



**ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΥΠΡΟΥ**

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ

Περιβαλλοντική και κοινωνική αξιολόγηση εγκατεστημένων
Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Κύπρο.

Μιχαήλ Τσάγγας

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Αντώνης Ζορπάς

Οκτώβρης, 2013

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Περιβαλλοντική και κοινωνική αξιολόγηση εγκατεστημένων Ανανεώσιμων Πηγών
Ενέργειας στην Κύπρο.

Μιχαήλ Τσάγγας

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Αντώνης Ζορπάς

Οκτώβρης, 2013

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Ευχαριστίες	i
Ελληνική περίληψη	ii
Αγγλική περίληψη	iii
1 Εισαγωγή	
1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Καταγραφή Προβλήματος	2
1.3 Σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης	3
1.4 Σκοποί και Στόχοι	6
1.5 Διασαφηνίσεις – προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών	7
2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	
2.1 Εισαγωγή	10
2.2 Ιστορική Αναδρομή	11
2.3 Θεωρητικό Πλαίσιο	14
2.4 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	17
2.4.1 Διεθνής Πραγματικότητα	19
2.4.1.1 Περιβαλλοντικές και Κοινωνικές επιπτώσεις	19
2.4.1.2 Αξιολόγηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	21
2.4.2 Κυπριακή Πραγματικότητα	25
2.5 Συμπεράσματα	29
3 Μεθοδολογία	
3.1 Σκοπός - Στόχοι	31
3.2 Ερευνητικά Ερωτήματα	31
3.3 Σχεδιασμός	32
3.3.1 Διαδικασία Εκπόνησης της Έρευνας	32
3.3.2 Δεδομένα Έρευνας	33
3.3.2.1 Τεχνοοικονομικά Κριτήρια	35
3.3.2.2 Θεσμικά Κριτήρια	36
3.3.2.3 Περιβαλλοντικά Κριτήρια	36

3.3.2.4	Κοινωνικά Κριτήρια	38
3.4	Μέθοδος Συλλογής Δεδομένων	39
3.4.1	Πληθυσμός	39
3.4.2	Δείγμα	41
3.4.3	Ερευνητικά Εργαλεία	42
3.5	Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων	45
3.6	Ανάλυση Αποτελεσμάτων	46
3.6.1	Μοντέλο Ανάλυσης	46
3.6.2	Μέθοδος Πολυκριτηριακής Ανάλυσης TOPSIS	48
3.6.3	Καθορισμός Βαρύτητας Κριτηρίων	51
3.6.4	Στατιστική Ανάλυση	53
3.6.5	Ανάλυση SWOT	54
3.7	Λογισμικά	55
3.7.1	Microsoft Excel	56
3.7.2	MakeItRational	56
3.7.3	SPSS	56
4	Αποτελέσματα	
4.1	Έννοιες και Θέματα	57
4.2	Αποτελέσματα Ανάλυσης	57
4.2.1	Τιμές Κριτηρίων	57
4.2.2	Έλεγχος Ερευνητικής Υπόθεσης H_{1A}	60
4.2.3	Καθορισμός Βαρύτητας Κριτηρίων	61
4.2.4	Πολυκριτηριακή Ανάλυση	66
4.2.5	Έλεγχος Ερευνητικής Υπόθεσης H_{1B}	70
4.2.6	Ανάλυση SWOT	72
4.2.6.1	Δυνατά Σημεία	73
4.2.6.2	Αδυναμίες	73
4.2.6.3	Ευκαιρίες	74
4.2.6.4	Απειλές	75
4.2.6.5	Πλέγμα SWOT	75
5	Συζήτηση – Συμπεράσματα - Εισηγήσεις	
5.1	Συζήτηση	77

5.2	Περιορισμοί της μελέτης	81
5.3	Συμπεράσματα	83
5.4	Εισηγήσεις	84
	Βιβλιογραφικές Αναφορές	87
	Παράρτημα 1	96
	Πίνακες	
	Πίνακας 3.1: Ακέραιες τιμές και ερμηνεία τους (San Cristóbal Mateo, 2012, σ.12).	52
	Πίνακας 3.2: Τυχαίοι Δείκτες RI για διάφορες τιμές του n (San Cristóbal Mateo, 2012, σ.13).	53
	Πίνακας 4.1: Τιμές Κριτηρίων Αξιολόγησης για τα τρία έργα.	58
	Πίνακας 4.2: Σχέσεις μεταξύ των τεσσάρων ομάδων κριτηρίων.	62
	Πίνακας 4.3: Σχέσεις των τριών εναλλακτικών όσον αφορά το κριτήριο ΚΠ12.	63
	Πίνακας 4.4: Βαρύτητες των ομάδων κριτηρίων.	63
	Πίνακας 4.5: Βαρύτητα κριτηρίων.	64
	Πίνακας 4.6: Κανονικοποιημένες μήτρες πολυκριτηριακής ανάλυσης.	66
	Πίνακας 4.7: Χαρακτηρισμός κριτηρίων, ιδεατή λύση A^* και αρνητικά-ιδεατή λύση A^- .	68
	Πίνακας 4.8: D_j^* , D_j^- και C_j^* για τις τρεις εναλλακτικές.	69
	Πίνακας 4.9: Ιδεατή λύση και μέση εφαρμογή.	70
	Διαγράμματα	
	Διάγραμμα 3.1: Διάγραμμα ροής διαδικασίας ετοιμασίας της διατριβής	33
	Διάγραμμα 3.2.: Ιεραρχική Ανάλυση Προβλήματος	35
	Διάγραμμα 3.3: Κατανομή αριθμού έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Κύπρο τον Ιούλιο του 2013.	40
	Διάγραμμα 3.4: Κατανομή ισχύος (KW) έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Κύπρο τον Ιούλιο του 2013.	40
	Διάγραμμα 3.5: Μοντέλο Ανάλυσης	47
	Διάγραμμα 4.1: Αποτελέσματα ελέγχου κατανομής για τις τρεις ομάδες στοιχείων.	60
	Διάγραμμα 4.2: Αποτελέσματα ελέγχου διαφοράς για τις τρεις ομάδες στοιχείων.	61
	Διάγραμμα 4.3: Σχέσεις βαρύτητας των ομάδων κριτηρίων για την κάθε εναλλακτική.	63
	Διάγραμμα 4.4: Σχέσεις βαρύτητας των ομάδων κριτηρίων για κάθε ομάδα ως προς την κάθε εναλλακτική.	64

Διάγραμμα 4.5: Κατάταξη έργων βάση της σχετικής εγγύτητας στην ιδεατή λύση C_j^* .	70
Διάγραμμα 4.6: Αποτελέσματα ελέγχου κατανομής για τις δύο ομάδες στοιχείων.	71
Διάγραμμα 4.7: Αποτελέσματα ελέγχου διαφοράς μεταξύ της μέσης εφαρμογής και της ιδεατής λύσης.	72
Διάγραμμα 4.8: Πλέγμα SWOT για τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο.	75
Διάγραμμα 5.1: <i>Ophrys kotschy</i> (PLANT-NET CY, nd).	83

Ευχαριστίες

Θερμές ευχαριστίες στον επιβλέποντα της διατριβής Δρ. Αντώνη Ζορπά για την ανάθεση του θέματος και την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε.

Ειλικρινείς ευχαριστίες στα στελέχη των έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας του δείγματος για το χρόνο που αφιέρωσαν και τα πολύ χρήσιμα στοιχεία που διέθεσαν.

Ευχαριστώ θερμά τη σύζυγο και τις κόρες μου.

Περίληψη

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν πλέον στην εποχή μας αναγκαιότητα, αλλά και μία επιλογή. Διάφορες τεχνολογίες αξιοποίησης τους έχουν εγκατασταθεί και λειτουργούν σε όλο τον κόσμο παράγοντας ενέργεια και προσφέροντας διάφορα οφέλη. Τα έργα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές όμως, δεν είναι πάντοτε απαλλαγμένα και από αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην κοινωνία, οι οποίες πρέπει να εκτιμούνται και να αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά, ώστε να παραμένει το θετικό αντίκτυπο. Αποτελεί οπότε ένα ερώτημα εάν συμβαίνει αυτό σε κάθε περίπτωση.

Σκοπός της διατριβής είναι να αξιολογηθούν κοινωνικά και περιβαλλοντικά, εγκατεστημένα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο, για να διαπιστωθεί εάν η αδειοδότηση και κατασκευή τους γίνεται αποτελεσματικά, εάν εφαρμόζονται τα απαραίτητα μέτρα πρόληψης των κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά τη λειτουργία των έργων και ποιο είδος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο νησί εφαρμόζεται κοινωνικά και περιβαλλοντικά αποδοτικότερα. Επίσης στόχος είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων για τον τομέα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην Κύπρο.

Έχουν καθοριστεί τεχνοοικονομικά, θεσμικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά κριτήρια βάση των οποίων γίνεται η αξιολόγηση των έργων ανανεώσιμης ενέργειας. Έχουν συλλεχθεί στοιχεία από τρία έργα διαφορετικών ανανεώσιμων πηγών, τα οποία ήδη λειτουργούν και ελέγχεται αρχικά εάν διαφέρουν ως προς την κοινωνική και περιβαλλοντική τους αξιολόγηση. Έπειτα τα έργα συγκρίνονται πολυκριτηριακά, ώστε να καταταχθούν ως προς το ποιο έργο λειτουργεί αποδοτικότερα και τέλος ελέγχεται εάν τα έργα διαφέρουν από την ιδεατή λύση. Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν και στοιχεία από τη βιβλιογραφία και την έρευνα πεδίου ετοιμάζεται ανάλυση SWOT για τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν διαφέρουν μεταξύ τους και ότι λειτουργούν περιβαλλοντικά και κοινωνικά αποδοτικά. Επίσης η πολυκριτηριακή σύγκριση αναδεικνύει το φωτοβολταϊκό πάρκο ως το περιβαλλοντικά και κοινωνικά αποδοτικότερο, με δεύτερο το αιολικό πάρκο και τρίτη τη μονάδα βιοαερίου. Τέλος καταγράφονται για τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο, σημαντικός αριθμός δυνατών σημείων και ευκαιριών και σχετικά περιορισμένος αριθμός αδυναμιών και απειλών.

Οπότε εξάγεται το συμπέρασμα ότι, εάν τα αποτελέσματα της έρευνας είναι δυνατόν να γενικευτούν, ο τομέας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο λειτουργεί περιβαλλοντικά και κοινωνικά αποδοτικά. Προκύπτει όμως ότι υπάρχει περιθώριο βελτίωσης και προς αυτή την κατεύθυνση διατυπώνονται σχετικές εισηγήσεις.

Summary

Renewable energy sources are, nowadays, not only a necessity but also a choice. Many technologies to exploit them have been established and operate all over the world, producing energy and offering multiple benefits. However the renewable energy projects are not always without negative impacts to the environment and the society, which must be effectively evaluated and confronted, in order only the positive impact to remain. So there is a question, does this happen in all cases?

The aim of this dissertation is to evaluate from a social and an environmental aspect, renewable energy projects established in Cyprus, in order to search if they are licensed and constructed effectively, if the necessary preventive measures are implemented against social and environmental impacts during the projects operation and which form of renewable energy sources is implemented more efficiently, socially and environmentally. The object is also to infer conclusions for the renewable energy sources sector in Cyprus.

A number of technoeconomic, institutional, environmental and social criteria have been appointed, according to which the evaluation of renewable energy projects is performed. Data from three different established renewable energy projects, have been collected. Firstly it is tested if they differ to their social and environmental evaluation. Afterwards the projects are compared according to these multiple criteria, in order to rank, which project runs more efficiently and finally it is tested if the projects are different from the ideal solution. Based on the analysis results and of literature data and the field research, a SWOT analysis is prepared for the renewable energy sources sector in Cyprus.

The results show that the projects do not differ from each other and that they run efficiently, environmentally and socially. Based on the multicriteria analysis the photovoltaic park emerges as the more socially and environmentally efficient, with the wind park coming second and the biogas unit third. Finally a significant number of strengths and opportunities, and a comparatively smaller number of weaknesses and threats are concluded for the renewable energy sources sector in Cyprus.

If it is possible to generalize the research results, it is concluded that, the renewable energy sources sector in Cyprus runs efficiently, environmentally and socially. But there is ground for improvement, so recommendations to this direction are formulated.

Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται συνεχής αύξηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών για παραγωγή ενέργειας. Έχοντας, για αρκετές από αυτές, επιτευχθεί σημαντική τεχνολογική ανάπτυξη, ώστε η αξιοποίηση τους πλέον να είναι αρκετά αποδοτική και κατά συνέπεια οικονομικά συμφέρουσα και σε μία εποχή που η κλιματική αλλαγή είναι ένα πρόβλημα που απασχολεί όλο και περισσότερο την ανθρωπότητα και αναγνωρίζεται, ότι σε μεγάλο βαθμό οφείλεται στη χρήση των ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας, η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί πλέον πέρα από μία αναγνωρισμένη αναγκαιότητα και ένα στόχο που θέτουν όλο και περισσότεροι Διεθνείς Οργανισμοί και Κυβερνήσεις.

Είναι όμως κοινά αποδεκτό ότι οι τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές πέρα από τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν, κυρίως όσον αφορά το ότι είναι ανεξάντλητες και ότι δεν επιβαρύνουν σημαντικά τους παράγοντες που προκαλούν την κλιματική αλλαγή, προκαλούν και ένα αριθμό από επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι περισσότερες από αυτές τις επιπτώσεις, αν όχι όλες, μέσα από τη μελέτη τους, την εκτίμηση τους και την εξέλιξη των τεχνολογιών έχει βρεθεί τρόπος να προλαμβάνονται, να μειώνονται ή και να αποτρέπονται εντελώς. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο όμως είναι σημαντικό να εφαρμόζονται τα απαραίτητα μέτρα σε κάθε περίπτωση εξειδικευμένα.

Η εφαρμογή των απαραίτητων μέτρων πρόληψης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε κάθε περίπτωση διαχωρίζεται σε δύο στάδια. Το πρώτο στάδιο αφορά τη μελέτη και σχεδιασμό του κάθε έργου παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και τη Μελέτη Εκτίμησης των Επιπτώσεων που πρέπει να υλοποιείται, προκειμένου να καθορίζονται τα απαραίτητα μέτρα για την κάθε περίπτωση και το δεύτερο στάδιο την εφαρμογή αυτών των μέτρων κατά τη λειτουργία του έργου, όπως και κατά την κατασκευή του και την αποψίλωση του.

Στην Κύπρο, με την οποία ασχολείται αυτή η διατριβή, υπάρχει νομικά θεσμοθετημένη διαδικασία για την αδειοδότηση έργων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που προβλέπει την εκτίμηση των επιπτώσεων τους στο περιβάλλον, η οποία εφαρμόζεται για τον καθορισμό των μέτρων πρόληψης που πρέπει να λαμβάνονται σε κάθε περίπτωση για τον μετριασμό ή και πλήρη αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών

επιπτώσεων από αυτά τα έργα. Αυτό που διερευνάται σε αυτή τη διατριβή είναι εάν αυτή η διαδικασία είναι αποτελεσματική και πράγματι οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις από έργα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που έχουν εγκατασταθεί στην Κύπρο αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά, αφού έχουν κατασκευαστεί στη βάση της μελέτης και του σχεδιασμού τους, όπως έχει αξιολογηθεί και έχει εγκριθεί για εφαρμογή.

Για τη διερεύνηση αυτού του προβλήματος και την εξαγωγή σχετικών συμπερασμάτων διενεργήθηκε έρευνα σε εγκατεστημένα έργα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην Κύπρο καλύπτοντας και τις τρεις διαφορετικές μορφές που αξιοποιούνται σήμερα, την αιολική ενέργεια, την ηλιακή και το βιοαέριο που παράγεται από αναερόβια χώνευση.

1.2 Καταγραφή Προβλήματος

Η ζήτηση για ανανεώσιμη ενέργεια μεγαλώνει λόγω της αυξανόμενης κοινωνικής ενημέρωσης για τις συνέπειες που σχετίζονται με τη χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η εξάλειψη των ορυκτών καυσίμων, η ενεργειακή ασφάλεια και η κλιματική αλλαγή (De Vries, Vinken, Hamelin and De Boer, 2012). Η ανανεώσιμη ενέργεια αναμένεται να συμβάλει σημαντικά στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με την ενέργεια και ειδικά στην κλιματική αλλαγή, που οφείλεται στην εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου (Graebig, Bringezu and Fenner, 2010). Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι αειφόρες (λόγω της απανθρακοποίησης της οικονομικής ανάπτυξης που παράγεται από αυτές), ασφαλής (ανεξάρτητες από γεωπολιτικούς κινδύνους), ακίνδυνες (χωρίς κίνδυνο ατυχήματος π.χ. μίας πετρελαϊκής κηλίδας) και μπορούν να διατεθούν σε μεγάλη κλίμακα ακόμη και σε αγροτικές απομακρυσμένες περιοχές (Menegaki, 2012). Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όμως δεν είναι πανάκεια όπως υπήρχε η δημοφιλής αντίληψη ότι είναι. Σε κάποιες περιπτώσεις οι ενάντιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους μπορεί να είναι ισχυρά αρνητικές, όπως και οι επιπτώσεις των συμβατικών πηγών ενέργειας (Abbasi and Abbasi, 2000).

Αποτελεί οπότε ένα πρόβλημα και αντικείμενο έρευνας ποιες είναι οι επιπτώσεις της εφαρμογής των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο περιβάλλον, την κοινωνία αλλά και την οικονομία και εάν αυτές οι επιπτώσεις αντιστρέφουν τα πλεονεκτήματα και τα θετικά αποτελέσματα που επιφέρει η χρήση τους.

Ειδικότερα το πρόβλημα με το οποίο ασχολείται αυτή η διατριβή είναι οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις των έργων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που έχουν κατασκευαστεί και λειτουργούν στην Κύπρο και εάν αυτές οι επιπτώσεις έχουν αντιμετωπιστεί επαρκώς μέσα από την υφιστάμενη διαδικασία και πρακτική αδειοδότησης, κατασκευής και λειτουργίας αυτών των έργων. Σε

επέκταση αυτού του προβλήματος στη μελέτη διερευνάται ποια μορφή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εφαρμόζεται περισσότερο κοινωνικά και περιβαλλοντικά αποτελεσματικά στην Κύπρο.

1.3 Σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης

Η ενέργεια είναι ένας από τους περισσότερο σημαντικούς τομείς της οικονομίας στην Κύπρο (Pilavachi, et al., 2009). Οι αιεφόρες στρατηγικές ενεργειακής ανάπτυξης τυπικά περικλείουν τρεις κύριες τεχνολογικές αλλαγές: την εξοικονόμηση ενέργειας από πλευράς ζήτησης, την βελτιστοποίηση της απόδοσης στην παραγωγή ενέργειας και την αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων από διάφορες πηγές ανανεώσιμης ενέργειας (Lund, 2007). Η Κύπρος έχει δεσμευθεί να μειώσει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα και αυτό θα πρέπει να επιτευχθεί με εξοικονόμηση ενέργειας και με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Pilavachi, et al., 2009). Εάν οι τάσεις του παρελθόντος συνεχιστούν και δεν εφαρμοστούν σοβαρές πολιτικές για την ενεργειακή εξοικονόμηση, η χρήση ηλεκτρισμού στην Κύπρο αναμενόταν να αυξηθεί πολύ ταχύτερα από το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν και να τριαπλασιαστεί στα επόμενα 20 - 25 χρόνια (Zachariadis, 2010). Παρά τη μείωση που παρατηρήθηκε το 2011 -2013, η μακροπρόθεσμη πρόβλεψη μέχρι και το 2022 δείχνει και πάλι αύξηση της μέγιστης ηλεκτρικής ισχύος στο νησί (ΔΣΜΚ, 2013) η οποία θα φθάσει ξανά και θα ξεπεράσει τα επίπεδα του 2010.

Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ανανεώσιμη Ενέργεια με Βάση την Οδηγία 2009/28/EK (2010-2020) (ΥΠΕΒΚ, 2010, σ. 8) η αναμενόμενη ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας της Κύπρου στη θέρμανση και ψύξη, την ηλεκτροπαραγωγή και τις μεταφορές μέχρι το έτος 2020, λαμβανομένων υπόψη των επιπτώσεων μέτρων ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμησης ενέργειας κατά το χρονικό διάστημα 2010-2020 θα είναι 2240 kΤΠΠ και ο στόχος της Κύπρου για ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας το έτος 2020 έχει καθοριστεί στο ποσοστό 13%. Ο στόχος έχει αυξηθεί σημαντικά σε σχέση με το ποσοστό 2.9% που ήταν για το 2005 και το 2020 η αναμενόμενη συνολική κατανάλωση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στοχεύετε να αντιστοιχεί σε 263 kΤΠΠ (ΥΠΕΒΚ, 2010, σ. 11). Για την επίτευξη αυτού του στόχου στο Εθνικό Σχέδιο Δράσης καθορίζονται μία σειρά από πολιτικές και μέτρα, που προωθούν σαφώς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μεταξύ άλλων με την επιτάχυνση των διαδικασιών αδειοδότησης και τη διευκόλυνση των επενδυτών (ΥΠΕΒΚ, 2010, σσ. 13 -19).

Σχετικά με τη διαδικασία αδειοδότησης των έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στο Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ανανεώσιμη Ενέργεια με Βάση την Οδηγία 2009/28/EK (2010-2020) (ΥΠΕΒΚ, 2010, σ. 24) αναφέρεται ότι:

«- Η αδειοδότηση για την κατασκευή και λειτουργία των μονάδων παραγωγής ηλεκτρισμού είναι αρμοδιότητα της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας Κύπρου.

- Η τελική έγκριση του χωροταξικού σχεδιασμού και η έκδοση πολεοδομικής άδειας για τις εγκαταστάσεις Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού είναι αρμοδιότητα του Υπουργού Εσωτερικών (για τη Δήλωση Πολιτικής) και του Τμήματος Πολεοδομίας & Οικήσεως (για την αδειοδότηση).

- Η οικοδομική άδεια είναι αρμοδιότητα των Επαρχιακών Διοικήσεων ή των Δήμων, ανάλογα με την περιοχή.

- Η Περιβαλλοντική έγκριση καθώς και οι άδειες απόρριψης και διαχείρισης αποβλήτων είναι αρμοδιότητα του Τμήματος Περιβάλλοντος του Υπουργείου Γεωργίας Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος.

- Η άδεια εκπομπών αέριων ρύπων είναι αρμοδιότητα του Τμήματος Επιθεώρησης Εργασίας του Υπουργείου Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων.»

Τα έργα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, όπως έχει ήδη αναφερθεί, ενδέχεται να προκαλούν ένα αριθμό περιβαλλοντικών επιπτώσεων οι οποίες, προκειμένου να είναι περιβαλλοντικά αποδοτικά δεν πρέπει να είναι τόσο εκτεταμένες, ώστε η αρνητική επίδραση στο περιβάλλον από τέτοια έργα να μην υπερβαίνει τη θετική επίδραση και το σχετικό όφελος. Για πρόληψη αυτών των επιπτώσεων, σύμφωνα με τον περί Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από Ορισμένα Έργα Νόμο του 2005, Ν140(Ι)/2005 και όπως έχει τροποποιηθεί με τον περί Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από Ορισμένα Έργα (Τροποποιητικό) Νόμο του 2007, Ν42(Ι)/2007, που εναρμονίζουν τη νομοθεσία της Κυπριακής Δημοκρατίας με τις Οδηγίες 85/337/ΕΟΚ, 97/11/ΕΚ και 2003/35/ΕΚ, συγκεκριμένα έργα κατατάσσονται στο πρώτο ή δεύτερο παράρτημα του Νόμου. Αν το έργο εμπίπτει στο πρώτο παράρτημα ετοιμάζεται Μελέτη Εκτίμησης Επιπτώσεων στο Περιβάλλον, ενώ αν εμπίπτει στο δεύτερο παράρτημα συμπληρώνεται έντυπο Προκαταρκτικής Έκθεσης Επιπτώσεων στο Περιβάλλον. Η μελέτη ή το έντυπο υποβάλλονται από τον κύριο του έργου ως μέρος της αίτησης του μέσω της αρμόδιας αρχής που αδειοδοτεί το έργο στην Περιβαλλοντική Αρχή για αξιολόγηση. Με βάση το νόμο έχει συσταθεί Επιτροπή Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από δέκα μέλη που αξιολογεί τη μελέτη ή έκθεση και συμβουλεύει την Περιβαλλοντική Αρχή. Η Περιβαλλοντική Αρχή με βάση τη συμβουλή της επιτροπής εκδίδει Γνωμάτευση ή Περιβαλλοντική Έγκριση την οποία αποστέλλει στην αρμόδια αρχή που αδειοδοτεί το έργο και αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της άδειας που θα χορηγηθεί. Η αδειοδοτούσα αρχή αφού λάβει απόφαση για τη χορήγηση ή μη Πολεοδομικής Άδειας ή την έγκριση ή μη του έργου ενημερώνει την Περιβαλλοντική Αρχή για την απόφαση της (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2012).

Γενικά για τα έργα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές πρέπει να ακολουθείται η πιο πάνω διαδικασία, αφού για αρκετά από αυτά σύμφωνα με τη νομοθεσία απαιτείται ετοιμασία Μελέτης Εκτίμησης Επιπτώσεων στο Περιβάλλον και έκδοση Γνωμάτευσης ή Περιβαλλοντικής Έγκρισης, ενώ όπως αναφέρεται στο Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ανανεώσιμη Ενέργεια με Βάση την Οδηγία 2009/28/ΕΚ (2010-2020) (ΥΠΕΒΚ, 2010, σ. 25) δεν απαιτείται ετοιμασία Μελέτης μόνο για τις πιο κάτω περιπτώσεις:

«- Ανεμογεννήτριες με ισχύ μέχρι και 30KW (για ανεμογεννήτριες με ισχύ μεγαλύτερη από 31KW απαιτείται προκαταρκτική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων),
- Φωτοβολταϊκά με ισχύ μέχρι και 100KW,
- Εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρισμού από αξιοποίηση βιομάζας με εγκατεστημένη ισχύ μέχρι και 20KW,
- Εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρισμού από κυματική ενέργεια»

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εμφανίζουν μία ταχεία ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια στην Κύπρο. Καθώς οι επενδύσεις στην αιολική και ηλιακή ενέργεια έχουν αυξηθεί σαφώς λόγω των οικονομικών κινήτρων που δόθηκαν από την Κυβέρνηση, οι επενδύσεις στην ενέργεια από βιομάζα έχουν επίσης αυξηθεί λόγω των περιβαλλοντικών απαιτήσεων για διάθεση των αποβλήτων (Kythreotou, Tassou and Florides, 2012). Σύμφωνα με την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου (ΡΑΕΚ, 2013) τον Ιούλιο του 2013 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας διασυνδεδεμένων με το δίκτυο της ΑΗΚ ήταν 183,619 KW. Αναλυτικότερα υπήρχαν διασυνδεδεμένες 13 μονάδες βιομάζας/βιοαερίου με συνολική ισχύ 9,714 KW, 1,563 φωτοβολταϊκά συστήματα με συνολική ισχύ 27,859 KW, 57 φωτοβολταϊκά συστήματα εγκατεστημένα σε δημόσια κτίρια με συνολική ισχύ 758 KW και πέντε (5) αιολικά πάρκα με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 146,700 KW.

Για τα πιο πάνω έργα οι μονάδες βιοαερίου/βιομάζας και τα αιολικά πάρκα εμπίπτουν στο σύνολο τους στην υποχρέωση για ετοιμασία Μελέτης Εκτίμησης Επιπτώσεων στο Περιβάλλον, ενώ όσον αφορά τα φωτοβολταϊκά συστήματα ένα πολύ μεγάλο ποσοστό κατασκευάστηκαν χωρίς να απαιτείται η ετοιμασία μελέτης και μόνο βάση των όρων που καθορίζει η πολεοδομική νομοθεσία και ειδικότερα η Εντολή αρ. 2 του 2006, όπως έχει τροποποιηθεί το 2009 (Τροποποίηση εντολής 2/2006). Στην Εντολή καθορίζονται μία σειρά από προϋποθέσεις που διέπουν την χωροθέτηση των αυθύπαρκτων φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων οι οποίες πρέπει να ικανοποιούνται για την πολεοδομική αδειοδότηση ενός Φωτοβολταϊκού Σταθμού.

Με βάση τα πιο πάνω δεδομένα και διαπιστώνοντας ότι πλέον στην Κύπρο λειτουργεί ένας μεγάλος αριθμός έργων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές με σημαντική συνεισφορά από πλευράς ισχύος στην

ηλεκτροπαραγωγή στο νησί και αναμένοντας λόγω των στόχων και σχετικών πολιτικών που έχουν θεσπισθεί από την Κυβέρνηση, να κατασκευαστούν επιπλέον έργα, κρίνεται σε αυτή τη φάση αναγκαίο και σκόπιμο να μελετηθεί κατά πόσο η διαδικασία που έχει ακολουθηθεί μέχρι σήμερα για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από αυτά τα έργα είναι αποτελεσματική και έχει διασφαλίσει ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σαφώς οι τεχνολογίες αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προκαλούν, προλαμβάνονται και αντιμετωπίζονται επαρκώς. Η απάντηση στο συγκεκριμένο πρόβλημα μπορεί να διερευνηθεί αξιολογώντας περιβαλλοντικά και κοινωνικά εγκατεστημένα έργα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, τα οποία ήδη έχουν υποβληθεί σε διαδικασία, αδειοδότησης, έχουν κατασκευαστεί και λειτουργούν πλέον.

1.4 Σκοποί και στόχοι

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι να αξιολογηθούν κοινωνικά και περιβαλλοντικά εγκατεστημένα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο και στόχοι της μελέτης είναι να διαπιστωθεί εάν η αδειοδότηση και κατασκευή έργων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στον νησί γίνεται αποτελεσματικά, ώστε οι κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους να προλαμβάνονται και να αντιμετωπίζονται επαρκώς, εάν εφαρμόζονται τα απαραίτητα μέτρα πρόληψης των κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά τη λειτουργία των έργων, ποιο είδος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι κοινωνικά και περιβαλλοντικά αποδοτικότερο, όταν έχει εφαρμοστεί και να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τη λειτουργία έργων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και γενικότερα για αυτό τον τομέα στην Κύπρο.

Για να διαπιστωθεί εάν ισχύουν τα πιο πάνω και να προκύψουν συμπεράσματα διατυπώνονται οι εξής υποθέσεις:

H_{1A} : Τα έργα παραγωγής ενέργειας από τις διάφορες ανανεώσιμες πηγές στην Κύπρο διαφέρουν όσον αφορά την περιβαλλοντική και κοινωνική τους αξιολόγηση.

H_{1B} : Τα εγκατεστημένα έργα παραγωγής ενέργειας από τις διάφορες ανανεώσιμες πηγές στην Κύπρο διαφέρουν από την ιδεατή λύση όσον αφορά την περιβαλλοντική και κοινωνική τους αξιολόγηση.

Από τη διερεύνηση των πιο πάνω υποθέσεων και από την ενδεχόμενη επαλήθευση ή απόρριψη τους είναι δυνατόν να απαντηθούν τα ερωτήματα που θέτονται στους στόχους που έχουν τεθεί. Συγκεκριμένα εάν απορριφθεί η μηδενική υπόθεση της H_{1A} δηλαδή ότι τα έργα παραγωγής ενέργειας από τις διάφορες

ανανεώσιμες πηγές στην Κύπρο δεν διαφέρουν όσο αφορά την περιβαλλοντική και κοινωνική τους αξιολόγηση (H_{0A}) και γίνει αποδεκτή η εναλλακτική, όπως της έχουμε διατυπώσει προκύπτει ότι μπορεί να υπάρχει διαφορετική προσέγγιση ή διαφορετική διαδικασία στην εφαρμογή των έργων διαφορετικών ειδών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ενεδεχόμενα πρέπει να αξιολογούνται υπό διαφορετικό πρίσμα. Επίσης εάν απορριφθεί η μηδενική υπόθεση της H_{1B} δηλαδή ότι τα έργα δεν διαφέρουν από την ιδεατή λύση όσον αφορά την περιβαλλοντική και κοινωνική τους αξιολόγηση (H_{0B}) προκύπτει ότι δεν εφαρμόζονται επαρκώς τα απαραίτητα μέτρα πρόληψης των κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά τη λειτουργία των έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο και ότι η αδειοδότηση και κατασκευή έργων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στο νησί δεν γίνεται αποτελεσματικά. Επιπλέον ανάλογα με το τι ισχύει για τις πιο πάνω υποθέσεις αποκτά άλλο νόημα και η σύγκριση και κατάταξη των διαφορετικών έργων ανανεώσιμης ενέργειας ως προς την περιβαλλοντική και κοινωνική τους απόδοση και μπορεί να ερμηνευθεί διαφορετικά σε κάθε περίπτωση.

Με βάση τις απαντήσεις στα πιο πάνω ερωτήματα και στοιχεία που θα έχουν προκύψει από την όλη διαδικασία διερεύνησης και εξαγωγής συμπερασμάτων, μπορεί να επιχειρηθεί δομημένη αξιολόγηση και αποτύπωση της κατάστασης του τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο και να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα και σχετικές εισηγήσεις.

1.5 Διασαφηνίσεις – προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η συλλογική ονομασία για ένα αριθμό πηγών ενέργειας που είναι διαθέσιμες στον άνθρωπο στη γη (Sørensen, 2011, σ. xv). Ο ήλιος είναι η πηγή όλων των μορφών ενέργειας. Οι πρωταρχικές μορφές της ηλιακής ενέργειας είναι η θερμότητα και το φως. Το ηλιακό φως και η θερμότητα από τον ήλιο μετασηματίζονται και απορροφώνται από το περιβάλλον με ένα πλήθος τρόπων. Μερικοί από αυτούς τους μετασηματισμούς έχουν ως αποτέλεσμα τη ροή ανανεώσιμης ενέργειας όπως η βιομάζα και η αιολική ενέργεια (Panwar, Kaushik and Kothari, 2011).

Σύμφωνα με τον Lund (2010, σ. 7) η ανανεώσιμη ενέργεια ορίζεται ως η ενέργεια που παράγεται από φυσικούς πόρους όπως το ηλιακό φως, ο άνεμος, η βροχή, τα κύματα, οι παλίρροιες και η γεωθερμία που αναπληρώνονται φυσικά σε ένα χρονικό διάστημα μερικών ετών και περιλαμβάνει τις τεχνολογίες που μετατρέπουν τους πιο κάτω φυσικούς πόρους σε χρήσιμες ενεργειακές υπηρεσίες:

- Τον άνεμο, τα κύματα, τις παλίρροιες και την υδραυλική ισχύ (περιλαμβάνει τα μικρό - και την υδραυλική ισχύ των ποταμών)

- Την ηλιακή ισχύ (περιλαμβάνει τη φωτοβολταϊκή), την ηλιοθερμία και τη γεωθερμία
- Τη βιομάζα και τις τεχνολογίες βιοκαυσίμων (περιλαμβάνουν το βιοαέριο)
- Το ανανεώσιμο κλάσμα των αποβλήτων (οικιακών και βιομηχανικών).

Στην Κύπρο μέχρι σήμερα έχουν κατασκευαστεί και λειτουργούν έργα παραγωγής ηλεκτρισμού που αξιοποιούν την αιολική ενέργεια, την ηλιακή ισχύ με φωτοβολταϊκά συστήματα και την βιομάζα με την καύση βιοαερίου (ΠΑΕΚ, 2013). Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιεί την κινητική ενέργεια του ανέμου και παράγει μία καθαρή μορφή ενέργειας χωρίς να παράγει μόλυνση ή εκπομπές αερίων ρύπων (Varun, Prakash and Bhat, 2009). Η αιολική τεχνολογία μετατρέπει την ενέργεια που είναι διαθέσιμη στον άνεμο σε ηλεκτρισμό ή μηχανική ισχύ με τη χρήση ανεμογεννητριών (Balat, 2005 cited in Panwar, Kaushik and Kothari, 2011). Τα πτερύγια των ανεμογεννητριών χρησιμοποιούν τις ανυψώσεις του ανέμου για να αναπτύξουν μηχανική ενέργεια (Blaabjerg, et al., 2004, cited in Panwar, Kaushik and Kothari, 2011). Η λειτουργία των ανεμογεννητριών είναι να μετατρέπουν την κίνηση του ανέμου σε περιστροφική ενέργεια που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιστρέψει μία γεννήτρια. Οι ανεμογεννήτριες συλλαμβάνουν την ισχύ από τον άνεμο με αεροδυναμικά σχεδιασμένα πτερύγια και την μετατρέπουν σε περιστροφική μηχανική ισχύ (Panwar, Kaushik and Kothari, 2011). Σύμφωνα με τους στόχους που έχουν τεθεί η προοπτική να ξεπεραστεί παγκόσμια το 1 TW ισχύς εγκαστάσεων αιολικής ενέργειας μέχρι το 2030 φαίνεται εφικτή (Kaldellis and Zafirakis, 2011).

Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία κάνει δυνατή την απευθείας μετατροπή του ηλιακού φωτός σε ηλεκτρισμό μέσα από συσκευές ημιαγωγών που ονομάζονται ηλιακά κύτταρα (Varun, Prakash and Bhat, 2009). Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελείται από πολλαπλά στοιχεία όπως τα κύτταρα, τις μηχανικές και ηλεκτρικές συνδέσεις και τις βάσεις και τα μέσα για τη ρύθμιση ή και την αλλαγή της ηλεκτρικής παραγωγής. Αυτά τα συστήματα μετρούνται σε KWp (peak kilowatts) που είναι το ποσό της ηλεκτρικής ισχύς που ένα σύστημα αναμένεται να παράγει όταν ο ήλιος είναι απευθείας από πάνω του μία μέρα χωρίς σύννεφα (Parida, Iniyani and Goic, 2011).

Η βίο – ενέργεια είναι μία μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που παράγεται από βιομάζα. Η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί με αναερόβια χώνευση σε βιοαέριο που συνίσταται από μεθάνιο (CH₄), διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και κάποια ίχνη αερίων (π.χ. υδρογόνο), τα οποία έπειτα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βίο – ενέργειας στη μορφή του ηλεκτρισμού, της θερμότητας ή του καυσίμου για μεταφορές (De Vries, Vinken, Hamelin and De Boer, 2012; Hamelin, et al., 2011 cited in De Vries, Vinken, Hamelin and De Boer, 2012). Το κύριο υπόστρωμα για αναερόβια χώνευση περιλαμβάνει βιομάζα στη μορφή ζωικών αποβλήτων και ενεργειακές καλλιέργειες (π.χ. καλαμπόκι), οργανικά υπολείμματα από τη βιομηχανία

επεξεργασίας (π.χ. γλυκερίνη, ουρές παντζαριών και εντόσθια από σφαγεία) και άλλα υπολείμματα όπως γρασίδι από τις άκρες των δρόμων και δασικά υπολείμματα (Cherubini and Strømman, 2011 cited in De Vries, Vinken, Hamelin and De Boer, 2012).

Σύμφωνα με τον Κουσουρή (2012, σ. 38), πολλές ανθρωπογενείς δραστηριότητες, επεμβαίνουν και προκαλούν συνέπειες στο φυσικό περιβάλλον, στην ποιότητα ζωής, αλλά και στην πολιτιστική, κοινωνική και οικονομική κατάσταση. Οι επιδράσεις και συνέπειες αυτές αποτελούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Σύμφωνα με τον περί Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από Ορισμένα Έργα Νόμο του 2005, Ν140(Ι)/2005 «ο όρος «περιβάλλον» θεωρείται ότι περιλαμβάνει τα νερά, την ατμόσφαιρα και το έδαφος με τους ζώντες σ' αυτά οργανισμούς του ζωικού και φυτικού βασιλείου και ο όρος «επιπτώσεις στο περιβάλλον» περιλαμβάνει επιπτώσεις θετικές και αρνητικές, άμεσες ή έμμεσες, μόνιμες ή προσωρινές, βραχυπρόθεσμες, μεσοπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες, σωρευτικές ή δευτερεύουσες, βιοφυσικές, κοινωνικές και άλλες:

- (α) σε οποιοδήποτε φυσικό πρόσωπο
- (β) στην πανίδα ή στη χλωρίδα
- (γ) στο φυσικό, ιστορικό και παραδοσιακά ανθρωπογενές τοπίο
- (δ) στο έδαφος, στα νερά, στην ατμόσφαιρα και στο κλίμα
- (ε) σε οποιαδήποτε υλικά αγαθά
- (στ) στην αρχιτεκτονική κληρονομιά
- (ζ) στην πολιτιστική κληρονομιά
- (η) στην αρχαιολογική κληρονομιά
- (θ) στις αλληλοεπιδράσεις που οι παράγοντες των παραγράφων (α) μέχρι (ε) ανωτέρω έχουν μεταξύ τους.»

