

1ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΓ.ΙΩΑΝ.ΡΕΝΤΗ
Σχολικό Έτος : 2015-2016
ΤΑΞΗ Γ2β – ομάδα 3η
Μάθημα : Τεχνολογία

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Πως επηρεάζει η γωνία πρόσπτωσης των ακτίνων του φωτός, σχετικά με την κάθετο της επιφάνειας ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου, την ενεργειακή απόδοση ενός ηλιακού σπιτιού

ΜΕΛΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ

Κόντρα	Κέβιν
Κατσάπας	Νικόλαος
Λυμπερτά	Μαρία
Κλωνή	Κορίνα



Καθηγητής : ΗΡ. ΝΤΟΥΣΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΑ-ΕΝΟΤΗΤΕΣ	ΣΕΛ.
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο: ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	
2α.Περιγραφή του προβλήματος.....	4
2β. Περιγραφή του σκοπού της έρευνας.....	4
2γ.Περιγραφή των κοινωνικών αναγκών που εξυπηρετεί η έρευνα.....	5
2δ.Διαμόρφωση της υπόθεσης της έρευνας.....	10
2ε.Ανάλυση των παραμέτρων που θεωρήθηκαν ότι δεν επηρεάζουν τα αποτελέσματα της έρευνας.....	11
2στ.Περιγραφή των ορίων – περιορισμών της έρευνας.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΥΛΙΚΟ / ΕΝΝΟΙΕΣ-ΟΡΙΣΜΟΙ	
3α. Ιστορική αναδρομή.....	12
3β.Ορισμοί εννοιών.....	13
3γ.Πίνακες –διαγράμματα και φωτογραφίες που σχετίζονται με την έρευνα.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
4α. Σχεδιασμός πειραματικής διάταξης – αιτιολόγηση επιλογών.....	17
4β. Διάγραμμα διαδικασίας του πειράματος.....	18
4γ. Εκτέλεση και φωτογραφίες του πειράματος.....	18
4δ. Κατάλογος υλικών- συσκευών- μηχανών-εργαλείων πειράματος και εκτίμησης κόστους της έρευνας	20
4ε. Παρουσίαση δεδομένων –μετρήσεων.....	21
4στ. Ανάλυση αποτελεσμάτων - Γραφήματα.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΑΠΟ ΑΛΛΟΥΣ ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ.....	25
ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ	

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ομάδα μας επέλεξε το συγκεκριμένο θέμα έρευνας, για να ασχοληθούμε περισσότερο με μία από τις κυριότερες ήπιες μορφές ενέργειας, την ηλιακή ενέργεια, κάτι που κυριάρχησε και στα εισαγωγικά θέματα στην τάξη, μέσα από τις εφαρμογές που παρακολουθήσαμε, από παλαιότερα ατομικά έργα μαθητών-τριών της α΄τάξης. Η ηλιακή ενέργεια και μία από τις εφαρμογές της που επιλέξαμε, το ηλιακό σπίτι, ενημερωνόμαστε συνεχώς, ότι θα αποτελεί μία κατασκευή που τα επόμενα χρόνια θα καταστεί απαραίτητη στην ζωή μας, για να αντιμετωπίσουμε τις κλιματικές αλλαγές, που απειλούν σήμερα τον πλανήτη. Επιπλέον, η χρήση της ηλιακής ενέργειας συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές και άλλων επικίνδυνων ρύπων που επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία και το περιβάλλον (καρκινογόνα μικροσωματίδια, οξείδια του αζώτου, κ.α.).

Στην γραπτή έκθεσή μας θα σας παρουσιάσουμε, θεωρητικές πληροφορίες για τα ηλιακά σπίτια και το πείραμα που εκτελέσαμε, στο πλαίσιο του ερευνητικού μέρους του θέματός μας.



Εικόνα 1

Στο πειραματικό μέρος θα σας δείξουμε, μέσα από μία πειραματική διάταξη που κατασκευάσαμε, την επίδραση που έχει η γωνία πρόσπτωσης των φωτεινών ακτίνων του φωτός, σχετικά με την κάθετο της επιφάνειας, ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου, που τοποθετήσαμε στην στέγη ενός ηλιακού σπιτιού, στην ενεργειακή του απόδοση. Συγκεκριμένα κατασκευάσαμε ένα ομοίωμα ηλιακού σπιτιού και παρατηρήσαμε τις μεταβολές που έχουμε στην ηλεκτρική τάση που μας παρέχεται, για διάφορες γωνίες πρόσπτωσης των ακτίνων του φωτός, σε σχέση με την κάθετο επιφάνεια ενός φωτοβολταϊκού πάνελ, που υπήρχε στην οροφή του.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο:
ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

		ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ									
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ΕΚΛΟΓΗ ΘΕΜΑΤΟΣ										
2	ΠΡΟΛΟΓΟΣ										
3	ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ										
4	ΣΥΛΛΟΓΗ ΥΛΙΚΩΝ-ΣΥΣΚΕΥΩΝ-ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ										
5	ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ										
6	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ										
7	ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ										
8	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ										
9	ΣΥΓΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ										
10	ΣΕΜΙΝΑΡΙΑ										
11	ΑΥΤΟ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ										

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

2α. Περιγραφή του προβλήματος

Η εργασία μας στηρίζεται στην προσπάθεια να μελετηθεί, πως επηρεάζεται η ενεργειακή απόδοση μιας κατοικίας, από την γωνία πρόσπτωσης των ακτίνων του φωτός, σε σχέση με την κάθετο της επιφάνειας ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου.

Ουσιαστικά δηλ. η εύρεση της διακύμανσης της τιμής της ηλεκτρικής τάσης που λαμβάνουμε, αν κάθε φορά μεταβάλλεται η θέση του φωτοβολταϊκού στοιχείου, έτσι ώστε η γωνία πρόσπτωσης των ακτίνων του φωτός, μέσω ενός φωτιστικού, να επιδρά σε διαφορετικό τμήμα της επιφάνειας του στοιχείου.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο τεχνολογίας, με την χρήση φωτιστικού, που τοποθετήθηκε απέναντι από ένα δοκίμιο κατοικίας που κατασκευάσαμε, στην οροφή του οποίου τοποθετήσαμε φωτοβολταϊκό στοιχείο, που με την βοήθεια ατέρμονα κοχλία σε συνδυασμό με γρανάζι, είχαμε την δυνατότητα να μεταβάλλουμε την γωνία κλίσης του και κατά συνέπεια οι ακτίνες του φωτός να ασκούν επίδραση σε διαφορετικό τμήμα της επιφάνειας του φωτοβολταϊκού.

Καθορισμός μεταβλητών: Οι μεταβλητές του πειράματος είναι οι εξής:

Ανεξάρτητη: Η μεταβολή της γωνίας πρόσπτωσης των ακτίνων του φωτός σε σχέση με την κάθετο της επιφάνειας ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου, του οποίου μεταβάλλεται αντίστοιχα η κλίση προς το οριζόντιο επίπεδο.

Εξαρτημένη: Η τιμή της ηλεκτρικής τάσης του ηλιακού σπιτιού

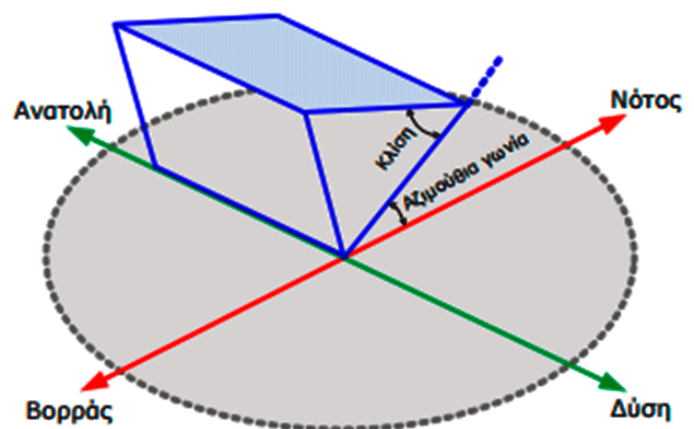
Σταθερές:

- ☛ Η ένταση του φωτός από το φωτιστικό σώμα και η απόσταση του φωτιστικού
- ☛ Ο προσανατολισμός του φωτοβολταϊκού
- ☛ Το μέγεθος της επιφάνειας του φωτοβολταϊκού
- ☛ Η συσκευή μέτρησης της τάσης (πολύμετρο)
- ☛ Τα μεγέθη του γραναζιού και του ατέρμονα κοχλία
- ☛ Το ομοίωμα της κατασκευής ενός ηλιακού σπιτιού

2β. Περιγραφή του σκοπού της έρευνας

Σε μία ηλιακή κατοικία ο επιδιωκόμενος σκοπός είναι η σωστή θέση τοποθέτησης του φωτοβολταϊκού. Για να είναι εφικτή η μεγιστοποίηση της ενεργειακής παραγωγικότητας των Φ/Β πλαισίων, θα πρέπει να επιτυγχάνεται βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Συγκεκριμένα, εφόσον η πορεία του ήλιου αλλάζει τόσο με την ώρα της ημέρας όσο και με τη μέρα του έτους, συμπεραίνουμε πως για να παράγει ένα πλαίσιο τη μέγιστη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να είναι σε θέση να περιστρέφεται ώστε να μπορεί να ακολουθεί την τροχιά του ήλιου και να είναι συνεχώς κάθετο στην κατεύθυνση της ακτινοβολίας.

Πρακτικά, η μηχανική πολυπλοκότητα και το κόστος ενός μηχανισμού που θα επέτρεπε την κίνηση των πλαισίων σύμφωνα με τον παραπάνω τρόπο, καθιστά εξαιρετικά δύσκολη και δαπανηρή την εφαρμογή του σε κτηριακά Φ/Β συστήματα. Έτσι στη πλειονότητα των κτηριακών Φ/Β συστημάτων επιλέγεται σταθερός προσανατολισμός των πλαισίων, ώστε να επιτυγχάνεται μέση ετήσια γωνία πρόσπτωσης της



Εικόνα 2: Γραφική απεικόνιση της κλίσης και της αζιμούθιας γωνίας ενός Φ/Β πλαισίου που βρίσκεται στο Βόρειο ημισφαίριο

ηλιακής ακτινοβολίας όσο το δυνατό πιο κοντά στις 90ο. Η επίτευξη αυτού του στόχου έγκειται στην σωστή επιλογή της κλίσης και της αζιμούθιας γωνίας του πλαισίου. Η κλίση του πλαισίου εκφράζεται με τη γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στο επίπεδο της επιφάνειας του Φ/Β πλαισίου και το οριζόντιο επίπεδο, ενώ η αζιμούθια γωνία σχηματίζεται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο ανάμεσα στην προβολή της κεκλιμένης πλευράς του πλαισίου και τον τοπικό μεσημβρινό βορρά-νότου.

