



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

Φωτοβολταϊκά συστήματα: τεχνολογία, θεσμικό πλαίσιο και επενδυτικό περιβάλλον

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Έλια Χ. Παπακωνσταντίνου

Επιβλέπων: Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.



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

Φωτοβολταϊκά συστήματα: τεχνολογία, θεσμικό πλαίσιο και επενδυτικό περιβάλλον

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Έλια Χ. Παπακωνσταντίνου

Επιβλέπων: Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή το Μάρτιο του 2011

Ψαρράς Ιωάννης
Καθηγητής

Ασημακόπουλος Βασίλειος
Καθηγητής

Ασκούνης Δημήτριος
Επίκουρος Καθηγητής

.....

.....

.....

.....

Έλια Χ.Παπακωνσταντίνου
Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Έλια Χ.Παπακωνσταντίνου, 2011

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 τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου, κύριο Ιωάννη Ψαρρά για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και την ελευθερία στην επιλογή του θέματος της εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Χρήστο Ρούπα για τη βοήθεια του σε κάθε στάδιο της εργασίας. Τον κύριο Φώτιο Πετρόπουλο που χωρίς τη βοήθεια του δε θα είχε ολοκληρωθεί το κομμάτι των προβλέψεων. Τον κύριο Κωνσταντίνο Χατζηιωάννου, υπεύθυνο διαχείρισης κινδύνου της εταιρείας Triple A Experts για την παροχή του προγράμματος Crystal Ball. Τέλος, τον κύριο Αλέξανδρο Παπαγεωργίου, διευθυντή της εταιρείας Enolia Solar Systems S.A για την πληροφόρηση του σχετικά με τις πηγές της εργασίας.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ενδελεχής μελέτη και η ολοκληρωμένη παρουσίαση της αγοράς κατασκευής φωτοβολταϊκών. Με στοχο την ολοκληρωμένη προσέγγιση της αγοράς θα παρουσιαστεί η τρέχουσα κατάσταση τόσο στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών όσο και στο θεσμικό πλαίσιο, καταλήγωντας σε μία παρουσίαση της αγοράς και μία πρόβλεψη για το μέλλον κάποιον από τις ισχυρότερες εταιρείες του κλάδου.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται το τεχνικό σκέλος που αφορά τη φωτοβολταϊκή τεχνολογία, αφού παρουσιάζονται με σχετική λεπτομέρεια τόσο η φυσική των φωτοβολταϊκών και η εξήγηση του φαινομένου όσο και οι διαθέσιμες τεχνολογίες κατασκευής Φ/Β πλαισίων. Παρουσιάζονται επίσης οι διαθέσιμες γνώσεις για την ανάλυση της ηλιακής ακτινοβολίας, που αποτελεί την πηγή ενέργειας που αξιοποιούν αυτά τα συστήματα καθώς και οι διαθέσιμες τεχνολογίες σύνδεσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων στο δίκτυο. Τέλος ιδιαίτερης αξίας είναι η παρουσίαση ορισμένων τεχνικών προβληματισμών που αναμένεται να επηρεάσουν επενδύσεις στον τομέα αυτό, όπως η εξάρτηση της αποτελεσματικότητας τους από την διαθέσιμη δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας και οι περιορισμοί που υπάρχουν στην διείσδυση των ΑΠΕ, που αναμένεται να γίνουν πιο αυστηροί καθώς η εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ αυξάνεται.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται με πληρότητα οι κανονισμοί που διέπουν την αγορά των φωτοβολταϊκών, καθώς και τα κίνητρα και εμπόδια που

εμφανίζονται σε τέτοιου είδους επενδύσεις λόγω του υπάρχοντος θεσμικού πλαισίου. Αρχικά γίνεται αναφορά στις διεθνείς συμφωνίες (π.χ. πρωτόκολλο Κιότο) που προωθούν την ανάπτυξη των ΑΠΕ σε παγκόσμια κλίμακα και εν συνεχεία αναλύονται οι αξιολογούμενες δράσεις και οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης στον τομέα αυτόν. Επίσης, παρουσιάζονται με σαφήνεια τόσο η τρέχουσα κατάσταση της αγοράς στην Ελλάδα, όσο και οι στόχοι και οι πολιτικές για το μέλλον. Παρουσιάζονται οι κρατικοί ή ανεξάρτητοι φορείς που ρυθμίζουν την αγορά στην χώρα ενώ επίσης περιγράφεται πλήρως το σημερινό επενδυτικό περιβάλλον από πλευράς θεσμών και κινήτρων καθώς και ο τρόπος με τον οποίον επηρεάζει τις επενδύσεις σε Φ/Β συστήματα.

Στο τρίτο κεφάλαιο επιλέγονται με σαφή κριτήρια 4 εταιρείες παραγωγής φωτοβολταϊκών και εν συνεχεία παρουσιάζονται πλήρως τα έως τώρα οικονομικά τους δεδομένα (καταστάσεις αποτελεσμάτων χρήσεις και ισολογισμοί) και αναλύεται η έως τώρα πορεία τους στο χρόνο, με στόχο να σκιαγραφηθεί η πορεία της αγοράς. Τέλος, σημαντικό κομμάτι του κεφαλαίου είναι η πρόβλεψη της πορείας των εταιρειών στο άμεσο μέλλον χρησιμοποιώντας διαφορετικές μεθόδους πρόβλεψης (μέθοδος Theta, μέθοδος Crystal Ball).

Στο τέταρτο κεφάλαιο αξιολογείται σε βάθος χρόνου μία επένδυση σε φωτοβολταϊκά συστήματα, με την τρέχουσα κατάσταση τιμολόγησης και συνθηκών σύνδεσης στην Ελλάδα και με τις τρέχουσες τιμές κόστους του εξοπλισμού. Εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα τόσο για την βιωσιμότητα των επενδύσεων στην Ελλάδα όσο και για την πορεία του κλάδου στο μέλλον, αφού μπορεί με αυτόν τον τρόπο να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των νέων μέτρων, τα οποία ήδη φαίνονται να έχουν ευεργετική επίδραση στην αγορά και έχουν καλλιεργήσει αισιοδοξία για το μέλλον.

Abstract

The purpose of this Diploma Thesis is to study and present in detail the photovoltaic manufacturing market. In order to perform a complete analysis, the current developments in P/V technology and in related legislative and regulatory decisions will also be presented, concluding with a presentation of the market and a prediction for the future of some of the field's leading companies.

In the first chapter, photovoltaic technology's technical aspect is portrayed, since we present we certain detail, the physics of P/V devices and the explanation of the photovoltaic phenomenon, as well as the available technologies for manufacturing P/V cells. Moreover, we present the available knowledge regarding the analysis of solar radiation, which is the energy source that is utilized by these systems, and the available technologies for connecting photovoltaic systems to the grid. Finally, it is of certain importance to present some important technical considerations that are expected to influence investments in the P/V installations, such as their dependance on electric energy storage capabilities and the restrictions that are imposed in renewable source penetration in the grid, which are expected to become stricter as the available power from these sources increases.

In the second chapter, we present all the regulations that are related to the photovoltaic market as well as the motives and impediments that are present in investments of this kind, due to the current legislature. Initially, we present the international agreements (e.g. the Kyoto Protocol) that promote the widespread use of renewable energy sources on a global level and EU's considerable actions and goals in the field. Moreover, we present with a degree of clarity the current situation of the P/V and renewable sources market in Greece, as well as the hopes and policies for the future. We make a reference to the various state or independent agencies that regulate the market in the country and at the same time we fully describe the current legislative

background in Greece and the ways in which it influences P/V related investments.

In the third chapter we choose with specific criteria 4 photovoltaic manufacturing companies and we present their financial data to date (income statements and balance sheets) and we analyze the course in time until now, in order to describe the course of the industry in general. Finally, the culminating point of the chapter is prediction of their short-term future performance utilizing prediction techniques (Theta method, Crystal Ball method).

In the fourth chapter we evaluate a photovoltaic system investment in the long term, having in mind the current situation regarding pricing and connection procedures in Greece, and the current estimated equipment costs. We draw useful conclusions regarding the viability of this type of investments in Greece as well as the future course of the field, because this way we can evaluate the effectiveness of the new measures, that already appear to have a positive influence in the market and have grown optimism for the future.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	1
Περίληψη	3
Abstract	5
Περιεχόμενα	7
1 Φυσική και Τεχνολογία των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.....	10
Εισαγωγή.....	10
Ορισμός.....	13
Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Φ/Β Συστημάτων.....	14
Ηλιακή Ενέργεια.....	16
Ιστορική Αναδρομή.....	19
Το Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο.....	22
I-V Χαρακτηριστική.....	27

Απόδοση Φωτοβολταϊκού.....	28
Επισκόπηση της Τεχνολογίας των Φωτοβολταϊκών.....	29
Αυτόνομα - Διασυνδεδεμένα Φωτοβολταϊκά.....	34
Στοιχεία Φ/Β Συστήματος.....	35
Τοποθέτηση Φωτοβολταϊκού Συστήματος.....	39
Περιορισμός στην Απορρόφηση ΑΠΕ.....	41
Μερίδιο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	46
2 Θεσμικό Πλαίσιο της Αγοράς Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	47
Εισαγωγή.....	47
Ιστορική Αναδρομή.....	48
Πρωτόκολλο Κιότο.....	49
Σύνοδος G8.....	50
Σύνοδος Κοπενχάγης.....	51
Ευρωπαϊκή Δράση.....	53
Εξέλιξη Θεσμικού Πλαισίου στην Ελλάδα.....	56
Αρμόδιοι Φορείς.....	58
Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ στην Ελλάδα.....	59
Υψηλές Προσδοκίες για την ελληνική αγορά.....	61
Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φ/Β Συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις.....	62
Επενδυτικό Περιβάλλον Σήμερα.....	63

3	Αγορά των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στην Ευρώπη.....	69
	Νέες Θέσεις Εργασίας.....	69
	Επενδυτικό Περιβάλλον.....	70
	Επιλογή Εταιριών.....	72
	Καταστάσεις Αποτελεσμάτων Χρήσης	77
	Σχόλια	85
	Ισολογισμοί.....	88
	Μέθοδοι Πρόβλεψης για τις 4 Επιχειρήσεις.....	100
4	Αξιολόγηση Επένδυσης σε Φωτοβολταϊκό Σύστημα.....	117
	Παράρτημα: Χρηματοοικονομικοί Δείκτες.....	133
	Βιβλιογραφία.....	147

• ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του ανθρώπου η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας είναι πάντα ένα μείζονος σημασίας ζήτημα. Μέχρι σήμερα πραγματοποιείται κυρίως σε μεγάλους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς που καταναλώνουν πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κάρβουνο ή ουράνιο. Οι συνέπειες όμως που επιφέρει αυτή η τακτική στο περιβάλλον είναι πλέον ορατές και έτσι γίνεται όλο και περισσότερο αντιληπτό ότι η δράση για την προστασία του περιβάλλοντος δεν είναι προαιρετική αλλά επιβάλλεται.

Η βασική πηγή ενέργειας που μέχρι σήμερα χρησιμοποιείται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε παγκόσμια κλίμακα είναι ο άνθρακας (πετρέλαιο, βενζίνη) ο οποίος όμως κατά την αντίδραση της καύσης του (δηλαδή την ένωση με το οξυγόνο) αφήνει πίσω του ως προϊόν το βλαβερό διοξείδιο του άνθρακα. Το CO₂ αποτελεί τον κύριο υπεύθυνο για την όξυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου και συνεπώς τη σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα. Μάλιστα με τους σημερινούς ρυθμούς οικονομικής ανάπτυξης η συγκέντρωση του στην ατμόσφαιρα αυξάνεται ραγδαία με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της γης κατά 1,5 έως 3,5 C, το λιώσιμο των πάγων στους πόλους και την αύξηση της στάθμης των θαλασσών. Οι επιστήμονες συζητούν ότι στους επόμενους αιώνες υπάρχει ο κίνδυνος βύθισης στο νερό ολόκληρων παραθαλάσσιων πόλεων. Αλλά και ήδη καθημερινά οι επιπτώσεις των τόσων ετών καύσης πετρελαίου γίνονται αισθητές. Έτσι επί παραδείγματι στις μεγαλουπόλεις όπου κινούνται πολλά αυτοκίνητα, που καταναλώνουν προϊόντα πετρελαίου, παρατηρείται η εμφάνιση νέφους. Επίσης τα έντονα και αδικαιολόγητα καιρικά φαινόμενα που όλο και συχνότερα κάνουν την εμφάνιση τους (όπως μεγάλες πλημμύρες στη θερινή περίοδο) υποδηλώνουν ότι η λεγόμενη «κλιματική αλλαγή» έχει ήδη αρχίσει να παίρνει απειλητικές διαστάσεις.

Μόνη λύση για τη διάσωση του περιβάλλοντος λοιπόν είναι η αντικατάσταση του πετρελαίου και των υπόλοιπων συμβατικών πηγών με κάποιες άλλες πηγές

ενέργειας, πιο οικολογικές, η χρήση των οποίων δεν προκαλεί παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα ή άλλων επιβλαβών ουσιών. Έτσι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας θεωρούνται ως αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο πλανήτης.

Σκοπός της αντικατάστασης των συμβατικών πηγών με ΑΠΕ είναι ουσιαστικά να μειωθεί η ισχύς των εξής βασικών προβλημάτων:

- ατμοσφαιρική ρύπανση (όξινη βροχή, φωτοχημικό νέφος)
- κλιματική αλλαγή λόγω της εκπομπής των αερίων του θερμοκηπίου (αύξηση της θερμοκρασίας της γης, λιώσιμο πάγων, αύξηση στάθμης της θάλασσας).

Παράλληλα όμως, ανεξαρτήτως των σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων, τίθεται και το ζήτημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Είναι λοιπόν φανερό η ύπαρξη ενός ενεργειακού προβλήματος. Μάλιστα τα τελευταία χρόνια με τη λογική ότι τα αποθέματα τελειώνουν η τιμή πώλησης του πετρελαίου έχει εκτιναχθεί, δυσχεραίνοντας συχνά τους πολίτες σε όλους τους τομείς (μεταφορές, θέρμανση, ηλεκτρισμός). Το πρόβλημα έγινε ιδιαίτερα αισθητό στη δεκαετία του 1970 ως αποτέλεσμα της πετρελαϊκής κρίσης που εκδηλώθηκε το 1973 όταν ξαφνικά τετραπλασιάστηκε η τιμή του αργού πετρελαίου.

Συνεπώς η στροφή προς άλλη μορφή ενέργειας, που είναι μη ανανεώσιμη και βασίζεται σε κοιτάσματα, όπως το φυσικό αέριο, κρίνεται ως προσωρινή λύση στο ενεργειακό πρόβλημα, καθώς ο παράγοντας της εξάντλησης των κοιτασμάτων θα φέρει και πάλι αργότερα το ζήτημα της αντικατάστασης του στο προσκήνιο. Επιπρόσθετα, το φυσικό αέριο δεν αποτελεί καθαρή πηγή ενέργειας. Μπορεί η καύση του να έχει προϊόν πολύ μικρότερο ποσό CO₂ σε σχέση με την καύση του άνθρακα, αλλά δεν παύει αυτό να υπάρχει. Δηλαδή είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον αλλά όχι εντελώς αθώο, καθώς η κατάσταση πλέον είναι τόσο βεβαρημένη που θα έπρεπε να αποφεύγεται εντελώς ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας με διοξείδιο.

Φυσικά, ως λύση του παγκόσμιου ενεργειακού προβλήματος παρουσιάζεται ευρέως και η χρήση των πυρηνικών σταθμών που ήδη εφαρμόζεται σε κάποιες χώρες (πχ στη Γαλλία). Η πυρηνική ενέργεια είναι πράγματι μια μορφή πολύ χρήσιμη αφού μέσω της σχάσης των πυρήνων παράγονται ασύλληπτα μεγάλα ποσά ενέργειας που μπορούν να καλύψουν την παγκόσμια ζήτηση λύνοντας το ενεργειακό πρόβλημα. Όμως παρουσιάζονται πολλές αντιδράσεις απέναντι στην υλοποίηση της. Καταρχήν, βασιζόμενη στο ουράνιο, δηλαδή σε ένα χημικό στοιχείο που δεν βρίσκεται απεριόριστο στη φύση, θα έχει και αυτή η λύση ημερομηνία λήξης.

Πέραν όμως αυτού, υπάρχει το οξύ πρόβλημα των ραδιενεργών αποβλήτων που αφήνει πίσω της μια τέτοια αντίδραση, με πολύ σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία. Η κατεργασία των πυρηνικών αποβλήτων απαιτεί τεράστιες υποδομές και εγκυμονεί κινδύνους, αφού δεν έχουν ακόμη βρεθεί απόλυτα ασφαλείς τρόποι διαχείρισής τους. Υπάρχουν βέβαια ορισμένες μέθοδοι αποθήκευσης, σαν μέσο αποφυγής της διαρροής ραδιενέργειας, αλλά είναι αμφιλεγόμενες καθώς τα απόβλητα είναι στοιχεία που παραμένουν ραδιενεργά για πολλές χιλιάδες ή εκατομμύρια χρόνια (το πλουτόνιο έχει περίοδο ημιζωής 23.000 χρόνια!). Κανείς δεν μπορεί να εγγυηθεί ότι σεισμοί ή ακόμα και ανθρώπινες δραστηριότητες δεν θα αποκαλύψουν, συνθλίψουν ή προκαλέσουν οποιαδήποτε βλάβη στα θαμμένα κοντέινερ με αποτέλεσμα να απελευθερωθεί ραδιενέργεια. Τέλος εγείρονται και σοβαρά ερωτηματικά ως προς το θέμα της ασφαλείας ενός πυρηνικού σταθμού. Παρά τα μέτρα προστασίας, πάντα υπάρχει η-έστω ελάχιστη-πιθανότητα ενός ατυχήματος σε κάποιον πυρηνικό σταθμό. Πολλές είναι οι σχετικές αντιδράσεις, καθώς στο παρελθόν έχουν ήδη γίνει ατυχήματα με σοβαρό κόστος στην ανθρώπινη ζωή (Three Mile Island Πενσυλβανία, 1979, Τσέρνομπιλ, 1986).

Αντιλαμβάνεται λοιπόν κανείς ότι όλες οι παραπάνω προτάσεις έχουν σημαντικά μειονεκτήματα στην εφαρμογή τους. Έτσι τα τελευταία χρόνια γίνεται όλο και μεγαλύτερη συζήτηση για τις ΑΠΕ, ως λύση στο ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα, προτείνοντας μια «πράσινη ανάπτυξη».

• ΟΡΙΣΜΟΣ

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι εκείνες που κατά κανόνα έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: δεν εξαντλούνται ποτέ και δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον. Παραδείγματα ανανεώσιμων πηγών είναι η *ηλιακή ενέργεια*, η *αιολική*, *υδροηλεκτρική*, *παλιρροιακή*, *γεωθερμική* και ενέργεια από *βιομάζα*. Προέρχονται από φυσικές διαδικασίες και για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση. Ονομάζονται και ήπιες ή καθαρές μορφές ενέργειας. Οι ήπιες μορφές ενέργειας είναι φιλικές στο περιβάλλον, αφού δεν αποδεσμεύουν στο περιβάλλον βλαβερές ουσίες, όπως υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι συνιστούν ουσιαστική εναλλακτική λύση στα ορυκτά καύσιμα. Η χρήση τους επιτρέπει όχι μόνο να μειωθούν οι εκπομπές αερίων που προξενούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αλλά και τη μείωση της εξάρτησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων (φυσικό αέριο και πετρέλαιο).

Για τον καλύτερο ορισμό των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, έχει γραφεί ειδική παράγραφος στο Νόμο 2773/1999 όπου αναφέρεται ότι Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ είναι η Ηλεκτρική Ενέργεια η προερχόμενη από:

1. Την εκμετάλλευση Αιολικής ή Ηλιακής Ενέργειας ή βιομάζας ή Βιοαερίου.
2. Την εκμετάλλευση Γεωθερμικής Ενέργειας, εφόσον το δικαίωμα εκμετάλλευσης του σχετικού Γεωθερμικού Δυναμικού έχει παραχωρηθεί στον ενδιαφερόμενο, σύμφωνα με τις ισχύουσες κάθε φορά διατάξεις.
3. Την εκμετάλλευση της Ενέργειας από την Θάλασσα.
4. Την εκμετάλλευση Υδάτινου Δυναμικού με Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς μέχρι 10 MW.
5. Συνδυασμό των ανωτέρω.
6. Τη Συμπαράγωγή, με χρήση των Πηγών Ενέργειας, των (1) και (2) και συνδυασμό τους.

- ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Από το σύνολο των Ανανεώσιμων Πηγών, που καθεμιά έχει άλλα πλεονεκτήματα, ξεχωρίζουμε τα φωτοβολταϊκά συστήματα καθώς η χώρα μας διαθέτει το ασύγκριτο πλεονέκτημα της μεγάλης σε διάρκεια ετήσιας ηλιοφάνειας. Η ένταση των ακτινών του ήλιου στην Ελλάδα είναι τέτοια που επιτρέπει την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας σε κάθε εποχή του χρόνου ενώ πρόκειται για μια πηγή ενέργειας ελεύθερα διαθέσιμη. Οι προϋποθέσεις αξιοποίησης των Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα είναι από τις καλύτερες στην Ευρώπη, αφού η συνολική ενέργεια που δέχεται κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας στην διάρκεια ενός έτους κυμαίνεται από 1400-1800 kWh.

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

Παράλληλα τα φωτοβολταϊκά συστήματα παρουσιάζουν και άλλα πλεονεκτήματα. Είναι απόλυτα αθόρυβα στη λειτουργία τους (σε αντίθεση με τις ανεμογεννήτριες) ενώ δεν δημιουργούν οπτική ή άλλου είδους όχληση ούτε όμως απόβλητα ή άλλα παραπροϊόντα. Πρόκειται για μια ώριμη και δοκιμασμένη τεχνολογία την οποία μπορούμε να εμπιστευτούμε απόλυτα. Ένας σταθμός φωτοβολταϊκών μπορεί να λειτουργεί σε οσοδήποτε μικρή ισχύ και φυσικά να είναι αυτόνομος και όχι απαραίτητα συνδεδεμένος σε κάποιο κεντρικό δίκτυο. Αυτή η αυτονομία έχει ως αποτέλεσμα να αποφεύγονται οι απώλειες μεταφοράς προς το δίκτυο, που είναι σημαντικές. Παράλληλα η τεχνολογία αυτή προσφέρει και αποκέντρωση αφού η θερμική ενέργεια μπορεί να παράγεται στα σημεία ζήτησής της.

Η κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι γίνεται με πρώτες ύλες που αφθονούν, ενώ έχουν και μεγάλη διάρκεια ζωής (20-30έτη). Δεν υπάρχουν κινούμενα μέρη, όπως συμβαίνει στις ανεμογεννήτριες, συνεπώς δεν απαιτούν επίβλεψη και συντήρηση. Ακόμα και στην περίπτωση βλάβης η αποκατάσταση είναι εύκολη λόγω της σπονδυλωτής διάρθρωσης της διάταξης.

Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως δομικά υλικά, υποκαθιστώντας άλλα παραδοσιακά υλικά (π.χ. κεραμοσκεπές ή υαλοστάσια σε προσόψεις), εξοικονομώντας χρήματα και φυσικούς πόρους. Στα υαλοστάσια σε προσόψεις κτιρίων τοποθετούνται διαφανή φωτοβολταϊκά με θερμομονωτικές ιδιότητες που επιτυγχάνουν (πέραν της ηλεκτροπαραγωγής) και εξοικονόμηση ενέργειας 15-30% σε σχέση με ένα κτίριο με συμβατικά υαλοστάσια.

Εκτός των άλλων θετικών τους, όλες οι αναλύσεις, παρά τις ποσοτικές διαφορές τους, συγκλίνουν στο ότι η βιομηχανία των φωτοβολταϊκών συμβάλλει στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας περισσότερο από κάθε άλλη ενεργειακή τεχνολογία.

Τέλος τα φωτοβολταϊκά έχουν εφαρμογή και στο διάστημα καθώς η αναλογία της παραγόμενης ισχύος με το βάρος της διάταξης είναι αρκετά μεγάλη.

Καθώς τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, όλο και περισσότεροι επενδυτές αποφασίζουν την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την εξοικονόμηση ενέργειας. Σ αυτό βέβαια συμβάλλει και η θετική στάση της ΕΕ που δίνει ισχυρά κίνητρα στους επενδυτές.

Πρέπει βέβαια να αναφερθεί ότι το κόστος κατασκευής των ηλιακών στοιχείων είναι υψηλό, γεγονός που καθιστά και το κόστος πώλησης υψηλό, παρόλο που όσο πιο μαζική γίνεται η παραγωγή τόσο πιο προσιτή γίνεται και η τιμή της αγοράς. Ένα ακόμα μειονέκτημα είναι ότι καθίσταται απαραίτητη η αποθήκευση καθώς η ηλιακή ενέργεια δεν είναι διαθέσιμη όλο το εικοσιτετράωρο και η επανάκτηση της όταν χρειαστεί. Επιπρόσθετα η παραγόμενη ισχύς παρουσιάζει κάποια μεταβλητότητα, που όμως είναι πολύ μικρότερη από αυτή των ανεμογεννητριών. Τέλος λόγω της μικρής πυκνότητας της ισχύος που έχει η ηλιακή ακτινοβολία είναι απαραίτητη για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών η χρήση μεγάλων εκτάσεων.

- ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ηλιακή ενέργεια είναι μια ήπια μορφή ενέργειας, καθαρή, ανεξάρτητη και ανανεώσιμη (ουσιαστικά ανεξάντλητη). Από τον ήλιο ακτινοβολείται προς το διάστημα τεράστια ποσότητα ενέργειας, αποτελούμενη από φως και θερμότητα, διαφόρων μηκών κύματος, με ισχύ που φθάνει τα εκατοντάδες χιλιάδες δισεκατομμύρια kW. Η ισχύς αυτή οφείλεται στην πυρηνική διάσπαση του υδρογόνου: σε χρόνο 1sec 600 εκατομμύρια τόνοι του στοιχείου αυτού μετατρέπονται σε 596 εκατομμύρια τόνους ηλίου. Τα υπόλοιπα περίπου 4 εκατομμύρια μετατρέπονται στην ακτινοβολούμενη ενέργεια.

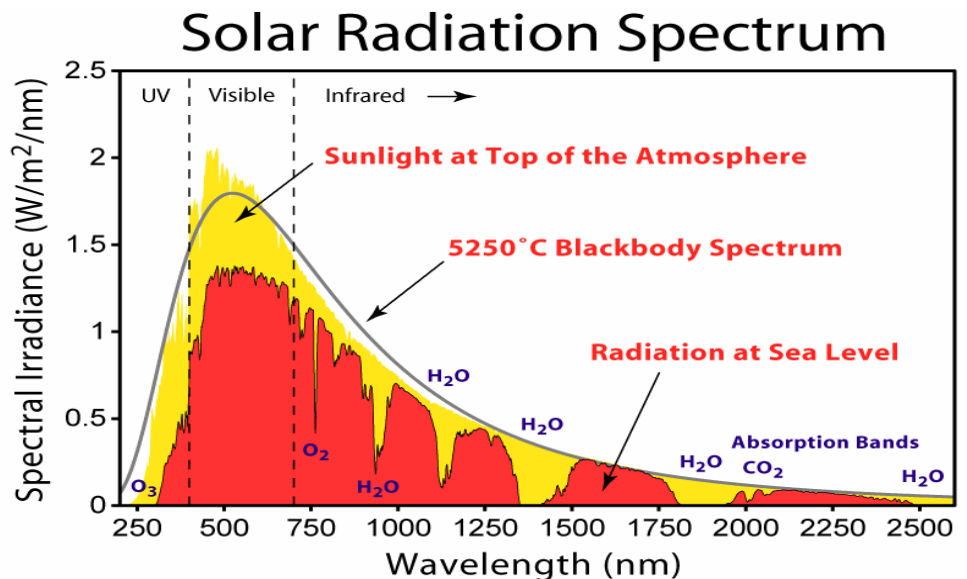
Από την ενέργεια της ακτινοβολίας που εκπέμπει ο ήλιος ανά δευτερόλεπτο, στους πλανήτες γύρω του φτάνει ένα μικρό ποσοστό, μόνο το 1/120.000.000. Καθώς η ηλιακή ακτινοβολία κατευθύνεται από το διάστημα προς τη γη ένα μέρος της ανακλάται προς το διάστημα, ένα άλλο μέρος της απορροφάται από τα διάφορα αέρια και τους υδρατμούς, ένα μέρος της σκεδάζεται από αέρια, υδρατμούς, σκόνες και αεροζόλ αλλάζοντας πορεία και ένα μέρος της ακτινοβολίας πέραν στην επιφάνεια της γης.

Για την ακρίβεια στη γη φτάνει μόλις το μισό του δισεκατομμυριοστού της ακτινοβολίας ενώ η ιονόσφαιρα κι άλλα τμήματα της ατμόσφαιρας απορροφούν ένα μέρος της. Συνολικά από τα 4000Q της ηλιακής ενέργειας που φτάνει ετήσια στη γη (1Q = ενεργειακό ισοδύναμο με 25.000 τόνους πετρελαίου), 1000 ανακλώνται στα εξωτερικά στρώματα της ατμόσφαιρας, 1000 απορροφούνται από την ατμόσφαιρα και τα υπόλοιπα θερμαίνουν την επιφάνεια της γης. Η ενέργεια της ακτινοβολίας του ήλιου που φτάνει στα όρια της ατμόσφαιρας του πλανήτη μας ισοδυναμεί κατά μέσο όρο με $1.5 \cdot 10^{18}$ kWh.

Γενικά επειδή η εξασθένηση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διέλευση της από την ατμόσφαιρα μεταβάλλεται για διαφορετικές χρονικές στιγμές, η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στη γη παρουσιάζει στοχαστικότητα.

Παράλληλα λόγω της απόκλισης του άξονα περιστροφής της γης γύρω από το εαυτό της σε σχέση με το επίπεδο περιστροφής της γης γύρω από τον ήλιο, παρουσιάζει και εποχικότητα.

Η ακτινοβολία που προσπίπτει σε μία επιφάνεια υπό κλίση, υπολογίζεται βάσει γνωστών μαθηματικών σχέσεων εάν η επιφάνεια βρίσκεται έξω από την ατμόσφαιρα της γης, ενώ παρουσιάζει δυσκολία για επιφάνειες εντός της γήινης ατμόσφαιρας εξαιτίας των συννέφων. Οι ακτίνες x καθώς και όσες ακτινοβολίες του ηλιακού φάσματος είναι πολύ μικρού μήκους κύματος, υφίστανται πολύ μεγάλη απορρόφηση στην ιονόσφαιρα. Τελικά στη γη το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας αποτελείται κυρίως από μήκη κύματος στην περιοχή 0.29 μm -2.5 μm . Το μεγαλύτερο μέρος της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας εμφανίζεται στην περιοχή κυμάτων του ορατού φωτός. Η απορρόφηση γίνεται επιλεκτικά κατά ζώνες φάσματος. Το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας εκτός της ατμόσφαιρας ισοδυναμεί με την εκπομπή μελανός σώματος 5762 $^{\circ}\text{K}$ και είναι συνεχές από 200nm μέχρι 3000 nm με αιχμή γύρω στα 4800 nm. Η ατμόσφαιρα δεν μειώνει μόνο την ποσότητα, αλλά αλλάζει και τη φασματική σύνθεση της ακτινοβολίας.



*πηγή <http://org.ntnu.no/solarcells/pages/Chap.2.php?part=1>

Σχήμα 1.1

Η μέση τιμή της έντασης της ακτινοβολίας, που προσπίπτει σε κάθετο επίπεδο στις ακτίνες του ήλιου, στα όρια της ατμόσφαιρας είναι 1353 W/m^2 . Βέβαια, η μεταβολή της απόστασης ηλίου-γης προκαλεί και μεταβολή στην ένταση κατά $\pm 3\%$, σαφώς όμως το ποσοστό της ελάττωσης της ακτινοβολίας εξαρτάται από το μήκος της διαδρομής στην ατμόσφαιρα και την κατάσταση της (πχ.συννεφα). Η ελάττωση αυτή οφείλεται στη σκέδαση από τα μόρια του αέρα, τους υδρατμούς, τη σκόνη και την απορρόφηση από το O_3 , το H_2O και το CO_2 .

Το μέρος της ακτινοβολίας που προσπίπτει άθικτο σε μια επιφάνεια της γης ονομάζεται άμεση ακτινοβολία (direct or beam radiation). Το μέρος της ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μια επιφάνεια μετά από σκέδαση ονομάζεται ακτινοβολία σκέδασης (sky diffuse radiation). Τέλος το μέρος της ακτινοβολίας που ανακλάται από το περιβάλλον μιας επιφάνειας και προσπίπτει σε αυτήν ονομάζεται ακτινοβολία ανάκλασης (reflected radiation).

Οι κυριότερες διεργασίες εξασθένησης της ακτινοβολίας είναι:

- Η σκέδαση που υφίσταται από τα μόρια του αέρα, τους υδρατμούς και τη σκόνη,
- Η ανάκλαση που υφίσταται κυρίως από τα σύννεφα,
- Η απορρόφηση που υφίσταται από το όζον O_3 , το O_2 , το H_2O και το CO_2 .

Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια επιφάνεια απαρτίζεται από τις τρεις αυτές συνιστώσες:

$$I = I_B + I_D + I_R$$

όπου:

I_B : η άμεση ακτινοβολία

I_D : η διάχυτη ακτινοβολία

I_R : η ανακλώμενη ακτινοβολία

Η εξίσωση απλουστεύεται αν η επιφάνεια είναι επίπεδη και δεν υπάρχουν κτίρια ή άλλα υψώματα, οπότε $I_R = 0$.

Ο βαθμός εξασθένησης της ηλιακής ακτινοβολίας δια μέσου της ατμόσφαιρας της γης εξαρτάται από την απόσταση που διανύει η ηλιακή ακτινοβολία εντός της ατμόσφαιρας. Η απόσταση αυτή είναι συνάρτηση της γωνίας θ_z (γωνία zenith) και του υψόμετρου πάνω από την θάλασσα.

Όταν ο ήλιος είναι στο ζενίθ, η ένταση της ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο είναι 1kW/m^2 , τα 20% με 25% του οποίου οφείλονται στη διάχυτη. Η ένταση δεν είναι σταθερή αφού λόγω της περιστροφής της γης παρουσιάζει χρονική διακύμανση μεταξύ της μέγιστης τιμής την ημέρα και της μηδενικής τη νύχτα και παράλληλα διακύμανση ανάλογα με τη γεωγραφική θέση και την εποχή του έτους. Αυτό σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η ακτινοβολία αυτή είναι αραιή δημιουργούν προβλήματα στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.

Σε χώρες όπου υπάρχει στη διάρκεια όλου του έτους μεγάλη ηλιοφάνεια, όπως η Ελλάδα, η ηλιακή ενέργεια είναι εκμεταλλεύσιμη και μπορεί να συλλεχθεί μέσω των φωτοβολταϊκών κυττάρων και να μετατραπεί σε ηλεκτρική δηλαδή σε αξιοποιήσιμη μορφή.

Επειδή στόχος της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των φωτοβολταϊκών είναι σκόπιμο να προσδιορίσουμε πλήρως την ιστορία, την τεχνική ορολογία, τις αρχές λειτουργίας καθώς και την τεχνολογία των φωτοβολταϊκών.

• ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ας δούμε πώς εξελίχθηκε στο χρόνο η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών.

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839 από το Γάλλο Φυσικό Alexandre Edmond Becquerel που διαπίστωσε ότι μπορεί να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα όταν συγκεκριμένες κατασκευές εκτεθούν στο φως, κατά την διάρκεια πειραμάτων του με μια ηλεκτρολυτική επαφή φτιαγμένη από δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια.

Κεφάλαιο 1: ΦΥΣΙΚΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Το 1876 οι Αμερικάνοι Adams και Day χρησιμοποίησαν έναν κρύσταλλο σεληνίου και παρατήρησαν ότι όταν αυτό ήταν εκτεθειμένο στο φως παράγονταν μια ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος με απόδοση βέβαια μόνο 1%.

Το 1905 ο Albert Einstein διατύπωσε την εξήγηση του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Το 1918 ο Πολωνός Czochralski καθιέρωσε την μέθοδο παραγωγής ημιαγωγού μονοκρυσταλλικού πυριτίου (Si) με σχετική έρευνα του η οποία μάλιστα βελτιστοποιημένη χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα και φέρει το όνομα του.

Το 1937 κατασκευάστηκε το ηλιακό φωτοβολταϊκό στοιχείο από PbS και το 1939 από Se με απόδοση 1% και το 1941 από Si. Το 1949 οι Schottky και Mott ανέπτυξαν την θεωρία της διόδου σταθερής κατάστασης, ενώ με την ανακάλυψη του τρανζίστορ διευκρινίστηκε η φυσική των p και n ενώσεων των ημιαγωγικών υλικών.

Το 1952 ανακαλύφθηκε η μέθοδος τετηγμένης ζώνης για την κατασκευή στερεών πολύ μεγάλης καθαρότητας που αργότερα χρησιμοποιήθηκε ευρέως αν και ακριβή ενώ το 1953 ανακαλύφθηκε η μέθοδος σχηματισμού ενώσεων p-n με διάχυση προσμίξεων. Το 1954 κατασκευάστηκε το πρώτο ηλιακό κελί από Si με σχηματισμό ένωσης p-n με διάχυση προσμίξεων στα εργαστήρια της Bell από τους Chapin, Fuller και Pearson με απόδοση 6%. Το 1956 ξεκίνησε η μαζική παραγωγή ηλιακών στοιχείων από την εταιρεία Hoffmann.

Ο κυριότερος πελάτης των φωτοβολταϊκών στις δεκαετίες που ακολούθησαν ήταν η NASA, αφού η τεχνολογία ήταν πολύ ακριβή για να χρησιμοποιηθεί ευρέως. Η τιμή κυμαινόταν στα 500\$/εγκατεστημένο Watt το 1956, ενώ το 1970 στα 100\$/Watt και το 1973 στα 50\$/Watt. Η πρώτη εγκατάσταση που έφτασε στα επίπεδα του 1MW έγινε το 1980 στην Καλιφόρνια από την ARCO ενώ το 1983 η παγκόσμια παραγωγή ΦΒ έφτασε αισίως τα 22MW με το συνολικός τζίρος στα 250.000.000\$.

Το 1999 η Spectrolab, μια εταιρεία της Boeing στην Καλιφόρνια, δημιούργησε μια φωτοβολταϊκή κυψέλη με απόδοση 33% στη μετατροπή της ηλιακής σε ηλεκτρική ενέργεια, απόδοση ρεκόρ ως σήμερα. Η τεχνολογία αυτή βασίζεται στην ύπαρξη μηχανισμού συγκέντρωσης των ακτίνων του ήλιου κατάλληλα για να πολλαπλασιάσουν την ηλιακή ενέργεια που λαμβάνεται από το ηλιακό πάνελ ενώ η απόδοση ανεβαίνει με την χρήση πολλαπλών στρώσεων, κάθε ένα από τα οποία είναι ικανό να απορροφήσει φωτόνια διαφορετικών μηκών κύματος. Το μέγιστο ποσοστό μετατροπής της ενέργειας επιτεύχθηκε με την τροποποίηση των κρυστάλλων στα πάνω και μέσα στρώματα. Τονίζεται όμως ότι αυτή η τεχνολογία είναι ακόμα σχετικά ακριβή στην κατασκευή της και δεν είναι κατάλληλη για χρήση σε κάθε τοποθεσία, ενώ όπως επισημαίνουν οι ειδικοί πρέπει να ακολουθήσει πολλή έρευνα και εργασία ώστε η ενέργεια του ήλιου να χρησιμοποιηθεί ευρέως. Παράλληλα στην τεχνολογία των Thin Films την ίδια χρονιά η απόδοση φτάνει στο 18.8%.

Το έτος σταθμός για την αρχή της μαζικής παραγωγής των φωτοβολταϊκών είναι το 2004 και φέρνει ως αποτέλεσμα την κατακόρυφη μείωση της τιμής του εξοπλισμού στα 6,5 ευρώ/Wp, με τη συνολική παραγωγή να φτάνει τα 1.200 MegaWatt ΦΒ στοιχείων και το τζίρο να αγγίζει τα 6.500.000.000\$.

Οι χώρες που κυριαρχούν στην κατασκευή ΦΒ πάνελ είναι η Γερμανία και η Ιαπωνία ενώ σταδιακά όλες οι αναπτυγμένες χώρες υιοθετούν, με την παραγωγή εξοπλισμού ή την κατασκευή ΦΒ εγκαταστάσεων, τις τεχνολογίες των φβ στοιχείων και τις παγιώνουν στην συνείδηση των καταναλωτών ενέργειας.

Η λειτουργία των Φ/Β συστημάτων βασίζεται στο Φωτοβολταϊκό φαινόμενο, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας απευθείας από το φως. Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται με τη χρήση ημιαγωγικών υλικών τα οποία διαθέτουν την ιδιότητα να απορροφούν φωτόνια του ηλιακού φωτός απελευθερώνοντας ηλεκτρόνια (φωτοηλεκτρικό φαινόμενο). Η ροή των ελεύθερων αυτών ηλεκτρονίων συνεπάγεται τη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος – ηλεκτρικής τάσης. Ας δούμε αναλυτικά:

- Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Το Φωτοβολταϊκό φαινόμενο είναι η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια. Το ηλιακό φως αποτελείται ουσιαστικά από μικρά «πακέτα ενέργειας» που λέγονται φωτόνια και περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Η πρόσκρουση των φωτονίων σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο (που είναι ημιαγωγός) έχει σαν αποτέλεσμα κάποια να ανακλώνται, άλλα να το διαπερνούν και άλλα να απορροφώνται από το αυτό. Αυτά τα τελευταία φωτόνια που απορροφώνται από το ημιαγωγικό υλικό δημιουργούν περίσσεια από ζεύγη φορέων και συνεπώς διαφορά δυναμικού ανάμεσα στους ακροδέκτες του στοιχείου. Σ' αυτή την απλή αρχή της φυσικής λοιπόν βασίζεται μια από τις πιο εξελιγμένες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού.

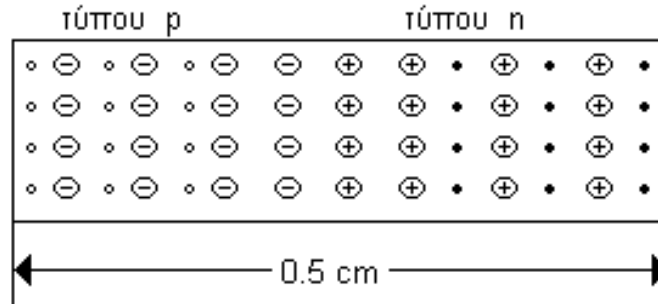
Δεν μπορούν όλα τα υλικά να χρησιμοποιήσουν την ηλιακή ενέργεια για την παραγωγή ηλεκτρικής. Υπάρχουν υλικά, οι ημιαγωγοί που έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν την ενέργεια των προσπίπτοντων φωτονίων σε ηλεκτρική. Στους ημιαγωγούς οφείλεται ουσιαστικά η τεράστια τεχνολογική πρόοδος στον τομέα της ηλεκτρονικής και στον ευρύτερο χώρο της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών συνεπώς αξίζει τον κόπο να δούμε τι τους κάνει τόσο ξεχωριστούς. Οι ημιαγωγοί μας δίνουν τη δυνατότητα να ελέγχουμε την ηλεκτρική τους αγωγιμότητα ενώ ένα χαρακτηριστικό που τους διαφοροποιεί από τα υπόλοιπα υλικά είναι ο αριθμός των ηλεκτρονίων σθένους.

Ο πιο γνωστός ημιαγωγός που χρησιμοποιείται στην κατασκευή των φωτοβολταϊκών είναι το πυρίτιο (Si) με ατομικό αριθμό 14. Στην εξωτερική του στοιβάδα το πυρίτιο έχει 4 ηλεκτρόνια αλλά έχει πολύ σταθερή κρυσταλλική μορφή, δηλαδή παρόλο που δεν έχει συμπληρωμένη την εξωτερική στοιβάδα δεν επιδιώκει ούτε να προσθέσει ούτε να διώξει ηλεκτρόνια. Αυτή είναι μια ιδιότητα που κάνει το πυρίτιο πολύ σημαντικό στοιχείο αφού του δίνει ηλεκτρικά χαρακτηριστικά πολύ κοντά σε αυτά ενός μονωτή (δεν υπάρχουν ελεύθερα

ηλεκτρόνια). Όμως κατά την πρόσμειξη του πυριτίου (νόθευση) με στοιχεία τα οποία είτε έχουν ένα ηλεκτρόνιο περισσότερο, είτε ένα λιγότερο στη στοιβάδα σθένους (πχ. το Βόριο με 3ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα), δημιουργείται ένα κρύσταλλο δεκτικό είτε σε θετικά φορτία (τύπου p) είτε σε αρνητικά φορτία (τύπου n). Έτσι το νοθευμένο πυρίτιο διαθέτει είτε περίσσεια ηλεκτρονίων -τύπου n- είτε έλλειμμα -τύπου p.

