



**ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΥΠΡΟΥ**

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ

*Αξιολόγηση τεχνολογιών για την κάλυψη
των ενεργειακών αναγκών θερμοκηπίου*

Παναγιώτα Χατζηχαμπί

Επιβλέπων Καθηγήτρια

Σίσσυ Ευθυμιάδου

Αύγουστος, 2015

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

*Αξιολόγηση τεχνολογιών για την κάλυψη
των ενεργειακών αναγκών θερμοκηπίου*

Παναγιώτα Χατζηχαμπή

Επιβλέπων Καθηγήτρια
Σίσσυ Ευθυμιάδου

Αύγουστος, 2015

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
SUMMARY	7
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	8
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	10
1.1.1 Αναγκαιότητα χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	11
1.1.2 Αναγκαιότητα Χρήσης Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη γεωργία και στα Θερμοκήπια	13
1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	13
1.3 Προσδιορισμός κεντρικών εννοιών	14
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	16
2.1 Εισαγωγή	16
2.2 Ιστορική αναδρομή	17
2.2.1 Ιστορική αναδρομή στα Θερμοκήπια	17
2.2.2 Ιστορική αναδρομή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	19
2.3 Χρήση ηλιακής ενέργειας	19
2.3.1 Χρήση ηλιακής ενέργειας στη γεωργία και στα θερμοκήπια	22
2.4. Χρήση αιολικής ενέργειας	23
2.4.1 Χρήση αιολικής ενέργειας στη γεωργία και στα θερμοκήπια	25
2.5 Χρήση άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	25
2.6 ΧΡΗΣΗ ΑΛΛΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΓΙΑ ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ	27
2.6.1 Εξαερισμός	27
2.6.2 Ηλεκτρικοί Λαμπτήρες	28
2.6.3 Συστήματα Ψύξης – Θέρμανσης	29
2.6.4 Σκέπαστρα	29
2.6.5 Κομποστοποίηση	29
2.7 ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΣΤΗ ΚΥΠΡΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ	30
2.8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ	32
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	34
3.1 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ	34
3.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	34
3.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	35
3.3.1 Λειτουργικά έξοδα	36
3.3.2 Παραγωγή καλλιεργειών	36
3.3.3 Τοποθεσία θερμοκηπίου και κατασκευή του	41
3.4 Σύγκριση ηλιακής και αιολικής ενέργειας	46
3.4.1 Επιλογή τεχνολογίας για ένταξη της στο θερμοκήπιο	49
3.4.2 Τύποι φωτοβολταϊκών συστημάτων	52
3.4.3 Φωτοβολταϊκά συστήματα στην Κυπριακή αγορά	55
3.4.4 Διαδικασία αρχικής εγκατάστασης	56

3.4.5	<i>Ένταξη φωτοβολταϊκού συστήματος Net Metering</i>	65
3.4.6	<i>Εξοπλισμός φωτοβολταϊκού συστήματος που θα ενταχθεί στο υπό μελέτη θερμοκήπιο</i>	65
4.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	71
4.1	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	71
4.2	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	73
4.3	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	75
5.	ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ.....	77
5.1	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	77
5.2	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	78
5.3	ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ	79
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	81
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	87

Περίληψη

Οι πράσινες ενέργειες ή όπως αλλιώς είναι ευρέως γνωστές οι ανανεώσιμες ενέργειες έχουν ενταχθεί για τα καλά στη ζωή όλων μας. Αν και άρχισαν να χρησιμοποιούνται από πολύ παλιά, χιλιάδες χρόνια πριν με πολύ απλές λειτουργίες, όπως για παράδειγμα όταν χρησιμοποιούσαν την ηλιακή ενέργεια για ξήρανση των καρπών, ή την αιολική ενέργεια την οποία χρησιμοποιούσαν τα καράβια για να κινούνται, σήμερα χρησιμοποιούνται άμεσα αλλά και έμμεσα σε όλους τους τομείς. Η Ευρωπαϊκή Ένωση στη προσπάθεια της να κάνει ακόμα εντονότερη τη χρήση αυτών των μορφών ενέργειας έχει θέσει στόχο, τον οποίο όλες οι χώρες που ανήκουν σε αυτή είναι υπόχρεες να τον υλοποιήσουν. Ο στόχος αυτός πρέπει να υλοποιηθεί μέχρι το 2020 και έχει να κάνει με την αύξηση στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έτσι ώστε να μπορέσει να μειώσει τη κατανάλωση ενέργειας που προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως είναι φυσικό εντάχθηκαν και στο τομέα της γεωργίας. Όπως θα παρουσιαστεί στη παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή κάποια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας μπορεί να ενταχθεί σε γεωργικά υποστατικά ή σε θερμοκήπια έτσι ώστε να καλύπτονται από εκεί όλες οι ενεργειακές τους ανάγκες χωρίς περιττά έξοδα.

Επομένως η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή έχει ως σκοπό την μελέτη και την αξιολόγηση των τεχνολογιών των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη κάλυψη ενεργειακών αναγκών ενός θερμοκηπίου. Για την διεκπεραίωση της διατριβής αυτής έχει πραγματοποιηθεί βιβλιογραφική μελέτη στην οποία παρουσιάζονται οι διάφορες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, επισημαίνονται οι πιο διαδεδομένες και τέλος επιλέγεται η καταλληλότερη για ένταξη της στο υπό μελέτη θερμοκήπιο. Το υπό μελέτη θερμοκήπιο μας βρίσκεται στο χωριό Ερήμης, λίγο έξω από τη πόλη της Λεμεσού, το οποίο αν και αρκετά νεαρό σε ηλικία έχει μεγάλες ενεργειακές ανάγκες τους θερμοούς μήνες του χρόνου.

Λόγω της θέσης που βρίσκεται το θερμοκήπιο αλλά και λόγω των αναγκών του, η καταλληλότερη ανανεώσιμη ενέργεια που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι η ηλιακή. Μπορούν να εγκατασταθούν στην στέγη του θερμοκηπίου ή στο έδαφος 40 φωτοβολταϊκά πλαίσια συνολικής δυναμικότητας 10kWp τα οποία μπορούν να παράγουν ενέργεια περίπου 15000KWh το χρόνο.

Συμπέρασμα της μεταπτυχιακής διατριβής είναι ότι η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πρέπει να εξαπλωθεί ακόμα περισσότερο έτσι ώστε να μειωθεί η χρήση ορυκτών καυσίμων τα οποία έχουν πολλά μειονεκτήματα έναντι των ανανεώσιμων ενεργειών. Με τα σημερινά δεδομένα μπορεί εύκολα στη Κύπρο να ενταχθεί κάποιο φωτοβολταϊκό σύστημα σχεδόν σε κάθε σπίτι, εργοστάσιο ή σε

οποιοδήποτε άλλο υποστατικό. Λόγω της αύξησης στις εταιρείες που πωλούν φωτοβολταϊκά υπάρχει μεγάλος ανταγωνισμός επομένως έχει μειωθεί κατά πολύ το κόστος του, γεγονός που τα κάνει να είναι πιο προσιτά για χρήση από περισσότερο κόσμο. Εκτός αυτού λαμβάνοντας υπόψη τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στο νησί μας, στο οποίο τους περισσότερους μήνες του χρόνου έχει μεγάλη ηλιοφάνεια, τότε μπορεί να γίνει απόσβεση του κόστους αγοράς των φωτοβολταϊκών σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτό είναι και το σημαντικότερο κίνητρο που κάνει ολοένα και περισσότερους κατοίκους της Κύπρου να βάζουν τα φωτοβολταϊκά στη ζωή τους, βοηθώντας έτσι και στην οικονομία των νοικοκυριών τους αλλά και στην ύπαρξη ενός καθαρότερου περιβάλλοντος.

Summary

In this day and age, Green Energy, also known as Renewable Energy, has been integrated well into our lives. Surprisingly enough the use of renewable energy dates back to over a thousand years ago. For instance, solar energy was used to dry fruits and wind power propelled boats along the rivers. Nowadays, it is exploited both directly and indirectly to multiple sectors. The European Union, in its effort to increase its usage, has set a goal to be met by all of the European Union countries by 2020. The aforementioned goal mainly involves the curtailment of fossil fuel derived energy usage and at the same time the increase of green energy usage. As expected, in many countries, renewable energy resources are widely used in the sector of agriculture. In this project, I will present how some types of renewable energy can cover the energy requirements in agricultural premises or greenhouses with no massive expenses.

The principal purpose of this dissertation is the study and evaluation of the renewable energy technologies which can be used in a greenhouse. The project includes a bibliographic study in which the different types of renewable sources are presented, the most widespread are highlighted and finally the most appropriate for the under study greenhouse is chosen. The foregoing greenhouse is in Erimi's village, just outside Limassol and even though the village is relatively new it has great energy needs. Due to the location and demands of the greenhouse, the most applicable, renewable energy that can be used is solar energy. Forty photovoltaic panels can be installed in the roof or yard of the greenhouse which results to a total capacity of 10kWp and annual electricity production of 15000KWh.

The conclusion of the dissertation is that the usage of green energy should be encouraged further in order to reduce the exploitation of fossil fuels which in comparison with the renewable energy resources appear to have more disadvantages. Taking into consideration the present state of affairs, a photovoltaic system can be included in almost every household, factory and building. Because of the increase in photovoltaic companies there is a great competition in renewable industries and as a consequence the costs are reduced and solar industry becomes more approachable. Besides that, current weather conditions on the island - high sunshine nearly all year - promise a quick recoupment of the photovoltaic system purchasing expenses. Hence, not only Cypriots have a great motivation to install solar panel, but also their household charges are reduced. And for the end with photovoltaic systems they contribute to a cleaner environment.

Ευχαριστίες

Θερμές ευχαριστίες αρχικά στην καθηγήτρια μου Σίσσυ Ευθυμιάδου για την κατανόηση, την ανάθεση του θέματος της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής καθώς και για την βοήθεια της κατά τη προετοιμασία της.

Θερμές ευχαριστίες και στον κ. Χριστάκη Γεωργίου για την βοήθεια του και για τις πληροφορίες που μου παρείχε για την διεκπεραίωση της μεταπτυχιακής αυτής διατριβής, καθώς και για την έγκριση του να μπορέσω να χρησιμοποιήσω τις πληροφορίες αλλά και τις φωτογραφίες από το θερμοκήπιο Glass House Nurseries Ltd.

Τελευταίες αλλά εξίσου σημαντικές θερμές ευχαριστίες στον άντρα και στην οικογένεια μου για την ψυχολογική βοήθεια και υποστήριξη που μου παρείχαν έτσι ώστε να μπορέσω να ολοκληρώσω τη μεταπτυχιακή διατριβή αλλά και γενικότερα το πρόγραμμα Διαχείρισης και προστασίας περιβάλλοντος στο σύνολο του.

Κεφάλαιο Πρώτο

Εισαγωγή

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να ενταχθούν σε πολλούς τομείς ανάμεσα τους και η γεωργία. Στη παρούσα διατριβή θα μελετηθεί η ένταξη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στη λειτουργία ενός θερμοκηπίου. Θα πραγματοποιηθεί σύγκριση της Αιολικής και Ηλιακής Ενέργειας έτσι ώστε να αποδειχθεί η ποια από τις δύο Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η καλύτερη για να χρησιμοποιηθεί από το συγκεκριμένο υπό μελέτη θερμοκήπιο. Φυσικά λόγω της θέσης του θερμοκηπίου μόνο μία από τις δύο θα είχε καλύτερα αποτελέσματα. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ραγδαία ανάπτυξη στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε πολλές αναπτυγμένες χώρες του κόσμου ανάμεσα τους φυσικά και η Κύπρος. Στη χώρα μας εδώ και αρκετά χρόνια άρχισε δειλά η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας με τη βοήθεια των ηλιακών συστημάτων για ζεστό νερό που όλα τα σπίτια σήμερα υποχρεώνονται να έχουν.

Η Κύπρος είναι η πρώτη χώρα στο κόσμο σε επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών ανά κάτοικο καθώς αναλογεί περίπου 1m^2 ανά κάτοικο. Η Κύπρος άρχισε να τα χρησιμοποιεί από την δεκαετία του 60. Συγκεκριμένα από το 1956 άρχισε να εισάγει από το Ισραήλ ηλιακούς συλλέκτες και άλλα σχετικά εξαρτήματα. Φυσικά η πρωτιά αυτή καλό θα ήταν να υπήρχε και σε άλλους τομείς όπου έχουν σχέση με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει και αρκετά πλεονεκτήματα όπως είναι αρχικά η σημαντική μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Έπειτα με την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα υπάρχει μείωση από την εξάρτηση σε εισαγόμενες πηγές ενέργειας σε μια χώρα όπως είναι η Κύπρος η οποία κάθε χρόνο εισάγει μεγάλες ποσότητες ορυκτών καυσίμων και είναι στην ουσία εξαρτημένη από άλλες χώρες. Με την ανάπτυξη όμως των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα μπορέσει να είναι ανεξάρτητη και δε θα χρειάζεται να εισάγει τόσο μεγάλα ποσά. Ένα ακόμα πλεονέκτημα και εξίσου σημαντικό είναι και η εξοικονόμηση χρημάτων καθώς όπως βλέπουμε, μέρα με τη μέρα η τιμή των υγρών καυσίμων ολοένα και αυξάνεται. Αντιθέτως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι μέρα με τη μέρα πιο οικονομικές και σε μικρό χρονικό διάστημα λειτουργίας τους γίνεται η απόσβεση του ποσού αγοράς τους. Το κόστος για τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών

ενέργειας είναι στην εγκατάσταση των τεχνολογικών και στη συντήρησή τους που όμως με τα κέρδη που έχουν με την δωρεάν ενέργεια σε μικρό χρονικό διάστημα το κόστος αυτό γίνεται απόσβεση.

Ένας από τους κεντρικούς στόχους της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής του εικοστού πρώτου αιώνα είναι η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Kancs, 2007). Σε όλες ανεξαρτήτως τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν τεθεί στόχοι στους οποίους θα πρέπει να αυξηθεί η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και να μειωθούν φυσικά οι ρύποι. Ο συγκεκριμένος στόχος που τέθηκε για τη Κύπρο είναι η αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας 13% μέχρι και το 2020. Φυσικά κάθε χώρα έχει δικούς της στόχους όπως για παράδειγμα η Πολωνία η οποία είχε κάνει στρατηγική για αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για 3.8% το 2005, για 7.5% το 2010 και τέλος για 14% μέχρι το 2020 (Kancs, 2007).

1.1 Καταγραφή προβλήματος

Δυστυχώς στη Κύπρο οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν ακόμα μικρή συμμετοχή στο τομέα της γεωργίας και αυτό σίγουρα πρέπει να αλλάξει. Ένα βήμα πιο κοντά προς την αλλαγή αυτού δίνει η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή στην οποία θα μελετηθεί η αξιοποίηση και η ένταξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε ένα συγκεκριμένο θερμοκήπιο. Το θερμοκήπιο αυτό βρίσκεται στο χωριό Ερήμη της Λεμεσού, και αν και είναι σχετικά νεαρό στην ηλικία του χρειάζεται αρκετή ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία του. Συγκεκριμένα τη περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια τη καταναλώνει κατά τους καλοκαιρινούς μήνες στους οποίους παρατηρούνται πολύ υψηλές θερμοκρασίες έτσι χρειάζεται συνεχής χρήση του κλιματισμού έτσι ώστε να υπάρχει η σωστή θερμοκρασία στο θερμοκήπιο. Με την αφθονία του ήλιου που έχουμε στην Κύπρο σίγουρα το βέλτιστο θα ήταν να χρησιμοποιηθεί η ηλιακή ενέργεια. Με τη χρήση κάποιας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας σίγουρα θα εξοικονομούσε αρκετά χρήματα αφού μέχρι τώρα πληρώνει στην Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου γύρω στα €60 το μήνα για τους μήνες Νοέμβριο έως Φεβρουάριο και γύρω στα €400-€500 για το κάθε ένα από τους υπόλοιπους πιο θερμούς μήνες (Γρηγορίου, 2015). Όπως διαπιστώνεται και από τους λογαριασμούς της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου, τους πιο ζεστούς μήνες του χρόνου χρειάζεται περισσότερη ενέργεια καθώς γίνεται συνεχής χρήση του κλιματισμού και των άλλων συστημάτων έτσι ώστε να διατηρείται το θερμοκήπιο στην κατάλληλη θερμοκρασία για να καλλιεργούνται σωστά τα φυτά.

1.1.1 Αναγκαιότητα χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Η ενέργεια είναι σίγουρα απαραίτητη για τη ζωή και την ανάπτυξη στο κόσμο και συμβάλει στην οικονομική αλλά και κοινωνική ανάπτυξη. Ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό το 90% περίπου της ενέργειας παράγεται δυστυχώς από τα ορυκτά καύσιμα (Kaygusuz και Bilgen, 2009). Σε άλλες μελέτες αναφέρεται ένα μικρότερο ποσοστό που όμως είναι και πάλι αρκετά υψηλό. Συγκεκριμένα οι Zhenming και Suhua (1994) αναφέρουν ότι χρησιμοποιούνται τα ορυκτά καύσιμα σε ποσοστό γύρω στο 76% για παραγωγή ενέργειας και σε πολύ μικρότερα ποσοστά χρησιμοποιείται το φυσικό αέριο, το νερό ή ο Ήλιος. Η παραγωγή όμως ενέργειας μέσω ορυκτών καυσίμων έχει πολλές δυσκολίες και συνέπειες. Αρχίζοντας με τις δυσκολίες τα ορυκτά καύσιμα είναι πάντα δύσκολα κατά την μεταφορά αλλά και κατά την αξιοποίηση τους. Με τα ορυκτά καύσιμα έχουμε όμως και αρνητικές συνέπειες όπως σοβαρή μόλυνση και ρύπανση του περιβάλλοντος τόσο κατά την εξόρυξη τους από τη γη όσο και κατά την αξιοποίηση τους για παραγωγή ενέργειας (Zhenming και Suhua, 1994).

Με το πέρασμα των χρόνων όμως φαίνεται ότι η παγκόσμια ζήτηση για ενέργεια όλο και αυξάνεται ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Μακροπρόθεσμες προβλέψεις δείχνουν ότι η παγκόσμια ζήτηση ενέργειας μπορεί να αυξηθεί δραματικά τα επόμενα χρόνια (Kaygusuz και Bilgen, 2009). Για το λόγο αυτό πρέπει να αρχίσει να γίνεται μεγαλύτερη χρήση νέων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπου μπορούν να αντικαταστήσουν πλήρως τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση με οδηγία της από το 2009 αναφέρει εθνικούς στόχους για όλα τα κράτη μέλη της που πρέπει να επιτύχουν μέχρι και το 2020 όσον αφορά το μερίδιο ενέργειας από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας της κάθε χώρας. Σε πίνακα που δημοσιεύτηκε στην οδηγία αυτή παρουσιάζονται τα ποσοστά της κατανάλωσης ενέργειας που προέρχονται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κατά το 2005 και τα ποσοστά που τέθηκαν σαν στόχοι για το 2020. Ενδεικτικά ορισμένα από αυτά τα ποσοστά είναι για την Κύπρο από το 2.9% που είχε το 2005 πρέπει να ανεβεί στο 13%, η Ελλάδα από 6.9% στο 18%, η Γερμανία από 5.8% στο 18%, το Ηνωμένο Βασίλειο από 1.3% στο 15% και η Μάλτα από 0% σε 10%. Ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο που βλέπουμε από τον πίνακα αυτό (Πίνακας 1: Στόχοι που έθεσε η Ευρωπαϊκή ένωση για τις χώρες μέλη της για το 2020) είναι τις χώρες όπου είδη από το 2005 είχαν μεγάλη ανάπτυξη στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως είναι η Λετονία, η Φινλανδία και η Σουηδία (Ευρωπαϊκή Οδηγία 2009/28/EK). Για κάθε χώρα ανάλογα του μεγέθους της αλλά και του ποσοστού χρήσης των ανανεώσιμων πηγών

ενέργειας που είχαν κατά το 2005, έχει τεθεί διαφορετικός στόχος για χρήση των Ανανεώσιμων ενεργειών μέχρι και το 2020.

Πίνακας 1: Στόχοι που έθεσε η Ευρωπαϊκή ένωση για τις χώρες μέλη της για το 2020

Χώρες	Μερίδιο ενέργειας από ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας το 2005	Στόχος για το μερίδιο ενέργειας από ΑΠΕ για την τελική κατανάλωση ενέργειας το 2020
Βέλγιο	2,2%	13,0%
Βουλγαρία	9,4%	16,0%
Τσεχική Δημοκρατία	6,1%	13,0%
Δανία	17,0%	30,0%
Γερμανία	5,8%	18,0%
Εσθονία	18,0%	25,0%
Ιρλανδία	3,1%	16,0%
Ελλάδα	6,9%	18,0%
Ισπανία	8,7%	20,0%
Γαλλία	10,3%	23,0%
Ιταλία	5,2%	17,0%
Κύπρος	2,9%	13,0%
Λεττονία	32,6%	40,0%
Λιθουανία	15,0%	23,0%
Λουξεμβούργο	0,9%	11,0%
Ουγγαρία	4,3%	13,0%
Μάλτα	0,0%	10,0%
Κάτω Χώρες	2,4%	14,0%
Αυστρία	23,3%	34,0%
Πολωνία	7,2%	15,0%
Πορτογαλία	20,5%	31,0%
Ρουμανία	17,8%	24,0%
Σλοβενία	16,0%	25,0%
Σλοβακική Δημοκρατία	6,7%	14,0%
Φινλανδία	28,5%	38,0%
Σουηδία	39,8%	49,0%
Ηνωμένο Βασίλειο	1,3%	15,0%

1.1.2 Αναγκαιότητα Χρήσης Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη γεωργία και στα Θερμοκήπια

Τα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται αρκετά σε πολλές χώρες του κόσμου και κατέχουν αρκετά εκτάρια στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα, περισσότερο και από 60.000 εκτάρια. Τα θερμοκήπια χρειάζονται περισσότερο από 1.5% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνει η Ευρώπη κάθε χρόνο. Τα μεγαλύτερα ποσά ενέργειας χρειάζονται για τη θέρμανση ή τη ψύξη των θερμοκηπίων ανάλογα την εποχή και την περιοχή στην οποία βρίσκονται (Santamouris, 1993). Συγκεκριμένα σε χώρες του Νότου κάθε χρόνο χρειάζονται περίπου 7–8 λίτρα καύσιμο ανά τετραγωνικό μέτρο ενώ στις Βόρειες χώρες χρειάζονται περίπου 80 λίτρα ανά τετραγωνικό μέτρο. Για το λόγο αυτό κρίνεται αναγκαία η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα θερμοκήπια. Η σωστή κατασκευή του θερμοκηπίου σίγουρα μειώνει την ενέργεια που χρειάζεται για θέρμανση. Επιπρόσθετα χρησιμοποιώντας ηλιακό σύστημα αφαλάτωσης θαλασσινού νερού εξοικονομείτε μεγάλο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας (Ceron-Palma, et al., 2012).

Επιπρόσθετα άλλες ενέργειες που μπορούν να γίνουν για να εξοικονομείτε ενέργεια στο θερμοκήπιο είναι να μειωθούν οι απώλειες ενέργειας του θερμοκηπίου χρησιμοποιώντας υαλοπίνακες υψηλής θερμικής αντίστασης ή κατάλληλα μονωτικά και κουρτίνες. Επίσης μπορούν να αναπτύσσονται φυτά και καλλιέργειες ανάλογα με τη θερμοκρασία κάθε περιοχής. Τέλος φυσικά μπορούν να χρησιμοποιούνται και εναλλακτικές πηγές ενέργειας όπως είναι φυσικά οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Santamouris, 1993). Τα τελευταία χρόνια η χρήση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση του θερμοκηπίου έχει αυξηθεί σημαντικά παρόλο που αντιμετωπίζει ακόμα ορισμένα προβλήματα σε σχέση με το αρχικό κόστος αλλά και το κόστος συντήρησης του σε ορισμένες χώρες.

1.2 Σκοπός και Στόχοι εργασίας

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή έχει ως σκοπό τη μελέτη και αξιολόγηση τεχνολογιών για τη κάλυψη ενεργειακών αναγκών ενός θερμοκηπίου. Η μελέτη θα πραγματοποιηθεί για συγκεκριμένο θερμοκήπιο το οποίο βρίσκεται στο χωριό Ερήμη της Λεμεσού. Στόχοι της εργασίας είναι να μελετηθούν οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο θερμοκήπιο και να γίνει ανάπτυξη της τεχνολογίας αυτής όπου θα παρέχει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Θα πραγματοποιηθεί βιβλιογραφική ανασκόπηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως είναι η ηλιακή, η

αιολική, η βιομάζα και λεπτομερής ανάλυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μπορούν τελικά να χρησιμοποιηθούν.

1.3 Προσδιορισμός κεντρικών εννοιών

Στην παρούσα εργασία θα αναφέρονται αρκετά οι έννοιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, γεωργία, θερμοκήπια, ηλιακή ενέργεια και αιολική ενέργεια. Για το σκοπό αυτό στη συνέχεια αναφέρονται οι επεξηγήσεις και οι ορισμοί των εννοιών αυτών.

- **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ):** είναι οι ανεξάντλητες πηγές ενέργειας οι οποίες είναι φιλικές προς το περιβάλλον και έχουν σαφώς πολλά πλεονεκτήματα έναντι των συμβατικών πηγών ενέργειας (Kaya, 2005). Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η βιομάζα, η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική, η γεωθερμική και η ενέργεια από τα θαλάσσια κύματα (Demirbas, 2006).

- **Γεωργία:** ονομάζεται η καλλιέργεια των φυτών, φυτικών ινών και άλλων προϊόντων που χρησιμοποιούνται για τη διατήρηση του ανθρώπινου πολιτισμού (Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, n.d). Επιπρόσθετα για τη γεωργία μπορούμε να πούμε ότι είναι η φυσική ροή της τροφικής αλυσίδας (Hargesheimer, 1999).

- **Θερμοκήπια:** τα θερμοκήπια είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τις καλλιέργειες (Kurata, 1990). Τα θερμοκήπια έχουν ως σκοπό να προφυλάξουν τα φυτά, αποτελούνται από στεγασμένους και περιφραγμένους χώρους και είναι κατασκευασμένα συνήθως από γυαλί και πλαστικό. Η κατασκευή τους σίγουρα εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες της κάθε περιοχής και χώρας (Βικιπαίδεια, 2015). Τα θερμοκήπια μπορούν να παρέχουν προστασία στις καλλιέργειες είτε σε πολύ ψυχρές περιοχές είτε σε πολύ θερμές περιοχές. Επιπλέον η χρήση θερμοκηπίου έχει τρία σημαντικά πλεονεκτήματα. Αρχικά έχουμε τη συνεχή παραγωγή φρέσκων λαχανικών τα οποία χρησιμοποιούνται για να τρέφονται πολλοί άνθρωποι σε όλο τον κόσμο. Στη συνέχεια το θερμοκήπιο μπορεί να παρέχει εισόδημα ακόμα και σε μικρούς γεωργούς και τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό είναι ότι η βιομηχανία θερμοκηπίου δημιουργεί θέσεις εργασίας και απασχολεί εργασιακό δυναμικό είτε κατά τη κατασκευή είτε κατά τη λειτουργία του (Yilmaz, Sayin, και Ozkan, 2005).

- **Ηλιακή ενέργεια:** είναι όπως το υποδηλώνει και το όνομα της η ενέργεια που παίρνουμε από τον ήλιο, μετατρέποντας δηλαδή το φως του ήλιου σε θερμότητα ή ηλεκτρισμό. Τα συστήματα που

χρησιμοποιούνται είναι είτε παθητικά είτε ενεργητικά τα οποία συλλέγουν και αποθηκεύουν ενέργεια, χρησιμοποιώντας το γυαλί για να συλλέγει την ενέργεια και το νερό ή τον αέρα για να τη μεταφέρει στο συλλέκτη για αποθήκευση (Plitnik, 2014). Η ηλιακή ενέργεια είναι ανανεώσιμη ενέργεια και επομένως δεν χρειάζεται κάποιο χρηματικό ποσό για τη δημιουργία της παρά μόνο ένα μικρό κόστος που χρειάζεται στην αρχή για να κατασκευαστεί το σύστημα που θα εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια (Parker και Ho, 2013).

- Αιολική ενέργεια: είναι η ενέργεια που παίρνουμε από τον άνεμο και είναι ίσως η μεγαλύτερη σε ηλικία ενέργεια μαζί με την ηλιακή. Βλέπουμε ότι άρχισε να χρησιμοποιείται από το 400 π.Χ όταν οι Αιγύπτιοι την χρησιμοποιούσαν για να περνούν με τα ιστιοφόρα τους το ποταμό Νείλο. Αργότερα άρχισε να γίνεται εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας και σε άλλους τομείς με περισσότερους τρόπους όπως είναι οι ανεμόμυλοι και οι ανεμογεννήτριες (Weber και Myers, 2015).

- Κομποστοποίηση: Είναι η διαδικασία που γίνεται εδώ και χιλιάδες χρόνια στη φύση για διατήρηση της ζωής σε πολύ όμως χαμηλούς ρυθμούς αφού δεν μπορεί να γίνει έλεγχος των διαδικασιών από τον άνθρωπο. Με τη τεχνολογία της κομποστοποίησης επιτυγχάνεται στην ουσία η διαδικασία της βιολογικής αποδόμησης των αποβλήτων έτσι ώστε να παραχθεί χρήσιμο υλικό και συγκεκριμένα χώμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία. Φυσικά η διαδικασία αυτή γίνεται κάτω από τον έλεγχο του ανθρώπου μπορώντας έτσι να προσθέσει ή να αφαιρέσει υλικά και βακτήρια έτσι ώστε να γίνει γρηγορότερα και ευκολότερα η συγκεκριμένη διαδικασία (Uao, Vizcarra και Lo, 1993).