Η ομάδα μας με βάση τις παραπάνω διαπιστώσεις, επέλεξε να κατασκευάσει ένα δοκίμιο κατοικίας και να μελετήσει τις διαφορές, στην τιμή της παραγόμενης τάσης, που καταγράφονται για τις διάφορες θέσεις της επιφάνειας φωτοβολταϊκού, σε σχέση με την γωνία πρόσπτωσης των ακτίνων του φωτός, που λαμβάνουμε από ένα φωτιστικό. Οι μετρήσεις και τα συμπεράσματα μιας τέτοιας έρευνας, μπορούν να αξιοποιηθούν ενδεχόμενα στο άμεσο μέλλον, όπου το κόστος μιας εγκατάστασης φωτοβολταϊκών, που θα έχουν την δυνατότητα περιστροφής, ώστε να είναι πάντα προσανατολισμένο το σύνολο των επιφανειών τους, κάθετα προς τις ηλιακές ακτίνες.

2γ.Περιγραφή των κοινωνικών αναγκών που εξυπηρετεί η έρευνα

Τα τελευταία χρόνια, η παραγωγή ενέργειας λόγω της εκτεταμένης εκπομπής των βλαβερών αερίων παρουσιάζει πολλές αρνητικές επιπτώσεις στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Οι επιπτώσεις αυτές, έχουν παρουσιάσει τα τελευταία χρόνια δραματική αύξηση και εμφανίζονται στον άνθρωπο με την μορφή των αναπνευστικών παθήσεων και του καρκίνου, ενώ στο περιβάλλον με την μορφή της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας της γης (φαινόμενο θερμοκηπίου) και την όξινη βροχή.

Τα αποθέματα ενέργειας ελαττώνονται και η αναπλήρωση τους γίνεται με ρυθμό βραδύτερο από ότι η κατανάλωση τους, οδηγώντας έτσι την ανθρωπότητα σε σοβαρή κρίση. Η επίλυση των συγκεκριμένων προβλημάτων είναι αναγκαία περισσότερο σήμερα παρά ποτέ. Η ανάπτυξη των εναλλακτικών πηγών ενέργειας προβάλλει ως ιδανική λύση στο ενεργειακό πρόβλημα. Οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας δεν είναι καινούργια ανακάλυψη, αφού είχαν χρησιμοποιηθεί από την αρχαιότητα σε διάφορες εφαρμογές.

Από το σύνολο των στοιχείων που παρατέθηκαν ως τώρα προκύπτει αρκετά καθαρά ότι απαιτείται η χάραξη μίας ενεργειακής πολιτικής που να διασφαλίζει μεσοπρόθεσμα την απαραίτητη επάρκεια, να διαφυλάσσει όσο γίνεται περισσότερο τα συμβατικά καύσιμα και να μειώσει στο μέγιστο δυνατό βαθμό την περιβαλλοντική επιβάρυνση. Προκύπτει επομένως η επιτακτικότητα της διερεύνησης μίας διαφορετικής ενεργειακής, και όχι μόνο, πολιτικής που να συμπεριλάβει τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς αυτές εξ ορισμού πληρούν τις προϋποθέσεις μίας τέτοιας πολιτικής. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντιμετωπίστηκαν επί πολλά χρόνια με κάποια χροιά συγκατάβασης ως πεδίο εργασίας ελάχιστα ρεαλιστικών επιστημόνων ή ουτοπία περιθωριακών ομάδων οικολόγων.

Η Δανία, η Ισπανία και η Γερμανία είναι μερικές από τις ευρωπαϊκές χώρες που υπερέχουν στη χωροθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και στην τεχνολογία κατασκευής του απαραίτητου τεχνολογικού και υλικού εξοπλισμού.

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι οι χώρες αυτές κατέχουν περίπου το 65% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος από αιολικά πάρκα στην Ευρώπη. Θεωρητικά η αξιοποίηση στο μέγιστο βαθμό του αιολικού και ηλιακού δυναμικού των ευρωπαϊκών χωρών θα μπορούσε να καλύψει τις ανάγκες τους για ηλεκτρική ενέργεια.




Σημαντική είναι η ανάγκη μελέτης των αιολικών πάρκων στην ελληνική ύπαιθρο αλλά και φωτοβολταϊκών συστημάτων, τα οποία πλέον κερδίζουν έδαφος όλο και περισσότερο στην χώρα μας. Η ηλιακή ενέργεια αποτελεί μια ήπια μορφή ενέργειας που συνεχώς κερδίζει έδαφος στην χώρα μας. Η Ελλάδα διαθέτει ηλιοφάνεια σε υψηλά ποσοστά, γεγονός που διευκολύνει την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη μετατροπή της σε ηλεκτρική. Η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται με τη χρήση της κατάλληλης τεχνολογίας.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν μια από τις εφαρμογές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο στη χώρα μας. Το φωτοβολταϊκό σύστημα μετατρέπει κατευθείαν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται

από πάνελ (ή πανέλο) (ένα ή περισσότερα) φωτοβολταϊκών στοιχείων και με τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις γίνεται η μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια.

Το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας που μπορεί να απορροφήσει ένα Φ/Β στοιχείο είναι το 25% της ενέργειας που δέχεται, όμως συνήθως το ποσοστό είναι λιγότερο από 15%. Το παραπάνω συμβαίνει διότι το ηλιακό φως που πέφτει στο στοιχείο μεταφέρει διαφορετικά επίπεδα ενέργειας και κάποια από αυτά δεν έχουν αρκετή ενέργεια για να μπορέσουν να ελευθερώσουν ηλεκτρόνια.

Σήμερα υπάρχουν οι παρακάτω τρόποι για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας:

-  Παθητικά ηλιακά συστήματα
-  Ενεργητικά ηλιακά συστήματα και τα
-  Φωτοβολταϊκά συστήματα




Φωτοβολταϊκά συστήματα.

Τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία. Οφέλη για τον καταναλωτή, για τις αγορές ενέργειας και για τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Τα φωτοβολταϊκά είναι μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες της νέας εποχής που ανατέλλει στο χώρο της ενέργειας. Μιας νέας εποχής που θα χαρακτηρίζεται ολοένα και περισσότερο από τις μικρές αποκεντρωμένες εφαρμογές σε ένα περιβάλλον απελευθερωμένης αγοράς. Τα μικρά, ευέλικτα συστήματα που μπορούν να εφαρμοστούν σε επίπεδο κατοικίας, εμπορικού κτιρίου ή μικρού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής (όπως π.χ. τα φωτοβολταϊκά, τα μικρά συστήματα συμπαραγωγής, οι μικροτουρμπίνες και οι κυψέλες καυσίμου) αναμένεται να κατακτήσουν ένα σημαντικό μερίδιο της ενεργειακής αγοράς στα χρόνια που έρχονται. Ένα επιπλέον κοινό αυτών των νέων τεχνολογιών είναι η φιλικότητά τους προς το περιβάλλον.

Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

Τα φωτοβολταϊκά, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα, θεωρούνται τα ιδανικά συστήματα ενεργειακής μετατροπής καθώς:

-  Χρησιμοποιούν την πλέον διαθέσιμη πηγή ενέργειας στον πλανήτη,
-  Δεν έχουν κινούμενα μέρη, και
-  Παράγουν ηλεκτρισμό, που αποτελεί την πιο χρήσιμη μορφή ενέργειας.

Τα φωτοβολταϊκά παρέχουν τον απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια. Τον καθιστούν έτσι πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν μ' αυτό τον τρόπο στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας. Δεδομένου ότι η παραγωγή και κατανάλωση του ηλιακού ηλεκτρισμού γίνονται τοπικά, αποφεύγονται οι σημαντικές απώλειες της μεταφοράς και διανομής του ηλεκτρισμού και κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 10% σε σχέση με τη συμβατική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του δικτύου.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν αθόρυβη λειτουργία, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής, δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες, δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα. Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης 1,1 κιλών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου). Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3-1,4 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους. Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λ.π). Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα πυροδοτούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αλλάζουν το κλίμα της Γης, ενώ η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον.

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει την ποσότητα των ρύπων (σε γραμμάρια) η έκλυση των οποίων αποφεύγεται για κάθε ηλιακή κιλοβατώρα που παράγεται από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα.

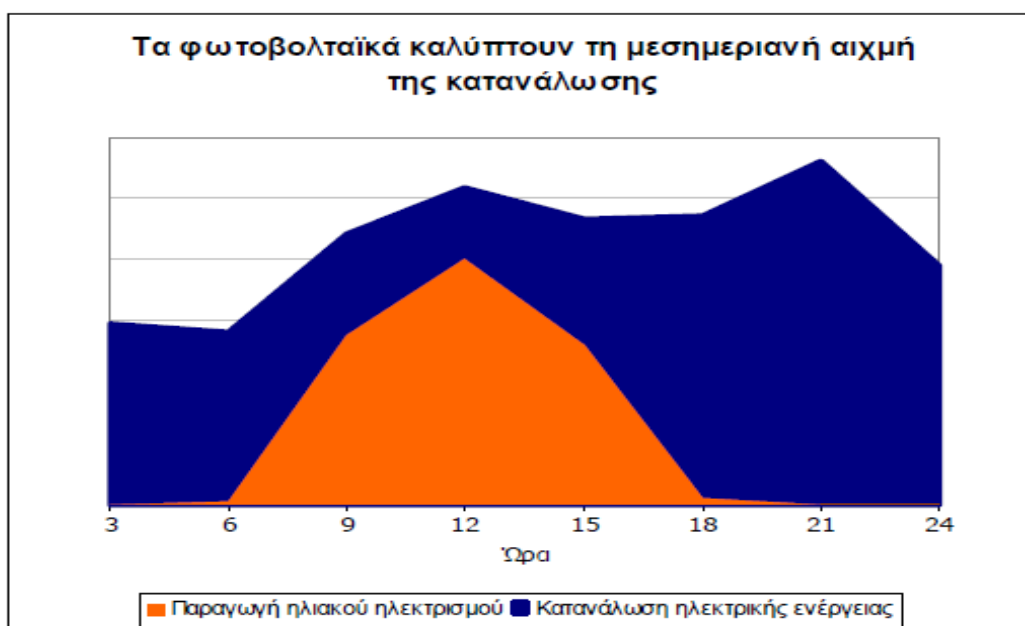
Υποκατάσταση	Αποφυγή εκλυόμενων ρύπων (σε gr) ανά ηλιακή κιλοβατώρα (λαμβάνοντας υπ' όψη και τις απώλειες του δικτύου)			
	CO ₂	SO ₂	NO _x	PM ₁₀
Λιγνίτη	1.482	1-1,8	1,17-1,23	1,1
Πετρελαίου (χαμηλού θείου)	830	3,5	1,5	0,34
Φυσικού αερίου	475	0,017	0,6	-
Μέσου ενεργειακού μείγματος χώρας	1.062	CO ₂ : διοξείδιο του άνθρακα, SO ₂ : διοξείδιο του θείου NO _x : οξείδια του αζώτου, PM ₁₀ : μικροσωματίδια		

Εικόνα 3

Η βαθμιαία αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τη διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από μικρούς παραγωγούς μπορεί να περιορίσει επίσης την ανάγκη επενδύσεων σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος μιας νέας γραμμής μεταφοράς είναι πολύ υψηλό, αν λάβουμε υπόψη μας πέρα από τον τεχνολογικό εξοπλισμό και θέματα που σχετίζονται με την εξάντληση των φυσικών πόρων και τις αλλαγές στις χρήσεις γης.