Συγκεκριμένα για τους ημιαγωγούς τύπου n: προσθέτουμε στο πυρίτιο άτομα από την V ομάδα του περιοδικού πίνακα (Φώσφορος). Αυτά έχουν 5ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στοιβάδα από τα οποία τα τέσσερα συμμετέχουν στην δημιουργία δεσμών με τα γειτονικά άτομα του πυριτίου ενώ το πέμπτο συγκρατείται «χαλαρά» από τον πυρήνα. Από το σύνολο των χαλαρών αυτών ηλεκτρονίων δημιουργείται το νέφος των ελεύθερων ηλεκτρονίων. Αυτά όταν απορροφούν ενέργεια μπορούν να μεταφερθούν στη ζώνη αγωγιμότητας. Οι φορείς του ηλεκτρικού ρεύματος στους ημιαγωγούς τύπου n είναι τα ηλεκτρόνια. Οι επικρατέστεροι φορείς ονομάζονται φορείς πλειονότητας. Αντίστοιχα δεδομένα ισχύουν για τους ημιαγωγούς τύπου p. Το έλλειμμα ενός ηλεκτρονίου δηλαδή η απουσία αρνητικού φορτίου χαρακτηρίζεται και ως οπή, και πρακτικά σημαίνει θετικό φορτίο παρόλο που στην πραγματικότητα δεν υπάρχει.

Κανονικά μέσα στους νοθευμένους ημιαγωγούς οι φορείς μπορούν να μετακινούνται προς κάθε διεύθυνση ανάλογα με την εφαρμογή του πεδίου. Αν τώρα φέρουμε σε επαφή ένα κομμάτι πυριτίου τύπου n και ένα άλλο τύπου p τότε δημιουργείται μια δίοδος, ένα ηλεκτρικό πεδίο στην επαφή των δύο υλικών. Τα επιπλέον ηλεκτρόνια της επαφής n έλκονται από τις «οπές» της επαφής p. Στο σχήμα φαίνεται μια ένωση p-n.



*πηγή:<http://www.lib.ntua.gr/newsite/el/elektroniki>

Σχήμα 1.2

Η διόδος αυτή ουσιαστικά επιτρέπει την κίνηση ηλεκτρονίων προς μια κατεύθυνση μόνο ενώ αποτελεί το δομικό στοιχείο του φωτοβολταϊκού κελιού και άρα τη βάση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.

Η διαφορά στη συγκέντρωση ηλεκτρονίων και οπών ανάμεσα στους δυο ημιαγωγούς προκαλεί στην περιοχή της επαφής τους το φαινόμενο της διάχυσης. Αυτό σημαίνει ότι ηλεκτρόνια από την περιοχή n όπου βρίσκονται σε περίσσεια μεταφέρονται προς την περιοχή p και αντίστροφα για τις οπές. Έτσι ένα τμήμα του ημιαγωγού n κοντά στην επαφή p-n έχει θετικό φορτίο και όμοια ένα τμήμα του ημιαγωγού p κοντά στην επαφή p-n να έχει αρνητικό φορτίο.

Αυτές οι διεργασίες όμως δεν έχουν σαν αποτέλεσμα την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτό συμβαίνει επειδή αναπτύσσεται στην περιοχή της επαφής p-n ηλεκτρικό πεδίο με κατεύθυνση από την περιοχή n προς την περιοχή p. Το φαινόμενο της διάχυσης σταματά αφού τα ηλεκτρόνια κινούνται αντίθετα από τη φορά του πεδίου ενώ τα θετικά φορτία σύμφωνα με την κατεύθυνση του πεδίου. Και με αυτό τον τρόπο επέρχεται κατάσταση δυναμικής ισορροπίας.

Ας εξετάσουμε τώρα τι συμβαίνει όταν το φωτοβολταϊκό στοιχείο εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία. Τα φωτόνια που προσπίπτουν στο στοιχείο έχουν ένα ενεργειακό περιεχόμενο ίσο με

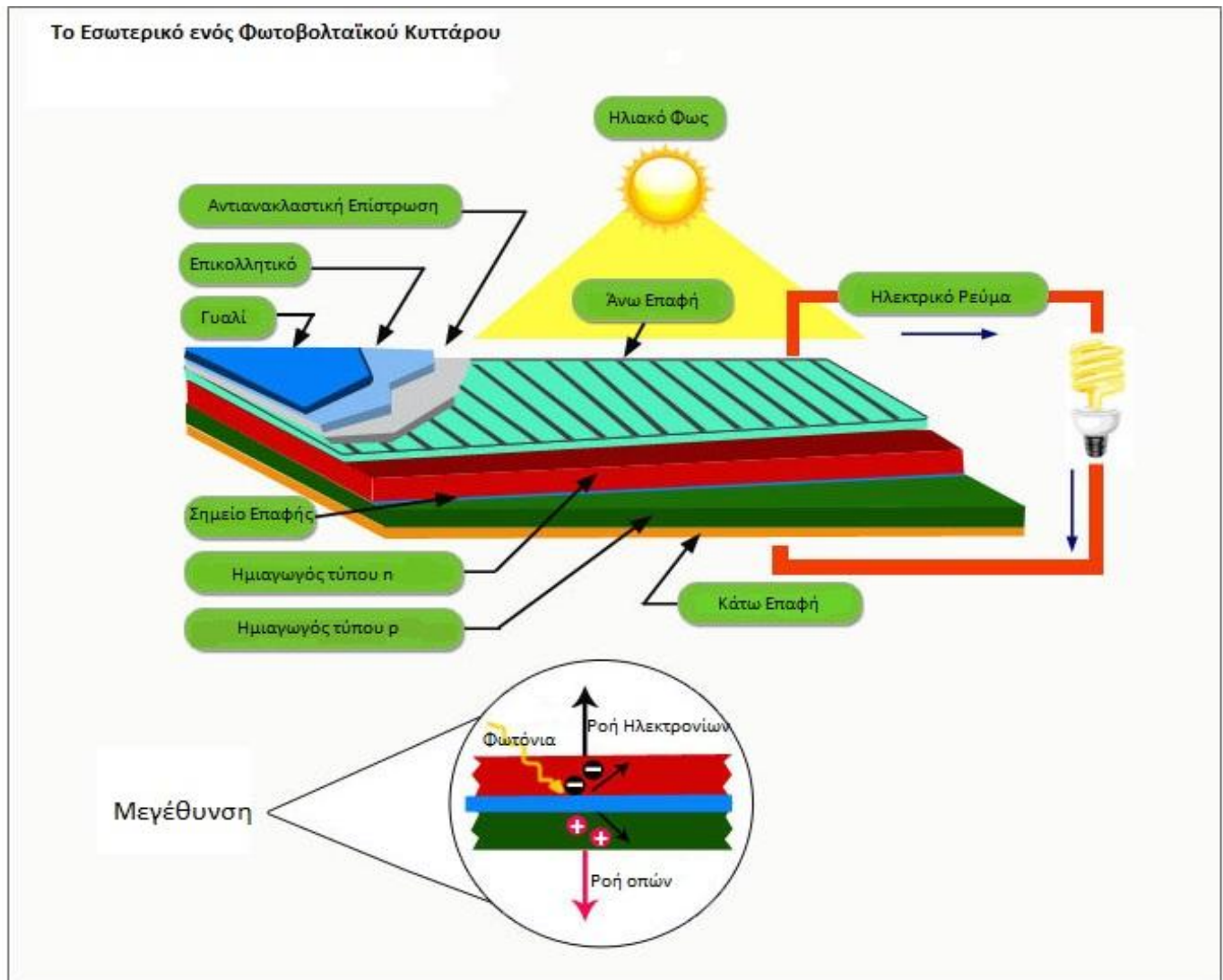
$$E = h \cdot l$$

όπου h : η σταθερά του Planck

l : το μήκος κύματος του φωτονίου

Τα φωτόνια όταν προσπίπτουν σε μια διάταξη ΦΒ κελιού περνούν την επαφή τύπου-n χωρίς καμία επίδραση και χτυπούν τα άτομα της περιοχής τύπου-p όπου τα ηλεκτρόνια αρχίζουν να κινούνται μεταξύ των οπών, φτάνουν στην περιοχή της διόδου και έλκονται από το θετικό πεδίο της. Αν το ενεργειακό τους περιεχόμενο είναι μεγαλύτερο ή ίσο της διαφοράς ενέργειας μεταξύ της ζώνης σθένους και της ζώνης αγωγιμότητας, τότε τα φωτόνια αλληλεπιδρούν με ηλεκτρόνια της ζώνης σθένους και τους μεταφέρουν ενέργεια, με αποτέλεσμα αυτά να μετακινούνται στην ζώνη αγωγιμότητας αφήνοντας μία οπή στην ζώνη σθένους. Άρα όταν φωτόνια με κατάλληλα υψηλή ενέργεια προσπίπτουν στις περιοχές p , n ενός ημιαγωγού δημιουργούν ζεύγη ηλεκτρονίων-οπών και στις δύο περιοχές.

Τελικά, ηλεκτρόνια από την περιοχή p (φορείς μειονότητας) λαμβάνοντας την κατάλληλη ενέργεια από τα φωτόνια μεταπηδούν στη ζώνη αγωγιμότητας και διαχέονται προς την επαφή p-n. Εκεί υπάρχει αντίστροφης πόλωσης ηλεκτρικό πεδίο. Έτσι το πεδίο αυτό τα μετακινεί στην περιοχή n. Ακριβώς την ίδια λογική ακολουθούν και οι οπές της περιοχής n, αλλά με την αντίθετη πορεία. Άρα έχουμε ταυτόχρονα την αντίθετη κίνηση αντίθετων φορτίων, δηλαδή ουσιαστικά κίνηση φορτίου προς την μία κατεύθυνση. Τώρα δηλαδή δεν έχουμε απλά το φαινόμενο της διάχυσης που καταλήγει σε ισορροπία. Αφού υπάρχει συνεχόμενη κίνηση φορέων έχουμε τη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος.



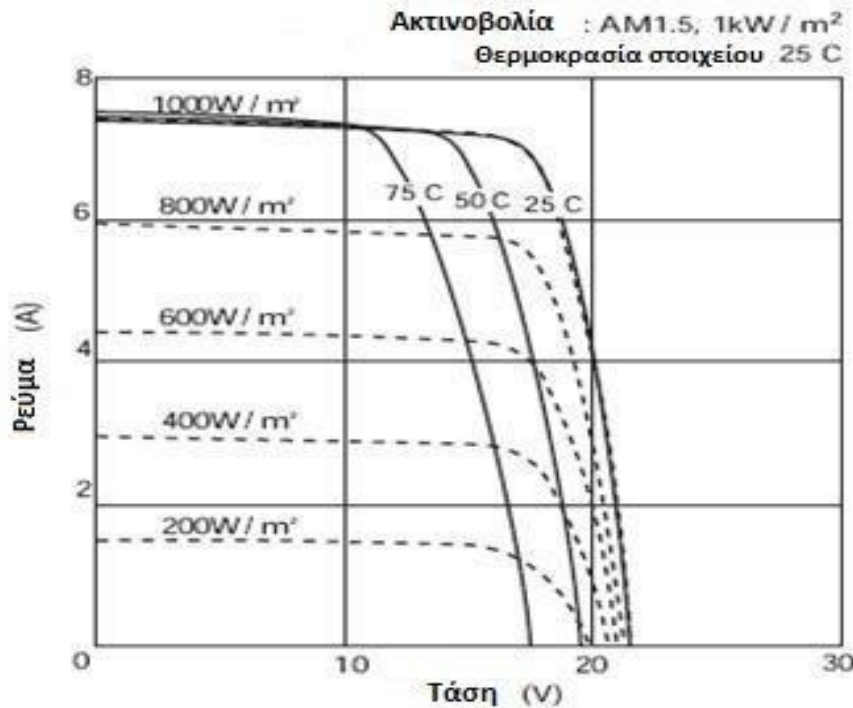
*πηγή: <http://www.guashan.com>

Σχήμα 1.3

Για να γίνει βέβαια αυτό αρκεί να έχει τοποθετηθεί μια διάταξη (μεταλλικός αγωγός στο πάνω μέρος της επαφής n και στο κάτω της επαφής p) και ένα φορτίο ενδιάμεσα με τέτοιο τρόπο ώστε να κλείσει κύκλωμα, όπως φαίνεται και στο σχήμα.

- I-V χαρακτηριστική

Το παραγόμενο ρεύμα συνδέεται με την τάση στα άκρα της διόδου με την ακόλουθη I-V χαρακτηριστική:



*πηγή: <http://www.altestore.com/>

Σχήμα 1.4

Απεικονίζεται στο σχήμα η σχέση I-V για τις διάφορες τιμές της θερμοκρασίας αλλά και της ακτινοβολίας ανά τετραγωνικό μέτρο. Στο «γόνατο» της καμπύλης παρατηρείται η μέγιστη ισχύς του φωτοβολταϊκού στοιχείου, αφού εκεί μεγιστοποιείται το γινόμενο της τάσης και του ρεύματος. Παρατηρούμε επίσης ότι η αύξηση της θερμοκρασίας του κυττάρου προκαλεί μείωση στην παραγόμενη ισχύ. Τέλος όπως είναι αναμενόμενο, όσο μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία δέχεται το κύτταρο τόσο περισσότερη ισχύ μπορεί να παράξει.

- ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ

Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν είναι δυνατό ένα υλικό να εκμεταλλευτεί όλη την προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια. Αυτό συμβαίνει επειδή το κάθε υλικό αντιδρά σε διαφορετικά μήκη κύματος της ακτινοβολίας. Έτσι ανάλογα με το υλικό που χρησιμοποιούμε μπορούμε να εκμεταλλευτούμε μόνο εκείνο το φάσμα της ακτινοβολίας που αντιδρά με το συγκεκριμένο υλικό. Συνεπώς υπάρχει περιορισμός στην απόδοση των φωτοβολταϊκών.

Η ικανότητα μετατροπής ή βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού κυττάρου είναι το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Επιδιώκουμε γενικά η ικανότητα μετατροπής να είναι η μεγαλύτερη δυνατή. Υπάρχουν ξεχωριστές τεχνολογίες φωτοβολταϊκών, καθεμιά απ τις οποίες διακρίνεται από διαφορετικό κόστος κατασκευής αλλά και άλλη ικανότητα μετατροπής, συνήθως μάλιστα τα δυο μεγέθη συνδέονται ανάλογα, όσο μεγαλύτερος βαθμός απόδοσης τόσο μεγαλύτερο και το κόστος.

Τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία που κατασκευάστηκαν (19ος αιώνας) είχαν απόδοση περίπου 1-2%, ενώ το 1954 κατασκευάστηκαν τα πρώτα Φ/Β στοιχεία πυριτίου με απόδοση 6% .

Η ικανότητα μετατροπής αυξάνεται με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των υλικών. Να σημειωθεί όμως ότι πρόκειται για ένα απαιτητικό εγχείρημα και η αύξηση της απόδοσης, έστω και κατά μια ποσοστιαία μονάδα, θεωρείται επίτευγμα στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών. Σήμερα ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου είναι περίπου 12 – 19%, ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής. Σε σχέση με τις αποδόσεις των άλλων πηγών ενέργειας, συμβατικών, αιολικών, υδροηλεκτρικών είναι αρκετά χαμηλός και συνεπώς το φωτοβολταϊκό σύστημα πρέπει να καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια προκειμένου να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ.

- ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κατασκευάζονται από ημιαγώγιμα υλικά και κυρίως από το πυρίτιο που αποτελεί τη βάση για το 90% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής. Αυτό οφείλεται στην τεράστια παγκόσμια επιστημονική υποδομή για το Si, που χρησιμοποιείται για τις περισσότερες εφαρμογές της ηλεκτρονικής. Το πυρίτιο είναι ένα υλικό με πολλά χαρακτηριστικά πλεονεκτήματα που το έχουν καταστήσει τόσο ικανό και συμφέρον. Κατ' αρχήν είναι πολύ εύχρηστο στη μορφοποίηση του και στη μετατροπή του στην μονοκρυσταλλική μορφή. Η αφθονία του στη γη είναι μεγάλη καθώς μετά το οξυγόνο είναι το υλικό με τα μεγαλύτερα αποθέματα, ενώ η άμμος που είναι το διοξείδιο του πυριτίου αποτελεί μεγάλο κομμάτι του φλοιού της γης. Διατηρεί τις ηλεκτρικές του ιδιότητες μέχρι και στους 125C κάτι που το καθιστά ιδιαίτερα κατάλληλο για τη χρήση στα φωτοβολταϊκά. Είναι όμως ένα εύθραυστο υλικό και απαιτεί το σχηματισμό στοιχείων σχετικά μεγάλου πάχους με αποτέλεσμα την ανάγκη για υψηλή καθαρότητα και δομική τελειότητα.

Το πυρίτιο, ανάλογα με την επεξεργασία του, δίνει μονοκρυσταλλικά, πολυκρυσταλλικά ή τα άμορφα. Υπάρχουν επίσης και τα «υβριδικά» φωτοβολταϊκά τα οποία συνδυάζουν τις τεχνολογίες των άμορφων και των κρυσταλλικών. Συνολικά όπως αναφέραμε μετατρέπουν ένα 12-19% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική και το ακριβές ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε.

Τα μονοκρυσταλλικά πλαίσια είναι εκείνα που θεωρούνται τα πιο κορυφαία τεχνολογικά και χρησιμοποιούνται γενικά για μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις. Η τεχνολογία τους είναι ακριβή σε κόστος αλλά έχει το πλεονέκτημα της υψηλής αποδοτικότητας που κυμαίνεται από 14,5% έως 20%. Μάλιστα σε συνθήκες εργαστηρίου έχουν επιτευχθεί ακόμα μεγαλύτερες αποδόσεις έως και 24,7%.

Ο βασικός σχεδιασμός ενός κλασικού φωτοβολταϊκού στοιχείου από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο περιλαμβάνει μια μεγάλη εμβαδού επαφή n^+p τοποθετημένη σε μικρό βάθος από την επιφάνεια όπου προσπίπτει το φως. Η δίοδος βρίσκεται πάνω σε υπόστρωμα πυριτίου τύπου $-p$ πάχους κάποιων εκατοντάδων μm ενώ στην εμπρόσθια επιφάνεια τοποθετείται αντανакλαστικό επίστρωμα και μεταλλικές ωμικές επαφές οι οποίες τοποθετούνται και στην οπίσθια επιφάνεια.

Το μονοκρυσταλλικό φωτοβολταϊκό στοιχείο κατασκευάζεται από κυψέλες που έχουν κοπεί από ένα κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Η κατασκευή του είναι πολύπλοκη και γίνεται με μια σειρά τυποποιημένων διεργασιών, σύμφωνα με τη μέθοδο Czochralski αλλά και τη μέθοδο τετηγμένης ζώνης η οποία είναι δαπανηρή μα παράγει υλικό υψηλότερης καθαρότητας και ανώτερης κρυσταλλικότητας. Το αποτέλεσμα των μεθόδων είναι ένας μόνο ενιαίος κρύσταλλος, γι αυτό και η τεχνολογία αυτή ονομάζεται μονοκρυσταλλική. Εκτός από το πυρίτιο εισάγεται και το υλικό πρόσμιξης που συνήθως είναι το βόριο, για την παραγωγή κρυστάλλου τύπου $-p$. Τέλος τοποθετείται προστατευτικό περίβλημα γυαλιού για τη διατήρηση της καθαρότητας και την προστασία από τη διάβρωση.

Οι συνθήκες για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης του μονοκρυσταλλικού στοιχείου είναι το βέλτιστο ενεργειακό διάκενο, η πλήρης απορρόφηση φωτονίων με ενέργειες μεγαλύτερες από το ενεργειακό διάκενο, ο τέλειος διαχωρισμός των παραγόμενων φορέων στην περιοχή επαφής και οι μηδενικές ηλεκτρικές απώλειες. Το πάχος των φωτοβολταϊκών στοιχείων μονοκρυσταλλικού πυριτίου είναι γύρω στα 0,3 χιλιοστά.

Επειδή η απόδοση τους είναι μεγάλη, για να παραχθεί ένα συγκεκριμένο ποσό ενέργειας απαιτείται μικρότερη έκταση της περιοχής εγκατάστασης δηλαδή χαρακτηρίζονται από την καλύτερη σχέση απόδοσης/επιφάνειας ή "ενεργειακής πυκνότητας".

Τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι χαμηλότερης ποιότητας από τα μονοκρυσταλλικά έχοντας ονομαστικές αποδόσεις πλαισίων περίπου 11% έως 15%. Σε εργαστηριακές εφαρμογές έχουν επιτευχθεί αποδόσεις έως και 20%. Παράλληλα όμως εξισορροπώντας αυτό τους το μειονέκτημα έχουν χαμηλότερο κόστος κατασκευής αφού η μέθοδος παραγωγής τους είναι φθηνότερη από αυτήν των μονοκρυσταλλικών. Το πάχος τους είναι επίσης περίπου 0,3 χιλιοστά.

Τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά κατασκευάζονται από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλομένου πυριτίου. Για την παραγωγή τους οι ράβδοι του πυριτίου κόβονται σε λεπτά τμήματα. Τα πολυκρυσταλλικά αποτελούνται από επιμέρους μονοκρυσταλλικές περιοχές, που όσο μεγαλύτερες είναι σε έκταση τόσο μεγαλύτερη είναι και η απόδοση των στοιχείων. Αυτή είναι και η αιτία του χαμηλότερου κόστους αυτής της τεχνολογίας καθώς τα πολυκρυσταλλικά μπορούν να παραχθούν από τα τμήματα πυριτίου που περισσεύουν από την κατασκευή μονοκρυσταλλικών. Τα μονοκρυσταλλικά χρειάζονται μεγάλο τμήμα κρυστάλλου αλλά από την κοπή του κάποια κομμάτια αχρηστεύονται καθώς είναι μικρά. Αυτά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για τα πολυκρυσταλλικά. Βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής των πολυκρυσταλλικών είναι: η μέθοδος απ' ευθείας στερεοποίησης DS (directional solidification), η ανάπτυξη λιωμένου πυριτίου (χύτευση), και η ηλεκτρομαγνητική χύτευση EMC.

Τα φωτοβολταϊκά άμορφου πυριτίου αποτελούνται από ένα λεπτό στρώμα πυριτίου που έχει εναποτεθεί ομοιόμορφα σε κατάλληλο υπόβαθρο. Το άμορφο πυρίτιο παρουσιάζει μεγαλύτερη απορροφητικότητα του φωτός όμως η απόδοση των φωτοβολταϊκών από αυτό το υλικό είναι μικρότερη από εκείνη των κρυσταλλικών. Κατά μέσο όρο ο βαθμός απόδοσης των άμορφων στοιχείων αγγίζει το 6%. Παράλληλα όμως είναι και πολύ οικονομικά.

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία ταινίας πυριτίου είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία φωτοβολταϊκών στοιχείων. Η κατασκευή τους δε χρησιμοποιεί τόσο πυρίτιο όσο οι προηγούμενες τεχνολογίες. Ο βαθμός απόδοσης των φωτοβολταϊκών στοιχείων

αυτής της τεχνολογίας αγγίζει το 12-13% ενώ το πάχος του είναι περίπου 0,3mm. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις της τάξης του 18%.

Στην τεχνολογία των Thin film δηλαδή τα φωτοβολταϊκά υλικά λεπτών επιστρώσεων περιλαμβάνονται υλικά όπως CdTe, CIGS, CIS και το άμορφο πυρίτιο. Πρόκειται ουσιαστικά για μια άλλη μορφή κατασκευής και κατηγοριοποίησης που αναφέρεται στο πάχος, και όχι στο υλικό.

Εδώ μειώνεται το πάχος των στοιχείων σε μm, σε σχέση με τις προηγούμενες μεθόδους. Έτσι το κόστος κατασκευής είναι χαμηλότερο όμως το ίδιο ισχύει και για την ικανότητα μετατροπής. Πάντως η τεχνολογία λεπτού στρώματος (thin film) είναι σε φάση ανάπτυξης, αφού με διάφορες μεθόδους επεξεργασίας και χρήση διαφορετικών υλικών αναμένεται αύξηση της απόδοσης, σταθεροποίηση των χαρακτηριστικών τους και αύξηση της διείσδυσης στην αγορά. Σήμερα πάντως αποτελούν την πιο φθηνή επιλογή Φ/Β πλαισίων.

Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής ευχέρειας του χρήστη.

Τέλος τα κρυσταλλικά πλαίσια έχουν ονομαστική ισχύ εξόδου 10-250Wp ενώ τα thin film περίπου 100Wp.

Παρακάτω δίνεται συγκριτικός πίνακας για την κάθε τεχνολογία φωτοβολταϊκών. Όπως είδαμε, η τεχνολογία με τη μεγαλύτερη απόδοση είναι εκείνη των μονοκρυσταλλικών.

Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών				
ΤΥΠΟΣ	Αμορφα	Πολυκρυσταλλικά	Μονο- κρυσταλλικά	Υβριδικά
Απόδοση	5-7%	11-15%	14,5-20%	16-17%
επιφάνεια /kWp	10-20 m ²	8-10 m ²	7-8 m ²	6-7 m ²
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας kWh/kWp	1.300	1.300	1.300	1.350
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας kWh/m ²	65-140	130-160	160-185	190-225
Ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ kgCO ₂ /kWp	1.380- 1.485	1.380	1.380	1.435

*πηγή: <http://www.env-edu.gr>

Πίνακας 1.5

Η διείσδυση των φωτοβολταϊκών στη ζωή μας, συγκρινόμενη με τον εκρηκτικό τρόπο που εξελίχθηκε μια άλλη βιομηχανία ημιαγωγών υλικών, αυτή των ηλεκτρονικών υπολογιστών, γίνεται με πολύ αργό ρυθμό. Κύρια αιτία αποτελεί ο όγκος του απαιτούμενου υλικού (κρυσταλλικού πυριτίου) και η ιδιαίτερα ενεργοβόρος παραγωγή του καθώς επίσης το αυξημένο κόστος του εξοπλισμού και της ενέργειας που απαιτείται κατά την παραγωγική διαδικασία. Έτσι η τάση που φαίνεται ότι θα επικρατήσει στην αγορά των φωτοβολταϊκών στα επόμενα χρόνια είναι οι τεχνολογίες λεπτού υμενίου (thin film) στις οποίες επιτυγχάνεται

σημαντική μείωση του απαιτούμενου όγκου πυριτίου και συνεπώς μείωση τιμής. Πάντως οι τεχνολογίες πυριτίου έχουν τα πρωτεία και αυτό επιβεβαιώνεται από τα εκατοντάδες εκατομμύρια ευρώ που έχουν επενδυθεί παγκοσμίως για την κατασκευή εργοστασίων παραγωγής πολυπυριτίου, ράβδων (μονοκρυσταλλικού και πολυκρυσταλλικού πυριτίου), φωτοβολταϊκών στοιχείων, κυψελών και πλαισίων.

- ΑΥΤΟΝΟΜΑ- ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ

Τα Φ/Β συστήματα διακρίνονται στα διασυνδεδεμένα και τα αυτόνομα. Τα διασυνδεδεμένα συνδέονται και λειτουργούν παράλληλα με το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο και δεν διαθέτουν απαραίτητα δυνατότητα αποθήκευσης. Αντίθετα τα αυτόνομα διαθέτουν σύστημα αποθήκευσης και δεν συνδέονται στο κεντρικό σύστημα. Έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε απομακρυσμένες περιοχές παρέχοντας αυτονομία και καλύπτοντας το σύνολο των ενεργειακών αναγκών μιας εγκατάστασης. Όμως για τη συνεχή εξυπηρέτηση του καταναλωτή, το σύστημα θα πρέπει να περιλαμβάνει και μια μονάδα αποθήκευσης (μπαταρίες) και διαχείρισης της ενέργειας.

Η αγορά των αυτόνομων αναπτύσσεται γοργά καθώς η τιμή της φωτοβολταϊκής κιλοβατώρας πλέον ανταγωνίζεται με αξιώσεις αυτήν του πετρελαίου και μάλιστα παρουσιάζει και αρκετά πλεονεκτήματα έναντι αυτής. Τα περισσότερα αυτόνομα συστήματα προς το παρόν βρίσκονται στο Άγιο Όρος, αλλά πλέον υπάρχουν πολλές ΦΒ εγκαταστάσεις σε εξοχικές κατοικίες, απομακρυσμένους τηλεπικοινωνιακούς σταθμούς, φάρους, κτηνοτροφικές μονάδες.

Ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να απορροφά ενέργεια από το δίκτυο ή και το αντίστροφο, να διοχετεύει ενέργεια σ αυτό επί πληρωμή, αν η ενέργεια που παράγεται είναι περισσότερη από αυτήν που χρειάζεται. Ένα τέτοιο σύστημα πρέπει να διαθέτει δύο μετρητικά συστήματα το ένα θα μετρά την εξερχόμενη ενέργεια και το άλλο την εισερχόμενη. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται και grid interactive. Όμως, όταν μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχει ως αποκλειστικό στόχο την απορρόφηση ενέργειας από το δίκτυο

γιατί η ποσότητα ενέργειας που παράγει εξ ορισμού δεν καλύπτει τις ενεργειακές τις ανάγκες ονομάζεται grid back up. Ουσιαστικά σε αυτήν την περίπτωση ο σχεδιασμός του συστήματος γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ότι το σύνολο της ενέργειας που παράγεται θα απορροφάται από τις ηλεκτρικές καταναλώσεις της εγκατάστασης.

Κάποιες φορές τα φωτοβολταϊκά χρησιμοποιούνται για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας εφεδρείας, δηλαδή ως συστήματα αδιάλειπτης παροχής – UPS. Στην περίπτωση αυτή, το σύστημα είναι μεν διασυνδεδεμένο με τη ΔΕΗ, αλλά διαθέτει και μπαταρίες για να αναλαμβάνει την κάλυψη των αναγκών σε περίπτωση διακοπής της παροχής του δικτύου.

• ΣΤΟΙΧΕΙΑ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από τα εξής επιμέρους συστατικά :

- Φωτοβολταϊκά πλαίσια
- Κατασκευή στήριξης
- Αντιστροφείς
- Υποσταθμοί XT/MT(για μεγάλους σταθμούς)
- Δίκτυο διανομής DC και AC(γραμμές, πίνακες, ασφάλειες κλπ)
- Συστήματα γείωσης και αντικεραυνικής προστασίας
- Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου

Για να πραγματοποιηθεί το φωτοβολταϊκό φαινόμενο είναι απαραίτητος ένας μηχανισμός που υλοποιείται μέσω των **Φωτοδιόδων**, διόδων που παράγουν διαφορά δυναμικού στα άκρα τους όταν δέχονται ακτινοβολία φωτονίων.

Η δίοδος είναι ένα ηλεκτρονικό στοιχείο που περιορίζει την κατευθυντήρια ροή των φορέων αγωγιμότητας, δηλαδή επιτρέπει στο ηλεκτρικό ρεύμα να περάσει προς τη μια κατεύθυνση, αλλά όχι προς την αντίθετη, όπως είδαμε και παραπάνω στη

δίοδο p-n. Κατασκευάζεται από την επαφή ενός μετάλλου κι ενός αμετάλλου (ημιαγωγού). Σήμερα, οι περισσότερες δίοδοι είναι κατασκευασμένες από υλικά ημιαγωγών όπως το πυρίτιο. Η φωτοδίοδος είναι μια δίοδος η οποία χρησιμοποιείται ως ανιχνευτής φωτός.

Μια συστοιχία Φωτοδίοδων κατάλληλα συναρμολογημένων αποτελεί ένα φωτοβολταϊκό κύτταρο (photovoltaic cell).

Η σύνδεση πολλών φωτοβολταϊκών στοιχείων σε σειρά δημιουργεί μια ενιαία δομή το φωτοβολταϊκό πλαίσιο, που αποτελεί τη δομική μονάδα που κυκλοφορεί στο εμπόριο έτοιμη για εγκατάσταση για τη συγκρότηση Φ/Β γεννητριών. Τα Φ/Β πλαίσια αποτελούνται από (συνήθως 30 έως 36) ερμητικά σφραγισμένα Φ/Β στοιχεία μέσα σε ειδική διαφανή πλαστική ύλη, των οποίων η μπροστινή όψη προστατεύεται (συνήθως) από ανθεκτικό γυαλί χαμηλής περιεκτικότητας σε οξείδιο του σιδήρου. Η κατασκευή αυτή, που δεν ξεπερνά σε πάχος τα 4 με 5 χιλιοστά, τοποθετείται συνήθως σε πλαίσιο αλουμινίου, όπως τα τζάμια των κτιρίων. Τα στοιχεία εσωτερικά είναι διασυνδεδεμένα σε σειρά ή παράλληλα ανάλογα με την εφαρμογή. Τα Φωτοβολταϊκά πάνελ χαρακτηρίζονται από την ονομαστική τους ισχύ από 400Wp έως 800Wp περίπου το κάθε ένα.

Μια διάταξη πλαισίων συνδεδεμένων σε σειρά αποτελεί μια στοιχειοσειρά. Αν κάποιες στοιχειοσειρές τοποθετηθούν παράλληλα σε κοινή συνήθως βάση τότε προκύπτει μια φωτοβολταϊκή συστοιχία. Όμοια το σύνολο όλων των παράλληλα συνδεδεμένων συστοιχιών αποτελούν μια γεννήτρια.

Για τη σύνθεση μιας Φ/Β γεννήτριας πλεονεκτεί η χρήση μεγάλων πλαισίων καθώς είναι πιο εύκολη η εγκατάσταση και η συντήρηση τους λόγω του μικρότερου πλήθους. Παράλληλα, είναι μικρότερος ο αριθμός συνδετήρων που απαιτείται για την σύνδεση των πλαισίων καθώς και το μήκος της καλωδίωσης που συνεπάγεται με μείωση των απωλειών ενέργειας και της πτώσης τάσης.

Συστήματα μετατροπής ισχύος

Η Φ/Β γεννήτρια παράγει συνεχές ρεύμα και τάση, συνεπώς για τη διοχέτευση της παραγόμενης ενέργειας στο δίκτυο όπου το ρεύμα και η τάση είναι εναλλασσόμενα, ή σε φορτία που καταναλώνουν εναλλασσόμενο είναι απαραίτητη η μετατροπή. Η ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο λέγεται αντιστροφέας DC/AC και αποτελείται από ημιαγωγούς ισχύος (MOSFET, IGBT).

Σκοπός των συστημάτων μετατροπής ισχύος είναι η κατάλληλη ρύθμιση των χαρακτηριστικών του παραγόμενου ρεύματος, ώστε να καταστεί δυνατή η τροφοδοσία των διαφόρων καταναλώσεων.

Τα σημαντικότερα κριτήρια για την επιλογή του αντιστροφέα είναι :

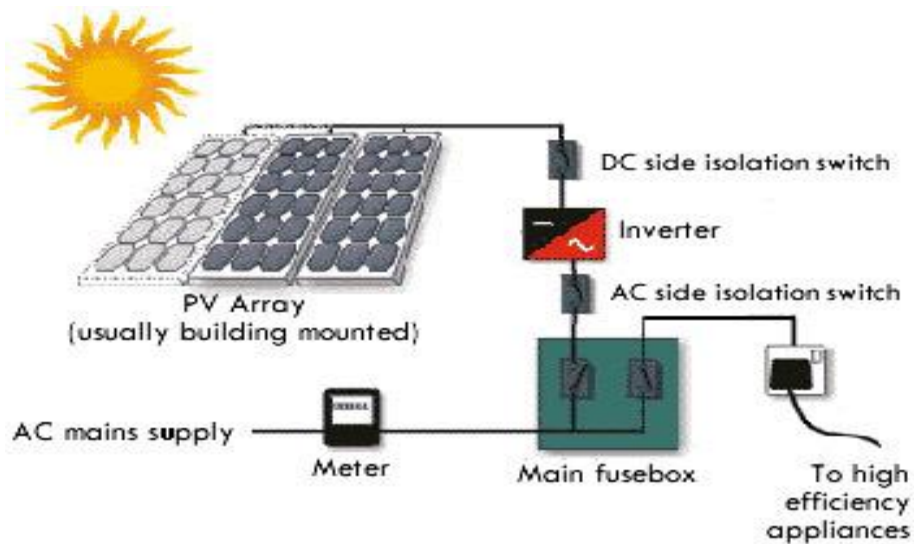
- Η αξιοπιστία
- Η ενεργειακή απόδοση
- Οι αρμονικές παραμορφώσεις
- Το κόστος
- Η συμβατότητα με τις τεχνικές απαιτήσεις της ΔΕΗ

Συνήθως ο αντιστροφέας τοποθετείται σε κάποια απόσταση από τα Φ/Β πλαίσια σε στεγασμένο χώρο και συνεπώς οι καλωδιώσεις είναι συνεχούς ρεύματος. Υπάρχουν όμως και Φ/Β πλαίσια με ενσωματωμένους αντιστροφείς που σημαίνει ότι οι καλωδιώσεις είναι πλέον εναλλασσόμενου ρεύματος δηλαδή χαμηλότερου κόστους και πιο ασφαλείς.

Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου και προστασίας

Το Φ/Β σύστημα συμπληρώνουν οι ηλεκτρονικές διατάξεις ελέγχου, η γείωση, οι καλωδιώσεις (συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος) και σχετικό ηλεκτρολογικό υλικό, οι διατάξεις ασφαλείας, ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας και σύστημα παρακολούθησης της λειτουργίας του Φ/Β συστήματος (κατ' επιλογή, αλλά προτεινόμενο).

Σημειώνεται ότι η ΔΕΗ απαιτεί την ύπαρξη προστασίας απόζευξης του σταθμού μέσω διατάξεων του αντιστροφέα ή με άλλο τρόπο, ώστε ο σταθμός να αποσυνδέεται τόσο σε περίπτωση έλλειψης τάσης από το δίκτυο της ΔΕΗ, (προς αποφυγή του φαινομένου της νησιοδότησης) όσο και στην περίπτωση που η τάση και η συχνότητα αποκλίνουν των συνιστώμενων ορίων.



*πηγή: <http://www.guashan.com/>

Σχήμα 1.6

Στα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιείται επιπλέον σύστημα αποθήκευσης, συνήθως μπαταρία βαθιάς εκφόρτισης, καθώς είναι απαραίτητη η αποθήκευση για την επίτευξη της ανάκτησης της ενέργειας. Η μπαταρία βαθιάς εκφόρτισης είναι ένας συσσωρευτής μολύβδου με δυνατότητα να παρέχει μεγάλα ρεύματα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Στα συστήματα αυτά χρησιμοποιείται και το charge controller, μια συσκευή που ελέγχει την ρύθμιση της φόρτισης των συσσωρευτών βαθιάς εκφόρτισης.

- ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να τοποθετηθούν σε οικόπεδα, στέγες (επίπεδες και κεκλιμένες) ή και σε προσόψεις κτιρίων. Προκειμένου να τοποθετηθούν στο σημείο εγκατάστασής τους εφοδιάζονται με ειδικές κατασκευές στήριξης που πρέπει να πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια. Κατ' αρχήν πρέπει να έχουν αντοχή στα φορτία που προέρχονται από το βάρος των πλαισίων και τους τοπικούς ανέμους, να μην προκαλούν σκίαση στα πλαίσια, να επιτρέπουν την προσέγγιση σ' αυτά αλλά ταυτόχρονα να διασφαλίζουν την ασφάλειά τους. Τα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται οι βάσεις στήριξης είναι κυρίως το ατσάλι ή το αλουμίνιο. Βέβαια, σε εφαρμογές όπου τα Φ/Β πλαίσια ενσωματώνονται σε κτιριακές δομές, τότε απαιτείται καλή συναρμογή με τα δομικά στοιχεία.

Γενικά, η απορροφούμενη ενέργεια από ένα φωτοβολταϊκό συλλέκτη είναι μέγιστη όταν οι ακτίνες προσπίπτουν κάθετα στο επίπεδο του συλλέκτη. Όμως αν ο συλλέκτης έχει σταθερή κλίση αυτό δεν ισχύει πάντα, λόγω της ημερήσιας και εποχικής κίνησης του ήλιου. Άλλωστε η ηλιακή ακτινοβολία κατά την είσοδο της στην ατμόσφαιρα υπόκειται σε μεταβολές λόγω των μηχανισμών της ανάκλασης της σκέδασης από μόρια αέρα νερού και σκόνης και της απορρόφησης από όζον, νερό και CO₂. Για τους λόγους αυτούς έχουν κατασκευαστεί ειδικές βάσεις για τους συλλέκτες που προσαρμόζουν την κλίση του στη βέλτιστη, σ' αυτή δηλαδή που είναι κάθετη στις ακτίνες του ήλιου κάθε στιγμή.

Η βέλτιστη κλίση του φωτοβολταϊκού συλλέκτη στη διάρκεια ενός έτους είναι διαφορετική για κάθε εποχή λόγω της μεταβολής της ηλιακής απόκλισης στη διάρκεια του έτους. Όσο μεγαλύτερη η κλίση του συλλέκτη τόσο περισσότερη η ανακλώμενη ακτινοβολία και λιγότερη η διάχυτη. Το ποσό της ανακλώμενης εξαρτάται από το είδος της επιφάνειας στην οποία προσπίπτει μια ακτίνα.

Κεφάλαιο 1: ΦΥΣΙΚΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Με μικρές αποκλίσεις, πρακτικά η μέγιστη ετήσια προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια επιτυγχάνεται με κλίση του συλλέκτη κατά 10-15° μικρότερη του γεωγραφικού πλάτους της θέσης, για τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ενώ για τη χειμερινή η κλίση πρέπει να είναι 10-15° μεγαλύτερη από το γεωγραφικό πλάτος.

Φυσικά εκτός από την κλίση παίζει σημαντικό ρόλο και ο προσανατολισμός του συλλέκτη. Για αυτό το ζήτημα ο γενικός κανόνας που ακολουθείται είναι ότι ο βέλτιστος προσανατολισμός για το βόρειο ημισφαίριο είναι ο νότιος και αντίστροφα.



*πηγή: <http://www.greekarchitects.gr/>

Εικόνα 1.7

- ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΑΠΕ

Σύμφωνα με την αντίληψη που επικρατεί σήμερα, η χρήση των ΑΠΕ ως βασική πηγή ενέργειας είναι σχετικά δύσκολη και η ύπαρξη των συμβατικών πηγών φαίνεται να είναι απαραίτητη. Κατ' αρχήν εξετάζοντας το θέμα από άποψη πρωτογενούς ενέργειας, αν τοποθετηθεί μεγάλος αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων στον ελλαδικό χώρο είναι εφικτό να καλύπτεται όλη η ζήτηση. Το πρόβλημα όμως εντοπίζεται στην απορρόφηση της ενέργειας που παράγουν τα φωτοβολταϊκά αλλά και οι λοιπές ΑΠΕ. Το σύστημα δε μπορεί να λειτουργήσει βασιζόμενο σε κάποια ανανεώσιμη πηγή και αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι οι ΑΠΕ δεν είναι διαθέσιμες ανά πάσα στιγμή. Για παράδειγμα, τα φωτοβολταϊκά πάνελ δεν παράγουν ισχύ όταν δεν υπάρχει αρκετή ηλιακή ακτινοβολία και συνεπώς δεν καλύπτουν τη βραδινή αιχμή ενώ προφανώς έχουν χαμηλότερη απόδοση σε περιόδους σκίασης. Όμοια οι ανεμογεννήτριες έχουν μεγάλη μεταβλητότητα καθώς η παραγόμενη ισχύς τους εξαρτάται από την ένταση του ανέμου. Μάλιστα, αν επικρατεί καύσωνας και ταυτόχρονα άπνοια, οπότε και παρατηρείται η αιχμή της ζήτησης στην Ελλάδα λόγω της εκτεταμένης χρήσης κλιματισμού, οι ΑΓ δεν μπορούν να προσφέρουν. Αλλά και σε αιολικά πάρκα της Δανίας, της Γερμανίας, της Ισπανίας και της Βρετανίας η καταγραφή της παραγόμενης ενέργειας δείχνει έντονη διακύμανση, περιόδους χαμηλής παραγωγής και στιγμιαίες ανόδους μέγιστης παραγωγής. Συνεπώς οι ΑΠΕ υστερούν σε αυτό που οι τεχνικοί ονομάζουν *capacity credit*, δεν είναι διαθέσιμες ανά πάσα στιγμή με αποτέλεσμα την ώρα της αιχμής να μην είναι εγγυημένο το αποτέλεσμα (*University of Massachusetts, Renewable Energy factsheet*). Παράλληλα, το φορτίο που παράγουν οι α/γ και τα φ/β μπορεί να «χαθεί» ξαφνικά λόγω των μεταβαλλόμενων καιρικών συνθηκών, αυξάνοντας τον κίνδυνο των γενικών μπλακ-αουτ ιδιαίτερα στην περίπτωση μεγάλης διείσδυσης των ΑΠΕ στο σύστημα. Στο Τέξας το 1998 η παραγόμενη αιολική ισχύς 1700 MW έπεσε ξαφνικά στα 300 MW ενώ και στην Ισπανία το 2005 εμφανίστηκε παρόμοιος κίνδυνος μπλακ-αουτ όταν το παραγόμενο ρεύμα 11.000 ανεμογεννητριών έπεσε στα 700 MW, ενώ εκείνη τη στιγμή οι εφεδρικοί συμβατικοί σταθμοί ήταν εκτός λειτουργίας.