Κεφάλαιο Δεύτερο

Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Διεκπεραιώνοντας την μεταπτυχιακή διατριβή χρησιμοποιήθηκε βιβλιογραφία από όλο τον κόσμο. Διάφορες μελέτες, ηλεκτρονικά βιβλία και άρθρα από μεγάλα παγκόσμια περιοδικά χρησιμοποιήθηκαν για συλλογή όσο το δυνατό περισσότερων στοιχείων τόσο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όσο και για τη γεωργία και τα θερμοκήπια.

2.1 Εισαγωγή

Συνειδητοποιώντας ότι τα ορυκτά καύσιμα έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής άρχισε και η αναζήτηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Από αρκετές μελέτες που πραγματοποιούνται τα τελευταία χρόνια φαίνεται ότι τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου θα εξαντληθούν μέχρι το τέλος αυτού του αιώνα. Οι επιστήμονες παγκοσμίως άρχισαν να στρέφονται προς τον ήλιο, τον άνεμο, τα κύματα και γενικότερα προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Debnay and Knight, 1978).

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο στη γεωργία αλλά και στα θερμοκήπια. Αυτό αποδεικνύεται και από τις πολλές μελέτες που γίνονται σε διάφορες χώρες ανά το παγκόσμιο. Μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που έγινε παρατηρείται ότι η ανανεώσιμη πηγή που χρησιμοποιείται περισσότερο στα θερμοκήπια είναι μέχρι και σήμερα η ηλιακή ενέργεια. Τόσο σε χώρες όπου έχουν πολύ μεγάλα ποσά ήλιου τους περισσότερους μήνες του χρόνου, όπως είναι η Κύπρος, όσο και σε χώρες με λιγότερο ήλιο η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι συνεχής. Τα προηγούμενα χρόνια λόγω του μεγάλου κόστους που είχαν τα φωτοβολταϊκά συστήματα ήταν δυσκολότερο να μπορέσει να τα εγκαταστήσει μεγάλη μερίδα ατόμων. Σήμερα όμως με την αύξηση τους στο εμπόριο και με τις πολλές νέες εταιρείες που άρχισαν να τα κατασκευάζουν, έχει μειωθεί κατά πολύ το κόστος τους και για το λόγο αυτό είναι ευκολότερο να αγοραστούν και επομένως να χρησιμοποιηθούν από πάρα πολλά άτομα ανά το παγκόσμιο.

Ακολούθως μέσω βιβλιογραφικής ανασκόπησης θα παρουσιαστεί ιστορική αναδρομή των θερμοκηπίων αλλά και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και η χρήση τους τόσο στη γεωργία

όσο και στα θερμοκήπια. Τέλος θα παρουσιαστούν τα θερμοκήπια και η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε αυτά στην κυπριακή γεωργία.

2.2 Ιστορική αναδρομή

Πολύ μεγάλη ιστορία έχουν τα θερμοκήπια αλλά και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αρχικά τα θερμοκήπια όπως αναφέρουν βιβλιογραφικές αναφορές άρχισαν να χρησιμοποιούνται από τον 5^ο αι. π.Χ, όπως περιγράφεται από αρχαίους Έλληνες συγγραφείς (Athanasios, 2003). Έπειτα οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας βλέπουμε ότι άρχισαν να χρησιμοποιούνται αρκετούς αιώνες πριν. Μια από τις αυτές και συγκεκριμένα η αιολική ενέργεια άρχισε να χρησιμοποιείται από το 400π.Χ (Weber και Myers, 2015) και η ηλιακή ενέργεια από την αρχή της ανθρώπινης ζωής καθώς ο ήλιος χρησίμευε πάντα για να ζεσταίνει τους ανθρώπους.

Κεντρικός στόχος της Ευρωπαϊκής επιτροπής για τον εικοστό πρώτο αιώνα είναι η περαιτέρω ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αιολικής, ηλιακής και βιομάζας. Η Λευκή βίβλος της Ευρωπαϊκής επιτροπής καθορίζει ανάπτυξη 12% έως το 2010 για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις χώρες που ανήκουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Έτσι κάθε χώρα έθεσε δικούς της στόχους όπως η Πολωνία που είχε στόχο 7,5% (Kancs, 2007) και φυσικά η Κύπρος όπου ο στόχος της ήταν στο 6% για το 2010. Τέλος για την Κύπρο μέχρι και το 2020 θα πρέπει η τελική ενεργειακή κατανάλωση να προέρχεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας με ποσοστό 13% (Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών, 2010).

2.2.1 Ιστορική αναδρομή στα Θερμοκήπια

Μελετώντας την ύπαρξη του θερμοκηπίου παρατηρείται ότι έχει πολύ μεγάλη ιστορία. Πολλούς αιώνες πριν φαίνεται ότι οι άνθρωποι προσπαθούσαν να προφυλάξουν τις καλλιέργειες τους από ακραία καιρικά φαινόμενα. Μέσα από αρχαίους Έλληνες συγγραφείς του 5^{ου} αιώνα π.Χ, φαίνεται ότι χρησιμοποιούνταν φυτά που καλλιεργούνταν σε ειδικούς χώρους όπου ήταν προστατευμένα από το κρύο. Ακολούθως στη Ρωμαϊκή αυτοκρατορία τον 1^ο αιώνα π.Χ άρχισαν να καλλιεργούνται φρούτα και λαχανικά τα οποία όμως ήταν εκτός εποχής. Αυτό φυσικά επιτυγχανόταν με τη κατασκευή απλών θερμοκηπίων. Κατά τους επόμενους αιώνες δεν φαίνεται να γινόταν καθόλου χρήση των θερμοκηπίων μέχρι τον 17^ο αιώνα μ.Χ όπου άρχισε και πάλι να γίνεται χρήση θερμοκηπίων για διατήρηση φυτών και βοτάνων που έπαιρναν από άλλες περιοχές όπου μπορεί να ήταν πιο ψυχρές ή πιο θερμές (Athanasios,

2003). Αυτή την εποχή φαίνεται να κατασκευάστηκε και ένα από τα πρώτα καταγεγραμμένα θερμοκήπια της Ευρώπης, όπου ήταν στην Βοημία και κτίστηκε περίπου το 1680 μ.Χ (Βικιπαίδεια, 2015). Συνεχίζοντας τον 18^ο αιώνα μ.Χ αφού πλέον κατοχυρώθηκε η χρήση των θερμοκηπίων άρχισαν οι μελέτες και οι έρευνες έτσι ώστε να βρεθεί η καταλληλότερη κατασκευή. Φυσικά από τον 19^ο αιώνα παρατηρούνται οι πολύ μεγάλες αλλαγές και τελειοποιήσεις στα θερμοκήπια, και πιο συγκεκριμένα άρχισε να γίνεται χρήση θερμοστατών. Τέλος τον 20^ο αιώνα και με την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας άρχισε και ο εμπλουτισμός των θερμοκηπίων με νέες τεχνικές στη λειτουργία, στη κατασκευή αλλά και στο κλιματισμό τους (Athanasios, 2003).

Με το πέρασμα των χρόνων αρκετές αλλαγές στα θερμοκήπια γίνονται και για τα υλικά κατασκευής. Σήμερα περισσότερο χρησιμοποιείται το ξύλο, το αλουμίνιο, το γυαλί και εύκαμπτα φύλλα πλαστικού. Πλέον πολλά εκτάρια γης έχουν αφιερωθεί στα θερμοκήπια σε πολλές χώρες. Πιο συγκεκριμένα στη Βρετανική Κολούμπια το 1986 υπήρχαν περίπου 36 εκτάρια με θερμοκήπια. Μέσα σε 10 χρόνια και μέχρι το τέλος του 1996 τα θερμοκήπια εξαπλώθηκαν και κάλυπταν 78 εκτάρια γεωργικής γης (Cheuk et al., 2003).

Συνεχίζοντας σε πιο κοντινές μας χώρες και συγκεκριμένα στην Τουρκία η παραγωγή μέσω των θερμοκηπίων άρχισε από το 1940. Συγκεκριμένα από το 1940 έως και το 1965 γινόταν μια μικρή χρήση τους σε 2 μόνο επαρχίες Αττάλεια και Σμύρνη. Ακολούθως από το 1965 έως το 1975 άρχισε η εξάπλωση των θερμοκηπίων και με την ανάπτυξη του δικτύου μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης επεκτάθηκε και η βιομηχανία των θερμοκηπίων. Τελευταία φάση άρχισε από το 1975 και είναι μέχρι σήμερα, όπου εδώ στην ουσία έγινε ωρίμανση της χρήσης των θερμοκηπίων. Πλέον χρησιμοποιείται όχι μόνο από μικρούς παραγωγούς αλλά και από μεγάλους αφού αναπτύχθηκαν πολλές καινούργιες τεχνικές οι οποίες έκαναν ακόμα πιο κερδοφόρα την εργασία με τα θερμοκήπια. Το 1960 καταγράφηκαν θερμοκήπια τα οποία καταλάμβαναν 1003 εκτάρια γεωργικής και μέχρι το 2002 έφθασαν να καταλαμβάνουν 24458 εκτάρια γης. Από το 1960 μέχρι και το 2000 υπήρχε μια μέση ανάπτυξη κατά 8% ανά δεκαετία, ενώ από το 2000 έως το 2002, δηλαδή μέσα σε μόνο 2 χρόνια η ανάπτυξη ανήλθε στο 9,3% (Yilmaz, Sayin και Ozkan, 2005).

Τέλος στη Κύπρο από βιβλιογραφικές αναφορές φαίνεται ότι από τα πρώτα καταγεγραμμένα θερμοκήπια είναι στην περιοχή Πάφου και στη περιοχή Αθαλάσσας, τα οποία τέθηκαν σε λειτουργία από το 1977 και κάλυπταν περιοχή 250 m² και 36 m² αντίστοιχα. Επιπρόσθετα άλλα θερμοκήπια που δημιουργήθηκαν στη Κύπρο τις χρονιές 1979, 1981, 1983, 1984 και 1987 έχουν συνολική έκταση 2076 m² (Santamouris, 1993).

2.2.2 Ιστορική αναδρομή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορεί να άρχισαν να χρησιμοποιούνται στη γεωργία πριν κάποιες δεκαετίες αλλά γενικά η χρήση τους άρχισε με τη δημιουργία του κόσμου. Η ηλιακή ενέργεια άρχισε αρχικά να χρησιμοποιείται από τους ανθρώπους για να ζεσταίνονται. Η ιστορία αναφέρει ότι από το 200 π.Χ περίπου ο Αρχιμήδης άρχισε να χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια ως όπλο εναντίον των εχθρών τους. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι κατασκεύαζαν κάτοπτρα από γυαλισμένες ασπίδες όπου σε αυτές αντανakλάται η ηλιακή ενέργεια και αφού κτυπούσε επάνω στα πανιά των εχθρικών караβιών άναβε φωτιά και έτσι τα καράβια καίγονταν πριν μπορέσουν να φθάσουν στην στεριά (Herwig και Lof, 1981). Προχωρώντας στην ιστορία μέσα από γραπτά φαίνεται ότι λίγο πριν τον 17ο αιώνα άρχισαν πάλι να γίνονται πειράματα για συγκέντρωση της ηλιακής ενέργειας. Γύρω στο 1864 άρχισε η ηλιακή ενέργεια να χρησιμοποιείται για τη λειτουργία ατμομηχανών για παραγωγή ατμού. Αργότερα τον 20ο αιώνα άρχισαν να κατασκευάζονται κινητήρες οι οποίοι χρησιμοποιούσαν την ηλιακή ενέργεια για άντληση νερού. Μια πολύ πιο γνωστή και διαδεδομένη χρήση της ηλιακής ενέργειας είναι αυτή που άρχισε τη δεκαετία του 1920 στις Ηνωμένες Πολιτείες. Συγκεκριμένα βλέπουμε ότι άρχισε να χρησιμοποιείται πλέον η ηλιακή ενέργεια για να ζεσταίνει νερό το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε άμεσα είτε έμμεσα. Επιπρόσθετα λίγο αργότερα δηλαδή γύρω στο 1954 άρχισε να γίνεται μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα με τη βοήθεια φωτοβολταϊκών κυττάρων (Herwig και Lof, 1981).

Δυστυχώς όμως υπάρχουν και ορισμένοι που ακόμα και σήμερα εναντιώνονται στη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς θεωρούν ότι δεν μπορεί να είναι βιώσιμη τέτοια μορφή ενέργειας και δεν μπορεί να παραχθεί στα ανταγωνιστικά ποσά που μπορεί να παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια. Παρόλα αυτά η επιτυχία ή αποτυχία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εξαρτάται αποκλειστικά από την ευαισθητοποίηση του κοινού και από τα πόσα γνωρίζει για τις ενέργειες αυτές και για τη χρήση τους (Stedmon, Winslow και Langley, 2013).

2.3 Χρήση ηλιακής ενέργειας

Η ηλιακή ενέργεια είναι η πιο γνωστή, η πιο μεγάλη σε ηλικία και σίγουρα η πιο περιζήτητη μορφή ενέργειας σε όλο τον κόσμο. Χρησιμοποιείται σε όλο τον κόσμο ανεξαιρέτως καθώς παρέχει φως και ζεστασιά. Επιπρόσθετα βοηθά τα φυτά να πραγματοποιήσουν τις φωτοσυνθετικές τους διαδικασίες για την καλλιέργεια και είναι ένα σημαντικό στοιχείο για τη παραγωγή τροφίμων. Έχει μεγάλη επιρροή στη

διαμόρφωση της κοινωνικής δομής του κόσμου και είναι συνδεδεμένη με το παρελθόν και το παρόν της παραγωγής και άλλων πηγών ενέργειας (Herwig και Lof, 1981). Η ηλιακή ενέργεια όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως άρχισε να χρησιμοποιείται σαν όπλο από το 200 π.Χ και συνεχίζεται να χρησιμοποιείται πολύ περισσότερο σήμερα σε όλους τους τομείς. Συγκεκριμένα από το 214 π.Χ ο Αρχιμήδης στις Συρακούσες χρησιμοποιούσε ηλιακούς καθρέπτες για να μαζεύει την ηλιακή ενέργεια και να την στέλλει στα απέναντι εχθρικά ρωμαϊκά πλοία. Έτσι στα πλοία αυτά δημιουργούνταν φωτιές και το πλοίο καιγόταν και κατά συνέπεια καταστρεφόταν πριν προλάβει να φθάσει στην ακτή (Herbasli, Ulgen και Eke, 2004).

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ραγδαία αύξηση στη χρήση ηλιακής ενέργειας και αυτό φυσικά είναι ένα πολύ θετικό στοιχείο καθώς η ηλιακή ενέργεια είναι μια καθαρή ενέργεια και φυσικά ανήκει στην ομάδα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Όσο περισσότερο γίνεται χρήση ηλιακής ενέργειας τόσο λιγότερη είναι η χρήση άλλων ενεργειών που προέρχονται από καύση διάφορων καυσίμων και αυτό συνεπάγεται με μείωση στους ρύπους προς το περιβάλλον αλλά και μείωση του κόστους για αγορά αυτών των καυσίμων.

Τα τελευταία χρόνια πραγματοποιείται εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και με τη βοήθεια ηλιακών κυττάρων. Τα ηλιακά αυτά κύτταρα μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια. Η έκθεση όμως στην ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες αλλά και από τη θέση που βρίσκεται η κάθε χώρα (Debney και Knight, 1978). Επομένως μελετώντας τη θέση αλλά και τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στη Κύπρο βλέπουμε ότι το νησί μας είναι ένα από τα ιδανικότερα μέρη για εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.

Όπως επισημάνθηκε και προηγουμένως η ηλιακή ενέργεια έχει αρκετά πλεονεκτήματα τα οποία την καθιστούν ανάμεσα στις πιο περιζήτητες και πολύ χρησιμοποιημένες μορφές ενέργειας. Αρχικά το πρώτο πλεονέκτημα της είναι φυσικά η αφθονία της. Η ηλιακή ενέργεια όπως γνωρίζουμε μεταφέρεται με πολύ μεγάλη ταχύτητα μέσα από τεράστιες αποστάσεις για να φθάσει από το διάστημα στη γη και παρόλα αυτά έχει πολύ μικρές απώλειες. Μπορεί πολύ εύκολα να απορροφηθεί με τη χρήση απλών επίπεδων επιφανειών αλλά και σκούρων επιφανειών. Αν δεν χρειάζεται άμεση χρήση της ηλιακής ενέργειας μπορεί να συγκεντρωθεί και να χρησιμοποιηθεί αργότερα όταν θα υπάρχει ανάγκη. Επιπρόσθετα η ηλιακή ενέργεια μπορεί να πραγματοποιεί και χημικές αντιδράσεις όπως είναι η φωτοχημική αντίδραση αλλά και η φωτοσύνθεση που χρειάζεται να κάνουν όλοι οι φυτικοί οργανισμοί για την επιβίωση τους. Μπορεί πολύ εύκολα με την κατάλληλη τεχνολογία να παράγει ηλεκτρική ενέργεια αφού έχει ήδη απορροφηθεί καθώς και να διαπερνά μέσα από διάφανες επιφάνειες. Όπως

ακριβώς γίνεται σήμερα και στα θερμοκήπια τα οποία είναι κατασκευασμένα από διάφανες επιφάνειες έτσι ώστε να προστατεύουν τα φυτά από το κρύο αλλά και να αφήνουν την ηλιακή ενέργεια να εισέρχεται στο θερμοκήπιο έτσι ώστε να ζεσταίνει τα φυτά αλλά και να τα βοηθά να πραγματοποιούν φωτοσύνθεση. Επομένως και αυτό είναι ένα ακόμα πλεονέκτημα καθώς μπορεί να διαπερνά μέσα από διάφανες επιφάνειες χωρίς όμως να χάνει σχεδόν καθόλου ενέργεια καθώς η εξασθένηση και οι απώλειες είναι πολύ μικρές σχεδόν αμελητέες. Με την ηλιακή ενέργεια και μέσω της ακτινοβολίας μπορούμε να επιτύχουμε αρκετά μεγάλες θερμοκρασίες και να τις εκμεταλλευτούμε ανάλογα με τις ανάγκες μας, όπως για να ζεστάνουμε φυτά, ζώα ή ακόμα και ανθρώπους (Herwig και Lof, 1981). Εξίσου σημαντικό πλεονέκτημα είναι φυσικά η οικονομία που έχουμε καθώς δεν χρειάζεται να γίνεται αγορά καυσίμων για παραγωγή ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια είναι μια αξιόπιστη μορφή ενέργειας και χρειάζεται ελάχιστη συντήρηση στα μηχανήματα συλλογής και αξιοποίησης της (Chel και Kaushik, 2011).

Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό πλεονέκτημα είναι και οι αρνητικές επιπτώσεις που έχει στο περιβάλλον αφού είναι πάρα πολύ μικρές. Συγκρίνοντας την ηλιακή ενέργεια με την ενέργεια που έχουμε από τα ορυκτά καύσιμα βλέπουμε ότι στα ορυκτά καύσιμα έχουμε αρκετές επιπτώσεις για το περιβάλλον και από την εξόρυξη αλλά και από τη μεταφορά και χρήση τους. Αυτές όμως τις επιπτώσεις σίγουρα δεν τις συναντάμε με τη χρήση της ηλιακής ενέργειας (Herwig και Lof, 1981).

Τα μοναδικά μειονεκτήματα που συναντάμε μελετώντας την ηλιακή ενέργεια έχουν να κάνουν με τη χρήση της καθώς δεν μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε σε δύο περιπτώσεις όπου δεν έχουμε ήλιο, δηλαδή το βράδυ όπου είναι σκοτάδι και τους χειμερινούς μήνες όπου πυκνά σύννεφα κρύβουν τον ήλιο. Αυτό είναι και το μοναδικό μειονέκτημα της ότι δηλαδή δεν μπορούμε να την έχουμε 24 ώρες κάθε μέρα και όλες τις μέρες του χρόνου (Lakatos, Hevessy και Konács, 2011). Φυσικά σε ορισμένες περιοχές ακόμα και σε συνεφιασμένες μέρες τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να παράγουν μέχρι και 80% του μέγιστου ηλεκτρικού ρεύματος που μπορούν να παράγουν σε ιδανικές συνθήκες (Myers, 2015).

Όπως είδαμε η άμεση χρήση ηλιακής ενέργειας άρχισε χιλιάδες χρόνια πριν, η έμμεση όμως χρήση της και συγκεκριμένα η μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια άρχισε γύρω στο 1839. Πιο συγκεκριμένα το 1839 ο γάλλος φυσικός Alexandre-Edmond Becquerel ανακάλυψε τα φωτοβολταϊκά όταν παρατήρησε ότι όταν εκτίθενται στο φως ορισμένα μέταλλα ή άλλα υλικά παράγουν μικρές ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος. Στη συνέχεια ο Charles Fritts το 1883 κατασκεύασε τη πρώτη φωτοβολταϊκή κυψέλη και το 1905 ο Albert Einstein έθεσε τα θεμέλια για τη φωτοβολταϊκή τεχνολογία. Το 1954 οι Daryl Chapin,

Calvin Fuller και Gerald Pearson κατασκεύασαν το πρώτο φωτοβολταϊκό κύτταρο από πυρίτιο. Αν και η αποτελεσματικότητά του ήταν μόλις 6% ήταν το πρώτο κύτταρο που μπορούσε στην ουσία να μετατρέψει την ηλιακή σε ηλεκτρική ενέργεια έτσι ώστε να μπορέσουν να λειτουργήσουν οι κύριες ηλεκτρικές συσκευές ενός υποστατικού. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα άρχισαν ουσιαστικά να εφαρμόζονται από το 1958 σε ένα αμερικάνικο δορυφορικό όπου είχαν ένα πομπό ο οποίος τροφοδοτείται αποκλειστικά από ηλιακά κύτταρα. Στη συνέχεια τη δεκαετία του 1970 με την ενεργειακή κρίση που υπήρχε εκείνη την εποχή άρχισαν τα φωτοβολταϊκά συστήματα να εντάσσονται όλο και περισσότερο στη ζωή των ανθρώπων. Το 1978 η φωτοβολταϊκή τεχνολογία άρχισε να χρησιμοποιείται πολύ στις αριθμομηχανές αλλά και στα ρολόγια χεριού. Συνεχίζοντας άρχισαν να εφαρμόζονται αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα σε απομακρυσμένες περιοχές που χρειάζονταν ηλεκτρική ενέργεια αλλά ήταν αρκετά μακριά από υφιστάμενο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας (Myers, 2013).

2.3.1 Χρήση ηλιακής ενέργειας στη γεωργία και στα θερμοκήπια

Η ενέργεια είναι απαραίτητη όπως είναι φυσικό και στην γεωργία άμεσα αλλά και έμμεσα. Άμεσα χρειαζόμαστε ενέργεια για το στάδιο της παραγωγής στη γεωργία, όπου εδώ εντάσσονται όλες οι διαδικασίες από την αρχή κατά το φύτεμα μέχρι και το τελευταίο στάδιο που είναι το μάζεμα των καρπών (Dissanayake et al., 2009). Έμμεση ενέργεια χρειαζόμαστε αργότερα για το στάδιο της επεξεργασίας των καρπών, της αποθήκευσης και της φύλαξης τους σε κιβώτια αλλά και κατά τη τελική τους μεταφορά στις υπεραγορές και στα σπίτια των πελατών (Chel and Kaushik, 2011).

Μελετώντας βιβλιογραφικές αναφορές φαίνεται ότι για πρώτη φορά κατασκευάστηκε μια απλή αντλία νερού η οποία χρησιμοποιούσε ηλιακή ενέργεια περισσότερο από 2000 χρόνια πριν στην Αλεξάνδρεια. Από τα αρχαία χρόνια φαίνεται ότι χρησιμοποιούσαν τον ήλιο για να στεγνώσουν γεωργικά προϊόντα αλλά και για να θερμάνουν τους χώρους όπου είχαν ανάγκη ένα πιο ζεστό χώρο (Hebsasli et al, 2010). Για να στεγνώσουν ή ακόμα και να ξηραίνουν τους σπόρους χρησιμοποιούσαν την απλή φυσική ηλιακή διαδικασία ξήρανσης που χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα. Θέλοντας λοιπόν να υπάρχει μηδενικό κόστος για την ξήρανση σπόρων αυτό που πρέπει να γίνει είναι να σκορπιστούν οι σπόροι πάνω σε ένα μαύρο πανί ή σε μαύρη άσφαλτο. Έτσι αφού το μαύρο ή σκούρο χρώμα έλκει και απορροφά περισσότερα ποσά ηλιακής ενέργειας πραγματοποιείται η ξήρανση γρηγορότερα (Hebhasli, Ulgen και Eke, 2004). Εκτός όμως από την ξήρανση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για το ζέσταμα του νερού που χρειάζεται για τις διάφορες διεργασίες που πρέπει να γίνουν στη γεωργία (Kaygusuz, 2009).

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως στη φάση της παραγωγής χρειαζόμαστε ηλεκτρική ενέργεια στις εγκαταστάσεις των καλλιεργειών, σε ηλεκτρική περίφραξη που τυχόν χρησιμοποιείται, συνήθως για την προστασία των καλλιεργειών και για την άντληση νερού για το πότισμα τους. Επιπρόσθετα η ενέργεια είναι αναγκαία για την παροχή αέρα αλλά και για την διατήρηση της κατάλληλης θερμοκρασίας που χρειάζεται κάθε είδος καλλιέργειας για την ανάπτυξη του (Kaygusuz, 2009).

Αρκετά είναι τα παραδείγματα για τη χρήση ηλιακής ενέργειας στη γεωργία, τα περισσότερα έχουν άμεση σχέση με τα θερμοκήπια. Ένα από τα οποία είναι αυτό που περιγράφει σε ένα άρθρο του ο Harry Cline (2010). Συγκεκριμένα αναφέρεται σε μια φάρμα στην οποία εκτός από την παραγωγή 20 διαφορετικών φρούτων και λαχανικών πραγματοποιούνται διαδικασίες μαζέματος των καρπών, πακεταρίσματα, φύλαξη τους σε ειδικούς χώρους κατάλληλης θερμοκρασίας, διανομής τους και πώλησης τους. Στην συγκεκριμένη φάρμα είχαν πολλά έξοδα λόγω του ότι χρησιμοποιούσαν μεγάλα ποσά ενέργειας για αυτές όλες τις διαδικασίες, έτσι ο ιδιοκτήτης μετά από μελέτες εγκατέστησε στην οροφή της φάρμας του φωτοβολταϊκά πλαίσια 354kW. Το σύστημα αυτό στοίχισε περίπου 1 εκατομμύριο ευρώ, έχοντας όμως 25 χρόνια εγγύηση και 10 χρόνια δωρεάν συντήρηση. Το φωτοβολταϊκό σύστημα θα καλύπτει το 90-95% της ενέργειας που χρειάζεται η φάρμα, έτσι υπολογίστηκε ότι σε περίπου 4 χρόνια θα μπορέσει να γίνει απόσβεση του ποσού αγοράς και εγκατάστασης του συστήματος αυτού, καθώς δεν θα πληρώνει σχεδόν τίποτα για ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό είναι ένα από τα πολλά παραδείγματα που άρχισε να χρησιμοποιείται η ηλιακή ενέργεια στη γεωργία επιφέροντας τελικά αυξανόμενα κέρδη στους ιδιοκτήτες.

Ένα ακόμα παράδειγμα μας έρχεται από την Ζιμπάμπουε όπου μετά από έρευνα που έγινε από την Αρχή Ηλεκτρισμού της χώρας παρουσιάστηκε ότι περισσότερα από 80000 αγροτικά νοικοκυριά και πάνω από 10000 αγροτικές εμπορικές μονάδες εγκατέστησαν και χρησιμοποιούν φωτοβολταϊκά συστήματα εξοικονομώντας έτσι μεγάλα ποσά ενέργειας που μέχρι τώρα αγόραζαν από την Αρχή Ηλεκτρισμού (Jingura και Matengaifa, 2009).

2.4. Χρήση αιολικής ενέργειας

Μιλώντας για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αμέσως μετά την ηλιακή ενέργεια πιο γνωστή και πιο μεγάλη χρήση έχει η αιολική ενέργεια. Φυσικά συγκρίνοντας τις δύο η αιολική ενέργεια έχει πολλές φορές περισσότερες αντιδράσεις για τον τρόπο συλλογής της, αφού γίνεται με τις ανεμογεννήτριες οι οποίες είναι αρκετά ογκώδες κατασκευές. Πολλές φορές υπάρχουν πολλές επιφυλάξεις για την

κατασκευή ενός αιολικού πάρκου καθώς αρχικά θα αλλοιωθεί το τοπίο και δεν θα είναι ελκυστικό στους τουρίστες. Μπορεί επίσης να υπάρξει διαταραχή στους οικοτόπους της περιοχής και σίγουρα θα υπάρχει μικρή ενόχληση ακουστική αλλά και οπτική στους κατοίκους που βρίσκονται πολύ κοντά στο αιολικό πάρκο (Stedmon, Winslow και Langley, 2013).

