

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου
Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών *Διοίκηση Επιχειρήσεων (ΜΔΕ)*

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**Εφαρμογή Μεθόδου Ανάλυσης Κόστους – Οφέλους σε Φωτοβολταϊκό Πάρκο Ισχύος 1,50MWp
με Χαμηλή και Μέση Τάση.**

Θέκλα Μοσφιλιώτη

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Σοφία Ανδρέου**

Δεκέμβριος 2020

**Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου
Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης**

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών *Διοίκηση Επιχειρήσεων (ΜΔΕ)*

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Εφαρμογή Μεθόδου Ανάλυσης Κόστους – Οφέλους σε Φωτοβολταϊκό Πάρκο Ισχύος 1,50ΜWp
με Χαμηλή και Μέση Τάση.**

Θέκλα Μοσφιλιώτη

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Σοφία Ανδρέου**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διοίκηση Επιχειρήσεων (ΜΔΕ) από τη Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Δεκέμβριος 2020

Περίληψη

Τις τελευταίες δεκαετίες, με την παρουσία της ενεργειακής κρίσης, οι επιστήμονες και οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας κάνουν προσπάθειες στροφής προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αυτό έγινε έντονο και στην Κύπρο με το μεγαλύτερο ενδιαφέρον να στρέφεται προς τα φωτοβολταϊκά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη φωτοβολταϊκού συστήματος με τη μέθοδο ανάλυσης κόστους – οφέλους για δύο διαφορετικές περιπτώσεις κατασκευής φωτοβολταϊκού πάρκου, καταλήγοντας έτσι στο συμπέρασμα της πιο επικερδούς περίπτωσης.

Αναλύεται αρχικά ο τομέας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και οι εθνικοί στόχοι εφαρμογής τους ώστε να περιοριστεί το ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα στον πλανήτη. Γίνεται αναφορά στην ηλιακή ενέργεια καθώς και στο ηλιακό δυναμικό της Κύπρου, όπου και κατέχει μία από τις πρώτες θέσεις σε ποσοστό ηλιοφάνειας στην Ευρώπη. Ακολούθως παρουσιάζεται η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων, ο τρόπος λειτουργίας τους και τα βασικά τους χαρακτηριστικά. Επίσης το συγκεκριμένο κεφάλαιο αναφέρεται στην μέθοδο ανάλυσης κόστους – οφέλους, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της μεθόδου καθώς και την εξέλιξη της στο πέρασμα του χρόνου. Τέλος γίνονται αναφορές στην χρήση της ηλιακής ενέργειας στην Κύπρο και διεθνώς μέσα από διάφορες οικονομοτεχνικές μελέτες ανάλυσης κόστους – οφέλους.

Έπειτα παρουσιάζεται επιγραμματικά η μεθοδολογία της μεθόδου ανάλυσης κόστους - οφέλους και ο τρόπος εφαρμογής της. Ακολουθεί αναλυτικά η διαδικασία κατασκευής, λειτουργίας και ολοκλήρωσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων/πάρκων και τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ανάλυση των παραδοχών κόστους – οφέλους, η εφαρμογή τους στους πίνακες του excel με την μέθοδο ανάλυσης, η παρουσίαση των αποτελεσμάτων των δύο περιπτώσεων, η αξιολόγηση τους βάση των οικονομικών δεικτών αξιολόγησης και η σύγκριση των αποτελεσμάτων τους. Τέλος παρουσιάζονται τα γενικά συμπεράσματα της εφαρμογής της μεθόδου, τα οφέλη της επένδυσης και οι προοπτικές της εφαρμογής σε μεταγενέστερες εφαρμογές.

Summary

In recent decades, in the presence of the energy crisis, scientists and electricity producers have been making efforts to turn to renewable energy sources. This has also become apparent in Cyprus with the greatest interest in moving towards photovoltaic power systems. The purpose of this projects is to study a photovoltaic system using a cost – benefit analysis method for two different photovoltaic park construction cases, thus concluding the most profitable case.

The renewable energy sector and its national implementation objectives are first analyzed in order to reduce the energy and environmental problems on the planet. Reference is made to solar energy potential of Cyprus, where it occupies one of the first sunlight positions in Europe. The technology of the photovoltaic systems, their mode of operation and their essential characteristics are presented below. This chapter also refers to the cost-benefit analysis method, the advantages and disadvantages of the method and its evolution over time. Finally, reference is made to the use of solar energy in Cyprus and internationally through various cost-benefit economic studies.

The methodology of the cost-benefit analysis method and the way it is applied are summarized below. The process of building, operating and integrating photovoltaic systems/parks and their technical characteristics follows in detail. This chapter provides an analysis of cost-benefit assumptions, their application to the excel tables using the analysis method, a presentation of the results of the two cases, an evaluation of the basis of the economic evaluation indicators and a comparison of their results. Finally, the general conclusions of the application of the method, the benefits of the investment and the prospects of implementation in later applications are presented.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια της μεταπτυχιακής μου διατριβής κ. Σοφία Ανδρέου για τη βοήθεια και τη στήριξη που μου παρείχε καθόλη τη διάρκεια της εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου διατριβής. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και ειδικά τον σύζυγό μου για την στήριξη του σε όλη αυτή μου την προσπάθεια καθώς και τον μικρό μου Μιχαήλ για την υπομονή του.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	1
1.1 Η παγκόσμια ανησυχία για την ενεργειακή κρίση.....	1
1.2 Σκοπός της παρούσας μελέτης.....	2
2. Βιβλιογραφία.....	4
2.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	4
2.1.1 Εισαγωγή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	4
2.1.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Ευρωπαϊκή Ένωση.....	4
2.1.3 Εθνικοί στόχοι της Κύπρου.....	5
2.1.4 Ηλιακή Ενέργεια.....	6
2.1.5 Ηλιακό δυναμικό της Κύπρου.....	7
2.1.6 Φωτοβολταϊκά συστήματα.....	7
2.1.7 Τρόπος λειτουργίας και βασικά χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	8
2.1.8 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	9
2.2 Η μέθοδος ανάλυσης κόστους – οφέλους.....	10
2.2.1 Εισαγωγή.....	10
2.2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου.....	12
2.3 Η μέθοδος ανάλυσης κόστους οφέλους – Ιστορική αναδρομή.....	13
2.4 Η χρήση της ηλιακής ενέργειας στην Κύπρο και Διεθνώς μέσα από οικονομοτεχνικές μελέτες ανάλυσης κόστους – οφέλους.....	16
3. Φωτοβολταϊκά συστήματα και τεχνικά χαρακτηριστικά.....	21
3.1 Φωτοβολταϊκά συστήματα.....	21
3.1.1 Η λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	21
3.1.2 Απόδοση φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	23
3.2 Φωτοβολταϊκά πάρκα – Διαδικασία κατασκευής και τεχνικά χαρακτηριστικά.....	24
3.2.1 Διαδικασία ολοκλήρωσης φωτοβολταϊκού πάρκου.....	24
3.2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά κατασκευής φωτοβολταϊκών πάρκων.....	26
4. Σχεδιασμός ανάλυσης κόστους – οφέλους.....	29
5. Μελέτες περίπτωσης φωτοβολταϊκών πάρκων.....	35
5.1 Ανάλυση σεναρίων περίπτωσης μελέτης.....	35

5.2 Παρουσίαση και ανάλυση παραδοχών κόστους – οφέλους.....	36
5.3 Δείκτες αξιολόγησης ανάλυσης κόστους.....	40
5.4 Περίπτωση κατασκευής φωτοβολταϊκού πάρκου Χαμηλής Τάσης.....	41
5.5 Περίπτωση κατασκευής φωτοβολταϊκού πάρκου μέσης τάσης.....	47
5.6 Σύγκριση αποτελεσμάτων των δύο περιπτώσεων κατασκευής του φωτοβολταϊκού πάρκου.....	53
6. Επίλογος.....	55
6.1 Γενικά συμπεράσματα.....	55
Βιβλιογραφικές αναφορές	58
Ιστοσελίδες.....	59

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Η παγκόσμια ανησυχία για την ενεργειακή κρίση

Σε ολόκληρο τον κόσμο όλοι οι επιστήμονες προσπαθούν να επιλύσουν το ενεργειακό πρόβλημα και να εξασφαλίσουν τις ενεργειακές ανάγκες που χρειάζεται ο πλανήτης. Ο προβληματισμός αυτό ξεκίνησε από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα και κορυφώθηκε κατά την δεκαετία του 70 όπου και ξεκίνησε η πετρελαϊκή κρίση. Το 1973 εμφανίστηκε στο προσκήνιο η ενεργειακή κρίση με αποτέλεσμα να γίνει πασιφανές το ενεργειακό πρόβλημα. Είναι προφανές ότι η ζήτηση είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την προσφορά όταν αυτή βασίζεται στις κοινές μεθόδους παραγωγής ενέργειας. Έτσι η συνεχής αυξητική πορεία που παρουσιάζουν οι ενεργειακές ανάγκες προβληματίζουν έντονα την παγκόσμια κοινότητα αφού τίθεται θέμα κάλυψης των αναγκών. Επί της ουσίας μετά από την κρίση αυτή βγήκαν στην επιφάνεια τα δύο πολύ σοβαρά προβλήματα, ότι αρχικά τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο και άνθρακας) είναι περιορισμένα και κατά δεύτερον ότι η καύση των ορυκτών προκαλεί ανεπανόρθωτη ζημιά σε ολόκληρο το οικοσύστημα του πλανήτη.

Για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών ξεκίνησαν διεθνείς προσπάθειες για την αντιμετώπισή τους. Οι επιστήμονες ξεκίνησαν πρώτο να κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου για τον πλανήτη βασισμένοι σε στοιχεία που συγκέντρωσαν τη δεκαετία του 1960-1970 όπου

έδειχναν την ραγδαία αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Το 1988 ομάδα επιστημόνων δημιούργησε τον Παγκόσμιο Οργανισμό Μετεωρολογίας και το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα Ηνωμένων Εθνών όπου παρουσίαζαν το πρόβλημα της ανοδικής πορείας της θερμοκρασίας. Έπειτα ακολούθησε το Πρωτόκολλο του Κιότο που όλα μαζί αποτελούν μία διεθνή και κοινή γραμμή καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής. Στην Όγδοη Διάσκεψη των Συμβαλλόμενων Μερών του Πρωτοκόλλου του Κιότο, τον Δεκέμβριο του 2012, η Κύπρος μαζί με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και τα υπόλοιπα τότε 26 Κράτη Μέλη, συμφώνησαν στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου τους κατά 20% για την περίοδο 2013-2020 σε σχέση με το 1990, αναλαμβάνοντας ποσοτικές δεσμεύσεις στα πλαίσια της δεύτερης περιόδου του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση δυστυχώς σήμερα η εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα είναι μεγάλη αφού εισάγει 50% της ενέργειας που χρειάζεται και μάλιστα να φθάσει σύμφωνα με προβλέψεις το 70% μέχρι το 2030. Κοινή πολιτική όλων των χωρών για την αντιμετώπιση του προβλήματος πρέπει να είναι η παραγωγή και η χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έτσι ώστε να είναι όσο το δυνατόν λιγότερο εξαρτημένες από τα ορυκτά καύσιμα. (Barrett, 1998; Oberthür & Ott, 1999; Επιτροπή & στην Ελλάδα)

1.2 Σκοπός της παρούσας μελέτης

Στις μέρες μας είναι προφανές ότι τα ενεργειακά ζητήματα είναι στην πρώτη γραμμή σε κοινωνικό και πολιτικό επίπεδο. Ο πλανήτης μας βιώνει μία ραγδαία αύξηση της ζήτησης ενέργειας τα τελευταία χρόνια που αυτό τον οδηγεί σε μία ενεργειακή και παράλληλα περιβαλλοντική κρίση χωρίς κανένα προηγούμενο. Η μοναδική λύση για την βελτίωση της κατάστασης του περιβάλλοντος είναι η στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ειδικά σε χώρες όπως η Κύπρος με αυξημένη ηλιοφάνεια. Αυτό φαίνεται μέσα από το ενδιαφέρον της Κυπριακής κοινότητας για τη τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εφαρμόζεται η μέθοδος ανάλυσης του κόστους – οφέλους για δύο περιπτώσεις ενός φωτοβολταϊκού πάρκου ίσης ισχύος. Το πρώτο σενάριο αφορά την κατασκευή του πάρκου με την χρήση Χαμηλής Τάσης ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και το δεύτερο με τη χρήση Μέσης Τάσης ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Εφαρμόζοντας τα χαρακτηριστικά τους σε κάθε περίπτωση και χρησιμοποιώντας τη μέθοδο κόστους οφέλους εξάγονται τα αποτελέσματα που θα μας οδηγήσουν για το ποια από τις δύο περιπτώσεις είναι

η περισσότερο κερδοφόρα σε βάθος χρόνου. Με τη χρήση διάφορων οικονομικών δεικτών θα γίνουν κάποιες εκτιμήσεις και συμπεράσματα και θα παρουσιάζεται η πιο κερδοφόρα επένδυση.

Είναι βέβαιο ότι μέσα από τη μεταπτυχιακή διατριβή φαίνεται η βέβαιη κερδοφόρα επένδυση για τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Ουσιαστικά εφαρμόζεται η μέθοδος οικονομικής αξιολόγησης κόστους – οφέλους, έτσι ώστε να αξιολογηθεί κατά πόσο μία επένδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και πιο συγκεκριμένα η κατασκευή ενός φωτοβολταϊκού πάρκου είναι κερδοφόρα. Τέλος να αναφέρω ότι τα αποτελέσματα που εξάχθηκαν από τις δύο μελέτες, μέσης και χαμηλής τάσης πάρκου, βεβαιώνεται ότι στην συγκεκριμένη περίπτωση περισσότερο κερδοφόρα είναι η κατασκευή του πάρκου με μέση τάση. Αυτό δεν σημαίνει ότι κάθε περίπτωση θα είναι η ίδια, εξαρτάται πάντα από τα χαρακτηριστικά κατασκευής κάθε φωτοβολταϊκού πάρκου.

Μέσα από την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

- Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν πλέον μία βιώσιμη και κερδοφόρα επένδυση.
- Στην συγκεκριμένη περίπτωση κατασκευής φωτοβολταϊκού πάρκου η μέση τάση είναι πιο κερδοφόρα έναντι της χαμηλής τάσης εγκατάστασης.

Συνοπτικά ακολουθεί στο επόμενο κεφάλαιο η βιβλιογραφία, στο κεφάλαιο 3 γίνεται ανάλυση των φωτοβολταϊκών συστημάτων και των τεχνικών τους χαρακτηριστικών. Έπειτα στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα βήματα σχεδιασμού της ανάλυσης κόστους – οφέλους. Στο κεφάλαιο 5 ακολουθούν οι μελέτες περίπτωσης φωτοβολταϊκών πάρκων με χαμηλή και μέση τάση ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και τέλος στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται τα γενικά συμπεράσματα.

Κεφάλαιο 2

Βιβλιογραφία

2.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

2.1.1 Εισαγωγή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ορίζονται όλες οι μη ορυκτές πηγές ενέργειας, π.χ. αιολική, γεωθερμική, ηλιακή, υδροηλεκτρική, παλιρροιακή ενέργεια, όλες δηλαδή οι ενεργειακές πηγές που υπάρχουν σε αφθονία στο περιβάλλον. Έχουν οριστεί ανά το παγκόσμιο το σημαντικότερο μέσο αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής αφού με τον τρόπο αυτό δεν εξαρτόμαστε πλέον από τα ορυκτά καύσιμα. Μειώνουν το ενεργειακό πρόβλημα αφού δεν υπάρχει απελευθέρωση αερίων στην ατμόσφαιρα μειώνοντας έτσι την αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Το κόστος λειτουργίας είναι συνήθως χαμηλό και δεν επηρεάζεται από τις διεθνείς διακυμάνσεις των καυσίμων αφού οι ενεργειακοί πόροι αξιοποιούνται ορθολογικά καλύπτοντας έτσι τις ενεργειακές ανάγκες των χρηστών.

Σημαντικό είναι ότι δημιουργούνται νέες επιχειρήσεις με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Για τους παραπάνω λόγους οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας θεωρούνται η αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών και ενεργειακών προβλημάτων του πλανήτη. (Μπάκος, 2004)

2.1.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Ευρωπαϊκή Ένωση

Όλες οι χώρες σήμερα της Ευρωπαϊκής Ένωσης εφαρμόζουν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ασκήσει μεγάλη πίεση στην υιοθέτηση των προσπαθειών για την βελτίωση της κλιματικής αλλαγής. Βασική Ευρωπαϊκή στρατηγική για την βιώσιμη ανάπτυξη είναι το «πακέτο 20-20-20» το οποίο πρότεινε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή και το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο στις αρχές του 2007. Κύριος στόχος της επιτροπής ήταν να περιορίσει την αύξηση της θερμοκρασίας της Γης στους 2 βαθμούς Κελσίου σε σχέση με την κατάσταση που επικρατούσε κατά την βιομηχανική επανάσταση. Αυτό σημαίνει ότι 20% της ενέργειας της κάθε χώρας θα είναι από ΑΠΕ, θα γίνει 20% μείωση των ρύπων και 20% εξοικονόμηση της ενέργειας μέχρι το 2020. Οι ηγέτες των G8 στο τέλος του 2009 σε συνεργασία με τα Ηνωμένα Έθνη αποφάσισαν να αντικαταστήσουν με μία νέα συνθήκη το πρωτόκολλο του Κιότο. Συμφώνησαν να έχουν κοινό στόχο την μείωση των διεθνών εκπομπών του θερμοκηπίου κατά 50% μέχρι το 2050. Εάν αυτό το σχέδιο επιτευχθεί η Ευρωπαϊκή Ένωση μπορεί να ελπίζει ότι ο κλάδος της ενέργειας από ΑΠΕ θα ακμάσει και θα μπορεί να καταστεί ανταγωνιστικός ανά το παγκόσμιο. (Weiss & Schulz, 2013; Ανδρονίκου, 2012)

Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει η Ευρώπη βάση των πρόσφατων μελετών είναι τεράστιες. Υπάρχουν πιθανότητες οι θερμοκρασίες του πλανήτη να αυξηθούν πάνω από 5 βαθμούς Κελσίου. Βασισμένη λοιπόν στις προβλέψεις αυτές η ενεργειακή πολιτική οδηγεί αντί σε μείωση των εκπομπών των ρύπων σε αύξηση κατά 5% μέχρι το 2030. Έτσι βάση στο Ευρωπαϊκό σενάριο του ενεργειακού πακέτου αναμένεται ότι η χρήση πετρελαίου το 2020 θα περιοριστεί και πρωταγωνιστές θα είναι πλέον το φυσικό αέριο, τα φωτοβολταϊκά συστήματα και οι ανεμογεννήτριες. Το 2040 δεν θα γίνεται χρήση πετρελαίου αλλά υδρογόνου σε μεγάλη κλίμακα που θα παράγεται είτε από αναμόρφωση του φυσικού αερίου ή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. (Ανδρονίκου, 2012)

2.1.3 Εθνικοί Στόχοι στην Κύπρο

Το σχέδιο δράσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας έγινε βάση του άρθρου 4 της Οδηγίας 2009/28/EK (Κοινοβούλιο, 2009) όπου απαιτεί να θεσπιστεί από κάθε κράτος μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την χρήση των ΑΠΕ. Σε κάθε σχέδιο δράσης αναφέρονται οι στόχοι του κάθε κράτους μέλους για τα μερίδια που θα καταναλώνεται από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στις μεταφορές, την ηλεκτροπαραγωγή, στη θέρμανση και τη ψύξη το 2020. Στόχος της Κύπρου είναι :

- Ηλεκτροπαραγωγή → 16%

- Θέρμανση και Ψύξη → 23,50%
- Μεταφορές → 10%

Ο πρόσφατος κανονισμός της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (2018/1999), θεσπίζει κανονιστικό πλαίσιο διακυβέρνησης της Ενεργειακής Ένωσης για τις πέντε διαστάσεις της (ενεργειακή ασφάλεια, εσωτερική αγορά ενέργειας, ενεργειακή απόδοση, απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές και έρευνα, καινοτομία και ανταγωνιστικότητα). (Πηγή Υπουργείο Ενέργειας, Βιομηχανίας και Εμπορίου)

Το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας καθορίζει τον εθνικό προγραμματισμό με στόχους, επιδιώξεις, μέτρα και πολιτικές που αφορούν την ενεργειακή ασφάλεια, την ενεργειακή απόδοση, την εσωτερική αγορά ενέργειας, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς και τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Σύμφωνα λοιπόν με το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια 2021-2030, που υποβλήθηκε στην Ε.Ε τον Ιανουάριο του 2020 μετά την έγκριση κατόπιν έγκρισης του Υπουργικού Συμβουλίου συμφωνήθηκαν τα εξής:

- 40% μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
- 32,5% τουλάχιστον βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης
- 32% τουλάχιστον ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- 15% τουλάχιστον ηλεκτρική διασύνδεση

(Πηγή Υπουργείο Ενέργειας, Βιομηχανίας και Εμπορίου)

Έτσι το κράτος έχοντας υπόψη τα παραπάνω είναι απαραίτητο να δραστηριοποιηθεί με ενεργειακούς εμπειρογνώμονες για να διασφαλιστεί στο μέγιστο την ομαλή εφαρμογή της ενεργειακής πολιτικής.