Στο πρόβλημα αυτό η μοναδική λύση είναι η αποθήκευση της ενέργειας όταν αυτή είναι διαθέσιμη και η επανάκτηση της τις στιγμές που είναι απαραίτητη. Η αποθήκευση εν τούτοις ισοδυναμεί πρώτον με επιπλέον κόστος και δεύτερον με απώλεια μέρους της ενέργειας, ανάλογα με το βαθμό απόδοσης του μέσου αποθήκευσης. Τα πιο διαδεδομένα μέσα είναι οι συσσωρευτές, που όμως είναι πολύ ακριβή λύση αν και αποδοτική, και η αντλησιοταμίευση που έχει συντελεστή απόδοσης 50-75%. Οι σταθμοί που ακολουθούν τη μέθοδο αποθήκευσης και επανάκτησης ονομάζονται υβριδικοί. Πάντως, θα έπρεπε για εξασφάλιση να έχουμε αποθηκευμένη όλη τη ζήτηση δηλαδή ισχύ της τάξης των 10.000MW (κάτι πολύ δύσκολο τουλάχιστον με τα σημερινά μέσα). Έτσι υπάρχει άνω φραγμα στην απορρόφηση. Βέβαια αν αυξηθεί η δυνατότητα αποθήκευσης μπορεί να αυξηθεί και η διείσδυση.

Τα παρόντα μέσα αποθήκευσης λοιπόν δεν επιτρέπουν την αποκλειστική χρήση ΑΠΕ. Έτσι, για να χρησιμοποιηθούν μονάδες φωτοβολταϊκών είναι απαραίτητο να υπάρχουν ταυτόχρονα συμβατικές πηγές που θα είναι σε ετοιμότητα να καλύψουν τη ζήτηση αν οι ΑΠΕ δεν επαρκούν. Αυτό σημαίνει μεγάλη στρεφόμενη εφεδρεία δηλαδή υψηλό κόστος.

Μια επιπλέον πολύ σημαντική αιτία που καθιστά την απορρόφηση της ενέργειας των ανανεώσιμων πηγών περιορισμένη αποτελεί το πρόβλημα σταθερότητας που δημιουργείται στο σύστημα από τη διακύμανση του ρεύματος των ΑΠΕ. Η σύνδεση στο δίκτυο μονάδων παραγωγής πρέπει να ακολουθεί τις γενικές αρχές του ώστε να υπάρχει συμβατότητα μεταξύ διανομής και εγκαταστάσεων και να διασφαλίζεται η προστασία των καταναλωτών και η ποιότητα ισχύος. Οι διαταραχές που μπορεί να προκαλέσει η σύνδεση οι μονάδων παραγωγής περιλαμβάνουν βυθίσεις τάσης και εμφάνιση αρμονικών. Η παραγόμενη ενέργεια είναι πολύ ασταθής (κυρίως των ΑΓ αλλά και των ΦΒ) αφού κυμαίνεται μεταξύ του μηδενός και του μέγιστου. Το σύστημα λοιπόν για να είναι σταθερό χρειάζεται πάντα διαθέσιμες εφεδρείες (φορτίο βάσης) από άλλη πηγή όπως τα ορυκτά καύσιμα. Γι' αυτό υπάρχει συγκεκριμένο ποσοστό διείσδυσης των ΑΠΕ στο δίκτυο.

Η ισχύς (MW) της εφεδρείας για να ανταποκρίνεται στη αιχμή ζήτησης πρέπει να είναι ισοδύναμη με την ισχύ των ΑΠ με ένα επιπλέον ποσοστό ασφάλειας περίπου 20%. Μάλιστα για να πετύχουν την αναπλήρωση, οι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί χρειάζεται να βρίσκονται σε συνεχή λειτουργία επειδή απαιτούνται πολλές ώρες για να έρθουν σε σημείο που να παράγουν ρεύμα. Μέγιστο ποσοστό διείσδυσης της αιολικής ενέργειας στο δίκτυο της Δ.Ε.Η. είναι το 30% σε περίπτωση που γίνει υπέρβαση του ορίου διείσδυσης στο δίκτυο θα προκληθούν πολύ σοβαρά προβλήματα στη λειτουργία του.

Η έκθεση της E.ON Netz επισημαίνει ότι η ενέργεια από ΑΠΕ δεν μπορεί να εξασφαλίσει την ασφάλεια του εφοδιασμού και τη σταθερότητα του συστήματος εάν δεν υποστηρίζεται από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς. Οι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί είναι απαραίτητοι για να κρατούν σταθερή την τάση του συστήματος που σε αντίθετη περίπτωση κινδυνεύει από ξαφνική πτώση. Οι βασικές πηγές ενέργειας που στηρίζουν ένα εθνικό σύστημα θα παραμείνουν, για πολλά χρόνια ακόμη, τα ορυκτά καύσιμα, ενώ η αιολική ενέργεια και οι υπόλοιπες ΑΠΕ καταλαμβάνουν τη θέση των συμπληρωματικών μορφών ενέργειας. Εξάλλου η αποτελεσματική ενσωμάτωση της ενέργειας από ΑΠΕ στο κεντρικό σύστημα δεν είναι δεδομένη, αλλά απαιτεί εκ βάθρων αλλαγές στον έλεγχο της παραγωγής, διανομής και κατανάλωσης της ενέργειας. Τα σύγχρονα συστήματα ελέγχου της ροής της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω 'έξυπνων δικτύων' βρίσκονται σε στάδιο έρευνας και πειραματισμού, ενώ οι επενδύσεις που απαιτούνται είναι τεράστιες.

Συνεπώς καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο ισχυρισμός ότι με την κατασκευή μεγάλης κλίμακας ΑΠΕ αντικαθιστούμε συμβατικούς σταθμούς λιγνίτη ή φυσικού αερίου είναι λανθασμένος. Τα χιλιάδες MW αιολικής ενέργειας που σχεδιάζονται να διεισδύσουν στο σύστημα, πρέπει να υποστηρίζονται από αντίστοιχα MW ενέργειας εργοστασίων άνθρακα , λιγνίτη ή φυσικού αερίου. Το 2007 το Der Spiegel ανακοινώνει ότι η Γερμανία, αν και διαθέτει τη μεγαλύτερη αιολική ισχύ 16.000 MW, ετοιμάζει 26 νέους ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς άνθρακα. Η Δανία που έχει εγκατεστημένη αιολική ισχύ άνω των 6.000 MW δεν έχει κλείσει τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος (Mason, 2005).

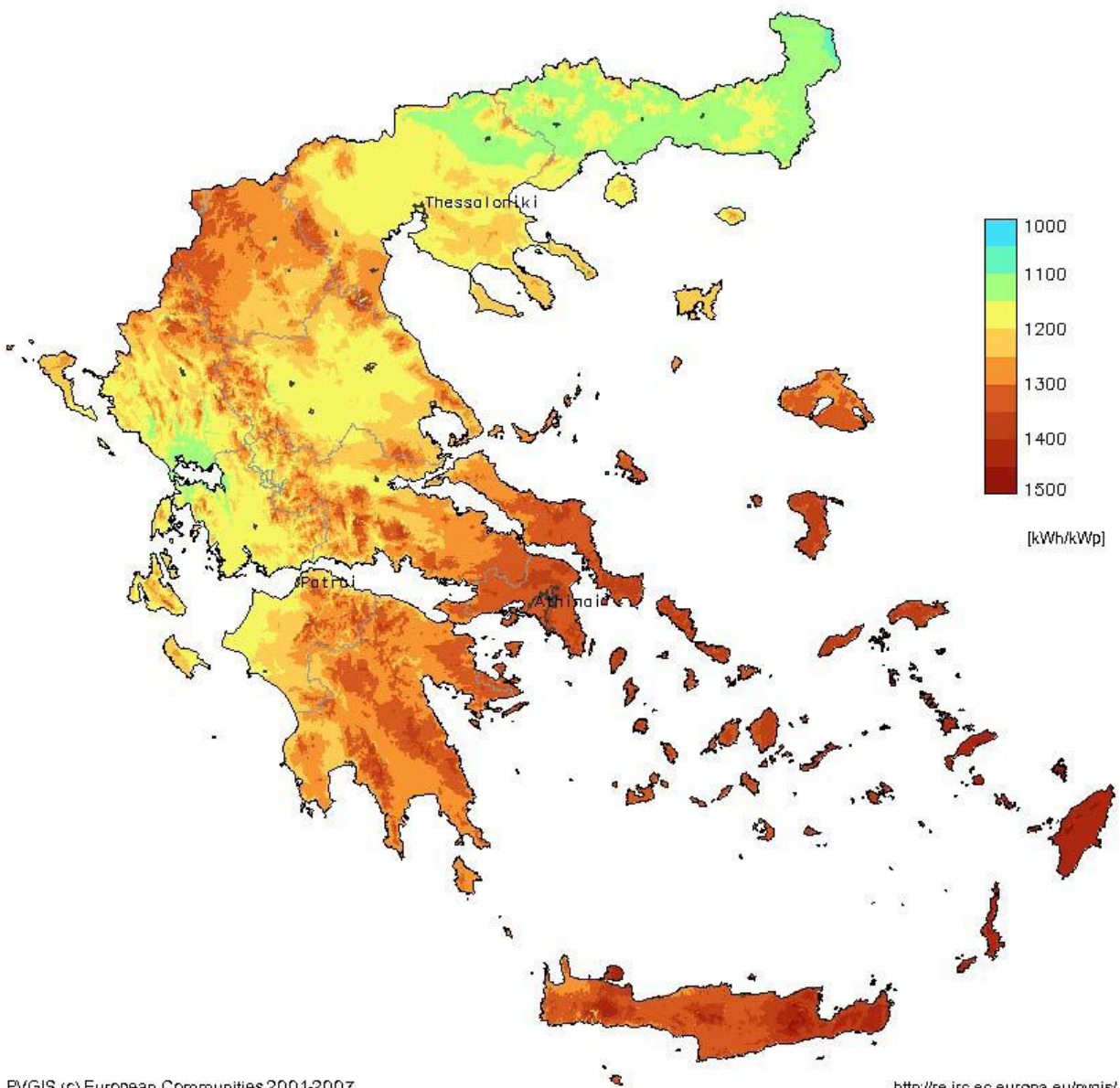
Το εγκατεστημένο δίκτυο της Δ.Ε.Η. δε γίνεται ούτε να το γκρεμίσουμε για κάτι καινούργιο, ούτε να το εγκαταλείψουμε.

Υπάρχει ωστόσο και η αντίθετη άποψη, εκείνη των ανθρώπων της Greenpeace, που υποστηρίζουν πως είναι δυνατή η απεξάρτηση μας από τα ορυκτά καύσιμα χάρη στις Α.Π.Ε., αρκεί να ληφθούν συγκεκριμένα μέτρα και να υπάρξουν οι απαραίτητες πρωτοβουλίες. Και σε αυτήν την περίπτωση το πρώτο βήμα είναι η συντονισμένη δράση όλων για εξοικονόμηση ενέργειας. Θα πρέπει επίσης η παραγωγή της ενέργειας να γίνεται κοντά στο χώρο κατανάλωσής της, ώστε να μην υπάρχουν μεγάλες απώλειες κατά τη μεταφορά της από τα καλώδια. «Στην Πτολεμαΐδα από τις 100 μονάδες που παράγονται οι 67 μετατρέπονται σε θερμότητα, οι 3 χάνονται και μόνο οι 30 καταναλώνονται». Σημαντικό ρόλο για την επίτευξη ενός τέτοιου στόχου θα έπαιζε και η αποθήκευση της περίσσιας ενέργειας που παράγεται από τις Α.Π.Ε. σε αντλησιοταμιευτήρες, ώστε να χρησιμοποιηθεί όταν οι Α.Π.Ε. δεν είναι διαθέσιμες. Αυτή τη στιγμή η παραπάνω ενέργεια που παράγεται και δεν μπορεί να διεισδύσει στο δίκτυο, απλώς χάνεται.

Τώρα, υπάρχει και η περίπτωση η παραγόμενη από ΑΠΕ ενέργεια να είναι μεγαλύτερη από την ζητούμενη. Επειδή κάθε kWh από ΑΠΕ που δε χρησιμοποιείται στιγμιαία αν δεν αποθηκευτεί χάνεται, μια συμφέρουσα μέθοδος είναι η εξαγωγή της πλεονάζουσας ενέργειας στις γειτονικές χώρες.

Η εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζει την ετήσια παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά πυριτίου, ανά την επικράτεια. Παρατηρούμε ότι σε όλη τη χώρα η τιμή της δεν πέφτει κάτω από 1100kWh/kW, ενώ στις νοτιοανατολικές περιοχές (Νότιο Αιγαίο, Κρήτη) φτάνει ακόμα και τις 1500kWh/kW.

**Ετήσια παραγωγή ενέργειας (κιλοβατώρες ανά κιλοβάτ)
από φωτοβολταϊκά κρυσταλλικού πυριτίου στη βέλτιστη κλίση**



PVGIS (c) European Communities 2001-2007

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

*Πηγή: <http://re.jrc.ec.europa.eu>

Πίνακας 1.8

- ΜΕΡΙΔΙΟ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το 2005, η κατανομή των διαφόρων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που παράγονταν στην ΕΕ ήταν η ακόλουθη:

66,1% για τη βιομάζα,

22,2% για την υδραυλική ενέργεια,

5,5% για την αιολική ενέργεια,

5,5% για τη γεωθερμική ενέργεια και

0,7% για την ηλιακή ενέργεια (θερμική και φωτοβολταϊκή).

Δηλαδή μέχρι το 2005 η ανάπτυξη στον τομέα των ΑΠΕ ήταν μερική και ανομοιογενής, λόγω της έλλειψης δεσμευτικού στόχου και του φτωχού νομικού πλαισίου. Εκτιμάται ότι ο τομέας της θέρμανσης και της ψύξης, ο οποίος αντιπροσωπεύει ποσοστό 50% της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης, αξιοποιούσε ελάχιστα το δυναμικό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι οποίες το 2005 αντιπροσώπευαν ποσοστό μικρότερο του 10% της ενέργειας που χρησιμοποιείται για θέρμανση ή ψύξη.

Το 2007 μόλις το 12% των ενεργειακών αναγκών της χώρας καλύπτονταν από Α.Π.Ε. Το 2009 οι ΑΠΕ έφτασαν να αντιστοιχούν στο 62% του δυναμικού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στα 27 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτό συνιστά σημαντική αύξηση συγκριτικά με το 2008, που η συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανερχόταν σε 57%. Σε απόλυτους όρους, το 2009 το 19,9% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρώπη προήλθε από ΑΠΕ. Αν διατηρηθούν οι ρυθμοί ανάπτυξης, το 2020 θα παράγονται από ΑΠΕ περίπου 1.400 κιλοβατώρες ηλεκτρισμού. Αυτό σημαίνει ότι το 35% με 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση θα προέρχεται από ΑΠΕ. Αν επαληθευθεί αυτό το σενάριο, η Ευρώπη θα έχει πλησιάσει σημαντικά τον στόχο σύμφωνα με τον οποίο το 20% της συνολικής παραγωγής ενέργειας πρέπει να προέρχεται από ΑΠΕ. Όμως λόγω της οικονομικής κρίσης μάλλον οι παραπάνω προβλέψεις μοιάζουν αισιόδοξες.

- ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι συνέπειες της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της κλιματικής αλλαγής είναι πλέον ορατές, η στάθμη της επιφάνειας της θάλασσας έχει ήδη αρχίσει να αυξάνεται αλλά και οι πάγοι να λιώνουν. Το οικοσύστημα είναι σε κίνδυνο και ο άνθρωπος ως το ανώτερο ον αλλά και ως ο μεγαλύτερος υπαίτιος οφείλει να το φροντίσει. Έτσι, για να σταματήσει να διαταράσσεται η οικολογική ισορροπία του πλανήτη ο άνθρωπος παίρνει μέτρα με συμφωνίες για παγκόσμια προσοχή, οικολογική πολιτική και συνεπώς ανάπτυξη των ΑΠΕ.

Από την άλλη, η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών δεν θα είχε προοδεύσει τόσο εάν δεν είχαν επικυρωθεί διεθνείς συμφωνίες κάτω από την πίεση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Η ουσιαστική ώθηση για τα φωτοβολταϊκα όπως και για τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δόθηκε μέσα από κυβερνητικά προγράμματα με την μορφή επιδοτήσεων των δραστηριοτήτων παραγωγής ενέργειας (κυρίως ηλεκτρικής) με την χρήση "πράσινων" τεχνολογιών.

Παράλληλα, στόχος της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της αγοράς των φωτοβολταϊκών και συνεπώς είναι σκόπιμο να προσδιορίσουμε πλήρως το περιβάλλον μέσα στο οποίο κινούνται οι εταιρείες και τις συνθήκες που επικρατούν.

Γιατί όμως μας ενδιαφέρει το νομικό πλαίσιο κάτω από το οποίο αναπτύσσεται η φωτοβολταϊκή τεχνολογία?

- Όστε να δούμε τα όρια μέσα στα οποία πρέπει να κινείται η αγορά των εταιρειών που θα εξετάσουμε.
- Όστε να εντοπίσουμε τυχόν εμπόδια (απειλές) ή ευκαιρίες που εμφανίζονται για την εταιρεία αλλά και για τον ιδιώτη.
- Όστε να μπορούμε να προβλέψουμε στοιχεία για την εξέλιξη της εταιρείας.

Υπάρχουν νομικές διατάξεις που ευνοούν την υλοποίηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων, όπως επιδοτήσεις, επιτάχυνση διαδικασιών, ελάττωση της γραφειοκρατίας ή άλλες που μπορεί να αποτελέσουν εμπόδιο. Το νομικό πλαίσιο διαμορφώνεται από διατάξεις που ψηφίζονται από το κοινοβούλιο, τόσο το ευρωπαϊκό όσο και το ελληνικό, αλλά φυσικά κάτω και από τη σκιά διεθνών συμφωνιών. Κατά διαστήματα οι νομοθετικές διατάξεις ανανεώνονται οπότε είναι σκόπιμο κάθε εταιρεία να ενημερώνεται και να προσαρμόζεται στα νέα δεδομένα.

- ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ας δούμε όμως πώς διαμορφώθηκαν ιστορικά οι νομικές διατάξεις:

Προτού αποτυπωθούν γραπτά κανονισμοί, έγιναν ποικίλες αναφορές στο θέμα της κλιματικής αλλαγής και της σημασίας της. Ο Αρρένιους ήδη από το 1896 ήταν πεπεισμένος ότι αέρια όπως το CO₂ επηρεάζουν τη θερμοκρασία του εδάφους, ενώ πολλά χρόνια αργότερα το 1957 μετά από μετρήσεις αποδείχθηκε η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Μάλιστα το 1980 ο Μπολίν παρατήρησε ότι η θερμοκρασία του πλανήτη στα τελευταία 100έτη αυξήθηκε και οκτώ χρόνια αργότερα έγινε το πρώτο επίσημο βήμα για την αναγνώριση του προβλήματος και η αρχή για την αντιμετώπιση του: συστάθηκε η IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change. Πρόκειται για μια διακυβερνητική ομάδα ειδικών που ασχολείται με την εξέλιξη του κλίματος. Η IPCC το 1990 κατέθεσε την πρώτη αναφορά αποτίμησης για την κλιματική αλλαγή.

Η Διεθνής Κοινότητα αναγνώρισε ουσιαστικά για πρώτη φορά το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής, το 1992, στη Σύνοδο Κορυφής στο Ρίο, με την υπογραφή της Σύμβασης Πλαισίου για την Κλιματική Αλλαγή. Στη συνέχεια οι επίσημες συναντήσεις Conference of the Parties έγιναν πραγματικότητα με πρώτη το 1995.

- ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΚΙΟΤΟ

Σημαντικό καρπό των προσπαθειών που συντελέστηκαν σε παγκόσμιο επίπεδο για την προστασία του περιβάλλοντος και κατ'επέκταση την προώθηση των ΑΠΕ αποτέλεσε το Πρωτόκολλο του Κιότο, που υπογράφηκε στις 10/12/1997 στο Κιότο της Ιαπωνίας αλλά τέθηκε σε ισχύ πολύ αργότερα, στις 16/02/2005 μετά την επικύρωση του και από τη Ρωσία. Το πρωτόκολλο συμφωνήθηκε από το τρίτο conference of the parties. Πρόκειται για διεθνή συμφωνία που δεσμεύει νομικά τις ανεπτυγμένες χώρες να μειώσουν τις εκπομπές των 6 αερίων του θερμοκηπίου τουλάχιστον κατά 5% σε σχέση με τις εκπομπές του 1990, με καθορισμένα ποσοστά για κάθε χώρα, κατά την περίοδο 2008-2012.

Συγκεκριμένα, οι αναπτυσσόμενες χώρες δεν έχουν ποσοτικοποιημένους στόχους, ενώ ο στόχος για τις ΗΠΑ είναι μείωση κατά 7% και για την Ευρώπη 8%.

Το Πρωτόκολλο λοιπόν εγκαθιδρύει ένα νομικό πλαίσιο για την παγκόσμια πολιτική πάνω στο κλίμα. Συνεπώς μέσω των περιορισμών που επιβάλλει, προωθεί ουσιαστικά τη χρησιμοποίηση ΑΠΕ και την κατασκευή των απαραίτητων για αυτές τεχνολογικών εξοπλισμών, αφού μόνο έτσι θα καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες ενώ ταυτόχρονα θα επιτευχθεί και ο στόχος της μείωσης εκπομπών.

Η υλοποίηση του Πρωτοκόλλου επιχειρείται με τρεις ευέλικτους μηχανισμούς:

- 1.τη διαπραγμάτευση-εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών,
- 2.το πρόγραμμα από κοινού, και
- 3.το μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης.

Ο πρώτος μηχανισμός προβλέπει την αγοραπωλησία δικαιωμάτων εκπομπών μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών κατά τη θεωρία των property rights. Τα προγράμματα από κοινού είναι ένας μηχανισμός βασισμένος πάνω σε έργα μέσω των οποίων οι ανεπτυγμένες χώρες μπορούν να αποκτήσουν μονάδες μείωσης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου συμμετέχοντας σε δραστηριότητες μείωσης των εκπομπών που θα πραγματοποιηθούν σε άλλες ανεπτυγμένες χώρες.

Κεφάλαιο2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Ο μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης προβλέπει την επένδυση ανεπτυγμένων χωρών σε έργα μείωσης εκπομπών σε αναπτυσσόμενες χώρες, με αντάλλαγμα να κερδίσουν μονάδες μείωσης εκπομπών που χρησιμοποιούν για να πετύχουν το δικό τους στόχο.

Ένας από τους απώτερους σκοπούς της εφαρμογής του Πρωτοκόλλου είναι λοιπόν και η διοχέτευση εξοπλισμού και τεχνολογίας ΑΠΕ στις αναπτυσσόμενες χώρες που δεν έχουν δυνατότητα να χρηματοδοτήσουν τέτοια προγράμματα.

Στη δράση για την προστασία του περιβάλλοντος στάθηκαν υποστηρικτικά ενδυναμώνοντας το Πρωτόκολλο τραπεζικοί οργανισμοί και μεγάλες εταιρείες (λ.χ BP, Shell) καθώς και οι κυβερνήσεις των κρατών με εγχώρια μέτρα.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο προβλέπει για την Ελλάδα συγκράτηση του ποσοστού αύξησης κατά την περίοδο 2008-2012 του CO₂ και άλλων αερίων που επιτείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 25%, σε σχέση με το έτος-βάση 1990. Η ελληνική πολιτεία από το 2000 υιοθέτησε μέτρα για την πρόληψη και τον έλεγχο των ρύπων και το Μάιο του 2002 επικύρωσε το Πρωτόκολλο του Κιότο (έχοντας όμως υπογράψει από τον Απρίλιο του 1998).

- ΣΥΝΟΔΟΣ G8, 2009

Τον Ιούλιο του 2009 στην Ιταλία πραγματοποιήθηκε σύνοδος την ομάδα G8 η οποία κατέληξε σε συμφωνία για ένα κοινό στόχο: την συγκράτηση της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας της γης κάτω από το όριο των 2°C σε σχέση με την προβιομηχανική περίοδο. Σε περίπτωση απραξίας το κόστος ανέρχεται στο 5-20% του παγκόσμιου ΑΕΠ. Για την επίτευξη του στόχου οι ανεπτυγμένες χώρες πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές τους στο 20-30% ως το 2020 (έτος βάσης 1990) αλλά στο 80% ως το 2050. Για τις αναπτυσσόμενες το όριο είναι πιο χαλαρό καθώς τυχόν αυστηρό όριο θα σήμαινε και εμπόδιο για την ανάπτυξη τους. Έτσι στόχος είναι το 2020 να έχουν εκπέμψει 15-20% χαμηλότερους ρύπους σε σχέση με εκείνους που θα είχαν χωρίς κανένα μέτρο πρόληψης. Τέλος στο πλαίσιο αυτής της δράσης οι ανεπτυγμένες χώρες έχουν την υποχρέωση να συνεργάζονται με τις αναπτυσσόμενες παρέχοντας τεχνογνωσία.

- ΣΥΝΟΔΟΣ ΚΟΠΕΓΧΑΓΗΣ

Στις 17-18 Δεκεμβρίου 2009 πραγματοποιήθηκε στην Κοπεγχάγη η15η COP στην οποία συμμετείχαν 115 ηγέτες, 15000 εμπειρογνώμονες και εκπρόσωποι από 200 χώρες. Η επιδίωξη της Διάσκεψης ήταν μία νέα, παγκόσμια και δεσμευτική συμφωνία για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής που θα ήταν ικανή να αντικαταστήσει το Πρωτόκολλο του Κιότο, που λήγει το 2012. Πριν την πραγματοποίηση της διάσκεψης, οι προσδοκίες ήταν υψηλές αφού για πρώτη φορά ένας τόσο μεγάλος αριθμός κρατών ευαισθητοποιήθηκε και συμμετείχε συνειδητοποιώντας την ευθύνη για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, ενώ κάποια κράτη φαίνονταν διατεθειμένα να δεσμευτούν για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Στόχοι της Συνόδου ήταν η δέσμευση για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η δέσμευση και το ύψος της διεθνούς χρηματοδότησης προς τις αναπτυσσόμενες χώρες και ο προσδιορισμός των μέσων υλοποίησης (πχ μεταφορά τεχνολογίας) των δεσμεύσεων για τη μείωση των εκπομπών και την προσαρμογή των αναπτυσσόμενων χωρών.

Στη διάρκεια των συζητήσεων όμως οι διαφωνίες μεταξύ αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών ως προς το ποσοστό μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και ως προς το ποσό χρηματοδότησης αλλά κυρίως οι διαφωνίες μεταξύ Κίνας και ΗΠΑ, πυροδότησαν το αρχικά αισιόδοξο κλίμα με αποτέλεσμα οι εκπρόσωποι των αφρικανικών κρατών να αποχωρήσουν. Εν τέλει οι ΗΠΑ, η Κίνα, η Βραζιλία, η Ινδία και η Νότιος Αφρική κατέληξαν σε μια συμφωνία χωρίς δεσμευτικό χαρακτήρα με την Ευρωπαϊκή Ένωση να έχει ρόλο μεσολαβητή.

Το τελικό σχέδιο διακήρυξης, έθεσε ως στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 50% μέχρι το 2050, σε σχέση με το 1990. Η σύνοδος της Κοπεγχάγης ήταν σημαντική ως προς το ότι εκεί τέθηκε το ζήτημα των ρυπαντών που δεν είχαν συμμορφωθεί στο Πρωτόκολλο του Κιότο, ανάμεσα σ αυτούς οι δυο μεγαλύτεροι, οι ΗΠΑ και η Κίνα. Παράλληλα η Σύνοδος όρισε δεσμεύσεις των

Κεφάλαιο 2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

κρατών για μείωση των ρύπων, χωρίς όμως συγκεκριμένα ποσοστά και προθεσμίες και συμφώνησε τη χρηματοδότηση των αναπτυσσόμενων χωρών με τις ανεπτυγμένες χώρες να θέτουν ως στόχο τα 100 δις. δολάρια το χρόνο έως το 2020. Συγκεκριμένα η ΕΕ δεσμεύτηκε με βοήθεια ύψους 10.6 δις δολάρια, η Ιαπωνία στα 11 δις δολάρια και οι ΗΠΑ στα 3.6 δις δολάρια.

Παρολαυτά η συμφωνία της Κοπεγχάγης είναι μη δεσμευτικού χαρακτήρα, γεγονός που ξεσήκωσε αντιδράσεις. Μάλιστα ο Αμερικανός πρόεδρος Barack Obama χαρακτήρισε τη συμφωνία «σημαντικό βήμα αλλά όχι αρκετό για να δοθεί λύση για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής». Να σημειωθεί επίσης ότι η Βενεζουέλα, η Βολιβία, η Κούβα και η Νικαράγουα αποκήρυξαν τη Συμφωνία, θεωρώντας ότι δεν θα συμβάλλει στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Η σύνοδος της Κοπεγχάγης που ξεκίνησε με τις μεγαλύτερες περγαμινές, κατέληξε σε ένα τρισέλιδο κείμενο που είναι γνωστό ως Σύμφωνο της Κοπεγχάγης και προέκυψε μετά από μαραθώνια διαπραγμάτευση μεταξύ των ηγετών των ΗΠΑ, της Κίνας, της Ινδίας, της Βραζιλίας και της Νοτίου Αμερικής, οι οποίοι ενδιαφέρονταν να υπερασπιστούν τα συμφέροντα τους, κατά γενική ομολογία. Άλλωστε, πολλοί υποστηρίζουν ότι οι συγκρούσεις μεταξύ των δύο μεγάλων υπευθύνων για τις εκπομπές CO₂, Αμερικής και Κίνας δεν αφορούσαν στην προστασία του πλανήτη, αλλά την προστασία των κερδών των εθνικών επιχειρήσεων. Μάλιστα δημοσιεύματα του γαλλικού τύπου της περιόδου (*Liberation*) αναφέρουν ότι η οικονομική βοήθεια προς τις αναπτυσσόμενες χώρες είναι αμελητέα μπροστά στα τρισεκατομμύρια δολάρια που δόθηκαν για τη σωτηρία του τραπεζικού συστήματος. Έτσι η σύνοδος χαρακτηρίστηκε ως μια χαμένη ευκαιρία.

Τέλος, η διάσκεψη δεν αναφέρθηκε στην ανανέωση της δέσμευσης του Πρωτοκόλλου του Κιότο που αποτελεί το μόνο νομικά δεσμευτικό κείμενο και λήγει το 2012.

- ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΔΡΑΣΗ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αντιλαμβανόμενη τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής υιοθέτησε άμεσα μέτρα για την αντιμετώπιση της, με σκοπό τον έλεγχο της ρύπανσης και σταδιακά τη μείωση της. Τα Κράτη Μέλη της Ε.Ε. και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υπέγραψαν το πρωτόκολλο του Κιότο το 1998 και το Μάιο του 2002 η Ευρώπη το επικύρωσε.

Βέβαια, έγιναν κι άλλες ενέργειες προς αυτή την κατεύθυνση, με το ευρωπαϊκό μητρώο εκπομπών και τον περιορισμό ορισμένων ρύπων. Με κοινοτική οδηγία του 2003 τέθηκαν οι βάσεις για την εμπορία ρύπων ενώ το 2005 τα πρώτα αποτελέσματα έδειχναν επιτυχία των μέτρων.

Τον Ιανουάριο του 2008 η Ευρωπαϊκή Ένωση, συμμορφωμένη με το πρωτόκολλο του Κιότο, προωθεί τη χρήση των ΑΠΕ με τη θέσπιση του λεγόμενου στόχου «20-20-20» :

Για το σύνολο των Κρατών-Μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέχρι το 2020 προβλέπεται:

- Μείωση κατά 20% των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τα επίπεδα του 1990
- 20% διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας
- εξοικονόμηση κατά 20% της πρωτογενούς ενέργειας

Το νομοθετικό πλαίσιο ορίζει εθνικούς σχεδιασμούς: κάθε κράτος-μέλος θέτει ένα στόχο για το ποσοστό ενέργειας που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές στη μικτή τελική κατανάλωση του 2020. Πιο αναλυτικά, προτείνονται συγκεκριμένα ποσοστά για κάθε τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, της θέρμανσης και ψύξης στον οικιακό τομέα, αλλά και στη χρήση βιοκαυσίμων στις μεταφορές, τέτοια ώστε συνολικά να ικανοποιείται ο στόχος. Αναφέρονται και μέτρα για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και την αύξηση της αξιοποίησης των ΑΠΕ. Για τα κράτη μέλη που προσχώρησαν πριν το 2004, προβλέπεται αύξηση της τάξης του 6-13% από ΑΠΕ

Κεφάλαιο 2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

σε σχέση με τα αντίστοιχα εθνικά ποσοστά το 2005 και, για τα κράτη μέλη που προσχώρησαν το 2004 και αργότερα, αύξηση 5-10%. Η πρόταση καθορίζει επίσης ενδιάμεσους στόχους ανά χώρα οι οποίοι σε περίπτωση μη επίτευξης μπορούν να αναθεωρούνται. Βέβαια, στον κάθε τομέα η Ευρώπη θέτει τον πήχη σε διαφορετικό ύψος, ανάλογα με την παρούσα κατάσταση. Έτσι, για παράδειγμα, στον τομέα των μεταφορών, που εξαρτάται σχεδόν αποκλειστικά από το πετρέλαιο, ο στόχος είναι να αυξηθεί το μερίδιο των ΑΠΕ στη συνολική κατανάλωση καυσίμων μέχρι το 2020 αλλά όχι τόσο όσο στους άλλους τομείς. Τελικά στην κατανάλωση καυσίμων και στο μεταφορικό τομέα, τα κράτη οφείλουν να αυξήσουν το ποσοστό συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών στο 10% τουλάχιστον έως το 2020. Για να πετύχει λοιπόν αυτό το δύσκολο στόχο η ΕΕ εντείνει τις προσπάθειες στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, διευκολύνοντας την εξάπλωση των ΑΠΕ με ένα φιλικό προς αυτές πλαίσιο. Η επίτευξη των στόχων θα συνεισφέρει στην ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού, στη βέλτιστη αξιοποίηση των φυσικών πόρων και στην ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας βασικών κλάδων της οικονομίας. Μέτρα όμως λαμβάνονται και για την χρήση ανανεώσιμων πηγών στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θέρμανσης. Τα μέτρα αυτά εξαρτώνται από τα αποτελέσματα άλλων οικολογικών δράσεων στην τελική κατανάλωση ενέργειας. Όσο πιο μεγάλη η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας από άλλα οικολογικά μέτρα, τόσο πιο λίγη είναι η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την επίτευξη των στόχων.

Δίνεται επίσης η δυνατότητα στα κράτη μέλη της ΕΕ να ανταλλάσουν ποσά ενέργειας από ΑΠΕ χρησιμοποιώντας στατιστική μεταφορά και θέτοντας κοινές διεργασίες που αφορούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θέρμανσης από ανανεώσιμες πηγές (πρωτόκολλο του Κιότο). Επιτρέπονται και συνεργασίες με τρίτες χώρες, αρκεί η ηλεκτρική ενέργεια να παράγεται από εγκατάσταση που έχει κατασκευαστεί μετά τον Ιούνιο του 2009, να καταναλώνεται εντός της ΕΕ, και να μην επωφελείται από κανένα άλλο φορέα. Τέλος υπάρχει η υποχρέωση για κάθε κράτος μέλος να εγγυάται για την προέλευση της ηλεκτρικής ενέργειας, θέρμανσης και ψύξης από ανανεώσιμες πηγές. Οι πληροφορίες που περιέχονται

Κεφάλαιο 2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

στις εγγυήσεις προέλευσης είναι κανονικοποιημένες και αναγνωρισμένες από όλα τα κράτη μέλη και διαβιβάζονται ηλεκτρονικά, ενώ πρέπει να προσδιορίζουν ιδίως την πηγή από την οποία παρήχθη η ενέργεια και τον τύπο της. Άρνηση αναγνώρισης εγγύησης προέλευσης εκδοθείσας από άλλο κράτος μέλος πρέπει να βασίζεται σε αντικειμενικά κριτήρια. Η εγγύηση προέλευσης πρέπει να ακυρώνεται όταν η παραγωγή ενέργειας λαμβάνει στήριξη υπό μορφή ενισχύσεων ή φοροαπαλλαγών.

Να σημειωθεί ότι συντάσσεται ο Χάρτης πορείας για τις ΑΠΕ, που σημαίνει αξιολόγηση των πηγών στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση. Στο χάρτη παρουσιάζεται η μακροπρόθεσμη στρατηγική της Επιτροπής στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ορίζεται ως δεσμευτικός στόχος να καλύπτουν το 20% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση μέχρι το 2020 καθώς και ένας ελάχιστος στόχος ύψους 10% για τα βιοκαύσιμα. Τέλος περιλαμβάνονται μέτρα για την προώθηση της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στους τομείς του ηλεκτρισμού, της θέρμανσης και της ψύξης. Επίσης, προτείνεται νέο νομοθετικό πλαίσιο για την ενίσχυση της προώθησης και της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Με τη στρατηγική αυτή επιδιώκεται να επιτύχει η ΕΕ το διπλό στόχο της μεγαλύτερης ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού και της μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Ο σχεδιασμός αυτός, μεταξύ άλλων, εκκινεί διαδικασίες για να επαναπροσδιοριστούν οι μελέτες, η τιμολόγηση και η πρόσβαση σε ηλεκτρικά δίκτυα, προωθώντας τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Οι στόχοι που θέτει η ΕΕ συναντούν εμπόδια στην υλοποίησή τους, με πρώτο το υψηλό κόστος των επενδύσεων στις ΑΠΕ. Βέβαια πρέπει να συνυπολογίζονται τα οφέλη ιδίως όσον αφορά τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην υγεία ή στο περιβάλλον. Ένα ακόμη εμπόδιο είναι οι γραφειοκρατικές διαδικασίες εγκατάστασης και ο αποκεντρωμένος χαρακτήρας των περισσότερων εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Βέβαια προς αυτή την κατεύθυνση γίνονται συνεχώς κινήσεις για την απλοποίηση των διαδικασιών και την κατά το δυνατόν εξάλειψη της γραφειοκρατίας.

- ΕΞΕΛΙΞΗ ΘΕΣΜΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το 1985 άρχισαν να εμφανίζονται οι Α.Π.Ε. στη χώρα και έτσι ήταν αναγκαία η ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα. Η εισαγωγή των ανανεώσιμων πηγών στην Ελλάδα έγινε με τη Δ.Ε.Η να κάνει την αρχή εγκαθιστώντας 24MW ανανεώσιμων πηγών, κυρίως μικρά αιολικά πάρκα και φ/β συστήματα μικρής ισχύος, ενώ και η τοπική αυτοδιοίκηση εγκατέστησε 3MW μέχρι το 1995.

Για την διαμόρφωση της σχετικής νομοθεσίας, η ελληνική πολιτεία χρησιμοποίησε ως πρότυπο το γερμανικό νόμο (Stromeinspreisungsgesetz) και το 1994 προτάθηκε η «ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις». Έτσι τέθηκαν τα θεμέλια για την ουσιαστική ανάπτυξη των Α.Π.Ε. στην Ελλάδα. Στη ρύθμιση αναφέρεται ότι η ΔΕΗ είναι υποχρεωμένη να αγοράζει την παραγόμενη από ΑΠΕ ηλεκτρική ενέργεια και παράλληλα ορίστηκαν οι τιμές πώλησης της στο 90% του γενικού τιμολογίου στη μέση τάση. Για παράδειγμα, το 2006 η τιμή της ενέργειας από ΑΠΕ ανερχόταν στα 0,0729Ευρώ/kWh. Βέβαια, στα νησιά που δεν ανήκουν στο διασυνδεδεμένο σύστημα η τιμολόγηση ήταν υπέρ του παραγωγού και το 2006 αντιστοιχούσε σε 0,0846Ευρώ/kWh.

Το 1999 επικυρώθηκε ο νόμος για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Η τιμολογιακή πολιτική παρέμεινε ίδια ενώ ο συγκεκριμένος νόμος έχει ιδιαίτερη σημασία αφού αναφέρεται στην προτεραιότητα των ΑΠΕ στην πρόσβαση στο δίκτυο. Το 2001 μια νέα ρύθμιση επέφερε την απλοποίηση στις διαδικασίες ίδρυσης εταιρειών και τη διευθέτηση κενών στον αδειοδοτικό μηχανισμό ενώ το 2002 ψηφίστηκε αναθεωρητικός νόμος για τη διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης. Το 2004 αποφασίστηκε ότι εγκαταστάσεις ανανεώσιμης ηλεκτροπαραγωγής μικρού μεγέθους ανήκουν στην κατηγορία μηδενικής όχλησης με συνέπεια να είναι δυνατή η ένταξη τους στον οικιστικό ιστό.

Κεφάλαιο2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Το 2006 θεσμοθετήθηκε ένας νόμος που οργάνωσε ουσιαστικά την κατάσταση στις ΑΠΕ. Ορίστηκε ο περιορισμός των γνωμοδοτούντων φορέων στα στάδια της αδειοδοτικής διαδικασίας και τέθηκε ο εθνικός στόχος για τη συμμετοχή της ηλεκτροπαραγωγής με χρήση Α.Π.Ε. το 2010 στο 20,1% και το 2020 στο 29%. Παράλληλα ο νόμος τροποποίησε τις τιμές πώλησης ενέργειας από ΑΠΕ με σκοπό να τονωθεί κυρίως η αγορά των φωτοβολταϊκών και βελτίωσε τους όρους αγοραπωλησίας της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με σκοπό τη διευκόλυνση της τραπεζικής χρηματοδότησης των έργων. Τέλος ορίστηκε η αδειοδότηση υβριδικών σταθμών χωρίς διαγωνιστική διαδικασία.

Για την Ελλάδα, η έκθεση του Εθνικού Σχεδίου Δράσης για την επίτευξη του «20-20-20» περιλαμβάνει εκτιμήσεις για την εξέλιξη του ενεργειακού τομέα και τη διείσδυση των τεχνολογιών των ΑΠΕ έως το 2020. Ο στόχος για τις εκπομπές αερίων ρύπων του θερμοκηπίου είναι μείωση κατά 4% στους τομείς εκτός εμπορίας σε σχέση με τα επίπεδα του 2005, και 18% διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση. Για να μιλήσουμε όμως με αριθμούς, οι εθνικοί στόχοι για το 2020 για την ηλεκτροπαραγωγή διαμορφώνονται στην ανάπτυξη περίπου 13300MW από ΑΠΕ, με τα αιολικά πάρκα στα 7500MW, τα υδροηλεκτρικά στα 3000MW και τα ηλιακά στα περίπου 2500MW.

Η Ελληνική κυβέρνηση με το Νόμο 3851/2010 προχώρησε στην αύξηση του εθνικού στόχου συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στο 20%, ο οποίος και εξειδικεύεται σε 40 % συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, 20 % σε ανάγκες θέρμανσης-ψύξης και 10 % στις μεταφορές. Παράλληλα το 1ο Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Αποδοτικότητας προβλέπει 9% εξοικονόμηση ενέργειας στην τελική κατανάλωση μέχρι το 2016. Τέλος ψηφίστηκε νόμος που αφορά την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων ώστε να υποστηριχθεί ο στόχος για την εξοικονόμηση ενέργειας και την «πράσινη» ανάπτυξη.

Πάντως το Εθνικό Σχέδιο Δράσης αποτελεί βάση για τη διείσδυση των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας. Η πρόοδος στην εφαρμογή του εξετάζεται ανά δύο χρόνια και επικαιροποιείται, ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι εξελίξεις της αγοράς και της βελτίωσης των τεχνολογιών, αλλά και η ζήτηση της ενέργειας.

• ΑΡΜΟΔΙΟΙ ΦΟΡΕΙΣ

Στην Ελλάδα, ο εθνικός φορέας για τις ΑΠΕ, την ορθολογική χρήση και την εξοικονόμηση ενέργειας είναι το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Νομικό Πρόσωπο Ιδιωτικού Δικαίου. Το ΚΑΠΕ ιδρύθηκε το 1987 και με το Νόμο 2244/94 και 2702/99 ορίστηκε ως το Εθνικό Συντονιστικό Κέντρο στους τομείς δραστηριότητάς του. Το κέντρο ανήκει στην δικαιοδοσία του υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής έχει όμως οικονομική και διοικητική αυτοτέλεια.

Πέραν όμως από το ΚΑΠΕ, λειτουργεί μια ακόμα σημαντική για τις ΑΠΕ οργάνωση που εποπτεύει τις εξελίξεις στον τομέα της ενέργειας, η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), που συστάθηκε τον Ιούλιο του 2000 και αποτελεί ανεξάρτητη διοικητική αρχή. Έργο της ΡΑΕ είναι η παρακολούθηση και ο έλεγχος της αγοράς ενέργειας σε όλους τους τομείς, στην παραγωγή από συμβατικά καύσιμα, από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και φυσικό αέριο. Επίσης έχει αρμοδιότητα για τη χορήγηση αδειών για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και γνωμοδοτεί για την προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας ενώ παράλληλα έχει την ευθύνη της προστασίας του καταναλωτή με δυνατότητες επιβολής κυρώσεων. Η ΡΑΕ φροντίζει την ύπαρξη συνθηκών ίσων ευκαιριών και υγιούς ανταγωνισμού.

