Αποθηκευτική δυνατότητα 	<ul style="list-style-type: none"> • Καλές ενδιάμεσες προοπτικές για υψηλή αποδοτικότητα μετατροπής, θερμοκρασία λειτουργίας που ξεπερνά τους 1.000° C • Αποθήκευση σε υψηλές θερμοκρασίες • Δυνατότητα υβριδικής λειτουργίας 	<ul style="list-style-type: none"> • Υψηλή αποδοτικότητα μετατροπής ενέργειας ποσοστού 30% • Διαμορφωσιμότητα • Δυνατότητα υβριδικής λειτουργίας • Λειτουργική εμπειρία πρώτων προγραμμάτων επίδειξης
Μειονεκτήματα	<p>Η χρήση των βασισμένων στο λάδι μέσων μεταφοράς θερμότητας περιορίζει τις θερμοκρασίες λειτουργίας σε 400° C, με συνέπεια τις μέτριες ιδιότητες του ατμού</p>	<p>Οι προβαλλόμενες ετήσιες τιμές απόδοσης, επένδυσης και το λειτουργικό κόστος χρειάζεται να αποδειχθεί σε εμπορικές χρήσεις</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Χρειάζεται βελτίωση της αξιοπιστίας • Οι προβαλλόμενοι στόχοι δαπανών μαζικής παραγωγής αναμένεται ακόμη να επιτευχθούν

Πίνακας 2.2 Παρουσίαση πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων τεχνολογιών CSP

2.3.6. Ηλιακά θερμικά συστήματα υπό ανάπτυξη

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά μερικών συστημάτων συγκεντρωμένης ηλιακής ενέργειας (CSP) σε διάφορες χώρες, καθώς και την εγκατεστημένη ισχύ που διαθέτουν και τους φορείς χρηματοδότησής τους [1].

Τοποθεσία	Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (MW _e)	Ηλιακή εγκατεστημένη ισχύς (MW _e)	Κύκλος	Εταιρείες χρηματοδότησης
Αλγερία	140	35	ISCC	NEAL
Liddell Power Station, NSW, Αυστραλία	2.000	50	Compact Linear Fresnel Reflector	Macquarie Solar Heat and Power
Kuraymat, Αίγυπτος	150	30	ISCC	NREA, GEF grant, JBIC loan
Mathania, Ινδία	140	30	ISCC	RREC (Rajasthan Renewable Energy Authority), GEF grant, KfW loan
Yazd, Ιράν	467	17	ISCC	Mapna, Iranian Ministry of Energy
Ισραήλ	100	100	SC	Israeli Ministry of National Infrastructure with Solel
Ιταλία	40	40	SC	ENEA
Baja California Norte, Μεξικό	291	30	ISCC	Open for IPP bids GEF grant
Ain Beni Mathar, Μαρόκο	220	30	ISCC	ONE, GEF grant, African Development Fund
Ισπανία	12x50	12x50	SC	Abengoa, ACS-Cobra, EHN-Solargenix, Iberdrola, HC-Genesa, Solar Millennium
Νεβάδα, ΗΠΑ	50	50	SG ₁ SEGS	Green pricing, consortium for renewable energy park Sierra Pacific Resources with Solargenix

Πίνακας 2.3 Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής συγκεντρωμένης ηλιακής ενέργειας[7]

Στα επόμενα κεφάλαια περιγράφονται με λεπτομέρεια τέτοιου είδους ηλιακές εφαρμογές σε χώρες της Μεσογείου[8,9].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΑΡΟΚΟ

3.1. Γενικά

3.1.1. Γενικά στοιχεία

Η παραγωγή ενέργειας και ειδικότερα ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί σημαντικό κομμάτι της Μαροκινής οικονομίας. 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, όπως φαίνεται από το Σχήμα 3.1.



Σχήμα 3.1 Χάρτης του Μαρόκου

Το Μαρόκο έχει έλλειψη ορυκτών πόρων σε αντίθεση με τη γειτονική Αλγερία, αλλά αφθονία ανανεώσιμων πόρων, από τους οποίους επωφελούνται εγκαταστάσεις, όπως υδροηλεκτρικοί σταθμοί παραγωγής της τάξης των 1.300MW και σταθμοί αιολικής ενέργειας υψηλών δυνατοτήτων, όπως ο Koudia Al Baïda κοντά στην Τετουάν ισχύος 50MW.

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

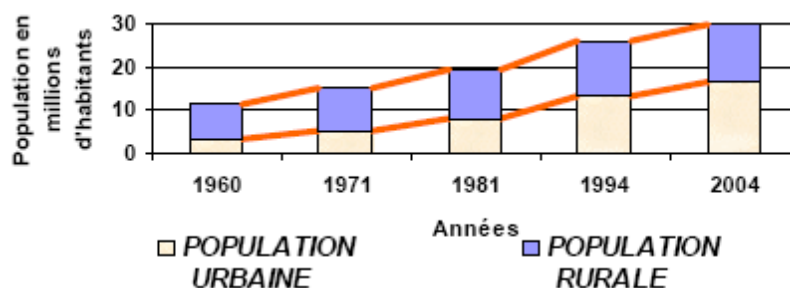
27% της εγχώριας εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου. Με σκοπό τη μείωση της επίδρασης στο περιβάλλον οι Μαροκινές αρχές έχουν αρχίσει να επικεντρώνονται στην κατασκευή αποδοτικότερων και λιγότερο ρυπογόνων εργοστασίων και κυρίως στην ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Το Μαροκινό δίκτυο ηλεκτροδότησης είναι συγκεντρωμένο έτσι ώστε να εξυπηρετεί κυρίως τα αστικά κέντρα και τις βιομηχανικές περιοχές. Περισσότερο από 50% του Μαροκινού πληθυσμού μένει σε αστικά κέντρα και σχεδόν το 95% αυτών είναι συνδεδεμένοι στο κεντρικό δίκτυο. Μέχρι το τέλος του 2004, ποσοστό 72% του αγροτικού πληθυσμού είχε πρόσβαση σε ηλεκτρικό ενώ απέμεναν 6 εκατομμύρια κάτοικοι χωρίς τροφοδότηση.

Ειδικότερα, ο αγροτικός πληθυσμός στο Μαρόκο παρουσιάζει μείωση από το 1960 μέχρι το 2004. Ωστόσο το ποσοστό που παραμένει και φθάνει το 44,9% το 2004 είναι αρκετά υψηλό. Παρακάτω φαίνεται ο αντίστοιχος πίνακας.

Έτος απογραφής	Πληθυσμός (εκ.κατοίκων)	Αστικός Πληθυσμός (%)	Αγροτικός Πληθυσμός (%)
1960	11,6	29%	71%
1971	15,4	35%	65%
1981	19,8	42,6%	57,4%
1994	26	51,55	48,5%
2004	29,9	55,1%	44,9%

Πίνακας 3.1 Αστικός και αγροτικός πληθυσμός την χρονική περίοδο 1960-2004 στο Μαρόκο



Σχήμα 3.2 Αστικός και αγροτικός πληθυσμός την χρονική περίοδο 1960-2004 στο Μαρόκο

Τέλος, οι αποστάσεις ανάμεσα στο κεντρικό δίκτυο της χώρας και τις απομακρυσμένες περιοχές είναι πολύ μεγάλες για να είναι εφικτή η σύνδεση τους με αυτό. Προς αυτή την κατεύθυνση, στο τέλος του 2006, το δίκτυο ηλεκτροδότησης ενισχύθηκε με την

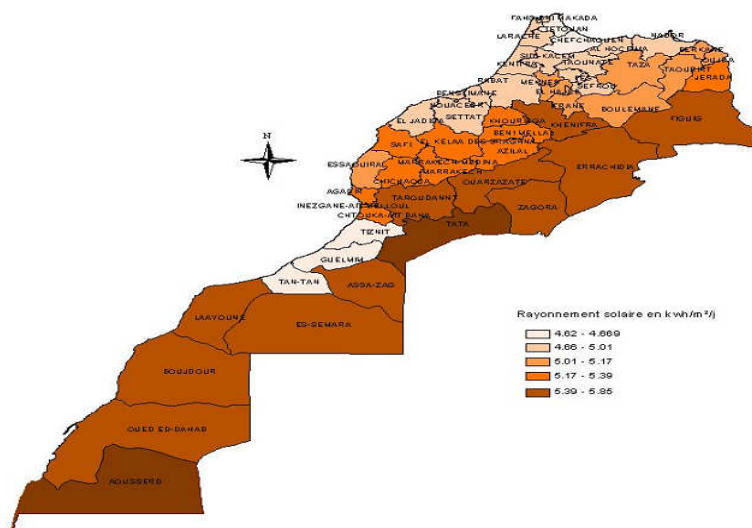
κατασκευή 29.993 χιλιομέτρων γραμμών μέσης τάσης και 79.413 χιλιομέτρων γραμμών χαμηλής τάσης καθώς και 15.193 μετασηματιστών.

3.2. Δυναμικό ΑΠΕ

Το Μαρόκο κατέχει ιδανική θέση για να ηγηθεί στην εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Αφρική και τη Μέση Ανατολή. Διαθέτει άφθονη ηλιακή ενέργεια για ανάπτυξη πολλών εφαρμογών με βάση τη φωτοβολταϊκή τεχνολογία. Ακόμη, ισχυροί άνεμοι που πνέουν από τον Ατλαντικό ωκεανό καθιστούν το Μαρόκο ιδανικό για εγκατάσταση αιολικών πάρκων. Πιο συγκεκριμένα, το Μαρόκο παρουσιάζει εξαιρετικό αιολικό δυναμικό, κυρίως στο βόρειο και νότιο τμήμα της χώρας, με ετήσιες μέσες ταχύτητες ανέμων 8-11m/s και 7-8,5m/s αντίστοιχα, οι οποίες παρατηρούνται κυρίως στις παράκτιες περιοχές. Ακόμη, με 4 μεγάλα ποτάμια και πολυάριθμα φράγματα, το Μαρόκο μπορεί να εκμεταλλευτεί την υδροηλεκτρική ενέργεια που προσφέρουν. Τέλος, 3.500 χιλιόμετρα ακτογραμμής και εγγύτητα στο «Ρεύμα των Καναριών» παρέχουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης της υδροηλεκτρικής και παλιρροιακής ενέργειας.

3.2.1. Ηλιακό δυναμικό

Υπολογίζεται ότι η ηλιακή ενέργεια που δέχεται το Μαρόκο σε καθημερινή βάση είναι 4,7-5,7 kWh όπως φαίνεται και στον επόμενο χάρτη ηλιακής ενέργειας της χώρας. Στο βόρειο τμήμα της χώρας παράγονται 2.800 ώρες τον χρόνο και στο νότιο τμήμα 3.000 ώρες τον χρόνο αντίστοιχα.



Σχήμα 3.3 Ηλιακός χάρτης του Μαρόκου

Με πρωτεύουσα το Ραμπάτ και δύο κύριες πόλεις, τη Ταγγέρη και το Μαρακές στο βόρειο και το νότιο τμήμα αντίστοιχα, παραθέτουμε τον παρακάτω πίνακα με τις συντεταγμένες των πόλεων.

ΠΟΛΗ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ
Ραμπάτ	34° 02' N	06° 51' W
Ταγγέρη	35° 47' N	05° 48' W
Μαρακές	31° 38' N	08° 00' W

Πίνακας 3.2 Συντεταγμένες κύριων πόλεων του Μαρόκου

Λόγω της τοποθεσίας του, το Μαρόκο δέχεται υψηλή ηλιακή ακτινοβολία. Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα HOMER υπολογίσαμε την ετήσια παραγόμενη ενέργεια από ένα μέσο Φ/Β ισχύος 1KW σε οριζόντιο επίπεδο, στις κυριότερες πόλεις της χώρας.

HOMER RESULTS		
ΠΟΛΗ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ (ΠΛΑΤΟΣ/ΜΗΚΟΣ)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kWh/yr)
Ραμπάτ	34° 02' N / 06° 51' W	1,529
Ταγγέρη	35° 47' N / 05° 48' W	1,510
Μαρακές	31° 38' N / 08° 00' W	1,649

Πίνακας 3.3 Ετήσια παραγόμενη ενέργεια στις κυριότερες πόλεις του Μαρόκου

3.2.1.1. Ηλιακές εφαρμογές στο Μαρόκο

Οι κλιματικές συνθήκες στο Μαρόκο ευνοούν την χρήση ηλιακών εφαρμογών.

3.2.1.1.1. Ηλιακοί συλλέκτες

Οι ηλιακοί συλλέκτες είναι αποδοτικές συσκευές που χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε χώρες με υψηλή ηλιοφάνεια για θέρμανση και ψύξη. Το Μαρόκο αποτελεί μία από τις 13 χώρες MPC (Mediterranean Partners Countries) της κοινοπραξίας SOLATERM. Πρόκειται για μία κοινοπραξία ερευνητικών οργανισμών, τοπικών αρχών και ενεργειακών επιχειρήσεων που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Στόχος του προγράμματος της SOLATERM είναι η προώθηση μιας νέας γενιάς ηλιοθερμικών συστημάτων στη Μεσόγειο και η ενίσχυση της συνεργασίας και της έρευνας ανάμεσα στο πεδίο της θέρμανσης και του ηλιακού κλιματισμού στις MPC και την Ευρωπαϊκή Ένωση[10].



Σχήμα 3.4 Ηλιακά συστήματα στην οροφή κτιρίου

Το Μαρόκο στηρίζει την διάδοση των ηλιοθερμικών συστημάτων προκειμένου να αναπτυχθούν εναλλακτικές λύσεις στην παροχή ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, η τεχνολογία των ηλιακών θερμοσίφωνων έχει χρησιμοποιηθεί σε πιλοτικά προγράμματα κατασκευής κτιρίων στη Ραμπάτ και το Μαρακές. Τέτοιες κατασκευές αφορούν στην ενσωμάτωση ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού καθώς και για τη ψύξη και θέρμανση του κτιρίου. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το ηλιοθερμικό σχέδιο του νοσοκομείου στην επαρχία Beni Mellal. Οι συνολικές ηλιακές εγκαταστάσεις του νοσοκομείου αποτελούνται από 68m² και προσφέρουν πάνω από 5.000 λίτρα νερού στην θερμοκρασία των 55°C, μειώνοντας ταυτόχρονα τις εκπομπές CO₂ κατά 56 τόνους τον χρόνο[11].

3.2.1.1.2. Φ/Β διασυνδεδεμένα στο δίκτυο

Συστήματα φωτοβολταϊκών πάνελ τα οποία συνδέονται στο κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης, είναι αρκετά διαδεδομένα στο Μαρόκο. Τέτοιες ημιαυτόνομες εφαρμογές χρησιμοποιούνται συνήθως για εξυπηρέτηση των καταναλωτών του κεντρικού δικτύου σε ώρες αιχμής καθώς και για αποθήκευση ενέργειας.

3.2.1.1.3. Φ/Β σε απομακρυσμένες περιοχές

Την τελευταία δεκαετία, τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται για αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση αγροτικών περιοχών. Στα πλαίσια του προγράμματος εξηλεκτρισμού απομακρυσμένων περιοχών, για τις οποίες είναι οικονομικά ασύμφορη η σύνδεση στο κεντρικό δίκτυο, η πρωτοβουλία εγκατάστασης φωτοβολταϊκών κιτ έχει συμβάλει στην ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας και κυρίως στη βελτίωση της καθημερινής ζωής των κατοίκων. Περισσότερες λεπτομέρειες για αυτές τις εγκαταστάσεις στις ενότητες 3.4 και 3.5.

3.3. Παράγοντες και δομή αγοράς για ΑΠΕ

Ιδιαίτερη ανάπτυξη έχει παρουσιάσει τα τελευταία χρόνια η αγορά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Μαρόκο. Έτσι, έχουν δημιουργηθεί νέοι δημόσιοι οργανισμοί όπως και ιδιωτικοί για την εκμετάλλευση και προώθησή τους.

3.3.1. Δομή αγοράς ηλεκτρισμού για ΑΠΕ

Η αγορά ηλεκτρισμού στο Μαρόκο παραδοσιακά ελέγχεται από το κρατικό Εθνικό Γραφείο Ηλεκτρισμού (Office National de l'Electricité – ONE), το οποίο αναδιοργανώθηκε το 1995 από την κυβέρνηση. Το ONE (Office National de l'Electricité) είναι ο πρωταρχικός χειριστής στον τομέα παροχής ηλεκτρισμού. Το ONE εξασφαλίζει την οργάνωση και πραγματοποίηση ηλεκτροδοτικών προγραμμάτων και είναι συνυπεύθυνο για την επιχορήγηση αδειών. Ένας ακόμη παράγοντας της ενεργειακής αγοράς είναι το υπουργείο Ενέργειας και Ορυκτού Πλούτου (MEM), το οποίο είναι υπεύθυνο για τον ενεργειακό προγραμματισμό στο Μαρόκο καθώς και για την έγκριση κάθε επιχορήγησης για τον ενεργειακό τομέα. Το CDER (Centre de Développement des Energies Renouvelables) ευθύνεται για προγράμματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς και για την πραγματοποίηση και συνέχιση τους στο Μαρόκο. Τέλος, εταιρείες εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως η Temasol αναλαμβάνουν έργα απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης. Πιο συγκεκριμένα, η Temasol αναλαμβάνει τη μελέτη, προμήθεια και εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών κιτ, καθώς και υπηρεσίες συντήρησης και εξυπηρέτησης πελατών ακόμα και 10 έτη μετά την εγκατάσταση. Περισσότερες λεπτομέρειες για το ρόλο της Temasol στην απομακρυσμένη ηλεκτροδότηση, καθώς και εκτενή περιγραφή του έργου της, παρουσιάζονται στην παράγραφο 1.5.

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω της οικονομικής ανάπτυξης και του αυξανόμενου πληθυσμού της χώρας. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την επιθυμία να ελεγχθεί η δημόσια δαπάνη, οδήγησαν τη μαροκινή κυβέρνηση να στραφεί προς τον ιδιωτικό τομέα. Έτσι το κρατικό μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται να μειωθεί κατά 40% μέχρι το έτος 2020, ενώ το ONE θα παραμένει υπεύθυνο για τη διανομή και μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας στο Μαρόκο. Πιο συγκεκριμένα, το 1991 ο δεύτερος μεγαλύτερος σταθμός ηλεκτρικής παραγωγής στο Jorf Lasfar ιδιωτικοποιήθηκε για πρώτη φορά από την κυβέρνηση του Μαρόκου. Η Αμερικανο-Ελβετική κοινοπραξία, η οποία πλέον διαχειρίζεται το σταθμό των 1.400MW, αποτελείται από την CMS Generation Co. και την Asea Brown Boveri (ABB).

Το 2004, το ONE ανακοίνωσε σχέδιο ανάπτυξης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με χρηματοδότηση 3,4 δις δολαρίων. Ο στόχος ήταν ο εξηλεκτρισμός απομακρυσμένων αγροτικών περιοχών μέχρι το έτος 2008, αυξάνοντας ταυτόχρονα το ποσοστό χρήσης ΑΠΕ από 0,24 % το 2003 σε 10% το 2011. Στα πλαίσια του σχεδίου, είναι η κατασκευή 2 νέων αιολικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρισμού 60W στην Essaouira και 140W κοντά στην Ταγγέρη. Ακόμη το 2004, το ONE επέλεξε την εταιρεία Temasol για να εκτελέσει ένα πρόγραμμα εξηλεκτρίσεως, παρέχοντας ηλιακή ενέργεια σε 37.000 απομακρυσμένες αγροτικές κατοικίες μέχρι το 2007, με χρηματοδότηση 27,6 εκ. δολαρίων. Ανάλογα συμβόλαια αποδόθηκαν επίσης το Μάιο του 2002 στην κοινοπραξία της Total Energie και τον Ιανουάριο του 2004 στην Apex-BP.

3.3.2. Τα κυριότερα προγράμματα ανάπτυξης ΑΠΕ

Στα πλαίσια της εθνικής ενεργειακής πολιτικής του Μαρόκο είναι η διαφοροποίηση των ενεργειακών του πόρων με τη συμβολή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μέχρι το 2012. Πιο συγκεκριμένα προβλέπεται συνεισφορά

- 10% στον ενεργειακό τομέα
- 20% στον ηλεκτρισμό

Τα κύρια προγράμματα για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παρατίθενται παρακάτω:

- Αιολική Ενέργεια
Πρωτοβουλία για χρήση 1.000W αιολικής ενέργειας, η οποία περιλαμβάνει 124MW σε λειτουργικά αιολικά πάρκα, 140MW σε κατασκευές και 300MW σε έργα αφαλάτωσης και ηλιοθερμικά εργοστάσια
- Ηλιοθερμική ενέργεια
Έρευνα αγοράς και ανάπτυξη σχεδίων ηλιακής θέρμανσης νερού με την βοήθεια μηχανισμών χρηματοδότησης όπως ο FOGEEER (Fonds de Garantie des Efficacités et Energies Renouvelables), ο οποίος ξεκίνησε ως προσπάθεια του CDER να προσφέρει τα απαραίτητα κονδύλια για την ανάπτυξη σχεδίων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Ξυλεία ως καύσιμο
Νέες βελτιωμένες τεχνολογίες καύσης ξυλείας αναπτύσσονται σε χαμάμι και σε παραδοσιακούς φούρνους αγγειοπλαστικής, με 50% λιγότερη κατανάλωση ξυλείας και αυξημένη απόδοση ενώ ταυτόχρονα γίνονται φιλικές προς το περιβάλλον.
- Ενεργειακή διαχείριση σε κτίρια
Εισαγωγή θερμικών κανονισμών σε κτίρια έτσι ώστε να αυξηθεί η αποδοτικότητα της ενεργειακής τους χρήσης. Αυτό περιλαμβάνει νέες μεθόδους μόνωσης και χρήση ηλιακών συστημάτων για τη θέρμανση και ψύξη του κτιρίου.

3.4. Αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση-Καλές Πρακτικές

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.

3.4.1. 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.

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

Πίνακας 3.4 Πορεία αυτόνομων συστημάτων

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 ενεργητικούς, 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' Electricite), 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[12].

3.4.2. 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 ηλέκτρισης 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.

1^η Φάση του PNER

Σύμφωνα με την απόφαση της Διυπουργικής Αγροτικής Επιτροπής Ηλέκτρισης (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).

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.

3.4.3. Το παγκόσμιο πρόγραμμα εξηλεκτρισμού απομακρυσμένων περιοχών (PERG)

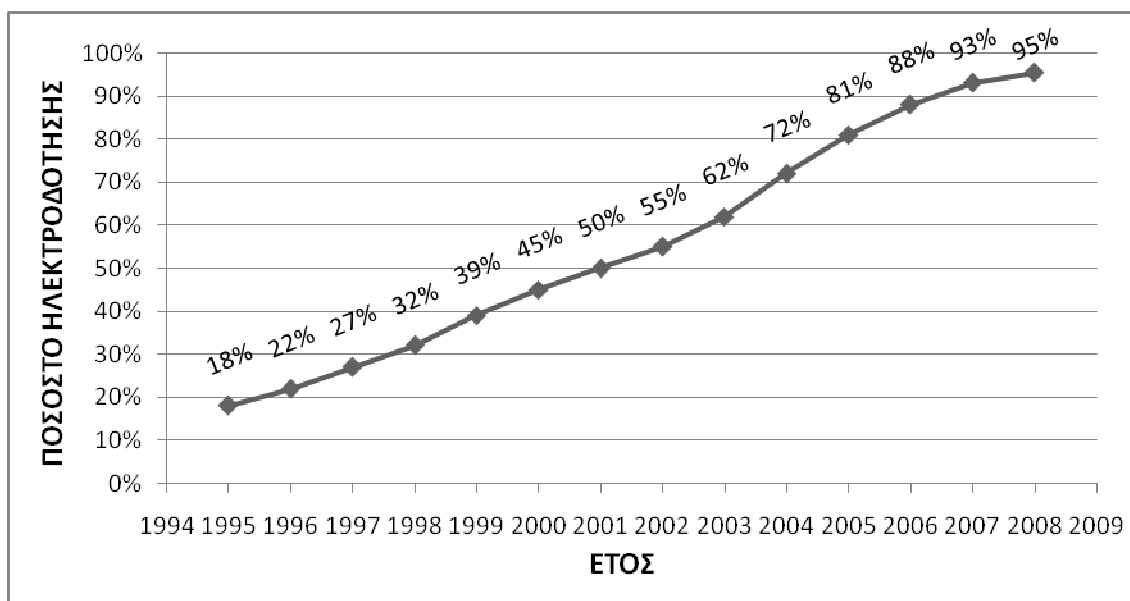
Πριν το 1996 η απομακρυσμένη ηλεκτροδότηση πραγματοποιούνταν στα πλαίσια των ακόλουθων προγραμμάτων

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.

3.4.3.1. Πορεία 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 πορεία του PERG τα τελευταία χρόνια υπήρξε εντυπωσιακή, όπως φαίνεται και από το παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 3.5 Πορεία 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 αλματωδώς 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.

3.4.3.2. Οργάνωση και λειτουργία του PERG

Το PERG ακολουθεί τρεις γενικούς άξονες οικουμενικότητας

- Εδαφική, αποσκοπώντας στην παγκόσμια ηλεκτροδότηση απομακρυσμένων περιοχών
- Τεχνική, ενσωματώνοντας το σύνολο των διαθέσιμων τεχνολογιών ηλεκτροδότησης

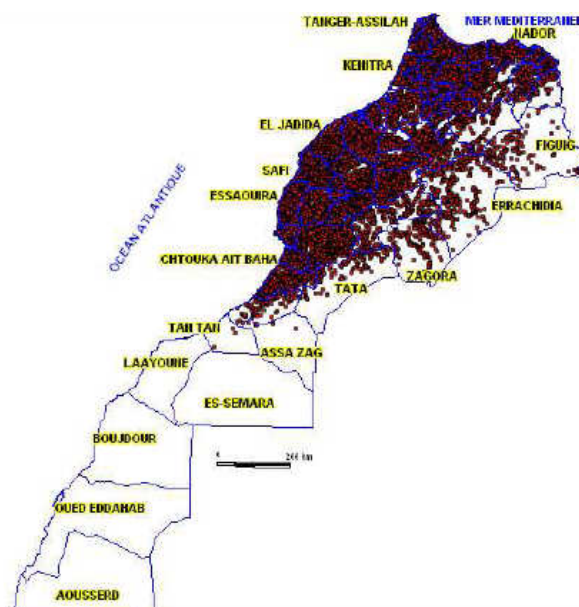
Αξιοποιώντας το άφθονο ηλιακό δυναμικό που διαθέτει το Βασίλειο του Μαρόκο, χρησιμοποίησε φωτοβολταϊκά κιτ για την ηλεκτροδότηση απομακρυσμένων επαρχιών. Ακόμη, εισήγαγε την χρήση των λογισμικών ανάλυσης δικτύων διανομής LVPLAN, CAMELIA, CYMDIST.

- 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.

3.4.3.3. Γεωγραφική θέση των χωριών σε σχέση με το δίκτυο MT

Για την βελτιστοποίηση των επιλογών ηλεκτροδότησης κάθε περιοχής του Βασιλείου του Μαρόκο, έγινε χρήση του συστήματος GIS (Geographic Information System). Ειδικότερα, πρόκειται για ένα πληροφοριακό εργαλείο το οποίο επιτρέπει την παρουσίαση των γεωγραφικών χαρακτηριστικών μιας περιοχής με βάση τα δεδομένα που εισάγονται στο σύστημα. Το σύστημα παράγει χάρτες όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, ανανεώνοντας έτσι καθημερινά την τράπεζα πληροφοριών για τις ερευνόμενες περιοχές.

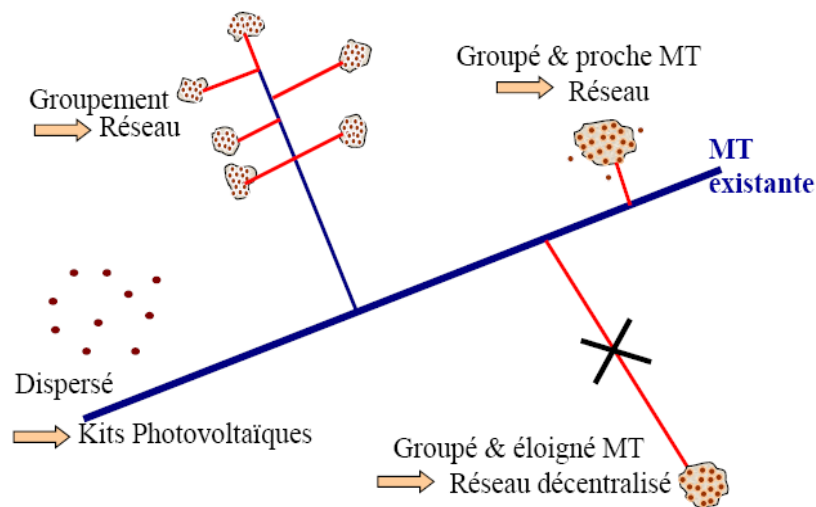


Σχήμα 3.6 Χάρτης συγκέντρωση χωριών στο Μαρόκο

Η σχετική θέση των χωριών με το δίκτυο MT μπορεί να παρουσιαστεί με τα ακόλουθα σχήματα:

- Ομαδοποιημένο χωριό κοντά στο δίκτυο MT
- Διασκορπισμένο χωριό κοντά ή μακριά από το δίκτυο MT
- Ομαδοποιημένο και απομονωμένο χωριό, μακριά από το δίκτυο MT
- Ομάδα χωριών απομακρυσμένη από το δίκτυο MT

Τα παραπάνω φαίνονται στο επόμενο σχήμα που παρουσιάζει το παραπάνω μοντέλο



Σχήμα 3.7 Μοντέλο της θέσης των απομακρυσμένων χωριών στο Μαρόκο σε σχέση με το δίκτυο MT

3.4.3.4. Χρήση φωτοβολταϊκών κιτ για την ηλεκτροδότηση απομακρυσμένων επαρχιών

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

Η εγκατάσταση των παραπάνω κιτ γίνεται σε κατοικίες για τις οποίες το κόστος σύνδεσης στο διασυνδεδεμένο δίκτυο υπερβαίνει τα 2.400 Ευρώ. 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.