Οπότε αντίστοιχα ορίζονται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από ένα έργο παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, ενώ σύμφωνα με τον ίδιο νόμο «η Μελέτη Εκτίμησης Επιπτώσεων στο Περιβάλλον, εντοπίζει, περιγράφει και αξιολογεί κατάλληλα τις άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις τις οποίες ένα έργο ενδέχεται να επιφέρει» στα πιο πάνω και αντίστοιχα η Μελέτη που πρέπει να ετοιμάζεται για έργα παραγωγής ανανεώσιμης ενέργεια πρέπει να εντοπίζει, περιγράφει και αξιολογεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτών των έργων.

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Η ενέργεια είναι ένα ζωτικό στοιχείο για την ανθρώπινη ζωή (Varun, Prakash and Bhat, 2009). Όλες οι κοινωνίες απαιτούν υπηρεσίες ενέργειας, ώστε να ικανοποιούν τις βασικές ανθρώπινες ανάγκες (π.χ. φωτισμό, μαγείρεμα, κλιματισμό, κινητικότητα, επικοινωνίες) και να εξυπηρετούν τις παραγωγικές διεργασίες (IPCC, 2012, σ. 33). Η απαίτηση για ενέργεια και συνδεδεμένες υπηρεσίες, ώστε να ικανοποιείται η κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη και να βελτιώνεται η ανθρώπινη ευημερία και υγεία, αυξάνεται (IPCC, 2012, σ. 7). Η ασφαλής, επαρκής και προσιτή προμήθεια ενέργειας είναι κρίσιμη για την αειφόρο ανάπτυξη των μοντέρνων κοινωνιών (Varun, Prakash and Bhat, 2009). Ταυτόχρονα όμως οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σαν αποτέλεσμα της παροχής υπηρεσιών ενέργειας έχουν συμβάλει σημαντικά στην ιστορική αύξηση της συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα (IPCC, 2012, σ. 7). Αυτή η ανθρωπογενής επιβάρυνση έχει αλλάξει τη δυνατότητα χειρισμού της ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα και έχει αλλάξει το κλίμα της γης, προκαλώντας αύξηση στις μέσες θερμοκρασίες της επιφάνειας του πλανήτη στον εικοστό αιώνα (Brutto, Arculeo and Grant, 2011).

Από το 1987, όταν εκδόθηκε η αναφορά Brundtland, γνωστή και με τον τίτλο «Our Common Future», (WCED, 1987) τέθηκε ως παγκόσμια αναγκαιότητα η αειφόρος ανάπτυξη, η οποία ορίζεται στην αναφορά ως η «ανάπτυξη που καλύπτει τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να δεσμεύει τη δυνατότητα των μελλοντικών γενιών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες». Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) σε ειδική αναφορά της με τίτλο «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Μετριασμός της Κλιματικής Αλλαγής» αναφέρει (IPCC, 2012, σ. 33) «για να είναι η ανάπτυξη αειφόρος, η παροχή υπηρεσιών ενέργειας πρέπει να είναι ασφαλής και να έχει χαμηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η αειφόρος κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη απαιτεί εγγυημένη και οικονομικά ανεκτή πρόσβαση στις πηγές ενέργειας που είναι απαραίτητες για να παρέχουν αποτελεσματικές και αειφόρες υπηρεσίες ενέργειας. Αυτό μπορεί να σημαίνει την εφαρμογή διαφορετικών στρατηγικών για την οικονομική ανάπτυξη. Για να είναι περιβαλλοντικά ήπιες, οι υπηρεσίες ενέργειας πρέπει να παρέχονται με χαμηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου».

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παίζουν ένα ρόλο στην παροχή ενεργειακών υπηρεσιών με ένα αειφόρο τρόπο και συγκεκριμένα στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής (IPCC, 2012, σ. 164). Η ανανεώσιμη ενέργεια είναι εύκολα προσβάσιμη και δεν είναι μόνο διαθέσιμη σε μεγάλο εύρος αλλά και άφθονη στη φύση (Varun, Prakash and Bhat, 2009). «Οι τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας είναι ευρείς και μπορούν να καλύψουν το πλήρες φάσμα των ενεργειακών αναγκών. Πολλοί τύποι ανανεώσιμης ενέργειας μπορούν να παρέχουν ηλεκτρισμό, θερμική και μηχανική ενέργεια, όπως και να παράγουν καύσιμα που είναι ικανά να ικανοποιήσουν πολλαπλές ενεργειακές ανάγκες. Ανανεώσιμη ενέργεια είναι κάθε μορφή ενέργειας από ηλιακή, γεωφυσική ή βιολογική πηγή που ανανεώνεται με φυσική διαδικασία σε ένα ρυθμό που ισοδυναμεί ή υπερβαίνει το ρυθμό χρήσης. Αντίθετα με τα ορυκτά καύσιμα, οι περισσότερες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας παράγουν χαμηλές ή καθόλου εκπομπές CO₂» (IPCC, 2012, σ. 164).

Γενικά οι επιπτώσεις της εκμετάλλευσης της ανανεώσιμης ενέργειας στο περιβάλλον είναι πολύ μικρές συγκρινόμενες με αυτές από την αξιοποίηση των παραδοσιακών τρόπων εκμετάλλευσης της ενέργειας. Παρόλα αυτά η ατμοσφαιρική ρύπανση από την εκμετάλλευση της βιομάζας (π.χ. από τα δημοτικά στερεά απόβλητα και τα αγροτικά παραπροϊόντα / απόβλητα) και άλλες περιβαλλοντικές ανησυχίες για την υδροηλεκτρική ενέργεια και την αιολική ενέργεια τυγχάνουν αυξανόμενης προσοχής από τις ενεργειακές βιομηχανίες και το κοινό (Tsai and Chou, 2005). Επίσης σύμφωνα με τους Polatidis and Haralambopoulos (2007) παρά το γεγονός ότι αξιοσημείωτες προσπάθειες έρευνας και πόροι έχουν αναλωθεί, φαίνεται ότι πλήθος ενεργειών πρέπει ακόμη να αναληφθούν σχετικά με τη λεπτομερή ανάλυση των κοινωνικό-οικονομικών και ευρύτερα κοινωνικών θεμάτων για τα συστήματα παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας.

Σε αυτά τα πλαίσια και δεδομένης πλέον την διάδοσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η παρούσα διατριβή ασχολείται με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον και ειδικότερα με τις επιπτώσεις των έργων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την περιβαλλοντική και κοινωνική αξιολόγηση τέτοιων εγκατεστημένων έργων στην Κύπρο, κυρίως όσον αφορά την λήψη όλων των απαραίτητων μέτρων, ώστε οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις τους να προλαμβάνονται και να αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά και αποτυπώνει δομημένα την κατάσταση του τομέα στην Κύπρο.

2.2 Ιστορική αναδρομή

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν αντικείμενο έρευνας και μελέτης εδώ και κάποιες δεκαετίες. Ο Sørensen το 1979 εκδίδει το πρώτο βιβλίο σε ακαδημαϊκό επίπεδο από το 1920, που ασχολείται με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τα συστήματά τους (Sørensen, 2011, σ. xiii). Ο ίδιος ερευνητής ήδη από το 1975 έχει καταθέσει την πρότασή του για δυνατότητα πλήρους κάλυψης των ενεργειακών αναγκών της Δανίας από ανανεώσιμες πηγές μέχρι το 2050 (Sørensen, 1975). Το 1981 ο Van Kopen (1981) μελετώντας το

δυναμικό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αναφέρει ότι οι κοινωνικές, οικονομικές, χρηματοδοτικές και νομικές δομές που σχετίζονται με την προμήθεια και κατανάλωση ενέργειας θα πρέπει να αναθεωρηθούν.

Αντίστοιχα οι επιπτώσεις των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο περιβάλλον ξεκινούν να απασχολούν ερευνητές επίσης από τη δεκαετία του 1970. Ο Sørensen στην πρώτη έκδοση του βιβλίου του το 1979 ασχολείται και με τις περιβαλλοντικές πλευρές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Sørensen, 2011, σ. xvi). Η ερευνητική εργασία της δεκαετίας του 1970 γύρω από τις επιπτώσεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συνοψίζεται σε άρθρο των Holdren, Morris and Mintzer (1980), όπου ανασκοπούν την αξιοσημείωτα περιορισμένη, όπως αναφέρουν, βιβλιογραφία της εποχής που πραγματεύεται τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αναφέροντας επίσης ότι η σοβαρή εργασία για τις περιβαλλοντικές επιδράσεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μόλις ξεκινάει. Στο άρθρο ανασκοπείται βιβλιογραφικά εκτεταμένη ερευνητική εργασία της δεκαετίας του 1970 γύρω από τις επιπτώσεις, περιβαλλοντικές πλευρές και επιδράσεις στο περιβάλλον των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών και συνοψίζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους και αναφέρεται στα συμπεράσματα ότι κάποιες από τις ανανεώσιμες πηγές παρέχουν συγκεκριμένες υποσχέσεις ότι θα μειωθεί το περιβαλλοντικό κόστος ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας σε σύγκριση με το κόστος που σχετίζεται με την παραγωγή από το άνθρακα και το πετρέλαιο.

Οι επιπτώσεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συνεχίζουν και την επόμενη δεκαετία να απασχολούν ερευνητές, αλλά και διεθνείς οργανισμούς πλέον. Για παράδειγμα οι Trimble, Van Hook and Folger (1984) ετοιμάζουν εργασία για τη βιομάζα ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας ασχολούμενοι με τις επιπτώσεις της. όπου αναφέρουν ότι αν και η βιομάζα είναι ένα ελκυστικό ανανεώσιμο καύσιμο χαμηλό σε θείο, η εκμετάλλευσή της σαν πηγή ενέργειας δεν είναι χωρίς δυνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ο Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη (OECD) το 1988 εκδίδει έκθεση όπου καταγράφονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ανανεώσιμων πηγών οι οποίες όπως αναφέρετε τείνουν να είναι περισσότερο τοπικές και βραχυπρόθεσμες (Coles, 1989).

Τη δεκαετία του 1990 η έρευνα γύρω από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τις επιπτώσεις τους συνεχίζει να απασχολεί ερευνητές. Οι Coles and Taylor (1993) μελετούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις αιολικών πάρκων στο Ηνωμένο Βασίλειο μέσα από έξι επιλεγμένα παραδείγματα και τις τοπικές πολιτικές και την εθνική πολιτική για την ανάπτυξη τους. Στα συμπεράσματα τους αναφέρουν ότι η συντήρηση μίας προσεκτικής προσέγγισης στην ανάπτυξη των αιολικών πάρκων φαίνεται κατάλληλη αυτή τη στιγμή μέχρι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους να γίνουν καλύτερα κατανοητές και η ανάπτυξη τους περισσότερο εκλεπτυσμένη. Ο Boyle (1994) σε άρθρο του που μελετά μια σειρά από περιπτώσεις επιτυχούς ανάπτυξης

ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αναφέρει ότι η ανάπτυξη ενός ευρέως φάσματος τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας συνεχίζεται σε ένα εντυπωσιακό βαθμό και συμπεραίνει ότι όπως προκύπτει από την πραγματικότητα οι τοπικές κλιματικές, κοινωνικές, πολιτικές και πολιτισμικές συνθήκες είναι σημαντικές για την επιτυχία ή όχι της ανανεώσιμης ενέργειας, προτείνοντας ότι μία σειρά από συνδυασμένες και υποστηριζόμενες πολιτικές πρέπει να τεθούν για να επιταχυνθεί πραγματικά ο ρόλος των ανανεώσιμων πηγών.

Μια γενική περιγραφή των ευρωπαϊκών προγραμμάτων έρευνας και ανάπτυξης γύρω από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας τις δυο προηγούμενες δεκαετίες και των πιο σημαντικών επιτευγμάτων γίνεται από τους Palz, Caratti and Zervos (1994). Επίσης παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των τελευταίων Ευρωπαϊκών αξιολογήσεων στρατηγικής και περιγράφονται τα θέματα, σχέδια και πολιτικό υπόβαθρο για την έρευνα και ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών στην Κοινότητα μέχρι το τέλος του 20^{ου} αιώνα. Στα συμπεράσματα αναφέρεται ότι η Ευρώπη είναι καλά προετοιμασμένη για την πρόκληση της κινητοποίησης των τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας προς όφελος της κοινωνίας και για την μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που θέτουν σε κίνδυνο την ανάπτυξη και τελικά την επιβίωση του ανθρώπινου είδους. Αντίστοιχα οι Pimentel, et al. (1994) σε άρθρο τους όπου ασχολούνται με περιβαλλοντικά και οικονομικά θέματα της ανανεώσιμης ενέργειας υποστηρίζουν ότι η ηλιακή ενέργεια σε συνδυασμό με την εξοικονόμηση ενέργειας, έχει τη δυνατότητα να καλύψει ένα μεγάλο μερίδιο των μελλοντικών ενεργειακών αναγκών των Ηνωμένων Πολιτειών.

Το 2000 και κατόπιν αυξάνεται η ερευνητική εργασία γύρω από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τις επιπτώσεις του ενώ παρουσιάζονται και έρευνες σχετικά με την καταλληλότητα επιλογής συγκεκριμένων τεχνολογιών, την κατάλληλη χωροθέτηση συστημάτων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές όπως και με την αποτελεσματικότητα των σχετικών πολιτικών. Για παράδειγμα οι Abbasi and Abbasi (2000) αξιολογούν κριτικά και συνοψίζουν σε έρευνα τους τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των κύριων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η δυναμική των συστημάτων ανανεώσιμης ενέργειας στη δημιουργία αειφόρου διαβίωσης σε αγροτικές περιοχές μελετάται το 2003 μέσα από έξι περιπτώσιακές μελέτες επιτυχούς εφαρμογής σε όλη την Ινδία που καλύπτουν διαφορετικές τεχνολογίες και διάφορους βαθμούς λειτουργίας, ενώ παρουσιάζεται και μία πρόταση πλαισίου εκπαίδευσης των τεχνιτών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και οι επαγγελματικές ευκαιρίες (Gupta, 2003). Οι Johansson and Turkenburg (2004) παρουσιάζουν μία αναλυτική σύνοψη των πολιτικών για την ανανεώσιμη ενέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση και τα κράτη μέλη καταλήγοντας σε μία σειρά από συμπεράσματα που περιλαμβάνουν θετικά, αρνητικά, αλλά και προτάσεις. Οι Solari and Minervini (2004)

παρουσιάζουν τη μελέτη τους για την περιοχή της Λιγουρίας που καταλήγει στη δημιουργία ενός χάρτη ακατάλληλων περιοχών για τη χωροθέτηση έργων αιολικής ενέργειας με τη χρήση μοντέρνων εργαλείων επεξεργασίας όπως τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών.

Η έρευνα γύρω από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τις σχετικές πολιτικές, την επιτυχημένη χωροθέτηση τους και την επιτυχημένη επιλογή τους η οποία έχει ξεκινήσει από τη δεκαετία του 1970 συνεχίζεται αμείωτα και συνεχώς επεκτεινόμενη μέχρι και τις μέρες μας. Τα οφέλη των ανανεώσιμων πηγών και οι δυνατότητες που προσφέρουν, αλλά και τα ορατά σε αρκετές περιπτώσεις αρνητικά που μπορεί να επιφέρουν οι τεχνολογίες και τα συστήματα αξιοποίησης τους και οι πολιτικές προώθησης τους που έχουν επικρατήσει στην Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και τον υπόλοιπο κόσμο έχουν καταστήσει το θέμα ένα ερευνητικό πεδίο το οποίο συνεχώς εξελίσσεται και στο οποίο συνεχώς προκύπτουν νέες προτάσεις και συμπεράσματα αλλά και ερευνητικά ερωτήματα.

2.3 Θεωρητικό πλαίσιο

Το δυναμικό των ανανεώσιμων πηγών είναι τεράστιο αφού μπορούν να καλύψουν πολλές φορές τις παγκόσμιες ανάγκες ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως τα μικρά υδροηλεκτρικά, ο άνεμος, ο ήλιος, η βιομάζα και η γεωθερμία μπορούν να παρέχουν αειφόρες υπηρεσίες ενέργειας που βασίζονται στη χρήση συνεχώς διαθέσιμων τοπικών πόρων (Akella, Saini and Sharma, 2009). Τα οφέλη από την προώθηση της ανανεώσιμης ενέργειας συνήθως υποστηρίζεται ότι είναι η ενεργειακή ασφάλεια, ο περιορισμός της κλιματικής αλλαγής και η δημιουργία θέσεων εργασίας (Lambert and Silva, 2012). Ο Lund (2010, σσ. 10-11) αναφερόμενος στην ενεργειακή πολιτική της Δανίας παραθέτει τρεις λόγους για την αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων από τεχνολογίες που σχετίζονται με συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας περιλαμβάνοντας και την ενεργειακή αποδοτικότητα και την εξοικονόμηση ενέργειας. Ένας λόγος είναι η ενεργειακή ασφάλεια με έμφαση στην εξάρτηση από το πετρέλαιο και τη μείωση των αποθεμάτων του και ειδικά λαμβάνοντας υπόψη τις πρόσφατες και παλαιότερες εμπειρίες αύξησης της τιμής του πετρελαίου σε συνδυασμό με τις σχέσεις του δυτικού κόσμου με τις κυβερνήσεις που ελέγχουν τα αποθέματα πετρελαίου. Ένας άλλος λόγος είναι η οικονομία με έμφαση στη δημιουργία θέσεων εργασίας, στη βιομηχανική καινοτομία και το ισοζύγιο πληρωμών και κυρίως τη διαφοροποίηση του προβλήματος από το που θα βρούμε το πετρέλαιο στο αν θα μπορέσουμε να ανταπεξέλθουμε οικονομικά στην απόκτηση του. Τρίτος λόγος βέβαια είναι το περιβάλλον και η ανάπτυξη με έμφαση στην κλιματική αλλαγή, ειδικά με την όλο και περισσότερο κοινωνική σημασία της και τις αυξανόμενες συζητήσεις για την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Σε αυτά τα πλαίσια η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προωθείται και πολιτικά. Σαν αποτέλεσμα διεθνών συμβάσεων, όπως η σύμβαση πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές αλλαγές (ΟΗΕ,

1992), το πρωτόκολλο του Κιότο (OHE, 1998) και τη συμφωνία της Κοπεγχάγης το 2009, όπου υπογραμμίζεται ότι η κλιματική αλλαγή είναι μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της εποχής μας και συμφωνείται να γίνουν σε βάθος περικοπές στις παγκόσμιες εκπομπές ώστε να διατηρηθεί η άνοδος της θερμοκρασίας του πλανήτη κάτω από 2 °C (UNFCCC, 2010, σ. 5) η Ευρωπαϊκή Ένωση βάζει στόχους και εφαρμόζει πολιτικές για την κλιματική αλλαγή και την ενέργεια οι οποίες προωθούν τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το 2009 τέθηκε ο στόχος 20-20-20 που υιοθετήθηκε από του ηγέτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 2007 και βάση του οποίου στοχεύετε μέχρι το 2020, μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σχέση με το 1990, ενεργειακή βελτίωση κατά 20% και μερίδιο 20 % των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην κατανάλωση ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση (EEA, 2012).

Οι τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας θεωρούνται καθαρές πηγές ενέργειας και η βέλτιστη χρήση αυτών των πόρων ελαχιστοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, παράγει ελάχιστα απόβλητα και είναι αειφόρος αφού βασίζεται στις παρούσες, αλλά και στις μελλοντικές οικονομικές και κοινωνικές ανάγκες (Panwar, Kaushik and Kothari, 2011). Μία σημαντική συζήτηση όμως σε σχέση με τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι το οικολογικό πλεονέκτημα τους (Kettl, et. al., 2011).

Από τη σύνοψη των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που αναφέρουν οι Abbasi and Abbasi (2000) προκύπτει ότι όλες οι μορφές τους παρουσιάζουν μικρές, μέτριες ή και μεγάλες επιπτώσεις. Σύμφωνα με τους ερευνητές η χρήση βιομάζας προκαλεί επιπτώσεις όπως την υποβάθμιση του εδάφους, τις επιπτώσεις που σχετίζονται με τις καλλιέργειες μεγάλης έκτασης, την κατανάλωση νερού και τις βλάβες στην ποιότητα του νερού, την πίεση στο οικοσύστημα, την υποβάθμιση και καταπάτηση των δασών και τη μόλυνση του αέρα. Τα ηλιακά συστήματα επίσης προκαλούν επιπτώσεις στο έδαφος, απώλειες ενδιατημάτων, έμμεση μόλυνση κατά την κατασκευή των πλαισίων και των συσκευών αποθήκευσης, παραγωγή επικίνδυνων αποβλήτων κατά την αποξήλωση τους, επιπτώσεις στο μικροκλίμα, αντανάκλασεις, σύγκρουση με τη παρουσία δέντρων και ανάμειξη με τα καλύμματα κτιρίων που καλύπτουν ηλιακούς συλλέκτες. Τα συστήματα αιολικής ενέργειας προκαλούν θόρυβο, αισθητική υποβάθμιση, πίεση στο οικοσύστημα και παρέμβαση στο τηλεοπτικό σήμα. Τα υδροηλεκτρικά συστήματα προκαλούν απώλειες ενδιατημάτων, απώλειες στην ποιότητα των υδάτων και απώλειες δασών, δημιουργία αερίων του θερμοκηπίου, εμπόδια στην ροή των ποταμών και πιέσεις στην υδρόβια ζωή. Τα συστήματα αξιοποίησης της θερμότητας των ωκεανών προκαλούν επιπτώσεις στο θαλάσσιο οικοσύστημα όπως αλλαγές στη θερμική δομή και τη χημεία του νερού, ευτροφισμό και έξαρση των φυκιών και εισαγωγή ξενοβιοτικών με τη μορφή βιοκτόνων. Η γεωθερμική ενέργεια προκαλεί επιφανειακές διανομές, καθίζηση του εδάφους, θόρυβο, θερμική ρύπανση και ρύπανση των υδάτων και τέλος η αποτέφρωση αποβλήτων προκαλεί ρύπανση του αέρα.

Αυτές οι επιπτώσεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε σημαντικό βαθμό πέρα από την πίεση που ασκούν στο περιβάλλον παρουσιάζουν και κοινωνική επίδραση. Στην αναφορά της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Μετριασμός της Κλιματικής Αλλαγής» (IPCC, 2012) αναφέρονται για όλες τις μορφές ανανεώσιμης ενέργειας πέρα από περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Επίσης υπάρχει συζήτηση σχετικά και με την κοινωνική αποδοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ενώ τα τελευταία χρόνια ένας σημαντικός αριθμός μεγάλης κλίμακας έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν τοποθετηθεί ή σχεδιάζονται σε πολλά μέρη σε όλο τον κόσμο με την κοινή γνώμη γενικά να κρίνει θετικά τη μεγάλη πλειοψηφία από αυτά, η ανάπτυξη έργων ανανεώσιμων πηγών κοντά σε κάποια κοινότητα μερικές φορές προκαλεί τις αντιδράσεις του ντόπιου πληθυσμού, που κυρίως οφείλονται στην καχυποψία και τις αρνητικές προσδοκίες σχετικά με αυτού του είδους τις εφαρμογές στη γειτονιά του (Kaldellis, Kapsali and Katsanou, 2012). Αυτές οι ανησυχίες του κοινού συχνά οφείλονται στο γεγονός ότι τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας γίνονται αντιληπτά σε παγκόσμιο ή και εθνικό επίπεδο ενώ οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις εμφανίζονται σε τοπικό επίπεδο (Kaldellis, Kapsali and Katsanou, 2012). Επιπλέον ενώ τα πλεονεκτήματα που σχετίζονται με τη μείωση της κλιματικής αλλαγής και την ενεργειακή ασφάλεια γενικά γίνονται αποδεκτά, η επίπτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην εργοδότηση ακόμη είναι υπό συζήτηση (Lambert and Silva, 2012).

Προκύπτει λοιπόν ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εμπεριέχουν πλεονεκτήματα, αλλά και επιπτώσεις στο περιβάλλον και την κοινωνία. Οπότε απαιτείται να αξιολογείται εάν η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η τοποθέτηση τους σε μία περιοχή είναι αποδοτική ή όχι, εάν τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν τελικά δεν εξουδετερώνονται από τυχόν επιπτώσεις των οποίων η ένταση προκαλεί αντίθετα αποτελέσματα. Η αξιολόγηση αυτή πρέπει να βασίζεται σε μία σειρά κριτηρίων που να εμπερικλείουν τόσο τα αδιαμφισβήτητα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας τοπικά αλλά και παγκόσμια, όσο και τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις από τη χρήση τους στην περιοχή εφαρμογής τους και τα ενδεχόμενα αρνητικά που αυτές εμπεριέχουν, ενώ ένα ή περισσότερα κριτήρια πρέπει να σχετίζονται με το θεσμικό πλαίσιο και τις πολιτικές για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Οι μέθοδοι λήψης αποφάσεων με πολυκριτηριακή ανάλυση λαμβάνουν υπόψη πολλαπλά κριτήρια και είναι μία εναλλακτική λύση στη διαμόρφωση και ανάπτυξη αποφάσεων και στρατηγικών (Theodorou, Florides and Tassou, 2010). Οι τεχνικές λήψης αποφάσεων με πολυκριτηριακή ανάλυση δίνουν λύσεις σε προβλήματα που περικλείουν πολύπλοκους και αντιφατικούς στόχους (Pohekar and Ramachandran, 2004). Οπότε μία μέθοδος πολυκριτηριακής ανάλυσης μπορεί να εφαρμοστεί και για την αξιολόγηση εφαρμογής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε μία περιοχή, αφού απαιτείται να ληφθεί απόφαση η αποτελεσματική εφαρμογή με βάση τα πολλαπλά κριτήρια που αναφέρθηκαν πιο πάνω.

Επίσης η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment - LCA) είναι ένα αυξανόμενης σημασίας εργαλείο αξιολόγησης για τη λήψη αποφάσεων και για συζήτηση των ενδιαφερομένων μερών (Niederl-Schmidinger and Narodoslowsky, 2008). Κύριος σκοπός της είναι να ποσοτικοποιήσει τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των προϊόντων σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους και μία τέτοια προσέγγιση επιτρέπει την δίκαιη σύγκριση μεταξύ προϊόντων, που εκτελούν την ίδια λειτουργία με σεβασμό στις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις (Udo de Haes and Heijungs, 2007). Οπότε σε μία σύγκριση διαφορετικών έργων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σκόπιμο είναι να αναλυθούν, ποσοτικοποιηθούν και συμπεριληφθούν στην πολυκριτηριακή ανάλυση και κριτήρια που να αναφέρονται στον κύκλο ζωής τους.

Η ανάλυση SWOT παρέχει το βασικό πλαίσιο ανάλυσης λειτουργικών περιβαλλόντων για την υποστήριξη της στρατηγικής λήψης αποφάσεων (Kajanus, Leskinen, Kurttila and Kangas, 2012). «Οι πιο σημαντικοί εσωτερικοί και εξωτερικοί παράγοντες για το μέλλον αναφέρονται ως στρατηγικοί παράγοντες. Στην ανάλυση SWOT αυτοί οι παράγοντες κατηγοριοποιούνται σε τέσσερις κατηγορίες, σε δυνατά σημεία (Strengths), αδυναμίες (Weaknesses), ευκαιρίες (Opportunities) και απειλές (Threats). Ο σκοπός της εφαρμογής ανάλυσης SWOT σε μία διαδικασία στρατηγικού σχεδιασμού είναι συνήθως η ανάπτυξη και υιοθέτηση μίας στρατηγικής που θα έχει σαν αποτέλεσμα την καλή προσαρμογή μεταξύ των εσωτερικών και εξωτερικών παραγόντων» (Kajanus, Leskinen, Kurttila and Kangas, 2012). Στην περίπτωση καθορισμού κριτηρίων για την αξιολόγηση η ανάλυση SWOT μπορεί να βοηθήσει σε αυτή την κατεύθυνση ενώ όπως αναφέρουν και οι Kajanus, Leskinen, Kurttila and Kangas (2012) η σύνδεση των μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης με την ανάλυση SWOT αποδίδει αναλυτικές προτεραιότητες στους παράγοντες SWOT και τους κάνει σύμμετρους.

Η Menegaki (2012), εξετάζει τη δυναμική ενός μίγματος κοινωνικού μάρκετινγκ για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας το οποίο δημιουργείται μέσω της χρήσης ερευνών αποδοχής και επιθυμίας πληρωμής. Στα πλαίσια της μελέτης παρουσιάζεται μία ανάλυση SWOT για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η οποία και λαμβάνεται υπόψη στην ετοιμασία του μίγματος μάρκετινγκ. Στο άρθρο αναφέρεται ότι η διαθέσιμη αγορά ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ευρώπη διαφέρει αρκετά τόσο από τη δυνητική αγορά όσο και από την αγορά που έχει τεθεί ως στόχος.

2.4 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν θέμα με το οποίο έχουν ασχοληθεί αρκετές ερευνητικές εργασίες. Στα πλαίσια της συζήτησης για την κλιματική αλλαγή, αλλά και σε συνέχεια των πολιτικών που προωθούν τη χρήση ανανεώσιμων πηγών για την παραγωγή ενέργειας και του εύρους πλέον εφαρμογής τους, η σχετική επιστημονική έρευνα εκτείνεται από τεχνικά θέματα και εκτίμηση της καταλληλότητας εφαρμογής τους (San

Cristóbal, 2011a) μέχρι και πιο ειδικά θέματα που αφορούν την αξιολόγηση του βαθμού εφαρμογής και της αποτελεσματικότητας τους σε συγκεκριμένες περιοχές και τα οφέλη που επιφέρει η χρήση τους (Ferreira, Araujo and O'Kelly, 2007; Dimitrijevic and Salihbegovic, 2012). Επίσης έρευνες ασχολούνται με τις κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις την ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Akella, Saini and Sharma, 2009).

Ερευνητές έχουν ασχοληθεί εκτεταμένα με τις πολιτικές για την εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι Jean-Baptiste and Ducroux (2003) διερευνούν την εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Ο Hirschl (2009) προχωρά σε μια πιο πρόσφατη ανάλυση των πολιτικών για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε διεθνές επίπεδο. Μια εκτεταμένη ανάλυση της ανάπτυξης και των προοπτικών των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την Κίνα γίνεται από τους Xinyu, Bo, Bin και Kai (2011). Για την Κύπρο οι Maxoulis and Kalogirou, (2006), αναλύουν τις πολιτικές που εφαρμόζονται για τον ενεργειακό σχεδιασμό και την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέχρι το 2006.

Όσον αφορά την αξιολόγηση, οι έρευνες που εντοπίζονται στη βιβλιογραφία αναφέρονται κυρίως στον σχεδιασμό. Οι Tsoutsos, et al. (2009), προτείνουν την μέθοδο της πολυκριτηριακής ανάλυσης για τον αειφόρο σχεδιασμό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κρήτη. Αντίστοιχα πολυκριτηριακή ανάλυση για τον αειφόρο σχεδιασμό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για το νησί της Θάσου προτείνουν και οι Mourmouris and Potolias (2013). Οι Oikonomou, et al. (2009) στα πλαίσια της πρότασης τους για την αξιολόγηση της βέλτιστης εφαρμογής έργων ανανεώσιμων πηγών, αναφέρουν μεταξύ άλλων πληροφοριών και μία σειρά από εμπόδια που υπάρχουν στην Ελλάδα και ειδικότερα στα Δωδεκάνησα. Οικονομική αξιολόγηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε διάφορα σενάρια για την Κορέα γίνεται από τους Koo, Park, Shin and Yoon (2011). Η αποδοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από το κοινό σε οικονομικούς όρους ερευνάται για την Κορέα (Ku and Yoo, 2010), αλλά και μέσω έρευνας γνώμης για την Ινδία (Chandrasekar and Kandpal, 2007).

Τέλος η αποτελεσματική εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει απασχολήσει από παλιότερα τους ερευνητές. Τη δεκαετία του 1990 ο Boyle (1994) μελετά μια σειρά από επιτυχημένα έργα ανανεώσιμων πηγών προτείνοντας ήδη πολιτικές για επιτυχημένη ανάπτυξη τους. Πιο πρόσφατα ο San Cristóbal (2011a), προτείνει μία μέθοδο πολυκριτηριακής ανάλυσης για την αξιολόγηση τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενώ σε πιο πρακτικό επίπεδο ο Leon (2011) έχει ετοιμάσει ένα οδηγό για την αξιολόγηση έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η αξιολόγηση της εφαρμογής ήδη εγκατεστημένων έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όμως φαίνεται να είναι ένα πεδίο που παρέχει έδαφος για περαιτέρω διερεύνηση.

Στις επόμενες παραγράφους παρατίθεται αναλυτικότερη παρουσίαση βιβλιογραφικών ευρημάτων, οι κύριες έρευνες και τα σχετικά ευρήματα τόσο για τη διεθνή πραγματικότητα όσο και για τη Κυπριακή πραγματικότητα.

2.4.1 Διεθνής πραγματικότητα

2.4.1.1 Περιβαλλοντικές και Κοινωνικές επιπτώσεις

Οι Abdelhamid, Bahmed and Benoudjit (2012) αξιολόγησαν τις επιπτώσεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ειδικά της ηλιοθερμικής ενέργειας μέσα από μία περιπτώσιακή μελέτη για μια Αλγερινή Εταιρεία. Η αξιολόγηση έγινε με βάση τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για δύο σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ενός υβριδικού ηλιακής ενέργειας και φυσικού αερίου και ενός συμβατικού που λειτουργεί με φυσικό αέριο και βασίστηκε σε οικονομική σύγκριση. Το συμπέρασμα είναι ότι η νέα τεχνολογία μπορεί θεωρητικά να αποτελέσει μία λύση στα περιβαλλοντικά προβλήματα αλλά και να αποτελέσει μία οικονομικά ανταγωνιστική επιλογή σε σχέση με τις συμβατικές τεχνολογίες εάν προωθηθεί φρόνιμα.

Σε αυτή τη μελέτη συνοψίζονται τα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που αναφέρεται ότι είναι:

- η συμβολή στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου
- η παροχή ευκαιριών για μείωση της φτώχειας ικανοποιώντας τις ανάγκες σε ενέργεια των φτωχών ειδικά σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές
- η μείωση των κινδύνων από τη μόλυνση του αέρα, του νερού, του εδάφους και της βιόσφαιρας από την παραγωγή ενέργειας
- η μείωση της ενεργειακής εξάρτησης χωρίς να στερείτε η πρόσβαση σε ενέργεια στις παρούσες και μελλοντικές γενεές
- η ενδυνάμωση της ενεργειακής ασφάλειας
- η διατήρηση των αποθεμάτων των φυσικών πόρων
- η συμβολή στη μείωση των διεθνών εντάσεων και η ενδυνάμωση της συνοχής μεταξύ των λαών
- η ενδυνάμωση της τοπικής οικονομίας με την ανάπτυξη μικρών και μεσαίων εταιρειών
- και η δημιουργία εξαγωγικών ευκαιριών για ηλεκτρική ενέργεια.

Αντίστοιχα συνοψίζονται τα μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών και αναφέρονται ως γενικά η αδυναμία να παραχθούν ίδιες ποσότητες ενέργειας όπως με τα ορυκτά καύσιμα και η έλλειψη αξιοπιστίας στην παραγωγή ενώ ειδικότερα για κάθε μορφή αναφέρονται, για την ηλιακή ενέργεια το ότι η ηλιακή ακτινοβολία

εξαρτάται από την τοποθεσία και τον κύκλο ημέρας νύχτας και ότι η συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας χρειάζεται μεγάλη ποσότητα υλικών. Για την αιολική ενέργεια ότι οι ανεμογεννήτριες παράγουν θόρυβο και δημιουργούν κινδύνους για τα πτηνά. Για την υδροηλεκτρική ενέργεια ότι επιδρά στην οικολογία αλλοιώνοντας τη βλάστηση και προκαλώντας την εκπομπή μεθανίου που επίσης είναι ένα αέριο του θερμοκηπίου και ενδέχεται να προκαλεί πλημμύρες σε περίπτωση απωλειών από φράγματα. Για την γεωθερμία ότι κοστίζει η διάνοιξη γεωτρήσεων και ότι εκτός από θερμότητα εξάγονται και δηλητηριώδη αέρια.

Σχετικά με τα αιολικά πάρκα, ο Guzek (2008) καταγράφει στην μελέτη του, από τη βιβλιογραφία, ότι οι επιπτώσεις των έργων αιολικής ενέργειας που πρέπει να εξετάζονται είναι οι επιπτώσεις στη χρήση γης, ο θόρυβος, οι επιπτώσεις στους φυσικούς και βιολογικούς πόρους, οι οπτικές επιπτώσεις, οι επιπτώσεις στο έδαφος και την ποιότητα των υδάτων, οι επιπτώσεις στην ασφάλεια, στα αρχαιολογικά και πολιτιστικά μνημεία, οι κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις, οι επιπτώσεις στις δημόσιες υπηρεσίες και στις υποδομές και η αντίληψη του κοινού. Οι Tegou, Polatides and Haralambopoulos (2010) παραθέτουν από τη βιβλιογραφία ότι γενικά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα αιολικά πάρκα περιλαμβάνουν τις οπτικές επιπτώσεις, τη σύγκρουση πτηνών, την παραγωγή θορύβου, την επίπτωση από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και τις επιπτώσεις στην ασφάλεια. Ο Katsaprakakis (2012) παραθέτει βιβλιογραφικά ως επιπτώσεις από αιολικά πάρκα την επίπτωση στην αισθητική του τοπίου, την εκπομπή θορύβου, την επίπτωση στα πουλιά και την άγρια ζωή, το τραιμπούζιμο την σκιάς των ανεμογεννητριών, την κατάληψη γης και την ηλεκτρομαγνητική επίδραση των ανεμογεννητριών.

Οι Tsoutsos, Frantzeskaki and Gekas (2005) μελετώντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας, αναφέρουν μεταξύ άλλων ως επιπτώσεις από τη λειτουργία φωτοβολταϊκών συστημάτων παραγωγής ενέργειας, τις επιπτώσεις στις χρήσεις γης, τις οπτικές επιπτώσεις, επιπτώσεις στην αισθητική και τις επιπτώσεις στην πανίδα και χλωρίδα. Οι Chiabrando, Fabrizio and Garnerio (2009), αναφέρουν τις επιπτώσεις στις χρήσεις γης και τις καλλιεργήσιμες γαίες, το θρυμματισμό της εξοχικής γης, την υποβάθμιση των φυτών, τις επιπτώσεις στο τοπίο, τις επιπτώσεις στη χλωρίδα και πανίδα, τις επιπτώσεις στο μικροκλίμα της περιοχής, τις επιπτώσεις από το θάμπωμα λόγω αντανάκλασης του ηλιακού φωτός και τις επιπτώσεις από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο.

Οι Pedersen, Hallberg and Waye (2007) αναφέρουν ότι συχνά οι περίοικοι αντιτάσσονται σε σχεδιαζόμενες αναπτύξεις ανεμογεννητριών, εκτιμώντας τις ανεμογεννήτριες ως εισβολείς. Οι Kaldellis, Kapsali and Katsanou, (2012) αναφέρουν ότι η ανάπτυξη ενός έργου παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, κοντά σε μία κοινότητα μερικές φορές προκαλεί αντιδράσεις από τον τοπικό πληθυσμό που βασικά οφείλονται στην

καχυποψία και τις αρνητικές προβλέψεις. Οι Lambert and Silva, (2012) αναφέρουν ότι ένα κοινωνικό και οικονομικό θέμα το οποίο πρέπει να εξετάζεται σε σχέση με την εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι η επίπτωση στην εργοδότηση μιας και δεν υπάρχει ένα ξεκάθαρο αποτέλεσμα που να δείχνει εάν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επιδρούν θετικά ή αρνητικά.