Ο φορέας που είναι υπεύθυνος για τη λειτουργία, την εκμετάλλευση, τη διασφάλιση της συντήρησης και τη μέριμνα για την ανάπτυξη του Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας σε ολόκληρη τη χώρα, αλλά και τις διασυνδέσεις με τα άλλα δίκτυα είναι ο Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας. Ο ΔΕΣΜΗΕ συστάθηκε το 2000 και αποτελεί μια ανώνυμη εταιρεία που ανήκει κατά 51% στο δημόσιο και κατά 49% στις εταιρείες παραγωγής που υπάρχουν στην Ελλάδα. Η ΔΕΗ σήμερα κατέχει το 49% αλλά το ποσοστό της θα μειώνεται και θα παραχωρείται στους νέους παραγωγούς. Αφορμή για τη δημιουργία του ΔΕΣΜΗΕ στάθηκε η απελευθέρωση της αγοράς της Ενέργειας το 1999, καθώς προέκυψε η ανάγκη ενός σταθερού υπεύθυνου για το

δίκτυο. Μέχρι τότε τις αρμοδιότητες του εκτελούσε η ΔΕΗ, η οποία πλέον δεν αποτελεί το μονοπώλιο, αφού στην αγορά μπορούν να εισέλθουν και άλλοι παραγωγοί ενέργειας, συνεπώς δε δικαιούται να διαχειρίζεται το σύστημα. Δηλαδή Ο ΔΕΣΜΗΕ δεν εμπορεύεται ηλεκτρική ενέργεια, αλλά φροντίζει την υπαρξη ισορροπίας στην παραγωγή και την κατανάλωση και την παροχή ενέργειας με αξιοπιστία και ασφάλεια. Ο ΔΕΣΜΗΕ και η ΡΑΕ αποτελούν τους δύο βασικούς φορείς λειτουργίας της απελευθερωμένης αγοράς.

Πάντως παρά την απελευθέρωση της αγοράς, το κύριο βάρος της παραγωγής ενέργειας εξακολουθεί να φέρεται από τη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού που ιδρύθηκε το 1950 σε μονοπωλιακή βάση με κύριο σκοπό την παραγωγή και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας. Για να έχουμε μια τάξη μεγέθους, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά το 2008 ήταν 63,7 TWh με εγκατεστημένη ισχύ τάξης 12.843MW για μονάδες της Δ.Ε.Η. 6 και 1.770 MW από αυτοπαραγωγούς και παραγωγούς συμβατικής και ανανεώσιμης ενέργειας.

- ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η ηλεκτροπαραγωγή από τις συμβατικές ΑΠΕ στην Ελλάδα (χωρίς τα μεγάλα υδροηλεκτρικά) ήταν της τάξης του 4,3% της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2008. Συμπεριλαμβανόμενης και της υδραυλικής ενέργειας από μεγάλα υδροηλεκτρικά, η ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ το έτος 2008 ήταν της τάξης του 10,3% της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ενώ η εγκατεστημένη ισχύς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ήταν 4.293 MW. Τα 27MW εγκατεστημένων αιολικών πάρκων το 1997, έφθασαν τα 1022 MW στο τέλος του 2008. Τα μικρά υδροηλεκτρικά έφθασαν τα 158 MW στο τέλος του 2008 από 43 MW (όλα της ΔΕΗ) το 1997. Με βάση τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία του ΔΕΣΜΗΕ που αφορούν στο διασυνδεδεμένο σύστημα, λειτουργούν συνολικά 1288,55MW ΑΠΕ (αιολικά, ΜΥΗΣ, Βιοαέριο, βιομάζα και φωτοβολταϊκά) ενώ στο μη διασυνδεδεμένο σύστημα λειτουργούν ακόμη 273MW ΑΠΕ.

Κεφάλαιο2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Ας δούμε σε ένα πίνακα την πορεία της εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ στη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, σύμφωνα με το αρμόδιο υπουργείο:

Εγκατεστημένη Ισχύς Ηλεκτρικής Ενέργειας (MW)

Τεχνολογία ΑΠΕ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Σύνολο	269	338	355	444	556	581	855	989	1.232	1.398
ΜΥΗΣ	42	45	45	50	59	64	77	95	158	180
Φωτοβολταϊκά	0	1	1	1	1	1	5	9	12	37
Αιολικά	226	270	287	371	472	491	749	846	1.022	1.140
Βιομάζα	1	22	22	22	24	24	24	39	40	41

*πηγή: www.ypeka.gr

Πίνακας 2.1

Πρέπει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα απέτυχε να συμμορφωθεί στον ενδιάμεσο δεσμευτικό στόχο του 2010 που είχε οριστεί στα 20,1% της εγχώριας ακαθάριστης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Για να επιτευχθεί θα έπρεπε να έχουν τεθεί σε λειτουργία 4.320MW ΑΠΕ (εκτός των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων) εκ των οποίων τα 3.650MW θα έπρεπε να είναι αιολικά πάρκα ενώ εν τέλει η εγκατεστημένη ισχύς κυμαίνεται στα 1.500MW.

Τα αίτια της απόκλισης από το στόχο φαίνεται ότι είναι η μείωση της ζήτησης αλλά και του προβλεπόμενου ρυθμού ανάπτυξης. Το πρόβλημα είναι ότι κάθε χρόνο εντάσσονται κατά μέσο όρο στο σύστημα περίπου 100 έως 150MW μονάδων ΑΠΕ ενώ προκειμένου να επιτευχθεί ο δεσμευτικός στόχος για τις ΑΠΕ μέχρι το 2020 θα πρέπει κάθε χρόνο να εντάσσονται πάνω από 1000MW ΑΠΕ. Με το σημερινό ρυθμό νέων εγκαταστάσεων ο δεσμευτικός στόχος για την πράσινη ενέργεια θα καλυφθεί σε περίπου 30 χρόνια.

- ΥΨΗΛΕΣ ΠΡΟΣΔΟΚΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ

Για την Ελλάδα οι απαιτήσεις στον κλάδο των φωτοβολταϊκών είναι υψηλές καθώς εκτός από το μεγάλο βαθμό ηλιοφάνειας, είναι πρωτοπόρος στην Ευρώπη τις τελευταίες δεκαετίες στον τομέα των ηλιακών θερμοσίφωνων διαθέτοντας ένα εκατομμύριο εγκατεστημένους. Στα φωτοβολταϊκά συστήματα αναμένεται ανάλογη πορεία, αφού υπάρχουν και καλύτερες προϋποθέσεις. Επιδοτούνται από το Ελληνικό κράτος μέσω του επενδυτικού και του αναπτυξιακού νόμου για επενδυτές μεσαίας και μεγάλης κλίμακας. Ο επενδυτής συνάπτει δεκαετές συμβόλαιο (με μονομερή δυνατότητα ανανέωσης της σύμβασης από την πλευρά του επενδυτή για δέκα χρόνια) για την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει στον ΔΕΣΜΗΕ για τις διασυνδεδεμένες περιοχές, ή απευθείας στη ΔΕΗ για τις μη-διασυνδεδεμένες περιοχές.

Η τιμή πώλησης κυμαίνεται από 0,40 έως 0,50 Ευρώ ανά (kWh) ανάλογα με το μέγεθος και την περιοχή της εγκατάστασης. Όμως, και ο ιδιώτης μπορεί να επωφεληθεί του νόμου 3468, πουλώντας την πλεονάζουσα ενέργεια της εγκατάστασης ιδιόχρησης που διαθέτει στις ίδιες ανταγωνιστικές τιμές, με επιπλέον όφελος φοροελάφρυνση έως και 700 Ευρώ. Τα κίνητρα αυτά έχουν ήδη δείξει τα πρώτα αποτελέσματα, και πλέον παρατηρείται η δημιουργία φωτοβολταϊκών πάρκων σε πολλές περιοχές της χώρας, και η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε καινούργια ή και παλιότερα σπίτια.

Με την τρέχουσα νομοθεσία η Ελληνική πολιτεία στοχεύει στην δημιουργία μεγάλων ως πολύ μεγάλων φωτοβολταϊκών πάρκων, σε αντίθεση με άλλες χώρες, που όπως η Γερμανία στοχεύουν στην ανάπτυξη πολλών μικρών συστημάτων.

Ας δούμε όμως αναλυτικότερα την ισχύουσα νομοθεσία:

- ΕΙΔΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Το πρόγραμμα εφαρμόζεται για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι 10 kWp σε κτηριακές εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται για κατοικία ή στέγαση πολύ μικρών επιχειρήσεων. Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να τοποθετηθούν στο δώμα ή τη στέγη κτηρίου, συμπεριλαμβανομένων στεγαστρων βεραντών, προσόψεων και σκιάστρων αποθηκών και χώρων στάθμευσης. Αρχικά το πρόγραμμα περιλάμβανε την εγκατάσταση συστημάτων μόνο στις στέγες και στη συνέχεια επεκτάθηκε με σκοπό να δοθεί ακόμα μεγαλύτερη ώθηση στους επενδυτές. Μάλιστα, σ αυτό το πνεύμα δίνεται το δικαίωμα ένταξης στο πρόγραμμα και σε νομικά πρόσωπα δημοσίου και ιδιωτικού δικαίου (ιδιωτικά μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα), όπως σχολεία, νηπιαγωγεία, νοσοκομεία, δημόσιες υπηρεσίες κ.ά.

Το πρόγραμμα έχει ισχύ μέχρι 31 Δεκεμβρίου 2019 και αφορά όλη την χώρα με τη διαφορά ότι για την ηπειρωτική Ελλάδα, τα διασυνδεδεμένα με το σύστημα νησιά και την Κρήτη η μέγιστη ισχύς είναι τα 10kWp ενώ για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά τα 5kWp. Για την ένταξη στο πρόγραμμα είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενεργής σύνδεσης κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος στο όνομα του ιδιοκτήτη του φωτοβολταϊκού στο κτήριο όπου το σύστημα εγκαθίσταται. Τα φυσικά πρόσωπα και οι πολύ μικρές επιχειρήσεις έχουν δικαίωμα ένταξης στο πρόγραμμα, αρκεί ο χώρος στον οποίο εγκαθίσταται το φωτοβολταϊκό σύστημα να είναι ιδιόκτητος ενώ αν ο χώρος είναι κοινόχρηστος επιτρέπεται η εγκατάσταση ενός και μόνο συστήματος. Όμως αν ο χώρος δεν είναι ιδιόκτητος υπάρχει και η δυνατότητα παραχώρησης χρήσης για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μετά από έγγραφη συμφωνία. Να σημειωθεί όμως ότι απαγορεύεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς σε αγροτεμάχια που χαρακτηρίζονται ως αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας εκτός συγκεκριμένων εξαιρέσεων.

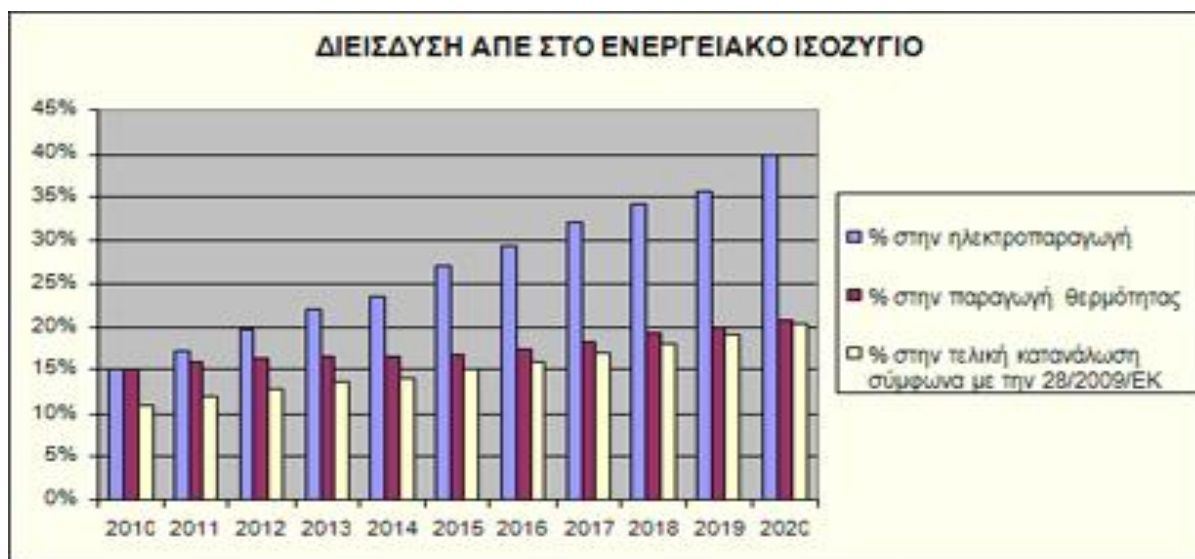
Κεφάλαιο2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Για την εφαρμογή του προγράμματος δεν χρειάζεται πλέον η άδεια εργασιών μικρής κλίμακας από την Πολεοδομία, όπως ίσχυε μέχρι πρότινος, αλλά γνωστοποίηση στη ΔΕΗ για την έναρξη εργασιών.

- ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΗΜΕΡΑ

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει το νομοθετικό πλαίσιο επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις επενδύσεις που πραγματοποιούνται στον κλάδο των φωτοβολταϊκών. Έτσι αλλαγή στη νομοθεσία σημαίνει και αλλαγή του επενδυτικού σκηνικού, γι αυτό και είναι σημαντικό οι εταιρείες να παρακολουθούν τις εξελίξεις στο θέμα.

Η προώθηση των ΑΠΕ είναι θέμα ύψιστης σημασίας για τον κρατικό μηχανισμό, καθώς από το 2013 η Ελλάδα θα είναι υποχρεωμένη να καταβάλει πρόστιμα για τα ποσοστά απελευθέρωσης ρύπων. Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής προβλέπεται και επιδιώκεται η εξής πορεία για τη διείσδυση των ΑΠΕ τα επόμενα έτη:



*πηγή: <http://www.ypeka.gr/>

Γράφημα 2.2

Κεφάλαιο2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Με το νέο νόμο του 2010 επήλθαν αλλαγές στην αδειοδότηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων που με τη σειρά τους διαμόρφωσαν ένα φιλικό περιβάλλον για επενδύσεις. Ο νόμος θέτει ως εθνικό στόχο την εισχώρηση των ΑΠΕ σε ποσοστό 40%της ακαθάριστης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ως το 2020. Λόγω του περιορισμού στην απορρόφηση της ισχύος που παράγεται από ΑΠΕ στο σύστημα, καθορίζεται με υπουργικές αποφάσεις το μερίδιο που θα προέρχεται από κάθε είδος. Αυτό φυσικά συνεπάγεται ότι δίνεται εκ προοιμίου προβάδισμα στη μορφή ΑΠΕ που έχει το μεγαλύτερο μερίδιο και κατά συνέπεια επηρεάζει και την αγορά. Στην Ελλάδα για τα επόμενα χρόνια η κατάσταση καθορίζεται:

-Το 2014 επί συνόλου 9.490 MW ανανεώσιμων πηγών που προβλέπεται ότι θα έχουν εγκατασταθεί θα είναι :

- αιολικά 4.000 MW
- υδροηλεκτρικά 3.650 MW,
- φωτοβολταϊκά 1.500 MW, (500 MW αγρότες, 200 MW στέγες)
- βιομάζα 200 MW
- ηλιοθερμικά 120 MW
- γεωθερμία20MW

-Το 2020 επί συνόλου 15.070 MW ΑΠΕ η κατανομή είναι:

- αιολικά 7.500 MW,
- υδροηλεκτρικά 4.650 MW,
- φωτοβολταϊκά 2.200 MW (750 MW αγροτικά, 350 MW κτίρια),
- βιομάζα 350 MW,
- ηλιοθερμικά 250 MW και
- γεωθερμία120MW.

Κεφάλαιο2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Στα παραπάνω δεν περιλαμβάνονται μεγάλες επενδύσεις που εντάσσονται στη διαδικασία του fast track, η ισχύς των οποίων δε συνυπολογίζεται κατά την εκτίμηση της ενδεχόμενης υπερκάλυψης των ορίων ισχύος.

Παρατηρούμε ότι το μερίδιο των φωτοβολταϊκών στο μίγμα των ΑΠΕ να φτάνει τα 1.500ΜWp ως το 2014 και τα 2.200ΜWp ως το 2020. Η ισχύς αυτή θα διαμοιραστεί ως εξής: τα 750ΜWp θα δοθούν στους κατ' επάγγελμα αγρότες (500ΜWp ως το 2014 και 750 ΜWp συνολικά ως το 2020) και τα υπόλοιπα σε όλους τους άλλους επενδυτές (1.000 ΜWp ως το 2014 και 1.450 ΜWp συνολικά ως το 2020), ενώ ο οικιακός τομέας αναπτύσσεται χωρίς περιορισμούς.

Να σημειωθεί ότι επενδυτές εκτιμούν πως το μερίδιο των φωτοβολταϊκών δεν ανταποκρίνεται στην πραγματική δυναμική της αγοράς. Ο επίσημος στόχος είναι το ένα τρίτο απ' αυτό που ο ΣΕΦ θεωρεί ως ρεαλιστικό και ως ανταποκρινόμενο στις πραγματικές ανάγκες και στο έντονο επενδυτικό ενδιαφέρον που έχει εκδηλωθεί. Οι επαγγελματίες του κλάδου των φωτοβολταϊκών και περιβαλλοντικές οργανώσεις έχουν ζητήσει την αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των φ/β στο ισοζύγιο των ΑΠΕ.

Η αναλογία της εγκατεστημένης ισχύος και τα όρια ανά τεχνολογία θα επανεξεταστούν το 2012, αφού σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία οι στόχοι για κάθε τομέα θα επανεξετάζονται ανα διετία. Η αναθεώρηση θα γίνει με βάση την πορεία υλοποίησης των επενδύσεων. Αν υπάρχουν προβλέψεις ότι τα όρια που τίθενται για κάποια τεχνολογία θα υπερκαλυφθούν συντομότερα (π.χ. αν υπάρχουν πολλές αιτήσεις όπως γίνεται με τα φωτοβολταϊκά, αν ο ρυθμός υλοποίησης των έργων είναι γρήγορος κλπ.) τότε το ΥΠΕΚΑ θα μπορεί με νέα απόφαση να αναστέλλει τη διαδικασία αδειοδότησης για τη συγκεκριμένη τεχνολογία.

Ας δούμε στο σημείο αυτό τον πίνακα που παρουσιάζει τις τιμές πώλησης της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας:

Κεφάλαιο2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Ετος	Οικιακά, στέγες ≤10 kWp (€/MWh)	μήνας	Ηπειρωτικό δίκτυο (€/MWh)		Μη διασυνδεδεμένα νησιά (€/MWh)	
			>100kWp	≤100kWp		
2009	550	Φεβρουάριος	400	450	450	
		Αύγουστος				
2010		Φεβρουάριος	392,04	441,05		441,05
		Αύγουστος				
2011		Φεβρουάριος	372,83	419,43		419,43
		Αύγουστος				
2012	522,5	Φεβρουάριος	333,81	375,53	375,53	
		Αύγουστος				
2013	496,38	Φεβρουάριος	298,38	336,23	336,23	
		Αύγουστος				
2014	471,56	Φεβρουάριος	268,94	302,56	302,56	
		Αύγουστος				
Διάρκεια σύμβασης	25 έτη	20έτη				

*Πηγή: www.helapco.gr

Πίνακας 2.3

Για την τιμολογιακή πολιτική, πρέπει να αναφερθεί ότι από το Φεβρουάριο του 2010 δεν υπάρχουν πια επιδοτήσεις από τον αναπτυξιακό νόμο. Όμως και χωρίς επιδοτήσεις η επένδυση είναι αποδοτική λόγω της πτώσης των τιμών.

Μεγάλη συμβολή του νέου νόμου όμως στην αύξηση του επενδυτικού ενδιαφέροντος αποτελεί η απαλοιφή της γραφειοκρατίας και η απλοποίηση των διαδικασιών αδειοδότησης. Για φωτοβολταϊκά συστήματα ισχύος έως 1 MWp δεν είναι αναγκαία η άδεια παραγωγής ενώ για τα συστήματα μεγαλύτερης ισχύος απαιτείται η έκδοση άδειας παραγωγής (από τη ΡΑΕ) και άδειας εγκατάστασης και λειτουργίας. Δεν απαιτείται περιβαλλοντική αδειοδότηση για συστήματα που εγκαθίστανται σε κτίρια ενώ αν αυτά έχουν ισχύ έως 100kWp, δεν απαιτείται ούτε αυτή η έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας, αλλά αρκεί πλέον μια απλή

Κεφάλαιο2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

γνωστοποίηση προς τη ΔΕΗ ότι ξεκινά η εγκατάσταση (οικιακός τομέας και μικρά και μεσαία συστήματα σε κτίρια επιχειρήσεων). Για συστήματα ως 500 kWp που εγκαθίστανται σε οικόπεδα δεν απαιτείται περιβαλλοντική αδειοδότηση. Να σημειωθεί ότι για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν απαιτείται οικοδομική άδεια, αλλά έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας από την αρμόδια Διεύθυνση Πολεοδομίας. Βέβαια, όταν παραλείπεται η άδεια παραγωγής υπάρχει προθεσμία μέσα στην οποία πρέπει να πραγματοποιηθεί η σύνδεση στο δίκτυο.

Σήμερα ο τομέας ηλεκτρισμού λειτουργεί στο πλαίσιο που καθορίζουν οι παραπάνω νόμοι. Για την εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι απαραίτητη η αδειοδότηση του:

Για έργα σε στέγες σπιτιών και μικρών επιχειρήσεων έως 10kW η αδειοδότηση περιλαμβάνει έγκριση εργασιών μικρής κλίμακας, αίτηση σύμβασης σύνδεσης με την ΔΕΗ και σύναψη συμβολαίου αγοραπωλησίας με την ΔΕΗ.

Για έργα σε στέγες κτιρίων έως 100kW και από 100kW έως 1MW, έργα επί εδάφους έως 100kW και από 100kW έως 500kW και έργα επί εδάφους από επαγγελματίες αγρότες έως 100kW η αδειοδότηση περιλαμβάνει έγκριση εργασιών μικρής κλίμακας, αίτηση σύμβασης σύνδεσης με την ΔΕΗ και σύναψη συμβολαίου αγοραπωλησίας με τον ΔΕΣΜΗΕ.

Να σημειωθεί ότι από το 2013 η Ελλάδα οφείλει σύμφωνα με τις διεθνείς συμφωνίες να πληρώνει πρόστιμο για το κόστος των ρύπων που εκπέμπει στην ατμόσφαιρα. Η χώρα θα είναι υποχρεωμένη να αγοράζει σε δημοπρασία το 100% των δικαιωμάτων εκπομπών ρύπων. Μάλιστα, το ύψος των προστίμων φτάνει τα 800 εκατ. ευρώ ετησίως. Αυτό σημαίνει ότι οι αυξήσεις των τιμών στο ρεύμα θα είναι ραγδαίες φτάνοντας το 25%. Τα πρόστιμα αυτά οφείλονται στην παραγωγή ενέργειας από συμβατικές πηγές που απελευθερώνει διοξείδιο του άνθρακα. Για παράδειγμα, η ΔΕΗ σήμερα διαθέτει παραγωγή περίπου 5.000MW από λιγνίτες. Αυτό σημαίνει ότι αν αυτή η παραγωγή αντικατασταθεί από ΑΠΕ, τα πρόστιμα θα

Κεφάλαιο2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

αποφευχθούν. Συνεπώς, αντιλαμβάνεται κανείς πόσο συμφέρουσα είναι όχι μόνο για το περιβάλλον αλλά και για την οικονομία της χώρας η εγκατάσταση Ανανεώσιμων πηγών. Το γεγονός αυτό λοιπόν ευνοεί την αγορά τόσο των φωτοβολταϊκών όσο και όλων των άλλων ΑΠΕ.

Να σημειωθεί τέλος ότι οι μικροί παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και δει από φωτοβολταϊκά έχουν πολλά να προσφέρουν στο σύστημα. Η αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας αντί να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις σε συμβατικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής μπορεί να καλυφθεί από μικρά φ/β συστήματα. Έτσι περιορίζονται επίσης οι επενδύσεις σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, το κόστος των οποίων είναι πολύ υψηλό. Μια πολύ σημαντική στήριξη των μικρών παραγωγών προς το δίκτυο είναι εκείνη στις περιπτώσεις της αιχμής ζήτησης. Η μέγιστη παραγωγή ισχύος των φωτοβολταϊκών συμβαίνει ταυτόχρονα με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης, κυρίως τους θερινούς μήνες. Το βράδυ που τα φωτοβολταϊκά δεν παράγουν, δεν υπάρχει τόσο μεγάλη ζήτηση. Συνεπώς, ενισχύουν την εξομάλυνση των αιχμών φορτίου και άρα την αποφυγή black-out. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για την οικονομία του δικτύου αφού η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή, μια κάθε ώρα black-out κοστίζει στην εθνική οικονομία 25-40 εκατ.€.

- Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ
ΕΥΡΩΠΗ

Οι προβλέψεις για το άμεσο αλλά και το πιο μακρινό μέλλον όσον αφορά στην αγορά των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι ιδιαίτερα ευσίωνες, τόσο για την παγκόσμια εξάπλωση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας, όσο και για την καθοδική πορεία στις τιμές των φωτοβολταϊκών πλαισίων. Η μεγαλύτερη ώθηση για τα φωτοβολταϊκά δόθηκε με τις κυβερνητικές επιδοτήσεις για την χρήση "πράσινων" τεχνολογιών (ΑΠΕ) με σημαντικότερη την ευνοϊκή τιμολόγηση, feed - in - tariff. Αλλά ακόμα και με τη λήξη των προγραμμάτων επιδοτήσεων, η επένδυση στις ΑΠΕ εξακολουθεί να είναι κερδοφόρα.

Η τεχνολογική εξέλιξη οδηγεί στη συνεχή μείωση του κόστους των Φ/Β συστημάτων με αποτέλεσμα η απόκτηση τους να είναι πλέον εφικτή και ταυτόχρονα η παραγωγή ενέργειας με ΦΒ να είναι συγκρίσιμη και οικονομικά ανταγωνιστική με τις συμβατικές πηγές. Ο κλάδος της φωτοβολταϊκής βιομηχανίας αναπτύσσεται την τελευταία δεκαετία με ετήσιους ρυθμούς που ξεπερνούν το 30%, αποδεικνύοντας ότι πρόκειται για μια ανερχόμενη οικονομική δύναμη. Το 2004 η παγκόσμια παραγωγή ξεπέρασε το φράγμα του 1 GWp, ενώ ο κύκλος εργασιών της βιομηχανίας έφτασε τα 5,8 δις €.

- ΝΕΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η ανάπτυξη της βιομηχανίας των φωτοβολταϊκών δημιουργεί όμως και πληθώρα νέων θέσεων εργασίας, γεγονός που συμβάλλει και στην ανάπτυξη της οιονομίας. Ως τις αρχές του 2005 είχαν ήδη δημιουργηθεί περίπου 50.000 θέσεις ενώ οι εκτιμήσεις της Greenpeace και της Ευρωπαϊκής Ένωσης Φωτοβολταϊκών Βιομηχανιών (EPIA) κυμαίνονται σε 2,25 εκατ. θέσεις εργασίας στον κλάδο ως το 2020, αν επιτευχθεί ο στόχος για κάλυψη του 1,1% της παγκόσμιας ηλεκτροπαραγωγής από φωτοβολταϊκά ως τότε.

Κάτι τέτοιο θα σήμαινε στην πράξη εγκατάσταση 205 GWh φωτοβολταϊκών. Μάλιστα σε σχέση με τις προβλέψεις, οι εξελίξεις την περίοδο 2001-2005, απέδειξαν ότι οι εκτιμήσεις αυτές ήταν αρκετά απαισιόδοξες για το δυναμικό δημιουργίας θέσεων εργασίας από τις ΑΠΕ σε σχέση με τα πραγματικά μεγέθη στην αγορά.

Εργατοέτη ανά παραγόμενη GWh για διάφορες ενεργειακές τεχνολογίες σύμφωνα με μελέτη του Πανεπιστημίου του Berkeley

Τεχνολογία	Εργατοέτη ανά παραγόμενη GWh
Φωτοβολταϊκά	0,85-1,21
Αιολικά	0,08-1,07
Βιομάζα	0,09-0,33
Άνθρακας & φυσικό αέριο	0,11

**πηγή: Πανεπιστήμιο του Berkeley*

Πίνακας 3.1

• ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Για τη χώρα μας, το 2010 με περισσότερα από 3,5GW φωτοβολταϊκών συστημάτων να βρίσκονται στο στάδιο της υλοποίησης, υπάρχουν αισιόδοξες προβλέψεις πως θα παίξει ηγετικό ρόλο στην ανάπτυξη του κλάδου για μεγάλο χρονικό διάστημα. Είναι άλλωστε και από τη φύση ευνοημένη λόγω της έντονης ηλιοφάνειας.

Παρά όμως τις ευοίωνες προβλέψεις, υπάρχουν παράγοντες που αποτελούν τροχοπέδη. Οι υπεύθυνοι των έργων εμποδίζονται από τη γραφειοκρατία και την αβεβαιότητα που επικρατεί σε διοικητικό και νομικό επίπεδο, γεγονός που εξηγεί γιατί δεν υλοποιήθηκαν τόσες επενδύσεις το 2008 και το 2009 (σε συνδυασμό βέβαια με την έλλειψη ρευστότητας για επενδύσεις λόγω της οικονομικής κρίσης). Είναι λοιπόν πιθανό οι επιπτώσεις της σφοδρής οικονομικής κρίσης στην Ελλάδα σε συνδυασμό με αυτά τα εμπόδια να καθυστερήσουν ξανά την ανάκαμψη αυτής της αγοράς.

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Η άπνοια που υπάρχει πάντως στην ανάπτυξη των ελληνικών επιχειρήσεων πώλησης ΦΒ συστημάτων οφείλεται και στον έντονο ανταγωνισμό, κυρίως από φτηνότερες αγορές όπως η κινεζική. Πάντως, αφού εγκαταστάθηκαν 36 MW το 2009 και περίπου 100 MW το 2010, η EPIA (European Photovoltaic Industry Association) αναμένει ότι η εγκατεστημένη ισχύς θα κυμανθεί μεταξύ 200 MW και 600 MW το 2014, ανάλογα με τις συνθήκες.

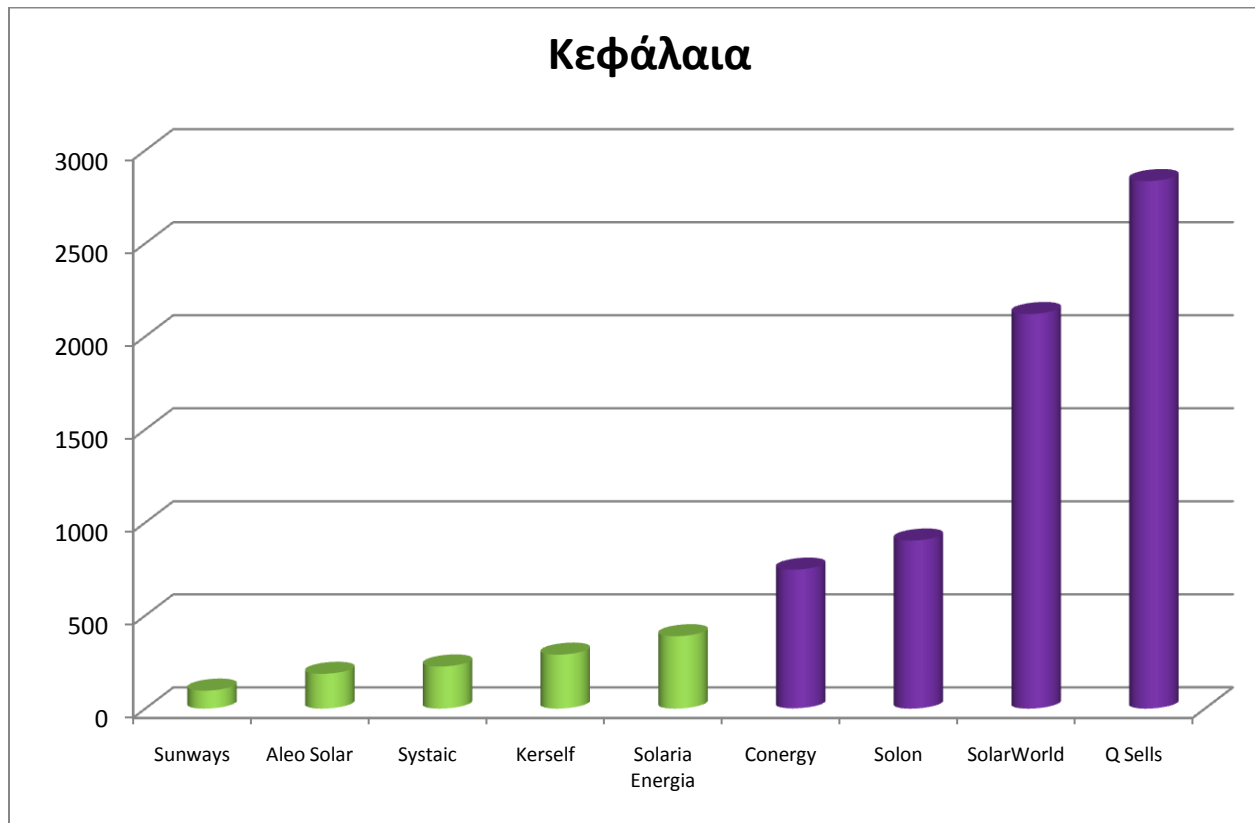
Το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς των Φ/Β συστημάτων στις αναπτυγμένες χώρες βρίσκεται σύμφωνα με τα μέχρι τώρα στοιχεία σε αστικά κέντρα, με εγκατεστημένα συστήματα σε κτίρια, συμπλέγματα οικιών, δημόσια κτίρια, πανεπιστήμια, εξωτερικούς χώρους κλπ.

Σήμερα, η Ιαπωνία κρατά τα σκήπτρα στην παγκόσμια αγορά Φ/Β. Με κορυφαία εταιρία την Kyocera, η Ιαπωνία παρήγαγε το 2003 περίπου 400MWp, από τα οποία τα 250MWp εγκαταστάθηκαν στη χώρα και τα υπόλοιπα εξήχθησαν, κυρίως στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ. Οι χώρες που έχουν το προβάδισμα στην αγορά των Φ/Β στην Ευρώπη είναι κυρίως η πρωτοπόρος Γερμανία, η Ολλανδία, η Ισπανία και η Ιταλία.

Είναι λοιπόν ξεκάθαρο ότι πρόκειται για έναν νέο κλάδο γοργά αναπτυσσόμενο, που έχει πολλά να προσφέρει και συνεπώς παρουσιάζει ενδιαφέρον η πορεία του από χρηματοοικονομική άποψη. Για το λόγο αυτό και για να έχουμε απτά αποτελέσματα, θα μελετήσουμε τέσσερις από τις σημαντικότερες ευρωπαϊκές εταιρείες τους κλάδου με σκοπό να βγάλουμε συμπεράσματα για τη γενικότερη αγορά των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ευρώπη. Θα εξετάσουμε εταιρείες που κατασκευάζουν, πωλούν και εγκαθιστούν φωτοβολταϊκά πανέλα σε ιδιώτες ή επιχειρήσεις ενώ θα εξετάσουμε και πώς αντέδρασαν στην οικονομική κρίση του 2008 – 2009. Τα οικονομικά στοιχεία των επιχειρήσεων έχουμε συλλέξει από τη βάση δεδομένων του Capital IQ και το site banker.thomsonib.com αλλά και από τις ετήσιες αναφορές των ίδιων των εταιριών.

- ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ

Για την επιλογή των εταιριών, αναζητάμε τις εισηγμένες επιχειρήσεις στο χρηματιστήριο ώστε να είναι εφικτή η πρόσβαση στα οικονομικά δεδομένα και αποτελέσματα κάθε έτους αλλά ταυτόχρονα να είναι και αξιόπιστα καθώς υπόκεινται σε έλεγχο. Επίσης αποκλείουμε εκείνες τις εταιρείες που χρησιμοποιούν νόμισμα διαφορετικό του Ευρώ. Με αυτό τον τρόπο μηδενίζουμε την διακύμανση που προέρχεται από την αλλαγή της ισοτιμίας και συνολικά αποκλείουμε τρεις εταιρίες: την Renewable Energy Corporation που χρησιμοποιεί Νορβηγικές κορόνες, την PV Enterprise Sweden που χρησιμοποιεί Σουηδικές κορόνες και την SES Solar Inc. που χρησιμοποιεί δολάρια. Έτσι, καταλήγουμε σε εννέα Ευρωπαϊκές εταιρίες που δραστηριοποιούνται στον τομέα των φωτοβολταϊκών.



ΓΡΑΦΗΜΑ 3.2

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

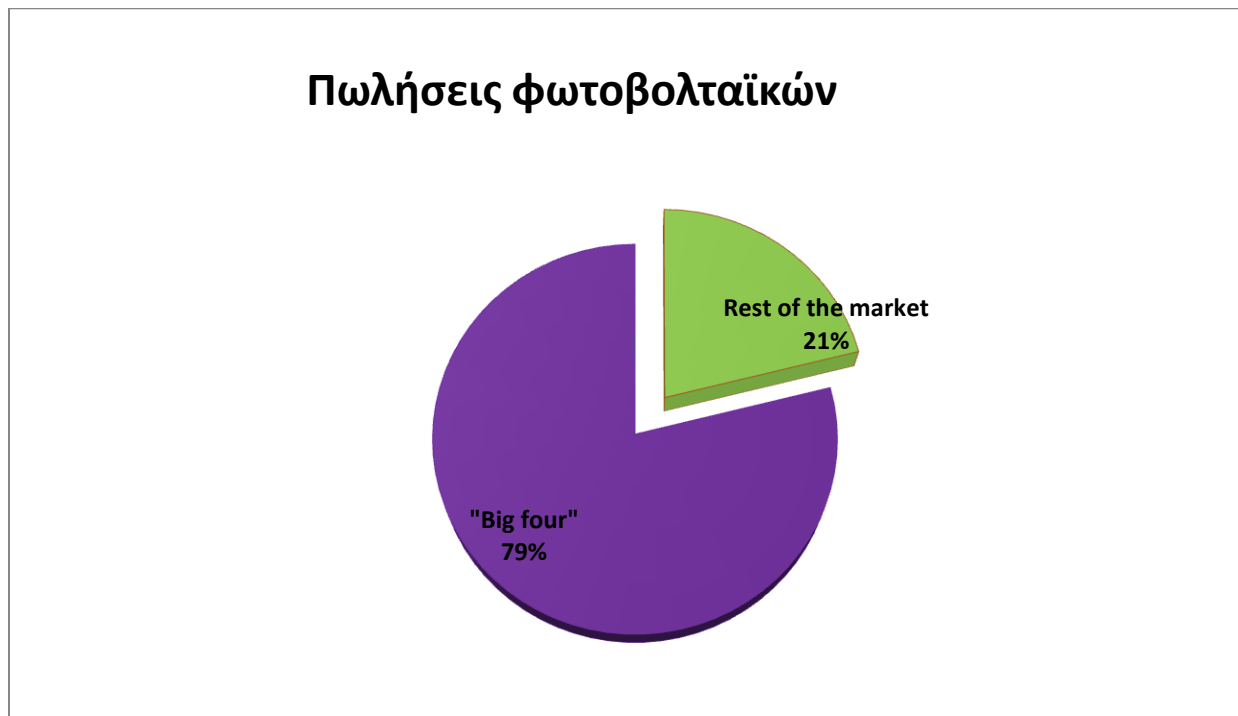
Στο επόμενο στάδιο, αποκλείουμε τις μικρότερες από τις εταιρίες αυτές καθώς δεν έχουν αντιπροσωπευτικό μερίδιο στην αγορά. Έτσι αποκλείουμε τις Aleo Solar AG, Sunways AG και Systaic AG από τη Γερμανία και τις Kerself SpA και Solaria Energia y Medio Ambiente SA από την Ιταλία και την Ισπανία αντίστοιχα (με κριτήριο τα κεφάλαια των εταιριών στον ισολογισμό του 2008).

Συνεπώς καταλήγουμε να εξετάσουμε τις επιχειρήσεις με τα μεγαλύτερα κεφάλαια καθώς μέσα από αυτές μπορούμε να έχουμε καλύτερη εικόνα για την αγορά των φωτοβολταϊκών στην Ευρώπη μειώνοντας τον ειδικό κίνδυνο που έχουν οι μικρότερες επιχειρήσεις σε σχέση με τις καλά εδραιωμένες εταιρίες.

Οι επιχειρήσεις με τα μεγαλύτερα κεφάλαια το 2008 είναι Γερμανικές και συγκεκριμένα: **Q Sells SE, Solon SE, SolarWorld AG** και **Conergy AG**.

Αξίζει εδώ να αναφέρουμε ότι οι εταιρίες αυτές ευθύνονται σχεδόν για το 80% των πωλήσεων σε φωτοβολταϊκά στην Ευρώπη, αν εξαιρέσουμε τις τρεις εταιρίες που δεν χρησιμοποιούν το κοινό νόμισμα. Αυτή είναι άλλη μια ένδειξη ότι ο περιορισμός μας σε τέσσερις εταιρίες από τις δώδεκα αρχικές, έχει νόημα και μπορεί να μας δώσει σημαντικές πληροφορίες για την Ευρωπαϊκή αγορά φωτοβολταϊκών.

Οι πωλήσεις των εννέα αρχικών εταιριών φαίνονται στο παρακάτω γράφημα. Είναι προφανές ότι οι τέσσερις που επιλέξαμε (“big four”) αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο κομμάτι της πίτας.



ΓΡΑΦΗΜΑ 3.3

Πρέπει να τονίσουμε ότι το γεγονός ότι οι εταιρείες που τελικά επελέγησαν είναι γερμανικές δεν είναι τυχαίο. Η Γερμανία έχοντας φροντίσει ήδη από το 1990 για την προώθηση της ΦΒ τεχνολογίας και την εφαρμογή προγραμμάτων (1.000 Φ/Β Στεγών, 1990 και 100.000 Φ/Β Στεγών, 1999) σε συνδυασμό με επιδοτήσεις της παραγόμενης ηλιακής kWh, έχει καταφέρει να βρίσκεται μπροστά στον τομέα. Οι εταιρείες της είναι πρωτοπόρες ακόμα και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Να σημειωθεί ότι στο τέλος του 2003 το συνολικό μέγεθος της Ευρωπαϊκής αγοράς ήταν περίπου 561MWp, από τα οποία τα 398MWp, δηλαδή το 71%, είχαν εγκατασταθεί στη Γερμανία, ενώ ο τζίρος των εργασιών ήταν €1 δις.

Αρχικά ας δούμε κάποιες βασικές πληροφορίες για κάθε επιχείρηση που θα εξετάσουμε.

Q-Cells SE:

Η εταιρεία ιδρύθηκε το 1999 και μέσα σε μια δεκαετία έχει κατορθώσει να γιγαντωθεί απασχολώντας 2000 εργαζόμενους. Ξεκίνησε την παραγωγή φωτοβολταϊκών συστημάτων το 2000 και στα επόμενα χρόνια επεκτάθηκε διαθέτοντας πλέον 5 γραμμές παραγωγής. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια που παράγει η επιχείρηση δεν είναι ενός είδους αλλά υπάρχει τεχνολογική ποικιλία, τόσο κρυσταλλικά όσο και thin film. Τα προϊόντα της εταιρείας παράγονται στην πόλη Bitterfeld-Wolfen της Γερμανίας αλλά και στο εργοστάσιο της στη Μαλαισία. Παράλληλα, το δίκτυο διανομής που διαθέτει είναι παγκόσμιο.

SolarWorld AG:

Η εταιρεία ιδρύθηκε το 1988 στη Βόννη όμως ασχολείται με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ειδικότερα τα φωτοβολταϊκά από το 1995. Έχει έδρα τη Γερμανία και δραστηριοποιείται σε παγκόσμιο επίπεδο έχοντας εγκαταστάσεις στην Ευρώπη (3 στη Γερμανία, στη Μαδρίτη, Ισπανία, στη Grenoble, Γαλλία), στην Αφρική (Cape Town), δύο στην Αμερική και τέλος στην Ασία (Σιγκαπούρη, Σεούλ, Κατάρ). Δεν ασχολείται μόνο με την πώληση αλλά και με την κατασκευή φωτοβολταϊκών μονάδων εκ του μηδενός διαθέτοντας εργοστάσια και τμήμα Research & Development. Το 2010 είχε στο δυναμικό της 2,985 εργαζόμενους. Η στρατηγική που ακολουθεί επιτάσσει την έξυπνη τοποθέτηση εγκαταστάσεων σε σημεία- κλειδιά σε όλες τις αγορές target groups του κόσμου ώστε να μειώνεται το κόστος της μεταφοράς. Η επεκτατική πολιτική της επιχείρησης συνεχίζεται, γεγονός που σημαίνει αυξημένο επενδυτικό κόστος αλλά και πιθανά μακροπρόθεσμα οφέλη. Έχει στόχο την υψηλή ποιότητα κατασκευής και όχι τη στρατηγική μέτρια ποιότητα σε χαμηλή τιμή. Για το λόγο αυτό συνεργάζεται με το πανεπιστήμιο του Freiberg ώστε να βρίσκεται στην κορυφή της τεχνογνωσίας. Από το 1977 κατασκευάζονται φωτοβολταϊκές μονάδες στο εργοστάσιο της Αμερικής.

