

ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**« Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών
και φωτοβολταϊκών πάνελ»**



ΚΕΧΡΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

A.M. 3526

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΔΡΕΑΣ ΒΛΗΣΙΔΗΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ , ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2012

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών
και φωτοβολταϊκών πάνελ»

Στην οικογένεια μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την εκπόνηση της παρούσας εργασίας ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο Τμήμα Ηλεκτρολογίας του ΑΤΕΙ Κρήτης. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Αντρέα Βλησίδη για την αμέριστη βοήθεια και συμπαράσταση που μου έδειξε σε όλη την διάρκεια εκπόνησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας καθώς και τους υπόλοιπους καθηγητές που γνώρισα και συνεργάστηκα μαζί τους στα πλαίσια των σπουδών μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου καθώς και τους γονείς μου για την πρακτική και ηθική τους υποστήριξη. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στον συμφοιτητή μου Μαυραειδή Βασίλη.

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	8
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
1.1 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)	12
1.2 ΜΟΡΦΕΣ ΤΩΝ ΑΠΕ	13
1.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ Α.Π.Ε.....	14
1.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ Α.Π.Ε.....	15
1.5 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ	18
2.1 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	19
2.2 ΕΦΑΡΜΟΦΕΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	20
2.3 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ.....	21
2.3.1 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΙΑΣ ΜΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	21
2.3.2 ΤΥΠΟΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ.....	22
2.3.3 ΚΑΜΠΥΛΗ ΙΣΧΥΟΣ ΜΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	24
2.3.4 ΜΕΡΗ ΜΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : “LABO” ΚΑΙ «ΔΟΞΑ»	29
3.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ.....	30
3.2 ΔΟΞΑ	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο : ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ “WIND”	32
4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.....	33
4.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ WEIBULL	33
4.3 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΕΝΤΟΛΩΝ	36
4.3.1 ΕΚΚΑΘΑΡΙΣΗ ΜΝΗΜΗΣ.....	36
4.3.2 ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΟ EXCEL.....	37
4.3.3 MESSAGE BOX.....	37

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

4.3.4 Η ΕΝΤΟΛΗ IF.....	38
4.3.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΥΨΟΥΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	38
4.3.6 ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ.....	38
4.3.7 ΣΧΗΜΑ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	39
4.3.8 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ.....	40
4.3.9 ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ.....	41
4.3.10 CUT IN SPEED.....	41
4.3.11 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	42
4.3.12 ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΝΤΑΣ ΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ WEIBULL.....	42
4.3.13 ΙΣΧΥΣ ΑΝΕΜΟΥ.....	43
4.3.14 ΙΣΧΥΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	43
4.3.15 ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ.....	45
4.3.16 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	45
4.3.17 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΤΑΞΥ ΔΥΟ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ.....	46
4.3.18 ΚΕΡΔΟΣ.....	46
4.3.19 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΕΡΔΟΥΣ.....	46
4.3.20 MESSAGE BOX.....	46
4.4 ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ.....	47
4.4.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ.....	47
4.4.2 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....	47
4.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	51
4.5.1 1 ΙΟΥΛΙΟΥ 2010.....	51
4.5.2 2 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2010.....	54
4.5.3 ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2011.....	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο : ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	60
5.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	60
5.2 ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ.....	63

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

5.3 ΕΙΔΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ	64
5.3.1 Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ	64
5.3.2 Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ	64
5.3.3 Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΠΤΟΥ ΦΙΛΜ.....	65
5.3.4 Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΜΟΡΦΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ	65
5.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Φ/Β ΠΛΑΙΣΩΝ.....	66
5.5 ΗΛΙΑΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο : ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ “SOLAR”	69
6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.....	70
6.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ GAUSSIAN.....	70
6.3 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΕΝΤΟΛΩΝ	74
6.3.1 ΕΚΚΑΘΑΡΙΣΗ ΜΝΗΜΗΣ.....	74
6.3.2 ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΟ EXCEL.....	74
6.3.3 ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ	75
6.3.4 ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΑΡΝΗΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	75
6.3.5 ΜΕΤΡΗΤΗΣ	75
6.3.6 INPUT BOX.....	76
6.3.7 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	76
6.3.8 GAUSSIAN FITTING.....	77
6.3.9 ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΚW	78
6.3.10 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟ MESSAGE BOX.....	79
6.3.11 ΗΛΙΑΚΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ	79
6.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ.....	80
6.4.1 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΠΑΝΕΛ.....	80
6.4.2 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ.....	80
6.4.3 ΙΣΧΥΣ ΕΝΟΣ ΗΛΙΑΚΟΥ ΠΑΝΕΛ.....	80
6.4.4 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΤΩΝ ΠΑΝΕΛ.....	80
6.4.5 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΕΝΑ ΗΛΙΑΚΟ ΠΑΝΕΛ	80

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

6.4.6 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΠΑΝΕΛ	80
6.5 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	81
6.5.1 ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	81
6.5.2 ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕ GAUSSIAN FITTING.....	81
6.5.4 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΑ ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΝΕΛ	83
ΑΡΧΕΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	84
1) ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ “WIND”	84
2) ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ “SOLAR”	103
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ	114

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η επιλογή του θέματος της πτυχιακής εργασίας απορρέει από το ενδιαφέρον να ασχοληθώ με τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Παρατηρώντας τη γενική ανησυχία που επικρατεί σχετικά με την κλιματική αλλαγή, συνειδητοποιεί κανείς την σημαντικότητα της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Η αιολική αλλά και η ηλιακή ενέργεια αποτελούν μια μορφή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι οποίες αναπτύσσονται έντονα τα τελευταία χρόνια και θα συνεχιστούν να αναπτύσσονται με γοργούς ρυθμούς στο μέλλον.

Για τον λόγο αυτό, η συγκεκριμένη εργασία αποτελεί μια πολύ καλή ευκαιρία ενασχόλησης μου σε προπτυχιακό επίπεδο με τον τομέα της αιολικής και ηλιακής ενέργειας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η δημιουργία προγράμματος με την χρήση του Matlab, το οποίο μπορεί και συγκρίνει την ηλιακή ακτινοβολία και το αιολικό δυναμικό (ποιότητα) σε μια περιοχή. Συγκεκριμένα, παίρνει τις μετεωρολογικές μετρήσεις από ανεμογεννήτριες και φωτοβολταϊκά πάνελ που πρόκειται να εγκατασταθούν σε κάποιες τοποθεσίες και υπολογίζει την ενέργεια που παράγουν. Είναι αρκετά χρήσιμο αν θέλουμε, παραδείγματος χάρη να επενδύσουμε σε ένα αιολικό ή ηλιακό πάρκο, να ξέρουμε από πριν την κατάλληλη τοποθεσία για την μέγιστη δυνατή απόδοση. Με τον υπολογισμό της ποιότητας του αέρα, ο επενδυτής μπορεί να αποφασίσει αν η συγκεκριμένη περιοχή θα είναι ανταποδοτική και κερδοφόρα ή όχι.

Οι περιοχές όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι μια ορεινή περιοχή έξω από το Ηράκλειο, ύψους 900 μέτρων (αιολικό δυναμικό) με το όνομα Δόξα και ένας χώρος στο Αιολικό Πάρκο του ΤΕΙ Κρήτης, με το όνομα Labo, ύψους 90 μέτρων.

Το πρόγραμμα αυτό φτιάχτηκε όχι μόνο για να είναι χρήσιμο στην Δόξα ή στο Labo, αλλά και σε οποιαδήποτε άλλη θέση της Κρήτης, της Ελλάδας ή παγκοσμίως, έχοντας υπόψη σε μορφή EXCEL τα μετεωρολογικά δεδομένα.

ABSTRACT

The subject of this thesis is to create a program using the Matlab, which can compare the solar radiation and the wind potential (quality) in an area. Specifically, it takes the meteorological measurements of wind turbines and solar panels to be installed in some locations and calculates the energy they produce. It is quite useful, if you want for example to invest in a wind or solar park, to know in advance the appropriate location for maximum efficiency. By calculating the air quality, the investor can decide whether this area will be regarding and profitable or not.

The area where the measurements were taken is a mountainous region outside Heraklion, height of 900 meters (wind potential) named Doxa and an area in Aeolian Park of Educational Institute of Crete, called Labo, height of 90 meters.

The program was create not only to be useful in Doxa or Labo, but also in any other place in Crete, Greece or worldwide, having regard in EXCEL format meteorological data.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1⁰

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

Η σύγχρονη εποχή χαρακτηρίζεται από την τεράστια κλιματική τελευταίας εκατονταετίας εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου που έχει ως αλλαγή της αποτέλεσμα την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας κι ως συνέπεια την αύξηση της στάθμης των θαλάσσιων υδάτων και την δημιουργία δυσμενών και ακραίων καιρικών συνθηκών. Αιτία αυτού του φαινομένου είναι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, που προκύπτουν από την υπερεκμετάλλευση του πετρελαίου και των άλλων γνωστών ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας. Απόρροια του γεγονότος αυτού, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση εξαιτίας της ραγδαίας αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού και σε συνάρτηση με τη μείωση των αποθεμάτων των καυσίμων, ήταν η ανθρωπότητα να στραφεί σε άλλες εναλλακτικές μορφές ενέργειας, τις γνωστές στο ευρύτερο κοινό και ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Πλέον έχει γίνει κοινή συνείδηση όλων η χρήση αυτών των ανεξάντλητων και φυσικών μορφών ενέργειας που μόνο θετικά έχει να προσφέρει στο ανθρώπινο γένος και στο περιβάλλον του (χλωρίδα και πανίδα) αλλά και γενικότερα στον πλανήτη που κατοικεί. Αυτή την στιγμή ο άνθρωπος έχει καταφέρει να εκμεταλλευθεί αρκετές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως την αιολική, την ηλιακή, τη γεωθερμία, την υδατόπτωση, την κυματική, τη βιομάζα αλλά και τη χημική ενέργεια του υδρογόνου. [1]



«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ, καθώς και την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδεκτών τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους, παρουσιάστηκε μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1973, ενισχύθηκε μετά τη δεύτερη κρίση του 1979 και παγιώθηκε την τελευταία δεκαετία, μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων που δημιουργούν οι συμβατικές Πηγές Ενέργειας. Ιδιαίτερα ακριβές στην αρχή, ξεκίνησαν σαν πειραματικές εφαρμογές. Σήμερα όμως λαμβάνονται υπόψη στους επίσημους σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών για την ενέργεια και, αν και αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής παραγωγής, ετοιμάζονται βήματα για την παραπέρα αξιοποίησή τους. Το κόστος δε των εφαρμογών ήπιων μορφών ενέργειας πέφτει τα τελευταία είκοσι χρόνια και ειδικά η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια, αλλά και η βιομάζα, μπορούν πλέον να αγωνίζονται παραδοσιακές πηγές ενέργειας όπως ο άνθρακας και η πυρηνική ενέργεια. Ενδεικτικά στις Η.Π.Α. ένα 6% της ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, ενώ στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 25% της ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (κυρίως υδροηλεκτρικά και βιομάζα). Στην Ελλάδα επικρατούν πολύ ευνοϊκές συνθήκες αξιοποίησης της ηλιακής και αιολικής ενέργειας, λόγω της μεγάλης ηλιοφάνειας που παρουσιάζεται στη χώρα ακόμα και κατά τη χειμερινή περίοδο και των μεγάλων ταχυτήτων του ανέμου στο Αιγαίο. [5]

1.2 ΜΟΡΦΕΣ ΤΩΝ ΑΠΕ

- Αιολική ενέργεια
- Ηλιακή ενέργεια
- Υδροηλεκτρική ενέργεια
- Βιομάζα
- Αστικά απορρίμματα
- Γεωθερμική ενέργεια
- Κυματική ενέργεια [1]

1.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ Α.Π.Ε.

Τα οφέλη που προκύπτουν από την εκμετάλλευση των Α.Π.Ε. δεν είναι μόνο οικονομικής φύσεως. Η αξιοποίηση αυτών των ενδογενών ενεργειακών πόρων μπορεί να επιφέρει σημαντικές θετικές περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις στην περιφερειακή και τοπική ανάπτυξη.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των Α.Π.Ε. που ουσιαστικά τους δίνουν τον πρώτο λόγο στην μελλοντική παραγωγή ενέργειας είναι:

1. Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στην μείωση της εξάρτησης από τους εξαντλήσιμους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους, των οποίων τα αποθέματα ελαττώνονται με την πάροδο του χρόνου.
2. Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής αυτόαρκειας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο.
3. Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, παρέχοντας την δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από την μεταφορά ενέργειας.
4. Προσφέρουν την δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα των ενεργειακών αναγκών των χρηστών (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών, αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή).
5. Έχουν συνήθως χαμηλό ενεργειακό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ιδιαίτερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
6. Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των Α.Π.Ε. έχουν σχεδιαστεί για να καλύπτουν τις ανάγκες των χρηστών σε μικρή κλίμακα εφαρμογών ή και σε μεγάλη κλίμακα αντίστοιχα, έχουν μικρή διάρκεια κατασκευής, επιτρέποντας έτσι την γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας.

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

7. Οι επενδύσεις των Α.Π.Ε. χαρακτηρίζονται ως «εντάσεως ενέργειας», συμβάλλουν δηλαδή στην δημιουργία πολλών θέσεων εργασίας ιδιαίτερα σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο.
8. Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική και περιφερειακή ανάπτυξη, με την προώθηση αναλόγων επενδύσεων (π.χ. αιολικά πάρκα, εργοστάσια ενεργειακής αξιοποίησης γεωργικής βιομάζας, θερμοκηπιακές καλλιέργειες με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας).
9. Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

1.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ Α.Π.Ε.

Οι Α.Π.Ε. παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα που λειτουργούν ανασταλτικά στην αξιοποίησή τους. Μερικά από αυτά είναι:

1. Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.
2. Επίσης, για τον ίδιο λόγο, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
3. Η παροχή και η απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
4. Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη και ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

5. Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω από το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.
6. Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος, σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων, είναι ακόμα υψηλό.

1.5 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Από το 1997 που επεγράφη το Πρωτόκολλο του Κιότο, οι επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές αυξάνονται διαρκώς με ταχείς ρυθμούς. Η εγκατεστημένη ισχύς σε ανεμογεννήτριες αυξάνεται με 25-30 % ετησίως, τα φωτοβολταϊκά με 50-60 % ετησίως, οι ηλιακοί συλλέκτες για θέρμανση νερού κατά 15-20 % ετησίως και η παραγωγή και χρήση βιοκαυσίμων κατά 15-20 % ετησίως.

Παγκοσμίως ολοένα και περισσότερες χώρες στοχεύουν να αυξήσουν την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, διαμορφώνοντας τα θεσμικά πλαίσια για την προσέλκυση επενδύσεων. Σήμερα, 58 χώρες έχουν θέσει στόχους για την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό τους ισοζύγιο συμπεριλαμβανομένων και αναπτυσσόμενων χωρών αλλά και πολιτειών/περιφερειών των ΗΠΑ και του Καναδά, και η πλειοψηφία αυτών έχει διαμορφώσει συγκεκριμένες πολιτικές και κίνητρα για την χρήση ΑΠΕ. Την πρωτοπορία στον κλάδο διαθέτει η Ευρώπη, έχοντας άνω του 35 % του παγκόσμιου δυναμικού σε παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Σήμερα, πάνω από 70 χώρες έχουν αιολική ενέργεια, μεταξύ τους και αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα, Αίγυπτος, Μεξικό, Ιράν, Βραζιλία κ.α. Η Ινδία και η Κίνα έχουν πολύ μεγάλη ισχύ σε αιολική ενέργεια κατέχοντας 4^η και 6^η θέση αντίστοιχα (με τη Γερμανία και την Ισπανία να κατέχουν την 1^η και 2^η θέση) στη παγκόσμια κατάταξη το 2006 όσο αφορά την εγκατεστημένη ισχύ αιολικών πάρκων.

Χώρες όπως η Γερμανία κατάφεραν να χρησιμοποιήσουν με τέτοιο τρόπο τις εναλλακτικές μορφές ενέργειας ώστε εκτός από τα πρωτεύοντα αποτελέσματα να

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

αποκτήσουν οφέλη σε επίπεδο τεχνογνωσίας και κατασκευαστικής δραστηριότητας. Ο εξοπλισμός και οι κατασκευές στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελούν μεγάλο κομμάτι της βιομηχανικής παραγωγής της Γερμανίας, μαζί με τη βιομηχανική παραγωγή σε αυτοκίνητα και μηχανικά εργαλεία.

Σε μια άλλη περιοχή της Ευρώπης, στην Σκωτία, οι σημαντικότερες οικονομικές δραστηριότητες τα τελευταία χρόνια προέρχονται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εκεί έχει πραγματοποιηθεί ένα σπουδαίο επίτευγμα με 1,5 εκατομμύριο νοικοκυριά να έχουν ρεύμα από ανανεώσιμες πηγές. Το 2007 στην γιορτή της Πράσινης Ενέργειας ανακοίνωσαν ότι ήταν η μέρα κατά την οποία οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ξεπέρασαν σε ικανότητα παραγωγής την πυρηνική ενέργεια. Ακόμη και σε αυτήν την περίοδο της οικονομικής κρίσης η Σκωτία διαθέτει ανεβασμένους οικονομικούς δείκτες, πράγμα που αποδεικνύει την σημαντική συμβολή των ανανεώσιμων πηγών στην οικονομία της χώρας.

Ανάλογα οικονομικά οφέλη απολαμβάνει και η Δανία όπου περισσότεροι από 15.000 άνθρωποι ζουν από την αιολική ενέργεια, σχεδιάζοντας και κατασκευάζοντας ανεμογεννήτριες ή προσφέροντας συμβουλευτικές υπηρεσίες καθώς και υπηρεσίες κατασκευαστικών έργων. Σήμερα η απασχόληση ανθρωπίνου δυναμικού στη Δανέζικη βιομηχανία αιολικής ενέργειας είναι μεγαλύτερη από ότι η αντίστοιχη απασχόληση στην ιχθυοβιομηχανία. Η παραγωγή ανεμογεννητριών στη χώρα αυτή συνδυάζεται με την προσφορά 5.000 επιπλέον θέσεων εργασίας σε άλλες χώρες όπου αναγείρονται ή κατασκευάζονται μέρη του εξοπλισμού των ανεμογεννητριών όπως οι γεννήτριες και τα κιβώτια ταχυτήτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

2.1 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η κινητική ενέργεια του ανέμου αποτελεί μία ενδιαφέρουσα πηγή ενέργειας, η οποία ονομάζεται “αιολική ενέργεια”. Η αιολική ενέργεια ανήκει στις ήπιες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας, δεδομένου ότι αφενός δεν ρυπαίνει το περιβάλλον και αφετέρου είναι θεωρητικά ανεξάντλητη.

Η αιολική ενέργεια είναι μια μορφή ενέργειας που δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία. Η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης από τον ήλιο προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργεί δηλαδή τους ανέμους. Υπολογίζεται ότι το 2% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια των αερίων μαζών εκ των οποίων το 35% διαχέεται σε απόσταση 1 km από την επιφάνεια της γης.



Εάν υπήρχε η δυνατότητα με τη σημερινή τεχνολογία, να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό δυναμικό της γης, εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ηλεκτρική ενέργεια από τον άνεμο θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα. Υπολογίζεται ότι στο 25% της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας πάνω από 5,1m/sec, σε ύψος 10m πάνω από το έδαφος.

Όταν οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτή την τιμή, τότε το αιολικό δυναμικό του τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα. Άλλωστε το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί ότι η αιολική ενέργεια διανύει την πρώτη περίοδο ωριμότητας, καθώς είναι πλέον ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας.

Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και η αιολική ενέργεια μπορεί αν γίνει σημαντικός μοχλός ανάπτυξής της. Από το 1982, όπου

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

εγκαταστάθηκε από τη ΔΕΗ το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο, μέχρι και σήμερα έχουν εγκατασταθεί στην Άνδρο, στην Εύβοια, στην Λήμνο, Λέσβο, Χίο, Σάμο και στην Κρήτη εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο συνολικής ισχύος πάνω από 30MW.

Μεγάλο ενδιαφέρον επίσης δείχνει και ο ιδιωτικός τομέας για την εκμετάλλευση της εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, ιδιαίτερα στην Κρήτη, όπου το Υπουργείο Ανάπτυξης έχει εκδώσει άδειες εγκατάστασης για νέα αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος δεκάδων MW.

2.2 ΕΦΑΡΜΟΦΕΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η χρήση της αιολικής ενέργειας για τις διάφορες εφαρμογές της στηρίζεται κυρίως στο γεγονός της μετατροπής της σε μηχανική ενέργεια. Ήδη, από τα αρχαία χρόνια ο άνθρωπος επινόησε τρόπους εκμετάλλευσής της, κάποιους από τους οποίους χρησιμοποιεί και σήμερα. Οι κυριότερες εφαρμογές της αιολικής ενέργειας αφορούν την:

α) Παραγωγή ηλεκτρισμού για χρήση είτε σε μεμονωμένες αυτόνομες εγκαταστάσεις, είτε σε μεγαλύτερο δίκτυο μέσω ηλεκτροπαραγωγικού σταθμού με τη βοήθεια ανεμογεννητριών.