Ο Pasqualetti (2011) διαπιστώνει ότι οι πολιτικές, κοινωνικές και οικονομικές πιέσεις δημιουργούν πλέον τις προϋποθέσεις για την επέκταση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Παρόλο όμως ότι πολλοί άνθρωποι θεωρούν αυτή την εξέλιξη θετική η μετάβαση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας στις ανανεώσιμες βρίσκει σε πολλές περιπτώσεις αντιστάσεις. Ο ερευνητής μελετώντας την ανάπτυξη έργων ανανεώσιμης ενέργειας στις Ηνωμένες Πολιτείες, το Μεξικό και τη Σκωτία συμπεραίνει ότι οι κύριες επιφυλάξεις του κοινού αφορούν τις αλλαγές στις χρήσεις γης που επιφέρει η ανάπτυξη τέτοιων έργων και τις συνεπακόλουθες αλλαγές που μπορεί να επιφέρει αυτή η αλλαγή τις ζωές όσων ζουν κοντά σε τέτοια έργα. Αναλύει τα κοινωνικά εμπόδια σε παραδείγματα έργων γεωθερμικής, αιολικής και ηλιακής ενέργειας και καταλήγει ότι πρέπει να γίνει μετατόπιση της έμφασης του προγραμματισμού έργων ανανεώσιμων πηγών από την εστίαση σε τεχνικά θέματα και να υιοθετηθεί μία προσέγγιση ή οποία θα αντιλαμβάνεται τις προκλήσεις ανάπτυξης τέτοιων έργων σαν κοινωνικά θέματα με τεχνικά στοιχεία και παρά το αντίθετο.

2.4.1.2 Αξιολόγηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Οι Akella, Saini and Sharma (2009) μελέτησαν τις κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και σε σχέση με τη χρήση συμβατικών πηγών ενέργειας. Μελετώντας την εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμης ενέργειας όπως μικρά υδροηλεκτρικά, φωτοβολταϊκά και αιολικά σε απομακρυσμένες περιοχές της Ινδίας συμπεραίνουν ότι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα είναι πραγματική, μετρήσιμη και μακροπρόθεσμη. Επίσης μεταξύ άλλων καταλήγουν ότι η εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων βελτιώνει την ποιότητα της ηλεκτρικής ισχύος και της παροχής με μείωση των ηλεκτρικών διακοπών και πτώσεων τάσης, δεν προκαλεί περιβαλλοντικές επιπτώσεις παρά μόνο οπτική επίπτωση, εκτός από τη μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μειώνουν την εκπομπή και άλλων ρύπων όπως το διοξείδιο του θείου και τα NO_x που συνδέονται με τα ορυκτά καύσιμα και δεδομένου ότι η εγκατάσταση γίνεται σε χωριά σε απομακρυσμένη περιοχή υπάρχουν οφέλη, όπως η δημιουργία θέσεων εργασίας και η αύξηση του εισοδήματος και η βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων μέσω του ηλεκτρισμού που παρέχεται.

Οι Varun, Prakash and Bhat (2009) χρησιμοποιώντας δεδομένα από τη βιβλιογραφία αξιολόγησαν συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού ως προς μία σειρά δεικτών αειφορίας. Η αξιολόγηση έγινε ενεργειακά, οικονομικά και περιβαλλοντικά σε ηλιακά, αιολικά, υδροηλεκτρικά και

ηλιοθερμικά συστήματα με κριτήρια το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και το χρόνο ενεργειακής απόσβεσης. Από τη μελέτη προέκυψε ότι τα συστήματα αιολικής ενέργειας και τα μικρά υδροηλεκτρικά αποτελούν σχετικά τις περισσότερο αειφόρες επιλογές για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και πρέπει να αναπτυχθούν κατά προτεραιότητα.

Οι Evans, Strezov and Evans (2009) επίσης χρησιμοποιώντας δεδομένα από τη βιβλιογραφία αξιολόγησαν τις τεχνολογίες παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας ως προς μία σειρά από δείκτες αειφορίας. Οι δείκτες που χρησιμοποιήσαν για να αξιολογήσουν κάθε τεχνολογία ήταν η τιμή του παραγόμενου ηλεκτρισμού, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής κάθε τεχνολογίας, η διαθεσιμότητα της ανανεώσιμης πηγής, η αποδοτικότητα στη μετατροπή της ενέργειας, οι απαιτήσεις σε γη, η κατανάλωση ενέργειας και οι κοινωνικές επιπτώσεις κάθε τεχνολογίας, δίνοντας σε κάθε δείκτη ίδια βαρύτητα. Οι τεχνολογίες που αξιολογήθηκαν ήταν η αιολική, τα φωτοβολταϊκά, τα υδροηλεκτρικά και η γεωθερμία και έγινε κατάταξη τους καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η περισσότερο αειφόρος τεχνολογία είναι τα συστήματα αιολικής ενέργειας ακολουθούμενα από τα υδροηλεκτρικά, τα φωτοβολταϊκά και κατόπιν τα συστήματα γεωθερμίας. Συγκεκριμένα προέκυψε ότι τα αιολικά συστήματα παρουσιάζουν τις χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τις μικρότερες ανάγκες κατανάλωσης νερού και τις περισσότερο ευνοϊκές κοινωνικές επιπτώσεις σε σχέση με τις άλλες τεχνολογίες, ενώ απαιτούν μεγαλύτερη έκταση γης και έχουν μεγαλύτερο κεφαλαιουχικό κόστος.

Οι Omitaomu and Badiru (2012) εισηγούνται ένα πλαίσιο για την οικονομική αξιολόγηση των έργων ανανεώσιμης ενέργειας. Τα κριτήρια που χρησιμοποιούν χωρίζονται σε δύο μεγάλες ομάδες, τα κριτήρια συνήθους κόστους και οφέλους και τα ειδικά ανανεώσιμα κριτήρια. Τα κριτήρια συνήθους κόστους και οφέλους περιλαμβάνουν τα κόστη της επένδυσης, τα κόστη συντήρησης και λειτουργίας, τα φορολογικά κίνητρα, την ωφέλιμη ζωή του έργου, και το κόστος διάσωσης όταν σε περίπτωση πληθωρισμού, υποτίμησης, και αλλαγής των επιτοκίων κατά τη διάρκεια της ζωής του έργου. Ως ειδικά ανανεώσιμα κριτήρια προτείνουν τα οφέλη από τις εκπομπές αερίων που αποφεύγονται, τα οφέλη από την αποφυγή μόλυνσης των υδάτων, τα οφέλη από τις γραμμές διανομής/μεταφοράς ηλεκτρισμού που δεν απαιτούνται, το καθαρό κόστος χρήσης εδαφικών πόρων, το όφελος από την εξοικονόμηση χρήσης νερού, το όφελος από την αποφυγή κατανάλωσης μη ανανεώσιμων πηγών (άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο) και το κόστος των επιπτώσεων των ανεμογεννητριών στα πτηνά. Βάση της μεθοδολογίας του για όλα τα κριτήρια εισηγούνται μία εξίσωση υπολογισμού της παρούσας καθαρής αξίας και ως παρούσα καθαρή αξία για το κάθε έργο υπολογίζουν το άθροισμα της αξίας για κάθε κριτήριο, ενώ αναγνωρίζοντας ότι τα έργα ανανεώσιμων πηγών είναι νέα και υπάρχουν περιορισμένα δεδομένα για τον ακριβή υπολογισμό των κριτηρίων, εισηγούνται για τη μείωση της αβεβαιότητας, τη χρήση ενός συστήματος ασάφειας για την εκτίμηση της ανακρίβειας των δεδομένων.

Οι Kettl, et. al. (2011) συγκρίνουν τις επιπτώσεις μιας σειράς από τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας συμπεριλαμβανομένων των βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων πηγών, χρησιμοποιώντας το Δείκτη Αειφόρου Διεργασίας (Sustainable Process Index, SPI), ο οποίος είναι μέλος της οικογένειας του οικολογικού αποτυπώματος και μετρά το πεδίο που είναι απαραίτητο ώστε να εμποδώσει μία ανθρώπινη την αειφορία στη οικόσφρα, λαμβάνοντας υπόψη τη διάθεση του πόρου, την χρήση ενέργειας, τα απόβλητα και τις εκπομπές. Αυτή η σύγκριση όπως αναφέρουν οι ερευνητές γίνεται για όλες τις τεχνολογίες στο ίδιο επίπεδο με μία συνεπή μεθοδολογία, που χρησιμοποιεί μία περιεκτική και ευαίσθητη μέτρηση που σχετίζεται με την διαθεσιμότητα του πόρου όπως και με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Στα συμπεράσματα της αξιολόγησης των Kettl, et. al. (2011) προκύπτει ότι η περιβαλλοντική πίεση από τις τεχνολογίες ορυκτών καυσίμων είναι αξιοσημείωτα μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή από τις ανανεώσιμες πηγές. Ο ορυκτός άνθρακας επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στην περιβαλλοντική πίεση που ασκούν και οι ανανεώσιμες πηγές κυρίως λόγω της εκτεταμένης χρήσης ορυκτών καυσίμων στο σημερινό σύστημα ενέργειας καθώς ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο χρησιμοποιούνται εκτεταμένα στη βιομηχανική παραγωγή, στις μεταφορές και για την παροχή ενέργειας στην κοινωνία. Επίσης συμπεραίνουν ότι το να χρησιμοποιείται μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας δεν σημαίνει ότι η τεχνολογία ή το προϊόν είναι άμεσα αειφόρο και ότι τεχνολογίες που ασκούν μεγάλες πιέσεις όπως τα φωτοβολταϊκά λόγω χρήσης αρκετής ενέργειας στην κατασκευή τους θα γίνουν περισσότερο ελκυστικές αν βελτιωθεί γενικά το ενεργειακό σύστημα. Γενικά καταλήγουν ότι πράγματι οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών είναι δυνατόν να μειώσουν δραματικά την ανθρώπινη πίεση στο περιβάλλον.

Οι Phdungsilp and Wuttipornpun (2011) ανέπτυξαν ένα πλαίσιο αξιολόγησης διαφορετικών εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές που σχετίζεται με τους κινδύνους για την υγεία και το περιβάλλον και τα οφέλη για την κοινωνία. Αυτό το πολυκριτηριακό πλαίσιο στην τεχνική πολυχαρακτηριστικής ανάλυσης κινδύνου και η τεχνική ανάλυσης αποφάσεων με συνεντεύξεις εφαρμόστηκε σε περιπτώσιακή μελέτη στην Μπανγκόκ προκειμένου να υποστηριχθεί η διεργασία λήψης απόφασης για την εφαρμογή ενεργειακών έργων. Οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που αξιολογήθηκαν ήταν εγκατάσταση ηλιοθερμικής ενέργειας, εγκατάσταση βιοαερίου, φωτοβολταϊκό πάρκο, εργοστάσιο παραγωγής ενέργεια από βιομάζα και εγκατάσταση παραγωγής ενέργειας από στερεά δημοτικά απόβλητα. Τα κριτήρια που αξιολογήθηκαν σχετίζονταν με τους κινδύνους για την υγεία, το περιβάλλον και τα οφέλη στην υγεία, ασφάλεια και περιβάλλον, στην οικονομία και πολιτικά. Τα αποτελέσματα της περιπτώσιακής μελέτης έδειξαν ότι για την Μπανγκόκ η εγκατάσταση ηλιοθερμικής ενέργειας έχει τη δυναμική να είναι ο πλέον

υποσχόμενος τύπος ανανεώσιμης πηγής για παραγωγή ηλεκτρισμού σχετικά με τον κίνδυνο και ακολουθείται από το φωτοβολταϊκό πάρκο.

Οι Ramana, Chidambaram, Kamaraj and Velraj (2012) αξιολόγησαν εφαρμογές ψύξης που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εφαρμόζοντας μία μεθοδολογία πολυκριτηριακής ανάλυσης. Εφάρμοσαν τη μεθοδολογία Ιεραρχικής Ανάλυσης Αποφάσεων (Analytic hierarchy process, AHP) για να πετύχουν την κατάταξη επιλογών ανανεώσιμης ενέργειας για τεχνολογίες ψύξης εφαρμόζοντας πέντε διαφορετικά κριτήρια. Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η αρχική επένδυση, το κόστος συντήρησης και λειτουργίας, η τεχνική ωριμότητα, η τεχνική απόδοση και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αναλύθηκαν συνολικά επτά τεχνολογίες με βάση τις απόψεις ειδικών και εκτεταμένη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και έγινε η κατάταξη με την ακόλουθη σειρά, καύση βιομάζας, βιοαέριο, συνδυασμένη παραγωγή ενέργειας, φωτοβολταϊκά, αεριοποίηση βιομάζας, αποθήκευση ηλιοθερμικής ενέργειας και υβριδικό σύστημα.

Οι Datta, Ray, Bhattacharya and Saha (2011) αναγνώρισαν τις κυριότερες προκλήσεις των ανανεώσιμων ή πράσινων, όπως τις ονομάζουν, πηγών ενέργειας στα μελλοντικά συστήματα ενέργειας και προτείνουν την κατάλληλη μορφή βασιζόμενοι στις προτιμήσεις αυτών που λαμβάνουν αποφάσεις πάνω στα διάφορα θέματα ώστε να ικανοποιηθούν αυτές οι προκλήσεις. Συγκριμένα εφάρμοσαν μία μεθοδολογία πολυκριτηριακής ανάλυσης, τη μεθοδολογία Ιεραρχικής Ανάλυσης Αποφάσεων (Analytic Hierarchy Process, AHP) προκειμένου να αξιολογήσουν τα φωτοβολταϊκά, τις ηλεκτρογεννήτριες, τη βιομάζα και τα μικρά υδροηλεκτρικά και να εντοπίσουν τη βέλτιστη επιλογή αξιολογώντας τα λειτουργικά χαρακτηριστικά τους.

Οι παράγοντες αξιολόγησης και τα κύρια κριτήρια που χρησιμοποίησαν οι Datta, Ray, Bhattacharya and Saha (2011) ήταν το κόστος παραγωγής, η αποδοτικότητα παραγωγής, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ο κύκλος ζωής των εγκαταστάσεων, η αξιοπιστία, η πρόοδος της τεχνολογίας και η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης. Στα αποτελέσματα τους παρουσιάζονται διάφορες επιλογές ανάλογα με το ενδιαφέρον κάθε πελάτη και η βέλτιστη εναλλακτική επιλογή για κάθε περίπτωση.

Οι Tegou, Polatides and Haralambopoulos (2010) ακολουθούν μία μεθοδολογία για την χωροθέτηση αιολικών πάρκων, η οποία βασίζεται στη πολυκριτηριακή ανάλυση και θέτουν τεχνικά ή τεχνικοοικονομικά κριτήρια όπως είναι η κλίση του εδάφους, αφού απότομες κλίσεις εδάφους δεν προσφέρονται για την κατασκευή αιολικού πάρκου, η απόσταση μιας περιοχής από το ηλεκτρικό δίκτυο, αναφέροντας ότι περιοχές με απόσταση μεγαλύτερη από 2000 μέτρα δεν αποτελούν οικονομικά βιώσιμη επιλογή και η απόσταση από το οδικό δίκτυο, θέτοντας ως τεchnοοικονομικά εφικτή την μέγιστη απόσταση 2500 μέτρων. Επιπλέον λαμβάνοντας υπόψη ότι η απόδοση ενός αιολικού πάρκου συνδέεται με τα χαρακτηριστικά του ανέμου σε μία

περιοχή, οι Tegou, Polatides and Haralambopoulos (2010) θέτουν ως τεχνικό κριτήριο το αιολικό δυναμικό, ενώ ως επιπλέον περιβαλλοντικό κριτήριο θέτουν και τη ζήτηση ηλεκτρισμού σε μία περιοχή.

Οι Carrion, et al. (2008) ασχολούμενοι με την βέλτιστη επιλογή θέσεων για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών σταθμών συνδεδεμένων στο δίκτυο, πέρα από περιβαλλοντικά κριτήρια αναφέρουν και τεχνικά κριτήρια όπως την κλίση του εδάφους και τον προσανατολισμό της περιοχής, την εγγύτητα σε υπεραστικούς δρόμους, την απόσταση από υποσταθμό, την απόσταση από κατοικημένες περιοχές με διαφορετική βαρύτητα για πάνω και κάτω από πέντε χιλιάδες κατοίκους, την ακτινοβολία του ήλιου στην περιοχή, τη διαχεόμενη ακτινοβολία στο σημείο, τις ισοδύναμες ώρες ηλιοφάνειας (Equivalent sun hours) και τη μέση θερμοκρασία.

Οι Graebig, Bringezu and Fenner (2010) συγκρίνουν φωτοβολταϊκά συστήματα τοποθετημένα στο έδαφος με την διαδρομή παραγωγής ηλεκτρισμού από βιοαέριο από καλαμπόκι σε σχέση με την δυνατότητα τους να μειώσουν την πίεση στο περιβάλλον, θεωρώντας ότι μία συγκεκριμένη γεωργική περιοχή είναι διαθέσιμη για την παραγωγή ενέργειας. Υπάρχουσες αναλύσεις κύκλου ζωής λαμβάνονται ως βάση για την ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτών των τεχνολογιών σε σχέση με τις συμβατικές τεχνολογίες παραγωγής ισχύος και θερμότητας. Με αναφορά στη Γερμανία οι ερευνητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε αγροτική γη θα οδηγήσει σε καλύτερα περιβαλλοντικά αποτελέσματα από την χρήση της για ενεργειακές καλλιέργειες χωρίς απαραίτητα να οδηγήσει στα βέλτιστα.

2.4.2 Κυπριακή πραγματικότητα

Η επιλογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για απομονωμένα ενεργειακά συστήματα χωρίς ενδοχώριες πηγές ενέργειας, όπως είναι η Κύπρος, είναι η μόνη εναλλακτική για να επιτευχθεί η ενεργειακή ανεξαρτησία (Theodorou, Florides, and Tassou, 2010). Η έρευνα σχετικά με την αξιολόγηση της εφαρμογής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την Κύπρο εντοπίζεται σχετικά περιορισμένη, υπάρχουν όμως έρευνες που αξιολογούν τις δυνατότητες χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο νησί.

Οι Pilavachi, et al. (2009) σε άρθρο τους παρουσίασαν την ενεργειακή πολιτική στις ελεύθερες περιοχές της Κύπρου από το 1960 έως το 2006 καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η Κύπρος εξαρτάται σχεδόν αποκλειστικά σε εισαγωγές ενεργειακών πόρων για την ικανοποίηση των ενεργειακών αναγκών. Τη μόνη εξαίρεση αποτελεί η μικρή συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που υπολογίζονταν στο 4% αυτή την περίοδο, ενώ αξιοσημείωτο είναι ότι αναφέρουν ότι η κατά κεφαλή παραγωγή CO₂ στην Κύπρο είναι υψηλή με τιμή 10,397 Kg/κάτοικο συγκρινόμενη με την τιμή των 8180 Kg/κάτοικο που είναι ο μέσος όρος στα 27 μέλη την Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αναφέρουν ότι η Κύπρος είναι κατάλληλη για παραγωγή ηλεκτρισμού από τον άνεμο και ότι το εκτιμώμενο αιολικό δυναμικό στο νησί

είναι μεταξύ των 150 KW και 250 KW με κάποιες περιοχές στο νησί να παρουσιάζουν ταχύτητα ανέμου 5 – 6 m/s , με ένα αιολικό πάρκο να μπορεί να είναι βιώσιμο με μέση ταχύτητα ανέμου τα 5.8 m/s.

Στο ίδιο άρθρο οι Pilavachi, et al. (2009) κάνουν αναφορά στις εξελίξεις σχετικά με τις έρευνες για υδρογονάνθρακες στην αποκλειστική οικονομική ζώνη της Κύπρου και την ευρύτερη περιοχή, σημειώνοντας ότι στην θαλάσσια περιοχή του νησιού υπάρχουν τεράστια στρώματα πετρελαίου σύμφωνα με σεισμικές έρευνες που έγιναν στη διάρκεια των τελευταίων ετών από την Κυπριακή Δημοκρατία ενώ ο Kariotis (2011) σε άρθρο του για τις νομικές εμπλοκές για την Κύπρο, Ελλάδα και Τουρκία σχετικά τους υδρογονάνθρακες και το δίκαιο της θάλασσας στην Ανατολική Μεσόγειο, αναφέρει ότι αν και δεν έχουν επαληθευθεί ακόμη τα αποθέματα υδρογονανθράκων της Κύπρου φθάνουν τα 6 – 8 δισεκατομμύρια βαρέλια.

Η Κύπρος έλαβε το Έπαθλο του Παγκόσμιου Συνεδρίου Ανανεώσιμης Ενέργειας για το 2006 (Maxoulis and Kalogirou, 2008). Οι Maxoulis and Kalogirou (2008) με την ευκαιρία της απονομής του επάθλου, για τις αξιοσημείωτες, όπως αναφέρουν, προσπάθειες και κίνητρα να αυξηθεί η συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών στο ενεργειακό μίγμα του νησιού, παρουσιάζουν το ενεργειακό σύστημα της Κύπρου και τις εφαρμογές ανανεώσιμης ενέργειας, αναλύουν και ανασκοπούν την ενεργειακή πολιτική και τα διάφορα μέτρα που έχουν παρθεί από την Κυβέρνηση για την ανάπτυξη και υποστήριξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας τα οποία όπως αναφέρουν έπαιξαν αποφασιστικό ρόλο στην απόφαση των κριτών για την απονομή της διάκρισης.

Στη μελέτη τους οι Maxoulis and Kalogirou (2008) αναφέρουν ότι για την Κύπρο που βρίσκεται μακριά από τα διασυνδεδεμένα συστήματα ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου και χωρίς (προς το παρόν) κάποιες εγχώριες πηγές συμβατικής ενέργειας η επιλογή των ανανεώσιμων πηγών ταυτόχρονα αύξησε την ασφάλεια της ενεργειακής παραγωγής και αποδέσμευσε την οικονομική ανάπτυξη του νησιού από τις αυξανόμενες τιμές του πετρελαίου. Αυτή η απόφαση για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας υποστηρίζεται από μία περιεκτική ομάδα μέτρων και ενεργειών που στοχεύουν στην αξιοσημείωτη αύξηση της συνεισφοράς τους πέρα από την εξέχουσα συμμετοχή της ηλιακής ενέργειας στο ενεργειακό μίγμα της Κύπρου. Επίσης αναφέρουν ότι η Κύπρος είναι παγκόσμια πρωταθλήτρια στη χρήση της ηλιοθερμικής ενέργειας λόγω της ευρύτατα διαδομένης χρήσης ηλιακών συστημάτων θέρμανσης νερού με 0,9 m² τοποθετημένων ηλιακών συλλεκτών ανά κάτοικο που είναι η υψηλότερη τιμή στον κόσμο.

Οι Pashardes and Christofides (1996) διεξήγαγαν μελέτη των μετεωρολογικών δεδομένων στην Κύπρο προκειμένου να παρέχουν τα απαραίτητα δεδομένα για το αιολικό δυναμικό στο νησί. Στα συμπεράσματα τους αναφέρουν ότι αν και η Κύπρος δεν χαρακτηρίζεται από υψηλό αιολικό δυναμικό, αρκετές περιοχές είναι αρκετά υποσχόμενες για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών.

Οι Koroneos, Fokaidis and Moussiopoulos (2005) εξέτασαν και ανάλυσαν το ενεργειακό σύστημα της Κύπρου, εξετάζοντας τις διαθέσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και το εύρος των ενεργειακών αναγκών που μπορούν να ικανοποιηθούν από αυτές, αναφέροντας ότι διαθέσιμες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας στην Κύπρο είναι η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια και η βιομάζα. Στα συμπεράσματά τους καταγράφουν ότι οι δυνατότητες των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο είναι ικανές να υποστηρίξουν την μετατροπή του Κυπριακού ενεργειακού συστήματος από ένα εντελώς εξαρτώμενο σε εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα σε ένα σύγχρονο σύστημα όπου οι γηγενείς ενεργειακοί πόροι θα παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στην μείωση της εισαγωγής ενέργειας με θετικές επιπτώσεις στο εμπορικό ισοζύγιο και στην εφοδιαστική ασφάλεια.

Ο Roullikkas (2007) ασχολήθηκε με την παραμετρική ανάλυση κόστους οφέλους για τεχνολογίες αποκεντρωμένης παραγωγής ενέργειας στην Κύπρο. Αναφέροντας ότι η Κύπρος είναι ένα νησί με απομονωμένο δίκτυο ηλεκτρισμού όπου εξαρτάται η παραγωγή ηλεκτρισμού από το πετρέλαιο, οι τεχνολογίες αποκεντρωμένης παραγωγής ενέργειας που αξιολόγησε περιλάμβαναν τεχνολογίες με βάση το φυσικό αέριο όπως οι τουρμπίνες φυσικού αερίου και η τεχνολογία κελιών καυσίμου αλλά και ανανεώσιμων πηγών όπως οι ανεμογεννήτριες και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Στη μελέτη του έλαβε υπόψη το αιολικό και ηλιακό δυναμικό στην Κύπρο και τη διαθεσιμότητα φυσικού αερίου και κατέληξε ότι η αιολική ενέργεια είναι μία ανταγωνιστική εναλλακτική επιλογή σε σχέση με τις τουρμπίνες φυσικού αερίου, ενώ τα συστήματα παραγωγής ηλεκτρισμού κελιών καυσίμου με υδρογόνο από φυσικό αέριο είναι ανταγωνιστική εναλλακτική επιλογή σε σχέση με τα φωτοβολταϊκά.

Ο Roullikkas (2009a) διεξήγαγε μελέτη βιωσιμότητας για να διαπιστώσει εάν η εγκατάσταση παραβολικών συστημάτων ηλιοθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού είναι οικονομικά βιώσιμη στην Κύπρο. Λαμβάνοντας υπόψη το ηλιακό δυναμικό στην Κύπρο και τα δεδομένα σχετικά με τις ισχύουσες πολιτικές της Κυπριακής Κυβέρνησης για την εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών και τις τιμές αγοράς τους ηλεκτρισμού κατέληξε στο συμπέρασμα ότι κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες τέτοια έργα μπορεί να είναι οικονομικά βιώσιμα και κερδοφόρα.

Επίσης ο Roullikkas (2009b) διεξήγαγε μελέτη βιωσιμότητας, ώστε να διερευνήσει εάν η εγκατάσταση μεγάλων φωτοβολταϊκών πάρκων στην Κύπρο χωρίς τις σχετικές επιδοτούμενες τιμές αγοράς του ηλεκτρισμού (feed-in tariff) ή άλλα μέτρα είναι οικονομικά βιώσιμη. Στην μελέτη του λαμβάνει υπόψη το ηλιακό δυναμικό στο νησί, όπως και τα δεδομένα για τις πολιτικές σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τις τιμές αγοράς του παραγόμενου ηλεκτρισμού και διενεργεί μία παραμετρική ανάλυση κόστους με παραμέτρους τον προσανατολισμό των φωτοβολταϊκών πάρκων, την κεφαλαιουχική επένδυση για το πάρκο,

τις τιμές από το σύστημα εμπορίας των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και τις τιμές αγοράς πετρελαίου από την Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου. Αναφέροντας ότι τα μεγάλα φωτοβολταϊκά πάρκα δεν υποστηρίζονται από τα σχέδια επιχορήγησης της Κυβέρνησης, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η κεφαλαιουχική δαπάνη είναι κρίσιμη για την οικονομική βιωσιμότητα ενός τέτοιου έργου.

Οι Kythreotu, Tassou and Florides, (2011) αναφέρουν ότι η εκμετάλλευση της ενέργειας από βιομάζα από ζωικά απόβλητα είναι ιδιαίτερος ενδιαφέρουσα για την Κύπρο αφού η πλειοψηφία των ζωικών πληθυσμών είναι συγκεντρωμένες σε συγκεκριμένες περιοχές της χώρας. Επομένως η χρησιμοποίηση της αναερόβιας χώνευσης σε συγκεντρωτική μορφή θα ήταν βοηθητική για την επεξεργασία των αποβλήτων και την παραγωγή ενέργειας και την ίδια στιγμή την σημαντική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Επίσης οι Kythreotu, Tassou and Florides, (2012) διενήργησαν αξιολόγηση του δυναμικού βιομάζας στην Κύπρο για την παραγωγή ενέργειας. Στο άρθρο τους αναφέρουν ότι βιοδιασπώμενα απόβλητα στην Κύπρο είναι το βιοδιασπώμενο κλάσμα των δημοτικών στερεών αποβλήτων, η λυματολάσπη, τα αγροτικά υπολείμματα, τα χρησιμοποιημένα μαγειρικά λίπη, τα απόβλητα από τη βιομηχανία ποτών και φαγητού όπως π.χ. τα υπολείμματα από σφαγεία, ελαιοτριβεία, τυροκομεία και οινοποιεία και τα ζωικά απόβλητα όπως τα απόβλητα από φάρμες και ορνιθοτροφεία. Η δυνητική συνολική ποσότητα στερεής και υγρής βιομάζας στο νησί εκτιμούν ότι φθάνει τους 9.2 εκατομμύρια τόνους με τη δυνητική παραγωγή βιοαερίου μέσω αναερόβιας χώνευσης να την υπολογίζουν μεταξύ των 114 και 697 εκατομμυρίων m³ με αντίστοιχη δυνητική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.

Οι Tsilingiridis, Sidiropoulos and Pentaliotis (2011) εξέτασαν τις επιλογές χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για τη μείωση αερίων του θερμοκηπίου στην Κύπρο. Μελέτησαν τα δεδομένα για τις εκπομπές στην Κύπρο ανά δραστηριότητα και τις εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών για την παραγωγή ηλεκτρισμού στην Κύπρο και τους στόχους που έχουν τεθεί καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι υπάρχει ένα αξιοσημείωτο δυναμικό μείωσης των εκπομπών καθώς η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έχει μεγάλη συμμετοχή στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο νησί. Αναφέρουν ότι η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών είναι χαμηλή αυτή τη στιγμή αλλά οι στόχοι που έχουν τεθεί είναι φιλόδοξοι και ότι η προοπτική για μείωση των εκπομπών είναι ακόμη μεγαλύτερη, καθώς επιπλέον μέτρα για την ορθολογιστική κατανάλωση ενέργειας σε συνδυασμό με την επιπλέον συμμετοχή των εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών στην τελική κατανάλωση μπορούν να συμβάλουν στη μείωση της ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτούν οι τελικοί χρήστες.

Οι Theodorou, Florides, and Tassou (2010) εφάρμοσαν μεθόδους πολυκριτηριακής ανάλυσης προκειμένου να αξιολογήσουν τρία εναλλακτικά σχέδια χορηγιών για την εγκατάσταση συνδεδεμένων φωτοβολταϊκών συστημάτων ισχύος 20 kW στην Κύπρο. Τα κριτήρια που χρησιμοποίησαν ήταν η ωριμότητα της

τεχνολογίας, θεωρώντας ως ώριμη τεχνολογία αυτή που έχει εφαρμοστεί και δοκιμαστεί στην Κύπρο, το αρχικό κόστος επένδυσης με χαμηλότερη κατάταξη στην τεχνολογία με το υψηλότερο κόστος ανά μονάδα ισχύος, την αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας στην Κύπρο, τη δυνατότητα εφαρμογής της τεχνολογίας στην Κύπρο και την αποδοχή του σχεδίου με μέτρο τον αριθμό των αιτήσεων.

Το αποτέλεσμα που προέκυψε από την εφαρμογή των μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης, ήταν ότι η εναλλακτική επιλογή ενός σχεδίου χορηγίας για μικρά συνδεδεμένα φωτοβολταϊκά πάρκα ισχύος 20 kW με επιχορήγηση 55% της αρχικής επένδυσης και τιμή πώλησης του ηλεκτρισμού στα 22.5 cent/KWh παρουσιάζει σε κάθε περίπτωση προβάδισμα.

2.5 Συμπεράσματα

Τη σύγχρονη εποχή οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν αναγκαιότητα, αλλά και επιλογή. Η υπερθέρμανση του πλανήτη και η απειλή για την ανθρωπότητα που αυτή συνεπάγεται και η διαπίστωση ότι η ανάπτυξη πρέπει να μην υποθηκεύει το μέλλον του ανθρώπου, έχουν προκαλέσει στροφή στην αναζήτηση τρόπων κάλυψης των ενεργειακών αναγκών που να είναι φιλικό στο περιβάλλον με αντίκτυπο και επιπτώσεις που δεν θα επιβαρύνουν άλλο την κατάσταση που έχει διαμορφωθεί. Επιπλέον η ανάγκη για ενεργειακή ασφάλεια αλλά και οικονομικοί λόγοι προσθέτουν στην ανάγκη για αποδέσμευση από τα ορυκτά καύσιμα.

Σε αυτό το πλαίσιο οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχει αναγνωριστεί, ότι διαθέτουν πλεονεκτήματα που μπορούν ικανοποιήσουν τις πιο πάνω ανάγκες. Αναγνωρίζεται ότι οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που συνεπάγονται είναι μειωμένες σε σχέση τα ορυκτά καύσιμα, έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν ενεργειακή αυτονομία σε μία περιοχή ή κράτος και παράλληλα η αποτελεσματική εφαρμογή τους μπορεί να αποφέρει οικονομικό όφελος.

Παρόλα αυτά σε αρκετές περιπτώσεις δημιουργούνται ερωτήματα σε σχέση με την αποτελεσματική εφαρμογή τους. Το γεγονός ότι εκτός από οφέλη συχνά η εφαρμογή τους συνοδεύεται από επιπτώσεις στο περιβάλλον και την κοινωνία, ενώ σε πολλές περιπτώσεις η εγκατάστασή τους σε μία περιοχή δημιουργεί κοινωνική αντίδραση, έχει οδηγήσει ερευνητές να ασχοληθούν τόσο με τις επιπτώσεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των συστημάτων τους, αλλά και με την αξιολόγηση και κατάταξη τους αναζητώντας σε κάθε περίπτωση, είτε την καταλληλότερη, είτε την αποδοτικότερη, είτε την πλέον οικονομικά συμφέρουσα επιλογή ή πολιτική και οδηγώντας σε προτάσεις για αποτελεσματικότερη εγκατάσταση και εφαρμογή, αποτελεσματικότερη λήψη αποφάσεων ή αποτελεσματικότερες πολιτικές.

Γενικά αυτό που φαίνεται να προκύπτει από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι ότι όλες οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών παρουσιάζουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό, ότι η εφαρμογή τεχνολογιών μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα ζωής σε τοπικό αλλά και παγκόσμιο επίπεδο, ότι περισσότερο ώριμη και αποδοτική τεχνολογία είναι η αιολική ενέργεια, χωρίς αυτό να είναι απόλυτο και ότι η εμπλοκή του κοινού στη λήψη απόφασης και η ενημέρωση του μπορεί να εξομαλύνει τις κοινωνικές αντιδράσεις στην κατασκευή έργων ανανεώσιμης ενέργειας.

Η αξιολόγηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει πραγματοποιηθεί με διάφορες τεχνικές και κριτήρια που περιλαμβάνουν από μεθόδους οικονομικής αξιολόγησης και τεχνοοικονομικούς όρους μέχρι αμιγώς τεχνικές μεθόδους σε συνδυασμό με συνεντεύξεις, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις διαπιστώθηκε ότι οι ερευνητές έχουν επιλέξει μεθόδους πολυκριτηριακής ανάλυσης για την επιλογή της βέλτιστης εναλλακτικής μέσω διαφόρων επιλογών, με τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται να κυμαίνονται σε ένα ευρύ φάσμα ανάλογα με τις τεχνολογίες που συγκρίνονται και την εφαρμογή που εξετάζεται.

Όσον αφορά ειδικά την Κύπρο από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση προέκυψε ότι οι εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να προσφέρει οφέλη στο νησί, πράγματι η Κυβέρνηση έχει αποφασίσει να ενθαρρύνει και να προωθήσει την κατασκευή σχετικών έργων και για την επίτευξη των στόχων που πηγάζουν από τις πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης, υπάρχει το απαραίτητο δυναμικό ανανεώσιμων πηγών στην Κύπρο και τέτοια έργα μπορούν να είναι οικονομικά βιώσιμα και αποδοτικά.

Μεθοδολογία

3.1 Σκοπός - Στόχοι

Σκοπός της έρευνας είναι να ανακαλύψει απαντήσεις σε ερωτήσεις μέσα από την εφαρμογή επιστημονικών διαδικασιών. Ο κύριος στόχος της έρευνας είναι να βρει την αλήθεια η οποία είναι κρυμμένη και η οποία δεν έχει ανακαλυφθεί ακόμη (Kothari, 2004, σ. 2). Αυτή η διατριβή πραγματεύεται την εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και διερευνά ερωτήματα που αφορούν την αποδοτική εφαρμογή τους στο βαθμό που αυτή επηρεάζεται από τις διαδικασίες και πρακτικές που ακολουθούνται τόσο για την αδειοδότηση τους όσο και για την κατασκευή των έργων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές προσπαθώντας να δώσει σχετικές απαντήσεις μέσα από την αξιολόγηση υφιστάμενων έργων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που έχουν κατασκευαστεί και ήδη λειτουργούν στην Κύπρο.

Το σοβαρό πρόβλημα που ακολουθεί το ζητούμενο του προσδιορισμού του ερευνητικού προβλήματος είναι η προετοιμασία του σχεδιασμού του ερευνητικού έργου, κοινά γνωστό ως σχέδιο της έρευνας (Kothari, 2004, σ. 31). «Σχέδιο έρευνας είναι η διευθέτηση των συνθηκών για συλλογή και ανάλυση των δεδομένων με τρόπο που να στοχεύει να συνδυαστεί η σχέση με τον σκοπό της έρευνας με την οικονομία της διαδικασίας» (Selltiz, et. al., 1962 cited in Kothari, 2004, σ. 31). Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να παρουσιαστεί και αναλυθεί το σχέδιο της έρευνας που ακολουθήθηκε προκειμένου να συλλεχτούν τα απαραίτητα δεδομένα και να αναλυθούν αποτελεσματικά με στόχο να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί.

3.2 Ερευνητικά Ερωτήματα

Το ερευνητικό ερώτημα σε αυτή τη διατριβή είναι εάν οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που χρησιμοποιούνται στην Κύπρο και ειδικότερα τα έργα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που έχουν κατασκευαστεί στο νησί, έχουν σχεδιαστεί και λειτουργούν με τέτοιο τρόπο, ώστε οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές τους επιπτώσεις να αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά και να είναι οι δυνατόν μικρότερες και γενικεύοντας το ερώτημα, αυτό που προσπαθούμε να διαπιστώσουμε είναι εάν η διαδικασία που ακολουθείται στην Κύπρο για την μελέτη, αδειοδότηση και κατασκευή των έργων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι αποτελεσματική όσον αφορά την πρόληψη των περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων αυτών των έργων.

Οι θεωρητικά ουδέτερες πληροφορίες που συλλέγονται από την παρατήρηση μπορούν, μέσω της διαδικασίας ελέγχου υποθέσεων, να χρησιμοποιηθούν για να αποφανθεί κάποιος μεταξύ ανταγωνιστικών θεωριών (Rhoads and Wilson, 2010, σ. 28). Για την διερεύνηση των πιο πάνω ερωτημάτων όποτε, όπως έχει αναφερθεί και στο πρώτο κεφάλαιο έχουν διατυπωθεί οι υποθέσεις H_{1A} και H_{1B} των οποίων οι μηδενικές υποθέσεις είναι οι πιο κάτω:

H_{0A} : Τα έργα παραγωγής ενέργειας από τις διάφορες ανανεώσιμες πηγές στην Κύπρο δεν διαφέρουν όσον αφορά την περιβαλλοντική και κοινωνική τους αξιολόγηση.

H_{0B} : Τα εγκατεστημένα έργα παραγωγής ενέργειας από τις διάφορες ανανεώσιμες πηγές στην Κύπρο δεν διαφέρουν από την ιδεατή λύση όσον αφορά την περιβαλλοντική και κοινωνική τους αξιολόγηση.

Για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το ερευνητικό ερώτημα, η έρευνα επεκτείνεται ελέγχοντας ποια είναι η κατάταξη έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από τις τρεις διαφορετικές τεχνολογίες που αξιοποιούνται στην Κύπρο και ποια είναι τα δυνατά σημεία, οι αδυναμίες, οι ευκαιρίες και οι απειλές για τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο νησί. Ο συνδυασμός της αποδοχής ή απόρριψης των ερευνητικών υποθέσεων με τα αποτελέσματα της κατάταξης και η ποιοτική ανάλυση που προκύπτει είναι δυνατόν να οδηγήσει σε μία ασφαλή απάντηση στο ερευνητικό ερώτημα και στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων και εισηγήσεων.