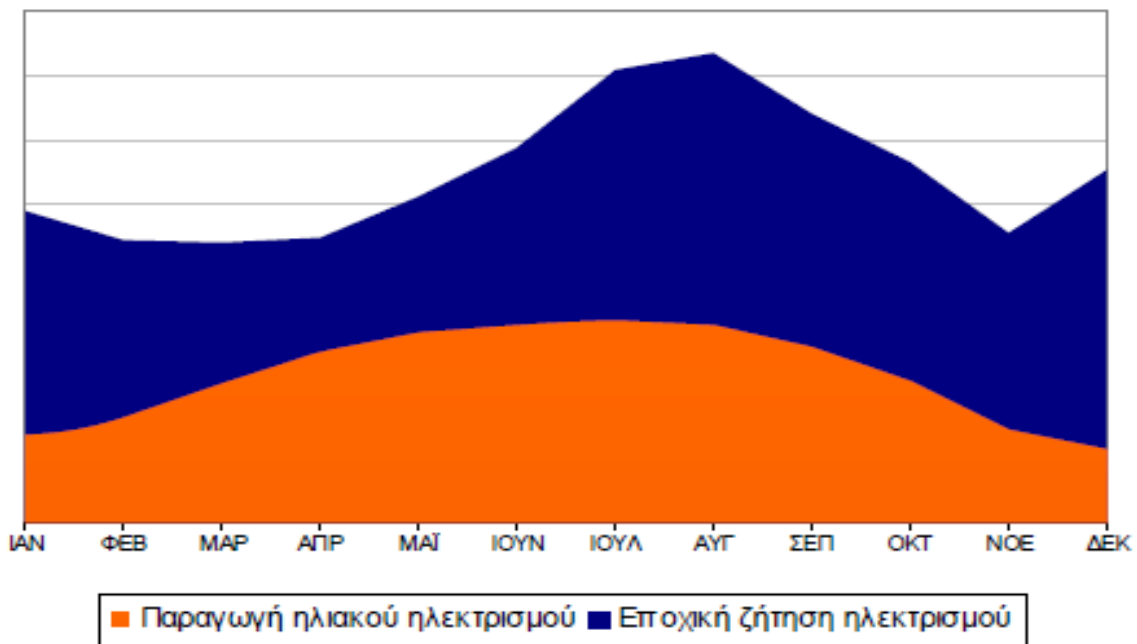
Οι διάφοροι μικροί παραγωγοί “πράσινης” ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν ιδανική λύση για τη μελλοντική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιπτώσεις όπου αμφισβητείται η ασφάλεια της παροχής. Η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν δοκιμάζεται από δαπανηρές ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το ηλεκτρικό δίκτυο (απώλειες, οι οποίες στην Ελλάδα ανέρχονται σε 10,6% κατά μέσο όρο). Από την άλλη, η μέγιστη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης (ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες), βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου, στην αποφυγή black-out και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Σημειωτέον ότι, κάθε ώρα black-out κοστίζει στην εθνική οικονομία 25-40 εκατ. ευρώ.

Οι παρακάτω εικόνες είναι ενδεικτικές των περιβαλλοντικών και ενεργειακών πλεονεκτημάτων που προσφέρουν τα φωτοβολταϊκά :

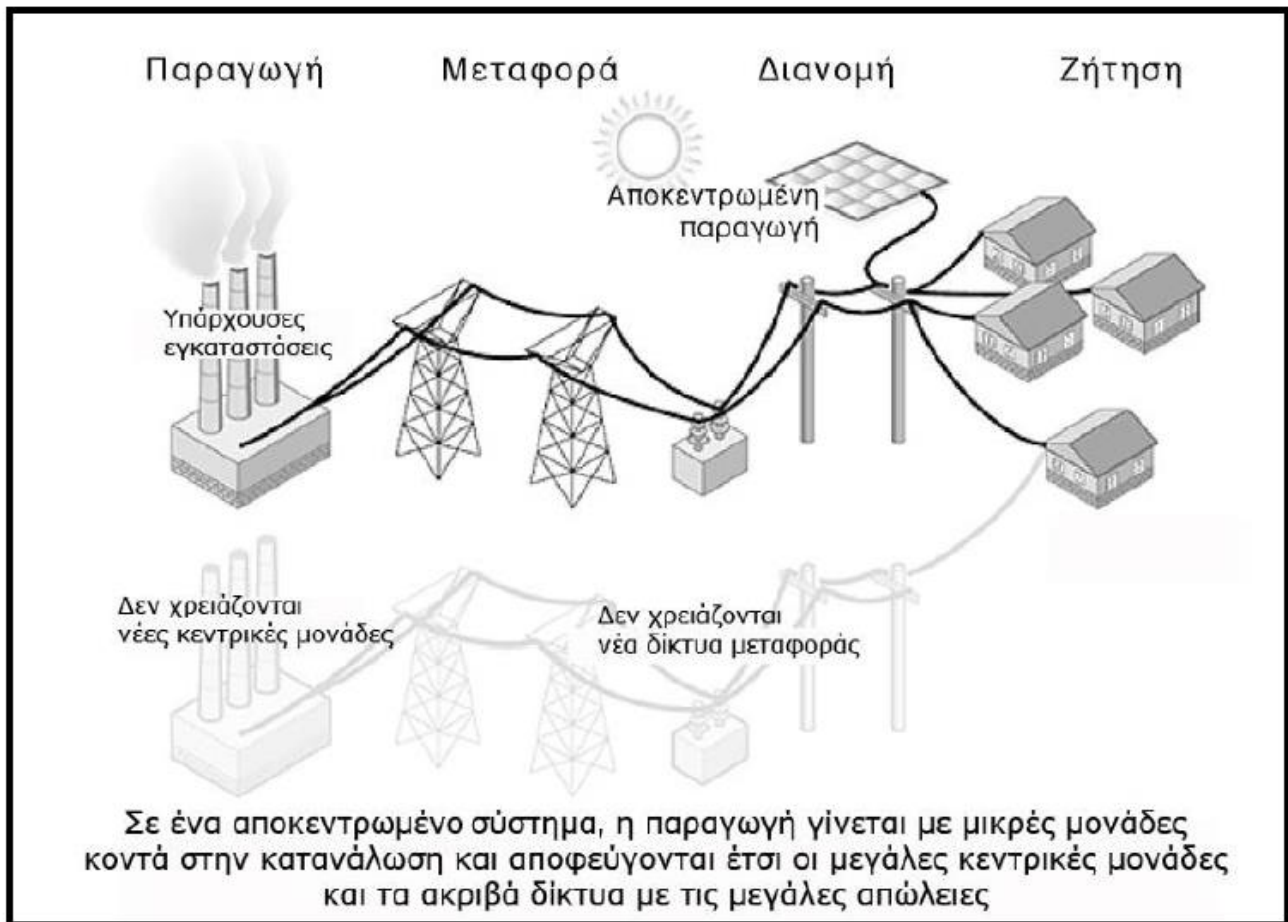


Εικόνα 4

Η παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού ακολουθεί την εποχική ζήτηση

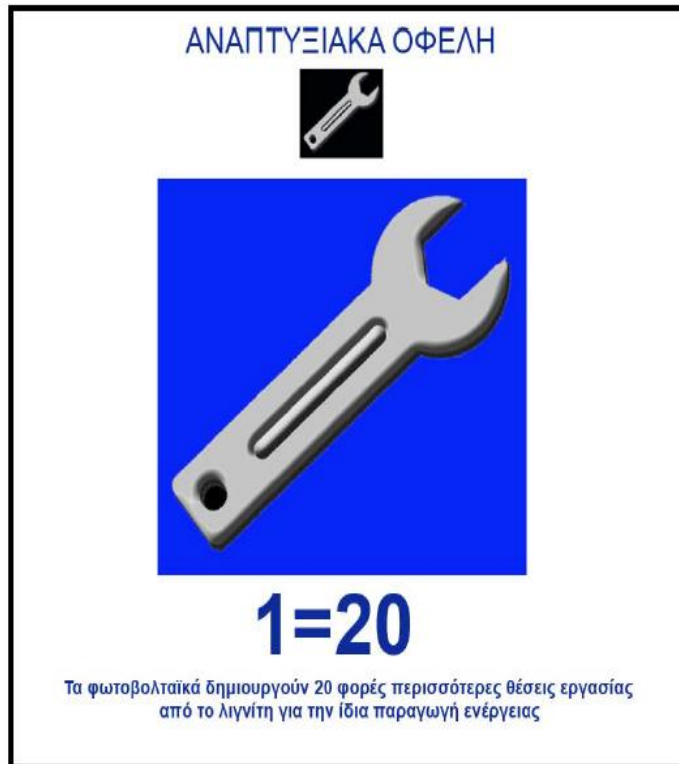


Εικόνα 5



Εικόνα 6

Εικόνα 7



Εικόνα 8



Εικόνα 9



Τέλος, τα φωτοβολταϊκά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά παρέχοντας τη δυνατότητα για καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς, καθώς διατίθενται σε ποικιλία χρωμάτων, μεγεθών, σχημάτων και μπορούν να παρέχουν ευελιξία και πλαστικότητα στη φόρμα, ενώ δίνουν και δυνατότητα διαφορικής διαπερατότητας του φωτός ανάλογα με τις ανάγκες του σχεδιασμού. Αντικαθιστώντας άλλα δομικά υλικά (π.χ. κεραμοσκεπές ή υαλοστάσια σε προσόψεις) συμβάλλουν στη μείωση του συνολικού κόστους μιας κατασκευής (ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση των ηλιακών προσόψεων σε εμπορικά κτίρια). Στην περίπτωση μάλιστα των υαλοστασίων σε προσόψεις εμπορικών κτιρίων, διατίθενται σήμερα διαφανή φωτοβολταϊκά με θερμομονωτικές ιδιότητες αντίστοιχες με αυτές των υαλοστασίων χαμηλής εκπεμψιμότητας (low-e), τα οποία επιτυγχάνουν (πέραν της ηλεκτροπαραγωγής) και εξοικονόμηση ενέργειας 15-30% σε σχέση με ένα κτίριο με συμβατικά απλά υαλοστάσια.

2δ. Διαμόρφωση της υπόθεσης της έρευνας

Αν η γωνία πρόσπτωσης των ακτίνων του φωτός, μειώνεται σε σχέση με την κάθετο προς την επιφάνεια ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου, θα μειώνεται και η παραγόμενη ηλεκτρική τάση που τροφοδοτείται ένα ηλιακό στίτι.