β) Αφαλάτωση είτε με τη μέθοδο της αντίστροφης όσμωσης κατά την οποία χρησιμοποιείται η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται για την λειτουργία των αντλιών που προωθούν το προς αφαλάτωση νερό, είτε με τη μέθοδο συμπίεσης ατμών κατά την οποία η κίνηση του αποσυμπιεστή ατμών γίνεται με τη βοήθεια της περιστροφικής κίνησης του δρομέα.

γ) Παραγωγή θερμότητας με τη μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ηλεκτρική και ακολούθως σε θερμική. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση χώρων εργασίας, αποξήρανση γεωργικών προϊόντων, θέρμανση θερμοκηπίων κ.ά.

δ) Παραδοσιακή χρήση (άλεση, άντληση νερού, ύδρευση κ.ά.)

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

ε) Άλλες χρήσεις όπως η ηλεκτρόλυση ύδατος, η φόρτιση συσσωρευτών και η παραγωγή καυσίμου υδρογόνου.

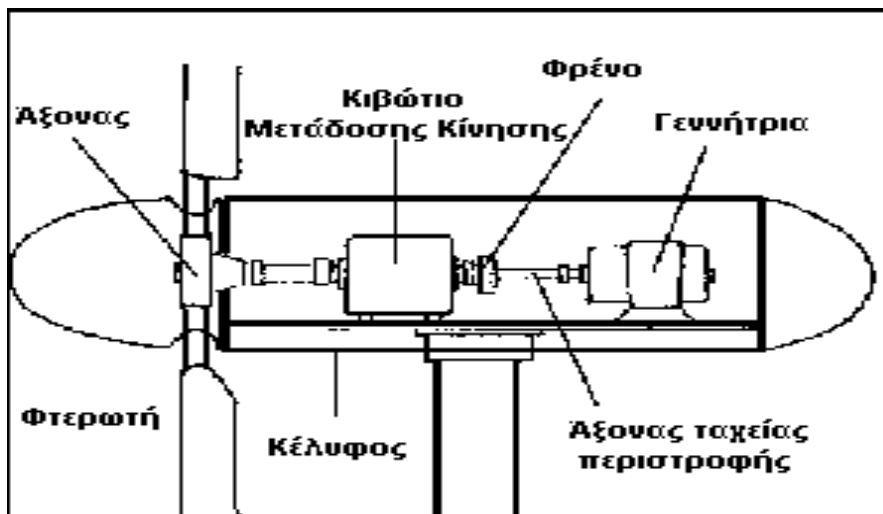
2.3 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Οι ανεμογεννήτριες είναι διατάξεις εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας, οι οποίες μπορούν να θεωρηθούν σαν εξελιγμένες μορφές των παλιών ανεμόμυλων και μετατρέπουν την μηχανική ενέργεια που παράγεται από την κίνηση των πτερυγίων, σε ηλεκτρική. Ως ηλεκτρικές γεννήτριες οι ανεμογεννήτριες είναι συνδεδεμένες σε ηλεκτρικό δίκτυο το οποίο περιλαμβάνει φόρτιση συστοιχιών συσσωρευτών, συστήματα δικτύων κατοικημένων περιοχών, δίκτυα σε απομονωμένες περιοχές ή νησιά και μεγάλα δίκτυα κοινής ωφέλειας. [3]

2.3.1 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΙΑΣ ΜΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Ο άνεμος περιστρέφει τα πτερύγια μιας ανεμογεννήτριας, τα οποία είναι συνδεδεμένα με ένα περιστρεφόμενο άξονα. Ο άξονας περνάει μέσα σε ένα κιβώτιο μετάδοσης της κίνησης όπου αυξάνεται η ταχύτητα περιστροφής. Το κιβώτιο συνδέεται με έναν άξονα μεγάλης ταχύτητας περιστροφής, ο οποίος κινεί μια γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος.

Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα χωρίς τροφοδοτώντας απευθείας στην κατανάλωση, ή να συνδέονται και να διοχετεύουν την ηλεκτρική ενέργεια σε υπάρχον δίκτυο. Στην πρώτη περίπτωση (σε μικρές εγκαταστάσεις), επειδή ο άνεμος δεν είναι συνεχώς διαθέσιμος, είναι δυνατόν να γίνεται χρήση μιας ή περισσοτέρων ντιζελογεννητριών οι οποίες λειτουργούν παράλληλα τις ανεμογεννήτριες. Η δεύτερη περίπτωση αφορά τη μαζική εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, όπου συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών (αιολικό πάρκο) εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μία συγκεκριμένη θέση, διοχετεύοντας το σύνολο της παραγωγής.[3]



Σχήμα 1: Μέρη μιας ανεμογεννήτριας

2.3.2 ΤΥΠΟΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Λόγω του μεγάλου ενδιαφέροντος που παρουσιάζεται για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας και της τεχνολογικής εξέλιξης των τελευταίων δεκαετιών, εμφανίζονται διάφορου τύπου ανεμογεννήτριες οι οποίες κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες.

Ανάλογα με τον προσανατολισμό του άξονα περιστροφής διακρίνονται σε :

- **Οριζοντίου άξονα**, οι οποίες έχουν συνήθως τον άξονα τους παράλληλο προς την κατεύθυνση του ανέμου (head on), ενώ σε μερικές περιπτώσεις έχουμε ανεμογεννήτριες των οποίων ο άξονας είναι παράλληλος προς την επιφάνεια της γης και κάθετος προς την επιφάνεια του ανέμου (cross-wind).
- **Κατακόρυφου άξονα**, οι οποίες εμφανίζουν το σημαντικό πλεονέκτημα της αυτόματης προσαρμογής στη διεύθυνση του ανέμου, δεδομένου ότι ο άξονας τους είναι κάθετος σε αυτή καθώς και στην επιφάνεια της γης.

Ανάλογα με το μέγεθος και την ισχύ που παράγουν διακρίνονται σε μικρές, μεσαίες και μεγάλες ανεμογεννήτριες. Ανάλογα με τον αριθμό των πτερύγιων τους σε ολιγοπτερυγες και πολυπτερυγες, ενώ ανάλογα με την ταχύτητα περιστροφής τους διακρίνονται σε αργόστροφες και ταχύστροφες.

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

Όσο αφορά την ταχύτητα περιστροφής, το κριτήριο διαχωρισμού των ανεμογεννητριών είναι η παράμετρος περιστροφής λ (tip speed ratio), η οποία εκφράζει τον λόγο της ταχύτητας του ακροπτερυγίου προς την ταχύτητα του ανέμου και ισούται με:

$$\lambda = \frac{\omega_0 \cdot R}{v} \quad (1.1)$$

όπου ω_0 η γωνιακή ταχύτητα των πτερυγίων, R η ακτίνα της πτερωτής και v η ταχύτητα του ανέμου στον άξονα της μηχανής.

Η ταχύτητα περιστροφής μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται εκτός από τις αεροδυναμικές παραμέτρους και από το μέγεθος των πτερυγίων της μηχανής, δεδομένου ότι πρέπει να ληφθούν υπόψη λόγοι στατικής αντοχής, φαινόμενα δυναμικών καταπονήσεων και ταλαντώσεων, φυγόκεντρες δυνάμεις. Επιπλέον, καθοριστικό ρόλο παίζει και η διασύνδεση ή μη της εγκατάστασης με το ηλεκτρικό δίκτυο, δεδομένου ότι σε περιπτώσεις σύγχρονων ηλεκτρογεννητριών διασυνδεμένων με το δίκτυο, το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα πρέπει να έχει τη συχνότητα του κεντρικού δικτύου, δηλαδή 50 Hz για τη χώρα μας και τις χώρες της E.E. και 60 Hz για τις Η.Π.Α.

Η μέγιστη ισχύς που μπορεί να παράγει μια ανεμογεννήτρια καλείται ονομαστική ισχύς (rated power), ενώ η ταχύτητα του ανέμου για την οποία η παραγόμενη ισχύς ισούται με την ονομαστική ισχύς καλείται ονομαστική ταχύτητα (rated wind speed). Τυπικές τιμές για την ονομαστική ταχύτητα είναι 8-14 m/s.

Η ελάχιστη ταχύτητα του ανέμου που απαιτείται για την έναρξη της παραγωγής ισχύος από την ανεμογεννήτρια ονομάζεται ταχύτητα έναρξης λειτουργίας (cut-in wind speed), ενώ η μέγιστη ταχύτητα του ανέμου που επιτρέπεται να λειτουργήσει μια ανεμογεννήτρια ονομάζεται ταχύτητα αποσύνδεσης (cut-out wind speed). Οι μικρές ταχύτητες του ανέμου έχουν ιδιαίτερη σημασία επειδή έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης από τις υψηλές ταχύτητες, γι' αυτό και τα τελευταία χρόνια δίνεται μεγαλύτερη έμφαση σε ανεμογεννήτριες που εκμεταλλεύονται τις χαμηλές ταχύτητες του ανέμου. Επίσης, από μια ταχύτητα του ανέμου και μετά, η ισχύς που παράγει η ανεμογεννήτρια παραμένει σταθερή για λειτουργικούς σκοπούς. Έτσι, δεν μπορούμε να έχουμε εκμετάλλευση μεγάλου μέρους του αιολικού δυναμικού που

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

αφορά τις υψηλές ταχύτητες του ανέμου. Για ταχύτητες μεγαλύτερες της ταχύτητας αποσύνδεσης η ανεμογεννήτρια διακόπτει τη λειτουργία της και τίθεται σε διαδικασία επιβράδυνσης για να αποφευχθούν σοβαρές ζημιές. Τυπικές τιμές για την ταχύτητα αποσύνδεσης είναι 20-30 m/s.

Η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς που παράγεται από μία ανεμογεννήτρια δίνεται από την σχέση:

$$P = \frac{1}{2} \cdot C_p \cdot n \cdot \rho \cdot v^3 \cdot A \quad (1.2)$$

Όπου ρ η πυκνότητα του αέρα (kg/m^3), C_p ο συντελεστής ισχύος, n η μηχανική/ηλεκτρική αποδοτικότητα, v η ταχύτητα του αέρα και A το εμβαδόν του δίσκου του δρομέα.

Σε ιδανικές συνθήκες, η μέγιστη τιμή του C_p (γνωστή ως 'όριο Betz') είναι $16/27 = 0.593$, δηλαδή μία ανεμογεννήτρια μπορεί θεωρητικά να αποσπάσει το 59,3 % του ενεργειακού περιεχομένου της ροής του αέρα. Υπό κανονικές συνθήκες, όμως, ο συντελεστής ισχύος δεν υπερβαίνει την τιμή $C_p = 0.5$, αφού περιλαμβάνει όλες τις αεροδυναμικές απώλειες της ανεμογεννήτριας.

2.3.3 ΚΑΜΠΥΛΗ ΙΣΧΥΟΣ ΜΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Η καμπύλη ισχύος μιας ανεμογεννήτριας αποτελεί το σημαντικότερο στοιχείο της και ουσιαστικά την χαρακτηρίζει, ενώ είναι το βέλτιστο κριτήριο για την σύγκριση μεταξύ διαφορετικών ανεμογεννητριών. Επίσης, είναι το στοιχείο αυτό που κρίνει την καταλληλότητα μιας ανεμογεννήτριας μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία, αφού διαφορετικές κατανομές ανέμου, προκαλούν διαφορετικές συμπεριφορές από τις ανεμογεννήτριες κι άρα διαφορετική παραγωγή ενέργειας. Συνεπώς, η καμπύλη ισχύος βασίζεται σε διάφορα κριτήρια. Ανάλογα με την τεχνολογία της ανεμογεννήτριας, βασίζεται στην αεροδυναμική της ποιότητας και στις μεμονωμένες αποδοτικότητες του μηχανισμού και του ηλεκτρικού μέρους της κι

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

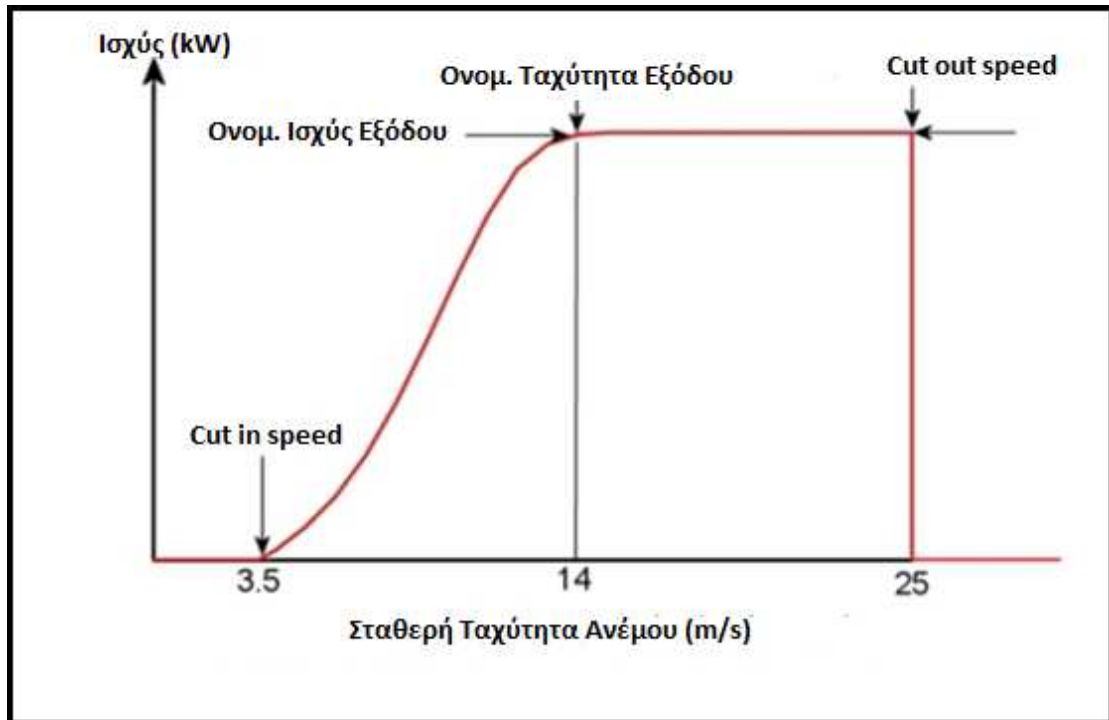
ανάλογα με την τοποθεσία που βρίσκεται, εξαρτάται και βασίζεται στις επικρατούσες συνθήκες ανέμου και στα χαρακτηριστικά του εδάφους.

Όσο αφορά στο μηχανικό-ηλεκτρικό κομμάτι μίας ανεμογεννήτριας υπάρχουν απώλειες λόγω:

- Της τριβής στον άξονα του δρομέα
- Της αποτελεσματικότητας του κιβωτίου ταχυτήτων
- Της αποδοτικότητας της ηλεκτρικής γεννήτριας και του αντιστροφέα που συνδέεται
- Της μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο (για διασυνδεδεμένα συστήματα) ή στις μπαταρίες (για αυτόνομα συστήματα)
- Της ανάγκης τροφοδότησης βοηθητικών λειτουργιών (εσωτερική κατανάλωση) και οργάνων μέτρησης που ενδεχομένως να υπάρχουν

Τα χαρακτηριστικά σημεία μιας καμπύλης ισχύος που την καθορίζουν και διακρίνονται εύκολα σε ένα διάγραμμα βρίσκονται σε τρεις χαρακτηριστικές, για κάθε ταχύτητα ανέμου, οι οποίες είναι Σχήμα 1:

- Η ταχύτητα ανέμου V_{cut-in} , η οποία αποτελεί την ταχύτητα κατά την οποία μία ανεμογεννήτρια αρχίζει να λειτουργεί και να παράγει ισχύ
- Η ταχύτητα V_{nom} , η οποία αποτελεί την ταχύτητα κατά την οποία η ανεμογεννήτρια ξεκινάει να λειτουργεί στα ονομαστικά της μεγέθη και να παράγει την ονομαστική της ισχύς.
- Η ταχύτητα αποκοπής $V_{cut-out}$, η οποία αποτελεί την ταχύτητα κατά την οποία η ανεμογεννήτρια σταματάει να λειτουργεί για λόγους ασφαλείας και για την αποφυγή μεγάλης καταπόνησης των υδραυλικών της κομματιών και κυρίως των πτερυγίων. Η ανάπτυξη μεγάλων ταχυτήτων στον δρομέα μπορεί να γίνει ανεξέλεγκτη, με κίνδυνο καταστροφής της γεννήτριας, αλλά και κίνδυνο αποκόλλησης της πτερωτής και άλλων μηχανικών κομματιών της με οδυνηρές συνέπειες για ότι βρίσκεται σε ακτίνα πολλών μέτρων. [4]



Σχήμα 2: Καμπύλη ισχύος ανεμογεννήτριας

2.3.4 ΜΕΡΗ ΜΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της και την ταχύτητα του ανέμου. Το μέγεθος είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει και ποικίλει από μερικές εκατοντάδες μέχρι μερικά εκατομμύρια Watt.

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

Οι τυπικές διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 500 kw είναι:

- Διάμετρος δρομέα: 40 μέτρα
- Ύψος: 30-40 μέτρα

Ενώ αυτής των 3 kw είναι:

- Διάμετρος δρομέα: 80 μέτρα
- Ύψος: 80-100 μέτρα

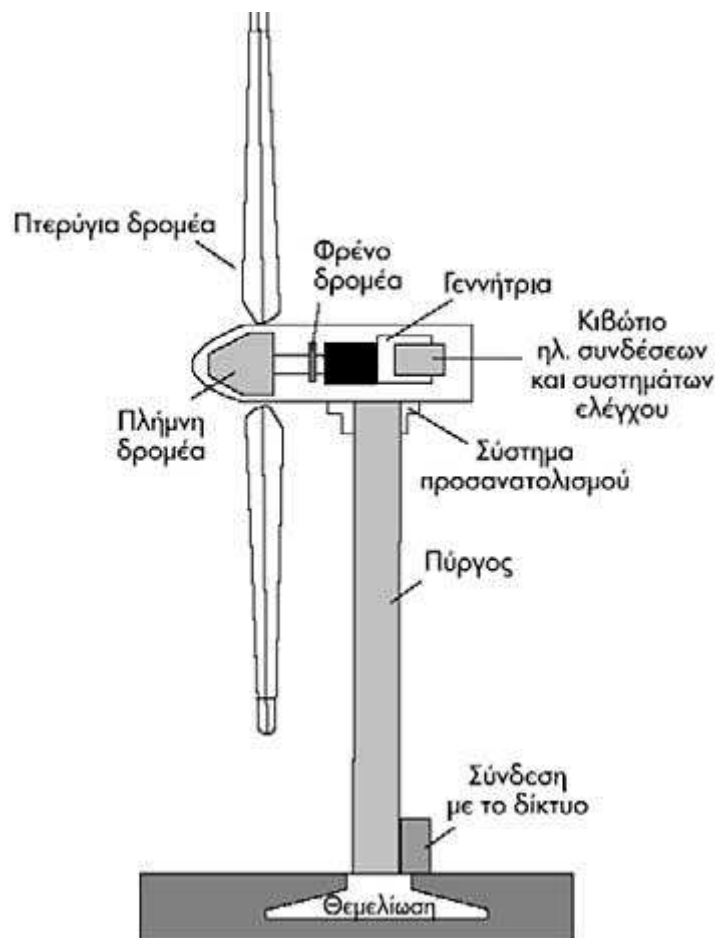
Παρόλο που δεν υφίσταται κανένας καθοριστικός ρόλος, εκτός ίσως από την εμφάνιση, στην αγορά έχουν επικρατήσει αποκλειστικά οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα, με δύο ή τρία πτερύγια.