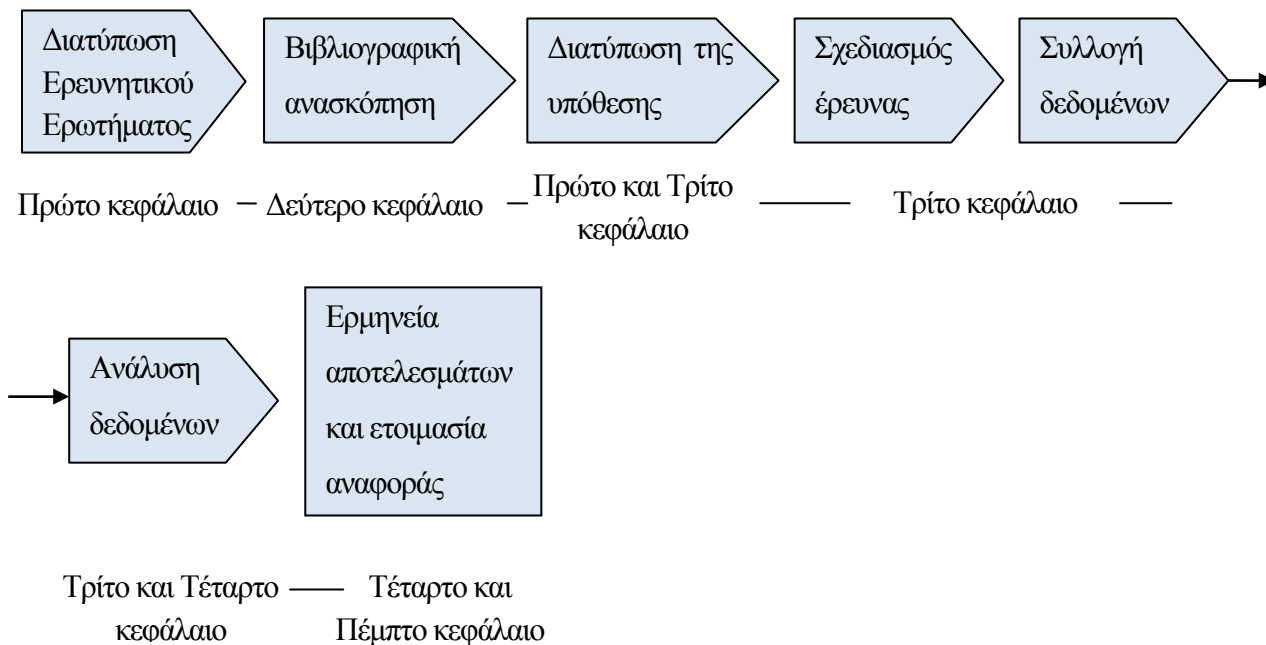
3.3 Σχεδιασμός

3.3.1 Διαδικασία Εκπόνησης της Έρευνας

Η Kothari (2004, σσ. 10 -20) καθορίζει ως στάδια της διαδικασίας έρευνας τα πιο κάτω:

- Καθορισμός του ερευνητικού ερωτήματος
- Βιβλιογραφική ανασκόπηση
- Διατύπωση της υπόθεσης
- Σχεδιασμός έρευνας (περιλαμβάνεται ο σχεδιασμός του δείγματος)
- Συλλογή δεδομένων
- Ανάλυση δεδομένων (έλεγχος υπόθεσης)
- Ερμηνεία αποτελεσμάτων και ετοιμασία αναφοράς

Για την ετοιμασία αυτής της διατριβής ακολουθούνται τα στάδια όπως και η ροή έρευνας που εισηγείται η Kothari (2004, σσ. 11). Το διάγραμμα ροής της διαδικασίας που ακολουθήθηκε για την υλοποίηση της έρευνας και ετοιμασία και παρουσίαση της διατριβής παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3.1.



Διάγραμμα 3.1: Διάγραμμα ροής διαδικασίας ετοιμασίας της διατριβής

3.3.2 Δεδομένα Έρευνας

Με διατυπωμένες τις ερευνητικές υποθέσεις, αποτελεί ζητούμενο πλέον να συλλεχθούν δεδομένα τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν για την αποδοχή ή απόρριψη τους. Από την βιβλιογραφική ανασκόπηση έχουμε διαπιστώσει ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συνοδεύονται από μία σειρά από περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Αυτές οι επιπτώσεις σε κάθε περίπτωση λειτουργίας έργου παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενδέχεται να είναι αρκετά εκτεταμένες ή να μην αντιμετωπίζονται επαρκώς. Υπάρχει λοιπόν θεσμοθετημένη διαδικασία η οποία απαιτεί προκειμένου ένα έργο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας να αδειοδοτηθεί, κατασκευαστεί και λειτουργήσει στην Κύπρο, με εξαίρεση έργα μικρής έκτασης και χαμηλής ισχύος, αυτές οι επιπτώσεις να διερευνηθούν και αντιμετωπιστούν μέσα από την Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και την ετοιμασία και αξιολόγηση σχετικής μελέτης. Η Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για κάθε έργο καταλήγει σε μία σειρά περιβαλλοντικών όρων, η εφαρμογή των οποίων διασφαλίζει την πρόληψη αυτών των επιπτώσεων και συνεπώς της αποτελεσματική λειτουργία του έργου από περιβαλλοντική και κοινωνική σκοπιά.

Τα δεδομένα που απαιτείται να συλλεχθούν λοιπόν, αφορούν την εφαρμογή αυτών των όρων, αλλά και γενικότερα, κριτήρια που απεικονίζουν κατά πόσο η λειτουργία ενός έργου παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι αποδοτική ή όχι. Ένα ζητούμενο όμως στην περίπτωση της συγκεκριμένης έρευνας είναι να υπάρχει δυνατότητα σύγκρισης και από κοινού αξιολόγησης, τόσο έργων διαφορετικής τεχνολογίας αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όσο και εφαρμογών με διαφορετικά χαρακτηριστικά, επιπτώσεις, και μέγεθος. Για να είναι δυνατό κάτι τέτοιο, ένα χρήσιμο εργαλείο αποτελούν οι δείκτες. Η κεντρική ιδέα πίσω από τη χρήση των δεικτών είναι πολύ απλή και ουσιαστικά έχουν σχεδιαστεί για να απαντήσουν στην ερώτηση «Πως μπορώ να ξέρω αντικειμενικά εάν τα πράγματα πηγαίνουν καλύτερα ή χειρότερα;» (Lawrence, 1997 cited in Bell and Morse, 2008, σ. 5). Οι δείκτες είναι κομμάτια πληροφορίας που συνοψίζουν τα χαρακτηριστικά ενός συστήματος ή επισημαίνουν τι συμβαίνει στο σύστημα (Saisana and Tarantola, 2002). Η ιστοσελίδα Envirohelp.gr του Πανεπιστημίου Αιγαίου αναφέρει ότι οι δείκτες είναι σειρές μετρήσεων με σκοπό την απλοποίηση, ποσοτικοποίηση και επικοινωνία της πληροφορίας. Η χρησιμοποίησή τους εξυπηρετεί την ανάδειξη της πληροφορίας που δεν είναι εμφανής (Πανεπιστήμιο Αιγαίου, ΕΔΑ, n.d.). Οι δείκτες παρέχουν περιεκτικές πληροφορίες για τα συστήματα που διαμορφώνουν την αειφόρο ανάπτυξη (Bossel, 1999, σ. 7). Επίσης οι δείκτες συνοψίζουν πολύπλοκες πληροφορίες αξίας στον παρατηρητή (Bossel, 1999, σ. 9).

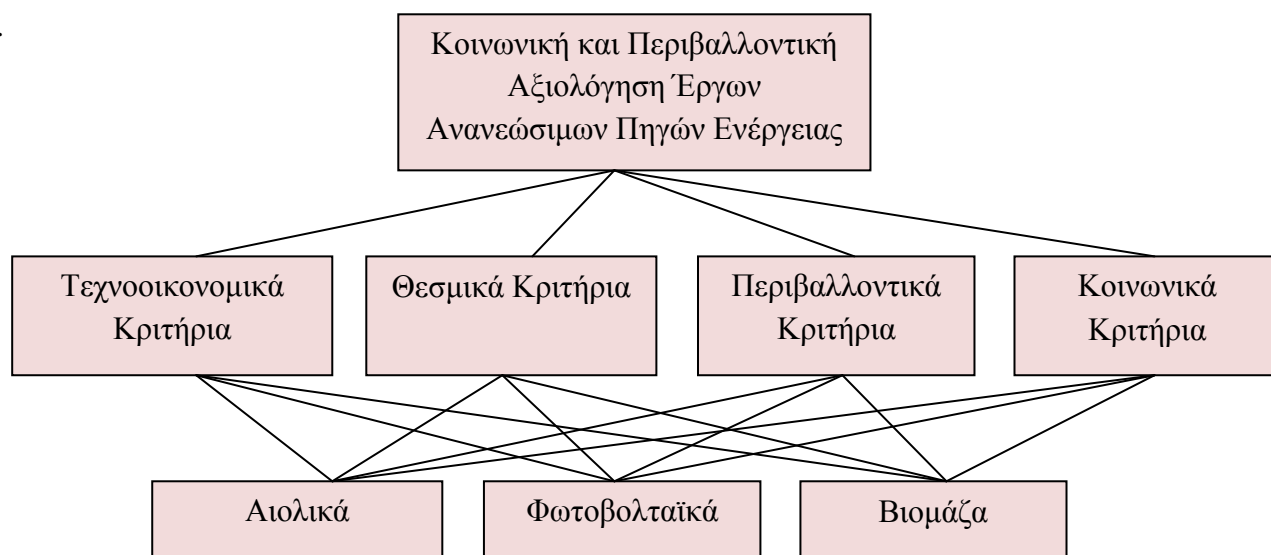
Η απλούστερη μορφή που χρησιμοποιείται για να δομηθεί ένα πρόβλημα λήψης απόφασης είναι η ιεράρχηση του σε τρία επίπεδα με τον στόχο της απόφασης στο ανώτερο επίπεδο να ακολουθείται από ένα δεύτερο επίπεδο που συνίσταται από τα κριτήρια με τα οποία οι εναλλακτικές λύσεις, που τοποθετούνται στο τρίτο επίπεδο θα αξιολογηθούν (Saaty and Vargas, 2012, σ. 2). Εφόσον λοιπόν στόχος είναι η περιβαλλοντική και κοινωνική αξιολόγηση εγκατεστημένων έργων διαφορετικών μορφών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έχει αναπτυχθεί μία σειρά από δείκτες – κριτήρια, που απεικονίζουν την κατάσταση από πλευράς περιβαλλοντικής και κοινωνικής λειτουργίας ενός έργου παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και βάση των οποίων μπορεί να αξιολογηθεί, κατά πόσο το κάθε έργο κατασκευάστηκε και λειτουργεί αποδοτικά με σκοπό την αναζήτηση και αξιολόγηση των σχετικών δεδομένων για έργα που έχουν κατασκευαστεί και λειτουργούν ήδη.

Κάθε ενεργειακή τεχνολογία έχει πολλά στοιχεία και η χρήση της έχει κοινωνικές, περιβαλλοντικές, πολιτικές και οικονομικές συνέπειες που κάποιες φορές εξαρτώνται η μια από την άλλη (San Cristóbal Mateo, 2012, σ.12). Οι Wang, Jing, Zhang and Zhao (2010) συνοψίζουν τα κριτήρια αξιολόγησης των συστημάτων παραγωγής ενέργειας σε τέσσερις κατηγορίες, τα οικονομικά, κοινωνικά, περιβαλλοντικά και τεχνικά κριτήρια. Εξίσου σημαντική όμως είναι και η θεσμική διάσταση της αειφορίας και η προσθήκη σχετικών κριτηρίων αξιολόγησης (Sharifi and Murayama, 2013). Σε αυτά τα πλαίσια στην παρούσα διατριβή τα κριτήρια - δείκτες αξιολόγησης διαχωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες, ώστε να καλύπτουν όλες τις διαστάσεις

της αειφόρου ανάπτυξης και επιπλέον την τεχνική διάσταση και να είναι δυνατή η εφαρμογή ενός ιεραρχικού μοντέλου κατά την ανάλυση σύμφωνα με τις υποδείξεις των Saaty and Vargas (2012, σσ. 2-3) Οι τέσσερις κατηγορίες δεικτών – κριτηρίων διακρίνονται στις πιο κάτω:

1. Τεχνοοικονομικά κριτήρια
2. Θεσμικά κριτήρια
3. Περιβαλλοντικά κριτήρια
4. Κοινωνικά Κριτήρια.

Και η ιεράρχηση τους σε σχέση με το στόχο της αξιολόγησης απεικονίζεται στο διάγραμμα 3.2



Διάγραμμα 3.2: Ιεραρχική Ανάλυση Προβλήματος

3.3.2.1 Τεχνοοικονομικά Κριτήρια

Τα τεχνοοικονομικά κριτήρια και οι σχετικοί δείκτες καλύπτουν τα στοιχεία του κάθε έργου όσον αφορά την τεχνική και οικονομική του απόδοση. Αναγνωρίζοντας ότι σε μία κοινωνική και περιβαλλοντική αξιολόγηση ένα έργο παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι περισσότερο αποδοτικό όσο οικονομικά και τεχνικά αρτιότερο είναι, αυτή η ομάδα δεικτών δίνει εικόνα και δυνατότητα αξιολόγησης του πραγματικού βαθμού ενεργειακής απόδοσης του κάθε έργου με βάση την πραγματική του απόδοση σε σχέση με τη σχεδιαζόμενη αλλά και της οικονομικής του απόδοσης σε σχέση τόσο με την επένδυση που έχει γίνει όσο και με την επιχορήγηση που έχει ληφθεί, αλλά και στοιχεία μεγέθυνσης του κόστους όπως είναι το μήκος του ηλεκτρολογικού δικτύου που κατασκευάστηκε για τη σύνδεση του έργου με το δίκτυο. Η αναφορά των

δεικτών γίνεται στην πραγματική ηλεκτρική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος από το κάθε έργο και αναλυτικότερα τα τεχνοοικονομικά κριτήρια αξιολόγησης - δείκτες είναι:

1. ΚΤ1. Δείκτης βαθμού εφαρμογής έργου (εγκατεστημένη ισχύς σε KW/ ισχύς που αδειοδοτήθηκε σε KWh).
2. ΚΤ2. Δείκτης ενεργειακής απόδοσης έργου (πραγματική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος σε KWh / θεωρητική παραγωγή από εγκατεστημένη ισχύς σε ένα έτος σε KWh)
3. ΚΤ3. Δείκτης απόδοσης επιχορήγησης έργου (επιχορήγηση που λήφθηκε σε € / πραγματική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος σε KWh)
4. ΚΤ4. Δείκτης απόδοσης επένδυσης (Συνολικό κόστος έργου σε € / πραγματική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος σε KWh)
5. ΚΤ5. Δείκτης επιβάρυνσης ηλεκτρολογικού δικτύου (μήκος ηλεκτρολογικού δικτύου που κατασκευάστηκε ειδικά για το έργο σε m X 1000 / πραγματική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος σε KWh)
6. ΚΤ6. Δείκτης κόστους συντήρησης (ετήσιο κόστος συντήρησης για το έργο σε € X 1000 / πραγματική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος σε KWh)

3.3.2.2 Θεσμικά Κριτήρια

Καλύπτοντας τη θεσμική διάσταση της αειφορίας, τα θεσμικά κριτήρια αφορούν την ικανοποίηση των σχετικών νομοθετικών απαιτήσεων για την κατασκευή του κάθε έργου δίνοντας εικόνα για το βαθμό παρέκκλισης της κατασκευής του κάθε έργου από τις απαιτήσεις της νομοθεσίας και τους όρους της αδειοδότησης του. Τα σχετικά κριτήρια αξιολόγησης - δείκτες είναι:

1. ΚΘ1. Αριθμός αδειοδοτημένων παρεκκλίσεων από νομοθεσία που εφαρμόζονται στο έργο (αποκλίσεις από εντολή 2, εντός προστατευόμενης περιοχής κτλ)
2. ΚΘ2. Αριθμός παρεκκλίσεων πραγματικής κατασκευής έργου από όρους περιβαλλοντικής αρχής και πολεοδομικής άδειας.

3.3.2.3 Περιβαλλοντικά Κριτήρια

Τα περιβαλλοντικά κριτήρια και οι δείκτες που έχουν αναπτυχθεί καλύπτουν το φάσμα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως έχουν προκύψει από την βιβλιογραφική ανασκόπηση. Με αυτούς τους δείκτες καλύπτονται η κατανάλωση φυσικών πόρων που μπορεί να απαιτεί η λειτουργία ενός τέτοιου έργου, τυχόν εκπομπές και απόβλητα από το έργο και οι τυχόν επιπτώσεις του έργου στις διάφορες πτυχές του περιβάλλοντος. Η αναφορά γίνεται είτε στην πραγματική παραγωγή ηλεκτρικής

ενέργειας από το κάθε έργο, είτε στους περιβαλλοντικούς όρους που τέθηκαν για την πρόληψη της κάθε επίπτωσης, ενώ περιλαμβάνεται και ένας δείκτης που σχετίζεται με τον κύκλο ζωής του κάθε έργου και αφορά το ποσοστό ανακυκλώσιμων υλών που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του.

Τα περιβαλλοντικά κριτήρια αξιολόγησης - δείκτες είναι:

1. ΚΠ1. Δείκτης κατανάλωσης νερού (ετήσιες ανάγκες σε νερό σε $m^3 \times 1000000$ / πραγματική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος σε KWh)
2. ΚΠ2. Δείκτης εξοικονόμησης εκπομπών CO_2 (ετήσια εξοικονόμηση εκπομπής CO_2 σε τόνους / εγκατεστημένη ισχύς σε KW)
3. ΚΠ3. Δείκτης εκπομπών αέριων ρύπων (ετήσιες εκπομπές άλλων ρύπων σε Kg $\times 1000$ / πραγματική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος σε KWh)
4. ΚΠ4. Δείκτης υγρών αποβλήτων (ετήσιος όγκος υγρών αποβλήτων σε $m^3 \times 1000000$ / πραγματική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος σε KWh)
5. ΚΠ5. Δείκτης στερεών αποβλήτων (ετήσιος όγκος στερεών αποβλήτων σε Kg $\times 1000$ / πραγματική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος σε KWh)
6. ΚΠ6. Δείκτης επιπτώσεων σε γη (οδικό δίκτυο) (εμβαδόν οδικού δικτύου που κατασκευάστηκε ειδικά για το έργο σε $m^2 \times 1000$ / πραγματική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος σε KWh)
7. ΚΠ7. Δείκτης επιπτώσεων σε χρήσεις γης (εμβαδόν γης που χρησιμοποιήθηκε για το έργο ή που διαφοροποιήθηκε η χρήση για το έργο ή εξ' υπαιτιότητας του έργου σε $m^2 \times 1000$ / πραγματική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος σε KWh)
8. ΚΠ8. Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων από θόρυβο (σχετικά μέτρα πρόληψης που εφαρμόστηκαν / μέτρα που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση)
9. ΚΠ9. Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων στην πανίδα και χλωρίδα (σχετικά μέτρα που εφαρμόστηκαν / μέτρα που προβλέπονται στην ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση)
10. ΚΠ10. Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων στην πολιτιστική κληρονομιά και μνημεία (σχετικά μέτρα που εφαρμόστηκαν / μέτρα που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση)
11. ΚΠ11. Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων στο οπτικό πεδίο – αντανάκλασεις, σκίαση, τρεμοπέξιμο σκιάς, οπτική όχληση (σχετικά μέτρα που εφαρμόστηκαν / μέτρα που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση)
12. ΚΠ12. Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων από ηλεκτρομαγνητικά πεδία (σχετικά μέτρα που εφαρμόστηκαν / μέτρα που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση)
13. ΚΠ13. Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων στο μικροκλίμα της περιοχής (σχετικά μέτρα που εφαρμόστηκαν / μέτρα που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση)

14. ΚΠ14. Δείκτης εξοικονόμησης υγρών καυσίμων (λίτρα υγρών καυσίμων που εξοικονομήθηκαν - από αποφυγή παραγωγής ισχύος από Μηχανές Εσωτερικής Καύσης / εγκατεστημένη ισχύς σε KW - σε ένα έτος λειτουργίας)
15. ΚΠ15. Δείκτης επιπτώσεων στο έδαφος (σχετικά μέτρα που εφαρμόστηκαν / μέτρα που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση)
16. ΚΠ16. Δείκτης επιπτώσεων από οσμές, σκόνη κτλ (σχετικά μέτρα που εφαρμόστηκαν / μέτρα που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση)
17. ΚΠ17. Δείκτης επιπτώσεων από οδική κυκλοφορία (σχετικά μέτρα που εφαρμόστηκαν / μέτρα που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση)
18. ΚΠ18. Δείκτης ανακύκλωσης υλικών κατασκευής έργου (ποσοστό υλικών του έργου που μπορεί να ανακυκλωθούν στο τέλος του κύκλου ζωής του)

Σχετικά με το κριτήριο «Δείκτης εξοικονόμησης εκπομπών CO₂» (ΚΠ2), για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα λόγω της αποφυγής χρήσης μηχανών εσωτερικής καύσεων υπάρχουν αρκετές αναφορές στη βιβλιογραφία που μπορεί να χρησιμοποιηθούν. Για παράδειγμα ο Hondo (2005) υπολογίζει τις εκπομπές από την καύση πετρελαίου για ηλεκτροπαραγωγή στην Ιαπωνία στα 742.1 g-CO₂/KWh. Οι Santoyo-Castelazo, Gujba and Azapagic, (2011) παραθέτουν από τη βιβλιογραφία εκπομπές από την ηλεκτροπαραγωγή με χρήση βαρέως καυσίμου (Heavy Fuel Oil) στα 799 g-CO₂/KWh. Για την Κύπρο ο Poullikas (2009b) για να υπολογίσει την εξοικονόμηση εκπομπών αερίων ρύπων από την παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιεί την τιμή των 800 g-CO₂/KWh, τιμή η οποία υιοθετείται και χρησιμοποιείται στην παρούσα διατριβή.

Σχετικά με το κριτήριο «Δείκτης εξοικονόμησης υγρών καυσίμων» (ΚΠ14), για τον υπολογισμό των ορυκτών καυσίμων που εξοικονομούνται από την παραγωγή ηλεκτρισμού από το κάθε έργο χρησιμοποιείται η σχέση που προτείνουν οι Kythreotou, Florides and Tassou (2012) όπου:

Κατανάλωση Diesel (KWh) = Κατανάλωση Diesel (l) x Πυκνότητα Diesel (Kg/l) x Περιεκτικότητα Ενέργειας Diesel (MJ/Kg) / 3.6 MJ/KWh x 70%, όπου Περιεκτικότητα Ενέργειας Diesel = 43 MJ/Kg και πυκνότητα Diesel = 0.85 Kg/l (IPCC, 2006 cited in Kythreotou, Florides and Tassou, 2012). Οπότε υπολογίζεται ότι για κάθε KWh ηλεκτρισμού απαιτείται κατανάλωση 0,07 λίτρων Diesel.

3.3.2.4 Κοινωνικά Κριτήρια

Η κοινωνική αξιολόγηση γίνεται με βάση κριτήρια - δείκτες που καλύπτουν τις κοινωνικές επιπτώσεις έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως έχουν προκύψει από τη βιβλιογραφία, ενώ στο βαθμό που έργα ανανεώσιμων πηγών πρέπει να συνεισφέρουν οικονομικά σε αντισταθμιστική βάση στις τοπικές κοινότητες

(Chrysis, 2009), έχουν αναπτυχθεί και δείκτες που απεικονίζουν το βαθμό της σχετικής συνεισφοράς. Επιπλέον έχουν περιληφθεί δείκτες που αφορούν την αντίδραση της κοινωνίας, όπως και το αντίκτυπο του κάθε έργου στη διάδοση και ενημέρωση του κοινού για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η αναφορά των δεικτών γίνεται στη χρονική περίοδο π.χ. έτος λειτουργίας, στο σχεδιασμό και στην πραγματική ισχύ που παράχθηκε από το κάθε έργο.

Τα περιβαλλοντικά κριτήρια αξιολόγησης - δείκτες είναι:

1. ΚΚ1. Θέσεις εργασίας (θέσεις εργασίας που δημιουργήθηκαν X 1000 / πραγματική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος σε KWh)
2. ΚΚ2. Ατυχήματα και συμβάντα που συνδέονται με τη λειτουργία του έργου από την έναρξη λειτουργίας του (μ.ο. / έτος λειτουργίας)
3. ΚΚ3. Παράπονα από περίοικους που συνδέονται με τη λειτουργία του έργου από την έναρξη λειτουργίας του (μ.ο. / έτος λειτουργίας)
4. ΚΚ4. Δείκτης αντισταθμιστικών πληρωμών (ποσό που έχει αντισταθμιστικά πληρωθεί στις τοπικές αρχές σε € X 100 / πραγματική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος σε KWh - μ.ο. / έτος λειτουργίας)
5. ΚΚ5. Δείκτης κοινωνικής οικονομικής ανταπόδοσης (χορηγίες, εισφορές κλπ σε € X 100 / πραγματική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος σε KWh - μ.ο. / έτος λειτουργίας)
6. ΚΚ6. Δείκτης κοινωνικού θετικού αντίκτυπου (επισκέπτες στο έργο για ενημέρωση κτλ X 1000 / πραγματική ισχύς που παράχθηκε σε ένα έτος σε KWh - μ.ο. / έτος λειτουργίας)

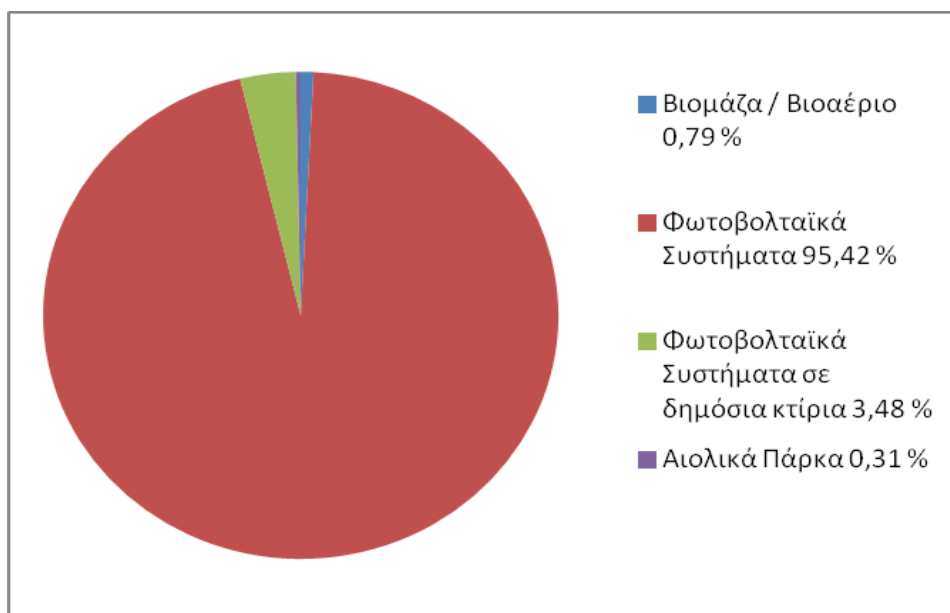
3.4 Μέθοδος Συλλογής Δεδομένων

Οι μέθοδοι πρωτογενούς συλλογής στατιστικών στοιχείων διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες, στις απογραφές και στις δειγματοληπτικές έρευνες (Ρόντος και Παπάνης, 2006, σ.131). Η παρούσα έρευνα είναι δειγματοληπτική. Στις παραγράφους που ακολουθούν παρουσιάζεται ο σχεδιασμός του δείγματος και τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων που απαιτούνται για τον υπολογισμό των πιο πάνω κριτηρίων.

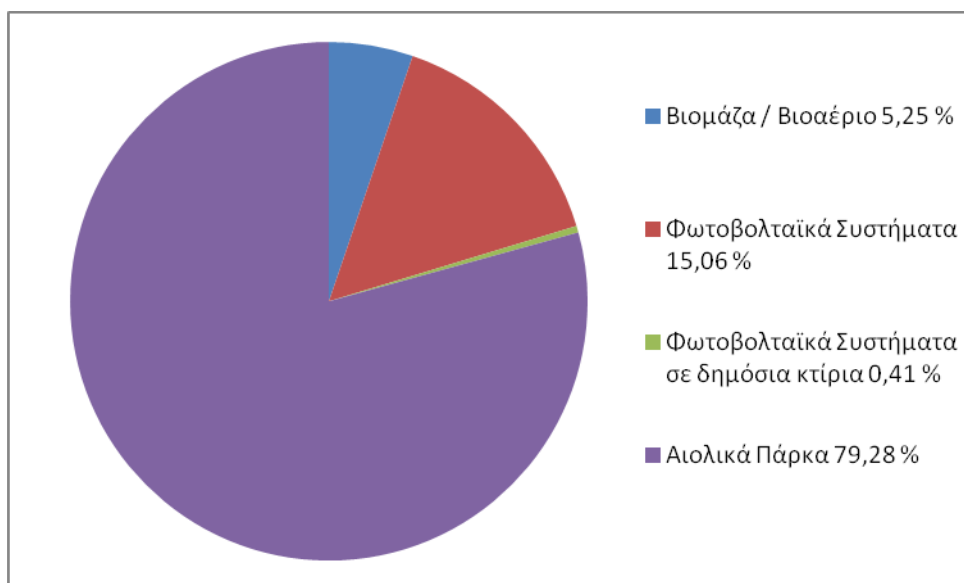
3.4.1 Πληθυσμός

Όπως έχει αναφερθεί και στο πρώτο κεφάλαιο τον Ιούλιο του 2013 στην Κύπρο διασυνδεδεμένα έργα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με το δίκτυο της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου ήταν 13 μονάδες βιομάζας/βιοαερίου με συνολική ισχύ 9,714 KW, 1,563 φωτοβολταϊκά συστήματα με συνολική ισχύ 27,859 KW, 57 φωτοβολταϊκά συστήματα εγκατεστημένα σε δημόσια κτίρια με συνολική ισχύ 758 KW και πέντε (5) αιολικά πάρκα με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 146,700 KW (PAEK, 2013).

Στο διάγραμμα 3.3 παρουσιάζεται η κατανομή των διαφορετικών έργων παραγωγής ενέργειας σύμφωνα με τον αριθμό τους, ενώ στο διάγραμμα 3.4. παρουσιάζεται η κατανομή τους σύμφωνα με την ισχύ τους.



Διάγραμμα 3.3: Κατανομή αριθμού έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Κύπρο τον Ιούλιο του 2013.



Διάγραμμα 3.4: Κατανομή ισχύος (KW) έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Κύπρο τον Ιούλιο του 2013.

Με βάση τις υφιστάμενες τεχνολογικές δυνατότητες αξιοποίησης της κάθε μορφής ανανεώσιμης ενέργειας και των περιορισμών που κάθε μία τεχνικά παρουσιάζει στην Κύπρο, τα αιολικά πάρκα κατασκευάζονται με αρκετές ανεμογεννήτριες και μεγάλη εγκατεστημένη ισχύ, τα φωτοβολταϊκά συστήματα με αρκετά λιγότερη εγκατεστημένη ισχύ και μέγιστη τα 150 KW, με πάρα πολλά συστήματα με αρκετά μικρότερη και κάτω από

τα 100 KW, ενώ οι μονάδες βιομάζας/βιοαερίου αντίστοιχα παρουσιάζουν χαμηλή εγκατεστημένη ισχύ σε σχέση με τα αιολικά πάρκα αλλά σαφώς μεγαλύτερη από τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

3.4.2 Δείγμα

Βέλτιστο δείγμα είναι αυτό που ικανοποιεί τις απαιτήσεις της αποτελεσματικότητας, της αντιπροσωπευτικότητας, της αξιοπιστίας και της ευελιξίας (Kothari, 2004, σ. 56). Με στόχο να ικανοποιούνται αυτά τα κριτήρια, η επιλογή του δείγματος έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας τα οποία θα αξιολογηθούν στην παρούσα διατριβή έγινε με βάση την κατανομή του πληθυσμού έργων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και των περιορισμών που ο ίδιος ο πληθυσμός παρουσιάζει και ακολουθήθηκε ένας συνδυασμός δειγματοληψίας διαστρωμάτωσης (stratified sampling) και δειγματοληψίας διευκόλυνσης (convenience sampling) όπως παρουσιάζονται από την Kothari (2004, σσ. 14 - 16).

Τα δεδομένα και περιορισμοί που λήφθηκαν υπόψη για την επιλογή και καθορισμό του δείγματος ήταν α) το γεγονός ότι στην Κύπρο τα αιολικά πάρκα ενώ είναι λίγα σε αριθμό αντιπροσωπεύουν το μέγιστο ποσοστό της εγκατεστημένης ισχύος σε αντίθεση με τα φωτοβολταϊκά συστήματα που είναι πολύ περισσότερα σε αριθμό, αλλά με αρκετά λιγότερη εγκατεστημένη ισχύ και οι μονάδες βιομάζας/βιοαερίου παρουσιάζουν σχετική αναλογικότητα αριθμού και εγκατεστημένης ισχύος, β) ότι διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα που απαιτούνται είναι σε αρκετές περιπτώσεις δύσκολο να διατεθούν από τους ιδιοκτήτες ή διαχειριστές των έργων, γ) ότι ο αριθμός των έργων περιοριζόταν από το ζητούμενο, το κάθε έργο δείγμα να έχει συμπληρώσει τουλάχιστον ένα έτος ζωής και τέλος δ) ότι έπρεπε στο δείγμα να υπάρχει τουλάχιστον ένα έργο από κάθε ανανεώσιμη πηγή που αξιοποιείται στο νησί. Σε αυτή τη βάση επιλέχθηκε η συλλογή δεδομένων και σύγκριση τους για ένα αιολικό πάρκο, μία μονάδα βιομάζας/βιοαερίου και ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος 150 KW, ώστε να έχει διενεργηθεί Εκτίμηση των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον κατά το σχεδιασμό και την αδειοδότηση τους και να είναι δυνατή η σύγκριση με την υφιστάμενη κατάσταση και υπολογισμός των σχετικών δεικτών.

Η επιλογή των συγκεκριμένων έργων που αποτελούν το δείγμα έγινε με κριτήριο την πρόσβαση στους ιδιοκτήτες διαχειριστές τους και τη δυνατότητα συλλογής των απαραίτητων δεδομένων. Αναλυτικά το δείγμα της έρευνας είναι ένα αιολικό πάρκο εγκατεστημένης ισχύος 31,5 MW, που λειτουργεί από το Ιανουάριο του 2012, ένα φωτοβολταϊκό πάρκο εγκατεστημένης ισχύος 150 KW, που λειτουργεί από τον Οκτώβρη του 2011 και μία μονάδα παραγωγής ηλεκτρισμού από βιοαέριο εγκατεστημένης ισχύος 2100 KW, που λειτουργεί από το Σεπτέμβρη του 2010.

3.4.3 Ερευνητικά Εργαλεία

Για τον υπολογισμό των δεικτών που έχουν τεθεί ως κριτήρια για την αξιολόγηση των έργων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές απαιτείται η συλλογή των απαραίτητων πρωτογενών στοιχείων που είναι κυρίως ποσοτικά δεδομένα από τους διαχειριστές των έργων. Γι' αυτό ετοιμάστηκε ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις που να είναι δυνατή η απάντηση τους από τους διαχειριστές των έργων ανάλογα με την επιθυμία και διαθεσιμότητα τους. Όσον αφορά την αξιοπιστία της συλλογής δεδομένων με ερωτηματολόγιο, σύμφωνα με την Kothari (2004, σ. 101) πολύ συχνά το ερωτηματολόγιο θεωρείται η καρδιά μίας διαδικασίας έρευνας και πρέπει να φτιάχεται προσεκτικά. Εάν δεν είναι σωστά δομημένο η έρευνα είναι σίγουρο ότι θα αποτύχει. Οπότε καταβλήθηκε προσπάθεια για την ορθότερη δόμηση του ερωτηματολογίου και σύμφωνα με τις κατευθύνσεις της Kothari (2004, σσ. 100 - 104) και του Parfitt (2005, σσ. 86-94).

Στην παρούσα διατριβή τα ζητούμενα δεδομένα είναι κυρίως ποσότητες που δεν υπήρχε η δυνατότητα να κατηγοριοποιηθούν πριν την διεξαγωγή της έρευνας και γι' αυτό το λόγο οι ερωτήσεις που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως ανοιχτές με ζητούμενο την καταγραφή τιμής ή ποσότητας με μόνο μία ερώτηση κλειστού τύπου και μία ερώτηση με κατηγοριοποιημένη απάντηση. Επίσης στο ερωτηματολόγιο συμπεριλήφθηκαν ερωτήσεις που αφορούν τα δημογραφικά στοιχεία του κάθε έργου και ανοιχτές ερωτήσεις, όπου ζητάτε η έκφραση άποψης από τους διαχειριστές των έργων για ποιοτική ανάλυση και ερμηνεία.

Τα δεδομένα τα οποία ζητείται να καταγραφούν, όπως κατηγοριοποιούνται στο ερωτηματολόγιο είναι τα πιο κάτω:

Στοιχεία έργου

1. Ονομασία έργου.
2. Ιδιοκτήτης / Διαχειριστής.
3. Είδος (Αιολικό / Φωτοβολταϊκό / Βιομάζα- Βιοαέριο).
4. Δήμος ή κοινότητα και Επαρχία.
5. Ακριβής θέση έργου.
6. Το έργο βρίσκεται εντός προστατευόμενης περιοχής.
7. Εγκατεστημένη ισχύς σε KW.
8. Ισχύς για την οποία λήφθηκε άδεια εγκατάστασης σε KW.
9. Ημερομηνία πρώτης λειτουργίας.

Τεχνοοικονομικά στοιχεία

10. Σχεδιαζόμενος βαθμός απόδοσης (βάση μελέτης).

11. Συνολικό κόστος κατασκευής έργου σε €.
12. Συνολική ισχύς που παράχθηκε κατά το έτος 7ος 2012 – 6ος 2013 σε KWh.
13. Επιχορήγηση που λήφθηκε για την κατασκευή του έργου σε €.
14. Μήκος ηλεκτρολογικού δικτύου που κατασκευάστηκε ειδικά για το έργο σε μέτρα (m) και μήκος ηλεκτρολογικού δικτύου που είχε προβλεφθεί κατά τη μελέτη σε μέτρα (m).
15. Συνολικό ετήσιο κόστος συντήρησης έργου σε € και συνολικό ετήσιο κόστος συντήρησης έργου που είχε προβλεφθεί κατά τη μελέτη σε €.

Θεσμικά στοιχεία

16. Αριθμός τυχόν αδειοδοτημένων παρεκκλίσεων από νομοθεσία που εφαρμόζονται στο έργο (αποκλίσεις από εντολή 2, εντός προστατευόμενης περιοχής κτλ) εάν υπάρχουν.
17. Αριθμός παρεκκλίσεων πραγματικής κατασκευής έργου από όρους περιβαλλοντικής αρχής και πολεοδομικής άδειας (εάν υπάρχουν).