2.1.4 Ηλιακή Ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια είναι η σημαντικότερη από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αφού είναι ανεξάντλητη και δεν μπορεί να ελεγχτεί από κανένα. Αυτό το σημαντικό της χαρακτηριστικό την κάνει να παρέχει ασφάλεια, προβλεπτικότητα και ανεξαρτησία κατά την ενεργειακή της τροφοδοσία.

Η ζωή στον πλανήτη μας εξαρτάται αποκλειστικά από τον ήλιο. Όλες σχεδόν οι μορφές παραγωγής ενέργειας σχετίζονται είτε άμεσα είτε έμμεσα με την ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια που φτάνει στην επιφάνεια της γης κατά τη διάρκεια της μέρας εξαρτάται από τη

γεωγραφική θέση της περιοχής, την κλίση της επιφάνειας, την εποχή και τον μήνα του χρόνου καθώς και από τις συγκεντρώσεις σκόνης, υγρασίας και διαφόρων αιωρημάτων που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα. Για να μπορέσουμε να αξιολογήσουμε και να προβλέψουμε την ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει καθημερινά στη γη απαιτούνται μετρήσεις όλων των παραπάνω μετεωρολογικών στοιχείων σε μεγάλες περιόδους και κατά σειρά πολλών ετών.

Την ηλιακή ακτινοβολία και κατ' επέκταση την ηλιακή ενέργεια μπορούμε να τη διακρίνουμε σε δύο κατηγορίες όσο αφορά την εκμετάλλευση της α) τα παθητικά ηλιακά συστήματα που είναι αυτά που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε εσωτερική ενέργεια δομικών κατασκευών και β) τα ενεργειακά ηλιακά συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε εσωτερική ενέργεια ρευστού θερμού. Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα όπου μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρισμό. (Fahrenbruch & Bube, 2012; Αμπελιώτης, 2015)

2.1.5 Ηλιακό δυναμικό Κύπρου

Η Κύπρος κατέχει μία από τις πρώτες θέσεις των χωρών της Ευρώπης που έχουν την περισσότερη ηλιοφάνεια. Ως επί το πλείστον οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στο νησί είναι πάρα πολύ καλές, με μεγάλη ηλιοφάνεια τις περισσότερες μέρες του έτους, σχεδόν σε όλες τις περιοχές του νησιού. Σύμφωνα με τα στοιχεία της μετεωρολογικής υπηρεσίας ο μέσος αριθμός ωρών με ηλιοφάνεια για ένα ολόκληρο χρόνο ανέρχεται στο 75% των συνολικών ωρών του ήλιου όταν είναι πάνω από τον ορίζοντα. Κατά την διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου η ηλιοφάνεια είναι κατά μέσο όρο ημερησίως 11,5ώρες/ημέρα, ενώ για τους μήνες Δεκέμβρη και Ιανουάριο που υπάρχει μεγαλύτερη νέφωση η ηλιοφάνεια μειώνεται στις 5,5ώρες/ημέρα. Ακόμη και τις κορυφές του Τροόδους η μέση ηλιοφάνεια τη θερινή περίοδο είναι 11ώρες/ημέρα ενώ την χειμερινή 4ώρες/ημέρα. Η πιο μεγάλη διάρκεια ηλιοφάνειας στην Κύπρο κυμαίνεται τον Ιούνιο στις 14,5ώρες/ημέρα και τον Δεκέμβριο στις 9.8ώρες/ημέρα. Με βάση τα στοιχεία της μετεωρολογικής υπηρεσίας ισχύει ότι για το ηλιακό δυναμικό της Κύπρου κάθε φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύς 1KWp αποδίδει κατά μέσο όρο πάνω από 1500KWh το χρόνο για τα πρώτα 15-20 χρόνια λειτουργίας του. (Πηγή Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου)

2.1.6 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Στις μέρες μας τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν μία βασική επιλογή σε όσους απαιτούν μία αξιόπιστη και οικονομική παροχή ενέργειας σε οποιοσδήποτε περιβαλλοντικές συνθήκες. Η

ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων με τη χρήση της ηλιακής ενέργειας, την καταναλώνουμε χωρίς να έχουμε καθόλου χρήση καυσίμων είναι απεριόριστη και δωρεάν.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν ως βασικά χαρακτηριστικά την παραγωγή ενέργειας χωρίς την κατανάλωση καυσίμων, την αξιοπιστία τους κατά τη χρήση, την μεγάλη ανθεκτικότητα τους στο βάθος χρόνου καθώς και το μικρό κόστος και χρόνο συντήρησης μετέπειτα. Όλα τα παραπάνω αποδεικνύουν ότι τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν μία οικονομική λύση ακόμη και σε απομακρυσμένες περιοχές από το δίκτυο παροχής ηλεκτρισμού.

Η ραγδαία αύξηση των ηλεκτροπαραγωγών μικρής ισχύος μπορεί να καλύψει με αποτελεσματικό τρόπο την ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας όπου σε αντίθετη περίπτωση θα ήταν αναγκαίο να καλυφθεί με μεγαλύτερους ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς. Οι μικροί παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας έχουν βοηθήσει στο να αποφευχθεί η κατασκευή νέων γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας εξοικονομώντας έτσι ένα μεγάλο μέρος των χρημάτων του κράτους όπως επίσης στην εξομάλυνση των φορτίων αιχμής κατά τους καλοκαιρινούς μήνες αποφεύγοντας έτσι τα black-out.

(Fahrenbruch & Bube, 2012; Goetzberger & Hoffmann, 2005; Markvart, 2003; Αμπελιώτης, 2015)

2.1.7 Τρόπος λειτουργίας και βασικά χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Ο βασικός τρόπος εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας είναι η κατασκευή των ηλιακών ηλεκτρικών συστημάτων από πυρίτιο. Σημαντικό χαρακτηριστικό του πυριτίου είναι η ιδιότητα του ως ημιαγωγός, είναι δηλαδή υλικό που ανάλογα με τη θερμοκρασία αποκτά την ιδιότητα μονωτών και αγωγών και αφού εμπλουτιστεί με κάποια άλλα στοιχεία να αφήνει να διαπερνούν τα ηλεκτρόνια. Το ηλιακό ηλεκτρικό στοιχείο αποτελείται από δύο στρώσεις πυριτίου ένα με θετικά και ένα με αρνητικά ιόντα. Όταν πέσει η ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια τότε απελευθερώνονται ηλεκτρόνια όπου συλλέγουν ένα πλέγμα αγωγών και από τις δύο επιφάνειες. Αφού συνδεθεί το στοιχείο με το ηλεκτρικό κύκλωμα τότε τα ηλεκτρόνια κινούνται από την αρνητική στην θετική επιφάνειας δημιουργώντας ηλεκτρική ενέργεια μέσα από τις φωτοβολταϊκές κυψέλες.

Οι φωτοβολταϊκές κυψέλες χρειάζονται κυρίως ορατό φως για να λειτουργήσουν για αυτό τον λόγο δεν μετατρέπεται όλο το φως σε ηλεκτρισμό. Ένα μεγάλο ποσοστό της ηλιακής ενέργειας βρίσκεται στην υπεριώδη και στην υπέρυθη ακτινοβολία έχοντας ως αποτέλεσμα τις χαμηλές

τιμές απόδοσης μετατροπής το βαθμό του 20-30%. Επίσης ανομοιογένειες της επιφάνειας των κυψελίδων και άλλες πρακτικές ατέλειες μπορεί να μειώσουν περισσότερο την απόδοση. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι αποδοτικότερα σε χαμηλότερες θερμοκρασίες για τον λόγο ότι δεν υπερθερμαίνονται, έτσι είναι σημαντικό να τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο που να επιτρέπεται η κίνηση του αέρα γύρω τους. Οι ιδανικότερες συνθήκες λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού είναι οι ηλιόλουστες, ψυχρές και φωτεινές μέρες.

Η ωφέλιμη ηλεκτρική ενέργεια που παράγει ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο έχει άμεση σχέση με την βαθμό έντασης της φωτεινής ενέργειας που πέφτει πάνω στην επιφάνεια μετατροπής. Άρα όσο πιο μεγάλος είναι ο ηλιακός πόρος τόσο πιο μεγάλο είναι και το δυναμικό ηλεκτροπαραγωγής. Για να επιτευχθεί η μέγιστη παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια το φωτοβολταϊκό σύστημα είναι απαραίτητο να προσανατολίζεται προς τον ήλιο. Ο βέλτιστος προσανατολισμός είναι προς τον νότο με βέλτιστη γωνία κλίσης 15 μοιρών του γεωγραφικού πλάτους της θέσης. Για περιοχές που είναι πιο κοντά στον Ισημερινό η γωνία κλίσης είναι μεγαλύτερη ενώ για περιοχές πιο κοντά στους πόλους μεγαλύτερη.

Στις μέρες μας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα εξυπηρετούνται άνθρωποι στις πιο απομακρυσμένες περιοχές του πλανήτη καθώς και στα κέντρα των πόλεων καθώς ο ήλιος προσφέρει προσιτή ενέργεια και επιλύει τα προβλήματα της ενεργειακής εξάρτησης. Επομένως η ηλιακή ενέργεια δεν συμβάλλει μόνο στην επίλυση του προβλήματος της ενέργειας αλλά και στην επίλυση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής αφού μειώνει την χρήση ενέργειας από ορυκτά καύσιμα.

(Fahrenbruch & Bube, 2012; Goetzberger & Hoffmann, 2005; Markvart, 2003; Αμπελιώτης, 2015)

2.1.8 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων

Η ηλιακή ενέργεια ως ανεξάντλητη πηγή ενέργειας μπορεί να προσφέρει σε όλους προσιτή ενέργεια επιλύοντας έτσι το πρόβλημα της ενεργειακής εξάρτησης. Εξίσου σημαντικό είναι τα σχεδόν μηδενικά απόβλητα που παράγει. Είναι καθαρή και βιώσιμη πηγή ενέργειας, δεν μολύνει το περιβάλλον με εκπομπές αερίων συμβάλλοντας έτσι στην προστασία του, καθώς και στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ουσιαστικά είναι μία από τις πολύ υποσχόμενες μορφές τεχνολογίας της νέας εποχής.

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι τα εξής:

- Η ηλιακή ακτινοβολία ως μορφή ενέργειας είναι ανεξάντλητη και δεν κοστίζει απολύτως τίποτα.
- Δεν παράγονται οποιοδήποτε ρύποι κατά την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας προστατεύοντας έτσι το περιβάλλον.
- Επιμέρους υλικά από τα οποία κατασκευάζονται είναι ανακυκλώσιμα.
- Μπορούν να εγκατασταθούν σε οποιοδήποτε σημείο που να έχει την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή για να ανταποκριθεί στις ανάγκες των καταναλωτών.
- Ο καταναλωτής μπορεί να έχει έλεγχο της παραγόμενης ενέργειας έτσι ώστε να ελέγχει το τι θα καταναλώσει.
- Σε περίπτωση αύξησης της αρχικής ζήτησης του συστήματος υπάρχει οποιαδήποτε στιγμή η δυνατότητα επέκτασης της ισχύς του συστήματος.
- Η διάρκεια ζωής τους είναι αρκετά μεγάλη με μηδαμινές συντηρήσεις.
- Υπάρχει μεγάλη ευελιξία στις εφαρμογές αφού τα φωτοβολταϊκά συστήματα λειτουργούν ως αυτόνομα και ως υβριδικά αυτόνομα εάν συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας.

Ο βασικός ανασταλτικός παράγοντας στα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι το υψηλό κόστος εγκατάστασής τους. Αναμένεται να μειωθεί τα προσεχή χρόνια λόγω της μεγάλης ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών. Επίσης οι μεγάλες ελεύθερες επιφάνειες που απαιτούνται για την εγκατάστασή τους αποτελεί μειονέκτημα που μαίνεται να βελτιωθεί λόγω της αύξησης της ισχύος των φωτοβολταϊκών πλαισίων. Τέλος η ανάγκη εφεδρικών μονάδων ηλεκτρικής ενέργειας είναι προς το παρόν απαραίτητη για τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

2.2 Η μέθοδος ανάλυσης κόστους οφέλους

2.2.1 Εισαγωγή

Η αξιολόγηση μίας οικονομικής επένδυσης βασίζεται στην εκτίμηση κόστους και οφέλους της συγκεκριμένης απόφασης έτσι ώστε να γίνεται σωστή λήψη των διαφόρων επενδυτικών αποφάσεων. Ο κάθε οργανισμός που μπορεί να είναι δημόσιος ή ιδιωτικός προσπαθεί να αξιοποιήσει τα κεφάλαια του προκειμένου να πετύχει τους στόχους του έτσι ώστε να συνεχίσει να παρέχει τις υπηρεσίες του. Μία οικονομική ανάλυση εμπεριέχει στοιχεία για την εκτίμηση του κόστους – οφέλους με διάφορα χρονικά δεδομένα με τα οποία μπορεί να προσδιοριστεί η αξία του χρήματος. Ουσιαστικά για μία επένδυση είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν οι εξής πληροφορίες:

- Πραγματικός χρόνος αποπληρωμής
- Εάν οι οικονομικές παράμετροι επηρεάζουν το αναμενόμενο αποτέλεσμα
- Εάν είναι η πιο συμφέρουσα ή έστω συμφέρουσα σε σχέση με άλλες
- Η συνολική δαπάνη της επένδυσης καθώς και η χρονική κατανομή εκροών
- Τα έσοδα και πωλήσεις
- Το λειτουργικό κόστος μίας επιχείρησης
- Πρόβλεψη για τον υγιή χρόνο ζωής της επένδυσης

Αυτό που ενδιαφέρει ουσιαστικά τους επενδυτές είναι το καθαρό κέρδος που θα έχουν από την συγκεκριμένη επένδυση. Στην τελική όμως μία επικερδής επιχείρηση προσφέρει πολλά παραπάνω από το καθαρό κέρδος. Αυτά μπορεί να είναι οι νέες θέσεις απασχόλησης, η αξιοποίηση των παραγωγικών πόρων, η συνεχής προσφορά αγαθών και υπηρεσιών, το κλίμα εμπιστοσύνης και αξιοπιστίας στην οικονομία της χώρας.

Η ανάλυση κόστους οφέλους είναι η μέθοδος με την οποία μπορούμε να αξιολογήσουμε και να εκτιμήσουμε κυρίως τις επενδυτικές αποφάσεις επιχειρήσεων όσο αφορά την βιωσιμότητα και την ανάπτυξη της κάθε επιχείρησης. Πρόκειται για μία μορφή τεχνοοικονομικής μελέτης που μπορεί να καθορίσει τις διάφορες εναλλακτικές επιλογές που παρέχουν την καλύτερη δυνατή προσέγγιση για την εξοικονόμηση κόστους και χρόνου. Επίσης με την μέθοδο αυτή είναι δυνατόν να αξιολογήσουμε και να καθορίσουμε εκτός από το κόστος ενός έργου, την λήψη μιας απόφασης ή μίας συγκεκριμένης κυβερνητικής επιλογής.

Στην μέθοδο ανάλυσης κόστους οφέλους υπάρχει ένα βασικό σενάριο το οποίο συγκρίνουμε με μία ή περισσότερες εναλλακτικές επιλογές προσδοκώντας την βέλτιστη λύση. Βασικός σκοπός της μεθόδου είναι η μετατροπή της επενδυτικής απόφασης σε νομισματικούς όρους έτσι ώστε να υπολογίσουμε με την καλύτερη δυνατή προσέγγιση τα οφέλη και τις δαπάνες που προκύπτουν έπειτα από κάποιο χρονικό διάστημα. Για να πετύχουμε την λεπτομερή ανάλυση της μεθόδου είναι απαραίτητο να γίνει κατανοητή η δομή, ο σκοπός, η λειτουργία και η σημασία της επενδυτικής απόφασης για τον οργανισμό.

(Kidokoro, 2004; Layard, 1994; Mishan & Quah, 1976)

2.2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου

Η μέθοδος ανάλυσης κόστους οφέλους είναι ένα εργαλείο που παίζει καθοριστικό ρόλο στην αξιολόγηση και σύγκριση διαφόρων εναλλακτικών επιλογών για ένα έργο/απόφαση, προσπαθεί πάντοτε να απαντήσει στα διάφορα ερωτήματα που τίθενται. Κύριο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ο συστηματικός τρόπος οργάνωσης και παρουσίασης των αποτελεσμάτων που θα τεθούν προς αξιολόγηση. Διαχωρίζει με σαφήνεια τα στοιχεία που αφορούν τα κόστη, τα οφέλη καθώς και τον χρόνο που όλα μαζί θα καθορίσουν την αξιολόγηση του έργου/απόφασης. Σημαντικό είναι να αναφέρω ότι πρόκειται για μία μέθοδο ανάλυσης που έχει πλήρη διαφάνεια και έτσι τα αποτελέσματα της συσχετίζονται χωρίς κανένα πρόβλημα με τη θεωρία, τις υποθέσεις, τη διαδικασία και τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για αυτή. Αυτό της το χαρακτηριστικό είναι πάρα πολύ σημαντικό γιατί δείχνει καθαρά την αντικειμενικότητα της μεθόδου και η απόφαση που θα ληφθεί είναι σχεδόν πάντοτε σύμφωνη με τα κοινωνικά κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάλυση.

Λόγω της αυξημένης ανάγκης χρήσης δεδομένων και πληροφοριών της μεθόδου είναι προφανές ότι αποκαλύπτονται πολλές άγνωστες πτυχές του έργου/απόφασης και έτσι φαίνεται το επίπεδο κατανόησης των όψεων που θα αξιολογηθεί. Η συγκεκριμένη μέθοδος παρέχει στο άτομο που θα αξιολογήσει τα αποτελέσματα να κρίνει εάν τα δεδομένα και οι πληροφορίες είναι επαρκή για την αξιολόγηση του έργου/απόφασης. Τέλος να αναφέρω ότι η ανάλυση κόστους οφέλους επιδιώκει ουσιαστικά να παρουσιάσει σε ένα πίνακα όλα τα αποτελέσματα όπου ακολούθως θα επιτευχθεί σύγκριση μεταξύ όλων των δεδομένων έτσι ώστε παρθεί η καλύτερη δυνατή απόφαση μεταξύ όλων.

Ωστόσο η μέθοδος μπορεί να επιτρέπει την ορθή σύγκριση των επιπτώσεων και των αποτελεσμάτων ενός εγχειρήματος όμως εμπεριέχει και αρκετούς κινδύνους που σχετίζονται με την λήψη της απόφασης που προκύπτει από τα αποτελέσματα της. Παρόλο σε θεωρητική βάση θεωρείται απλή μέθοδος στην πραγματικότητα εμπεριέχει πολλές και διαφορετικές πρακτικές δυσκολίες ως προς τον τρόπο που εφαρμόζεται. Υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις όπου η αξία της ανάλυσης κόστους – οφέλους ως γρήγορο και εύχρηστο εργαλείο να υποτιμάται σημαντικά για το λόγο των ψηλών απαιτήσεων της αξιοπιστίας και του όγκου των δεδομένων.

Επίσης η οικονομική αποτίμηση ενός έργου/απόφασης δεν αποτελεί πάντα αναγκαία συνθήκη της τελικής απόφασης του αποτελέσματος. Για να συμβεί κάτι τέτοιο πρέπει να υπάρχουν εξωγενείς παράγοντες και συμφέροντα μη οικονομικής φύσεως. Τα έργα/αποφάσεις ανάλογα με τη φύση τους μπορεί να επηρεάζονται από ποικίλους εξωγενείς (περιβαλλοντικούς,

κοινωνικούς, οικονομικούς, ηθικούς). Για παράδειγμα όταν τίθεται θέμα περιβαλλοντικών ζητημάτων τότε οι οικονομικοί παράγοντες είναι πλέον δευτερεύουσας σημασίας λόγω του ότι έχει γίνει αποδεκτό για την οποιαδήποτε περιβαλλοντική μεταβολή να μετριέται σε οικονομικά μεγέθη είτε είναι θετική είτε αρνητική.