Καθαρά για ενημερωτικούς και πρακτικούς λόγους προς τους αναγνώστες της γραπτής μας έκθεσης, συμπεριλαμβάνουμε τον παρακάτω πίνακα, που παρουσιάζει με ποιο προσανατολισμό και κλίση των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα μεγιστοποιούμε το ενεργειακό αποτέλεσμα. Έτσι το κελί του πίνακα με κόκκινη γραμμοσκίαση, παρουσιάζει ότι με νότιο προσανατολισμό και κλίση 30° του φωτοβολταϊκού σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο έχουμε την μέγιστη απόδοσή του.

Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	0 °	30 °	90 °
Ανατολικός - Δυτικός	90	85	50
Νοτιοανατολικός- Νοτιοδυτικός	90	95	60
Νότιος	90	100	60
Βορειοανατολικός- Βορειοδυτικός	90	67	30
Βόρειος	90	60	20

Εικόνα 10 : Απόδοση φωτοβολταϊκών σε διάφορες κλίσεις και προσανατολισμούς




2ε.Ανάλυση των παραμέτρων που θεωρήθηκαν ότι δεν επηρεάζουν τα αποτελέσματα της έρευνας

Σαν παραμέτρους που προσδιορίσαμε , με κάθε επιφύλαξη , ότι δεν επηρέασαν τα αποτελέσματα της έρευνας, είναι οι παρακάτω :

-  Το μέγεθος του φωτοβολταϊκού στοιχείου
-  Το είδος του λαμπτήρα που χρησιμοποιείται στο φωτιστικό
-  Η απόσταση (θέση) του φωτιστικού
-  Η διάμετρος των καλωδίων σύνδεσης με την συσκευή μέτρησης (πολύμετρο)

2στ.Περιγραφή των ορίων – περιορισμών της έρευνας

Στα πειράματα που πραγματοποιήσαμε εντοπίσαμε κάποια όρια και περιορισμούς που πιθανά να μειώνουν την αξιοπιστία της έρευνας , αλλά θεωρούμε ότι και σαν πληροφορίες θα είναι δυνατό να αξιοποιηθούν σε νέες αντίστοιχες έρευνες , όπως :

-  Η εύρεση της κατάλληλης απόστασης τοποθέτησης του φωτιστικού , διότι δοκιμάζοντας αρχικά μία μικρή απόσταση (10 εκ.) του φωτιστικού (διότι το φωτοβολταϊκό είχε προσαρμοσθεί στην οροφή του σπιτιού και δεν υπήρχε δυνατότητα να είναι μεγαλύτερη η μεταξύ τους απόσταση) προσδιορίσαμε , ότι δεν υπήρχαν μετρήσεις με μεγάλη διακύμανση τιμών , ενδεχόμενα λόγω ότι το φωτοβολταϊκό δεχόταν με μικρή ακτίνα φωτός την ενέργειά τους , από το φωτιστικό. Τοποθετώντας σε ένα χαμηλότερο τραπεζάκι το ομοίωμα της κατοικίας , η απόσταση μεταβλήθηκε σε 35 εκ. και έτσι πράγματι υπήρχαν καλύτερες διακυμάνσεις στην τιμή της παραγόμενης τάσης.
-  Ο ακριβής προσδιορισμός της μέσης τιμής της τάσης του πολύμετρου
-  Η τοποθέτηση του μοιρογνωμονίου για την μεταβολή της γωνίας κλίσης του φωτοβολταϊκού , δυσκόλεψε τα μέλη μας, στη φάση των μετρήσεων , παρά την μεγάλη προσοχή μας , να ορίζεται ο ακριβής κάθε φορά αριθμός των μοιρών περιστροφής του φωτοβολταϊκού, μέσω του ατέρμονα κοχλία. Ίσως θα ήταν καλύτερα να διαθέταμε μοιρογνωμόνιο με ακτίνα όσο και το πλάτος του φωτοβολταϊκού.

Χρήσιμη παρατήρηση και οδηγία :

Από τον καθηγητή μας πληροφορηθήκαμε , ότι η έρευνα μας για να πραγματοποιηθεί σε εξωτερικό περιβάλλον με φωτεινή πηγή τον Ήλιο , όπως ήταν ο αρχικός σχεδιασμός , απαιτούσε την στιγμή πραγματοποίησης του πειράματος , την εύρεση της καθέτου των ηλιακών ακτίνων στο φωτοβολταϊκό , αξιοποιώντας την μέθοδο του Ερατοσθένη για την εύρεση του κέντρου της γης. Έπρεπε λοιπόν , να τοποθετήσουμε στην οροφή του δοκιμίου μας μία βίδα (σαν « σκόπευτρο») στην προέκταση της οροφής που υπήρχε στο ομοίωμα της διάταξής μας , που σκόπιμα επικολήσαμε στο ίδιο επίπεδο με το φωτοβολταϊκό. Στη συνέχεια με διάφορες δοκιμές θα προσδιορίζαμε την θέση , που δεν θα έκανε καθόλου σκιά η βίδα και έτσι θα βρίσκαμε την θέση της κάθετης πρόσπτωσης (δηλ. 90°) του ήλιου την δεδομένη χρονική στιγμή. Μετά αρκούσε η διεξαγωγή του πειράματος , με μεταβολή της κλίσης του φωτοβολταϊκού σε σχέση , με την θέση της βίδας. Η μεγάλη πιθανότητα λάθους όμως τέτοιων υπολογισμών , που απαιτούσαν μεγάλη ακρίβεια , μας αποθάρρυνε να την επιχειρήσουμε.

(Προτεινόμενη πηγή για το πείραμα του Ερατοσθένη :

http://users.sch.gr/pazolulis/articles/metrisi_eratostheni.pdf).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΥΛΙΚΟ / ΕΝΝΟΙΕΣ-ΟΡΙΣΜΟΙ

3α. Ιστορική αναδρομή

Οι πρώτες χρήσεις της ηλιακής ενέργειας και των άλλων ήπιων μορφών ενέργειας

Από τη λίθινη εποχή γνωρίζουμε ότι οι άνθρωποι των σπηλαίων χρησιμοποίησαν την ενέργεια της φωτιάς αρχικά για φωτισμό, τη θέρμανση και τη μαγειρική και με το πέρασμα των χιλιετιών για την μεταλλουργία και την υαλουργία. Τα πρώτα καύσιμα ήταν ξερά χόρτα το ξύλο και στη συνέχεια το φυτικό και ζωικό λίπος.

Αργότερα ανακάλυψε τη δύναμη του ανέμου αιολική ενέργεια την οποία χρησιμοποίησε σαν μηχανική ενέργεια για την ύδρευση και άρδευση, την άλεση δημητριακών κ.ά. Ήδη το 3.500 π.Χ. ο άνθρωπος χρησιμοποίησε την ενέργεια του ανέμου στα ιστιοφόρα πλοία ενώ οι 10 πρώτοι ανεμόμυλοι εμφανίστηκαν στην Περσία το 3.000π.Χ. και στην Ευρώπη και πιο συγκεκριμένα στη Γαλλία το 1180π.Χ.

Με την ανακάλυψη του τροχού, του νερού περίπου το 200π.Χ. αξιοποιείται η ενέργεια του νερού που έρρεε ή έπεφτε για την άλεση των σπόρων -υδραυλική ενέργεια- και σήμερα έχει εξελιχθεί στο σύγχρονο υδροστρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Οι πρώτες προσπάθειες κατασκευής και χρήσης πιο πολύπλοκων μηχανών που απαλλάσσουν τον άνθρωπο από επίπονες εργασίες και αξιοποιούν τις πιο πάνω πηγές ενέργειας εμφανίζονται το 300π.Χ. Ο Αρχιμήδης αναφέρεται ανάμεσα στους πρώτους εφευρέτες καθώς το 212π.Χ. με τα ποικίλα κάτοπτρα που κατασκευάζει εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια που κατακαίει τα ρωμαϊκά πλοία κατά την πολιορκία των Συρακουσών.

Η ανακάλυψη των φωτοβολταϊκών φαινομένων: Ζούμε μια περίοδο όπου η διόγκωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων σε συνδυασμό με την εξάντληση των ορυκτών ενεργειακών πόρων και τα τεράστια βήματα στην τεχνολογία των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων κάνουν πλέον εφικτή την χρήση τους. Πώς φτάσαμε όμως ως εδώ και ποιά είναι η ιστορία των φωτοβολταϊκών;

Η πρώτη γνωριμία του ανθρώπου με το φωτοβολταϊκό φαινόμενο έγινε το 1839 όταν ο Γάλλος φυσικός Edmond Becquerel (1820 - 1891) ανακάλυψε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο κατά την διάρκεια πειραμάτων του με μια ηλεκτρολυτική επαφή φτιαγμένη από δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια

Το επόμενο σημαντικό βήμα έγινε το 1876 όταν οι Adams (1836 - 1915) και ο φοιτητής του Day παρατήρησαν ότι μια ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος παραγόταν από το σεληνίο (Se) όταν αυτό ήταν εκτεθειμένο στο φως. Adams Το 1918 ο Πολωνός Czochralski (1885 - 1953) πρόσθεσε την μέθοδο παραγωγής ημιαγωγού μονοκρυσταλλικού πυριτίου (Si) με την σχετική έρευνα του και η οποία μάλιστα χρησιμοποιείται βελτιστοποιημένη ακόμα και σήμερα Czochralski Μια σημαντική ανακάλυψη έγινε επίσης το 1949 όταν οι Mott και Schottky ανέπτυξαν την θεωρία της διόδου σταθερής κατάστασης. Στο μεταξύ η κβαντική θεωρία είχε ξεδιπλωθεί. Ο δρόμος πλέον για τις πρώτες πρακτικές εφαρμογές είχε ανοίξει. Το πρώτο ηλιακό κελί ήταν γεγονός στα εργαστήρια της Bell το 1954 από τους Chapin, Fuller και Pearson. Η απόδοση του ήταν 6% εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.