Περιβαλλοντικά στοιχεία

18. Ετήσιες ανάγκες λειτουργίας έργου σε νερό σε κυβικά μέτρα (m^3) και ετήσιες ανάγκες λειτουργίας έργου σε νερό που προβλέφθηκαν στη ΜΕΕΠ σε κυβικά μέτρα (m^3).
19. Ετήσιες εκπομπές CO_2 σε τόνους και ετήσιες εκπομπές CO_2 που προβλέφθηκαν στη ΜΕΕΠ σε τόνους.
20. Ετήσιες εκπομπές άλλων αέριων ρύπων και ετήσιες εκπομπές άλλων αέριων ρύπων που προβλέφθηκαν στη ΜΕΕΠ.
21. Ετήσιος όγκος υγρών αποβλήτων από το έργο σε κυβικά μέτρα (m^3) και ετήσιος όγκος υγρών αποβλήτων από το έργο που προβλέφθηκαν στη ΜΕΕΠ σε κυβικά μέτρα (m^3).
22. Ετήσιος όγκος στερεών αποβλήτων από το έργο σε κιλά (Kg) και ετήσιος όγκος στερεών αποβλήτων από το έργο που προβλέφθηκαν στη ΜΕΕΠ σε κιλά (Kg).
23. Εμβαδόν οδικού δικτύου που κατασκευάστηκε ειδικά για το έργο σε τετραγωνικά μέτρα (m^2) (απόσταση επί πλάτος δρόμου) και εμβαδόν οδικού δικτύου που προβλέφθηκε στη ΜΕΕΠ για το έργο σε τετραγωνικά μέτρα (m^2) (απόσταση επί πλάτος δρόμου).
24. Εμβαδόν γης που χρησιμοποιήθηκε για το έργο ή διαφοροποιήθηκε η χρήση της για το έργο ή εξ' υπαιτιότητας του έργου σε τετραγωνικά μέτρα (m^2) και εμβαδόν γης που προβλέφθηκε στη ΜΕΕΠ σε τετραγωνικά μέτρα (m^2).
25. Αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων από θόρυβο που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση και αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων από θόρυβο που εφαρμόζονται.

26. Αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων στην γλωρίδα και πανίδα που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση και αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων στην γλωρίδα και πανίδα που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο
27. Αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων στην πολιτιστική κληρονομιά και μνημεία που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση και αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων στην πολιτιστική κληρονομιά και μνημεία που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο.
28. Αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων στο οπτικό πεδίο – αντανάκλασεις, σκίαση, τρεμοπέξιμο σκιάς, οπτική όχληση που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση και αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων στο οπτικό πεδίο – αντανάκλασεις, σκίαση, τρεμοπέξιμο σκιάς, οπτική όχληση που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο.
29. Αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων από ηλεκτρομαγνητικά πεδία που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση και αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων από ηλεκτρομαγνητικά πεδία που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο.
30. Αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων στο μικροκλίμα της περιοχής που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση και αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων στο μικροκλίμα της περιοχής που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο.
31. Αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων στο έδαφος που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση και αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων στο έδαφος που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο.
32. Αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων από οσμές, σκόνη κτλ που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση και αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων από οσμές, σκόνη κτλ που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο.
33. Αριθμός μέτρων πρόληψης επιπτώσεων από οδική κυκλοφορία που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση και αριθμός πρόληψης επιπτώσεων από οδική κυκλοφορία που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο.
34. Ποσοστό υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή του έργου και είναι ανακυκλώσιμα ή δυνατόν να ανακυκλωθούν, επαναχρησιμοποιηθούν κτλ μετά την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής του έργου.

Κοινωνικά στοιχεία

35. Αριθμός θέσεων εργασίας κατά τη λειτουργία του έργου που είχαν προβλεφθεί κατά το σχεδιασμό του έργου.
36. Αριθμός θέσεων εργασίας που δημιουργήθηκαν κατά τη λειτουργία του έργου.

37. Ατυχήματα και συμβάντα που συνδέονται με τη λειτουργία του έργου από την έναρξη λειτουργίας του μέχρι σήμερα (αριθμός).
38. Παράπονα από περίοικους που συνδέονται με τη λειτουργία του έργου από την έναρξη λειτουργίας του μέχρι σήμερα (συνολικός αριθμός).
39. Συνολικό ποσό που έχει αντισταθμιστικά πληρωθεί στις τοπικές αρχές από την έναρξη λειτουργίας του έργου μέχρι σήμερα (€) και συνολικό ποσό που είχε προβλεφθεί να πληρωθεί αντισταθμιστικά στις τοπικές αρχές κατά την αδειοδότηση (€).
40. Συνολικό ποσό για χορηγίες, εισφορές, φορολογίες κλπ που έχει πληρωθεί στις τοπικές αρχές ή άλλους φορείς από την έναρξη λειτουργίας του έργου μέχρι σήμερα (€) και συνολικό ποσό που είχε προβλεφθεί να πληρωθεί κατά την μελέτη και αδειοδότηση του έργου (€).
41. Συνολικός αριθμός επισκεπτών στο έργο για ενημέρωση κτλ από την έναρξη λειτουργίας του έργου μέχρι σήμερα.

Επίσης περιλήφθηκαν και οι ερωτήσεις – πεδία για συμπλήρωση, «Παρακαλώ εάν επιθυμείτε αναφέρετε κατά την άποψη σας τα Δυνατά σημεία – Αδυναμίες – Ευκαιρίες και Απειλές που παρουσιάζει ο τομέας των ΑΠΕ στην Κύπρο» και «Παρατηρήσεις – εισηγήσεις – σχόλια».

Το ερωτηματολόγιο όπως χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή της έρευνας πεδίου παρουσιάζεται στο Παράρτημα 1.

3.5 Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων

Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων από τους ερευνώμενους παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα της μείωσης του κόστους και του χρόνου που απαιτείται για τη συγκέντρωσή τους και ότι περιορίζουν τα λάθη επικοινωνίας μεταξύ του ερευνώμενου και του ερευνητή, ενώ μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι απαιτεί ο ερευνώμενος να διαθέτει υψηλό μορφωτικό επίπεδο (Ρόντος και Παπάνης, 2006, σ.133). Δεδομένου ότι οι διαχειριστές των έργων του δείγματος αναμένεται να είναι εξειδικευμένοι στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και γενικότερα εξοικειωμένοι με τα θέματα που αφορά η έρευνα, αυτό το μειονέκτημα κρίθηκε ότι μπορεί να αντιμετωπιστεί ή και να αναιρεθεί. Γνωρίζοντας όμως πως ένα από τα πλεονεκτήματα της συλλογής στοιχείων με προσωπική συνέντευξη είναι ότι δίνει τη δυνατότητα στον ερευνητή να προβαίνει σε διορθωτικές παρεμβάσεις όταν διαπιστώνει λανθασμένες απαντήσεις (Ρόντος και Παπάνης, 2006, σ.132) αποφασίστηκε το ερωτηματολόγιο να σταλεί στους διαχειριστές των έργων ή στις εταιρείες που τα είχαν κατασκευάσει με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ζητώντας να το συμπληρώσουν από μόνοι τους, αλλά αφήνοντας ανοιχτή και την επιλογή το ερωτηματολόγιο να συμπληρωθεί και με προσωπική συνέντευξη, εάν το ζητήσουν ή εάν κρίνονταν αναγκαίο.

Πριν να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος αποστολής των ερωτηματολογίων με το ταχυδρομείο, είναι φρόνιμο πάντα να γίνεται μια πιλοτική μελέτη (Πιλοτική Έρευνα) για να ελεγχθεί το ερωτηματολόγιο (Kothari, 2004, σ. 101) Προκειμένου να δοκιμαστεί το ερωτηματολόγιο έγινε πιλοτική συμπλήρωση του από τον ερευνητή σε επίσκεψη στο έργο και συνάντηση και προσωπική συνέντευξη με αντιπρόσωπο του διαχειριστή του αιολικού πάρκου που είχε περιληφθεί στο δείγμα, κατά τη διάρκεια της οποίας ελέγχθηκε η δομή, η πληρότητα και η ευκολία κατανόησης του, οπότε και προέκυψαν διορθώσεις και συμπληρώσεις που έπρεπε να γίνουν για να είναι όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικό.

Τελικά στην περίπτωση του φωτοβολταϊκού πάρκου έγινε δυνατή η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου και η επιστροφή του με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο από αντιπρόσωπο της εταιρείας που το είχε κατασκευάσει, ενώ στην περίπτωση της μονάδας βιοαερίου που κρίθηκε ως περισσότερο πολύπλοκη η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, πραγματοποιήθηκε επιτόπου επίσκεψη στο έργο και συνάντηση με αντιπρόσωπο των ιδιοκτητών της μονάδας και συμπλήρωση του ερωτηματολογίου με προσωπική συνέντευξη, όπως έγινε και στην περίπτωση του αιολικού πάρκου, ενώ ζητήθηκαν και διευκρινίσεις κατόπιν με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.

Για όλα τα ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν και προκειμένου να επιβεβαιωθεί η εγκυρότητα των απαντήσεων στο βαθμό που αυτό ήταν εφικτό, έγινε έλεγχος των στοιχείων που αφορούσαν τους περιβαλλοντικούς όρους που είχαν περιληφθεί στην Μελέτη Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον και στη γνωμάτευση της περιβαλλοντικής αρχής. Οι μελέτες και οι σχετικές γνωματεύσεις εντοπίστηκαν στις ιστοσελίδες του Τμήματος Περιβάλλοντος (2013a; 2013b) όπου είναι δημοσιευμένες.

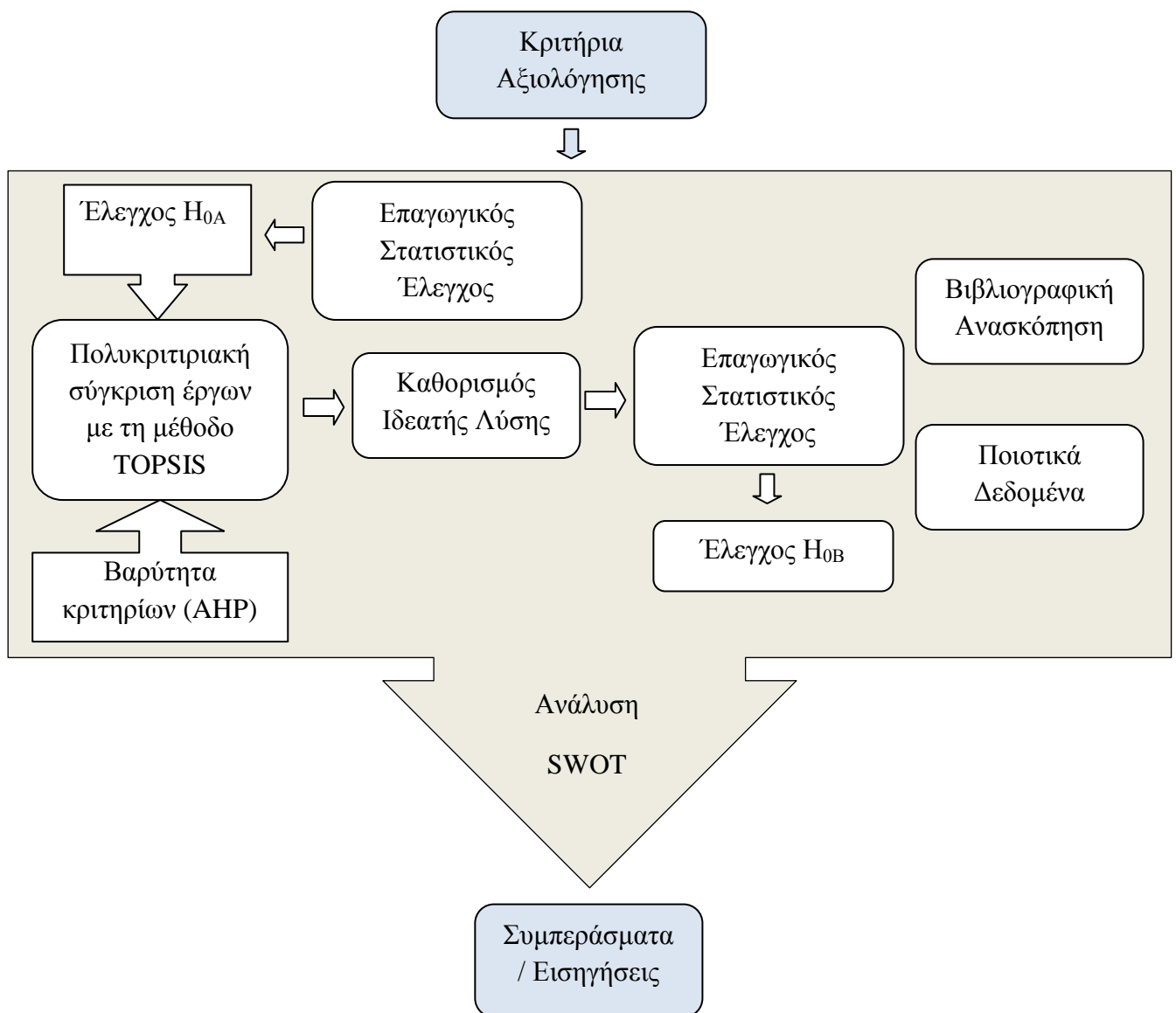
3.6 Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων σκοπό έχει να διαπιστώσει εάν ισχύουν ή όχι οι ερευνητικές υποθέσεις μας, να γίνει κατάταξη των έργων και επιλογή της περισσότερο αποδοτικής λύσης και να βγουν συμπεράσματα από τα ποιοτικά δεδομένα. Για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι εφαρμόστηκε ένα μοντέλο ανάλυσης που περιλαμβάνει συνδυασμό τεσσάρων διαφορετικών μεθόδων ανάλυσης. Το μοντέλο συνδυάζει τη Μέθοδο Πολυκριτηριακής Ανάλυσης TOPSIS (Technique of Order Preference by Similarity to Ideal Solutions), στοιχεία της μεθόδου Ιεραρχικής Ανάλυσης Αποφάσεων (AHP, Analytical Hierarchy Process), επαγωγικές στατιστικές μεθόδους και τη μέθοδο στρατηγικής ανάλυσης SWOT.

3.6.1 Μοντέλο Ανάλυσης

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων θα εφαρμοστεί το ακόλουθο μοντέλο. Συγκρίνοντας τα κριτήρια που έχουν καθοριστεί για την αξιολόγηση των διαφορετικών έργων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

θα ελεγχθεί η υπόθεση H_{0A} με επαγωγική στατιστική σύγκριση των τριών ομάδων στοιχείων που αφορούν τα τρία έργα και κατόπιν θα εφαρμοστεί πολυκριτηριακή ανάλυση με τη μέθοδο TOPSIS. Από την εφαρμογή θα εξαχθεί το συμπέρασμα ποια εφαρμογή ανανεώσιμης ενέργειας στην Κύπρο είναι πλησιέστερη στην ιδεατή λύση και θα γίνει κατάταξη τους, αλλά θα καθοριστεί και η ιδεατή λύση εφαρμογής έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο. Έχοντας καθορίσει την ιδεατή λύση, προκειμένου να ελεγχθεί η υπόθεση H_{0B} θα συγκριθεί αυτή η λύση με τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί από την έρευνα πεδίου. Η σύγκριση θα γίνει στη βάση των κριτηρίων που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση και θα χρησιμοποιηθεί η επαγωγική στατιστική για τον έλεγχο της υπόθεσης. Τέλος τα ποιοτικά στοιχεία που συλλέχθηκαν από την έρευνα πεδίου και τα αποτελέσματα της πιο πάνω ανάλυσης, όπως και στοιχεία από την βιβλιογραφική ανασκόπηση θα αναλυθούν με τη χρήση της μεθοδολογίας SWOT. Το μοντέλο απεικονίζεται στο διάγραμμα 3.5.



Διάγραμμα 3.5: Μοντέλο Ανάλυσης

3.6.2 Μέθοδος Πολυκριτηριακής Ανάλυσης TOPSIS

Η σύγκριση μεταξύ έργων παραγωγής ενέργειας από διαφορετικές ανανεώσιμες πηγές είναι ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο εγχείρημα. Η αξιοποίηση κάθε μορφής ανανεώσιμης ενέργειας παρουσιάζει διαφορετικές επιπτώσεις σε διαφορετικό μέγεθος (Abbasi and Abbasi, 2000). Η Πολυκριτηριακή Λήψη Αποφάσεων (Multi-criteria Decision Making) ή Πολυκριτηριακή Ανάλυση Αποφάσεων (Multi-criteria Decision Analyses) είναι ένας ευρύς όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει κάθε απόφαση που επηρεάζεται από πολλαπλά και συγκρουόμενα κριτήρια. Τα κριτήρια μπορεί να έχουν τη μορφή ιδιοτήτων ή στόχων, όπου οι ιδιότητες μπορεί να είναι χαρακτηριστικά, ποιότητες ή μετρήσεις απόδοσης, ενώ οι στόχοι είναι μετρήσεις που αντανακλούν τις επιθυμίες των ληπτών αποφάσεων. Οπότε μία μέθοδος πολλαπλών ιδιοτήτων μπορεί να υποδείξει την βέλτιστη εναλλακτική ανάλογα με τις γνωστές ιδιότητες των εναλλακτικών λύσεων (Scott, Ho and Dey, 2012). Σε έρευνες σχετικά με τη βιομηχανία ανανεώσιμης ενέργειας έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετές μέθοδοι Πολυκριτηριακής Ανάλυσης (San Cristóbal Mateo, 2012). Η μέθοδος Analytical Hierarchy Process (AHP) έχει χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών για τη χωροθέτηση αιολικών πάρκων (Tegou, Polatidis and Haralambopoulos, 2010). Οι μέθοδοι PROMETHEE έχουν χρησιμοποιηθεί για τον αειφόρο ενεργειακό σχεδιασμό (Tsoutsos, et al., 2009) όπως και η μέθοδος REGIME (Mourmouris and Potolias, 2013). Επίσης μέθοδος PROMETHEE εφαρμόστηκε για την ταξινόμηση οχημάτων που λειτουργούν με ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα καύσιμα (Mohamadabadi, Tichkowsky and Kumar, 2009) και την αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων για τον τομέα παραγωγής ενέργειας στην Ελλάδα (Diakoulaki and Karangelis, 2007). Η μέθοδος VIKOR εφαρμόστηκε για την επιλογή έργου ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ισπανία (San Cristóbal, 2011b). Η μέθοδος fuzzy Analytical Hierarchy Process (ασαφής Ιεραρχική Ανάλυση Αποφάσεων) χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση παραγόντων για το πρόγραμμα διασποράς της ανανεώσιμης ενέργειας (Heo, Kim and Boo, 2010). Η μέθοδος TOPSIS χρησιμοποιήθηκε για την επιλογή της καταλληλότερης βάσης ανεμογεννητριών σε υπεράκτια αιολικά πάρκα (Lozano-Mínguez, Kolios and Brennan, 2011). Γενικότερα η συγκεκριμένη μέθοδος πολυκριτηριακής ανάλυσης έχει εφαρμοστεί εκτεταμένα σε αρκετούς τομείς μεταξύ των οποίων η περιβαλλοντική διαχείριση και η διαχείριση ενέργειας (Behzadian, Otaghsara, Yazdani and Ignatius, 2012).

Ο πλήρης αγγλικός τίτλος της μεθόδου TOPSIS είναι Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution και στην μεθοδολογία της εμπεριέχει τον καθορισμό και σύγκριση με την ιδεατή λύση (Lozano-Mínguez, Kolios and Brennan, 2011; San Cristóbal Mateo, 2012, σσ. 44). Για την παρούσα διατριβή στην οποία εμπεριέχεται το ερώτημα της αποδοτικότητας επιλέχθηκε να εφαρμοστεί η συγκεκριμένη μέθοδος, ώστε να αξιοποιηθεί και η ιδεατή λύση όπως θα προκύψει από τους υπολογισμούς. Σύμφωνα με τον San Cristóbal Mateo (2012, σσ. 43-44) η μέθοδος TOPSIS συνίσταται στα ακόλουθα βήματα.

Βήμα 1. Υπολογισμός της κανονικοποιημένης μήτρας απόφασης.

Πρώτα διαμορφώνεται μία μήτρα από m αριθμό εναλλακτικών και n αριθμό κριτηρίων και έπειτα υπολογίζεται η κανονικοποιημένη τιμή r_{ij} με την εξίσωση:

$$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m f_{ij}^2}}$$

Όπου f_{ij} είναι η τιμή της συνάρτησης για το $i^{\text{οστό}}$ κριτήριο για την εναλλακτική A_j ($j=1, \dots, m; i=1, \dots, n$).

Βήμα 2. Υπολογισμός της σταθμισμένης κανονικοποιημένης μήτρας απόφασης.

Υπολογίζεται η σταθμισμένη κανονικοποιημένη τιμή v_{ij} με τη σχέση:

$$v_{ij} = w_i r_{ij}$$

Όπου w_i είναι η βαρύτητα του κριτηρίου ή χαρακτηριστικού i και $\sum_{i=1}^n w_i = 1$

Βήμα 3. Προσδιορισμός της ιδεατής και της αρνητικά-ιδεατής λύσης.

Για τα κριτήρια οφέλους (ή με θετικό αντίκτυπο) ο λήπτης της απόφασης επιθυμεί να έχουν τη μέγιστη τιμή μεταξύ των εναλλακτικών, ενώ για τα κριτήρια κόστους (ή με αρνητικό αντίκτυπο) επιθυμεί να έχουν τις μικρότερες τιμές μεταξύ των εναλλακτικών. Οπότε η ιδεατή λύση (A^*) θα είναι:

$$A^* = \{v_1^*, \dots, v_n^*\} = \{(\max_j v_{ij} | i \in I'), (\min_j v_{ij} | i \in I'')\}$$

Ενώ η αρνητικά-ιδεατή λύση (A^-) θα είναι:

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} = \{(\min_j v_{ij} | i \in I'), (\max_j v_{ij} | i \in I'')\}$$

Όπου το I' συνδέεται με τα κριτήρια οφέλους και το I'' συνδέεται με τα κριτήρια κόστους.

Βήμα 4. Υπολογισμός των χωριστών μεγεθών.

Χρησιμοποιώντας τη n-διάστατη Ευκλείδεια απόσταση ο διαχωρισμός της κάθε εναλλακτικής από την ιδεατή λύση δίνεται από την εξίσωση

$$D_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^+)^2}$$

Παρομοίως ο διαχωρισμός της κάθε εναλλακτικής από την αρνητικά-ιδεατή λύση δίνεται από την εξίσωση:

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2}$$

Βήμα 5. Υπολογισμός της σχετικής εγγύτητας προς την ιδεατή λύση.

Η σχετική εγγύτητα της κάθε εναλλακτικής a_j σε σχέση με την ιδεατή λύση A^* καθορίζεται ως:

$$C_j^+ = \frac{D_j^-}{(D_j^+ + D_j^-)}$$

Βήμα 6. Κατάταξη στη σειρά προτίμησης.

Οι εναλλακτικές κατατάσσονται ταξινομημένες από την τιμή C_j^+ σε φθίνουσα σειρά. Η βέλτιστη λύση λαμβάνεται ότι είναι η εναλλακτική με την μέγιστη τιμή σχετικής εγγύτητας στην ιδεατή λύση.

3.6.3 Καθορισμός Βαρύτητας Κριτηρίων

Στο βήμα 2 της τεχνικής TOPSIS απαιτείται ο καθορισμός και η χρήση της βαρύτητας του κάθε κριτηρίου (w_i). Υπάρχει αριθμός μεθόδων για τον προσδιορισμό της βαρύτητας των κριτηρίων που ποικίλουν ανάλογα με την διαδικασία αξιολόγησης της άποψης των ληπτών της απόφασης (Theodorou, Florides and Tassou, 2010). Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιείται η μέθοδος καθορισμού της βαρύτητας των κριτηρίων που προτείνεται από τον Saaty (1980 cited in San Cristóbal Mateo, 2012, σ. 11) στα πλαίσια της πολυκριτηριακής μεθόδου Ιεραρχικής Ανάλυσης Αποφάσεων, AHP (Analytical Hierarchy Process) η οποία δίνει και την δυνατότητα ελέγχου της συνέπειας στον καθορισμό της βαρύτητας των κριτηρίων. Ο συνδυασμός της Ιεραρχικής Ανάλυσης Αποφάσεων με άλλες μεθόδους πολυκριτηριακής ανάλυσης για τον καθορισμό της βαρύτητας των κριτηρίων συναντάται στη βιβλιογραφία (Kaya and Kahraman, 2010; Behzadian, Otaghsara, Yazdani and Ignatius, 2012).

Σύμφωνα με τον San Cristóbal Mateo (2012, σ. 12) στο πρώτο βήμα της μεθόδου το πρόβλημα διασπάται σε στοιχεία ανάλογα με τα κοινά χαρακτηριστικά τους, σχηματίζεται ένα ιεραρχικό μοντέλο που δείχνει τη σχέση μεταξύ στόχου και κριτηρίων και εναλλακτικών λύσεων. Στην παρούσα διατριβή όπως έχουν καθοριστεί τα κριτήρια αξιολόγησης η σύγκριση βασίζεται σε τέσσερις κατηγορίες κριτηρίων, τα τεχνοοικονομικά, τα θεσμικά, τα περιβαλλοντικά και τα κοινωνικά και το πρόβλημα διασπάται βάση αυτής της ιεράρχησης.

Επίσης σύμφωνα με τον San Cristóbal Mateo (2012, σ. 12-13) Το δεύτερο βήμα της μεθόδου AHP αφορά τον καθορισμό της βαρύτητας κάθε κριτηρίου και σε αυτό το βήμα από τη στιγμή που τα κριτήρια και οι εναλλακτικές έχουν καθοριστεί μαζί με τη μεταξύ τους σχέση, τα στοιχεία κάθε καθορισμένου επιπέδου συγκρίνονται ζευγαρωτά σε σχέση με το στοιχείο στο αμέσως ανώτερο επίπεδο και ετοιμάζεται μία μήτρα ζευγαρωτής σύγκρισης (A) χρησιμοποιώντας λεκτικούς όρους που περιλαμβάνουν προφορικές κρίσεις από τους λήπτες της απόφασης. Η εγγραφή στη γραμμή i και στη στήλη j στη μήτρα A (a_{ij}) δείχνει πόσο περισσότερο σημαντικό είναι το κριτήριο i από το κριτήριο j σε σχέση με την κάθε εναλλακτική. Για να μετασηματιστούν οι λεκτικές κρίσεις σε αριθμητικές ποσότητες ο Saaty (1980 cited in San Cristóbal Mateo, 2012, σ. 12) προτείνει τη χρήση ακέραιων τιμών που συνθέτουν μία κλίμακα από το 1 έως το 9 όπως φαίνεται στον πίνακα 3.1.

Όταν έχει ετοιμαστεί η ζευγαρωτή μήτρα σύγκρισης, πρέπει να επαληθευτούν οι πιο κάτω κανόνες:

1. Εάν $a_{ij} = \alpha$, τότε $a_{ji} = \frac{1}{\alpha}$

- Εάν το κριτήριο i κρίνεται ότι είναι ισοδύναμης σχετικής σημασίας με το κριτήριο j τότε $a_{ij} = a_{ji} = 1$ και $a_{ii} = 1$ για όλα τα i .
- Εάν όλες οι συγκρίσεις είναι τέλεια συνεπείς τότε ισχύει η σχέση $a_{ik} = a_{ij} = a_{jk} \quad \forall i, j, k$.

Πίνακας 3.1: Ακέραιες τιμές και ερμηνεία τους (San Cristóbal Martínez, σ.12).

Τιμή a_{ij}	Ερμηνεία
1	Οι στόχοι i και j είναι ισοδύναμης σημασίας
3	Ο στόχος i είναι ελαφρώς πιο σημαντικός από το στόχο j
5	Η εμπειρία και οι κρίσεις υποδεικνύουν ότι ο στόχος i είναι ισχυρά πιο σημαντικός από το στόχο j
7	Ο στόχος i είναι πολύ ισχυρά ή προφανώς πιο σημαντικός από το στόχο j
9	Ο στόχος i είναι απόλυτα πιο σημαντικός από το στόχο j
2, 4, 6, 8	Ενδιάμεσες τιμές, για παράδειγμα, τιμή 8 σημαίνει ότι ο στόχος i είναι μεταξύ του ισχυρά και του απολύτως πιο σημαντικός από το στόχο j

Για να ανακτηθεί το άνωσμα $W = [w_1, w_2, \dots, w_N]$ από την A , που υποδεικνύει τη βαρύτητα για κάθε κριτήριο που δίνεται στη ζευγαρωτή μήτρα σύγκρισης ακολουθείται η ακόλουθη διαδικασία δύο βημάτων:

- Για κάθε εγγραφή στη στήλη A_s διαιρείται κάθε εγγραφή στη στήλη i της A με το άθροισμα των εγγραφών στη στήλη i . Αυτό δημιουργεί μία νέα μήτρα που ονομάζεται A_{norm} (normalized) στην οποία το άθροισμα των εγγραφών στην κάθε στήλη είναι 1.
- Εκτιμάται το W_j ως ο μέσος όρος των εγγραφών στη γραμμή i της A_{norm} .

Όταν έχει ετοιμαστεί ζευγαρωτή μήτρα σύγκρισης είναι απαραίτητο να ελεγχθεί για τη συνέπεια (consistency). Ασήμαντες ασυνέπειες είναι συνηθισμένες και δεν δημιουργούν σοβαρές δυσκολίες.

Για τον έλεγχο της συνέπειας των συγκρίσεων των ληπτών των αποφάσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ακόλουθη διαδικασία τεσσάρων βημάτων.

- Υπολογίζεται η AW^T , όπου το W δηλώνει την εκτίμηση για τις βαρύτητες.
- Εντοπίζεται η μέγιστη τιμή Eigen (λ_{max}):

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{i_{\text{οσση}} \text{εγγραφή στην } AW^T}{i_{\text{οσση}} \text{εγγραφή στην } W^T}$$

3. Υπολογίζεται ο Δείκτης Συνέπειας CI (Consistency Index) ως εξής:

$$CI = \frac{(\lambda_{\text{max}}) - n}{n - 1}$$

Όσο μικρότερος είναι ο CI, τόσο μικρότερη είναι η απόκλιση από τη συνέπεια. Εάν ο CI είναι επαρκώς μικρός οι συγκρίσεις των ληπτών απόφασης είναι πιθανώς αρκετά συνεπείς για να δώσουν χρήσιμες εκτιμήσεις της βαρύτητας του κάθε στόχου. Για τέλεια συνεπή απόφαση η $i_{\text{οσση}}$ εγγραφή στην $AW^T = n$ ($i_{\text{οσση}}$ εγγραφή της W^T). Αυτό συνεπάγεται ότι η τελείως συνεπής λήψη απόφασης έχει $CI = 0$.

4. Συγκρίνεται ο Δείκτης Συνέπειας CI με τον Τυχαίο Δείκτη RI (Random Index) για την κατάλληλη τιμή των n , όπως φαίνονται στον πίνακα 3.2.

Εάν $\frac{CI}{RI} < 0.10$ ο βαθμός συνέπειας είναι ικανοποιητικός, αλλά για $\frac{CI}{RI} > 0.10$ μπορεί να υπάρχουν σοβαρές ασυνέπειες και μπορεί να εκδοθούν αποτελέσματα χωρίς σημασία.

Πίνακας 3.2: Τυχαίοι Δείκτες RI για διάφορες τιμές του n (San Cristóbal Mateo, 2012, σ.13).

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RI	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48

3.6.4 Στατιστική Ανάλυση

Από τη συλλογή των στοιχείων θα προκύψουν τρεις ομάδες δεδομένων, μία για κάθε εναλλακτική. Για τον έλεγχο της υπόθεσης H_{0A} θα πρέπει να συγκριθούν αυτές οι τρεις ομάδες. Επίσης από την εφαρμογή της μεθόδου TOPSIS θα προκύψει η ιδεατή λύση D_j^* για την οποία θα ισχύει η ιδεατή τιμή για κάθε κριτήριο. Από την άλλη πλευρά από την έρευνα θα έχουν προκύψει οι ισχύουσες τιμές για κάθε κριτήριο για το δείγμα μας που απεικονίζουν την ισχύουσα κατάσταση. Οπότε για τον έλεγχο της υπόθεσης H_{0B} ζητούμενο πλέον είναι να συγκριθούν οι δύο ομάδες τιμών για τα κριτήρια προκειμένου να διαπιστωθεί εάν διαφέρουν ή όχι.

Η επαγωγική στατιστική ασχολείται κυρίως με δύο μεγάλους τύπους προβλημάτων την εκτίμηση των παραμέτρων για ένα πληθυσμό και τον έλεγχο στατιστικών υποθέσεων (Kothari, 2004, σ. 131). Για τις πιο πάνω περιπτώσεις είναι δυνατή η χρήση της επαγωγικής στατιστικής προκειμένου να ελεγχθεί η πιο πάνω υπόθεση. Υπάρχουν αρκετές στατιστικές δοκιμές που μπορούν να απαντήσουν στην ερώτηση εάν υπάρχει διαφορά μεταξύ δύο ομάδων, αλλά κάθε μία είναι κατάλληλη για συγκεκριμένους τύπους δεδομένων (Dytham, 2011, σ. 5). Η επιλογή της στατιστικής μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί για τις δύο ομάδες που θα προκύψουν μπορεί να γίνει ακολουθώντας την κλείδα που προτείνει ο Dytham (2011, σσ. 8-22). Δεδομένου ότι τα κριτήρια υπερβαίνουν τα 30 και οι τιμές που παίρνουν είναι συνεχείς, προκειμένου να επιλέξουμε μία κατάλληλη στατιστική δοκιμή τα ερωτήματα που θα πρέπει να απαντήσουμε είναι εάν τα δεδομένα μας είναι κανονικά κατανομημένα και εάν οι διακυμάνσεις τους είναι, ή τουλάχιστον περίπου είναι ομογενείς.

Για τον έλεγχο της κανονικότητας των δεδομένων μπορεί να εφαρμοστεί η στατιστική δοκιμή Kolmogorov–Smirnov (Dytham, 2011, σ. 14). Στην περίπτωση που τα δεδομένα μας είναι κανονικά κατανομημένα (normally distributed), όπως προκύπτει από την κλείδα που προτείνει ο Dytham (2011, σσ. 8-22) για τον έλεγχο των υποθέσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί η επαγωγική στατιστική μέθοδος one-way ANOVA (Analyses Of Variances). Στην περίπτωση που τα δεδομένα δεν είναι κανονικά κατανομημένα τότε για τον έλεγχο της υπόθεσης H_{0A} μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μη παραμετρική μέθοδος δοκιμής Kruskal–Wallis, ενώ για τον έλεγχο της υπόθεσης H_{0B} μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μη παραμετρική μέθοδος δοκιμής Mann–Whitney U.

Σε κάθε περίπτωση η εφαρμογή των πιο πάνω μεθόδων δοκιμής καταλήγει σε μία τιμή σημαντικότητας P-value η οποία εκφράζει την πιθανότητα να προκύψουν δεδομένα τόσο ακραία η περισσότερο ακραία από αυτά που ελέγχθηκαν εάν η μηδενική υπόθεση που εξετάζουμε είναι αληθινή και όσο μικρότερη είναι η σημαντικότητας (P-value) τόσο περισσότερο σίγουρος μπορεί να είναι κάποιος για τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτή (Dytham, 2011, σ. 3). Στην παρούσα διατριβή ορίζεται όριο για την απόρριψη ή αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης τιμή της σημαντικότητας (P-value) 0,05 όπως συνηθίζεται.

3.6.5 Ανάλυση SWOT

Έχοντας ολοκληρώσει την ανάλυση των δεδομένων και με ελεγμένες τις υποθέσεις μπορούμε πλέον να προχωρήσουμε στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων σε συνδυασμό με τα ποιοτικά στοιχεία που προέκυψαν από την έρευνα πεδίου και στοιχεία που έχουν προκύψει από την βιβλιογραφική ανασκόπηση. Μία μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι η ανάλυση SWOT. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι η ανάλυση SWOT είναι μόνο ένα εργαλείο και πρέπει να βασίζεται στην παρούσα κατάσταση και τάσεις (Terrados, Almonacid and Hontoria, 2007).

Η ανάλυση SWOT περιγράφηκε πρώτα από τους Learned, et al. (1969 cited in Helms and Nixon, 2010) και έχει επεκταθεί σαν ένα εργαλείο κλειδί για να κατευθύνονται περίπλοκες στρατηγικές καταστάσεις με τη μείωση της ποσότητας των πληροφοριών, ώστε να βελτιώνεται η λήψη αποφάσεων (Helms and Nixon, 2010). SWOT είναι το ακρωνύμιο για τις αγγλικές λέξεις Strengths, Weaknesses, Opportunities και Threats που σημαίνουν Δυνατά σημεία, Αδυναμίες, Ευκαιρίες και Απειλές (Koo, et al., 2011) και ανάλυση SWOT είναι η διεργασία ανάλυσης οργανισμών και του περιβάλλοντος τους που βασίζεται σε αυτά τα στοιχεία τους (Ahmed, Zairi and Almarti, 2006). Τα δύο κύρια στοιχεία της ανάλυσης SWOT είναι οι δείκτες της εσωτερικής κατάστασης που περιγράφονται από τα υπάρχοντα δυνατά σημεία και Αδυναμίες και οι δείκτες του εξωτερικού περιβάλλοντος που περιγράφονται από τις υπάρχουσες Ευκαιρίες και Απειλές (Markovska, Taseska and Pop-Jordanov, 2009). Κατατάσσοντας τα ευνοϊκά και δυσμενή θέματα στα τέσσερα τεταρτημόρια ενός πλέγματος – πίνακα ανάλυσης SWOT, οι σχεδιαστές μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα πως τα δυνατά σημεία και οι ευκαιρίες μπορούν να μοχλευτούν, να αντιληφθούν νέες ευκαιρίες και πως οι αδυναμίες μπορούν να επιβραδύνουν την πρόοδο ή να μεγιστοποιήσουν τις απειλές του οργανισμού (Helms and Nixon, 2010). Τυπικά πρώτα μελετώνται τα εσωτερικά Δυνατά σημεία και Αδυναμίες (στην πάνω γραμμή του πλέγματος 2 X 2) που μπορεί να περιλαμβάνουν θέματα όπως η εικόνα, η δομή, η πρόσβαση σε φυσικούς πόρους, δυνατότητες και αποτελεσματικότητα καθώς και οικονομικούς πόρους. Στην κάτω γραμμή του πλέγματος περιλαμβάνονται οι εξωτερικές ευκαιρίες και απειλές που περιλαμβάνουν πελάτες, ανταγωνιστές, τάσεις της αγοράς, συνεταιίρους και προμηθευτές, κοινωνικές αλλαγές και νέες τεχνολογίες και διάφορα περιβαλλοντικά οικονομικά, πολιτικά και θεσμικά θέματα (Helms and Nixon, 2010).

Στην παρούσα διατριβή θα ετοιμαστεί ένα πλέγμα ανάλυσης SWOT για τον τομέα της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην Κύπρο το οποίο θα προκύψει από τα αποτελέσματα της έρευνας, την εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης, την στατιστική ανάλυση, τα ποιοτικά δεδομένα από την έρευνα πεδίου και όσα προκύπτουν από την βιβλιογραφική ανασκόπηση.

3.7 Λογισμικά

Η ανάλυση των δεδομένων είναι μία διαδικασία η οποία προϋποθέτει πλήθος υπολογισμών οι οποίοι συχνά είναι δύσκολο να γίνουν και απαιτούν επαναληπτικές διαδικασίες όπως για παράδειγμα ο υπολογισμός της τιμής Eigen για τον έλεγχο της συνέπειας στον καθορισμό της βαρύτητας των κριτηρίων. Για να διευκολυνθούν οι υπολογισμοί χρησιμοποιούνται μία σειρά από λογισμικά τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα γρήγορης υλοποίησης των υπολογισμών και μειώνουν την πιθανότητα υπολογιστικού σφάλματος. Τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται συνοπτικά πιο κάτω.

3.7.1 Microsoft Excel

Το λογισμικό υπολογιστικών φύλλων Microsoft Excel βοηθά στη γρήγορη επεξεργασία δεδομένων. Δίνοντας τη δυνατότητα τα δεδομένα να τοποθετηθούν σε πίνακες επεξεργασίας, στην παρούσα διατριβή το λογισμικό χρησιμοποιήθηκε για να είναι δυνατή η επεξεργασία πινάκων με τα δεδομένα που αφορούν τα κριτήρια και την εφαρμογή των υπολογισμών της μεθόδου TOPSIS για τα τρία διαφορετικά έργα που αξιολογούνται και την σύντομη διενέργεια υπολογισμών μέσω εντολών που ενσωματώνονται στους πίνακες που κατασκευάστηκαν και επίσης χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή απεικονιστικών γραφημάτων τα οποία παραθέτονται στη διατριβή και βοηθούν στην παρουσίαση του πληθυσμού, αλλά και στην ερμηνεία και κατανόηση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των δεδομένων. Η έκδοση του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διατριβή είναι η Microsoft Excel 2007.