Οι Acker et al. (2012) προσπάθησαν να μελετήσουν μια περιοχή της Κένυας και να εντάξουν σε αυτή αιολικά πάρκα έτσι ώστε να μην χρειάζονται ενέργεια από καύσιμα. Επιλέχθηκε μια περιοχή με περίπου 200 σπίτια και άρχισαν να εφαρμόζουν αιολικά πάρκα αρχικά με δυναμικότητα 100W και έφθασαν μέχρι και 7.5MW. Στα αρχικά στάδια και εφαρμόζοντας μικρής δυναμικότητας ανεμογεννήτριες άρχισαν να φωτίζουν τους δρόμους και τα πάρκα κατά τις βραδινές ώρες. Σαν δεύτερο βήμα ήταν να εφαρμόσουν την ενέργεια αυτή για το φωτισμό των σπιτιών καθώς και για την εστία που χρησιμοποιούσαν για μαγείρεμα όπως και έγινε. Στη συνέχεια εφάρμοσαν την ενέργεια σε μικρά ψυγεία καλύπτοντας έτσι τις βασικές ανάγκες των νοικοκυριών σε ενέργεια. Εκτός όμως από την άμεση χρήση της ενέργειας χρησιμοποιήθηκαν και συστήματα αποθήκευσης όπου αποθήκευαν την περίσσεια αιολική ενέργεια για να την χρησιμοποιήσουν αργότερα για άντληση νερού ή για άλλες ενεργειακές ανάγκες που θα προέκυπταν.

Εκτός όμως από την ενέργεια που δίνουν οι ανεμογεννήτριες αποδείχθηκε ότι κάνουν μεγάλο καλό και στην ατμόσφαιρα της κάθε περιοχής, αφού είναι σαφώς καθαρότερη λόγω της μη χρήσης ορυκτών καυσίμων. Στη συγκεκριμένη περιοχή της Κένυας παλαιότερα σημειώνονταν πολλοί θάνατοι που οφείλονταν σε μολύνσεις από τον αέρα και γενικότερα από την ατμόσφαιρα λόγω των ρύπων που υπήρχαν από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα. Με την χρήση όμως των ανεμογεννητριών μειώθηκε το ποσοστό αυτό θανάτου εξαιτίας της ρύπανσης, ο πληθυσμός πλέον είναι πιο υγιείς και είχε αύξηση στα εισοδήματα του (Acker et al, 2012).

Εκτός από τα πλεονεκτήματα που καταγράφονται από την αιολική ενέργεια δυστυχώς καταγράφεται και ένα σοβαρό μειονέκτημα, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, που έχει να κάνει με την άγρια φύση και πιο συγκεκριμένα με την πανίδα και τα πουλιά. Οι Abbasi και Abbasi (2012) υποστηρίζουν ότι οι ανεμογεννήτριες αποτελούν σοβαρή απειλή για τα πουλιά. Σε πολλά μέρη του κόσμου και κυρίως στη Βραζιλία, στις Ηνωμένες πολιτείες και στην Ισπανία έχουν καταγραφεί πολλά κτυπήματα αρπακτικών πουλιών στις ανεμογεννήτριες. Όπως επισημαίνουν αυτό γίνεται καθώς τα πουλιά ορμούν από μεγάλο ύψος με μεγάλη ταχύτητα και δεν μπορούν να αποφύγουν μια γρήγορη κινούμενη λεπίδα όπως είναι η φτερωτή της ανεμογεννήτριας.

2.4.1 Χρήση αιολικής ενέργειας στη γεωργία και στα θερμοκήπια

Εκτός από την ηλιακή ενέργεια αρκετά διαδεδομένη είναι η χρήση αιολικής ενέργειας στην γεωργία. Με τη βοήθεια μικρής ή και μεγάλης ανεμογεννήτριας μπορεί να παραχθεί ενέργεια η οποία θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί αμέσως ή και να φυλαχτεί σε συσσωρευτές για να χρησιμοποιηθεί αργότερα (Lakatos, Hevessy και Kovács, 2011).

Οι συχνότερες χρήσεις της αιολικής ενέργειας στην γεωργία γίνονται για άντληση νερού, για παραγωγή ενέργειας και για την άλεση των σιτηρών και των οσπρίων (Chel and Kaushik, 2011). Παράδειγμα της χρήσης της αιολικής ενέργειας στη γεωργία βλέπουμε και στην Ζιμπάμπουε όπου λόγω του ότι έχουν καλό αιολικό δυναμικό άρχισε και γίνεται σωστή εκμετάλλευση του και στη γεωργία. Συγκεκριμένα από το 1981-1992 υπήρχαν 300 εγκαταστάσεις αντλίας νερού με την αιολική ενέργεια, ενώ το 2000 ο αριθμός αυτός αυξήθηκε αρκετά και έφτασε τις 650. Σίγουρα με το πέρασμα των χρόνων και με την ραγδαία ανάπτυξη αυτών των τεχνολογιών θα αυξηθεί ακόμα περισσότερο (Jingura και Matengaifa, 2009).

Ένα από τα σπουδαιότερα παραδείγματα χρήσης αιολικής ενέργειας είναι φυσικά η Γερμανία όπου παράγει το 1/3 της αιολικής ενέργειας που παράγεται παγκοσμίως αλλά και πάνω από το μισό που παράγεται στην Ευρώπη. Αν και δεν έχει ολόκληρη η Γερμανία καλό αιολικό δυναμικό, το γεγονός ότι εκεί μπορείς να πωλήσεις την ενέργεια που παίρνεις από τις ανεμογεννήτριες σε πάρα πολύ καλή τιμή είναι κίνητρο που έχει κάνει τους περισσότερους κατοίκους της Γερμανίας να εγκαταστήσουν ανεμογεννήτριες στα σπίτια, στις επιχειρήσεις ή ακόμα και στα αγροκτήματα τους. Έτσι χάρη στη πολιτική τακτική που εφάρμοσε η Γερμανία και στις επιδοτήσεις που δίνονται δημιουργήθηκαν καλά θεμέλια για την εκμετάλλευση και χρήση της αιολικής ενέργειας. Φυσικά αρκετές είναι και οι κρατικές επιδοτήσεις που δίνονται και στους αγρότες έτσι η αιολική ενέργεια άρχισε να εντάσσεται και στην γεωργία (Krauss, 2010).

2.5 Χρήση άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Όπως επισημάνθηκε οι δύο πιο γνωστές από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, υπάρχουν όμως και άλλες όπως είναι η βιομάζα, η υδροηλεκτρική, η ενέργεια από τα κύματα και η γεωθερμική. Οι Zhenming και Suhua (1994) σε άρθρο τους επισημαίνουν ότι μετά από έρευνες φαίνεται ότι η ηλιακή ενέργεια βρίσκεται στην 1η θέση καθώς χρησιμοποιείται πολύ περισσότερο από όλες τις άλλες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ανά το παγκόσμιο. Στη

συνέχεια έρχεται η ενέργεια από βιομάζα, η γεωθερμική ενέργεια, η υδροηλεκτρική και στο τέλος βλέπουμε την αιολική και την ενέργεια των κυμάτων. Φυσικά η σειρά αυτή δόθηκε στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πριν από 10 χρόνια, έτσι η αιολική ενέργεια ενώ ήταν στις τελευταίες θέσεις τώρα πλέον λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης και τελειοποίησης που έχουν οι ανεμογεννήτριες βρίσκεται αρκετά ψηλά στις πρώτες θέσεις.

Συνεχίζοντας στις πρώτες θέσεις βλέπουμε να βρίσκεται η βιομάζα, καθώς είναι μια πολύ συμφέρουσα ενέργεια αφού χρησιμοποιεί τις περισσότερες φορές υγρά απόβλητα για την παραγωγή ενέργειας. Με τη βιομάζα έχουμε υψηλή απόδοση, χαμηλό κόστος και πολύ μικρή ρύπανση (Palz, 1994). Η βιομάζα μπορεί να περιλαμβάνει τη ξυλεία και υπολείμματα της, γεωργικές καλλιέργειες και υποπροϊόντα των αποβλήτων τους, αστικά στερεά απόβλητα ή ακόμα και ζωικά απόβλητα. Επιπρόσθετα μπορεί να περιλαμβάνει ακόμα και απόβλητα εργοστασίων και βιομηχανιών. Καίγοντας με το σωστό τρόπο όλα τα πιο πάνω υλικά και υπολείμματα έχουμε άμεση παραγωγή ενέργειας για να τη χρησιμοποιήσουμε άμεσα ή έμμεσα ανάλογα με τις ανάγκες μας. Και αυτή η ενέργεια έχει μεγάλη ιστορία καθώς άρχισε να χρησιμοποιείται χιλιάδες χρόνια πριν αφού άναβαν φωτιές καίγοντας ξύλα έτσι ώστε να μαγειρέψουν το φαγητό τους, να το κρατήσουν ζεστό ή ακόμα και για να ζεσταθούν οι ίδιοι. Φυσικά η βιοενέργεια δεν χρησιμοποιούταν μόνο στο παρελθόν, χρησιμοποιείται αρκετά και σήμερα και θα χρησιμοποιείται ακόμα περισσότερο και στο μέλλον (Demirbas, 2009).

Συνεχίζοντας με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας βλέπουμε την υδροηλεκτρική ενέργεια όπου και αυτή είναι μια συμφέρουσα ενέργεια με την οποία βλέπουμε μείωση στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Όπως γνωρίζουμε χρησιμοποιείται η υδροηλεκτρική ενέργεια από αρκετά χρόνια πριν με τους νερόμυλους που έφτιαχναν για να εκμεταλλεύονται την ενέργεια που έδινε το τρεχούμενο νερό (Palz, 1994).

Ακόμα μια μορφή ενέργειας που έχει άμεση σχέση με το υγρό στοιχείο, το νερό, είναι και η ενέργεια από παλίρροιες και κύματα. Ένα τέτοιο είδος ενέργειας φυσικά είναι σαφώς δυσκολότερη καθώς δεν υπάρχουν παντού δυνατές παλίρροιες που να μπορούμε να εκμεταλλευτούμε. Στην Αυστραλία υπάρχουν απότομοι γκρεμοί και παλίρροιες που φθάνουν μέχρι και 12 μέτρα έτσι σίγουρα είναι ένα ιδανικό μέρος για εκμετάλλευση αυτής της μορφής ενέργειας. Μια άλλη παρόμοια ενέργεια είναι φυσικά αυτή που έχουμε από τα κύματα. Φυσικά και εδώ υπάρχουν αρκετοί παράγοντες και προϋποθέσεις για να μπορέσουμε να εκμεταλλευτούμε αυτή την ενέργεια. Ένας σημαντικός παράγοντας φυσικά είναι ο άνεμος καθώς αυτός καθορίζει τις περισσότερες φορές τη δύναμη και το ύψος των κυμάτων. Στην Αυστραλία χρησιμοποιούνται αρκετά τα κύματα ως πηγή ενέργειας από το 1970, και πολλές είναι οι εταιρείες από όλο το κόσμο που μέχρι σήμερα πηγαίνουν και κάνουν

επενδύσεις έτσι ώστε να εκμεταλλευτούν αυτή τη μορφή ενέργειας που μπορείς να βρεις άφθονα σε πολλά σημεία της Αυστραλίας (Harries et al, 2006).

2.6 Χρήση άλλων τεχνολογιών για καλύτερη λειτουργία και εξοικονόμηση ενέργειας στα θερμοκήπια

Εκτός όπως από την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και ορισμένες άλλες τεχνολογίες οι οποίες θα μας βοηθήσουν να εξοικονομήσουμε ενέργεια αλλά και οικονομικούς πόρους σε ένα θερμοκήπιο. Σίγουρα από μόνη της η κατασκευή ενός θερμοκηπίου μπορεί να βοηθήσει στη λειτουργία του, έτσι ώστε να εξοικονομήσει αργότερα άλλους πόρους.

Τα θερμοκήπια μπορεί ανάλογα με την τοποθεσία στην οποία θα κατασκευαστούν, ανάλογα των αναγκών του ιδιοκτήτη, και ανάλογα από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν, μπορεί να κατασκευάζονται από διαφορετικά υλικά. Παραδείγματος χάριν ο σκελετός μπορεί να είναι από πλαστικό, ξύλο ή αλουμίνιο ενώ η κάλυψη του θερμοκηπίου μπορεί να γίνει από πλαστικό, νάιλον, υαλοπίνακες κλπ.

Οι τεχνολογίες που μπορεί και πρέπει να εφαρμοστούν στο θερμοκήπιο για τη σωστή λειτουργία του είναι τα μεγάλα παράθυρα τόσο στο πλάι όσο και στην οροφή του θερμοκηπίου, τα σκέπαστρα, συστήματα εξαερισμού και ανεμιστήρες, συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού, θερμόμετρα, λαμπτήρες αλλά και κομποστοποίηση.

2.6.1 Εξαερισμός

Στον εξαερισμό τις περισσότερες φορές οφείλεται η επιτυχημένη ή όχι λειτουργία ενός θερμοκηπίου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο εξαερισμός είναι υπεύθυνος για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας που υπάρχει στο εσωτερικό του θερμοκηπίου αλλά και εξασφαλίζει φρέσκο και καθαρό αέρα στα καλλιεργούμενα φυτά.

Ένα θερμοκήπιο μπορεί να γίνει αρκετά ζεστό ακόμα και σε σχετικά δροσερό καιρό. Από μελέτες φάνηκε ότι τα περισσότερα φυτά που πεθαίνουν κατά την καλλιέργεια τους, πεθαίνουν από υπερβολική ζέστη και όχι από το κρύο. Σε περιοχές όπου παρατηρούνται πολύ ζεστά κλίματα προτείνεται να γίνεται

χρήση ενός ψύκτη εξάτμισης σε συνδυασμό με τον εξαερισμό έτσι ώστε να κρυώνει γρηγορότερα και ευκολότερα το θερμοκήπιο.

Επιπρόσθετα εξασφαλίζει τον καθαρό αέρα τον οποίο χρειάζονται όλα τα φυτά για να πραγματοποιούν φωτοσύνθεση. Σίγουρα μια απλή είσοδος αέρα, που είναι στην ουσία τα παράθυρα, δεν είναι αρκετή καθώς θα πρέπει να υπάρχει και κάποιο είδος ανεμιστήρα. Με την ύπαρξη του ανεμιστήρα θα επιτυγχάνεται η καλύτερη κυκλοφορία του καθαρού αέρα σε ολόκληρο το θερμοκήπιο έτσι ώστε όλα τα φυτά να έρχονται σε επαφή με τον καθαρό αέρα.

Τέλος ο εξαερισμός μπορεί να αποτρέψει την προσβολή των φυτών από διάφορους μύκητες και επιβλαβής οργανισμούς. Αν το σύστημα εξαερισμού είναι φτωχό ή ακόμα και εντελώς ανύπαρκτο μπορεί να αναπτυχθούν οργανισμοί και να εξαπλωθούν εύκολα, καταστρέφοντας έτσι όλα τα καλλιεργούμενα φυτά. Εκτός όμως από οργανισμούς, μπορεί να έχουμε να αντιμετωπίσουμε και άλλα έντομα, παράσιτα όπως είναι η λευκή μύγα, τα οποία μπορεί να τραυματίσουν ή ακόμα και να καταστρέψουν τελείως τα φυτά (GreenhouseCatalog, 2015).

2.6.2 Ηλεκτρικοί Λαμπτήρες

Μια ακόμα τεχνολογία που είναι αναγκαία στην λειτουργία του θερμοκηπίου, είναι οι λαμπτήρες οι οποίοι εκπέμπουν φως βοηθώντας έτσι τα φυτά να μεγαλώσουν γρηγορότερα. Συνήθως χρησιμοποιούνται λαμπτήρες λευκού φωτός όπου βοηθούν τα φυτά να μεγαλώσουν και μπορούν να εγκατασταθούν ακόμα και απευθείας πάνω από κάθε ομάδα σπόρων.

Εκτός όμως από λευκά, υπάρχουν και μωβ ή μπλε λαμπτήρες, οι οποίοι αποδείχθηκε ότι αν χρησιμοποιούνται την άνοιξη, βοηθούν τα φυτά να αναπτύξουν πιο ισχυρές ρίζες, επομένως τα κάνει να είναι πιο ανθεκτικά σε ασθένειες.

Υπάρχουν επίσης και λαμπτήρες κόκκινου ή πορτοκαλί χρώματος οι οποίοι χρησιμοποιούνται κυρίως στο τέλος του καλοκαιριού και βοηθούν στην ωρίμανση αλλά και στην καρποφορία των φυτών.

Τελευταίες αλλά εξίσου σημαντικές είναι οι λαμπτήρες φθορισμού οι οποίες βοηθούν τα φυτά να αναπτυχθούν και συγχρόνως είναι αρκετά οικονομικές έτσι ώστε να γίνεται εξοικονόμηση οικονομικών πόρων κατά τη λειτουργία του θερμοκηπίου (GreenhouseCatalog, 2015).

2.6.3 Συστήματα Ψύξης – Θέρμανσης

Τα συστήματα ψύξης και θέρμανσης είναι αρκετά σημαντικά σε οποιαδήποτε χώρα και αν εγκατασταθεί ένα θερμοκήπιο. Φυσικά ανάλογα από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν μπορεί να χρησιμοποιείται το ένα σύστημα περισσότερο. Όπως για παράδειγμα στη Κύπρο όπου έχουμε πολύ θερμούς μήνες χρησιμοποιείται πολύ περισσότερο το σύστημα ψύξης. Υπάρχουν πολλά είδη συστημάτων θέρμανσης και ψύξης ανάλογα με το μέγεθος του θερμοκηπίου έτσι ώστε να παρέχουν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα (GreenhouseCatalog, 2015).

2.6.4 Σκέπαστρα

Τα σκέπαστρα, ή όπως αλλιώς είναι γνωστά κουρτίνες μπορεί να είναι κατασκευασμένα από διάφορα υλικά και σε διάφορους χρωματισμούς. Μπορεί να λειτουργούν αυτοματοποιημένα με κάποιο ηλεκτρονικό μηχανισμό ή να είναι απλά και να χρειάζονται την ανθρώπινη παρέμβαση για να λειτουργήσουν. Τα σκέπαστρα μπορεί να τοποθετηθούν στο πάνω μέρος του θερμοκηπίου, στην οροφή δηλαδή, ή στα πλαϊνά τοιχώματα του.

Αρκετά σημαντικά είναι και τα θερμομέτρα, καθώς όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η θερμοκρασία έχει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών. Επομένως η ύπαρξη τουλάχιστον ενός θερμομέτρου στο εσωτερικό του θερμοκηπίου είναι απολύτως απαραίτητη (GreenhouseCatalog, 2015).

2.6.5 Κομποστοποίηση

Μια λιγότερη γνωστή και χρησιμοποιημένη αλλά αρκετά σημαντική τεχνολογία η οποία κάνει μεγάλη εξοικονόμηση σε οικονομικούς πόρους στα θερμοκήπια είναι η κομποστοποίηση. Η κομποστοποίηση είναι η διαδικασία μετατροπής της άχρηστης ύλης, των υπολειμμάτων και των σκουπιδιών, σε χρήσιμο υλικό. Μπορεί να μετατρέψει δηλαδή τα σκουπίδια σε χώμα έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία.

Η κομποστοποίηση μπορεί να είναι αερόβια ή αναερόβια διαδικασία. Στην αερόβια διαδικασία γίνεται παροχή οξυγόνου για να υπάρχει ανάπτυξη μικροβίων και επομένως χαρακτηρίζεται από αρκετά υψηλές θερμοκρασίες. Επιπρόσθετα η αερόβια διαδικασία είναι πολύ ταχύτερη από την αναερόβια και σε αυτήν δεν υπάρχουν καθόλου δυσάρεστες οσμές. Αντίθετα στην αναερόβια κομποστοποίηση έχουμε

πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, γίνεται με πολύ χαμηλούς ρυθμούς και παρατηρούνται δυσάρεστες οσμές (Egrinya Eneji et al., 2003)

Για την πραγματοποίηση της κομποστοποίησης μπορεί να χρησιμοποιηθούν διάφορα υλικά, απορρίμματα και σκουπίδια, όπως είναι τα κοπριά ζώων, φρέσκα ή ξηρά χόρτα και κλαδιά, και οικιακά απόβλητα όπως είναι χρησιμοποιημένα χαρτομάντιλα, περισσεύματα τροφίμων, φρούτα, λαχανικά και αρκετά άλλα. Όποια και αν είναι φυσικά η πρώτη ύλη που θα χρησιμοποιηθεί το προϊόν θα είναι ένα, χώμα το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία. Φυσικά ανάλογα με την πρώτη ύλη το χώμα θα έχει διαφορετική θρεπτική αξία (Negre et al., 2011)

2.7 Θερμοκήπια στη Κυπριακή αγορά

Το θερμοκήπιο όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο χρησιμοποιείται εδώ και πάρα πολλά χρόνια ανά το παγκόσμιο αλλά και στην Κύπρο. Τα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται περισσότερο για την προστασία των φυτών και των καλλιέργειών από το πολύ κρύο ή την ζέστη. Είναι συνήθως στεγασμένος χώρος και μπορεί να είναι κατασκευασμένος από σιδερένιο σκελετό, γυαλί ή ακόμα και πλαστικό.

Φυσικά η κατασκευή του θερμοκηπίου διαφέρει αρκετά από περιοχή σε περιοχή ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν και με τις ανάγκες που υπάρχουν σε κάθε περιοχή. Τα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται όπως αναφέραμε για την προστασία των καλλιέργειών αλλά πλέον χρησιμοποιούνται και για την παραγωγή φρούτων και λαχανικών άλλης εποχής έτσι ώστε να έχουμε όλο τον χρόνο κάποια προϊόντα που προηγουμένως είχαμε μόνο τους καλοκαιρινούς ή χειμερινούς μήνες αντίστοιχα. Εκτός όμως από τις καλλιέργειες φρούτων και λαχανικών στα θερμοκήπια βλέπουμε να γίνεται και καλλιέργεια λουλουδιών. Λουλούδια που απαιτούν ακραίες θερμοκρασίες και συγκεκριμένα ποσά υγρασίας ή λουλούδια τροπικών χωρών μπορούν πλέον με τα θερμοκήπια να καλλιεργούνται σε οποιοδήποτε μέρος του κόσμου (Βικιπαίδεια, 2015).

Ανά το παγκόσμιο και με την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας που έχουμε τα τελευταία χρόνια παρατηρούμε και αρκετούς τύπους θερμοκηπίων ανάλογα με τις συνθήκες και τους παράγοντες που έχουμε να αντιμετωπίσουμε κάθε φορά. Οι τύποι θερμοκηπίου είναι ανάλογα με την κατασκευή αλλά και λειτουργία τους. Ορισμένοι τύποι θερμοκηπίου είναι τα θερμοκήπια με γεωδαιτικό θόλο, τα

θερμαινόμενα θερμοκήπια, τα μίνι θερμοκήπια, τα θερμοκήπια στέγης, τα φορητά και τα θερμοκήπια σήραγγες ή στεφάνια.

Ο πιο γνωστός και διαδεδομένος τύπος θερμοκηπίου είναι το θερμοκήπιο σήραγγα. Είναι πολύ διαδεδομένο λόγω του ότι είναι πολύ απλό στη κατασκευή του και αρκετά οικονομικό. Ένα τυπικό θερμοκήπιο αυτού του τύπου δεν χρησιμοποιεί συστήματα θέρμανσης, φωτισμού ή εξαερισμού για αυτό και είναι αρκετά οικονομικό στη κατασκευή του. Για το λόγο αυτό υπάρχουν ορισμένοι κανόνες που πρέπει να ακολουθούνται για την κατασκευή του, όπως να εκμεταλλεύεται το φυσικό φως όσο το δυνατό περισσότερο και να εξοικονομεί ενέργεια. Αυτού του τύπου το θερμοκήπιο είναι και το πιο διαδεδομένο στην Κύπρο, αφού μπορεί να κατασκευαστεί εύκολα από επαγγελματίες αλλά και ερασιτέχνες γεωργούς.

Το φορητό θερμοκήπιο όπως φαίνεται και από το όνομα του είναι αυτό που μπορεί να μεταφερθεί από το ένα μέρος στο άλλο, επομένως δεν έχει εγκατεστημένα πολύπλοκα μηχανικά ή ηλεκτρικά συστήματα. Τα πλεονεκτήματα που έχει αυτός ο τύπος θερμοκηπίου είναι ότι δεν χρειάζεται άδεια οικοδομής για τη κατασκευή του. Το κόστος για τη λειτουργία και τη συντήρηση του είναι πολύ μικρό. Είναι αρκετά ελαφριά κατασκευή έτσι μπορεί να μετακινηθεί εύκολα ακόμα και χωρίς να αποσυναρμολογηθεί. Φυσικά έχει και ορισμένα μειονεκτήματα όπως το γεγονός ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μεγάλης κλίμακας καλλιέργειες. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως είναι αρκετά ελαφρύ επομένως είναι κατασκευασμένο από ελαφριά και ευαίσθητα υλικά τα οποία μπορεί εύκολα να καταστραφούν. Τέλος λόγω της ελαφριάς κατασκευής του και του γεγονότος ότι δεν έχει σταθερή βάση μπορεί να ανατραπεί με μεγάλους ανέμους και να αναποδογυριστεί. Το φορητό θερμοκήπιο είναι κατάλληλο για κάποιο που έχει ως χόμπι τη γεωργία ή την κηπουρική και όχι ως επάγγελμα.

Ένας ακόμα τύπος θερμοκηπίου είναι το θερμοκήπιο στέγης το οποίο μπορεί να είναι και μια ανάσα πρασίνου στις πυκνοκατοικημένες πόλεις. Ένα τέτοιο θερμοκήπιο φυσικά μειώνει άμεσα τη θερμοκρασία του κτιρίου, μειώνει την ρύπανση αλλά και την ενέργεια που χρειάζεται το κτίριο για θέρμανση ή ψύξη.

Το θερμαινόμενο θερμοκήπιο είναι οποιοδήποτε θερμοκήπιο έχει εγκατεστημένο σύστημα θέρμανσης. Το σύστημα φυσικά αυτό μπορεί να λειτουργεί με ορυκτά καύσιμα αλλά και με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως ευτυχώς γίνεται τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο.

Τα μονωμένα θερμοκήπια είναι πολύ διαδεδομένα στις ψυχρές χώρες για να μην χρειάζονται να χρησιμοποιούν συνεχώς συστήματα θέρμανσης. Σε χώρες όπου οι θερμοκρασίες είναι πολύ χαμηλές χρειάζεται να υπάρχει μόνωση στα θερμοκήπια έτσι ώστε να προστατεύονται οι καλλιέργειες. Για καλύτερη μόνωση χρησιμοποιούνται διπλά στρώματα πολυαιθυλενίου, θερμομονωτικά πλευρικά τοιχώματα, μονωτικοί υαλοπίνακες, ανεμοθώρακες κτλ.

Το θερμοκήπιο με γεωδαιτικό θόλο άρχισε να κατασκευάζεται από το 1926. Είναι ο ιδανικός τύπος θερμοκηπίου για ένα μικρό αγρότη ή κηπουρό. Λόγω της ομοιόμορφης κατανομής του βάρους του θερμοκηπίου έχει χαμηλό κέντρο βάρους επομένως είναι πολύ σταθερό ακόμα και σε συνθήκες δυνατών ανέμων αν και είναι πολύ ελαφριά κατασκευή. Τέλος ένα τέτοιου τύπου θερμοκήπιο χρειάζεται πολύ λίγο χρόνο συναρμολόγησης (Top greenhouses Ltd, 2015).

Στην Κύπρο καταγράφονται διάφοροι τύποι θερμοκηπίων, τα οποία έχουν συνολική έκταση περίπου 352 εκτάρια, το 1% της συνολικής έκτασης της Κύπρου (Papadopoulos, 2004). Ορισμένα από τα καταγεγραμμένα θερμοκήπια που υπάρχουν στην Κύπρο είναι του πολυαιθυλενίου στην Πάφο 250m², στην Αθαλάσσα 36m² και πολλά άλλα ακόμα στις υπόλοιπες περιοχές της Κύπρου (Santamouris, 1993). Φυσικά πολύ περισσότερα είναι τα θερμοκήπια που φτιάχνονται κυρίως από ερασιτέχνες γεωργούς τα οποία είναι απλές κατασκευές που μπορεί να γίνονται από τους ίδιους τους γεωργούς με απλά υλικά και τις περισσότερες φορές δεν έχουν ούτε άδεια οικοδομής, επομένως δεν είναι καταγεγραμμένα και δεν μπορούμε να ξέρουμε την ύπαρξη τους.

2.8 Συμπεράσματα βιβλιογραφικής ανασκόπησης

Στην βιβλιογραφική ανασκόπηση στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν τόσο οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όσο και τα θερμοκήπια. Τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκαν πολύ οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μειώνοντας έτσι τα έξοδα αλλά και τις πολλές επιπτώσεις που είχαμε χρησιμοποιώντας την ενέργεια που παίρναμε από ορυκτά καύσιμα. Από όλες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που είδαμε την μεγαλύτερη ανάπτυξη φάνηκε ότι έχει η ηλιακή και η αιολική ενέργεια. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σήμερα χρησιμοποιούνται σε όλους τους τομείς σε επιχειρήσεις, σε εργοστάσια, σε ξενοδοχεία, σε μεταφορές ακόμα και στα σπίτια.

Εκτός όμως από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρουσιάστηκαν και τα θερμοκήπια τα οποία όπως είδαμε φτιάχνουν εδώ και εκατοντάδες χρόνια. Πλέον υπάρχουν πολλοί τύποι θερμοκηπίων ανάλογα με τη κατασκευή αλλά και με τις διάφορες συνθήκες που επικρατούν στην κάθε περιοχή. Επιπρόσθετα τα

θερμοκήπια χρησιμοποιούνται και για προστασία των καλλιεργειών αλλά και για να μπορούν να καλλιεργούν όλο το χρόνο διάφορα εποχιακά φρούτα και λαχανικά, ή τροπικά φυτά που χρειάζονται ακραία ποσά θερμοκρασίας και υγρασίας για να αναπτυχθούν.

Κεφάλαιο Τρίτο

Μεθοδολογία

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας θα γίνει διερεύνηση και τελική επιλογή της ανανεώσιμης πηγής ενέργειας που μπορεί τελικά να εγκατασταθεί στο υπό μελέτη θερμοκήπιο έτσι ώστε να έχει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα, με το μικρότερο κόστος και φυσικά με τα μεγαλύτερα οφέλη.