Παρουσιάζονται συχνά αντιρρήσεις όσο αφορά την εξοικονόμηση πόρων όμως είναι προφανές ότι το κόστος χρήσης της μεθόδου δεν είναι αποτρεπτικό ιδιαίτερα εάν υπολογιστούν τα οφέλη που μπορεί να προκύψουν κατά την αποφυγή λαθών που αυτό εξυπακούει και εξοικονόμηση πόρων άρα επιτυχή αξιολόγηση.

(Brent, 2006; Kidokoro, 2004; Layard, 1994; Mishan & Quah, 1976; Ray, 1990)

2.3 Η μέθοδος ανάλυσης κόστους οφέλους - Ιστορική αναδρομή

Ο Jules Dupuit, Γάλλος μηχανικός φαίνεται να ξεκίνησε την ιδέα της μεθόδου ανάλυσης κόστους οφέλους γύρω στο 1848 σε ένα άρθρο του : "On the measurement of the Utility of Public Works" , το οποίο στα επόμενα χρόνια ο Alfred Marshall παρουσίασε στα έργα του. Στο συγκεκριμένο άρθρο διατυπώθηκε η σημασία του πλεονάσματος για τον καταναλωτή όπου φαινόταν η προθυμία του καταναλωτή στο να προσφέρει χρηματικό ποσό για να αποπληρώσει κάποια υπηρεσία ή αγαθό, με αυτό να δείχνει τον τρόπο μέτρησης του οφέλους του έργου.

Αργότερα ο Βρετανός οικονομολόγος Alfred Marshall καθόρισε κάποιες βασικές έννοιες στις οποίες στηρίζεται η ανάλυση κόστους οφέλους. Η ουσιαστική πρακτική ανάπτυξη της μεθόδου ήταν αποτέλεσμα της ώθησης, το 1936, του Ομοσπονδιακού Νόμου Πλοήγησης (FNA – Federan Navigation Act). Η συγκεκριμένη κίνηση είχε την απαίτηση το Σώμα Μηχανικού των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής να έκανε πράξη κάποιο έργο που θα βελτίωνε την κατάσταση του συστήματος ναυσιπλοΐας μόνο εάν τα συνολικά οφέλη του έργου θα υπερέβαιναν το κόστος του συγκεκριμένου σχεδίου. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργήσει συστηματικές μεθόδους έτσι ώστε να μπορούν να μετρήσουν συνολικά τα οφέλη και τα κόστη των έργων. Η έρευνα αυτή έγινε από τους μηχανικούς χωρίς κάποια βοήθεια ειδικών οικονομολόγων. Έπειτα γύρω στη δεκαετία του 1950 οι οικονομολόγοι παρουσίασαν για τον υπολογισμό των οφελών και του κόστους ένα συνεπή, αυστηρό σύνολο μεθόδων που μπορούσαν έτσι να καθορίσουν αν το έργο αξίζει να υλοποιηθεί ή όχι.

Στο Κογκρέσο το 1879, το Σώμα Μηχανικού δημιούργησε την επιτροπή για το Μισισσιπή έτσι ώστε να αποτρέψει τις καταστροφικές πλημμύρες. Η επιτροπή αυτή είχε ως επικεφαλή πρόεδρο μηχανικό του στρατού και ως μέλη της επιτροπής πολίτες. Το Σώμα Μηχανικών των ΗΠΑ είχε πάντοτε όμως δικαίωμα να ασκήσει βέτο στις αποφάσεις της επιτροπής. Το 1936 ψηφίστηκε στο Κογκρέσο ο νόμος για τον έλεγχο των πλημμυρών που αναφερόταν στο πιο κάτω κείμενο, "η ομοσπονδιακή κυβέρνηση θα πρέπει να βελτιώσει ή να συμμετάσχει στη βελτίωση των πλωτών υδάτων ή των παραποτάμων τους, συμπεριλαμβανομένων των λεκανών απορροής τους, για σκοπούς ελέγχου των πλημμυρών, εάν τα οφέλη για οτιδήποτε μπορούν να υπερβαίνουν τα εκτιμώμενα κόστη". Η φράση το εάν τα οφέλη για οτιδήποτε μπορούν να υπερβαίνουν το εκτιμώμενο κόστος είναι αυτή από την οποία προκύπτει η μέθοδος της ανάλυσης κόστους-οφέλους. Αρχικά αναπτύχθηκαν ειδικές μέθοδοι για την εκτίμηση του κόστους - οφέλους μέχρι τη δεκαετία του 1950 όπου οι ακαδημαϊκοί οικονομολόγοι ανακάλυψαν ότι το Σώμα Μηχανικών είχε αναπτύξει ένα σύστημα οικονομικής ανάλυσης δημόσιων επενδύσεων. Οι οικονομολόγοι είχαν επηρεάσει και βελτιώσει τις μεθόδους του Σώματος και από τότε η ανάλυση κόστους-οφέλους προσαρμόστηκε στους περισσότερους τομείς της λήψης αποφάσεων.

Στις ΗΠΑ το 1950 πραγματοποιείται η επιστημονική διατύπωση και τυποποίηση της ανάλυσης κόστους οφέλους με την έκδοση του "Proposed Practices for Economic Analysis of River Basin Projects", που στην προκειμένη περίπτωση κρίθηκε να συμφέρει κοινωνικά και οικονομικά η μεταφορά υδάτων στην Καλιφόρνια από το Κολοράντο. Στην ίδια χρονιά εδραιώνεται η χρήση της μεθόδου και στην Ευρώπη και πιο συγκεκριμένα στην Μεγάλη Βρετανία όπου με αυτό τον τρόπο γινόταν η αξιολόγηση των μεγάλων κατασκευαστικών έργων. Στην Γαλλία η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε για τη διαμόρφωση της τιμολογιακής πολιτικής για τους δημόσιους οργανισμούς στην εκτίμηση του κοινωνικού οφέλους της παραγωγής.

Παράλληλα με την εξέλιξη της μεθόδου εξελίχθηκε και η έννοια των σκιωδών τιμών οι οποίες δείχνουν την διαφορά μεταξύ του ιδιωτικού και κοινωνικού οφέλους ή κόστους. Οι τιμές που υπάρχουν στην αγορά εκφράζουν το ιδιωτικό κόστος μίας υπηρεσίας ή ενός αγαθού καθώς και το ιδιωτικό όφελος που επωφελείται ο καταναλωτής. Αυτό που παρατηρείται είναι ότι μέσα από τις τιμές δεν μπορεί να φανεί το κοινωνικό κόστος/όφελος της υπηρεσίας ή του αγαθού. Έτσι λοιπόν οι σκιώδης τιμές είναι αυτές που μπορούν να εκφράσουν το οριακό όφελος και κόστος. Είναι ένας τρόπος αξιολόγησης της κοινωνικό-οικονομικής κατάστασης μίας αγοράς που μπορούν τα αποτελέσματα της να χρησιμοποιηθούν για τις διάφορες μορφές ανάπτυξης. Γύρω

στη δεκαετία του 1970 η διανομή του εισοδήματος εμφανίζεται ως έννοια και εισάγεται στην μέθοδο με κοινό στόχο την οικονομική αποτελεσματικότητα αφού τα αποτελέσματα μέχρι τότε έδειχναν ότι τα αναπτυξιακά προγράμματα ήταν διαφορετικά για τις πληθυσμιακές ομάδες.

Στα μετέπειτα χρόνια καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη της μεθόδου έπαιξε ο ρόλος των διεθνών οργανισμών π.χ. η Παγκόσμια Τράπεζα, το Πρόγραμμα ανάπτυξης του ΟΗΕ καθώς και ο Οργανισμός για την Βιομηχανική ανάπτυξη . Σκοπός των οργανισμών ήταν η χρηματοδότηση και η παροχή τεχνικής και επιστημονικής βοήθειας για την παγκόσμια υλοποίηση αναπτυξιακών έργων. Έτσι για να μπορούν να αξιολογούν τα αναπτυξιακά έργα ανέπτυξαν μεθόδους πρόδρομους της μεθόδου ανάλυσης κόστους – οφέλους. Από το 1980 και μετά κάνουν την εμφάνιση τους τα διάφορα οικολογικά και περιβαλλοντικά προβλήματα που τείνουν να αυξάνονται συνεχώς και προστίθενται στην αξιολόγηση των αναπτυξιακών προγραμμάτων και έτσι γίνονται αναπόσπαστο κομμάτι της μεθόδου.

Στις μέρες μας η μέθοδος της ανάλυσης κόστους – οφέλους χρησιμοποιείται παγκοσμίως από όλους τους χρηματοδοτικούς οργανισμούς (Παγκόσμια Τράπεζα, Διεθνές Νομισματικό Ταμείο, Οργανισμούς αναπτυξιακής Βοήθειας κτλ) με σκοπό την αξιολόγηση των διαφόρων αναπτυξιακών προγραμμάτων. Στην Κύπρο ο κρατικός μηχανισμός εφαρμόζει στις αξιολογήσεις του την μέθοδο κόστους οφέλους έτσι ώστε να γίνεται σωστή αξιολόγηση των δημοσίων δαπανών ως προς τις δημοσιονομικές και οικονομικές επιπτώσεις των κατασκευαστικών έργων ή της παροχής υπηρεσιών του κράτους. Επίσης ως κράτος της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουμε υποχρέωση να παρουσιάζουμε επίσης τις μελέτες των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που είναι αναπόσπαστο κομμάτι της μεθόδου.

(Kidokoro, 2004; Layard, 1994; Mishan & Quah, 1976)

2.4 Η χρήση της ηλιακής ενέργειας στην Κύπρο και Διεθνώς μέσα από οικονομοτεχνικές μελέτες ανάλυσης κόστους - οφέλους

Η Κύπρος είναι ένα κράτος όπου η παραγωγή ενέργειας εξαρτάται σχεδόν πλήρως από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα. Ο τομέας της ηλεκτροπαραγωγικής ενέργειας εξαρτάται κατά 90% από την εισαγωγή πετρελαίου, κατά 4,5% από την εισαγωγή άνθρακα και κατά 4,5% από την ηλιακή ενέργεια. Η Κύπρος ως κράτος μέλος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας οφείλει να ακολουθεί

τους κανόνες της Λευκής Βίβλου της ΕΕ και να εισάγει τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο σύστημα παραγωγής της. Η ηλιακή, η αιολική ενέργεια και η βιομάζα είναι οι τρεις διαθέσιμες μορφές ΑΠΕ. Σε αυτό το άρθρο (Koroneos, Fokaidis, & Moussiopoulos, 2005) παρουσιάζεται η ανάλυση του ενεργειακού συστήματος της Κύπρου, εξετάζονται οι διαθέσιμες ΑΠΕ και το εύρος των ενεργειακών αναγκών που θα μπορούσαν να ικανοποιηθούν.

Η Κύπρος έχει αποδείξει την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αφού πρόκειται για μία από τις κορυφαίες χώρες παγκοσμίως στην χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα. Λαμβάνοντας υπόψιν τα πλεονεκτήματα των ΑΠΕ, τη μείωση των εισαγόμενων καυσίμων, την αυξημένη ασφάλεια εφοδιασμού και τα περιβαλλοντικά οφέλη καταλήγει ότι η στρατηγική του νησιού είναι η εδραίωση των ΑΠΕ. Είναι απαραίτητο η Κύπρος να ακολουθήσει τα Ευρωπαϊκά πρότυπα και να απογειώσει την χρήση ΑΠΕ συνολικά στο 10% της ακαθάριστης κατανάλωσης της ως το 2010. Η επίτευξη του στόχου αυτού εξαρτάται από την επιτυχία και την ανάπτυξη της τεχνολογίας των ΑΠΕ και από τις πρωτοβουλίες για την εξοικονόμηση ενέργειας. Το Κυπριακό Δυναμικό Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας φαίνεται να είναι ικανό να μπορεί να υποστηρίξει την μετατροπή του ενεργειακού συστήματος της χώρας από το να είναι σχεδόν εξολοκλήρου εξαρτώμενο από τα ορυκτά καύσιμα σε ένα κράτος που να μπορεί να είναι κατά ένα μέρος ενεργειακά αυτόνομο. (Koroneos et al., 2005)

Αναφορικά σε κάποιο άλλο άρθρο (Poullikkas, 2009) παρατηρούμε την πραγματοποίηση μίας μελέτης σκοπιμότητας όσο αφορά την εγκατάσταση μεγάλων φωτοβολταϊκών πάρκων στην Κύπρο σε σχέση με την απουσία της παραμέτρου του παγίου(ταρίφα) ή άλλων μέτρων αν είναι οικονομικά εφικτό. Η μελέτη λαμβάνει υπόψη το διαθέσιμο ηλιακό δυναμικό του νησιού, καθώς και όλα τα δεδομένα σε σχέση με τις ισχύουσες νομοθεσίες που υφίστανται για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς και το τρέχων τιμολόγιο της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου. Για να προσδιοριστεί η πιο οικονομική επιλογή εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού πάρκου με ισχύ 1MWp πραγματοποιείται μία παραμετρική ανάλυση κόστους-οφέλους με διάφορες παραμέτρους π.χ. ο προσανατολισμός των πλαισίων, τα επενδυτικά κεφάλαια κτλ. Για όλα τα παραπάνω έχουν υπολογιστεί το κόστος ή το όφελος προ φόρων για τη μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας, τις ταμειακές ροές μετά την φορολογία, την καθαρή παρούσα αξία καθώς και για την περίοδο απόσβεσης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι δαπάνες κεφαλαίων για την ανέγερση του φωτοβολταϊκού πάρκου αποτελούν μία κρίσιμη παράμετρο για την βιωσιμότητα του έργου όταν δεν υπάρχει η παράμετρος του παγίου(ταρίφας). (Poullikkas, 2009)

Στις μέρες μας η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών θεωρείται από πολλά κράτη ως η τεχνολογία του μέλλοντος. Πολλές χώρες από αυτές έχουν εφαρμόσει προγράμματα στήριξης για ενθάρρυνση της υιοθέτησης της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας. Παρόλα αυτά η φωτοβολταϊκή τεχνολογία έχει δύο μεγάλες προκλήσεις που είναι απαραίτητο να επιλυθούν, πρέπει να μειωθεί το κόστος παραγωγής ώστε να γίνει οικονομικά βιώσιμο και η παραγωγική ικανότητα να συνεχίσει να αυξάνεται έτσι ώστε η φωτοβολταϊκή τεχνολογία να γίνει η σημαντικότερη παγκόσμια αγορά ενέργειας. (Poullikkas, 2009)

Η ηλιακή ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά συστήματα κατέχει την υψηλότερη θέση στην εναλλακτική τεχνολογία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την ικανοποίηση των μελλοντικών ενεργειακών απαιτήσεων του κόσμου. Αν και η τεχνολογία αυτή είναι σχετικά πρόσφατη θα μπορούσε να καταστεί η χρήση τους βιώσιμη σε περιοχές υψηλής ακτινοβολίας όπως την περιοχή της Μεσογείου. Κύριος στόχος στην μελέτη σκοπιμότητας του συγκεκριμένου άρθρου (Poullikkas, Hadjipaschalis, & Kourtis, 2013) είναι να εξετάσει εάν η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών πάρκων στην περιοχή της Μεσογείου είναι οικονομικά εφικτή. Η μελέτη χρησιμοποιεί ως παράδειγμα το διαθέσιμο ηλιακό δυναμικό του νησιού καθώς και όλα τα διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με την τρέχουσα πολιτική των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας της Κύπρου. Προκειμένου να προσδιοριστεί η λιγότερο εφικτή επιλογή για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού πάρκου 1MWp πραγματοποιείται μία παραμετρική ανάλυση κόστους-οφέλους με μεταβλητές το επενδυτικό κεφάλαιο, το προεξοφλητικό επιτόκιο και την τιμή του συστήματος εμπορίας εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι στην περίπτωση που δεν υπάρχει διαθέσιμο σύστημα τιμολόγησης τροφοδοσίας οι κεφαλαιουχικές δαπάνες του φωτοβολταϊκού πάρκου αποτελούν μία κρίσιμη παράμετρο για την οικονομική βιωσιμότητα του έργου. Ωστόσο εάν επιτευχθεί η μείωση του κόστους κατασκευής ενός φωτοβολταϊκού πάρκου και να αυξηθεί η τεχνολογία των πλαισίων ώστε να αυξηθεί η παραγωγική ικανότητα, θα καταστεί οικονομικά εφικτή η εγκατάσταση μεγάλων φωτοβολταϊκών πάρκων στην περιοχή της Μεσογείου. (Poullikkas et al., 2013)

Στο συγκεκριμένο άρθρο (Kymakis, Kalykakis, & Papazoglou, 2009) γίνεται ανάλυση της απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού πάρκου στη Μεσόγειο και συγκεκριμένα στην Κρήτη. Οι ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες του νησιού και σύμφωνα με την πρόσφατη νομοθεσία για τη χρήση των ΑΠΕ παρέχουν ένα σημαντικό κίνητρο για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων. Στην συγκεκριμένη περίπτωση αξιολογείται η απόδοση του φωτοβολταϊκού πάρκου της C.Rokas SA στη Σητεία της. Το πάρκο παρακολουθείται κατάλληλα κατά την διάρκεια ενός έτους

και υπολογίζονται οι διάφορες απώλειες λόγω θερμοκρασίας, προβλήματα δικτύου, ρύπανση κτλ. Το Φωτοβολταϊκό πάρκο είχε μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας 1336,4 kWh/kWp. Ο μέσος ετήσιος δείκτης απόδοσης του πάρκου είναι 67,36% και ο μέσος συντελεστής δυναμικότητας είναι 15,26%. Συμπερασματικά η ενσωμάτωση της παραγωγής στο δίκτυο μεταφοράς θεωρείται ικανοποιητική. Αυτό είναι επιπρόσθετο της παραγωγής της αιολικής ενέργειας στο κρητικό σύστημα, παρέχοντας το 13% του συνόλου της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας σε ετήσια βάση αποδεικνύοντας έτσι ένα βήμα προς την ολοκλήρωση της ανανεώσιμης κατανεμημένης παραγωγής στο σύστημα.