Conergy AG:

Η εταιρεία ιδρύθηκε το 1998 με έδρα το Αμβούργο, της Γερμανίας, όμως έχει επεκταθεί διαθέτοντας γραφεία στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης, στις ΗΠΑ, τη Βραζιλία, την Αυστραλία, την Ινδία, τη Ν. Κορέα κ.α. Έτσι πλέον πρόκειται για μια διεθνούς εμβέλειας επιχείρηση. Απασχολεί περισσότερους από 1700 εργαζομένους ενώ έχει 10.000 πελάτες. Το 2005 εισήχθη στο χρηματιστήριο. Από το 2007 διαθέτει ιδιόκτητο εργοστάσιο παραγωγής Φ/Β γεννητριών, στη Φρανκφούρτη συνολικής ετήσιας δυναμικότητας 250MWp καθώς και μονάδα παραγωγής μετατροπών και συστημάτων στήριξης. Η Conergy λειτουργεί σαν προμηθευτής χονδρικής και λιανικής, Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.

Solon:

Όπως και οι άλλες εξεταζόμενες, έτσι και η γερμανική εταιρεία SOLON είναι μία από τις μεγαλύτερες παραγωγούς φωτοβολταϊκών πλαισίων στην Ευρώπη. Ιδρύθηκε το 1997 στο Βερολίνο και ασχολείται με την τοποθέτηση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας σε κτίρια. Απασχολεί περισσότερους από 900 εργαζόμενους και δραστηριοποιείται στη Γερμανία, την Ιταλία, τη Γαλλία και τις ΗΠΑ. Η εταιρεία ενδιαφέρεται για τις νέες τεχνολογίες επιδιώκοντας τα προϊόντα της να είναι πρότυπα και χρησιμοποιεί πολυκρυσταλλικές και μονοκρυσταλλικές κυψέλες.

Παρακάτω δίνονται οι καταστάσεις αποτελεσμάτων χρήσης για κάθε εταιρεία, για τα τελευταία έτη. Επειδή ένας από τους στόχους της εργασίας είναι η πρόβλεψη στοιχείων για το μέλλον, είναι σκόπιμο να έχουμε αρκετά στοιχεία από πολλά έτη. Έτσι εντοπίσαμε για τις 2 από τις 4 εταιρείες δεδομένα μέχρι και το 2000 ενώ για τις δυο άλλες αυτό δεν ήταν δυνατό, για αυτό έχουμε στοιχεία από το 2002 και μετά. Τα στοιχεία έχουμε συλλέξει από το [site banker.thomsonib.com](http://site.banker.thomsonib.com).

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

- ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΧΡΗΣΗΣ:

(Όλα τα ποσά σε χιλιάδες Ευρώ)

	Conergy									
	12/31/09	12/31/08	12/31/07	12/31/06	12/31/05	12/31/04	12/31/03	12/31/02	12/31/01	12/31/00
Καθαρές Πωλήσεις ή Έσοδα	600.90	1,006.20	705.53	752.16	530.17	284.83	122.38	73.24	0.00	0.00
Κόστος Πωληθέντων	578.00	986.20	707.61	655.43	468.89	254.87	116.88	69.27	0.00	0.00
Αποσβέσεις	23.60	24.10	8.05	4.86	2.63	1.94	1.11	0.79	0.00	0.00
Ακαθάριστο Εισόδημα	-0.70	-4.10	-10.13	91.87	58.65	28.02	4.40	3.18	0.00	0.00
Έξοδα Πωλήσεων και Διοίκησης	37.60	140.80	107.60	47.73	21.29	7.83	4.17	0.00	0.00	0.00
Συνολικά Λειτουργικά Έξοδα	651.10	1,200.20	876.96	723.26	494.31	266.99	123.36	74.61	0.00	0.00
Λειτουργικά Έσοδα	-50.20	-194.00	-171.43	28.90	35.86	17.84	-0.98	-1.37	0.00	0.00
Μη-Λειτουργικά Εισοδήματα από Τόκους	0.70	3.60	11.13	1.10	1.86	0.11	0.01	0.04	0.00	0.00
Κέρδη προ Φόρων και Τόκων (ΕΒΙΤ)	-43.50	-215.80	-199.15	53.17	46.42	19.10	0.97	-1.33	0.00	0.00
Έξοδα Τόκων απά Δάνεια	15.10	64.50	32.86	7.20	0.22	0.32	0.41	0.24	0.00	0.00
Κέρδη Προ Φόρων	-58.60	-280.30	-232.01	45.97	46.20	18.78	0.57	-1.57	0.00	0.00
Φόροι Εισοδήματος	22.50	-26.80	-21.52	15.38	17.99	7.74	0.19	-0.56	0.00	0.00
Μειοψηφικά δικαιώματα	0.60	-1.30	-0.50	0.38	0.42	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00
Ίδια Κεφάλαια στα Έσοδα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κέρδη Προ Εκτάκτων Στοιχ/Μέρισμα Προνομ	-79.90	-305.30	-247.56	30.20	27.80	11.02	0.37	-1.05	0.00	0.00
Έκτακτα & Κ/Ζ από Πώληση Παγίων	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κέρδος Προ Προνομιούχων Μερισμάτων	-79.90	-305.30	-247.56	30.20	27.80	11.02	0.37	-1.05	0.00	0.00
Απαιτήσεις Προνομιακών Μερισμάτων	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Καθαρά Κέρδη προς Κοινές Μετοχές	-79.90	-305.30	-247.56	30.20	27.80	11.02	0.37	-1.05	0.00	0.00

Πίνακας 3.4- Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης της Conergy

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

	Q-Cells									
	12/31/09	12/31/08	12/31/07	12/31/06	12/31/05	12/31/04	12/31/03	12/31/02	12/31/01	12/31/00
Καθαρές Πωλήσεις ή Έσοδα	801.60	1,251.30	858.90	539.50	299.37	128.70	48.75	17.29	0.00	0.00
Κόστος Πωληθέντων	858.60	932.80	596.30	371.29	213.46	99.21	38.41	14.36	0.00	0.00
Αποσβέσεις	81.10	45.70	25.00	17.82	11.30	5.20	3.23	1.50	0.00	0.00
Ακαθάριστο Εισόδημα	-138.10	272.80	237.60	150.39	74.61	24.29	7.11	1.43	0.00	0.00
Έξοδα Πωλήσεων και Διοίκησης	132.00	79.60	43.90	22.04	13.55	3.95	2.23	0.72	0.00	0.00
Συνολικά Λειτουργικά Έξοδα	1,132.60	1,067.10	670.20	417.32	241.64	111.98	44.97	17.23	0.00	0.00
Λειτουργικά Έσοδα	-331.00	184.20	188.70	122.18	57.73	16.72	3.78	0.06	0.00	0.00
Μη-Λειτουργικά Εισοδήματα από Τόκους	9.70	9.10	18.20	5.31	1.75	0.15	0.19	0.00	0.00	0.00
Κέρδη προ Φόρων και Τόκων (EBIT)	-808.90	257.50	234.60	141.26	63.04	19.76	5.44	0.90	0.00	0.00
Έξοδα Τόκων από Δάνεια	58.50	32.30	24.80	3.25	3.10	1.45	1.14	0.78	0.00	0.00
Κέρδη Προ Φόρων	-867.40	225.20	209.80	138.01	59.94	18.31	4.30	0.11	0.00	0.00
Φόροι Εισοδήματος	-82.80	37.90	64.00	42.17	20.01	5.92	1.29	-0.06	0.00	0.00
Μειοψηφικά δικαιώματα	-29.30	-3.30	-2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ίδια Κεφάλαια στα Έσοδα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κέρδη Προ Εκτάκτων Στοιχ/Μέρισμα Προνομ	-1,356.20	190.60	148.40	95.85	39.93	12.38	3.01	0.18	0.00	0.00
Έκτακτα & Κ/Ζ από Πώληση Παγίων	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κέρδος Προ Προνομιούχων Μερισμάτων	-1,356.20	190.60	148.40	95.85	39.93	12.38	3.01	0.18	0.00	0.00
Απαιτήσεις Προνομιακών Μερισμάτων	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Καθαρά Κέρδη προς Κοινές Μετοχές	-1,356.20	190.60	148.40	95.85	39.93	12.38	3.01	0.18	0.00	0.00

Πίνακας 3.5- Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης της Q-Cells

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

	Solarworld									
	12/31/09	12/31/08	12/31/07	12/31/06	12/31/05	12/31/04	12/31/03	12/31/02	12/31/01	12/31/00
Καθαρές Πωλήσεις ή Έσοδα	1,012.58	900.31	689.59	515.25	355.97	199.90	98.50	108.90	82.00	16.41
Κόστος Πωληθέντων	726.94	508.27	414.98	328.66	232.94	138.50	78.80	82.90	58.00	15.06
Αποσβέσεις	63.66	55.17	42.02	29.48	19.69	16.40	14.80	9.30	7.00	0.09
Ακαθάριστο Εισόδημα	221.98	336.88	232.58	157.11	103.35	45.00	4.90	16.70	17.00	1.26
Έξοδα Πωλήσεων και Διοίκησης	92.89	75.01	63.67	37.81	19.06	10.30	10.40	5.00	8.00	0.00
Συνολικά Λειτουργικά Έξοδα	906.30	662.37	538.49	412.86	280.40	175.70	109.10	112.30	81.00	17.16
Λειτουργικά Έσοδα	106.27	237.95	151.10	102.39	75.58	24.20	-10.60	-3.40	1.00	-0.75
Μη-Λειτουργικά Εισοδήματα από Τόκους	10.61	41.44	11.55	11.20	1.88	0.70	0.80	1.60	3.40	0.92
Κέρδη προ Φόρων και Τόκων (EBIT)	170.42	226.92	209.06	190.62	89.74	33.50	-2.90	4.00	17.70	6.74
Έξοδα Τόκων από Δάνεια	38.67	38.25	33.15	9.65	5.98	5.00	6.40	5.60	3.70	0.43
Κέρδη Προ Φόρων	131.75	188.67	175.91	180.97	83.76	28.50	-9.30	-1.60	14.00	6.31
Φόροι Εισοδήματος	72.78	53.42	65.03	50.40	31.78	10.40	-3.90	-0.10	5.00	2.86
Μειοψηφικά δικαιώματα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.00	0.00
Ίδια Κεφάλαια στα Έσοδα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κέρδη Προ Εκτάκτων Στοιχ/Μέρισμα Προνομ	58.97	135.25	113.26	130.57	51.98	18.10	-5.40	-1.70	8.00	3.45
Έκτακτα & Κ/Ζ από Πώληση Παγίων	0.00	13.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κέρδος Προ Προνομιούχων Μερισμάτων	58.97	148.68	113.26	130.57	51.98	18.10	-5.40	-1.70	8.00	3.45
Απαιτήσεις Προνομακών Μερισμάτων	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Καθαρά Κέρδη προς Κοινές Μετοχές	58.97	135.25	113.26	130.57	51.98	18.10	-5.40	-1.70	8.00	3.45

Πίνακας 3.6- Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης της Solarworld

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

	Solon									
	12/31/09	12/31/08	12/31/07	12/31/06	12/31/05	12/31/04	12/31/03	12/31/02	12/31/01	12/31/00
Καθαρές Πωλήσεις ή Έσοδα	354.41	815.10	503.08	346.38	201.17	103.55	37.74	20.97	16.97	14.85
Κόστος Πωληθέντων	398.49	717.23	430.47	292.76	174.36	92.31	35.22	23.00	0.00	0.00
Αποσβέσεις	19.80	14.38	8.15	6.03	3.14	1.30	1.13	1.15	0.57	0.56
Ακαθάριστο Εισόδημα	-63.88	83.49	64.46	47.59	23.67	9.94	1.39	-3.18	0.00	0.00
Έξοδα Πωλήσεων και Διοίκησης	37.44	31.64	24.43	23.69	9.19	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00
Συνολικά Λειτουργικά Έξοδα	492.56	773.30	468.92	329.14	190.63	101.22	40.15	27.20	0.00	0.00
Λειτουργικά Έσοδα	-138.15	41.79	34.16	17.24	10.54	2.33	-2.41	-6.23	-5.49	-0.39
Μη-Λειτουργικά Εισοδήματα από Τόκους	9.16	10.80	5.40	4.05	0.89	0.22	0.02	0.02	0.00	0.00
Κέρδη προ Φόρων και Τόκων (EBIT)	-260.93	76.28	58.83	28.89	15.40	4.76	-0.77	-2.29	-5.09	-3.68
Έξοδα Τόκων από Δάνεια	24.54	21.04	13.34	5.84	2.29	0.57	0.81	0.73	0.47	0.33
Κέρδη Προ Φόρων	-285.47	55.24	45.50	23.06	13.10	4.19	-1.58	-3.02	-5.56	-4.01
Φόροι Εισοδήματος	-13.82	22.50	8.02	8.65	5.25	0.81	0.00	0.17	0.00	0.00
Μειοψηφικά δικαιώματα	0.00	0.01	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ίδια Κεφάλαια στα Έσοδα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κέρδη Προ Εκτάκτων Στοιχ/Μέρισμα Προνομ	-271.65	32.73	37.47	14.41	7.86	3.38	-1.58	-3.18	-5.56	-4.01
Έκτακτα & Κ/Ζ από Πώληση Παγίων	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69
Κέρδος Προ Προνομιούχων Μερισμάτων	-271.65	32.73	37.47	14.41	7.86	3.38	-1.58	-3.18	-5.56	-3.32
Απαιτήσεις Προνομιακών Μερισμάτων	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Καθαρά Κέρδη προς Κοινές Μετοχές	-271.65	32.73	37.47	14.41	7.86	3.38	-1.58	-3.18	-5.56	-4.01

Πίνακας 3.7- Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης της Solon

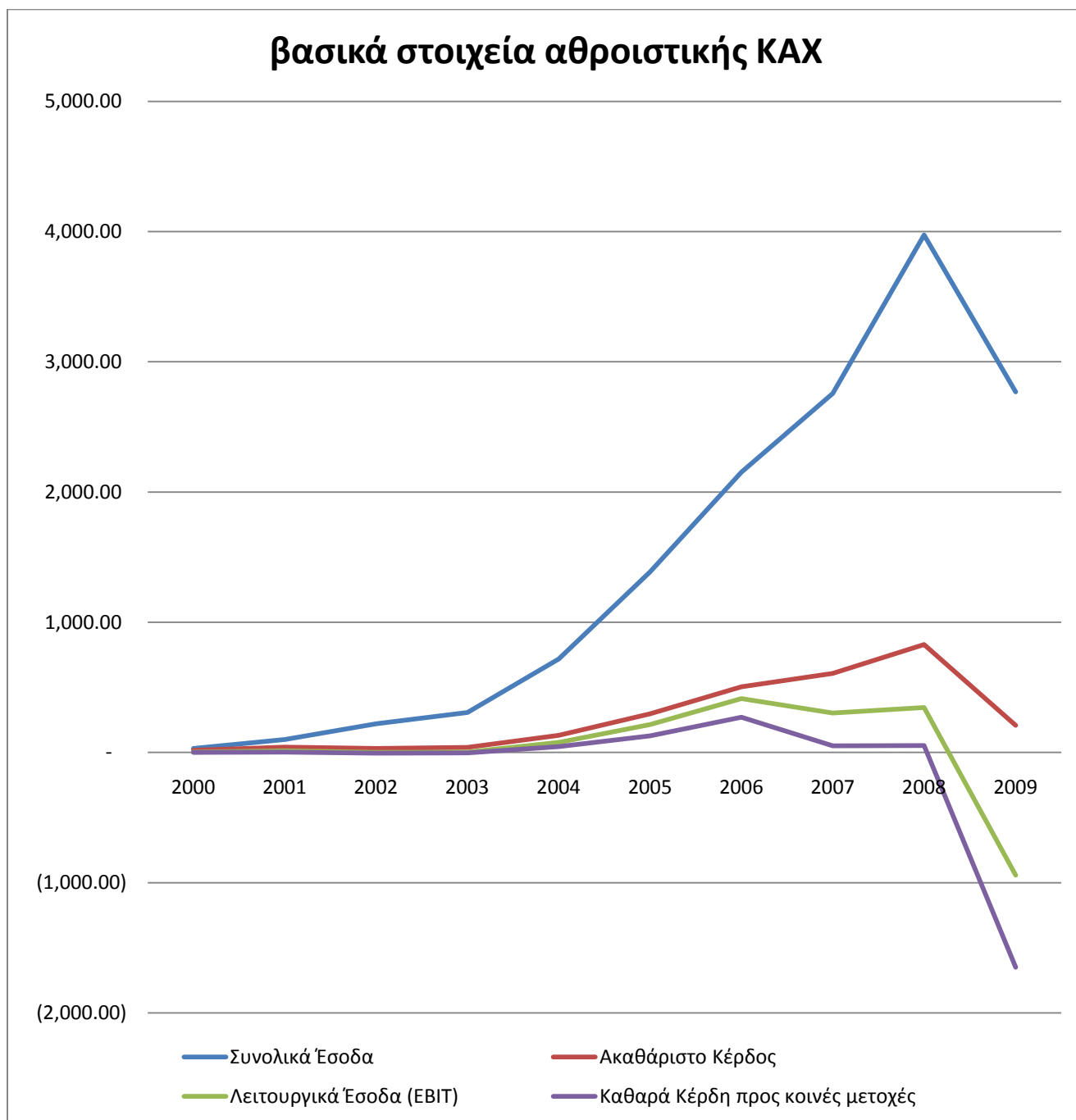
Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Αθροιστικά αποτελέσματα

	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
Συνολικά Έσοδα	2,769.49	3,972.91	2,757.10	2,153.28	1,386.68	716.98	307.37	220.40	98.97	31.26
% αύξηση εσόδων	-30.3%	44.1%	28.0%	55.3%	93.4%	133.3%	39.5%	122.7%	216.6%	
Κόστος Πωληθέντων	2,562.03	3,144.50	2,149.37	1,648.13	1,089.64	584.90	269.30	189.53	58.00	15.06
Ακαθάριστο Κέρδος	207.45	828.41	607.73	505.14	297.04	132.08	38.07	30.87	40.97	16.20
% οριακό ακαθάριστο κέρδος	7.49%	20.85%	22.04%	23.46%	21.42%	18.42%	12.39%	14.01%	41.40%	51.82%
Λειτουργικές Δαπάνες	1,150.36	483.51	304.39	91.20	82.44	54.96	35.32	29.59	28.36	13.14
Κέρδη προ φόρων και τόκων (ΕΒΙΤ)	(942.90)	344.90	303.35	413.94	214.60	77.11	2.75	1.28	12.61	3.06
Καθαρές πληρωμές τόκων	(136.81)	(156.09)	(104.15)	(25.94)	(11.59)	(7.34)	(8.76)	(7.36)	(4.17)	(0.75)
Κέρδη Προ Φόρων	(1,079.71)	188.80	199.20	388.00	203.01	69.77	(6.01)	(6.07)	8.44	2.30
Φόροι	(1.34)	87.02	115.53	116.59	75.03	24.87	(2.42)	(0.56)	5.00	2.86
Καθαρά Κέρδη προς κοινές μετοχές	(1,648.78)	53.27	51.57	271.03	127.57	44.88	(3.60)	(5.76)	2.44	(0.56)
% οριακό καθαρό κέρδος	-59.53%	1.34%	1.87%	12.59%	9.20%	6.26%	-1.17%	-2.61%	2.47%	-1.78%

Πίνακας 3.8- Αθροιστική Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης

Ας δούμε παραστατικά τα βασικά στοιχεία της αθροιστικής ΚΑΧ στο παρακάτω διάγραμμα:



Γράφημα 3.9

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, τα μεγέθη της αθροιστικής ΚΑΧ βρίσκονταν σε ανοδική πορεία μέχρι το 2006. Τότε, παρατηρείται καμπή στα καθαρά κέρδη και τα λειτουργικά έσοδα, αλλά τα έσοδα και το ακαθάριστο κέρδος παραμένουν σε αυξητική τροχιά. Η πορεία από το 2007 προς το 2008 φαίνεται να σταθεροποιείται και μάλιστα τα λειτουργικά έσοδα αυξάνονται και πάλι, όμως η μεγάλη κάμψη παρουσιάζεται το 2008 οπότε όλα τα μεγέθη έχουν πάρει κατηφορική πορεία. Θα εξετάσουμε πιο αναλυτικά τα στοιχεία για τον κλάδο αλλά και ατομικά για κάθε εταιρεία παρακάτω.

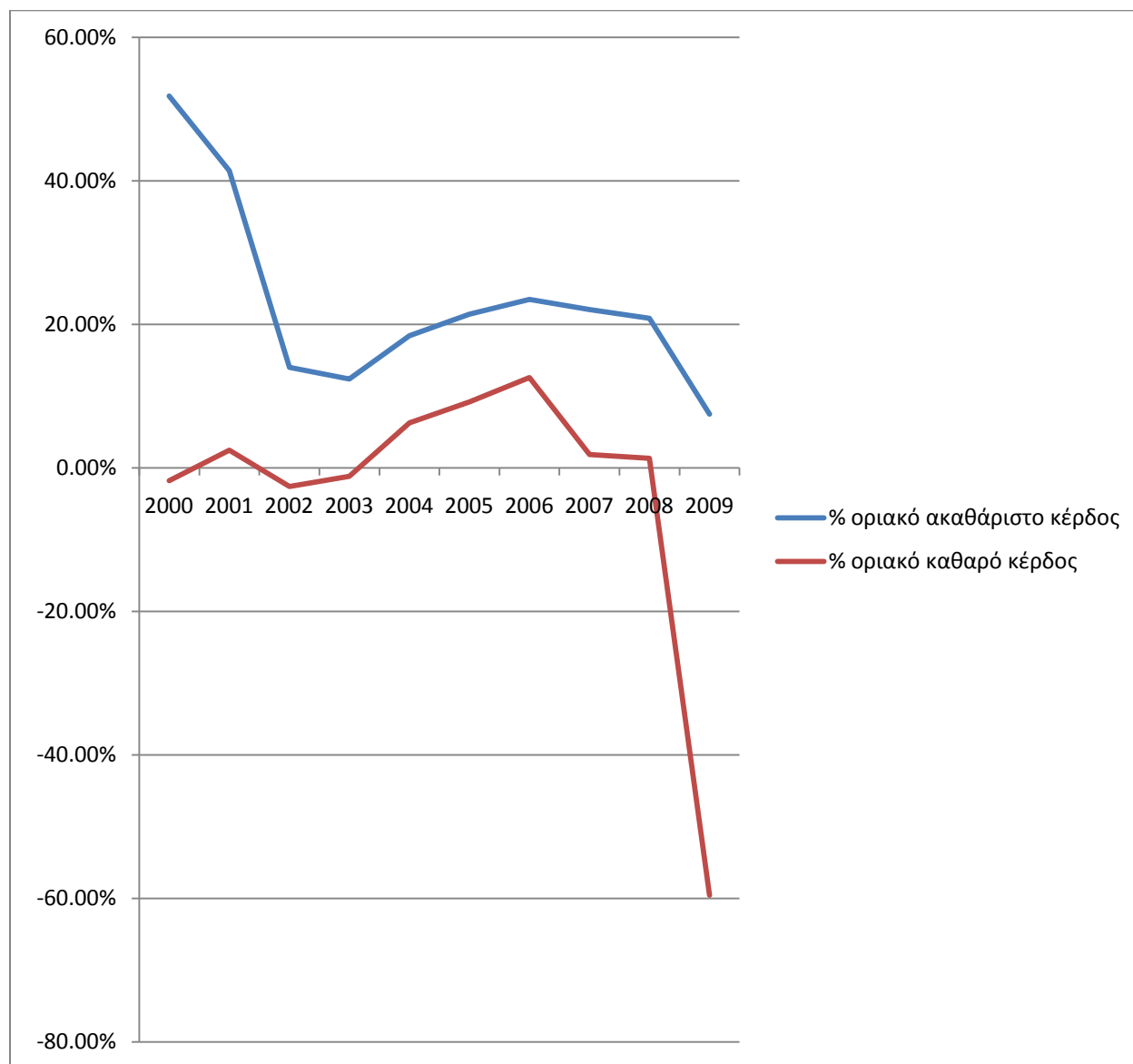
Θεωρούμε ότι κάποιοι από τους σημαντικότερους δείκτες που απορρέουν από την Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης είναι η διακύμανση των οριακών κερδών, καθαρού και ακαθάριστου.

Το οριακό ακαθάριστο κέρδος, είναι ο δείκτης που καταδεικνύει τι ποσοστό των εσόδων μένει στην εταιρία αφού αφαιρεθεί το κόστος πωληθέντων. Το ποσοστό αυτό μπορεί να υποδείξει κατά πόσο η τεχνολογία και τα υλικά των φωτοβολταϊκών έχουν γίνει περισσότερο ή λιγότερο οικονομικά κατά τη διάρκεια της τελευταίας πενταετίας.

Το οριακό καθαρό κέρδος δείχνει το ποσοστό των εσόδων το οποίο μένει ως κέρδος για την επιχείρηση έχοντας αφαιρέσει όλα τα έξοδα και τους φόρους.

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Στο παρακάτω διάγραμμα παριστάνεται η πορεία των οριακών κερδών κατά την περασμένη δεκαετία για την αθροιστική ΚΑΧ:



Γράφημα 3.10

• ΣΧΟΛΙΑ

Από τις Καταστάσεις Αποτελεσμάτων Χρήσης διαπιστώνουμε κάποια χρήσιμα συμπεράσματα για την οικονομική πορεία του κλάδου συνολικά, των εταιρειών ατομικά αλλά και τη μεταξύ τους σύγκριση.

Τα έσοδα δείχνουν κατά πόσο οι καταναλωτές στρέφονται σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας και στην περίπτωση μας στα φωτοβολταϊκά. Είναι, με άλλα λόγια, μία ένδειξη του βαθμού της εμπιστοσύνης που δείχνουν οι Ευρωπαίοι για την σχετικά νέα αυτή τεχνολογία.

Συγκεκριμένα, για τα Έσοδα παρατηρούμε ότι σε όλες τις εταιρείες υπάρχει έντονη αυξητική τάση στη διάρκεια της δεκαετίας πριν το 2008, με τη Solarworld να ξεκινά με πλεονέκτημα. Οι πωλήσεις της Solon εκτοξεύονται από το 2003 (37.74χιλιάδες€) στο 2004 στα 103.55χιλιάδες € όπως και την Q-cells στην ίδια περίοδο. Όλες οι εταιρείες αυξάνουν τα έσοδα τους χρόνο με το χρόνο, κάποιες φορές υπερδιπλασιάζοντας ή ακόμα και τριπλασιάζοντας τα, με χαρακτηριστικό το παραπάνω παράδειγμα της Solon αλλά και της Solarworld με αύξηση από 16,41χιλιάδες€ το 2000 σε 82χιλιάδες€ το 2001. Όμως, παρατηρούνται και κάποιες διακυμάνσεις, καθώς για παράδειγμα η Conergy από 752.16 χιλιάδες€ που είχε το 2006 έπεσε στα 705,53χιλιάδες€ το 2007 αλλά και η Solarworld το 2002 είχε 108.9χιλιάδες€ και έπεσε στα 98.50χιλιάδες€ το 2003.

Όμως, από το 2008 στο 2009 η προηγούμενη τάση ανόδου αντιστρέφεται ραγδαία. Για την Conergy παρατηρείται πολύ σημαντική μείωση, αφού έπεσε σε επίπεδα χαμηλότερα ακόμα και από το 2006, καθώς το 2008 τα έσοδα της ανέρχονταν σε 1006,2χιλιάδες€ και το 2009 σχεδόν υποδιπλασιάστηκαν σε 600.9χιλιάδες€. Η εταιρεία Solon μοιάζει να υπέστη τη μεγαλύτερη ζημία καθώς τα έσοδά της μειώθηκαν κάτω από το μισό, από 815.1χιλιάδες€ στα 354.41χιλιάδες€. Η Q-cells, πρωτοπόρος μέχρι εκείνη τη στιγμή, χάνει πολλή από τη δύναμη της καθώς από 1.251,3χιλιάδες€ το 2008, φτάνει στα επίπεδα των 800χιλιάδων€ πηγαίνοντας την πίσω και από το 2007.

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Η μοναδική εταιρεία που δεν υπέστη μείωση στην περίοδο 2008-2009 είναι η Solarworld, η οποία μάλιστα αύξησε πολύ τα έσοδα της, από 900.31χιλιάδες€ στα 1012.58χιλιάδες€. Βέβαια να σημειωθεί ότι δεν ακολούθησε τον ίδιο ρυθμό αύξησης που είχε ως τότε, δηλαδή αυξήθηκαν μεν τα έσοδα αλλά με μικρότερο ρυθμό καθώς από το 2007 στο 2008 αυξήθηκε από 689,59 χιλιάδες€ σε 900,31χιλιάδες€.

Πάντως η μείωση των εσόδων των τριών εταιρειών δικαιολογείται απόλυτα αφού το 2008 ξεκίνησε η οικονομική κρίση, επηρεάζοντας τις εταιρείες και μειώνοντας τη δύναμη τους. Ακόμα και η Solarworld που δεν υπέστη μείωση, επηρεάστηκε από αυτήν καθώς πιθανότατα απώσεως της κρίσης να είχε μεγαλύτερη αύξηση στα έσοδα της, όπως καταδεικνύει η μέχρι τότε πορεία της. Ανάλογη, με ορισμένες διακυμάνσεις είναι και η πορεία των υπόλοιπων μεγεθών της κατάστασης αποτελεσμάτων χρήσης, από τα οποία θα επικεντρωθούμε στα σημαντικότερα.

Τα κέρδη προ φόρων και τόκων (EBIT) για την Conergy ακολουθούν ανοδική πορεία ως το 2006 οπότε παρατηρείται μια μικρή μείωση και το 2007 οπότε πέφτουν κατακόρυφα σε ζημία -199.15 χιλιάδες€. Η αρχή της κρίσης φαίνεται να επιβαρύνει την ήδη δύσκολη κατάσταση με αποτέλεσμα η εταιρεία το 2008 να φτάνει στα -215.80χιλιάδες€. Όμως τελικά το 2009 η εταιρεία κατορθώνει να ανακόψει αυτή την άσχημη πορεία μειώνοντας τις πωλήσεις της όπως είδαμε παραπάνω, ώστε να μειωθεί και το έλλειμμα στα -43,5 χιλιάδες€. Το «αγκάθι» της εταιρείας φαίνεται να ήταν τα λειτουργικά της έξοδα τα οποία συχνά ξεπερνούσαν τα έσοδα. Μάλιστα το 2008 τα λειτουργικά έξοδα έφτασαν στα 1200,2 χιλιάδες€. Έτσι η εταιρεία κατέληγε με έλλειμμα. Πιθανότατα δηλαδή η μείωση των πωλήσεων έγινε εσκεμμένα ώστε να μειωθούν και τα λειτουργικά έξοδα με σκοπό τη μείωση του ελλείμματος. Αυτό είναι ένα δείγμα στρατηγικής το οποίο φαίνεται να απέδωσε στην αντιμετώπιση μιας κρίσιμης κατάστασης, σε αντίθεση με την Q-cells που θα δούμε παρακάτω.

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Η ίδια ακριβώς εικόνα παρουσιάζεται και για τα κέρδη προ φόρων αλλά και στα συνολικά κέρδη, με την εταιρία να καταλήγει το 2009 σε ζημία -79,9 χιλιάδες€, πολύ καλύτερα από το 2008 που είχε ζημία μεγαλύτερη από τετραπλάσια.

Για την Q-Cells η εικόνα είναι αρκετά διαφορετική. Τα λειτουργικά της έξοδα πριν το 2009 δεν είχαν ποτέ ξεπεράσει τα έσοδα της, κάτι το οποίο συνέβη το 2009. Η εταιρεία έως το 2008 είχε συνεχώς αυξανόμενα κέρδη προ φόρων. Όμως το 2009 παρουσιάστηκε μια πραγματικά κατακόρυφη μείωση, από τα 257.5 χιλιάδες€ στα -808,9 χιλιάδες€. Αυτό οφείλεται φυσικά στην οικονομική κρίση, αλλά το μέγεθος της απώλειας δείχνει και την αδράνεια της εταιρείας να ανταποκριθεί στα νέα δεδομένα. Τα κέρδη προ φόρων της εταιρείας αλλά και τα συνολικά ακολουθούν την ίδια πορεία με αποτέλεσμα η Q-cells να έχει ζημία που φτάνει τα -1,356.20 χιλιάδες€ το 2009, ενώ το 2008 είχε έσοδα 190.60 χιλιάδες€. Οι επιπτώσεις της κρίσης αλλά ίσως και άλλοι παράγοντες οδήγησαν την εταιρεία σε μια ιδιαίτερα δυσχερή κατάσταση.

Η Solarworld είναι η μοναδική εταιρεία που δεν φτάνει σε αρνητικά μεγέθη το 2009. Όπως είδαμε και για τα έσοδα της, η πορεία της παρά την κρίση παρέμεινε ανοδική. Βέβαια για τα κέρδη προ φόρων και τόκων (EBIT) παρατηρείται μείωση από το 2008 στο 2009 ενώ μέχρι τότε ήταν συνεχώς αυξανόμενα, ενώ τα συνολικά κέρδη της εταιρείας το 2009 μειώνονται σε 58.97 χιλιάδες€ από 148.68 χιλιάδες€ που ήταν το 2008. Πάντως, ανεξαρτήτως της μείωσης η solarworld είναι η μόνη υγιής εταιρία για το 2009, έχοντας κέρδη και όχι ζημία. Να σημειωθεί τέλος ότι τα λειτουργικά της έξοδα διατηρούνται πάντα σε επίπεδα ικανοποιητικά σε σχέση με τα έσοδα της.

Η solon φαίνεται από όλα τα στοιχεία της KAX να είναι η πιο αδύναμη εταιρεία. Είχε στα πρώτα χρόνια αρνητικά κέρδη και άρχισε να ορθοποδεί το 2004, με σχετικά ανοδική πορεία ως το 2008 αλλά χαμηλά κέρδη. Το 2009 η επιχείρηση φάνηκε να βυθίζεται στη ζημία -271.65 χιλιάδες€, αφού τα λειτουργικά της έξοδα ήταν μεγαλύτερα από τα έσοδα της.

Συνολικά πάντως από τη σύγκριση των στοιχείων των τεσσάρων εταιρειών προκύπτει ότι η Solon είναι εκείνη με τα πιο χαμηλά νούμερα, το χαμηλότερο τζίρο και γενικά την πιο αδύναμη εικόνα παρόλο που πρέπει να σημειώσουμε ότι η πορεία της ήταν ανοδική πριν την κρίση. Η solarworld είναι η εταιρία που μοιάζει να κερδίζει έδαφος όλο και περισσότερο καθώς δεν πτοήθηκε ούτε από την κρίση, ενώ ξεκίνησε από χαμηλό τζίρο και τα τελευταία χρόνια ισχυροποιήθηκε ιδιαίτερα, όντας πρωτοπόρος και μοναδική κερδοσμένη το 2009. Η conergy φαίνεται πως ακολούθησε μια διαφορετική στρατηγική αφού ενώ σε όλη τη δεκαετία είχε αυξημένα έσοδα σε σχέση με τις άλλες, τα λειτουργικά της έξοδα κυμαίνονταν σε υψηλά επίπεδα με αποτέλεσμα τα τελικά έσοδα της να παραμένουν χαμηλά ή ακόμα και να αποτελούν ζημία. Τέλος η Qcells ήταν από τις πιο ανταγωνιστικές στη διάρκεια αυτής της δεκαετίας και μέχρι το 2008 ήταν πρώτη στα κέρδη, όμως φαίνεται πως η οικονομική κρίση την επηρέασε ιδιαίτερα.

Κρίνοντας τώρα τόσο από την αθροιστική ΚΑΧ όσο και από τις πορείες ατομικά της κάθε εταιρείας μπορούμε να πούμε ότι εξαιρώντας την περίοδο της κρίσης οπότε και είναι δικαιολογημένη η μείωση των αριθμών, στη διάρκεια της εξεταζόμενης δεκαετίας παρατηρήθηκε μια ακμή στον κλάδο. Η ζήτηση μοιάζει να αυξάνεται συνεχώς καθώς πριν το 2009 τα έσοδα αυξάνονταν και μάλιστα ο ρυθμός αύξησης τους έφτασε το 216,6%. Το ακαθάριστο κέρδος παρουσιάζει αρχικά μια διακύμανση αλλά στη συνέχεια έχει αυξητική τάση μέχρι το 2009 οπότε και μειώνεται. Παρόμοια εικόνα παρουσιάζουν τα κέρδη τα οποία όμως έχουν διακύμανση σε όλη τη διάρκεια της δεκαετίας μα πέραν των πρώτων ετών στη συνέχεια είναι πάντα θετικά. Εξαίρεση βέβαια αποτελεί το 2009 οπότε η μείωση είναι ραγδαία με ζημία στα -1,648.78 χιλιάδες€.

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

• ΙΣΟΛΟΓΙΣΜΟΙ:

	Conergy									
ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ	12/31/09	12/31/08	12/31/07	12/31/06	12/31/05	12/31/04	12/31/03	12/31/02	12/31/01	12/31/00
Ρευστά και Βραχ. Επενδύσεις	52.10	27.70	62.26	24.64	126.94	19.00	6.11	1.55	0.00	0.00
Καθαρές Εισπρακτέες Υποχρεώσεις	144.30	152.60	295.37	426.92	137.98	29.18	6.31	17.40	0.00	0.00
Συνολικά Από-θεματικά	107.50	245.60	342.36	106.50	54.92	16.37	10.91	21.03	0.00	0.00
Άλλα Συνολικά Βραχ. Κεφάλαια	79.1	1.2	26.233	0	1.496	0.10	2.32	0.00	0.00	0.00
Συνολικά Βραχ. Κεφάλαια	383.00	427.10	726.22	559.16	321.46	65.47	26.13	40.22	0.00	0.00
Καθαρά Πάγια Στοιχεία	183.9	204	210.925	63.227	9.899	4.24	1.53	1.104	0	0
Συνολικές Επενδύσεις	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άλλα Κεφάλαια	28.40	30.80	44.63	55.93	13.82	5.67	4.48	3.40	0.00	0.00
Συνολικό Ενεργητικό	603.50	667.20	986.20	680.76	345.33	75.43	32.22	44.74	0.00	0.00

Πίνακας 3.11: Ισολογισμός Conergy-
ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

ΠΑΘΗΤΙΚΟ	12/31/09	12/31/08	12/31/07	12/31/06	12/31/05	12/31/04	12/31/03	12/31/02	12/31/01	12/31/00
Πληρωτέες Υποχρεώσεις	116.50	111.20	282.23	166.96	132.21	28.41	11.75	21.82	0.00	0.00
Βραχ. Χρέος	204.80	230.70	348.60	221.91	5.59	0.25	2.92	0.65	0.00	0.00
Πληρωτέοι Φόροι Εισοδήματος	0.6	2.1	10.775	30.77	39.267	11.91	2.63	0.00	0.00	0.00
Άλλες Βραχ. Υποχρεώσεις	84.20	61.00	101.63	61.28	14.21	8.98	5.56	17.56	0.00	0.00
Συνολικές Βραχ. Υποχρεώσεις	406.10	418.70	743.24	480.93	191.28	406.10	22.86	40.03	0.00	0.00
Μακρ. Χρέος	88.80	86.50	120.03	1.79	0.29	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
Άλλες Υποχρεώσεις	2.50	2.60	13.06	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00
Συνολικές Μακροπρ. Υποχρεώσεις	81.40	51.70	117.81	15.97	2.73	-350.71	-0.37	-3.33	0.00	0.00
Συνολικές Υποχρεώσεις	487.50	470.40	861.05	496.90	194.00	55.39	22.49	36.70	0.00	0.00
Ιδία Κεφάλαια										
Μειοψηφικά δικαιώματα	0.00	-0.60	0.67	1.43	0.85	0.14	0.55	0.14	0.00	0.00
Προνομιούχες Μετοχές	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κοινό Μετοχικό Κεφάλαιο	116.00	197.40	124.48	182.43	150.48	19.90	9.19	7.89	0.00	0.00
Παρακρατηθέντα Κέρδη	-604.80	-524.90	-219.64	65.37	38.16	9.59	-1.42	-1.79	0.00	0.00
Συνολικά Ιδία Κεφάλαια	-488.80	-328.10	-94.49	249.23	189.49	29.64	8.31	6.24	0.00	0.00
Συνολικό Παθητικό	603.50	667.20	986.20	680.76	345.33	75.43	32.22	44.74	0.00	0.00

Πίνακας 3.12: Ισολογισμός Conergy-
ΠΑΘΗΤΙΚΟ

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

	Q-Cells									
ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ	12/31/09	12/31/08	12/31/07	12/31/06	12/31/05	12/31/04	12/31/03	12/31/02	12/31/01	12/31/00
Ρευστά και Βραχ. Επενδύσεις	413.90	181.90	607.30	179.59	233.15	2.53	1.40	0.02	0.00	0.00
Καθαρες Εισπρακτέες Υποχρεώσεις	284.90	333.70	184.00	97.87	44.47	27.16	10.35	6.28	0.00	0.00
Συνολικά Αποθεματικά	302.10	216.80	94.40	78.73	49.89	14.70	12.70	3.94	0.00	0.00
Άλλα Συνολικά Βραχ. Κεφάλαια	7.7	13.4	2.8	1.6095	2.05	1.05	0.86	0.04	0.00	0.00
Συνολικά Βραχ. Κεφάλαια	1,011.40	745.80	888.50	357.80	329.56	45.43	25.31	10.29	0.00	0.00
Καθαρά Πάγια Στοιχεία	843.6	664.6	366.4	144.1469	99.6418	66.4248	27.1132	15.1198	0	0
Συνολικές Επενδύσεις	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άλλα Κεφάλαια	14.70	52.30	94.40	71.77	13.38	0.61	0.20	0.42	0.00	0.00
Συνολικό Ενεργητικό	2,140.70	2,826.60	2,588.30	634.47	456.06	113.50	52.62	25.93	0.00	0.00

Πίνακας 3.13- Ισολογισμός Q-Cells-
ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

ΠΑΘΗΤΙΚΟ	12/31/09	12/31/08	12/31/07	12/31/06	12/31/05	12/31/04	12/31/03	12/31/02	12/31/01	12/31/00
Πληρωτέες Υποχρεώσεις	99.80	79.70	64.60	44.35	24.63	8.65	7.46	3.78	0.00	0.00
Βραχ. Χρέος	63.50	227.30	11.40	8.88	16.75	7.18	10.09	6.51	0.00	0.00
Πληρωτέοι Φόροι Εισοδήματος	20.5	0	26.7	16.3534	14.4889	5.77	0.08	0.00	0.00	0.00
Άλλες Βραχ. Υποχρεώσεις	323.40	66.10	87.80	42.14	12.68	2.83	2.41	0.31	0.00	0.00
Συνολικές Βραχ. Υποχρεώσεις	515.80	386.70	201.10	117.57	72.50	515.80	20.93	11.04	0.00	0.00
Μακρ. Χρέος	852.10	438.40	419.30	23.09	31.83	31.15	8.98	6.67	0.00	0.00
Άλλες Υποχρεώσεις	31.70	32.20	56.60	11.31	0.00	0.00	0.00	1.57	0.00	0.00
Συνολικές Μακροπρ. Υποχρεώσεις	823.40	474.80	487.40	44.31	32.48	-457.51	9.50	7.54	0.00	0.00
Συνολικές Υποχρεώσεις	1,339.20	861.50	688.50	161.88	104.97	58.29	30.43	18.57	0.00	0.00
Ιδία Κεφάλαια										
Μειοψηφικά δικαιώματα	4.70	29.70	10.90	13.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Προνομιούχες Μετοχές	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κοινό Μετοχικό Κεφάλαιο	732.30	1,847.00	1,822.90	426.31	321.26	35.14	10.33	0.82	0.00	0.00
Παρακρατηθέντα Κέρδη	319.30	442.10	252.40	104.03	44.11	12.64	1.74	-1.27	0.00	0.00
Συνολικά Ιδία Κεφάλαια	1,056.30	2,318.80	2,086.20	544.00	365.37	47.77	12.07	-0.45	0.00	0.00
Συνολικό Παθητικό	2,140.70	2,826.60	2,588.30	634.47	456.06	113.50	52.62	25.93	0.00	0.00

Πίνακας 3.14: Ισολογισμός Q-Cells-
ΠΑΘΗΤΙΚΟ

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

	Solarworld									
ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ	12/31/09	12/31/08	12/31/07	12/31/06	12/31/05	12/31/04	12/31/03	12/31/02	12/31/01	12/31/00
Ρευστά και Βραχ. Επενδύσεις	509.69	836.10	790.72	303.23	118.14	27.00	20.14	13.72	44.59	52.02
Καθαρές Εισπρακτέες Υποχρεώσεις	218.40	91.43	125.69	94.55	23.16	17.10	22.68	20.62	17.09	10.18
Συνολικά Αποθεματικά	598.15	523.77	350.05	241.99	84.92	46.70	57.29	48.91	36.63	3.60
Άλλα Συνολικά Βραχ. Κεφάλαια	2.34	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29
Συνολικά Βραχ. Κεφάλαια	1,334.39	1,453.17	1,270.01	641.90	226.80	91.30	100.61	83.49	98.86	66.18
Καθαρά Πάγια Στοιχεία	787.536	575.406	349.602	290.646	178.445	145.8	130.466	113.788	83.923	0.353149814
Συνολικές Επενδύσεις	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άλλα Κεφάλαια	38.13	34.43	44.41	34.50	34.47	34.90	35.26	36.38	25.78	0.15
Συνολικό Ενεργητικό	2,211.15	2,093.55	1,685.65	986.42	444.30	272.60	266.47	234.17	209.48	117.25