3.7.2 MakeItRational

Για την αναλυτική ιεράρχηση του προβλήματος πολυκριτηριακής ανάλυσης και τον καθορισμό της βαρύτητας των κριτηρίων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό «MakeItRational» που είναι διαθέσιμο στην ιστοσελίδα <http://makeitrational.com>. Το MakeItRational είναι ένα λογισμικό λήψεως αποφάσεων που βασίζεται στην Ιεραρχική Ανάλυση Αποφάσεων (AHP) και βοηθά στην ορθολογιστική και βάσιμη επιλογή (MakeItRational, 2013a) που λειτουργεί μέσω διαδικτύου. Το λογισμικό υποστηρίζει τις ζευγαρωτές συγκρίσεις δίνοντας τη δυνατότητα να πραγματοποιηθούν με ένα ειδικά ανεπτυγμένο γραφικό διορθωτή που ελέγχει τη συνέπεια των συγκρίσεων και επισημαίνει πιθανά λάθη. Επίσης το λογισμικό παρουσιάζει τα αποτελέσματα της πολυκριτηριακής ανάλυσης με τέσσερα διαφορετικά γραφικά διαγράμματα στα οποία περιλαμβάνεται διάγραμμα με τις βαρύτητες των κριτηρίων (MakeItRational, 2013b).

3.7.3 SPSS

Το SPSS είναι ένα λογισμικό της IBM που εξειδικεύεται στην ανάλυση ποσοτικών δεδομένων, ισχυρό με δυνατότητες χειρισμού μεγάλων ομάδων δεδομένων και σχετικά εύκολο στη χρήση (Mooi and Sarstedt, 2011, σ. 92). Το IBM SPSS Statistics, όπως είναι ο πλήρης τίτλος του λογισμικού, παρέχει τη δυνατότητα αξιόπιστης και ταχείας διενέργειας όλων των επαγωγικών στατιστικών μεθόδων που απαιτούνται στην παρούσα διατριβή για τις απαραίτητες συγκρίσεις και ελέγχους υποθέσεων. Σαν οδηγός για τη χρήση του λογισμικού SPSS χρησιμοποιήθηκε το βιβλίο του Dytham (2011) «Choosing and Using Statistics – A Biologists Guide», όπου στο κεφάλαιο εφτά παρουσιάζονται αναλυτικά εφαρμογές δοκιμών για έλεγχο διαφορών με χρήση του λογισμικού. Η έκδοση του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διατριβή είναι η IBM SPSS Statistics 22.

Αποτελέσματα

4.1 Έννοιες και θέματα

Σε αυτό κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά και ανά βήμα της μεθοδολογίας τα αποτελέσματα της έρευνας και της ανάλυσης. Παρουσιάζονται οι τιμές των δεικτών όπως προέκυψαν και υπολογίστηκαν από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στην έρευνα πεδίου για κάθε διαφορετικό έργο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας του δείγματος, τα αποτελέσματα από τον έλεγχο της ερευνητικής υπόθεσης H_{1A} που αφορά τη σύγκριση των τριών διαφορετικών ομάδων στοιχείων για τα τρία διαφορετικά έργα, η βαρύτητα των κριτηρίων σύγκρισης όπως υπολογίστηκαν με την εφαρμογή της μεθόδου Ιεραρχικής Ανάλυσης Αποφάσεων (AHP), τα αποτελέσματα της πολυκριτηριακής σύγκρισης με την εφαρμογή της μεθόδου TOPSIS και η κατάταξη των έργων και η ιδεατή λύση εφαρμογής έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο με βάση το δείγμα έργων που αναλύουμε, τα αποτελέσματα του ελέγχου της ερευνητικής υπόθεσης H_{1B} από όπου προκύπτει εάν η εφαρμογή των έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο διαφέρει ή όχι από την ιδεατή λύση και τέλος τα αποτελέσματα της ανάλυσης SWOT για τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο.

4.2 Αποτελέσματα ανάλυσης

Ακολουθούν τα αποτελέσματα της ανάλυσης ανά βήμα της μεθοδολογίας, όπως έχει γίνει η εφαρμογή της μεθόδου που παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 3.

4.2.1 Τιμές Κριτηρίων

Με βάση τα δεδομένα που προέκυψαν από την έρευνα πεδίου και τη συλλογή των ερωτηματολογίων για τα τρία διαφορετικά έργα ανανεώσιμης ενέργειας που εξετάστηκαν έχει υπολογιστεί σε κάθε περίπτωση η τιμή για τα 32 διαφορετικά κριτήρια - δείκτες αξιολόγησης που έχουν τεθεί για το κάθε έργο που εξετάζουμε ως εναλλακτική λύση. Για τον υπολογισμό κάθε τιμής χρησιμοποιείται η εξίσωση υπολογισμού που παρατίθεται στο κεφάλαιο 3 (§ 3.3.2.3). Οι τιμές που έχουν προκύψει παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1: Τιμές Κριτηρίων Αξιολόγησης για τα τρία έργα

Κριτήρια Αξιολόγησης	Κωδικός	Αιολικό	Φωτοβολταϊκό	Βιομάζα
<i>Τεχνοοικονομικά Κριτήρια</i>				
Δείκτης βαθμού εφαρμογής έργου	KT1	0,91	1,00	1,00
Δείκτης ενεργειακής απόδοσης έργου	KT2	0,58	1,07	0,87
Δείκτης απόδοσης επιχορήγησης έργου	KT3	0,00	0,00	0,00
Δείκτης απόδοσης επένδυσης	KT4	1,59	1,53	0,75
Δείκτης επιβάρυνσης ηλεκτρολογικού δικτύου	KT5	0,14	0,28	0,00
Δείκτης κόστους συντήρησης	KT6	18,41	5,67	23,44
<i>Θεσμικά Κριτήρια</i>				
Αριθμός αδειοδοτημένων παρεκκλίσεων από νομοθεσία που εφαρμόζονται στο έργο (αποκλίσεις από εντολή 2, εντός προστατευόμενης περιοχής κτλ)	KΘ1	0,00	0,00	0,00
Αριθμός παρεκκλίσεων πραγματικής κατασκευής έργου από όρους περιβαλλοντικής αρχής και πολεοδομικής άδειας	KΘ2	0,00	0,00	0,00
<i>Περιβαλλοντικά Κριτήρια</i>				
Δείκτης κατανάλωσης νερού	KΠ1	0,03	56,66	45,38
Δείκτης εξοικονόμησης εκπομπών CO2	KΠ2	896,51	1882,67	6092,14
Δείκτης εκπομπών αέριων ρύπων	KΠ3	0,00	0,00	0,50
Δείκτης υγρών αποβλήτων	KΠ4	0,03	56,66	47,88
Δείκτης στερεών αποβλήτων	KΠ5	0,00	0,03	0,10
Δείκτης επιπτώσεων σε γη (οδικό δίκτυο)	KΠ6	1,09	0,35	0,00
Δείκτης επιπτώσεων σε χρήσεις γης	KΠ7	0,42	20,68	7,50
Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων από θόρυβο	KΠ8	1,00	1,00	1,00
Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων στην πανίδα και χλωρίδα	KΠ9	0,67	1,00	1,00

<i>Κριτήρια Αξιολόγησης</i>	<i>Κωδικός</i>	<i>Αιολικό</i>	<i>Φωτοβολταϊκό</i>	<i>Βιομάζα</i>
Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων στην πολιτιστική κληρονομιά και μνημεία	ΚΠ10	1,00	1,00	1,00
Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων στο οπτικό πεδίο – αντανάκλασεις, σκίαση, τρεμοπέξιμο σκιάς, οπτική όχληση	ΚΠ11	1,00	1,00	1,00
Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων από ηλεκτρομαγνητικά πεδία	ΚΠ12	1,00	1,00	1,00
Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων στο μικροκλίμα της περιοχής	ΚΠ13	1,00	1,00	1,00
Δείκτης εξοικονόμησης υγρών καυσίμων	ΚΠ14	78,44	164,73	533,33
Δείκτης επιπτώσεων στο έδαφος	ΚΠ15	1,00	1,00	1,00
Δείκτης επιπτώσεων από οσμές, σκόνη κτλ	ΚΠ16	1,00	1,00	1,00
Δείκτης επιπτώσεων από οδική κυκλοφορία	ΚΠ17	1,00	1,00	1,00
Δείκτης ανακύκλωσης υλικών κατασκευής έργου	ΚΠ18	0,95	0,30	0,80
<i>Κοινωνικά Κριτήρια</i>				
Θέσεις εργασίας	ΚΚ1	0,27	8,50	0,63
Ατυχήματα και συμβάντα που συνδέονται με τη λειτουργία του έργου από την έναρξη λειτουργίας του	ΚΚ2	0,00	0,00	0,33
Παράπονα από περίοικους που συνδέονται με τη λειτουργία του έργου από την έναρξη λειτουργίας του	ΚΚ3	0,00	0,00	0,00
Δείκτης αντισταθμιστικών πληρωμών – κόστος έργου	ΚΚ4	0,21	0,00	0,00
Δείκτης κοινωνικής οικονομικής ανταπόδοσης	ΚΚ5	0,00	0,00	0,00
Δείκτης κοινωνικού θετικού αντίκτυπου	ΚΚ6	0,02	0,03	0,00

4.2.2 Έλεγχος Ερευνητικής Υπόθεσης H_{1A}

Η μηδενική ερευνητική υπόθεση H_{0A} είναι ότι τα έργα παραγωγής ενέργειας από τις διάφορες ανανεώσιμες πηγές στην Κύπρο δεν διαφέρουν όσο αφορά την περιβαλλοντική και κοινωνική τους αξιολόγηση. Έχοντας υπολογίσει από τα ποσοτικά δεδομένα που συλλέχθηκαν από την έρευνα πεδίου τις τιμές για τις τρεις ομάδες κριτηρίων αξιολόγησης για τα τρία διαφορετικά έργα από τρεις διαφορετικές τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αυτές μπορούν να συγκριθούν ώστε να εξεταστεί εάν η υπόθεση μπορεί να γίνει αποδεκτή ή όχι. Ο έλεγχος γίνεται με την εφαρμογή επαγωγικών στατιστικών μεθόδων.

Αρχικά και προκειμένου να αποφασιστεί εάν πρέπει να εφαρμοστεί παραμετρική ή μη παραμετρική μέθοδος ελέγχου διενεργείται η επαγωγική μέθοδος δοκιμής Kolmogorov–Smirnov, η οποία εξετάζει τη μηδενική υπόθεση ότι η κατανομή του δείγματος που εξετάζεται δεν διαφέρει από την κανονική. Τρέχοντας στο λογισμικό SPSS τη δοκιμή για τις τρεις ομάδες κριτηρίων για τα τρία έργα προκύπτουν τα αποτελέσματα που φαίνονται στο διάγραμμα 4.1.

Όπως προκύπτει και στις τρεις περιπτώσεις η σημαντικότητα Asymp. Sig. (2-tailed) (P-value) είναι 0,000 σαφώς κάτω από το όριο του 0,05 που έχουμε θέσει, οπότε μπορεί βάσιμα να υποτεθεί ότι η κατανομή και για τις τρεις ομάδες διαφέρει από την κανονική οπότε για τον έλεγχο της υπόθεσης H_{0A} πρέπει να εφαρμοστεί μη παραμετρική δοκιμή και συγκεκριμένα η μέθοδος δοκιμής Kruskal–Wallis το οποίο εξετάζει την υπόθεση ότι οι ομάδες που συγκρίνουμε έχουν την ίδια διάμεσο.

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Αιολικό	Φωτοβολταϊκό	Βιοαέριο
N		32	32	32
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	31,5084	69,0363	211,3641
	Std. Deviation	158,46720	332,44144	1077,24242
Most Extreme Differences	Absolute	,481	,452	,498
	Positive	,481	,452	,498
	Negative	-,421	-,418	-,422
Test Statistic		,481	,452	,498
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

Διάγραμμα 4.1: Αποτελέσματα ελέγχου κατανομής για τις τρεις ομάδες στοιχείων

Αντίστοιχα τρέχοντας στο SPSS τη δοκιμή Kruskal–Wallis για τις τρεις ομάδες τιμών κριτηρίων για τα τρία διαφορετικά έργα προκύπτει ο πίνακας αποτελεσμάτων που παρουσιάζεται στο διάγραμμα 4.2.

NPar Tests			
Kruskal-Wallis Test			
Ranks			
	Έργα ΑΠΕ	N	Mean Rank
Τιμές Κριτηριων	Αιολικό	32	44,72
	Φωτοβολταϊκό	32	52,06
	Βιομάζα	32	48,72
	Total	96	

Test Statistics^{a,b}	
	Τιμές Κριτηριων
Chi-Square	1,164
df	2
Asymp. Sig.	,559

a. Kruskal Wallis Test
b. Grouping Variable: Έργα ΑΠΕ

Διάγραμμα 4.2: Αποτελέσματα ελέγχου διαφοράς για τις τρεις ομάδες στοιχείων.

Όπως προκύπτει από την εφαρμογή της δοκιμής η σημαντικότητα Asymp. Sig. (P-value) για τις τρεις συγκεκριμένες ομάδες είναι 0,559 σαφώς πάνω από το όριο του 0,05 που έχουμε θέσει, οπότε μπορεί βάσιμα να γίνει αποδεκτή η μηδενική υπόθεση H_{0A} συμπεραίνοντας ότι οι εφαρμογές των τριών διαφορετικών έργων παραγωγής ενέργειας από τις διάφορες ανανεώσιμες πηγές που εξετάστηκαν δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ως προς την περιβαλλοντική και κοινωνική τους αξιολόγηση βάση των κριτηρίων που έχουμε θέσει.

4.2.3 Καθορισμός Βαρύτητας Κριτηρίων

Ο καθορισμός της βαρύτητας για τα 32 κριτήρια βάση των οποίων θα γίνει η αξιολόγηση και κατάταξη των τριών διαφορετικών έργων ανανεώσιμης ενέργειας γίνεται με την εφαρμογή της μεθοδολογίας που προτείνεται στα πλαίσια της Ιεραρχικής Ανάλυσης Αποφάσεων (AHP). Ο υπολογισμός της βαρύτητας των κριτηρίων γίνεται με χρήση του διαδικτυακού λογισμικού MaketItRational. Ο καθορισμός των ζευγαρωτών σχέσεων γίνεται βάση των λεκτικών σχέσεων που παρουσιάζονται στον πίνακα 3.1 και οι σχέσεις

καθορίζονται σε δύο άξονες, μεταξύ των εναλλακτικών που συγκρίνονται και μεταξύ των διαφορετικών κριτηρίων αξιολόγησης.

Αρχικά εισάγεται στο λογισμικό η ζευγαρωτή σχέση μεταξύ των τεσσάρων ομάδων κριτηρίων όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 4.2. Η λογική του καθορισμού αυτών των σχέσεων γίνεται στα πλαίσια του ότι η διατριβή ασχολείται με την περιβαλλοντική και κοινωνική αξιολόγηση των έργων ανανεώσιμης ενέργειας. Οπότε ορίζεται και εισάγεται στο λογισμικό ότι τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά κριτήρια είναι προφανώς πιο σημαντικά από τα τεχνοοικονομικά κριτήρια, τα θεσμικά κριτήρια είναι απολύτως πιο σημαντικά από τα τεχνοοικονομικά κριτήρια, τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά κριτήρια είναι ισοδύναμα και τα θεσμικά κριτήρια είναι ελαφρώς πιο σημαντικά από τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά.

Έπειτα εισάγεται στο λογισμικό η ζευγαρωτή σχέση των κριτηρίων της κάθε ομάδας. Η σχέση απεικονίζει πόσο πιο σημαντικό είναι το κάθε κριτήριο σε σχέση με το κάθε άλλο κριτήριο στην ίδια ομάδα. Για παράδειγμα όσον αφορά τη σχέση του κριτηρίου ΚΠ12 που είναι ο δείκτης πρόληψης επιπτώσεων από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σε σχέση με το κριτήριο ΚΠ3 που είναι ο δείκτης εκπομπών αέριων ρύπων η σχέση ορίζεται ότι το ΚΠ3 είναι ελαφρώς πιο σημαντικό από το ΚΠ12 και η σχέση είναι 1:3. Αντίστοιχες σχέσεις εισάγονται για όλα τα ζευγάρια κριτηρίων.

Πίνακας 4.2: Σχέσεις μεταξύ των τεσσάρων ομάδων κριτηρίων.

Κοινωνικά Κριτήρια vs. Τεχνοοικονομικά Κριτήρια	7 : 1
Θεσμικά Κριτήρια vs. Τεχνοοικονομικά Κριτήρια	9 : 1
Περιβαλλοντικά Κριτήρια vs. Τεχνοοικονομικά Κριτήρια	7 : 1
Θεσμικά Κριτήρια vs. Περιβαλλοντικά Κριτήρια	3 : 1
Κοινωνικά Κριτήρια vs. Περιβαλλοντικά Κριτήρια	1 : 1
Θεσμικά Κριτήρια vs. Κοινωνικά Κριτήρια	3 : 1

Τέλος εισάγεται στο λογισμικό η ζευγαρωτή σχέση των τριών εναλλακτικών που συγκρίνουμε για το κάθε κριτήριο και συγκεκριμένα το ποια σχέση έχουν τα τρία διαφορετικά έργα όσον αφορά το κάθε κριτήριο. Η λογική των σχέσεων που εισάγεται προκύπτει από τη σημασία που έχει κάθε κριτήριο για το κάθε είδος έργου. Για παράδειγμα όσον αφορά το κριτήριο ΚΠ12 που είναι ο δείκτης πρόληψης επιπτώσεων από ηλεκτρομαγνητικά πεδία λαμβάνοντας υπόψη ότι η σχετική περιβαλλοντική επίπτωση προκύπτει κυρίως για τα αιολικά πάρκα, λιγότερο από τα φωτοβολταϊκά πάρκα και σχεδόν ποτέ από τα έργα βιοαερίου η σχέσεις καθορίζονται όπως φαίνεται στον πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3: Σχέσεις των τριών εναλλακτικών όσον αφορά το κριτήριο ΚΠ12.

Αιολικό Πάρκο vs. Φωτοβολταϊκό	7 : 1
Φωτοβολταϊκό vs. Βιοαέριο	2 : 1
Αιολικό Πάρκο vs. Βιοαέριο	9 : 1

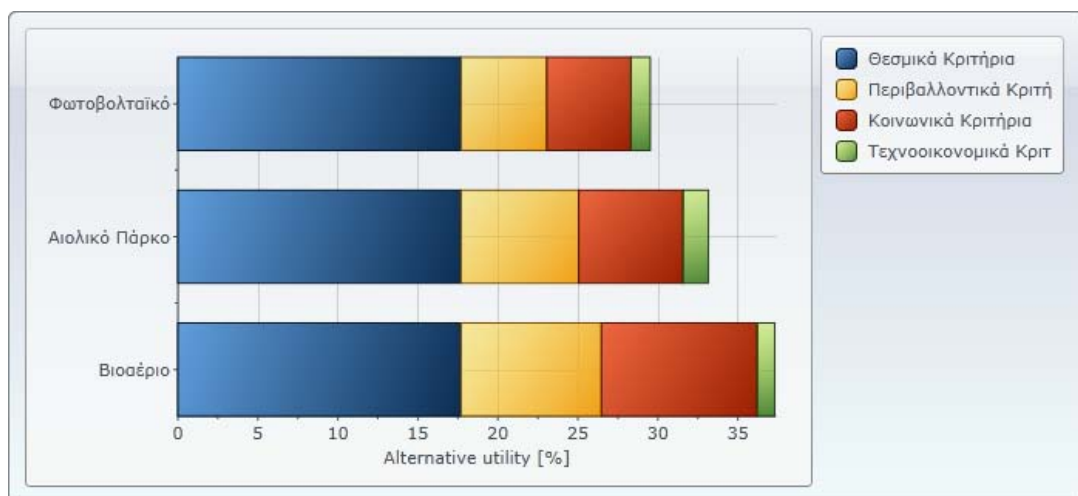
Σημαντικό είναι ότι το λογισμικό καθώς εισάγονται οι ζευγαρωτές σχέσεις υπολογίζει ταυτόχρονα και ελέγχει τον Δείκτη Συνέπειας CI και το λόγο $\frac{CI}{RI}$ διασφαλίζοντας ότι παραμένει κάτω από 0.10, ειδοποιώντας όταν παραβιάζεται αυτή η απαίτηση και δίνοντας κατεύθυνση προς τα που πρέπει να κινηθεί η σχέση για να διατηρηθεί η συνέπεια. Οπότε οι βαρύτητες των κριτηρίων που προκύπτουν είναι βέβαιο ότι είναι συνεπής.

Μετά την εισαγωγή των σχέσεων το λογισμικό υπολόγισε τις βαρύτητες των τεσσάρων ομάδων κριτηρίων που παρουσιάζονται στον πίνακα 4.4.

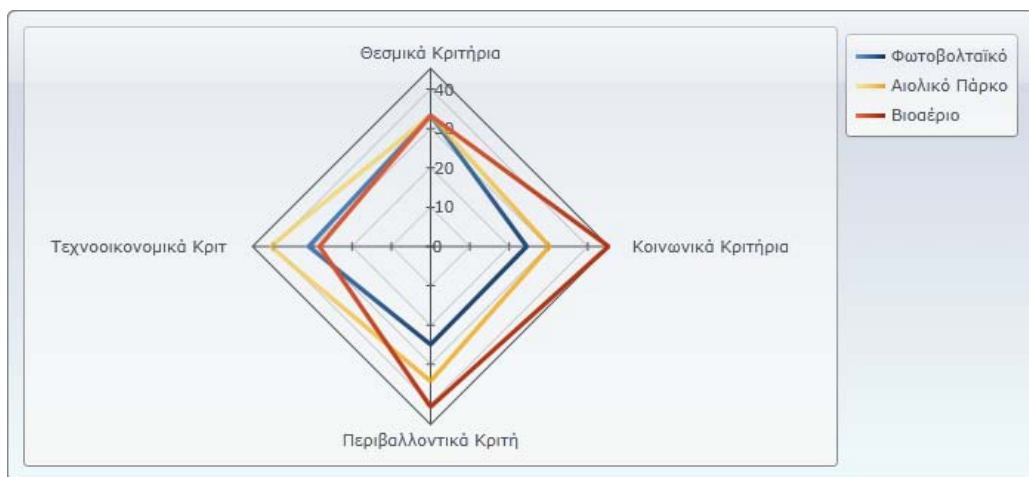
Πίνακας 4.4: Βαρύτητες των ομάδων κριτηρίων.

Criterion	Weight
Θεσμικά Κριτήρια	53,08
Περιβαλλοντικά Κριτή	21,51
Κοινωνικά Κριτήρια	21,51
Τεχνοοικονομικά Κριτ	3,9

Το λογισμικό επίσης απεικονίζει τις σχέσεις βαρύτητας μεταξύ των ομάδων κριτηρίων και μεταξύ των εναλλακτικών όπως φαίνεται στα διαγράμματα 4.3 και 4.4.



Διάγραμμα 4.3: Σχέσεις βαρύτητας των ομάδων κριτηρίων για την κάθε εναλλακτική.



Διάγραμμα 4.4: Σχέσεις βαρύτητας των ομάδων κριτηρίων για κάθε ομάδα ως προς την κάθε εναλλακτική.

Αντίστοιχα το λογισμικό υπολογίζει την βαρύτητα που προκύπτει, βάση των ζευγαρωτών σχέσεων για κάθε κριτήριο απεικονίζοντας αντίστοιχα τις σχέσεις βαρύτητας για όλα τα κριτήρια και εναλλακτικές. Η βαρύτητα των κριτηρίων στρογγυλεμένη στο τρίτο δεκαδικό ψηφίο, όπως προκύπτει από τους υπολογισμούς του λογισμικού παρουσιάζεται στον πίνακα 4.5.

Πίνακας 4.5: Βαρύτητα κριτηρίων.

<i>Κριτήρια Αξιολόγησης</i>	<i>Κωδικός</i>	<i>Βαρύτητα (w)</i>
<i>Τεχνοοικονομικά Κριτήρια</i>		<i>0,039</i>
Δείκτης βαθμού εφαρμογής έργου	KT1	0,003
Δείκτης ενεργειακής απόδοσης έργου	KT2	0,005
Δείκτης απόδοσης επιχορήγησης έργου	KT3	0,002
Δείκτης απόδοσης επένδυσης	KT4	0,019
Δείκτης επιβάρυνσης ηλεκτρολογικού δικτύου	KT5	0,009
Δείκτης κόστους συντήρησης	KT6	0,001
<i>Θεσμικά Κριτήρια</i>		<i>0,531</i>
Αριθμός αδειοδοτημένων παρεκκλίσεων από νομοθεσία που εφαρμόζονται στο έργο (αποκλίσεις από εντολή 2, εντός προστατευόμενης περιοχής κτλ)	KΘ1	0,133
Αριθμός παρεκκλίσεων πραγματικής κατασκευής έργου από όρους περιβαλλοντικής αρχής και πολεοδομικής άδειας	KΘ2	0,398

<i>Κριτήρια Αξιολόγησης</i>	<i>Κωδικός</i>	<i>Βαρύτητα (w)</i>
<i>Περιβαλλοντικά Κριτήρια</i>		<i>0,215</i>
Δείκτης κατανάλωσης νερού	ΚΠ1	0,017
Δείκτης εξοικονόμησης εκπομπών CO2	ΚΠ2	0,043
Δείκτης εκπομπών αέριων ρύπων	ΚΠ3	0,020
Δείκτης υγρών αποβλήτων	ΚΠ4	0,004
Δείκτης στερεών αποβλήτων	ΚΠ5	0,004
Δείκτης επιπτώσεων σε γη (οδικό δίκτυο)	ΚΠ6	0,005
Δείκτης επιπτώσεων σε χρήσεις γης	ΚΠ7	0,011
Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων από θόρυβο	ΚΠ8	0,015
Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων στην πανίδα και χλωρίδα	ΚΠ9	0,009
Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων στην πολιτιστική κληρονομιά και μνημεία	ΚΠ10	0,006
Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων στο οπτικό πεδίο – αντανακλάσεις, σκίαση, τρεμοπέξιμο σκιάς, οπτική όχληση	ΚΠ11	0,005
Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων από ηλεκτρομαγνητικά πεδία	ΚΠ12	0,006
Δείκτης πρόληψης επιπτώσεων στο μικροκλίμα της περιοχής	ΚΠ13	0,005
Δείκτης εξοικονόμησης υγρών καυσίμων	ΚΠ14	0,017
Δείκτης επιπτώσεων στο έδαφος	ΚΠ15	0,003
Δείκτης επιπτώσεων από οσμές, σκόνη κτλ	ΚΠ16	0,005
Δείκτης επιπτώσεων από οδική κυκλοφορία	ΚΠ17	0,008
Δείκτης ανακύκλωσης υλικών κατασκευής έργου	ΚΠ18	0,032
<i>Κοινωνικά Κριτήρια</i>		<i>0,215</i>
Θέσεις εργασίας	ΚΚ1	0,096
Ατυχήματα και συμβάντα που συνδέονται με τη λειτουργία του έργου από την έναρξη λειτουργίας του	ΚΚ2	0,052
Παράπονα από περίοικους που συνδέονται με τη λειτουργία του έργου από την έναρξη λειτουργίας του	ΚΚ3	0,021

<i>Κριτήρια Αξιολόγησης</i>	<i>Κωδικός</i>	<i>Βαρύτητα (w)</i>
Δείκτης αντισταθμιστικών πληρωμών – κόστος έργου	ΚΚ4	0,028
Δείκτης κοινωνικής οικονομικής ανταπόδοσης	ΚΚ5	0,010
Δείκτης κοινωνικού θετικού αντίκτυπου	ΚΚ6	0,008

4.2.4 Πολυκριτηριακή Ανάλυση

Η πολυκριτηριακή ανάλυση των τριών διαφορετικών εναλλακτικών έργων ανανεώσιμης ενέργειας δηλαδή του Αιολικού Πάρκου (A1), του φωτοβολταϊκού πάρκου (A2) και της μονάδας βιοαερίου (A3) γίνεται με βάση τη μεθοδολογία TOPSIS. Οι υπολογισμοί και τα αποτελέσματα της μεθόδου παρουσιάζονται στον πίνακα 4.6. Η βαρύτητα των κριτηρίων σύγκρισης έχει καθοριστεί στην προηγούμενη παράγραφο όπου με βάση τις σχέσεις που προτείνει η μεθοδολογία αρχικά υπολογίζεται η κανονικοποιημένη μήτρα απόφασης με τις κανονικοποιημένες τιμές για την κάθε εναλλακτική στις στήλες $A1norm$, $A2norm$ και $A3norm$. Έπειτα υπολογίζεται η σταθμισμένη κανονικοποιημένη μήτρα απόφασης και οι σταθμισμένες κανονικοποιημένες τιμές για την κάθε εναλλακτική και κάθε κριτήριο εμφανίζονται στις στήλες $A1w$, $A2w$ και $A3w$.

Πίνακας 4.6: Κανονικοποιημένες μήτρες πολυκριτηριακής ανάλυσης.

<i>Κριτήριο</i>	<i>Κανονικοποιημένη Μήτρα Απόφασης</i>			<i>Σταθμισμένη Κανονικοποιημένη Μήτρα Απόφασης</i>		
	<i>A1norm</i>	<i>A2norm</i>	<i>A3norm</i>	<i>A1w</i>	<i>A2w</i>	<i>A3w</i>
KT1	0,54	0,59	0,59	0,002	0,002	0,002
KT2	0,39	0,72	0,58	0,002	0,004	0,003
KT3	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
KT4	0,68	0,66	0,32	0,013	0,012	0,006
KT5	0,45	0,89	0,00	0,004	0,008	0,000
KT6	0,61	0,19	0,77	0,001	0,000	0,001
ΚΘ1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΚΘ2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΚΠ1	0,00	0,78	0,63	0,000	0,013	0,011
ΚΠ2	0,14	0,29	0,95	0,006	0,013	0,041

<i>Κριτήριο</i>	<i>Κανονικοποιημένη Μήτρα Απόφασης</i>			<i>Σταθμισμένη Κανονικοποιημένη Μήτρα Απόφασης</i>		
	<i>A1norm</i>	<i>A2norm</i>	<i>A3norm</i>	<i>A1w</i>	<i>A2w</i>	<i>A3w</i>
ΚΠ3	0,00	0,00	1,00	0,000	0,000	0,020
ΚΠ4	0,00	0,76	0,65	0,000	0,003	0,003
ΚΠ5	0,00	0,28	0,96	0,000	0,001	0,004
ΚΠ6	0,95	0,31	0,00	0,005	0,002	0,000
ΚΠ7	0,02	0,94	0,34	0,000	0,010	0,004
ΚΠ8	0,58	0,58	0,58	0,009	0,009	0,009
ΚΠ9	0,43	0,64	0,64	0,004	0,006	0,006
ΚΠ10	0,58	0,58	0,58	0,003	0,003	0,003
ΚΠ11	0,58	0,58	0,58	0,003	0,003	0,003
ΚΠ12	0,58	0,58	0,58	0,003	0,003	0,003
ΚΠ13	0,58	0,58	0,58	0,003	0,003	0,003
ΚΠ14	0,14	0,29	0,95	0,002	0,005	0,016
ΚΠ15	0,58	0,58	0,58	0,002	0,002	0,002
ΚΠ16	0,58	0,58	0,58	0,003	0,003	0,003
ΚΠ17	0,58	0,58	0,58	0,005	0,005	0,005
ΚΠ18	0,74	0,23	0,63	0,024	0,008	0,020
ΚΚ1	0,03	1,00	0,07	0,003	0,096	0,007
ΚΚ2	0,00	0,00	1,00	0,000	0,000	0,052
ΚΚ3	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
ΚΚ4	1,00	0,00	0,00	0,028	0,000	0,000
ΚΚ5	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
ΚΚ6	0,60	0,80	0,00	0,005	0,006	0,000

Από αυτές τις τιμές και με βάση τον χαρακτηρισμό των κριτηρίων σε κριτήρια οφέλους (*max*) ή κριτήρια κόστους (*min*) που παρουσιάζεται στη σχετική στήλη του πίνακα 4.7, προκύπτουν η ιδεατή λύση στη στήλη *A** και η αρνητικά-ιδεατή λύση στη στήλη *A-* που παρουσιάζονται στον πίνακα 4.7.

Πίνακας 4.7: Χαρακτηρισμός κριτηρίων, ιδεατή λύση *A** και αρνητικά-ιδεατή λύση *A-*.

<i>Κριτήριο</i>	<i>Όφελος (max) / Κόστος (min)</i>	<i>Ιδεατή λύση</i>	<i>Αρνητικά Ιδεατή Λύση</i>
		<i>A*</i>	<i>A-</i>
KT1	max	0,002	0,002
KT2	max	0,004	0,002
KT3	min	0,000	0,000
KT4	max	0,013	0,006
KT5	min	0,000	0,008
KT6	min	0,000	0,001
KΘ1	min	0,000	0,000
KΘ2	min	0,000	0,000
KΠ1	min	0,000	0,013
KΠ2	max	0,041	0,006
KΠ3	min	0,000	0,020
KΠ4	min	0,000	0,003
KΠ5	min	0,000	0,004
KΠ6	min	0,000	0,005
KΠ7	min	0,000	0,010
KΠ8	max	0,009	0,009
KΠ9	max	0,006	0,004
KΠ10	max	0,003	0,003
KΠ11	max	0,003	0,003

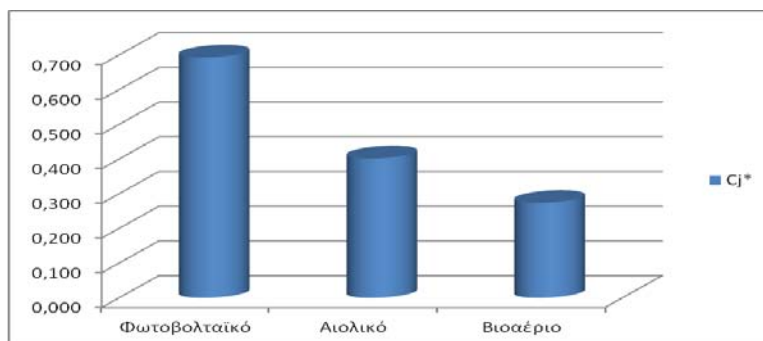
Κριτήριο	Όφελος (max) / Κόστος (min)	Ιδεατή λύση	Αρνητικά Ιδεατή Λύση
		A^*	A^-
ΚΠ12	max	0,003	0,003
ΚΠ13	max	0,003	0,003
ΚΠ14	max	0,016	0,002
ΚΠ15	max	0,002	0,002
ΚΠ16	max	0,003	0,003
ΚΠ17	max	0,005	0,005
ΚΠ18	max	0,024	0,008
ΚΚ1	max	0,096	0,003
ΚΚ2	min	0,000	0,052
ΚΚ3	min	0,000	0,000
ΚΚ4	max	0,028	0,000
ΚΚ5	max	0,000	0,000
ΚΚ6	max	0,006	0,000

Η n-διάστατη Ευκλείδεια απόσταση της κάθε εναλλακτικής από την ιδεατή λύση D_j^* και από την αρνητικά-ιδεατή λύση D_j^- και η σχετική τους εγγύτητα με την ιδεατή λύση C_j^* παρουσιάζονται στον πίνακα 4.8.

Πίνακας 4.8: D_j^* , D_j^- και C_j^* για τις τρεις εναλλακτικές.

	Αιολικό (A1)	Φωτοβολταϊκό (A2)	Βιοαέριο (A3)
D_j^*	0,100	0,048	0,110
D_j^-	0,067	0,109	0,041
C_j^*	0,402	0,693	0,274

Οπότε η κατάταξη των τριών διαφορετικών εναλλακτικών σύμφωνα με την μεθοδολογία TOPSIS και βάση της εγγύτητας τους στην ιδεατή λύση προκύπτει ότι είναι $A2 > A1 > A3$ ή Φωτοβολταϊκό > Αιολικό > Βιοαέριο. Η σχετική εγγύτητα των τριών λύσεων στην ιδεατή λύση παρουσιάζεται στο διάγραμμα 4.5.



Διάγραμμα 4.5: Κατάταξη έργων βάση της σχετικής εγγύτητας στην ιδεατή λύση C_j^* .

4.2.5 Έλεγχος Ερευνητικής Υπόθεσης H_{1B}

Για τον έλεγχο της μηδενικής υπόθεσης H_{0B} δηλαδή, ότι τα εγκατεστημένα έργα παραγωγής ενέργειας από τις διάφορες ανανεώσιμες πηγές στην Κύπρο δεν διαφέρουν από την ιδεατή λύση όσον αφορά την περιβαλλοντική και κοινωνική τους αξιολόγηση, θα συγκρίνουμε την ιδεατή λύση με τη μέση εφαρμογή που έχει προκύψει από την έρευνα πεδίου. Η μέση εφαρμογή, ως μέσος όρος των τιμών των κριτηρίων αξιολόγησης των έργων και η ιδεατή λύση όπως προκύπτει από τον ορισμό που δίνεται στη μεθοδολογία TOPSIS δηλαδή ότι ο λήπτης της απόφασης επιθυμεί τα κριτήρια οφέλους να έχουν τη μέγιστη τιμή μεταξύ των εναλλακτικών ενώ τα κριτήρια κόστους (ή με αρνητικό αντίκτυπο) να έχουν τις μικρότερες τιμές μεταξύ των εναλλακτικών, παρουσιάζονται στον πίνακα 4.9.

Πίνακας 4.9: Ιδεατή λύση και μέση εφαρμογή.

Κριτήριο	Ιδεατή λύση	Μέση Εφαρμογή	Κριτήριο	Ιδεατή λύση	Μέση Εφαρμογή
KT1	1,00	0,97	KΠ9	1,00	0,89
KT2	1,07	0,84	KΠ10	1,00	1,00
KT3	0,00	0,00	KΠ11	1,00	1,00
KT4	1,59	1,29	KΠ12	533,33	1,00
KT5	0,00	0,14	KΠ13	1,00	1,00
KT6	5,67	15,84	KΠ14	1,00	258,84
KΘ1	0,03	0,000	KΠ15	1,00	1,00
KΘ2	6092,14	0,000	KΠ16	0,95	1,00

<i>Κριτήριο</i>	<i>Ιδεατή λύση</i>	<i>Μέση Εφαρμογή</i>	<i>Κριτήριο</i>	<i>Ιδεατή λύση</i>	<i>Μέση Εφαρμογή</i>
ΚΠ1	0,00	34,02	ΚΠ17	0,03	1,00
ΚΠ2	0,03	2957,11	ΚΠ18	6092,14	0,68
ΚΠ3	0,00	0,17	ΚΚ1	8,50	3,13
ΚΠ4	0,00	34,85	ΚΚ2	0,00	0,11
ΚΠ5	0,42	0,04	ΚΚ3	0,00	0,00
ΚΠ6	1,00	0,48	ΚΚ4	0,21	0,07
ΚΠ7	1,00	9,53	ΚΚ5	0,00	0,00
ΚΠ8	1,00	1,00	ΚΚ6	0,03	0,02

Προκειμένου να αποφασιστεί εάν πρέπει να εφαρμοστεί παραμετρική ή μη παραμετρική μέθοδος ελέγχου διενεργείται η επαγωγική μέθοδος δοκιμής Kolmogorov–Smirnov, η οποία ελέγχει τη μηδενική υπόθεση ότι η κατανομή του δείγματος που εξετάζεται δεν διαφέρει από την κανονική. Τρέχοντας στο λογισμικό SPSS τη δοκιμή για τις δύο ομάδες κριτηρίων για την ιδεατή λύση και τη μέση εφαρμογή προκύπτουν τα αποτελέσματα που φαίνονται στο διάγραμμα 4.6, από όπου προκύπτει ότι η σημαντικότητα (P-value) είναι και στις δύο περιπτώσεις Asymp. Sig. (2-tailed): 0,000, οπότε απορρίπτουμε την πιο πάνω μηδενική υπόθεση. Οπότε θα πρέπει να εφαρμοστεί μη παραμετρική μέθοδος δοκιμής για έλεγχο της διαφοράς των δύο ομάδων.

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Ιδεατή Λύση	Μέση Εφαρμογή
N		32	32
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	207,9366	103,9694
	Std. Deviation	1077,85818	522,65840
Most Extreme Differences	Absolute	,511	,490
	Positive	,511	,490
	Negative	-,424	-,421
Test Statistic		,511	,490
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000 ^c	,000 ^c

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

Διάγραμμα 4.6: Αποτελέσματα ελέγχου κατανομής για τις δύο ομάδες στοιχείων

Κατόπιν τρέχοντας στο SPSS τη μη παραμετρική μέθοδο δοκιμής Mann–Whitney U για τις δύο ομάδες τιμών κριτηρίων προκύπτει ο πίνακας αποτελεσμάτων που παρουσιάζεται στο διάγραμμα 4.7.