Ανά το παγκόσμιο απαιτείται μεγάλο ποσοστό κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και παράλληλα υπάρχει και τεράστιο ποσοστό κόστους ενεργειακών πόρων με αποτέλεσμα την αύξηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Συγκεκριμένα στο Κουβέιτ η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας έχει αυξηθεί δραματικά. Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία μπορεί να παράγει ενέργεια που να συμβάλλει στην κάλυψη της ζήτησης. Παράλληλα συμβάλλει ουσιαστικά στην μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα αφού μειώνεται η πίεση στους ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς ενέργειας και στην εξάρτηση του κράτους από τα ορυκτά καύσιμα. Με αυτές τις κινήσεις το Κουβέιτ θα είναι ένα πρωτοπόρο κράτος που παρόλο το ότι είναι κράτος εξαγωγής πετρελαίου θα είναι παράλληλα κράτος χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εγχώριας χρήσης. Στο συγκεκριμένο άρθρο βάση της προκαταρκτικής οικονομικής ανάλυσης συνιστάτε η εφαρμογή της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας στο Κουβέιτ και παράλληλα η χρήση της ηλιακής ενέργειας έτσι ώστε να οδηγηθεί στην διαφοροποίηση των πηγών ενέργειας. (Ramadhan & Naseeb, 2011)

Στην άλλη άκρη του κόσμου και συγκεκριμένα στη Βενεζουέλα γίνονται προσπάθειες του κράτους να διατηρήσει την εφαρμογή της τεχνικής της ανάλυσης κόστους-οφέλους στα Εθνικά Συστήματα της χώρας για να μπορεί να εκτιμήσει το ποσό που μπορεί να ξοδέψει στην διαχείριση των πάρκων. Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψιν είναι οι κοινωνικές αξίες, τα οικονομικά, η επιστήμη, η πολιτική καθώς και οι περιβαλλοντικές αποφάσεις. Έτσι η μέθοδος της ανάλυσης κόστους-οφέλους είναι ένα πολύτιμο εργαλείο στο πλαίσιο των εκτιμήσεων. Στο άρθρο παρουσιάζονται ότι τα χαμηλά ποσοστά απόδοσης δικαιολογούν μεγαλύτερους προϋπολογισμούς συντήρησης και το αντίθετο θα συνέβαινε με τα μεγαλύτερα ποσοστά. Παρόλο που τα συγκεκριμένα στοιχεία ενδέχεται να μην ικανοποιούν όλα τα συστήματα φαίνεται να είναι η βάση για την έναρξη της αναθεώρησης του προϋπολογισμού της Βενεζουέλας. Η μέθοδος ανάλυσης κόστους-οφέλους παρέχει ένα εργαλείο μελέτης των οφελών

του κόστους, κατανόησης των αντισταθμίσεων και επιλογής εναλλακτικών λύσεων. (Gutman, 2002)

Ο αριθμός των φωτοβολταϊκών πάρκων αυξάνεται σε ολόκληρο τον κόσμο απαλλάσσοντας έτσι την ανάγκη χρήσης άνθρακα. Τα ηλιακά πάρκα προσφέρουν την ευκαιρία βελτίωσης του οικοσυστήματος αλλάζοντας όμως την χρήση γης όπου ενδεχομένως να υπάρχει ο κίνδυνος να δημιουργηθεί πρόβλημα στο οικοσύστημα. Το SPIESDST υποστηρίζεται από 704 αποδεικτικά στοιχεία και 457 επιστημονικά άρθρα όπου αξιολογούν τις επιπτώσεις της διαχείρισης γης για τις υπηρεσίες του οικοσυστήματος. Η εφαρμογή σε δύο εν ενεργεία φωτοβολταϊκά πάρκα αποδεικνύει την δυνατότητα να επιτρέψει σε όσους είναι υπεύθυνοι για τον σχεδιασμό και την διαχείριση των φωτοβολταϊκών πάρκων να μεγιστοποιήσουν τα οφέλη του οικοσυστήματος και να ελαχιστοποιήσουν τις επιβλαβείς επιπτώσεις. Επίσης η αξιολόγηση που προέκυψε με την χρήση δεδομένων από εννέα φωτοβολταϊκά πάρκα στη Νότια Αγγλία αποδεικνύει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων της θερινής ώρας. Συμπερασματικά γνωρίζοντας τις ιδιαιτερότητες των τοπικών οικοσυστημάτων, το περιβαλλοντικό και οικονομικό κόστος, την διαχείριση χρήσης γης και τις γεωργικές πρακτικές το SPIESDST θα μπορούσε να είναι ενσωματωμένο στις πολιτικές σχεδιασμού και βιομηχανίας για την προώθηση της αλλαγής χρήσης γης για τα φωτοβολταϊκά πάρκα που μεγιστοποιεί την καθαριότητα του οικοσυστήματος και το περιβαλλοντικό κέρδος. (Randle-Boggis et al., 2020)

Η ανάλυση κοινωνικού κόστους-οφέλους παρέχει μια επιστημονική βάση για την αξιολόγηση των έργων με σκοπό να προσδιοριστεί εάν οι συνολικές κοινωνικές παροχές ενός έργου δικαιολογούν το συνολικό κοινωνικό κόστος. Η Ινδία διαθέτει τεράστιο δυναμικό ηλιακής ενέργειας καθώς βρίσκεται στην τροπική ζώνη της γης. Το συγκεκριμένο άρθρο αναφέρεται στην κυβέρνηση της Ινδίας έχει ξεκινήσει την Εθνική ηλιακή αποστολή της Jawaharlal Nehru με σκοπό να γίνει παγκόσμιος ηγέτης στην ηλιακή ενέργεια. Σημαντικό είναι να εκτιμηθεί ο αντίκτυπος της ηλιακής ενέργειας στην κοινωνία. Τα οφέλη που είναι δεδομένα με την χρήση της ηλιακής ενέργειας είναι η μείωση της χρήσης του άνθρακα, η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η ηλεκτροδότηση της υπαίθρου, ο περιορισμός της υπερθέρμανσης του πλανήτη καθώς και η συνολική ανάπτυξη. Το κύριο μειονέκτημα της όμως είναι το υψηλό κόστος παραγωγής της. Η συγκεκριμένη μελέτη παρουσιάζει το κοινωνικό όφελος σε σχέση με το κοινωνικό κόστος που στην περίπτωση της ηλιακής ενέργειας το κοινωνικό όφελος είναι πολύ μεγαλύτερο από το κοινωνικό κόστος. Ωστόσο το αυξημένο κεφάλαιο κατασκευής αποθαρρύνει τους ενδιαφερόμενους από την ηλιακή ενέργεια. Είναι απαραίτητο να ληφθούν μέτρα μείωσης

του κόστους κατασκευής για να διασφαλιστεί η βιωσιμότητα των ηλιακών συστημάτων. Τέλος σημαντικό είναι η κυβέρνηση να ξεκινήσει τον σωστό μηχανισμό για την απόρριψη των ηλεκτρονικών απορριμμάτων. (Natarajan & Nalini, 2015)

Κεφάλαιο 3

Φωτοβολταϊκά συστήματα και τεχνικά χαρακτηριστικά

3.1 Φωτοβολταϊκά συστήματα

3.1.1 Η λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων

Ο ήλιος αποτελεί την πρωταρχική και κύρια πηγή ενέργειας. Η ηλιακή ακτινοβολία εκτός από το φως που εκπέμπει θερμαίνει την επιφάνεια στην οποία προσπίπτει. Επίσης η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτοντας σε κάποια υλικά αλλάζει τις ιδιότητες τους παράγοντας έτσι ηλεκτρικό ρεύμα. Ο τρόπος με τον οποίο αξιοποιείται η ηλιακή ακτινοβολία για σκοπούς ενέργειας είναι μέσω των παθητικών ηλιακών, θερμικών ηλιακών και φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή σε ηλεκτρική ενέργεια επιλύοντας με αυτό τον τρόπο προβλήματα ηλεκτροδότησης δύσβατων περιοχών για το ηλεκτρικό δίκτυο. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν μία μορφή τεχνολογίας πολύ υποσχόμενη και ικανή να επιλύσουν τα δύο μεγαλύτερα προβλήματα με τα οποία βρίσκεται αντιμέτωπη η ανθρωπότητα στις μέρες μας. Η αναζήτηση ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών για τις ανάγκες που έχει ο πλανήτης μας και το τεράστιο περιβαλλοντικό πρόβλημα που υπάρχει είναι τα δυο προβλήματα

που μπορούν να λυθούν με την χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας ώστε να οι ενεργειακές ανάγκες να καλύπτουν όλους.

Η διάταξη εκείνη που είναι δυνατόν να παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δεχθεί ακτινοβολία κατάλληλου μήκους κύματος ορίζεται ως φωτοβολταϊκό στοιχείο ή φωτοβολταϊκή κυψέλη. Η λειτουργία του είναι βασισμένη στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και τη μετατροπή της σε ηλεκτρική. Η ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει πάνω στο φωτοβολταϊκό στοιχείο υπό μορφή φωτονίων δεν μετατρέπεται εξ ολοκλήρου σε ηλεκτρική ενέργεια παρά μόνο κάποιο μέρος της, το υπόλοιπο διαχέεται στο περιβάλλον. Η ενέργεια που εισχωρεί στον ημιαγωγό είναι τα φωτόνια με ενέργεια μικρότερη από το διάκενο του ημιαγωγού. Τα φωτόνια αυτά διαπερνούν το φωτοβολταϊκό στοιχείο και περνούν στο μεταλλικό ηλεκτρόδιο που καλύπτει το πίσω μέρος του θερμαίνοντας το. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος που κατά την λειτουργία των φωτοβολταϊκών στοιχείων αναπτύσσονται μεγάλες θερμοκρασίες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα μικρό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας να μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια αφού το υπόλοιπο σε θερμότητα.

Υπάρχουν παρόλα αυτά κάποια υλικά που η ιδιότητά τους είναι να μετατρέπουν την ενέργεια των φωτονίων που προσπίπτουν σε ηλεκτρική ενέργεια και αυτά είναι οι ημιαγωγοί. Ο πιο γνωστός ημιαγωγός είναι το πυρίτιο από όπου και αποτελείται η φωτοβολταϊκή κυψέλη. Οι φωτοβολταϊκές κυψέλες είναι συνδεδεμένες παράλληλα ή σε σειρά κυκλωμάτων έτσι ώστε να παράγεται μεγαλύτερη τάση και ισχύς. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούνται από σφραγισμένες κυψέλες μέσα σε προστατευτικό έλασμα όπου και αποτελούν την δομική μονάδα. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια εμπεριέχουν μία ή περισσότερες καλωδιωμένες μονάδες που είναι έτοιμες για εγκατάσταση. Η φωτοβολταϊκή συστοιχία μπορεί να περιέχει οποιοδήποτε αριθμό από πλαίσια και αποτελεί μία πλήρη μονάδα παραγωγής ρεύματος. Η εκτίμηση της ισχύς των φωτοβολταϊκών συστοιχιών γίνεται κάτω από κανονικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Κανονικές περιβαλλοντικές συνθήκες ορίζονται η λειτουργία της κυψέλης σε θερμοκρασία 25°C, συγκεκριμένη πυκνότητα αέρα και συγκεκριμένη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας. Για το λόγο ότι οι συνθήκες αυτές δεν είναι αντιπροσωπευτικές στο σύνηθες περιβάλλον λειτουργίας της κυψέλης η πραγματική απόδοση ανέρχεται στο 85-90% της ονομαστικής. Στις μέρες μας τα φωτοβολταϊκά έχουν εξαιρετική ασφάλεια και αξιοπιστία με πολύ χαμηλά ποσοστά βλαβών και μέσο όρο ζωής 20-30 χρόνια διατηρώντας και υψηλό ποσοστό ισχύος στο βάθος χρόνου.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα κατηγοριοποιούνται σε δύο τύπους, αυτά που είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο της ΑΗΚ και αυτά που είναι ανεξάρτητα. Αυτά που είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο σχεδιάζονται για να λειτουργούν παράλληλα και συνδεδεμένα με το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και έτσι χρησιμοποιείται όλη η παραγόμενη ενέργεια χωρίς να σπαταλιέται. Σε αντίθεση τα ανεξάρτητα φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία λειτουργούν ανεξάρτητα από το δίκτυο παροχής της ΑΗΚ δεν αποθηκεύουν την ενέργεια και το φορτίο λειτουργεί μόνο κατά την διάρκεια της μέρας π.χ. ηλιακοί θερμοσίφωνες. Τα φωτοβολταϊκά πάρκα ανήκουν φυσικά στην πρώτη κατηγορία που είναι άμεσα συνδεδεμένα με το δίκτυο της ΑΗΚ.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι παρόμοια με άλλα ηλεκτρικά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαφορά τους είναι στον εξοπλισμό αφού οι αρχές λειτουργίας τους και οι διασυνδέσεις τους είναι ακριβώς οι ίδιες. Ένα σύστημα φωτοβολταϊκών όπως προανάφερα παρόλο που παράγει ηλεκτρικό ρεύμα όταν εκτεθεί στην ηλιακή ακτινοβολία υπάρχουν και αρκετά άλλα απαραίτητα στοιχεία έτσι ώστε να εφαρμοστεί σωστά ο έλεγχος, η μετατροπή της ενέργειας, η διανομή της καθώς και η αποθήκευση της που παράγεται στη μονάδα. Τα απαραίτητα στοιχεία που είναι δυνατόν να απαιτούνται σε διάφορα είδη συστημάτων είναι οι μετατροπείς εναλλασσόμενου-συνεχούς ρεύματος (AC-DC), η συστοιχία μπαταριών, οι ρυθμιστές του συστήματος κτλ. Απαραίτητες είναι και οι μονάδες ασφάλειας του συστήματος όπως η προστασία από την υψηλή τάση, η ειδική καλωδίωση και εξοπλισμός επεξεργασίας ηλεκτρικού ρεύματος. (Markvart, 2003; Αμπελιώτης, 2015)

3.1.2 Απόδοση φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν έχουν πάντα σταθερή απόδοση αλλά επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες που αυτό είναι μέτρο αποδοτικότητας και ποιότητας της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης. Η ποιότητα των φωτοβολταϊκών πλαισίων, οι βάσεις στήριξης αλλά πολλοί άλλοι παράγοντες είναι πολύ σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα ενός φωτοβολταϊκού πάρκου σημαντικά. Η σύσταση της ηλιακής ακτινοβολίας, δηλαδή όταν πρόκειται για δύο δέσμες ίδιας ισχύος αλλά διαφορετικού μήκους κύματος, μπορούν να οδηγήσουν το φωτοβολταϊκό σε εναλλακτική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης η θερμοκρασία είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση του φωτοβολταϊκού στοιχείου αφού η αύξηση της προκαλεί μειώσεις της απόδοσης των φωτοβολταϊκών.

Αυτό που μας ενδιαφέρει ουσιαστικά στην απόδοση των φωτοβολταϊκών πάρκων είναι ο αριθμός των κιλοβατώραν που θα μας αποδώσει το σύστημα σε ετήσια βάση. Οι παράγοντες που επηρεάζουν αυτό το ποσοστό απόδοσης αναφέρονται πιο κάτω:

- Το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής : όσο νοτιότερα είναι η περιοχή τόσο εντονότερη είναι η ηλιακή ακτινοβολία.
- Το κλίμα της περιοχής : ο αριθμός των ημερών με ηλιοφάνεια.
- Η κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων : η βέλτιστη απόδοση είναι όταν ο προσανατολισμός τους είναι σε νότια θέση και η κλίση τους στις 30°.
- Η ηλικία των φωτοβολταϊκών πλαισίων όπου υπολογίζεται δείκτης μείωσης της απόδοσης περίπου 0,5-1% ανά έτος.
- Η ύπαρξη βράχων, λόφων, ρεμάτων κτλ στο τεμάχιο μπορεί να επηρεάσουν το ποσοστό απόδοσης εάν δεν μπορεί να γίνει οποιοσδήποτε άλλος σχεδιασμός αποφυγής των προβλημάτων.
- Γενικά η ύπαρξη εμποδίων που προκαλούν σκιάσεις εντός ή κοντά στα εν λόγω τεμάχια δημιουργούν προβλήματα απόδοσης παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας.

(Markvart, 2003; Μπάκος, 2004)

3.2 Φωτοβολταϊκά πάρκα - Διαδικασία κατασκευής και τεχνικά χαρακτηριστικά

3.2.1 Διαδικασία ολοκλήρωσης φωτοβολταϊκού πάρκου

Τα φωτοβολταϊκά πάρκα κατασκευάζονται σε μεγάλες εκτάσεις γης, κυρίως ανεκμετάλλευτες που είναι δύσκολο να εκμεταλλευτούν για άλλο σκοπό. Η διαδικασία υλοποίησης ενός φωτοβολταϊκού πάρκου ξεκινά με την εύρεση τεμαχίων που τηρούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις κατασκευής του πάρκου. Για παράδειγμα είναι απαραίτητο να υπάρχει εγγεγραμμένος δρόμος που να εφάπτεται με το εν λόγω τεμάχιο ώστε να υπάρχει η δυνατότητα αδειοδότησης από την αρμόδια αρχή, να είναι σχετικά ομαλό έδαφος χωρίς ανωμαλίες. Επίσης να μην ανήκει σε προστατευόμενη ζώνη όπως για παράδειγμα περιοχή Νατούρα ή διάδρομο περάσματος πτηνών όπου απαγορεύεται η ανάπτυξη έργων κτλ. Έπειτα υπάρχει μία μακρά διαδικασία αδειοδότησης του φωτοβολταϊκού πάρκου. Αρχικά είναι απαραίτητο να εγκριθεί η προτεινόμενη ισχύς από την ΡΑΕΚ(Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου), έπειτα ακολουθεί μία

διαδικασία προκαταρκτικών απόψεων από τις αρμόδιες αρχές (Υπουργείο γεωργίας, Τμήμα αναπτύξεως υδάτων , Τμήμα Περιβάλλοντος κτλ.).

Ακολούθως ξεκινά ο σχεδιασμός της χωροθέτησης του φωτοβολταϊκού πάρκου, οι στατικές μελέτες του συστήματος στήριξης και των οικοδομών που θα κατασκευαστούν στο πάρκο. Η ηλεκτρολογική μελέτη της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης καθώς και η περιβαλλοντική μελέτη επιπτώσεων του φωτοβολταϊκού πάρκου. Όλες οι παραπάνω γίνονται από τους αρμόδιους μελετητές, πολιτικούς μηχανικούς, ηλεκτρολόγους μηχανικούς και μηχανικούς περιβάλλοντος. Ακολουθεί η κατάθεση των μελετών και των απαραίτητων εντύπων στην πολεοδομία για να προχωρήσει η αρμόδια αρχή στη έκδοση πολεοδομικής άδειας. Αφού εκδοθεί η πολεοδομική άδεια προχωρούμε με την άδεια οικοδομής όπου κατατίθενται τα απαραίτητα σχέδια και έντυπα στην αρμόδια αρχή (επαρχιακή διοίκηση ή δήμο) και έτσι αναμένουμε την έκδοσή της. Τέλος με την έκδοση της άδειας οικοδομής μπορούμε να ξεκινήσουμε την κατασκευή του φωτοβολταϊκού πάρκου.

Για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών πάρκων ακολουθείται η εξής διαδικασία. Αρχικά αφού οριοθετηθεί και περιφραχθεί το εν λόγω τεμάχιο ξεκινούν οι χωματουργικές εργασίες (καθαριότητα τεμαχίου, εκσκαφές, επιχωματώσεις κτλ.) όπως σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να κατασκευαστεί το πάρκο με βάση τα σχέδια μελέτης. Ακολουθεί η διαδικασία πασσαλόμπηξης η οποία είναι τοποθέτηση των μεταλλικών πασσάλων στήριξης με την πασσαλομπηκτική μηχανή στα σημεία που υποδεικνύονται στα σχέδια. Παράλληλα γίνονται οι οικοδομικές εργασίες κατασκευής των οικοδομών του πάρκου. Αυτές είναι το Δωμάτιο παραγωγού, ο Υποσταθμός της ΑΗΚ και το δωμάτιο Μετασχηματιστή όπου είναι απαραίτητο βάση της ισχύος του πάρκου. Έπειτα ακολουθεί η διαδικασία εκσκαφών και τοποθέτηση των ηλεκτρικών καλωδίων βάση της ηλεκτρολογικής μελέτης και αφού ολοκληρωθεί γίνεται η τελική διαμόρφωση του εδάφους του πάρκου. Η τοποθέτηση του συστήματος στήριξης των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι η επόμενη εργασία στο χρονοδιάγραμμα της κατασκευής του φωτοβολταϊκού πάρκου και ακολούθως η τοποθέτηση των πλαισίων στο σύστημα στήριξης. Στη συνέχεια η ηλεκτρολογική εγκατάσταση μπορεί να ολοκληρωθεί με την καλωδίωση, την τοποθέτηση των inverters (μετατροπείς ρεύματος), των διακόπτων ρεύματος, των μετασχηματιστών κτλ. Μετά την ολοκλήρωση όλων των εργασιών ακολουθεί ο έλεγχος με την ΑΗΚ και η σύνδεση του φωτοβολταϊκού πάρκου με το δίκτυο της ΑΗΚ. Πλέον το φωτοβολταϊκό πάρκο είναι ηλεκτροπαραγωγικός σταθμός ρεύματος.

3.2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά κατασκευής φωτοβολταϊκού πάρκου

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται κυρίως από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, τον μετατροπέα (inverter), τις ηλεκτρολογικές συνδέσεις(καλώδια, διακόπτες), τον μετασχηματιστή (transformer) και τυχόν τον ηλιοστάτη για την παρακολούθηση της κίνησης του ηλίου. Το φωτοβολταϊκό πάρκο που προτείνεται θα είναι ισχύος 1,50MWp και θα κατασκευαστεί σε τεμάχιο 15000 τετραγωνικών μέτρων. Θα αποτελείται από 4550 φωτοβολταϊκά πλαίσια που το κάθε ένα θα έχει ονομαστική ισχύ 330W.

- Σύστημα στήριξης φωτοβολταϊκών πλαισίων

Υπάρχουν διάφορες τεχνικές για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών πλαισίων για αυτό κάθε φορά είναι απαραίτητο να επιλέγετε ο πιο κατάλληλος τρόπος εγκατάστασης μέσω διάφορων υπολογισμών όπως το έδαφος, η θερμοκρασία, τα μόνιμα φορτία, ο άνεμος, οι καιρικές συνθήκες κάθε περιοχής καθώς επίσης και τα δυναμικά φορτία που προκύπτουν βάση του Αντισεισμικού Κανονισμού και των Ευροκωδικών 1 και 3.