3.4.3.5. 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 Αμοιβής 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 κιτ 16.000 κατοικιών, δηλαδή σχεδόν 100.000 κατοίκων στην κεντρική περιοχή της χώρας. Για το 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 κιτ 50 Watt περιλαμβάνει την προπληρωμή 700DH αποκλείοντας φόρους και μηνιαία κατάθεση των 65DH αποκλείοντας φόρο 10 χρόνων. Διατίθενται επίσης και κιτ 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)[13] 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 κιτ 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 Aït 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.

3.4.3.6. 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 παρακάτω πίνακα

ΕΤΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗ		2005	2006	2007	Συνολικά
	ΔΙΚΤΥΟ	Χωριά	4.000	4.500	5.150
Νοικοκυριά		200.000	206.000	206.000	612.000
	Χωριά	1.400	1.480	1.800	4.680

ΗΛΙΑΚΗ	Νοικοκυριά	22.000	29.500	41.600	93.100
	Χωριά	5.400	5.980	6.950	18.330
Συνολικά	Νοικοκυριά	222.000	235.500	247.600	705.100

Πίνακας 3.5 Στόχοι μέχρι το έτος 2007 για την απομακρυσμένη ηλεκτροδότηση

3.4.3.7. Άλλα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης στο Μαρόκο

Εκτός από φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, κατασκευάστηκαν έργα αξιοποίησης και άλλων μορφών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για τις ανάγκες των παραπάνω περιοχών τα οποία και αναλύονται στις παραγράφους που ακολουθούν.

3.4.3.7.1. 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 οδήγησαν το CDER να ενισχύσει προγράμματα αποκεντρωμένης ηλεκτροδότησης για απομακρυσμένες περιοχές του Μαρόκου με τη χρήση υδροηλεκτρικών έργων.

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.

3.4.3.7.2. Πρόγραμμα αιολικών συστημάτων του PERG

Το 2000, το PERG πέτυχε την ηλεκτροδότηση 71 κατοικιών στην περιοχή Moulay Bouzerktoune στην επαρχία Essaouira με μία ανεμογενήτρια 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.

3.4.3.7.3. 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 Titoyu στην περιοχή Chefchaouen στα πλαίσια της Μαροκινής και Ισπανικής συνεργασίας.

3.4.3.8. 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

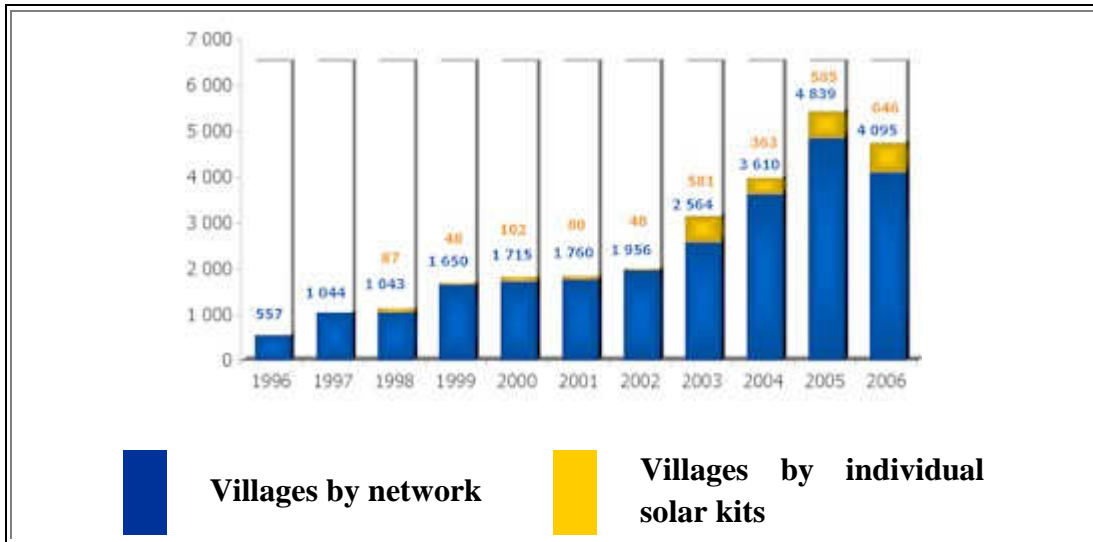
3.4.3.9. Αποτελέσματα του PERG

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%.

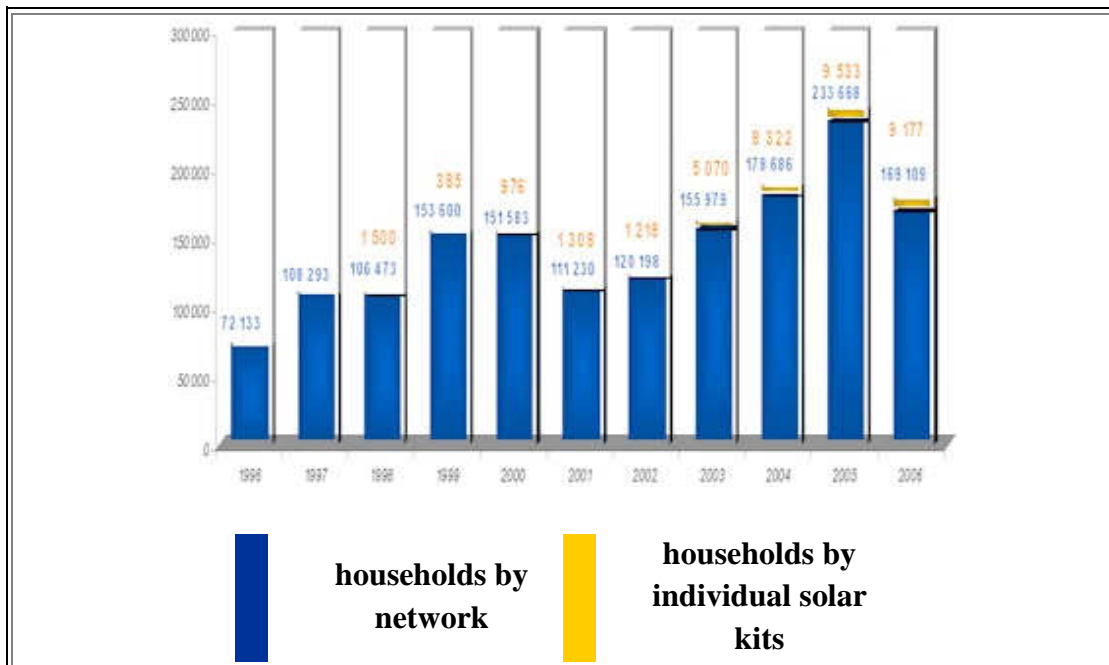
Αυτή η πρόοδος πραγματοποιήθηκε λόγω της εφαρμογής κάποιων πρόσθετων μέτρων τα οποία περιλαμβάνουν

- Βελτιωμένες προδιαγραφές όσον αφορά στην απλοποίηση των διαδικασιών αποδοχής και των μεθόδων πληρωμής.
- Διοικητικό έλεγχο αποκεντρωμένης εργασίας από τις Περιφερειακές Τεχνικές Υπηρεσίες
- Απλοποίηση διοικητικών εργασιών συμβάσεων
- Ποιοτικό έλεγχο εργασιών που ολοκληρώνονται

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



Πίνακας 3.6 Ετήσια πρόοδος ηλεκτροδότησης στα χωριά



Πίνακας 3.7 Ετήσια πρόοδος ηλεκτροδότησης σε κάθε κατοικία

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.

3.4.3.9.1. 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,

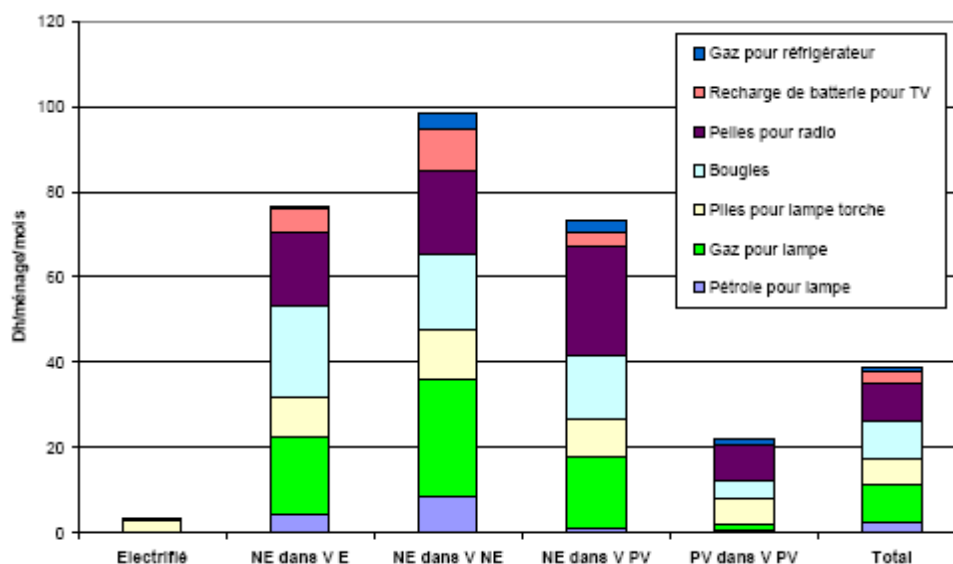
ποσοστό 56% των ηλεκτροδοτούμενων νοικοκυριών εργάζονται πλέον και τις νυχτερινές ώρες, σε αντίθεση με ποσοστό 41% των νοικοκυριών που δεν διαθέτουν ηλεκτρικό.

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 κατάλυξης 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 εξηλεκτρίσης PERG, πολλά νοικοκυριά παρατηρούν αρκετά μειωμένες δαπάνες σε ενεργειακή κατανάλωση, λόγω της υποκατάστασης πολλών εναλλακτικών ενεργειακών μορφών που χρησιμοποιούνταν προηγουμένως. Αυτό φαίνεται λεπτομερώς στο επόμενο διάγραμμα.



Σχήμα 3.8 Υποκατάσταση διάφορων μορφών ενέργειας μετά το PERG

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.

3.4.3.9.2. 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[14],[15].



Σχήμα 3.9 Μελέτη παιδιού κατά τις νυχτερινές ώρες

3.4.4. Άλλα προγράμματα

3.4.4.1. The Village Power

Τον Οκτώβριο του 2002 ξεκίνησε ένα πιλοτικό πρόγραμμα ηλεκτροδότησης σε δύο διαφορετικά μαροκινά χωριά, υπό την αιγίδα της Ισπανικής και Μαροκινής συνεργασίας, για την ενίσχυση των σχεδίων χρηματοδότησης που βασίζονται σε επιχορηγήσεις για εξοπλισμούς παραγωγής. Το πρόγραμμα παρέχει σήμερα ηλεκτροδότηση σε 12 χωριά στις βόρειες επαρχίες τα οποία ανιπροσωπεύουν 2.500

κατοικίες, όπως οι Chefchaouen και Taounate, με τη χρήση συγκεντρωμένων υβριδικών PV-diesel συστημάτων.

3.4.4.2. SAER (Schéma d'Approvisionnement Energétique Régional)

Το SAER τέθηκε σε εφαρμογή με την συνεργασία της GTZ (German Technical Service), μίας διεθνούς συμβουλευτικής επιχείρησης με έδρα την Γερμανία, στα πλαίσια του Special Energy Program (PSE). Ξεκινώντας από την επαρχία της Kenitra, το πρόγραμμα έδωσε ώθηση στη χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ για φωτισμό και οπτικοακουστικό εξοπλισμό σε πάνω από 400 κατοικίες.

3.4.4.3. PRER (Programme Pilote de Pré-Electrification Rurale)

Το αγροτικό πιλοτικό πρόγραμμα απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης PRER, προωθήθηκε το 1995 στα πλαίσια συνεργασίας μεταξύ του Μαρόκου και της Γαλλίας. Συγκεκριμένα, τα μέλη που σχηματίζουν την παραπάνω συμφωνία είναι η Μαροκινή Γενική Διεύθυνση Τοπικών Κοινοτήτων (DGCL), το Μαροκινό Υπουργείο Ενέργειας και Ορυκτού Πλούτου και το Γαλλικό Υπουργείο Εξωτερικών με την βοήθεια του Γαλλικού Οργανισμού Ανάπτυξης (AFD) και την Γαλλική Αντιπροσωπεία για το Περιβάλλον και τη Διαχείριση της Ενέργειας (ADEME). Το πρόγραμμα αφορά τον ενεργειακό εξοπλισμό 240 χωριών διεσπαρμένα στις επαρχίες Azilal, Errachidia και Safi ενώ δέχεται Μαροκινο-Γαλλική χρηματοδότηση.

Η πρώτη φάση ολοκληρώθηκε το 1995 και στόχευε στον εξοπλισμό 30 χωριών μέσω αποκεντρωμένων συστημάτων, βασισμένα κατά 70% στην χρήση ηλιακής ενέργειας με τις ακόλουθες τεχνολογίες

- Μεμονωμένα ηλιακά συστήματα
- Ηλιακά συστήματα με συσσωρευτές
- Επέκταση του κεντρικού δικτύου με μικρότερα δίκτυα χρησιμοποιώντας τεχνολογία Mini-grid GE, MCH

3.4.4.4. VER (Valorisation de l'Electrification Rurale)

Το σχέδιο VER (Valorisation de l'Electrification Rurale) είναι ένα νέο πρόγραμμα του ONE το οποίο παρατείνει το πρόγραμμα PERG. Ειδικότερα, φιλοδοξεί να πραγματοποιήσει τις κατάλληλες υποδομές στα πλαίσια του PERG, που βελτιώνουν την κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη των απομακρυσμένων αγροτικών περιοχών στο Μαρόκο.

Το VER βασίζεται σε 3 κύριους στόχους, την αξιοποίηση του δυναμικού με την δημιουργία και προώθηση δραστηριοτήτων γύρω από το αγροτικό δίκτυο ηλεκτροδότησης, την αξιοποίηση των υπηρεσιών, αναπτύσσοντας και βελτιώνοντας τις προσφερόμενες υπηρεσίες προς τους πελάτες (προπληρωμή, εξωτερικές εισπράξεις) αλλά και προς τους συνεργαζόμενους χειριστές (π.χ. Temasol) και την αξιοποίηση της εμπειρίας από το PERG. Πιο συγκεκριμένα, το τελευταίο περιλαμβάνει την κατασκευή

του υβριδικού ηλιοθερμικού σταθμού παραγωγής Ain Béni Mathar στην περιοχή Oujda, ισχύος 470MW, ο οποίος πρόκειται να τεθεί σε λειτουργία τον Απρίλιο του 2010. Πρόκειται για τον πρώτο ηλιοθερμικό σταθμό ηλεκτροπαραγωγής συνδυασμένου κύκλου παγκοσμίως, που χρησιμοποιεί ποσοστό 80% φυσικό αέριο και 20% ηλιακή ενέργεια από παραβολικούς συλλέκτες (troughs), έκτασης 183.000m². Η λειτουργία του σταθμού θα μειώσει την εκπομπή αερίων CO₂ κατά 33.500 τόνους ετησίως.

3.5. Το πρόγραμμα απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης της TEMASOL

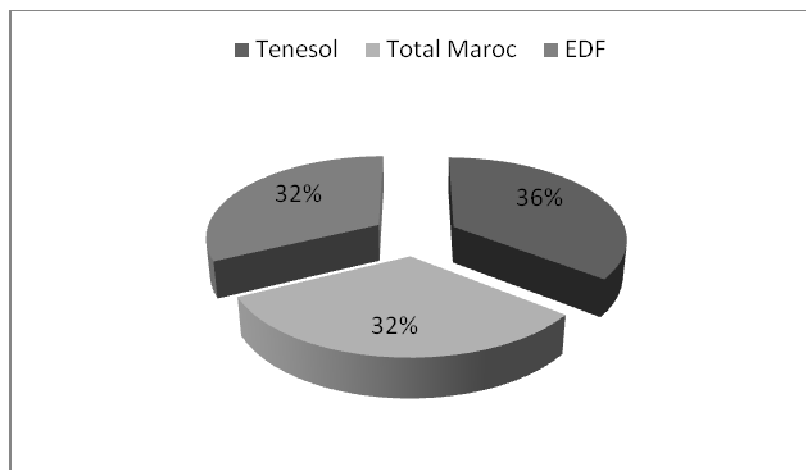
Η χρήση της ηλιακής ενέργειας αποδεικνύεται χρήσιμη και βιώσιμη λύση για τους κατοίκους των απομακρυσμένων περιοχών του Μαρόκου, όπου η σύνδεση στο διασυνδεδεμένο δίκτυο είναι ασύμφορη. Ωστόσο, για την ανάπτυξη ενός τέτοιου μοναδικού προγράμματος ηλεκτροδότησης με φωτοβολταϊκά χρειάζεται πρωτοβουλία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

3.5.1. 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.

3.5.1.1. 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. Τέλος, η TENESOL είναι μία κοινή θυγατρική της EDF και της Total. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η κατανομή των μετόχων.



Σχήμα 3.10 Κατανομή των μετόχων στην Temasol

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.

3.5.1.2. Το θεσμικό πλαίσιο

Το ONE αποφάσισε να εκμεταλλευτεί την ηλιακή ενέργεια προκειμένου να διευρυνθούν τα γεωγραφικά όρια ηλεκτρίσης των απομακρυσμένων περιοχών και να επιτρέψει σε όλους τους κατοίκους που ζουν σε αυτές να αποκτήσουν πρόσβαση σε βασικές υπηρεσίες. Λαμβάνοντας υπόψη την ιδιομορφία αυτού του τύπου ενέργειας, το ONE κάλεσε εξειδικευμένους επαγγελματίες σε μία ιδιωτική-δημόσια συνεργασία.

Η Temasol, ο χειριστής της ηλιακής ενέργειας διαθέτει την απαραίτητη εξειδίκευση και εξασφαλίζει πλήρεις υπηρεσίες προσαρμοσμένες στις ιδιαίτερες τεχνικές, γεωγραφικές και κοινωνικές συνθήκες των αγροτικών περιοχών στο Μαρόκο. Το ONE εξασφαλίζει την γενική συνοχή της ηλεκτροδότησης και προσδιορίζει τις περιοχές στις οποίες προσαρμόζονται οι ηλιακές εφαρμογές. Αυτές οι επιλογές γίνονται επίσημες μέσω συμφωνιών με τις σχετικές κοινότητες. Το ONE καθορίζει λοιπόν τις προδιαγραφές, επιλέγει και εξουσιοδοτεί τον ηλιακό χειριστή και ελέγχει την ικανοποίηση των πελατών από την χρήση των ηλιακών εφαρμογών. Το μέγεθος της αγοράς ελαχιστοποιεί το κόστος του προγράμματος και τις δαπάνες των παρεχόμενων υπηρεσιών και σε συνδυασμό με την παροχή χρηματοδότησης από το ONE επιτρέπει στον ενεργειακό χειριστή TEMASOL, να επιβάλλει δίκαιες τιμές για την ηλεκτροδότηση. Τέλος, η ανάπτυξη τέτοιων ηλιακών συμβάσεων έχει διευκολυνθεί σημαντικά από την συνεργασία του ONE με την μαροκινή ένωση Amisole, που αντιπροσωπεύει τις εταιρείες που ασχολούνται με την ηλιακή ενέργεια και την εφαρμογή φωτοβολταϊκών τεχνολογιών.

3.5.2. Η λειτουργία της TEMASOL

Η TEMASOL προσφέρει οικιακές ενεργειακές υπηρεσίες που βασίζονται σε φωτοβολταϊκά κιτ. 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.

Τα παραπάνω φαίνονται σχηματικά και στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 3.10 Οι φάσεις 1,2 του προγράμματος Temasol

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, γλόμπι) 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. Στην 1^η φάση η Temasol είχε

- 83 άμεσους υπαλλήλους, 17 από τους οποίους βρίσκονταν στα κεντρικά γραφεία και 66 σε τοπικά
- 31 υπεργολάβους για να συμπληρώσουν τις ομάδες εγκαταστάσεων
- 1 κεντρικό γραφείο και 7 τοπικά στις ενδιαφερόμενες περιοχές
- 24 οχήματα
- Υπολογιστικά προγράμματα λογιστικής και πελατειακής υποστήριξης καθώς και για την συντήρηση
- Ποσοστό πληρωμών 99% λόγω της αποσυναρμολόγησης του εγκατεστημένου εξοπλισμού μετά την πάροδο 2 μηνών αποτυχίας πληρωμής
- Διαδικασίες που προσαρμόζονται στο επιχειρηματικό σχέδιο, διατηρώντας το οικονομικά βιώσιμο

Η 2^η 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.

3.5.2.2. Το κόστος των πελατών

Κάθε πελάτης πληρώνει μία αρχική αμοιβή 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

ΦΑΣΗ	ΙΣΧΥΣ PV (Watt)	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	ΑΜΟΙΒΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ (DH)	ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΜΟΙΒΗ (DH)
1 ^η	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
2 ^η και 3 ^η	75	4 λάμπες, 12V υποδοχή	900,00	65,00
	200	4 λάμπες, 12V υποδοχή, ψυγείο	4.000,00	150,00

Πίνακας 3.8 Κόστος ισχύος εγκατάστασης ανά φάση[16]

Η ισοδυναμία μεταξύ του Μαροκινού Dirham και του Ευρώ είναι

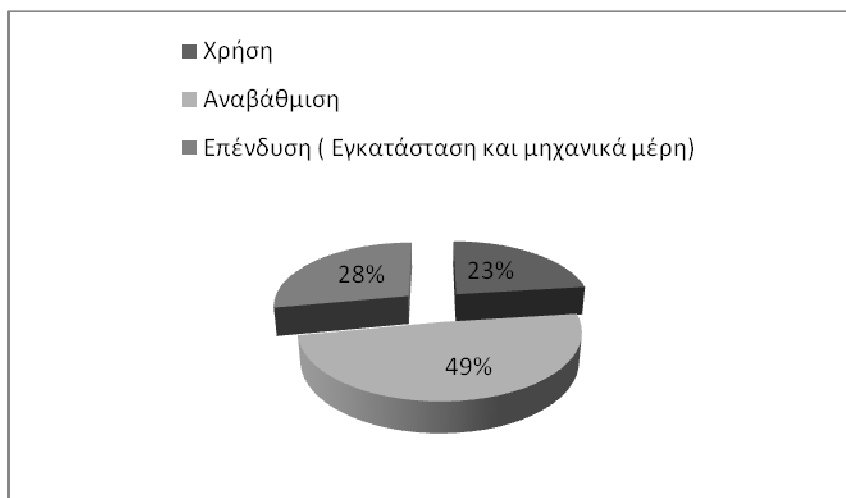
$$1 \text{ DH} = 0.0878281155 \text{ EURO}$$

Οι αμοιβές 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 αμοιβές είναι σε λογικά πλαίσια αφού είναι ισοδύναμες με τις αμοιβές

κατανάλωσης των πελατών που συνδέονται στο κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης. Οι αμοιβές 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 αμοιβές καταβάλλονται σε υπαίθριες εβδομαδιαίες αγορές (souks) ή σε τοπικά γραφεία της Temasol, σε συχνότητα που προσαρμόζεται στον κάθε πελάτη.

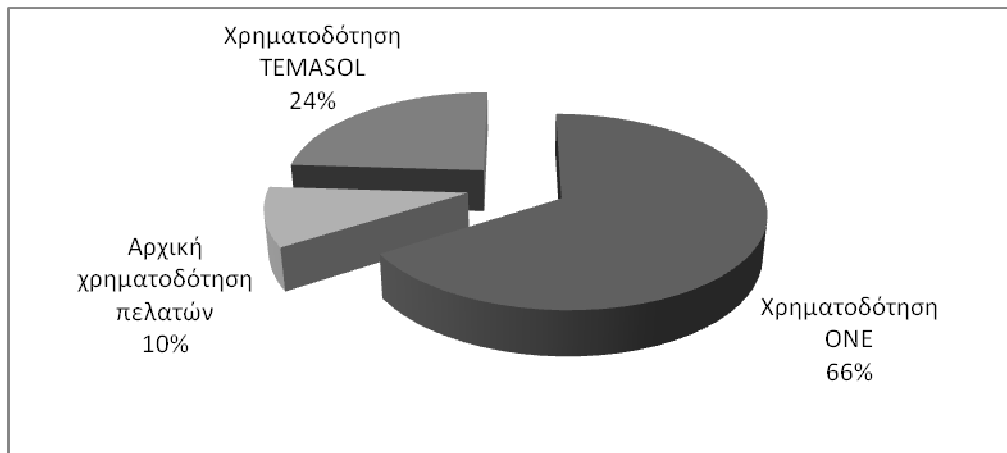
Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η κατανομή του συνολικού κόστους για κάθε κατοικία στην περίοδο των 10 ετών παροχής υπηρεσιών που εγγυάται η Temasol στους πελάτες της.



Σχήμα 3.11 Κανανομή συνολικού κόστους για κάθε κατοικία

3.5.3. Χρηματοδότηση

Το αρχικό μέσο κόστος εξοπλισμού εγκατάστασης είναι σχεδόν 630 Ευρώ για κάθε κατοικία. Όπως φαίνεται παρακάτω, το κόστος αυτό μοιράζεται ανάμεσα σε μία επιχορήγηση που προσφέρει το ONE και καλύπτει το 66% του ποσού, στην χρηματοδότηση των πελατών μέσω την αρχικής αμοιβής που καταβάλουν και ανέρχεται στο 10% του ποσού και της συμβολής της Temasol με την χρηματοδότηση του εναπομείναντος ποσοστού 24%.



Σχήμα 3.12 Κατανομή χρηματοδότησης συνολικού κόστους εγκατάστασης

Οι μηνιαίες αμοιβές 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.

3.5.4. Η Temasol σήμερα

Η Temasol σήμερα έχει 19 υπηρεσίες και περισσότερους από 23.000 πελάτες, ενώ προσθέτει 450 νέους πελάτες κατά μέσο όρο κάθε μήνα. Ακόμη, η Temasol αντιμετωπίζει κατά μέσο όρο 2.200 περιπτώσεις συντήρησης εξοπλισμού τον μήνα, ενώ αντικαθιστά 3.500 μπαταρίες και 12.000 γλόμπους. Προκειμένου να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στους πελάτες της, οι ομάδες της Temasol είναι παρούσες σε κάθε εβδομαδιαίο παζάρι «souk». Η παρουσία τους επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφοριών με τους πελάτες, την υπογραφή συμβολαίων, τη συλλογή μηνιαίων αμοιβών και την καταγραφή αιτημάτων επισκευής ή συντήρησης, όπως φαίνεται και από την παρακάτω εικόνα.



Σχήμα 3.13 Προώθηση της ηλιακής ενέργειας σε τοπικό παζάρι (souk) στο Μαρόκο

Λόγω της αυξανόμενης δημοτικότητάς της στο Μαρόκο, η Temasol δέχεται άφθονες αιτήσεις εργασίας από διαφορετικές πηγές όπως τα σχολεία μηχανικών στο Μαρόκο και από αυθόρμητες αιτήσεις. Μετά από την επιτυχία του, το ηλιακό πρόγραμμα αποκεντρωμένης ηλεκτροδότησης της Temasol θα επεκταθεί τώρα σε περισσότερες από 110.000 οικογένειες, γεγονός που μετατρέπει το Μαρόκο σε παγκόσμιο ηγέτη στη χρήση της ηλιακής ενέργειας για την αγροτική ηλεκτρίση.

3.5.5. 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[17].

3.6. 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.

Το Μαρόκο είναι φτωχό σε ορυκτούς πόρους τους οποίους εισάγει, διαθέτει όμως υψηλό δυναμικό ΑΠΕ, αιολικό και δυναμικό και άφθονες ηλιακές εφαρμογές που το επιδεικνύουν, όπως ηλιοθερμικά συστήματα, συστήματα φωτοβολταϊκών διασυνδεδεμένων στο δίκτυο καθώς και φωτοβολταϊκά συστήματα για την αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση αγροτικών περιοχών.

Οι κύριοι παράγοντες στην αγορά ηλεκτρισμού ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι το Υπουργείο Ενέργειας και Ορυκτού Πλούτου, το Εθνικό Γραφείο Ηλεκτρισμού (ONE), το οποίο και ελέγχει την αγορά ηλεκτρισμού στο Μαρόκο, το Κέντρο Ανάπτυξης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (CDER) και άλλες ιδιωτικές εταιρείες. Αυτές, αναλαμβάνουν τα κυριότερα προγράμματα ανάπτυξης διαφόρων ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, όπως της αιολικής, της ηλιοθερμικής όπως και την χρήση της ξυλείας ως εναλλακτικό καύσιμο και την ενεργειακή διαχείριση κτιρίων.