Το 1958 η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων προσαρτάται στον χώρο των διαστημικών εφαρμογών όταν τοποθετήθηκε ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα στον δορυφόρο Vanguard I . Δορυφόρος Vanguard Το σύστημα αυτό λειτούργησε επιτυχώς για 8 ολόκληρα χρόνια και ήταν ένα από τα πρώτα φωτοβολταϊκά συστήματα. Από το χρονικό αυτό σημείο και μετά, τα φωτοβολταϊκά συστήματα άρχισαν να ενσωματώνονται σταδιακά σε διάφορες εφαρμογές και η τεχνολογία να βελτιώνεται συνεχώς. Το 1962 η μεγαλύτερη ΦΒ εγκατάσταση στον κόσμο γίνεται στην Ιαπωνία από την Sharp, σε έναν φάρο. Η εγκατεστημένη ισχύς του συστήματος είναι 242Wp. Τα φωτοβολταϊκά ξεκίνησαν λοιπόν να κάνουν την εμφάνιση τους αλλά λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής η εφαρμογή τους ήταν δυνατή μόνο σε ειδικές περιπτώσεις αυτόνομων συστημάτων. Η έρευνα όμως προχωρούσε και η απόδοση των ΦΒ συνεχώς βελτιωνόταν. Κυριότερος πελάτης των φωτοβολταϊκών τις δεκαετίες που ακολούθησαν είναι η NASA. Οι υψηλές τιμές στα φωτοβολταϊκά ήταν ο σημαντικότερος λόγος που δεν υπήρχε περισσότερο ενθουσιώδης αποδοχή από την αγορά. Ενδεικτικά η τιμή των φωτοβολταϊκών ξεκινάει από τα 500\$ ανά εγκατεστημένο Watt το 1956, ενώ μετά από 14 χρόνια, το 1970 αγγίζει τα 100\$/Watt. Το 1973 οι βελτιώσεις στις μεθόδους παραγωγής φέρνουν το κόστος των φωτοβολταϊκών στα 50\$/Watt. Η πρώτη εγκατάσταση PV που φτάνει στα επίπεδα του 1MW (μεγαβάτ) γίνεται στην Καλιφόρνια το 1980 από την ARCO Solar χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα και


σύστημα παρακολούθησης της τροχιάς του ηλίου 2 αξόνων (dual-axis trackers). Η εξέλιξη αρχίζει πλέον να γίνεται με ταχύτερους ρυθμούς. Το 1983 η παγκόσμια παραγωγή ΦΒ φτάνει τα 22MW και ο συνολικός τζίρος τα 250.000.000\$. Το 1999 η εταιρία Spectrolab σε συνεργασία με το NREL αναπτύσσουν ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο με απόδοση 32,3%!!!. Το στοιχείο αυτό είναι συνδυασμός τριών υλικών (στρώσεων) και ειδικό για εφαρμογές σε συγκεντρωτικά συστήματα CPV. Την ίδια χρονιά το ρεκόρ στην απόδοση των Thin Films φτάνει στο 18.8%. Η παραγωγή όλων των τεχνολογιών των ΦΒ πάνελ φτάνει συνολικά τα 200 MegaWatt. 2004: Η πορεία πια είναι ασταμάτητη. Η μαζική είσοδος μεγάλων εταιρειών στον χώρο των ΦΒ φέρνει την μαζική παραγωγή και αυτή με την σειρά της την τιμή των διασυνδεδεμένων συστημάτων στα 6,5 ευρώ/Wp. Γερμανία και Ιαπωνία κυριαρχούν στην κατασκευή ΦΒ πάνελ και πλέον σε όλες τις αναπτυγμένες χώρες αρχίζουν, με τον έναν (παραγωγή εξοπλισμού) ή τον 13 άλλον τρόπο (κατασκευή ΦΒ εγκαταστάσεων), να υιοθετούν τις τεχνολογίες των φωτοβολταϊκών και να τις παγιώνουν στην συνείδηση των επενδυτών αλλά και των καταναλωτών ενέργειας. Η συνολική παραγωγή το 2004 έφτασε τα 1.200 MegaWatt ΦΒ στοιχείων ενώ ο τζίρος της ίδιας χρονιάς άγγιξε τα 6.500.000.000\$. Σήμερα με οικονομίες μεγάλης κλίμακας έχουν επιτευχθεί μεγάλες αποδόσεις στα κρυσταλλικά κυρίως υλικά και αρκετές χώρες με πρωτοπόρες την Γερμανία και την Ιαπωνία έχουν ήδη επενδύσει τεράστια κονδύλια με σκοπό την ευρύτερη εκμετάλλευση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας. Ήδη βέβαια οι χώρες αυτές έχουν αρχίσει και απολαμβάνουν τους καρπούς της εξελιγμένης τεχνολογίας τους. 2δ:Το μέλλον των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Το μέλλον των φωτοβολταϊκών συστημάτων: Πολλοί παρόλα αυτά κρίνουν ότι η διείσδυση των φωτοβολταϊκών έγινε με πολύ αργό ρυθμό παίρνοντας μάλιστα αφορμή από τον εκρηκτικό τρόπο που εξελίχθηκε μια άλλη βιομηχανία ημιαγωγών υλικών, αυτή των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Αυτή η καθυστέρηση οφείλεται κυρίως στις τεχνικές (και οικονομικές) δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι κατασκευαστές στην παραγωγική διαδικασία κατά την προσπάθεια τους να δημιουργήσουν καθαρά ημιαγωγά υλικά (κρυσταλλικό πυριτίο). Στα φωτοβολταϊκά συστήματα ο όγκος του απαιτούμενου υλικού (κρυσταλλικού πυριτίου) είναι πολύ μεγάλος και η παραγωγή του είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρος. Επίσης απαιτούνται υπέρογκα κεφάλαια για το κόστος του εξοπλισμού αλλά και της ενέργειας που καταναλώνεται κατά την παραγωγική διαδικασία. Για τον λόγο αυτό άλλωστε η τάση που φαίνεται ότι θα καταλάβει ένα μεγάλο μερίδιο στην αγορά των φωτοβολταϊκών μετά από κάποια χρόνια (σε σχέση με αυτό που έχει σήμερα) είναι οι τεχνολογίες λεπτού υμενίου (thin film) στις οποίες επιτυγχάνεται σημαντική μείωση του απαιτούμενου όγκου πυριτίου (ή των άλλων τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται) και συνεπώς μείωση στις τιμές των φωτοβολταϊκών. Σε καμία περίπτωση πάντως δεν πρόκειται να αμφισβητηθούν τα πρωτεία των τεχνολογιών κρυσταλλικού πυριτίου. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τα εκατοντάδες εκατομμύρια ευρώ - δολάρια - γεν και γιουάν, που έχουν επενδυθεί παγκοσμίως για την κατασκευή εργοστάσιων παραγωγής: 1. πολυπυριτίου (polysilicon) 2. ράβδων (μόνο και πόλυ) κρυσταλλικού πυριτίου (solar ingot) 3.φωτοβολταϊκών στοιχείων (solar wafers) 4.φωτοβολταϊκών κυψελών (solar cells) 5. φωτοβολταϊκών πλαισίων (solar panels - modules) ή αλλιώς (πανέλων - τζαμιών - καθρεπτών κλπ). Οι προβλέψεις για το άμεσο μέλλον όσον αφορά την αγορά των φωτοβολταϊκών είναι ιδιαίτερα ευοίωνες, τόσο για την καθολική εξάπλωση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας παγκοσμίως, όσο και για την καθοδική πορεία στις τιμές των φωτοβολταϊκών πλαισίων.

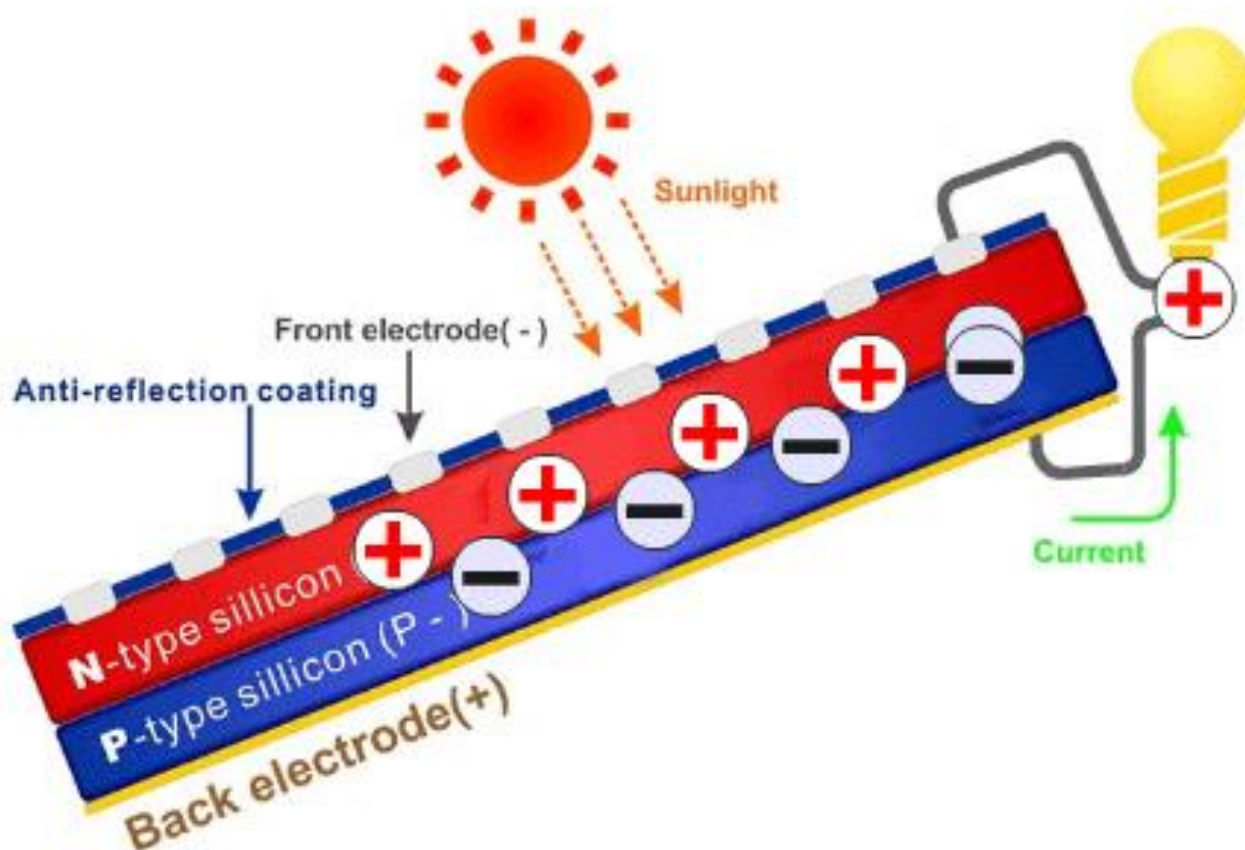
3β.Ορισμοί εννοιών

Στην έρευνά μας οι έννοιες των μεταβλητών που μελετήσαμε ,ήταν οι εξής :

 Ηλιακή ενέργεια : Με το όρο Ηλιακή Ενέργεια χαρακτηρίζουμε το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Το φώς και η θερμότητα που ακτινοβολούνται, απορροφούνται από στοιχεία και ενώσεις στη Γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας. Η τεχνολογία σήμερα αξιοποιεί ένα μηδαμινό ποσοστό της καταφθάνουσας στην επιφάνεια του πλανήτη μας ηλιακής ενέργειας με τριών ειδών συστήματα: τα θερμικά ηλιακά, τα παθητικά ηλιακά και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρισμού γίνεται κύρια με τη χρήση των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων (Φ/Β), που η λειτουργία τους στηρίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, δηλαδή την άμεση μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα.

 Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο : Το ηλιακό φως είναι ουσιαστικά μικρά πακέτα ενέργειας που λέγονται φωτόνια. Τα φωτόνια περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Το γαλάζιο χρώμα ή το υπεριώδες π.χ. έχουν περισσότερη ενέργεια από το κόκκινο ή το υπέρυθρο. Όταν λοιπόν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα

φωτοβολταϊκό στοιχείο (που είναι ουσιαστικά ένας “ημιαγωγός”), άλλα ανακλώνται, άλλα το



Εικόνα 11 : Διάγραμμα λειτουργίας φωτοβολταϊκού φαινομένου

διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό. Αυτά τα τελευταία φωτόνια είναι που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Τα φωτόνια αυτά αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού να μετακινηθούν σε άλλη θέση και ως γνωστόν ο ηλεκτρισμός δεν είναι τίποτε άλλο παρά κίνηση ηλεκτρονίων. Σ' αυτή την απλή αρχή της φυσικής λοιπόν βασίζεται μια από τις πιο εξελιγμένες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού στις μέρες μας.

Φωτοβολταϊκό φαινόμενο, ονομάζεται η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση. Για ευκολία, συνήθως χρησιμοποιούμε τη σύντμηση Φ/Β για τη λέξη "φωτοβολταϊκό" (photovoltaic - PV).

Φωτοβολταϊκό στοιχείο ηλεκτρονική διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχεται ακτινοβολία. Λέγεται ακόμα Φ/Β κύτταρο ή Φ/Β κυψέλη (PV cell).

Φωτοβολταϊκό πλαίσιο, Ένα σύνολο Φ/Β στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της Φ/Β γεννήτριας (PV module).

Φωτοβολταϊκό πάνελ, Ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια, που έχουν προκατασκευαστεί και συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή, έτοιμη για να εγκατασταθεί σε Φ/Β εγκατάσταση (PV panel).

Φωτοβολταϊκή συστοιχία, Μια ομάδα από Φ/Β πλαίσια ή πάνελα με ηλεκτρική αλληλοσύνδεση, τοποθετημένα συνήθως σε κοινή κατασκευή στήριξης (PV array).

Φωτοβολταϊκή γεννήτρια, Το τμήμα μιας Φ/Β εγκατάστασης που περιέχει Φ/Β στοιχεία και παράγει συνεχές ρεύμα (PV generator).

Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5-17% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Υπάρχουν π.χ. τα λεγόμενα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, και τα άμορφα. Τα τελευταία έχουν χαμηλότερη απόδοση είναι όμως σημαντικά φθηνότερα. Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών σας, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής σας ευχέρειας. Όλα τα φωτοβολταϊκά πάντως μοιράζονται τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- ✓ μηδενική ρύπανση
- ✓ αθόρυβη λειτουργία
- ✓ αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που φθάνει τα 30 χρόνια)
- ✓ απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
- ✓ δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες ελάχιστη συντήρηση

Χαρακτηριστικές ηλεκτρικές τιμές ενός Φ/Β συστήματος

Τάση : Η μέγιστη αναμενόμενη τάση μιας στοιχειοσειράς είναι η συνολική τάση ανοικτού κυκλώματος των εν σειρά συνδεδεμένων πλαισίων για τη μικρότερη αναμενόμενη θερμοκρασία λειτουργίας.

Ένταση: Η μέγιστη αναμενόμενη τιμή του ρεύματος μιας στοιχειοσειράς, προκύπτει από το ρεύμα βραχυκύκλωσης του ενός πλαισίου πολλαπλασιασμένο επί τον συντελεστή 1.25. Για παράλληλους κλάδους η μέγιστη αναμενόμενη τιμή του συνολικού ρεύματος, προκύπτει από την αντίστοιχη τιμή του ενός κλάδου πολλαπλασιασμένη επί τον αριθμό των παράλληλων κλάδων. Ο συντελεστής ασφαλείας 1.25 καλύπτει ειδικές συνθήκες ατμόσφαιρας και ανακλάσεων οι οποίες μπορούν να παρουσιαστούν σε καθαρό ουρανό μετά από βροχή (ένταση ακτινοβολίας μεγαλύτερη από 1000W/m²). Η τιμή του ρεύματος που υπολογίζεται με αυτό τον τρόπο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στη διαστασιολόγηση των καλωδίων και των προστασιών.

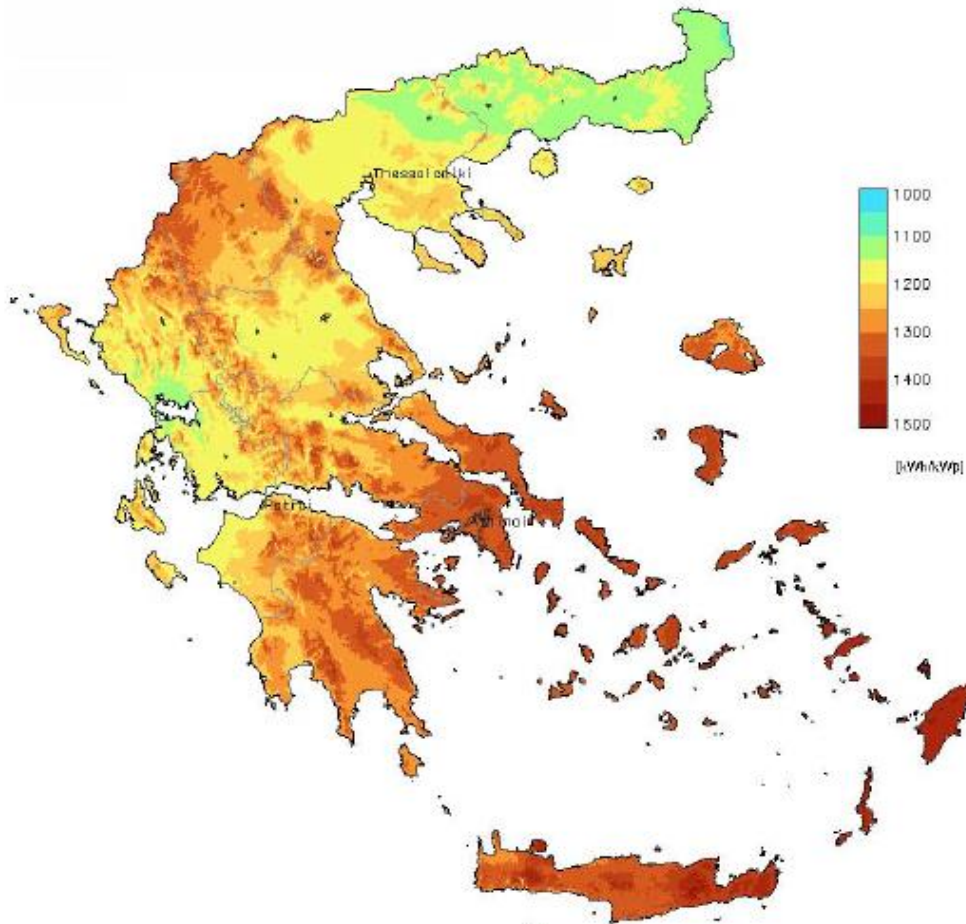
Θερμοκρασία: Η μέγιστη αναμενόμενη θερμοκρασία λειτουργίας των Φ/Β πλαισίων, όπως και των κιβωτίων σύνδεσης αυτών, μπορεί να φθάσει τους 70°C, σε κατασκευές που επιτρέπουν την ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα στην πίσω πλευρά των Φ/Β πλαισίων. Στις περιπτώσεις που εμποδίζεται η ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα αναμένονται μεγαλύτερες θερμοκρασίες, έως και 80-90°C. Στην περίπτωση που οι αγωγοί διασύνδεσης των Φ/Β πλαισίων γειτνιάζουν με τα πλαίσια, η θερμοκρασία των τελευταίων θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη τόσο για την ορθή επιλογή της μόνωσης των αγωγών, όσο και για την κατάλληλη επιλογή της διατομής τους (επιλογή σωστού διορθωτικού συντελεστή αύξησης διατομής).

Συνεργασία Φ/Β – Αντιστροφέα: Κατά τη σχεδίαση του συστήματος απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στη συνεργασία μεταξύ της Φ/Β συστοιχίας και του ηλεκτρονικού αντιστροφέα. Ο αντιστροφέας απαιτεί στην είσοδό του ένα συγκεκριμένο εύρος για την τάση λειτουργίας, έχοντας ένα ανώτατο όριο τάσης εισόδου. Το ανώτατο όριο δεν πρέπει να υπερβαίνεται, ώστε να μην υπάρξει κίνδυνος καταστροφής του αντιστροφέα. Συνεπώς, ο αριθμός των Φ/Β πλαισίων που μπορούν να συνδεθούν εν σειρά (στοιχειοσειρά) υπολογίζεται έτσι ώστε να μην υπερβαίνονται τα όρια αυτά, σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας.

Η τάση ενός Φ/Β πλαισίου εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τη θερμοκρασία λειτουργίας του. Οι τιμές τάσης, ρεύματος και ισχύος που δίνονται από τον κατασκευαστή, αναφέρονται στις πρότυπες συνθήκες δοκιμών (S.T.C). Σημειώνεται ότι η θερμοκρασία στην οποία διενεργήθηκαν οι μετρήσεις (του κατασκευαστή) είναι 25°C. Κατά συνέπεια τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των Φ/Β πλαισίων πρέπει να διορθωθούν (αναχθούν) στις ακραίες θερμοκρασιακές συνθήκες λειτουργίας του Φ/Β συστήματος. Αναλυτικότερα, από την ελάχιστη θερμοκρασία λειτουργίας των πλαισίων υπολογίζεται η μέγιστη τιμή της τάσης των αλυσίδων και από τη μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας των πλαισίων καθορίζεται η μέγιστη τιμή του ρεύματος των παράλληλων αλυσίδων (κλάδων). Ο μέγιστος αριθμός Φ/Β πλαισίων εν σειρά υπολογίζεται έτσι ώστε η συνολική τάση ανοικτού κυκλώματος της συστοιχίας στη μικρότερη αναμενόμενη θερμοκρασία λειτουργίας, να μην υπερβαίνει το ανώτατο όριο τάσης εισόδου του αντιστροφέα. Για τις πεδινές περιοχές της Ελλάδος ως ελάχιστη θερμοκρασία μπορεί να ληφθεί η τιμή -5°C η -10 °C (θερμοκρασία λειτουργίας ενεργού υλικού του Φ/Β πλαισίου). Συγχρόνως πρέπει να ελεγχθεί και η μέγιστη επιτρεπόμενη τάση λειτουργίας του Φ/Β πλαισίου, η οποία ομοίως πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την τάση ανοικτού κυκλώματος της στοιχειοσειράς στην μικρότερη αναμενόμενη θερμοκρασία λειτουργίας