3.1 Σκοπός και Στόχοι

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη και η αξιολόγηση των τεχνολογιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του υπό μελέτη θερμοκηπίου από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στη παρούσα εργασία τέθηκαν στόχοι έτσι ώστε να γίνει μελέτη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και να πραγματοποιηθεί η σωστή επιλογή ενέργειας έτσι ώστε το θερμοκήπιο να καλύψει πλήρως τις ενεργειακές του ανάγκες έχοντας το μικρότερο δυνατό κόστος. Από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρέπει να γίνει επιλογή ανάμεσα στην ηλιακή και αιολική ενέργεια καθώς ανάμεσα σε όλες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αυτές οι δύο θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στο συγκεκριμένο θερμοκήπιο.

3.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Κατά την διεκπεραίωση της εργασίας πρέπει μεταξύ άλλων να απαντηθούν ορισμένα ερευνητικά ερωτήματα τα οποία είναι τα εξής:

1. Είναι εφικτό με τα σημερινά δεδομένα να μπορεί ένα θερμοκήπιο να είναι ενεργειακά ανεξάρτητο;
2. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν ικανή ανάπτυξη έτσι ώστε να μπορούν να αντικαταστήσουν πλήρως την ηλεκτρική ενέργεια;
3. Η αιολική ή η ηλιακή ενέργεια είναι η καταλληλότερη ενέργεια από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για εγκατάσταση στο υπό μελέτη θερμοκήπιο;

4. Η χρήση της επιλεγόμενης ανανεώσιμης πηγής ενέργειας στο θερμοκήπιο θα επιφέρει τα αναμενόμενα οφέλη;
5. Τι οφέλη θα έχει η χρήση της ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά;

3.3 Λειτουργία του υπό μελέτη θερμοκηπίου

Το υπό μελέτη θερμοκήπιο μας όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως βρίσκεται σε γεωργική περιοχή λίγο έξω από το κέντρο του χωριού Ερήμης της επαρχίας Λεμεσού. Το θερμοκήπιο μας αν και αρκετά νεαρό σε ηλικία αφού κατασκευάστηκε το 2010 παρουσιάζει αρκετή ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια για την πλήρη και σωστή λειτουργία του κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες. Ο χώρος των εγκαταστάσεων του θερμοκηπίου αλλά και ενός βοηθητικού κτιρίου καλύπτει ένα εμβαδόν περίπου 3200m². Στο βοηθητικό κτίριο το οποίο είναι ενωμένο με το θερμοκήπιο στεγάζεται ένα μικρό γραφείο του ιδιοκτήτη και μια αποθήκη για τα μηχανήματα και άλλα υλικά τα οποία είναι αναγκαία για την σωστή λειτουργία του θερμοκηπίου (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Φωτογραφία του υπό μελέτη θερμοκηπίου από το πρόγραμμα Google Earth (2015)

Το θερμοκήπιο δεν χρησιμοποιείται ερασιτεχνικά μόνο για προσωπικούς λόγους αλλά και για επαγγελματικούς. Σε αυτό καλλιεργούνται διάφορα είδη μικρών φυτών και λουλουδιών τα οποία χρησιμοποιούνται ως επί τον πλείστον για την διακόσμηση μικρών αλλά και μεγάλων χώρων όπως είναι τα σπίτια ή οι μεγάλοι κήποι ξενοδοχείων. Το θερμοκήπιο μας έχει την επωνυμία «Glass House Nurseries Ltd» και ανήκει στον κ. Χριστάκη Γεωργίου. Τα καλλιεργούμενα φυτά και λουλούδια

πωλούνται σε διάφορα ανθοπωλεία και πολυκαταστήματα σε όλη τη πόλη της Λεμεσού έτσι ώστε να καταλήξουν τελικά στα νοικοκυριά των κατοίκων της Λεμεσού. Η παραγωγή του θερμοκηπίου είναι ανάλογη με την εποχή αλλά και με τη ζήτηση που υπάρχει κάθε φορά.

3.3.1 Λειτουργικά έξοδα

Όπως προαναφέρθηκε αν και αρκετά νεαρό σε ηλικία το θερμοκήπιο, έχει να αντιμετωπίσει αρκετά λειτουργικά έξοδα. Εκτός από τα συνηθισμένα έξοδα που έχει κάθε επιχείρηση, όπως είναι για παράδειγμα η αγορά πρώτων υλών και αναγκαίων υλικών, στα οποία φυσικά δεν μπορείς να κάνεις ούτε εκπτώσεις αλλά ούτε και παραλήψεις, έχει και αρκετά έξοδα τα οποία οφείλονται στην υπερκατανάλωση ενέργειας που πραγματοποιείται για την λειτουργία του το θερμοκήπιο. Φυσικά ως νεαρό σε ηλικία έχει ειδικά σκέπαστρα τα οποία μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας αλλά και πάλι η καταναλισκόμενη ενέργεια του θερμοκηπίου είναι αρκετά μεγάλη. Ένας μέσος όρος του πληρωτέου ποσού για ηλεκτρική ενέργεια είναι €60 το μήνα για τους χειμερινούς μήνες και €400-€500 το μήνα για τους θερινούς και καλοκαιρινούς μήνες. Με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην Κύπρο, τους περισσότερους μήνες του χρόνου έχουμε μεγάλη ηλιοφάνεια επομένως είναι σαν έχουμε γύρω στους 8 καλοκαιρινούς μήνες, με αποτέλεσμα να έχουμε μεγάλα ποσά καταναλισκόμενης ενέργειας και επομένως αρκετά υψηλούς λογαριασμούς ηλεκτρικού ρεύματος. Επομένως τους περισσότερους μήνες του χρόνου τα ποσά που πληρώνονται στην Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου για ηλεκτρική ενέργεια είναι αρκετά μεγάλα. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος της παρούσας μελέτης, να μελετηθεί η ένταξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο θερμοκήπιο έτσι ώστε να μην υπάρχει τόσο μεγάλη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας και επομένως να υπάρξει σημαντική μείωση στα λειτουργικά έξοδα του θερμοκηπίου.

3.3.2 Παραγωγή καλλιεργειών

Στο θερμοκήπιο μας, το Glass house Nurseries, καλλιεργούνται περισσότερο λουλούδια και διάφορα άλλα φυτά τα οποία μπορούν και πωλούνται σε ανθοπωλεία και πολυκαταστήματα. Ο κ. Γεωργίου παλαιότερα διατηρούσε ένα πολύ μικρότερο θερμοκήπιο το οποίο προμήθευε λιγότερα λουλούδια σε ένα μόνο ανθοπωλείο της περιοχής. Σήμερα όμως με την κατασκευή και λειτουργία του μεγαλύτερου θερμοκηπίου μπορεί να προμηθεύει περισσότερα είδη λουλουδιών και φυτών εσωτερικού αλλά και εξωτερικού χώρου σε αρκετά ανθοπωλεία σε όλη τη Λεμεσό.

Πρόσφατες μελέτες που διενεργήθηκαν από πανεπιστήμια του εξωτερικού, φανερώνουν ότι τα φυτά μπορούν να μειώσουν τη σκόνη και τα αιωρούμενα σωματίδια που υπάρχουν σε κλειστούς χώρους κατά 20%. Επιπρόσθετα τα φυτά μπορούν να ρυθμίσουν την επιθυμητή υγρασία που πρέπει να υπάρχει σε εσωτερικούς χώρους και μπορούν ακόμα και να εξοικονομήσουν ενέργεια (Γεωργίου, 2015).

Λέγοντας φυτά εσωτερικού χώρου στην ουσία ονομάζουμε όλα τα φυτά που έχουν διακοσμητικό φύλλωμα ή τα άνθη, που υπάρχουν και μπορούν να αναπτύσσονται μέσα στο σπίτι ή γενικότερα σε οποιοδήποτε εσωτερικό χώρο.

Κάθε φυτό χρειάζεται αρκετή γνώση και φροντίδα για να αναπτυχθεί. Τα περισσότερα φυτά εσωτερικού χώρου χρειάζονται έντονο φυσικό φωτισμό, δεν πρέπει όμως να εκτίθενται ποτέ απευθείας στον ήλιο, και χρειάζονται επίσης και καλό αερισμό. Κάθε φυτό έχει διαφορετικές ανάγκες για πότισμα οπότε και πρέπει να διαφέρει ο τρόπος ποτίσματος του και η ποσότητα νερού που θα πάρει. Φυσικά εκτός από το σωστό πότισμα για να μπορέσει να αναπτυχθεί ένα φυτό εσωτερικού χώρου καλό θα είναι να του δίνεται και λίπασμα, το οποίο είναι η τροφή που δεν μπορεί να πάρει αφού είναι μόνιμα φυτεμένο σε μια γλάστρα (Agriplant gardens, 2014).

Ορισμένα από τα άνθη τα οποία έχουν αρκετή ζήτηση στη Κύπρο και καλλιεργούνται κατά καιρούς σε πολλά θερμοκήπια είναι η βουκαμβίλια, η αρέκα, το ανθούριο, το ασπλένιο, το καλάδιο, η βασιλική μπιγκόνια, η χαμαιδώρια έλεγκανς, το χλωρόφυτο, το κτένανθος, το κυκλάμινο, η δράκαινα, η γαρδένια, η ζέρμπερα, η γκουζμάνια, η κέντια, η φτέρη, η ορχιδέα, οι πέννες, το σπαθίφυλλο, η ζάμια και αρκετά άλλα.

Κατά την πρώτη επίσκεψη που έγινε στο υπό μελέτη θερμοκήπιο τον μήνα Φεβρουάριο υπήρχαν αρκετά είδη λουλουδιών τα οποία θα ήταν έτοιμα για να βγουν στην αγορά την ανοιξιάτικη περίοδο. Τα λουλούδια που καλλιεργούνταν εκείνη την περίοδο ήταν τα κυκλάμινα, οι ιάκυνθοι, οι ανεμώνες, οι τουλίπες, οι κρίνοι, οι νάρκισσοι και ορισμένα άλλα όπως φαίνεται στις εικόνες 2 και 3 που ακολουθούν.



Εικόνα 2: Φωτογραφία από το θερμοκήπιο Glass House Nurseries(2014)



Εικόνα 3: Φωτογραφία από το θερμοκήπιο Glass House Nurseries (2014)

Όπως προαναφέρθηκε τα λουλούδια που καλλιεργούνται κάθε φορά είναι ανάλογα με την εποχή αλλά και την ζήτηση που υπάρχει στο εμπόριο. Σήμερα καθώς είναι εποχή που αλλάζουν τα φυτά στο θερμοκήπιο καλλιεργούνται προς το παρόν μόνο τέσσερα διαφορετικά είδη. Τα χρυσάνθεμα, τα κυκλάμινα, οι γαρδένιες και το χριστουγεννιάτικο φυτό Ποϊνσέττια. Όπως επισημάνθηκε από τον κ. Γρηγορίου (2015) τα χρυσάνθεμα είναι ένα αρκετά διαδεδομένο φυτό στην Κύπρο. Πατρίδα του χρυσάνθεμου θεωρείται η Κίνα αλλά σήμερα μπορούμε να το συναντήσουμε σε πολλές χώρες στην Ασία και στην Ευρώπη. Σήμερα υπάρχουν καταγεγραμμένα πάνω από 20 είδη χρυσάνθεμων που καλλιεργούνται στις διάφορες περιοχές.

Τα χρυσάνθεμα έχουν αρκετά εντυπωσιακά χαρακτηριστικά τα οποία καθορίζουν και την ομορφιά τους. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι φυσικά το χρώμα και το σχήμα του άνθους τους. Υπάρχουν διαθέσιμα χρυσάνθεμα σε χρωματισμούς άσπρο, ροζ, βιολετί, κίτρινο, χρυσό, πορτοκαλί αλλά και γαλάζιο. Τα χρυσάνθεμα αρχίζουν να αναπτύσσονται και να μεγαλώνουν την άνοιξη καθώς αρχίζει να αυξάνεται και η θερμοκρασία. Το φθινόπωρο και γενικά όταν υπάρχουν χαμηλές θερμοκρασίες, τα φυτά αυτά σταματούν να αναπτύσσονται και πέφτουν σε λήθαργο (Silva, Motta και Tofoli, 2011).

Επιπρόσθετα ένα άλλο φυτό που καλλιεργείται αυτήν την εποχή στο θερμοκήπιο είναι το κυκλάμινο. Όπως επισημάνθηκε το κυκλάμινο είναι ένα από τα αγριολούλουδα που συναντάς σε πολλές περιοχές της Ευρώπης. Συνήθως έχει μωβ ή άσπρα άνθη και τα φύλλα του έχουν καρδιοειδή σχήμα. Είναι φυτό που κάποια είδη του ανθίζουν την άνοιξη και κάποια άλλα φθινόπωρο και μπορείς να τα βρεις σε παραθαλάσσιες περιοχές αλλά και σε περιοχές που έχουν υψόμετρο πάνω από 1000 μέτρα. Υπάρχουν γνωστά 23 είδη κυκλάμινου και ανάμεσα τους βρίσκεται το κυπριακό κυκλάμινο το οποίο συναντάς μόνο στο νησί μας. Το κυπριακό κυκλάμινο έχει επιλεγεί να είναι το εθνικό λουλούδι της Κύπρου. Το κυκλάμινο αυτό, εικόνα 4, μπορεί να φτάσει μέχρι και 15 εκατοστά σε ύψος, έχει φύλλα σε σχήμα καρδιάς και στο κάτω μέρος των φύλλων του έχει μωβ ή κόκκινο χρώμα (Γρηγορίου, 2015).



Εικόνα 4: Φωτογραφία από το θερμοκήπιο Glass House Nurseries (2015)

Τα κυκλάμινα παρουσιάζουν μεγάλη μορφολογική ποικιλότητα και ανακαλύφθηκαν το 1880. Εξαπλώνονται από την νότια Γαλλία μέχρι τη Ρόδο, και γενικότερα σε όλη την μεσογειακή Ευρώπη και σε ορισμένες περιοχές της Αφρικής. Καταγράφηκαν αρκετά διαφορετικά είδη τα οποία ταξινομήθηκαν

σε τρεις υποομάδες. Την πρώτη υποομάδα την συναντάς στα ελληνικά νησιά Ρόδο και Κω, την δεύτερη υποομάδα την συναντάς στη Πελοπόννησο και την Τρίτη στις υπόλοιπες ευρωπαϊκές περιοχές (Debussche και Quezel, 1997).

Στη συνέχεια ένα ακόμα πολύ γνωστό φυτό που καλλιεργείται αυτή την εποχή στο θερμοκήπιο είναι η γαρδένια. Υπάρχουν εκατοντάδες είδη γαρδένιας και τα περισσότερα καλλιεργούνται ως διακοσμητικά λόγω των μεγάλων ανθών που έχουν και της ωραίας μυρωδιάς τους. Η γαρδένια προέρχεται από την Αφρική και την Ασία αλλά σήμερα μπορείς να την βρεις και σε πολλές άλλες χώρες. Ανθίζει και αυτή προς το τέλος της άνοιξης και διατηρείται ανθισμένη μέχρι την αρχή του φθινοπώρου. Είναι αρκετά ευαίσθητο φυτό και πρέπει να προστατεύεται από πολύ υψηλές αλλά και πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (Γρηγορίου, 2015).

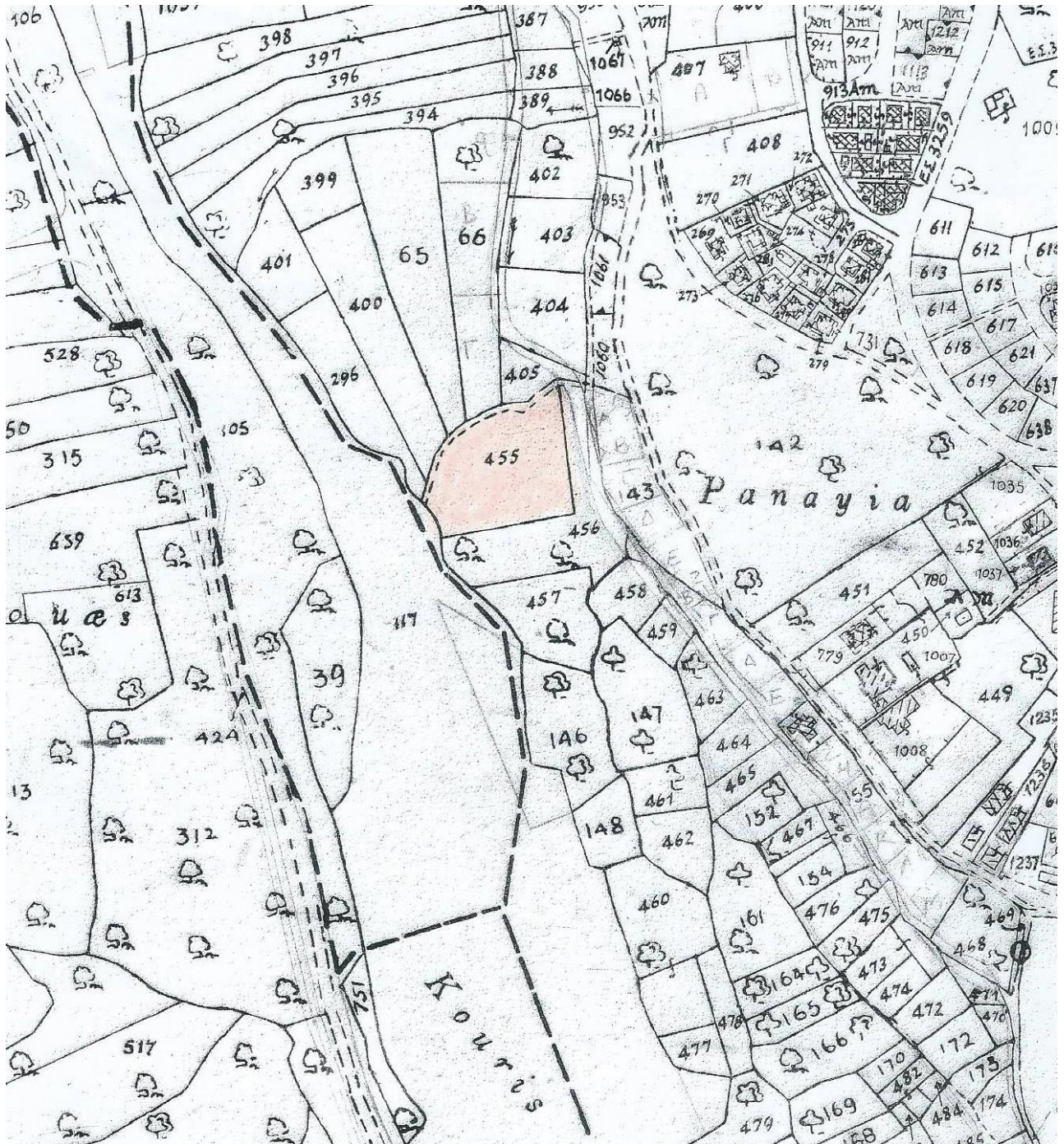
Ένα είδος γαρδένιας την χρησιμοποιούσαν στην παραδοσιακή ιατρική της Κίνας για προστασία του ήπατος, της χοληδόχου κύστης, για μείωση της αρτηριακής πίεσης αλλά το χρησιμοποιούσαν και ως αντιδιαρροϊκό. Η επεξεργασία της γαρδένιας είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς χρησιμοποιείται σε ορισμένα φαρμακευτικά σκευάσματα και καλλυντικά, πρέπει όμως να δίνεται μεγάλη προσοχή στην επεξεργασία της αφού είναι αρκετά ευπαθείς φυτό και δεν αντέχει στις ακραίες θερμοκρασίες (Liu et al, 2011).

Τελευταίο αλλά πολύ καλλιεργημένο φυτό αυτήν την εποχή είναι η Ποϊνσέττια. Η ποϊνσέττια είναι ένα χριστουγεννιάτικο φυτό που οι περισσότερες οικογένειες έχουν στο σπίτι τους τις γιορτινές μέρες των Χριστουγέννων. Έτσι αφού χρειάζεται περίπου 3 μήνες για να μεγαλώσει και να μπορεί να βγει στα καταστήματα, αυτή είναι η εποχή όπου τα περισσότερα θερμοκήπια και ανθοπωλεία αρχίζουν να καλλιεργούν και να μεγαλώνουν το φυτό αυτό. Το χριστουγεννιάτικό αυτό φυτό είναι αρκετά διαδεδομένο σε όλη την Ευρώπη και είναι γνωστό και με άλλες ονομασίες εκτός από ποϊνσέττια όπως αλεξανδρινό ή αστέρι της Βηθλεέμ. Εξάλλου σε πολλές περιοχές της Ευρώπης υπάρχει έθιμο στο οποίο πρέπει να φτιάχνεται στεφάνι από τα φύλλα του φυτού αυτού επομένως είναι πολύ διάσημο και υπάρχει μεγάλη ζήτηση τις μέρες των Χριστουγέννων (Γρηγορίου, 2015).

Τα φυτά αυτά μεγαλώνουν αρκετά γρήγορα για το λόγο αυτό χρειάζονται υψηλά επίπεδα λιπασμάτων για να έχουν σωστή ανάπτυξη. Παρατηρείται μεγάλη καλλιέργεια του φυτού αυτού σε πολλές χώρες και για την ανθοκομία αλλά ακόμα και για να χρησιμοποιείται στη διατροφή (Dale, Papanozzi, και Stroup, 1991).

3.3.3 Τοποθεσία θερμοκηπίου και κατασκευή του

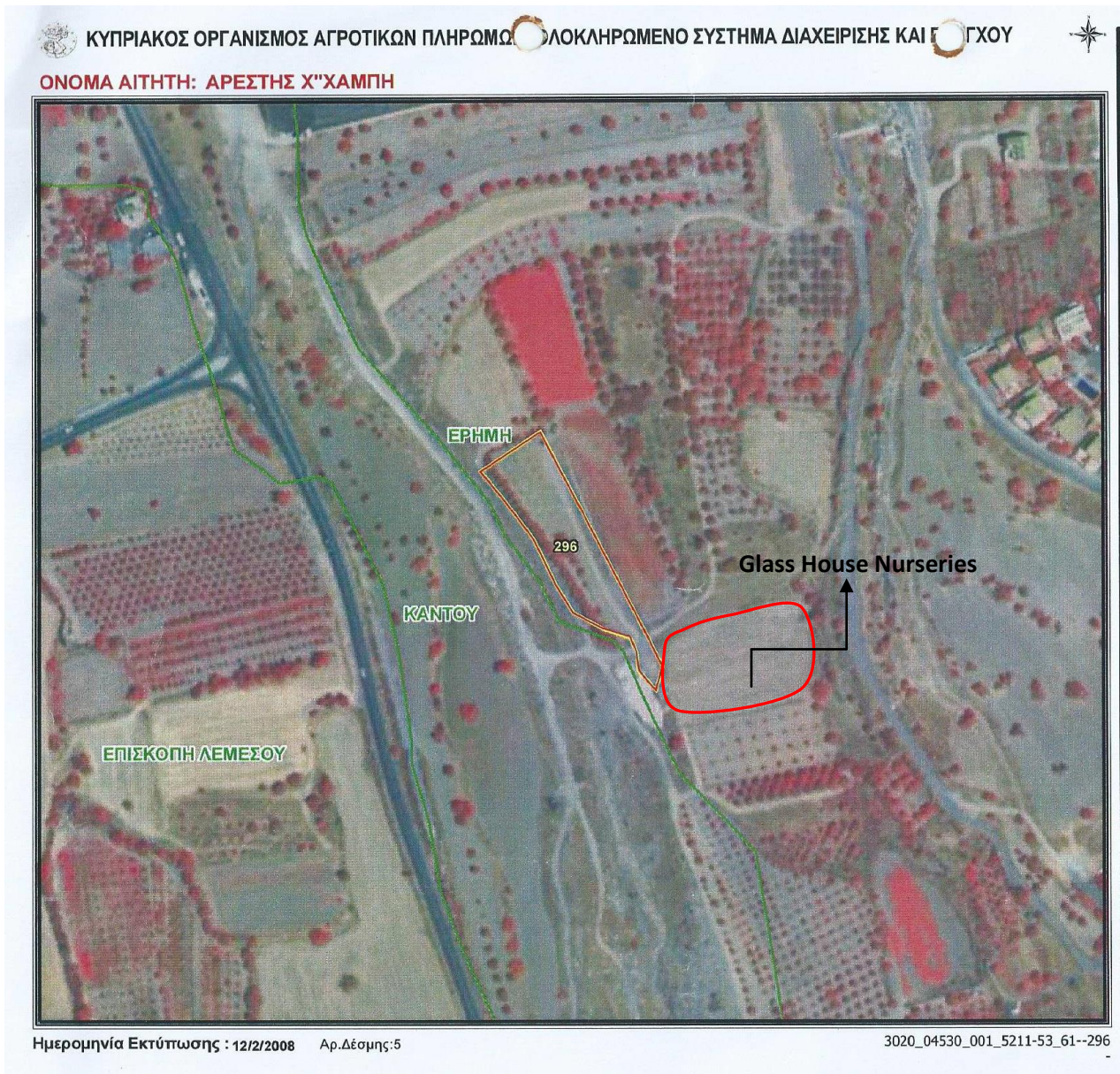
Το θερμοκήπιο μας βρίσκεται λίγο έξω από το κέντρο του χωριού Ερήμης πολύ κοντά στο ποταμό Κούρρη. Όπως φαίνεται και από το τοπογραφικό, εικόνα 5, το τεμάχιο στο οποίο βρίσκεται το θερμοκήπιο είναι στην κοινότητα Ερήμης, από το φύλλο 53, σχέδιο 61, αριθμό τεμαχίου 455 και ονομασία τοποθεσίας τεμαχίου Παναγιά.



Εικόνα 5: Τοπογραφικό τεμαχίο στο οποίο βρίσκεται το θερμοκήπιο, Κτηματολόγιο Λεμεσού (2015)

Το θερμοκήπιο μας βρίσκεται έξω από το κέντρο του χωριού και λίγο έξω από την κατοικημένη περιοχή του. Παρόλο που βρίσκεται πολύ λίγο έξω από το κέντρο του χωριού, η περιοχή στην οποία βρίσκεται χρησιμοποιείται αποκλειστικά για γεωργικούς σκοπούς επομένως δεν έχει κοντά του σπίτια ή άλλα ψηλά κτίρια τα οποία θα μπορούσαν να σταθούν εμπόδιο στην εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού

συστήματος στο θερμοκήπιο. Εφόσον βρίσκεται σε γεωργική περιοχή κοντά του βλέπεις αποκλειστικά φύση, δέντρα, φυτά και διάφορες καλλιέργειες όπως φαίνεται και από την εικόνα 6 που ακολουθεί.



Εικόνα 6: Περιοχή θερμοκηπίου από Κυπριακό Οργανισμό Αγροτικών Πληρωμών (2015)

Το θερμοκήπιο για να έχει τη σημερινή του κατάσταση πέρασε από δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο το 2010 όπου και κατασκευάστηκε το θερμοκήπιο είχε γίνει το θερμοκήπιο με διαστάσεις 74 m x 43 m (εικόνα 7) καθώς και το μικρότερο βοηθητικό κτίριο με διαστάσεις 30 m x 13 m (εικόνα 8) το οποίο χρησιμοποιείται ως γραφείο και ως αποθήκη φύλαξης μηχανημάτων, εξαρτημάτων, κιβωτίων κλπ. Κατά το 2^ο στάδιο και μέσα στο 2013 κατασκευάστηκε ακόμα ένα μικρότερο βοηθητικό θερμοκήπιο με διαστάσεις 16 m x 18 m (εικόνα 9).



Εικόνα 7: Φωτογραφία από εξωτερικό του Θερμοκηπίου (2014)



Εικόνα 8: Φωτογραφία βοηθητικού χώρου του θερμοκηπίου (2014)



Εικόνα 9: Φωτογραφία μικρότερου απλού θερμοκηπίου (2014)

Η κατασκευή του υπό μελέτη θερμοκηπίου έγινε με διάφορα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται αρκετά σήμερα για την κατασκευή θερμοκηπίων. Ο σκελετός έγινε από γαλβανίζε σίδηρο και η κάλυψη του στα πλάγια αλλά και στο πάνω μέρος έγινε από τζάμι με πάχος 4mm. Ένα ακόμα υλικό που χρησιμοποιήθηκε αρκετά στη κατασκευή του θερμοκηπίου αυτού, για τις πόρτες και τα παράθυρα είναι το αλουμίνιο. Επιπρόσθετα για να έχει το θερμοκήπιο καλύτερη και όσο γίνεται πιο οικονομική λειτουργία έχουν εγκατασταθεί σε αυτό και ορισμένοι μηχανισμοί και συστήματα που αυτοματοποιούν ορισμένες λειτουργίες του. Συγκεκριμένα στο θερμοκήπιο εγκαταστάθηκε ένας δύναμος νέας τεχνολογίας που μπορεί να παρέχει ενέργεια για να γίνονται ορισμένες λειτουργίες. Εγκαταστάθηκε και ένα σύστημα ψύξης καθώς το καλοκαίρι χρειάζεται να ψύχεται αρκετά το θερμοκήπιο για να μπορούν να καλλιεργούνται τα φυτά. Υπάρχει φυσικά και σύστημα θέρμανσης το οποίο χρησιμοποιείται ορισμένες φορές το χειμώνα όταν η εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι πολύ χαμηλή. Ένα ακόμα σύστημα το οποίο βοηθάει στην μείωση όσο γίνεται φυσικά της θερμοκρασίας στο εσωτερικό μέρος του θερμοκηπίου είναι και το σύστημα σκίασης που εγκαταστάθηκε στο εξωτερικό μέρος του θερμοκηπίου (εικόνα 10). Επιπρόσθετα το θερμοκήπιο διαθέτει σύστημα αυτόματου ποτίσματος, έτσι ώστε να γίνεται σωστό πότισμα ανάλογα με τα φυτά που καλλιεργούνται κάθε φορά, να δίνεται δηλαδή η σωστή ποσότητα νερού και στο σωστό χρόνο. Τέλος στο θερμοκήπιο εγκαταστάθηκε και σύστημα για ανοιγόμενα παράθυρα οροφής, τα οποία μπορούν να δίνουν λίγη δροσιά στο θερμοκήπιο (Γρηγορίου, 2015).