Μία τυπική ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα αποτελείται από τα εξής μέρη:

1. **Τον δρομέα**, που αποτελείται συνήθως από τρία πτερύγια από ενισχυμένο πολυεστέρα. Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη είτε σταθερά, είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονά τους μεταβάλλοντας το βήμα.
2. **Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης**, αποτελούμενο από τον κύριο άξονα, τα έδρανα και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής.
3. **Την ηλεκτρική γεννήτρια**, σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους, η οποία συνδέεται με την έξοδο του πολλαπλασιαστή.
4. **Το σύστημα προσανατολισμού**, το οποίο αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με την διεύθυνση του ανέμου
5. **Τον πύργο**, ο οποίος στηρίζει όλη την παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση.
6. **Τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου**, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου. Το σύστημα ελέγχου παρακολουθεί,

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

συντονίζει αλλά και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας, φροντίζοντας για την απρόσκοπτη λειτουργία της. [3]



Σχήμα 3: Μέρη μιας ανεμογεννήτριας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3⁰

“LABO” ΚΑΙ «ΔΟΞΑ»

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

3.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ

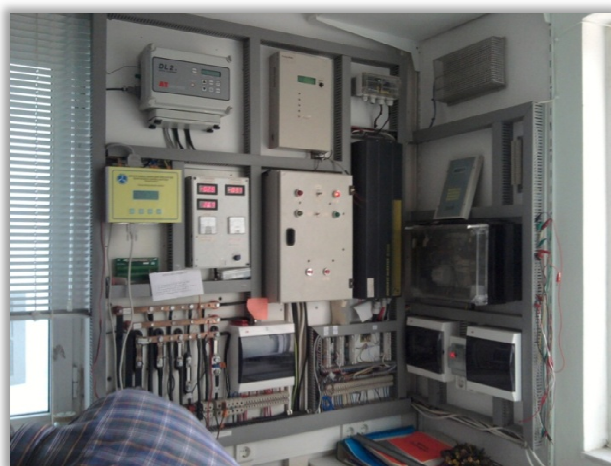
Ο μετεωρολογικός σταθμός που βρίσκεται στο Αιολικό Πάρκο του Τ.Ε.Ι. Κρήτης /Ηράκλειο, στεγάζεται σε ένα βιοκλιματικό σπίτι σε υψόμετρο 90 μέτρων. Από το 1999, καταγράφει τα μετεωρολογικά δεδομένα με την βοήθεια ενός data logger και έπειτα δημοσιεύονται στο διαδίκτυο (meteo.epp.teicrete.gr). Αποτελείται από έναν ιστό καιρού 10 μέτρων και από ένα καταγραφικό δεδομένων τύπου DL2e. [10]

Τα δεδομένα που καταγράφονται είναι:

- Εσωτερική θερμοκρασία
- Εξωτερική θερμοκρασία
- Κατεύθυνση ανέμου
- Ταχύτητα ανέμου
- Ηλιακή ακτινοβολία
- Βαρομετρική πίεση
- Υγρασία αέρα
- Συγκέντρωση CO₂



Σχήμα 4: Βιοκλιματικό Σπίτι



Σχήμα 5: Εσωτερική όψη

3.2 ΔΟΞΑ

Ένας δεύτερος μετεωρολογικός σταθμός βρίσκεται στην ορεινή περιοχή Δόξα, σε υψόμετρο 900 μέτρων. Αποτελείται από έναν ιστό καιρού 10 μέτρων και από ένα Symmetron Stylitis-40.

Τα δεδομένα που καταγράφει είναι:

- Εξωτερική θερμοκρασία
- Κατεύθυνση ανέμου
- Ταχύτητα ανέμου σε 10 μέτρα ύψος
- Ταχύτητα ανέμου σε 19 μέτρα ύψος [10]



Σχήμα 6: Ιστός καιρού στην Δόξα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4⁰

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ “WIND”

4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Το πρόγραμμα “wind” μας δίνει τη δυνατότητα να συγκρίνουμε είτε δύο ίδιες ανεμογεννήτριες σε διαφορετικά μέρη, είτε δύο διαφορετικές ανεμογεννήτριες στο ίδιο μέρος.

Οι μετρήσεις καταγράφονταν από τις 15/4/2010 έως τις 18/3/2011 κάθε δέκα λεπτά της ώρας καθημερινά και στα δύο μέρη που μας ενδιαφέρουν, στην Δόξα και στο Labo.

Έπειτα, αφού οι μετρήσεις είχαν περαστεί σε αρχεία excel, προσθέτονταν στο Matlab, όπου το πρόγραμμα με τη σειρά του τις διάβαζε και τις έτρεχε με σκοπό να γίνουν οι συγκρίσεις των δεδομένων.

Παρακάτω θα γίνει αναλυτική περιγραφή του προγράμματος, βήμα-βήμα.

4.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ WEIBULL

Η κατανομή Weibull περιγράφει ικανοποιητικά τα ανεμολογικά στοιχεία μιας περιοχής, μέχρι και το ύψος των 100 μέτρων, και έχει χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του αιολικού δυναμικού σε πολλές χώρες.

Πρόκειται για την κατανομή που καθορίζεται από δύο παραμέτρους και προσδιορίζει την πιθανότητα η ταχύτητα του ανέμου να βρίσκεται σε μια περιοχή της ταχύτητας u .

Η καμπύλη Weibull δίνεται από τη σχέση:

$$f(u) = \frac{k}{c} * \left[\frac{u}{c}\right]^{k-1} * e^{-\left(\frac{u}{c}\right)^k} \quad (1.3)$$

Όπου k η παράμετρος σχήματος (shape parameter) και c η παράμετρος κλίμακας (scale parameter).

Οι παράμετροι k και c ποικίλουν ανάλογα με την τοποθεσία επειδή εξαρτώνται από τις κλιματικές συνθήκες και τη διαμόρφωση του εδάφους. Γενικά, η παράμετρος c

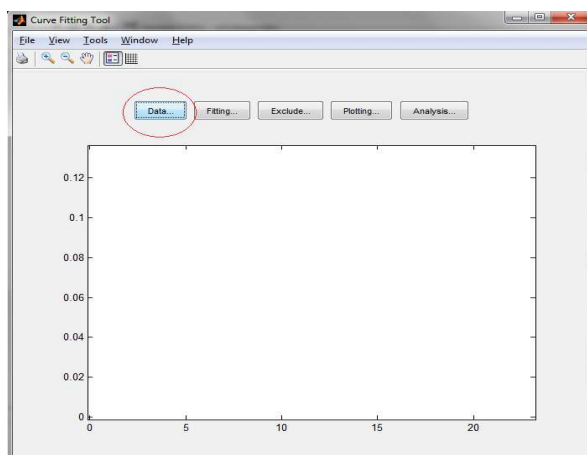
«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

δείχνει την ένταση των ανέμων που επικρατούν σε μια περιοχή και η παράμετρος k δείχνει πόσο «αιχμηρή» είναι η καμπύλη Weibull.

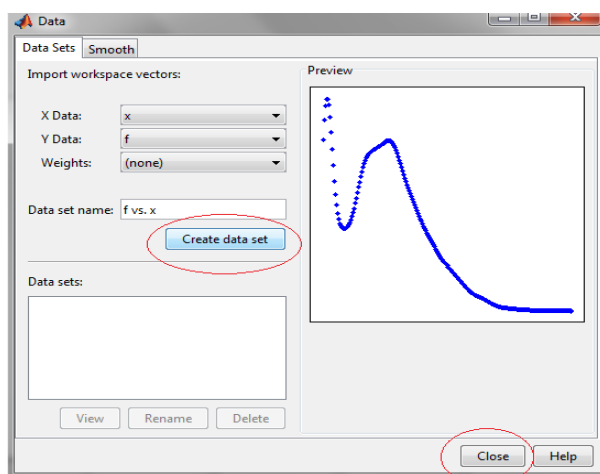
Προκειμένου να εφαρμοστεί η κατανομή Weibull, πρέπει πρώτα να καλέσουμε τα δεδομένα. Αυτό γίνεται με την εντολή *ksdensity* στο Mat lab. Η εντολή αυτή καλεί τα δεδομένα με την πιθανότητα αυτά να εμφανίζονται με κλίμακα 100.

Πριν χρησιμοποιήσουμε την εντολή *ksdensity*, πρέπει πρώτα να υπάρχει ένα γράφημα με τις μετρήσεις, για να μπορεί να εφαρμοστεί. Για να σχεδιαστεί το γράφημα γράφουμε την εντολή *cftool* στο Mat lab.

Κάνουμε κλικ στην επιλογή *Data* για να προσθέσουμε το γράφημα.

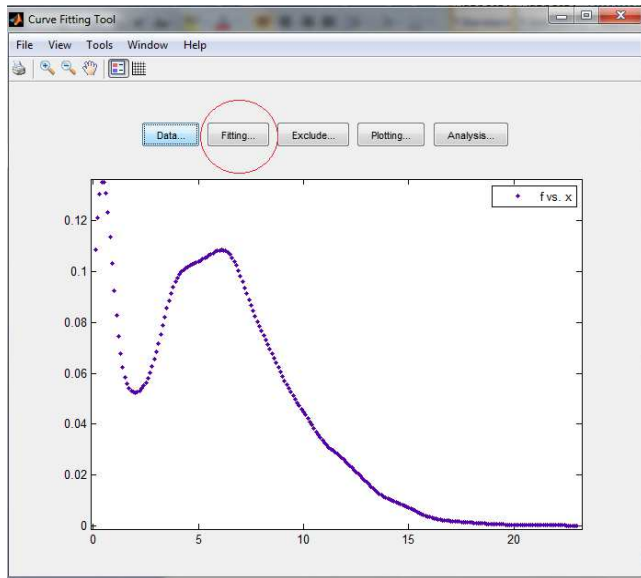


Επιλέγουμε τις νέες παραμέτρους *ksdensity*, x και f , και πατάμε «προσθήκη νέων μεταβλητών».

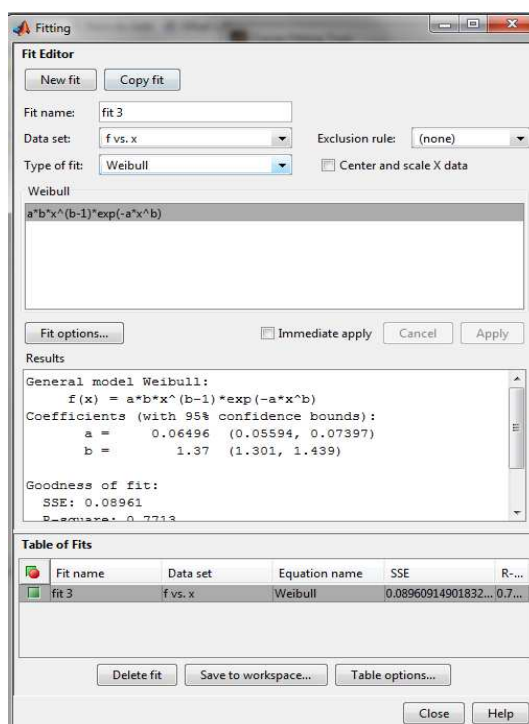
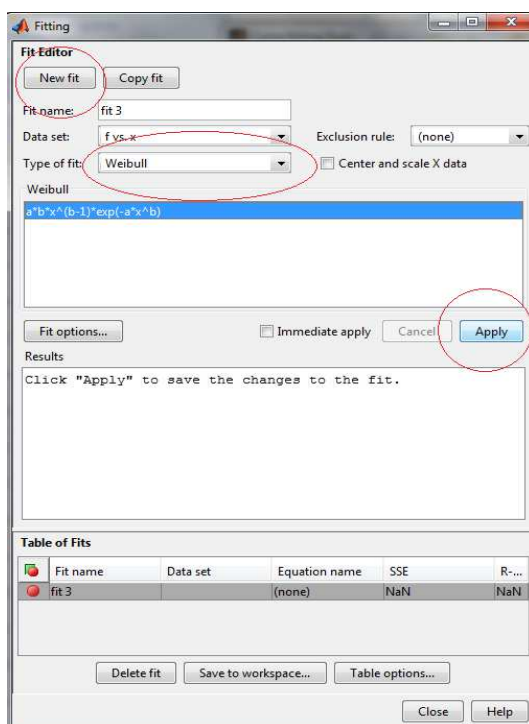


«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

Τώρα, το γράφημα δείχνει τις νέες μετρήσεις και έτσι μπορεί να εφαρμοστεί η κατανομή Weibull, πατώντας την επιλογή *fitting*.

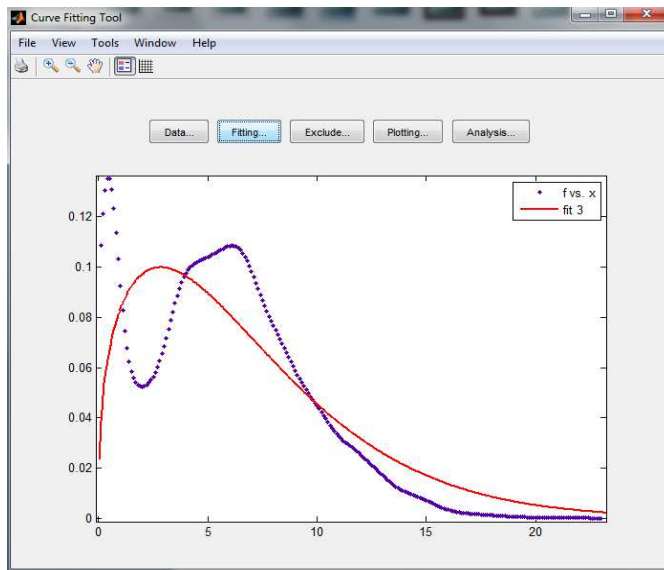


Πατάμε την εντολή *new fit* επιλέγουμε τον τύπο της εφαρμογής (Weibull). Έπειτα, πατάμε *Apply*. Το Mat lab υπολογίζει τις νέες τιμές των k και c , οι οποίες είναι απαραίτητες για να υπολογιστεί η ποιότητα του αέρα.



«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

Τώρα, στο γράφημα φαίνεται η καινούρια αλλά και η παλιά εφαρμογή.



4.3 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΕΝΤΟΛΩΝ

4.3.1 ΕΚΚΑΘΑΡΙΣΗ ΜΝΗΜΗΣ

Πριν την έναρξη νέων υπολογισμών, είναι προτιμότερο να διαγραφούν όλα τα προηγούμενα δεδομένα από τη μνήμη του Mat lab. Αυτό μπορεί αν γίνει με τις εντολές:

```
16 -   clc
17 -   clear all
18 -   close all
```

Clc: εκκαθάριση του παράθυρου εντολών. Όλες οι προηγούμενες εντολές που έχουν γραφτεί στο παράθυρο εντολών διαγράφονται.

Clear all: Καθαρίζει όλες τις μεταβλητές από τη μνήμη του Mat lab.

Close all: Κλείνει όλα τα ανοιχτά παράθυρα και γραφήματα.

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

4.3.2 ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΟ EXCEL

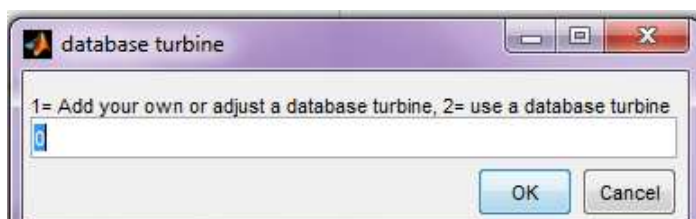
Τα δεδομένα με τις μετρήσεις είναι διαθέσιμα σε αρχεία excel. Για να τα επεξεργαστούμε πρέπει να τα εισάγουμε στο Mat lab, χρησιμοποιώντας την εντολή *xlsread*.

```
25 % 1a) DOXA
26 DOXA = xlsread('C:\Users\noot\Desktop\MS-2007 and 2008 BRASOV\WIND\program for measurements\measurements DOXA.xls','DOXA 2010-2011','E47:E190');
27 % 1b) TEI Labo
28 LABO = xlsread('C:\Users\noot\Desktop\MS-2007 and 2008 BRASOV\WIND\program for measurements\measurements LABO.xlsx','labo 2010-2011','C145:C289');
29
```

4.3.3 MESSAGE BOX

Η χρήση των κουτιών μηνύματος κάνει το πρόγραμμα πιο διαδραστικό. Το πρόγραμμα ζητά συγκεκριμένες ερωτήσεις που αλλάζουν σύμφωνα με τις απαντήσεις. Τα κουτιά αυτά επαναλαμβάνονται για κάθε ερώτηση που ζητά το πρόγραμμα.

```
33 - prompt = {'1= Add your own or adjust a database turbine, 2= use a database turbine'};
34 - dlg_title = 'database turbine';
35 - num_lines = 1;
36 - def = {'0'};
37 - options.Resize='on';
38 - options.WindowStyle='normal';
39 - choice1 = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
40 - choice1 = str2double(choice1);
41
```



Prompt: Το κείμενο που εμφανίζεται πάνω από την περιοχή πληκτρολόγησης.

Dlg_title: Ο τίτλος του message box.

Num_lines: Η ποσότητα των γραμμών στο πλαίσιο εισαγωγής.

Def: Η προκαθορισμένη απάντηση που είναι ήδη στο πλαίσιο εισαγωγής.

Options.Resize: Επιτρέπει στον χρήστη να μεγαλώσει ή να μικρύνει το κουτί.

Options.WindowStyle: Εδώ υπάρχουν δύο επιλογές, normal ή modal.

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

`Choise1=inputdlg(prompt,dig _title,num_lines,def,options);` : Η απάντηση του message box θα τεθεί στην μεταβλητή `choise1`.

4.3.4 Η ΕΝΤΟΛΗ *IF*

Η εντολή *if* χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό διαφόρων κλάδων στο γράφημα. Αυτό επιτρέπει στο πρόγραμμα να ζητήσει πιο συγκεκριμένες ερωτήσεις.

4.3.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΥΨΟΥΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Το ύψος όπου έγιναν οι μετρήσεις είναι διαφορετικό από το πραγματικό ύψος της ανεμογεννήτριας. Έτσι, πρέπει να το υπολογίσουμε. Είναι:

Πραγματικό ύψος της ανεμογεννήτριας = ύψος της ανεμογεννήτριας + ύψος που έγιναν οι μετρήσεις.

```
610 - z2DOXA=z2DOXA+z1DOXA;  
611 - z2LABO=z2LABO+z1LABO;
```

Z2DOXA: ύψος της ανεμογεννήτριας στην Δόξα

Z1DOXA: ύψος που έγιναν οι μετρήσεις στην Δόξα

Z2LABO: ύψος της ανεμογεννήτριας στο Labo

Z1LABO: ύψος που έγιναν οι μετρήσεις στο Labo

4.3.6 ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ

Το μέγεθος των δεδομένων υπολογίζεται με την εντολή *size* στο Matlab. Η μεταβλητή αυτή μετράει τον αριθμό των μετρήσεων είτε στην Δόξα είτε στο Labo.

```
615 - columns=size(DOXA);  
616 - time_DOXA= (0.1:1:columns)/6;  
617 - columns2=size(LABO);  
618 - time_LABO= (0.1:1:columns2)/6;
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

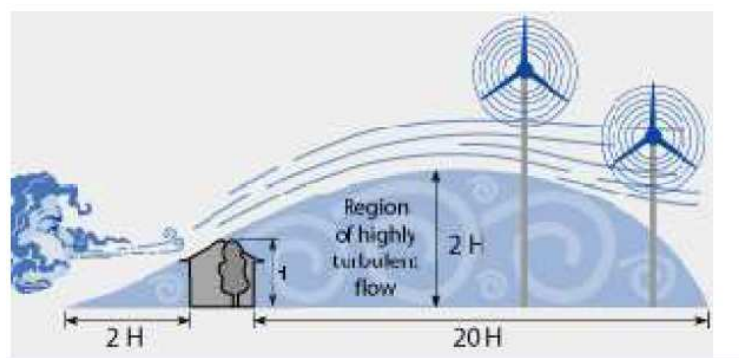
Όλες οι μετρήσεις είναι κάθε δέκα λεπτά. Για να πάρουμε τη γραφική παράσταση σε ώρες, το πρόγραμμα διαιρεί τις μετρήσεις με τον αριθμό έξι.

4.3.7 ΣΧΗΜΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Το σχήμα του εδάφους είναι πολύ σημαντικό για την ροή του αέρα. Όπως βλέπουμε και στο παρακάτω σχήμα, το ύψος των αντικειμένων που παρεμποδίζουν μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ισχύ που παράγει η ανεμογεννήτρια. Επειδή δεν είναι δυνατό να υπολογιστεί η ροή του ανέμου για κάθε αντικείμενο, υπάρχουν σταθεροί συντελεστές για κάθε είδος σχήματος του εδάφους.

location	α
Unstable air above open water surface:	0.06
Neutral air above open water surface:	0.10
Neutral air above flat open coast:	0.16
Unstable air above flat open coast:	0.11
Stable air above open water surface:	0.27
Unstable air above human inhabited areas:	0.27
Neutral air above human inhabited areas:	0.34
Stable air above flat open coast:	0.40
Stable air above human inhabited areas:	0.60

Σχήμα 7: Σχήμα Εδάφους



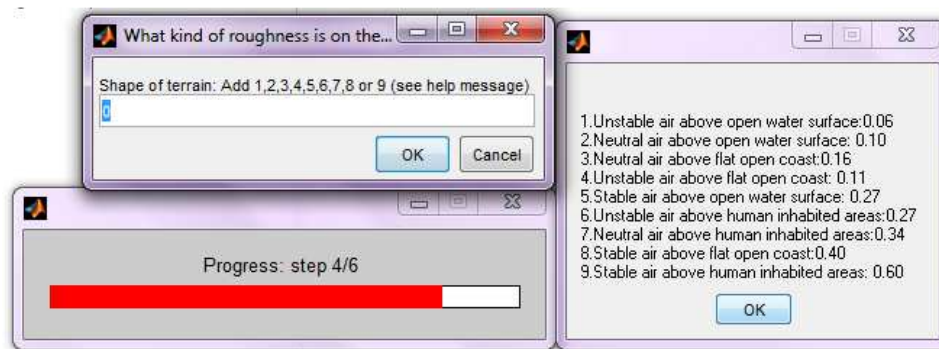
Σχήμα 8 :Αντικείμενα που εμποδίζουν τη ροή του ανέμου

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

Αν ένα αντικείμενο εμποδίζει την ροή του ανέμου, δημιουργείται στην περιοχή ένα παραχώδες κύμα ανέμου. Αυτό δεν είναι επικερδές για την ανεμογεννήτρια, επειδή η παραχώδη ροή του ανέμου χτυπάει σε διαφορετικές κατευθύνσεις. Για να έχουμε μία καλή σταθερή ροή αέρα πίσω από ένα αντικείμενο που εμποδίζει, υπάρχει ένα ελάχιστο ύψος που απαιτείται για την ανεμογεννήτρια, προκειμένου να έχει ένα κερδοφόρο ρεύμα αέρα.