Η αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση, η οποία εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια έχει να παρουσιάσει 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 88% , 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

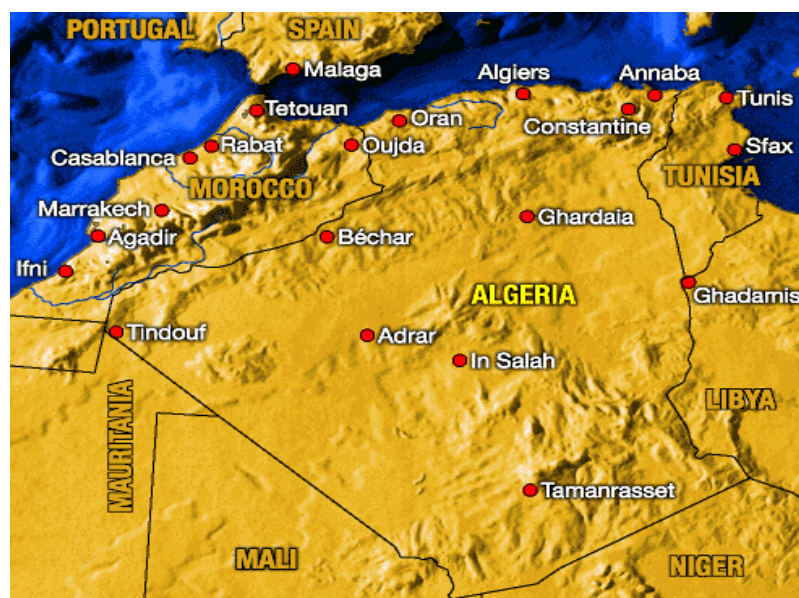
στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, τα οποία ανήκουν στο ONE. Η ίδια η Temasol χρησιμοποιεί το καινοτόμο πρότυπο «sale of services», σύμφωνα με το οποίο εγγυάται τις υπηρεσίες της για 10 έτη. Το πρόγραμμα χρηματοδοτείται από το ONE, την Temasol, αλλά και σε μικρό ποσοστό από τους ίδιους τους πελάτες. 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.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΛΓΕΡΙΑ

4.1. Γενικά

4.1.1. Γενικά στοιχεία

Η Αλγερία διαθέτει τη μεγαλύτερη μακροπρόθεσμη δυνατότητα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, κυρίως λόγω της ευνοϊκής θέσης της. Ειδικότερα, βρίσκεται στο βόρειο μέρος της Αφρικανικής ηπείρου και συνορεύει με το Μαρόκο, τη Μαυριτανία, το Μάλι, το Νίγηρα, τη Λιβύη και την Τυνησία. Η Αλγερία αποτελεί τη δεύτερη μεγαλύτερη χώρα σε έκταση στην ήπειρο και την πρώτη στη Μεσόγειο, με έκταση 2.400.000 τετραγωνικών χιλιομέτρων και πληθυσμό που φθάνει τα 35.000.000 ενώ ταυτόχρονα είναι χωρισμένη σε 48 επαρχίες (wilayas).



Σχήμα 4.1 Χάρτης της Αλγερίας

Πρωτεύουσα της Αλγερίας είναι το Αλγέρι και δύο κύριες πόλεις της είναι η Άναμπα και η Ταμανρασέτ στο βόρειο και το νότιο τμήμα αντίστοιχα. Στον παρακάτω πίνακα παραθέτουμε τις συντεταγμένες των πόλεων.

ΠΟΛΗ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ
Αλγέρι	36° 46' N	03° 03' E
Άναμπα	36° 54' N	07° 46' E
Ταμανρασέτ	22° 47' N	05° 31' E

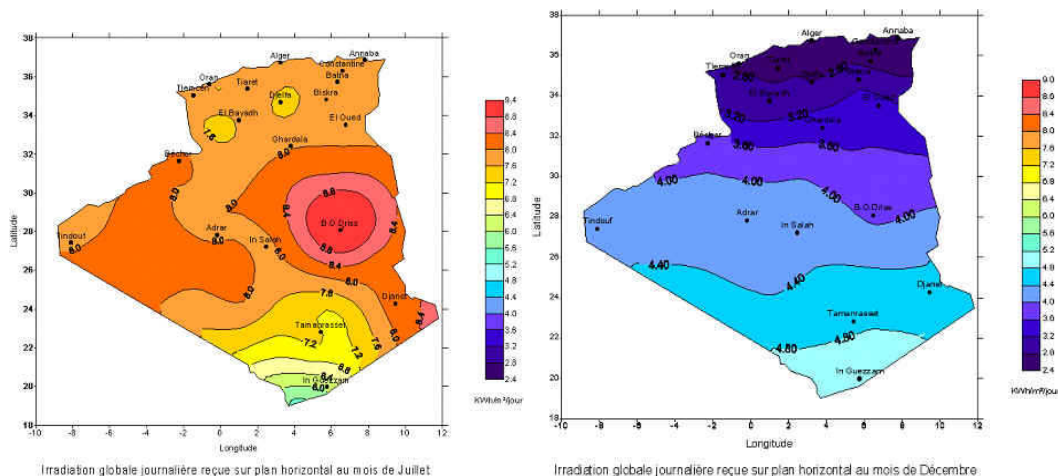
Πίνακας 4.1 Συντεταγμένες κύριων πόλεων της Αλγερίας

4.2. Δυναμικό ΑΠΕ

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.

4.2.1. Ηλιακό δυναμικό

Υπολογίζεται ότι η ηλιακή ενέργεια που δέχεται η Αλγερία ανά έτος είναι 2.537 kWh, η οποία μεταφράζεται σε 3.416 ώρες ηλιοφάνειας. Η κατανομή της ηλιακής ενέργειας ωστόσο, διαφέρει σημαντικά ανάλογα με την περιοχή της χώρας και την εποχή του χρόνου.



Σχήμα 4.2 Καθημερινή μέση ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντια επιφάνεια (Ιούλιο και Δεκέμβριο)

Όπως φαίνεται από τους παραπάνω ηλιακούς χάρτες, οι περιοχές με την υψηλότερη ηλιακή ακτινοβολία κατά το μήνα Ιούλιο, διαφέρουν από αυτές κατά το Δεκέμβριο. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η κατανομή ηλιακής ενέργειας ανάλογα με τη μορφολογία της εξεταζόμενης περιοχής.

Περιοχή	Ποσοστό της Συνολικής Επιφάνειας (%)	Μέση Διάρκεια Ηλιοφάνειας (ώρες/έτος)	Μέση Λαμβανόμενη ενέργεια (kWh/έτος) ανά m ²
Παραλιακή	4	2.650	1.700
Υψηλό Οροπέδιο	10	3.000	1.900
Σαχάρα	86	3.500	2.650

Πίνακας 4.2 Κατανομή επιφάνειας, ηλιοφάνειας και ηλιακής ενέργειας στην Αλγερία

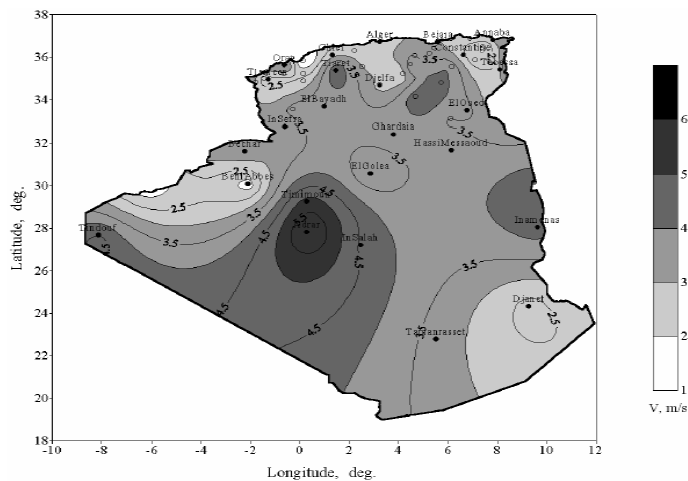
Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα HOMER υπολογίσαμε την ετήσια παραγόμενη ενέργεια από Φ/Β ισχύος 1kW σε οριζόντιο επίπεδο, στις κυριότερες πόλεις της χώρας.

HOMER RESULTS		
ΠΟΛΗ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ (ΠΛΑΤΟΣ/ΜΗΚΟΣ)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kWh/yr)
Αλγέρι	36° 46' N / 03° 03' E	1,474
Άναμπα	36° 54' N / 07° 46' E	1,462
Ταμανρασέτ	22° 47' N / 05° 31' E	1,945

Πίνακας 4.3 Ετήσια παραγόμενη ενέργεια στις κυριότερες πόλεις της Αλγερίας

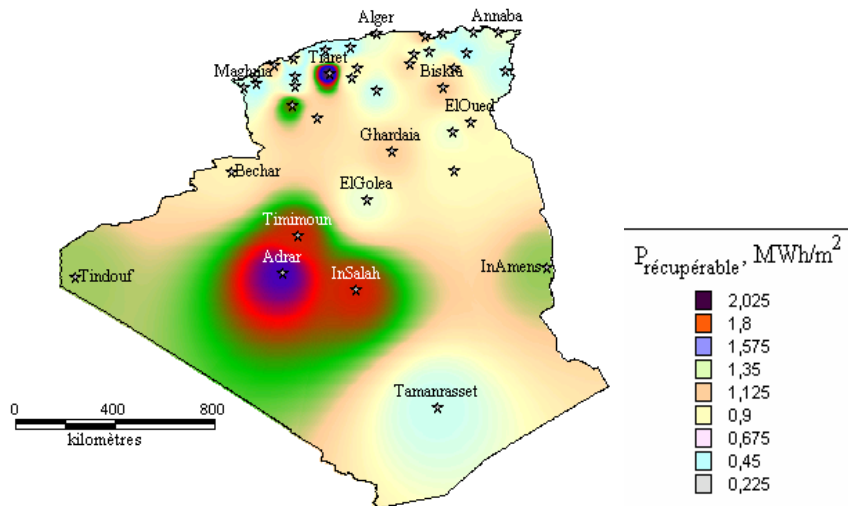
4.2.2. Αιολικό Δυναμικό

Η Αλγερία διαθέτει αρκετά υψηλό αιολικό δυναμικό, ιδιαίτερα στο νότιο τμήμα της χώρας και σε μερικά μικροκλίματα στο βόρειο τμήμα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.3.



Σχήμα 4.3 Αιολικό δυναμικό της Αλγερίας

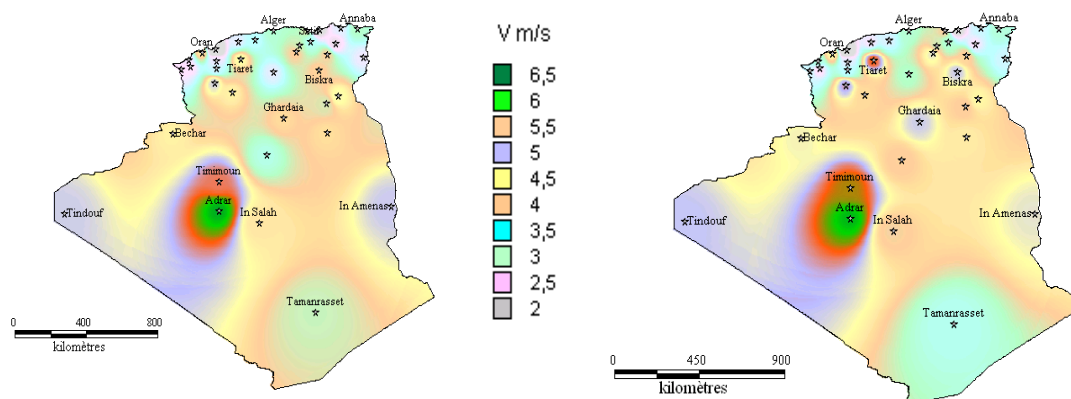
Γενικά στην Αλγερία, οι ταχύτητες ανέμου διαφέρουν κατά τόπους. Ειδικότερα αυξάνονται από το βόρειο προς το νότιο τμήμα και από τα ανατολικά προς τα δυτικά, όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



Σχήμα 4.4 Ανακτήσιμη πυκνότητα αιολικής ενέργειας στα 50m

Στο βόρειο τμήμα η περιοχή Tiaret, είναι η περισσότερο υποσχόμενη με μέση ταχύτητα ανέμου 5,6 m/s. Το κεντρικό τμήμα της Αλγερίας χαρακτηρίζεται από ταχύτητα ανέμου 3-4 m/s, η οποία αυξάνεται προς τα νοτιο-δυτικά. Η μέγιστη ταχύτητα ανέμου των 6m/s, παρατηρείται στην περιοχή της Adrar. Τέλος, μικροκλίματα στις περιοχές Adrar, Oran, Biskra και In Amenas, αναπτύσσουν υψηλή ταχύτητα της τάξης των 4 m/s.

Η ταχύτητα του ανέμου διαφέρει ανάλογα και με την εποχή του έτους. Όπως φαίνεται από τις παρακάτω εικόνες, σε πολλές περιοχές η ταχύτητα του ανέμου αλλάζει σημαντικά από την άνοιξη στο καλοκαίρι.



Σχήμα 4.5 Εποχιακές, ετήσιες ταχύτητες ανέμου στα 10m (Άνοιξη και Καλοκαίρι)

Η άντληση με ανεμογεννήτριες είναι η κύρια εφαρμογή αιολικής ενέργειας στην Αλγερία, με εγκατεστημένη ισχύ 8KW στις επαρχίες Naama και El-Tarf ενώ στο μέλλον σχεδιάζεται η κατασκευή ενός αιολικού πάρκου ισχύος 10MW στο Tindouf, στην νοτιοδυτική Αλγερία, από τη NEAL (New Energy Algeria).

4.2.3. Δυναμικό βιομάζας

Το δυναμικό βιομάζας της Αλγερίας δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικό με τις υπόλοιπες μορφές ΑΠΕ και μπορεί να διακριθεί σε 2 κατηγορίες: στη βιομάζα από την εκμετάλλευση των δασών και στη βιομάζα από αστικά και γεωργικά απόβλητα. Η βιομάζα από την εκμετάλλευση των δασών ανέρχεται σε 37 εκ. ΤΠΠ (Τόνοι Ισοδυνάμου Πετρελαίου). Ωστόσο, μόνο 10% της ποσότητας αυτής είναι εκμεταλλεύσιμη, δηλαδή 3,7 εκ. ΤΠΠ. Η βιομάζα από αστικά και γεωργικά απόβλητα, 5 εκ. τόνοι των οποίων δεν ανακυκλώνονται, ανέρχεται σε 1,33 εκ. ΤΠΠ.

Το πιο φιλόδοξο σχέδιο εκμετάλλευσης του τομέα αυτού, αποτελεί η παραγωγή 10.000 τόνων βιοαιθανόλης από την ιδιωτική εταιρεία El Djazair, Nakheel[18], μέσω εκμετάλλευσης των φρούτων του φοινικόδεντρου (dates). Σχεδόν 500.000 τόνοι του φρούτου δεν είναι εμπορεύσιμοι, δίνοντας έτσι στο σχέδιο πιθανότητας ανάπτυξης και παραγωγής περισσότερων από 50.000 τόνων βιοαιθανόλης στο μέλλον.

4.2.4. Υδροηλεκτρικό δυναμικό

Το υδροηλεκτρικό δυναμικό της Αλγερίας εκτιμάται στα 65 δις κυβικά μέτρα, μικρό ποσοστό από τα οποία είναι εκμεταλλεύσιμο. Αυτό οφείλεται στην μορφολογία του εδάφους με τις περιορισμένες περιοχές υψηλής συγκέντρωσης, την υψηλή εξάτμιση και τη γρήγορη εκκένωση στη θάλασσα καθώς και τις περιορισμένες ημέρες βροχοπτώσεων. Οι υδροηλεκτρικοί πόροι μειώνονται προς το νότιο τμήμα της χώρας. Σύμφωνα με πρόσφατη αξιολόγηση, το απόθεμα υδροηλεκτρικού δυναμικού ανέρχεται στα 25 δις κυβικά μέτρα, ενώ έχουν καταγραφεί σχεδόν 130 φράγματα, από τα οποία λειτουργούν μόνο τα 50. Η εγκατεστημένη ισχύς υδροηλεκτρικών έργων ανά επαρχία φαίνεται λεπτομερώς στον παρακάτω πίνακα.

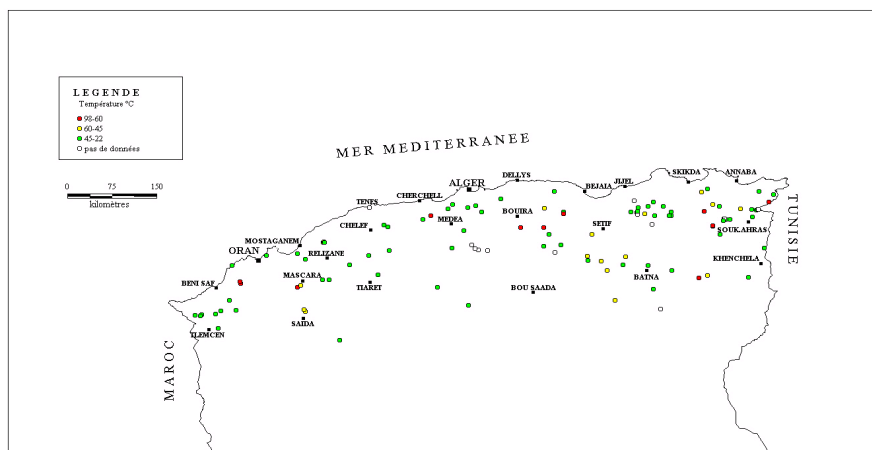
Περιοχή	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Darguina	71,500
Ighil Emda	24,000
Mansouria	100,000
Erraguene	16,000
Souk El Djemaa	8,085
Tizi Meden	4,458
Ighzernchebel	2,712
Ghrib	7,000
Gouriet	6,425
Bouhanifia	5,700
Oued Fodda	15,600

Beni Behde	3,500
Tessala	4,228

Πίνακας 4.4 Εγκατεστημένη ισχύς υδροηλεκτρικών εφαρμογών στην Αλγερία

4.2.5. Γεωθερμικό δυναμικό

Οι κύριες γεωθερμικές πηγές της Αλγερίας βρίσκονται στο βόρειο και στο νότιο τμήμα της χώρας. Στο οροπέδιο Tell, που εκτείνεται μεταξύ της Μεσογείου και της οροσειράς του Άτλαντα και στα βουνά Tlemcen και Saida στα δυτικά, αποτελούν βασικές γεωθερμικές πηγές, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα. Αυτές οι δεξαμενές βρίσκονται σε βάθος 500-1000 m στα δυτικά και σε βάθος 1.000-2.600 m στα ανατολικά του βόρειου τμήματος, ενώ συνδέονται και με πολλές θερμές πηγές. Η θερμοκρασία των θερμών πηγών κυμαίνεται από 22°C μέχρι 98°C. Το συνολικό ποσοστό ροής από την εκμετάλλευση των δεξαμενών υπολογίζεται σε 1.8 m³/s, η οποία αντιστοιχεί σε 188 MW_{th} θερμότητας.



Σχήμα 4.6 Γεωθερμικός άτλας του βόρειου τμήματος της Αλγερίας

Στο νότιο τμήμα, έχουμε την γεωθερμική δεξαμενή της Σαχάρας, σε βάθος 1.500-2.600 m, με μέση θερμοκρασία 60°C. Το συνολικό ποσοστό ροής από την εκμετάλλευση των δεξαμενών είναι 10m³/s, το οποίο αντιστοιχεί σε 800 MW_{th} θερμότητας.

Η συμβολή της γεωθερμικής ενέργειας σήμερα παραμένει αμελητέα λόγω των χαμηλών τιμών και της υψηλής διαθεσιμότητας του φυσικού αερίου και του μαζούτ. Λαμβάνοντας υπόψη ωστόσο τις αυξανόμενες τιμές και την ζήτηση η Αλγερία στρέφεται προς την εκμετάλλευση των γεωθερμικών της πηγών. Η άμεση χρήση των γεωθερμικών υδάτων είναι περιορισμένη, ωστόσο στις περιοχές Touggourt και Ouargla χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση 7.200 τετραγωνικά μέτρα θερμοκηπίων, ενώ στα θέρετρα Hammam-Bouhnia και Hammam-Meskhouline για τη θέρμανση χώρου.

4.3. Η αγορά ενέργειας

Η Αλγερία είναι ένας από τους σημαντικότερους παραγωγούς και εξαγωγείς πετρελαίου και φυσικού αερίου παγκοσμίως. Επίσης, είναι μέλος του OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries) ενώ κατέχει μερίδιο 25% της αγοράς φυσικού αερίου στην Ευρώπη. Η αλγερινή κρατική επιχείρηση Sonatrach, προμηθεύει την Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (ΔΕΠΑ) στην Ελλάδα με 0,51 έως 0,68 δισ. κυβικά μέτρα αερίου ετησίως, από το Φεβρουάριο του 2000.

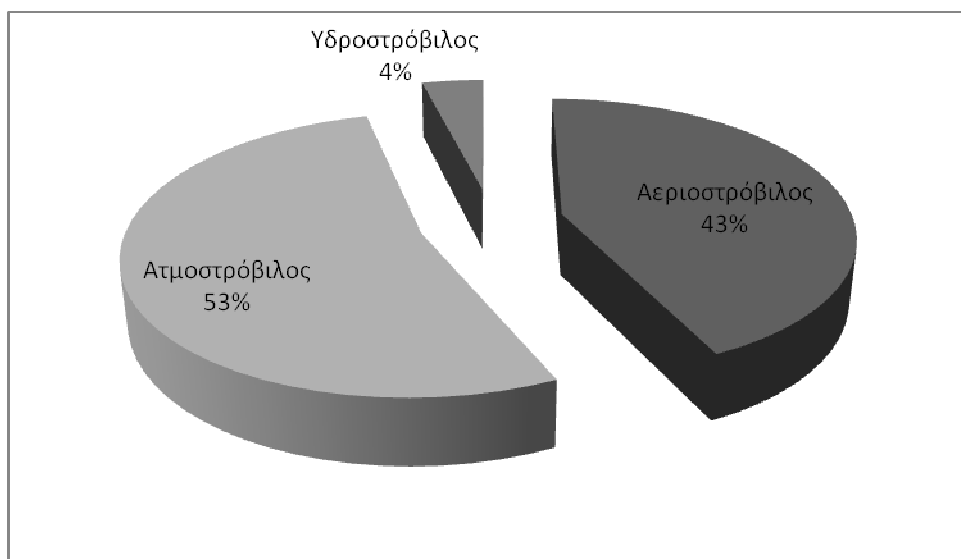
4.3.1. Η αγορά ηλεκτρισμού

Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην Αλγερία αυξάνεται κατά 5-7% ετησίως. Σύμφωνα με την κρατική επιχείρηση ηλεκτρισμού Sonelgaz, η ραγδαία αυτή η ανάπτυξη θα οδηγήσει στην αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος της στα επόμενα χρόνια. Το 2004 η Αλγερία είχε 8.000MW εγκατεστημένης ισχύος, η οποία αποδείχθηκε ανεπαρκής κατά τις περιόδους αιχμής ζήτησης των καλοκαιρινών μηνών. Η αντίδραση της κυβέρνησης της Αλγερίας ήταν να προωθήσει μέτρα για την αποφυγή υπερκατανάλωσης ενέργειας και να εισάγει ως στόχο της την αύξηση του ποσοστού συμβολής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή σε 10% μέχρι το 2027.

4.3.1.1. Η Sonelgaz

Η Sonelgaz[19] είναι η μόνη κρατική επιχείρηση παραγωγής, μετάδοσης και διανομής ηλεκτρισμού στην χώρα. Ωστόσο, σύμφωνα με πρόσφατη νομοθεσία, έχει δοθεί η ευκαιρία και σε ανεξάρτητους παραγωγούς να μπουν στην αγορά ηλεκτρισμού.

Στις 31 Δεκεμβρίου 2003, η Sonelgaz λειτουργούσε 6.345MW από τα οποία 6.039MW για το εσωτερικό διασυνδεδεμένο δίκτυο και 306MW για τα νότια απομονωμένα δίκτυα. Η ικανότητα διανεμήθηκε στην παραγωγή όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



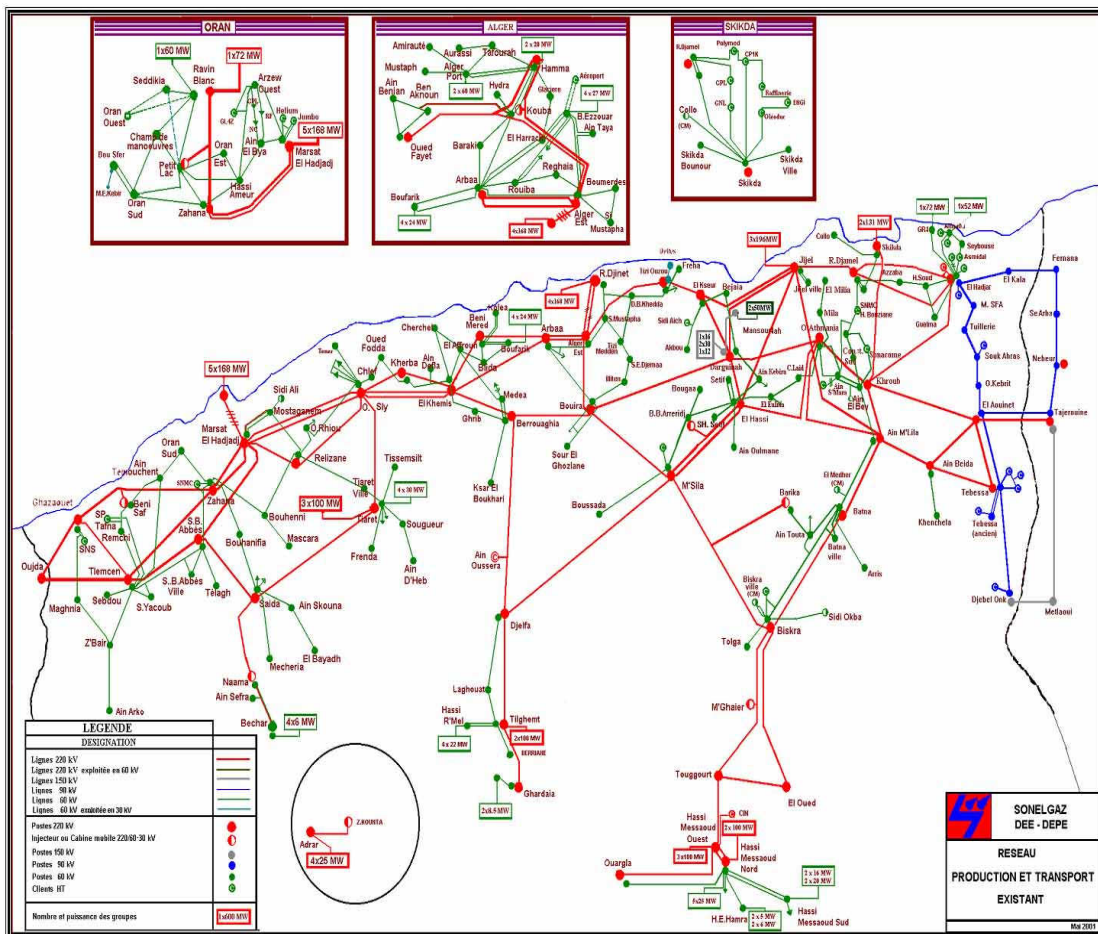
Σχήμα 4.7 Κατανομή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Πιο συγκεκριμένα αυτή η ικανότητα διανεμήθηκε όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα.

Τύπος παραγωγής	Συνολική Ισχύς (MW)	Ποσοστό συνολικής παραγωγής (%)	Πλήθος Μονάδων	Εύρος Ισχύος ανά μονάδα (MW)
Ατμοστρόβιλος	2.740	43,29	20	50-196
Αεριοστρόβιλος	3.152	49,55	84	20-210
Υδροηλεκτρικά	280	3,39	34	1-50, 12-50
Ντήζελ	175	2,77	183	0.35-8

Πίνακας 4.5 Κατανομή ισχύος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Αλγερία

Το σύστημα διανομής της Αλγερίας λειτουργεί στα 50, 345, 220, 90 και 60 kV, ενώ αποτελείται από περίπου 11.000 χιλιόμετρα γραμμής και διαθέτει 115 υποσταθμούς διανομής. Το σύστημα μεταφοράς της χώρας φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 4.8 Δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Αλγερία

Ακόμα, διαθέτει διεθνείς συνδέσεις με το Μαρόκο και την Τυνησία.

Τον Φεβρουάριο του 2002, το Κοινοβούλιο της Αλγερίας διέκοψε το μονοπώλιο της Sonelgaz στη παραγωγή, μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας. Η Sonelgaz μετατράπηκε σε κοινή επιχείρηση αποθεμάτων και επέτρεψε την είσοδο σε νέα ανεξάρτητα ενεργειακά προγράμματα (Independent Power Projects-IPPs). Τέλος, τον Μάιο του 2001, η Sonelgaz και η αλγερινή ενεργειακή επιχείρηση Sonatrach[20] καθιέρωσαν μια κοινοπραξία, την Αλγερινή Ενεργειακή Επιχείρηση (Algerian Energy Corporation-AEC) για την εξαγωγή ηλεκτρισμού.