NPar Tests			
Mann-Whitney Test			
Ranks			
Εφαρμογές	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Έργα Ιδεατή Λύση	32	30,38	972,00
Μέση Εφαρμογή	32	34,63	1108,00
Total	64		

Test Statistics^a	
	Έργα
Mann-Whitney U	444,000
Wilcoxon W	972,000
Z	-,930
Asymp. Sig. (2-tailed)	,353

a. Grouping Variable: Εφαρμογές

Διάγραμμα 4.7: Αποτελέσματα ελέγχου διαφοράς μεταξύ της μέσης εφαρμογής και της ιδεατής λύσης.

Όπως προκύπτει από την εφαρμογή της στατιστικής μεθόδου δοκιμής, η σημαντικότητα Asymp. Sig. (P-value) (2-tailed) για τις δύο ομάδες είναι 0,353, σαφώς πάνω από το όριο του 0,05 που έχουμε θέσει, οπότε δεν μπορεί βάσιμα να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση H_{0B} ότι τα εγκατεστημένα έργα παραγωγής ενέργειας από τις διάφορες ανανεώσιμες πηγές στην Κύπρο δεν διαφέρουν από την ιδεατή λύση όσον αφορά την περιβαλλοντική και κοινωνική τους αξιολόγηση.

4.2.6 Ανάλυση SWOT

Βάση των αποτελεσμάτων του ελέγχου των υποθέσεων, της πολυκριτηριακής σύγκρισης και κατάταξης των τριών διαφορετικών έργων παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας, των ποιοτικών δεδομένων που προέκυψαν από την έρευνα πεδίου και στοιχεία από τη βιβλιογραφία παραθέτονται παρακάτω τα Δυνατά Σημεία, οι Αδυναμίες, οι Ευκαιρίες και οι Απειλές για τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο. Τα Δυνατά Σημεία και οι Αδυναμίες αφορούν εσωτερικούς παράγοντες του τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενώ οι Ευκαιρίες και οι Απειλές εξωτερικούς παράγοντες.

4.2.6.1 Δυνατά Σημεία

Ένα δυνατό σημείο που προκύπτει τόσο από την έρευνα πεδίου όσο και από βιβλιογραφικές αναφορές (Koroneos, Fokaidis and Moussiopoulos, 2005; Maxoulis and Kalogirou, 2008; Poullikkas 2009β; Pilavachi, et al., 2009) είναι ότι η Κύπρος διαθέτει σημαντικό ηλιακό δυναμικό και η αξιοποίηση του γίνεται με μεγάλο αριθμό έργων (βλέπε διάγραμμα 3.3), ενώ όπως έχει προκύψει και το φωτοβολταϊκό πάρκο κατατάσσεται πλησιέστερα στην ιδεατή λύση από τα άλλα έργα και ως η βέλτιστη εφαρμογή μεταξύ των τριών που συγκρίθηκαν. Από την έρευνα πεδίου και τα στοιχεία που συλλέχθηκαν διαπιστώνεται ότι τα έργα ανανεώσιμης ενέργειας προσφέρουν ευκαιρίες εργοδότησης όπως αναμένεται, αλλά και σε μεγαλύτερο βαθμό και ότι συνδράμουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ορυκτών καυσίμων συνεπώς και στην ενεργειακή ασφάλεια της Κύπρου όπως και στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αέριων ρύπων, σημείο το οποίο είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την Κύπρο, όπου η ηλεκτροπαραγωγή της μέχρι πρόσφατα γινόταν σχεδόν αποκλειστικά με την καύση ορυκτών καυσίμων με επάνω από 91% της ενέργειας να παράγεται από πετρέλαιο (Koroneos, Fokaidis and Moussiopoulos, 2005) και η κατά κεφαλή παραγωγή CO₂ είναι υψηλή (Pilavachi, et al., 2009).

Επίσης δυνατό σημείο του τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ότι ειδικά οι μονάδες βιοαερίου συνεισφέρουν στη διαχείριση και στον περιορισμό των υγρών, αλλά και στερεών αποβλήτων, σημαντικό σημείο για την περίπτωση της Κύπρου που το 2009 παρουσίαζε τη μεγαλύτερη παραγωγή αποβλήτων ανά κάτοικο από όλες τις χώρες της ευρωπαϊκής ένωσης με παραγωγή 775 Kg κατά κεφαλήν το έτος (EEA, 2011). Άλλο δυνατό σημείο που προκύπτει είναι ότι τα εγκατεστημένα έργα συμβάλουν στην προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και στη δημιουργία θετικού κοινωνικού αντίκτυπου μέσω των επισκέψεων του κοινού σε αυτά ειδικά στο αιολικό πάρκο. Τέλος από τη στατιστική ανάλυση των στοιχείων και τον έλεγχο των υποθέσεων μπορούμε να συμπεράνουμε ως δυνατό σημείο το γεγονός ότι τα έργα παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας εφαρμόζονται περιβαλλοντικά και κοινωνικά αποδοτικά και δεν διαφέρουν σημαντικά ως προς την κοινωνική και περιβαλλοντική τους απόδοση.

4.2.6.2 Αδυναμίες

Αν και υπάρχουν βιβλιογραφικές αναφορές που αναφέρουν ότι η Κύπρος είναι κατάλληλη για την παραγωγή ενέργειας από τον άνεμο (Pilavachi, et al., 2009) και ότι υπάρχουν θέσεις στο νησί που παρουσιάζουν προοπτικές αξιοποίησης (Pashardes and Christofides, 1996; Koroneos, Fokaidis and Moussiopoulos, 2005), από την έρευνα πεδίου προέκυψε ότι η απόδοση της αιολικής ενέργειας εμφανίζεται μειωμένη σε σχέση με την αναμενόμενη, γεγονός το οποίο αποτελεί αδυναμία. Επίσης η αδυναμία αυτή ενδυναμώνεται από το δεδομένο ότι η μέγιστη ισχύς έργων ανανεώσιμης ενέργειας στην Κύπρο αντιστοιχεί σε αιολικά πάρκα (βλέπε

διάγραμμα 3.4) τα οποία και σύμφωνα με την πολυκριτηριακή σύγκριση κατατάσσονται δεύτερα σε εγγύτητα στην ιδεατή λύση.

Επίσης από την ανάλυση των ποιοτικών, αλλά και ποσοτικών δεδομένων που συλλέχθηκαν προκύπτει ότι στην Κύπρο το κόστος συντήρησης των έργων ανανεώσιμης ενέργειας είναι σχετικά υψηλό. Σε σχέση με τις κοινωνικές επιπτώσεις, αν και βιβλιογραφικά προκύπτει κάτι διαφορετικό (Chrysis, 2009), η οικονομική ανταπόδοση των έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προς τις τοπικές κοινότητες περιορίζεται μόνο στο αιολικό πάρκο μεταξύ των έργων του δείγματος. Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και την περιβαλλοντική απόδοση, από τα έργα που μελετήθηκαν δεν φαίνεται να προκύπτουν αδυναμίες.

4.2.6.3 Ευκαιρίες

Το ότι η παραγωγή ενέργειας στην Κύπρο εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τα ορυκτά καύσιμα (Koroneos, Fokaidis and Moussiopoulos, 2005), όπως και το ότι η Κύπρος παρουσιάζει υψηλές κατά κεφαλή εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (Pilavachi, et al., 2009) και υψηλή κατά κεφαλή παραγωγή αποβλήτων (EEA, 2011) αποτελούν τρεις ευκαιρίες για τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ακόμη ευκαιρίες αποτελούν οι πολιτικές της ευρωπαϊκής ένωσης και οι στόχοι για επέκταση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επίσης από την έρευνα πεδίου προέκυψε ότι αν και δεν δίνονται ενισχύσεις με τη μορφή εφάπαξ επιχορήγησης στα έργα ανανεώσιμης ενέργειας οι τιμές αγοράς της ηλεκτρικής ισχύος από ανανεώσιμες πηγές είναι ελκυστικές, ενώ και το θεσμικό πλαίσιο για την εφαρμογή έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο νησί είναι ενθαρρυντικό, όπως αναφέρεται και στη βιβλιογραφία (Maxoullis and Kalogirou, 2008).

Από τα ποιοτικά στοιχεία που συλλέχθηκαν στην έρευνα πεδίου προέκυψαν ως ευκαιρίες το γεγονός ότι η εξάπλωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προς το παρόν είναι περιορισμένη και ότι υπάρχουν νέες τεχνολογικές εφαρμογές που μπορούν να αυξήσουν την αποδοτικότητα της ανανεώσιμης ενέργειας μέσω της αποθήκευσης ενέργειας, όπως η εφαρμογή μεθόδων ανύψωσης νερού μέσω άντλησης και παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας όταν χρειάζεται στα φράγματα που υπάρχουν στο νησί. Ακόμη ευκαιρία είναι ότι υπάρχουν τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας που ενώ ακόμη δεν έχουν διαδοθεί παρουσιάζουν σημαντικό ενδιαφέρον για το νησί, όπως τα παραβολικά συστήματα ηλιοθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού (Poullikkas, 2009a). Τέλος ευκαιρία για τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι το γεγονός ότι η Κύπρος διαθέτει ένα απομονωμένο ενεργειακό σύστημα χωρίς εγχώριους ενεργειακούς πόρους (Poullikkas 2009β; Theodorou, Florides and Tassou, 2010).

4.2.6.4 Απειλές

Απειλή για τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών στην Κύπρο αποτελεί η διαφαινόμενη ύπαρξη υδρογονανθράκων στην θαλάσσια περιοχή της (Pilavachi, et al., 2009; Kariotis, 2011) και η ενδεχόμενη προώθηση της χρήσης τους ανταγωνιστικά στη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή και η ενδεχόμενη μείωση της ανάγκης για ενεργειακή απεξάρτηση από τις εισαγωγές υδρογονανθράκων. Ακόμη μία απειλή που προκύπτει τόσο από τη βιβλιογραφία (Pilavachi, et al., 2009; Menegaki, 2012) όσο και από την έρευνα πεδίου είναι οι διοικητικές διαδικασίες που χαρακτηρίζονται ως εμπόδιο.

4.2.6.5 Πλέγμα SWOT

Σύμφωνα με την ανάλυση των προηγούμενων παραγράφων στο διάγραμμα 4.8 παρουσιάζεται το πλέγμα SWOT για τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο. Περιλαμβάνει συνοπτικά τα Δυνατά Σημεία, τις Αδυναμίες, τις Ευκαιρίες και τις Απειλές όπως έχουν εντοπιστεί.

	Δυνατά Σημεία	Αδυναμίες
Εσωτερικοί Παράγοντες	<ul style="list-style-type: none">➤ Σημαντικό ηλιακό δυναμικό Κύπρου➤ Εξοικονόμηση ορυκτών καυσίμων➤ Αυξημένες ευκαιρίες εργοδότησης➤ Περιορισμός των εκπομπών του διοξειδίου τα άνθρακα και άλλων αέριων ρύπων➤ Συνεισφορά στη διαχείριση και στον περιορισμό των υγρών και στερεών αποβλήτων➤ Προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και δημιουργία θετικού σχετικού κοινωνικού αντίκτυπου➤ Περιβαλλοντική και κοινωνική αποδοτικότητα	<ul style="list-style-type: none">➤ Μειωμένη απόδοση της αιολικής ενέργειας➤ Υψηλό κόστος συντήρησης έργων ανανεώσιμης ενέργειας➤ Περιορισμός οικονομικής ανταπόδοσης στις τοπικές κοινότητες στα αιολικά πάρκα

Εξωτερικοί Παράγοντες	Ευκαιρίες	Απειλές
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Εξάρτηση παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα ➤ Υψηλές κατά κεφαλή εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ➤ Υψηλή κατά κεφαλή παραγωγή αποβλήτων ➤ Πολιτικές και στόχοι Ευρωπαϊκής Ένωσης ➤ Ελκυστικές τιμές αγοράς της ηλεκτρικής ισχύος από ανανεώσιμες πηγές ➤ Ενθαρρυντικό νομοθετικό πλαίσιο ➤ Τεχνολογικές εφαρμογές για την αποθήκευση ενέργειας ➤ Άλλες τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας ➤ Απομονωμένο ενεργειακό σύστημα Κύπρου 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Υδρογονάνθρακες ➤ Διοικητικές Διαδικασίες

Διάγραμμα 4.8: Πλέγμα SWOT για τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο.

Συζήτηση – Συμπεράσματα - Εισηγήσεις

5.1 Συζήτηση

Σκοπός της διατριβής είναι η κοινωνική και περιβαλλοντική αξιολόγηση εγκατεστημένων έργων ανανεώσιμης ενέργειας στην Κύπρο. Η αξιολόγηση έγινε στη βάση μίας σειράς επιλεγμένων τεχνοοικονομικών, θεσμικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών κριτηρίων που δίνουν εικόνα για την κοινωνική και περιβαλλοντική απόδοση των έργων και έχουν τη μορφή δεικτών για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σύγκριση. Για την εξαγωγή συμπερασμάτων συλλέχθηκαν και συγκρίθηκαν στοιχεία για τρία διαφορετικά έργα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που λειτουργούν στο νησί και συγκεκριμένα για ένα αιολικό πάρκο, ένα φωτοβολταϊκό πάρκο και μία μονάδα βιοαερίου.

Αρχικά συγκρίθηκε στατιστικά η απόδοση των τριών έργων, όπως εκφράστηκε από τις τιμές που πήραν τα κριτήρια – δείκτες για το κάθε έργο και προέκυψε ότι τα έργα παραγωγής ενέργειας από τις τρεις διαφορετικές ανανεώσιμες πηγές δεν διαφέρουν σημαντικά ως προς την κοινωνική και περιβαλλοντική τους αξιολόγηση. Κατόπιν διενεργήθηκε πολυκριτηριακή σύγκριση για τα τρία έργα με εφαρμογή της μεθοδολογίας TOPSIS. Προκειμένου να καθοριστεί η βαρύτητα κάθε κριτηρίου εφαρμόστηκε η μεθοδολογία που προτείνεται στα πλαίσια της μεθόδου Ιεραρχικής Ανάλυσης Αποφάσεων (AHP). Από την ανάλυση προέκυψε η ιδεατή λύση, όσο αφορά τις τιμές των κριτηρίων και προέκυψε ότι το φωτοβολταϊκό πάρκο παρουσιάζει πλησιέστερη κοινωνική και περιβαλλοντική απόδοση στην ιδεατή λύση, με δεύτερο εγγύτερο το αιολικό πάρκο και πιο απομακρυσμένη μεταξύ των τριών έργων στην ιδεατή λύση τη μονάδα βιοαερίου.

Έπειτα συγκρίθηκε στατιστικά η μέση εφαρμογή έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως προέκυψε από τα στοιχεία που συλλέχθηκαν με την ιδεατή λύση που υπολογίστηκε με την εφαρμογή της μεθοδολογίας TOPSIS. Συγκεκριμένα συγκρίθηκε η ομάδα των μέσων τιμών των κριτηρίων για τα τρία έργα με την ομάδα τιμών των κριτηρίων για την ιδεατή λύση και προέκυψε ότι η κοινωνική και περιβαλλοντική απόδοση των έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο, όπως εκφράζετε από τα κριτήρια – δείκτες που έχουν καθοριστεί δεν διαφέρει σημαντικά από την κοινωνική και περιβαλλοντική απόδοση της ιδεατής λύσης. Τέλος με βάση τα ευρήματα της ανάλυσης, ποιοτικά δεδομένα που συλλέχθηκαν και στοιχεία από την βιβλιογραφική ανασκόπηση έγινε ανάλυση SWOT και παρήχθη ένα πλέγμα όπου καταγράφηκαν τα δυνατά

σημεία, οι αδυναμίες, οι ευκαιρίες και οι απειλές για τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο.

Όπως προέκυψε από την βιβλιογραφική ανασκόπηση αν και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν αντικείμενο εκτεταμένης έρευνας δεν εντοπίστηκαν δημοσιευμένες μελέτες που να αφορούν ειδικά αξιολόγηση εγκατεστημένων έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Σε αυτά τα πλαίσια τα ευρήματα της παρούσας διατριβής αποκτούν ιδιαίτερη σημασία, διότι απεικονίζουν τι συμβαίνει κατά τη λειτουργία των έργων και αφού ο σχεδιασμός, η αδειοδότηση και η κατασκευή τους έχει ολοκληρωθεί. Από την έρευνα πεδίου επιβεβαιώνεται το συμπέρασμα ότι οι ανανεώσιμες πηγές και τα έργα εκμετάλλευσης τους παρουσιάζουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον όπως αποτυπώνεται εκτεταμένα στη βιβλιογραφία (Abbasi and Abbasi, 2000; Guzek, 2008; Tegou, Polatides and Haralambopoulos, 2010; Tsoutsos, Frantzeskaki and Gekas, 2005), αλλά δεν προκύπτει ότι στις περιπτώσεις που μελετήσαμε υπάρχουν κοινωνικές αντιδράσεις για τα ήδη λειτουργούντα έργα όπως αναφέρεται σε έρευνες για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Pedersen, Hallberg and Wayne, 2007; Pasqualetti, 2011; Kaldellis, Kapsali and Katsanou; 2012). Αυτό μπορεί να ερμηνευθεί ως αποτέλεσμα του ότι πράγματι η εκτίμηση των επιπτώσεων έγινε αποτελεσματικά κατά το σχεδιασμό των έργων και εφαρμόστηκαν τα απαραίτητα μέτρα για πρόληψη των επιπτώσεων. Επιπλέον από την παρούσα έρευνα προκύπτει ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως εξετάζονται, πράγματι παρουσιάζουν θετικό αντίκτυπο στην εργοδότηση δημιουργώντας θέσεις εργασίας, το οποίο είναι σημαντικό συμπέρασμα ειδικά αν συγκριθεί με τη θέση που έχει εντοπιστεί στη βιβλιογραφία, ότι δεν υπάρχει ένα ξεκάθαρο αποτέλεσμα που να δείχνει εάν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επιδρούν θετικά ή αρνητικά (Lambert and Silva, 2012). Τέλος από την έρευνα πεδίου προκύπτει ότι γενικά η νομοθεσία τηρείται στην εφαρμογή των έργων, αλλά και ότι ο τεχνοοικονομικός σχεδιασμός των έργων δεν είναι σε όλες τις περιπτώσεις επιτυχημένος και η απόδοση τους δεν είναι πάντοτε η αναμενόμενη.

Ερμηνεύοντας τα ευρήματα που δείχνουν ότι τα εγκατεστημένα έργα παραγωγής ενέργειας από διαφορετικές ανανεώσιμες πηγές δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, ως προς την κοινωνική και περιβαλλοντική αξιολόγηση, αλλά και από την ιδεατή λύση μπορεί να ειπωθεί ότι ο τρόπος αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το σχετικό νομοθετικό πλαίσιο, οι διαδικασίες αδειοδότησης και οι διαδικασίες εκτίμησης και πρόληψης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των έργων είναι σε σημαντικό βαθμό αποτελεσματικές. Η διαδικασία που εφαρμόζεται διασφαλίζει εξίσου την περιβαλλοντική και κοινωνική απόδοση για όλες τις μορφές ανανεώσιμης ενέργειας που αξιοποιούνται στην Κύπρο. Προκύπτει λοιπόν ότι η εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, παρά τις ενδεχόμενες αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τα σχετικά μειονεκτήματα, εάν προωθηθεί φρόνιμα μπορεί να είναι μία λύση στα περιβαλλοντικά προβλήματα. Αυτό το συμπέρασμα συνάδει με συμπεράσματα από τη βιβλιογραφία

(Abdelhamid, Bahmed and Benoudjit, 2012) όπου μπορεί να εξετάζεται το θέμα από μία διαφορετική προσέγγιση και με διαφορετική μεθοδολογία, αλλά αποτυπώνεται κάτι αντίστοιχο.

Το αποτέλεσμα της κατάταξης των έργων ως προς την απόσταση τους προς την ιδεατή λύση αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον, ειδικά σε συνδυασμό με την αποδοχή των μηδενικών υποθέσεων της έρευνας. Από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι στις έρευνες σύγκρισης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που καταλήγουν σε κατάταξη ως προς το ποια είναι η πιο συμφέρουσα, ή η καταλληλότερη ή η αποτελεσματικότερη λύση (Varun, Prakash and Bhat, 2009; Evans, Strezov and Evans, 2009; Phdungsilp and Wuttipornpun, 2011; Ramana, Chidambaram, Kamaraj and Velraj, 2012) η ερμηνεία των αποτελεσμάτων γίνεται με δεδομένο ότι οι επιλογές παρουσιάζουν διαφορές και μπορούν να καταταχθούν σε μία σειρά λόγω διαφορετικότητας. Στην παρούσα διατριβή η κατάταξη ερμηνεύεται, έχοντας κατά νου ότι και οι τρεις επιλογές που εξετάστηκαν δεν διαφέρουν και θα πρέπει να τοποθετηθούν σε μία κατάταξη αριστείας, τρεις παρόμοιες ή καλύτερα, τρεις εξίσου αποδοτικές λύσεις. Δεδομένου ότι έχει προκύψει ότι τα έργα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ή δεν διαφέρουν προφανώς μεταξύ τους ως προς την κοινωνική και περιβαλλοντική τους αξιολόγηση, είναι δυσκολότερο ή λιγότερο ασφαλές να προκριθεί μία μορφή ανανεώσιμης ενέργειας για εφαρμογή και η κατάταξη αποκτά ιδιαίτερη σημασία.

Οπότε σημαντικό είναι το εύρημα ότι μεταξύ έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που έχουν κατασκευαστεί και κατά τη λειτουργία τους δεν παρουσιάζουν σε γενικές γραμμές σημαντικά διαφορετική περιβαλλοντική και κοινωνική απόδοση, τα φωτοβολταϊκά πάρκα είναι η λύση που μπορεί να προκριθεί και να προωθηθεί ως η πλέον περιβαλλοντικά και κοινωνικά αποδοτική για την Κύπρο, σε σχέση με τα αιολικά πάρκα και τις μονάδες βιοαερίου που μπορεί να είναι επίσης κοινωνικά και περιβαλλοντικά αποδοτικά σαν έργα, αλλά όσον αφορά την πολυκριτηριακή τους αξιολόγηση προσεγγίζουν λιγότερο την ιδεατή λύση. Η προώθηση των φωτοβολταϊκών πάρκων στο πλαίσιο μίας διαδικασίας αδειοδότησης και λειτουργίας που έχει διαπιστωθεί από την έρευνα ότι είναι αποτελεσματική, διασφαλίζει ότι η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο θα εξακολουθήσει να γίνεται με τον πλέον περιβαλλοντικά και κοινωνικά αποδοτικό τρόπο.

Όσον αφορά καθεαυτή την κατάταξη έργων που προέκυψε, η ανάδειξη του φωτοβολταϊκού πάρκου ως το πλησιέστερο έργο ανανεώσιμης ενέργειας στην ιδεατή λύση στην Κύπρο, συμφωνεί με ευρήματα και από άλλες έρευνες (Graebig, Bringezu and Fenner, 2010; Phdungsilp and Wuttipornpun, 2011), που παρόλο που εξετάζουν το θέμα από διαφορετικές προσεγγίσεις, επίσης αναδεικνύουν τα φωτοβολταϊκά ως την βέλτιστη επιλογή. Διαφέρει όμως από αποτελέσματα ερευνών που κατατάσσουν ως βέλτιστη λύση τα αιολικά πάρκα (Evans, Strezov and Evans, 2009; Varun, Prakash and Bhat, 2009) ή και άλλες εφαρμογές (Phdungsilp and Wuttipornpun, 2011). Ειδικά όσον αφορά την παραγωγή ηλεκτρισμού κελιών καυσίμου με υδρογόνο από

φυσικό αέριο που έχει εξεταστεί (Poullikkas, 2007) για την Κύπρο και έχει χαρακτηριστεί ως ανταγωνιστική εναλλακτική επιλογή σε σχέση με τα φωτοβολταϊκά δεν έχει εφαρμοστεί ακόμη στο νησί και δεν συμπεριλήφθηκε στις επιλογές που εξετάστηκαν στη διατριβή.

Το ότι η μονάδα βιοαερίου προκύπτει ως η πλέον απομακρυσμένη λύση από την ιδεατή, αποτελεί ένα εύρημα το οποίο αξίζει σχολιασμού. Η παραγωγή ενέργειας από απόβλητα, έχει διαπιστωθεί ότι παρουσιάζει ενδιαφέρον για την Κύπρο (Kythreotou, Tassou and Florides, 2011) και σημαντικό είναι να αναφερθεί και να προσμετρηθεί ότι μια μονάδα παραγωγής ενέργειας αυτής της μορφής προκαλεί και περιβαλλοντικό όφελος πέρα από επιπτώσεις στο περιβάλλον. Μια μονάδα βιοαερίου, όπως αυτή που συμπεριλήφθηκε στο δείγμα, πέρα από τις εκπομπές στερεών και υγρών αποβλήτων που έχουν προσμετρηθεί στα κριτήρια αξιολόγησης, χρησιμοποιεί για τη λειτουργία της σημαντικό όγκο υγρών και στερεών αποβλήτων εξασφαλίζοντας την περιβαλλοντικά ωφέλιμη διαχείριση τους. Αυτό το δεδομένο δεν προσμετράτε στην πολυκριτηριακή αξιολόγηση που διενεργήθηκε, πρέπει όμως να αναφέρετε για να προκύπτει η πλήρη εικόνα και όλες οι επιλογές.

Ένα γενικότερο σχόλιο που πρέπει να γίνει για τα ευρήματα αυτής της διατριβής είναι ότι αφορούν την περιβαλλοντική και κοινωνική απόδοση και τα τεχνοοικονομικά στοιχεία έχουν συμπεριληφθεί στο βαθμό που αυτά επηρεάζουν αυτή την απόδοση και με μειωμένη τη βαρύτητα που τους αποδίδεται. Οπότε τα ευρήματα πρέπει να συγκρίνονται με τη βιβλιογραφία υπό αυτό το πρίσμα. Επίσης η διαφορά με ευρήματα της βιβλιογραφίας μπορεί να ερμηνευθεί από το ότι σε κάθε έρευνα εφαρμόζονται διαφορετικά κριτήρια σύγκρισης. Βιβλιογραφικές αναφορές που αφορούν αξιολόγηση κυρίως με οικονομικούς όρους (Poullikkas, 2007; Koo, Park, Shin και Yoon, 2011; Omitaomu and Badiru, 2012), δεν είναι κατάλληλες για απευθείας σύγκριση. Όπως προσεκτικά πρέπει να γίνεται και η σύγκριση με άλλες βιβλιογραφικές αναφορές που αφορούν σχεδιασμό (Tsoutsos, et al., 2009; Mourmouris και Potolias, 2013), χωροθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Carrion, et al., 2008; Tegou, Polatides and Haralambopoulos, 2010) και όχι αξιολόγηση κατασκευασμένων έργων που ήδη λειτουργούν όπως γίνεται σε αυτή τη διατριβή.

Το αποτέλεσμα της ανάλυσης SWOT αποτελεί ένα εύρημα το οποίο από μόνο του ερμηνεύει τα αποτελέσματα της ανάλυσης και έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς μπορεί να αξιοποιηθεί για να γίνουν εισηγήσεις βελτίωσης, οι οποίες θα στοχεύουν στην αξιοποίηση των δυνατών σημείων και ευκαιριών και στην πρόληψη τυχόν προβλημάτων που μπορεί να προκαλούν οι αδυναμίες και οι απειλές. Το πλέγμα SWOT που έχει προκύψει δεν μπορεί να συγκριθεί με κάτι παρόμοιο από τη βιβλιογραφία, αλλά τηρουμένων των αναλογιών παρουσιάζει κάποια σημεία ομοιότητας με ανάλυση που έχει γίνει για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας γενικά (Menegaki, 2012) που άλλωστε χρησιμοποιήθηκε στην ετοιμασία του.

Τα ευρήματα της ανάλυσης SWOT συνοψίζονται ως εξής. Ο τομέας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο παρουσιάζει ένα σημαντικό αριθμό δυνατών σημείων τα οποία δημιουργούν θετικό κοινωνικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο και οφέλη για το νησί και τον ενεργειακό του τομέα. Τα δυνατά σημεία αφορούν το δυναμικό τους και τη διαπιστωμένη κοινωνική και περιβαλλοντική τους αποδοτικότητα, αλλά και τη συμβολή του στην αντιμετώπιση περιβαλλοντικών θεμάτων στο νησί. Επίσης παρουσιάζει ένα εξίσου σημαντικό αριθμό ευκαιριών οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα περαιτέρω αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Κάποιες από τις ευκαιρίες σχετίζονται με το θεσμικό πλαίσιο, άλλες όμως έχουν να κάνουν με την τεχνολογία, αλλά και υφιστάμενα περιβαλλοντικά προβλήματα που αναμένουν επίλυση και για τα οποία ο τομέας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να προσφέρει λύσεις.

Από την άλλη ο τομέας έχει κάποιες αδυναμίες, περιορισμένες σε αριθμό, αλλά με ιδιαίτερη σημασία που αφορούν κυρίως την οικονομική πτυχή η οποία βέβαια δεν εμπίπτει στο αντικείμενο αυτής της διατριβής, αλλά επηρεάζει την περιβαλλοντική και κοινωνική απόδοση του τομέα, αλλά και κάθε έργου δεδομένου ότι οικονομικά αποτυχημένο έργο σύντομα υπάρχει ενδεχόμενο να παραικκλίνει τόσο περιβαλλοντικά όσο και κοινωνικά. Αντίστοιχα εντοπίζονται δύο συγκεκριμένες απειλές για τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από τις οποίες η μία είναι οι υδρογονάνθρακες που έχουν εντοπιστεί πρόσφατα και πρέπει να μελετηθεί σε βάθος κατά πόσο πρέπει να αντιμετωπιστούν σαν απειλή, αφού δημιουργούν κίνδυνο για την εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και το θετικό περιβαλλοντικό του αντίκτυπο, αλλά μπορεί να προκαλέσουν γενικότερη βελτίωση για την Κύπρο. Η άλλη απειλή είναι οι διοικητικές διαδικασίες που πρέπει να αντιμετωπιστούν και να απλοποιηθούν σε κάθε περίπτωση.

5.2 Περιορισμοί της μελέτης

Ο πρώτος περιορισμός της μελέτης αφορά το δείγμα. Η επιλογή λήψης στοιχείων και αξιολόγησης ενός έργου από κάθε κατηγορία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που αξιοποιούνται στην Κύπρο, εμπεριέχει τον κίνδυνο στατιστικού λάθους. Η εικόνα που δίνει το κάθε έργο μπορεί με αρκετή γενίκευση να θεωρηθεί ότι αντιπροσωπεύει τη μέση περιβαλλοντική και κοινωνική απόδοση των παρόμοιων έργων που λειτουργούν στο νησί, αλλά σίγουρα αυτό είναι κάτι που θα ήταν προτιμότερο να επιβεβαιωθεί στατιστικά με τη λήψη στοιχείων από περισσότερα έργα κάθε κατηγορίας και ένα μεγαλύτερο και ασφαλέστερο δείγμα. Ειδικά όσον αφορά τα φωτοβολταϊκά πάρκα που είναι αρκετά σε αριθμό αλλά και με διαφορετικές τεχνολογίες και μεγέθη σίγουρα το μεγαλύτερο δείγμα θα έδινε ασφαλέστερη εικόνα. Αυτή η διαπίστωση ισχύει και για τις άλλες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας ίσως σε μικρότερο βαθμό. Οι λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή της συγκεκριμένης δειγματοληψίας είναι η οικονομία χρόνου, αλλά και προσπάθεια μιας και νωρίς διαπιστώθηκε

ότι η λήψη των στοιχείων από διαχειριστές έργων ήταν ιδιαίτερα δυσχερής έως και αδύνατη, κυρίως όσον αφορά τα φωτοβολταϊκά πάρκα.

Δεύτερος περιορισμός είναι το ότι τα στοιχεία και πληροφορίες που συλλέχθηκαν στην έρευνα πεδίου δόθηκαν από τους διαχειριστές ή τους κατασκευαστές των έργων. Σε αυτή την περίπτωση υπάρχει πιθανότητα παροχής λανθασμένων στοιχείων, αν και αυτό το ενδεχόμενο θεωρείται περιορισμένο. Αν και στο βαθμό που αυτό ήταν δυνατό τα στοιχεία ελέγχθηκαν, πληροφορίες που αφορούν για παράδειγμα το κόστος του έργου, των αριθμό των επισκεπτών, αλλά ακόμη και την πραγματική παραγωγή ενέργειας σε ένα έτος είναι αδύνατο να επαληθευτούν. Λάθη στοιχείων που οφείλονται στην αδυναμία κατανόησης των ερωτηματολογίων περιορίστηκε με την μέθοδο συλλογής των στοιχείων.

Στα πλαίσια αυτού του περιορισμού πρέπει να αναφερθεί το γεγονός ότι σε κάποιες ελάχιστες περιπτώσεις, έπρεπε να γίνουν αποδεκτές θέσεις που δεν συνέπιπταν με τις πληροφορίες που προέκυπταν από τα έγγραφα της περιβαλλοντικής αδειοδότησης των έργων. Ένα ενδιαφέρον σχετικό παράδειγμα είναι ο όρος που υπήρχε στην Γνωμάτευση της Περιβαλλοντικής Αρχής για την κατασκευή του αιολικού πάρκου που εξετάστηκε. Συγκεκριμένα στην γνωμάτευση (Υπηρεσία Περιβάλλοντος, 2004) υπήρχε ο όρος «θ) Οι ακριβείς θέσεις των πύργων να συζητηθούν με το Τμήμα Δασών για να αποφευχθεί επηρεασμός του φυτού *Ophrys kotschi* το οποίο ευδοκμεί στην περιοχή». Στην Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Φεσάς, 2004, σ. 64) περιλαμβάνεται το συγκεκριμένο φυτό στην χλωρίδα της περιοχής.

Η *Ophrys kotschi* «συναντάται μόνο στην Κύπρο (ενδημικό είδος της Κύπρου) και μέχρι σήμερα έχει εντοπιστεί σε τουλάχιστον 30 θέσεις σε όλο το νησί, όπου αναπτύσσεται σε μικρούς συνήθως πληθυσμούς. Βρίσκεται σε θαμνώνες, λιβάδια, αραιά πευκοδάση, όρια αγρών και υγρές περιοχές, που βρίσκονται από το επίπεδο της θάλασσας έως και υψόμετρο 900m. Η *Ophrys kotschyi* αναφέρεται ως είδος προτεραιότητας στο Παράρτημα II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ και ως αυστηρώς προστατευόμενο είδος στο Προσάρτημα I της Σύμβασης της Βέρνης» (PLANT-NET CY, nd). Εικόνα του φυτού εμφανίζεται στο διάγραμμα 5.1.

Από τη συλλογή στοιχείων από τον διαχειριστή του αιολικού πάρκου προέκυψε ότι η συγκεκριμένη ορχιδέα δεν εντοπίστηκε σε καμία περίπτωση στην περιοχή του έργου, οπότε θεωρήθηκε ότι ο σχετικός όρος που αφορά τις επιπτώσεις στην χλωρίδα ικανοποιήθηκε και ανάλογα υπολογίστηκε ο σχετικός δείκτης κριτήριο για το έργο.



Διάγραμμα 5.1: *Ophrys kotschyi* (PLANT-NET CY, nd).

Ένας άλλος περιορισμός έχει να κάνει με τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για ανάλυση. Οι μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης παρουσιάζουν ένα αριθμό αδυναμιών που κυρίως αναφέρονται στην αντικειμενικότητα καθορισμού της βαρύτητας των κριτηρίων και της μεθόδου ταξινόμησης (Tsoutsos et al., 2009). Στην παρούσα διατριβή έχουν επιλεγεί κριτήρια αξιολόγησης τα οποία καθορίστηκαν από τους μελετητές. Αυτό έγινε με βάση το σκοπό της διατριβής και δεδομένα από τη βιβλιογραφία, αλλά δεν παύει να έγινε υποκειμενικά. Δεν είναι δυνατόν να είναι βέβαιο ότι εάν επιλέγονταν άλλα κριτήρια αξιολόγησης δεν θα ήταν διαφορετικά τα αποτελέσματα.

Αντίστοιχα υποκειμενικά έγινε ο καθορισμός της βαρύτητας των κριτηρίων. Εφαρμόστηκε μία κοινά αποδεκτή μεθοδολογία βάση της Ιεραρχικής Ανάλυσης Αποφάσεων, αλλά η αξιολόγηση και καθορισμός της βαρύτητας έγινε από τους ερευνητές, ξανά με βάση το σκοπό της διατριβής και δεδομένα από τη βιβλιογραφία. Και πάλι δεν είναι βέβαιο ότι εάν ήταν άλλοι οι αξιολογητές δεν θα προέκυπταν διαφορετικά αποτελέσματα.

5.3 Συμπεράσματα

Το γενικότερο συμπέρασμα που προκύπτει από αυτή τη διατριβή είναι ότι τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο πράγματι λειτουργούν κοινωνικά και περιβαλλοντικά αποδοτικά. Δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερες διαφορές ως προς την περιβαλλοντική και κοινωνική τους απόδοση, είτε αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια, είτε την αιολική, είτε την βιομάζα και αδειοδοτούνται, εφαρμόζονται και λειτουργούν με τρόπο που οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές τους επιπτώσεις εκτιμούνται και περιορίζονται επαρκώς. Οπότε μπορεί να

ειπωθεί ότι η διάδοση της ανανεώσιμης ενέργειας στο νησί μπορεί να προχωρήσει και εφαρμοστεί σύμφωνα με τους στόχους χωρίς να υπάρχουν ενδοιασμοί σε σχέση με τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις των έργων αξιοποίησης τους.

Σε αυτά τα πλαίσια μεταξύ τριών εξίσου αποδοτικών λύσεων, προκύπτει ότι τα φωτοβολταϊκά πάρκα κατατάσσονται ως τα πλέον κοινωνικά και περιβαλλοντικά αποδοτικά έργα αξιοποίησης πηγών ανανεώσιμης ενέργειας στην Κύπρο σε σχέση με τα αιολικά πάρκα και τις μονάδες βιοαερίου. Αυτό το συμπέρασμα αποκτά ιδιαίτερη σημασία και δίνει κατευθύνσεις στην περίπτωση που πρέπει να ληφθεί απόφαση τι είδους έργο να επιλεγεί να κατασκευαστεί σε οποιαδήποτε περίπτωση στο νησί. Αντίστοιχα μπορεί να δώσει κατεύθυνση για τον καθορισμό ευρύτερων πολιτικών αδειοδότησης και διάδοσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Από την ανάλυση SWOT που ετοιμάστηκε για τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο προκύπτει ότι υπάρχουν αρκετά δυνατά σημεία και ευκαιρίες και σχετικά λιγότερες αδυναμίες και απειλές. Ο τομέας παρουσιάζει πολλές δυνατότητες και αρκετή δυναμική ανάπτυξης, αλλά και κάποια μειονεκτήματα και κινδύνους για την επέκτασή του. Η αξιοποίηση των συμπερασμάτων της ανάλυσης SWOT πρέπει να γίνει με λήψη αποφάσεων και δρομολόγηση ενεργειών που θα αξιοποιούν τα δυνατά σημεία, θα δημιουργούν προοπτικές εκμετάλλευσης των ευκαιριών, θα διορθώνουν ή θα μειώνουν την επίδραση των αδυναμιών και θα προλαμβάνουν το αντίκτυπο των απειλών.

Ειδικότερα τα αποτελέσματα της ανάλυσης μπορούν να αξιοποιηθούν για την βελτιστοποίηση των πρακτικών και διαδικασιών σχεδιασμού και αδειοδότησης των έργων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης του τομέα, κοινωνικά και περιβαλλοντικά, αλλά και επιχειρηματικά. Επίσης για την επιλογή και καθορισμό πολιτικών που να αφορούν τόσο την προώθηση συγκεκριμένων μορφών ανανεώσιμης ενέργειας, όσο και την διευκόλυνση ή και ενθάρρυνση αυτών που θα επιλέξουν να ασχοληθούν με τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή όσων εμπλέκονται ήδη. Αλλά σημαντικό είναι, με δεδομένο, ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας απαιτείται να διαδοθούν, να αξιοποιηθούν τα σημεία της ανάλυσης SWOT στον σχεδιασμό της ευρύτερης πολιτικής σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Κύπρο.