Η πάκτωση για τα συστήματα στήριξης μπορεί να επιτευχθεί με την μέθοδο της πασσαλόμπτυξης, ή της μπετοπασσαλόμπτυξης, ή ακόμη και με κατάλληλες γεώβιδες τέτοιου βάθους ώστε να διασφαλίζεται η στατική επάρκεια. Στις πλείστες περιοχές της Κύπρου στις μέρες μας χρησιμοποιείται η μέθοδος της πασσαλόμπτυξης εκτός εάν το έδαφος είναι τόσο βραχώδες που θα γίνει μπετοπασσαλόμπτυξη. Το ύψος του κάτω μέρους κάθε συστοιχίας φωτοβολταϊκών πλαισίων από το έδαφος πρέπει να είναι τουλάχιστον 50 εκατοστά. Το σύστημα στήριξης είναι απαραίτητο να έχει την απαραίτητη κλίση (25° - 30°) σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο έτσι ώστε οι συστοιχίες να εκμεταλλεύονται όσο το δυνατόν καλύτερα την ηλιακή ακτινοβολία και να είναι προσανατολισμένες προς το Νότο. Περαιτέρω εξετάζονται οι διάφορες σκιάσεις που μπορεί πιθανόν να προκύψουν από γειτονικά τεμάχια, δενδροφυτεύσεις και γειτονικές εγκαταστάσεις ώστε να δοθεί η κατάλληλη κλίση προς αποφυγή των σκιάσεων. Η στήριξη του παρελκόμενου εξοπλισμού (inverter, πινάκων κτλ) μπορεί να γίνει στο φέροντα οργανισμό του σκελετού ή σε ανεξάρτητη κατασκευή. Τα συστήματα στήριξης πρέπει να συνοδεύονται από: μελέτη στατικής επάρκειας σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες μεταλλικών κατασκευών και αντίστοιχη εγγύηση, εγγύηση έναντι διάβρωσης κατ' ελάχιστο για 20 έτη.(Markvart, 2003; Σεϊταρίδου, 2015)

- Μετατροπείς τάσης

Το ρεύμα που παράγεται από τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια διοχετεύεται απευθείας στον Μετατροπέα Τάσης. Ο μετατροπέας τάσης είναι συνδεδεμένος μόνιμα με το Δίκτυο και ο ρόλος του είναι να μετατρέπει το συνεχές ρεύμα 30-40 V που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια σε εναλλασσόμενο 220-240 V, και στη συνέχεια να διοχετεύει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό από αυτό προς το Δίκτυο. Οι απώλειες για την μετατροπή αυτή κυμαίνονται από 2% στην καλύτερη περίπτωση μέχρι 15 % σε κακής ποιότητας μετατροπείς. Ένας καλός και αξιόπιστος μετατροπέας είναι το κυριότερο μέρος για μία αποδοτική εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος.

- Υποσταθμός ΑΗΚ

Για την λειτουργία του έργου θα κατασκευαστεί εντός του έργου με βάση τον χωροταξικό σχεδιασμό, υποσταθμός σύμφωνα με τα σχέδια και τις προδιαγραφές της αρμόδιας αρχής (ΑΗΚ) είτε προκατασκευασμένος, με μεταλλικό σκελετό και πανέλλα πολυουρεθάνης, σε βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα, είτε από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιία από τούβλα. Ο υποσταθμός ο οποίος θα ανήκει στην ΑΗΚ, θα συνδέει το έργο με το εναέριο δίκτυο 11kV της αρχής όπου και θα διοχετεύεται ο ηλεκτρισμός που παράγεται μέσω υπόγειου σκάμματος. Η παροχή για τις ανάγκες λειτουργίας του έργου γίνεται μέσω εναέριας παροχής από το δίκτυο προς το δωμάτιο μετρητών. Ο υποσταθμός και το ίδιο το έργο εφάπτονται δημόσιου οδικού δικτύου και κατασκευάζεται διαφορετικός για την περίπτωση χαμηλής τάσης και διαφορετικός για μέση τάση.

- Δωμάτιο ελέγχου του παραγωγού

Στο δωμάτιο ελέγχου του παραγωγού που θα κατασκευαστεί εντός του έργου με βάση τον χωροταξικό σχεδιασμό είτε από προκατασκευασμένο μεταλλικό σκελετό και πανέλλα πολυουρεθάνης, σε βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα, είτε από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιία από τούβλα. Θα τοποθετείται ο κεντρικός ηλεκτρολογικός διακόπτης λειτουργίας του έργου, καθώς επίσης και όλα τα βοηθητικά συστήματα. Το δωμάτιο παραγωγού εφάπτεται με τον υποσταθμό ΑΗΚ και η σύνδεση των δυο γίνεται μέσω εσωτερικών υπόγειων καναλιών.

- Δωμάτια Μετασχηματιστών

Τα δωμάτια μετασχηματιστών κατασκευάζονται εντός του έργου βασισμένο στον χωροταξικό σχεδιασμό και στις κατασκευαστικές λεπτομέρειες αποτελούμενο από προκατασκευασμένο μεταλλικό σκελετό και πανέλλα πολυουρεθάνης ή από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιία σε βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα όπου τοποθετούνται οι μετασχηματιστές και οι διακόπτες λειτουργίας τους. Συνδέονται με τους μετατροπείς με υπόγεια καλώδια χαμηλής τάσης και με το δωμάτιο παραγωγού με υπόγεια καλώδια μέσης τάσης.

- Φωτοβολταϊκό σύστημα

Το φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ανεξάρτητα τραπέζια διαστάσεων βάση των προδιαγραφών των σχεδίων και αποτελούνται από μεταλλικούς πασσάλους διατομής ΙΡΕ, όπου και καρφώνονται στο έδαφος με την μέθοδο της πασσαλόμπτυξης σε βάθος 1.50 m. Πάνω στους πασσάλους τοποθετείται γαλβανισμένος μεταλλικός σκελετός των φωτοβολταϊκών στον οποίο στηρίζονται τα φωτοβολταϊκά πλαίσια.

- Ηλεκτρολογική εγκατάσταση.

Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση περιλαμβάνει την γενική καλωδίωση του έργου, την σύνδεση των φωτοβολταϊκών πλαισίων μεταξύ τους την δημιουργία δηλαδή στοιχειοσειρών και την σύνδεση των στοιχειοσειρών με τους μετατροπείς. Επίσης στο κομμάτι αυτό ανήκουν η τοποθέτηση και η σύνδεση των μετατροπέων, των μετασχηματιστών, των διακοπών, την κατασκευή του συστήματος συναγερμού, τις δοκιμές ελέγχου και την ενεργοποίηση του έργου.

Κεφάλαιο 4

Σχεδιασμός Ανάλυσης Κόστους – Οφέλους

Η μέθοδος ανάλυσης κόστους οφέλους όπως έχω αναφερθεί παραπάνω χρησιμοποιείται συχνά από τους κρατικούς μηχανισμούς καθώς και από διάφορους άλλους οργανισμούς π.χ. διάφορες ιδιωτικές επιχειρήσεις για την εκτίμηση της σκοπιμότητας μίας απόφασης ή μίας πολιτικής. Πρόκειται για μία μέθοδο ανάλυσης που αναμένουμε να προκύψει ισορροπία μεταξύ κόστους και οφέλους με δεδομένο επίσης και τις διάφορες εναλλακτικές λύσεις. Είναι ένας ακριβής τρόπος για να εντοπίσουμε τις επιλογές που έχουμε για την αύξηση της ευημερίας από την ωφέλιμη σκοπιά της επιχείρησης. Μπορούμε επίσης με την μέθοδο αυτή να αξιολογήσουμε μία υπάρχουσα κατάσταση με την επιλογή της εναλλακτικής λύσης που θα έχει την χαμηλότερη αναλογία κόστους οφέλους βελτιώνοντας έτσι την υπάρχουσα κατάσταση. Χρησιμοποιώντας λοιπόν ένας αναλυτής την ανάλυση κόστους οφέλους είναι απαραίτητο να αναγνωρίσει ότι το να υποθέσει όλες τις μελλοντικές δαπάνες και οφέλη είναι πάρα πολύ δύσκολο σε αντίθεση με την χρήση της μεθόδου που μπορεί να έχει ξεκάθαρα και εγγυημένα αποτελέσματα για την καλύτερη δυνατή εναλλακτική λύση.

Η μέθοδος της ανάλυσης κόστους οφέλους χωρίζεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες την *ex ante* και την *ex post* (Boardman, Mallery, & Vining, 1994). Αρχικά η πρώτη κατηγορία που είναι και η πλέον διαδεδομένη, χρησιμοποιείται εκ των προτέρων. Αξιολογείται δηλαδή το μελλοντικό έργο ή απόφαση πριν πραγματοποιηθεί και έτσι υπάρχει καθαρή εικόνα για την λήψη της σωστής απόφασης και της χρήσης των διαθέσιμων χρηματικών πόρων. Άρα είναι προφανές ότι το αποτέλεσμα της μεθόδου είναι καθοριστικό για την πραγματοποίηση ή μη της επενδυτικής απόφασης. Η δεύτερη κατηγορία πραγματοποιείται μετά το πέρας της ολοκλήρωσης του έργου/απόφασης και προσδιορίζει αν υπάρχουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα η μέθοδος αυτή παρουσιάζει αν τα οφέλη και τα κόστη είναι τα αναμενόμενα για το έργο/απόφαση, αυτά δηλαδή που έχουν προβλεφθεί πολύ πιθανόν από μία ανάλυση *ex ante* προηγουμένως. Η συγκεκριμένη κατηγορία της μεθόδου προσδιορίζει με ακρίβεια τις παραλήψεις και τα λάθη της πρώτης κατηγορίας – *ex ante* και καθορίζει με την καλύτερη δυνατή ακρίβεια το καθαρό κόστος και όφελος του έργου/απόφασης. Σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι η *ex post* ανάλυση βοηθά στην εξαγωγή των συμπερασμάτων όχι μόνο για το συγκεκριμένο έργο/απόφαση αλλά και για όλη την κατηγορία τους είδους αυτού. Η συμβολή της μεθόδου είναι καθοριστική στην γνώση και την κατανόηση των παραγόντων και οδηγούν στην επιτυχία του έργου/απόφασης με δεδομένο τον καλύτερο σχεδιασμό του καθώς και στην καλύτερη αξιολόγηση της μεθόδου *ex ante*. (Boardman et al., 1994)

Η μέθοδος ανάλυσης Κόστους – Οφέλους ακολουθεί μία σειρά έτσι ώστε να οδηγηθούμε σε ένα ορθό και αντικειμενικό αποτέλεσμα. Είναι μία χρονοβόρα, δύσκολη και περίπλοκη διαδικασία την οποία διαχωρίζουμε κατά την πραγματοποίησή της σε μικρότερα στάδια έτσι ώστε να αποφύγουμε λάθη και παραλείψεις.

Αρχικά είναι απαραίτητο να οριστεί το πρόβλημα με σαφήνεια και καθαρότητα. Αποτελεί πολύ σημαντικό σημείο της μεθόδου για το λόγο ότι καθορίζοντας ορθά το πρόβλημα μπορούμε με ακρίβεια να κατευθυνθεί ο ειδικός στη σωστή οδό για την λύση του προβλήματος. Στο παρόν στάδιο αυτό που έχει τον πιο σημαντικό ρόλο είναι να γίνει ξεκάθαρο και κατανοητό προς τον αναλυτή το ζητούμενο του προβλήματος από το άτομο που θα αποφασίσει εάν θα υλοποιήσει ή όχι την απόφαση για την οποία γίνεται η εφαρμογή της μεθόδου. Για να έχουμε μία ολοκληρωμένη εικόνα του ορισμού του προβλήματος είναι απαραίτητο να ακολουθήσουμε την πιο κάτω διαδικασία.

- Περιγραφή έργου/απόφασης:

Σε αυτή τη φάση σκοπός είναι να δοθεί μία περιγραφή του έργου/απόφασης που θα συμπεριλαμβάνει μία ολοκληρωμένη εικόνα των πόρων που υποθέτουν ότι θα χρειαστούν για την ολοκλήρωση του καθώς επίσης και τα αποτελέσματα που θέλουμε να έχουμε μετά την αποπεράτωση του. Απαραίτητο σε αυτό το σημείο θα πρέπει να παρουσιάζεται και ο χρονικός σχεδιασμός για την ολοκλήρωση του έργου/απόφασης.

- Περιγραφή εναλλακτικών έργων/αποφάσεων:

Η περιγραφή των εναλλακτικών έργων/αποφάσεων θα πρέπει να γίνει με τον ίδιο τρόπο όπως η περιγραφή του έργου/απόφασης όπου θα φαίνεται στο συγκεκριμένο σημείο με λεπτομέρεια η περιγραφή των εναλλακτικών σεναρίων. Εκτός από τις εναλλακτικές επιλογές θα πρέπει να περιγράφεται λεπτομερώς και η μη πραγματοποίηση του έργου/απόφασης όπου στην προκειμένη περίπτωση τα αποτελέσματα που θα προκύψουν θα τα συγκρίνουμε με τα αποτελέσματα της πραγματοποίησης του έργου έτσι ώστε να μπορέσουμε να λάβουμε την τελική απόφαση.

- Αναφορά στις κοινωνικές ομάδες που επηρεάζονται από το έργο/απόφαση:

Σε αυτό το σημείο αναφερόμαστε στις κοινωνικές ομάδες του πληθυσμού που πρόκειται να επηρεαστούν είτε θετικά είτε αρνητικά από την υλοποίηση του έργου/απόφασης.

- Προσδιορισμός και καταγραφή περιορισμών:

Απαραίτητο είναι σε κάθε έργο/απόφαση να γίνεται αναφορά των περιορισμών που μπορεί να έχει να κάνει με την ρευστότητα και γενικά το χρήμα, την κοινωνία και τους θεσμούς, την πολιτική ή και την νομοθεσία. Οι περιορισμοί αυτοί θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν και να γίνουν γνωστοί κατά την έναρξη της διαδικασίας έτσι ώστε να ληφθούν οι σωστές αποφάσεις που δεν χρήζουν υπό κανένα περιορισμό για την πραγματοποίηση του έργου/απόφασης.

- Προσδιορισμός της κατευθυντήριας γραμμής που θα ακολουθήσει ο αναλυτής στην ανάλυση όσο αφορά τις κοινωνικές επιπτώσεις του έργου απόφασης:

Είναι αρμοδιότητα του αναλυτή να πάρει ο ίδιος την απόφαση για το τι κατεύθυνση θέλει να ακολουθήσει στην ανάλυση των κοινωνικών επιπτώσεων. Λαμβάνει υπόψιν εκτός από τις κοινωνικές επιπτώσεις τους περιορισμούς που αναφέραμε στο σημείο 4 και με τον συνδυασμό των δυο αυτών σημείων προσδιορίζει την κατευθυντήρια οδό που θα ακολουθήσει στην ανάλυση του.

- Έλεγχος μεταβλητών ανάλυσης κόστους-οφέλους:

Έχει παρατηρηθεί αρκετές φορές κατά την ανάλυση μέχρι την τελική απόφαση να παραλείπεται ο ολοκληρωμένος προσδιορισμός των τεχνικών προδιαγραφών που αφορούν το

έργο/απόφαση. Έτσι ο αναλυτής έχει υποχρέωση να προσδιορίσει κάποιες βέλτιστες τιμές για να προχωρήσει στην ανάλυση έτσι ώστε να εξάγει ένα ρεαλιστικό αποτέλεσμα.

- Επιλογή επιτοκίου προεξόφλησης:

Η επιλογή του επιτοκίου προεξόφλησης αποτελεί αποκλειστική ευθύνη του ατόμου που θα λάβει μετά από την τελική αξιολόγηση την τελική απόφαση. Μπορεί να επιλέξει μία συγκεκριμένη τιμή του επιτοκίου προεξόφλησης ή να προτείνει κατά την ανάλυση να ληφθούν υπόψιν διάφορες τιμές του επιτοκίου.

- Καθορισμός χρονικού ορίζοντα του έργου/απόφασης:

Σε αυτό το σημείο καθορίζεται ο χρονικός ορίζοντας που θα ακολουθήσει το έργο/απόφαση όπου θα εκτιμηθούν τα οφέλη και τα κόστη από αυτόν που θα το αξιολογήσει. Ο προσδιορισμός αυτός είναι καθοριστικός για την μέθοδο ανάλυσης αφού από αυτόν θα καθοριστεί η τιμή της καθαρής παρούσας αξίας του έργου/απόφασης.

- Καθορισμός πηγών δεδομένων της ανάλυσης:

Η εύρεση και ο προσδιορισμός των πηγών των δεδομένων της ανάλυσης αποτελεί κομμάτι είτε του αναλυτή είτε του ατόμου που θα αξιολογήσει το έργο/απόφαση αφού έχουν εις γνώση τους από προσωπική έρευνα τα δεδομένα που θα χρειαστούν κατά την ανάλυση.

- Προσδιορισμός της μορφής παρουσίασης των αποτελεσμάτων:

Είναι πάρα πολύ σημαντικό μετά την εξαγωγή των αποτελεσμάτων να γίνει η σωστή παρουσίαση τους έτσι ώστε να γίνονται κατανοητά από όλους. Αυτό θα συντελέσει στην μελέτη των αποτελεσμάτων για να παρθεί η τελική απόφαση.

Μετά τον καθορισμό του ορισμού του προβλήματος, αφού ακολουθήσουμε την πιο πάνω διαδικασία, επόμενο βήμα είναι ο σχεδιασμός της ανάλυσης όπου γίνει πριν την συλλογή δεδομένων, την εκτίμηση των ωφελειών και του κόστους του έργου/απόφασης. Η διαδικασία που οφείλουμε να ακολουθήσουμε είναι η εξής:

- Καθορισμός της δομής του προβλήματος:

Αφού ολοκληρώσουμε με τον ορισμό του προβλήματος θα πρέπει να καθορίσουμε τη δομή του προβλήματος έτσι ώστε να παρουσιαστούν οι παράμετροι της ανάλυσης που θα χρησιμοποιηθούν κατά την σύγκριση των εναλλακτικών λύσεων που υπάρχουν.

- Αρχική διαπίστωση του κόστους – οφέλους του έργου/απόφασης:

Για την διαπίστωση του κόστους και των ωφελειών είναι αναγκαίο να χρησιμοποιήσουμε και τους δύο τρόπους που υπάρχουν για να έχουμε μία πλήρη και αντικειμενική εικόνα για το

έργο/απόφαση. Ο πρώτος τρόπος είναι ερευνώντας τις κοινωνικές ομάδες και τα άτομα που επηρεάζονται από το έργο/απόφαση και ο δεύτερος ερευνώντας τις υπηρεσίες και τα αγαθά.

- Εκτίμηση κόστους – ωφελειών:

Η εγκυρότητα χρήσης των μεταβλητών και των παραμέτρων είναι το πιο σημαντικό μέρος αυτού του σημείου γιατί έτσι θα έχουμε ορθά αποτελέσματα της ανάλυσης που μπορεί να μας οδηγήσουν επίσης και στην ποσοτικοποίηση τους.

- Καθορισμός σκοπιάς ποσοτικής ανάλυσης:

Αρχή της μεθόδου της ανάλυσης κόστους – οφέλους είναι να λαμβάνει υπόψιν όλα τα κόστη και τα οφέλη που αφορούν το έργο/απόφαση. Υπάρχουν οφέλη ή κόστη που δεν είναι μετρήσιμα έτσι λαμβάνονται υπόψιν στην ανάλυση μόνο ποιοτικά. Αυτά θα πρέπει να είναι περιορισμένα έτσι ώστε να έχουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα που θα μας βοηθήσει στην σωστή αξιολόγηση του έργου/απόφασης.

- Προσδιορισμός συλλογής δεδομένων:

Τέλος σε αυτό το σημείο έχουμε να κάνουμε με τον προσδιορισμό της συλλογής δεδομένων που θα είναι αυτός που θα καθορίσει τα δεδομένα που είναι απαραίτητα για την ανάλυση.