```
332 -     if choice3==1;
333 -         z3DOXA=0.06;
334 -     elseif choice3==2;
335 -         z3DOXA=0.1;
```

Εδώ υπάρχει η δυνατότητα επιλογής μεταξύ 9 διαφορετικών διαβαθμίσεων του αέρα.



4.3.8 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Εάν οι μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου πραγματοποιούνται σε υψόμετρο 90 μέτρων και η ανεμογεννήτρια είναι 20 μέτρα, θα υπάρξει μία διαφορά στην ταχύτητα του ανέμου. Για να γίνουν οι υπολογισμοί όσο το δυνατόν πιο ακριβείς, πρέπει να βρεθεί η εκτιμώμενη ταχύτητα του ανέμου που θα πρέπει να βασίζεται στο ύψος της ανεμογεννήτριας. Γι' αυτό το λόγο το πρόγραμμα ζητά το ύψος που έγιναν οι μετρήσεις και το ύψος της ανεμογεννήτριας.

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
622 - zDOXA=(exp(log(z1DOXA)+log(z2DOXA)))/2;
623 - zLABO=(exp(log(z1LABO)+log(z2LABO)))/2;
624 - aDOXA=(1/(log(zDOXA/z3DOXA)))-(0.0881/(1-0.0881*log(z1DOXA/10)))*log(DOXA/6);
625 - aLABO=(1/(log(zLABO/z3LABO)))-(0.0881/(1-0.0881*log(z1LABO/10)))*log(LABO/6);
626
627 - v2DOXA=DOXA.*((z2DOXA./z1DOXA).^aDOXA);
628 - v2LABO=LABO.*((z2LABO./z1LABO).^aLABO);
```

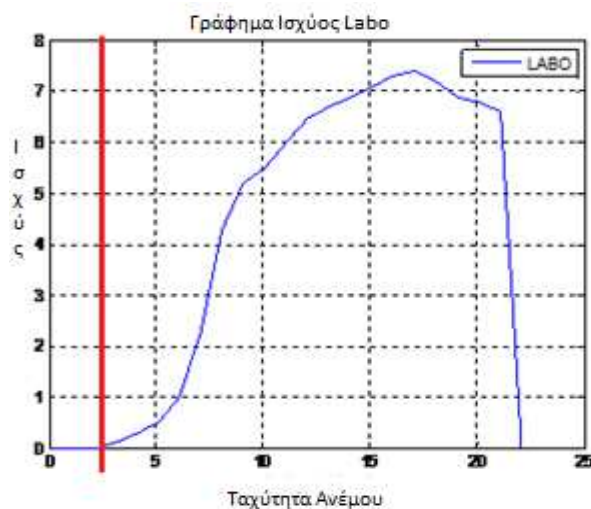
4.3.9 ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Η εντολή *mean* υπολογίζει τον μέσο όρο και την χρησιμοποιούμε για να υπολογίσουμε την μέση ταχύτητα του ανέμου.

```
652 - vmean= mean(DOXA);
653 - vmean2= mean(LABO);
```

4.3.10 CUT IN SPEED

Cut in speed είναι η ταχύτητα του ανέμου που απαιτείται πριν αρχίσει η ανεμογεννήτρια να περιστρέφεται και να ξεκινήσει την παραγωγή ενέργειας. Όταν υπολογίζουμε την παραγωγή ενέργειας από την ανεμογεννήτρια, όλες οι μετρήσεις κάτω από την cut in speed πρέπει να είναι ίσες με το μηδέν. Όπως βλέπουμε στο παρακάτω γράφημα, η ανεμογεννήτρια αρχίζει να περιστρέφεται στα 2,5-3 m/s.



Σχήμα 8 : Cut in speed

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
634 -     minimumwindspeed = DOXA;
635 -     for i = minimumwindspeed<CUTinspeed1
636 -         if DOXA(i)<CUTinspeed1
637 -             minimumwindspeed(i)=0;
638 -         end
639 -     end
640 -     minimumwindspeed2 = LABO;
641 -     for i2 = minimumwindspeed2<CUTinspeed2
642 -         if LABO(i2)<CUTinspeed2
643 -             minimumwindspeed2(i2)=0;
644 -         end
645 -     end
```

Οι μετρήσεις των Δόξα και Labo βρίσκονται στις εντολές `minimumwindspeed` και `minimumwindspeed2`. Αυτό γίνεται για να δημιουργηθεί μια διαφορά με όλα τα δεδομένα που είναι μηδέν κάτω από την cut in speed και τις κανονικές μετρήσεις.

4.3.11 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Το πρόγραμμα ζητά το μήκος του ενός πτερυγίου. Ο κύριος λόγος για αυτό είναι ότι ο κατασκευαστής δίνει πάντα το μήκος του πτερυγίου στα τεχνικά φυλλάδια και όχι την συνολική επιφάνεια ή περιοχή. Έτσι, αυτό πρέπει να υπολογιστεί. Υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο όπως η επιφάνεια ενός κύκλου. Το μήκος του πτερυγίου είναι ίδιο με αυτό της ακτίνας, οπότε ο τύπος είναι: ακτίνα * ακτίνα * π.

```
652 -     Surface_DOXA = Bladelength_DOXA*Bladelength_DOXA*3.13;
653 -     Surface_LABO = Bladelength_LABO*Bladelength_LABO*3.13;
```

4.3.12 ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΝΤΑΣ ΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ WEIBULL

Όπως αναφέραμε και παραπάνω οι παράμετροι k και c είναι πολύ σημαντικοί για να συγκρίνουμε τις μετρήσεις του ανέμου. Στο πρόγραμμα όλοι αυτοί οι υπολογισμοί γίνονται αυτόματα.

Πρώτα, με την εντολή `ksdensity` καλούμε τα δεδομένα, πριν εφαρμόσουμε το Weibull fitting. Η εντολή αυτή καλεί τα δεδομένα με την σειρά όπου εμφανίζονται και τα τοποθετεί σε μια κλίμακα από το 0 έως το 100. Για παράδειγμα, η τιμή της ταχύτητας του ανέμου 7,256 m/s εμφανίζεται πολύ συχνά στα δεδομένα, 25 φορές σε μια κλίμακα από το 0 έως το 100.

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

Μετά το κάλεσμα των δεδομένων, το πρόγραμμα θα εφαρμόσει το Weibull *fitting*.

```
[f,x] = ksdensity(DOXA,0.1:0.1:20);
```

Το *fitting* εφαρμόζεται στην νέα καμπύλη *ksdensity* με παραμέτρους x και f . Στο επόμενο στάδιο οι παράμετροι k και c υπολογίζονται μαζί με την πιο συχνή ταχύτητα ανέμου και πιθανότητα.

```
[wfit] = fit(x',f', 'weibull');
```

```
662 - [f,x]=ksdensity(DOXA,0.1:0.1:20);
663 - [wfit] = fit(x',f', 'weibull');
664 - k = wfit.b;
665 - c = (1/wfit.a)^(1/wfit.b);
666 - Most_freq_windspeed_DOXA=c*(1-1/k)^(1/k);
667 - Prob=(k/c)*(Most_freq_windspeed_DOXA/c)^(1/k)*exp(-(Most_freq_windspeed_DOXA/c)^k);
668 - Probability1=Prob*100;
669
670 - [f2,x2]=ksdensity(LABO,0.1:0.1:20);
671 - [wfit2] = fit(x2',f2', 'weibull');
672 - k2 = wfit2.b;
673 - c2 = (1/wfit2.a)^(1/wfit2.b);
674 - Most_freq_windspeed_LABO=c2*(1-1/k2)^(1/k2);
675 - Prob2=(k2/c2)*(Most_freq_windspeed_LABO/c2)^(1/k2)*exp(-(Most_freq_windspeed_LABO/c2)^k2);
676 - Probability2=Prob2*100;
```

4.3.13 ΙΣΧΥΣ ΑΝΕΜΟΥ

Η επόμενη φόρμουλα υπολογίζει την ισχύ και την πιθανή ενέργεια του ανέμου σε κάποιο χρονικό διάστημα. Αυτό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ταχύτητα του ανέμου. Η πυκνότητα του ανέμου είναι 1.23 kg/m^3 στην επιφάνεια της θάλασσας και 1.15 kg/m^3 στην Δόξα.

Ισχύς = $0.5 * \text{πυκνότητα αέρα} * \text{ταχύτητα}^3 \text{ kg/m}^3$

```
703 - Wind_power_DOXA=1/2*1.15*v2DOXA.^3;
704 - Wind_power_LABO=1/2*1.23*v2LABO.^3;
```


«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

Η εικόνα δείχνει όλες τις εσωτερικές απώλειες σε μια ανεμογεννήτρια. Αντί του 44% της απόδοσης του ρότορα, το πρόγραμμα χρησιμοποιεί μια πιο ιδανική κατάσταση, του νόμου του Betz, 59.3%.

Το σχήμα επίσης δείχνει μία βοηθητική δύναμη που απαιτείται για την εκκίνηση της ανεμογεννήτριας. Το πρόγραμμα δεν περιλαμβάνει την απώλεια ισχύος γιατί κάθε ανεμογεννήτρια έχει μια διαφορετική βοηθητική ισχύ.

```
707 - Powerturbine_DOXA=1/2*1.15*minimumwindspeed.^3*Surface_DOXA*0.593*0.996*0.972*0.965*0.975*0.983*0.99;  
708 - Powerturbine_LABO=1/2*1.23*minimumwindspeed2.^3*Surface_LABO*0.593*0.996*0.972*0.965*0.975*0.983*0.99;
```

4.3.15 ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Προκειμένου να υπολογιστεί η παραγόμενη ενέργεια του ανέμου, απαιτείται η εντολή *trapz*. Η εντολή αυτή υπολογίζει την περιοχή κάτω από μια συγκεκριμένη καμπύλη. Για τον υπολογισμό του αιολικού δυναμικού, η δύναμη του ανέμου πολλαπλασιάζεται επί την πιθανότητα ή την συχνότητα που συμβαίνει.

```
734 - Ewind1=trapz(Wind_power_DOXA*Prob);  
735 - Ewind2=trapz(Wind_power_LABO*Prob2);
```

4.3.16 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Η συνολική ενέργεια που παράγει ο στρόβιλος υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο όπως και το αιολικό δυναμικό. Η ισχύς της ανεμογεννήτριας πολλαπλασιάζεται με την συχνότητα που εμφανίζεται. Η συνολική παραγόμενη ενέργεια υπολογίζεται με την εντολή *trapz* στο Mat lab. Όλοι οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται σε Watt. Για μια ανεμογεννήτρια 1MW, το προϊόν μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλους αριθμούς, εξηγώντας γιατί η ενέργεια πρέπει να στρογγυλοποιείται παραπάνω ή προς τα κάτω και να μετατραπεί σε kW.

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
739 -   Eturbine1=trapz (Powerturbine_DOXA*Prob) ;
740 -   Eturbine2=trapz (Powerturbine_LABO*Prob2) ;
741 -   Eturbine1=(round (Eturbine1/1000)) ;
742 -   Eturbine2=(round (Eturbine2/1000)) ;
```

4.3.17 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΤΑΞΥ ΔΥΟ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Ο σκοπός του προγράμματος είναι να συγκρίνουμε την παραγόμενη ενέργεια μεταξύ δύο ανεμογεννητριών. Με τη φόρμουλα αυτή, υπολογίζεται η διαφορά και η απόλυτη λειτουργία επιβεβαιώνει ότι το αποτέλεσμα δεν θα είναι αρνητικός αριθμός.

```
45 -   Edif=abs (Ewind2-Ewind1) ;
```

4.3.18 ΚΕΡΔΟΣ

Επίσης, το πρόγραμμα μπορεί να υπολογίσει πόσο κέρδος θα παράγει η ανεμογεννήτρια σε μια συγκεκριμένη ποσότητα ενέργειας. Η ενέργεια πολλαπλασιάζεται με την τιμή ανά kW.

```
748 -   profit1= (Eturbine1*(Price_per_kWh/1000)) ;
749 -   profit2= (Eturbine2*(Price_per_kWh/1000)) ;
```

4.3.19 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΕΡΔΟΥΣ

Η παρακάτω φόρμουλα υπολογίζει την διαφορά στο κέρδος μεταξύ δύο ανεμογεννητριών.

```
771 -   Profitdif=abs (profit1-profit2) ;
```

4.3.20 MESSAGE BOX

Το πλαίσιο μηνύματος χρησιμοποιείται για να συγκεντρώσει όλα τα αποτελέσματα μαζί σε ένα κουτί.

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
result = msgbox({'c DOXA= ' num2str(c), ' c Labo= ' num2str(c2)},['k DOXA= ' num2str(k), ' k Labo= ' num2str(k2)],['E DOXA= ' num2str(Eturbine1) ' kW', ' E Labo= ' num2str(Eturbine2) ' kW' ]});
```

4.4 ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

4.4.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ

Μετά από όλους αυτούς τους υπολογισμούς, το πρόγραμμα θα ξεκινήσει δείχνοντας τα αποτελέσματα σε γραφικές παραστάσεις.

Κάθε διάγραμμα πρέπει να ονομαστεί με την εξής ονομασία figure (x), όπου το x είναι αριθμός.

plot(X,Y),title(),xlabel(),ylabel()