5.4 Εισηγήσεις

Σημαντικό είναι αρχικά να διατυπωθούν εισηγήσεις, ως αποτέλεσμα των ευρημάτων και των συμπερασμάτων της διατριβής. Η πρώτη εισήγηση αφορά την περεταίρω προώθηση του δυναμικού ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο. Οι στόχοι έχουν ήδη τεθεί και πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες να επιτευχθούν.

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν και τα δυνατά σημεία που εμφανίζει ο τομέας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας οδηγούν στην επιλογή περαιτέρω αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με μεγαλύτερη ένταση και χωρίς προβληματισμούς ή ενδοιασμούς, ότι τα έργα ενδέχεται να επηρεάσουν αρνητικά το περιβάλλον. Πρέπει όμως να μην αποδυναμωθεί η υφιστάμενη διαδικασία εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και εφαρμογής των απαραίτητων μέτρων πρόληψης και προστασίας του περιβάλλοντος που είναι ενταγμένη στη διαδικασία αδειοδότησης των έργων, με γνώμονα όμως ότι εξίσου σημαντικό είναι να διευκολυνθούν οι διοικητικές διαδικασίες που έχουν καταγραφεί ως απειλή για τον τομέα.

Σε αυτά τα πλαίσια επίσης προτείνεται η ακόμη εντονότερη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στο νησί. Όπως έχει προκύψει από τη σύγκριση μεταξύ παρομοίως, περιβαλλοντικά και κοινωνικά, αποδοτικών έργων τα φωτοβολταϊκά πάρκα είναι η αποδοτικότερη λύση. Η Κύπρος έχει σημαντικό ηλιακό δυναμικό και αν και δεν είναι απαραίτητο να εγκαταλειφθεί η αξιοποίηση άλλων πηγών ανανεώσιμης ενέργειας, η ηλιακή ενέργεια είναι μία επιλογή που μπορεί να οδηγήσει με ασφάλεια σε θετικά αποτελέσματα. Με την κατά προτεραιότητα προώθηση και επέκταση των φωτοβολταϊκών πάρκων, θα αντιμετωπιστούν δύο από τις αδυναμίες που καταγράφηκαν, το υψηλό κόστος συντήρησης και η μειωμένη απόδοση της αιολικής ενέργειας. Το κόστος συντήρησης θα μειωθεί αφενός γιατί τα φωτοβολταϊκά πράγματι απαιτούν λιγότερη συντήρηση σαν τεχνολογία και αφετέρου με την εκτεταμένη διάδοση τους θα δημιουργηθούν οι συνθήκες για μείωση του κόστους λόγω οικονομίας κλίμακας.

Όσον αφορά την περιορισμένη οικονομική ανταπόδοση στις τοπικές κοινωνίες που είναι μία άλλη αδυναμία που εντοπίστηκε, προτείνεται αυτό να ληφθεί υπόψη στον καθορισμό πολιτικών. Πέρα των έργων άλλων μορφών ανανεώσιμης ενέργειας για τα οποία ήδη υπάρχει υποχρέωση, να συμπεριληφθεί στις υποχρεώσεις των διαχειριστών και των φωτοβολταϊκών πάρκων, η απόδοση αντισταθμιστικών τελών στις κοινότητες της περιοχής εγκατάστασης. Η διασύνδεση του ποσού που θα ανταποδίδεται με την απόδοση και παραγωγικότητα του κάθε έργου και η διατήρηση του σε χαμηλά επίπεδα, όπως γίνεται και σήμερα, μπορεί να διασφαλίσει ότι δεν θα δημιουργηθεί ανυπερβλήτο οικονομικό εμπόδιο στην επέκταση της εφαρμογής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Επίσης μπορούν να διατυπωθούν εισηγήσεις περαιτέρω έρευνας. Όσον αφορά την πρόληψη της απειλής για τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που σχετίζεται με την ενδεχόμενη αξιοποίηση του φυσικού αερίου που φαίνεται ότι υπάρχει στην θαλάσσια περιοχή της Κύπρου, μπορεί να διερευνηθεί ακόμη και με παρόμοια μεθοδολογία πολυκριτηριακής σύγκρισης, ποια είναι η βέλτιστη λύση μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και του φυσικού αερίου. Η έρευνα μπορεί να αφορά την κοινωνική και περιβαλλοντική

απόδοση των επιλογών, αλλά και να επεκταθεί σε άλλους τομείς όπως είναι για παράδειγμα η οικονομική αξιολόγηση.

Άλλη μία εισήγηση περαιτέρω έρευνας είναι η επέκταση της αξιολόγησης για τις διάφορες τεχνολογίες αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή και στα διάφορα μεγέθη έργων. Για παράδειγμα οι τεχνολογίες φωτοβολταϊκών που εγκαθίστανται στο νησί στην παρουσιάζουν μία γκάμα επιλογών. Χρησιμοποιούνται σταθερά πλαίσια, πλαίσια σε συστήματα ιχνηλάτησης δύο αξόνων ή και τριών αξόνων. Όποτε μία πολυκριτηριακή σύγκριση των τεχνολογιών και επιλογή της βέλτιστης λύσης θα είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Όπως ενδιαφέρον θα είχε η σύγκριση φωτοβολταϊκών πάρκων διαφορετικής ονομαστικής ισχύος ή και η σύγκριση επιλογών που αφορούν την εγκατάσταση σε στέγες ή στο έδαφος.

Τέλος όπως προκύπτει και από τους περιορισμούς της μελέτης, θα ήταν ενδιαφέρουσα περαιτέρω έρευνα που θα συγκέντρωνε και θα ανέλυε στατιστικά στοιχεία από περισσότερα έργα κάθε κατηγορίας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και θα αξιολογούσε και θα σύγκρινε τη στατιστική εικόνα και τις μέσες τιμές της κάθε ομάδας έργων. Με αυτό τον τρόπο θα είναι ασφαλέστερο να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι τα ευρήματα που θα προκύψουν αφορούν το σύνολο των εγκατεστημένων έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Κύπρο.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Abbasi, S.A. and Abbasi, N., 2000. The likely adverse environmental impacts of renewable energy sources. *Applied Energy*, 65 (1-4), pp.121-144.
- Abdelhamid, L., Bahmed, L. and Benoudjit, A., 2012. Impact of renewable energies - environmental and economic aspects: "Case of an Algerian company". *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 23 (1), pp.6 – 22.
- Ahmed, A.M., Zairi, M. and Almarri, K.S., 2006. SWOT analysis for Air China performance and its experience with quality. *Benchmarking: An International Journal*, 13 (1/2), pp.160-173.
- Akella, A.K., Saini, R.P. and Sharma, M.P., 2007. Social, economical and environmental impacts of renewable energy systems. *Renewable Energy*, 34 (2), pp.390–396.
- Behzadian, M., Otaghsara, S.K., Yazdani, M. and Ignatius, J., 2012. A state-of the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, 39 (17), pp.13051–13069.
- Bell, S. and Morse, S., 2008. *Sustainability Indicators: measuring the immeasurable?* 2nd ed. London: Earthscan.
- Bossel, H., 1999. *Indicators for sustainable development: Theory, method, applications*. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development.
- Boyle, S., 1994. Making a Renewable Energy Future a Reality: Case Studies in Successful Renewable Energy Development. *Renewable Energy*, 5 (5-8), pp.1322-1333.
- Brutto, S.L., Arculeo, M. and Grant, W.S., 2011. Climate change and population genetic structure of marine species. *Chemistry and Ecology*, 27 (2), pp.107–119.
- Carrión, J.A. et al., 2008. Environmental decision-support systems for evaluating the carrying capacity of land areas: Optimal site selection for grid-connected photovoltaic power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12 (9), pp.2358–2380.
- Chandrasekar, B. and Kandpal, T.C., 2007. An opinion survey based assessment of renewable energy technology development in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11 (4), pp.688–701.
- Chiabrandò, R., Fabrizio, E. and Garnero, G., 2009. The territorial and landscape impacts of photovoltaic systems: Definition of impacts and assessment of the glare risk. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (9), pp.2441–2451.
- Chrysis, I., 2009. *Support Schemes for Energy Conservation and Promotion of Renewable Energy Sources 2009-2013*. [pdf] Διαθέσιμο στο : < http://www.cie.org.cy/menuGr/pdf/APE-EXE/support_Scheme_for_Energy_conservation_15_06_2009_english.pdf > [Πρόσβαση 21 Σεπτεμβρίου 2013].
- Coles, P., 1989. OECD report itemizes risks for renewable energy production. *Nature*, 337, p. 197.

Coles, R.W. and Taylor, J., 1993. Wind power and Planning The environmental impact of Windfarms in the UK. *Land Use Policy*, July, pp.205 -226.

Datta, A., Ray, A., Bhattacharya, G. and Saha, H., 2011. Green energy sources (GES) selection based on multi-criteria decision analysis (MCDA). *International Journal of Energy Sector Management*, 5 (2), pp.271 – 286.

De Vries, J.W., Vinken, T.M.W.J., Hamelin, L. and De Boer, I.J.M., 2012. Comparing environmental consequences of anaerobic mono- and co-digestion of pig manure to produce bio-energy – A life cycle perspective. *Bioresource Technology*, 125, pp.239–248.

Diakoulaki, D. and Karangelis, F., 2007. Multi-criteria decision analysis and cost–benefit analysis of alternative scenarios for the power generation sector in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11 (4), pp.716–727.

Dimitrijevic, Z. and Salihbegovic, I., 2012. Sustainability assessment of increasing renewable energy sources penetration - JP Elektroprivreda B&H case study. *Energy*, 47 (1), pp. 205 -212.

ΔΣΜΚ, 2013. *Μακροπρόθεσμη Πρόβλεψη*. [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.dsm.org.cy/nqcontent.cfm?a_id=2990&tt=graphic&lang=11> [Πρόσβαση στις 24 Οκτωβρίου 2013].

Dytham, C., 2011. *Choosing and Using Statistics – A Biologists Guide*. 3rd ed. Oxford:Wiley-Blackwell.

EEA, 2011. *Municipal waste generation per capita*. [online] Διαθέσιμο στο: <<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/municipal-waste-generation-per-capita-in-western-europe-eu-15-new-member-states-eu-12-eu-countries-eu-27-and-total-in-europe-eu-27-turkey-croatia-norway-iceland-switzerland-4>> [Πρόσβαση στις 24 Απριλίου 2013].

EEA, 2012. *Climate change policies*. [online] Διαθέσιμο στο :<<http://www.eea.europa.eu/themes/climate/policy-context>> [Πρόσβαση 10 Μαΐου 2013].

Εντολή αρ. 2 του 2006. ΥΕ.5.33.1.9. Λευκωσία: Υπουργός Εσωτερικών.

Evans, A., Strezov, V. and Evans, T.J., 2009. Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (5), pp.1082–1088.

Ferreira, P., Araujo, M. and O’Kelly, M. E. J., 2007. An overview of the Portuguese wind power sector. *Intl. Trans. in Op. Res.*, 14, pp.39–54.

Φεσάς, Γ., 2004. *Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για την Εγκατάσταση Αιολικού Πάρκου στην Περιοχή Αλέξιγτρος*. Λευκωσία: PROPLAN LTD.

Graebig, M., Bringezu, S. and Fenner, R., 2010. Comparative analysis of environmental impacts of maize–biogas and photovoltaics on a land use basis. *Solar Energy*, 84 (7), pp.1255–1263.

Graham, P.W. and Williams, D.J., 2003. Optimal technological choices in meeting Australian energy policy goals. *Energy Economics*, 25 (6), pp. 691–712.

- Gupta, C.L., 2003. Role of renewable energy technologies in generating sustainable livelihoods. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 7 (2), pp.155–174.
- Guzek, R.S., 2008, Addressing the Impacts of Large Wind Turbine Projects to Encourage Utilization of Wind Energy Resources. *Temple Journal Of Sci. Tech. & Env'tl. Law*, 27 (1), pp.123 - 129.
- Helms, M.M. and Nixon, J., 2010. Exploring SWOT analysis – where are we now? A review of academic research from the last decade. *Journal of Strategy and Management*, 3 (3), pp. 215-251.
- Heo, E., Kim, J. and Boo, K.-J., 2010. Analysis of the assessment factors for renewable energy dissemination program evaluation using fuzzy AHP. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (8), pp.2214–2220.
- Hirschl, B., 2009. International renewable energy policy - between marginalization and initial approaches. *Energy Policy*, 37 (11), pp. 4407–4416.
- Holdren, J.P., Morris, G. and Mintzer, I., 1980. Environmental aspects of renewable energy sources. *Ann. Rev. Energy*, 5, pp.241-291.
- Hondo, H., 2005. Life cycle GHG emission analysis of power generation systems: Japanese case. *Energy*, 30 (11-12)), pp.2042–2056.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2012. *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York: Cambridge University Press.
- Jean-Baptiste, P. and Ducroux, R., 2003. Energy policy and climate change. *Energy Policy*, 31 (2), pp.155–166.
- Johansson, T.B. and Turkenburg, W., 2004. Policies for renewable energy in the European Union and its member states: an overview. *Energy for Sustainable Development*, VIII (1), pp. 5-24.
- Kajanus, M., Leskinen, P., Kurttila, M. and Kangas, J., 2012. Making use of MCDS methods in SWOT analysis—Lessons learnt in strategic natural resources management. *Forest Policy and Economics*, 20, pp.1 – 9.
- Kaldellis, J.K., Kapsali, M. and Katsanou, 2012. Renewable energy applications in Greece—What is the public attitude? *Energy Policy*, 42, pp.37–48.
- Kaldellis, J.K. and Zafirakis, D., 2011. The wind energy (r)evolution: A short review of a long history. *Renewable Energy*, 36 (7), pp.1887-1901.
- Kariotis. T.C., 2011. Hydrocarbons and the Law of the Sea in the Eastern Mediterranean: Implications for Cyprus, Greece, and Turkey. *Mediterranean Quarterly*, 22(2), pp.45 -56.
- Katsaprakakis, D.A., 2012. A review of the environmental and human impacts from wind parks. A case study for the Prefecture of Lasithi, Crete. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (5), pp.2850– 2863.

Kaya, T. and Kahraman, C., 2010. Multicriteria renewable energy planning using an integrated fuzzy VIKOR & AHP methodology: The case of Istanbul. *Energy*, 35 (6), pp.2517-2527.

Kettl, K-H. et al., 2011. Ecological Impact of Renewable Resource-Based Energy Technologies. *Ashdin Publishing, Journal of Fundamentals of Renewable Energy and Applications Vol. 1*, [online] Διαθέσιμο στο: <<http://www.ashdin.com/journals/jfrea/R101101.pdf>> [Πρόσβαση 15 Μαρτίου 2013].

Koo, H. et al., 2011. A structured SWOT approach to develop strategies for the government of Macau, SAR. *Journal of Strategy and Management*, 4 (1), pp.62 – 81.

Koo, J., Park, K., Shin, D. and Yoon, E.S., 2011. Economic evaluation of renewable energy systems under varying scenarios and its implications to Korea's renewable energy plan. *Applied Energy*, 88 (6), pp. 2254–2260.

Koroneos, C., Fokaidis, P. and Moussiopoulos, N., 2005. Cyprus energy system and the use of renewable energy sources. *Energy*, 30 (10), pp.1889–1901.

Kothari, R.C. 2004. *Research Methodology: Methods and Techniques*. 2nd ed. New Delhi : New Age International (P) Ltd., Publishers.

Κουσουρής, Θ.Σ., 2012. *Λεξιλόγιο Οικολογικών & Περιβαλλοντικών Εννοιών & Όρων*. Αθήνα : Δρ. Θ. Σ. Κουσουρής.

Kythreotou, N., Florides, G. and Tassou, S.A. 2012. A proposed methodology for the calculation of direct consumption of fossil fuels and electricity for livestock breeding, and its application to Cyprus. *Energy*, 40 (1), pp.226-235.

Kythreotou, N., Tassou, S. A. and Florides, G., 2012. An assessment of the biomass potential of Cyprus for energy production. *Energy*, 47 (1), pp.253-261.

Lambert, R.J. and Silva, P.P., 2012. The challenges of determining the employment effects of renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (7), pp.4667–4674.

Leon, W., 2011. *Evaluating Renewable Energy Programs, A Guide for Program Managers*. Montpelier, Vermont: Clean Energy States Alliance.

Lozano-Minguez, E., Kolios, A.J. and Brennan, F.P., 2011. Multi-criteria assessment of offshore wind turbine support structures. *Renewable Energy*, 36 (11), pp.2831-2837.

Lund, H., 2007. Renewable energy strategies for sustainable development. *Energy*, 32 (6), pp.912–919.

Lund, H., 2010. *Renewable Energy Systems The Choice and Modeling of 100% Renewable Solutions*. Burlington: Academic Press.

Maxoulis, C.N. and Kalogirou, S.A., 2008. Cyprus energy policy: The road to the 2006 world renewable energy congress trophy. *Renewable Energy*, 33 (3), pp.355–365.

MakeItRational, 2013a. *Simple tool for making complex decisions*. [online] Διαθέσιμο στο : <<http://makeitrational.com>> [Πρόσβαση 21 Σεπτεμβρίου 2013].

- MakeItRational, 2013b. *MakeItRational Features*. [online] Διαθέσιμο στο : <<http://makeitrational.com/features>> [Πρόσβαση 21 Σεπτεμβρίου 2013].
- Markovska, N., Taseska, V. and Pop-Jordanov, J., 2009. SWOT analyses of the national energy sector for sustainable energy development. *Energy*, 34 (6), pp.752–756.
- Menegaki, A.N., 2012. A social marketing mix for renewable energy in Europe based on consumer stated preference surveys. *Renewable Energy*, 39 (1), pp.30-39.
- Mohamadabadi, H.S., Tichkowsky, G. and Kumar, A., 2009. Development of a multi-criteria assessment model for ranking of renewable and non-renewable transportation fuel vehicles. *Energy*, 34 (1), pp.112–125.
- Mooi, E. and Sarstedt, M., 2011. *A Concise Guide to Market Research The Process, Data, and Methods Using IBM SPSS Statistics*. New York: Springer
- Mourmouris, J.C. and Potolias, C., 2013. A multi-criteria methodology for energy planning and developing renewable energy sources at a regional level: A case study Thassos, Greece. *Energy Policy*, 52, pp.522–530.
- Niederl-Schmidinger, A., and Narodoslowsky, M., 2008. Life Cycle Assessment as an engineer's tool?. *Journal of Cleaner Production*, 16 (2), pp.245-252.
- OHE, 1992. *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Ρίο Ντε Τζανέιρο: OHE.
- OHE, 1998. *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Κιότο: OHE.
- Oikonomou, E.K. et al., 2009. Renewable energy sources (RES) projects and their barriers on a regional scale: The case study of wind parks in the Dodecanese islands, Greece. *Energy Policy*, 37 (11), pp.4874–4883.
- Omitaomu, O.A. and Badiru, A.B., 2012. An Economic Evaluation Framework for Assessing Renewable Energy Projects. In G. Lim and J.W. Herrmann, eds, *Proceedings of the 2012 Industrial and Systems Engineering Research Conference*. Hilton Bonnet Creek, Orlando, Florida, May 19 - 23, 2012. San Diego: INCOSE.
- Ο περί της Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο περιβάλλον από Ορισμένα Έργα Νόμος του 2005*. N140(I)/2005. Λευκωσία: Τμήμα Περιβάλλοντος.
- Ο περί της Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο περιβάλλον από Ορισμένα Έργα (Τροποποιητικός) Νόμος του 2007*. N42(I)/2007. Λευκωσία: Τμήμα Περιβάλλοντος.
- Πανεπιστήμιο Αιγαίου, ΕΔΑ, n.d.. *Περιβαλλοντικοί Δείκτες*. [online] Διαθέσιμο στο : <<http://www3.aegean.gr/environment/eda/Envirohelp/greece/bestpractices/EnvIndicators.html>> [Πρόσβαση 21 Σεπτεμβρίου 2013].
- Palz, W., Caratti, G. and Zervos, A., 1994. Renewable Energy development in Europe. *International Journal of Solar Energy*, 15, 1 (4), pp.1-23.

- Panwar, N.L., Kaushik S.C. and Kothari, S., 2011. Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15 (3), pp.1513–1524.
- Parfitt, J., 2005. Questionnaire design and sampling. In R. Flowerdew and D. Martin, eds. 2005. *Methods in Human Geography: A guide for students doing a research project*. 2nd ed. Essex: Pearson Education Limited. Ch. 6.
- Parida, B., Iniyar, S. and Goic, R, 2011. A review of solar photovoltaic technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15 (3), pp.1625–1636.
- Pashardes, S. and Christofides, C., 1995. Statistical analyses of wind speed and direction in Cyprus. *Solar Energy*, 55 (5), pp.405-414.
- Pasqualetti, M.J., 2011. Social barriers to renewable energy landscapes. *The Geographical Review*, 101 (2), pp.201-223.
- Pedersen, E., Hallberg, LR-M. and Waye, K.P., 2007. Living in the Vicinity of Wind Turbines — A Grounded Theory Study. *Qualitative Research in Psychology*, 4, pp.49-63.
- Phdungsilp, A. and Wuttipornpun, T., 2011. Decision Support for the Selection of Electric Power Plants Generated from Renewable Sources. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 75, pp.150-155.
- Pilavachi, P.A. et al., 2009. The energy policy of the Republic of Cyprus. *Energy*, 34 (5), pp.547–554.
- Pimentel, D. et al., 1994. Renewable Energy: Economic and Environmental Issues. *Bioscience*, 44 (8), p.536.
- PLANT-NET CY, nd. *Ophrys kotschyi*. [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.plantnet.org.cy/lang1/ophrys_kotschyi_.html> [Πρόσβαση στις 24 Οκτωβρίου 2013].
- Pohekar, S.D. and Ramachandran, M., 2004. Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8 (4), pp.365–381.
- Polatidis, H and Haralambopoulos, D.A., 2007. Renewable energy systems: A societal and technological platform. *Renewable Energy*, 32 (2), pp.329–341.
- Poullikkas, A., 2007. Implementation of distributed generation technologies in isolated power systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11 (1), pp.30–56.
- Poullikkas, A. 2009a. Economic analysis of power generation from parabolic trough solar thermal plants for the Mediterranean region - A case study for the island of Cyprus. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (9), pp.2474–2484.
- Poullikkas, A. 2009b. Parametric cost–benefit analysis for the installation of photovoltaic parks in the island of Cyprus. *Energy Policy*, 37 (9), pp.3673–3680.

ΠΑΕΚ, 2013. *Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Μονάδες Βιομάζας/Βιοαερίου και Αιολικά Πάρκα Συνδεδεμένα με το Δίκτυο της ΑΗΚ*. [pdf] Διαθέσιμο στο : <http://www.cera.org.cy/main/data/articles/res07_2013.pdf> [Πρόσβαση 7 Σεπτεμβρίου 2013].

Ramana, A.S., Chidambaram, L., Kamaraj, G. and Velraj, R., 2012. Evaluation of renewable energy options for cooling applications. *International Journal of Energy Sector Management*, 6 (1), pp.65 – 74.

Rhoads, B.L. and Wilson, D., 2010. Observing Our World. In: B. Gomez and J.P. Jones III, eds. 2010. *Research Methods in Geography, A Critical Introduction*. West Sussex: Wiley-Blackwell. Ch.3.

Ρόντος Κ. και Παπάνης Ε., 2006. *Στατιστική Έρευνα Μέθοδοι και Εφαρμογές*. Αθήνα: Εκδόσεις «Ι. ΣΙΔΕΡΗΣ».

Saaty, T.L. and Vargas, L.G., 2012. *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*. New York: Springer.

Saisana M. and Tarantola S., 2002. *State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development*. Ispra: European Commission-JRC.

San Cristóbal, J. R., 2011a. A multi criteria data envelopment analysis model to evaluate the efficiency of the Renewable Energy technologies. *Renewable Energy*, 36 (10), pp.2742-2746.

San Cristóbal, J. R., 2011b. Multi-criteria decision-making in the selection of a renewable energy project in Spain: The VIKOR method. *Renewable Energy*, 36 (2), pp. 498-502.

San Cristóbal Mateo, J.R., 2012. *Multi-Criteria Analysis in the Renewable Energy Industry*. London:Springer.

Santoyo-Castelazo, E., Gujba, H. and Azapagic, A. 2011. Life cycle assessment of electricity generation in Mexico. *Energy*, 36 (3), pp.1488-1499.

Scott, J.A., Ho, W. and Dey, P.K., 2012. A review of multi-criteria decision-making methods for bioenergy systems. *Energy*, 42 (1), pp.146-156.

Sharifi, A. and Murayama, A., 2013. A critical review of seven selected neighborhood sustainability assessment tools. *Environmental Impact Assessment Review*, 38, pp.73–87.

Solari, P. and Minervini, G., 2004. Exploitation of renewable energy sources and sustainable management of the territory: Wind farms in Regione Liguria. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 15 (1), pp.41 – 47.

Sørensen, B., 2011. *Renewable Energy. Physics, Engineering, Environmental Impacts, Economics & Planning*. 4th ed. Burlington: Elsevier Ltd.

Sørensen, B., 1975. Energy and Resources, A plan is outlined according to which solar and wind energy would supply Denmark's needs by the year 2050. *Science*, [e-journal] 189 (4199), Abstract only. Διαθέσιμο μέσω PubMed [Πρόσβαση 10 Μαΐου 2013].

Tegou, L.I., Polatidis, H. and Haralambopoulos, D.A., 2010. Environmental management framework for wind farm siting: Methodology and case study. *Journal of Environmental Management*, 91 (1), pp.2134-2147.

Terrados, J., Almonacid, G. and Hontoria, L., 2007. Regional energy planning through SWOT analysis and strategic planning tools. Impact on renewables development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11 (6), pp.1275–1287.

Theodorou, S., Florides, G. and Tassou, S., 2010. The use of multiple criteria decision making methodologies for the promotion of RES through funding schemes in Cyprus, A review. *Energy Policy*, 38 (12), pp.7783–7792.

Τμήμα Περιβάλλοντος, 2012. *Έργα*. [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environment.nsf/de28_gr/de28_gr?OpenDocument> [Πρόσβαση στις 27 Νοεμβρίου 2012].

Τμήμα Περιβάλλοντος, 2013a. *Αρχείο Μελετών Εκτίμησης Επιπτώσεων στο Περιβάλλον (Μ.Ε.Ε.Π.)*. [online] Διαθέσιμο στο : <<http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environment.nsf/All/C77B1EB8E4426670C2257B8800428AEC?OpenDocument>> [Πρόσβαση 21 Σεπτεμβρίου 2013].

Τμήμα Περιβάλλοντος, 2013b. *Αρχείο Γνωματεύσεων*. [online] Διαθέσιμο στο : <<http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environment.nsf/All/47F3818109989303C2257B8800428AEB?OpenDocument>> [Πρόσβαση 21 Σεπτεμβρίου 2013].

Trimble, J.L., Van Hook, R. L. and Folger, A. G., 1984. Biomass for Energy: The Environmental Issues. *Biomass*, 6 (1-2), pp.3-13.

Τροποποίηση εντολής 2/2006, 2009. ΥΕ.5.33.1.9/3. Λευκωσία: Υπουργός Εσωτερικών.

Tsilingiridis, G., Sidiropoulos, C. and Pentaliotis, A., 2011. Reduction of air pollutant emissions using renewable energy sources for power generation in Cyprus. *Renewable Energy*, 36 (12), pp.3292-3296.

Tsai, W.T. and Chou, Y.H., 2005. Overview of environmental impacts, prospects and policies for renewable energy in Taiwan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 9 (2), pp.119–147.

Tsoutsos, T., Frantzeskaki, N. and Gekas, V., 2005. Environmental impacts from the solar energy technologies. *Energy Policy*, 33 (3), pp.289–296.

Tsoutsos, T. et al., 2009. Sustainable energy planning by using multi-criteria analysis application in the island of Crete. *Energy Policy*, 37 (5), pp.1587–1600.

Udo de Haes, H.A. and Heijungs, R., 2007. Life-cycle assessment for energy analysis and management. *Applied Energy*, 84 (7-8), pp.817–827.

UNFCCC, 2010, *Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009*. [pdf] Διαθέσιμο στο : <<http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf>> [Πρόσβαση 10 Μαΐου 2013].

Van Koppen, C.W.J., 1981. The Potential of Renewable Energy Sources. *Resources and Conservation*, 7, pp. 17-35.

Varun, Prakash, R. and Bhat, I.K., 2009. Energy, economics and environmental impacts of renewable energy systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (9), pp.2716–2721.

Wang, J.-J., Jing, Y.-Y., Zhang, C.-F. and Zhao, J.-H., 2009. Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (9), pp.2263–2278.

WCED, 1987. *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development, Chapter 2*. [online], Νέα Υόρκη: Ηνωμένα Έθνη, Διαθέσιμο στο: < <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm>> [Πρόσβαση 15 Μαρτίου 2013]

Xinyu, G., Bo, J., Bin, L. and Kai, Y., 2011. Study on Renewable Energy Development and Policy in China. *Energy Procedia*, 5, pp.1284–1290.

ΥΠΕΒΚ, 2010. *Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ανανεώσιμη Ενέργεια με Βάση την Οδηγία 2009/28/EK (2010-2020)*. Λευκωσία : Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού.

Υπηρεσία Περιβάλλοντος, 2004. *Γνωμάτευση σύμφωνα με το άρθρο 15 του περί της Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από Ορισμένα Έργα Νόμου (Αρ. 57(I) του 2001) για τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από την υλοποίηση του έργου «Αιολικό Πάρκο» στο δάσος Αλέξιγγρος (περιοχή στα Κλαυδιά, Αλεθρικό και Τερσεφάνου)*. [pdf] Διαθέσιμο στο :< [http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environment.nsf/All/DE13BF6EB412EA89C2257B8E0025A650/\\$file/GN2004_056_01_01.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environment.nsf/All/DE13BF6EB412EA89C2257B8E0025A650/$file/GN2004_056_01_01.pdf)> [Πρόσβαση στις 24 Οκτωβρίου 2013].

Zachariadis, T., 2010. Forecast of electricity consumption in Cyprus up to the year 2030: The potential impact of climate change. *Energy Policy*, 38 (2), pp.744-750.

Παράρτημα 1

Ερωτηματολόγιο

Ερωτηματολόγιο περιβαλλοντικής και κοινωνικής αξιολόγησης εγκατεστημένων ΑΠΕ στην Κύπρο

Στα πλαίσια ετοιμασίας μεταπτυχιακής διατριβής με θέμα την περιβαλλοντική και κοινωνική αξιολόγηση εγκατεστημένων ΑΠΕ στην Κύπρο για το μεταπτυχιακό πρόγραμμα «Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος» του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου είναι απαραίτητη η συλλογή των πληροφοριών που προκύπτουν από τις πιο κάτω ερωτήσεις για διάφορα έργα ΑΠΕ στην Κύπρο. Παρακαλούμε να μας βοηθήσετε συμπληρώνοντας το πιο κάτω ερωτηματολόγιο. Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου δεν αναμένετε να απαιτήσει περισσότερο από 30 λεπτά και εάν επιθυμείτε βοήθεια ή συνάντηση για την συμπλήρωση του παρακαλούμε επικοινωνήστε μαζί μας.

Οι πληροφορίες που θα συλλεχθούν θα τύχουν εμπιστευτικού χειρισμού. Παρακαλούμε εάν χρειάζεστε βοήθεια ή έχετε οποιαδήποτε απορία επικοινωνήστε με τον Μιχάλη Τσάγγα, τηλέφωνο 99536451.

Ευχαριστούμε για τη συνεργασία.

Στοιχεία έργου

7. Ονομασία έργου: _____
8. Ιδιοκτήτης / Διαχειριστής: _____
9. Είδος: Αιολικό ___ / Φωτοβολταϊκό ___ / Βιομάζα - Βιοαέριο ___
10. Δήμος ή κοινότητα: _____ Επαρχία: _____
11. Ακριβής θέση έργου: _____

(Επισυνάψτε εάν επιθυμείτε χάρτη με την ακριβή θέση του έργου)

12. Το έργο βρίσκεται εντός προστατευόμενης περιοχής : ΝΑΙ ___ / ΟΧΙ ___
13. Εγκατεστημένη ισχύς σε KW: _____
14. Ισχύς για την οποία λήφθηκε άδεια εγκατάστασης σε KW: _____
15. Ημερομηνία πρώτης λειτουργίας: _____

Τεχνοοικονομικά στοιχεία

16. Σχεδιαζόμενος βαθμός απόδοσης (βάση μελέτης) : _____
17. Συνολικό κόστος κατασκευής έργου σε €: _____
18. Συνολική ισχύς που παράχθηκε κατά το έτος 7^{ος} 2012 – 6^{ος} 2013 σε KWh: _____
19. Επιχορήγηση που λήφθηκε για την κατασκευή του έργου σε € : _____
20. Μήκος ηλεκτρολογικού δικτύου που κατασκευάστηκε ειδικά για το έργο σε μέτρα (m):

Μήκος ηλεκτρολογικού δικτύου που είχε προβλεφθεί κατά τη μελέτη σε μέτρα (m):

21. Συνολικό ετήσιο κόστος συντήρησης έργου σε € _____
Συνολικό ετήσιο κόστος συντήρησης έργου που είχε προβλεφθεί κατά τη μελέτη σε
€ _____

ΕΜΠΙΣΤΕΥΤΙΚΟ

Θεσμικά στοιχεία

22. Αριθμός τυχόν αδειοδοτημένων παρεκκλίσεων από νομοθεσία που εφαρμόζονται στο έργο (αποκλίσεις από εντολή 2, εντός προστατευόμενης περιοχής κτλ) εάν υπάρχουν: _____
23. Αριθμός παρεκκλίσεων πραγματικής κατασκευής έργου από όρους περιβαλλοντικής αρχής και πολεοδομικής άδειας (εάν υπάρχουν): _____

Περιβαλλοντικά στοιχεία

24. Ετήσιες ανάγκες λειτουργίας έργου σε νερό σε κυβικά μέτρα (m^3): _____
Ετήσιες ανάγκες λειτουργίας έργου σε νερό που προβλέφθηκαν στη ΜΕΕΠ σε κυβικά μέτρα (m^3): _____
25. Ετήσιες εκπομπές CO_2 σε τόνους: _____
Ετήσιες εκπομπές CO_2 που προβλέφθηκαν στη ΜΕΕΠ σε τόνους: _____
26. Ετήσιες εκπομπές άλλων αέριων ρύπων: _____ μονάδα _____ (αναλύστε

Ετήσιες εκπομπές άλλων αέριων ρύπων που προβλέφθηκαν στη ΜΕΕΠ: _____ μονάδα _____)
27. Ετήσιος όγκος υγρών αποβλήτων από το έργο σε κυβικά μέτρα (m^3): _____
Ετήσιος όγκος υγρών αποβλήτων από το έργο που προβλέφθηκαν στη ΜΕΕΠ σε κυβικά μέτρα (m^3): _____
28. Ετήσιος όγκος στερεών αποβλήτων από το έργο σε κιλά (Kg): _____
Ετήσιος όγκος στερεών αποβλήτων από το έργο που προβλέφθηκαν στη ΜΕΕΠ σε κιλά (Kg): _____
29. Εμβαδόν οδικού δικτύου που κατασκευάστηκε ειδικά για το έργο σε τετραγωνικά μέτρα (m^2) (απόσταση επί πλάτος δρόμου): _____
Εμβαδόν οδικού δικτύου που προβλέφθηκε στη ΜΕΕΠ για το έργο σε τετραγωνικά μέτρα (m^2) (απόσταση επί πλάτος δρόμου): _____
30. Εμβαδόν γης που χρησιμοποιήθηκε για το έργο ή διαφοροποιήθηκε η χρήση της για το έργο ή εξ' υπαιτιότητας του έργου σε τετραγωνικά μέτρα (m^2): _____
Εμβαδόν γης που προβλέφθηκε στη ΜΕΕΠ σε τετραγωνικά μέτρα (m^2): _____
31. Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων από θόρυβο που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση . Αριθμός μέτρων: _____
Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων από θόρυβο που εφαρμόζονται.
Αριθμός μέτρων: _____
32. Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων στην χλωρίδα και πανίδα που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση . Αριθμός μέτρων: _____

ΕΜΠΙΣΤΕΥΤΙΚΟ

- Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων στην χλωρίδα και πανίδα που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο. Αριθμός μέτρων: _____
33. Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων στην πολιτιστική κληρονομιά και μνημεία που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση. Αριθμός μέτρων: _____
Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων στην πολιτιστική κληρονομιά και μνημεία που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο. Αριθμός μέτρων: _____
34. Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων στο οπτικό πεδίο – αντανάκλασεις, σκίαση, τρεμοπέξιμο σκιάς, οπτική όχληση που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση.
Αριθμός μέτρων: _____
Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων στο οπτικό πεδίο – αντανάκλασεις, σκίαση, τρεμοπέξιμο σκιάς, οπτική όχληση που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο.
Αριθμός μέτρων: _____
35. Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων από ηλεκτρομαγνητικά πεδία που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση. Αριθμός μέτρων: _____
Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων από ηλεκτρομαγνητικά πεδία που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο. Αριθμός μέτρων: _____
36. Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων στο μικροκλίμα της περιοχής που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση. Αριθμός μέτρων: _____
Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων στο μικροκλίμα της περιοχής που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο. Αριθμός μέτρων: _____
37. Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων στο έδαφος που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση. Αριθμός μέτρων: _____
Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων στο έδαφος που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο.
Αριθμός μέτρων: _____
38. Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων από οσμές, σκόνη κτλ που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση. Αριθμός μέτρων: _____
Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων από οσμές, σκόνη κτλ που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο. Αριθμός μέτρων: _____
39. Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων από οδική κυκλοφορία που προβλέπονται στη ΜΕΕΠ και περιβαλλοντική αδειοδότηση. Αριθμός μέτρων: _____
Μέτρα πρόληψης επιπτώσεων από οδική κυκλοφορία που εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στο έργο. Αριθμός μέτρων: _____
40. Ποσοστό υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή του έργου και είναι ανακυκλώσιμα ή δυνατόν να ανακυκλωθούν, επαναχρησιμοποιηθούν κτλ μετά την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής του έργου: _____%

ΕΜΠΙΣΤΕΥΤΙΚΟ

Κοινωνικά στοιχεία

41. Αριθμός θέσεων εργασίας κατά τη λειτουργία του έργου που είχαν προβλεφθεί κατά το σχεδιασμό του έργου: _____
42. Αριθμός θέσεων εργασίας που δημιουργήθηκαν κατά τη λειτουργία του έργου: _____
43. Ατυχήματα και συμβάντα που συνδέονται με τη λειτουργία του έργου από την έναρξη λειτουργίας του μέχρι σήμερα (αριθμός): _____
44. Παράπονα από περίοικους που συνδέονται με τη λειτουργία του έργου από την έναρξη λειτουργίας του μέχρι σήμερα (συνολικός αριθμός): _____
45. Συνολικό ποσό που έχει αντισταθμιστικά πληρωθεί στις τοπικές αρχές από την έναρξη λειτουργίας του έργου μέχρι σήμερα (€): _____
Συνολικό ποσό που είχε προβλεφθεί να πληρωθεί αντισταθμιστικά στις τοπικές αρχές κατά την αδειοδότηση (€): _____
46. Συνολικό ποσό για χορηγίες, εισφορές, φορολογίες κλπ που έχει πληρωθεί στις τοπικές αρχές ή άλλους φορείς από την έναρξη λειτουργίας του έργου μέχρι σήμερα (€): _____
Συνολικό ποσό που είχε προβλεφθεί να πληρωθεί κατά την μελέτη και αδειοδότηση του έργου (€): _____
47. Συνολικός αριθμός επισκεπτών στο έργο για ενημέρωση κτλ από την έναρξη λειτουργίας του έργου μέχρι σήμερα: _____

Παρακαλώ εάν επιθυμείτε αναφέρετε κατά την άποψη σας τα Δυνατά σημεία – Αδυναμίες – Ευκαιρίες και Απειλές που παρουσιάζει ο τομέας των ΑΠΕ στην Κύπρο.

Δυνατά σημεία : _____

Αδυναμίες : _____

Ευκαιρίες : _____

Απειλές : _____

Παρατηρήσεις – εισηγήσεις – σχόλια : _____

Όνοματεπώνυμο: _____ Τηλέφωνο: _____