Πίνακας 3.15: Ισολογισμός Solarworld – ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

ΠΑΘΗΤΙΚΟ	12/31/09	12/31/08	12/31/07	12/31/06	12/31/05	12/31/04	12/31/03	12/31/02	12/31/01	12/31/00
Πληρωτέες Υποχρεώσεις	83.94	70.41	32.31	31.91	25.31	14.30	5.86	13.43	18.39	0.65
Βραχ. Χρέος	38.92	24.14	20.44	50.96	14.61	25.30	52.21	41.75	21.52	4.30
Πληρωτέοι Φόροι Εισοδήματος	25.218	20.219	15.171	20.266	24.136	8.20	0.45	0.03	0.84	0.00
Άλλες Βραχ. Υποχρεώσεις	84.10	71.22	42.46	30.23	22.08	12.00	14.74	7.06	3.71	0.08
Συνολικές Βραχ. Υποχρεώσεις	232.18	185.99	110.38	133.37	86.14	232.18	73.27	62.27	44.46	5.04
Μακρ. Χρέος	738.30	673.00	611.02	112.58	55.00	41.80	51.26	36.76	31.39	21.73
Άλλες Υποχρεώσεις	262.95	294.89	201.38	75.43	20.42	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Συνολικές Μακροπρ. Υποχρεώσεις	1,045.23	987.64	828.79	198.62	84.63	-122.58	52.11	41.28	35.64	22.60
Συνολικές Υποχρεώσεις	1,277.41	1,173.63	939.18	331.99	170.77	109.60	125.37	103.55	80.10	27.64
Ιδία Κεφάλαια										
Μειοψηφικά δικαιώματα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.54	0.00
Προνομιούχες Μετοχές	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κοινό Μετοχικό Κεφάλαιο	865.46	841.08	691.55	597.32	217.06	124.50	107.54	109.99	103.43	89.62
Παρακρατηθέντα Κέρδη	468.77	426.56	293.52	191.43	67.85	18.10	1.08	3.55	9.64	2.85
Συνολικά Ιδία Κεφάλαια	1,334.23	1,267.63	985.06	788.75	284.91	142.60	108.62	113.54	126.61	92.47
Συνολικό Παθητικό	2,211.15	2,093.55	1,685.65	986.42	444.30	272.60	266.47	234.17	209.48	117.25

Πίνακας 3.16: Ισολογισμός Solarworld – ΠΑΘΗΤΙΚΟ

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

	Solon									
ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ	12/31/09	12/31/08	12/31/07	12/31/06	12/31/05	12/31/04	12/31/03	12/31/02	12/31/01	12/31/00
Ρευστά και Βραχ. Επενδύσεις	60.70	4.35	149.90	9.44	14.13	4.67	0.28	0.70	0.39	0.20
Καθαρες Εισπρακτέες Υποχρεώσεις	148.42	294.35	191.19	93.21	60.48	19.99	11.03	6.76	3.26	2.46
Συνολικά Αποθεματικά	97.63	185.00	161.19	102.93	31.38	12.02	6.46	3.23	5.12	5.94
Άλλα Συνολικά Βραχ. Κεφάλαια	8.029	0.828	2.482	12.83	0.674	0.00	0.49	0.14	0.29	0.62
Συνολικά Βραχ. Κεφάλαια	314.78	484.53	504.76	218.68	106.89	36.68	18.26	10.84	9.06	9.22
Καθαρά Πάγια Στοιχεία	150.48	189.666	57.291	19.563	16.026	12.265	4.741	4.104	2.358	1.822683
Συνολικές Επενδύσεις	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άλλα Κεφάλαια	61.79	69.03	55.02	28.89	14.77	1.16	1.37	1.67	2.02	2.16
Συνολικό Ενεργητικό	631.52	899.61	761.43	325.05	175.00	51.57	24.51	18.70	13.44	13.21

Πίνακας 3.17: Ισολογισμός Solon –
ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

ΠΑΘΗΤΙΚΟ	12/31/09	12/31/08	12/31/07	12/31/06	12/31/05	12/31/04	12/31/03	12/31/02	12/31/01	12/31/00
Πληρωτέες Υποχρεώσεις	53.33	90.87	63.98	50.09	18.65	9.82	13.62	7.70	0.00	0.00
Βραχ. Χρέος	205.75	192.30	35.60	80.24	24.27	0.97	5.64	6.84	6.33	3.65
Πληρωτέοι Φόροι Εισοδήματος	9.274	11.935	13.503	5.644	3.674	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Άλλες Βραχ. Υποχρεώσεις	41.25	13.89	49.68	29.76	9.93	1.01	2.10	0.79	3.25	3.39
Συνολικές Βραχ. Υποχρεώσεις	313.05	308.99	162.77	165.74	56.52	313.05	21.37	15.33	9.57	7.04
Μακρ. Χρέος	203.54	197.23	229.74	41.30	42.62	2.34	2.07	0.00	0.00	0.04
Άλλες Υποχρεώσεις	0.51	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	2.50	0.84
Συνολικές Μακροπρ. Υποχρεώσεις	208.11	214.89	235.61	43.23	41.23	-296.20	3.11	1.76	2.50	0.87
Συνολικές Υποχρεώσεις	521.16	523.87	398.38	208.97	97.75	16.84	24.48	17.09	12.07	7.91
Ιδία Κεφάλαια										
Μειοψηφικά δικαιώματα	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Προνομιούχες Μετοχές	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κοινό Μετοχικό Κεφάλαιο	110.37	375.74	363.06	116.10	77.26	34.29	0.02	1.61	1.37	5.29
Παρακρατηθέντα Κέρδη	-173.13	98.52	64.94	27.47	13.06	-1.55	-4.93	-3.35	-5.71	-8.01
Συνολικά Ιδία Κεφάλαια	-62.76	474.26	427.99	143.55	90.31	32.75	-4.90	-1.73	-4.35	-2.72
Συνολικό Παθητικό	631.52	899.61	761.43	325.05	175.00	51.57	24.51	18.70	13.44	13.21

Πίνακας 3.18- Ισολογισμός Solon –
ΠΑΘΗΤΙΚΟ

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Αθροιστικός Ισολογισμός

Αθροιστικός Ισολογισμός	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
Τρέχοντα Κεφάλαια	3,043.57	3,110.60	3,389.50	1,777.53	984.71	238.88	170.31	144.83	107.92	75.40
Πάγια Στοιχεία	1,965.52	1,633.67	984.22	517.58	304.01	228.73	163.85	134.12	86.28	2.18
Άλλα Μακρ. Κεφάλαια	143.02	186.57	238.46	191.09	76.44	42.33	41.31	41.86	27.80	2.31
Ενεργητικό	5,586.88	6,486.96	6,021.58	2,626.70	1,420.69	513.10	375.82	323.53	222.92	130.46
Ίδια Κεφάλαια	1,838.97	3,732.59	3,404.76	1,725.54	930.07	252.76	124.11	117.60	122.26	89.75
Βραχ. Υποχρεώσεις	1,467.12	1,300.37	1,217.49	897.60	406.43	1,467.12	138.43	128.66	54.03	12.08
Μακρ. Υποχρεώσεις	2,158.14	1,729.03	1,669.62	302.13	161.06	(1,227.00)	64.34	47.25	38.14	23.47
Συνολικές Υποχρεώσεις	3,625.27	3,029.40	2,887.11	1,199.73	567.49	240.12	202.77	175.91	92.16	35.55
Παθητικό	5,586.88	6,486.96	6,021.58	2,626.70	1,420.69	513.10	375.82	323.53	222.92	130.46
δείκτης ξένων προς συνολικά κεφάλαια	0.65	0.47	0.48	0.46	0.40	0.47	0.54	0.54	0.41	0.27

Πίνακας 3.19 - Ισολογισμός αθροιστικά

Ας δούμε γραφικά πώς αναπαρίσταται το ενεργητικό στον αθροιστικό ισολογισμό:



Γράφημα 3.20

Από τους ισολογισμούς, όπως και από τις ΚΑΧ, παρατηρώντας την πορεία των στοιχείων στη διάρκεια της δεκαετίας το γενικό συμπέρασμα είναι ότι η ανοδική πορεία που ακολουθούσαν διακόπηκε με την εμφάνιση της οικονομικής κρίσης. Ας δούμε όμως πιο αναλυτικά.

Ο ισολογισμός, είναι μία οικονομική κατάσταση, που παρουσιάζει την οικονομική θέση της επιχείρησης, τι κατέχει η επιχείρηση και τι χρωστάει. Το Παθητικό απεικονίζει τις πηγές προέλευσης των κεφαλαίων που διαχειρίζεται, συνεπώς πού αυτή χρωστά και το Ενεργητικό το πώς αυτά είναι επενδεδυμένα, πού έχει τοποθετήσει η επιχείρηση αυτά τα χρήματα.

Το ενεργητικό μιας επιχείρησης ισούται με το παθητικό& την καθαρή θέση και ουσιαστικά υποδηλώνει το πόσο μεγάλη είναι η επιχείρηση, το πόσο επεκτείνεται ή συρρικνώνεται από χρόνο σε χρόνο. Έτσι, μια πιθανή αύξηση του ενεργητικού είναι θετικό στοιχείο. Σημαντικό ρόλο για την οικονομική ευημερία μιας επιχείρησης παίζει η όσο το δυνατόν πιο ακριβής αντιστοιχία των μακροπρόθεσμων απαιτήσεων που είναι και οι βασικές επενδύσεις της Επιχείρησης (κτίρια, μηχανήματα) με τις μακροπρόθεσμες υποχρεώσεις.

Για την conergy παρατηρείται, με μια μικρή εξαίρεση το 2002, αύξηση στο ενεργητικό και μάλιστα συχνά με μεγάλο ρυθμό, όπως για παράδειγμα από το 2004 στο 2005 οπότε από 75,43χιλιάδες€ έφτασε στα 345.33 χιλιάδες€. Αυτό σημαίνει ότι η εταιρεία εκείνη την περίοδο επεκτείνεται. Αυτά όμως ισχύουν μέχρι το 2007 οπότε φτάνει στο peak του 986.20χιλιάδες€, για να χάσει δύναμη στην πορεία καταλήγοντας το 2009 στα 603,5 χιλιάδες€. Τα πάγια στοιχεία της που με αργούς ρυθμούς αυξάνονται ως το 2007, στη συνέχεια μειώνονται φανερώνοντας την πιθανή πώληση τους για κάλυψη οικονομικών αναγκών μια που, όπως αναφέραμε η Conergy βίωσε έντονο πρόβλημα ρευστότητας με συνεχείς ζημιές από το 2007.

Παράλληλα οι υποχρεώσεις της επιχείρησης είναι αυξημένες, πιο υψηλές από τα ίδια κεφάλαια στη διάρκεια όλης της δεκαετίας. Ανάλογο συμπέρασμα προέκυψε για την Conergy και από την ΚΑΧ, αφού είδαμε ότι τα λειτουργικά της έξοδα ήταν πολύ αυξημένα, με αποτέλεσμα παρόλο που είχε μεγάλα έσοδα τελικά να μην κατορθώνει να αποκτά κέρδη.

Για την Q-Cells έχουμε στο ενεργητικό παρόμοια πορεία με συνεχή αύξηση και μάλιστα από το 2004 στο 2005 τετραπλασιάζεται, ενώ τα μεγέθη εδώ είναι σαφώς μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα της Conergy, με peak στο 2008 στα 2,826.60χιλιάδες€. Το 2009 και λόγω της οικονομικής κρίσης που όπως είδαμε στην ΚΑΧ εκείνο το έτος επηρέασε ιδιαίτερα την εταιρία, παρατηρείται κάμψη στα 2,140.70χιλιάδες€. Τα πάγια της εταιρείας παρουσιάζουν συνεχή αύξηση ακόμα και το έτος 2009. Τα ίδια κεφάλαια από το 2005 και μετά ήταν μεγαλύτερα από τις συνολικές υποχρεώσεις, με εξαίρεση το 2009 που οι υποχρεώσεις αυξήθηκαν πολύ.

Για τη solarworld εξάγεται το ίδιο συμπέρασμα που είδαμε και από τις ΚΑΧ. Πρόκειται για τη μόνη εταιρεία που είναι επικερδής και έχει συνεχώς αύξηση στο ενεργητικό της παρά την κρίση με peak το 2009 και 2.211.15 χιλιάδες€. Η εταιρεία μάλιστα αυξάνει τα πάγια στοιχεία της αλλά και τα ίδια κεφάλαια. Η solon όπως είδαμε και στην ΚΑΧ είναι αδύναμη εταιρεία και αυτό φαίνεται και από τα χαμηλά μεγέθη στον ισολογισμό της. Το ενεργητικό της αυξάνεται με peak στα 899.61χιλιάδες€ το 2008 και στη συνέχεια το 2009 χάνει από τη δύναμη της, ενώ και τα πάγια της μειώνονται την ίδια χρονιά.

- ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ 4 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ

Γενικά η πρόβλεψη για το μέλλον των οικονομικών στοιχείων των επιχειρήσεων αποτελεί ένα δύσκολο εγχείρημα και ταυτόχρονα αρκετά υποκειμενικό. Για να πραγματοποιηθεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο μια όσο γίνεται πιο ακριβής προσέγγιση θα χρησιμοποιήσουμε δύο διαφορετικές μεθόδους πρόβλεψης.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΘΗΤΑ

Η πρώτη προσέγγιση θα στηριχθεί στις παραδοχές του μαθήματος Τεχνικές Προβλέψεων. Από όλες τις διδασκόμενες μεθόδους, καθεμιά έχει άλλα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, μα εκείνη που φαίνεται πιο άρτια και

αποτελεσματική αλλά και πιο δύσκολη στην εφαρμογή της είναι η μέθοδος Theta (Assimakopoulos et.al.1999,2000) την οποία και θα χρησιμοποιήσουμε.

Η μέθοδος Theta είναι μια μονοδιάστατη μέθοδος πρόβλεψης που χρησιμοποιεί τη μεταβολή των τοπικών καμπυλοτήτων μιας χρονοσειράς μέσα από την παράμετρο θ (Theta), η οποία εφαρμόζεται απευθείας στις διαφορές δεύτερης τάξης των δεδομένων (σύμφωνα με τον ορισμό του μαθήματος Τεχνικές Προβλέψεων).

Η χρονοσειρά που προκύπτει διατηρεί τη μέση τιμή και την κλίση της αρχικής χωρίς όμως τις τοπικές καμπυλότητες, με αποτέλεσμα να αποτελούν καλύτερη προσέγγιση της μακροπρόθεσμης συμπεριφοράς των δεδομένων ή να τονίζουν τα βραχυπρόθεσμα χαρακτηριστικά.

Η διαδικασία για την εφαρμογή της μεθόδου είναι η ακόλουθη:

Αρχικά, στις χρονοσειρές παρατηρείται special event & action, δηλαδή υπάρχει φανερή διαφορά επιπέδου στα δεδομένα, ασυνήθιστες τιμές βάσει του αρχικού επιπέδου των δεδομένων. Πρόκειται για την περίοδο 2009 οπότε και παρατηρείται αισθητή πτώση σε όλες τις τιμές. Είναι προφανές ότι το SEA είναι η οικονομική κρίση. Θα παράγουμε πρόβλεψη αφού πρώτα το SEA εξαλειφθεί, αφού σε αντίθετη περίπτωση η πρόβλεψη μας θα είναι λανθασμένη. Θα δούμε όμως και τι συμβαίνει εάν υποθέσουμε ότι θα συνεχιστεί η κρίση για τα επόμενα έτη. Στη συνέχεια εξετάζουμε τη χρονοσειρά ως προς την εποχικότητα, με σκοπό να την αποεποχικοποιήσουμε. Αυτή η διαδικασία στην περίπτωση που εξετάζουμε δε χρειάζεται εφόσον τα δεδομένα είναι ετήσια και δεν υπάρχει κάποια επαναλαμβανόμενη εποχικότητα ανάλογα με την περίοδο.

Στη συνέχεια πραγματοποιούμε αποσύνθεση στη χρονοσειρά, σε δύο γραμμές, τη Thetaline0 και τη Thetaline2, οι οποίες προκύπτουν με ως εξής:

Αρχικά έχουμε τη γραμμή Y, που αποτελεί τη χρονοσειρά των δεδομένων, και τη γραμμή X που είναι οι περίοδοι, όπως φαίνεται με κόκκινο χρώμα στον παρακάτω πίνακα. Υπολογίζουμε το μέσο όρο του X και Y (average data, average period). Η γραμμή A προκύπτει από την αφαίρεση του μέσου όρου των περιόδων από την

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

αντίστοιχη περίοδο, δηλαδή του μέσου όρου των X από το αντίστοιχο X . Όμοια και η γραμμή B , αλλά με δεδομένο το Y . Η επόμενη κίνηση είναι η κατασκευή της γραμμής $A*B$ που αποτελείται από το γινόμενο των παραπάνω στοιχείων. Έτσι η εικόνα που έχουμε ως τώρα είναι η ακόλουθη:

average period	4												
average data	496.36												
Y							1,006.2	705.53	752.16	530.17	284.83	122.38	73.24
X	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
A=x-xmeanx							3.00	2.00	1.00	0.00	-1.00	-2.00	-3.00
B=y-meany							509.84	209.17	255.80	33.81	-211.53	-373.98	-423.12
A*B							1529.52	418.34	255.8	0	211.53	747.96	1269.4

Πίνακας 3.21

Στη συνέχεια υπολογίζουμε το άθροισμα των στηλών της γραμμής $A*B$, στο οποίο κάνουμε αποκοπή, έστω K (κόβουμε τα ψηφία μετά το ακέραιο μέρος, χωρίς στρογγυλοποίηση).

Κατασκευάζουμε τη γραμμή A^2 που αποτελείται από τα στοιχεία της γραμμής A υψωμένα στο τετράγωνο και βρίσκουμε το άθροισμα τους, έστω Λ . Από αυτά, υπολογίζουμε το

$$b=K/\Lambda$$

και το

$$a=(\text{average data})-b*(\text{average period})$$

A^2							9	4	1	0	1	4	9
X	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Theta Line0	1920.9	1762.7	1604.4	1446.1	1287.8	1129.5	971.2	812.9	654.6	496.4	338.1	179.8	21.5
Theta Line2							1041.2	598.1	849.7	564	231.6	65	125

Πίνακας 3.22

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

K=sumA*B	4432.501	Trunc K	4432
Λ=Sum A^2	28	B =	158.2857
		A=	-136.784

Πίνακας 3.23

Για τις γραμμές *thetaline0* και *thetaline2* προκύπτουν από τους τύπους:

$$thetaline0 = b * period + a$$

Και

$$thetaline2 = 2 * data - thetaline0$$

Έτσι προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

<i>thetaline0</i>	1920.9	1762.6	1604.4	1446.1	1287.8	1129.5	971.2	812.9	654.6	496.4	338.1	179.8	21.5
<i>thetaline2</i>							1041.2	598.1	849.7	564	231.6	65	125

Πίνακας 3.24

Έτσι η *thetaline0* έχει προεκταθεί κατά τα έτη που επιδιώκουμε να προβλέψουμε με μια απλή γραμμική παλινδρόμηση. Για να επεκταθεί και η *thetaline2* θα πραγματοποιήσουμε απλή εκθετική εξομάλυνση (SES). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί ως πρώτο όρισμα είτε το μέσο όρο κάποιων παρατηρήσεων είτε κάποια αυθαίρετη τιμή, σύμφωνα με τα δεδομένα και την κρίση μας. Εδώ θα χρησιμοποιήσουμε το μέσο όρο των τριών πρώτων παρατηρήσεων της *thetaline2*. Οι υπόλοιποι όροι της χρονοσειράς θα προκύψουν αναδρομικά με βάση τον τύπο:

$$SES(n) = \alpha' * thetaline2(n - 1) + (1 - \alpha') * SES(n - 1)$$

Όπου α' η παράμετρος της εκθετικής εξομάλυνσης. Για τον προσδιορισμό αυτής της παραμέτρου διενεργούμε δοκιμές με σκοπό να εντοπίσουμε εκείνη την τιμή που θα δίνει τα πιο ακριβή αποτελέσματα. Για $\alpha'=0$ μέχρι $\alpha'=1$ με κάποιο βήμα που επιλέγουμε, όσο πιο μικρό τόσο το καλύτερο, υπολογίζουμε για κάθε χρονοσειρά τα στοιχεία της εκθετικής εξομάλυνσης για τα έτη που διαθέτουμε δεδομένα. Στη συνέχεια, υπολογίζουμε το μέσο τετραγωνικό σφάλμα που προκύπτει από τον τύπο

$$MSE = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n (Y_i - F_i)^2$$

Όπου εδώ το Y παριστάνει τα δεδομένα της *thetaline2* και το F τα δεδομένα της SES. Στη συνέχεια επιλέγουμε το α' που δίνει το μικρότερο μέσο τετραγωνικό σφάλμα, αφού αυτό θα δώσει και την πιο έγκυρη επέκταση της *thetaline2*. Εμείς θα χρησιμοποιήσουμε βήμα 0.1. Έτσι καταλήγουμε για κάθε χρονοσειρά ποιο είναι το πιο κατάλληλο α' και χρησιμοποιώντας το στους παραπάνω τύπους καταστρώνουμε την γραμμή της εκθετικής εξομάλυνσης. Όπως φαίνεται και από τους τύπους για τη SES χρησιμοποιείται το αμέσως προηγούμενο στοιχείο της *thetaline2*. Όταν λοιπόν τα δεδομένα της *thetaline2* τελειώσουν, χρησιμοποιούμε τη Naïve για να ολοκληρωθεί η SES, δηλαδή συμπληρώνουμε τα στοιχεία που λείπουν όμοια με το τελευταίο στοιχείο της. Έτσι θα προκύψει η επόμενη γραμμή του πίνακα. Με τα δεδομένα που έχουμε ως τώρα χρησιμοποιήσει η τιμή του α' για την οποία το MSE ήταν ελάχιστο είναι το $\alpha'=0.9$. τότε έχουμε:

ses with $\alpha'=0.9$	999.1	999.1	999.1	999.1	999.1	999.1	620.1	817.6	529.1	215.5	71.1	126.5	140.5
------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------

Πίνακας 3.25

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Τώρα από τη σύνθεση με ίσα βάρη των δύο γραμμών theta θα προκύψει η τελική πρόβλεψη:

	13	12	11	10	9	8
theta	1460.002	1380.859	1301.716	1222.573	1143.431	1064.288

Πίνακας 3.26

Με την μέθοδο theta οι προβλέψεις για τα έσοδα, τα καθαρά κέρδη, τα ρευστά& τις βραχυπρόθεσμες επενδύσεις, τα πάγια στοιχεία, τις συνολικές υποχρεώσεις και το ενεργητικό κάθε εταιρείας φαίνονται στους ακόλουθους πίνακες:

conergy	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008
εσοδα	1460	1380.86	1301.7	1222.6	1143.4	1,064.29	1,006.20
Καθαρά Κέρδη	-454.1	-429.32	-404.51	-379.7	-354.9	-330.10	-305.30
Ρευστά και Βραχ. Επενδ	59.65	56.15	52.65	49.15	45.65	42.15	27.70
Καθαρά Πάγια Στοιχεία	320.36	300.964	281.57	262.18	242.79	223.3929	204
Συνολικές Υποχρεώσεις	953.31	892.258	831.2	770.15	709.1	648.04	470.40
Συνολικό Ενεργητικό	1136.5	1058.27	980.06	901.84	823.63	745.41	667.20

Πίνακας 3.27

conergy	2007	2006	2005	2004	2003	2002
εσοδα	705.53	752.16	530.17	284.83	122.38	73.24
Καθαρά Κέρδη	-247.56	30.20	27.80	11.02	0.37	-1.05
Ρευστά και Βραχ. Επενδ	62.26	24.64	126.94	19.00	6.11	1.55
Καθαρά Πάγια Στοιχεία	210.925	63.227	9.899	4.24	1.53	1.104
Συνολικές Υποχρεώσεις	861.05	496.90	194.00	55.39	22.49	36.70
Συνολικό Ενεργητικό	986.20	680.76	345.33	75.43	32.22	44.74

Πίνακας 3.28

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

q sells	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008
εσοδα	1865.6	1763.18	1660.8	1558.4	1456.1	1353.675	1,251.30
Καθαρά Κέρδη	291.85	274.975	258.1	241.23	224.35	207.48	190.60
Ρευστά και Βραχ. Επενδ	482.89	448.353	413.82	379.28	344.75	310.21	181.90
Καθαρά Πάγια Στοιχεία	954.31	906.029	857.74	809.46	761.17	712.8857	664.6
Συνολικές Υποχρεώσεις	1284.5	1214	1143.5	1073	1002.5	932.00	861.50
Συνολικό Ενεργητικό	4310.1	4060.25	3810.4	3560.5	3310.6	3060.677	2,826.60

Πίνακας 3.29

q sells	2007	2006	2005	2004	2003	2002
εσοδα	858.90	539.50	299.37	128.70	48.75	17.29
Καθαρά Κέρδη	148.40	95.85	39.93	12.38	3.01	0.18
Ρευστά και Βραχ. Επενδ	607.30	179.59	233.15	2.53	1.40	0.02
Καθαρά Πάγια Στοιχεία	366.4	144.1469	99.6418	66.4248	27.1132	15.1198
Συνολικές Υποχρεώσεις	688.50	161.88	104.97	58.29	30.43	18.57
Συνολικό Ενεργητικό	2,588.30	634.47	456.06	113.50	52.62	25.93

Πίνακας 3.30

solarworld	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007
εσοδα	1221.7	1168.14	1114.6	1061	1007.4	953.88	900.31	689.59
Καθαρά Κέρδη	193.45	183.747	174.05	164.35	154.65	144.95	135.25	113.26
Ρευστά και Βραχ. Επενδ	1138.7	1088.23	1037.8	987.38	936.95	886.53	836.10	790.72
Καθαρά Πάγια Στοιχεία	750.31	721.156	692.01	662.86	633.71	604.556	575.406	349.602
Συνολικές Υποχρεώσεις	1556.8	1492.92	1429.1	1365.2	1301.3	1,237.49	1,173.63	939.18
Συνολικό Ενεργητικό	2794.3	2677.55	2560.7	2443.9	2327.1	2,210.35	2,093.55	1,685.65

Πίνακας 3.31

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

solarworld	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
εσοδα	515.25	355.97	199.90	98.50	108.90	82.00	16.41
Καθαρά Κέρδη	130.57	51.98	18.10	-5.40	-1.70	8.00	3.45
Ρευστά και Βραχ. Επενδ	303.23	118.14	27.00	20.14	13.72	44.59	52.02
Καθαρά Πάγια Στοιχεία	290.646	178.445	145.8	130.466	113.788	83.923	0.35315
Συνολικές Υποχρεώσεις	331.99	170.77	109.60	125.37	103.55	80.10	27.64
Συνολικό Ενεργητικό	986.42	444.30	272.60	266.47	234.17	209.48	117.25

Πίνακας 3.32

solon	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007
εσοδα	1088.7	1043.14	997.53	951.92	906.31	860.70	815.10	503.08
Καθαρά Κέρδη	49.259	46.5924	43.926	41.259	38.592	35.93	32.73	37.47
Ρευστά και Βραχ. Επενδ	54.165	50.0314	45.898	41.765	37.631	33.50	4.35	149.90
Καθαρά Πάγια Στοιχεία	237.57	229.583	221.6	213.62	205.63	197.6493	189.666	57.291
Συνολικές Υποχρεώσεις	707.82	677.163	646.5	615.85	585.19	554.53	523.87	398.38
Συνολικό Ενεργητικό	1227.2	1172.61	1118	1063.4	1008.8	954.21	899.61	761.43

Πίνακας 3.33

solon	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
εσοδα	346.38	201.17	103.55	37.74	20.97	16.97	14.85
Καθαρά Κέρδη	14.41	7.86	3.38	-1.58	-3.18	-5.56	-4.01
Ρευστά και Βραχ. Επενδ	9.44	14.13	4.67	0.28	0.70	0.39	0.20
Καθαρά Πάγια Στοιχεία	19.563	16.026	12.265	4.741	4.104	2.358	1.822683
Συνολικές Υποχρεώσεις	208.97	97.75	16.84	24.48	17.09	12.07	7.91
Συνολικό Ενεργητικό	325.05	175.00	51.57	24.51	18.70	13.44	13.21

Πίνακας 3.34

Οι προβλέψεις δείχνουν αύξηση των εσόδων και των κερδών σταδιακά για όλες τις επιχειρήσεις εκτός της conergy για την οποία προβλέπονται ζημιές, αφού η πρότερη πορεία τους και πριν την κρίση ήταν καθοδική. Το ίδιο συμβαίνει και για το ενεργητικό με την q cells να έχει τα πρωτεία, το 2014 στα 4310χιλιάδες€. Αντιλαμβάνεται κανείς ότι οι επιχειρήσεις προβλέπεται να επεκταθούν. Έτσι πέραν των κερδών, είναι αναμενόμενο να αυξάνονται και οι υποχρεώσεις των εταιρειών.

Στις παραπάνω προβλέψεις έχει αφαιρεθεί το special event, η οικονομική κρίση τα αποτελέσματα της οποίας φάνηκαν το 2009, αφού δε χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του έτους 2009 καθώς η διαφορά επιπέδου τους θα προκαλούσε αλλοίωση του αποτελέσματος. Έτσι η πρώτη πρόβλεψη που παρήχθη αφορά το 2009. Όμως εκτός από αυτή τη λογική, υπάρχει και εκείνη της πρόβλεψης χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του special event. Δηλαδή της αξιοποίησης του από προκειμένου η ήδη υπάρχουσα πρόβλεψη να προσαρμοστεί σ αυτή την πτώση των αριθμών που προκαλείται από την κρίση. Αν οι υπεύθυνοι της εταιρείας αξιολογώντας την κατάσταση, θεωρήσουν ότι θα συνεχιστεί η οικονομική κρίση μπορούν να αξιολογήσουν το special event για τις προβλέψεις τους. Εφόσον το 2009 έχει εξαιρεθεί, η πρώτη τιμή της πρόβλεψης που έχουμε ήδη παραγάγει είναι η τιμή που αναφέρεται στο 2009. Η τιμή δηλαδή που θα προέκυπτε, ή τουλάχιστον η πρόβλεψη της, αν δεν υπήρχε το special event. Έτσι για το έτος 2009 έχουμε στη διάθεση μας τόσο την πρόβλεψη άνευ κρίσης όσο και το δεδομένο, γεγονός που μας επιτρέπει να υπολογίσουμε τη διαφορά της πρόβλεψης από την πραγματική τιμή. Αν υπολογιστεί η διαφορά επιπέδου ανάμεσα στην τιμή χωρίς κρίση και την τιμή με κρίση, μπορεί η παρηγμένη πρόβλεψη να προσαρμοστεί στην πτώση που προκαλεί η κρίση. Αρκεί να προσαρμοστεί αυτή η διαφορά επιπέδου και στα επόμενα έτη. Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας που παρουσιάζει τη διαφορά του επιπέδου ανάμεσα στην αναμενόμενη τιμή του 2009, αν δεν υπήρχαν τα αποτελέσματα της οικονομικής κρίσης, και την πραγματική τιμή για τα στοιχεία κάθε εταιρείας:

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

	conergy		q sells		solarworld		solon	
	Πρόβλεψη 2009	τιμή 2009	Πρόβλεψη 2009	τιμή 2009	Πρόβλεψη 2009	τιμή 2009	Πρόβλεψη 2009	τιμή 2009
εσοδα	1,064.29	600.90	1353.675	801.60	953.88	1,012.58	860.70	354.41
Καθαρά Κέρδη	-330.10	-79.90	207.48	-1,356.20	144.95	58.97	35.93	-271.65
Ρευστά και Βραχ. Επενδ	42.15	52.10	310.21	413.90	886.53	509.69	33.50	60.70
Καθαρά Πάγια Στοιχεία	223.392857	183.9	712.88571	843.6	604.556	787.536	197.649333	150.48
Συνολικές Υποχρεώσεις	648.04	487.50	932.00	1,339.20	1,237.49	1,277.41	554.53	521.16
Συνολικό Ενεργητικό	745.41	603.50	3060.6771	2,140.70	2,210.35	2,211.15	954.21	631.52

Πίνακας 3.35

ΜΕΘΟΔΟΣ MONTE CARLO

Η δεύτερη μέθοδος με την οποία θα προβλέψουμε τα οικονομικά στοιχεία των εταιρειών είναι με τη χρήση Monte Carlo Simulation. Αυτό θα πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια του προγράμματος Crystal Ball, το οποίο εγκαθίσταται πάνω στο Excel (plug-in) και χρησιμεύει στην πρόβλεψη των κερδών για κάθε έτος. Αντί η πρόβλεψη να είναι τύπου “point estimation”, δηλαδή να υπολογίζει μία συγκεκριμένη τιμή για τα κέρδη του κάθε έτους, μεταχειρίζεται τις υποθέσεις του μοντέλου ως τυχαίες μεταβλητές. Αυτές οι τυχαίες μεταβλητές έχουν κατανομές οι οποίες ορίζονται από τον χρήστη.

Αυτό που κάνει το Crystal Ball είναι ένα Monte Carlo Simulation με όσες επαναλήψεις απαιτεί ο χρήστης (εδώ, 100.000) το οποίο επιλέγει τιμές για τις τυχαίες μεταβλητές σύμφωνα με τις δοθείσες κατανομές τους. Το αποτέλεσμα, συνεπώς, δεν είναι μία τιμή για τα κέρδη του έτους, αλλά μία κατανομή

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

πιθανότητας των κερδών. Η πρόβλεψη των κερδών έπαψε να είναι ένα αριθμός, και αποτελεί μια συνάρτηση τυχαίων μεταβλητών με ξεχωριστή κατανομή η κάθε μία. Αν θέλουμε να υπολογίσουμε τη μέση τιμή για το αποτέλεσμα του Monte Carlo Simulation, μπορούμε στο γράφημα της κατανομής του ετήσιου κέρδους να ορίσουμε πιθανότητα 50% και άπειρο άνω φράγμα. Έτσι, το Crystal Ball θα μας δώσει από μόνο του το κάτω φράγμα. Αυτό το κάτω φράγμα θα είναι μια τιμή την οποία το ετήσιο κέρδος θα έχει πιθανότητα 50% να την ξεπεράσει. Με άλλα λόγια, το κάτω φράγμα που θα δώσει το Crystal Ball, είναι η μέση τιμή.

<u>Υποθέσεις</u>	
αύξηση εσόδων	20%
αύξηση οριακού ακαθάριστου κέρδους	10%
αύξηση λειτουργικών δαπανών	30%
αύξηση πληρωμών τόκων	40%
φορολογικός συντελεστής	35%

Πίνακας 3.36

Αθροιστικά αποτελέσματα	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Συνολικά Έσοδα	31.26	98.97	220.40	307.37	716.98	1,386.68	2,153.28	2,757.10
<i>% αύξηση εσόδων</i>		<i>216.6%</i>	<i>122.7%</i>	<i>39.5%</i>	<i>133.3%</i>	<i>93.4%</i>	<i>55.3%</i>	<i>28.0%</i>
Κόστος Πωληθέντων	15.06	58.00	189.53	269.30	584.90	1,089.64	1,648.13	2,149.37
Ακαθάριστο Κέρδος	16.20	40.97	30.87	38.07	132.08	297.04	505.14	607.73
<i>% οριακό ακαθάριστο κέρδος</i>	<i>51.82%</i>	<i>41.40%</i>	<i>14.01%</i>	<i>12.39%</i>	<i>18.42%</i>	<i>21.42%</i>	<i>23.46%</i>	<i>22.04%</i>
Λειτουργικές Δαπάνες	13.14	28.36	29.59	35.32	54.96	82.44	91.20	304.39
<i>Αύξηση λειτουργικών δαπανών</i>		<i>116%</i>	<i>4%</i>	<i>19%</i>	<i>56%</i>	<i>50%</i>	<i>11%</i>	<i>234%</i>
Λειτουργικά Έσοδα (EBIT)	3.06	12.61	1.28	2.75	77.11	214.60	413.94	303.35
Καθαρές πληρωμές τόκων	(0.75)	(4.17)	(7.36)	(8.76)	(7.34)	(11.59)	(25.94)	(104.15)
<i>Αύξηση πληρωμών τόκων</i>		<i>452%</i>	<i>77%</i>	<i>19%</i>	<i>-16%</i>	<i>58%</i>	<i>124%</i>	<i>301%</i>
Κέρδη Προ Φόρων	2.30	8.44	(6.07)	(6.01)	69.77	203.01	388.00	199.20
Φόροι	2.86	5.00	(0.56)	(2.42)	24.87	75.03	116.59	115.53
<i>Φορολογικός Συντελεστής</i>	<i>124%</i>	<i>59%</i>	<i>9%</i>	<i>40%</i>	<i>36%</i>	<i>37%</i>	<i>30%</i>	<i>58%</i>
Καθαρά Κέρδη προς κοινές μετοχές	(0.56)	2.44	(5.76)	(3.60)	44.88	127.57	271.03	51.57
<i>% οριακό καθαρό κέρδος</i>	<i>-1.8%</i>	<i>2.5%</i>	<i>-2.6%</i>	<i>-1.2%</i>	<i>6.3%</i>	<i>9.2%</i>	<i>12.6%</i>	<i>1.9%</i>

Πίνακας 3.37

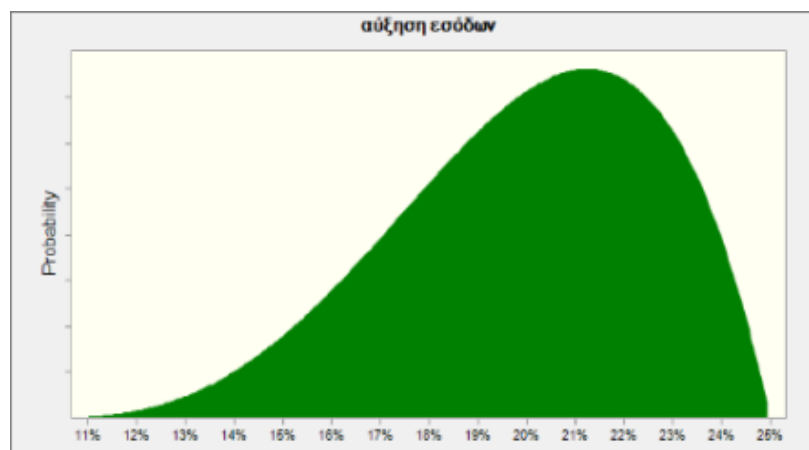
Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Αθροιστικά αποτελέσματα	2008	2009	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>	<u>2013</u>	<u>2014</u>
Συνολικά Έσοδα	3,972.91	2,769.49	3,323.38	3,988.06	4,785.67	5,742.80	6,891.36
% αύξηση εσόδων	44.1%	-30.3%	20%	20%	20%	20%	20%
Κόστος Πωληθέντων	3,144.50	2,562.03	2,741.79	2,891.34	2,991.04	3,014.97	2,928.83
Ακαθάριστο Κέρδος	828.41	207.45	581.59	1,096.72	1,794.63	2,727.83	3,962.53
% οριακό ακαθάριστο κέρδος	20.85%	7.50%	17.50%	27.50%	37.50%	47.50%	57.50%
Λειτουργικές Δαπάνες	483.51	1,150.36	500.00	650.00	845.00	1,098.50	1,428.05
Αύξηση λειτουργικών δαπανών	59%	138%		30%	30%	30%	30%
Λειτουργικά Έσοδα (EBIT)	344.90	(942.90)	81.59	446.72	949.63	1,629.33	2,534.48
Καθαρές πληρωμές τόκων	(156.09)	(136.81)	(191.54)	(268.15)	(375.41)	(525.58)	(735.81)
Αύξηση πληρωμών τόκων	50%	-12%	40%	40%	40%	40%	40%
Κέρδη Προ Φόρων	188.80	(1,079.71)	(109.94)	178.56	574.21	1,103.75	1,798.68
Φόροι	87.02	(1.34)	-	62.50	200.97	386.31	629.54
Φορολογικός Συντελεστής	46%	0%	35%	35%	35%	35%	35%
Καθαρά Κέρδη προς κοινές μετοχές	53.27	(1,648.78)	(109.94)	116.07	373.24	717.44	1,169.14
% οριακό καθαρό κέρδος	1.3%	-59.5%	0%	7%	14%	21%	28%

Πίνακας 3.38

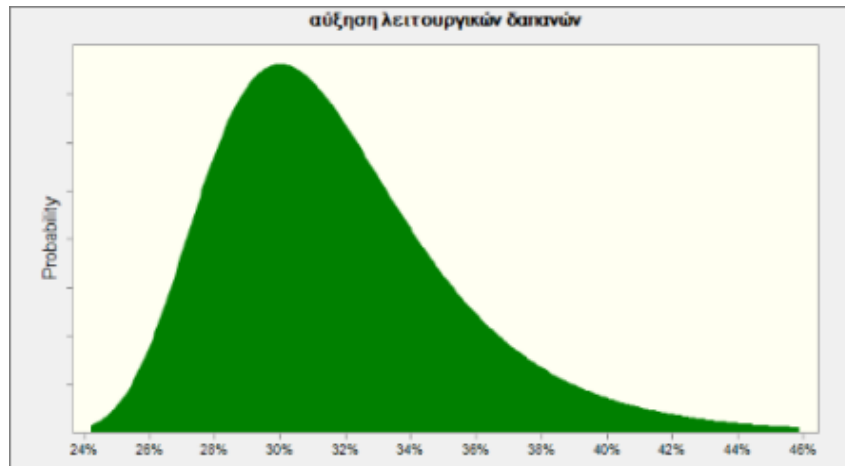
Για το Monte Carlo Simulation πάνω στα ετήσια κέρδη των εταιριών, έχουμε κάνει τις ακόλουθες υποθέσεις:

1. Η αύξηση των εσόδων ακολουθεί κατανομή Βήτα με μέγιστο το 25%, ελάχιστο το 10% και συντελεστές Άλφα και Βήτα 4 και 2 αντίστοιχα. Επιλέξαμε τέτοια κατανομή για να είμαστε συντηρητικοί όσον αφορά τα έσοδα, δίνοντας πιθανότητα και σε μικρότερες αυξήσεις εσόδων.



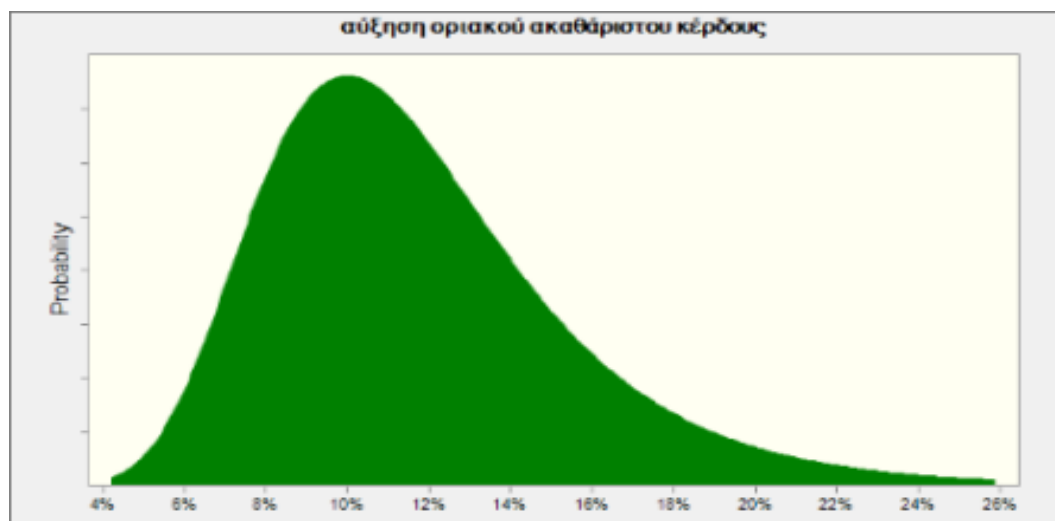
Πίνακας 3.39

2. Η αύξηση των λειτουργικών δαπανών ακολουθεί την Maximum Extreme κατανομή με πιθανότερο σενάριο το 30% και κλίμακα 3%. Είναι μια κατανομή skewed προς τα δεξιά έτσι ώστε υπάρχει μια μικρή πιθανότητα τα λειτουργικά έξοδα να αυξηθούν πέρα των προβλέψεών μας, κυρίων λόγω πιθανής επέκτασης των εταιριών.