Εικόνα 10: Φωτογραφία από ειδικά σκέπαστρα για μείωση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου (2014)

3.4 Σύγκριση ηλιακής και αιολικής ενέργειας

Οι Jiang και Zhu (2012) αναφέρουν ότι τα τελευταία χρόνια οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν ένα από τα κυριότερα ερευνητικά θέματα ερευνητών αλλά και γενικά πολλών κυβερνήσεων και χωρών. Οι έρευνες αυτές γίνονται θέλοντας να εξασφαλιστεί ενεργειακή ασφάλεια έτσι ώστε οι χώρες να μην εξαρτώνται από ορυκτά καύσιμα και να γίνεται χρήση εναλλακτικών ενεργειακών πόρων.

Η αιολική αλλά και η ηλιακή ενέργεια με τη χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι ευρέως γνωστές και χρησιμοποιούνται ακόμα και σε απομακρυσμένες και απομονωμένες περιοχές στις οποίες δεν μπορεί ή είναι πολύ δύσκολο να πραγματοποιηθεί σύνδεση με τα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Τα συστήματα αυτά για εκμετάλλευση ηλιακής και αιολικής ενέργειας είναι αρκετά αξιόπιστα και μπορούν να λειτουργήσουν για μεγάλες χρονικές περιόδους. Το κόστος κατασκευής τους φυσικά είναι ανάλογα με το μέγεθος αλλά και με την ποιότητα των εξαρτημάτων τους (Ulgen και Hepbasli, 2003).

Η ηλιακή ενέργεια θεωρείται μία από τις καλύτερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η εφαρμογή φωτοβολταϊκών πλαισίων για εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας πραγματοποιείται εδώ και αρκετές δεκαετίες σε διάφορα υποστατικά έτσι ώστε να μειωθούν τα έξοδα για ηλεκτρική ενέργεια. Η Γερμανία έχει μια από τις πιο ανεπτυγμένες αγορές φωτοβολταϊκών στην παγκόσμια αγορά και έχει εγκατεστημένα περίπου 41 Watt ανά κάτοικο. Η Γερμανία κατέχει ένα από τα μεγαλύτερα ποσοστά ανά το παγκόσμιο εγκατάστασης και χρήσης φωτοβολταϊκών συστημάτων, αν και οι ηλιακοί της πόροι δεν είναι και τόσο πλούσιοι όσο άλλων χωρών όπως είναι για παράδειγμα η Κύπρος (Jiang και Zhu, 2012).

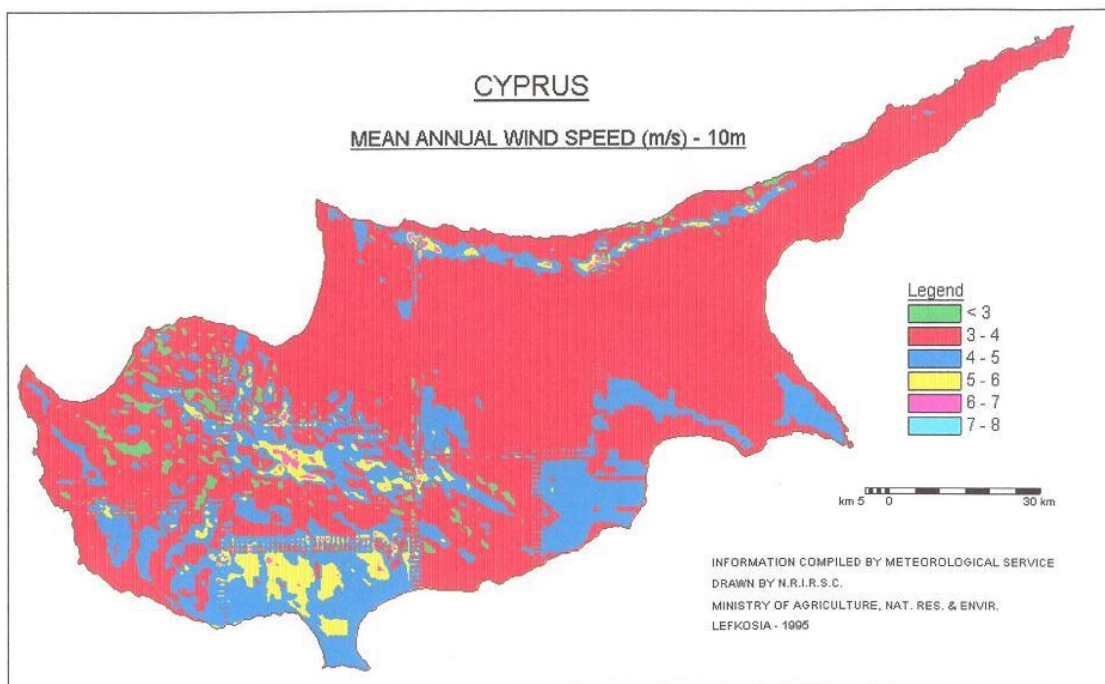
Όπως είναι φυσικό η ηλιακή ενέργεια υπάρχει σε αφθονία στη Κύπρο τους καλοκαιρινούς μήνες αλλά και όχι μόνο αφού τους περισσότερους μήνες του χρόνου παρατηρούμε μεγάλα ποσά ηλιοφάνειας, όπου και αυτό είναι από τα κυριότερα πλεονεκτήματα της χρήσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων στη χώρα μας. Αντίθετα πολύ μικρότερα ποσά ηλιακής ενέργειας θα έχουμε όπως είναι φυσικό το χειμώνα όταν θα υπάρχει συννεφιά ή ακόμα και τις βραδινές ώρες.

Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται εδώ και χιλιάδες χρόνια, πρώτα από όλα για τη μετακίνηση των ανθρώπων με τις βάρκες, για άντληση νερού, για την άλεση σπόρων αλλά και για πολλά άλλα. Φυσικά η αιολική ενέργεια άρχισε να χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας την δεκαετία του 1900 και

αναπτύχθηκε με πολύ πιο αργούς ρυθμούς σε σχέση με την ηλιακή ενέργεια καθώς ο άνεμος δεν είναι σταθερός μεταβάλλεται συνεχώς ανάλογα με το χρόνο και το τόπο έτσι δεν είναι σταθερά και τα ποσά ενέργειας που μπορούν να παράγονται από την αιολική ενέργεια σε κάθε περιοχή (Pei et al., 2013).

Σε αρκετές χώρες όπως είναι και η γειτονική μας Τουρκία, τα ποσά της ηλιακής ενέργειας όπως είναι φυσικό είναι πολύ υψηλότερα τους καλοκαιρινούς μήνες και αισθητά χαμηλότερα τους χειμερινούς μήνες. Αντίθετα πολύ υψηλά ποσά αιολικής ενέργειας έχουμε τους χειμερινούς μήνες και πολύ χαμηλά ποσά σχεδόν αμελητέα τους καλοκαιρινούς μήνες (Ulgen και Hepbasli, 2003).

Έτσι και στην Κύπρο η αιολική ενέργεια έχει αισθητά πολύ χαμηλότερα ποσά το καλοκαίρι, και μεγαλύτερα ποσά τους χειμερινούς και φθινοπωρινούς μήνες. Στο υπό μελέτη θερμοκήπιο μας όμως όπως αναφέρθηκε χρειάζεται μεγάλα ποσά ενέργειας κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες και αισθητά λιγότερα ποσά ενέργειας τους χειμερινούς μήνες. Αυτός είναι και ο βασικότερος λόγος της τελικής επιλογής για ένταξη τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας στο υπό μελέτη θερμοκήπιο μας. Εκτός αυτού στη συγκεκριμένη περιοχή οι άνεμοι είναι τις περισσότερες φορές πολύ μικροί σε ένταση επομένως το γεγονός αυτό μας αποτρέπει από το να εντάξουμε και να χρησιμοποιήσουμε την αιολική ενέργεια. Όπως φαίνεται και από την Εικόνα 11 που ακολουθεί, την οποία έχουμε πάρει από την μετεωρολογική υπηρεσία Κύπρου, φαίνεται ο μέσος όρος δύναμης των ανέμων. Στην περιοχή όπου βρίσκεται το θερμοκήπιο μας η δύναμη του ανέμου είναι περίπου $4-5 \text{ m/s}$ τους χειμερινούς και φθινοπωρινούς μήνες.



Εικόνα 11: Μέση ταχύτητα ανέμου στις περιοχές της Κύπρου από την μετεωρολογική υπηρεσία Κύπρου (2014)

Εν κατακλείδι τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν και αρκετά άλλα πλεονεκτήματα τα οποία μας κάνουν να τα εντάξουμε στο θερμοκήπιο μας. Η ηλιακή ενέργεια αρχικά είναι μια πράσινη τεχνολογία όπως φυσικά και όλες οι άλλες ανανεώσιμες πηγές, δηλαδή είναι φιλική προς το περιβάλλον και δεν προκαλεί καθόλου ρύπους στην ατμόσφαιρα. Επιπρόσθετα είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας που υπάρχει σε αφθονία στις περισσότερες περιοχές του κόσμου και φυσικά στη Κύπρο. Επιπρόσθετα η λειτουργία των φωτοβολταϊκών είναι εντελώς αθόρυβη, έχει μηδενικό κόστος λειτουργίας και πολύ μικρό κόστος συντήρησης καθώς οι κατασκευαστές δίνουν μέχρι και 30 χρόνια εγγύηση για τη λειτουργία των πλαισίων τους. Τα συστήματα αυτά μπορούν ακόμα και να διακόψουν τελείως τον εφοδιασμό τους από τα καύσιμα ειδικά αν είναι απομακρυσμένες περιοχές έτσι ώστε να χρησιμοποιούν μόνο ηλιακή ενέργεια και όχι άλλου είδους ηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα. Τέλος μπορούν να εγκατασταθούν οπουδήποτε είτε σε στέγες σπιτιών, στέγες καταστημάτων, στέγες εργοστασίων ή σχολείων ή οποιοδήποτε άλλων υποστατικών, σε στέγες βεραντών, σε μπαλκόνια ή ακόμα και στο έδαφος και μπορούν πολύ εύκολα να επεκταθούν αργότερα αν υπάρχει μεγαλύτερη ανάγκη για ενέργεια (Σύνδεσμος εταιρειών φωτοβολταϊκών Ελλάδας, 2011).

Το σημαντικότερο μειονέκτημα που αντιμετωπίζουμε με τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι φυσικά το κόστος κατασκευής και εγκατάστασης τους, παρόλα αυτά όμως το κόστος αυτό γίνεται απόσβεση αρκετά γρήγορα σε περίπου 4-6 χρόνια ανάλογα φυσικά με την κατανάλωση ενέργειας που γίνεται. Στην συνέχεια αφού έχει κάνει την απόσβεση της αγοράς του το φωτοβολταϊκό σύστημα θα παρέχει στον ιδιοκτήτη άμεσα κέρδη καθώς πλέον θα πληρώνει αμελητέα ποσά για ηλεκτρική ενέργεια.

Εκτός όμως από τα άλλα πλεονεκτήματα τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν και περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα όπως αναφέρει ο Σύνδεσμος εταιρειών φωτοβολταϊκών Ελλάδας (2011). Συγκεκριμένα ο σύνδεσμος αναφέρει σε ενημερωτικό έντυπο του ότι κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά συστήματα και όχι από υγρά καύσιμα, αποφεύγεται η παραγωγή περίπου ενός κιλού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Αν δούμε τη χρήση των φωτοβολταϊκών για ολόκληρο το χρόνο τότε βλέπουμε ότι το ένα κιλοβάτ φωτοβολταϊκών μπορεί να αποφύγει 1,3 τόνους έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα, που στην ουσία αυτή τη ποσότητα διοξειδίου θα χρειάζονταν περίπου 100 δέντρα για να την απορροφήσουν.

Εκτός όμως από διοξείδιο του άνθρακα με τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων αποφεύγεται και η παραγωγή και άλλων επικίνδυνων ρύπων όπως είναι τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, το οξείδιο του αζώτου, ενώσεις του θείου και αρκετά άλλα (Σύνδεσμος εταιριών φωτοβολταϊκών Ελλάδας, 2011).

3.4.1 Επιλογή τεχνολογίας για ένταξη της στο θερμοκήπιο

Για την διεκπεραίωση της παρούσας διατριβής έχει επιλεγεί η ένταξη τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας στο θερμοκήπιο. Στη συνέχεια έχουμε να επιλέξουμε ανάμεσα στα συστήματα της ηλιακής ενέργειας στα οποία γίνεται είτε αυτόνομη χρήση φωτοβολταϊκών πλαισίων είτε διασυνδεδεμένη.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να ταξινομηθούν βασικά σε τρεις τύπους και πιο συγκεκριμένα στα αυτόνομα, στα διασυνδεδεμένα και στα υβριδικά φωτοβολταϊκά συστήματα. Αρχίζοντας από το τέλος, το υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα είναι στην ουσία μια ειδική περίπτωση αυτόνομου συστήματος. Ένα υβριδικό σύστημα περιλαμβάνει μια συστοιχία φωτοβολταϊκών καθώς και μία ή περισσότερες βοηθητικές πηγές ενέργειας, όπως είναι η αιολική ενέργεια ή μια γεννήτρια υγρού καυσίμου. Είναι δηλαδή ένα πιο αξιόπιστο αυτόνομο σύστημα καθώς δεν υπάρχει κίνδυνος για μειωμένη απόδοση (Imamura, 1993).

Τα αυτόνομα συστήματα όπως υποδηλώνει και το όνομα τους λειτουργούν ανεξάρτητα από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, επομένως για τη Κύπρο είναι ανεξάρτητα από την Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου. Κατά την εγκατάσταση τους εκτός από φωτοβολταϊκά πλαίσια χρειάζονται και μπαταρίες οι οποίες θα αποθηκεύουν την περίσσεια ενέργεια κατά τη διάρκεια της ημέρας για να την χρησιμοποιούν τις βραδινές ώρες ή τις ημέρες τις οποίες δεν θα παρατηρείται μεγάλη ή και καθόλου ηλιοφάνεια.

Πιο συγκεκριμένα το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα που παρέχει αποκλειστικά ηλεκτρική ενέργεια σε ένα οποιοδήποτε υποστατικό, είτε είναι σπίτι είτε εργοστάσιο. Συνήθως τα αυτόνομα συστήματα χρησιμοποιούνται σε απομακρυσμένες περιοχές οι οποίες είναι πολύ μακριά από το υφιστάμενο δίκτυο της ηλεκτρικής ενέργειας (Imamura, 1993).

Η αποθήκευση ενέργειας είναι το ακριβότερο μέρος ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος. Αν η αποθήκευση είναι για λίγες ώρες ή ημέρες είναι αρκετά φυσιολογικό. Υπάρχουν όμως χώρες όπου για αρκετές ημέρες έχουν μόνο συννεφιά και σκοτάδι έτσι εκεί δημιουργούνται τα μεγάλα ζητήματα και προβλήματα για την εγκατάσταση και χρήση του αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος (Mey, Simoens και Vos, 1981). Επομένως ένα τέτοιο σύστημα σίγουρα δεν είναι και τόσο ελκυστικό και δεν συμφέρει να εγκατασταθεί στις βόρειες χώρες που αντιμετωπίζουν πολλά σκοτάδια και συννεφιά. Στην Κύπρο όμως με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν και τα μεγάλα ποσά ηλιοφάνειας που έχουμε τους περισσότερους μήνες του χρόνου, το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα είναι σαφώς πιο

ελκυστικό από ότι στις βόρειες χώρες και σίγουρα δεν είναι καθόλου απαγορευτικό για εγκατάσταση και λειτουργία.

Στα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα που θα εγκατασταθούν στην Κύπρο γίνεται αποσύνδεση από την Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου οπότε δεν μπορεί πλέον να έχει την δυνατότητα ούτε για να γίνει αγορά ηλεκτρικής ενέργειας από αυτήν αλλά ούτε και για πώληση τυχόν περισσευούμενης ενέργειας. Φυσικά η αποσύνδεση από την Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου μπορεί να σου εξασφαλίσει την απαλλαγή από αυξήσεις στις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και από αποκοπές ηλεκτρισμού που μπορεί να υπάρχουν κατά διαστήματα. Ειδικά τους καλοκαιρινούς μήνες, λόγω των κλιματιστικών αυξάνεται πολύ η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, και πολύ συχνά παρατηρείται αναγκαστική διακοπή του ρεύματος για κάποιες ώρες διαδοχικά στις διάφορες περιοχές των πόλεων. Κάνοντας όμως εγκατάσταση ενός αυτόνομου συστήματος αποφεύγουμε αυτές τις διακοπές στη παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, έχουμε όμως αύξηση στο αρχικό κόστος καθώς οι μπαταρίες που χρειάζονται για αποθήκευση της ενέργειας κοστίζουν αρκετά σχεδόν όσο και ολόκληρο το υπόλοιπο σύστημα των φωτοβολταϊκών. Επιπρόσθετα όμως αυξάνεται πολύ και το κόστος συντήρησης καθώς οι μπαταρίες πρέπει να συντηρούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα καθώς λόγω της χρήσης τους πολύ εύκολα φθείρονται και μπορεί να χρειαστούν όχι μόνο συντήρηση αλλά ακόμα και αλλαγή τους με καινούργιες (M.P energy solutions, 2011).

Πολλά όμως είναι τα παραδείγματα ανά το παγκόσμιο στα οποία γίνεται η χρήση αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων. Οι Penate et al (2014) αναφέρουν ένα απομονωμένο χωριό περίπου 300 κατοίκων που βρίσκεται στην έρημο Σαχάρα. Για την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζονται στο χωριό χρησιμοποιούν αποκλειστικά φωτοβολταϊκά και αιολικά συστήματα. Επιπλέον υπάρχει και ένα εργοστάσιο αφαλάτωσης νερού το οποίο λειτουργεί αποκλειστικά από δικό του αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα. Μετά από 8 χρόνια συνεχής λειτουργίας του εργοστασίου αυτού, τα αποτελέσματα που δίνει είναι πολύ ενθαρρυντικά έτσι είναι ένα πολύ καλό παράδειγμα και δίνει το κίνητρο και σε πολλές άλλες περιοχές οι οποίες είτε είναι απομακρυσμένες είτε όχι να εγκαταστήσουν και αυτές αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Συνεχίζοντας έχουμε να επιλέξουμε ανάμεσα στα διασυνδεδεμένα συστήματα ή όπως αλλιώς λέγονται Net metering. Ένα διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται βασικά από την φωτοβολταϊκή γεννήτρια και τον μετατροπέα που την συνδέει με το τοπικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Στην Ευρώπη το διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα είναι το πιο διαδεδομένο από όλα τα άλλα και οι δύο χώρες οι οποίες έχουν την πρωτιά στη χρήση τους είναι η Γερμανία και η Ελβετία (Horst, 1994).

Στην Κύπρο τα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα δίνουν την δυνατότητα στους κατόχους τους είτε να παράγουν μόνοι τους την ενέργεια που χρειάζονται να καταναλώνουν είτε να την αγοράζουν από το δίκτυο της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου. Με τα συστήματα Net metering τα υποστατικά μένουν συνδεδεμένα κανονικά με το δίκτυο της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου οπότε μπορούν να αγοράζουν ενέργεια όταν χρειάζονται περισσότερη από αυτήν που μπορούν να παράγουν. Επιπρόσθετα όμως μπορούν και να πωλούν στην Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου την ενέργεια που μπορεί να μην χρειάζονται για δική τους χρήση εφόσον παράγουν περισσότερη ενέργεια από αυτή που χρειάζεται να καταναλώσουν κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Τα συστήματα αυτά για τη λειτουργία τους δεν χρειάζονται μπαταρίες για αποθήκευση της περίσσειας ενέργειας και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική μείωση στο κόστος εγκατάστασης αλλά και συντήρησης τους (M.P energy solutions, 2011).

Τα συστήματα αυτοπαραγωγής Net metering μπορούν φυσικά να εγκατασταθούν στο έδαφος ή σε ταράτσες και στέγες σπιτιών, καταστημάτων, εργοστασίων κλπ. Τα πλεονεκτήματα που έχουν τα συστήματα αυτά είναι φυσικά η μείωση του κόστους στην Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου, αλλά και η λειτουργία τους σαν αυτόνομα σε περίπτωση που υπάρχουν αποκοπές ηλεκτρικής ενέργειας και βλάβες στη περιοχή. Τελειώνοντας αρκετά σημαντικό πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι με την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος υπάρχει σημαντική αύξηση στην αξία του ακινήτου και στην ενεργειακή του κατάσταση (Sillis, 2014).

Εν κατακλείδι τα πλεονεκτήματα και στην ουσία τα πιο επιθυμητά χαρακτηριστικά που έχει ένα διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα είναι αρχικά το σημαντικά μειωμένο κόστος κατασκευής και συντήρησης, το μειωμένο βάρος και όγκο του στο σύνολο του συστήματος, η πολύ υψηλή απόδοση που έχει και τέλος η απλότητα του συστήματος τόσο στη κατασκευή όσο και στη λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος (Silva, Motta και Tofoli, 2011).

Όποιο φωτοβολταϊκό σύστημα και αν εγκατασταθεί, είτε αυτόνομο, είτε διασυνδεδεμένο, είτε υβριδικό πρέπει πρώτα να μελετηθούν διάφορα τεχνικά χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά αυτά που πρέπει να μελετηθούν είναι η προσβασιμότητα, το υψόμετρο, ο προσανατολισμός που θα έχουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, η κλίση του εδάφους, η θερμοκρασία της περιοχής, η σκίαση και το κόστος λειτουργίας και συντήρησης (Gomez et al, 2010).

Αρχικά η προσβασιμότητα καθώς θα πρέπει ανά πάσα στιγμή να υπάρχει ελεύθερη πρόσβαση στα φωτοβολταϊκά πλαίσια για λόγους ελέγχου και ασφάλειας. Επιπρόσθετα κάτι που πρέπει να μελετηθεί όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως είναι το υψόμετρο καθώς είναι αρκετά σημαντικό στη λειτουργία κάθε φωτοβολταϊκού συστήματος. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν σε ταράτσες, στέγες ή και στο έδαφος σε πεδιάδες ή και σε ψηλά βουνά, επομένως μπορεί να είναι σε διαφορετικό υψόμετρο. Συνεχίζοντας αρκετά σημαντικός είναι και ο προσανατολισμός των πλαισίων καθώς από αυτό θα εξαρτηθεί η καλή απόδοση που θα έχει το φωτοβολταϊκό σύστημα. Ακολούθως πρέπει να υπολογίζεται η κλίση του εδάφους και ανάλογα να υπολογίζεται η σωστή κλίση που θα έχουν στη συνέχεια τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Αρκετά σημαντική είναι και η θερμοκρασία της περιοχής καθώς και από αυτή θα εξαρτηθεί η σωστή λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος καθώς και τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν κατά την κατασκευή του.

Συνεχίζοντας καθοριστική σημασία έχει και η σκίαση για τα καλά αποτελέσματα της λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος. Το σημείο όπου θα εγκατασταθεί το φωτοβολταϊκό σύστημα θα πρέπει να μην δημιουργείται καθόλου σκίαση ούτε κατά την αρχική του εγκατάσταση αλλά ούτε στη συνέχεια κατά τη λειτουργία του. Αν τυχόν δημιουργηθεί σκίαση στο σημείο αυτό τότε δεν θα λειτουργεί σωστά και θα έχει μειωμένα αποτελέσματα στη λειτουργία του το φωτοβολταϊκό σύστημα. Τέλος σημαντικό χαρακτηριστικό που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του φωτοβολταϊκού συστήματος. Σίγουρα όσο μικρότερο είναι το κόστος αυτό τόσο μεγαλύτερο θα είναι τελικά το κέρδος που θα επιφέρει το σύστημα στο κάτοχο του. Εξάλλου η μείωση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας και επομένως το κέρδος για τον ιδιοκτήτη είναι ένας από τους κυριότερους και σημαντικότερους λόγους που ωθούν κάποιον στην εγκατάσταση και στη λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος.

3.4.2 Τύποι φωτοβολταϊκών συστημάτων

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει επιφέρει μεγάλες αλλαγές και στα φωτοβολταϊκά συστήματα. Σήμερα μπορείς να βρεις αρκετούς τύπους φωτοβολταϊκών από διάφορες εταιρείες ανά το παγκόσμιο. Αυτός ήταν και ο κυριότερος λόγος ο οποίος οδήγησε στην πτώση των τιμών των φωτοβολταϊκών συστημάτων ούτως ώστε να μπορεί ο περισσότερος κόσμος να εντάξει ένα τέτοιο σύστημα στο δικό του υποστατικό.

Αρχίζοντας όμως καλό θα είναι να αναφερθούν και εξηγηθούν κάποιοι βασικοί όροι οι οποίοι θα αναφερθούν και στη συνέχεια. Πρώτα από όλα το φωτοβολταϊκό φαινόμενο το οποίο είναι η μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια, ο σκοπός δηλαδή της εγκατάστασης και της χρήσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων (Σύνδεσμος εταιριών φωτοβολταϊκών Ελλάδας, 2011). Ειδικότερα φωτοβολταϊκό φαινόμενο λέγεται η διαδικασία στην οποία δύο ανόμοια υλικά τα οποία έχουν στενή επαφή μεταξύ τους όταν χτυπηθούν από την ηλιακή ακτινοβολία παράγουν τελικά ηλεκτρική τάση. Αυτό συμβαίνει καθώς τα ηλεκτρόνια που έχουν τα δύο υλικά μπορούν να κινούνται μόνο προς μία κατεύθυνση έτσι όταν κάποιο φωτόνιο προσκρούσει σε ηλεκτρόνιο του υλικού τότε θα του δώσει ενέργεια και θα το αναγκάσει να φύγει από τη θέση ηρεμίας του. Έτσι αρχίζει να υπάρχει διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού στο σύστημα παράγοντας ενέργεια και θα συνεχίσει η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για όσο χρονικό διάστημα συνεχίσει να δέχεται ηλιακή ενέργεια το σύστημα (Encyclopaedia Britannica, 2014).

Φωτοβολταϊκό στοιχείο (pn cell), φωτοβολταϊκό κύτταρο ή φωτοβολταϊκή κυψέλη είναι η ηλεκτρονική διάταξη η οποία όταν δεχθεί την ηλιακή ακτινοβολία παράγει τελικά την ηλεκτρική ενέργεια. Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα δηλαδή είναι αυτά που μετατρέπουν την άφθονη και καθαρή ενέργεια του ήλιου απευθείας σε ηλεκτρισμό. Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα χρησιμοποιούνται εδώ και αρκετά χρόνια σε φωτοβολταϊκά συστήματα, σε δορυφόρους και άλλα εμπορικά ηλεκτρικά συστήματα. Στην ουσία είναι κατασκευασμένο από ειδικό υλικό ημιαγωγών το οποίο όταν χτυπήσουν σε αυτό φωτόνια, δηλαδή ηλιακή ακτινοβολία, απορροφούνται απελευθερώνοντας ηλεκτρόνια και παράγοντας τελικά το ηλεκτρικό ρεύμα (Myers, 2013).

Φωτοβολταϊκό πάνελ ή πάνελ (pn panel) είναι ένα ή περισσότερα φωτοβολταϊκά πλαίσια τα οποία έχουν συναρμολογηθεί σε μια κατασκευή. Η απόδοση ενός φωτοβολταϊκού πάνελ εξαρτάται από δύο παράγοντες. Ο πρώτος παράγοντας είναι η ικανότητα του πάνελ για απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας η οποία είναι και ανεξάρτητη από περιβαλλοντικές συνθήκες. Ο δεύτερος παράγοντας ο οποίος εξαρτάται και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες είναι η ικανότητα του πάνελ να μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια που λαμβάνει σε ηλεκτρική ενέργεια (Makarem et al., 2014).

Η φωτοβολταϊκή συστοιχία (pn array) είναι η ομάδα η οποία αποτελείται από φωτοβολταϊκά πλαίσια ή πάνελα τα οποία είναι ηλεκτρικά αλληλοσυνδεδεμένα και τοποθετημένα σε κοινή κατασκευή.

Αντιστροφέας ή μετατροπέας (inverter) είναι η ηλεκτρονική συσκευή η οποία μετατρέπει το συνεχές σε εναλλασσόμενο ρεύμα. Πιο συγκεκριμένα ο μετατροπέας είναι σαν να αποτελείται από τρία μέρη, το

μετατροπέα εισόδου, το μετατροπέα εξόδου και τον αντιστροφέα. Ο μετατροπέας εισόδου παίρνει το ρεύμα από την είσοδο του συστήματος και το μεταφέρει στον αντιστροφέα όπου γίνεται η μετατροπή από συνεχές σε εναλλασσόμενο ή το αντίθετο, και στη συνέχεια μεταφέρεται στο τρίτο μέρος τον μετατροπέα εξόδου όπου απελευθερώνεται από το σύστημα (Giesler, 2014). Και τελειώνοντας η φωτοβολταϊκή γεννήτρια (pv generator) είναι το σημείο όπου παράγει συνεχές ρεύμα εφόσον περιέχει φωτοβολταϊκά στοιχεία (Σύνδεσμος εταιριών φωτοβολταϊκών Ελλάδας, 2011).