Τα πιο πάνω βήματα βοηθούν ώστε να υλοποιηθεί ο σχεδιασμός της ανάλυσης κόστους-οφέλους, έπειτα θα πρέπει να συλλεχθούν τα δεδομένα της ανάλυσης. Καθοριστικό ρόλο παίζει στην ανάλυση η μορφή σχεδιασμού των δεδομένων όπου είναι απαραίτητο ο αριθμός των σημαντικών ψηφίων της κάθε παραμέτρου να είναι καθορισμένος. Επιπλέον η βάση δεδομένων είναι απαραίτητο να είναι εύχρηστη και άμεσα διαθέσιμη για οποιαδήποτε αλλαγή. Για να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος που υπάρχει λανθασμένων αποτελεσμάτων θα πρέπει τα δεδομένα να ληφθούν από πρωτογενείς πηγές όπου είναι δυνατόν. Απαραίτητη για ευκολότερη πρόσβαση στα δεδομένα είναι επίσης η καταγραφή όλων των πηγών των δεδομένων που αναφέρονται στη βιβλιογραφική αναφορά της ανάλυσης.

Ακολούθως γίνεται ο συνδυασμός των δεδομένων της ανάλυσης όπως έχουν ληφθεί και των στοιχείων της οικονομικής θεωρίας. Έπειτα από αυτό θα υπάρξει μία ορθή εκτίμηση των ωφελειών και του κόστους του έργου για να προχωρήσει η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Τέλος η μέθοδος ανάλυσης κόστους οφέλους ολοκληρώνεται με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Είναι προφανές ότι είναι απαραίτητο να παρουσιάζονται με ακρίβεια και σαφήνεια έτσι ώστε να είναι ξεκάθαρα για το άτομο που θα κληθεί να αξιολογήσει τα

αποτελέσματα και να λάβει την τελική απόφαση για την πραγματοποίηση ή όχι του έργου/απόφασης.

(Kidokoro, 2004; Layard, 1994; Mishan & Quah, 1976; Ray, 1990; Παπαδάμου & Συριόπουλος, 2015a)

Κεφάλαιο 5

Μελέτες περίπτωσης φωτοβολταϊκών πάρκων

5.1 Ανάλυση σεναρίων περίπτωσης μελέτης

Η περίπτωση μελέτης για την οποία θα γίνει η ανάλυση κόστους-οφέλους στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή είναι η σύγκριση των δύο πιθανών περιπτώσεων-σεναρίων ενός φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 1,50 MWp. Τα φωτοβολταϊκά πάρκα χωρίζονται σε χαμηλή και μέση τάση ανάλογα με την ισχύ που έχουν. Η διαφοροποίηση ξεκινά από το 1,50 MWp όπου υπάρχουν και οι δύο επιλογές. Στην συγκεκριμένη περίπτωση κατασκευής πάρκου μελετάμε ένα φωτοβολταϊκό πάρκο ισχύος 1,50 MWp όπου και θα συγκρίνουμε τα αποτελέσματα για την περίπτωση να κατασκευαστεί με Χαμηλή τάση και με Μέση τάση.

Οι βασικές τους διαφορές είναι οι εξής:

- Διαφοροποίηση κόστους κατασκευής: Ουσιαστικά υπάρχει διαφορά στην κατασκευή των δωματίων του Υποσταθμού της ΑΗΚ καθώς και στην κατασκευή των δωματίων των Μετασχηματιστών. Στη χαμηλή Τάση δεν απαιτείται να κατασκευαστεί δωμάτιο μετασχηματιστή αφού τον μετασχηματιστή τον τοποθετεί η ίδια η ΑΗΚ στο δωμάτιο του Υποσταθμού της σε αντίθεση με την μέση τάση που είναι απαραίτητο να κατασκευαστεί

δωμάτιο μετασχηματιστή αναλόγως με την ισχύ του πάρκου όπου τοποθετείται από τον κατασκευαστή του ο μετασχηματιστής όπου και επωμίζεται το κόστος αγοράς και συντήρησης.

- Επίσης υπάρχει διαφοροποίηση στην χρήση καλωδίων όπου απαιτούνται διαφορετικά είδη και ποσότητες καλωδίων για την κάθε περίπτωση. Όλα μαζί υπολογίζονται αναλόγως στο κόστος κατασκευής του φωτοβολταϊκού πάρκου.
- Διαφοροποίηση στην παραγωγή του Φωτοβολταϊκού Πάρκου: Η διαφορά που υπάρχει στις δύο περιπτώσεις είναι λόγω της διαφοράς των απωλειών που υπάρχουν στις δύο περιπτώσεις. Στην χαμηλή τάση λόγω των αποστάσεων των καλωδίων και λόγω του ότι χρησιμοποιούνται καλώδια μικρότερης διατομής παρατηρούνται στην συγκεκριμένη περίπτωση μεγαλύτερες απώλειες παραγωγής που δεν υφίστανται στην μέση τάση λόγω του ότι χρησιμοποιούνται καλώδια μεγαλύτερης διατομής σε πιο κοντινές αποστάσεις λόγω του ότι μπαίνει στην κατασκευή και το δωμάτιο του μετασχηματιστή που μειώνει και αυτό τις αποστάσεις των καλωδίων με αποτέλεσμα να μειώνει έτσι και τις απώλειες παραγωγής.
- Διαφοροποίηση συντήρησης: Παρατηρείται επίσης διαφορά στην συντήρηση των δύο περιπτώσεων αφού απαιτείται ειδική συντήρηση για το φωτοβολταϊκό πάρκο μέσης τάσης με αντίθεση της χαμηλής όπου το κόστος συντήρησης είναι μικρότερο.

5.2 Παρουσίαση και ανάλυση παραδοχών κόστους – οφέλους

Η οικονομική αξιολόγηση του φωτοβολταϊκού πάρκου είναι βασισμένη σε οικονομικούς δείκτες και κριτήρια. Μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους εναλλακτικά συστήματα κάλυψης ή άλλα πιθανά σενάρια και με τον προσδιορισμό των κατάλληλων δεικτών να εξαχθούν τα σωστά αποτελέσματα. Για αποφυγή των λανθασμένων αποτελεσμάτων και παράλληλα συμπερασμάτων είναι απαραίτητο να υπολογίζονται οι οικονομικοί δείκτες με αναγωγή μελλοντικών αξιών σε καθαρές παρούσες αξίες έτσι ώστε να είναι βάσιμα τα αποτελέσματα της έρευνας.

Στις παραδοχές κόστους της περίπτωσης μελέτης ανήκουν οι εξής:

- Προεξοφλητικό επιτόκιο

Είναι το επιτόκιο που μετατρέπει τις μελλοντικές τιμές σε τιμές παρούσας αξίας και στην πράξη περιλαμβάνει και τους πιθανούς κινδύνους. Προκειμένου να προσδιοριστεί η παρούσα αξία των

μελλοντικών ταμειακών ροών είναι απαραίτητο αρχικά να αξιολογηθεί η διαχρονική αξία του χρήματος καθώς και ο κίνδυνος αβεβαιότητας. Ένα χαμηλό επιτόκιο είναι δείγμα μικρότερης αβεβαιότητας άρα μεγαλύτερη παρούσα αξία των μελλοντικών ταμειακών ροών.

- Πληθωρισμός

Ο πληθωρισμός είναι μία ανεξάρτητη διαχρονική παράμετρος μείωσης της αξίας του χρήματος. Είναι δηλαδή η συνεχής αύξηση των τιμών των αγαθών και των υπηρεσιών κατά την πάροδο του χρόνου. Για να υπάρξει δηλαδή πληθωρισμός αναγκαία συνθήκη είναι η μεταβολή των τιμών. Υπολογίζεται ποσοστιαία από την μεταβολή του δείκτη του καταναλωτή κατά τη διάρκεια του χρόνου. Στην προκειμένη περίπτωση λήφθηκε υπόψιν πληθωρισμός της τάξης του 2%. Υπολογίστηκε ο μέσος όρος του πληθωρισμού των τελευταίων 20 ετών βάση των στοιχείων της στατιστικής υπηρεσίας Κύπρου. (Στατιστική υπηρεσία Κύπρου - <https://www.data.gov.cy/>)

- Μέγεθος τεμαχίου – κόστος ανά δεκάριο

Το μέγεθος του τεμαχίου όπου θα κατασκευαστεί το φωτοβολταϊκό πάρκο σημειώνεται για να υπολογιστεί το κόστος ενοικίου ανά έτος για κάθε δεκάριο. Αφού βρεθεί ο ενδιαφερόμενος ιδιοκτήτης του τεμαχίου γίνεται συμβόλαιο όπου και δεσμεύεται το εν λόγω τεμάχιο για Ν έτη. Έτσι προκύπτει το κόστος ενοικίου για το φωτοβολταϊκό πάρκο.

- Κόστος Αδειοδότησης

Το κόστος αδειοδότησης συμπεριλαμβάνει τα ποσά που πληρώνονται στις αρχές για την έκδοση της άδειας ΡΑΕΚ, πολεοδομικής άδειας και άδειας οικοδομής καθώς και το κόστος σύνδεσης στο δίκτυο της ΑΗΚ.

- Κόστος Μελετών

Στο κόστος μελετών συμπεριλαμβάνονται ο σχεδιασμός της χωροθέτησης του φωτοβολταϊκού πάρκου, οι στατικές μελέτες του συστήματος στήριξης και των οικοδομών που θα κατασκευαστούν στο πάρκο. Η ηλεκτρολογική μελέτη της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης καθώς και η περιβαλλοντική μελέτη επιπτώσεων του φωτοβολταϊκού πάρκου. Όλες οι παραπάνω γίνονται από τους αρμόδιους μελετητές, πολιτικούς μηχανικούς, ηλεκτρολόγους μηχανικούς και μηχανικούς περιβάλλοντος.

- Κόστος κατασκευής

Στο κόστος κατασκευής συμπεριλαμβάνονται όλες οι χωματοουργικές, οικοδομικές ηλεκτρολογικές εργασίες. Υπάρχει ο διαχωρισμός των εργασιών πολιτικής μηχανικής που είναι το 30% του συνολικού κόστους με τις εργασίες ηλεκτρολογικής μηχανικής που είναι το 70% του κόστους. Στις εργασίες πολιτικής μηχανικής ανήκουν οι χωματοουργικές εργασίες, τα συστήματα στήριξης καθώς και όλες οι οικοδομικές κατασκευές που θα υλοποιηθούν στο έργο. Στις εργασίες ηλεκτρολογικής μηχανικής είναι όλες οι καλωδιώσεις, τα συστήματα συναγερμού, οι μετασχηματιστές, οι μετατροπείς, η τοποθέτηση και σύνδεση των φωτοβολταϊκών πλαισίων καθώς και όλες οι συνδέσεις καλωδίων και διακόπτων του πάρκου. Στην περίπτωση μας έχουμε δύο σενάρια όπου στην περίπτωση του κόστους κατασκευής υπάρχει διαφοροποίηση. Η διαφορά που προκύπτει στο κόστος εργασιών πολιτικής μηχανικής είναι ότι στην κατασκευή του φωτοβολταϊκού πάρκου χαμηλής τάσης είναι μειωμένο γιατί δεν απαιτείται δωμάτιο μετασχηματιστή ενώ στην μέσης τάσης είναι μεγαλύτερο το κόστος γιατί απαιτείται. Σε αντίθεση με τις εργασίες ηλεκτρολογική μηχανικής όπου στην χαμηλή τάση είναι μεγαλύτερο το κόστος λόγω της ιδιομορφίας του τεμαχίου που απαιτούνται μεγαλύτερου μήκους καλώδια σε σχέση με την μέση τάση που κατασκευάζεται ο μετασχηματιστής στο έργο και έτσι μειώνονται οι αποστάσεις των καλωδίων άρα και το κόστος. Αυτή είναι η βασική τους διαφοροποίηση στο κόστος κατασκευής των δύο περιπτώσεων.

- Κόστος συντήρησης

Η συντήρηση του φωτοβολταϊκού πάρκου εξασφαλίζει την σωστή λειτουργία και απομακρύνει την πιθανότητα εμφανίσεις βλαβών με αποτέλεσμα την μείωση παραγωγής. Το κόστος συντήρησης περιλαμβάνει τον έλεγχο του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και την ρύθμισή του (μετασχηματιστές, μετατροπείς, διακόπτες κτλ). Επίσης υπάρχει και η διαδικτυακή παρακολούθηση του πάρκου όπου εμφανίζονται τυχόν βλάβες και έτσι προλαβαίνουν να διορθωθούν χωρίς μεγάλες απώλειες παραγωγής ενέργειας. Παρατηρείται επίσης διαφοροποίηση στις δύο περιπτώσεις της μελέτης αφού στη μέση τάση απαιτείται ειδική συντήρηση για το φωτοβολταϊκό πάρκο εν αντιθέσει με τη χαμηλής όπου το κόστος συντήρησης είναι πολύ μικρότερο.

- Πιθανές επιδιορθώσεις

Στις πιθανές επιδιορθώσεις υπολογίζονται οι τυχόν αντικαταστάσεις εξοπλισμού που έχει παρουσιάσει βλάβη για παράδειγμα κάποιος μετατροπέας, κάποιο πλαίσιο κτλ.

- Γενική απώλεια

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ανά έτος χρήσης παρουσιάζουν απώλεια παραγωγής. Στην συγκεκριμένη περίπτωση μελέτης λήφθηκε υπόψιν απώλεια φωτοβολταϊκών πλαισίων της τάξης του 0,7%.

- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται βάση της ισχύς του πάρκου και την μέση ετήσια παραγωγή ενός φωτοβολταϊκού συστήματος. Στην προκειμένη περίπτωση υπάρχει διαφοροποίηση στην μέση ετήσια παραγωγή της χαμηλής τάσης σε σχέση με την μέση τάση. Η μέση ετήσια παραγωγή χαμηλής τάσης είναι 1570MWh/MWp ενώ της μέσης τάσης είναι 1650MWh/MWp. Αυτή η διαφορά προκύπτει λόγω της ιδιομορφίας του εν λόγω τεμαχίου απαιτούνται μεγάλα μήκη καλωδίων χαμηλής τάσης μέχρι τον υποσταθμό όπου και βρίσκεται ο μετασχηματιστής της ΑΗΚ. Άρα όπου υπάρχουν αυξημένες αποστάσεις καλωδίων προκύπτουν και μεγαλύτερες απώλειες παραγωγής ενέργειας. Ενώ στη μέση τάση λόγω του ότι ο μετασχηματιστής κατασκευάζεται στη μέση του πάρκου και έτσι μειώνεται η απόσταση των καλωδίων μέχρι τον μετασχηματιστή υπάρχουν μηδαμινές απώλειες άρα και καλύτερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

- Τιμή κιλοβατώρας

Η τιμή της κιλοβατώρας βάση της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου ανέρχεται στα 8 σεντς.

- Κύκλος ζωής επένδυσης

Ο κύκλος ζωής της επένδυσης υπολογίστηκε για την περίπτωση μελέτης τα 20 χρόνια με έναρξη το έτος μηδέν όπου είναι το έτος κατασκευής.

- Φορολογία

Φορολογία είναι το ποσό με βάση τα κέρδη και τις ζημιές που υπολογίζονται έτσι ώστε να προκύψει η φορολογική υποχρέωση. Στην περίπτωση μας η φορολογία ανέρχεται στο 10% του κέρδους προς τη ζημιά.

5.3 Δείκτες αξιολόγησης ανάλυσης κόστους – οφέλους

Η διαδικασία λήψης απόφασης για την έναρξη μίας επένδυσης είναι πάρα πολύ σημαντική αφού είναι απαραίτητο να μελετηθεί η οικονομική βιωσιμότητα της μελλοντικής επένδυσης για

τον επενδυτή. Αφού ολοκληρωθεί λοιπόν η ανάλυση κόστους - οφέλους και εξαχθούν τα αποτελέσματα της μελέτης περίπτωσης είναι απαραίτητο να αξιολογηθούν με κάποιους δείκτες αξιολόγησης. Αυτή η διαδικασία αποτελεί την έναρξη της απόφασης για την επένδυση, να μελετηθεί δηλαδή εάν η επένδυση είναι βιώσιμη ή όχι. Πιο κάτω αναφέρονται οι δείκτες αξιολόγησης που θα χρησιμοποιηθούν στην συγκεκριμένη περίπτωση μελέτης.

- Καθαρή παρούσα αξία (NPV)

Η μέθοδος της καθαρής παρούσας αξίας είναι το βασικό κριτήριο για τον καθορισμό της οικονομικής βιωσιμότητας του έργου. Μετατρέπει τις εισροές που πρόκειται να προκύψουν από την επένδυση σε ένα χρονικό διάστημα σε μία παρούσα αξία για σταθερό χρόνο μηδέν. Ουσιαστικά κάνουμε χρήση του προεξοφλητικού επιτοκίου και της χρονικής περιόδου ζωής του έργου εξάγοντας έτσι την καθαρή παρούσα αξία. Ως καθαρή παρούσα αξία ορίζονται τα καθαρά ετήσια οφέλη της επένδυσης για ένα χρονικό διάστημα N ετών. Όταν το NPV είναι μεγαλύτερο του μηδενός τότε η επένδυση είναι βιώσιμη. Ο μαθηματικός τύπος είναι:

$$ΚΠΑ = NPV = \sum_{t=0}^t \frac{(B_t - C_t)}{(1 + r)^t}$$

ΚΠΑ=NPV=Καθαρή παρούσα αξία

B_t =οφέλη

C_t =κόστη

(B-C)=καθαρή ταμειακή ροή

t=χρονική περίοδος σε έτη

r=το επιτόκιο προεξόφλησης

- Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR)

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης αποτελεί την προεξοφλητική σταθερά – επιτόκιο, που αν εφαρμοστεί στις ταμειακές ροές θα αποδώσει μηδενική καθαρή παρούσα αξία. Με την εφαρμογή του IRR καταλήγουμε στο να συγκρίνουμε το ποσοστό που προκύπτει με το προεξοφλητικό επιτόκιο που αν είναι μεγαλύτερο τότε η επένδυση είναι βιώσιμη ενώ εάν είναι μικρότερο όχι.

- Λόγος οφέλους – κόστους (BCR)

Εφαρμόζοντας τον λόγο του οφέλους προς το κόστος προκύπτει το αποτέλεσμα που δείχνει το πόσο αποδοτική είναι η επένδυση. Ουσιαστικά εάν ο λόγος είναι μεγαλύτερος του μηδενός τότε η επένδυση είναι βιώσιμη και όσο μεγαλύτερος τότε πιο κερδοφόρα.

- Περίοδος επανείσπραξης

Οι αθροιστικές ταμειακές ροές είναι ο χρόνος απόσβεσης της εν λόγω επένδυσης. Δηλαδή σε πόσα χρόνια ο επενδυτής θα πάρει τα χρήματα του πίσω και θα ξεκινήσει να έχει κέρδη. Στην περίπτωση μας υπολογίζονται οι αθροιστικές ταμειακές ροές χωρίς να ληφθεί υπόψιν η χρονική αξία του χρήματος και έπειτα εισάγοντας την στους υπολογισμούς, έχουμε το αποτέλεσμα με την χρονική αξία του χρήματος.

(Pasqual, Padilla, & Jadotte, 2013; Αβούρης, Κατσάνος, Τσέλιος, & Μουστάκας, 2015; Παπαδάμου & Συριόπουλος, 2015b)

5.4 Περίπτωση κατασκευής Φωτοβολταϊκού Πάρκου Χαμηλής Τάσης

Στον πιο κάτω πίνακα αναγράφονται οι παραδοχές του κόστους και του οφέλους για την περίπτωση της κατασκευής του φωτοβολταϊκού πάρκου χαμηλής τάσης. Αναφορικά στις παραδοχές του κόστους το προεξοφλητικό επιτόκιο ανέρχεται στο 3% και ο πληθωρισμός στο 2%. Το μέγεθος του τεμαχίου όπου θα κατασκευαστεί το εν λόγω πάρκο είναι 15000 τ.μ., δηλαδή 15 δεκάρια, (όπου 1 δεκάριο ισούται με 1000 τ.μ.) και το ενοίκιο που αντιστοιχεί σε κάθε δεκάριο είναι 300,00 ευρώ το κάθε έτος. Το κόστος κατασκευής του φωτοβολταϊκού πάρκου χαμηλής τάσης ανέρχεται στις 700.000,00 ευρώ για κάθε 1 MWp και χωρίζεται σε 30% ποσοστό εργασιών πολιτικής μηχανικής και 70% ποσοστό ηλεκτρολογικής μηχανικής. Στην περίπτωση μας η ισχύς του πάρκου είναι 1,50 MWp άρα το συνολικό κόστος κατασκευής είναι 1.050.000,00 ευρώ. Ακολουθούν τα κόστη αδειοδότησης και μελετών όπου για την συγκεκριμένη περίπτωση ανέρχονται τις 50.000,00 ευρώ και 30.000,00 ευρώ αντίστοιχα. Τα κόστη συντήρησης ανά έτος είναι 20.000,00 ευρώ και οι πιθανές επιδιορθώσεις είναι του ποσοστού του 1%. Η γενική απώλεια των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι 0,07% για κάθε έτος λειτουργίας. Οι παραδοχές του οφέλους είναι η παραγωγή του φωτοβολταϊκού πάρκου όπου είναι 2355000 KWh για κάθε έτος και η τιμή με την οποία πωλείται ανέρχεται στα 0,08 ευρώ κάθε κιλοβατόρα.