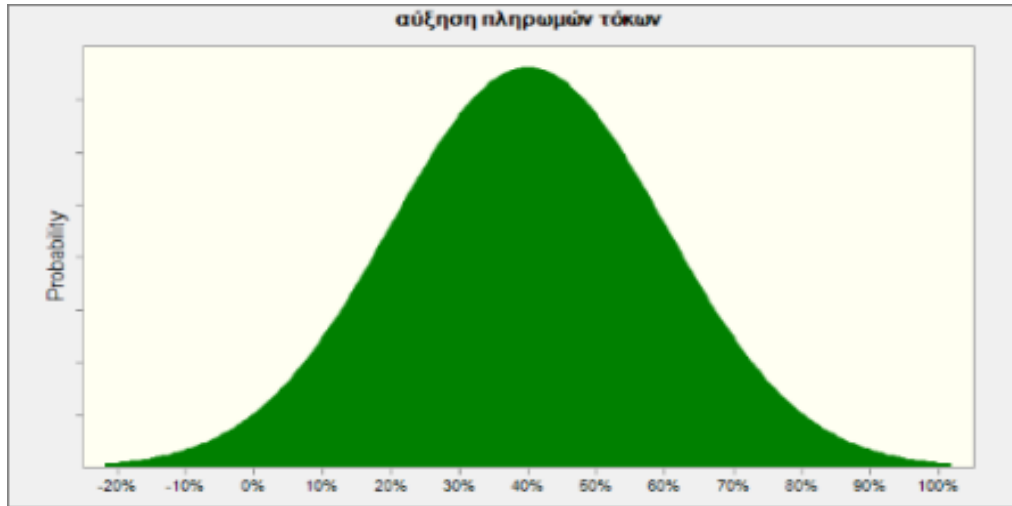
Πίνακας 3.40

3. Η αύξηση του οριακού ακαθάριστου κέρδους θεωρήσαμε ότι ακολουθεί την ίδια κατανομή με την αύξηση των λειτουργικών δαπανών, αλλά με πιθανότερο σενάριο το 10%. Αυτό το υποθέσαμε επειδή υπάρχει πιθανότητα οι τιμές των πρώτων υλών να μειωθούν ακόμα περισσότερο.



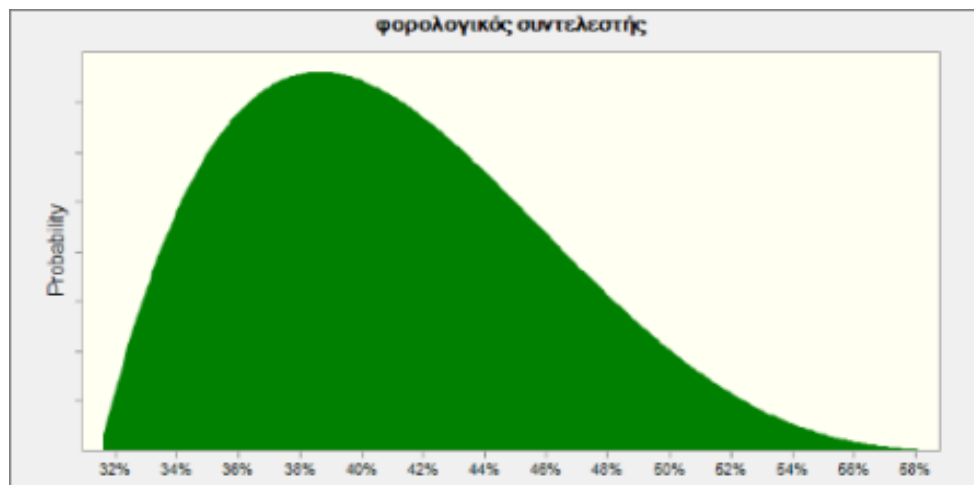
Πίνακας 3.41

4. Για τις πληρωμές τόκων επιλέξαμε την Κανονική Κατανομή καθώς δεν μπορούμε να γνωρίζουμε λεπτομέρεις για την πολιτική δανειοδότησης των εταιριών και επομένως, δίνουμε ίση πιθανότητα η αύξησή τους να είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη του 40% που είναι το βασικό μας σενάριο. Η τυπική απόκλιση της κατανομής είναι για τον παραπάνω λόγο αρκετά μεγάλη και ίση με 20%.



Πίνακας 3.42

5. Ο φορολογικός συντελεστής θεωρούμε ότι ακολουθεί κατανομή Βήτα και φράσσεται από τις τιμές 32% και 60% με μεγαλύτερη πιθανότητα προς τις μικρότερες τιμές.



Πίνακας 3.43

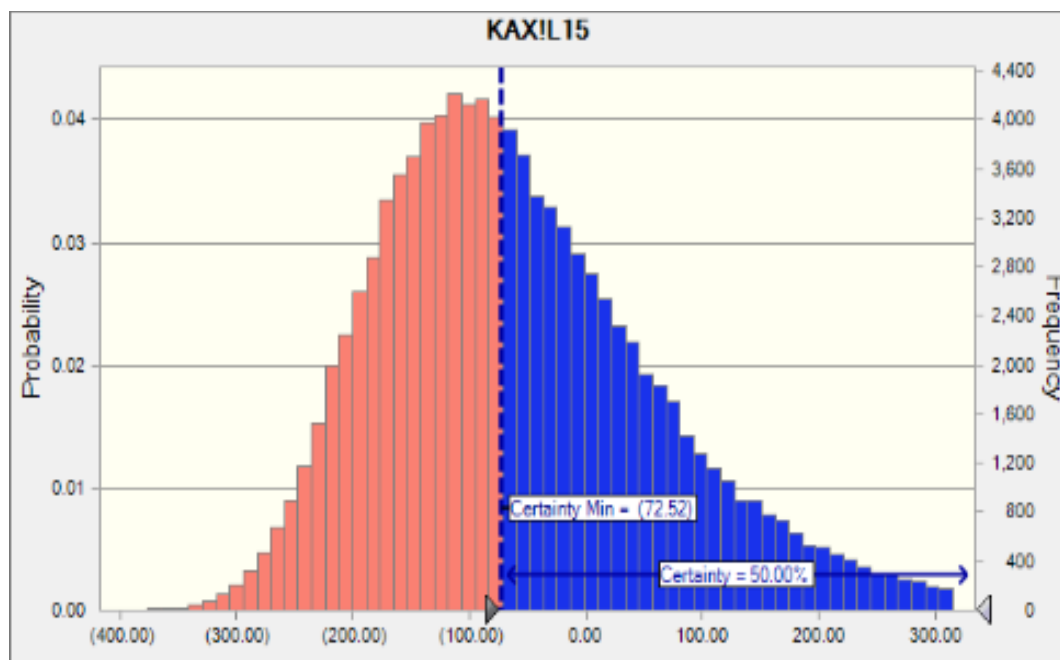
Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Το αποτέλεσμα της προσομοίωσης Monte Carlo για τα ετήσια κέρδη είναι το ακόλουθο:

Έτος	Βασικό Σενάριο	Μέση Τιμή της κατανομής των κερδών
2010	-109.94	-52.54
2011	116.07	178.66
2012	373.24	459.47
2013	717.44	824.22
2014	1169.14	1282.26

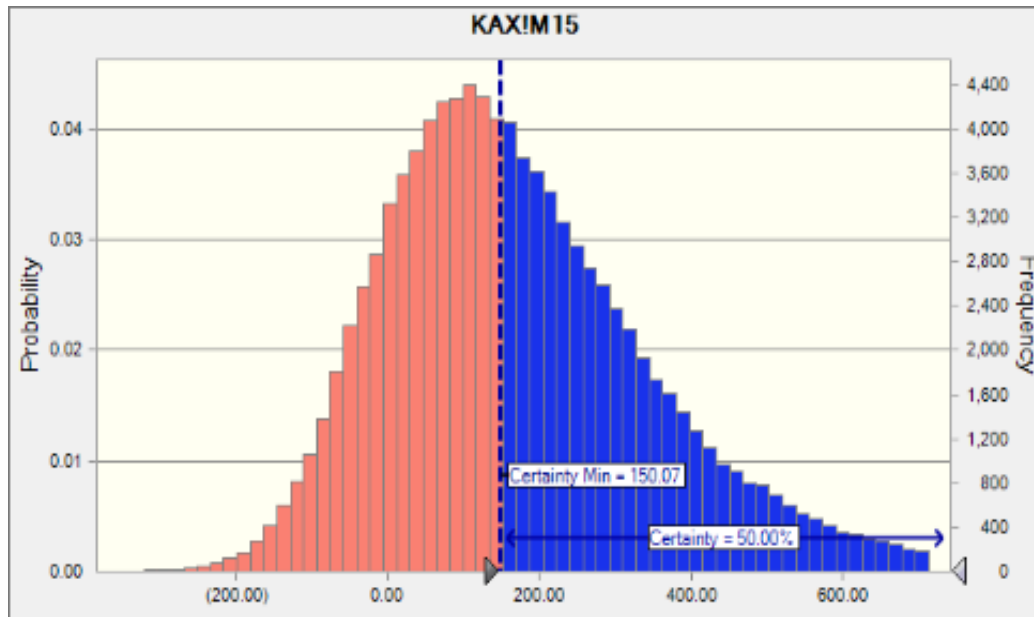
Πίνακας 3.44

Διαγραμματικά, οι κατανομές των ετήσιων κερδών είναι οι ακόλουθες:

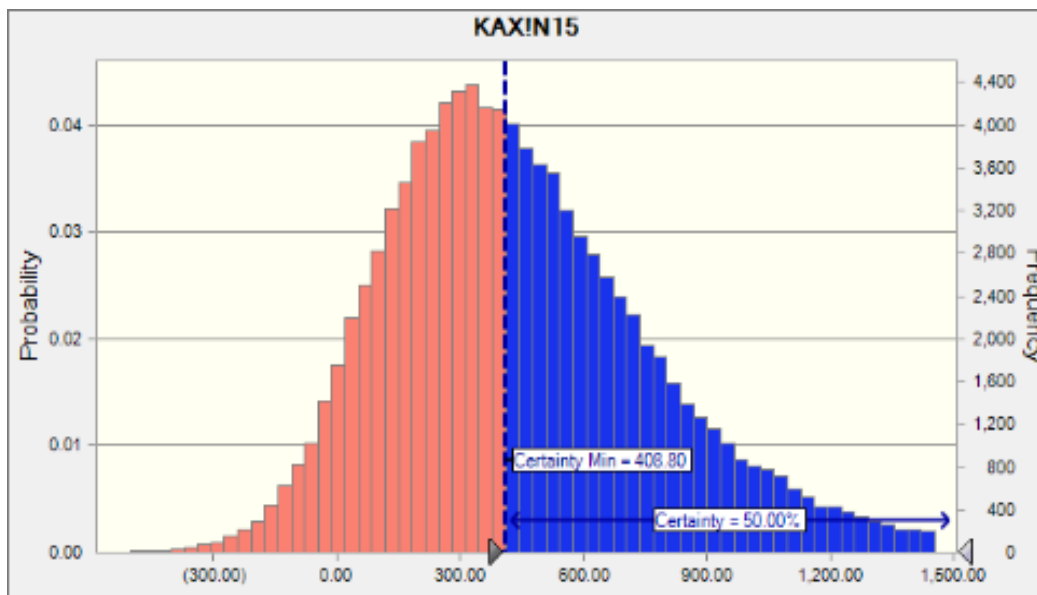


Γράφημα 3.45
Κατανομή κερδών έτους 2010

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

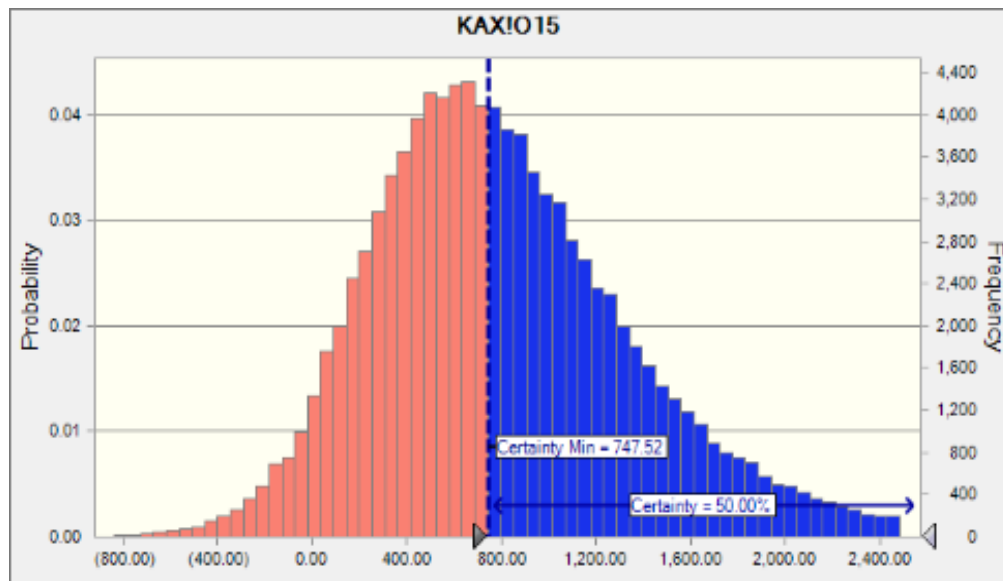


Γράφημα 3.46
Κατανομή κερδών έτους 2011

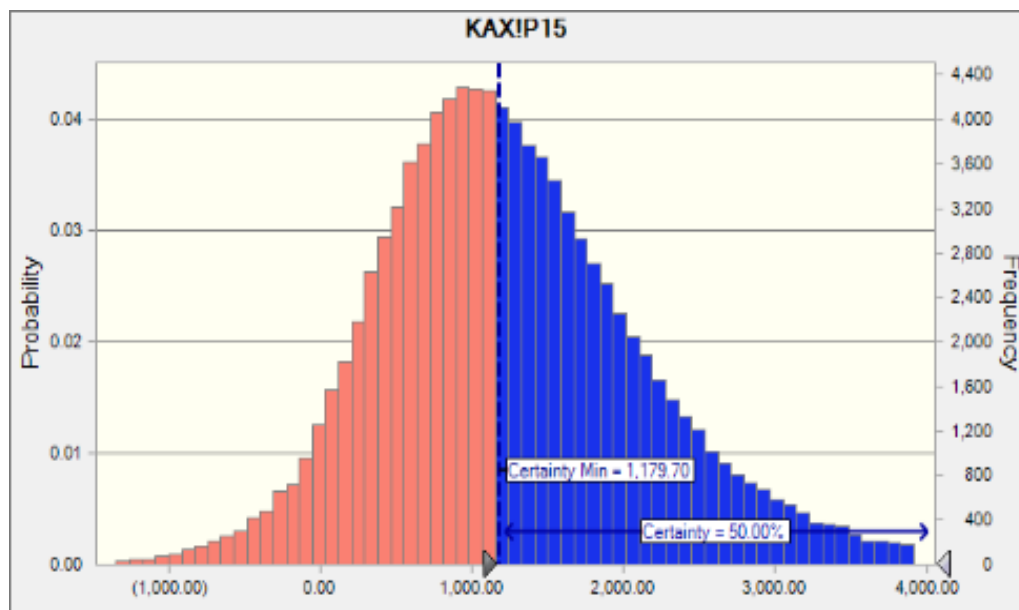


Γράφημα 3.47
Κατανομή κερδών έτους 2012

Κεφάλαιο 3: ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ



Γράφημα 3.48
Κατανομή κερδών έτους 2013



Γράφημα 3.49
Κατανομή κερδών έτους 2014

- ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εξετάσουμε την αποδοτικότητα των επενδύσεων στα φωτοβολταϊκά συστήματα από την πλευρά του πελάτη που τα προμηθεύεται από μια εταιρεία, όμοια με εκείνες που εξετάσαμε, δηλαδή του επενδυτή που επιθυμεί να τοποθετήσει φωτοβολταϊκή μονάδα σε κάποιο οικόπεδο, κτίριο ή στέγη.

Πόσο αποδοτική μπορεί να είναι μια τέτοια επένδυση, ποιος είναι ο χρόνος αποπληρωμής της και ποια η Καθαρή Παρούσα Αξία?

Για να απαντήσουμε σ' αυτά τα ερωτήματα, κατασκευάζουμε με τη βοήθεια του Excel ένα πρόγραμμα στο οποίο δίνοντας κάποια δεδομένα θα υπολογίζονται τα παραπάνω μεγέθη, συμπεραίνοντας για το αν πρέπει ή όχι να πραγματοποιηθεί η συγκεκριμένη επένδυση. Το πρόγραμμα διαθέτει ρύθμιση ώστε τα περισσότερα μεγέθη του να μπορούν να μεταβληθούν από το χρήστη και να προσαρμοστούν στα δικά του δεδομένα. Αφού περιγράψουμε τη λειτουργία του προγράμματος, θα εξετάσουμε ορισμένες υλοποιήσεις με συγκεκριμένα δεδομένα ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με την απόδοση των επενδύσεων στα φωτοβολταϊκά συστήματα. Όλα τα στοιχεία που έχουμε υποθέσει μπορούν να μεταβληθούν αφού με το πρόγραμμα στο Excel αν κάποια πληροφορία αλλάξει αλλάζουν και τα αποτελέσματα.

Να σημειώσουμε σ αυτό το σημείο ότι η αξιολόγηση μιας επένδυσης αποτελεί ένα δύσκολο εγχείρημα, αφού ουσιαστικά πρόκειται για πρόβλεψη στοιχείων. Χρησιμοποιούνται δεδομένα, όπως η τιμή του πληθωρισμού, τα οποία προκύπτουν κατά προσέγγιση μετά από παραδοχές, με αποτέλεσμα να εμπεριέχουν το ενδεχόμενο αστοχίας που θα οδηγήσει σε λανθασμένη αξιολόγηση. Υπάρχουν λοιπόν αρκετές δυσχέρειες. Παράμετροι που επηρεάζουν την απόδοση της επένδυσης είναι η κατάσταση της αγοράς, η ζήτηση, ο ανταγωνισμός, αλλά και η διαθεσιμότητα των συντελεστών παραγωγής, καθώς και το θεσμικό πλαίσιο, ο πληθωρισμός, τα επιτόκια.

Κεφάλαιο 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Η υπόθεση που έχουμε είναι ότι ο πελάτης- επενδυτής αγοράζει και εγκαθιστά πάνελ με σκοπό να πουλήσει ρεύμα στη ΔΕΗ, προς κάποια τιμή πώλησης που μπορούμε να μεταβάλλουμε στο πρόγραμμα. Μια ενδεικτική τιμή πώλησης που ισχύει αυτή τη στιγμή είναι τα 0.55€/kWh, όμως για συμβόλαια με άλλες τιμολογήσεις ή και για μελλοντική χρήση του προγράμματος υπάρχει δυνατότητα μεταβολής. Πάντως να σημειωθεί ότι τα τιμολόγια απορρόφησης ηλεκτρικής ενέργειας αναπροσαρμόζονται υποχρεωτικά κάθε χρόνο κατά το 80% του πληθωρισμού ή σύμφωνα με τις αναπροσαρμογές της ΔΕΗ για τα επόμενα 20 χρόνια, ενώ η σύμβαση που υπογράφεται με τη ΔΕΗ τη δεσμεύει να αγοράζει το ρεύμα με συμβόλαιο σταθερής τιμής για 25 χρόνια.

Πρέπει ακόμα να εισαχθούν στο πρόγραμμα τα kW της ονομαστικής ισχύος της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης. Το πρόγραμμα επιδότησης της τιμής της φωτοβολταϊκής kWh στα 0.55€ που ισχύει σήμερα αφορά συστήματα ισχύος έως 10kW.

Όσον αφορά τη χρηματοδότηση, για την επένδυση αυτήν θεωρούμε ότι ο πελάτης έχει δυνατότητα να δανειστεί το ποσόν, ολόκληρο ή μέρος του, ενώ το ποσοστό δανειοδότησης καθορίζεται από το χρήστη του προγράμματος. Η δανειοδότηση, σύμφωνα με σχετική έρευνα στις τράπεζες, μπορεί να φτάσει και το 100% του κόστους του κτιριακού φωτοβολταϊκού, αφού θεωρείται μια σίγουρη επένδυση.

Για το επιτόκιο δανεισμού μια ενδεικτική τιμή με τα σημερινά δεδομένα είναι στο 7%, φυσικά όμως προσαρμόζεται και αυτό από το χρήστη του προγράμματος.

Η διάρκεια δανειοδότησης είναι επίσης μια μεταβλητή, την οποία στο πρώτο σενάριο που θα εκτελέσουμε την υποθέτουμε 12έτη, ενώ θεωρούμε γραμμική εξόφληση του δανείου. Αυτό σημαίνει ότι το ποσόν του δανείου που θα αποπληρώνεται κάθε έτος είναι σταθερό και όχι κυμαινόμενο, ενώ για τον υπολογισμό του θα εξηγήσουμε παρακάτω.

Κεφάλαιο 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Φυσικά για τον υπολογισμό των οικονομικών μεγεθών είναι απαραίτητο και το ύψος του πληθωρισμού, το οποίο θέτουμε στο 3% με προσέγγιση, μία ενδεικτική τιμή καθώς στην Ελλάδα φτάνει στα επίπεδα του 5% σύμφωνα με τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής ενώ ο στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι στο 2% με την παρούσα τιμή να αγγίζει στην Ευρώπη το 2.4%.

Να σημειωθεί ότι το κέρδος από την παραγωγή ρεύματος μέσω Φ/Β δε φορολογείται από το κράτος και δεν απαιτείται να ανοιχθούν βιβλία στην εφορία. Αυτό όπως θα δούμε και στην Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης είναι ιδιαίτερα ευνοϊκό για την αύξηση των κερδών από την επένδυση.

Σχετικά με την έκταση που θα τοποθετηθούν τα φωτοβολταϊκά πάνελ, θεωρούμε ότι μπορεί είτε να ανήκει στον επενδυτή είτε να ενοικιάζεται, με την καταβολή κάποιου ενοικίου που εισάγει ο χρήστης. Επειδή πρόκειται για ενοίκιο οικοπέδου και όχι οικήματος, μπορούμε να υποθέσουμε ότι το ενοίκιο δε θα είναι υψηλό.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα, όπως είδαμε και στο τεχνικό κομμάτι έχουν συγκεκριμένη απόδοση (ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια). Για την απόδοση των φωτοβολταϊκών δίνουν πληροφορίες οι κατασκευαστές. Παράλληλα, η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση παρουσιάζει απώλειες λόγω των μετατροπέων (inverters), των καλωδίων κ.λπ, που συνολικά μπορεί να φθάνουν το 5%-10% και απώλειες λόγω μεταβολών θερμοκρασίας και λόγω σκόνης, το συνολικό ποσοστό μπορεί να φθάσει το 20%.

Έτσι τελικά οι παραγόμενες kWh/kW για ένα έτος φτάνουν περίπου τις 1250 kWh/kW/έτος. Αυτό το στοιχείο βασίζεται σε μία μέση τιμή, αφού η επικράτεια είναι χωρισμένη σε ζώνες με παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μεγαλύτερης των 1100KWh/KWp ανά έτος, ενώ σημαίνει ότι 1εγκαταστημένο kWp παράγει σε 1έτος ενέργεια 1250kWh. Με αυτόν τον τρόπο δε χρειάζεται να περιλάβουμε την απόδοση του κατασκευαστή και τη μείωση της απόδοσης λόγω σκόνης κλπ.

Κεφάλαιο 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Με το πέρασμα των χρόνων, η απόδοση των φωτοβολταϊκών δεν παραμένει σταθερή αλλά ελαττώνεται λόγω της κόπωσης του υλικού και της μείωσης της απορροφητικής του ικανότητας. Θεωρούμε ότι η απόδοση μειώνεται με συγκεκριμένο ρυθμό. Σύμφωνα με έρευνα στη σχετική βιβλιογραφία, ο ρυθμός μείωσης της απόδοσης δεν είναι ίδιος για κάθε τεχνολογία φωτοβολταϊκών κυττάρων, όμως μια ενδεικτική τιμή που παρουσιάζεται στη βιβλιογραφία είναι στα 0,4%. Πάντως οι πιο γνωστές κατασκευαστικές εταιρείες εγγυώνται ότι μετά από 20 ή 25 χρόνια τα φ/β θα έχουν το πολύ 20% μείωση της απόδοσης τους. Στο πρόγραμμα, θα συμπεριλάβουμε το ποσοστό ελάττωσης των 1250KWh/KWp ανά έτος κατά 0,4% για κάθε έτος.

Συνεπώς μας ενδιαφέρει να εισάγουμε ως δεδομένα την τιμή αγοράς του ενός πάνελ και το πλήθος τους, την τιμή που αγοράζει η ΔΕΗ την kWh, το ποσό του ενοικίου, το ποσοστό δανειοδότησης και το επιτόκιο δανεισμού ενώ είναι απαραίτητα και ορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά, η απόδοση και η μείωση της στη διάρκεια των ετών, τα λειτουργικά έξοδα και η αποσβέσεις.

Με τα στοιχεία που αναφέραμε, ο πίνακας δεδομένων του Excel διαμορφώνεται ως εξής:

Κεφάλαιο 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

Ονομαστική Ισχύς	10	kW
Ετήσια Μείωση της Απόδοσης	0,40%	
Πληθωρισμός	3%	
Επιτόκιο Αναγωγής	5%	
Ποσοστό Δανεισμού	0%	
Ποσοστό Ιδίων Κεφαλαίων	100%	
Επιτόκιο Δανεισμού	7%	
Διάρκεια Δανεισμού	12	έτη
τιμή αγοράς από τη ΔΕΗ	0,55	€/kWh
παραγόμενες kWh	1250	kWh/kW,έτος
ενοίκιο	1000	€/ετος
σύνολο δανείου	0	
έστω γραμμική εξόφληση δανείου		
δόση ανά έτος	0,00	
Κεφάλαιο*	25700	

Πίνακας 4.1

*Για τον υπολογισμό του κεφαλαίου χρησιμοποιείται και το επόμενο φύλλο του Excel, του οποίου η εξήγηση ακολουθεί.

Κεφάλαιο 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το τελικό κόστος ενός συστήματος δεν είναι συγκεκριμένο αλλά εξαρτάται από το μέγεθος του, την τεχνολογία κατασκευής, τη χώρα προέλευσης του εξοπλισμού αλλά και τις ιδιαιτερότητες της κάθε εγκατάστασης. Για παράδειγμα, αν ο επενδυτής επιλέξει να εγκαταστήσει πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πανέλα το κόστος για την αγορά τους θα είναι σαφώς χαμηλότερο από ότι αν επέλεγε μονοκρυσταλλική τεχνολογία. Επίσης, αν υποθέσουμε ότι η περιοχική τοποθέτησης θα ενοικιάζεται, αν επιλεγεί για την εγκατάσταση του συστήματος κάποιο σημείο μέσα σε μια μεγάλη πόλη το ενοίκιο θα είναι υψηλότερο από ότι σε μια επαρχιακή περιοχή.

Τα συνολικά κόστη διακρίνονται στα εφάπαξ, που είναι το ποσό για την πραγματοποίηση της επένδυσης, και τα μεταβλητά, που είναι τα ποσά που απαιτούνται κάθε χρόνο για τη συνέχιση της λειτουργίας της εγκατάστασης.

Ας εξετάσουμε αρχικά τα εφάπαξ κόστη. Η επένδυση περιλαμβάνει και αρχήν την εγκατάσταση των κυψελών, οι οποίες κατά μέσον όρο κοστίζουν 1.600€/ kWp, τιμή την οποία ο χρήστης μπορεί να προσαρμόσει στα δικά του δεδομένα. Έτσι για παράδειγμα τα μονοκρυσταλλικά πανέλα μπορεί να κοστίζουν έως και 3000€/ kWp. Βέβαια, να σημειώσουμε ότι θα έχουν και μεγαλύτερη απόδοση.

Δεύτερον, απαιτείται η τοποθέτηση inverter, ο οποίος κοστίζει περίπου 380€/kWp, κατά προσέγγιση, ανάλογα πάντα με την τεχνολογία του. Οι καλωδιώσεις και τα έξοδα σύνδεσης στο δίκτυο φτάνουν στα 40€/ kWp. Τέλος τα έξοδα εγκατάστασης αγγίζουν τα 250€/ kWp.

Έτσι συνολικά τα εφάπαξ κόστη ανέρχονται σε περίπου 2.270€/ kWp, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα:

Κεφάλαιο 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

εφάπαξ κόστη	συνολικά κόστη		κόστος /kWh	
Πάνελ	16000	€	1.600	€ / kWp
Inverters	3800	€	380	€ / kWp
έξοδα εγκατάστασης	2500	€	250	€ / kWp
έξοδα σύνδεσης& καλωδιώσεις	400	€	40	€ / kWp
Σύνολο	22700	€	2.270	€ / kWp

Πίνακας 4.2

Το αρχικό κεφάλαιο της επένδυσης αποτελείται από το σύνολο του εφάπαξ κόστους, δεν περιλαμβάνει τα μεταβλητά έξοδα. Έτσι σε περίπτωση δανεισμού 100% το κεφάλαιο του δανείου ισούται με αυτό το ποσό, αλλά και σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση ο δανεισμός γίνεται επί αυτό το ποσοστό.

Τα μεταβλητά κόστη περιλαμβάνουν τα λειτουργικά έξοδα και τα έξοδα για τη συντήρηση του εξοπλισμού και την εξασφάλιση της λειτουργίας του συστήματος. Επίσης, συμπεριλαμβάνονται τα ενοίκια. Τα ποσά που υποθέτουμε παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, ενώ πάντα υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής των δεδομένων. Φυσικά η τιμή του ενοικίου είναι ενδεικτική καθώς υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις ανάλογα με την περιοχή.

μεταβλητά κόστη	συνολικά		Ανά kWh	
συντήρηση	150	€/ year	15,0	€ / kWp per year
ενοίκιο	1000	€/ year	100,0	€ / kWp per year
ασφάλεια	100	€/ year	10,0	€ / kWp per year
σύνολο	1250	€/ year	125,0	€ / kWp per year

Πίνακας 4.3

Κεφάλαιο 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Χρησιμοποιώντας όλα τα παραπάνω στοιχεία, θα κατασκευάσουμε την κατάσταση αποτελεσμάτων χρήσης.

ΚΑΧ													
ετος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
εσοδα	6875	6847.5	6820.1	6792.8	6765.7	6738.6	6711.6	6684.8	6658.1	6631.4	6604.9	6578.5	6552.2
λειτ. έξοδα	1250	1287.5	1326.1	1365.9	1406.9	1449.1	1492.6	1537.3	1583.5	1631	1679.9	1730.3	1782.2
Αποσ-βέσεις	908	908	908	908	908	908	908	908	908	908	908	908	908
δάνεια	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
κέρδη προ φόρων	4717	4652	4586	4518.9	4450.8	4381.5	4311.1	4239.5	4166.6	4092.5	4017	3940.2	3862
φόροι	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
κέρδη	4717	4652	4586	4518.9	4450.8	4381.5	4311.1	4239.5	4166.6	4092.5	4017	3940.2	3862

ΚΑΧ													
ετος	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
εσοδα	6526	6499.9	6473.9	6448	6422.2	6396.5	6370.9	6345.4	6320.0	6294.8	6269.6	6244.5	
λειτ. έξοδα	1835.7	1890.7	1947.5	2005.9	2066.1	2128.1	2191.9	2257.6	2325.4	2395.1	2467	2541	
Αποσ-βέσεις	908	908	908	908	908	908	908	908	908	908	908	908	
δάνεια	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
κέρδη προ φόρων	3782.3	3701.1	3618.4	3534.1	3448.1	3360.4	3271.0	3179.8	3086.7	2991.6	2894.6	2795.5	
φόροι	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
κέρδη	3782.3	3701.1	3618.4	3534.1	3448.1	3360.4	3271.0	3179.8	3086.7	2991.6	2894.6	2795.5	

Πίνακες 4.4- ΚΑΧ

Κεφάλαιο 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Για την κατασκευή του πίνακα:

Για τον υπολογισμό των εσόδων στο έτος 1:

$$\underline{\text{Έσοδα}(1)=(\text{τιμή αγοράς από τη ΔΕΗ}) * (\text{παραγόμενες kWh}) * (\text{ονομαστική ισχύς})}$$

Για τα επόμενα έτη, όπως είδαμε υπάρχει μείωση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών κατά 0,4%. Συνεπώς κατά το ίδιο ποσοστό θα μειώνονται και τα έσοδα, τα οποία θα προκύπτουν από τον τύπο:

$$\underline{\text{Έσοδα}(v)=[\text{Έσοδα}(v-1)] * (1-\text{ποσοστό μείωσης απόδοσης})}$$

Για τα λειτουργικά έξοδα του έτους 1 χρησιμοποιείται ο πίνακας μεταβλητού κόστους, τα συνολικά μεταβλητά έξοδα. Για τα επόμενα έτη λόγω του πληθωρισμού θα έχουμε αύξηση:

$$\underline{\text{Λειτ.Έξοδα}(v)= [\text{Λειτ.Έξοδα}(v-1)] * [1+\text{πληθωρισμός}]}$$

Στη συνέχεια πρέπει να ρυθμιστεί το ποσόν της δόσης του δανείου, που στο πρώτο σενάριο αυτό είναι μηδέν αφού υποθέσαμε 0% δανειοδότηση, αλλά σε επόμενο σενάριο θα δούμε πώς μεταβάλλεται ανάλογα με το ποσοστό. Το ποσόν αυτό προκύπτει με τη συνάρτηση PMT του Excel για το έτος 1 και επειδή έχουμε υποθέσει γραμμική απόσβεση δανείου παραμένει σταθερό για τα επόμενα έτη. Τα κέρδη προ φόρων προκύπτουν από την αφαίρεση του δανείου και των λειτουργικών εξόδων από τα έσοδα. Επειδή οι φόροι είναι μηδενικοί, τα τελικά κέρδη είναι ίσα με τα κέρδη προ φόρων. Έτσι κατασκευάστηκε η Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης.

Κεφάλαιο 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Για την αξιολόγηση της επένδυσης της εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος θα χρησιμοποιηθούν τρεις διαφορετικοί μηχανισμοί: η Καθαρή Παρούσα Αξία, η Περίοδος Αποπληρωμής Επενδεδυμένων κεφαλαίων και ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης. Κάθε μηχανισμός έχει κάποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τα οποία καλύπτουν οι άλλοι.

Και αρχήν, θα εξετάσουμε την επένδυση με τη μέθοδο της Καθαρής Παρούσας Αξίας (Net Present Value). Η ΚΠΑ εκφράζει την αξία που προκύπτει από την προεξόφληση στο παρόν των ετήσιων καθαρών χρηματοροών που προβλέπονται στο χρόνο ζωής μίας επένδυσης. Όλες οι εκροές και οι εισροές της επένδυσης μετατρέπονται σε σημερινές αξίες, δηλαδή εκφράζεται το καθαρό όφελος ή κόστος στη χρονική στιγμή που λαμβάνεται η απόφαση. Η μέθοδος έχει το ισχυρό πλεονέκτημα ότι εισάγει τη μεταβολή της αξίας του χρήματος με την πάροδο του χρόνου, συνυπολογίζοντας τον πληθωρισμό, ενώ παράλληλα προβλέπει με ακρίβεια κέρδη και ζημιές. Όμως η ακρίβεια της μεθόδου εξαρτάται από την πρόβλεψη των επιτοκίων εφόσον θεωρεί σταθερό επιτόκιο σε όλη τη διάρκεια της επένδυσης ενώ δε συνυπολογίζει μη οικονομικά στοιχεία όπως η δυναμική της αγοράς.

Η περίοδος αποπληρωμής επενδεδυμένων κεφαλαίων είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την κάλυψη από τα κέρδη του αρχικού κόστους, δηλαδή το χρονικό διάστημα στο οποίο $KPA=0$. Η μέθοδος αυτή είναι η ιδιαίτερα ενδεικνύμενη για την αξιολόγηση έργων υψηλής τεχνολογίας όπως τα φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία διατρέχουν τον κίνδυνο αποθεματοποίησης του παλιού υλικού. Όμως η μέθοδος αυτή παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι δεν συνυπολογίζει την αλλαγή της αξίας του χρήματος με την πάροδο του χρόνου.

Τέλος, ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης αποτελεί την τιμή του επιτοκίου αναγωγής για την οποία η NPV της επένδυσης είναι μηδέν. Στηρίζεται και αυτή η μέθοδος όπως και η ΚΠΑ, στην προεξόφληση των καθαρών χρηματοροών στο παρόν. Το επιτόκιο αυτό παρουσιάζει την εσωτερική αποδοτικότητα της επένδυσης.

Κεφάλαιο 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Για τον υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας (Net Present Value) χρησιμοποιήσαμε τη συνάρτηση NPV του excel. Η λογική της μεθόδου είναι η ακόλουθη:

Αρχικά από την Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης υπολογίζουμε τις Ταμειακές Ροές, που προκύπτουν από τη διαφορά δύο μεγεθών: της ταμειακής εισροής και της ταμειακής εκροής. Στη συνέχεια τις προεξοφλούμε, δηλαδή μετατρέπουμε την αξία τους στην αντίστοιχη σημερινή, με τη χρήση του τύπου:

$$KTP(v) = \frac{TP(v)}{(1+i)^v}$$

Όπου
TP: η Ταμειακή Ροή του έτους v ,
KTP: η Καθαρή Ταμειακή Ροή του έτους v ,
 i : το επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία

Το επιτόκιο αναγωγής χρησιμοποιείται για να μετατραπούν οι μελλοντικές χρηματοροές σε σημερινές τιμές.

Έτσι προκύπτουν οι Καθαρές Ταμειακές Ροές. Από αυτές θα προέλθει η Καθαρή Παρούσα Αξία με τη χρήση του τύπου:

$$ΚΠΑ = C_0 + \sum_{v=1}^N KTP(v)$$

Και τελικά:

$$ΚΠΑ = C_0 + \sum_{v=1}^N \frac{TP(v)}{(1+i)^v}$$

Όπου
 C_0 : η αρχική επένδυση (με αρνητικό πρόσημο)
 N : η διάρκεια οικονομικής ζωής της επένδυσης

Κεφάλαιο 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Για να είναι μια επένδυση αποδοτική και να αποφασιστεί η πραγματοποίηση της πρέπει να έχει θετική Καθαρή Παρούσα Αξία.

Για τον υπολογισμό του εσωτερικού βαθμού απόδοσης απαιτείται η επίλυση μιας μεγάλου βαθμού εξίσωσης, η οποία προκύπτει από τη συνθήκη

$$ΚΠΑ = 0$$

Η εξίσωση που προκύπτει, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μεγάλο N , δηλαδή όταν η επένδυση έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, είναι δύσκολα επιλύσιμη καθώς ο άγνωστος i βρίσκεται στους παρονομαστές κλασμάτων οι οποίοι είναι υψωμένοι σε μεγάλες δυνάμεις. Μια τέτοια εξίσωση μπορεί να επιλυθεί με μεθόδους αριθμητικής ανάλυσης με τη βοήθεια υπολογιστή.

Λόγω της δυσκολίας που παρουσιάζει η επίλυση μιας τέτοιας εξίσωσης, η γενική μέθοδος που ακολουθείται στα χρηματοοικονομικά για την εύρεση του ΕΒΑ είναι η πραγματοποίηση συνεχών δοκιμών μέχρι τον εντοπισμό τιμής του i που να τείνει, τουλάχιστον, να μηδενίσει τη συνάρτηση της ΚΠΑ.

Το Excel διαθέτει στη βιβλιοθήκη του για την εύρεση του ΕΒΑ τη συνάρτηση IRR.

Για τα δεδομένα των παραπάνω πινάκων τα συμπεράσματα για την ΚΠΑ και τον ΕΒΑ ήταν τα εξής:

NPV	
	33949.34
IRR	
	19.0%

Πίνακας 4.5

Μια επένδυση με θετική Καθαρή Παρούσα Αξία κρίνεται ως αποδοτική καθώς αυξάνει την αρχική αξία της επιχείρησης/ το αρχικό κεφάλαιο που επενδύεται. Με άλλα λόγια θετική ΚΠΑ σημαίνει ανάκτηση των επενδεδυμένων κεφαλαίων και επιπλέον κέρδους. Αντίθετα, αρνητική ΚΠΑ σημαίνει ζημίες για τον επενδυτή. Αν η ΚΠΑ λάβει μηδενική τιμή τότε δεν έχουμε ούτε κέρδος ούτε ζημία, ο επενδυτής έχει

Κεφάλαιο 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

να λαμβάνει στην περίπτωση αυτή ακριβώς το ποσό της αρχικής του επένδυσης. Στην υπόθεση που εξετάσαμε προέκυψε θετική ΚΠΑ, συνεπώς η επένδυση στην εγκατάσταση 10kW φωτοβολταϊκών συστημάτων με 100% ίδια κεφάλαια, και τα δεδομένα του πίνακα 4.1 θεωρείται κερδοφόρα. Μάλιστα, η ΚΠΑ φτάνει στα επίπεδα των 33000Ευρώ που σημαίνει ότι κατά αυτό το ποσόν θα αυξηθεί η αξία της επιχείρησης.

Όσον αφορά τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης, ο επενδυτής θέτει ουσιαστικά ένα ελάχιστο επιτόκιο για την τιμή του, κάτω από το οποίο απορρίπτει την επένδυση. Το επιτόκιο αυτό είναι το κόστος ευκαιρίας της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο αναγωγής i . Αυτό σημαίνει ότι αν η επιχείρηση δεν έκανε καμία επένδυση, το αρχικό κεφάλαιο θα αυξανόταν σύμφωνα με το επιτόκιο αναγωγής i , συνεπώς αν αυξηθεί με χαμηλότερο επιτόκιο δεν την συμφέρει. Έτσι αν ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι μεγαλύτερος από το i τότε η επένδυση είναι αποδεκτή ενώ σε αντίθετη περίπτωση απορρίπτεται. Εδώ, ο IRR προέκυψε 19% με κόστος ευκαιρίας 5% συνεπώς και με το κριτήριο του EBA η επένδυση θεωρείται αποδοτική.

Για την περίοδο αποπληρωμής αναζητούμε το χρονικό διάστημα στο οποίο η ΚΠΑ μηδενίζεται. Αρκεί λοιπόν να έχουμε την ΚΠΑ για κάθε έτος μέχρι εκείνη να γίνει θετική. Στο έτος πριν γίνει θετική έχει μηδενιστεί. Μάλιστα, για να εκφραστεί το αποτέλεσμα πιο φιλικά προς το χρήστη, διαμορφώνουμε την απάντηση σε εβδομάδες. Για παράδειγμα αν το αποτέλεσμα είναι 5,6 έτη τότε η απάντηση που δίνεται είναι 5έτη και $0,6*52$ εβδομάδες.

Στο εξεταζόμενο σενάριο η ΚΠΑ προέκυψε 5έτη και 8εβδομάδες, που είναι ένας αποδεκτός χρόνος.

Περίοδος Αποπληρωμής					
	-18207.62	-13988.12	-10026.57	-6308.84	-2821.55
					5 έτη και 45 εβδομάδες

Πίνακας 4.6

Κεφάλαιο 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Ας δούμε τώρα τα αποτελέσματα του προγράμματος με διαφορετική υπόθεση. Ας εξετάσουμε την περίπτωση τοποθέτησης φωτοβολταϊκού συστήματος 10kW σε σημείο που είναι υπό την ιδιοκτησία του επενδυτή και συνεπώς δεν υπάρχει η επιβάρυνση του ενοικίου. Έστω ακόμα ότι ο επενδυτής δανείζεται από την τράπεζα το 50% του αρχικού κεφαλαίου, για 12 έτη. Τέλος υποθέτουμε ότι ο συγκεκριμένος επενδυτής συμφωνεί τα έξοδα εγκατάστασης να οριστούν στα 100€/kWp.

Με αυτά τα δεδομένα η νέα Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης έχει ως εξής:

ΚΑΧ													
ετος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
εσοδα	6875	6847.5	6820.1	6792.8	6765.7	6738.6	6711.6	6684.8	6658.1	6631.4	6604.9	6578.5	6552.2
λειτ. έξοδα	250	257.5	265.2	273.2	281.4	289.8	298.5	307.5	316.7	326.2	336	346.1	356.2
Από-σβέσεις	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424
δάνεια	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6
κέρδη προ φόρων	4866.4	4831.4	4796.3	4761.1	4725.7	4690.2	4654.6	4618.8	4582.8	4546.7	4510.4	4473.9	4437.2
φόροι	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
κέρδη	4866.4	4831.4	4796.3	4761.1	4725.7	4690.2	4654.6	4618.8	4582.8	4546.7	4510.4	4473.9	4437.2

ΚΑΧ													
ετος	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
εσοδα	6525.7	6499.9	6473.9	6448	6422.2	6396.5	6370.9	6345.4	6320.0	6294.8	6269.6	6244.5	
λειτ. έξοδα	367.1	378.1	389.5	401.2	413.2	425.6	438.4	451.5	465.1	479.0	493.4	508.2	
Από-σβέσεις	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424	
δάνεια	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	1334.6	
κέρδη προ φόρων	4400.3	4363.1	4325.8	4288.2	4250.4	4212.3	4174	4135.3	4096.4	4057.2	4017.6	3977.7	
φόροι	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
κέρδη	4400.3	4363.1	4325.8	4288.2	4250.4	4212.3	4174	4135.3	4096.4	4057.2	4017.6	3977.7	

Πίνακας 4.7

Κεφάλαιο 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Η καθαρή παρούσα αξία και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης δίνονται:

NPV	
	53146.66
IRR	
	45.2%

Πίνακας 4.8

Ενώ η περίοδος αποπληρωμής

Περίοδος Αποπληρωμής		
	-5965.30	-1583.04
		2 έτη και 20 εβδομάδες

Πίνακας 4.9

Συνεπώς η δεύτερη επένδυση είναι σαφώς καλύτερη από την πρώτη, και με τα τρία κριτήρια αξιολόγησης. Έχει μεγαλύτερη Καθαρή Παρούσα αξία, μεγαλύτερο ΕΒΑ ενώ η αποπληρωμή της γίνεται σε μικρότερο χρονικό διάστημα.