Αφού είδαμε τα κυριότερα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα φωτοβολταϊκό σύστημα συνεχίζουμε με τη λειτουργία του. Το φωτοβολταϊκό πάνελ είναι στην ουσία το βασικότερο μέρος του φωτοβολταϊκού συστήματος. Το φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο βρίσκονται φωτοβολταϊκά στοιχεία. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι αυτά που στην ουσία θα μετατρέψουν το φως του ήλιου σε ηλεκτρικό ρεύμα. Πίσω από το φωτοβολταϊκό πάνελ υπάρχουν φυσικά δύο καλώδια από τα οποία θα πάρουμε τελικά το ηλεκτρικό ρεύμα.

Στη περίπτωση τώρα που θα έχουμε ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα τότε θα χρειαζόμαστε και συσσωρευτές ή όπως αλλιώς τις γνωρίζουμε μπαταρίες, καθώς και ρυθμιστές φόρτισης τους. Οι συσσωρευτές όπως είναι φυσικό θα δίνουν την απαιτούμενη ενέργεια στο υποστατικό όταν το φωτοβολταϊκό σύστημα δεν θα μπορεί να παράγει ενέργεια, όταν επικρατούν συνθήκες σκοταδιού ή συννεφιάς και ελλιπούς ηλιοφάνειας. Ακολουθώς ο ρυθμιστής φόρτισης ενώ είναι μια απλή ηλεκτρονική συσκευή είναι αυτή που θα είναι υπεύθυνη για τη σωστή φόρτιση των συσσωρευτών. Ελέγχει δηλαδή πότε θα αρχίσει την φόρτιση των συσσωρευτών αλλά και πότε θα σταματήσει τη φόρτιση τους όταν οι συσσωρευτές θα είναι πλήρες φορτισμένοι. Συσσωρευτές κυκλοφορούν πάρα πολλοί στην ευρωπαϊκή αγορά με διαφορετικά χαρακτηριστικά ο καθένας. Αυτό όμως που είναι το βασικότερο χαρακτηριστικό που πρέπει να έχει ένα καλός συσσωρευτής είναι να αντέχει σε βαθιές εκφορτίσεις όταν δηλαδή θα πρέπει να γίνεται χρήση του όλο το 24ωρο ή όταν θα είναι τόσο μεγάλη η ζήτηση που θα τον αποφορτίζει τελειώς μέσα σε λίγες ώρες. Ένα ακόμα μέρος του φωτοβολταϊκού συστήματος είναι και ο μετατροπέας, ο οποίος είναι υπεύθυνος να μετατρέπει το συνεχές ρεύμα που παίρνουμε από το φωτοβολταϊκό σύστημα σε εναλλασσόμενο ρεύμα 230V (John, 2010).

Σήμερα υπάρχει μεγάλη ποικιλία φωτοβολταϊκών συστημάτων τα οποία είτε θα λειτουργούν αυτόνομα, είτε διασυνδεδεμένα, είτε σαν υβριδικά. Υπάρχουν αρκετοί τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων τα οποία επιτρέπουν την ύπαρξη διαφόρων τιμών για αγορά τους από πολύ φθηνά φωτοβολταϊκά μέχρι και πολύ ακριβά. Ορισμένοι από τους τύπους αυτούς είναι με πλαίσια μονοκρυσταλλικού πυριτίου τα οποία κατασκευάζονται από κυψέλες οι οποίες είναι διαμορφωμένες με την βοήθεια ενός κυλινδρικού

κρύσταλλου πυριτίου. Η κατασκευή των συγκεκριμένων είναι αρκετά πολύπλοκη και έχουν αρκετά μεγάλο κόστος κατασκευής, παρόλα αυτά αποτελούν ίσως τα πιο αποδοτικά φωτοβολταϊκά με αποδόσεις της τάξεως περίπου έως και 15%. Ένας ακόμα τύπος είναι τα φωτοβολταϊκά με τα πολυκρυσταλλικά πλαίσια πυριτίου τα οποία είναι κατασκευασμένα από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλομένου πυριτίου. Σίγουρα η διαδικασία κατασκευής τους είναι πολύ πιο απλή από αυτήν των μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών και αυτό έχει ως αποτέλεσμα το χαμηλότερο κόστος παραγωγής αλλά και τη μικρότερη απόδοση της τάξεως του 12%. Μια διαφορά μεταξύ πολυκρυσταλλικών και μονοκρυσταλλικών πλαισίων είναι ότι τα πολυκρυσταλλικά χάνουν με μικρότερο ρυθμό την απόδοσή τους με το πέρασμα των χρόνων σε σχέση με τα μονοκρυσταλλικά και αυτό τα κάνει ίσως πιο ελκυστικά για εγκατάστασή τους.

Συνεχίζοντας έχουμε τα φωτοβολταϊκά με πλαίσια άμορφου πυριτίου τα οποία είναι στην ουσία ένα λεπτό στρώμα πυριτίου. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μαζί με πολλά άλλα υλικά ελαστικά ή μη έτσι έχει πολύ μεγάλο εύρος εφαρμογών ιδιαίτερα σε καμπύλες ή εύκαμπτες επιφάνειες. Η φωτοβολταϊκή του απόδοση είναι αρκετά χαμηλή στο 6% αλλά λόγω του φθηνού κόστους κατασκευής του το κάνει ιδιαίτερα γνωστό και το προτιμούν ιδιαίτερα αν δεν απαιτούνται πολύ υψηλές αποδόσεις. Τέλος υπάρχουν και κάποια άλλα νέα είδη τα οποία είναι από νέα υλικά όπως είναι το CdTe και το CIS τα οποία μπορούν να παραχθούν με αρκετά φθηνότερες διαδικασίες και έτσι έχουν ενταχθεί για τα καλά στη κατασκευή των φωτοβολταϊκών (Solar systems, 2012).

3.4.3 Φωτοβολταϊκά συστήματα στην Κυπριακή αγορά

Στη σημερινή αγορά της Κύπρου βλέπουμε πληθώρα εταιρειών που πραγματοποιούν εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων. Φυσικά οι πολλές και διαφορετικές εταιρείες δημιουργούν μεγάλο ανταγωνισμό έτσι ώστε πλέον η αγορά ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι ένα εφικτό κόστος για τους περισσότερους κατοίκους της Κύπρου. Υπάρχουν περισσότερες από 40 εταιρείες σε όλη την Κύπρο οι οποίες είναι εγγεγραμμένες και αδειοδοτημένες για την πώληση και την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Ορισμένες από τις εταιρείες αυτές είναι αρχικά η e-shopcy energy (2015) η οποία χρησιμοποιεί τα υλικά της από διάφορες εταιρείες όπως είναι η Solar frontier, Victron energy, Solaredge, Sma, Rec, Sharp, Kostal και άλλες. Ακόμα μία εταιρεία είναι η ΜΠ energy solutions (2011) η οποία χρησιμοποιεί πάνελ Luxor, Sharp, Aleo και Panasonic. Χρησιμοποιεί ακόμα βάσεις από αλουμίνιο και μετατροπέα

από τις εταιρείες Sma, Steca ή Kostal Piko. Η Gesolar Cyprus Ltd (2014) είναι επίσης μια πολύ γνωστή εταιρεία με πλαίσια από την Tsmc Solar (Tawain), την Risen (Γερμανία) και την Kioto (Αυστρία) και με μετατροπέα από την B&B, Platinum, Solaredge, Mastervoit και Schneider electric.

Ακολούθως η A.S.G Cyprus Solar Technologies Ltd (2015) η οποία χρησιμοποιεί φωτοβολταϊκά πλαίσια Mage, CSG, S-Energy, Rec και Renesolar. Μετατροπέα χρησιμοποιεί από τις εταιρείες Refusol και Victron Multiplus και βάσεις στήριξης των φωτοβολταϊκών πλαισίων Metaloumin και CleanPower. Επιπρόσθετα όπου χρειάζονται ρυθμιστές φόρτισης χρησιμοποιούνται οι Morning star, phocos και Victron και συσσωρευτές horpecke, Trojan και SunLight. Μία ακόμα εταιρεία είναι η Ergo Home Energy Ltd (2011) η οποία πραγματοποιεί εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων Hyundai, Solar Fronier, Aleo, Suntech, Silevo και Yingli, μετατροπέα από Fronius, Sma, Kinglong και Kostal και τέλος στηρίγματα βάσεων Muskita, Metaloumil και άλλα.

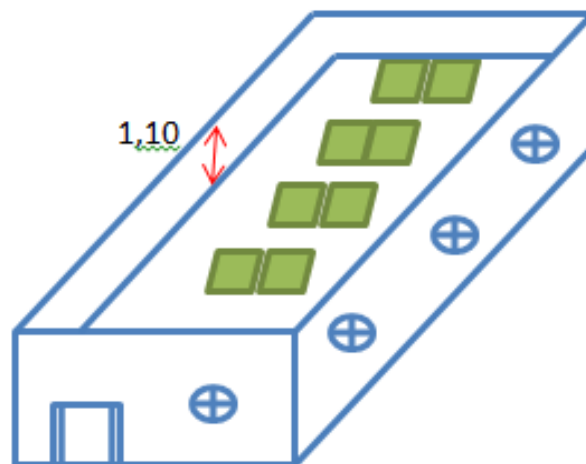
Η Suxeed Solar Ltd (2014) χρησιμοποιεί φωτοβολταϊκά πλαίσια Recom, Solar Frontier, Aleo και Solibro. Μετατροπέα Sungrow, Growatt, Kostal, Sma και Solaredge και στηρίγματα βάσεων από υψηλής ποιότητας αλουμινίου. Οι εταιρείες αυτές είναι μόνο ένα μικρό δείγματα από τις δεκάδες εταιρείες που υπάρχουν σήμερα στην Κυπριακή αγορά για πώληση αλλά και για εγκατάσταση ολοκληρωμένων φωτοβολταϊκών συστημάτων. Σίγουρα όπως φαίνεται και πιο πάνω πολλές εταιρείες χρησιμοποιούν φωτοβολταϊκά πλαίσια, μετατροπέα και τα άλλα εξαρτήματα από τις ίδιες εταιρείες καθώς δεν έχουν την αποκλειστική εισαγωγή των εξαρτημάτων αυτών. Κάθε εταιρεία όμως μπορεί να κάνει διαφορετικούς συνδυασμούς μεταξύ των φωτοβολταϊκών πλαισίων και του μετατροπέα έτσι ώστε να μπορεί να επιτύχει διαφορετικές αποδόσεις και να υπάρχει σίγουρα διαφορετικό κόστος έτσι ώστε να υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ των εταιρειών.

3.4.4 Διαδικασία αρχικής εγκατάστασης

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος με δυναμικότητα έως 100 kW είναι σχετικά εύκολη διαδικασία καθώς δεν χρειάζεται η εξασφάλιση πολεοδομικής άδειας, όπως ισχύει για μεγαλύτερης δυναμικότητας φωτοβολταϊκά συστήματα, πρέπει όμως να ισχύουν ορισμένες άλλες προϋποθέσεις που αναφέρονται στη συνέχεια και επισημαίνονται από την Εγκύκλιο 3/2008. Αρχικά η εγκατάσταση θα πρέπει να πραγματοποιηθεί πάνω σε νόμιμα υφιστάμενη οικοδομή και η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών θα πρέπει να γίνει πάνω στην οροφή ή σε άλλο τμήμα της υφιστάμενης οικοδομής όπως είναι τα στέγαστρα, οι καλυμμένες βεράντες και τα μπαλκόνια. Στη συνέχεια τα φωτοβολταϊκά

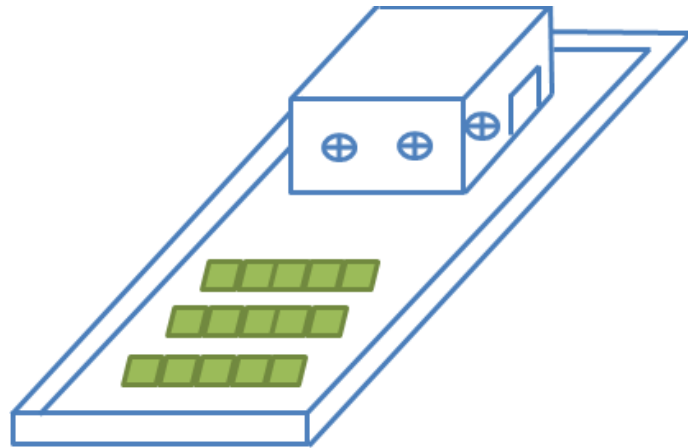
πλαίσια θα πρέπει να είναι οργανικά και αρμονικά ενταγμένα στο υποστατικό. Πρέπει επίσης το υποστατικό να μην έχει κηρυχθεί ως διατηρητέο ή ως αρχαίο μνημείο, και δεν πρέπει να εμπίπτει ούτε σε ζώνη προστασίας αρχαιολογικού χώρου αλλά ούτε και σε ειδική ζώνη αερολιμένα.

Αν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια τοποθετηθούν σε κεκλιμένη στέγη θα πρέπει όλα τα πλαίσια να εφάπτονται μεταξύ τους, και η κλίση της στέγης θα πρέπει να κυμαίνεται από 15° - 45° . Αντίθετα όμως αν τοποθετηθεί το φωτοβολταϊκό σύστημα σε οριζόντια και όχι κεκλιμένη στέγη τότε το ύψος των πλαισίων δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 1,20 μέτρα. Επιπρόσθετα θα πρέπει να τοποθετούνται ομοιόμορφα σε παράλληλες σειρές και θα πρέπει να απέχουν από τα άκρα της στέγης απόσταση ίση με το μέγιστο ύψος που θα έχουν τα συγκεκριμένα πλαίσια. Τέλος αν η στέγη είναι προσπελάσιμη τότε θα πρέπει να κατασκευάζεται περιτείχιμα με ελάχιστο ύψος 1,10 μέτρων τουλάχιστο, όπως φαίνεται στην εικόνα 12 που ακολουθεί.



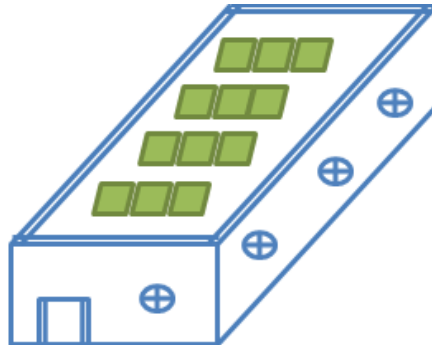
Εικόνα 12: Σε περίπτωση προσπελάσιμης στέγης θα πρέπει να τοποθετηθεί περιτείχιμα με ελάχιστο ύψος 1,10m

Επίσης δεν θα χρειαστεί πολεοδομική άδεια όταν το φωτοβολταϊκό σύστημα θα εγκατασταθεί στο έδαφος εντός όμως των ορίων του τεμαχίου στο οποίο θα υπάρχει νόμιμα υφιστάμενη οικοδομή όπως φαίνεται στην εικόνα 13 (Εγκύκλιος 3/2008).

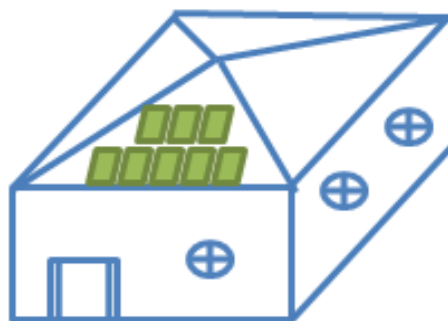


Εικόνα 13: Δεν χρειάζεται πολεοδομική άδεια για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών μικρής δυναμικότητας όταν η εγκατάσταση θα γίνει εντός τεμαχίου στο οποίο βρίσκεται νόμιμα υφιστάμενη οικοδομή.

Φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν σε διάφορα σημεία ενός σπιτιού. Έχει αναφερθεί και προηγουμένως ότι μπορούν να εγκατασταθούν στο έδαφος εντός τεμαχίου στο οποίο βρίσκεται υφιστάμενη οικοδομή αλλά και σε στέγες σπιτιών οριζόντιες ή ακόμα και κεκλιμένες όπως φαίνονται στις εικόνες 13, 14 και 15 αντίστοιχα.

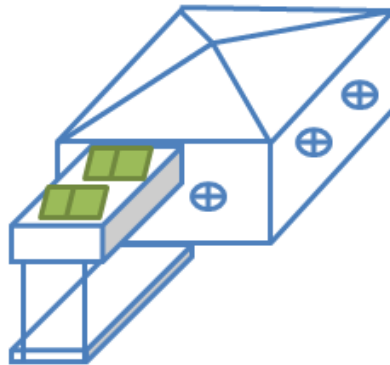


Εικόνα 14: Φωτοβολταϊκό σύστημα εγκατεστημένο σε οριζόντια στέγη

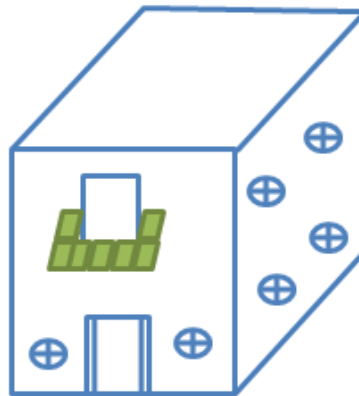


Εικόνα 15: Φωτοβολταϊκό σύστημα εγκατεστημένο σε κεκλιμένη στέγη

Μπορούν όμως να εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά πλαίσια ακόμα και σε στέγες κάποιας βεράντας ενός σπιτιού όπως φαίνεται στην εικόνα 16, αλλά και γύρω από μπαλκόνια όπως φαίνεται στην εικόνα 17.



Εικόνα 16: Φωτοβολταϊκά πλαίσια σε στέγη βεράντας



Εικόνα 17: Φωτοβολταϊκά πλαίσια στο εξωτερικό μέρος ενός μπαλκονιού

Υπάρχουν όμως και ορισμένες άλλες προϋποθέσεις και περιορισμοί οι οποίοι ισχύουν για την χωροθέτηση αιολικών πάρκων αλλά και φωτοβολταϊκών συστημάτων κυρίως μεγαλύτερων εγκαταστάσεων από 21 kW – 150 kW. Πρώτος περιορισμός είναι ότι δεν μπορεί να εγκατασταθούν τα συστήματα αυτά σε τεμάχιο το οποίο είναι εντός καθορισμένου ορίου ανάπτυξης. Επίσης δεν μπορεί να εγκατασταθεί εντός λωρίδας εγγεγραμμένου δημόσιου ή δασικού δρόμου και μονοπατιού. Δεν επιτρέπεται σε χώρους όπου είναι αρχαιολογικοί ή έχουν στα σύνορα τους αρχαία ή άλλα μνημεία. Επιπρόσθετα δεν μπορεί να εγκατασταθεί φωτοβολταϊκό σύστημα σε δασική περιοχή ή σε ακτή, σε περιοχή προστασίας της φύσης, σε προστατευόμενο τοπίο και σε περιοχή προστασίας του δικτύου Φύση 2000 (Εντολή 2/2006).

Η εγκατάσταση μικρότερων φωτοβολταϊκών συστημάτων σίγουρα είναι πολύ πιο εύκολη διαδικασία και με λιγότερους περιορισμούς και προϋποθέσεις όπως είδαμε και πιο πάνω. Για την εγκατάσταση ενός μικρής δυναμικότητας φωτοβολταϊκού συστήματος είτε σε κάποιο σπίτι, εργοστάσιο ή οποιοδήποτε άλλο υποστατικό χρειάζεται πρώτα να γίνει κάποια διαδικασία κατά την οποία πρέπει να δείξουμε στις αρμόδιες αρχές ορισμένα βασικά δικαιολογητικά. Κατά την αρχική αίτηση για εγκατάσταση διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος ή όπως αλλιώς είναι γνωστό φωτοβολταϊκό σύστημα Net Metering χρειάζονται αρχικά ένα αντίγραφο του τίτλου ιδιοκτησίας του σπιτιού, του οικοπέδου ή του υποστατικού που πρόκειται να γίνει η εγκατάσταση. Επιπρόσθετα χρειάζεται να γίνει η επισύναψη ενός πρόσφατου λογαριασμού από την Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου και ενός τοπογραφικού σχεδίου του οικοπέδου στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση. Στη συνέχεια πρέπει να υπάρχει μία ενυπόγραφη βεβαίωση στην οποία να φαίνεται η χρήση που γίνεται στην οικιστική μονάδα και αν υπάρχει έγκριση από το ειδικό ταμείο ΑΠΕ και ΕΞΕ (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Εξοικονόμησης Ενέργειας) για χορηγία.

Στη συνέχεια θα πρέπει να καταχωρηθεί και ένας φάκελος από την εταιρεία που θα πραγματοποιήσει την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος. Ο φάκελος αυτός θα πρέπει να περιέχει αρχικά μία τεχνοικονομική και ενεργειακή μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος καθώς και ηλεκτρολογικά σχέδια της συγκεκριμένης εγκατάστασης. Πρέπει επίσης να υπάρχει μία δήλωση συμμόρφωσης η οποία θα αφορά τους μετατροπείς, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια αλλά και τις βάσεις που θα χρησιμοποιηθούν στην συγκεκριμένη εγκατάσταση. Ακολούθως πρέπει να περιέχει και το βιβλίο των τεχνικών προδιαγραφών για τον συγκεκριμένο εξοπλισμό καθώς και μία δεσμευτική δήλωση η οποία θα είναι φυσικά ενυπόγραφη και θα δηλώνει ότι η εγκατάσταση θα συμμορφώνεται με την Εγκύκλιο 3/2008. Χρειάζεται ακόμα βεβαίωση αντοχής και ανθεκτικότητας της οροφής του υποστατικού στο οποίο θα γίνει η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών από εξειδικευμένο μηχανικό η οποία θα διασφαλίζει την ασφαλή εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος στο συγκεκριμένο υποστατικό. Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό στοιχείο που πρέπει να περιλαμβάνει ο φάκελος είναι τα πλήρη στοιχεία του εργολήπτη αλλά και όλου του υπόλοιπου προσωπικού που θα εργαστεί για το συγκεκριμένο έργο (eshop energy, 2015).

Σίγουρα τα παραδείγματα από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι πολλά από πολλές και διάφορες εταιρείες τόσο της Ελλάδας όσο και της Κύπρου. Πιο συγκεκριμένα στις εικόνες που ακολουθούν θα δούμε παραδείγματα από έργα μίας εταιρείας φωτοβολταϊκών συστημάτων, την Gesolar Cyprus Ltd, η οποία έχει κάνει πολλές εγκαταστάσεις στην Κύπρο, και θα δούμε ορισμένα παραδείγματα φωτοβολταϊκών συστημάτων μικρής αλλά και μεγάλης δυναμικότητας.



Εικόνα 18: Φωτοβολταϊκό πάρκο δυναμικότητας 150kWp στην περιοχή Κουτραφάς στη Λευκωσία, Gesolar Cyprus Ltd 2014



Εικόνα 19: Φωτοβολταϊκό πάρκο δυναμικότητας 99kWp στην περιοχή Αθαιίνου στη Λάρνακα, Gesolar Cyprus Ltd 2014



Εικόνα 20: Φωτοβολταϊκό σύστημα 3 kWp στο έδαφος δίπλα από νόμιμα υφιστάμενη κατοικία στο Παλιομέτοχο Λευκωσίας, Gesolar Cyprus Ltd 2014



Εικόνα 21: Φωτοβολταϊκό σύστημα 7,35 kWp σε κεκλιμένη στέγη σε οικία στο Ψευδά Λευκωσίας, Gesolar Cyprus Ltd 2014



Εικόνα 22: Φωτοβολταϊκό σύστημα 3 kWp σε οριζόντια στέγη σε οικία στα Λατσιά Λευκωσίας, Gesolar Cyprus Ltd 2014



Εικόνα 23: Φωτοβολταϊκό σύστημα 8,64 kWp σε στέγη βεράντας σε οικία στη Κέρκυρα από την ελληνική εταιρεία eshop energy, 2015

Αρκετά όμως είναι και τα παραδείγματα τα οποία δείχνουν φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία έχουν εγκατασταθεί σε σκέπαστρα χώρου στάθμευσης. Πρώτο παράδειγμα φαίνεται στην εικόνα 24 και παρουσιάζεται φωτοβολταϊκή εγκατάσταση συνολικής ισχύος 1,2 MWp, η οποία βρίσκεται σε πανεπιστημιούπολη της Ισπανίας και καλύπτει έτσι περίπου το 25% των ενεργειακών αναγκών που έχει το πανεπιστήμιο (Sunblog.gr 2013).



Εικόνα 24: Φωτοβολταϊκός σταθμός σε χώρο στάθμευσης Πανεπιστημίου, Sunblog.gr 2013

Ένα ακόμα καλό παράδειγμα τέτοιου συστήματος είναι αυτό που βρίσκεται σε νοσοκομείο στην Καλαμάτα, εικόνα 25, το οποίο εγκατέστησε φωτοβολταϊκά σε χώρο στάθμευσης έτσι ώστε να εκμεταλλεύεται την ενέργεια το νοσοκομείο. Από την ενέργεια αυτή το νοσοκομείο εξοικονομά περίπου €240.000 το χρόνο από μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας που αγόραζε από το δίκτυο της ΔΕΗ. Επιπλέον γίνεται εξοικονόμηση και από την αγορά του πετρελαίου αφού τώρα με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών έγινε μείωση κατά €250.000 - €300.000 από τις €750.000 που δαπανούσε το χρόνο πριν την υλοποίηση του έργου αυτού (Πέννυ Μ, 2014).



Εικόνα 25: Φωτοβολταϊκά πλαίσια σε χώρο στάθμευσης σε στέγαστρα σε νοσοκομείο της Καλαμάτας, Πέννυ Μ, 2014

3.4.5 Ένταξη φωτοβολταϊκού συστήματος Net Metering

Ειδικότερα τα φωτοβολταϊκά πλαίσια για να μπορούν να κυκλοφορήσουν στην κυπριακή αγορά αλλά και γενικότερα σε όλη την ευρωπαϊκή αγορά πρέπει να πληρούν ορισμένες προδιαγραφές. Τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πρέπει να ακολουθούν τις προδιαγραφές CEC503 ή EN61215 ή IEC61215 ή άλλες ισοδύναμες προδιαγραφές. Ο μετατροπέας αντίστοιχα πρέπει να ακολουθεί τις προδιαγραφές του προτύπου DIN EN60529. Εκτός όμως από τις προδιαγραφές που πρέπει να πληρούν, πρέπει να περνούν και από ορισμένα τεστ αντοχής. Τα τεστ αντοχής έχουν να κάνουν με ακραίες συνθήκες, υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες, υγρασία, χαλαζόπτωση, πιέσεις και αρκετά άλλα. Φυσικά τα συστήματα τα οποία θα αποτύχουν οποιοδήποτε από τα τεστ ασχέτως αν πληρούν ή όχι τις προδιαγραφές δεν θα πάρουν την έγκριση και την πιστοποίηση για να μπορούν να κυκλοφορήσουν στην ευρωπαϊκή αγορά (Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών Ελλάδας, 2011).

Μετά από μελέτη στις εγκαταστάσεις του θερμοκηπίου και στις ενεργειακές του ανάγκες έχει επιλεγεί για εγκατάσταση φωτοβολταϊκό σύστημα 10 kWp. Για την παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθούν στοιχεία και πληροφορίες από μία ελληνική εταιρεία φωτοβολταϊκών συστημάτων την My Planet A.E. Το σύστημα που θα χρησιμοποιηθεί περιλαμβάνει 40 φωτοβολταϊκά πλαίσια Suntech 250 wp, ένα τριφασικό μετατροπέα SMA 10000 TL, τις ειδικές βάσεις στήριξης αλουμινίου, τον ηλεκτρολογικό πίνακα DC και AC και τέλος γείωση και αντικεραυνική προστασία (My planet, 2014).

3.4.6 Εξοπλισμός φωτοβολταϊκού συστήματος που θα ενταχθεί στο υπό μελέτη θερμοκήπιο

Το φωτοβολταϊκό σύστημα που έχει επιλεγεί χρησιμοποιεί πλαίσια Suntech. Η Suntech είναι μία από τις μεγαλύτερες εταιρείες στο κόσμο η οποία κατασκευάζει φωτοβολταϊκά πλαίσια με εξαιρετική ποιότητα και μακροχρόνιες εγγυήσεις. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι τεχνολογίας πολυκρυσταλλικού πυριτίου και καλύπτονται από εγγύηση 10 ετών. Η Suntech δίνει εγγύηση απόδοσης στα πλαίσια της 95% στα πρώτα 5 χρόνια ζωής, 90% στα 12 χρόνια, 85% στα 18 χρόνια και τέλος 80% στα 25 χρόνια (My planet, 2014).

Ένα άλλο πλεονέκτημα που έχουν αυτά τα φωτοβολταϊκά συστήματα εκτός από την μεγάλη χρονική εγγύηση που δίνεται είναι και το γεγονός ότι μεγάλο μέρος τους μπορεί μετά το τέλος της διάρκειας ζωής τους να ανακυκλωθούν (Barnwal και Tiwari, 2008). Καθώς η Ευρωπαϊκή βιομηχανία

φωτοβολταϊκών συλλέγει το 65% των συστημάτων που είχαν εγκατασταθεί σε ολόκληρη την Ευρώπη και ανακυκλώνει περίπου το 85% των υλικών τους. Επιπρόσθετα για ορισμένους τύπους φωτοβολταϊκών οι κατασκευάστριες εταιρείες δεσμεύονται και οφείλουν να ανακυκλώσουν τα φωτοβολταϊκά μετά το τέλος της ζωής τους. Το κόστος αυτό περιλαμβάνεται στο αρχικό κόστος εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών έτσι η κάθε εταιρεία υποχρεώνεται για την συλλογή και την ανακύκλωση τους έστω και αν περάσουν ακόμα και περισσότερα από 30 χρόνια από την μέρα αγοράς και εγκατάστασης τους (Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών Ελλάδας, 2011).