4.3.1.2. Οι διαμεσογειακές διασυνδέσεις της Αλγερίας

Τα τελευταία χρόνια, οι νότιες και ανατολικές μεσογειακές χώρες (SEMC) έχουν αναλάβει τη διασύνδεση των δικτύων τους προκειμένου να αναπτυχθούν οι ανταλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας. Τα νέα προγράμματα που προβλέπονται, θα επιτρέψουν τη διασύνδεση των χωρών αυτών και με το ευρωπαϊκό δίκτυο. Η Αλγερία, με το Μαρόκο και την Τυνησία, ανήκει στο νοτιοδυτικό μεσογειακό μπλοκ χωρών (SWMB)[21] το οποίο συνδέεται με το δίκτυο της Ένωσης για το Συντονισμό Μετάδοσης της Ηλεκτρικής Ενέργειας (UCTE), που πλέον αναφέρεται ως ENTSO-E[22].

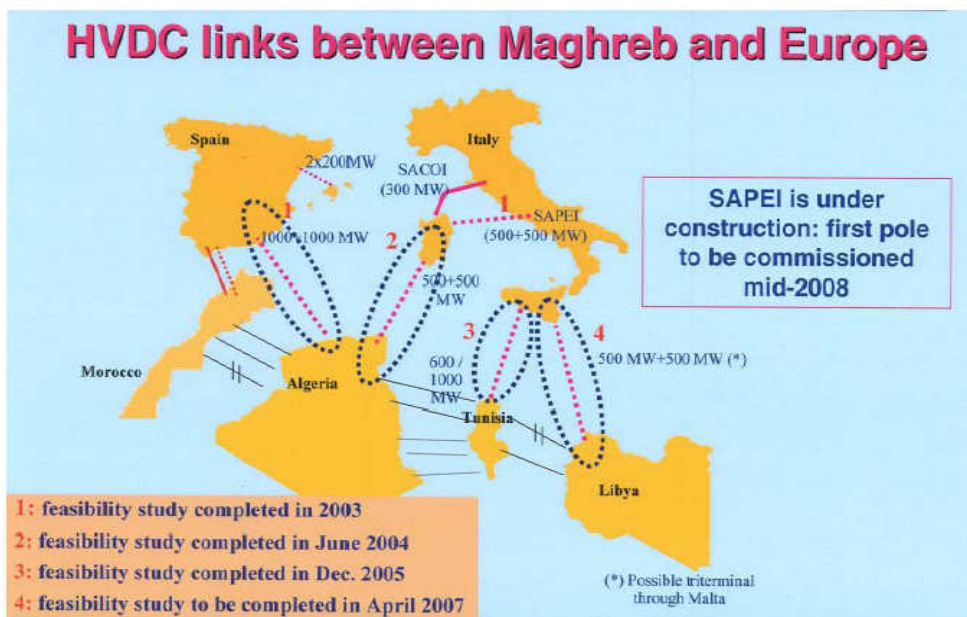
Η Αλγερία διαθέτει 2 συνδέσεις με το Μαρόκο (225kV, 640Amp) οι οποίες ανατέθηκαν σε λειτουργία το 1998. Πρόσφατα προστέθηκε μια νέα διπλή γραμμή ανάμεσα στο Hassi Ameur της Αλγερίας και το Bourdim στο Μαρόκο τάσης 400kV. Η γραμμή αποτελείται από 2 τμήματα, μήκους 200 χιλιομέτρων στην Αλγερία και 50 χιλιομέτρων στο Μαρόκο. Η γραμμή λειτουργεί από το 2007, αρχικά σε τάση 220kV και ισχύ 600MW. Τον Σεπτέμβριο του 2009 προστέθηκε μια νέα γραμμή μεταξύ Hassi Ameur και Bourdim, 400kV. Η γραμμή Hassi Ameur-Bourdim 2 έχει μήκος 250 χιλιόμετρα και ικανότητα μεταφοράς ισχύος 1000MW.

Η Αλγερία διαθέτει επίσης 4 συνδέσεις με την Τυνησία (90 kV, 90kV, 150kV, 220kV). Το 2005 συμφωνήθηκε η προσθήκη μιας νέας γραμμής σύνδεσης (400kV) ανάμεσα στο El-Hadjar της Αλγερίας και στο Djendouba της Τυνησίας, η οποία ωστόσο θα λειτουργεί στα 220kV μέχρι το 2010. Παρακάτω φαίνεται χάρτης με τα σχέδια διασυνδέσεων των χωρών της Μεσογείου.



Σχήμα 4.9 Χάρτης διασυνδέσεων των μεσογειακών χωρών

Μεγάλο ενδιαφέρον για την Αλγερία παρουσιάζει και η High Voltage Direct Current (HVDC) σύνδεση με το ευρωπαϊκό δίκτυο και κυρίως την Ισπανία και την Ιταλία.



Σχήμα 4.10 Χάρτης HVDC σύνδεσης του Μάγκρεμπ και της Ευρώπης

Τον Νοέμβριο του 2001 η Sonelgaz και η Ισπανική Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (Red Eléctrica de España) ανέθεσαν τη μελέτη κατασκευής υποβρύχιας HVDC γραμμής ανάμεσα στην Αλγερία και στην Ισπανία, στην AEC και στο κέντρο έρευνας CESI[23]. Η γραμμή θα έχει μήκος 240 χιλιόμετρα και ισχύ 2.000MW και θα συνδέει το Hassi Aneur στην Αλγερία με την Almeria στην νότια Ισπανία. Η μελέτη ολοκληρώθηκε το 2003 και προβλέπει λειτουργία της γραμμής μετά το 2010.

Τον Δεκέμβριο του 2001, η Sonelgaz υπέγραψε μια συμφωνία κοινοπραξίας με την Εθνική Επιχείρηση Ηλεκτρισμού της Ιταλίας GRTN (Gestore Rete Trasmisione Nazionale) για την κατασκευή υποβρύχιου καλωδίου που θα εξάγει ηλεκτρισμό στην Ευρώπη μέσω της Σαρδηνίας ή της Σικελίας από το Hadjar της Αλγερίας. Η γραμμή θα είναι HVDC, τάσης 400kV και ισχύος 500 με 1.000MW. Η μελέτη σκοπιμότητας του έργου παραδόθηκε στο κέντρο έρευνας CESI και ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 2004.

Τέλος, το Νοέμβριο του 2007, ο διευθύνων σύμβουλος της NEAL, ανακοίνωσε την κατασκευή ενός ηλεκτρικού καλωδίου 3.000 χιλιομέτρων και 6.000MW που θα συνδέει την πόλη Adrar της Αλγερίας με την Aachen της Γερμανίας. Το σχέδιο, που ονομάζεται «Clean Power from the Desert», θα χρηματοδοτείται από μία κοινοπραξία επενδυτών ανάμεσα στους οποίους περιλαμβάνεται και η ενεργειακή Sonatrach.

4.3.2. Η αγορά ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Στα πλαίσια της δέσμευσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης να αυξήσει το ποσοστό χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε 20% μέχρι το έτος 2020, η αλγερινή κυβέρνηση και ο ιδιωτικός της τομέας στοχεύουν στην αύξηση του ποσοστού παραγωγής ενέργειας από τον ήλιο και συμπαραγωγής σε 5% μέχρι το 2015. Με αυτόν τον τρόπο η Αλγερία επιθυμεί να ξεκινήσει μία στενή συνεργασία με την Ευρώπη, έτσι ώστε οι αλγερινές εγκαταστάσεις να μπορέσουν να της προσφέρουν την πράσινη ενέργεια που επιθυμεί για να εκπληρώσει του στόχους της.

4.3.2.1. 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)[24], 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.

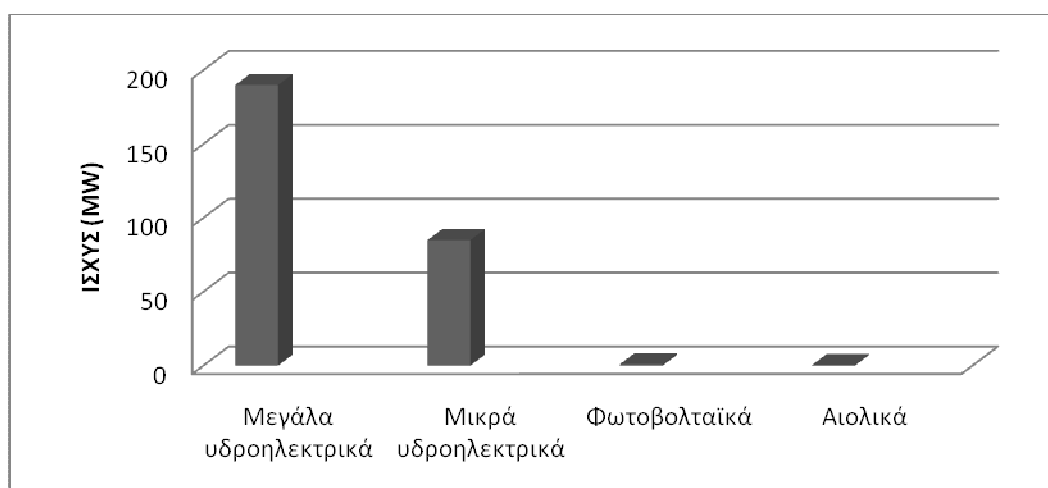
Το CDER (Renewable Energy Development Centre) είναι ένα κρατικό όργανο που καθιερώθηκε το 1988 και κύριο καθήκον του είναι να διεξάγει έρευνα στον τομέα της ηλιακής και αιολικής ενέργειας, στην ενέργεια από βιομάζα καθώς και στα ηλιοθερμικά συστήματα. Επίσης προωθεί επιστημονικά και τεχνολογικά προγράμματα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

Η CREG[25] (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[26] (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 στο Hassi R'Mel και του αιολικού πάρκου 10MW σε συνεργασία με την συμβουλευτική CDM.

4.3.2.2. Συμβολή των ΑΠΕ στον παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας

Σύμφωνα με στοιχεία του έτους 2005, η εγκατεστημένη ισχύς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Αλγερία ήταν 276MW, 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.

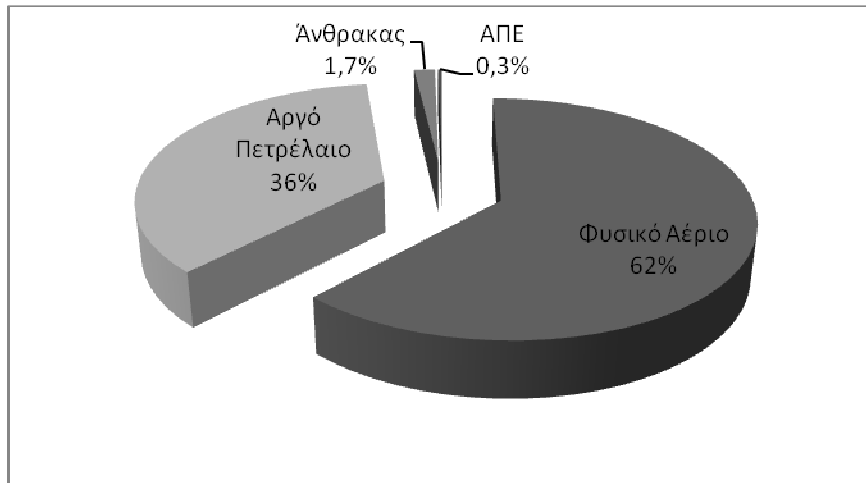


Σχήμα 4.11 Παραγωγή ΑΠΕ στην Αλγερία το 2005

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 σχήμα.



Σχήμα 4.12 Κατανάλωση ΑΠΕ στην Αλγερία το 2005

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.

4.4. 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. Επιπλέον, το πρωτοποριακό σχέδιο κατασκευής του πρώτου παγκοσμίως, υβριδικού ηλιακού εργοστασίου στο Hassi R'Mel, αποτελεί από τις πιο φιλόδοξες ενέργειες για εκμετάλλευση της άφθονης ηλιακής ενέργειας της Αλγερίας και το πρώτο βήμα για την εξαγωγή πράσινης ενέργειας από το Μαγκρέμπ προς την Ευρώπη.

4.4.1. Εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων και διανεμημένη παραγωγή

Η εγκατεστημένη ισχύς από ανανεώσιμες μορφές ενέργειας στην Αλγερία, σύμφωνα με δεδομένα του Υπουργείου Ενέργειας και Ορυκτού Πλούτου του έτους 2007, φθάνει τα 2.353KW, από τα οποία τα 2.280KW προέρχονται από ηλιακές εφαρμογές και τα 73KW από αιολικές. Η εγκατεστημένη ισχύς μοιράζεται στις κυριότερες επαρχίες όπως φαίνεται στους παρακάτω πίνακες.

Οι 5 επαρχίες με την μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ	
Επαρχία (Wilaya)	Εγκατεστημένη Ισχύς (KW)
Tamanrasset	579
Άλλες εφαρμογές	288
Adrar	235
Illizi	154
Djelfa	115

Πίνακας 4.6 Εγκατεστημένη ισχύς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ανά επαρχία

Εγκατεστημένη Ισχύς (KW)	Αριθμός Επαρχιών
<10	12
10-50	9
50-100	8

Πίνακας 4.7 Ομαδοποίηση υπόλοιπων επαρχιών με μικρότερο αριθμό εγκαταστάσεων ανά μέγεθος εγκατεστημένης ισχύος

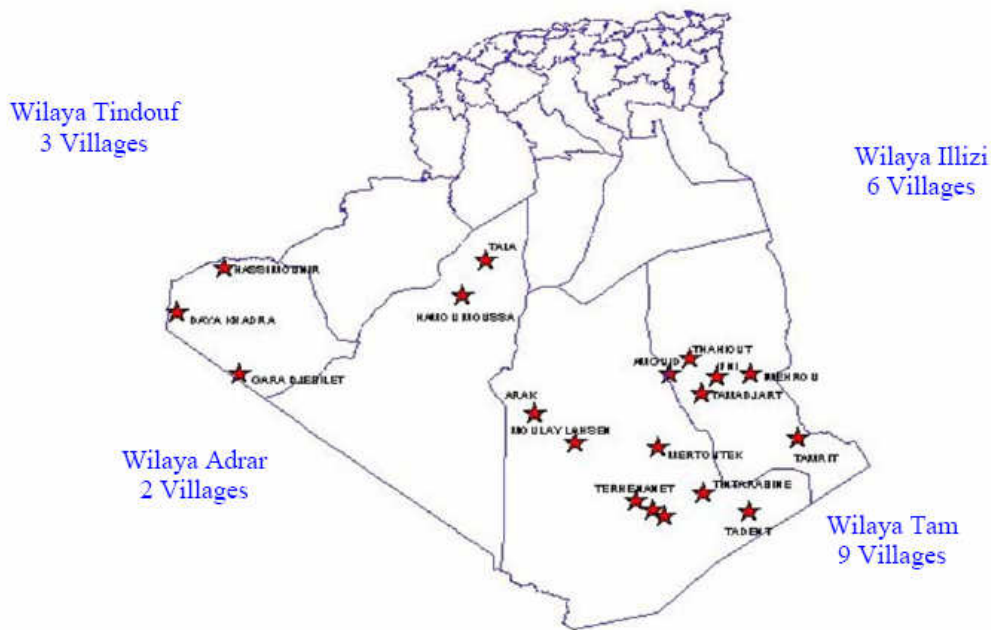
Χρήση	Εγκατεστημένη ισχύς (KW)
Ηλεκτρισμός	1.352,8
Αντληση	288,4
Δημόσιος φωτισμός	48,4
Τηλεπικοινωνίες	498,0
Άλλα	165,6
Συνολικά	2.353,2

Πίνακας 4.8 Εγκατεστημένη ισχύς από φωτοβολταϊκά συστήματα ανά τομέα χρήσης

4.4.1.1. 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.

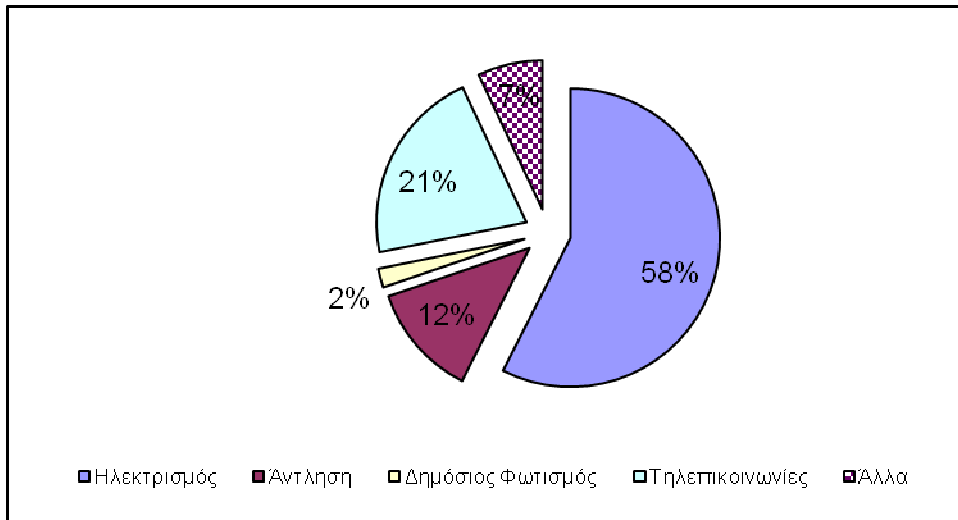
Το πρώτο μέρος του προγράμματος διήρκεσε από το 1996 έως το 1999, ενώ την κατασκευή του έργου είχε αναλάβει το MEM και την επίβλεψή του η Sonelgaz. Το πρόγραμμα αφορούσε στις επαρχίες Tindouf, Illizi, Adrar και Tamanrasset οι οποίες αποτελούνται από μικρά αγροτικά χωριά χωρίς σύνδεση στο κεντρικό δίκτυο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



Σχήμα 4.13 Χάρτης απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης 20 χωριών στο νότιο τμήμα της Αλγερίας

Χρησιμοποιήθηκαν φωτοβολταϊκά συστήματα με ικανότητα 1.5, 3, 6 KWp και μπαταρίες αντίστοιχα 250, 500 και 1000Ah, για την ηλεκτροδότηση 3, 6 και 12 κατοικιών αντίστοιχα, οι οποίες υπολογίζεται ότι καταναλώνουν περίπου 1.5-2 KWh την ημέρα. Έτσι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για την οικιακή ηλεκτροδότηση υπολογίζεται στα 453KWp. Το πρώτο ηλεκτροδοτημένο χωριό λειτούργησε τον Ιούλιο του 1998 ενώ το τελευταίο τον Απρίλιο του 2001. Τέλος, 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 62KWp και τις τηλεπικοινωνίες με 350KWp, όπως φαίνεται σε ποσοστά και στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 4.14 Ποσοστά εγκατεστημένης ισχύος από φωτοβολταϊκά συστήματα ανά τομέα χρήσης

Πιο συγκεκριμένα, ηλεκτροδοτήθηκαν 15 τέμενοι, 15 σχολεία, 20 σημεία ασφάλειας όπως αστυνομικά τμήματα, 100 τηλεπικοινωνιακοί σταθμοί ισχύος 650KWp, 2.300 χιλιόμετρα δημόσιων δρόμων και τέλος ένα υβριδικό PV-Diesel εργοστάσιο ισχύος 13 KWp στην επαρχία Illizi.

Επαρχία (Wilaya)	Πόλη	Χωριό	Αριθμός ηλεκτροδοτημένων κατοικιών	Αριθμός συστημάτων ανά τύπο			Συνολική εγκατεστημένη ισχύς χωριού
				1.5 KWc	3 KWc	6 KWc	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

Πίνακας 4.9 Λεπτομέρειες ηλεκτροδότησης για κάθε χωριό

Το δεύτερο μέρος του προγράμματος με διάρκεια από το 2006 έως το 2009 αφορούσε στην ηλεκτροδότηση 16 ακόμη χωριών, δηλαδή 800 κατοικίες, στις επαρχίες Tamanrasset, Illizi, El Oued, Ghardaïa και M'Sila με φωτοβολταϊκά συστήματα συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 500KW_c.

4.4.2. Το φωτοβολταϊκό πρόγραμμα ηλιακής άντλησης

Το φωτοβολταϊκό πρόγραμμα ηλιακής άντλησης[27] αναπτύχθηκε στο πλαίσιο μιας στενής συνεργασίας ανάμεσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση και τις χώρες του Μάγκρεμπ. Πιο συγκεκριμένα, παρέχει πόσιμο νερό σε χωριά 500 κατοίκων μέσω εγκατάστασης ηλιακής άντλησης, ισχύος 1,5 έως 8,5KW_p, και δικτύου διανομής του νερού στις κατοικίες. Μέχρι σήμερα το πρόγραμμα έχει διανέμει εκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού και θεωρείται παράδειγμα προς μίμηση στον τομέα της ηλιακής άντλησης. Αυτό οφείλεται κυρίως στη άριστη κατασκευή και συντήρηση των εγκαταστάσεων. Επιπλέον διατίθενται πλήθος στοιχείων λειτουργίας, όπως ο καθημερινός όγκος του αντλημένου νερού σε κάθε χωριό και ο μηνιαίος όγκος της κατανάλωσης νερού σε κάθε σπίτι, καθώς και η πληρωμή για την κατανάλωση του νερού σύμφωνα με τιμές που καθορίζονται από τους κατοίκους. Τα παραπάνω φωτοβολταϊκά αντλητικά συστήματα περιλαμβάνουν επίσης και ένα σύστημα καθαρισμού νερού με έγχυση χλωρίου. Το χλώριο εγχέεται στο τέλος της αντλίας πριν από τη δεξαμενή. Ο επόμενος πίνακας δείχνει το μέγεθος των εγκαταστάσεων.

	Μαρόκο	Αλγερία	Τυνησία	Μέγεθος PV (KW _p)	Καθημερινή εξυπηρέτηση m ⁴ (H _{TE} x Q _d)
MEDA 1	5	0	3	1,5	840
MEDA 2	10	4	5	3,0	1.740
MEDA 3	5	1	1	4,5	2.610
MEDA 4	9	5	4	8,5	5.500

Πίνακας 4.10 Εγκαταστάσεις ηλιακής άντλησης του προγράμματος MEDA

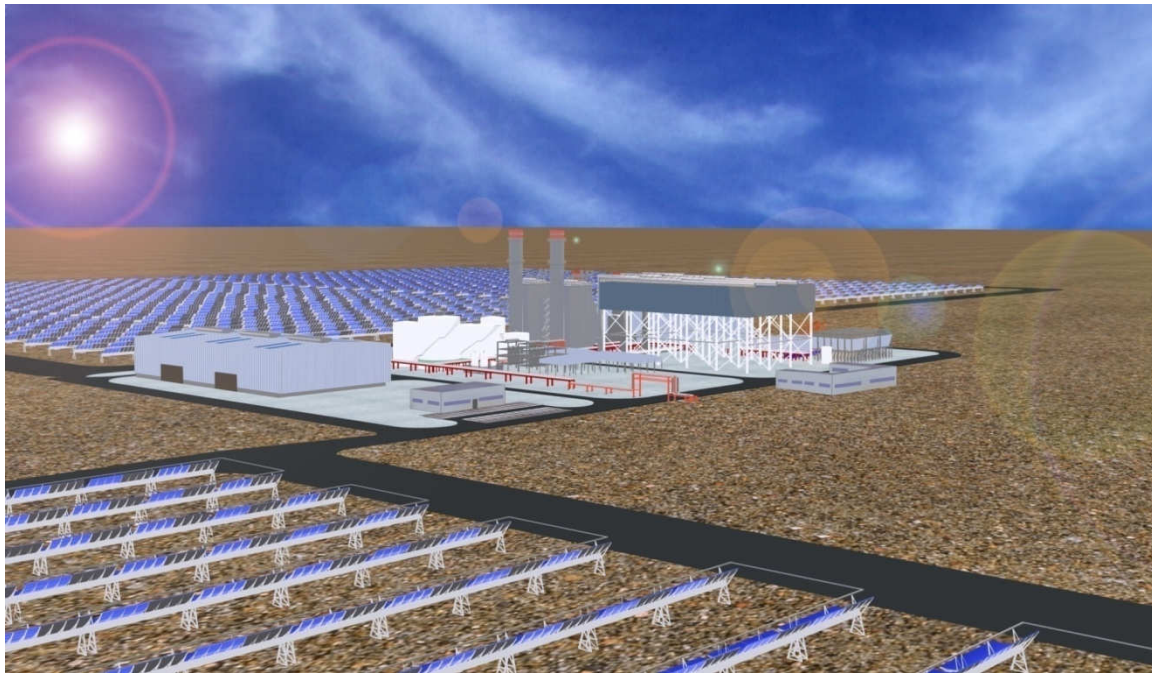
Στο πρόγραμμα αυτό έχει συμπεριληφθεί μία νέα προσέγγιση αντιστροφών και αφορά στην χρήση ενός αντιστροφέα συχνότητας που συνδέεται απευθείας με το σύστημα του αντλιοκινητήρα. Το βασικό πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι να βελτιωθεί η συνολική παραγωγή του συστήματος και να διευρύνει την διάδοση των φωτοβολταϊκών αντλητικών συστημάτων, αποκτώντας εύκολα υψηλές συχνότητες λειτουργίας.

4.4.3. Υβριδικό έργο

Η Αλγερία επιδιώκοντας να συνδυάσει τα τεράστια αποθέματά της σε φυσικό αέριο με την άφθονη ηλιακή ενέργεια που διαθέτει, στρέφεται προς την κατασκευή υβριδικών εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρισμού, χρησιμοποιώντας συγκεντρωτικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας CSP (Concentrated Solar Power). Πιο συγκεκριμένα, η τεχνολογία CSP χρησιμοποιείται ως εναλλακτική μορφή παραγωγής θερμότητας σε ένα συμβατικό ατμοηλεκτρικό σταθμό φυσικού αερίου. Σύμφωνα με το τρέχον σχέδιο ενεργειακής επέκτασης του Υπουργείου Ενέργειας και Ορυκτού Πλούτου (MEM), ο στόχος της εφαρμογής τεχνολογίας CSP είναι 500MW νέων ISCC (Integrated Solar Combined Cycle-Ολοκληρωμένου Ηλιακού Συνδυασμένου Κύκλου-ΟΗΣΚ) σταθμών μέχρι το έτος 2010.

4.4.3.1. Το σχέδιο κατασκευής ΟΗΣΚ σταθμού στο Hassi R'Mel

Η περιοχή Hassi R'Mel βρίσκεται στην επαρχία Laghouat και αποτελεί την πρωταρχική πηγή παραγωγής ξηρού φυσικού αερίου της Αλγερίας, με αποθέματα 2,5 τρισεκατομμυρίων κυβικών μέτρων. Εκεί, κατασκευάζεται ο πρώτος υβριδικός ΟΗΣΚ ατμοηλεκτρικός σταθμός στην Αλγερία και παγκοσμίως.



Σχήμα 4.15 Υβριδικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Hassi R'Mel

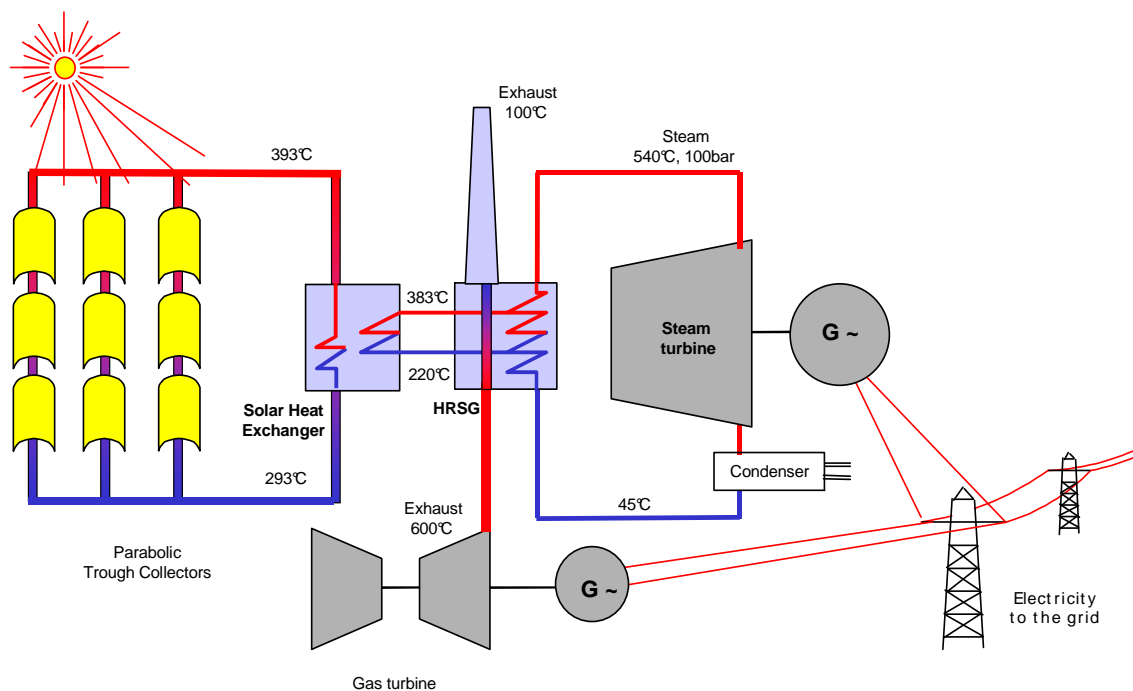
Το έργο αφορά στην κατασκευή ενός ΟΗΣΚ σταθμού, ισχύος 150 MW και ετήσιας συνολικής παραγόμενης ενέργειας 1.250GWh. Ο σταθμός θα αποτελείται από ένα συμβατικό ατμοηλεκτρικό σταθμό συνδυασμένου κύκλου CCGT (Combined Cycle Gas Turbine) συνολικής ισχύος 130MW, με ισχύ αεριοστρόβιλου 80MW και ατμοστρόβιλου 75MW, και από ένα ηλιακό πεδίο 216 παραβολικών συλλεκτών, ισχύος 25MW και

συνολικής επιφάνειας 180.000 τετραγωνικών μέτρων. Οι παραβολικοί συλλέκτες οργανώνονται σε 54 βρόχους και θερμαίνουν το συνθετικό ρευστό (Therminol VP-1), το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού.