Ακολουθούν αναλυτικά οι πίνακες με όλους τους υπολογισμούς για τα πρώτα 20 χρόνια ζωής του φωτοβολταϊκού πάρκου. Εκκίνηση είναι το έτος 0 όπου είναι το έτος κατασκευής του.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ - ΟΦΕΛΟΥΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ		
Παραδοχές	Τιμές	Μονάδες
Παραδοχές κόστους		
Προεξοφλητικό επιτόκιο	0,03	
Πληθωρισμός	0,02	
Μέγεθος Τεμαχίου	15	δεκάρια
Κόστος ανά δεκάριο ανά έτος	300,00 €	
Κόστος κατασκευής ανά MWp	700.000,00 €	
Ισχύς Πάρκου	1,5	MWp
Κόστος Εργασιών Πολιτικής Μηχανικής 30%	315.000,00 €	
Κόστος Εργασιών Ηλεκτρολογικής Μηχανικής 70%	735.000,00 €	
Κόστος Αδειοδότησης	50.000,00 €	
Κόστος Μελετών	30.000,00 €	
Κόστος Συντήρησης (ανά έτος)	20.000,00 €	ευρώ
Πιθανές επιδιορθώσεις	1%	
Γενική απώλεια	0,0007	
Παραδοχές οφέλους		
Παραγωγή	2355000	KWh
Τιμή KWh	0,08 €	ευρώ

Πίνακας 1: Παραδοχές ανάλυσης κόστους – οφέλους φωτοβολταϊκού πάρκου χαμηλής τάσης

Έτη	0	1	2	3	4
Κόστος					
Ενοίκιο Τεμαχίου	-€4.500,00				
Κόστος Αδειοδότησης	-€50.000,00				
Κόστος Μελετών	-€30.000,00				
Κόστος Εργασιών Πολιτικής Μηχανικής	-€315.000,00				
Κόστος Εργασιών Ηλεκτρολογικής Μηχανικής	-€735.000,00				
Κόστος Συντήρησης	€0,00	-€20.000,00	-€20.400,00	-€20.808,00	-€21.224,16
Πιθανές επιδιορθώσεις		-€10.500,00	-€10.500,00	-€10.500,00	-€10.500,00
Συνολικό Κόστος	-€1.134.500,00	-€30.500,00	-€30.900,00	-€31.308,00	-€31.724,16
Όφελος					
Παραγωγή	€0,00	€188.400,00	€188.268,12	€188.136,33	€188.004,64
Συνολικό όφελος	€0,00	€188.400,00	€188.268,12	€188.136,33	€188.004,64
Κέρδος / Ζημιά (προ φορολογίας)	-€1.134.500,00	€157.900,00	€157.368,12	€156.828,33	€156.280,48
Φόρος	€0,00	-€15.790,00	-€15.736,81	-€15.682,83	-€15.628,05
Κέρδος / Ζημιά	-€1.134.500,00	€142.110,00	€141.631,31	€141.145,50	€140.652,43
Προεξοφλητική σταθερά	1	0,970873786	0,942595909	0,915141659	0,888487048
Παρούσα Αξία	-€1.134.500,00	€137.970,87	€133.501,09	€129.168,13	€124.967,86
Περίοδος επανείσπραξης (χωρίς εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)		-€992.390,00	-€850.758,69	-€709.613,19	-€568.960,76
Θετική ταμειακή ροή(χωρίς χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)		FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
Περίοδος επανείσπραξης (με εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)		-€996.529,13	-€863.028,03	-€733.859,91	-€608.892,05
Θετική ταμειακή ροή(με χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)		FALSE	FALSE	FALSE	FALSE

Πίνακας 2: Ανάλυση κόστους – οφέλους για φωτοβολταϊκό πάρκο χαμηλής τάσης από το έτος 0 μέχρι και το 4^ο έτος.

Έτη	5	6	7	8	9
Κόστος					
Ενοίκιο Τεμαχίου					
Κόστος Αδειοδότησης					
Κόστος Μελετών					
Κόστος Εργασιών Πολιτικής Μηχανικής					
Κόστος Εργασιών Ηλεκτρολογικής Μηχανικής					
Κόστος Συντήρησης	-€21.648,64	-€22.081,62	-€22.523,25	-€22.973,71	-€23.433,19
Πιθανές επιδιορθώσεις	-€10.500,00	-€10.500,00	-€10.500,00	-€10.500,00	-€10.500,00
Συνολικό Κόστος	-€32.148,64	-€32.581,62	-€33.023,25	-€33.473,71	-€33.933,19
Όφελος					
Παραγωγή	€187.873,03	€187.741,52	€187.610,10	€187.478,78	€187.347,54
Συνολικό όφελος	€187.873,03	€187.741,52	€187.610,10	€187.478,78	€187.347,54
Κέρδος / Ζημιά (προ φορολογίας)	€155.724,39	€155.159,91	€154.586,86	€154.005,06	€153.414,35
Φόρος	-€15.572,44	-€15.515,99	-€15.458,69	-€15.400,51	-€15.341,44
Κέρδος / Ζημιά	€140.151,95	€139.643,92	€139.128,17	€138.604,56	€138.072,92
Προεξοφλητική σταθερά	0,862608784	0,837484257	0,813091511	0,789409234	0,766416732
Παρούσα Αξία	€120.896,30	€116.949,58	€113.123,93	€109.415,72	€105.821,39
Περίοδος επανείσπραξης (χωρίς εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)	-€428.808,81	-€289.164,90	-€150.036,73	-€11.432,17	€126.640,75
Θετική ταμειακή ροή(χωρίς χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE
Περίοδος επανείσπραξης (με εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)	-€487.995,74	-€371.046,16	-€257.922,23	-€148.506,51	-€42.685,12
Θετική ταμειακή ροή(με χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE

Πίνακας 3: Ανάλυση κόστους – οφέλους για φωτοβολταϊκό πάρκο χαμηλής τάσης από το έτος 5^ο μέχρι και το 9^ο έτος.

Έτη	10	11	12	13	14
Κόστος					
Ενοίκιο Τεμαχίου					
Κόστος Αδειοδότησης					
Κόστος Μελετών					
Κόστος Εργασιών Πολιτικής Μηχανικής					
Κόστος Εργασιών Ηλεκτρολογικής Μηχανικής					
Κόστος Συντήρησης	-€23.901,85	-€24.379,89	-€24.867,49	-€25.364,84	-€25.872,13
Πιθανές επιδιορθώσεις	-€10.500,00	-€10.500,00	-€10.500,00	-€10.500,00	-€10.500,00
Συνολικό Κόστος	-€34.401,85	-€34.879,89	-€35.367,49	-€35.864,84	-€36.372,13
Όφελος					
Παραγωγή	€187.216,40	€187.085,35	€186.954,39	€186.823,52	€186.692,74
Συνολικό όφελος	€187.216,40	€187.085,35	€186.954,39	€186.823,52	€186.692,74
Κέρδος / Ζημιά (προ φορολογίας)	€152.814,55	€152.205,46	€151.586,90	€150.958,68	€150.320,61
Φόρος	-€15.281,45	-€15.220,55	-€15.158,69	-€15.095,87	-€15.032,06
Κέρδος / Ζημιά	€137.533,09	€136.984,91	€136.428,21	€135.862,81	€135.288,55
Προεξοφλητική σταθερά	0,744093915	0,722421277	0,70137988	0,68095134	0,661117806
Παρούσα Αξία	€102.337,54	€98.960,82	€95.688,00	€92.515,97	€89.441,67
Περίοδος επανείσπραξης (χωρίς εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)	€264.173,84	€401.158,75	€537.586,96	€673.449,78	€808.738,33
Θετική ταμειακή ροή(χωρίς χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
Περίοδος επανείσπραξης (με εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)	€59.652,42	€158.613,24	€254.301,24	€346.817,20	€436.258,87
Θετική ταμειακή ροή(με χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE

Πίνακας 4: Ανάλυση κόστους – οφέλους για φωτοβολταϊκό πάρκο χαμηλής τάσης από το έτος 10^ο μέχρι και το 14^ο έτος.

Έτη	15	16	17	18	19
Κόστος					
Ενοίκιο Τεμαχίου					
Κόστος Αδειοδότησης					
Κόστος Μελετών					
Κόστος Εργασιών Πολιτικής Μηχανικής					
Κόστος Εργασιών Ηλεκτρολογικής Μηχανικής					
Κόστος Συντήρησης	-€26.389,58	-€26.917,37	-€27.455,71	-€28.004,83	-€28.564,92
Πιθανές επιδιορθώσεις	-€10.500,00	-€10.500,00	-€10.500,00	-€10.500,00	-€10.500,00
Συνολικό Κόστος	-€36.889,58	-€37.417,37	-€37.955,71	-€38.504,83	-€39.064,92
Όφελος					
Παραγωγή	€186.562,06	€186.431,46	€186.300,96	€186.170,55	€186.040,23
Συνολικό όφελος	€186.562,06	€186.431,46	€186.300,96	€186.170,55	€186.040,23
Κέρδος / Ζημιά (προ φορολογίας)	€149.672,48	€149.014,10	€148.345,25	€147.665,72	€146.975,31
Φόρος	-€14.967,25	-€14.901,41	-€14.834,52	-€14.766,57	-€14.697,53
Κέρδος / Ζημιά	€134.705,23	€134.112,69	€133.510,72	€132.899,15	€132.277,78
Προεξοφλητική σταθερά	0,64186195	0,623166939	0,605016446	0,587394608	0,570286027
Παρούσα Αξία	€86.462,16	€83.574,59	€80.776,18	€78.064,24	€75.436,17
Περίοδος επανείσπραξης (χωρίς εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)	€943.443,56	€1.077.556,25	€1.211.066,97	€1.343.966,12	€1.476.243,90
Θετική ταμειακή ροή(χωρίς χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
Περίοδος επανείσπραξης (με εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)	€522.721,04	€606.295,63	€687.071,81	€765.136,06	€840.572,22
Θετική ταμειακή ροή(με χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE

Πίνακας 5: Ανάλυση κόστους – οφέλους για φωτοβολταϊκό πάρκο χαμηλής τάσης από το έτος 15^ο μέχρι και το 19^ο έτος.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	
NPV	€840.572,22
IRR	10,4%
Benefit - Cost Ratio	1,46
Περίοδος επανείσπραξης (χωρίς τη χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	9
Περίοδος επανείσπραξης (με τη χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	10

Πίνακας 6: Αποτελέσματα ανάλυσης κόστους – οφέλους για φωτοβολταϊκό πάρκο χαμηλής τάσης

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση της χρονικής αξίας του χρήματος και το κύριο κριτήριο απόφασης, που είναι η Καθαρή Παρούσα Αξία, είναι θετική της τάξης των 840.572,22 ευρώ. Αυτή η τιμή υποδηλώνει ότι το έργο με τις πιο πάνω παραδοχές είναι βιώσιμο/κερδοφόρο για τον επενδυτή. Παράλληλα ο δείκτης εσωτερικής απόδοσης (IRR) είναι της τάξης του 10,4% όπου και είναι μεγαλύτερος του προεξοφλητικού επιτοκίου όπου υποδηλώνει επίσης ότι η επένδυση είναι βιώσιμη. Πιο συγκεκριμένα δείχνει με βάση τις παραδοχές οι συγκεκριμένες χρηματικές ροές έχουν απόδοση της τάξης του 10,4%. Το μεγάλο αυτό ποσοστό οφείλεται κυρίως στο ότι τα έργα για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν υψηλή και σίγουρη χρηματοδότηση. Επιπρόσθετα ο λόγος οφέλους – κόστους ισούται με 1,46 που υποδηλώνει ότι τα οφέλη υπερτερούν του κόστους κατά 1,46 προς 1 ή πιο απλά για κάθε ένα ευρώ κόστους η επένδυση αποφέρει 1,46 όφελος. Τέλος η επένδυση παρουσιάζει απόσβεση στα 9 χρόνια με τη χρήση της προεξοφλητικής σταθεράς και 10 χρόνια χωρίς να ληφθεί υπόψιν η χρονική αξία του χρήματος.

5.5 Περίπτωση κατασκευής Φωτοβολταϊκού Πάρκου Μέσης Τάσης

Στον πιο κάτω πίνακα αναγράφονται οι παραδοχές του κόστους και του οφέλους για την περίπτωση της κατασκευής του φωτοβολταϊκού πάρκου μέσης τάσης. Αναφορικά στις παραδοχές του κόστους το προεξοφλητικό επιτόκιο ανέρχεται στο 3% και ο πληθωρισμός στο 2%. Το μέγεθος του τεμαχίου όπου θα κατασκευαστεί το εν λόγω πάρκο είναι 15000 τ.μ., δηλαδή 15 δεκάρια, (όπου 1 δεκάριο ισούται με 1000 τ.μ.) και το ενοίκιο που αντιστοιχεί σε κάθε δεκάριο είναι 300,00 ευρώ το κάθε έτος. Το κόστος κατασκευής του φωτοβολταϊκού πάρκου μέσης τάσης ανέρχεται στις 650.000,00 ευρώ για κάθε 1 MWp και χωρίζεται σε 30% ποσοστό εργασιών πολιτικής μηχανικής και 70% ποσοστό ηλεκτρολογικής μηχανικής. Στην περίπτωση μας η ισχύς του πάρκου είναι 1,50 MWp άρα το συνολικό κόστος κατασκευής είναι 975.000,00 ευρώ.

Ακολουθούν τα κόστη αδειοδότησης και μελετών όπου για την συγκεκριμένη περίπτωση ανέρχονται τις 50.000,00 ευρώ και 30.000,00 ευρώ αντίστοιχα. Τα κόστος συντήρησης ανά έτος είναι 22.000,00 ευρώ και οι πιθανές επιδιορθώσεις είναι του ποσοστού του 1%. Η γενική απώλεια των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι 0,07% για κάθε έτος λειτουργίας. Οι παραδοχές του οφέλους είναι η παραγωγή του φωτοβολταϊκού πάρκου όπου είναι 2475000 KWh για κάθε έτος και η τιμή με την οποία πωλείται ανέρχεται στα 0,08 ευρώ κάθε κιλοβατόρα.

Ακολουθούν αναλυτικά οι πίνακες με όλους τους υπολογισμούς για τα πρώτα 20 χρόνια ζωής του φωτοβολταϊκού πάρκου. Εκκίνηση είναι το έτος 0 όπου είναι το έτος κατασκευής του.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ - ΟΦΕΛΟΥΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ		
Παραδοχές	Τιμές	Μονάδες
Παραδοχές κόστους		
Προεξοφλητικό επιτόκιο	0,03	
Πληθωρισμός	0,02	
Μέγεθος Τεμαχίου	15	δεκάρια
Κόστος ανά δεκάριο ανά έτος	300,00 €	
Κόστος κατασκευής ανά MWp	650.000,00 €	
Ισχύς Πάρκου	1,5	MWp
Κόστος Εργασιών Πολιτικής Μηχανικής 30%	292.500,00 €	
Κόστος Εργασιών Ηλεκτρολογικής Μηχανικής 70%	682.500,00 €	
Κόστος Αδειοδότησης	50.000,00 €	
Κόστος Μελετών	30.000,00 €	
Κόστος Συντήρησης (ανά έτος)	22.000,00 €	ευρώ
Πιθανές επιδιορθώσεις	1%	
Γενική απώλεια	0,0007	
Παραδοχές οφέλους		
Παραγωγή	2475000	KWh
Τιμή KWh	0,08 €	ευρώ

Πίνακας 7: Παραδοχές ανάλυσης κόστους – οφέλους φωτοβολταϊκού πάρκου μέσης τάσης.

Έτη	0	1	2	3	4
Κόστος					
Ενοίκιο Τεμαχίου	-€4.500,00				
Κόστος Αδειοδότησης	-€50.000,00				
Κόστος Μελετών	-€30.000,00				
Κόστος Εργασιών Πολιτικής Μηχανικής	-€292.500,00				
Κόστος Εργασιών Ηλεκτρολογικής Μηχανικής	-€682.500,00				
Κόστος Συντήρησης	€0,00	-€22.000,00	-€22.440,00	-€22.888,80	-€23.346,58
Πιθανές επιδιορθώσεις		-€9.750,00	-€9.750,00	-€9.750,00	-€9.750,00
Συνολικό Κόστος	-€1.059.500,00	-€31.750,00	-€32.190,00	-€32.638,80	-€33.096,58
Όφελος					
Παραγωγή	€0,00	€198.000,00	€197.861,40	€197.722,90	€197.584,49
Συνολικό όφελος	€0,00	€198.000,00	€197.861,40	€197.722,90	€197.584,49
Κέρδος / Ζημιά (προ φορολογίας)	-€1.059.500,00	€166.250,00	€165.671,40	€165.084,10	€164.487,91
Φόρος	€0,00	-€16.625,00	-€16.567,14	-€16.508,41	-€16.448,79
Κέρδος / Ζημιά	-€1.059.500,00	€149.625,00	€149.104,26	€148.575,69	€148.039,12
Προεξοφλητική σταθερά	1	0,970873786	0,942595909	0,915141659	0,888487048
Παρούσα Αξία	-€1.059.500,00	€145.266,99	€140.545,07	€135.967,80	€131.530,84
Περίοδος επανείσπραξης (χωρίς εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)		-€909.875,00	-€760.770,74	-€612.195,05	-€464.155,93
Θετική ταμειακή ροή(χωρίς χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)		FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
Περίοδος επανείσπραξης (με εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)		-€914.233,01	-€773.687,94	-€637.720,14	-€506.189,30
Θετική ταμειακή ροή(με χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)		FALSE	FALSE	FALSE	FALSE

Πίνακας 8: Ανάλυση κόστους – οφέλους για φωτοβολταϊκό πάρκο μέσης τάσης από το έτος 0 μέχρι και το 4^ο έτος.

Έτη	5	6	7	8	9
Κόστος					
Ενοίκιο Τεμαχίου					
Κόστος Αδειοδότησης					
Κόστος Μελετών					
Κόστος Εργασιών Πολιτικής Μηχανικής					
Κόστος Εργασιών Ηλεκτρολογικής Μηχανικής					
Κόστος Συντήρησης	-€23.813,51	-€24.289,78	-€24.775,57	-€25.271,08	-€25.776,51
Πιθανές επιδιορθώσεις	-€9.750,00	-€9.750,00	-€9.750,00	-€9.750,00	-€9.750,00
Συνολικό Κόστος	-€33.563,51	-€34.039,78	-€34.525,57	-€35.021,08	-€35.526,51
Όφελος					
Παραγωγή	€197.446,18	€197.307,97	€197.169,85	€197.031,84	€196.893,91
Συνολικό όφελος	€197.446,18	€197.307,97	€197.169,85	€197.031,84	€196.893,91
Κέρδος / Ζημιά (προ φορολογίας)	€163.882,67	€163.268,19	€162.644,28	€162.010,75	€161.367,41
Φόρος	-€16.388,27	-€16.326,82	-€16.264,43	-€16.201,08	-€16.136,74
Κέρδος / Ζημιά	€147.494,41	€146.941,37	€146.379,85	€145.809,68	€145.230,67
Προεξοφλητική σταθερά	0,862608784	0,837484257	0,813091511	0,789409234	0,766416732
Παρούσα Αξία	€127.229,97	€123.061,09	€119.020,22	€115.103,50	€111.307,21
Περίοδος επανείσπραξης (χωρίς εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)	-€316.661,52	-€169.720,15	-€23.340,30	€122.469,38	€267.700,04
Θετική ταμειακή ροή(χωρίς χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE
Περίοδος επανείσπραξης (με εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)	-€378.959,33	-€255.898,24	-€136.878,03	-€21.774,52	€89.532,69
Θετική ταμειακή ροή(με χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE

Πίνακας 9: Ανάλυση κόστους – οφέλους για φωτοβολταϊκό πάρκο μέσης τάσης από το έτος 5^ο μέχρι και το 9^ο έτος.