Μονοκρυσταλλικό φωτοβολταϊκό πλαίσιο

Το σύστημα το οποίο θα εγκατασταθεί αποτελείται από μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια, τα οποία φαίνονται στην εικόνα 26. Τα πλαίσια αυτά έχουν ισχύ 250 Watt και έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Αρχικά έχουν φωτοβολταϊκό πλαίσιο υψηλής απόδοσης μετατροπής έως και 15,4 %.
- Είναι αυτοκαθαριζόμενα και αντιανακλαστικά έτσι μέσω του υδρόφοβου στρώματος του βελτιώνετε η απορρόφηση του φωτός. Είναι αυτοκαθαριζόμενα αφού έχουν την δυνατότητα να μειώνουν τη σκόνη που υπάρχει πάνω στην επιφάνεια τους.
- Έχουν εξαιρετική απόδοση ακόμα και σε ασθενή ηλιοφάνεια.
- Δίνουν εγγυημένη θετική αντοχή από 0-5% όπου και εξασφαλίζει αξιοπιστία στη παραγόμενη ισχύ.
- Και τέλος έχουν πιστοποιηθεί για αντοχή σε υψηλές πιέσεις ανέμου μέχρι και 3800 Pascal και σε μεγάλα φορτία χιονιού μέχρι 5400 Pascal.



Εικόνα 26: Μονοκρυσταλλικό φωτοβολταϊκό πλαίσιο της Suntech, (My planet 2014).

Επιπρόσθετα έχουν τα εξής ηλεκτρικά χαρακτηριστικά:

- Βέλτιστη τάση λειτουργίας (V_{mp}) 30,7V
- Βέλτιστο ρεύμα λειτουργίας (I_{mp}) 8,15 A
- Τάση ανοικτού κυκλώματος (V_{oc}) 37,4 V
- Ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_{sc}) 8,63 A
- Μέγιστη ισχύς σε πρότυπες συνθήκες δοκιμών (P_{max}) 250 W
- Απόδοση φωτοβολταϊκού πλαισίου 15,4%
- Θερμοκρασία λειτουργίας πλαισίου -40°C έως $+85^{\circ}\text{C}$
- Μέγιστη τάση συστήματος 1000 V DC (IEC) / 600 V DC (UL)
- Μέγιστο ρεύμα ασφαλειών σειράς 20 A
- Και ανοχή ισχύος 0/ + 5%

Στη συνέχεια τα χαρακτηριστικά θερμοκρασίας του συστήματος είναι:

- Ονομαστική θερμοκρασία λειτουργίας κυψέλης $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Συντελεστής θερμοκρασίας σε P_{max} $-0,45\% / ^{\circ}\text{C}$
- Συντελεστής θερμοκρασίας σε V_{oc} $-0,34\% / ^{\circ}\text{C}$
- Συντελεστής θερμοκρασίας σε I_{sc} $0,050\% / ^{\circ}\text{C}$

Και τέλος τα μηχανικά χαρακτηριστικά του είναι:

- Φωτοβολταϊκή κυψέλη : μονοκρυσταλλικό πυρίτιο 156 x156 mm (6 ίντσες)
- Αριθμός κυψελών: 60 (6 x 10)
- Οι διαστάσεις είναι 1640 x 992 x 50mm (64,6 x 39,1 x 2,0")
- Το βάρος του είναι 19,1 κιλά (42,1 λίβρες)
- Το εμπρόσθιο γυαλί είναι σκληρυμένο γυαλί πάχους 3,2 mm (0,13 ίντσες)
- Το πλαίσιο είναι από κράμα ανοδιωμένου αλουμινίου
- Κουτί σύνδεσης είναι κλάσης IP67 (3 δίοδοι παράκαμψης)
- Τα βύσματα είναι MC4
- Και τέλος τα καλώδια εξόδου είναι TUV (2PFg1169:2007), UL4703, UL44
4,0 mm² (0,006 ίντσες²), συμμετρικά μήκη (-) 1,000mm
(39,4 ίντσες) και (+) 1000 mm (39,4 ίντσες)

Τριφασικός μετατροπέας SMA

Ο μετατροπέας SMA (εικόνα 27) χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερο υψηλό βαθμό απόδοσης 98% επομένως έχει αυξημένη παραγωγή ρεύματος. Ο μετατροπέας είναι τριφασικός Sunny Tripower 10000TL με ενσωματωμένο ηλεκτρονικό διακόπτη απόξυξης συνεχούς ρεύματος. Λόγω της καλής κατασκευής του ο μετατροπέας αυτός συνοδεύεται από εγγύηση 5 ετών με δυνατότητα επέκτασης στα 25 χρόνια.

Οι μετατροπείς SMA χαρακτηρίζονται μεταξύ άλλων για:

- ✓ Οικονομία καθώς έχουν μέγιστο βαθμό απόδοσης 98% και μέγιστη αποδοτικότητα λόγω του Optitrac και Opticool που διαθέτουν.
- ✓ Ασφάλεια καθώς έχουν ενσωματωμένο ηλεκτρονικό διακόπτη με εντοπισμό βλάβης και με επιτήρηση ρεύματος στοιχειοσειρών.
- ✓ Ευελιξία αφού υπάρχει δυνατότητα ενσωμάτωσης απαγωγού υπέρτασης DC με τάση εισόδου DC έως 1000 V και με ευέλικτο σχεδιασμό φωτοβολταϊκού συστήματος.
- ✓ Απλότητα αφού έχει τριφασική τροφοδοσία, η σύνδεση των καλωδιώσεων γίνεται χωρίς ιδιαίτερα εργαλεία, υπάρχει νέο πρωτοποριακό σύστημα σύνδεσης DC και μπορεί να γίνεται επικοινωνία μέσω Bluetooth.



Εικόνα 27: Τριφασικός μετατροπέας Sunny Tripower 10000TL (My planet 2014)

Ο τριφασικός μετατροπέας Sunny Tripower 10000TL, εικόνα 27, έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Στην είσοδο DC έχει μέγιστη ισχύ 10,4kW, μέγιστη τάση 1000V, μέγιστο ρεύμα εισόδου 22 A/ 11^A, δύο ανιχνευτές MPP και μέγιστο αριθμό στοιχειοσειρών παράλληλα (είσοδος A / είσοδος B) 4/ 1.

- Στην έξοδο AC έχει ονομαστική ισχύ 10kVA, μέγιστη ισχύ 10kVA, μέγιστο ρεύμα εξόδου 16 A, ονομαστική τάση 3 / N / PE 230/400V, συχνότητα δικτύου 50 Hz / 60 Hz, ρυθμιζόμενο συντελεστή μετατόπισης και τριφασική σύνδεση.
- Ο μέγιστος βαθμός απόδοσης που έχει είναι 98%
- Έχει τα εξής συστήματα προστασίας:
 - Προστασία από αντιστροφή πόλων DC
 - Ηλεκτρονικό διακόπτη ESS απομόνωση φορτίου DC
 - Αντοχή σε βραχυκύκλωμα AC
 - Επιτήρηση βραχυκυκλώματος προς γη
 - Επιτήρηση δικτύου
 - Μονάδα επιτήρησης ρεύματος σφάλματος, η οποία είναι ευαίσθητη σε όλα τα ρεύματα
 - Απαγωγό υπέρτασης με δυνατότητα ενσωμάτωσης
 - Ηλεκτρονική ασφάλεια στοιχειοσειρών
 - Και εντοπισμό βλάβης στοιχειοσειρών
- Άλλα γενικά χαρακτηριστικά είναι το βάρος περίπου 65kg, περιοχή θερμοκρασιών λειτουργίας από -25 °C έως +60 °C, αυτοκατανάλωση τη νύκτα < 1 W, λειτουργεί χωρίς μετασχηματιστή και η ψύξη του γίνεται με OptiCool.
- Τέλος ο εξοπλισμός από τον οποίο αποτελείται είναι η σύνδεση DC:SUNCLIX, σύνδεση AC ελατηριωτός συνδετήρας, οθόνη γραφικών LCD, Bluetooth, εγγύηση από 5-25 χρόνια και πιστοποιητικά και εγκρίσεις από την www.SMA-Hellas.com.

Βάσεις στήριξης φωτοβολταϊκών πλαισίων

Οι βάσεις στήριξης των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι από την Ελληνική εταιρεία Metaloumin και ανήκουν στη σειρά Energia. Οι βάσεις αυτές έχουν μεγάλη αντοχή σε όλες τις καιρικές συνθήκες, σε όλες τις θερμοκρασίες και υγρασίες καθώς είναι κατασκευασμένες από ειδικά πολύ ανθεκτικά κράματα αλουμινίου. Επιπρόσθετα οι βάσεις στήριξης είναι πιστοποιημένες από την TUV HELLAS και μπορούν να εφαρμοστούν σε στέγες, ταράτσες αλλά και στο έδαφος.

Οι βάσεις στήριξης της σειράς Energia που φαίνονται στην εικόνα 28 έχουν αρκετά πλεονεκτήματα. Αρχίζοντας είναι έτοιμα προς τοποθέτηση, έχουν πιστοποιημένους εγκαταστάτες και έχουν πολύ μεγάλη χρήση σε πολλά μέρη της Ελλάδας. Επιπρόσθετα έχουν μηδενικό κόστος συντήρησης και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του κόστους συντήρησης του φωτοβολταϊκού συστήματος και επομένως μπορεί πολύ γρήγορα να γίνει απόσβεση του συνολικού κόστους του φωτοβολταϊκού

συστήματος. Τελειώνοντας είναι προϊόντα τα οποία παρέχουν αξιοπιστία και οικονομία ενώ παράλληλα είναι και πολύ φιλικά προς το περιβάλλον.



Εικόνα 28: Βάσεις στήριξης από την εταιρεία Metaloumin και ανήκουν στη σειρά Energia (My planet 2014).

Κεφάλαιο Τέταρτο

Αποτελέσματα

Από βιβλιογραφικές αναφορές βλέπουμε ότι υπάρχουν καταγεγραμμένα πάρα πολλά παραδείγματα διαφόρων υποστατικών που έχουν εγκαταστήσει με επιτυχία φωτοβολταϊκά συστήματα. Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων επιφέρει σίγουρα αρκετά οικονομικά αλλά και περιβαλλοντικά οφέλη. Στο υπό μελέτη θερμοκήπιο της περιοχής Ερήμης έχει μελετηθεί να ενταχθεί σε αυτό φωτοβολταϊκό σύστημα δυναμικότητας 10kW. Το σύστημα αυτό όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως θα εγκατασταθεί στην οροφή του θερμοκηπίου. Για να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα και επομένως μεγαλύτερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη χρήση του φωτοβολταϊκού συστήματος μας πρέπει να δώσουμε μεγάλη σημασία στον προσανατολισμό αλλά και στη κλίση που θα έχουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Για περιοχές που βρίσκονται στο βόρειο ημισφαίριο όπως είναι και η περιοχή της Κύπρου, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια πρέπει να τοποθετούνται προς το νότο. Επιπρόσθετα η κλίση τους πρέπει να είναι κάθετη προς την κατεύθυνση της ηλιακής ακτινοβολίας για να μπορεί να δεχθεί την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία. Συνήθως οι βάσεις στήριξης των πλαισίων μπορούν χειρονακτικά να μεταβάλλουν την κλίση τους έτσι ώστε να μπορούν να έχουν μέγιστη απόδοση σε όλες τις εποχές του χρόνου. Υπάρχουν όμως και οι βάσεις στήριξης πλαισίων όπου έχουν μηχανισμό αυτόματης περιστροφής έτσι ώστε να μπορούν να αλλάξουν κλίση και να ακολουθούν το φως του ήλιου, κάτι που σίγουρα μας δίνει ακόμα περισσότερη ενέργεια αφού έχει καλύτερη απόδοση αλλά αυξάνει σημαντικά το κόστος αγοράς του φωτοβολταϊκού συστήματος. Επιστρέφοντας όμως στα πιο οικονομικά φωτοβολταϊκά συστήματα με σταθερές βάσεις για να έχουν την μέγιστη δυνατή απόδοση θα πρέπει να τοποθετούνται τα πλαίσια όπως προαναφέρθηκε με νότιο προσανατολισμό και με κλίση 27 (Μανώλη, n.d).

4.1 Περιβαλλοντικά αποτελέσματα

Εντάσσοντας φωτοβολταϊκά συστήματα στα διάφορα υποστατικά έχουμε αρκετά περιβαλλοντικά οφέλη. Παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά, από τον ήλιο δηλαδή, έχουμε ταυτόχρονα μείωση στη παραγωγή ενέργειας από την καύση ορυκτών καυσίμων όπως είναι το πετρέλαιο, μειώνοντας έτσι και όλες τις αρνητικές επιπτώσεις που έχει στη συνέχεια για το περιβάλλον

η καύση ορυκτών καυσίμων. Πιο συγκεκριμένα στα περιβαλλοντικά οφέλη έχουμε αρχικά την μεγάλη μείωση εκπομπών διαφόρων αερίων όπως είναι τα αέρια του θερμοκηπίου. Από στατιστικά στοιχεία φαίνεται ότι κάθε κιλοβατώρα που θα παραχθεί από τα φωτοβολταϊκά συστήματα αντιστοιχεί με μία μείωση περίπου 700 γραμμαρίων της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου. Στατιστικά φαίνεται ότι στις χώρες της Μεσογείου όπως είναι η Κύπρος και η Ελλάδα με την πλούσια ηλιοφάνεια που έχουν, αν εγκατασταθεί ένα μικρό φωτοβολταϊκό σύστημα δυναμικότητας 5kW μπορεί να παράγει γύρω στις 228000kWh σε όλη τη διάρκεια της ζωής του. Η παραγωγή 228000kWh με τη σειρά της αντιστοιχεί σε μια μείωση της τάξης των 160000 κιλών διοξειδίου του άνθρακα, επομένως βλέπουμε πόσο σημαντική είναι η χρήση φωτοβολταϊκού συστήματος για να έχουμε τελικά ένα καθαρότερο περιβάλλον (Σαμαράς και Παπανικολάου, 2012).

Ένα ακόμα πλεονέκτημα που παρατηρούμε από τη χρήση των συστημάτων αυτών είναι η μείωση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας τις μεσημεριανές ώρες που συνήθως είναι και οι ώρες αιχμής. Στη Κύπρο ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες τις ώρες του μεσημεριού βλέπουμε ραγδαία αύξηση στη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω των αρκετά υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν. Οι υψηλές θερμοκρασίες οδηγούν στην υπερκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας καθώς ανάβουν ή δυναμώνουν τα κλιματιστικά συστήματα ή άλλα μηχανήματα παραγωγής αέρα ή ψύξης, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μεγάλη ζήτηση και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Ταυτόχρονα όμως τις ώρες του μεσημεριού τους καλοκαιρινούς μήνες εκτός από την μεγάλη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, παρατηρείται και η μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα, καθώς έχουμε μεγάλα ποσά ηλιακής ενέργειας. Επομένως με τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων έχουμε σημαντική μείωση στις εκπομπές διαφόρων αερίων τις ώρες αιχμής, καθώς μειώνεται η ενέργεια που παράγεται από ορυκτά καύσιμα (Μανώλη, n.d).

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με φωτοβολταϊκό σύστημα αφήνει πολύ λίγα κατάλοιπα προς το περιβάλλον, ακόμα και μετά από μακροχρόνια χρήση τους. Εξάλλου ακόμα και η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί κατά μεγάλο ποσοστό να ανακυκλωθεί έτσι ώστε να μην επιβαρύνει το περιβάλλον ούτε μετά το τερματισμό λειτουργίας τους και καταστροφής τους (Herwig και Lof, 2009).

Επιπρόσθετα η σημαντική μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος επιφέρει και την καθυστέρηση στην αλλαγή του κλίματος. Αυτό φαίνεται καθαρά και από μετρήσεις που γίνονται και καταγραφές στα ποσά άνθρακα που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα από κάθε χώρα ξεχωριστά (Magrath, 2010).

4.2 Οικονομικά αποτελέσματα

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος δεν έχει μόνο περιβαλλοντικά οφέλη αλλά και οικονομικά. Για να γίνει μια σωστή οικονομική αξιολόγηση και να εξάγουμε σωστά αποτελέσματα πρέπει να ληφθούν υπόψη όλα τα κόστη που θα έχει το σύστημα, δηλαδή το κόστος προετοιμασίας του οικοπέδου ή του υποστατικού στο οποίο θα γίνει η εγκατάσταση, το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του συστήματος, το κόστος δανεισμού εάν υπάρχει και όλα τα λειτουργικά έξοδα όπως είναι η συντήρηση, η ασφάλιση κλπ. Υπάρχουν δύο σενάρια στα οποία μπορεί να γίνει η αγορά και εγκατάσταση του συστήματος, με δανεισμό χρημάτων από τράπεζα και χωρίς δανεισμό. Για να μπορέσουμε να εξάγουμε σωστότερα οικονομικά αποτελέσματα πρέπει να ακολουθήσουμε επομένως και τα δύο σενάρια. Επομένως κατά το 1^ο σενάριο γίνεται η αγορά και εγκατάσταση του συστήματος χωρίς να υπάρχει καθόλου το κόστος δανεισμού καθώς όλο το ποσό που χρειάζεται θα δοθεί από είδη υπάρχον καταθέσεις του ιδιοκτήτη. Κατά το 2^ο σενάριο ένα μέρος από το συνολικό κόστος θα δοθεί από καταθέσεις του ιδιοκτήτη και το υπόλοιπο από δάνειο τοπικής τράπεζας. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο θα εγκατασταθεί φωτοβολταϊκό σύστημα δυναμικότητας 10kWp το οποίο θα στοιχίσει περίπου €15500 + ΦΠΑ, όπου το ΦΠΑ στη Κύπρο με τα σημερινά δεδομένα ανέρχεται στο 19%, επομένως η αγορά και εγκατάσταση θα έχει τελικό κόστος €18500. Στην τιμή αυτή φυσικά περιλαμβάνονται όλα τα τεχνικά υλικά, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, οι μετασχηματιστές, οι βάσεις στήριξης, τα αντικεραυνικά και τα ηλεκτρολογικά υλικά όπως είναι τα καλώδια σύνδεσης, τα κανάλια καλωδίωσης, καθώς και η εγκατάσταση, η επίβλεψη εργασιών και η εκπαίδευση του πελάτη.

Τέλος η πληρωμή του συστήματος πρέπει να γίνει σε τέσσερα στάδια. Στο πρώτο στάδιο δίνεται μία προκαταβολή της τάξης του 25% πριν την έναρξη των εργασιών, ακολούθως το 50% δίνεται με την παράδοση του εξοπλισμού, το 15% μετά την ολοκλήρωση όλης της εγκατάστασης και το τελευταίο 10% δίνεται στο τέλος μετά και από τον πετυχημένο έλεγχο που γίνεται στο σύστημα και αφού γίνει σύνδεση του συστήματος με το δίκτυο της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου.

Πραγματοποιώντας το 1^ο σενάριο έχουμε:

Συνολική ισχύς εγκατάστασης 10kWp

Συνολικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης €18500

Κόστος από επιτόκιο δανείου €0,00

Σύνολο κόστους 1^ο σεναρίου €18500

Για την πραγματοποίηση του 2^{ου} σεναρίου χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από την Τράπεζα Κύπρου, καθώς επιλέγεται να γίνει δανεισμός από αυτή ποσού ύψους €15000 με 5 χρόνια αποπληρωμή και με επιτόκιο 5,40%. Η ενδεικτική μηνιαία δόση ανέρχεται στα €285,14 και το συνολικό πληρωτέο ποσό στα 5 χρόνια θα είναι €17110,57, επομένως θα πληρωθεί τόκος για τις €15000 μέσα στα 5 χρόνια €2110,57 (Τράπεζα Κύπρου).

Πραγματοποιώντας το 2^ο σενάριο έχουμε:

Συνολική ισχύς εγκατάστασης 10kWp

Συνολικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης €18500

Κόστος από επιτόκιο δανείου €2110,57

Σύνολο κόστους 2^{ου} σεναρίου €20610,57

Για να μπορέσει να μελετηθεί κατά πόσο θα υπάρχει ή όχι κέρδος τελικά στον ιδιοκτήτη του υποστατικού θεωρούμε ότι το σύστημα διοχετεύει όλη την ενέργεια που παράγει στο δίκτυο της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου. Η Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου (2015) με τις τελευταίες διακυμάνσεις της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αγοράζει ενέργεια από συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας από 10 σεντ σε πολύ μεγάλα πάρκα μέχρι και 20 σεντ την κιλοβατώρα από μικρότερα συστήματα.

Στα 25 χρόνια λειτουργίας του το φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει συνολικά περίπου 362500kWh, επομένως αν γίνει πώληση τους προς 20 σεντ την κιλοβατώρα θα έχουμε εισπράξεις ύψους περίπου €72500.

Αν ακολουθηθεί το 1^ο σενάριο, δηλαδή χωρίς να υπάρχει κάποιο κόστος δανείου στα 25 χρόνια θα έχουμε συνολικό κέρδος €72500 - €18500 = €54000.

Αν ακολουθηθεί το 2^ο σενάριο και υπάρχει και ένα μικρό κόστος δανείου τότε θα έχουμε συνολικό κέρδος €72500 - €18500 - €2110 = €51890.

Το συνολικό κέρδος ακολουθώντας είτε το 1^ο είτε το 2^ο σενάριο φαίνεται ότι είναι αρκετά μεγάλο προς τον ιδιοκτήτη και είναι σημαντικό κίνητρο για την αγορά και εγκατάσταση του συστήματος.

Στην περίπτωση για την οποία γίνεται η συγκεκριμένη μελέτη όπως επισημάνθηκε, θα εγκατασταθεί διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα, όπου αυτό σημαίνει ότι θα καταναλώνουμε την ενέργεια που θα παράγουμε και δεν θα χρειάζεται να γίνετε η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας από την Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου. Επομένως σε περίπου 4-6 χρόνια θα γίνει απόσβεση του κόστους αγοράς του

συστήματος και στη συνέχεια θα υπάρχει καθαρό κέρδος για τον ιδιοκτήτη από την πώληση της επιπλέον παραγόμενης ενέργειας που δεν χρειάζεται..

4.3 Παράγοντες μείωσης απόδοσης φωτοβολταϊκών συστημάτων

Όπως είναι φυσικό όλα τα συστήματα επομένως και τα φωτοβολταϊκά συστήματα με την πάροδο των χρόνων και με τη συνεχή λειτουργία τους αρχίζουν και χάνουν από την απόδοσή τους. Οι σημαντικότεροι παράγοντες που οδηγούν στη μείωση αυτή, της απόδοσής τους, είναι η γήρανση, η αύξηση της θερμοκρασίας, η σκίαση και η ρύπανση των πλαισίων. Συγκεκριμένα η απόδοση μειώνεται από τη γήρανση του συστήματος καθώς με το πέρασμα των χρόνων αλλοιώνονται τα υλικά κατασκευής του. Φυσικά οι περισσότεροι κατασκευαστές δίνουν εγγυήσεις για την απόδοση των φωτοβολταϊκών πλαισίων ότι θα είναι ίση τουλάχιστο με το 85% της αρχικής τους απόδοσης μέχρι και 20-25 χρόνια.

Η σκίαση των πλαισίων είναι ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας που πρέπει να παρακολουθείται καθώς μπορεί να παρατηρηθεί λόγω υψηλών δέντρων, διπλανών κτιρίων, περιτειχισμάτων κλπ, από αντικείμενα δηλαδή που μπορεί να μην υπήρχαν την εποχή που έγινε η εγκατάσταση του συστήματος αλλά να εμφανίστηκαν αργότερα. Μπορεί όμως να παρατηρηθεί σκίαση και από άλλα φωτοβολταϊκά πλαίσια αν γίνουν λάθος υπολογισμοί κατά την εγκατάστασή τους. Σίγουρα πρέπει να αποφεύγεται η οποιαδήποτε σκίαση κατά τις ώρες από τις 9 το πρωί μέχρι και τις 3 το απόγευμα, καθώς αυτές τις ώρες έχουμε τη μεγαλύτερη ηλιοφάνεια κάθε ημέρας επομένως θα έχουμε και τη μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας.

Επιπρόσθετα μείωση της απόδοσής τους έχουμε και από την αύξηση της θερμοκρασίας ανάλογα με το συντελεστή θερμοκρασίας που έχει κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Στα περισσότερα φωτοβολταϊκά πλαίσια η απόδοσή τους μειώνεται κατά 0,4-0,45% από την κανονική τιμή τους για κάθε 1°C που αυξάνεται η θερμοκρασία πάνω από τους 25°C.

Τέλος παρατηρούμε μείωση της απόδοσής τους από τη ρύπανση στην επιφάνεια των πλαισίων η οποία μπορεί να γίνει από σκόνη ή φύλλα που μπορεί να πέσουν πάνω στα πλαίσια, ή με άλλες ακαθαρσίες και απορρίμματα από τα πουλιά. Σε ένα βαθμό μπορεί να μειωθεί η ρύπανση στα φωτοβολταϊκά

πλαίσια τα οποία έχουν τεχνολογίες αυτοκαθαρισμού αλλά και σε όλα τα άλλα αν πραγματοποιείται ένας περιοδικός καθαρισμός των επιφανειών από εξειδικευμένο άτομο (Κυπριακή Δημοκρατία, 2009).

Κεφάλαιο Πέμπτο

Εισηγήσεις

Μετά το τέλος της μελέτης αυτής το συμπέρασμα στο οποίο καταλήγουμε είναι ότι όχι μόνο είναι αναγκαία η χρήση Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά πλέον με την εξάπλωση των τεχνολογιών αυτών έχει μειωθεί αισθητά το κόστος αγοράς και εγκατάστασης των συστημάτων εκμετάλλευσης των πράσινων ενεργειών. Πλέον ακόμα και στην Κύπρο, που είναι ένα μικρό νησί, υπάρχουν πάρα πολλές εταιρείες που ασχολούνται με τις Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έτσι λόγω του μεγάλου ανταγωνισμού που υπάρχει οι τιμές είναι προσιτές και οι περισσότερες οικογένειες μπορούν να προμηθευτούν ένα τέτοιο σύστημα. Εκτός αυτού με τη συνεχή αύξηση της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος η απόσβεση του ποσού αγοράς ενός συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας γίνεται σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, σε περίπου 4-6 χρόνια μπορείς να κάνεις απόσβεση και στα επόμενα χρόνια να έχεις κέρδος, αφού δεν θα χρειάζεται πλέον να πληρώνεις στην Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου για να έχεις ηλεκτρική ενέργεια, αλλά θα μπορείς ακόμα και να πωλείς την περίσσια ενέργεια που δεν χρειάζεσαι.

5.1 Παράγοντες μείωσης απόδοσης φωτοβολταϊκών συστημάτων

Μετά από μελέτη τόσο της εγχώριας όσο και της διεθνής βιβλιογραφίας επισημάνθηκε η μεγάλη ανάγκη που υπάρχει ανά το παγκόσμιο για περιορισμό χρήσης της ενέργειας που προέρχεται από τη καύση ορυκτών καυσίμων και να εντατικοποιηθεί η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που πριν κάποια χρόνια μπορεί να άρχισαν δειλά να χρησιμοποιούνται σε ορισμένους τομείς, πλέον σημειώνεται εντατική χρήση τους σε όλους σχεδόν τους τομείς. Ανάμεσα στους τομείς αυτούς βρίσκεται και η γεωργία, η οποία φυσικά χρησιμοποιούσε από χιλιάδες χρόνια πριν την ηλιακή ενέργεια άμεσα για αποξήρανση των σπόρων, και σήμερα χρησιμοποιεί αυτήν και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για σχεδόν όλες τις διαδικασίες που χρειάζονται ενέργεια για διεκπεραίωση τους. Σε πολλές χώρες είδαμε ότι πολλά θερμοκήπια αλλά ακόμα και εργοστάσια για τη λειτουργία τους χρησιμοποιούν αποκλειστικά κάποια μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας έτσι ώστε να λειτουργούν χωρίς να επιβαρύνουν το περιβάλλον με καύση ορυκτών καυσίμων αλλά και για να

έχουν μειωμένα έξοδα αφού δεν θα έχουν να πληρώσουν τίποτα για αγορά ενέργειας. Κυρίως όπως είδαμε και σε παραδείγματα χρησιμοποιείται η αιολική αλλά και η ηλιακή ενέργεια, ανάλογα με την τοποθεσία και τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είδαμε ότι χρησιμοποιούνται αρκετά και στη γεωργία αφού υπάρχουν γεωργικά υποστατικά που η ενέργεια που καταναλώνουν προέρχεται αποκλειστικά από αυτές. Μεγάλη χρήση έχουν και στα θερμοκήπια σε πολλές χώρες, κάτι που προς το παρόν δεν ισχύει για τη Κύπρο αλλά ελπίζετε ότι θα αλλάξει με τη πάροδο των χρόνων. Οι πιο διαδεδομένες και πολυχρησιμοποιημένες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ανά το παγκόσμιο αλλά και στη Κύπρο είναι η ηλιακή και η αιολική ενέργεια. Στη Κύπρο λόγω της μεγάλης ηλιοφάνειας που υπάρχει τους περισσότερους μήνες είναι φυσικό να προτιμάται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων για εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Τα προηγούμενα χρόνια η εγκατάσταση τους δεν ήταν συχνή όπως είδαμε λόγω του υψηλού κόστους αγοράς και εγκατάστασης που είχαν. Σήμερα όμως με τη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας υπάρχουν πολλές επιλογές φωτοβολταϊκών συστημάτων στην αγορά, επομένως και το κόστος τους μειώθηκε αρκετά. Σήμερα βλέπουμε όλο και περισσότεροι άνθρωποι προβαίνουν στην αγορά και εγκατάσταση τους είτε σε εργοστάσια και βιομηχανίες είτε σε σπίτια. Αυτό συμβαίνει καθώς με την ηλιοφάνεια που έχουμε παράγονται μεγάλα ποσά ηλιακής ενέργειας έτσι ώστε σε περίπου 4-6 χρόνια ανάλογα με το αρχικό κόστος αγοράς που είχαν, αλλά και ανάλογα με την κατανάλωση της ενέργειας που πραγματοποιείται, γίνεται ολική απόσβεση του κόστους αυτού.