Τέλος ας εξετάσουμε τι θα συνέβαινε αν στο ίδιο σενάριο δεν είχαμε δανειοδότηση:

NPV	55380.06			
IRR	26.6%			
Περίοδος Αποπληρωμής	-15698.10	-10489.93	-5560.11	-894.03
				4 έτη και 11 εβδομάδες

Χωρίς τη δανειοδότηση, η ΚΠΑ θα είναι αυξημένη κατά περίπου 2000Ευρώ, όμως η περίοδος αποπληρωμής θα είναι επίσης μεγαλύτερη, στα 4έτη.

Κεφάλαιο 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Από πού προκύπτει το κέρδος της επένδυσης στα φωτοβολταϊκά συστήματα?

Όπως είδαμε η επένδυση στα φωτοβολταϊκά θεωρείται αποδοτική και προσοδοφόρα. Ουσιαστικά, το κέρδος προκύπτει από την επιχορήγηση στην τιμή αγοράς από τη ΔΕΗ σε 0.55€ ανά κιλοβατώρα. Η ΔΕΗ είναι υποχρεωμένη να αγοράζει το ρεύμα σε αυτήν την τιμή, η οποία είναι εγγυημένη για 25 χρόνια, όση είναι και η διάρκεια της σύμβασης. Αντίθετα, πουλά ρεύμα στα 0.12€ ανά κιλοβατώρα. Η τιμή λοιπόν που η ΔΕΗ αγοράζει την ενέργεια από φωτοβολταϊκά είναι ιδιαίτερα ευνοϊκή.

- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στο σημείο αυτό θα εξετάσουμε κάποια πρόσθετα στοιχεία για τις εταιρείες που αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 3. Με τη βοήθεια των ισολογισμών μπορεί να φανεί ο τρόπος χρηματοδότησης που επιλέγουν οι εταιρίες, εξετάζοντας τους δείκτες μόχλευσης, ένας εκ των οποίων είναι το Debt to Asset ratio ή Υποχρεώσεις προς Κεφάλαια που καταδεικνύει το ποσοστό της χρηματοδότησης των κεφαλαίων που προέρχεται από δανεισμό.

ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Η κατάσταση κάθε εταιρείας αντικατοπτρίζεται στους χρηματοοικονομικούς της δείκτες, τους οποίους θα υπολογίσουμε με τη βοήθεια των στοιχείων που λαμβάνουμε από τις ΚΑΧ και τους ισολογισμούς.

I. Δείκτες Χρηματοοικονομικής Μόχλευσης

Οι δείκτες μόχλευσης στο σύνολο τους απεικονίζουν το βαθμό της χρηματοδότησης της επιχείρησης με ξένα κεφάλαια, δείχνοντας ταυτόχρονα αν υπάρχει δυνατότητα να επεκταθούν οι δανεισμοί.

- Δείκτης Χρέους (debt ratio)

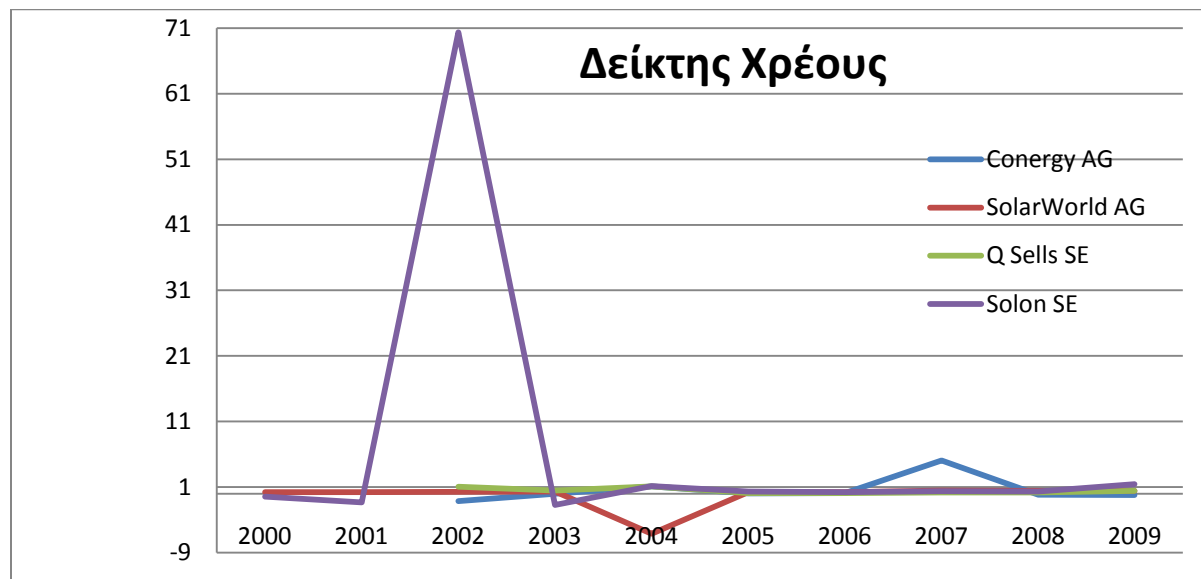
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<i>Conergy AG</i>			-114.1%	-4.7%	109.2%	1.4%	6.0%	505.1%	-18.7%	-20.0%
<i>SolarWorld AG</i>	19.6%	22.0%	26.7%	32.4%	-612.2%	22.9%	20.1%	45.7%	43.8%	43.9%
<i>Q Sells SE</i>			106.3%	44.0%	111.7%	8.2%	7.5%	18.9%	17.0%	43.8%
<i>Solon SE</i>	-47.1%	-134.8%	7036.0%	-174.2%	112.4%	31.3%	23.1%	35.5%	31.2%	143.2%
<i>AVERAGE</i>	-13.7%	-56.4%	1763.7%	-25.6%	-69.7%	16.0%	14.2%	151.3%	18.3%	52.7%

Πίνακας 5.1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ο δείκτης χρέους ορίζεται ως

$$\text{δείκτης χρέους} = \frac{\text{Μακρ. Χρέος}}{\text{Μακρ. Χρέος} + \text{Ίδια Κεφ. \& Αποθεματικά}}$$



Γράφημα 5.2

- Δείκτης Χρέους προς Ίδια Κεφάλαια

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Conergy AG			-53.3%	-4.5%	-1183.4%	1.4%	6.4%	-124.7%	-15.8%	-16.7%
SolarWorld AG	24.4%	28.2%	36.4%	48.0%	-86.0%	29.7%	25.2%	84.1%	77.9%	78.3%
Q Sells SE			-1676.4%	78.7%	-957.7%	8.9%	8.1%	23.4%	20.5%	78.0%
Solon SE	-32.0%	-57.4%	-101.4%	-63.5%	-904.4%	45.6%	30.1%	55.1%	45.3%	-331.6%
AVERAGE	-3.8%	-14.6%	-448.7%	14.7%	-782.9%	21.4%	17.5%	9.5%	32.0%	-48.0%

Πίνακας 5.3

Ο Δείκτης Χρέους προς Ίδια Κεφάλαια ορίζεται ως :

$$\text{δείκτης χρέους προς ίδια κεφάλαια} = \frac{\text{Μακρ. Χρέος}}{\text{Ίδια κεφάλαια \& Αποθεματικά}}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Γράφημα 5.4

- Δείκτης Ξένων προς Συνολικά Κεφάλαια

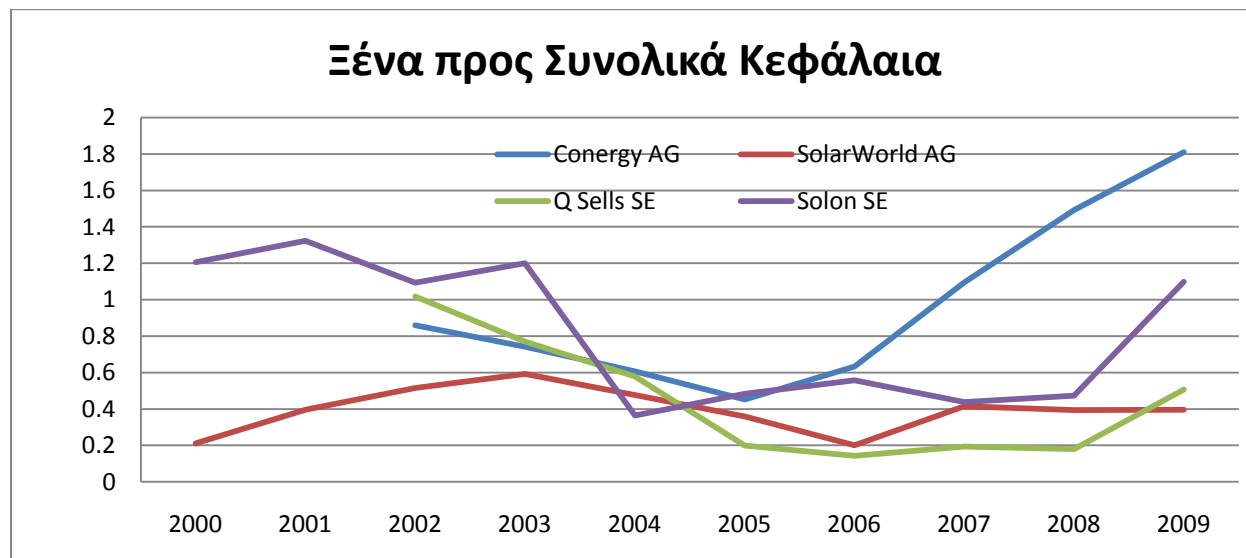
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Conergy AG			86.0%	74.2%	60.7%	45.1%	63.4%	109.6%	149.2%	181.0%
SolarWorld AG	21.1%	39.6%	51.5%	59.2%	47.7%	35.9%	20.0%	41.6%	39.5%	39.7%
Q Sells SE			101.7%	77.1%	57.9%	19.9%	14.3%	19.4%	18.0%	50.7%
Solon SE	120.6%	132.3%	109.3%	120.0%	36.5%	48.4%	55.8%	43.8%	47.3%	109.9%
AVERAGE	70.9%	86.0%	87.1%	82.6%	50.7%	37.3%	38.4%	53.6%	63.5%	95.3%

Πίνακας 5.5

Ο Δείκτης Ξένων προς Συνολικά Κεφάλαια ορίζεται ως

$$\text{δείκτης ξένων προς συνολικά κεφάλαια} = \frac{\text{παθητικό} - \text{idia κεφάλαια}}{\text{παθητικό}}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Γράφημα 5.6

- Δείκτης Παγιοποίησης Περιουσίας

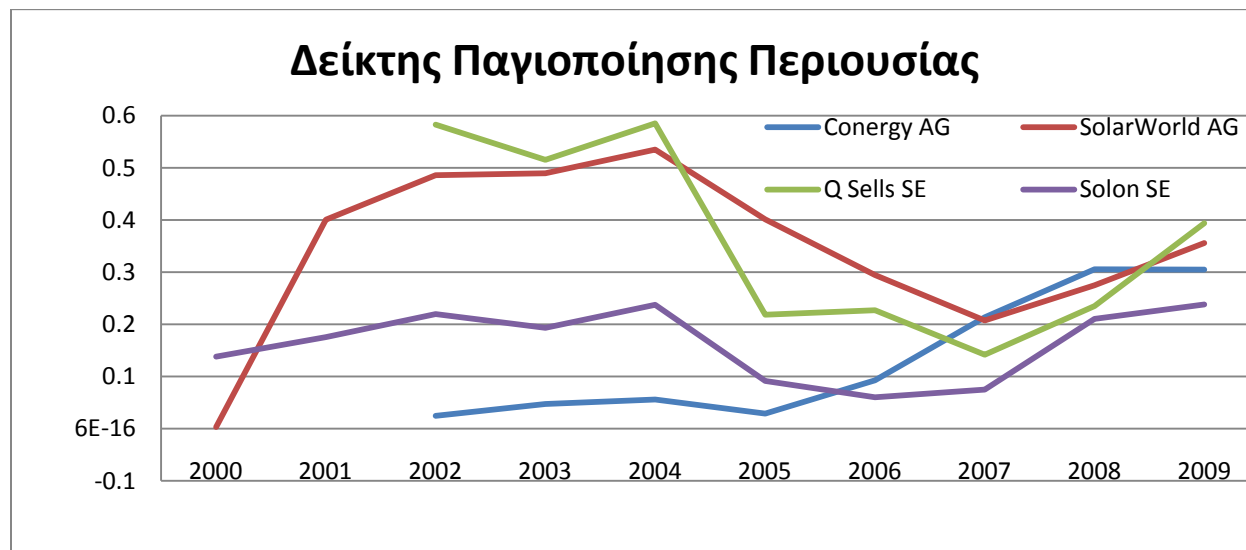
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Conergy AG			2.5%	4.7%	5.6%	2.9%	9.3%	21.4%	30.6%	30.5%
SolarWorld AG	0.3%	40.1%	48.6%	49.0%	53.5%	40.2%	29.5%	20.7%	27.5%	35.6%
Q Sells SE			58.3%	51.5%	58.5%	21.8%	22.7%	14.2%	23.5%	39.4%
Solon SE	13.8%	17.5%	21.9%	19.3%	23.8%	9.2%	6.0%	7.5%	21.1%	23.8%
total	7.1%	28.8%	32.8%	31.1%	35.4%	18.5%	16.9%	16.0%	25.7%	32.3%

Πίνακας 5.7

Ο Δείκτης Παγιοποίησης Περιουσίας ορίζεται ως

$$\text{δείκτης παγιοποίησης περιουσίας} = \frac{\text{πάγια περιουσιακά στοιχεία}}{\text{σύνολο ενεργητικού}}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Γράφημα 5.8

II. Δείκτες Ρευστότητας

Οι δείκτες ρευστότητας αντιπροσωπεύουν την ικανότητα της επιχείρησης να αντιμετωπίσει τις βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις της. Θεωρούμε ότι η χρηματοοικονομική θέση είναι ισχυρή, όταν η επιχείρηση ικανοποιεί τις υποχρεώσεις της χωρίς δυσκολία και εξασφαλίζει την ευνοϊκή πιστοληπτική της κατάσταση.

- Δείκτης Κεφαλαίου Κίνησης

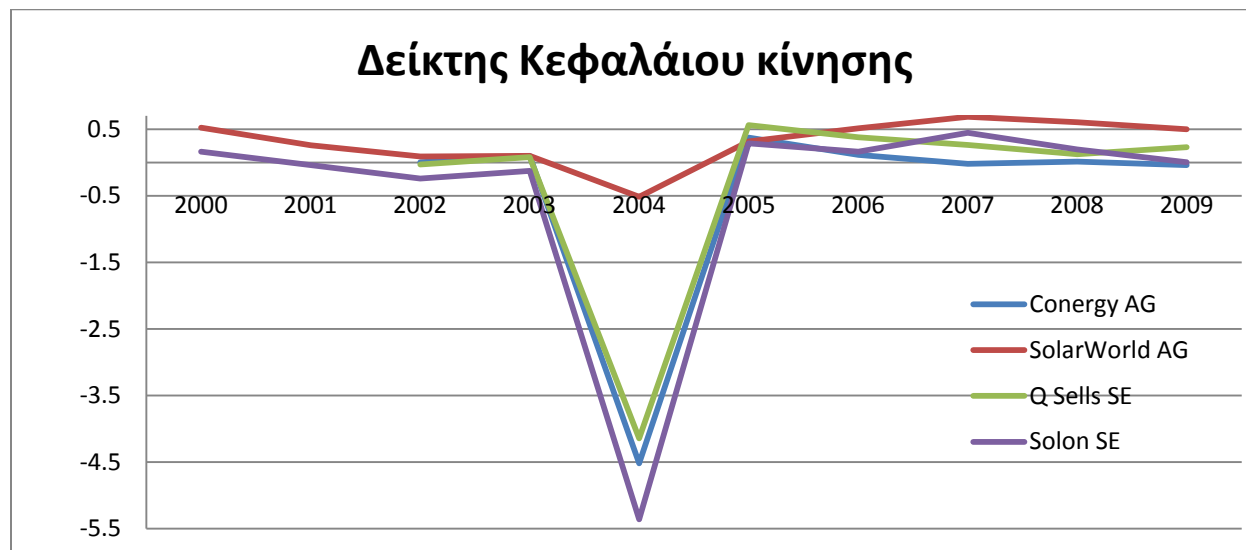
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Conergy AG			0.4%	10.2%	-451.6%	37.7%	11.5%	-1.7%	1.3%	-3.8%
SolarWorld AG	52.1%	26.0%	9.1%	10.3%	-51.7%	31.7%	51.6%	68.8%	60.5%	49.8%
Q Sells SE			-2.9%	8.3%	-414.4%	56.4%	37.9%	26.6%	12.7%	23.2%
Solon SE	16.5%	-3.8%	-24.0%	-12.7%	-535.9%	28.8%	16.3%	44.9%	19.5%	0.3%
AVERAGE	34.3%	11.1%	-4.4%	4.0%	-363.4%	38.6%	29.3%	34.6%	23.5%	17.4%

Πίνακας 5.9

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ο Δείκτης Κεφαλαίου Κίνησης ορίζεται ως:

$$\text{δείκτης κεφαλαίου κίνησης} = \frac{\text{κυκλοφορούν} - \text{βραχ.υποχρεώσεις}}{\text{σύνολο ενεργητικού}}$$



Γράφημα 5.10

- Δείκτης Κυκλοφοριακής Ρευστότητας

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Conergy AG			100.5%	114.3%	16.1%	168.1%	116.3%	97.7%	102.0%	94.3%
SolarWorld AG	1314.1%	222.4%	134.1%	137.3%	39.3%	263.3%	481.3%	1150.5%	781.3%	574.7%
Q Sells SE			93.2%	120.9%	8.8%	454.6%	304.3%	441.8%	192.9%	196.1%
Solon SE	131.0%	94.7%	70.7%	85.4%	11.7%	189.1%	131.9%	310.1%	156.8%	100.6%
AVERAGE	722.5%	158.5%	99.6%	114.5%	19.0%	268.8%	258.5%	500.0%	308.3%	241.4%

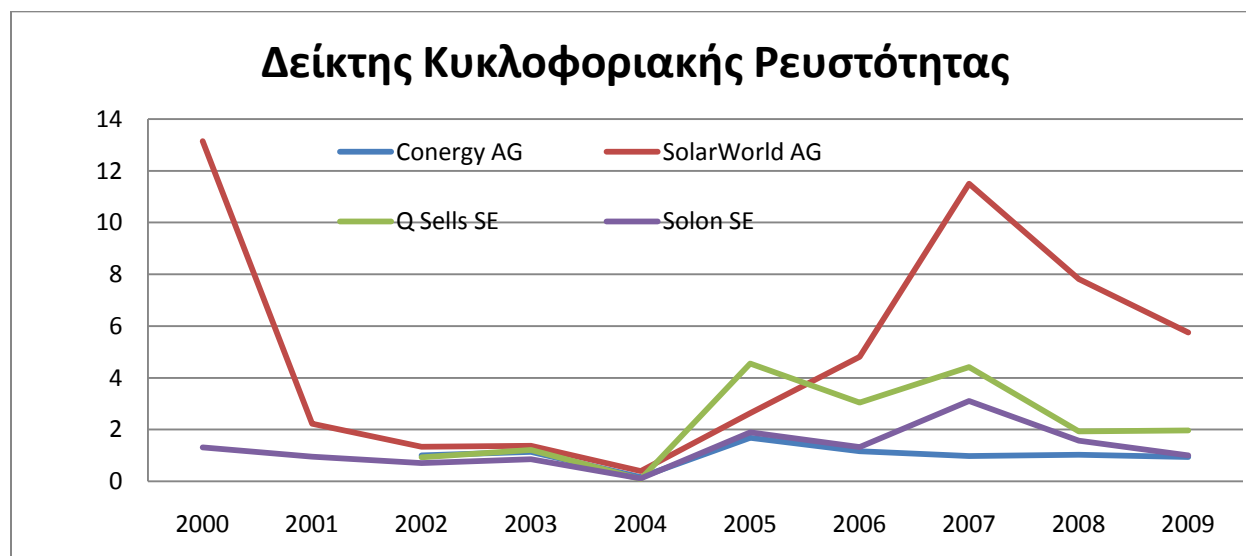
Πίνακας 5.11

Ο Δείκτης Κυκλοφοριακής Ρευστότητας ορίζεται ως:

$$\text{δείκτης κυκλοφοριακής ρευστότητας} = \frac{\text{κυκλοφορούν ενεργητικο}}{\text{βραχυπροθ. υποχρεώσεις}}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ο δείκτης αντικατοπτρίζει σε τι ποσοστό η επιχείρηση μπορεί να αντεπεξέλθει άμεσα στις βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις της. Έτσι όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης τόσο καλύτερα για την επιχείρηση.



Γράφημα 5.12

III. Δείκτες Απόδοσης

Οι δείκτες απόδοσης δείχνουν το πόσο αποτελεσματικά λειτουργεί η εξεταζόμενη επιχείρηση.

- Δείκτης Καθαρού Περιθωρίου Κέρδους (Net Profit Margin)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Conergy AG			-1.4%	0.3%	3.9%	5.2%	4.0%	-35.1%	-30.3%	-13.3%
SolarWorld AG	21.0%	9.8%	-1.6%	-5.5%	9.1%	14.6%	25.3%	16.4%	15.0%	5.8%
Q Sells SE			1.0%	6.2%	9.6%	13.3%	17.8%	17.3%	15.2%	-169.2%
Solon SE	-27.0%	-32.7%	-15.2%	-4.2%	3.3%	3.9%	4.2%	7.4%	4.0%	-76.6%
AVERAGE	-3.0%	-11.5%	-4.3%	-0.8%	6.5%	9.3%	12.8%	1.5%	1.0%	-63.3%

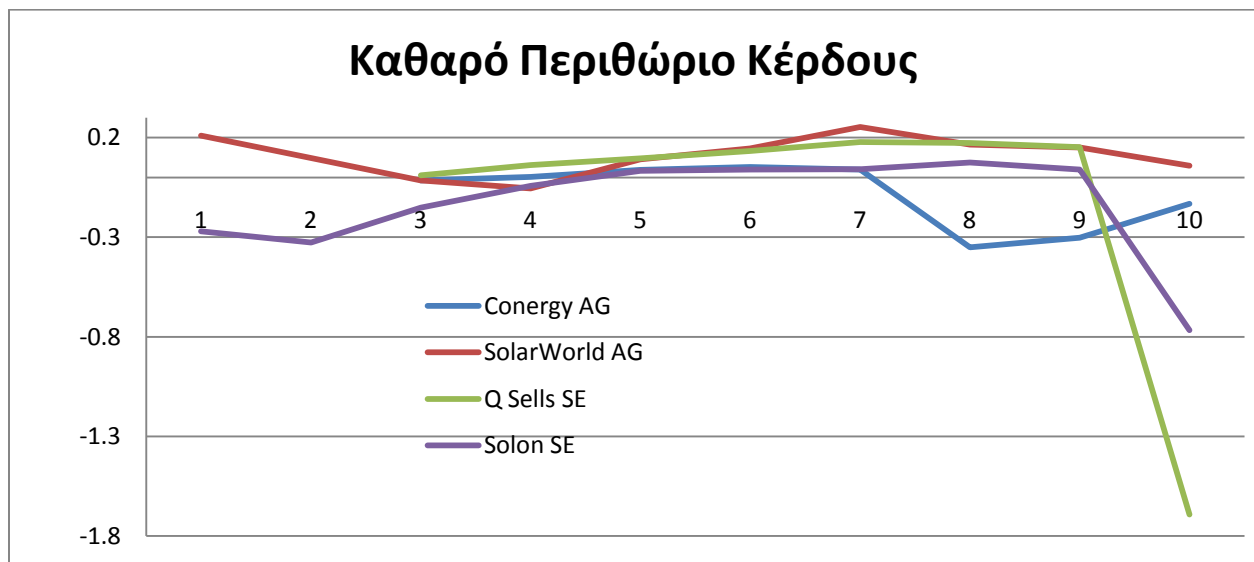
Πίνακας 5.13

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ο Δείκτης Καθαρού Περιθωρίου Κέρδους (Net Profit Margin) ορίζεται ως:

$$\text{δείκτης καθαρού περιθώριου κέρδους} = \frac{\text{καθαρό κέρδος}}{\text{πωλήσεις}}$$

Ο δείκτης αντικατοπτρίζει πώς πωλεί η επιχείρηση το παραγόμενο προϊόν, τη διαχείριση και οργάνωση της επιχείρησης αλλά και την ένταση του ανταγωνισμού στην αγορά του προϊόντος. Όσο μεγαλύτερο το ποσοστό τόσο καλύτερα για την εταιρεία.



Γράφημα 5.14

- Δείκτης Μεικτού Περιθωρίου Κέρδους (Gross Profit Margin)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Conergy AG			5.4%	4.5%	10.5%	11.6%	12.9%	-0.3%	2.0%	3.8%
SolarWorld AG	8.2%	29.3%	23.9%	20.0%	30.7%	34.6%	36.2%	39.8%	43.5%	28.2%
Q Sells SE			16.9%	21.2%	22.9%	28.7%	31.2%	30.6%	25.5%	-7.1%
Solon SE	100.0%	100.0%	-9.7%	6.7%	10.9%	13.3%	15.5%	14.4%	12.0%	-12.4%
AVERAGE	54.1%	64.6%	9.1%	13.1%	18.7%	22.0%	23.9%	21.1%	20.7%	3.1%

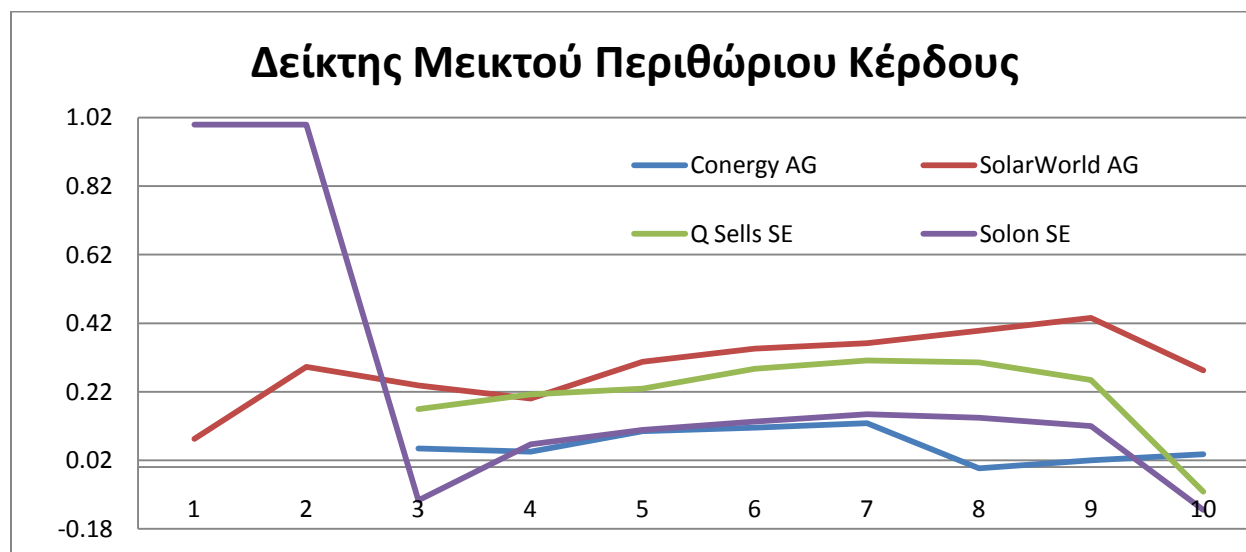
Πίνακας 5.15

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ο δείκτης Μεικτού Περιθωρίου Κέρδους (Gross Profit Margin) ορίζεται ως

$$\text{δείκτης μεικτού περιθώριου κέρδους} = \frac{\text{πωλήσεις} - \text{κόστος πωληθέντων}}{\text{πωλήσεις}}$$

Απεικονίζει το ρυθμό με τον οποίο η επιχείρηση πουλά τα προϊόντα της. Μέσα από το δείκτη αυτόν όμως παίρνουμε και πληροφορίες για τον τρόπο που καθορίζεται η τιμή του προϊόντος. Όσο μεγαλύτερος ο δείκτης τόσο καλύτερα.



Γράφημα 5.16

- Αποδοτικότητα Επενδυμένων Κεφαλαίων Return On Assets

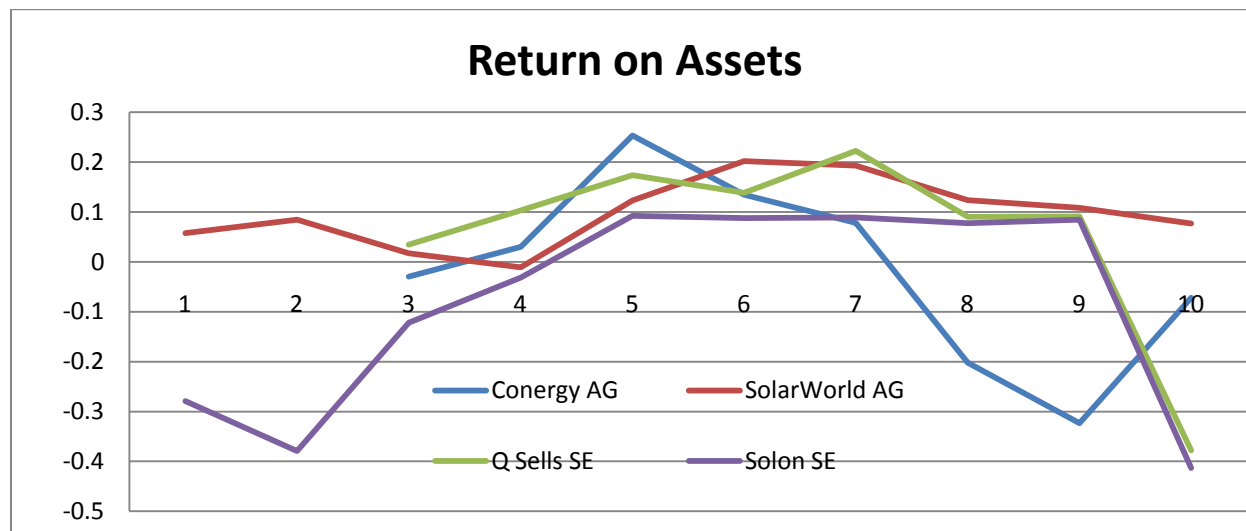
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Conergy AG			-3.0%	3.0%	25.3%	13.4%	7.8%	-20.2%	-32.3%	-7.2%
SolarWorld AG	5.7%	8.4%	1.7%	-1.1%	12.3%	20.2%	19.3%	12.4%	10.8%	7.7%
Q Sells SE			3.5%	10.3%	17.4%	13.8%	22.3%	9.1%	9.1%	-37.8%
Solon SE	-27.9%	-37.9%	-12.2%	-3.1%	9.2%	8.8%	8.9%	7.7%	8.5%	-41.3%
AVERAGE	-11.1%	-14.7%	-2.5%	2.3%	16.1%	14.1%	14.6%	2.2%	-1.0%	-19.7%

Πίνακας 5.17

Η Αποδοτικότητα Επενδυμένων Κεφαλαίων (Return On Assets) ορίζεται ως

$$ROA = \frac{\text{ΚΠΤΦ}}{\text{σύνολο ενεργητικού}}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Γράφημα 5.18

IV. Δείκτες Δραστηριότητας

Οι δείκτες δραστηριότητας μετρούν τον βαθμό της αποτελεσματικής χρησιμοποίησης των περιουσιακών στοιχείων της επιχείρησης

- Κυκλοφοριακή Ταχύτητα Απαιτήσεων

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Conergy AG			2.00	5.44	5.14	2.73	1.51	0.82	2.14	1.23
SolarWorld AG	0.59	1.02	1.05	0.79	1.82	2.08	1.55	0.73	0.77	0.79
Q Sells SE			0.93	1.60	2.21	2.85	3.33	1.25	1.45	0.60
Solon SE	1.88	1.41	1.23	1.54	6.15	2.06	1.66	1.26	1.56	0.68
AVERAGE	1.24	1.22	1.30	2.34	3.83	2.43	2.01	1.02	1.48	0.83

Πίνακας 5.19

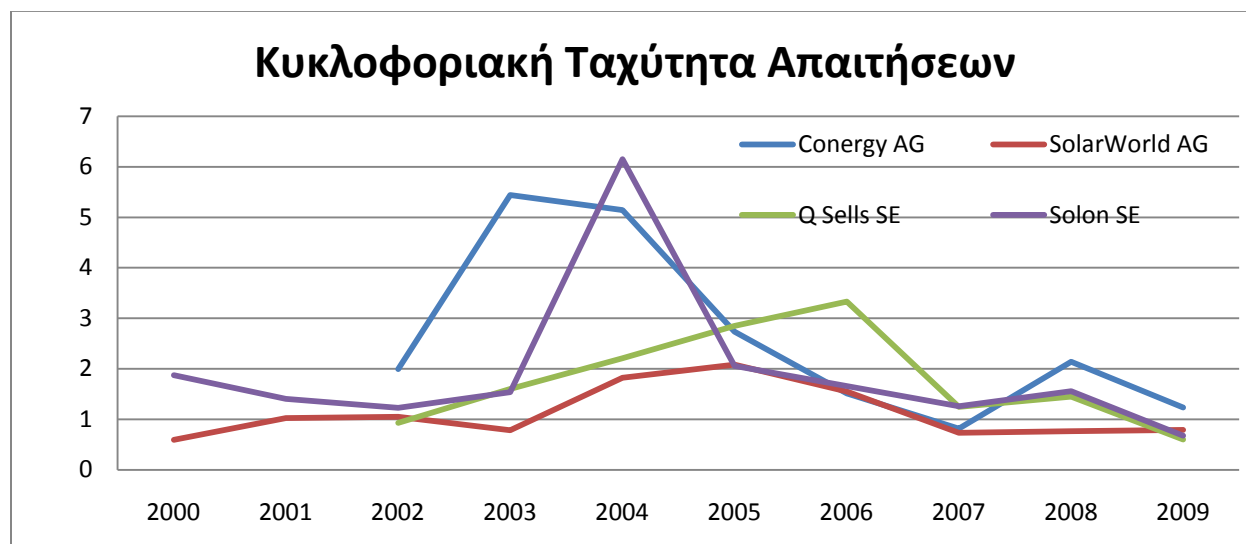
Η Κυκλοφοριακή Ταχύτητα Απαιτήσεων ορίζεται ως

$$\text{κυκλοφοριακή ταχύτητα απαιτήσεων} = \frac{\text{πωλησεις}}{\text{απαιτήσεις}}$$

Να σημειωθεί ότι ο δείκτης αναφέρεται στην ταχύτητα με την οποία εισπράττονται οι απαιτήσεις, σε πόσες ημέρες κατά μέσο όρο οι απαιτήσεις της επιχείρησης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

πληρώνονται από τους πελάτες. Δείχνει δηλαδή την εικόνα της πολιτικής πιστώσεων που ακολουθεί η επιχείρηση προς τους πελάτες της. Για παράδειγμα αν η κυκλοφοριακή ταχύτητα αποθεμάτων ισούται με 2 οι απαιτήσεις της επιχείρησης εισπράττονται 2 φορές στο έτος.



Γράφημα 5.20

- Κυκλοφοριακή Ταχύτητα Παγίων

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Conergy AG			66.34	79.99	67.18	53.56	11.90	3.34	4.93	3.27
SolarWorld AG	46.47	0.98	0.96	0.75	1.37	1.99	1.77	1.97	1.56	1.29
Q Sells SE			1.14	1.80	1.94	3.00	3.74	2.34	1.88	0.95
Solon SE	8.15	7.20	5.11	7.96	8.44	12.55	17.71	8.78	4.30	2.36
AVERAGE	27.31	4.09	18.39	22.62	19.73	17.78	8.78	4.11	3.17	1.96

Πίνακας 5.21

Η κυκλοφοριακή ταχύτητα παγίων ορίζεται ως

$$\text{κυκλοφοριακή ταχύτητα παγίων} = \frac{\text{πωλήσεις}}{\text{πάγια}}$$



Γράφημα 5.22

- Κυκλοφοριακή Ταχύτητα Ενεργητικού

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Conergy AG			1.64	3.80	3.78	1.54	1.10	0.72	1.51	1.00
SolarWorld AG	0.14	0.39	0.47	0.37	0.73	0.80	0.52	0.41	0.43	0.46
Q Sells SE			0.67	0.93	1.13	0.66	0.85	0.33	0.44	0.37
Solon SE	1.12	1.26	1.12	1.54	2.01	1.15	1.07	0.66	0.91	0.56
AVERAGE	0.63	0.83	0.97	1.66	1.91	1.04	0.89	0.53	0.82	0.60

Πίνακας 5.23

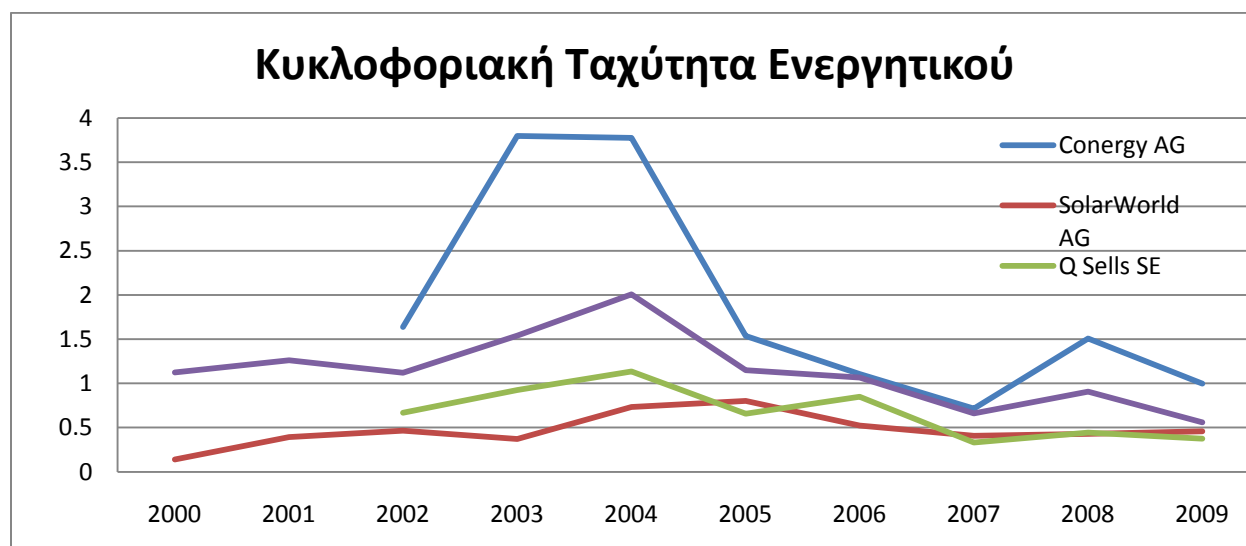
Ο δείκτης ορίζεται ως:

$$\text{κυκλοφοριακή ταχύτητα ενεργητικού} = \frac{\text{πωλήσεις}}{\text{ενεργητικό}}$$

Η κυκλοφοριακή ταχύτητα ενεργητικού σημαίνει ουσιαστικά πόσες ημέρες η επιχείρηση χρησιμοποιεί το σύνολο του ενεργητικού για να το μετατρέψει σε πωλήσεις. Δείχνει την ικανότητα της επιχείρησης να αξιοποιεί όλα τα στοιχεία του

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ενεργητικού τα πάγια, τα αποθεματικά, τις εγκαταστάσεις, τις επενδύσεις κ.λ.π). Όσο μικρότερος ο δείκτης τόσο καλύτερος για την επιχείρηση.



Γράφημα 5.24

- Κυκλοφοριακή Ταχύτητα Αποθεμάτων

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Conergy AG			0.29	0.09	0.06	0.10	0.14	0.49	0.24	0.18
SolarWorld AG	0.22	0.45	0.45	0.58	0.23	0.24	0.47	0.51	0.58	0.59
Q Sells SE			0.23	0.26	0.11	0.17	0.15	0.11	0.17	0.38
Solon SE	0.40	0.30	0.15	0.17	0.12	0.16	0.30	0.32	0.23	0.28

Πίνακας 5.25

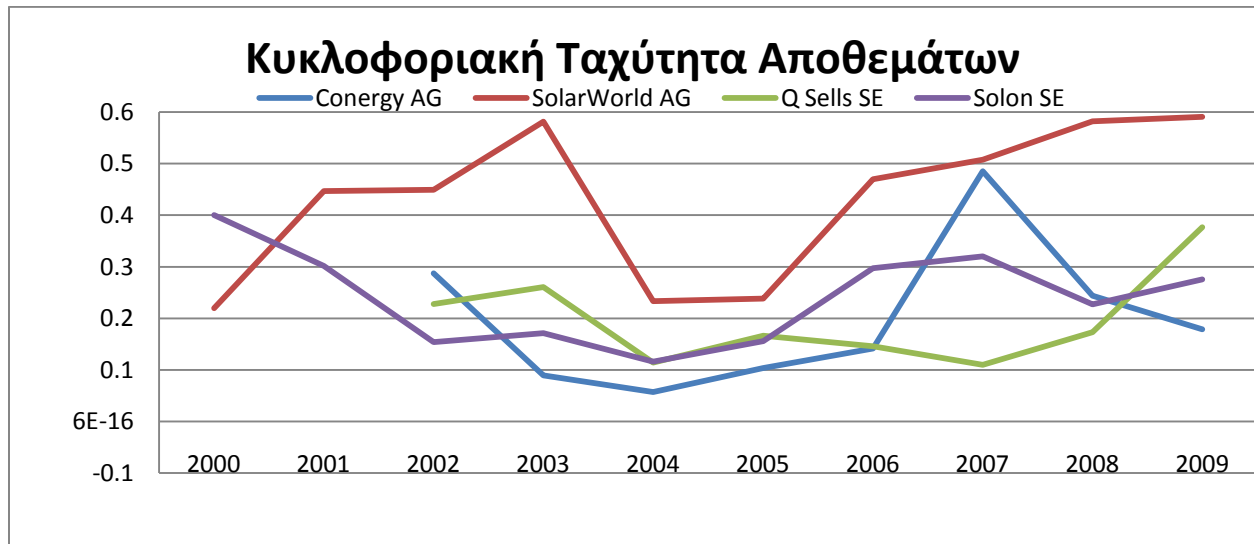
Ο δείκτης ορίζεται ως

$$\text{κυκλοφοριακή ταχύτητα αποθεμάτων} = \frac{\text{αποθέματα}}{\text{πωλήσεις} * 365\text{ημέρες}}$$

Η φυσική σημασία του δείκτη είναι η ποσότητα των ημερών που απαιτούνται κατά μέσο όρο από την επιχείρηση ώστε τα αποθέματα να μετατραπούν σε πωλήσεις. Έτσι δείχνει το είδος της επιχείρησης αλλά και την ικανότητα της να μεγιστοποιεί

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

την παραγωγική διαδικασία, μετατρέποντας τις πρώτες ύλες σε εμπόρευμα. Συνεπώς, επιδίωξη είναι ο δείκτης να είναι ο ελάχιστος δυνατός.



Γράφημα 5.26

Από όλα τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι όλες οι εταιρίες πλην της SolarWorld φαίνεται να φορτώνονται όλο και περισσότερο με χρέος ενώ παράλληλα οι πωλήσεις τους είναι ασταθείς, λόγω κυρίως της οικονομικής κρίσης. Μπορούμε δηλαδή να συμπεράνουμε ότι αυτή τη στιγμή μάλλον πρόκειται για έναν κλάδο με μεγάλο βαθμό επικινδυνότητας, ενώ τα προηγούμενα χρόνια τα δεδομένα ήταν διαφορετικά. Ο κλάδος λοιπόν έχει πολλές δυνατότητες ανάπτυξης αλλά πλήττεται από την οικονομική δυσκολία της περιόδου, συνεπώς ο κάθε επιχειρηματίας χρειάζεται υπομονή για να δει το κεφάλαιο του να αυξάνεται.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- <http://www.helapco.gr>
- <http://www.dei.com.gr>
- <http://www.desmie.gr>
- <http://www.xn--mxaab7adwb1beo7at.com/>
- <http://www.ypeka.gr/>
- Photovoltaics for Professionals: Solar Electric Systems Marketing, Design and Installation, Falk Antony, Christian Dürschner, Karl- Heinz Remmers
- Practical Photovoltaics: Electricity from Solar Cells, Richard J. Komp
- Εισαγωγή στα ημιαγώγιμα υλικά και φωτοβολταϊκές διατάξεις, Κ.Θ. Δέρβος
- Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Σταύρος Παπαθανασίου
- <http://www.solarworld.de>
- <http://www.conergy.de>
- <http://www.solon.com/>
- <http://www.q-cells.com>
- <http://www.pvel.com/publications/lifetime>
- <http://www.env-edu.gr/Documents>
- <http://www.guashan.com>
- <http://www.epia.org/>
- <http://www.physics4u.gr>
- <http://www.energolab.gr>
- <http://ec.europa.eu/energy/publications>
- <http://academics.epu.ntua.gr>
- Αρχές Ηλεκτρονικών Υλικών & Διατάξεων, S.O. Kasap
- <http://www.fsu.gr/>