```
679 - figure(1)
680 - plot(time_DOXA,DOXA),grid on,title('Daily wind potential DOXA'),xlabel('Time (h)'),
681 - ylabel('wind speed (m/s)');legend('DOXA')
682 - figure(2)
683 - plot(time_LABO,LABO),grid on,title('Daily wind potential TEI LABO'),xlabel('Time (h)'),
684 - ylabel('wind speed (m/s)');legend('LABO')
685 - figure(3)
686 - plot(time_DOXA,DOXA,'b',time_LABO,LABO,'r'),grid on,title('Daily windpotential DOXA vs LABO'),xlabel('Time (h)'),
687 - ylabel('wind speed (m/s)');legend(['v mean DOXA= ' num2str(vmean), ' Most frequent DOXA= ' num2str(Most_freq_windspeed_DOXA)])
```

grid on: δείχνει ένα πλέγμα στο γράφημα

title("): δίνει ένα τίτλο στο γράφημα

xlabel("): δίνει ένα όνομα στο X-label

ylabel("): δίνει ένα όνομα στο y-label

legend("): ονομάζει τις διαφορετικές γραμμές που σχεδιάζονται

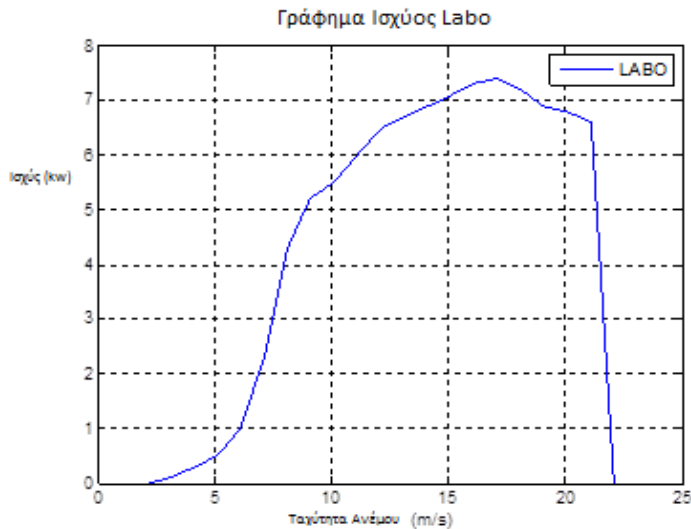
4.4.2 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

➤ ΓΡΑΦΗΜΑ ΙΣΧΥΟΣ

Το γράφημα ισχύος, το οποίο δίνεται από τον κατασκευαστή της κάθε ανεμογεννήτριας, απαιτείται πριν από οποιονδήποτε υπολογισμό. Το γράφημα δείχνει

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

πόση ισχύς (kW) μπορεί να παράγει η ανεμογεννήτρια με την ταχύτητα του ανέμου (m/s).



Σχήμα 10 : Γράφημα Ισχύος Labo

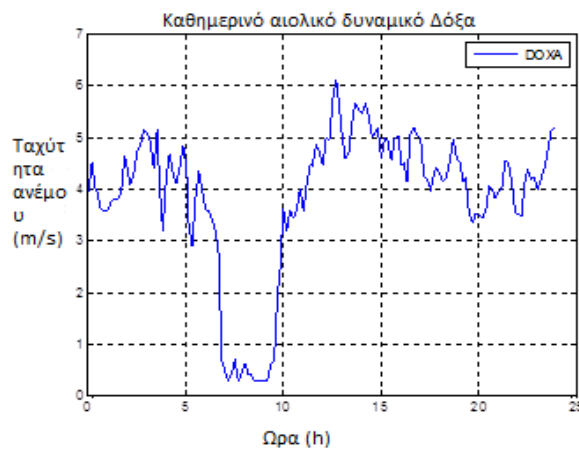
Αυτό είναι το γράφημα ισχύος μιας ανεμογεννήτριας. Όπως βλέπουμε, περίπου στα 20 m/s, σταματάει να παράγει ενέργεια. Αυτό συμβαίνει επειδή ο στρόβιλος των παλιών ανεμογεννητριών έπρεπε να διακοπεί σε υψηλές ταχύτητες ανέμου, με σκοπό την αποφυγή οποιασδήποτε βλάβης μπορεί να συμβεί.

Με τις καινούριες ανεμογεννήτριες, είναι δυνατή η παραγωγή ενέργειας σε πολύ υψηλότερες ταχύτητες ανέμου.

➤ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Το γράφημα αυτό δείχνει την ημερήσια ή μηνιαία μέτρηση της ταχύτητας του ανέμου (m/s) στη λειτουργία του χρόνου. Στο παράδειγμα αυτό, το διάγραμμα δείχνει την ταχύτητα του ανέμου της μια ημέρας και συγκεκριμένα, την κορυφή της ταχύτητας του ανέμου καθώς και τον χρόνο διακοπής της ανεμογεννήτριας. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, η ανεμογεννήτρια δεν παράγει ενέργεια 5-10 το πρωί.

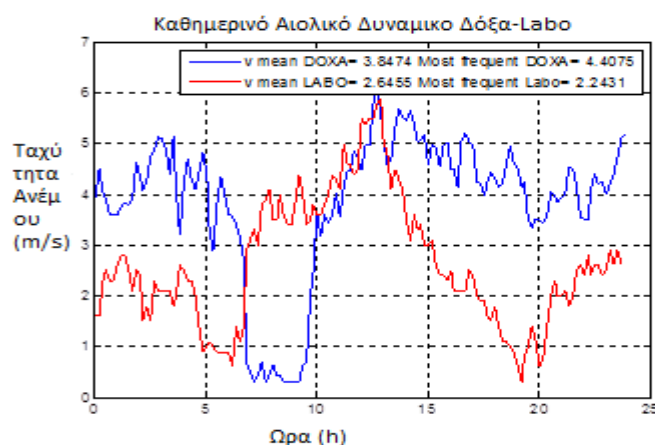
«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»



Σχήμα 11 : Καθημερινό Αιολικό Δυναμικό Δόξας

➤ ΣΥΓΚΡΙΝΟΝΤΑΣ ΤΟ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

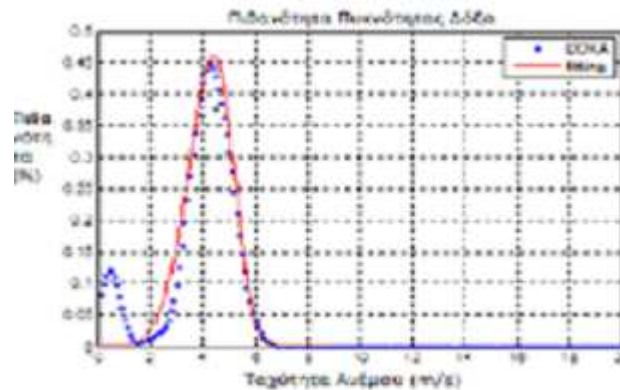
Για να δούμε την διαφορά μεταξύ της ανεμογεννήτριας στην Δόξα και αυτή στο Labo συγχωνεύονται παρακάτω τα δύο γραφήματα. Στην επάνω γωνία, εμφανίζονται η μέση ταχύτητα του ανέμου και αυτή που εμφανίζεται συχνότερα. Αυτό μας δίνει την δυνατότητα να συγκρίνουμε τα διαγράμματα χρησιμοποιώντας αριθμούς.



Σχήμα 12: Καθημερινό Αιολικό Δυναμικό Δόξα-Labo

➤ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

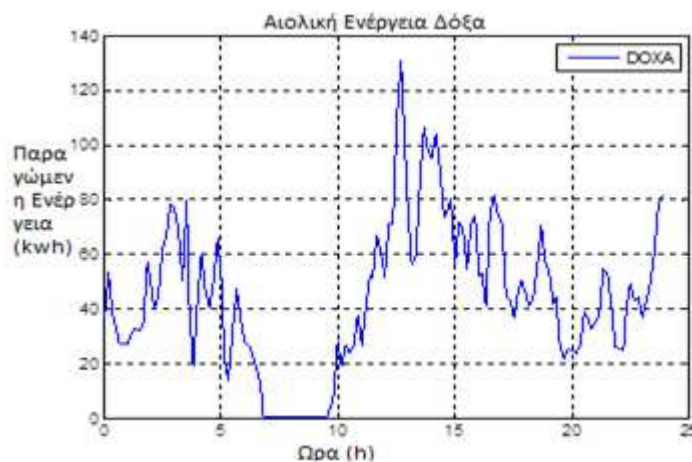
Το γράφημα αυτό διαχωρίζει τις μετρήσεις με την εντολή *ksdensity*, η οποία δείχνει την συχνότητα όπου μία συγκεκριμένη ταχύτητα ανέμου συμβαίνει. Η κόκκινη γραμμή τονίζει την χρήση της κατανομής Weibull που απαιτείται για να συγκρίνει την ποιότητα του αέρα και την καλή προσαρμογή του *fitting* στο γράφημα.



Σχήμα 13 : Πιθανότητα Πυκνότητας Δόξα

➤ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Αυτή είναι η θεωρητική ενέργεια που παράγει ο άνεμος. Είναι διαφορετική από το δυναμικό του ανέμου, επειδή ο Y-άξονας είναι σε kW/h αντί για m/s. Η παραγόμενη αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται για υπολογισμούς που θα γίνουν



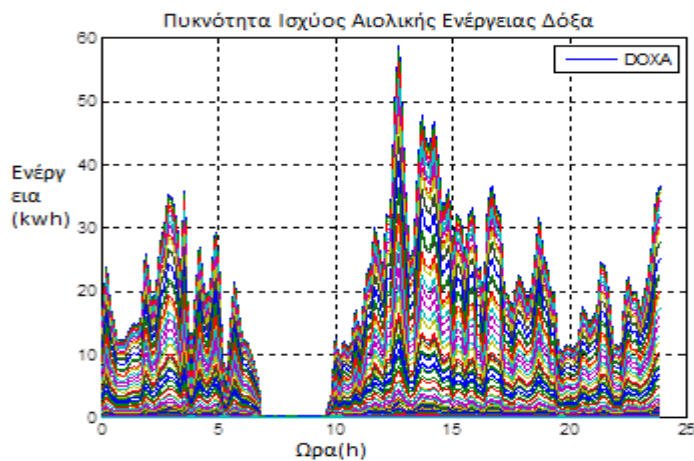
Σχήμα 14: Αιολική Ενέργεια Δόξα

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

αργότερα για τον προσδιορισμό της παραγόμενης ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες.

➤ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Είναι το ίδιο γράφημα όπως αυτό της παραγόμενης αιολικής ενέργειας. Ωστόσο, σε αυτό το γράφημα, εμφανίζεται η συνολική ενέργεια του παραγόμενου αέρα.



Σχήμα 15: Πυκνότητα Ισχύος Αιολικής Ενέργειας Δόξα

4.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Σε αυτή την παράγραφο θα συζητηθούν τυχαίες ημέρες. Ο σκοπός είναι να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τα γραφήματα και επίσης να προσδιοριστούν οι δυνατότητες του προγράμματος.

4.5.1 1 ΙΟΥΛΙΟΥ 2010

Για το παράδειγμα αυτό χρησιμοποιήθηκαν δύο ανεμογεννήτριες των 20 kW, όπου βρίσκονταν η μία στο βουνό Δόξα και η άλλη στο Labo.

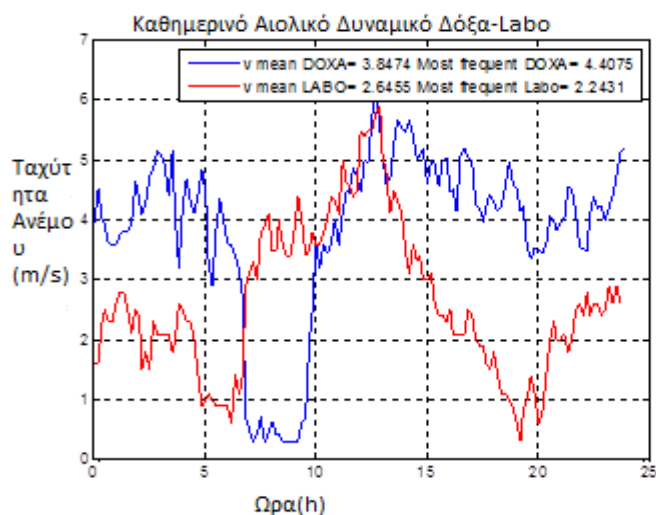
«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

4.5.1.1 ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Η μέση ταχύτητα του ανέμου μπορεί να μας πει πολλά για την παραγόμενη ενέργεια. Η μέση ταχύτητα του ανέμου στο βουνό Δόξα είναι πάνω από την cut in speed της ανεμογεννήτριας, πράγμα που σημαίνει ότι κατά μέσο όρο η ανεμογεννήτρια θα παράγει ενέργεια, ενώ η μέση ταχύτητα του ανέμου στο Labo είναι κάτω από την cut in speed, δηλαδή δεν παράγει ενέργεια.

Επίσης, η πιο συχνή ταχύτητα ανέμου στην Δόξα είναι πολύ υψηλότερη από τις μετρήσεις στο Labo. Η συχνότερη ταχύτητα ανέμου στο Labo είναι κάτω από την cut in speed των ανεμογεννητριών, το οποίο και πάλι δείχνει ότι η ανεμογεννήτρια θα παράγει πολύ λιγότερη ενέργεια.

Στην παρακάτω γραφική παράσταση είναι εμφανής η διαφορά. Η ταχύτητα του ανέμου στην περιοχή του Labo πλησιάζει την ταχύτητα στην περιοχή Δόξα μόνο μεταξύ στις 6 μμ. με 12 μμ.

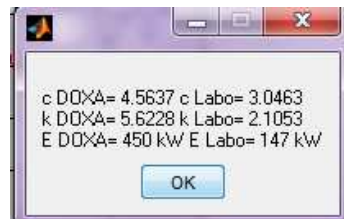


Σχήμα 16: Καθημερινό Αιολικό Δυναμικό Δόξα-Labo

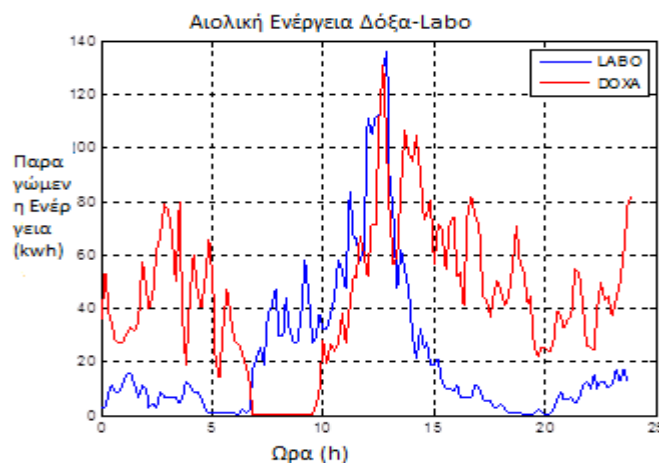
— v mean DOXA= 3.8474 Most frequent DOXA= 4.4075
— v mean LABO= 2.6455 Most frequent Labo= 2.2431

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

4.5.1.2 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ



Όπως ήταν αναμενόμενο η ανεμογεννήτρια στην Δόξα παράγει περισσότερη ενέργεια. Στην πραγματικότητα, παράγει τρεις φορές μεγαλύτερη ενέργεια, παρόλο που οι ανεμογεννήτριες είναι πανομοιότυπες.

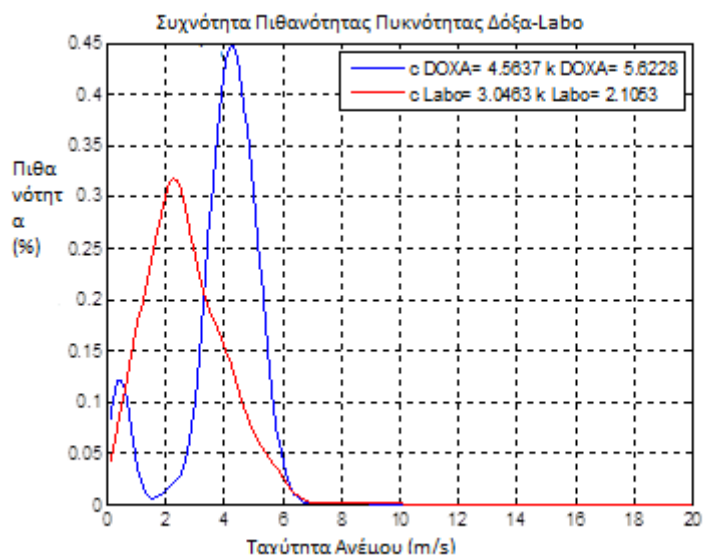


Σχήμα 17: Αιολική Ενέργεια Δόξα-Labo

4.5.1.3 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ

Όπως εξηγήσαμε και στην παράγραφο «Ανάλυση Weibull», η παράμετρος c έχει άμεση επίδραση στην ενέργεια που παράγεται από την ανεμογεννήτρια. Η παράμετρος c είναι μεγαλύτερη στην Δόξα απ' ό τι στο Labo, και αυτό εξηγεί την αύξηση της παραγόμενης ενέργειας.

Η παράμετρος k είναι μεγαλύτερη στην Δόξα απ' ό τι στο Labo, αλλά δεδομένου ότι η μέση ταχύτητα του ανέμου από τις μετρήσεις στην Δόξα είναι 3.8 m/s, είναι επίσης μία ένδειξη ότι η ποιότητα του ανέμου στην Δόξα είναι καλύτερη.



Σχήμα 18: Συχνότητα Πιθανότητας Δόξα-Labo

4.5.1.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η ποιότητα του αέρα την συγκεκριμένη ημέρα στην περιοχή Δόξα είναι πολύ καλύτερη απ' ότι στο Labo. Η μέση ταχύτητα του ανέμου, καθώς και οι παράμετροι k και c το επιβεβαιώνουν. Επίσης, αυτό αποδεικνύει ότι μπορούν να συγκριθούν ποιότητες ανέμου με αυτό το πρόγραμμα.

4.5.2 2 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2010

Στο παράδειγμα αυτό, χρησιμοποιήθηκαν δύο ανεμογεννήτριες των 100 kW.

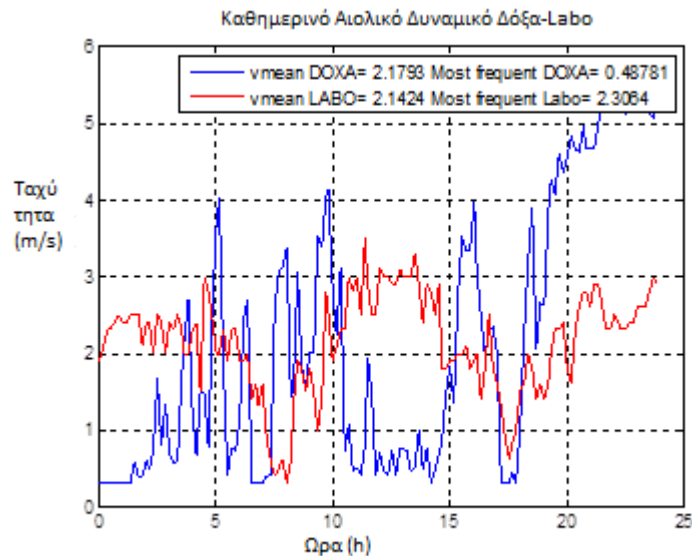
4.5.2.1 ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Οι μέσες ταχύτητες των ανέμων και στις δύο περιοχές είναι πολύ χαμηλές. Αυτό δείχνει ότι η 2 Νοεμβρίου ήταν μία ημέρα χωρίς αέρα.

Στο παρακάτω γράφημα φαίνεται ότι δεν υπάρχει καθόλου αέρας στην περιοχή Δόξα. Λόγω αυτού, και δεδομένου ότι χρησιμοποιείται μία ανεμογεννήτρια των 100 kW με υψηλή cut in speed, δεν θα υπάρχει καθόλου παραγωγή ενέργειας. Στην περιοχή Labo παρατηρούμε ένα μικρό μέγιστο,

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

πάνω από την cut in speed. Στην πραγματικότητα, δεν μπορεί να ενεργοποιηθεί η ανεμογεννήτρια.

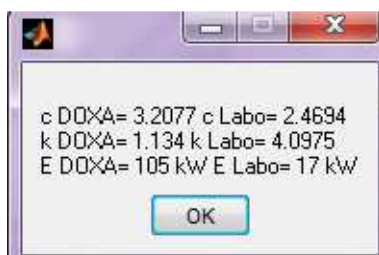


Σχήμα 19: Καθημερινό Αιολικό Δυναμικό Δόξα-Labo

— v mean DOXA= 0.84417 Most frequent DOXA= 0.0090137
— v mean LABO= 2.0604 Most frequent Labo= 2.3776

4.5.2.2 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η μέγιστη τιμή που παίρνει ο άνεμος φτάνει πάνω από τα 3.5 m/s, παράγει περίπου 17 kW, αλλά αυτό δεν φτάνει για να περιστραφούν τα πτερύγια.

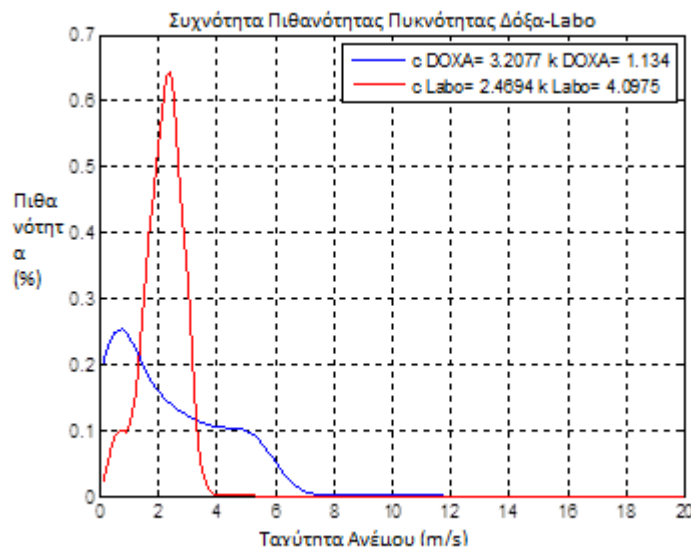


4.5.2.3 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ

Δεδομένου ότι η παράμετρος c επηρεάζει άμεσα την παραγόμενη ενέργεια και η παράμετρος se αυτή την περιοχή είναι μεγαλύτερη, η Δόξα έχει την μεγαλύτερη ενέργεια που παράγεται. Ωστόσο, η παράμετρος k έχει μικρότερη τιμή στην θέση Δόξα απ' ότι στην περιοχή Labo. Αυτό συμβαίνει, διότι, οι

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

μετρήσεις στην περιοχή Δόξα έχουν μεγαλύτερη διασπορά. Αυτό μπορεί να είναι είτε κακό είτε καλό, εξαρτάται από το πόσο υψηλή είναι η μέση ταχύτητα του ανέμου. Δεδομένου ότι η μέση ταχύτητα του ανέμου της περιοχής Δόξας είναι πολύ χαμηλή, αυτό δείχνει ότι η ποιότητα του αέρα είναι κακή.



Σχήμα 20: Συχνότητα Πιθανότητας Δόξα-Labo

4.5.2.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η ανεμογεννήτρια στην Δόξα παράγει περισσότερη ενέργεια, επειδή παρουσιάζει περισσότερα μέγιστα που περνούν την cut in speed της ανεμογεννήτριας. Η ποιότητα του ανέμου στην θέση Labo είναι πολύ καλύτερη από την θέση Δόξα, αλλά από την στιγμή που μια ανεμογεννήτρια των 100 kW έχει υψηλότερη cut in speed, η ανεμογεννήτρια στην Δόξα θα παράγει περισσότερη ενέργεια. Αν επιλέξουμε μία μικρότερη ανεμογεννήτρια των 20 kW και εκτελέσουμε τους ίδιους υπολογισμούς, πάλι θα επιβεβαιώσουμε αυτή την θεωρία.

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

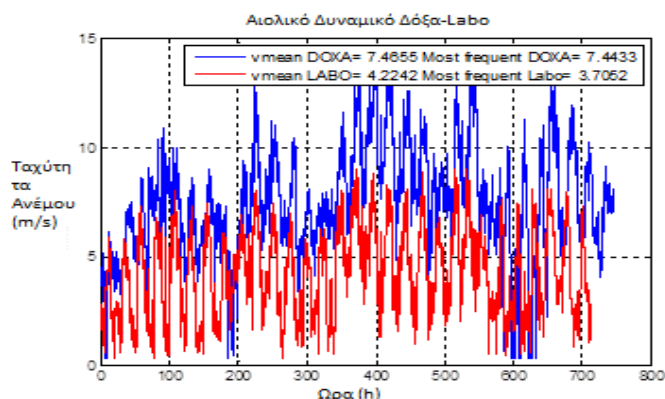


Όπως βλέπουμε, αν υπάρχει μία μικρότερη ανεμογεννήτρια με cut in speed κάτω των 3 m/s, τότε η ανεμογεννήτρια θα παράγει πολύ περισσότερη ενέργεια στην θέση Labo απ' ό τι στην θέση Δόξα. Αυτό μπορεί να αποδοθεί ότι η ποιότητα του αέρα στις 2 Νοεμβρίου στο Labo, ήταν καλύτερη απ' ό τι στην Δόξα.

4.5.3 ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2011

4.5.3.1 ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Και οι δύο μέσες τιμές είναι υψηλότερες από την cut in speed, πράγμα που σημαίνει ότι και οι δύο ανεμογεννήτριες θα παράγουν ενέργεια σε όλες τις περιπτώσεις. Ωστόσο, δεδομένου ότι η μέση ταχύτητα του ανέμου και η συχνότερη τιμή της ταχύτητας ανέμου είναι υψηλότερες στην Δόξα απ' ό τι στο Labo, η ανεμογεννήτρια στην Δόξα παράγει περισσότερη ενέργεια.

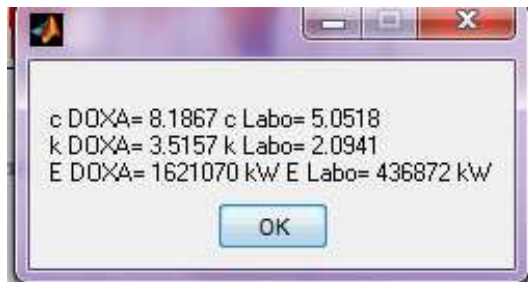


Σχήμα 21: Αιολικό Δυναμικό Δόξας

— v mean DOXA= 7.4655 Most frequent DOXA= 7.4433
— v mean LABO= 4.2242 Most frequent Labo= 3.7052

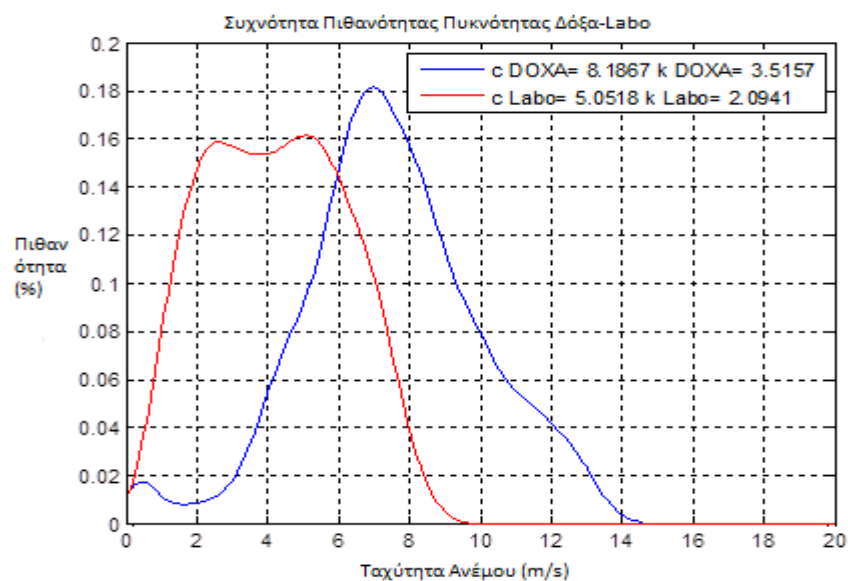
4.5.3.2 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Η ανεμογεννήτρια στην Δόξα παράγει τέσσερις φορές περισσότερη ενέργεια απ' ότι η ανεμογεννήτρια στο Labo. Η ποιότητα του αέρα στην θέση Δόξα είναι καλύτερη τον μήνα Αύγουστο κι αυτός είναι ο λόγος που υπάρχει αυτή η αύξηση στην ενέργεια.



4.5.3.3 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ

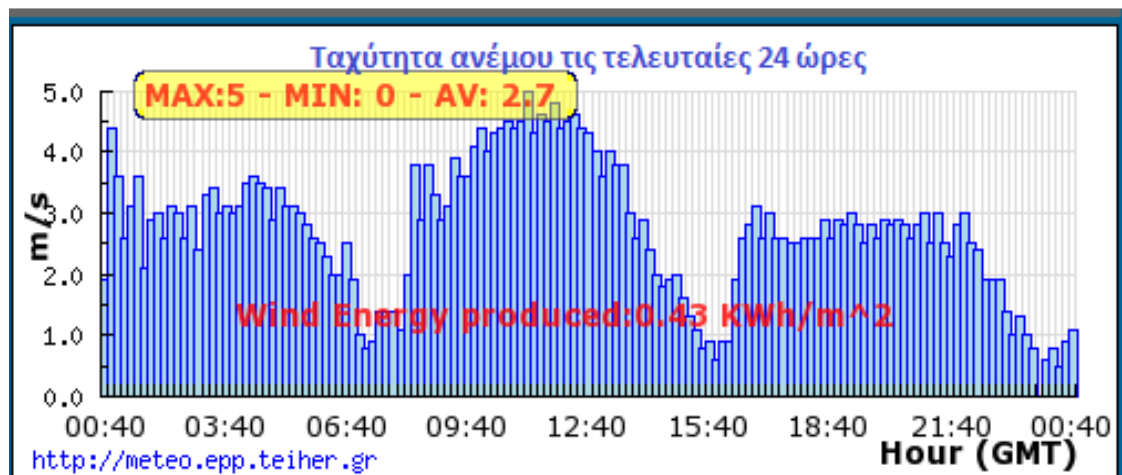
Ο συντελεστής k στην θέση Δόξα, έχει υψηλότερη τιμή, και έτσι οι μετρήσεις είναι πιο γεμάτες γύρω από την μέση ταχύτητα του ανέμου. Επίσης, ο συντελεστής c στην Δόξα έχει υψηλότερη τιμή, με αποτέλεσμα η ποιότητα του ανέμου να είναι καλύτερη τον μήνα Αύγουστο.



Σχήμα 22: Συχνότητα Πιθανότητας Δόξα-Labo

4.5.3.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Τα αποτελέσματα αυτά είναι πιθανά λόγω του γεγονότος ότι η θέση Δόξα βρίσκεται σε μεγαλύτερο υψόμετρο (900 μέτρα) απ' ότι το Labo (90 μέτρα). Ενώ η πυκνότητα του αέρα στην θέση Δόξα είναι μόνο 1.15 kg/m^3 , στην θέση Labo είναι 1.23 kg/m^3 . Αν υπήρχαν ακριβώς οι ίδιες ταχύτητες και στις δύο περιοχές, αλλά με διαφορετικές ποιότητες αέρα, η θέση με την μεγαλύτερη πυκνότητα αέρα (Labo), θα παρήγαγε περισσότερη ενέργεια.



Σχήμα 23: Ταχύτητα ανέμου τις τελευταίες 24 ώρες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5⁰

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ

5.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ως ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διάφορων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο. Τέτοιες είναι το φως, η φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα καθώς και διάφορες ακτινοβολίες.

Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολο της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της.