5.2 Συμπεράσματα από τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων στο θερμοκήπιο

Τα οφέλη που έχει ένα φωτοβολταϊκό σύστημα από τη λειτουργία του είναι πολλά και εντοπίστηκαν και αναφέρθηκαν και σε προηγούμενο κεφάλαιο. Παρόλα αυτά τα δύο σημαντικότερα είναι το πρώτο για το περιβάλλον, καθώς η ηλιακή ενέργεια είναι μια πράσινη ενέργεια φιλική προς το περιβάλλον χωρίς καθόλου κατάλοιπα προς την ατμόσφαιρα. Επιπρόσθετα χρησιμοποιώντας την ηλιακή ενέργεια ταυτόχρονα γίνεται μείωση στη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας η οποία παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων, και επομένως γίνεται μείωση στα κατάλοιπα προς την ατμόσφαιρα. Εκτός αυτού όμως το δεύτερο σημαντικότερο όφελος που παρατηρείται είναι η μεγάλη οικονομία που γίνεται καθώς χρησιμοποιείται μια ενέργεια που υπάρχει άφθονη στο περιβάλλον και διατίθεται δωρεάν σε όλους.

Ο κ. Γρηγορίου έχει αναφέρει ότι αν και είναι αρκετά συμφέρον να γίνει εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος στο θερμοκήπιο του, μέχρι σήμερα δεν το έχει πράξει ακόμα λόγω των

οικονομικών. Ενώ γνώριζε εδώ και κάποια χρόνια λίγα πράγματα για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τα οφέλη τους δεν μπόρεσε να πραγματοποιήσει την εγκατάστασή τους. Δεν μπόρεσε αφού δεν έχει τα χρήματα και με τις σημερινές συνθήκες οι τράπεζες πολύ δύσκολα δίνουν δάνεια επομένως δεν μπόρεσε να πραγματοποιήσει την αγορά των φωτοβολταϊκών πλαισίων. Παρόλα αυτά όπως αναφέρει ο κ.Γρηγορίου θα συνεχίσει να έχει υπόψη του τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και τα πλεονεκτήματα που έχουν, έτσι με την πρώτη ευκαιρία που θα έχει τα χρήματα ή που θα μπορεί να πάρει δάνειο θα πραγματοποιήσει τελικά αυτήν την εγκατάσταση.

5.3 Εισηγήσεις για εφαρμογή πράσινων τεχνολογιών σε θερμοκήπια

Οι πράσινες τεχνολογίες σημειώνουν σήμερα ραγδαία ανάπτυξη και χρησιμοποιούνται σχεδόν παντού, στις οδικές μεταφορές, στη λειτουργία των σπιτιών, στις βιομηχανίες ακόμα και στη γεωργία. Επομένως η ένταξη μιας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας και συγκεκριμένα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος σε θερμοκήπιο σίγουρα θα επιφέρει πολλά οφέλη. Ειδικότερα αν το θερμοκήπιο βρίσκεται στο νησί μας, στην Κύπρο, όπου τους περισσότερους μήνες του χρόνου έχουμε πλούσια ηλιοφάνεια, επομένως μπορούμε να εκμεταλλευτούμε πολύ μεγάλα ποσά ηλιακής ενέργειας. Εκτός όμως από το φωτοβολταϊκό σύστημα ή τα άλλα συστήματα που εκμεταλλεύονται άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, υπάρχουν και άλλες μικρότερες και πιο οικονομικές πράσινες τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάποιο θερμοκήπιο έτσι ώστε να γίνει η λειτουργία πιο φιλική προς το περιβάλλον. Οι τεχνολογίες αυτές μπορεί να είναι ακόμα και απλά παράθυρα, τα οποία να είναι στο κατάλληλο μέγεθος και στη κατάλληλη θέση έτσι ώστε να βοηθούν να υπάρχει κατάλληλη θερμοκρασία χωρίς αεριστήρες ή κλιματιστικά. Επιπρόσθετα για την κατάλληλη θερμοκρασία μπορεί να βοηθήσουν και σκέπαστρα, τα οποία θα είναι εγκατεστημένα εξωτερικά του θερμοκηπίου και θα παρέχουν την απαιτούμενη σκίαση όταν φυσικά θα χρειάζεται για να αποφευχθούν οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Επιπρόσθετα μπορούν να αντικατασταθούν οι υπάρχον λαμπτήρες, με λαμπτήρες φθορισμού οι οποίοι είναι πιο οικονομικοί και πιο φιλική προς το περιβάλλον. Τελευταία αλλά εξίσου σημαντική είναι και η κομποστοποίηση η οποία σίγουρα είναι πολύ χρήσιμη για τη λειτουργία κάθε νοικοκυριού αλλά και ειδικότερα κάθε θερμοκηπίου. Κομποστοποίηση είναι στην ουσία μια μορφή ανακύκλωσης της ύλης όπου με αυτήν πραγματοποιείται η διατήρηση της ζωής, κάτι που γίνεται εδώ και χιλιάδες χρόνια στη φύση σε πολύ όμως χαμηλότερους ρυθμούς. Με τη τεχνολογία της κομποστοποίησης επιτυγχάνεται στην ουσία η διαδικασία της βιολογικής αποδόμησης των αποβλήτων έτσι ώστε να παραχθεί χρήσιμο υλικό, το χώμα δηλαδή, που είναι η βασική πρώτη ύλη στη λειτουργία

κάθε θερμοκηπίου. Επομένως η κομποστοποίηση θα μπορούσε να γλυτώσει το θερμοκήπιο από το πέταγμα των αποβλήτων του αλλά και από την αγορά χώματος. Το χώμα είναι η σημαντικότερη πρώτη ύλη που χρειάζεται το θερμοκήπιο για τη λειτουργία του, έτσι με την κομποστοποίηση αφού θα μετατρέπονται τα απόβλητα σε χώμα θα γίνεται μεγάλη εξοικονόμηση χρημάτων αφού θα υπάρχει διπλό όφελος.

Σίγουρα οποιαδήποτε από τις πράσινες τεχνολογίες που αναφέρθηκαν πιο πάνω μπορεί να βοηθήσει στην λειτουργία του θερμοκηπίου μειώνοντας τα έξοδα του, είτε σε μεγαλύτερο βαθμό είτε και σε μικρότερο, ανάλογα φυσικά από την τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί κάθε φορά. Το σημαντικότερο είναι να πραγματοποιηθεί το πρώτο βήμα και να γίνει προσπάθεια για ένταξη ορισμένων από αυτών των τεχνολογιών τόσο στη λειτουργία του υπό μελέτη θερμοκηπίου όσο και σε όλα τα άλλα υποστατικά που καταναλώνουν ενέργεια.

Βιβλιογραφία

A.S.G. Solar Technologies Ltd, 2015, *Solar Technologies - Φωτοβολταϊκά συστήματα στην Κύπρο*. Διαθέσιμο: <http://solartechnologies.com.cy/> [20 Μαΐου 2015].

Abbasi, T. & Abbasi, S.A. 2012, "Is the Use of Renewable Energy Sources an Answer to the Problems of Global Warming and Pollution?", *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol. 42, no. 2, pp. 99-154.

Acker, T.L., Smith, D.H., Weathers, B. & Zinenko, A. 2012, "The Global Potentials for Small- to Mid-Sized Wind (10â€“500 kW) Production: Using a Kenyan Case Study", *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, vol. 7, no. 1, pp. 91-103.

Jiang, A. Ph.D, C. & Zhu Y. Ph.D, C. 2012, "Impact of Incentives and System Efficiency on the Life Cycle Cost of Photovoltaic Systems", *International Journal of Construction Education and Research*, vol. 8, no. 3, pp. 204-222.

Athanasios, T. 2003, *Χρήση καυστήρων μεικτής καύσης, για την θέρμανση των θερμοκηπίων*, Τ.Ε.Ι ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ & ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ.

Barnwal, P. & Tiwari, G.N. 2008, "Life Cycle Cost Analysis of a Hybrid Photovoltaic/Thermal Greenhouse Dryer", *Open Environmental Journal*, vol. 2, pp. 39-46.

Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew 24/08/2015-last update, *KEW, Royal Botanic Gardens*. Διαθέσιμο: <http://www.kew.org/> [12 Μαΐου 2014].

Ceron-Palma, I., Sanyé-Mengual, E., Oliver-Solà, J., Montero, J. & Rieradevall, J. 2012, "Barriers and Opportunities Regarding the Implementation of Rooftop Eco.Greenhouses (RTEG) in Mediterranean Cities of Europe", *Journal of Urban Technology*, vol. 19, no. 4, pp. 87-103.

Chel, A. & Kaushik, G. 2011, "Renewable energy for sustainable agriculture", *Agronomy for Sustainable Development (EDP Sciences)*, vol. 31, no. 1, pp. 91-118.

Cheuk, W., Lo, K.V., Branion, R.M.R. & Fraser, B. 2003, "Benefits of Sustainable Waste Management in the Vegetable Greenhouse Industry", *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, vol. 38, no. 6, pp. 855-863.

Cline, H. 2010, "Solar energy shines brightly for California agriculture operations", *Southwest Farm Press*, vol. 37, no. 24, pp. 4-6.

Dale, M.E., Pappozzi, E.T. & Stroup, W.W. 1991, "Nitrogen sulfur interaction in poinsettia", *Journal of Plant Nutrition*, vol. 14, no. 9, pp. 939-952.

Debney, B.T. & Knight, J.R. 1978, "Terrestrial solar cells - present and future", *Contemporary Physics*, vol. 19, no. 1, pp. 25-45.

- Debussche, M. & Quezel, P. 1997, " *Cyclamen repandum* Sibth. & Sm. en Petite Kabylie (Algérie): un témoin biogéographique méconnu au statut taxinomique incertain", *Acta Botanica Gallica*, vol. 144, no. 1, pp. 23-33.
- Demirbas, A. 2006, "Global Renewable Energy Resources", *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, vol. 28, no. 8, pp. 779-792.
- Demirbas, A. 2009, "Biofuels from Agricultural Biomass", *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, vol. 31, no. 17, pp. 1573-1582.
- Dissanayake, N.P.J., Summerscales, J., Grove, S.M. & Singh, M.M. 2009, "Energy Use in the Production of Flax Fiber for the Reinforcement of Composites", *Journal of Natural Fibers*, vol. 6, no. 4, pp. 331-346.
- Encyclopaedia Britannica 2014, *Photovoltaic effect*.
- Egrinya Eneji, A., Honna, T., Yamamoto, S. & Masuda, T. 2003, "Influence of Composting Conditions on Plant Nutrient Concentrations in Manure Compost", *Journal of Plant Nutrition*, vol. 26, no. 8, pp. 1595-1604.
- Ergo Home Energy Ltd 2011, , *Ergo Energy - Αποδεδειγμένα αξιόπιστος συνεργάτης* [Homepage of Ergo Energy], [Online]. Διαθέσιμο: <http://www.ergoenergy.com.cy> [Μάιο 2015].
- Eshop energy 2015, , *Φωτοβολταϊκά συστήματα* [Homepage of eshopcy.com.cy ENERGY], [Online]. Διαθέσιμο: <http://www.eshopenergy.com.cy/> [10 Ιουνίου 2015].
- Gomez, M., Jurado, F., Diaz, P. & Ruiz-Reyes, N. 2010, "Evaluation of a Particle Swarm Optimization Based Method for Optimal Location of Photovoltaic Grid-connected Systems", *Electric Power Components and Systems*, vol. 38, no. 10, pp. 1123-1138.
- Google Earth 2015, *Θερμοκήπιο - Glass House Nurseries Ltd*.
- Gesolar 2014, , *Gesolar - Our Bright Ideas Come From the Sun* [Homepage of GESOLAR CYPRUS LTD], [Online]. Διαθέσιμο: <http://www.gesolarcyprus.com> [10 Ιουνίου 2015].
- Giesler, B. 2014, *PV sub-generator junction box, PV generator junction box, and PV inverter for a PV system, and PV system*.
- GreenhouseCatalog 2015, , *The Greenhouse Catalog - Your year round Gardening Source*. Διαθέσιμο: <http://www.greenhousecatalog.com> [28 Αυγούστου, 2015].
- Hargesheimer, K. 1999, "Mini-Farming: A farming system for a sustainable future", *Countryside & Small Stock Journal*, vol. 83, no. 2, pp. 126.
- Harries, D., McHenry, M., Jennings, P. & Thomas, C. 2006, "Hydro, tidal and wave energy in Australia", *International Journal of Environmental Studies*, vol. 63, no. 6, pp. 803-814.
- Hepbasli, A., Ulgen, K. & Eke, R. 2004, "Solar Energy Applications in Turkey", *Energy Sources*, vol. 26, no. 6, pp. 551-561.

- Herwig, L.O. & Lof, G.O.G. 1981, "A perspective of solar energy and its applications", *C R C Critical Reviews in Environmental Control*, vol. 11, no. 4, pp. 301-402.
- Horst, E.W.T. 1994, "GRID-CONNECTED PV SYSTEMS -THE ROLE OF THE UTILITY SECTOR", *International Journal of Solar Energy*, vol. 15, no. 1-4, pp. 123-127.
- Imamura, M.S. 1993, "RECENT TRENDS AND ADVANCES IN PHOTOVOLTAIC SYSTEM TECHNOLOGY IN EUROPE", *International Journal of Solar Energy*, vol. 14, no. 1, pp. 1-17.
- Jeavons, J.C. 2001, "Biointensive Sustainable Mini-Farming: V. Future Potential, Some Representative World Applications, Future Challenges and Research Opportunities", *Journal of Sustainable Agriculture*, vol. 19, no. 2, pp. 99.
- Jingura, R.M. & Matengaifa, R. 2009, "Rural Energy Resources and Agriculture's Potential as an Energy Producer in Zimbabwe", *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, vol. 4, no. 1, pp. 68-76.
- John, I. 2010, *The solar Guide. Φωτοβολταικά - ανεμογεννήτριες - ενέργεια - ηλεκτρονικά - ηλεκτρικό ποδήλατο*, GreenEnergyparts.com, Αθήνα.
- Kancs, D. 2007, "Applied general equilibrium analysis of renewable energy policies", *International Journal of Sustainable Energy*, vol. 26, no. 1, pp. 31-50.
- Kaya, D. 2005, "Renewable Energy Policies in Turkey", *Cogeneration \& Distributed Generation Journal*, vol. 20, no. 1, pp. 37-53.
- Kaygusuz, K. 2009, "Environmental Impacts of the Solar Energy Systems", *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, vol. 31, no. 15, pp. 1376-1386.
- Kaygusuz, K. & Bilgen, S. 2009, "Thermodynamic Aspects of Renewable and Sustainable Development", *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, vol. 31, no. 4, pp. 287-298.
- Krauss, W. 2010, "The *Dingpolitik* of Wind Energy in Northern German Landscapes: An Ethnographic Case Study", *Landscape Research*, vol. 35, no. 2, pp. 195-208.
- Kurata, K. 1990, "Role of reflection in light transmissivity of greenhouses", *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 52, no. 3, pp. 319.
- Lakatos, L; Hevessy, G; Kovács, J;. 2011, "Advantages and Disadvantages of Solar Energy and WindPower Utilization", *The Journal of New Paradigm Research*, , no. 67:6, pp. 395-408.
- Liu, W., Zheng, Y., Huang, L., Zhang, C. & Xie, P. 2011, "Low-Temperature Vacuum Drying of Natural Gardenia Yellow Pigment", *Drying Technology*, vol. 29, no. 10, pp. 1132-1139.
- Magrath, J. 2010, "The injustice of climate change: voices from Africa", *Local Environment*, vol. 15, no. 9-10, pp. 891-901.

- Makarem, S., Ghali, K., Ghaddar, N. & Karaki, S. 2014, "Photovoltaic-Thermal (PV/t) Panel to Minimize Electrical and Air Conditioning Energy Consumption of a Typical Office in Beirut", *International Journal of Green Energy*, .
- Mey, G.D., Simoens, H. & Vos, A.D. 1981, "Analysis of photovoltaic systems including a battery storage", *International Journal of Electronics*, vol. 51, no. 3, pp. 215-220.
- My planet 2014, , *My planet. Γη Ενέργεια Μέλλον, Φωτοβολταϊκά σε στέγες*. Διαθέσιμο: <http://www.myplanet.eu/> [Μάρτιο 2015]
- Myers, A. 2015, *Photovoltaic cells*, Salem Press.
- Negre, M., Monterumici, C.M., Vindrola, D. & Piccone, G. 2011, "Changes in chemical and biological parameters during co-composting of anaerobically digested sewage sludges with lignocellulosic material", *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, vol. 46, no. 5, pp. 509-517
- Palz, W. 1994, "ROLE OF NEW AND RENEWABLE ENERGIES IN FUTURE ENERGY SYSTEMS", *International Journal of Solar Energy*, vol. 14, no. 3, pp. 127-140.
- Papadopoulos, 2014, *Θερμοκήπια στη Κύπρο*. Διαθέσιμο: <http://www1.iamb.it> [2 Απριλίου 2014].
- Parker, M.W. & Ho, P. 2013, "Solar and the Next Energy Revolution: Beginning to See the Light", *Black Book - Solar & the Next Energy Revolution: Beginning to See the Light*, , pp. 1-142.
- Penate, B., Subiela, V.J., Vega, F., Castellano, F., Dominguez, F.J. & Millun, V. 2014. "Uninterrupted eight-year operation of the autonomous solar photovoltaic reverse osmosis system in Ksar Ghilene (Tunisia)", *Desalination and Water Treatment*, vol. 0, no. 0, pp. 1-8.
- Pei, G., Zhang, T., Fu, H., Ji, J. & Su, Y. 2013, "An Experimental Study on a Novel Heat Pipe-Type Photovoltaic/Thermal System with and without a Glass Cover", *International Journal of Green Energy*, vol. 10, no. 1, pp. 72-89.
- Plitnik, G R., B.A., B.S.,M.A., Ph.D. 2014, *Solar Energy*, Salem Press.
- Santamouris, M.I. 1993, "ACTIVE SOLAR AGRICULTURAL GREENHOUSES. THE STATE OF THE ART", *International Journal of Solar Energy*, vol. 14, no. 1, pp. 19-32.
- Sillis 2014, , *Αυτοπαραγωγή με φωτοβολταϊκά Net Metering*. Διαθέσιμο: <http://www.sillis.gr/proionta/fotovoltaika/autoparagogi-me-fotovoltaika> [2 Φεβρουαρίου 2015].
- Silva, C.S.d., Motta, F.R. & Tofoli, F.L. 2011, "Two-stage single-phase grid-connected photovoltaic system with reduced complexity", *International Journal of Electronics*, vol. 98, no. 6, pp. 753-767.

Silva, J.A.T.d., Shinoyama, H., Aida, R., Matsushita, Y., Raj, S.K. & Chen, F. 2013, "Chrysanthemum Biotechnology: Quo vadis?", *Critical Reviews in Plant Sciences*, vol. 32, no. 1, pp. 21-52.

Solar Systems 2012, , *Solar Systems* [Homepage of Greek Internet Services], [Online]. Διαθέσιμο: <http://www.solar-systems.gr/solar-panel-pv-8.html> [20 Μαΐου 2015].

Stedmon, A.W., Winslow, R. & Langley, A. 2013, "Micro-generation schemes: user behaviours and attitudes towards energy consumption", *Ergonomics*, vol. 56, no. 3, pp. 440-450.

Sunblog.gr 2013, *Καθημερινά νέα για τα φωτοβολταϊκά*, sunblog.org, Ελλάδα.

Suxeed Solar 2014, , *Suxeed Solar - Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών συστημάτων*. Διαθέσιμο: <http://www.suxeed-solar.com.cy> [20 Μαΐου 2015].

Top Greenhouses Ltd 2015, *Τύποι Θερμοκηπίων*. Διαθέσιμο: <http://www.top.pro/el/types> [13 Οκτωβρίου 2014].

Uao, P.H., Vizcarra, A.T., Chen, A. & Lo, K.V. 1993, "Composting of separated solid swine manure", *Journal of Environmental Science and Health .Part A: Environmental Science and Engineering and Toxicology*, vol. 28, no. 9, pp. 1889-1901.

Ulgen, K. & Hepbasli, A. 2003, "A Study on Evaluating the Power Generation of Solar-Wind Hybrid Systems in Izmir, Turkey", *Energy Sources*, vol. 25, no. 3, pp. 241-252.

Weber, T.W. & Myers, A. 2015, *Wind energy*, Salem Press.

Yilmaz, I., Sayin, C. & Ozkan, B. 2005, "Turkish greenhouse industry: Past, present, and future", *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, vol. 33, no. 3, pp. 233-240.

Zhenming, Z. & Suhua, G.U. 1994, "POSITION OF NEW AND RENEWABLE ENERGY IN THE ENERGY SYSTEM OF CHINA", *International Journal of Solar Energy*, vol. 14, no. 2, pp. 89-98.

Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου 2014, , *Πληροφορίες για Ανανεώσιμες Πηγές ενέργειας*. Διαθέσιμο: <https://www.eac.com.cy/EL/EAC/RenewableEnergySources/Pages/educationalmaterialres.aspx> [2 Ιουλίου 2015].

Γρηγορίου Χριστάκης 2015, *Ιδιοκτήτης θερμοκηπίου*, Λεμεσός.

ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ 12/03/2015-last update, *Θερμοκήπιο*. Διαθέσιμο: <https://el.wikipedia.org/wiki/Θερμοκήπιο> [20 Απριλίου 2014].

Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών. 2015, *Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών*. Διαθέσιμο: <http://www.cea.org.cy/Home.html> [20 Μαΐου 2014].

Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών. 2010, *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Κύπρο*, Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών - Cyprus Energy Agency, Κύπρος.

Επίσημη Εφημερίδα Ευρωπαϊκής Ένωσης. 2009, *ΟΔΗΓΙΑ 2009/28/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 23ης Απριλίου 2009 σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ*

Κτηματολόγιο Λεμεσού 2015, *Τοπογραφικό τεμαχίου που βρίσκεται το θερμοκήπιο*, Λεμεσός.

Κυπριακή Δημοκρατία. 2009, *Οδηγός Ενεργειακών Επενδύσεων - Φωτοβολταϊκά συστήματα*, Επιτροπή διαχείρισης ειδικού ταμείου ΑΠΕ και ΕΞ.Ε, Κύπρος.

Κυπριακή Δημοκρατία. 2008, *Εγκύκλιος 3/2008, Εγκαταστάσεις Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε σχέση με τις οποίες δεν απαιτείται η υποβολή αίτησης για εξασφάλιση πολεοδομικής άδειας*, Υπουργείο Εσωτερικών, Κύπρος.

Κυπριακή Δημοκρατία. 1972, *Εντολή 2/2006 Ο περι πολεοδομίας και χοροταξίας νόμος*, 11(1)/2007, Υπουργείο Εσωτερικών, Κύπρος.

Κυπριακός οργανισμός αγροτικών πληρωμών 2015, *Ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης και ελέγχου αγροτικών περιοχών*, Λεμεσός.

M.Π Energy Solutions. 2011, *M.Π Energy Solutions*. Διαθέσιμο: <http://www.mp-energy.gr/> [2 Φεβρουάριο 2015].

Μανώλη, Μ. *Ηλιακά Θερμικά Συστήματα - Φωτοβολταϊκά*, Ίδρυμα Ενέργειας Κύπρου, Κύπρος.

Πέννυ, Μ. 2014, "Πράσινο νοσοκομείο θα εξοικονομεί ένα εκατ. ευρώ τον χρόνο", *Η Καθημερινή Ελλάδα*, [Online], , pp. 20 Ιουλίου 2015. Διαθέσιμο: <http://www.kathimerini.gr/773895/article/epikairothta/ellada/prasino-nosokomeio-8a-e3oikonomei-ena-ekat-eyrw-ton-xrono>. [28 Ιουνίου 2014].

Σαμαράς, Π. & Παπανικολάου, Μ. 2012, *Μελέτη και χρηματοοικονομική ανάλυση οικιακού φωτοβολταϊκού συστήματος 10kW*, Τ.Ε.Ι Σερρών, Σέρρες.

Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών. 2011, *Φωτοβολταϊκά - Ένας πρακτικός τεχνικός οδηγός*, Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών, Ελλάδα.

Τράπεζα Κύπρου. 2015, *Επιτόκια και Χρεώσεις*. Διαθέσιμο: http://www.bankofcyprus.com.cy/Loans_Gr/CAR-LOAN_gr/Interest-rates-and-charges_gr/ [4 Ιούλιο 2015].

Υπουργείο Γεωργίας Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, 20/08/2015-last update, *Μέση ταχύτητα ανέμου στις περιοχές της Κύπρου* [Homepage of Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου], [Online]. Διαθέσιμο: <http://www.moa.gov.cy> [20 Οκτώβριο 2014].

Παραρτήματα

Παράρτημα 1: Ερωτήσεις της συνέντευξης που έγινε στον ιδιοκτήτη του θερμοκηπίου

1. Μπορώ να μάθω το όνομα σας;
2. Το θερμοκήπιο σας χρησιμοποιείται ερασιτεχνικά για προσωπική χρήση ή επαγγελματικά;
3. Που βρίσκεται ακριβώς το θερμοκήπιο;
4. Η περιοχή στην οποία βρίσκεται είναι κοντά σε κατοικημένη περιοχή ή σε γεωργική;
5. Υπάρχει κάποια επωνυμία για το θερμοκήπιο;
6. Ποιες είναι οι διαστάσεις του θερμοκηπίου;
7. Από ποια μέρη αποτελείται το θερμοκήπιο;
8. Πότε κατασκευάστηκε και με τι υλικά είναι φτιαγμένο;
9. Το θερμοκήπιο είχε πάντα την μορφή που έχει σήμερα;
10. Υπάρχουν κάποια συστήματα αυτοματισμού που έχουν εγκατασταθεί στο θερμοκήπιο;
11. Έχετε σκεφτεί να εντάξετε κάποια συστήματα στο θερμοκήπιο τα οποία να εξοικονομούν ενέργεια;
12. Τι έξοδα έχει το θερμοκήπιο για τη λειτουργία του;
13. Ποιο είναι το κόστος που έχει το θερμοκήπιο για ηλεκτρική ενέργεια; Τι ποσά πρέπει να πληρώνονται στην ΑΗΚ για ηλεκτρικό ρεύμα;
14. Υπάρχει διαφορά στις ανάγκες του θερμοκηπίου τους χειμερινούς από τους καλοκαιρινούς μήνες;
15. Ποια είναι η παραγωγή του θερμοκηπίου κάθε εποχή;
16. Ποια είναι η παραγωγή του θερμοκηπίου κατά τους μήνες Ιούλιο-Αύγουστο;
17. Μπορεί να γίνει μια μικρή περιγραφή για τα φυτά που καλλιεργούνται αυτή την περίοδο;
18. Η παραγωγή προορίζεται για κάποιο συγκεκριμένο ανθοπωλείο;
19. Γνωρίζετε για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και πως μπορούν να χρησιμοποιηθούν;
20. Έχετε σκεφτεί να εντάξετε κάποια μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας στο θερμοκήπιο σας;
21. Γιατί δεν έχετε εγκαταστήσει κάποια ΑΠΕ μέχρι σήμερα;
22. Έχω την δυνατότητα να χρησιμοποιήσω τα στοιχεία που μου δώσατε στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή;

**Παράρτημα 2: Φωτογραφίες από το εξωτερικό αλλά και εσωτερικό του υπό μελέτη θερμοκηπίου
Glass House Nurseries Ltd**



Εικόνα 29: Φωτογραφία από το εσωτερικό του θερμοκηπίου στο οποίο φαίνεται η παραγωγή αλλά και η οροφή του



Εικόνα 30: Φωτογραφία από την παραγωγή του θερμοκηπίου κατά την πρώτη επίσκεψη (Φεβρουάριο 2014)



Εικόνα 31: Φωτογραφία από την παραγωγή του θερμοκηπίου κατά την δεύτερη επίσκεψη σε αυτό (Ιούλιο 2015)



Εικόνα 32: Φωτογραφία στην οποία φαίνονται τα ηλεκτρικά ανοιγόμενα παράθυρα που βρίσκονται στην οροφή του θερμοκηπίου



Εικόνα 33: Φωτογραφία από το εσωτερικό του θερμοκηπίου στην οποία φαίνονται οι ηλεκτρικοί ανεμιστήρες



Εικόνα 34: Φωτογραφία από το εσωτερικό του θερμοκηπίου στην οποία φαίνονται οι εσωτερικές κουρτίνες που χρησιμοποιούνται για την σκίαση των φυτών



Εικόνα 35: Φωτογραφία από το εσωτερικό του θερμοκηπίου στην οποία φαίνονται τα ηλεκτρικά συστήματα ψύξης - κλιματισμού



Εικόνα 36: Φωτογραφία από το εξωτερικό μέρος του θερμοκηπίου στην οποία φαίνονται τα σκέπαστρα οροφής που διαθέτει



Εικόνα 37: Φωτογραφία στην οποία φαίνεται μέρος του θερμοκηπίου και η αποθήκη του



Εικόνα 38: Φωτογραφία εξωτερικά του θερμοκηπίου στην οποία φαίνονται τα πλάγια ηλεκτρικά σκέπαστρα