Σχήμα 4.16 Παραβολικοί συλλέκτες (troughs)

Ο ρόλος της ενσωμάτωσης τεχνολογίας ηλιακών συλλεκτών στο συμβατικό ατμοηλεκτρικό σταθμό φυσικού αερίου θα είναι να παρέχει επιπλέον θερμότητα στον ατμοστρόβιλο, αυξάνοντας την αποδοτικότητα του σταθμού και ταυτόχρονα μειώνοντας το κόστος καύσης φυσικού αερίου καθώς και την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα. Σχηματικό διάγραμμα λειτουργίας του σταθμού φαίνεται παρακάτω εικόνα.



Σχήμα 4.17 Διάγραμμα λειτουργίας του σταθμού στο Hassi R'Mel

Την κατασκευή του σταθμού έχει αναλάβει η κοινοπραξία SPP1, η οποία αποτελείται από την Ισπανική κατασκευαστική Abener και την αλγερινή NEAL. Ειδικότερα, η Abener, θυγατρική της Abengoa[28], κέρδισε τον διαγωνισμό που είχε προκηρύξει η

NEAL τον Σεπτέμβριο του 2004 και πλέον κατέχει ποσοστό 66% στην κατασκευή του σταθμού, η οποία ξεκίνησε στις 7 Νοεμβρίου του 2007 και αναμένεται να τελειώσει τον Αύγουστο του 2010. Επίσης, η Abengoa θα λειτουργεί και θα εκμεταλλεύεται το σταθμό, ενώ η Sonatrach θα αγοράζει την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται για περίοδο 25 ετών. Μελλοντικός στόχος της κατασκευής του σταθμού αποτελεί η εξαγωγή 6.000MW παραγωγής στην Ευρώπη μέχρι το έτος 2020. Το κόστος της κατασκευής ανέρχεται στα 425 εκ. ευρώ ενώ υπογράφηκε και συμβόλαιο EPC (Engineering Procurement Construction) αξίας 260 εκατομμυρίων ευρώ. Η χρηματοδότηση της κατασκευής του σταθμού, προέρχεται σε ποσοστό 20% από μετόχους και σε ποσοστό 80% από τοπικές τράπεζες, συγκεκριμένα τις BEA (54,72%), CPA (20,03%), BNA (25,25%) με την μορφή δανείου με ευνοϊκούς όρους.

Το νομικό πλαίσιο της χρηματοδότησης του υβριδικού έργου βασίζεται στο νόμο ηλεκτρισμού της 5^{ης} Φεβρουαρίου του 2002 που δηλώνει ότι η ηλεκτρική ενέργεια προερχόμενη από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορεί είτε να χρηματοδοτηθεί μέσω ειδικών τιμολογίων τροφοδότησης (feed in tariffs) είτε άμεσα από το κράτος. Σύμφωνα με το διάταγμα 04-92 της 25^{ης} Μαρτίου, 2004 σχετικά με το κόστος της διαφοροποίησης της ηλεκτρικής παραγωγής, προβλέπονται επίπεδα ασφάλιστρων για την παραγόμενη ανανεώσιμη ενέργεια που θα προσελκύσουν ιδιωτικούς επενδυτές σε ενσωματωμένες ηλιακές εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής. Ειδικότερα, για ένα 100% ηλιακό έργο τα ασφάλιστρα φθάνουν 300% της τιμής της αγοράς, για υβριδικό ατμοηλεκτρικό σταθμό με ηλιακή συμμετοχή πάνω από 25% φθάνουν το 200% και με υβριδικό ατμοηλεκτρικό σταθμό με ηλιακή συμμετοχή λιγότερη από 25% τα ασφάλιστρα κυμαίνονται από 100%-180%. Προϋποθέσεις ωστόσο για την εφαρμογή του διατάγματος τιμολογίων τροφοδότησης αποτελεί η καθιέρωση χειριστή αγοράς, ο καθορισμός της τιμής και η υποβολή προσφορών από τον ρυθμιστή. Ακόμη, οι όροι χρηματοδότησης προσδιορίζουν ένα δάνειο με ευνοϊκούς όρους, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η διάρκεια του οποίου είναι 18 έτη, με τόκο 3,75% και χρόνο αποπληρωμής 15 έτη με περίοδο χάριτος 6 μηνών. Η συμφωνία του δανείου διευκρινίζει το ποσό και το σχέδιο αποπληρωμής καθώς και το επιτόκιο.

Η Αλγερία σκοπεύει να κατασκευάσει άλλους 3 υβριδικούς σταθμούς ισχύος 400MW ο καθένας μέχρι το 2015, με απώτερο στόχο να παράγει ποσοστό 5% του ηλεκτρισμού της από ανανεώσιμες μορφές ενέργειας ή συμπαραγωγή.

4.4.3.2. Το σχέδιο κατασκευής ηλιακού θερμικού πύργου παραγωγής ενέργειας

Το Ηλιακό Ινστιτούτο του Jülich[29] (SIJ) του Πανεπιστημίου Εφαρμοσμένων Επιστημών του Aachen σε συνεργασία με το IA Tech GmbH (IAT) της γερμανικής κατασκευαστικής εταιρείας Kraftanlagen München[30] και το Γερμανικό Κέντρο Αεροδιαστημικής (German Aerospace Centre) ξεκίνησαν μια μελέτη για την κατασκευή ενός ηλιακού πύργου παραγωγής ενέργειας στην Αλγερία. Αν και το μέγεθος της πραγματικής κατασκευής θα είναι 5 φορές μεγαλύτερο από το μέγεθος του πιλοτικού

σταθμού μελέτης στο Jülich, θα λειτουργεί με τις ίδιες αρχές. Η μελέτη που συγχρηματοδοτείται από το Γερμανικό Υπουργείο BMU[31] έχει ανατεθεί στο SIJ εκ μέρους της αλγερινής κυβέρνησης και στοχεύει στην χρήση της ηλιακής ενέργειας για την περαιτέρω προώθηση της οικονομίας της χώρας. Οι εγκαταστάσεις θα χρησιμοποιούν την αρχή του ανοιχτού ογκομετρικού δέκτη που χρησιμοποιείται πρώτη φορά στο SIJ, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.



Σχήμα 4.18 Πιλοτικός σταθμός μελέτης στο Jülich

Το έργο θα διαρκέσει από τον Απρίλιο του 2009 μέχρι τον Ιούνιο του 2010 σε συνεργασία με το CDER (Centre de Développement des Energies Renouvelables) στην Αλγερία, με κόστος 932.000 ευρώ, ενώ ο σταθμός θα παρέχει ισχύ 1,5-3MW. Τέλος, η μελέτη θα συμπεριλάβει και άλλες επιλογές χρήσης του ηλιακού πύργου, όπως ηλιακή ψύξη, κατεργασία ύδατος και αφαλάτωση καθώς και απευθείας παραγωγή ενέργειας ενώ μελετάται και η εγκατάσταση ενός κέντρου εκπαίδευσης κοντά στο σταθμό.

Σε ένα σταθμό ηλιακού πύργου, το ηλιακό πεδίο αποτελείται από επίπεδα κάτοπτρα καθένα από τα οποία είναι τοποθετημένο σε ένα διπλό άξονα, ο οποίος επιτρέπει κίνηση σε 3 διαστάσεις, έτσι ώστε να συγκεντρώνονται όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας στο λέβητα που βρίσκεται στην κορυφή του πύργου. Ο ατμός που παράγεται στο λέβητα του πύργου τροφοδοτείται στον αμοστρόβιλο. Η τεχνολογία του ηλιακού πύργου, διαθέτει αρκετά λιγότερες σωληνώσεις και αντλήσεις από την υβριδική τεχνολογία ενώ οι υψηλότεροι πύργοι μπορούν να λειτουργήσουν αντίστοιχα σε υψηλότερες θερμοκρασίες ατμού και να επιδείξουν μεγαλύτερη αποδοτικότητα. Εμφανίζουν επίσης μεγάλη παραγωγή σε KWh ετησίως αφού τα κάτοπτρα μπορούν να λειτουργήσουν αποδοτικά και τους χειμερινούς μήνες με επίπεδη κλίση. Παρακάτω φαίνονται εφαρμογές των ηλιακών πύργων.



Σχήμα 4.19 Προσομοίωση έργου ηλιακών πύργων στην Αλγερία

4.4.3.3. Το πρόγραμμα Desertec

Ένα βήμα της Ευρώπης προς την ενεργειακή της απαγκίστρωση αποτελεί το πρόγραμμα Desertec[32]. Πρόκειται για μία φιλόδοξη πρωτοβουλία ανάπτυξης μιας αξιόπιστης και βιώσιμης παροχής ηλεκτρικού ρεύματος στην Ευρώπη από τις χώρες της Μέσης Ανατολής (ΜΕ) και της Βορείου Αφρικής (ΝΑ), μέχρι το έτος 2050.

Στις 30 Οκτωβρίου του 2009, 12 εταιρείες, όπως οι ABB, Siemens, E.ON, RWE, Deutsche Bank, Munich Re, Abengoa Solar, Club of Rome και ο αλγερινός όμιλος Cevital, υπέγραψαν το πρωτόκολλο Desertec Industrial Initiative (DII) στο Μόναχο. Η Desertec Industrial Initiative (DII) ξεκινά άμεσα στις ερήμους της Βόρειας Αφρικής, τη δημιουργία πάρκων συγκέντρωσης της ηλιακής θερμικής ενέργειας (CSP), χρησιμοποιώντας εστιακά κάτοπτρα και τη μετατροπή της σε ηλεκτρική. Η ενέργεια θα παράγεται σε μια έκταση που θα εκτείνεται από το Μαρόκο ως τη Σαουδική Αραβία και θα μεταφέρεται στην Ευρώπη με υποθαλάσσια καλώδια υψηλής τάσης (HVDC). Το έργο φιλοδοξεί να τροφοδοτεί την Ευρώπη με το 15% των ενεργειακών της αναγκών μέχρι το 2050. Ο αρχικός προϋπολογισμός είναι 400 δις ευρώ. Εκτιμάται ότι η ενέργεια θα αρχίσει να ρέει προς την Ευρώπη εντός 10 ετών και εγκαταστάσεις θα μπορούν να παράγουν έως και 100GW ηλεκτρισμού, το εκτιμώμενο ισοδύναμο δηλαδή για 100 συμβατικές ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες.



Σχήμα 4.20 Εστιακά κάτοπτρα συγκέντρωσης ηλιακής θερμικής ενέργειας

Οι γραμμές μεταφοράς της ενέργειας θα ξεκινούν από την έρημο του Μαγκρέμπ και θα καταλήγουν στην Ευρώπη. Πιο συγκεκριμένα, έχουν επιλεγεί χώρες με φθηνό κόστος γης και υψηλό ηλιακό δυναμικό, όπως η Αλγερία, που καλύπτεται στο μεγαλύτερο μέρος της από έρημο, και οι Λιβύη, Μαρόκο, Ιορδανία, Τυνησία, ενώ οι πρώτες υποστηρικτικές εγκαταστάσεις έχουν ήδη αρχίσει και κτίζονται στην Ισπανία, στην Αίγυπτο και στην Τυνησία.

4.5. 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.

Το αιολικό δυναμικό της Αλγερίας είναι αρκετά υψηλό, ιδιαίτερα στο βόρειο τμήμα της χώρας, και χρησιμοποιείται σε εφαρμογές άντλησης με ανεμογεννήτριες. Το δυναμικό βιομάζας προέρχεται από την εκμετάλλευση των δασών, αλλά δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Ακόμη, το υδροηλεκτρικό δυναμικό της Αλγερίας, αν και υψηλό, παρουσιάζει λίγες εφαρμογές σε υδροηλεκτρικά έργα. Τέλος η εκμετάλλευση της γεωθερμικού δυναμικού, κυρίως στο βόρειο τμήμα της χώρας, παραμένει αμελητέα λόγω των χαμηλών τιμών και της υψηλής διαθεσιμότητας του φυσικού αερίου και του μαζούτ.

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, οι οποίες βρίσκονται ακόμη σε κατασκευή. Οι κύριοι φορείς στον τομέα αυτό είναι το Υπουργείο Ενέργειας και Ορυκτού Πλούτου, η APRUE το εθνικό όργανο αρμόδιο για την ενεργειακή αποδοτικότητα και την ορθολογική χρήση της ενέργειας, το κρατικό ερευνητικό όργανο CDER, το ρυθμιστικό σώμα CREG και η επιχείρηση ανάπτυξης και επενδύσεων στις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας NEAL.

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. Ο υβριδικός σταθμός που κατασκευάζεται στο Hassi R'Mel είναι το πρώτος παγκοσμίως και θα διαθέτει εγκατεστημένη ισχύ 150MW. Το έργο ανέλαβε η ισπανική κατασκευαστική Abener και η αλγερινή NEAL, σε πολύ ευνοϊκά νομικά και χρηματοδοτικά πλαίσια, ενώ μελλοντικός στόχος του σταθμού είναι η εξαγωγή 6.000MW ηλεκτρισμού στην Ευρώπη. Επίσης, πραγματοποιείται μία μελέτη για την

κατασκευή ηλιακού θερμικού πύργου παραγωγής ενέργειας ισχύος 1,5-3MW, μια συνεργασία του Ηλιακού Ινστιτούτου του Jülich και της αλγερινής κυβέρνησης. Το πιο φιλόδοξο πρόγραμμα ηλιακής ενέργειας ωστόσο, το Desertec, αφορά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιώντας εστιακά κάτοπτρα CSP σε χώρες της βορείου Αφρικής και της Μέσης Ανατολής για την εξαγωγή «πράσινης ενέργειας» προς την Ευρώπη και την ικανοποίηση 15% των ενεργειακών της αναγκών μέχρι το 2050.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΙΓΥΠΤΟΣ

5.1. Γενικά

5.1.1. Γενικά στοιχεία

Εξαιτίας της ιδανικής της θέσης στη Μεσόγειο, η Αίγυπτος επιδιώκει να εκμεταλλευτεί την ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται, για να ικανοποιήσει την αυξανόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. 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 συνορεύει με τη Λιβύη, το Σουδάν, την λωρίδα της Γάζας και το Ισραήλ, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 5.1 Χάρτης της Αιγύπτου

Πρωτεύουσα της Αιγύπτου είναι το Κάιρο και δύο κύριες πόλεις της στο βόρειο και στο νότιο τμήμα της χώρας είναι αντίστοιχα οι Αλεξάνδρεια και το Λούξορ, με συντεταγμένες οι οποίες φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

ΠΟΛΗ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ
Κάιρο	30° 03' N	31° 22' E
Αλεξάνδρεια	31° 11' N	29° 55' E
Λούξορ	25° 41' N	32° 39' E

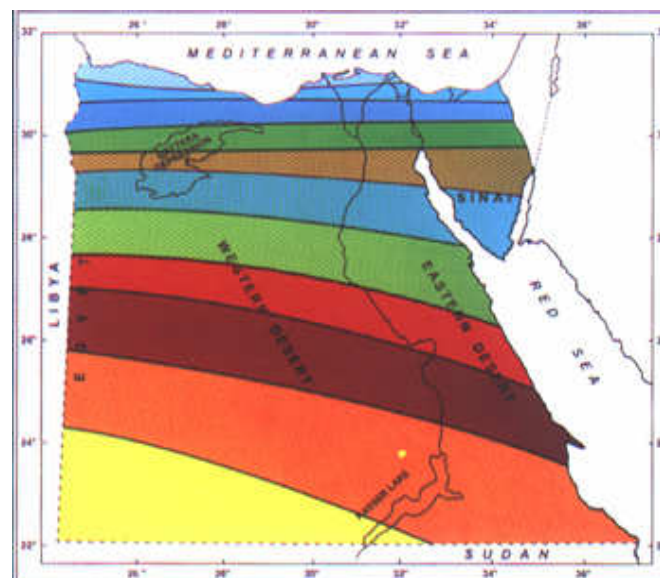
Πίνακας 5.1 Συντεταγμένες κύριων πόλεων στην Αίγυπτο

5.2. Το δυναμικό ΑΠΕ

Η Αίγυπτος διαθέτει υψηλό ηλιακό και αιολικό δυναμικό κυρίως λόγω της πλεονεκτικής της θέσης στη λεκάνη της Μεσογείου. Επίσης, μεγάλο μέρος της χώρας καλύπτεται από έρημο, προσφέροντας ευκαιρίες για εκμετάλλευση ηλιακής ενέργειας.

5.2.1. Ηλιακό δυναμικό

Η Αίγυπτος δέχεται υψηλή ένταση ηλιακής ακτινοβολίας μεγέθους 1.970-2.600 KWh/m² κάθε χρόνο σε όλη της έκτασή της, και η διάρκεια της ηλιοφάνειας κυμαίνεται από 9 έως 11 ώρες καθημερινώς, ενώ παρατηρούνται ελάχιστες μέρες συννεφιάς όλο το χρόνο.



Σχήμα 5.2 Χάρτης ηλιοφάνειας της Αιγύπτου

Πρόσφατη έρευνα υπολόγισε τις ηλιακές οικονομικές δυνατότητες για την ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιώντας την ετήσια άμεση κανονική ακτινοβολία με ένα παράγοντα μετατροπής 0,045, ο οποίος λαμβάνει υπόψη ετήσια μέση αποδοτικότητα 15% και παράγοντα χρήσης γης 30% για τεχνολογία συγκεντρωμένης ηλιακής ενέργειας (CSP). Αυτές οι οικονομικές δυνατότητες εξετάζουν κατάλληλες περιοχές με άμεση ηλιακή

ακτινοβολία πάνω από 2.000KWh/m² ετησίως. Η μελέτη συμπέρανε ότι η Αίγυπτος διαθέτει δυνατότητα για ηλιακή θερμική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 73.655TWh το χρόνο. Επίσης, η μελέτη προβλέπει την συγκεντρωμένη ηλιακή ενέργεια ως βασική λύση για τις αυξανόμενες ζητήσεις ηλεκτρικού και νερού στην περιοχή αλλά και ως ευκαιρία εξαγωγής «καθαρής» ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη. Για να εισέλθουν ωστόσο οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ειδικότερα η CSP τεχνολογία, απαιτείται αρχική επένδυση 75 δισεκατομμυρίων δολαρίων, η οποία προβλέπεται να αποσβεσθεί σε 15 έτη συμπεριλαμβάνοντας και τα καύσιμα αυτής της περιόδου. Η μελέτη ωστόσο προϋποθέτει ότι η επένδυση θα διανεμηθεί εξίσου στους κατοίκους της περιοχής, οι οποίοι θα πρέπει να διαθέτουν 10 δολάρια ετησίως για την περίοδο των 15 χρόνων.

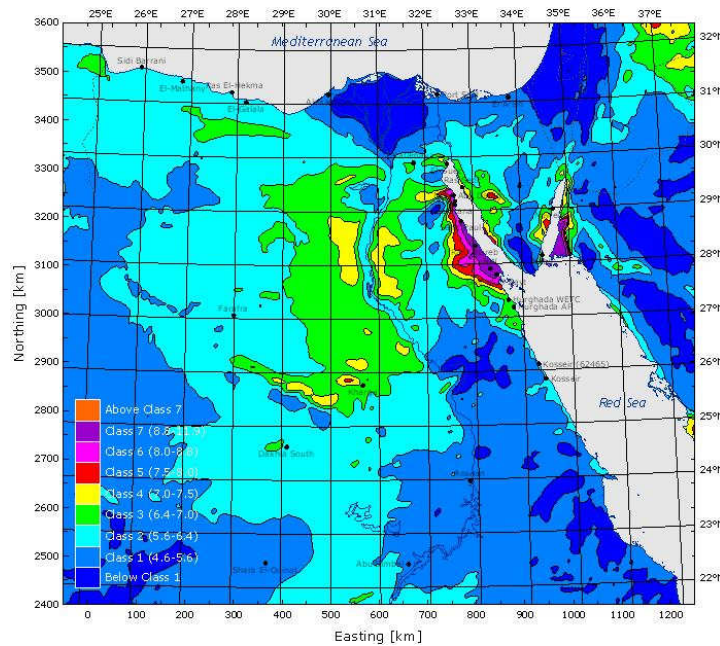
Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα HOMER υπολογίσαμε την ετήσια παραγόμενη ενέργεια από ένα μέσο Φ/Β ισχύος 1kW σε οριζόντιο επίπεδο, στις κυριότερες πόλεις της χώρας.

HOMER RESULTS		
ΠΟΛΗ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ (ΠΛΑΤΟΣ/ΜΗΚΟΣ)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kWh/yr)
Cairo	30° 03' N / 31° 22' E	1,794
Alexandria	31° 11' N / 29° 55' E	1,593
Luxor	25° 41' N / 32° 39' E	1,916

Πίνακας 5.2 Ετήσια παραγόμενη ενέργεια στις κυριότερες πόλεις της Αιγύπτου

5.2.2. Αιολικό δυναμικό

Το υψηλότερο αιολικό δυναμικό παρατηρείται στην περιοχή του Κόλπου του Σουέζ, όπου η μέση ταχύτητα ανέμων φθάνει τα 7-10,5m/s, 50m πάνω από το έδαφος, ενώ είναι συγκρίσιμο με εκείνο των ευνοϊκότερων περιοχών της βορειοδυτικής Ευρώπης.



Σχήμα 5.3 Χάρτης αιολικού δυναμικού της Αιγύπτου

Επίσης, σε μεγάλες περιοχές της δυτικής και ανατολικής ερήμου, συγκεκριμένα δυτικά και ανατολικά της κοιλάδας του Νείλου, οι ταχύτητες ανέμου υπολογίζονται στα 7-8m/s. Τέλος, περιοχές της χερσονήσου του Σινά χαρακτηρίζονται από σχετικά υψηλούς αιολικούς πόρους και συγκεκριμένα κατά μήκος της ακτής του κόλπου του Άκαμπα και κατά μήκος της κορυφογραμμής δυτικά του βουνού Ajmah.

5.2.3. Υδροηλεκτρικό δυναμικό

Η Αίγυπτος παρουσιάζει ένα από τα μεγαλύτερα έργα εκμετάλλευσης υδροηλεκτρικού δυναμικού παγκοσμίως. Το Φράγμα του Ασουάν, ή αλλιώς High Dam, είναι ένα υδροηλεκτρικό φράγμα στο Νείλο, κοντά στην πόλη Aswan. Την κατασκευή του ανέλαβε η Σοβιετική Ένωση, με τον σχεδιασμό του φράγματος από το Σοβιετικό Ινστιτούτο Υδροηλεκτρισμού και την παροχή τεχνικών και βαρέως εξοπλισμού με τη συμβολή της αιγυπτιακής κατασκευαστικής εταιρείας Arab Contractors[33]. Το έργο ολοκληρώθηκε στις 21 Ιουλίου του 1970 και είχε μεγάλες επιδράσεις στην οικονομία της χώρας.



Σχήμα 5.4 Το υδροηλεκτρικό φράγμα του Ασουάν

Το φράγμα είναι 3.830 μέτρα σε μήκος και 980 μέτρα σε πλάτος στη βάση του και 111 μέτρα σε ύψος, ενώ δέχεται σχεδόν 11.000 κυβικά μέτρα νερού το δευτερόλεπτο με πρόσθετη δυνατότητα 5.000 κυβικών μέτρων ακόμα αν χρειαστεί.

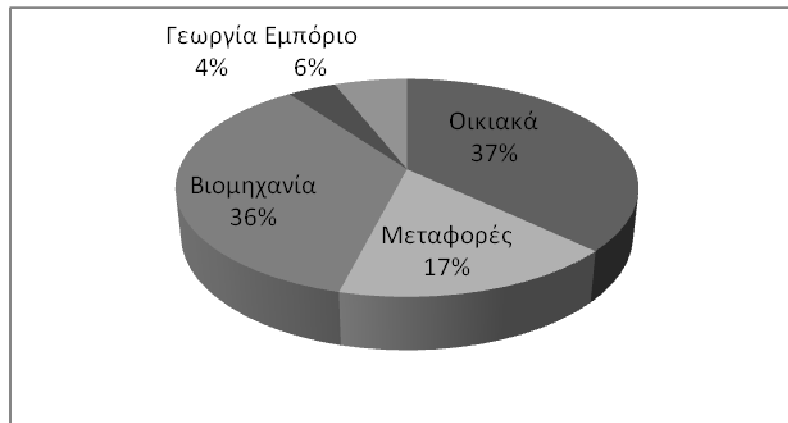
Το εργοστάσιο υδροηλεκτρικής ενέργειας διαθέτει 12 γεννήτριες, ισχύος 175MW η καθεμία που παράγουν 2,1GW. Το ποσοστό συμμετοχής του φράγματος στις ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας της Αιγύπτου φθάνει το 15%, λόγω της κατασκευής περισσότερων ηλιοθερμικών σταθμών παραγωγής τα τελευταία χρόνια.

5.3. Η αγορά ενέργειας

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[34] (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.

5.3.1. Ο τομέας του ηλεκτρισμού

Το αιγυπτιακό σύστημα ηλεκτρισμού διαθέτει θερμικούς σταθμούς στο Κάιρο και στην Αλεξάνδρεια. Το 2006 η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν 115TWh, με ποσοστό 72% προερχόμενη από αέριο, 16% από πετρέλαιο και 11% από υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις, κυρίως στο Aswan. Η κατανάλωση ηλεκτρισμού την ίδια χρονιά κατανέμεται όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 5.5 Κατανάλωση ηλεκτρικού το 2006 ανά χρήση

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς την ίδια χρονιά υπολογίζεται στα 18GW.

5.3.2. Ο τομέας των ΑΠΕ

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.

5.3.2.1. Κύριοι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ

Στο πλαίσιο του εθνικού ενεργειακού προγραμματισμού, το Υπουργείο Ηλεκτρισμού και Ενέργειας-MOEE[35] 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 δικαιοδοσία της NREA περιλαμβάνει

- Αξιολόγηση των πόρων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Έρευνα, ανάπτυξη, επίδειξη και δοκιμή διάφορων τεχνολογιών ΑΠΕ
- Εφαρμογή προγραμμάτων ΑΠΕ

- Καθορισμός προδιαγραφών για τον εξοπλισμό και τα συστήματα ΑΠΕ στην Αίγυπτο
- Παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών
- Εκπαίδευση και κατάρτιση πάνω στον τομέα των ΑΠΕ

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.

5.3.2.2. Στόχοι και σχέδια στον τομέα των ΑΠΕ

Η εξασφάλιση των ενεργειακών αναγκών της Αιγύπτου, αποτελεί βασική προϋπόθεση για να επιτύχει τα κοινωνικοοικονομικά σχέδια ανάπτυξής της. Ως εκ τούτου, η προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί βασικό στόχο της χώρας.

Η Αίγυπτος στοχεύει στην παροχή ποσοστού 3% των ηλεκτρικών ενεργειακών της αναγκών από ανανεώσιμες μορφές ενέργειας μέχρι το 2010. Έχει σχεδιασθεί να παράγει ισχύ 850MW από αιολικά πάρκα και 140MW από ηλιακά συστήματα συνδυασμένου κύκλου με πρόσθετη συνεισφορά και από άλλες εφαρμογές. Επιπλέον, το ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ έχει τεθεί σε 20% για το έτος 2020, δεδομένων κατάλληλων σχεδίων χρηματοδότησης για να καταστεί η ανανεώσιμη ενέργεια ανταγωνιστική στην αγορά. Επίσης, προβλέπεται ενίσχυση των ικανοτήτων τοπικών βιομηχανιών στο πεδίο των ΑΠΕ, με την δημιουργία εθνικών και τοπικών αγορών κατάλληλου εξοπλισμού για ΑΠΕ.

Σε διεθνές επίπεδο, η Αίγυπτος στοχεύει στην αύξηση του εισοδήματός της από ΑΠΕ εκμεταλλευόμενη τους μηχανισμούς του πρωτοκόλλου του Κιότο όπως και στην ίδρυση ενός Πρότυπου Κέντρου ανανεώσιμης ενέργειας και αποδοτικότερης παραγωγής και εκμετάλλευσης της ενέργειας στην Αφρική και Μέση Ανατολή. Τέλος, η Αίγυπτος θεωρείται κομβικό σημείο για την εξαγωγή «καθαρής» ενέργειας από ΑΠΕ προς την Ευρώπη μέσω 3 τοπικών διασυνδέσεων. Ειδικότερα, η σύνδεση με την Ευρώπη γίνεται με την Τουρκία μέσω της Ιορδανίας, της Συρίας και του Λίβανου, με την Ισπανίας μέσω Λιβύης, Τυνησίας, Αλγερίας και Μαρόκου και με τις αφρικανικές χώρες που βρίσκονται κοντά στο Δέλτα του Νείλου.