3γ.Πίνακες –διαγράμματα και φωτογραφίες που σχετίζονται με την έρευνα

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



Εικόνα 12

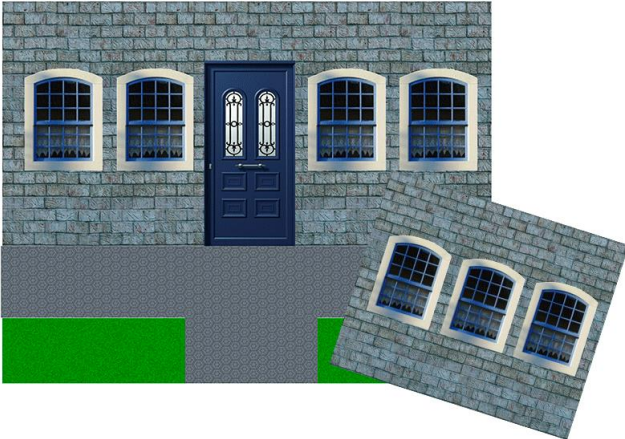


Εικόνα 13 : Τέταρτη χώρα στην Ευρώπη και έβδομη στον κόσμο η Ελλάδα σε εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών. Στην Ελλάδα το 2012 εγκαταστάθηκαν 912kWp φθάνοντας έτσι συνολικά στα 1536.3kWp. Από το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος το 19,38% αντιστοιχεί στο ειδικό πρόγραμμα ανάπτυξης φωτοβολταϊκών σε στέγες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4α. Σχεδιασμός πειραματικής διάταξης – αιτιολόγηση επιλογών

Η πειραματική μας διάταξη αποτελείται , όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες , από ένα ομοίωμα ηλιακού σπιτιού , που κατασκευάσαμε με μακετόχαρτο και downh και στην οροφή του στηρίξαμε την διάταξη του φωτοβολταϊκού , με την δυνατότητα μεταβολής της κλίσης του με ατέρμονα κοχλία – γρανάζι και μεταλλικό στέλεχος .



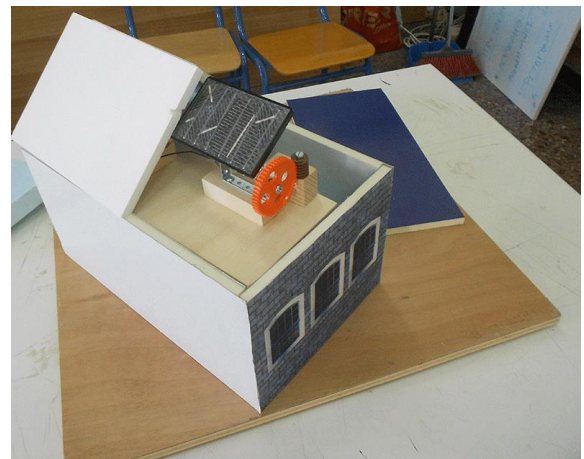
Εικόνα 14 : Εκτύπωση αρχείων τοιχοποιίας



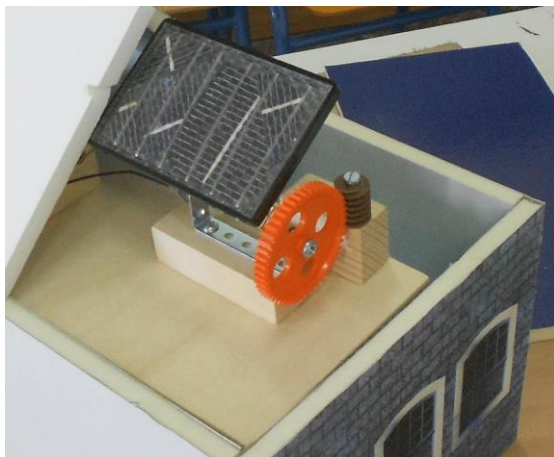
Εικόνα 15 : Σχηματισμός κτιρίου με μακετόχαρτο και επικόλληση αρχείων τοιχοποιίας



Εικόνα 16: Τοποθέτηση dow για στήριξη της διάταξης του φωτοβολταϊκού



Εικόνα 17: Στήριξη διάταξης φωτοβολταϊκού και οροφής



Εικόνα 18 : Η πλήρης απεικόνιση του φωτοβολταϊκού



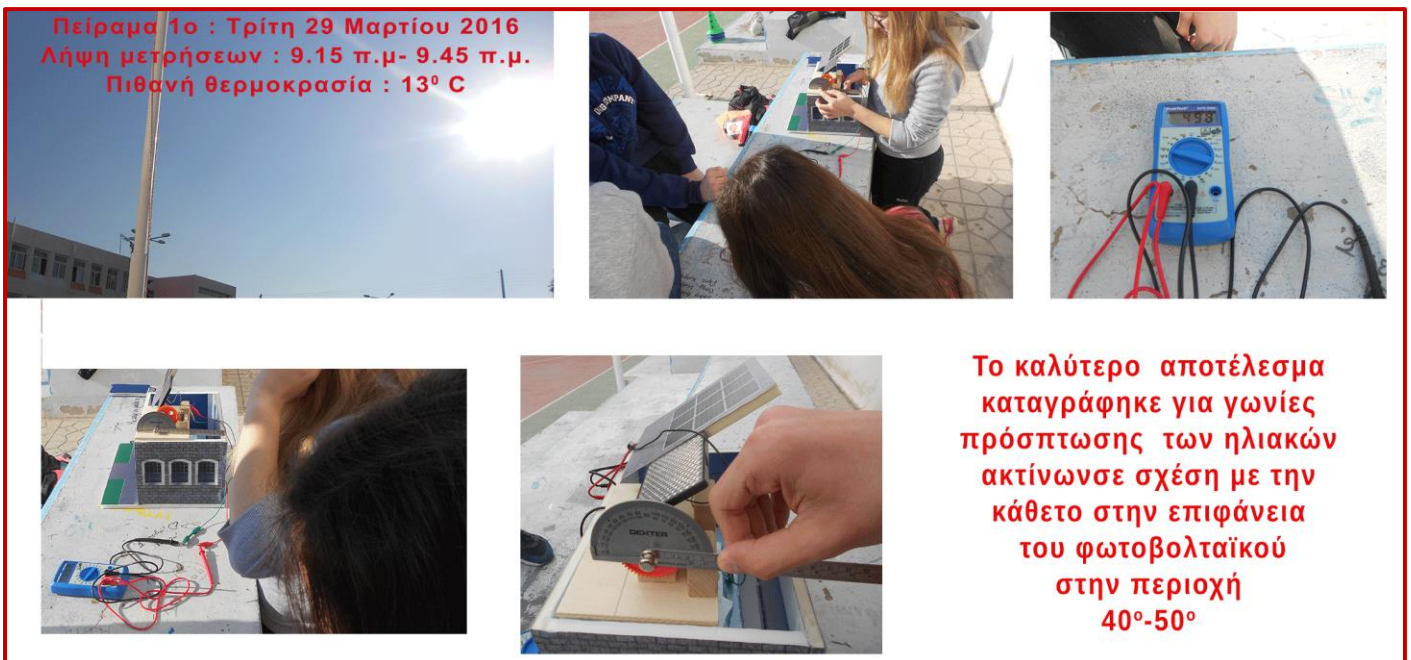
Εικόνα 19 : Η διάταξή μας ολοκληρωμένη

4β. Διάγραμμα διαδικασίας του πειράματος



4γ. Εκτέλεση και φωτογραφίες του πειράματος

Η ομάδα μας πραγματοποίησε ένα δοκιμαστικό πείραμα (29/3/2016) με φωτεινή πηγή τον ήλιο, και 2 ακόμη πειράματα στις 6-4-2016 στο εργαστήριο τεχνολογίας, με την χρήση φωτιστικού σώματος, το ένα με σταθερή απόσταση από το κάθετο επίπεδο 10εκ. και στη συνέχεια με 25 εκ.. Το τελευταίο πείραμα θεωρήθηκε από την ομάδα μας το πιο αξιόπιστο και με βάση τις μετρήσεις τους, δημιουργήθηκε ο σχετικός πίνακας



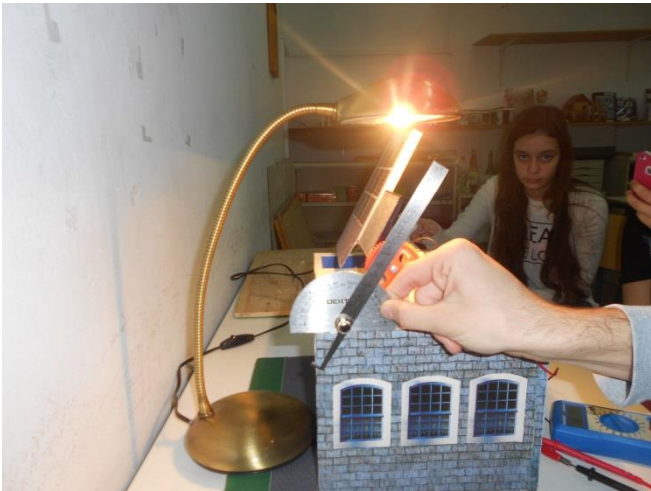
Εικόνα 20



Εικόνα 21 : Προετοιμασία πειράματος



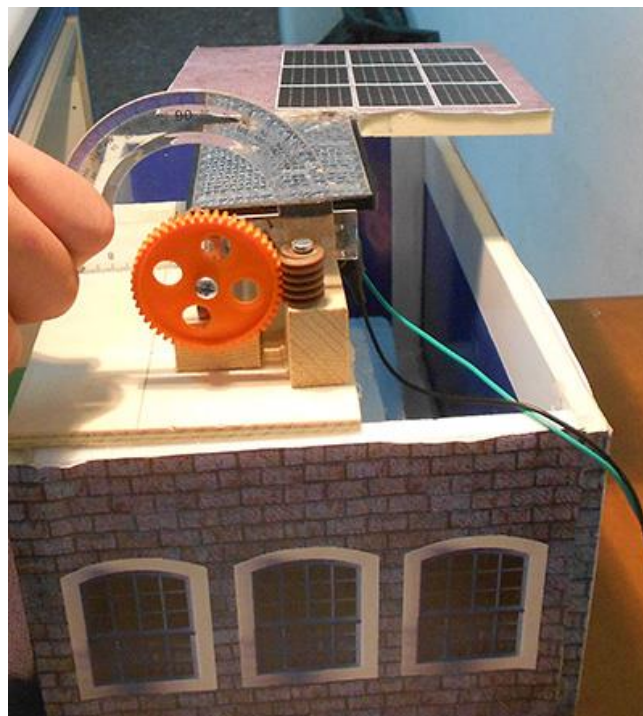
Εικόνα 22



Εικόνα 23 : Τοποθέτηση μοιρογνωμονίου για ακριβή προσδιορισμό της γωνίας πρόσπτωσης των ακτίνων του φωτός στο φωτοβολταϊκό