Οι ηλιακές κυψέλες, κοινώς τα φωτοβολταϊκά στοιχεία, είναι «συσκευές» που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

Η μέθοδος αυτής της μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική έχει πολλά πλεονεκτήματα. Τα κυριότερα αναφέρονται παρακάτω:



- Είναι φιλική προς το περιβάλλον(δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας)
- Είναι ανεξάντλητη ηλιακή πηγή
- Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής
- Η λειτουργία του συστήματος είναι αθόρυβη
- Έχουν σχεδόν μηδαμινές απαιτήσεις συντήρησης για μεγάλο χρονικό διάστημα
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (οι κατασκευαστές εγγυώνται για 20-30 χρόνια λειτουργίας)
- Υπάρχει πάντα η δυνατότητα της μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών
- Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου.

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

Βασικό μειονέκτημα στα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι το αρχικό κόστος εγκατάστασης, το οποίο παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει αρκετά υψηλό.

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας γίνεται με δύο τρόπους που διακρίνονται κυρίως σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα παθητικά ηλιακά συστήματα, που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε εσωτερική ενέργεια δομικών κατασκευών (εφαρμογή σε κτίρια). Στη δεύτερη κατηγορία τα ενεργά ηλιακά συστήματα, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε εσωτερική ενέργεια θερμικού ρευστού (θερμοσιφωνικά συστήματα) ή απευθείας σε ηλεκτρικό ρεύμα (φωτοβολταϊκά συστήματα).

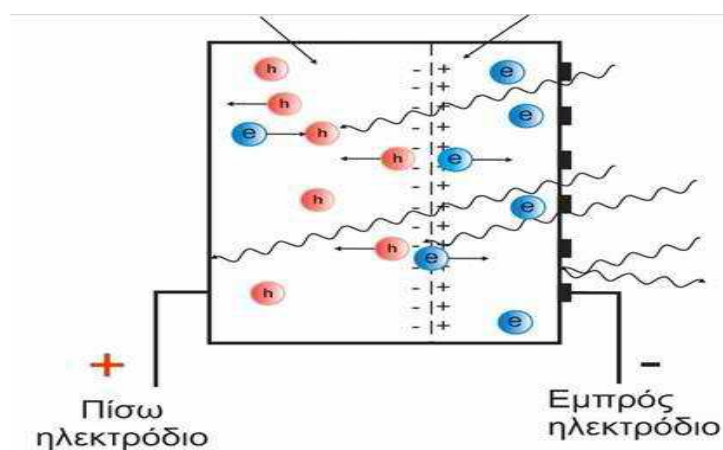


Σχήμα 24: Ηλιακή Ενέργεια

5.2 ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

Φωτοβολταϊκό φαινόμενο αποκαλείται η εμφάνιση διαφοράς δυναμικού στα άκρα μίας διόδου, η οποία ακτινοβολείται με ηλιακή ενέργεια. Για όσο χρονικό διάστημα διαρκεί η ακτινοβολία, παράγεται συνεχές ρεύμα από τη δίοδο, το οποίο μπορεί να τροφοδοτήσει ένα οποιοδήποτε φορτίο συνεχούς ρεύματος και κατά συνέπεια να έχουμε παραγωγή ηλεκτρικής ισχύς. Όταν διακοπεί η ακτινοβολία της διόδου, σταματάει και η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Το Φ/Β στοιχείο κατασκευάζεται συνήθως από ημιαγωγία υλικά και ανάλογα με το είδος της πρόσμιξης που θα χρησιμοποιηθεί, οι ημιαγωγοί χαρακτηρίζονται είτε τύπου $-n$ είτε ως τύπου $-p$. Οι ημιαγωγοί τύπου $-p$ διαθέτουν περίσσια θετικών φορτίων ή οπών, ενώ στους ημιαγωγούς τύπου $-n$ τα αρνητικά φορτία (ηλεκτρόνια) υπερισχύουν. Όταν αυτά τα δύο στρώματα των ημιαγωγών έρθουν σε επαφή μεταξύ τους, στο σημείο που ενώνονται δημιουργείται ένα ηλεκτρικό πεδίο λόγω της διαφορετικότητας του φορτίου που περιέχουν οι δύο τύποι ημιαγωγών. Εάν με κάποιο τρόπο αυτές οι δύο επιφάνειες συνδεθούν μέσω κάποιων ακροδεκτών και ανάμεσα τους παρεμβληθεί μία αντίσταση φορτίου, τότε τα ηλεκτρόνια τύπου $-p$ θα κινηθούν προς τον ημιαγωγό τύπου $-n$ και αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος.



Σχήμα 25: Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο

5.3 ΕΙΔΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ

Το υλικό που χρησιμοποιείται εύρυστα στη βιομηχανία της παγκόσμιας παραγωγής φωτοβολταϊκών είναι το πυρίτιο (Si). Οι λόγοι για τους οποίους συμβαίνει αυτό έχουν να κάνουν με το γεγονός ότι το πυρίτιο είναι το κύριο υλικό των διατάξεων ηλεκτρονικής για πολλές δεκαετίες. Επομένως, οι ιδιότητες του είναι καλά μελετημένες και το υλικό κυκλοφορεί στην αγορά σε αρκετά μεγάλες ποσότητες, με απόλυτη ικανοποιητική αξιοπιστία σε ακραίες καιρικές συνθήκες. Τα αμφοβολταϊκά στοιχεία διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες με βάση τη δομή του βασικού υλικού ή τον ιδιαίτερο τρόπο παρασκευής.

5.3.1 Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

Το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο έχει μια ομοιόμορφη μριακή δομή, Συγκρινόμενο με υλικά που δεν είναι σε μορφή κρυστάλλου, η υψηλή του ομοιομορφία έχει ως αποτέλεσμα τον υψηλότερο βαθμό απόδοσης. Η απόδοση των μονοκρυσταλλικών στοιχείων κυμαίνεται από 21-24% και σε μορφή πλαισίων στο εμπόριο από 14 έως 16%.

5.3.2 Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

Το πολυκρυσταλλικό πυρίτιο αποτελείται από περιοχές μονοκρυσταλλικού πυριτίου, αλλά δεν έχει την ομοιόμορφη κρυσταλλική δομή του μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία έχουν χαμηλότερο βαθμό απόδοσης από τα στοιχεία που αποτελούνται από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο. Ο βαθμός απόδοσης για μια βαθμίδα εμπορίου κυμαίνεται μεταξύ 10 και 14%, ενώ σε εργαστηριακή μορφή 17 έως 20%. Η διαδικασία παραγωγής πολυκρυσταλλικού πυριτίου είναι φθηνότερη από αυτή του μονοκρυσταλλικού.

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

5.3.3 Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΠΤΟΥ ΦΙΛΜ

Η τεχνολογία λεπτού φίλμ έχει ως σκοπό τη μείωση του κόστους, μέσω της μείωσης του απαιτούμενου υλικού για την παραγωγή των στοιχείων. Η εναπόθεση μπορεί να γίνει κατευθείαν σε γυαλί, σε κεραμικό ή οποιοδήποτε άλλο κατάλληλο υπόστρωμα. Εκτός από το μειωμένο κόστος πλεονεκτούν και στην ευκολία με την οποία μπορεί να γίνει η σύνδεση τους σε σειρά, φτιάχνοντας έτσι, ολόκληρα πλαίσια κατά τη διαδικασία εναπόθεσης. Παρόλο που έχει πάχος μερικών μόνο μm, έχει αποδεχθεί θεωρητικά, αλλά και στην πράξη, ότι εμφανίζει μεγαλύτερη απόδοση. Το κλειδί στην τεχνολογία είναι ο έξυπνος οπτικός σχεδιασμός, με αποτέλεσμα το φως μέσω ανακλάσεως να διαγράφει διαδρομή 30 φορές ή και περισσότερο, μεγαλύτερη από το πάχος του φίλμ.

5.3.4 Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΜΟΡΦΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

Το άμορφο πυρίτιο χρησιμοποιείται για την παραγωγή φωτοβολταϊκών στοιχείων, με την τεχνολογία λεπτού φίλμ. Το κύριο πλεονέκτημα του είναι ότι έχει υψηλό επίπεδο απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας και μάλιστα περίπου 40 φορές υψηλότερη από αυτή του μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Το συνολικό κόστος του υλικού και του κόστος κατασκευής είναι χαμηλότερο ανα μονάδα επιφάνειας, συγκρινόμενο με τα στοιχεία του κρυσταλλικού πυριτίου. Τα κυριότερα μειονεκτήματά του είναι ο χαμηλός βαθμός απόδοσης, που κυμαίνεται από 6-9 % για στοιχεία του εμπορίου και φτάνει το 13% για στοιχεία που έχουν φτιαχτεί στο εργαστήριο και η βαθμιαία μείωση του βαθμού απόδοσης. Μέσα σε λίγους μήνες μπορεί να μειωθεί από 10 έως και 15 %.

5.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Το κυριότερο χαρακτηριστικό τους στοιχείο είναι η ισχύς αιχμής τους. Ισχύς αιχμής P_p ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου είναι η μέγιστη ισχύς με την οποία αυτό αποδίδει ηλεκτρική ενέργεια, κάτω από τις πρότυπες συνθήκες ελέγχου (Standar Testing Conditions). Οι STC περιλαμβάνουν:

- Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία
- Πυκνότητα ισχύος $E = 1 \text{ kw}/m^2$
- Φάσμα ακτινοβολίας AM 1.5
- Θερμορασία πλαισίου 25° C

Η μέγιστη παραγόμενη ηλεκτρικής ισχύς ενός πλαισίου είναι κατά κανόνα μικρότερη της ισχύος αιχμής και δεν πρέπει να συγχέεται.

Άλλα σημαντικά στοιχεία είναι:

- Η ηλεκτρική τάση και το ηλεκτρικό ρεύμα στο σημείο αιχμής $V_{m \text{ STC}}$, $I_{m \text{ STC}}$
- Τάση ανοιχτού κυκλώματος $V_{OC \text{ STC}}$
- Ρεύμα βραχυκύκλωσης $I_{SC \text{ STC}}$
- Συντελεστής απόδοσης
- Διαστάσεις
- Βάρος του πλαισίου
- Εγγύηση

Ως συντελεστής απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου ορίζεται ο λόγος της μέγιστης ηλεκτρικής ισχύος που παράγει το στοιχείο προς την ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται στην επιφάνεια του:

$$\frac{n * P_{out \text{ MAX}}}{P_{in}} \quad (1.4)$$

5.5 ΗΛΙΑΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα λόγω της ευνοϊκής γεωγραφικής της θέσης, παρουσιάζει ένα ιδιαίτερο υψηλό ηλιακό δυναμικό, περίπου 1400-1800 kWh/m² ετησίως σε οριζόντιο επίπεδο, ανάλογα το γεωγραφικό πλάτος και το ανάγλυφο της περιοχής. Παρακάτω παρουσιάζεται το ηλιακό δυναμικό της Ελλάδας (σε kWh/m²) ημερησίως.



Σχήμα 26: Ηλιακό δυναμικό στην Ελλάδα

Εκτός από την μέση ημερήσια ενέργεια από τον ήλιο σε μηνιαία ή ετήσια βάση, άλλο χαρακτηριστικό στοιχείο μιας περιοχής είναι η ηλιοφάνεια της. Αυτή εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου και από τη θέση και διαμόρφωση της περιοχής. Τα χαρακτηριστικά αυτά πιθανόν ευνοούν την ανάπτυξη των νεφώσεων, με αποτέλεσμα την μείωση των ηλιόλουστων ημερών. Η ηλιοφάνεια εκφράζεται σε πλήθος ωρών ανά μήνα και ανά έτος κατά τις οποίες ο ήλιος είναι ορατός στον ουρανό. Στην Ελλάδα η περιοχή με την μεγαλύτερη ηλιοφάνεια, είναι η περιοχή της Ιεράπετρας στο νοτιοανατολικό μέρος της Κρήτης (3.101,5 ώρες ετησίως).

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

Η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ) καταγράφει εδώ και πολλά χρόνια τις ώρες ηλιοφάνειας ανά ημέρα, αλλά και σε κάποιες περιπτώσεις την ολική ηλιακή ακτινοβολία (σε kWh/m²) για διάφορες περιοχές της χώρας.

Οι θέσεις των μετεωρολογικών σταθμών επιλέγονται ώστε οι μετρήσεις να είναι αξιόπιστες και να μην επηρεάζονται από φυσικά εμπόδια ή τοπικά φαινόμενα που να αλλοιώνουν το αποτέλεσμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6⁰

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ “SOLAR”

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Το πρόγραμμα “solar” υπολογίζει και συγκρίνει την ηλιακή ακτινοβολία και την παραγόμενη ενέργεια ανάμεσα σε δύο φωτοβολταϊκά πάνελ σε δύο διαφορετικές περιοχές.

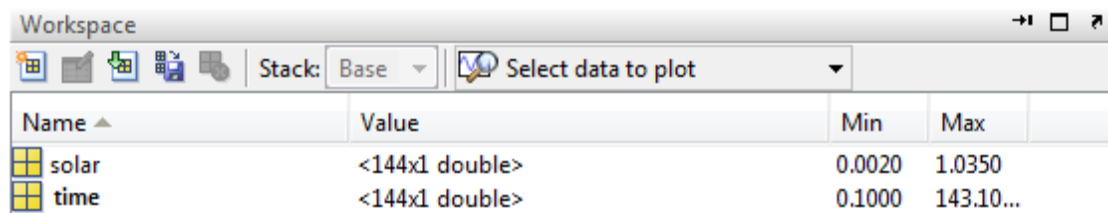
Οι μετρήσεις είναι από το έτος 2005 και αφορούν μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας.

Έπειτα, αφού οι μετρήσεις είχαν περαστεί σε αρχεία excel, προσθέτονταν στο Matlab, όπου το πρόγραμμα με τη σειρά του τις διάβαζε και τις έτρεχε με σκοπό να γίνουν οι συγκρίσεις των δεδομένων.

Παρακάτω θα γίνει αναλυτική περιγραφή του προγράμματος, βήμα-βήμα.

6.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ GAUSSIAN

Αφού προσθέσουμε τις μετρήσεις και τις χρονικές περιόδους, βλέπουμε ότι οι μεταβλητές έχουν προστεθεί στο workspace στο Matlab. Και οι δύο παράμετροι έχουν το ίδιο μήκος, άρα τα δύο διανύσματα μπορούν να σχεδιαστούν σε ένα γράφημα.

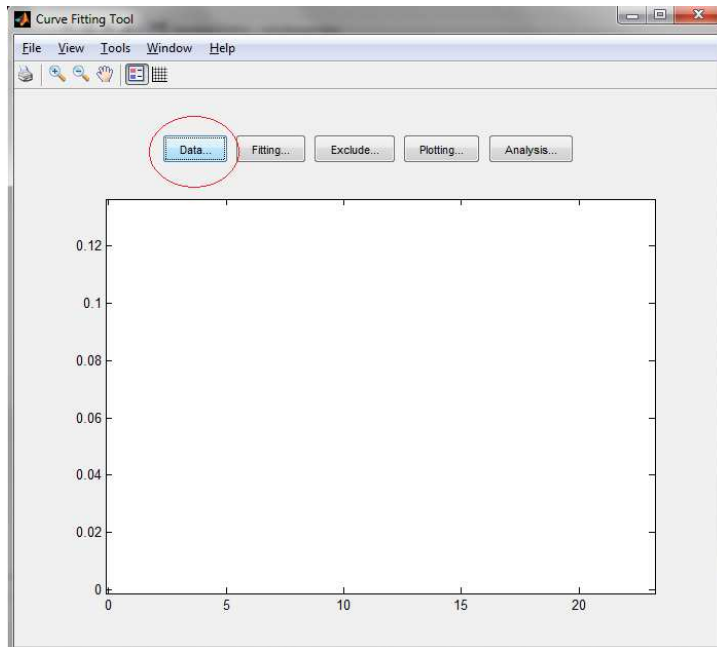


The screenshot shows the MATLAB Workspace window. At the top, there are icons for workspace, command window, and script editor. Below the icons, there is a 'Stack' dropdown menu set to 'Base' and a 'Select data to plot' button. The main area of the workspace is a table with the following data:

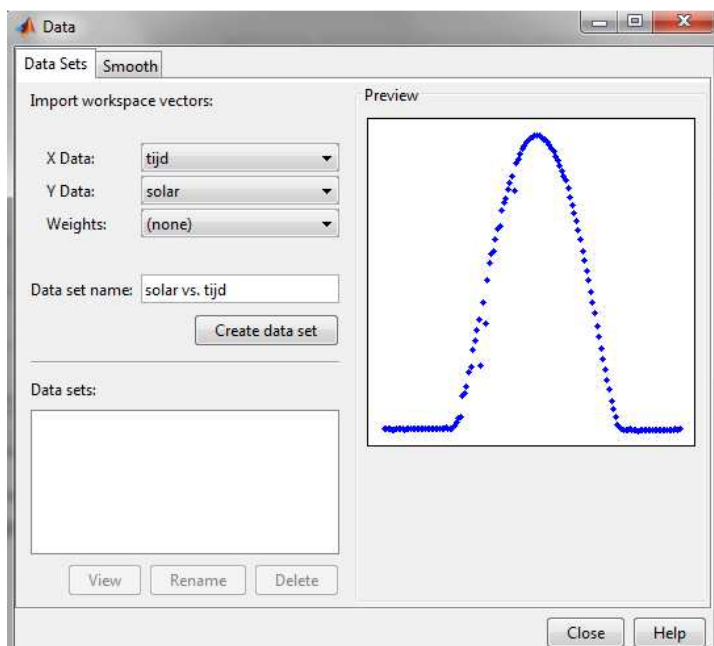
Name	Value	Min	Max
solar	<144x1 double>	0.0020	1.0350
time	<144x1 double>	0.1000	143.10...

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

Τώρα, αφού υπάρχει διαθέσιμο το γράφημα, μπορούμε να προσθέσουμε το *fitting*. Για να σχεδιαστεί το γράφημα γράφουμε την εντολή *cftool* στο Mat lab. Κάνουμε κλικ στην επιλογή *Data* για να προσθέσουμε το γράφημα.

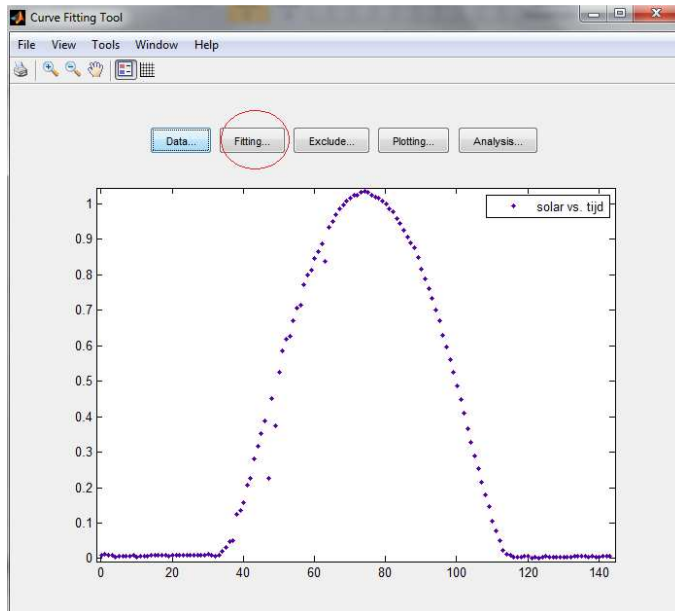


Οι μεταβλητές x και y , πρέπει να προστεθούν. Εδώ, το x είναι ο χρόνος και το y είναι η μεταβλητή *solar*. Κάνουμε κλικ στην επιλογή *create data set*, για την δημιουργία στοιχείων και τον σχεδιασμό της γραφικής παράστασης.

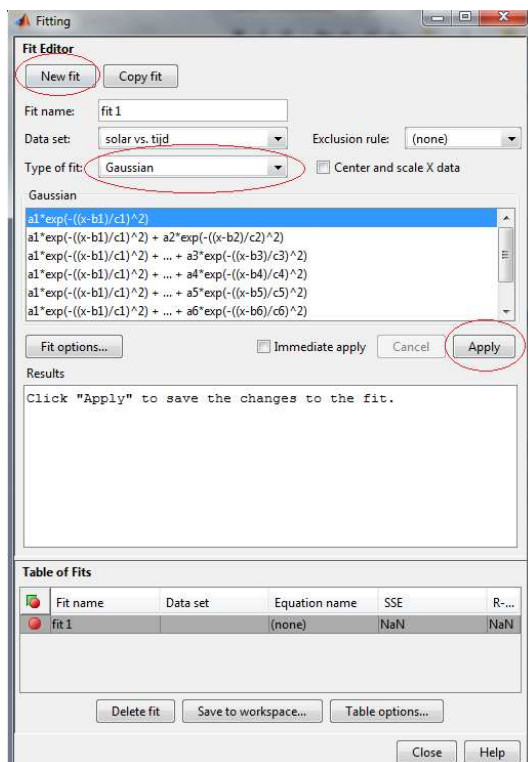


«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

Το επόμενο βήμα είναι να προσθέσουμε το *fitting*. Κάνουμε κλικ στην επιλογή *fitting*.

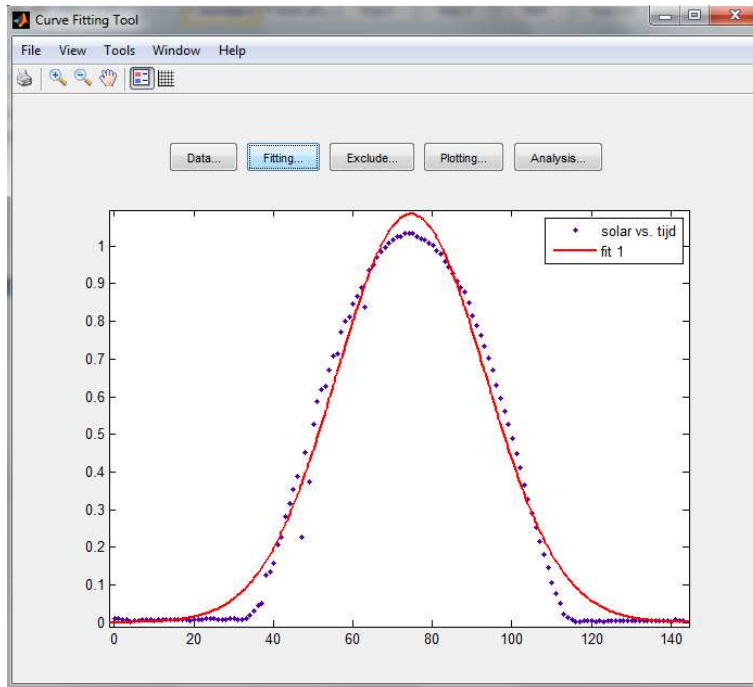


Για να προσθέσουμε το *fitting* κάνουμε κλικ στο *new fit* και αλλάζουμε τον τύπο σε Gaussian. Επιλέγουμε την επιθυμητή Gaussian, πχ την δ^1 , και πατάμε *apply*.

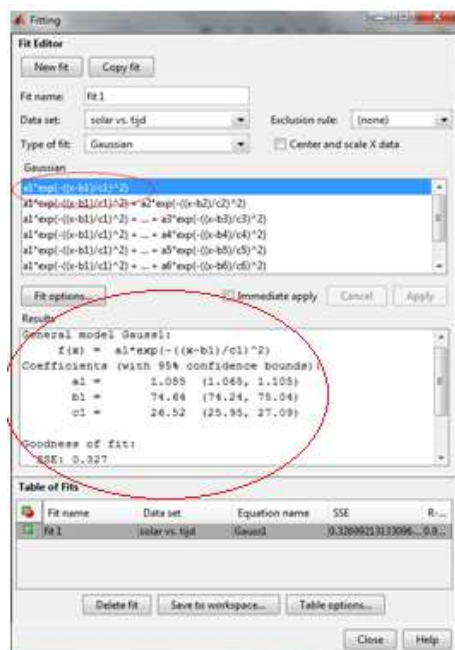


«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

Τώρα θα δούμε το γράφημα με το *fitting*. Αν το *fitting* δεν είναι σωστό, τότε επιλέγουμε άλλον αριθμό Gaussian.



Αφού εφαρμόσουμε την κατανομή Gaussian και το *fitting*, θα εμφανιστούν οι παράμετροι που υπολογίστηκαν από το Matlab. Αυτοί χρειάζονται σε υπολογισμούς αργότερα και θα αναλυθούν παρακάτω.



6.3 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΕΝΤΟΛΩΝ

6.3.1 ΕΚΚΑΘΑΡΙΣΗ ΜΝΗΜΗΣ

Πριν την έναρξη νέων υπολογισμών, είναι προτιμότερο να διαγραφούν όλα τα προηγούμενα δεδομένα από τη μνήμη του Mat lab. Αυτό μπορεί αν γίνει με τις εντολές:

```
16 -   clc
17 -   clear all
18 -   close all
```

Clc: εκκαθάριση του παράθυρου εντολών. Όλες οι προηγούμενες εντολές που έχουν γραφτεί στο παράθυρο εντολών διαγράφονται.

Clear all: Καθαρίζει όλες τις μεταβλητές από τη μνήμη του Mat lab.

Close all: Κλείνει όλα τα ανοιχτά παράθυρα και γραφήματα.

6.3.2 ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΟ EXCEL

Τα δεδομένα με τις μετρήσεις είναι διαθέσιμα σε αρχεία excel. Για να τα επεξεργαστούμε πρέπει να τα εισάγουμε στο Mat lab, χρησιμοποιώντας την εντολή *xlsread*.

- Ανάγνωση των ηλιακών μετρήσεων

```
16 % 1a) measurements solar: in kw/m²
17 - sun_power1= xlsread('C:\MATLAB PTYXIAKES\matlab\MATLAB PTYXIAKES\New Folder\Year_2005.xls','solar 2005','B2:B144');
```

- Ανάγνωση θερμοκρασίας

```
19 % 1b) measurements temperature ( C°)
20 - A2 = xlsread('C:\MATLAB PTYXIAKES\matlab\program for measurments(nieuw)\measurments DOXA.xls','DOXA 2010-2011','Q3854:Q3899');
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

6.3.3 ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ

Πρέπει να κάνουμε αυτούς τους υπολογισμούς, ώστε να μπορέσουμε να σχεδιάσουμε την σωστή ποσότητα των δεδομένων. Έχουμε διαιρέσει με το 6 (0.1:1:columns1), για να βεβαιωθούμε ότι ο χρόνος είναι σε ώρες, αντί για λεπτά.

```
26 - columns1=size(sun_power1); % A is in 'kwh/m²'
27 - time1= (0.1:1:columns1)/6;
28 - time_1 = time1';
```

6.3.4 ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΑΡΝΗΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Εάν δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία, οι μετρήσεις θα δείχνουν μια αρνητική τιμή. Αυτό, όμως, δεν είναι δυνατό επειδή η κατανομή Gaussian δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε αρνητικές τιμές. Έτσι, σε αυτό το μέρος του κώδικα, το πρόγραμμα αντικαθιστά όλες τις αρνητικές τιμές και τις μηδενίζει. Αυτό δεν έχει καμία επίδραση σε άλλους υπολογισμούς.

```
30 - for i1 = sun_power1<0
31 -     if sun_power1(i1) <0
32 -         sun_power1(i1)= 0;
33 -     end
34 - end
```

6.3.5 ΜΕΤΡΗΤΗΣ

Το πρόγραμμα έχει έναν μετρητή για να παρακολουθεί τον αριθμό των βημάτων. Αρχικά, ο μετρητής έχει την τιμή μηδέν, έπειτα χρησιμοποιείται η εντολή *waitbar*.

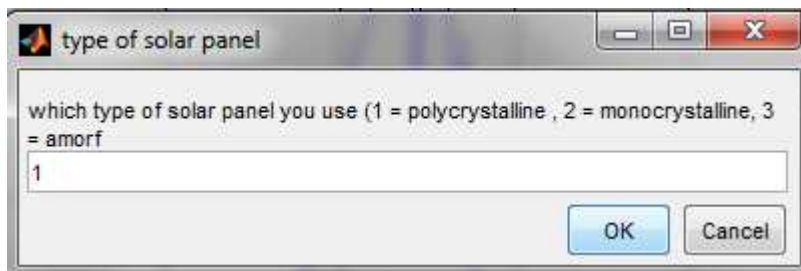
```
42 - counter=0;
43 - h = waitbar(0, 'Progress: step 1/7');
44 - steps = 6;
45 - for step = 1:steps
46 -     waitbar(counter / steps)
47 - end
48
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

6.3.6 INPUT BOX

Υπάρχουν επτά input boxes :

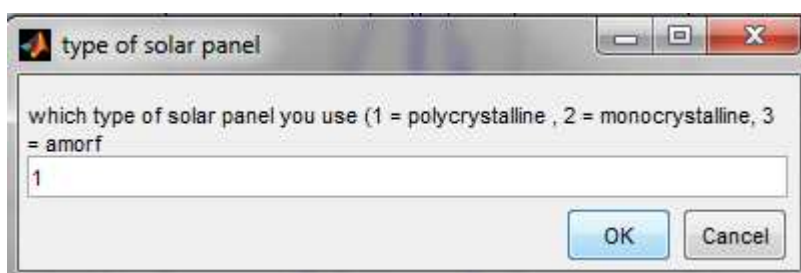
1. Ο τύπος του ηλιακού πάνελ
2. Το μήκος του κάθε πάνελ (σε μέτρα)
3. Το πλάτος του κάθε πάνελ (σε μέτρα)
4. Η αποδοτικότητα του κάθε πάνελ (τις %)
5. Ο αριθμός των πάνελ
6. Ο τύπος της Gaussian
7. Η τιμή σε kwh



```
51 - prompt = {'witch type of solar panel you use (1 = polykristalijn , 2 = monokristalijn, 3 = amorf '};
52 - dlg_title = 'type of solar panel';
53 - num_lines = 1;
54 - def = {'0'};
55 - options.Resize='on';
56 - options.WindowStyle='normal';
57 - type = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
58 - type = str2double(type);
```

6.3.7 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Εφόσον ο συντελεστής θερμοκρασίας εξαρτάται από τον τύπο των ηλιακών πάνελ, το πρόγραμμα ζητά τον τύπο του πάνελ που χρησιμοποιήθηκε.



«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

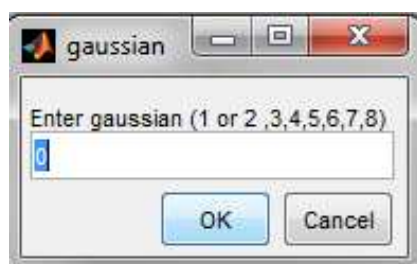
Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία, τόσο χαμηλότερη θα είναι η αποδοτικότητα. Αυτό εξαρτάται από το είδος του πάνελ που χρησιμοποιείται. Παραδείγματος χάρη, ένα άμορφο φωτοβολταϊκό πάνελ δεν είναι τόσο εξαρτώμενο από την θερμοκρασία όσο ένα μονοκρυσταλλικό πάνελ. Αυτό συμβαίνει επειδή η απόδοση ενός άμορφου φωτοβολταϊκού πάνελ είναι μικρότερη από ένα μονοκρυσταλλικό, κάνοντας την απόδοση να μην μειωθεί όσο στα άλλα πάνελ.

6.3.8 GAUSSIAN FITTING

Το πρόγραμμα δίνει επίσης την δυνατότητα να μπορούμε να επιλέξουμε χειροκίνητα το *fitting*. Μερικές φορές, υπάρχει περίπτωση να χρειαστεί να τρέξει το πρόγραμμα δύο φορές μέχρι να γίνει το σωστό *fitting*. Όταν επιλεγεί ένας αριθμός, τότε το πρόγραμμα θα αρχίσει αυτόματα τους υπολογισμούς.

```
309 -     if gaussian <=1
310 -     f1 = fitttype('gauss1');
311 -     elseif gaussian <=2

323 -     elseif gaussian <=8
324 -     f1 = fitttype('gauss8');
325 -     end
```



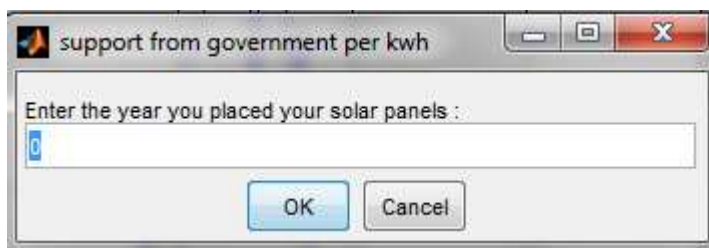
Ανάλογα με το *fitting*, η εντολή *power_radiation*, θα προσαρμοστεί. Επομένως, είναι πολύ σημαντικό να επιλέξουμε το σωστό Gaussian *fitting*.

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
332 -   if gaussian <= 1;
333 -       gfit = fit(time_1,sun_power1,f1);
334 -       a1 = gfit . a1;
335 -       b1 = gfit . b1;
336 -       c1 = gfit . c1;
337
338 -       power_radiation = a1*exp(-((time1-b1)./c1).^2);%solar radiation
339
```

6.3.9 ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΚW

Το πρόγραμμα ζητά να αναφερθεί το έτος που τοποθετήθηκαν τα φωτοβολταϊκά πάνελ.



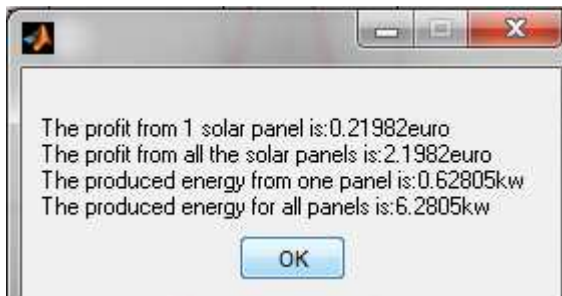
```
276 -   if year <= 2005
277 -       price_kw_energy = 0;
278 -   elseif year <= 2006
279 -       price_kw_energy = 0.45;
280 -   elseif year <= 2007
281 -       price_kw_energy = 0.25;
282 -   elseif year <= 2008
283 -       price_kw_energy = 0.21;
284 -   elseif year <= 2017
285 -       price_kw_energy = 0.21;
302 -   elseif year >=2018
303 -       price_kw_energy = 0.09;
304 -   end
```

- Τρέχουσα τιμή πώλησης σε φωτοβολταϊκή στέγη(έως 10 kW): 0,25 €/kwh
- Τρέχουσα τιμή πώλησης σε φωτοβολταϊκό πάρκο(έως 100 kW): 0,21 €/kwh

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

6.3.10 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟ MESSAGE BOX

Στο τέλος του προγράμματος εμφανίζεται ένα message box με τα αποτελέσματα. Κάθε μεταβλητή εμφανίζεται στο message box.



```
536 - conclusion1 = msgbox(['The profit from 1 solar panel is:',num2str(profit_1_solar_panels),'euro'],  
537 ['The profit from all the solar panels is:',num2str(Profit_total_solar_panels),'euro'],  
538 ['The produced energy from one panel is:',num2str(Produced_energy_1_solar_panel),'kw'],  
539 ['The produced energy for all panels is:',num2str(Total_Produced_energy_solar_panel),'kw']);
```

6.3.11 ΗΛΙΑΚΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

```
37 - figure(1)  
38 - plot(time1,sun_power1),grid on,title('Solar Radiation'), xlabel('time (h)'),  
39 - ylabel('power sun (kW/m²)'),legend('sun power');  
40
```

plot(time1,sun_power1) : η εντολή αυτή κάνει το γράφημα

grid on : εμφανίζει ένα πλέγμα στο γράφημα

title() : δίνει έναν τίτλο στο γράφημα

xlabel() : δίνει στο x ένα όνομα

ylabel() : δίνει στο y ένα όνομα

legend() : ονομάζει τις διάφορες γραμμές στο γράφημα

```
495 - figure(2)  
496 - plot(gfit,time_1,sun_power1),grid on,title('Solar Radiation and gaus fitting'), xlabel('time (h)'),  
497 - ylabel('power sun (kW)');legend('power sun','fitting');
```

plot(gfit,time_1,sun_power1) : φτιάχνει το ίδιο γράφημα αλλά περιλαμβάνει και το *fitting*.

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

6.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

6.4.1 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΠΑΝΕΛ

Για τον υπολογισμό της επιφάνειας ενός φωτοβολταϊκού πάνελ, το πρόγραμμα πολλαπλασιάζει τα αποτελέσματα από τα input boxes *Length1* και *Width1*.

```
485 - area_1_solar_panell = Lengtl * width1; % in 'm²'
```

6.4.2 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

Η συνολική επιφάνεια είναι η επιφάνεια του ενός πάνελ πολλαπλασιαζόμενο με τον αριθμό των ηλιακών πάνελ.

```
489 - area total solar panels1 = area 1 solar panell*number of panels1; % in 'm²'
```

6.4.3 ΙΣΧΥΣ ΕΝΟΣ ΗΛΙΑΚΟΥ ΠΑΝΕΛ

Για τον υπολογισμό της ενέργειας που παράγει το ένα πάνελ, το πρόγραμμα χρησιμοποιεί την εντολή *trapz*, η οποία υπολογίζει την περιοχή κάτω από το γράφημα. Η περιοχή αυτή είναι ίση με την ισχύ ενός ηλιακού πάνελ.

```
518 - Produced_energy_1_solar_panel = trapz(time1, power_solar_panel); % in kwh
```

6.4.4 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΤΩΝ ΠΑΝΕΛ

Ο υπολογισμός γίνεται όπως ακριβώς με ένα ηλιακό πάνελ, αλλά εδώ περιλαμβάνονται όλοι οι ηλιακοί συλλέκτες.

```
519 - Total_Produced_energy_solar_panel = trapz(time1, total_power_solar_panel); % in kwh
```

6.4.5 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΕΝΑ ΗΛΙΑΚΟ ΠΑΝΕΛ

Για να υπολογίσουμε το κέρδος από ένα ηλιακό πάνελ, το πρόγραμμα πολλαπλασιάζει την ενέργεια που παράγεται με την τιμή ανά kW.

```
522 - profit_1_solar_panels = Produced_energy_1_solar_panel * price_kw_energy; % in euro
```

6.4.6 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΠΑΝΕΛ

Ο υπολογισμός γίνεται ακριβώς όπως με το ένα ηλιακό πάνελ, με την διαφορά ότι τώρα χρησιμοποιούμε την ενέργεια που παράγεται από όλους τους ηλιακούς συλλέκτες.