5.4. Εφαρμογές ΑΠΕ και αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση

Η τρέχουσα διεύρυνση 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.

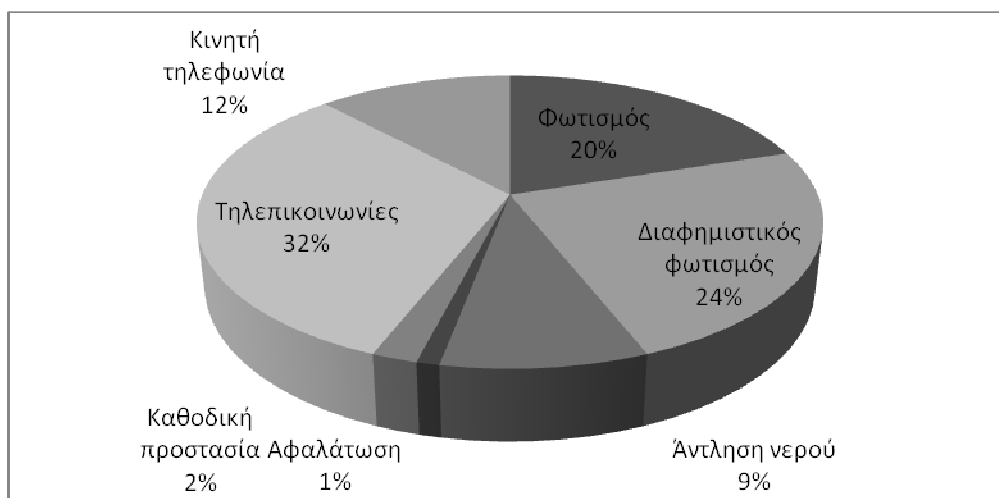
5.4.1. Ηλιοθερμικές εφαρμογές

Η Αίγυπτος διαθέτει πλούσιο ηλιακό δυναμικό, το οποίο εκμεταλλεύεται για να επιτύχει τους προγραμματισμένους στόχους ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι ηλιοθερμικές εφαρμογές αφορούν σε ένα μεγάλο ποσοστό εκμετάλλευσης του παραπάνω δυναμικού και χωρίζονται σε 3 κύριες κατηγορίες, ηλιακά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ηλιακά συστήματα παραγωγής θερμότητας και ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού.

Η οικιακή θέρμανση νερού από ηλιακή ενέργεια (DSWH) είναι από τις πρώτες εφαρμογές εμπορικού επιπέδου στην Αίγυπτο. Οι πρώτες κατασκευαστικές δραστηριότητες ξεκίνησαν την δεκαετία του 80, σε τοπικό επίπεδο και βασίζονται ακόμα και σήμερα σε τοπικούς επενδυτές. Σύμφωνα με εκτιμήσεις της NREA, η θέρμανση νερού από ηλιακή ενέργεια στη χώρα ανέρχεται στα 500.000 τετραγωνικά μέτρα και θεωρείται χαμηλή λόγω της χαμηλής τιμολόγησης του φυσικού αερίου και του ηλεκτρικού ρεύματος από συμβατικές πηγές.

5.4.2. 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 διάγραμμα.



Σχήμα 5.6 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.



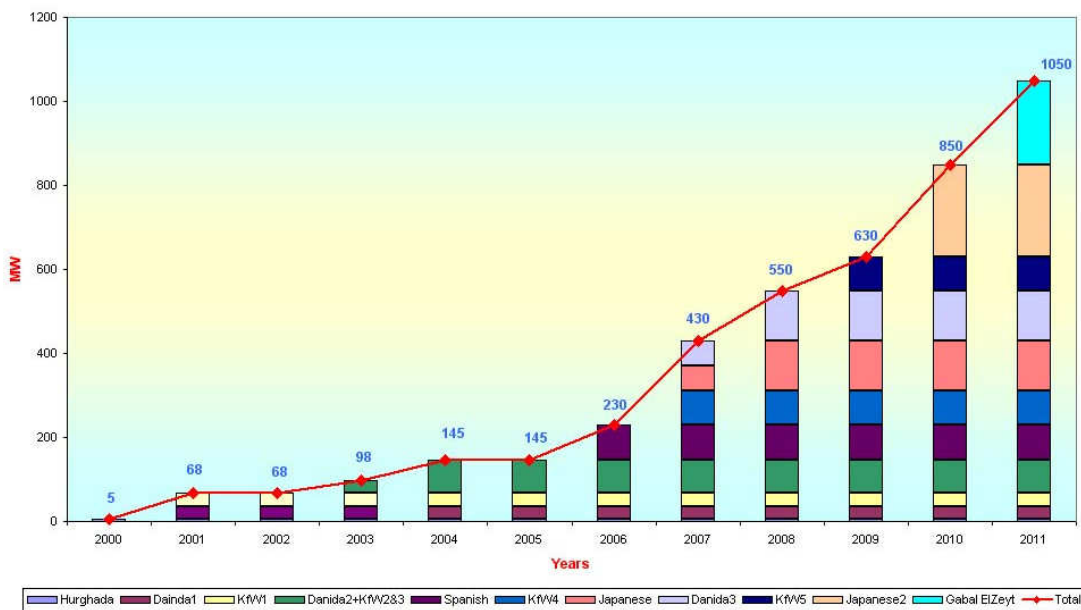
Σχήμα 5.7 Ηλεκτροδότηση οδικού φωτισμού στην Αίγυπτο

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 500KW_p 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 1,2MW_p, ενώ άλλες χρήσεις τέτοιων συστημάτων μπορούν να εφαρμοστούν για την αντικατάσταση νηξελογεννητριών που δουλεύουν 4-6 νυχτερινές ώρες την μέρα όπως και για την άντληση νερού σε ερημικές περιοχές.

5.4.3. Αιολικές εφαρμογές

Λόγω των πολύ καλών συνθηκών που επικρατούν στον Κόλπο του Σουέζ, η NREA ενθαρρύνει ένα φιλόδοξο πρόγραμμα κατασκευής αιολικών πάρκων, ισχύος 3.000MW με τη συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα. Το 2005/2006 η εγκατεστημένη ισχύς ήταν 230MW με παραγωγή 561GWh, αντικαθιστώντας σχεδόν 128.000 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου και 305.000 τόνους CO₂. Η Αίγυπτος στοχεύει σε αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος σε 1.050MW μέχρι το 2012, όπως φαίνεται και από το παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 5.8 Σχέδιο αύξησης εγκατεστημένης ισχύος αιολικών της Αιγύπτου μέχρι το 2011

5.4.3.1. Υβριδικά συστήματα αιολικής ενέργειας στην περιφέρεια Matrouh

Στην μεσογειακή ακτή της περιφέρειας Matrouh, γίνεται η μελέτη δύο αιολικών συστημάτων συνδεδεμένων με το κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης. Το πρώτο βρίσκεται στο χωριό Ras El-Hekma και το δεύτερο στο χωριό El-Rowysat, ενώ το καθένα αποτελείται από 6 Α/Γ ισχύος 25KW η καθεμία. Επιπλέον, μελετώνται και οι μετεωρολογικές συνθήκες για την κατασκευή ενός υβριδικού σταθμού αιολικής ενέργειας και ντήζελ σε κάποιο απομακρυσμένο χωριό της περιοχής. Ο σταθμός θα αποτελείται από 5 Α/Γ ισχύος 25KW η καθεμία και 2 νητζελογεννήτριες ισχύος 100KW η καθεμία και θα υπάρχει διασύνδεση με το τοπικό δίκτυο ηλεκτροδότησης (380V).

5.4.3.2. Αιολικό πάρκο στην Hurghada

Στην ακτή της Ερυθράς Θάλασσας, στην περιοχή Hurghada βρίσκεται το αιολικό πάρκο το οποίο περιλαμβάνει 42 ανεμογεννήτριες, ισχύος 100KW και 300KW, με 2 ή 3

λεπίδες και συστήματα ελέγχου pitch και stall, ενώ 40% των εξαρτημάτων των ανεμογεννητριών κατασκευάστηκαν στην Αίγυπτο.



Σχήμα 5.9 Το αιολικό πάρκο στην Hurghada

Οι τεχνικοί δείκτες απόδοσης για το έτος 2005-2006 φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Μέση ταχύτητα ανέμου (m/s)	Συντελεστής φόρτισης (%)	Παράγοντας διαθεσιμότητας (%)	Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά έτος (GWh)	Ισοδύναμη κατανάλωση καυσίμου (χιλιάδες τόνους)	Μείωση εκπομπών CO ₂ (χιλιάδες τόνους)
6,3	18,6	91,1	8,9	2	5

Πίνακας 5.3 Δείκτες απόδοσης αιολικού πάρκου στην περιοχή Hurghada

5.4.3.3. Διασυνδεδεμένα αιολικά πάρκα μεγάλης κλίμακας στον Κόλπο του Σουέζ

Η NREA πρόκειται να κατασκευάσει αιολικά πάρκα μεγάλης κλίμακας, τα οποία θα έχουν διασύνδεση με το κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης, σε μία περιοχή 80 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Η υποδομή της περιοχής έχει ολοκληρωθεί και περιλαμβάνει ένα υποσταθμό 22/220KV, κατοικίες προσωπικού, εργαστήριο αποθήκη εμπορευμάτων και εσωτερικούς δρόμους. Επιπλέον, διατίθεται μία περιοχή 64 τετραγωνικών χιλιομέτρων δυτικά της παραπάνω τοποθεσίας, για επέκταση του έργου. Στον κόλπο El-Zayt μία περιοχή 656 τετραγωνικών χιλιομέτρων πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για αιολικά πάρκα ισχύος 3.000-4.000MW. Η περιοχή διαθέτει εξαιρετική ταχύτητα ανέμου που φθάνει τα 10,5 μέτρα το δευτερόλεπτο.

5.4.3.3.1. Αιολικό πάρκο στη περιοχή Zafarana

Το έργο κατασκευής και λειτουργίας αιολικού πάρκου στην περιοχή Zafarana ανέλαβαν η Δανία, η Γερμανία και η Ισπανία. Το πρώτο τμήμα του πάρκου, ισχύος 63MW, ολοκληρώθηκε τον Μάρτιο του 2001 και περιελάμβανε 105 ανεμογεννήτριες της εταιρείας Nordex, ισχύος 600KW η καθεμία με διάμετρο ρότορα 43 μέτρα και ύψος 40

μέτρα. Επιπλέον, το δεύτερο τμήμα λειτούργησε σε 2 μέρη, το πρώτο από τα οποία ολοκληρώθηκε τον Νοέμβριο του 2003 ισχύος 30MW και το δεύτερο τον Ιούνιο του 2004 με ισχύ 47MW και περιελάμβανε 117 ανεμογεννήτριες ισχύος 600KW η καθεμία, με διάμετρο ρότορα 47 μέτρα και ύψος 45 μέτρα. Τέλος, το τρίτο τμήμα ολοκληρώθηκε στα μέσα του 2006, με εγκατεστημένη ισχύ 85MW, 100 ανεμογεννήτριες με διάμετρο ρότορα 52 μέτρα και ύψος 45 μέτρα.



Σχήμα 5.10 Τα στάδια κατασκευής του αιολικού πάρκου στη Zafarana

5.4.4. Καλές πρακτικές

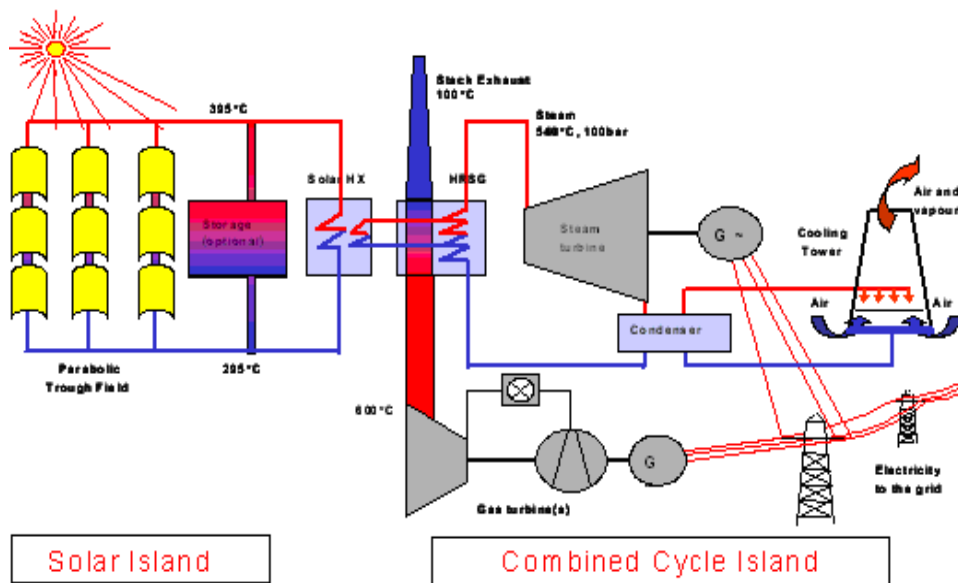
5.4.4.1. Ο ηλιακός θερμικός σταθμός στο Kuraymat

Η πρώτη υπό κατασκευή ηλιακή θερμική εγκατάσταση στην Αίγυπτο βρίσκεται στο Kuraymat, 90 χιλιόμετρα νότια του Κάιρο, με εγκατεστημένη ισχύ 140MW. Η θέση των εγκαταστάσεων επιλέχθηκε λόγω της επίπεδης και ακατοίκητης ερήμου και της υψηλής έντασης ηλιακής ακτινοβολίας στην περιοχή, που φθάνει τις 2.400KWh ανά τετραγωνικό μέτρο ετησίως. Επιπλέον, οι επεκταμένοι αγωγοί φυσικού αερίου και το δίκτυο ηλεκτροδότησης όπως και η εγγύτητα στον ποταμό Νείλο, αποτελούν τους βασικούς παράγοντες επιλογής της τοποθεσίας.



Σχήμα 5.11 Η τοποθεσία του σχεδίου στο Kuraymat

Η δομή του ηλιοθερμικού σταθμού περιγράφεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 5.12 Δομή λειτουργίας του σταθμού στο Kuraymat

Η «Νησίδα Ηλεκτροπαραγωγής», είναι ένας τυπικός σταθμός παραγωγής συνδυασμένου κύκλου, που αποτελείται από ένα αεριοστρόβιλο φυσικού αερίου ισχύος 79MW_e, με δυνατότητα χρήσης αποστάγματος πετρελαίου (No.2) σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και από ένα ατμοστρόβιλο 60MW_e. Ακόμη, περιλαμβάνει μία γεννήτρια ατμού επανάκτησης θερμότητας (HRSG) που χρησιμοποιεί το άεριο εξάτμισης του ατμοστρόβιλου για την παραγωγή υπερθερμασμένου ατμού και ένα σύστημα ψύξης που συμπυκνώνει την εξάτμιση του ατμοστρόβιλου στο συμπυκνωτή και την αντλεί στην HRSG. Η «Ηλιακή Νησίδα», είναι ένα ηλιακό πεδίο 20MW_e, που αποτελείται από παράλληλες σειρές ηλιακών παραβολικών συλλεκτών (Solar Collector Arrays).

Η NREA σκοπεύει να εφαρμόσει το πρόγραμμα στο πλαίσιο των ακόλουθων συμβάσεων. Μία σύμβαση κόστους, κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης για την «Ηλιακή Νησίδα» ως EPC (Engineering Procurement Construction) cum O&M (Operations and Maintenance), δηλαδή για την προμήθεια, κατασκευή, δοκιμή και χρηματοδότηση του έργου και τη λειτουργία και συντήρηση του για 5 έτη από ενδιαφερόμενες ιδιωτικές εταιρείες. Επιπλέον, για το «Νησί Ηλεκτροπαραγωγής», υπογράφηκε σύμβαση EPC συμπεριλαμβανομένης της σύνδεσης με το «Ηλιακό Νησί» και O&M για πέντε έτη. Την χρηματοδότηση του έργου που έφθανε τα 50 εκατομμύρια δολάρια ανέλαβε η GEF (Global Environment Facility[36]) ενώ το έργο ανήκει στην NREA.

Η Αιγυπτιακή Εταιρεία Περιβαλλοντικών Θεμάτων (EEAA[37]) πραγματοποίησε και ενέκρινε μελέτη εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιδράσεων του έργου. Ο σχεδιασμός του έργου ολοκληρώθηκε. Επιπλέον οι εργασίες για τις οδούς προσπέλασης της

τοποθεσίας έχουν τελειώσει και η λειτουργία του έργου αναμένεται να ξεκινήσει το 2010.

Οι στόχοι του προγράμματος, που συμπεριλαμβάνεται σε 4 παρόμοια προγράμματα που πραγματοποιούνται, εκτός από την Αίγυπτο, στο Μαρόκο, την Ινδία και το Μεξικό και χρηματοδοτούνται από την GEF, είναι να συμβάλλει στη βελτίωση της τοπικής δυνατότητας ανάληψης τέτοιων έργων σε τοπικό επίπεδο και στην εκμετάλλευση της άφθονης ηλιακής ενέργειας από τοπικές βιομηχανίες, όπως και στη δημιουργία νέων ευκαιριών απασχόλησης στο τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

5.4.4.2. Σύστημα ανάκτησης θερμότητας αποβλήτων

Το AFD (African Development Fund) σε συνεργασία με μία φαρμακοβιομηχανία, ανέλαβαν το πιλοτικό πρόγραμμα κατασκευής συστήματος ανάκτησης θερμότητας από απόβλητα, El Nasr[38]. Η κατασκευή του έργου διήρκεσε από το Νοέμβριο του 2001 μέχρι τον Απρίλιο του 2003 και κόστισε 1,1 εκ. δολάρια.

Το ηλιακό σύστημα του έργου αποτελείται από ηλιακούς παραβολικούς συσσωρευτές συνολικής επιφάνειας 1.900 τετραγωνικών μέτρων που παράγουν 0,8 τόνους κορεσμένων ατμών την ώρα, θερμοκρασίας 175° Κελσίου και πίεσης 8bar. Ποσοστό 70% του συστήματος κατασκευάζεται τοπικά για πρώτη φορά στη Αίγυπτο, συμπεριλαμβανομένων των παραβολικών συλλεκτών, των κατασκευών αλουμινίου και των μεταλλικών ενώσεων. Τα περισσότερα μέρη του ηλιακού συστήματος συναρμολογούνται επι τόπου, όπως και οι δεξαμενές αποθήκευσης, το σύστημα αγωγών και οι ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις. Το έργο περιλαμβάνει και συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας, όπως την ανανέωση των καυστήρων του λέβητα και εφαρμογές επιστροφής και ενίσχυσης της θερμικής μόνωσης του συστήματος ατμών.



Σχήμα 5.13 Το ηλιακό πεδίο συσσωρευτών του El Nasr

Το 2004 κατά την διάρκεια της λειτουργίας του έργου, το ποσοστό παραγωγής ατμού ήταν χαμηλότερο από αυτό που υποδείκνυε η μελέτη του συμβολαίου και έπειτα από μία έρευνα της εταιρείας Lotus Solar Technologies, οι υπεύθυνοι κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το λειτουργικό περιβάλλον μέσα στο εργοστάσιο προκάλεσε την επιδείνωση της ικανότητας ανάκλασης και απορρόφησης των συλλεκτών. Ωστόσο το 2005 αποκαταστάθηκε η λειτουργία μετά από εργασίες.

5.5. Σύνοψη

Εξαιτίας της ιδανικής της θέσης στη Μεσόγειο, η Αίγυπτος επιδιώκει να εκμεταλλευτεί το ηλιακό και αιολικό δυναμικό που διαθέτει, για να ικανοποιήσει την αυξανόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας.

Η Αίγυπτος δέχεται υψηλή ένταση ηλιακής ακτινοβολίας μεγέθους 1.970-2.600 KWh/m² κάθε χρόνο σε όλη της έκτασή της, και η διάρκεια της ηλιοφάνειας κυμαίνεται από 9 έως 11 ώρες ημερησίως και διαθέτει οικονομική δυνατότητα για ηλιακή θερμική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 73.655TWh ετησίως. Επίσης, υψηλό αιολικό δυναμικό παρατηρείται στην περιοχή του Κόλπου του Σουέζ, όπου η μέση ταχύτητα ανέμων φθάνει τα 7-10,5m/s. Επιπλέον, η Αίγυπτος παρουσιάζει ένα από τα μεγαλύτερα έργα εκμετάλλευσης υδροηλεκτρικού δυναμικού παγκοσμίως, το υδροηλεκτρικό Φράγμα του Ασουάν που καλύπτει σχεδόν 15% των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια της χώρας.

Η Αίγυπτος είναι σημαντικός παραγωγός και εξαγωγέας ενέργειας αφού έχει άφθονους φυσικούς πόρους, όπως πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Το αιγυπτιακό σύστημα ηλεκτρισμού είχε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 115TWh το 2006. Η Αίγυπτος επιδιώκοντας να αντιμετωπίσει την αυξανόμενη ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια καθώς και την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, έχει στραφεί προς την εφαρμογή τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενώ στοχεύει στην παροχή ποσοστού 3% των ηλεκτρικών ενεργειακών της αναγκών από ανανεώσιμες μορφές ενέργειας μέχρι το 2010. Οι σημαντικότεροι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ είναι το Υπουργείο Ηλεκτρισμού και Ενέργειας (MOEE) που παίζει σημαντικό ρόλο στην χρήση των ενεργειακών πηγών, η New and Renewable Energy Authority (NREA) που ενεργεί ως εθνική πλατφόρμα εισαγωγής και ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Αίγυπτο σε εμπορικό επίπεδο καθώς και δημόσιοι φορείς όπως το εθνικό κέντρο ερευνών NRC.

Οι εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και διανεμημένης παραγωγής αφορούν σε ηλιοθερμικά έργα όπως ηλιακά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ηλιακά συστήματα παραγωγής θερμότητας και θέρμανση νερού με ηλιακή ενέργεια. Επιπλέον, έχουν εφαρμοστεί μερικά ενδιαφέροντα προγράμματα απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης με φωτοβολταϊκά συστήματα ισχύος 43KW στην περιφέρεια Matrouh. Λόγω των καλών συνθηκών που επικρατούν στον Κόλπο του Σουέζ, η NREA έχει αναλάβει προγράμματα κατασκευής αιολικών πάρκων 3.000MW. Πιο συγκεκριμένα, γίνονται μελέτες κατασκευής υβριδικών αιολικών συστημάτων στη περιφέρεια Matrouh, αιολικό πάρκο στην περιοχή Hurghada και διασυνδεδεμένα αιολικά πάρκα μεγάλης κλίμακας στον Κόλπο του Σουέζ όπως αυτο στην περιοχή Zafarana. Η Αίγυπτος παρουσιάζει καλές πρακτικές στον τομέα των ΑΠΕ, όπως η υπό κατασκευή ηλιακή θερμική εγκατάσταση στο Kuraymat, με εγκατεστημένη ισχύ 140MW, που αποτελείται από μια «Νησίδα Ηλεκτροπαραγωγής», δηλαδή ένα τυπικό σταθμό

παραγωγής συνδυασμένου κύκλου και μια «Ηλιακή Νησίδα», δηλαδή ένα ηλιακό πεδίο 20MW_e. Την χρηματοδότηση του έργου ανέλαβε η GEF (Global Environment Facility) ενώ το έργο ανήκει στην NREA. Επιπλέον, το AFD (African Development Fund) σε συνεργασία με μία φαρμακοβιομηχανία, ανέλαβαν το πιλοτικό πρόγραμμα κατασκευής συστήματος ανάκτησης θερμότητας από απόβλητα, El Nasr.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΠΑΛΑΙΣΤΙΝΗ

6.1. Γενικά

6.1.1. Γενικά στοιχεία

Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ειδικότερα ηλιακής ενέργειας, στην Παλαιστίνη αποτελεί μία από τις ισχυρότερες εναλλακτικές λύσεις αντιμετώπισης της απουσίας ορυκτών καυσίμων. Η χώρα βρίσκεται σε μία γεωγραφική περιοχή ανάμεσα στη Μεσόγειο θάλασσα και τον Ιορδάνη ποταμό, ενώ είναι χωρισμένη σε 2 τμήματα, την Λωρίδα της Γάζας, με έκταση 365 τετραγωνικών χιλιομέτρων και τη Δυτική Όχθη, με έκταση 5.879 τετραγωνικών μέτρων. Επιπλέον, έχει συνολικό πληθυσμό που εκτιμάται στους 3.699.767 κατοίκους, ένα τρίτο των οποίων κατοικεί στη λωρίδα της Γάζας.



Σχήμα 6.1 Χάρτης της Παλαιστίνης

Κύριες πόλεις της Παλαιστίνης είναι η Nablus και η Gaza, με συντεταγμένες όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

ΠΟΛΗ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ
Nablus	32° 13' 13" N	35° 16' 44" E
Gaza	31° 31' 00" N	34° 27' 00" E

Πίνακας 6.1 Συντεταγμένες κύριων πόλεων της Παλαιστίνης

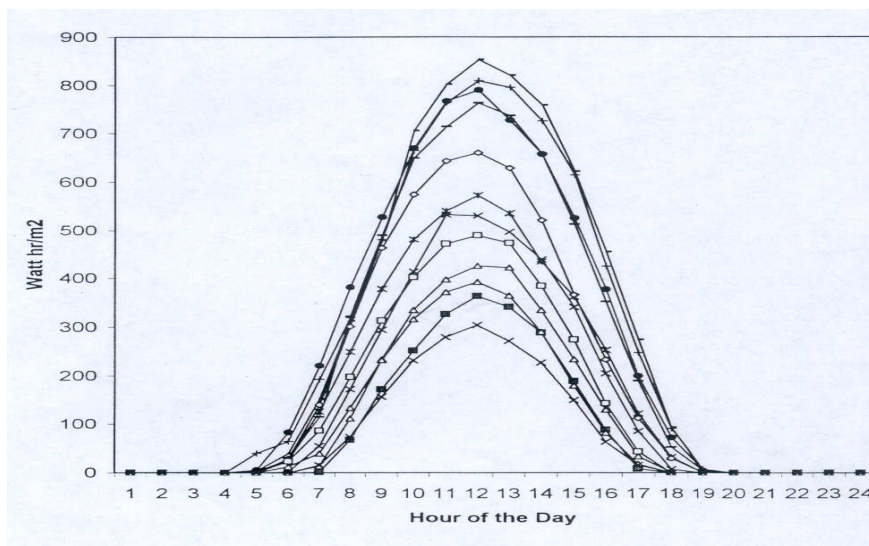
Η έλλειψη συμβατικών ενεργειακών πόρων όπως πετρέλαιο, φυσικό αέριο και άνθρακα καθώς και οι περιορισμένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν δημιουργήσει καθεστώς ενεργειακής εξάρτησης από γειτονικές χώρες, μη ρεαλιστικό έλεγχο τιμών και προβλέπεται σημαντική ενεργειακή κρίση στη χώρα. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια η Παλαιστίνη έχει ξεκινήσει την εκμετάλλευση των ΑΠΕ που διαθέτει κυρίως για ηλεκτροδότηση των διεσπαρμένων κατοίκων της.

6.2. Δυναμικό ΑΠΕ

Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Παλαιστίνη βασίζεται στην ηλιακή ενέργεια και λιγότερο στην αιολική ενέργεια και την ενέργεια από βιομάζα.

6.2.1. Ηλιακό δυναμικό

Το ηλιακό δυναμικό της Παλαιστίνης είναι αρκετά σημαντικό.



Σχήμα 6.2 Ηλιακή ακτινοβολία στην Παλαιστίνη ανά μήνα και ώρα

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα HOMER υπολογίσαμε την ετήσια παραγόμενη ενέργεια από ένα μέσο Φ/Β ισχύος 1kW σε οριζόντιο επίπεδο, στις κυριότερες πόλεις της χώρας.

HOMER RESULTS		
ΠΟΛΗ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ (ΠΛΑΤΟΣ/ΜΗΚΟΣ)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kWh/yr)

Nablus	32° 13' 13" N / 35° 16' 44" E	1.722
Gaza	31° 31' 00" N / 34° 27' 00" E	1.651

Πίνακας 6.2 Ετήσια παραγομένη ενέργεια στις κυριότερες πόλεις της Παλαιστίνης

6.2.2. Αιολικό δυναμικό

Με βάση διαθέσιμα στοιχεία και τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά της Παλαιστίνης, σημαντικό αιολικό δυναμικό παρουσιάζουν οι ορεινές περιοχές, με υψόμετρο 1.000 μέτρων όπως οι Nablus, Ramallah και Hebron. Σε αυτές τις περιοχές η ταχύτητα του ανέμου ξεπερνά τα 5 μέτρα ανά δευτερόλεπτο ενώ η ικανότητα ισχύος είναι 600KWh ανά τετραγωνικό μέτρο.