Εικόνα 24: Αλλαγή θέσης της απόστασης του φωτοβολταϊκού από το φωτιστικό σε 35 εκ., για καλύτερη διακύμανση τιμών , στις διάφορες θέσεις της γωνίας πρόσπτωσης των ακτίνων του φωτός



Εικόνα 25

4δ. Κατάλογος υλικών- συσκευών- μηχανών-εργαλείων πειράματος και εκτίμησης κόστους της έρευνας

A/A	Υλικό – συσκευή- εργαλείο- μηχανή	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΚΟΣΤΟΣ
1.	Μακετόχαρτο πάχους 10εκ. και τμχ. dow	Διάφορα τμχ.	Από το εργαστήριο
2.	Εκτύπωση τοιχοποιίας και δαπέδου δοκιμίου	2 σελ. A3	0,80 €
3.	Σωληνάρια σιλικόνης	2τμχ.	0,40 €
4.	Ατέρμονας κοχλίας ακριβείς	1 τμχ.	1,10 €
5.	Γρανάζι 50 δοντιών	1τμχ.	1,60 €
6.	Φωτοβολταϊκό στοιχείο	1τμχ.	7,50 €
7.	Μεταλλικό στέλεχος με 5 τρύπες	1τμχ.	0,55 €
8.	Καδρονάκι 20X30 mm	1τμχ.	1,60 €
9.	Κόντρα πλακέ 3 πάχους 6 mm	1τμχ.	4,90 €
10.	Νοβοπανόβιδα 2,9 X 9,5	1 τμχ.	0,15 €
11.	Παξιμάδια - κατσαβιδόβιδες	3τμχ.	1,20 €
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ			19,80
12.	Ψαλίδι (για κοπή εκτυπώσεων τοιχοποιίας)		Από το εργαστήριο
13.	Κροκοδειλάκια (σύνδεση ακροδεκτών πολύμετρου και φωτοβολταϊκού)	2τμχ.	Από το εργαστήριο
14.	Πολύμετρο (μέτρηση της τάσης)		Από το εργαστήριο
15.	Πιστόλι σιλικόνης (επικόλληση μακετόχαρτου και dow)		Από το εργαστήριο

4ε. Παρουσίαση δεδομένων – μετρήσεων

Μετρήσεις 1ου πειράματος (Τετάρτη 6 /4/ 2016)
Εργαστήριο τεχνολογίας
Απόσταση φωτεινής πηγής : 10 εκ.

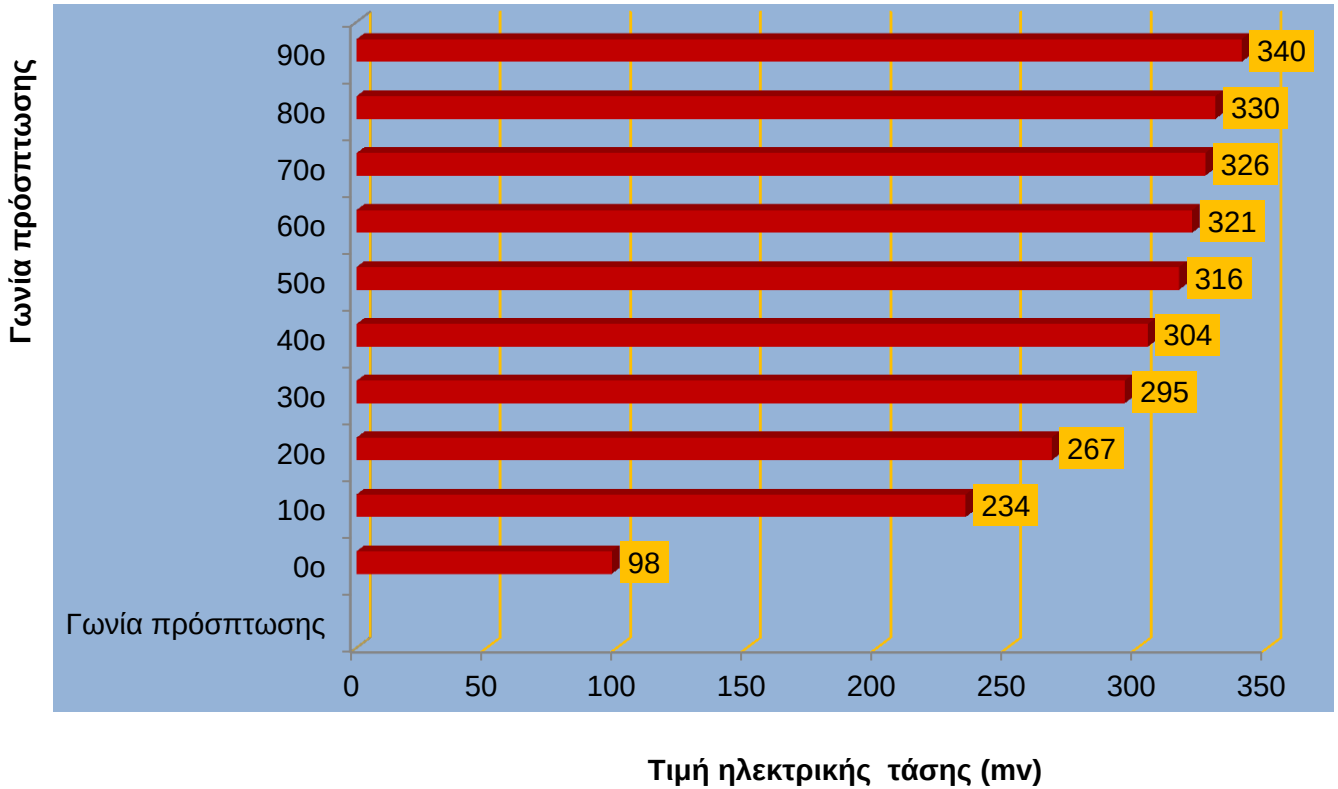
Γωνία πρόσπτωσης	Ηλεκτρική Τάση (mV)
0°	469
10°	480
20°	484
30°	486
40°	488
50°	490
60°	491
70°	492
80°	493
90°	494

Μετρήσεις 2ου πειράματος
(Τετάρτη 6 /4/ 2016)
Εργαστήριο τεχνολογίας
Απόσταση φωτεινής πηγής : 35 εκ.

Γωνία πρόσπτωσης	Ηλεκτρική τάση Τάση (mV)
0°	98
10°	234
20°	267
30°	295
40°	304
50°	316
60°	321
70°	326
80°	330
90°	340

4στ. Ανάλυση αποτελεσμάτων -Γραφήματα

Μεταβολή Γωνίας πρόσπτωσης ακτίνων φωτός σε σχέση με την κάθετο της επιφάνειας φωτοβολταϊκού στοιχείου και της παραγόμενης ηλεκτρικής τάσης



Αν αναλύσουμε τα αποτελέσματα παρατηρούμε , ότι υπάρχει μείωση της παραγόμενης ηλεκτρικής τάσης από 3% έως 10% , για την περιοχή από 80°-40° της θέσης του φωτοβολταϊκού σε σχέση προς την κάθετο στην επιφάνεια του, από την πρόσπτωση των ακτίνων του φωτός και η μείωση γίνεται σημαντικότερη στα υπόλοιπα επίπεδα τιμών της γωνίας πρόσπτωσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνάς μας , όπως αναφέρεται παραπάνω , επιβεβαίωσε την αρχική υπόθεση της έρευνας και έτσι οδηγηθήκαμε στο παρακάτω συμπέρασμα :

Αν η γωνία πρόσπτωσης των ακτίνων του φωτός, μειωθεί σε σχέση με την κάθετο προς την επιφάνεια ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου (90°), θα μειωθεί και η παραγόμενη ηλεκτρική τάση που τροφοδοτείται ένα ηλιακό σπίτι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΑΠΟ ΑΛΛΟΥΣ ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ

Βασιζόμενοι στα αποτελέσματα της έρευνάς μας , η ομάδα μας προτείνει παρακάτω κάποιες συμπληρωματικές έρευνες , που εντόπισε και που θεωρεί ότι θα πρέπει να ερευνηθούν στο μέλλον από άλλους ερευνητές. Μπορούν να εφαρμοσθούν σε διάφορες κατασκευές με φωτοβολταϊκά, είτε με την επίδραση των ακτίνων του ήλιου ή κάποιας φωτεινής πηγής που επιδρά στο φωτοβολταϊκό,

- ☞ Πως επηρεάζει ο προσανατολισμός ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου , με σταθερή την γωνία κλίσης του προς το οριζόντιο επίπεδο (π.χ. 40°) , την τιμή της παραγόμενης τάσης σε μία ηλιακή κατασκευή
- ☞ Πως επηρεάζει ο αριθμός των φωτοβολταϊκών , την τιμή της παραγόμενης τάσης σε μία ηλιακή κατασκευή , διατηρώντας σταθερή την γωνία κλίσης τους, προς το οριζόντιο επίπεδο (π.χ. 30°)
- ☞ Πως επηρεάζει η τιμή της φωτιστικής ισχύος (20 W – 40 έως 100 W) του λαμπτήρα φωτιστικού σώματος, την τιμή της παραγόμενης τάσης ,σε κατασκευή με φωτοβολταϊκό στοιχείο, όταν εφαρμόζεται κάθετα στην επιφάνειά του.

ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ



- <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=286&language=el-GR>
- <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=tIWivAtpz24%3d&tabid=541>
- http://www.selasenergy.gr/fv_panels.php
- <http://www.iqsolarpower.com/diy-solar/emergencies/>
- <http://www.iqsolarpower.com/diy-solar/electric-bicycles/>
- <http://www.bigsolar.gr/el/%CF%83%CF%85%CF%87%CE%BD%CE%AD%CF%82-%CE%B5%CF%81%CF%89%CF%84%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82-a11>
- <http://solar.com.gr/el/grid.asp>
- http://www.irantousis.gr/01_TEXNOLOGIA_A! TAKSIS/04_grapti_ergasia_a/27_fotov_oltaiki_katoikia.pdf
- <http://education.nationalgeographic.org/encyclopedia/renewable-energy/>
- <http://smarteco.gr/%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%89%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%83-%CF%80%CE%B7%CE%B3%CE%B5%CF%83-%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%83/%CE%B7%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%B7-%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1-%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CE%B9%CE%BA%CE%B1/>
- <http://www.aggeliestanea.gr/Article.aspx?ArticleId=4650954>
- https://el.wikibooks.org/wiki/%CE%A7%CF%81%CE%AE%CF%83%CE%B7_%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CF%8E%CE%BD_%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD_%CE%BA%CE%B1%CE%B9_%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%AE_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82_%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD_%CE%95%CF%85%CF%81%CF%8E%CF%80%CE%B7
- <http://www.env-edu.gr/Documents/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC%20-%20%CE%88%CE%BD%CE%B1%CF%82%20%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82%20%CE%BF%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82.pdf>