Έτη	10	11	12	13	14
Κόστος					
Ενοίκιο Τεμαχίου					
Κόστος Αδειοδότησης					
Κόστος Μελετών					
Κόστος Εργασιών Πολιτικής Μηχανικής					
Κόστος Εργασιών Ηλεκτρολογικής Μηχανικής					
Κόστος Συντήρησης	-€26.292,04	-€26.817,88	-€27.354,23	-€27.901,32	-€28.459,35
Πιθανές επιδιορθώσεις	-€9.750,00	-€9.750,00	-€9.750,00	-€9.750,00	-€9.750,00
Συνολικό Κόστος	-€36.042,04	-€36.567,88	-€37.104,23	-€37.651,32	-€38.209,35
Όφελος					
Παραγωγή	€196.756,09	€196.618,36	€196.480,72	€196.343,19	€196.205,75
Συνολικό όφελος	€196.756,09	€196.618,36	€196.480,72	€196.343,19	€196.205,75
Κέρδος / Ζημιά (προ φορολογίας)	€160.714,05	€160.050,48	€159.376,49	€158.691,87	€157.996,40
Φόρος	-€16.071,41	-€16.005,05	-€15.937,65	-€15.869,19	-€15.799,64
Κέρδος / Ζημιά	€144.642,65	€144.045,43	€143.438,84	€142.822,68	€142.196,76
Προεξοφλητική σταθερά	0,744093915	0,722421277	0,70137988	0,68095134	0,661117806
Παρούσα Αξία	€107.627,71	€104.061,49	€100.605,12	€97.255,30	€94.008,81
Περίοδος επανείσπραξης (χωρίς εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)	€412.342,69	€556.388,12	€699.826,96	€842.649,65	€984.846,41
Θετική ταμειακή ροή(χωρίς χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
Περίοδος επανείσπραξης (με εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)	€197.160,40	€301.221,89	€401.827,00	€499.082,30	€593.091,11
Θετική ταμειακή ροή(με χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE

Πίνακας 10: Ανάλυση κόστους – οφέλους για φωτοβολταϊκό πάρκο μέσης τάσης από το έτος 10^ο μέχρι και το 14^ο έτος.

Έτη	15	16	17	18	19
Κόστος					
Ενοίκιο Τεμαχίου					
Κόστος Αδειοδότησης					
Κόστος Μελετών					
Κόστος Εργασιών Πολιτικής Μηχανικής					
Κόστος Εργασιών Ηλεκτρολογικής Μηχανικής					
Κόστος Συντήρησης	-€29.028,53	-€29.609,10	-€30.201,29	-€30.805,31	-€31.421,42
Πιθανές επιδιορθώσεις	-€9.750,00	-€9.750,00	-€9.750,00	-€9.750,00	-€9.750,00
Συνολικό Κόστος	-€38.778,53	-€39.359,10	-€39.951,29	-€40.555,31	-€41.171,42
Όφελος					
Παραγωγή	€196.068,40	€195.931,16	€195.794,00	€195.656,95	€195.519,99
Συνολικό όφελος	€196.068,40	€195.931,16	€195.794,00	€195.656,95	€195.519,99
Κέρδος / Ζημιά (προ φορολογίας)	€157.289,87	€156.572,05	€155.842,72	€155.101,64	€154.348,57
Φόρος	-€15.728,99	-€15.657,21	-€15.584,27	-€15.510,16	-€15.434,86
Κέρδος / Ζημιά	€141.560,88	€140.914,85	€140.258,45	€139.591,47	€138.913,71
Προεξοφλητική σταθερά	0,641861947	0,623166939	0,605016446	0,587394608	0,570286027
Παρούσα Αξία	€90.862,54	€87.813,47	€84.858,67	€81.995,28	€79.220,55
Περίοδος επανείσπραξης (χωρίς εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)	€1.126.407,29	€1.267.322,14	€1.407.580,59	€1.547.172,06	€1.686.085,77
Θετική ταμειακή ροή(χωρίς χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
Περίοδος επανείσπραξης (με εφαρμογή προεξοφλητικής σταθεράς)	€683.953,66	€771.767,13	€856.625,80	€938.621,08	€1.017.841,63
Θετική ταμειακή ροή(με χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE

Πίνακας 11: Ανάλυση κόστους – οφέλους για φωτοβολταϊκό πάρκο μέσης τάσης από το έτος 15^ο μέχρι και το 19^ο έτος.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ - ΟΦΕΛΟΥΣ	
NPV	€1.017.841,63
IRR	12,3%
Benefit - Cost Ratio	1,56
Περίοδος επανείσπραξης (χωρίς τη χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	8
Περίοδος επανείσπραξης (με τη χρήση προεξοφλητικής σταθεράς)	9

Πίνακας 12: Αποτελέσματα ανάλυσης κόστους – οφέλους για φωτοβολταϊκό πάρκο μέσης τάσης

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση της χρονικής αξίας του χρήματος και το κύριο κριτήριο απόφασης, που είναι η Καθαρή Παρούσα Αξία, είναι θετική της τάξης των 1.017.841,63 ευρώ. Αυτή η τιμή υποδηλώνει ότι το έργο με τις πιο πάνω παραδοχές είναι βιώσιμο/κερδοφόρο για τον επενδυτή. Παράλληλα ο δείκτης εσωτερικής απόδοσης (IRR) είναι της τάξης του 12,3% όπου και είναι μεγαλύτερος του προεξοφλητικού επιτοκίου όπου υποδηλώνει επίσης ότι η επένδυση είναι βιώσιμη. Πιο συγκεκριμένα δείχνει με βάση τις παραδοχές οι συγκεκριμένες χρηματικές ροές έχουν απόδοση της τάξης του 12,3%. Το μεγάλο αυτό ποσοστό οφείλεται κυρίως στο ότι τα έργα για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν υψηλή και σίγουρη χρηματοδότηση. Επιπρόσθετα ο λόγος οφέλους – κόστους ισούται με 1,56 που υποδηλώνει ότι τα οφέλη υπερτερούν του κόστους κατά 1,56 προς 1 ή πιο απλά για κάθε ένα ευρώ κόστους η επένδυση αποφέρει 1,56 όφελος. Τέλος η επένδυση παρουσιάζει απόσβεση στα 8 χρόνια με τη χρήση της προεξοφλητικής σταθεράς και 9 χρόνια χωρίς να ληφθεί υπόψιν η χρονική αξία του χρήματος.

5.6 Σύγκριση αποτελεσμάτων των δύο περιπτώσεων κατασκευής του φωτοβολταϊκού πάρκου

Παρακολουθώντας τα εξαγόμενα αποτελέσματα της ανάλυσης κόστους – οφέλους για τις δύο περιπτώσεις παρατηρούμε ότι το να κατασκευαστεί το συγκεκριμένο φωτοβολταϊκό πάρκο με μέση τάση αποφέρει πολύ περισσότερα χρήματα και αποσβένεται πιο νωρίς. Ουσιαστικά η αυξημένη παραγωγή της μέσης τάσης λόγω των μειωμένων απωλειών παραγωγής παίζει καθοριστικό ρόλο στα αποτελέσματα. Σε βάθος χρόνου η Καθαρή Παρούσα Αξία για το πάρκο με μέση τάση είναι κατά 177.269,41 ευρώ μεγαλύτερη από το πάρκο με χαμηλή τάση. Το ίδιο ισχύει και για το δείκτη εσωτερικής απόδοσης αφού υπερτερεί κατά 1,90% καθώς και για τον

λόφο οφέλους – κόστους κατά 0,10. Τέλος η περίοδος επιστροφής χρημάτων είναι κατά ένα έτος λιγότερη για τη μέση τάση.

Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι το συγκεκριμένο φωτοβολταϊκό πάρκο έπειτα από τις αναλύσεις κόστους – οφέλους και για τις δύο περιπτώσεις κατασκευής του, εφαρμόζοντας τα οικονομικά χαρακτηριστικά για το κάθε ένα ξεχωριστά, αποδίδει περισσότερα χρήματα το να κατασκευαστεί με μέση τάση. Είναι δηλαδή πιο κερδοφόρα επένδυση η κατασκευή του με μέση τάση ηλεκτρολογικής εγκατάστασης.

Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων σύμφωνα με τις σύγχρονες πρακτικές και τεχνολογίες είναι ο τομέας με την μεγαλύτερη ανάπτυξη στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Σε συνδυασμό με την μέθοδο ανάλυσης κόστους – οφέλους αποδεικνύεται το πόσο κερδοφόρα και οικονομικά βιώσιμη είναι η τεχνολογία αυτή. Σύμφωνα με το άρθρο του Roulikkas, 2009 εάν αντιμετωπιστούν οι δύο μεγάλες προκλήσεις, το κόστος παραγωγής και η παραγωγική ικανότητα, τότε θα είναι η σημαντικότερη παγκόσμια αγορά ενέργειας. Επίσης αναφορικά στο άρθρο του Roulikkas et al., 2013 όπου έγινε μελέτη σκοπιμότητας εάν η εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 1MWp, στην περιοχή της Μεσογείου είναι οικονομικά εφικτή, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι οι κεφαλαιουχικές δαπάνες του πάρκου και η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών πλαισίων αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους για την βιωσιμότητα της επένδυσης.

Τέλος να αναφερθώ και στο άρθρο του Kymakis et al., 2009, όπου γίνεται ανάλυση της απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού πάρκου στη Σητεία της Κρήτης. Ουσιαστικά το πάρκο παρακολουθείται στη διάρκεια όλου του έτους όσο αφορά τον βαθμό απόδοσης και καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η παραγωγή του θεωρείται ικανοποιητική αποδεικνύοντας έτσι την προσφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού.

Κεφάλαιο 6

Επίλογος

6.1 Γενικά συμπεράσματα

Οι μελέτες ανάλυσης και κοστολόγησης φωτοβολταϊκών συστημάτων θεωρούνται ένα σημαντικό και ουσιαστικό εργαλείο στον τομέα της ενέργειας. Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή έχει χρησιμοποιηθεί η μέθοδος ανάλυσης κόστους – οφέλους για δύο περιπτώσεις κατασκευής ενός φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 1,50MWp, με σκοπό την κοστολόγηση και τον υπολογισμό των εισροών και εκροών της επένδυσης σε βάθος χρόνου.

Είναι αποδεδειγμένο ότι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) αποτελούν τη σωτήρια λύση στο ενεργειακό και περιβαλλοντικό παγκόσμιο πρόβλημα. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση καθώς και στη χώρα μας εφαρμόζονται στρατηγικές χρήσης των ΑΠΕ έτσι ώστε να επιτευχθεί μείωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και να βελτιωθεί παράλληλα το ενεργειακό πρόβλημα. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα με την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας έχουν τις μεγαλύτερες προοπτικές παγκοσμίως. Η ανάπτυξή τους προσφέρει εκτός από τα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη, νέες θέσεις εργασίας στον βιομηχανικό και κατασκευαστικό τομέα. Μέσα από μελέτες των φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει διαπιστωθεί ότι η χρήση τους συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη της κοινωνίας. Πρόκειται σχεδόν πάντοτε για μια βιώσιμη επένδυση και αυτό οφείλεται όπως είδαμε και πιο πάνω στο χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης που είναι

ελάχιστο σε σχέση με το κόστος κατασκευής, πετυχαίνοντας έτσι απόσβεση σε μικρό σχετικά χρονικά διάστημα. Ο βασικός ανασταλτικός παράγοντας των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι οι χρονοβόρες διαδικασίες αδειοδοτήσεων και το αυξημένο κόστος κατασκευής τους.

Αναφορικά στις 2 περιπτώσεις μελέτης της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής θέτεται ο προβληματισμός για το ποια από τις δύο περιπτώσεις κατασκευής του είναι πιο κερδοφόρα στο βάθος χρόνου. Εφαρμόζοντας λοιπόν την μέθοδο ανάλυσης κόστους – οφέλους, παραθέτοντας όλες τις απαραίτητες παραδοχές κόστους και οφέλους και με την χρησιμοποιώντας την καθαρή παρούσα αξία και άλλους διάφορους οικονομικούς δείκτες καταλήγουμε στο εξής συμπέρασμα. Το φωτοβολταϊκό πάρκο που κατασκευάζεται με μέση τάση στο πέρασμα του χρόνου επιφέρει περισσότερα οφέλη σε σχέση με το αν κατασκευαστεί με χαμηλή τάση καθώς επίσης και ο χρόνος απόσβεσης του που είναι μικρότερος.

Με τη χρήση της μεθόδου ανάλυσης κόστους – οφέλους μπορούμε να έχουμε τον πραγματικό χρόνο αποπληρωμής της επένδυσης καθώς και τον υγιή χρόνο ζωής της. Επίσης παρουσιάζονται όλες οι οικονομικές παράμετροι που είναι πιθανόν να επηρεάζουν το αποτέλεσμα και έτσι μπορούμε να καταλήξουμε στην ασφαλέστερη και πιο συμφέρουσα οικονομική λύση. Παράλληλα υπολογίζεται το λειτουργικό κόστος της επένδυσης και τα έσοδα/έξοδα στο βάθος χρόνου. Η ουσιαστική σημασία της εφαρμογής της μεθόδου είναι το να γνωρίζει ο επενδυτής το καθαρό κέρδος που θα έχει μέσα από την επένδυση και αυτό είναι πασιφανές μέσα από τα εξαγόμενα αποτελέσματα της συγκεκριμένης περίπτωσης.

Σημαντικό είναι να αναφέρω ότι η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή μειονεκτεί στο ότι βιβλιογραφικά δεν έχουν βρεθεί μελέτες που να αξιολογούν την κατασκευή φωτοβολταϊκού πάρκου 1,50MWp με μέση και χαμηλή τάση ηλεκτρολογική εγκατάσταση όπως ήταν και το αρχικό ερευνητικό ερώτημα. Επίσης μεθοδολογικά όσο αφορά τους παράγοντες κόστους δεν έχω εμβαθύνει τόσο στην οικονομική ανάλυση για τις συνιστώσες του κόστους. Δεν έχει γίνει ουσιαστικά λεπτομερείς επιμέτρηση ποσοτήτων, όμως το συνολικό ποσό του κόστους που συμπεριλήφθηκε στη μελέτη ήταν όμοιο με την τιμή κατασκευής φωτοβολταϊκού πάρκου που έγινε στην Κύπρο. Γενικά γίνονται προβλέψεις για κόστος και όφελος μέχρι τα 20 χρόνια από σήμερα και οι προβλέψεις σε τόσο μεγάλο βάθος χρόνου είναι πάντοτε ριψοκίνδυνες.

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή σε μεταγενέστερο στάδιο θα μπορούσε να επεκταθεί και στους παράγοντες κινδύνου μίας επένδυσης. Να προσδιοριστούν δηλαδή οι πιθανοί κίνδυνοι

που είναι πιθανόν να προκύψουν κατά την διαδικασία της κατασκευής του φωτοβολταϊκού πάρκου ή αυτοί που θα προκύψουν μεταγενέστερα κατά την λειτουργία του. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του ρίσκου επένδυσης κατά ένα πολύ μεγάλο βαθμό καθορίζοντας έτσι την βιωσιμότητα της οικονομικής επένδυσης.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Barrett, Scott. (1998). Political economy of the Kyoto Protocol. *Oxford review of economic policy*, 14(4), 20-39.
- Boardman, Anthony E, Mallery, Wendy L, & Vining, Aidan R. (1994). Learning from ex ante/ex post cost-benefit comparisons: the Coquihalla highway example. *Socio-Economic Planning Sciences*, 28(2), 69-84.
- Brent, Robert J. (2006). *Applied cost-benefit analysis*: Edward Elgar Publishing.
- Fahrenbruch, Alan, & Bube, Richard. (2012). *Fundamentals of solar cells: photovoltaic solar energy conversion*: Elsevier.
- Goetzberger, Adolf, & Hoffmann, Volker Uwe. (2005). *Photovoltaic solar energy generation* (Vol. 112): Springer Science & Business Media.
- Gutman, Pablo. (2002). Putting a price tag on conservation: cost benefit analysis of Venezuela's national parks. *Journal of Latin American Studies*, 34(1), 43-70.
- Kidokoro, Yukihiro. (2004). Cost-benefit analysis for transport networks: theory and application. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 38(2), 275-307.
- Koroneos, C, Fokaidis, P, & Moussiopoulos, N. (2005). Cyprus energy system and the use of renewable energy sources. *Energy*, 30(10), 1889-1901.
- Kymakis, Emmanuel, Kalykakis, Sofoklis, & Papazoglou, Thales M. (2009). Performance analysis of a grid connected photovoltaic park on the island of Crete. *Energy Conversion and Management*, 50(3), 433-438.
- Layard, P Richard G. (1994). *Cost-benefit analysis*: Cambridge University Press.
- Markvart, Tomas. (2003). Ηλεκτρισμός από ηλιακή ενέργεια. *Εκδόσεις Ιων*.
- Mishan, Edward J, & Quah, Euston. (1976). *Cost-benefit analysis* (Vol. 454): Praeger New York.
- Natarajan, P, & Nalini, GS. (2015). Social cost benefit analysis of solar power projects. *Prabandhan: Indian Journal of Management*, 8(5), 36-42.
- Oberthür, Sebastian, & Ott, Hermann E. (1999). *The Kyoto Protocol: international climate policy for the 21st century*: Springer Science & Business Media.
- Pasqual, Joan, Padilla, Emilio, & Jadotte, Evans. (2013). Equivalence of different profitability criteria with the net present value. *International Journal of Production Economics*, 142(1), 205-210.
- Poullikkas, Andreas. (2009). Parametric cost-benefit analysis for the installation of photovoltaic parks in the island of Cyprus. *Energy policy*, 37(9), 3673-3680.
- Poullikkas, Andreas, Hadjipaschalis, Ioannis, & Kourtis, George. (2013). Parametric assessment of concentrated photovoltaic parks for the Mediterranean region. *International Journal of Sustainable Energy*, 32(1), 42-52.
- Ramadhan, Mohammad, & Naseeb, Adel. (2011). The cost benefit analysis of implementing photovoltaic solar system in the state of Kuwait. *Renewable Energy*, 36(4), 1272-1276.
- Randle-Boggis, RJ, White, Piran Crawford Limond, Cruz, Joana, Parker, Guy, Montag, Hannah, Scurlock, JMO, & Armstrong, Alona. (2020). Realising co-benefits for natural capital and ecosystem services from solar parks: A co-developed, evidence-based approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 125, 109775.
- Ray, Anandarup. (1990). *Cost-benefit analysis: Issues and methodologies*: The World Bank.
- Weiss, Thomas, & Schulz, Detlef. (2013). *Development of fluctuating renewable energy sources and its influence on the future energy storage needs of selected European*

- countries*. Paper presented at the 2013 4th International Youth Conference on Energy (IYCE).
- Αβούρης, Νικόλαος, Κατσάνος, Χρήστος, Τσέλιος, Νικόλαος, & Μουστάκας, Κωνσταντίνος. (2015). Οικονομική αποτίμηση ευχρηστίας.
- Αμπελιώτης, Κωνσταντίνος. (2015). Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.
- Ανδρονίκου, Ευγενούλα Π. (2012). *Ανάπτυξη των ΑΠΕ και επιπτώσεις στην απασχόληση. Η περίπτωση της Κύπρου*.
- Επιτροπή, Ευρωπαϊκή, & στην Ελλάδα, Αντιπροσωπεία. Ευρωπαϊκής Ένωσης. Κοινοβούλιο, Ευρωπαϊκό. (2009). Οδηγία 2009/28/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Απριλίου 2009 σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ: Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Μπάκος, Γ. (2004). *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Εταιρεία Αξιοποίησης και Διαχείρισης της Περιουσίας του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης, Ξάνθη*.
- Παπαδάμου, Στέφανος, & Συριόπουλος, Κωνσταντίνος. (2015a). Ανάλυση κόστους οφέλους.
- Παπαδάμου, Στέφανος, & Συριόπουλος, Κωνσταντίνος. (2015b). Κριτήρια Επενδυτικών αποφάσεων υπό συνθήκες βεβαιότητας.
- Σεϊταρίδου, Ελένη. (2015). Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων για φωτοβολταϊκό πάρκο.

Ηλεκτρονικές ιστοσελίδες

1. Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου - www.eac.com.cy
2. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου - <https://www.cera.org.cy/el-gr>
3. Τμήμα μετεωρολογικής υπηρεσίας Κύπρου - www.moa.gov.cy/moa
4. Υπουργείο Περιβάλλοντος Κύπρου - www.moa.gov.cy/moa/environment
5. Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου και Βιομηχανίας Κύπρου - <https://energy.gov.cy/>
6. Στατιστική υπηρεσία Κύπρου - <https://www.data.gov.cy/>