6.3. Η αγορά ενέργειας

Η Παλαιστίνη δεν διαθέτει ορυκτά καύσιμα και αναγκάζεται να εισάγει 100% των αναγκών της σε πετρέλαιο, από την αγορά του Ισραήλ και 92% των αναγκών της σε ηλεκτρική ενέργεια από την Ισραηλινή Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, εισαγωγές που της κοστίζουν συνολικά 385 εκ. ευρώ ετησίως. Ωστόσο παρουσιάζει περιορισμένη εγχώρια παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ, κυρίως ηλιακή. Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει το ενεργειακό μείγμα της Παλαιστίνης το έτος 2007.



Σχήμα 6.3 Ενεργειακό μείγμα της Παλαιστίνης

6.3.1. Η αγορά ηλεκτρισμού

Όπως αναφέραμε παραπάνω η ηλεκτρική ενέργεια στην Παλαιστίνη εξαρτάται σχεδόν αποκλειστικά από το Ισραήλ. Ένας σημαντικός αριθμός κατοικιών στην Παλαιστίνη έχει ηλεκτροδοτηθεί μέσω σύνδεσης με την Ισραηλινή Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (IEC) ή μέσω τοπικών αποκεντρωμένων νηξελογεννητριών. Ωστόσο, υπάρχουν πολλά χωριά τα οποία παραμένουν δίχως ηλεκτρισμό. Επιπλέον, είχε αποφασιστεί ότι μέχρι το 2002 θα είχε ολοκληρωθεί το σχέδιο ηλεκτροδότησης ολόκληρου του πληθυσμού, το οποίο όμως δεν πραγματοποιήθηκε.

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αφορά σε οικιακή, εμπορική και περιορισμένα σε βιομηχανική χρήση, καθώς και για τον φωτισμό δρόμων και άντληση νερού.



Σχήμα 6.4 Κατανομή ανά χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας στην Παλαιστίνη

Τέλος, το σύστημα τιμολογίων ηλεκτρικού ρεύματος στην χώρα δεν είναι ενοποιημένο και κάθε ηλεκτρική χρήση έχει το δικό της τιμολόγιο. Μερικοί από τους υπεύθυνους φορείς στον τομέα του ηλεκτρισμού είναι η Παλαιστινιακή Επιχείρηση Ηλεκτρισμού και η Επιχείρηση Διανομής Ηλεκτρισμού της Γάζας.

6.3.2. Η αγορά ΑΠΕ

Η Παλαιστίνη έχει στραφεί στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κυρίως για να εξασφαλίσει την ηλεκτροδότηση των διασκορπισμένων πληθυσμών, οι οποίοι δεν διαθέτουν πρόσβαση σε δίκτυο ηλεκτροδότησης. Ειδικότερα, στοχεύει στην αύξηση του ποσοστού ΑΠΕ στην ενεργειακή κατανάλωση σε 20%.

6.3.2.1. Κύριοι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ

Η Παλαιστινιακή Αρχή Ενέργειας (PEA[39]), 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 (PEC[40]) 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 (ERC[41]), 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.

6.4. 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.

6.4.1. 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 νηξελογεννητριών. 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_p . Ειδικότερα, εγκαταστάθηκαν περισσότερα από 90 οικιακά 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 και φαίνεται λεπτομερώς στον παρακάτω πίνακα.

Εγκατάσταση	Αριθμός συστημάτων	Ισχύς αιχμής (KW _p)
Κλινικές	12	7,37
Σχολεία	21	13,44
Οικισμοί Βεδουίνων	24	5
Κατοικίες	22	6,6
Απομονωμένα χωριά	1 κεντρικό σύστημα	5,5
Οικισμός Βεδουίνων	Υβριδικό PV- αιολικό σύστημα	4
Φωτισμός δρόμων	-	2,2
Αγροκτήματα	-	2,44
Άλλα (τζαμιά, κυβερνητικά γραφεία)	6	1

Πίνακας 6.3 Εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών εφαρμογών στην Παλαιστίνη



Σχήμα 6.5 Φωτοβολταϊκά συστήματα για την ηλεκτροδότηση οικισμού Βεδουίνων

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

6.4.2. Ηλιοθερμικές εφαρμογές

Η κύρια εφαρμογή ηλιοθερμικής ενέργειας στην Παλαιστίνη είναι στην θέρμανση του νερού. Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες (SWH) χρησιμοποιούνται στον τομέα των κατοικιών σε ποσοστό που ξεπερνά το 70%, ενώ είναι περιορισμένοι στις υπηρεσίες και στον βιομηχανικό τομέα. Η επιφάνεια εγκατεστημένης ισχύος SWH συνολικά το έτος 2007

έφθανε τα 1,5km², παράγοντας 940GWh ετησίως που ισοδυναμεί με την αποφυγή εκπομπών 650.000 τόνων CO₂ το χρόνο. Επιπλέον, υπάρχει δυνατότητα επέκτασης της χρήσης των SWH στον τομέα των υπηρεσιών σε ποσοστό 60% με την εγκατάσταση 8.500m² σε νοσοκομεία, 9.800m² σε ξενοδοχεία και 1.000m² σε πανεπιστήμια. Η Παλαιστίνη είναι η πρώτη περιοχή σε εγκατεστημένη επιφάνεια συλλεκτών αντιπροσωπεύοντας το 48% όλων των εγκαταστάσεων στον Αραβικό κόσμο.

Τέλος, η χρήση ηλιακής θερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού βρίσκεται ακόμη υπό έρευνα, ενώ υπάρχει ενδιαφέρον από την ΡΕΑ για την επένδυση σε υβριδικό εργοστάσιο συγκεντρωμένης ηλιακής ενέργειας (CSP) ισχύος 100MW στην Ιεριχώ.

Μία ακόμη εφαρμογή της ηλιακής θερμικής ενέργειας είναι η παθητική ηλιακή θέρμανση που χρησιμοποιείται παραδοσιακά στη Παλαιστίνη και αφορά στον προσανατολισμό της οικοδόμησης και της θέση των παραθύρων. Ειδικότερα, έχουν γίνει σοβαρές προσπάθειες ενθάρρυνσης αυτής της εφαρμογής με την καθιέρωση μιας κλιματικής βάσης δεδομένων, τον χωρισμό των περιοχών σε κλιματολογικές ζώνες και την κατάρτιση των μηχανικών.

Τέλος, η ηλιακή ξήρανση είναι συνηθισμένη τακτική διατήρησης φρούτων, λαχανικών και γιαουρτιού, όπως και τα θερμοκήπια για την καλλιέργεια τους.

6.4.3. Άλλες εφαρμογές

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την αφαλάτωση του νερού βρίσκεται υπό έρευνα, ωστόσο φαίνεται ιδιαίτερα σημαντική λόγω της έλλειψης διαθέσιμου πόσιμου νερού και της υψηλής περιεκτικότητας άλατος ειδικά στη Λωρίδα της Γάζας. Επιπλέον, προβλέπεται δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών ηλιακών κλιματιστικών για την ψύξη ειδικά στην βιομηχανία τροφίμων. Οι αιολικές εφαρμογές στην Παλαιστίνη είναι περιορισμένες κυρίως λόγω πολιτικών καταστάσεων αλλά και έλλειψης μετρήσεων αιολικού δυναμικού. Τέλος, η ενέργεια από βιομάζα χρησιμοποιείται για θέρμανση και οικιακές εργασίες σε απομονωμένες περιοχές δίχως ηλεκτροδότηση.

6.5. Σύνοψη

Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ειδικότερα ηλιακής ενέργειας, στην Παλαιστίνη 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 ηλεκτροδότησης των διασκορπισμένων πληθυσμών, οι οποίοι δεν διαθέτουν πρόσβαση σε δίκτυο ηλεκτροδότησης. Κύριοι φορείς υπεύθυνοι για προγράμματα ηλεκτροδότησης είναι η Παλαιστινιακή Αρχή Ενέργειας (PEA), που ιδρύθηκε για την διαχείριση και ανάπτυξη του τομέα ηλεκτρισμού στη Δυτική Όχθη και την Λωρίδα της Γάζας, το Παλαιστινιακό Κέντρο Έρευνας Ενέργειας και Περιβάλλοντος (PEC), υπεύθυνο για τον προγραμματισμό και συντονισμό θεμάτων ενεργειακής αποδοτικότητας και ΑΠΕ και το Ενεργειακό Κέντρο Έρευνας (ERC). 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 150KW_p ενώ υπάρχει προοπτική εγκατάστασης 600KW_p στο μέλλον. Η κύρια εφαρμογή ηλιοθερμικής ενέργειας στην Παλαιστίνη είναι για την θέρμανση του νερού, με παραγωγή 940GWh ετησίως, ενώ υπάρχουν και περιορισμένες εφαρμογές βιομάζας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΛΙΒΑΝΟΣ

7.1. Γενικά

7.1.1. Γενικά στοιχεία

Ο Λίβανος διαθέτει γεωγραφική και κοινωνικοοικονομική δυνατότητα εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η οποία μπορεί να αντισταθμίσει την απουσία ορυκτών καυσίμων. Η χώρα βρίσκεται στην ανατολική ακτή της Μεσογείου και συνορεύει βορειοανατολικά με τη Συρία και νότια με το Ισραήλ. Ο Λίβανος καλύπτει έκταση 10.452 τετραγωνικών χιλιομέτρων και ο πληθυσμός του ξεπερνά τα 4 εκατομμύρια κατοίκους, ενώ χωρίζεται σε 6 περιφέρειες.



Σχήμα 7.1 Χάρτης του Λίβανου

Πρωτεύουσα του Λιβάνου είναι η Βηρυττός και δύο κύριες πόλεις της στο βόρειο και στο νότιο τμήμα της χώρας είναι αντίστοιχα η Μπάαλμπεκ και η Sidon, με συντεταγμένες οι οποίες φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

ΠΟΛΗ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ
Βηρυτός	33° 53' N	35° 30' E
Μπάαλμπεκ	34° 00' N	36° 12' E
Sidon	33° 33' N	35° 23' E

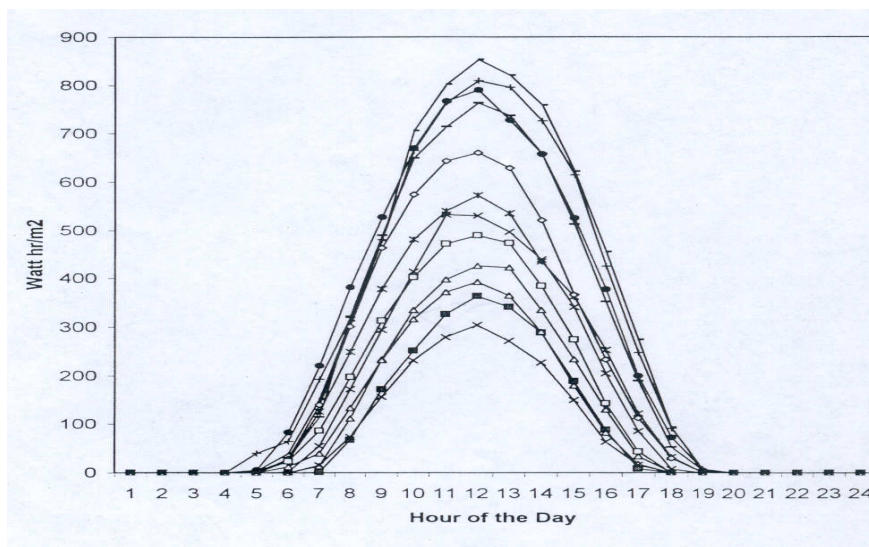
Πίνακας 7.1 Συντεταγμένες κύριων πόλεων στο Λίβανο

7.2. Δυναμικό ΑΠΕ

Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο Λίβανο βασίζεται κυρίως στην ηλιακή ενέργεια, στην αιολική ενέργεια και την ενέργεια από βιομάζα.

7.2.1. Ηλιακό δυναμικό

Ο Λίβανος δέχεται ηλιακή ακτινοβολία εντάσεως 4,8 KWh/m² ημερησίως σε όλη την έκτασή του, και η διάρκεια της ηλιοφάνειας υπολογίζεται στις 3.000 ώρες ετησίως.



Σχήμα 7.2 Ηλιακή ακτινοβολία στον Λίβανο ανά μήνα και ώρα

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα HOMER υπολογίσαμε την ετήσια παραγόμενη ενέργεια από ένα μέσο Φ/Β ισχύος 1kW σε οριζόντιο επίπεδο στις κυριότερες πόλεις της χώρας.

HOMER RESULTS		
ΠΟΛΗ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ (ΠΛΑΤΟΣ/ΜΗΚΟΣ)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kWh/yr)
Μπααλμπέκ	34° 00' N / 36° 12' E	1,755
Sidon	33° 33' N / 35° 23' E	1,669

Πίνακας 7.2 Ετήσια παραγομένη ενέργεια στις κυριότερες πόλεις του Λιβάνου

7.2.2. Αιολικό δυναμικό

Ο Λίβανος παρουσιάζει περιορισμένη δυνατότητα εκμετάλλευσης αιολικού δυναμικού, όπως δείχνουν μετρήσεις σε διάφορες περιοχές της χώρας, κυρίως στο βορρά.

Περιοχή	Ταχύτητα (m/s)
Αεροδρόμιο	4.5
Arz	3.7
Ryak	3.9
Ksara	4.3
Khaldeh	2.8
Marjaayoum	4.5
Qlailaat	4.4
Tripoli	3.9
Dahr el Baydar	4.3

Πίνακας 7.3 Μέση μηνιαία ταχύτητα ανέμου στο Λίβανο

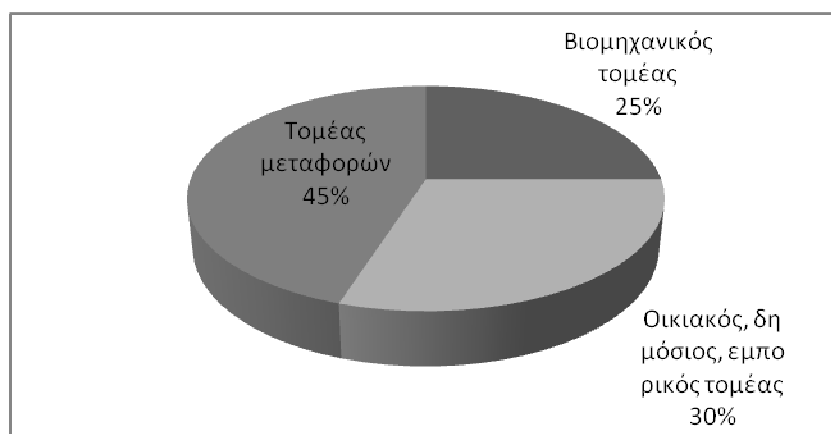
Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω μετρήσεις από τους 9 σταθμούς, υπάρχει δυνατότητα εκμετάλλευσης αιολικών πάρκων συνδεδεμένων στο δίκτυο στο βόρειο τμήμα του Λιβάνου.

7.2.3. Δυναμικό βιομάζας

Η ενέργεια από προϊόντα βιομάζας και βιομηχανικά απόβλητα υπολογίζεται, σύμφωνα με στοιχεία της Παγκόσμιας Τράπεζας (World Bank), σε 48ΚΤΠΠ ετησίως, δηλαδή 2,4% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στο Λίβανο. Επιπλέον, οι δασικές εκτάσεις στη χώρα καλύπτουν έκταση 350 τετραγωνικών χιλιομέτρων που αντιπροσωπεύει 3,5% της συνολικής έκτασης της χώρας.

7.3. Η αγορά ενέργειας

Ο Λίβανος δεν διαθέτει ορυκτούς πόρους, όπως πετρέλαιο και άνθρακα και ως εκ τούτου εισάγει παράγωγα πετρελαίου για τις ενεργειακές του ανάγκες. Ο τομέας του ηλεκτρισμού, αν και αναπτυγμένος, μονοπωλείται από την κρατική επιχείρηση ηλεκτρισμού, ενώ η χρήση ΑΠΕ είναι πολύ περιορισμένη. Η κατανάλωση ενέργειας στη χώρα φαίνεται λεπτομερώς στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 7.3 Κατανομή ενεργειακής κατανάλωσης

7.3.1. Η αγορά ηλεκτρισμού

Η ηλεκτρική ενέργεια στο Λίβανο παρέχεται από την κρατική επιχείρηση ηλεκτρισμού Electricité du Liban (EDL[43]). Πιο συγκεκριμένα, η EDL διαθέτει το μονοπώλιο παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας ενώ έχει ολοκληρώσει προγράμματα αποκατάστασης και επέκτασης των ηλεκτρικών της εγκαταστάσεων. Η EDL εισάγει καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αξίας περίπου 500 εκ. δολαρίων ετησίως. Σύμφωνα με στοιχεία του έτους 2004, η εγκατεστημένη ισχύς ανερχόταν στα 2.310MW ενώ ποσοστό 98% του πληθυσμού ήταν συνδεδεμένο στο δίκτυο ηλεκτροδότησης. Οι κύριες πηγές παραγωγής ηλεκτρισμού στη χώρα είναι αργό πετρέλαιο, νηζέλ και υδροηλεκτρικά. Η EDL αντιμετωπίζει προβλήματα πληρωμών τιμολογίων από μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού, παρά την χαμηλή τιμή που πώλησης της ενέργειας που είναι 7.8 cents/KWh, καθώς και περιπτώσεις υποκλοπών ηλεκτρικού ρεύματος. Τέλος, όσον αφορά τις επενδύσεις του ιδιωτικού τομέα, δεν απαιτούνται άδειες για την παραγωγή ισχύος μικρότερης από 25MW για την εξυπηρέτηση λιγότερων από 50.000 κατοίκων. Τέλος, ο Λίβανος διαθέτει 2 ηλεκτρικές διασυνδέσεις 220KV και σε περιπτώσεις υψηλής ζήτησης εισάγει ηλεκτρικό ρεύμα από τη Συρία.

7.3.2. Η αγορά ΑΠΕ

Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας του Λίβανου είναι αρκετά περιορισμένη, κυρίως λόγω της εκτενούς ηλεκτροδότησης (σε ποσοστό 98%) της χώρας και της χαμηλής τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος. Ωστόσο αποτελεί λύση στην απουσία

ορυκτών πόρων της χώρας και στην συνεπαγόμενη εξάρτησή της από εισαγωγές καυσίμων. Προς αυτόν το στόχο, η κυβέρνηση του Λιβάνου έχει ξεκινήσει τις διαδικασίες για ένα σχέδιο νόμου προώθησης των ΑΠΕ στη χώρα.

7.3.2.1. Κύριοι φορείς στον τομέα των ΑΠΕ

Παρά την προφανή ανάγκη εκμετάλλευσης των ΑΠΕ στο Λίβανο δεν υπάρχουν ειδικοί φορείς διαχείρισης του τομέα αυτού.

Το Υπουργείο Ενέργειας και Νερού διαχειρίζεται όλα τα ενεργειακά θέματα του Λιβάνου, όπως και τον τομέα του ηλεκτρισμού, αν και στερείται εκπαίδευσης και κατάρτισης του προσωπικού του.

Η μη κυβερνητική μη κερδοσκοπική Λιβανέζικη Ένωση για την Ενέργεια και το Περιβάλλον (ALMEE[44]) έχει ως στόχο την ανάπτυξη και την προώθηση επιστημονικών και τεχνικών μεθόδων για τη βελτίωση της διαχείρισης της ενέργειας στη Μεσόγειο.

Επιπλέον, το Εθνικό Συμβούλιο Επιστημονικής Έρευνας (NCSR[45]) σε συνεργασία με τοπικά πανεπιστήμια είναι υπεύθυνο για την έρευνα και ανάπτυξη όλων των ενεργειακών τομέων του Λιβάνου, συμπεριλαμβανομένων και των ΑΠΕ. Ωστόσο η δραστηριότητά του παραμένει περιορισμένη λόγω έλλειψης χρηματοδότησης.

Το Ινστιτούτο Βιομηχανικής Έρευνας (IRI) είναι υπεύθυνο για τις βιομηχανικές εφαρμογές ΑΠΕ και συνεργάζεται με τη Λιβανέζικη Βιομηχανική Ένωση.

7.4. Εφαρμογές ΑΠΕ

Υπάρχουν κάποια προγράμματα εκμετάλλευσης ΑΠΕ που βρίσκονται σε εξέλιξη και ειδικότερα το «Energy Efficiency Project in the Construction» που χρηματοδοτείται από το French Fund for World Environment (FFEM) και συντονίζεται από την ALMEE και την Υπηρεσία για το Περιβάλλον και την Ενέργεια (ADEME[46]). Επιπλέον, το πρόγραμμα «Cross Sectoral Energy Efficiency and Removal Barriers to ESCO Operation» χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών (UNDP) και επικεντρώνεται κυρίως στην ηλιοθερμική ενέργεια στο Λίβανο. Ωστόσο, συνολικά οι εφαρμογές είναι αρκετά περιορισμένες.

7.4.1. Φωτοβολταϊκές εφαρμογές

Η κυριότερη εφαρμογή φωτοβολταϊκών συστημάτων στο Λίβανο αφορά στην γεωργία. Ειδικότερα, το σύστημα RAMseS[47] (Renewable Energy Agricultural Multi-purpose System) για γεωργούς, το οποίο υποστηρίζει η Ευρωπαϊκή Κοινότητα, έχει ως στόχο την ανάπτυξη ενός πλήρως ηλιακού, αγροτικού οχήματος για πολλές χρήσεις, το οποίο φαίνεται στην επόμενη εικόνα.



Σχήμα 7.4 Ηλιακό όχημα για γεωργική χρήση στον Λίβανο

Πρωταρχικός στόχος του RAMseS είναι η αντιμετώπιση των προβλημάτων που υπάρχουν στο γεωργικό τομέα εξαιτίας των αυξανόμενων τιμών των καυσίμων. Πιο συγκεκριμένα, η σύγχρονη γεωργία εξαρτάται από τη χρήση ορυκτών καυσίμων για τη λειτουργία γεωργικών μηχανημάτων, οχημάτων και συστημάτων επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων. Το πρόγραμμα εστιάζει σε νότιες μεσογειακές χώρες, όπου η ηλιακή ακτινοβολία είναι αρκετά υψηλή, ώστε το ηλιακό σύστημα φωτοβολταϊκών να είναι περισσότερο αποδοτικό. Επίσης, το πρόγραμμα στρέφεται προς την χρήση του ηλιακού οχήματος κυρίως σε καλλιέργειες σε θερμοκήπια και σε οиноκαλλιέργειες, για την μεταφορά συγκομιδών, τον ψεκασμό φυτοφαρμάκων και την άρδευση.

Το καινοτόμο στοιχείο ενός τέτοιου συστήματος βρίσκεται στη διπλή χρήση των μπαταριών, συγκεκριμένα για ενεργειακή αποθήκευση αλλά και για την τροφοδότηση ενός ηλεκτρικού οχήματος πολλών χρήσεων. Το νέο σύστημα θα βασίζεται σε 3 κύρια χαρακτηριστικά:

- Κατασκευάζεται από τυποποιημένα μέρη τα οποία εντοπίζονται εύκολα σε νότιες χώρες της Μεσογείου.
- Διαθέτει ευκολία στη συναρμολόγηση, τη λειτουργία και συντήρηση.
- Τροφοδοτείται αποκλειστικά από ηλιακή ενέργεια, έχοντας ως κόστος τις λειτουργικές δαπάνες των μπαταριών.

Η βέλτιστη εκμετάλλευση του συστήματος προβλέπει λειτουργία των διαφόρων φωτοβολταϊκών συστημάτων και των οχημάτων σε συνδεδεμένο δίκτυο. Σε αυτή την περίπτωση, τα ηλεκτρικά οχήματα θα μπορούν να λειτουργούν ενώ άλλα θα χρησιμοποιούνται ως μέσο αποθήκευσης ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα.



Σχήμα 7.5 Φωτοβολταϊκά συστήματα για το RAMseS

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 πίνακα.

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

Πίνακας 7.4 Σχέδιο φωτοβολταϊκών εφαρμογών στο Λίβανο

7.4.2. Ηλιοθερμική ενέργεια

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 όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

Έτος	SWH (m ²)	Παραγόμενη ενέργεια (MWh)
2005	250.000	125.000
2010	700.000	350.000
2020	1.500.000	750.000

Πίνακας 7.5 Σχέδιο ανάπτυξης ηλιακών θερμοσίφωνων στον Λίβανο

7.4.3. Αιολικές εφαρμογές

Λαμβάνοντας υπόψη την περιορισμένη δυνατότητα αιολικού δυναμικού, η ανάπτυξη αιολικών εφαρμογών αφορά σε ορισμένες ορεινές περιοχές, για συστήματα συνδεδεμένα στο δίκτυο. Μέχρι το έτος 2020, υπάρχουν σχέδια ανάπτυξης του τομέα αυτού, ωστόσο σήμερα δεν έχει να παρουσιάσει κάτι ιδιαίτερο.

Έτος	2006	2010	2020
Ισχύς MW	20	20	60
Ισχύς TWh/έτος	0.061	0.061	0.120

Πίνακας 7.6 Σχέδιο ανάπτυξης αιολικών εφαρμογών στο Λίβανο

7.4.4. Υδροηλεκτρικές εφαρμογές

Οι υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις παρέχουν το 55% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Λίβανο. Η εγκατεστημένη ισχύς υδροηλεκτρικών εφαρμογών φθάνει τα 276MW ενώ προγραμματίζεται η κατασκευή 21 φραγμάτων, ένα εκ των οποίων θα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

7.4.5. Εφαρμογές από βιομάζα

Ο Λίβανος έχει περιορισμένη δασική κάλυψη, ωστόσο τα στερεά απόβλητα (MSW) μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ηλεκτρικής και ηλιοθερμικής ενέργειας, αν και τα προγράμματα εκμετάλλευσής τους είναι περιορισμένα.

7.5. Σύνοψη

Ο Λίβανος διαθέτει γεωγραφική και κοινωνικοοικονομική δυνατότητα εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η οποία μπορεί να αντισταθμίσει την απουσία ορυκτών καυσίμων. Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη χώρα βασίζεται κυρίως στην ηλιακή ενέργεια, στην αιολική ενέργεια και την ενέργεια από βιομάζα.

Επιπλέον δεν διαθέτει ορυκτούς πόρους, όπως πετρέλαιο και άνθρακα και ως εκ τούτου εισάγει παράγωγα πετρελαίου για τις ενεργειακές του ανάγκες. Ο τομέας του ηλεκτρισμού, αν και αναπτυγμένος, μονοπωλείται από την κρατική επιχείρηση ηλεκτρισμού (EDL), η οποία διαθέτει το μονοπώλιο παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. Η αγορά των ΑΠΕ δεν είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένη ενώ οι κύριοι φορείς είναι το Υπουργείο Ενέργειας και Νερού, η μη κυβερνητική μη κερδοσκοπική Λιβανέζικη Ένωση για την Ενέργεια και το Περιβάλλον (ALMEE) και το Εθνικό Συμβούλιο Επιστημονικής Έρευνας (NCSR).

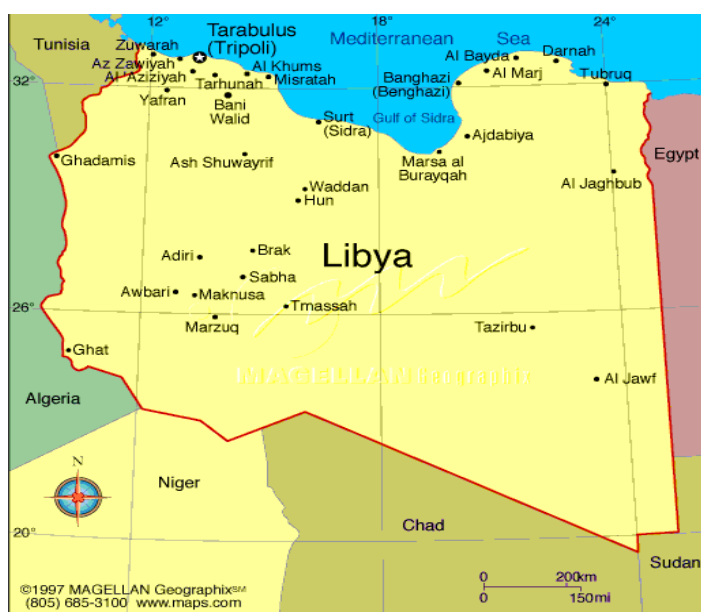
Οι εφαρμογές ΑΠΕ είναι πολύ περιορισμένες λόγω του υψηλού ποσοστού ηλεκτροδότησης στο Λίβανο και βασίζονται κυρίως στην ηλιακή ενέργεια, με διεσπαρμένες φωτοβολταϊκές εφαρμογές συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 50KW_p. Επίσης, χρησιμοποιούνται και ηλιακοί θερμοσίφωνες για οικιακή και εμπορική χρήση και υπάρχουν σχέδια εκμετάλλευσης αιολικών πάρκων, υδροηλεκτρικών φραγμάτων και επεξεργασίας στερεών αποβλήτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΛΙΒΥΗ-ΤΥΝΗΣΙΑ

8.1. Γενικά

8.1.1. Γενικά στοιχεία Λιβύης

Η Λιβύη αποτελεί σημαντικό εξαγωγέα ορυκτού πλούτου και διαθέτει υψηλό δυναμικό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας το οποίο παραμένει σχετικά ανεκμετάλλευτο. Η χώρα βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της Αφρικανικής ηπείρου και συνορεύει με την Αίγυπτο, το Σουδάν, το Τσαντ, το Νίγηρα, την Αλγερία και την Τυνησία. Η Λιβύη αποτελεί την τέταρτη μεγαλύτερη χώρα στην ήπειρο με έκταση 1.800.000 χιλιομέτρων, ποσοστό 90% της οποίας είναι έρημος και πληθυσμό που φθάνει τους 5,7 εκατομμύρια κατοίκους.



Σχήμα 8.1 Χάρτης της Λιβύης

Πρωτεύουσα της Λιβύης είναι η Τρίπολη και δύο κύριες πόλεις της είναι η Βεγγάζη και η Σάμπχα στο βόρειο και στο νότιο τμήμα αντίστοιχα. Στον παρακάτω πίνακα παραθέτουμε τις συντεταγμένες των πόλεων.

ΠΟΛΗ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ
Τρίπολη	32° 54' N	13° 11' E
Βεγγάζη	32° 07' N	20° 04' E
Σάμπχα	27° 02' N	14° 26' E

Πίνακας 8.1 Συντεταγμένες κύριων πόλεων της Λιβύης

8.1.2. Γενικά στοιχεία Τυνησίας

Η Τυνησία έχει παρουσιάσει σημαντική ανάπτυξη στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στοχεύοντας έτσι στην βέλτιστη διαχείριση των ενεργειακών της πόρων. Η χώρα βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της Αφρικής και συνορεύει με την Αλγερία και τη Λιβύη. Η έκτασή της υπολογίζεται 163.610 τετραγωνικά μέτρα και ο πληθυσμός της φθάνει τους 10.432.500 κατοίκους.



Σχήμα 8.2 Χάρτης της Τυνησίας

Πρωτεύουσα της Τυνησίας είναι η Τύνιδα και δύο κύριες πόλεις της είναι η Bizerte και η Gabès στο βόρειο και στο νότιο τμήμα αντίστοιχα. Στον παρακάτω πίνακα παραθέτουμε τις συντεταγμένες των πόλεων.

ΠΟΛΗ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ
Τύνιδα	36° 48' N	10° 11' E
Bizerte	37° 16' N	09° 52' E
Gabès	33° 53' N	10° 07' E

Πίνακας 8.2 Συντεταγμένες κύριων πόλεων της Τυνησίας

8.2. Δυναμικό ΑΠΕ

8.2.1. Δυναμικό ΑΠΕ Λιβύης

Η Λιβύη διαθέτει πλούσιο ηλιακό δυναμικό, κυρίως λόγω της ευνοϊκής της θέσης αφού βρίσκεται στην περιοχή γύρω από τον τροπικό του Ισημερινού. Πιο συγκεκριμένα, στις

παράκτιες περιοχές δέχεται καθημερινά $7,1\text{KWh/m}^2$ ηλιακής ενέργειας, με μέσο όρο ηλιακής ακτινοβολίας 8 ώρες, ενώ σε νοτιότερες περιοχές η ηλιακή ενέργεια αυξάνεται σε $8,11\text{KWh/m}^2$ και η ηλιακή ακτινοβολία σε 11 ώρες. Επίσης, η χώρα διαθέτει σημαντικό αιολικό δυναμικό, κυρίως στις παράκτιες περιοχές με ταχύτητες ανέμων που κυμαίνονται από 4,7 έως 10,4 m/s με μέση ταχύτητα 8m/s. Τέλος, διαθέτει υψηλό δυναμικό βιομάζας, το οποίο εκμεταλλεύεται σημαντικά.

8.2.2. Δυναμικό ΑΠΕ Τυνησίας

Η Τυνησία διαθέτει άφθονη ηλιακή και αιολική ενέργεια. Η καθημερινή ηλιακή ενέργεια που δέχεται η χώρα κυμαίνεται μεταξύ 4,1-5,2 KWh/m², ενώ η ηλιακή ακτινοβολία κυμαίνεται μεταξύ 2.700-3.600 ώρες ετησίως. Η Τυνησία διαθέτει υψηλό αιολικό δυναμικό, κυρίως στο βόρειο και βορειοανατολικό τμήμα, με ταχύτητες ανέμων που κυμαίνονται μεταξύ 7-10m/s, ενώ υπολογίζεται ότι έχει δυνατότητα παραγωγής 1.000MW.

8.2.3. Ετήσια παραγόμενη ενέργεια

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα HOMER υπολογίσαμε την ετήσια παραγόμενη ενέργεια από Φ/Β ισχύος 1kW σε οριζόντια θέση στις κυριότερες πόλεις των δύο παραπάνω χωρών.

HOMER RESULTS		
ΠΟΛΗ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ (ΠΛΑΤΟΣ/ΜΗΚΟΣ)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kWh/yr)
Τρίπολη	36° 46' N / 03° 03' E	1,474
Βεγγάζη	36° 54' N / 07° 46' E	1,462
Σάμπχα	22° 47' N / 05° 31' E	1,945
Τύνιδα	36° 48' N / 10° 11' E	1,480
Bizerte	37° 16' N / 09° 52' E	1,411
Gabès	33° 53' N / 10° 07' E	1,649

Πίνακας 8.3 Ετήσια παραγόμενη ενέργεια στις κυριότερες πόλεις της Λιβύης και της Τυνησίας

8.3. Η αγορά ενέργειας

8.3.1. Η αγορά ενέργειας της Λιβύης

Ο τομέας ενέργειας στη Λιβύη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξή της. Η χώρα διαθέτει πλούσια κοιτάσματα υδρογονανθράκων και αποτελεί σημαντικό εξαγωγέα πετρελαίου στην Ευρώπη. Επιπλέον, η ενεργειακή της πολιτική περιλαμβάνει την ανάπτυξη χρήσης φυσικού αερίου και την εξαγωγή του προς την Ευρώπη, ειδικότερα την Ιταλία μέσω του αγωγού «Greenstream».

Στον τομέα του ηλεκτρισμού, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ανέρχεται σε 5,5GW με την ζήτηση ηλεκτρισμού να αυξάνεται κατά 7% ετησίως. Η κρατική επιχείρηση ηλεκτρισμού General Electricity Company (GECOL[48]) της Λιβύης σκοπεύει να κατασκευάσει νέους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής συνδυασμένου κύκλου και να αναπτύξει τον τομέα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

Η χρήση των ΑΠΕ στην Λιβύη περιορίζεται κυρίως στον εξηλεκτρισμό απομακρυσμένων περιοχών, σε σταθμούς τηλεπικοινωνιών όπως και σε καθοδική προστασία σωλήνων μεταφοράς. Ωστόσο, το νέο σχέδιο αναδόμησης για την αγορά των ΑΠΕ, προβλέπει αύξηση του ποσοστού χρήσης του σε 20% μέχρι το έτος 2020, ενώ ταυτόχρονα προβλέπονται επενδύσεις 200 εκατομμυρίων ευρώ μέσα στα επόμενα 5 χρόνια. Τέλος, κύριοι παράγοντες στον τομέα αποτελούν το Υπουργείο Ενέργειας, η επιχείρηση ηλεκτρισμού GECOL, το Κέντρο Ενέργειας και Αφαλάτωσης νερού και το Κέντρο Ηλιακών Ερευνών (CSES).

8.3.2. Η αγορά ενέργειας της Τυνησίας

Η διατήρηση της ενέργειας αποτελεί πρωταρχικό στόχο της κυβέρνησης της Τυνησίας. Ειδικότερα, η αποδοτικότερη παραγωγή και εκμετάλλευση των ΑΠΕ αποτελούν βασικά στοιχεία της ενεργειακής πολιτικής της χώρας εν όψει των υψηλών τιμών του πετρελαίου. Ο ενεργειακός τομέας της Λιβύης αντιπροσωπεύει περίπου 5% του ΑΕΠ της χώρας και λιγότερο από 7% των εξαγωγών, αφού τα τελευταία χρόνια η χώρα παρουσιάζει έλλειψη υδρογονανθράκων και ραγδαία αύξηση της ενεργειακής ζήτησης.

Ωστόσο, η εκμετάλλευση της αγοράς των ΑΠΕ και ειδικότερα του ηλιακού και αιολικού δυναμικού της χώρας αντιπροσωπεύει ποσοστό λιγότερα από 1% της συνολικής ενεργειακής παραγωγής. Με στόχο της εξασφάλιση μιας βιώσιμης ενεργειακής πολιτικής, η Τυνησία ανέλαβε τη διεύθυνση μιας στρατηγικής μελέτης για την ανάπτυξη των ΑΠΕ. Η μελέτη ολοκληρώθηκε τον Απρίλιο του 2004 και περιελάμβανε προγράμματα ενίσχυσης εφαρμογών SWH και αιολικών σταθμών. Οι κύριοι κυβερνητικοί φορείς στον τομέα των ΑΠΕ είναι η Εθνική Αντιπροσωπεία για την Διατήρηση της Ενέργειας (ANME[49]) υπεύθυνη για την προώθηση των ΑΠΕ, το Υπουργείο Βιομηχανίας, Ενέργειας και Μικρομεσαίων Επιχειρήσεων υπεύθυνο για την εφαρμογή της ενεργειακής πολιτικής και η Επιχείρηση Ηλεκτρισμού και Αερίου της

Τυνησίας (STEG) που έχει το μονοπώλιο μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα.

8.4. Εφαρμογές ΑΠΕ- Καλές πρακτικές

8.4.1. Εφαρμογές ΑΠΕ στην Λιβύη

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 GECOL 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 νηξελογεννητριών, και αποδείχθηκε επιτυχημένο παρουσιάζοντας συνολική εγκατεστημένη ισχύ 690KW_p 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. Η Λιβύη στοχεύει και στην σύνδεση φωτοβολταϊκών συστημάτων στο κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης, με ένα σχέδιο κατασκευής σταθμού ηλεκτροπαραγωγής 1MW.

Όσον αφορά στην εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας της χώρας, η GECOL προγραμματίζει την κατασκευή αιολικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρισμού 25MW στην περιοχή Dernah, με υποστήριξη από την Γερμανία και την Δανία όπως και την κατασκευή ενός υβριδικού αιολικού και ηλιακού σταθμού αφαλάτωσης νερού στην περιοχή Ras Ejdir.

8.4.2. 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. Η ηλιοθερμική ενέργεια περιορίζεται σε εφαρμογές συστημάτων ηλιακών θερμοσιφώνων (SWH), οι οποίες είναι αρκετά διαδεδομένες στην Τυνησία ωστόσο η αγορά τους υποφέρει από έλλειψη ανταγωνιστικότητας και επενδυτικών κεφαλαίων. Έτσι, υλοποιούνται προγράμματα ανάπτυξης της αγοράς και αύξησης της επιφάνειας εγκατεστημένων SWH μέχρι το έτος 2011.

Οι εφαρμογές αιολικής ενέργειας, συγκεντρώνουν το ενδιαφέρον του δημόσιου αλλά και ιδιωτικού τομέα στην Τυνησία. Το έτος 2001, κατασκευάστηκε ο πρώτος αιολικός σταθμός στην περιοχή Sidi Daoud, εγκατεστημένης ισχύος 10MW από την STEG, ενώ επεκτάθηκε στα 20MW μέχρι το 2003 και στα 55MW το 2005. 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[50].

8.5. Σύνοψη

Η Λιβύη αποτελεί σημαντικό εξαγωγέα ορυκτού πλούτου και διαθέτει υψηλή δυνατότητα εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η οποία παραμένει ανεκμετάλλευτη. Ειδικότερα, διαθέτει πλούσιο ηλιακό δυναμικό και σημαντικό αιολικό δυναμικό κυρίως σε παράκτιες περιοχές. Ο τομέας ενέργειας στη Λιβύη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξή της, αφού η χώρα διαθέτει πλούσια κοιτάσματα υδρογονανθράκων και αποτελεί σημαντικό εξαγωγέα πετρελαίου στην Ευρώπη. Η κρατική επιχείρηση ηλεκτρισμού GECOL της Λιβύης ελέγχει την αγορά ηλεκτρισμού και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αγορά των ΑΠΕ. Οι εφαρμογές ηλιοθερμικής ενέργειας στην Λιβύη περιορίζονται σε συστήματα ηλιακών θερμοσιφώνων (SWH), ενώ η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων αφορά κυρίως σε τηλεπικοινωνιακά συστήματα και στον εξηλεκτρισμό απομακρυσμένων περιοχών. Τέλος, η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας της χώρας, περιλαμβάνει την κατασκευή αιολικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρισμού ισχύος 25MW.

Η Τυνησία έχει παρουσιάσει σημαντική ανάπτυξη στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στοχεύοντας έτσι στην βελτίωση των ενεργειακών της πόρων. Πιο συγκεκριμένα, διαθέτει άφθονη ηλιακή και αιολική ενέργεια, ωστόσο η εκμετάλλευση των ΑΠΕ αντιπροσωπεύει ποσοστό λιγότερα από 1% της συνολικής ενεργειακής παραγωγής. Ο κυριότερος κυβερνητικός φορέας στον τομέα των ΑΠΕ είναι η Εθνική Αντιπροσωπεία για την Διατήρηση της Ενέργειας (ANME). Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ στην Τυνησία ανέρχεται στα 85MW. Ειδικότερα, η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων αφορά στον εξηλεκτρισμό απομακρυσμένων περιοχών ενώ οι εφαρμογές συστημάτων ηλιακών θερμοσιφώνων (SWH) είναι αρκετά διαδεδομένες. Τέλος, το 2001 κατασκευάστηκε ο πρώτος αιολικός σταθμός της χώρας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το ηλιακό δυναμικό στις μεσογειακές χώρες, ιδιαίτερα σε αυτές του Μαγκρέμπ, είναι αρκετά σημαντικό και όπως διαπιστώθηκε από την καταγραφή επιτυχημένων εφαρμογών κάθε χώρας, κάποιες παρουσιάζουν διεθνή προοπτική. Οι επιτυχημένες εφαρμογές εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας μπορεί να αποτελέσουν παράδειγμα προς μίμηση για τις χώρες της Ευρώπης, συντελώντας έτσι στο στόχο που έθεσε η ευρωπαϊκή κοινότητα το Δεκέμβριο του 2008 για κάλυψη ποσοστού 20% των ενεργειακών της αναγκών από ΑΠΕ έως το 2020. Συνοψίζοντας την κατάσταση των ΑΠΕ σε αυτές τις χώρες έχουμε τους παρακάτω πίνακες.

Κριτήρια Ανάλυσης	Αλγερία
Διείσδυση ΑΠΕ και Αποκεντρωμένη Παραγωγή	Αμελητέα
Πολιτική και στόχοι ΑΠΕ	Δέσμευση αύξησης ποσοστού ηλιακής συμπαραγωγής σε 5% μέχρι το 2015
Αρχές και φορείς	Υπουργεία, ρυθμιστικές αρχές, ερευνητικά κέντρα, επιχειρήσεις ηλεκτροπαραγωγής
Νομοθεσία	Θεσμοθέτηση νόμων για την απελευθέρωση της αγοράς και την προώθηση των ΑΠΕ
Χρηματοδότηση	Νόμος «feed in tariff»
Περιβαλλοντικά ζητήματα	Τίποτα ιδιαίτερο
Δυνατότητα αποκεντρωμένης παραγωγής	Υψηλό κυρίως για ηλιακές εφαρμογές
Οικονομική δυνατότητα ανάπτυξης	Η αγορά των ΑΠΕ θα γίνει οικονομικά ανταγωνιστική μετά από περίοδο 10 ετών
Εμπόδια στην ανάπτυξη ΑΠΕ	Υψηλές αρχικές επενδύσεις, διοικητικές καθυστερήσεις και έλλειψη προτύπων καταρτισμένου προσωπικού και πληροφοριών

Πίνακας 9.1 Συλλογή στοιχείων αγοράς ΑΠΕ Αλγερίας

Κριτήρια Ανάλυσης	Μαρόκο	Αίγυπτος
Διείσδυση ΑΠΕ και Αποκεντρωμένη Παραγωγή	Μικρό ποσοστό συμμετοχής στο ενεργειακό ισοζύγιο με πρόοδο στον τομέα του εξηλεκτρισμού αγροτικών περιοχών	Συμμετοχή μεγάλων υδροηλεκτρικών και μερικών αιολικών πάρκων
Πολιτική και στόχοι ΑΠΕ	Εθνικό Πρόγραμμα για την ανάπτυξη των ΑΠΕ και της ενεργειακής αποδοτικότητας: 10% του ενεργειακού ισοζυγίου και 20% της ηλεκτροπαραγωγής μέχρι το 2012	Μακροπρόθεσμη στρατηγική για την αύξηση του ποσοστού ΑΠΕ σε 20% μέχρι το 2020
Αρχές και φορείς	Υπουργείο Ενέργειας και Ορυκτού Πλούτου, ONE, CDER Μαρόκο	Υπουργείο Ηλεκτρισμού και Ενέργειας, NREA
Νομοθεσία	Νόμος σχετικά με ΑΠΕ και ενεργειακή αποδοτικότητα υπό κυβερνητική έγκριση	Νόμος ηλεκτρισμού υπό ανάπτυξη
Χρηματοδότηση	Γενικός νόμος για επενδύσεις	Κεφάλαιο για την χρηματοδότηση σχεδίων υλοποίησης ΑΠΕ, κυρίως αιολικών πάρκων
Περιβαλλοντικά ζητήματα	Απαιτείται μελέτη περιβαντολλογικής επίδρασης για κάποιες εφαρμογές	Απαιτείται εκτίμηση περιβαντολλογικής επίδρασης
Δυνατότητα αποκεντρωμένης παραγωγής	Σημαντικό ηλιακό και αιολικό δυναμικό	Αρκετά καλό, ειδικά για ηλιακές και αιολικές εφαρμογές
Οικονομική δυνατότητα ανάπτυξης	Δεν υπάρχει συγκεκριμένο χρηματοδοτικό σχέδιο	Οι δαπάνες ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ είναι υψηλότερες από το συνηθισμένο τιμολόγιο ηλεκτρισμού

Εμπόδια στην ανάπτυξη ΑΠΕ	Έλλειψη κεφαλαίων και μέτρων κινητοποίησης	Υψηλές αρχικές δαπάνες σχεδίων ΑΠΕ. Απαιτείται τεχνική και οικονομική υποστήριξη από ανεπτυγμένες χώρες
---------------------------	--	---

Πίνακας 9.2 Συλλογή στοιχείων αγοράς ΑΠΕ Μαρόκου-Αιγύπτου

Κριτήρια Ανάλυσης	Λίβανος	Παλαιστίνη
Διείσδυση ΑΠΕ και Αποκεντρωμένη Παραγωγή	Αμελητέα	Αμελητέα
Πολιτική και στόχοι ΑΠΕ	Δεν υπάρχει συγκεκριμένη εθνική στρατηγική για τις ΑΠΕ	Υπάρχει κεντρική πολιτική για τον εξηλεκτρισμό απομακρυσμένων περιοχών. Ο στόχος είναι να αυξηθεί το ποσοστό ΑΠΕ του ενεργειακού ισοζυγίου σε 20%
Αρχές και φορείς	Κυρίως υπουργεία, καμμία ρυθμιστική αρχή	Παλαιστινιακή Ενεργειακή Αρχή, Παλαιστινιακό Ερευνητικό Κέντρο για την Ενέργεια και το Περιβάλλον
Νομοθεσία	Υπό ανάπτυξη, για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρισμού και την υποστήριξη των ΑΠΕ	Κανένας νόμος ή διάταγμα
Χρηματοδότηση	Τίποτα ιδιαίτερο για τις ΑΠΕ	Τίποτα ιδιαίτερο για τις ΑΠΕ
Περιβαλλοντικά ζητήματα	Υπό συζήτηση οι τρόποι έγκρισης νέων εγκαταστάσεων παραγωγής	Ισχύουν μερικές γενικές προτάσεις
Δυνατότητα αποκεντρωμένης	Αρκετά υψηλό για	Υψηλό για την αγορά Φ/Β και ηλιοθερμικών

παραγωγής	ηλιακές εφαρμογές	εφαρμογών, όχι τόσο για τις υπόλοιπες ΑΠΕ
Οικονομική δυνατότητα ανάπτυξης	Οικονομικά αδύνατο την παρούσα στιγμή	Γενικά, τα Φ/Β συστήματα για τις οικιακές εφαρμογές δεν είναι σήμερα πίο κερδοφόρα από τα συμβατικά αντίστοιχά τους.
Εμπόδια στην ανάπτυξη ΑΠΕ	Όλα τα πιθανά εμπόδια, σχεδόν ανύπαρκτη αγορά των ΑΠΕ	Όλα τα πιθανά εμπόδια, η αγορά ΑΠΕ είναι στο ξεκίνημά της

Πίνακας 9.3 Συλλογή στοιχείων αγοράς ΑΠΕ Λιβάνου-Παλαιστίνης

Πιο συγκεκριμένα, το Μαρόκο παρουσιάζει την σημαντικότερη πρόοδο στον εξηλεκτρισμό απομακρυσμένων αγροτικών περιοχών, με την εφαρμογή του προγράμματος αποκεντρωμένης ηλεκτροδότησης 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. Η Αλγερία είναι επίσης αρκετά ανεπτυγμένη στον τομέα του εξηλεκτρισμού περιοχών με αδυναμία σύνδεσης στο κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης και στην ηλιακή άντληση νερού. Ωστόσο παρουσιάζει εξαιρετική πρόοδο και στον τομέα της συνδυασμένης παραγωγής με την κατασκευή του πρώτου υβριδικού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής παγκοσμίως στην περιοχή Hassi R'Mel, ο οποίος θα εκμεταλλεύεται τα τεράστια αποθέματα φυσικού αερίου και ηλιακής ακτινοβολίας που διαθέτει η χώρα. Η αποκεντρωμένη ηλεκτροδότηση στην Αίγυπτο περιορίζεται κυρίως σε μικρές φωτοβολταϊκές εφαρμογές, ενώ ιδιαίτερα σημαντικό έργο που βρίσκεται σε εξέλιξη είναι και αυτό της κατασκευής υβριδικού ηλιοθερμικού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής με φυσικό αέριο στο Kuraimat. Αξιοσημείωτα επίσης είναι τόσο η ηλιακή θέρμανση νερού (SWH) όσο και η εκμετάλλευση υδροηλεκτρικού δυναμικού με το φράγμα του Ασουάν. Διαθέτει τέλος σημαντικό αιολικό δυναμικό το οποίο εκμεταλλεύεται με την λειτουργία αιολικών πάρκων και υβριδικών αιολικών συστημάτων. Ο εξηλεκτρισμός απομονωμένων αγροτικών περιοχών με φωτοβολταϊκά συστήματα στην Παλαιστίνη παρουσιάζει ικανοποιητικά αποτελέσματα, αν και η χώρα εντυπωσιάζει περισσότερο με το υψηλότερο ποσοστό εγκαταστάσεων ηλιακής θέρμανσης νερού (SWH) στον Αραβικό κόσμο, που φθάνει το 48%. Ο Λίβανος παρουσιάζει ηλιοθερμικές εφαρμογές οι οποίες

περιλαμβάνουν, συστήματα SWH όπως και το καινοτόμο ηλιακό σύστημα RAMseS για ενεργειακή αποθήκευση και τροφοδότηση ηλεκτρικού οχήματος πολλών χρήσεων, τη μόνη αξιολογημένη εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στη χώρα. Η Τυνησία και η Λιβύη διαθέτουν περιορισμένες εφαρμογές εξηλεκτρισμού απομακρυσμένων περιοχών και χρήσης συστημάτων SWH.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Οι παραπάνω χώρες παρουσιάζουν σημαντικές προοπτικές ανάπτυξης και περαιτέρω εκμετάλλευσης στον τομέα των ΑΠΕ. Ωστόσο, παρά την σημαντική πρόοδο που αναμφίβολα έχει παρατηρηθεί τις τελευταίες δεκαετίες, κάποιοι παράγοντες, όπως η νομοθεσία κάθε χώρας γύρω από τις ΑΠΕ, η κρατική διαχείριση της ηλεκτροπαραγωγής και η έλλειψη χρηματοδότησης, δυσχεραίνουν την πρόοδο στον τομέα αυτό. Η άρση τέτοιων εμποδίων μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος εφαρμογών ΑΠΕ και του ποσοστού διασύνδεσης και εξαγωγής «πράσινης ενέργειας» προς την Ευρώπη. Το πιο φιλόδοξο σχέδιο προς αυτή τη κατεύθυνση αποτελεί το πρόγραμμα Desertec, με στόχο την τροφοδότηση των Ευρωπαϊκών χωρών με το 15% των ενεργειακών αναγκών της από ηλιακές εγκαταστάσεις της Σαχάρας, μέχρι το 2050.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

-
- [1] United Nations Development Programme, <http://www.undp.org/>
- [2] Increasing Access to Modern Energy Services through SME Utility Service Providers, World Bank Energy Lecture Series, Washington DC, April 15, 2004
- [3] DISTRES, <http://www.distres.eu/>
- [4] European Photovoltaic Industry Association, <http://www.epia.org/>
- [5] ΔΕΣΜΗΕ, www.desmie.gr
- [6] Τόμηση Θωμάη, «Τεχνική και Οικονομική Αξιολόγηση και Αξιοποίηση Συστήματος Ηλιογεννήτριας», Μεταπτυχιακή Διατριβή στον Τομέα Ειδικεύσης: Τεχνολογίες συστημάτων ενέργειας και εκμετάλλευσης ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών, Ξάνθη 2002
- [7] Concentrating solar thermal power-now, September 2005
- [8] Ch. Malamatenios, Distres Training Trial Module 1, Nicosia, Cyprus, December 2009
- [9] DISTRES Project Deliverable D1.1, "Study of the current EU and Mediterranean countries policies regarding deployment of RES", 2007-2009, Διαθέσιμο www.distres.eu
- [10] Centre d'Information sur l'Energie et l'Environnement, <http://www.ciede.org.ma/>
- [11] Projet Solaire Thermique de L'Hôpital Provincial de Béni Mellal, Marrakech, 22-23-24 Octobre 2007
- [12] Saïd Mouline, Le potentiel de l'Energie Solaire Photovoltaïque au Royaume du Maroc, 2nd PV MED, « Shining Light on the Mediterranean », 19-20 April, 2007
- [13] <http://resum.ises.org/documents/SunlightPowerMaroc.pdf>
- [14] Programme d'Electrification Rurale PERG, Office National d'Electricité, www.one.org.ma
- [15] Summary of the survey on socio-economic impacts of rural electrification in Morocco ONE, A New every-day Life (ONE)
- [16] Rural Electrification Program in Morocco, Electricité de France, January 2005
- [17] Electrifying Rural Moroccan households, Case Study, World Business Council for Sustainable Development, www.wbcsd.org, 2005
- [18] Nakheel, <http://www.nakheel.com/en>
- [19] Sonelgaz, <http://www.sonelgaz.dz/>
- [20] Sonatrach, <http://www.sonatrach-dz.com/>
- [21] Renewable energy in the Southern Mediterranean - Current Situation, June 2007
- [22] Entso-E, <http://www.entsoe.eu/>
- [23] CESI, http://www.cesi.it/default_e.asp
- [24] Ministère de l'Energie et des Mines, <http://www.mem-algeria.org/english/index.php>
- [25] Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz, <http://www.creg.gov.dz/fr/accueil.htm>
- [26] NEAL, <http://www.neal-dz.net/>
- [27] Sifeddine Labeled "PV Large Scale Rural Electrification Programs and the Development of Desert Regions", Sustainable Energy Production and Consumption, NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, Springer -Verlag 2008, pp-281-292
- [28] Abengoa, <http://www.abengoa.com/sites/abengoa/en/index2.html>
- [29] Aachen University, <http://www.fh-aachen.de/solar-institut.html>
- [30] Kraftanlagen Munchen, <http://www.ka-muenchen.de/12.0.html?&L=1>
- [31] Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, <http://www.bmu.de/allgemein/aktuell/160.php>
- [32] Desertec, <http://www.desertec.org/>
- [33] Arab Contractors, <http://www.arabcont.com/english/index.aspx>
- [34] OAPEC, <http://www.oapecorg.org/>
- [35] Ministry of Electricity and Energy, <http://www.moee.gov.eg/>
- [36] Global Environment Facility, <http://www.gefweb.org/>
- [37] Egyptian Environment Affairs Agency, <http://www.eeaa.gov.eg/>
- [38] Solar Opportunities for Egypt, El Nasr Pilot Steam Plant, Amr A.Mohsen
- [39] Palaistinian Energy Authority, <http://pea-pal.tripod.com/>
- [40] The Palestinian Energy and Environment Research Center, <http://www.perc.ps/>
- [41] An Najah National University, <http://www.najah.edu/centers/erc>
- [42] Solaterm, www.solaterm.eu
- [43] Electricité du Liban, <http://www.edl.gov.lb/>
- [44] Lebanese Association for Energy Saving & for the Environment, <http://www.almee.org/>
- [45] Centre Nationale de la Recherche Scientifique, <http://www.cnrs.fr/index.php>

[46] <http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?id=38480&m=3&cid=96>

[47] RAMseS, <http://www.ec-ramses.org/>

[48] General Electricity Company of Libya, http://www.gecol.ly/gecol_en/index.php

[49] Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie, <http://www.anme.nat.tn/index.asp?pId=152>

[50] Houda Ben Janet-Allal, Habib Elandalousi, Rabea Ferroukhi, Jean Loup Rouyer, Renewable Energy in the Southern and Eastern Mediterranean countries Current Situation, Observatoire Méditerranéen de l'Énergie, June 2007