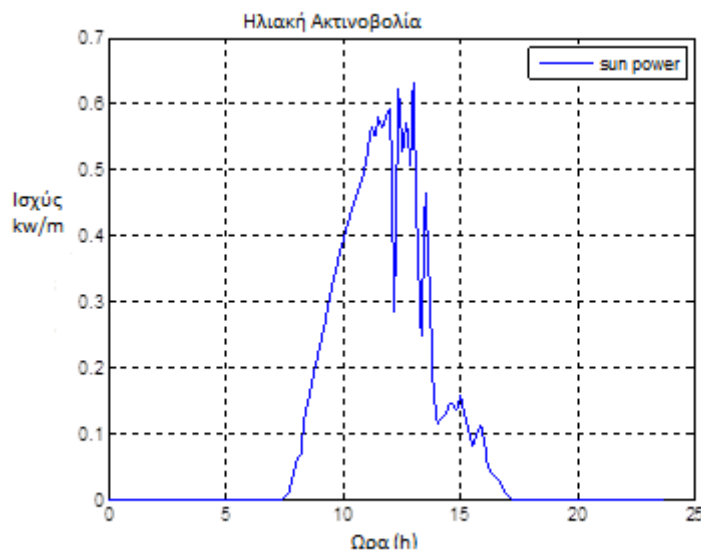
«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

525 - Profit_total_solar_panels = Total_Produced_energy_solar_panel * price_kw_energy; € in euro

6.5 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

6.5.1 ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

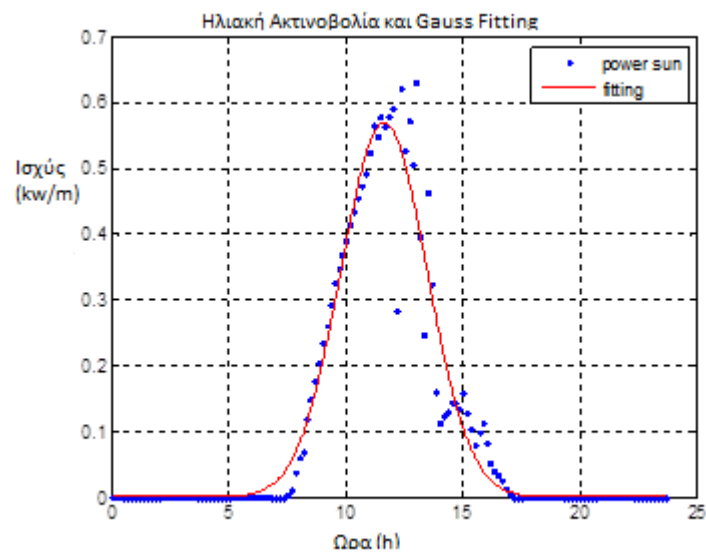
Η γραφική παράσταση της ηλιακής ακτινοβολίας παρουσιάζει την συνολική ενέργεια που προσφέρει ο ήλιος για μία ημέρα ή ένα μήνα. Οι κάτω κορυφές είναι σύννεφα που μπλοκάρουν τον ήλιο από τον εξοπλισμό των μετρήσεων. Στον άξονα x, ο χρόνος είναι σε ώρες. Το παράδειγμα αυτό χρησιμοποιεί μία ημέρα και η ενέργεια που παράγεται από τον ήλιο στον άξονα y είναι σε kW/m^2 .



Σχήμα 27: Ηλιακή Ακτινοβολία

6.5.2 ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕ GAUSSIAN FITTING

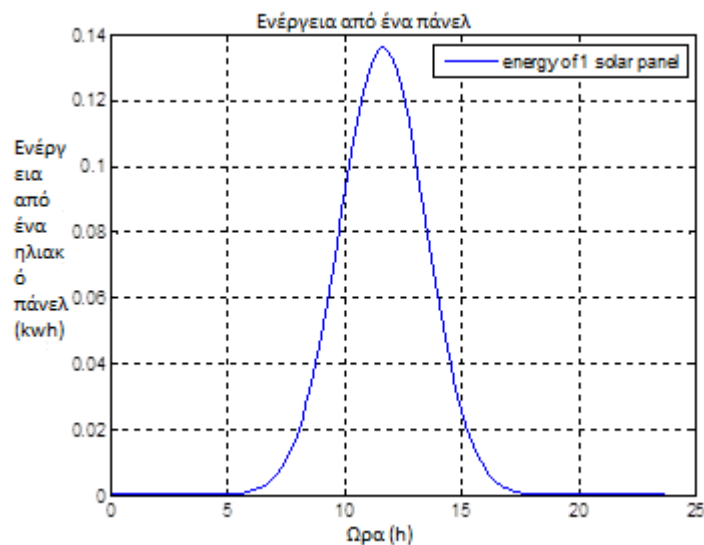
Στο γράφημα αυτό χρησιμοποιείται *Gaussian fitting*. Οι παράμετροι ποιότητας υπολογίζονται και μπορούν να χρησιμοποιηθούν αργότερα για περαιτέρω υπολογισμούς.



Σχήμα 28: Ηλιακή Ακτινοβολία και Gauss fitting

6.5.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΕΝΑ ΗΛΙΑΚΟ ΠΑΝΕΛ

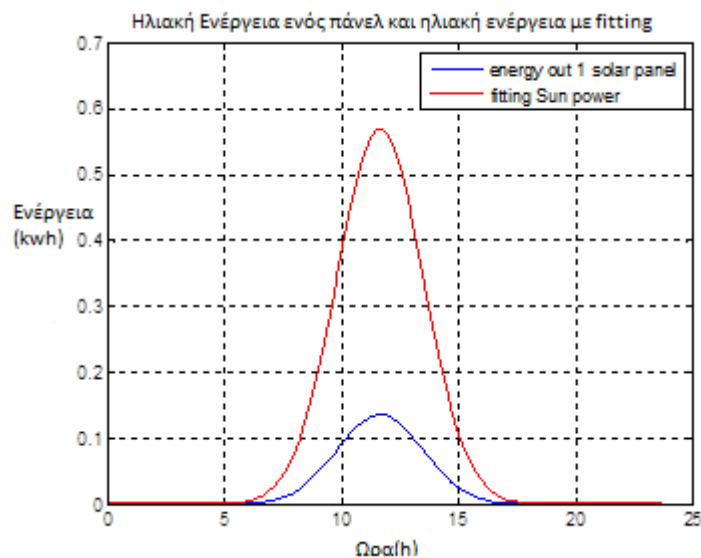
Η ενέργεια από ένα ηλιακό πάνελ είναι σαφώς λιγότερη από αυτή που παράγει ο ήλιος. Η αποδοτικότητα των ηλιακών πάνελ είναι σχετικά χαμηλή, διότι, ανάλογα με τον τύπο των πάνελ, αυτή εξισορροπείται γύρω στο 12-14%.



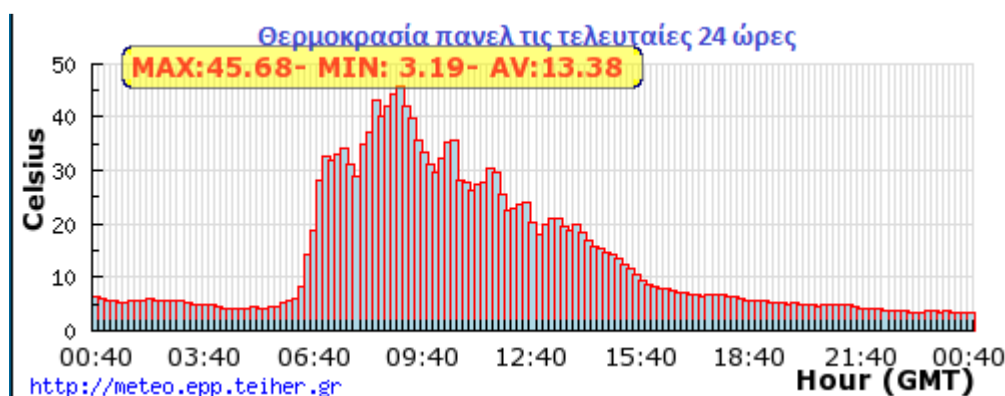
Σχήμα 29: Ενέργεια από ένα πάνελ

6.5.4 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΑ ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΝΕΛ

Η συνολική ενέργεια των ηλιακών πάνελ μπορεί να υπολογιστεί με τον πολλαπλασιασμό της ισχύος του ενός ηλιακού πάνελ με τον αριθμό των ηλιακών συλλεκτών που έχουν τοποθετηθεί. Η αποδοτικότητα τους μπορεί να παρατηρηθεί στο γράφημα.



Σχήμα 30: Ενέργεια από ένα πάνελ και ηλιακή ενέργεια με fitting



Σχήμα 31: Θερμοκρασία πάνελ τις τελευταίες 24 ώρες

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

ΑΡΧΕΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

1) ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ “WIND”

```
% ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

% ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΥΤΟ ΜΑΣ ΕΠΙΤΡΕΠΕΙ ΝΑ ΣΥΓΚΡΙΝΟΥΜΕ ΔΥΟ ΑΚΡΙΒΩΣ ΙΔΙΕΣ
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ
% ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ, Η ΔΥΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΣΤΟ ΙΔΙΟ
ΜΕΡΟΣ.

% ΕΓΙΝΑΝ ΟΙ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ:
% - Η ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ ΠΟΥ ΚΑΛΥΠΤΕΤΑΙ ΣΕ Τ.Μ. ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ
% - ΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ k,c ΚΑΙ Η ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ
% - Η ΙΣΧΥΣ ΠΟΥ ΠΑΡΕΧΕΙ Η ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ
% - Η ΙΣΧΥΣ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΥΝ ΟΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΝΟΜΟ ΤΟΥ
ΒΕΤΖ
% - Η ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ
% - ΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΥΝ ΟΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ
% - Η ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΔΥΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

% ΚΑΘΑΡΙΣΕ ΤΗΝ ΜΝΗΜΗ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ.
clc
clear all
close all
%=====
% ΠΡΟΣΘΕΣΕ ΕΔΩ ΟΛΑ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΥΟ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΚΑΙ ΤΙΣ
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ.
% 1) ΔΙΑΒΑΣΕ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΟ ΑΡΧΕΙΟ EXCEL ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ.
% ΓΙΑ ΝΑ ΣΥΓΚΡΙΝΟΥΜΕ, ΓΙΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ, ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΝΟΣ ΜΗΝΑ ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ
ΝΑ
% ΑΝΟΙΞΟΥΜΕ ΤΑ ΑΡΧΕΙΑ EXCEL ΚΑΙ ΝΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΟΥΜΕ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΕΛΙΩΝ
ΤΩΝ DOXA ΚΑΙ LABO.

% ΑΡΧΙΣΕ ΤΟ ΜΕΤΡΗΤΗ ΚΑΙ ΤΑ ΒΗΜΑΤΑ

counter=0;
h = waitbar(0,'Progress: step 1/1');
steps = 2;
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end

y=msgbox({'Έτος = 0',' Ιανουάριος = 1',' Φεβρουάριος = 2',' Μάρτιος =
3',' Απρίλιος = 4',' Μάιος = 5',' Ιούνιος = 6',' Ιούλιος = 7',' Αύγουστος
= 8',' Σεπτέμβριος = 9',' Οκτώβριος = 10',' Νοέμβριος = 11',' Δεκέμβριος
= 12'} );
prompt = {'Πληκτρολόγησε εδώ τον αριθμό του μήνα ή διάλεξε το έτος
που θες από το αρχείο excel'};
dlg_title = 'Labo powergraph';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
month= inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
month= str2double(month);
close(y)
counter=counter+1;
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 1/1');
steps = 1;
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end

if month == 0
    % 1a) DOXA
    DOXA = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments DOXA.xls','DOXA 2010-2011','E4:E48548');

    % 1b) TEI Labo
    LABO = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments LABO.xlsx','labo 2010-2011','C2:C43617');

elseif month == 1
    % 1a) DOXA
    DOXA = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments DOXA.xls','DOXA 2010-
2011','E37484:E41947');

    % 1b) TEI Labo
    LABO = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments LABO.xlsx','labo 2010-
2011','C33242:C37496');

elseif month == 2
    % 1a) DOXA
    DOXA = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments DOXA.xls','DOXA 2010-
2011','E41948:E45979');

    % 1b) TEI Labo
    LABO = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments LABO.xlsx','labo 2010-
2011','C37497:C41225');
elseif month == 3
    % 1a) DOXA
    DOXA = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments DOXA.xls','DOXA 2010-
2011','E45980:E48548');

    % 1b) TEI Labo
    LABO = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments LABO.xlsx','labo 2010-
2011','C41226:C43617');

elseif month == 4
    % 1a) DOXA
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
DOXA = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments DOXA.xls', 'DOXA 2010-2011', 'E4:E2206');

% 1b) TEI Labo
LABO = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments LABO.xlsx', 'labo 2010-2011', 'C2:C1732');

elseif month == 5
    % 1a) DOXA
    DOXA = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments DOXA.xls', 'DOXA 2010-2011', 'E2207:E6670');

    % 1b) TEI Labo
    LABO = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments LABO.xlsx', 'labo 2010-2011', 'C1733:C5952');

elseif month == 6
    % 1a) DOXA
    DOXA = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments DOXA.xls', 'DOXA 2010-2011', 'E6671:E10990');

    % 1b) TEI Labo
    LABO = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments LABO.xlsx', 'labo 2010-
2011', 'C5953:C10127');

elseif month == 7
    % 1a) DOXA
    DOXA = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments DOXA.xls', 'DOXA 2010-
2011', 'E10991:E15454');

    % 1b) TEI Labo
    LABO = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments LABO.xlsx', 'labo 2010-
2011', 'C10128:C14410');
elseif month == 8
    % 1a) DOXA
    DOXA = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments DOXA.xls', 'DOXA 2010-
2011', 'E15455:E19918');

    % 1b) TEI Labo
    LABO = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments LABO.xlsx', 'labo 2010-
2011', 'C14411:C18068');

elseif month == 9
    % 1a) DOXA
    DOXA = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\Θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments DOXA.xls', 'DOXA 2010-
2011', 'E19919:E24238');

    % 1b) TEI Labo
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
LABO = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments LABO.xlsx','labo 2010-
2011','C18069:C22122');
elseif month == 10
    % 1a) DOXA
DOXA = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments DOXA.xls','DOXA 2010-
2011','E24239:E28701');

    % 1b) TEI Labo
LABO = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments LABO.xlsx','labo 2010-
2011','C22123:C25852');
elseif month == 11
    % 1a) DOXA
DOXA = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments DOXA.xls','DOXA 2010-
2011','E28702:E33020');

    % 1b) TEI Labo
LABO = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments LABO.xlsx','labo 2010-
2011','C25853:C30105');
elseif month == 12
    % 1a) DOXA
DOXA = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments DOXA.xls','DOXA 2010-
2011','E33021:E37483');

    % 1b) TEI Labo
LABO = xlsread('C:\Users\Dimitris\Πτυχιακή\θεωρία-sites\Κατερίνα\δικο
μας\programma\measurments LABO.xlsx','labo 2010-
2011','C30106:C33241');

end
close(h)

% ΕΔΩ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΕΡΩΤΗΣΗ ΑΝ ΘΕΛΟΥΜΕ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΟΥΜΕ ΜΙΑ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ
ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΕΙ ΣΤΗΝ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Η ΝΑ ΠΡΟΣΘΕΣΟΥΜΕ ΜΙΑ ΔΙΚΙΑ
ΜΑΣ
% ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ Η ΝΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΟΥΜΕ ΜΙΑ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ.

prompt = {'1=ΠΡΟΣΘΕΣΕ ΜΙΑ ΔΙΚΙΑ ΣΟΥ Η ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΕ ΜΙΑ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ
ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ, 2= ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕ ΜΙΑ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ'};
dlg_title = 'ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
choice1 = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
choice1 = str2double(choice1);

% ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΙΝΑΙ ΧΩΡΙΣΜΕΝΟ ΣΕ ΔΥΟ ΚΛΑΔΟΥΣ.Ο ΕΝΑΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙ ΤΗΝ
ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ (2
% ΒΗΜΑΤΑ) ΚΑΙ Ο ΑΛΛΟΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΝΕΙ Η ΠΡΟΣΘΕΤΕΙ ΜΙΑ ΔΙΚΙΑ ΜΑΣ
ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ(7 ΒΗΜΑΤΑ)
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
% ΑΥΤΟ ΓΙΝΕΤΑΙ ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΣΟΜΕΙΩΣΕΤΕ Η ΝΑ ΠΡΟΣΘΕΣΕΤΕ ΜΙΑ ΔΙΚΙΑ ΣΑΣ
ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ.
if choice1 ==1

% Η ΕΝΤΟΛΗ ΑΥΤΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΣΕ ΟΛΟ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ.ΠΡΟΚΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΜΙΑ
ΜΠΑΡΑ ΠΡΟΟΔΟΥ Η ΟΠΟΙΑ ΒΟΗΘΑΕΙ ΤΟΝ ΧΡΗΣΤΗ
% ΝΑ ΞΕΡΕΙ ΠΟΣΑ ΑΚΟΜΑ ΒΗΜΑΤΑ ΕΧΟΥΝ ΜΕΙΝΕΙ ΓΙΑ ΝΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΘΟΥΝ ΟΙ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ.
counter=1;
h = waitbar(0,'Progress: step 0/13');
steps = 13;
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end
% ΕΔΩ ΕΧΟΥΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΟΥΜΕ ΕΝΑ ΥΠΑΡΧΟΝ ΓΡΑΦΗΜΑ
% ΙΣΧΥΟΣ (ΜΗΚΟΣ ΦΤΕΡΩΝ,CUT IN SPEED) Η ΝΑ ΠΡΟΣΘΕΣΟΥΜΕ ΕΝΑ ΚΑΙΝΟΥΡΙΟ.
counter=counter+1;
prompt = {'1= ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕ ΕΝΑ ΥΠΑΡΧΟΝ ΓΡΑΦΗΜΑ ΙΣΧΥΟΣ, 2= ΠΡΟΣΘΕΣΕ
ΤΟ ΔΙΚΟ ΣΟΥ ΓΡΑΦΗΜΑ'};
dlg_title = 'ΘΕΛΕΙΣ ΝΑ ΠΡΟΣΘΕΣΕΙΣ ΕΝΑ ΔΙΚΟ ΣΟΥ ΓΡΑΦΗΜΑ Η ΝΑ
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΕΝΑ ΥΠΑΡΧΟΝ?';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
choice2 = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
choice2 = str2double(choice2);
counter=counter+1;
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 1/13');
steps = 13;
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end

% ΕΔΩ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΕΡΩΤΗΣΗ ΤΙ CUT IN SPEED ΘΕΛΟΥΜΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ
ΣΤΗΝ ΔΟΞΑ.
% ΑΥΤΟ ΕΧΕΙ ΜΕΓΑΛΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΣΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΙΣΧΥΣ.
prompt = {'ΕΙΣΑΓΕΤΕ ΤΗΝ CUT IN SPEED ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΤΗ ΔΟΞΑ:'};
dlg_title = 'CUT IN SPEED ANEMOΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΔΟΞΑΣ';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
CUTinspeed1 = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
CUTinspeed1 = str2double(CUTinspeed1);
counter=counter+1;
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 2/13');
steps = 13;
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end

% ΕΔΩ ΖΗΤΑΜΕ ΤΗΝ CUT IN SPEED ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ.
counter=counter+1;
prompt = {'ΕΙΣΑΓΕΤΕ ΤΗΝ CUT IN SPEED ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΤΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ:'};
dlg_title = 'CUT IN SPEED ANEMOΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ';
```


«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
CUTinspeed2 = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
CUTinspeed2 = cell2mat(CUTinspeed2);
counter=counter+1;
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 3/13');
steps = 13;
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end

% ΑΝ ΕΠΙΛΕΞΟΥΜΕ "ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕ ΜΙΑ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ", ΘΑ
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΟΥΜΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ.
% ΕΧΟΥΜΕ ΤΗΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΝΑ ΕΠΙΛΕΞΟΥΜΕ ΑΠΟ 7 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ
ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ,ΑΛΛΑ
% ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΠΡΟΣΘΕΣΟΥΜΕ ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ.
if choice2 == 1;
y=msgbox({'5kW = Hummer wind power (5kW , max 7.5kw)', '10kW = Hummer
wind power (10kW , max 15kw)', '20kW = Hummer wind power (20kW , max
30kw)', '100kW = Northern Power@ 100 (100kW)', '250kW = WES30
(250kW)', '1MW = Winwind(1MW)', '2MW = Gamesa Eolica G90 (2MW , max
2.5MW)' });
prompt = {'ΠΛΗΚΤΡΟΛΟΓΗΣΕ ΠΟΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑ ΙΣΧΥΟΣ ΘΕΛΕΙΣ ΝΑ
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΤΗΝ ΔΟΞΑ:
5kW,10kW,20kW,100kW,250kW,1000kW,2000kW'};
dlg_title = 'ΓΡΑΦΗΜΑ ΙΣΧΥΟΣ ΔΟΞΑΣ';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
turbinekW_DOXA = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
turbinekW_DOXA = str2double(turbinekW_DOXA);
counter=4;
close(y)
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 4/13');
steps = 13;
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end

% ΕΔΩ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥΜΕ ΤΙΣ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΑΝ ΑΥΤΟ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ.
if turbinekW_DOXA == 5;
    windmillDOXA=[ 0 0 0 0.1 0.3 0.5 1 2.3 4.3 5.2 5.5 6 6.5 6.7 6.9
7.1 7.3 7.4 7.2 6.9 6.8 6.6 0];
elseif turbinekW_DOXA == 10;
    windmillDOXA=[ 0 0 0 1.2 1.8 3 4.2 6 8.2 10 12 13.5 14.5 14.9
15.2 15 14.9 14.5 13.8 13 12 10.5 0];
elseif turbinekW_DOXA == 20;
    windmillDOXA=[ 0 0 0.5 2 2.25 3 4 6.8 9 12.5 16.25 21.25 22.5 23
24 24.8 26 28 27 26 0];
elseif turbinekW_DOXA == 100;
    windmillDOXA=[ 0 0 0 3.7 10.5 19 29.4 41 54.3 66.8 77.7 86.4 92.8
97.3 100 100.8 100.6 99.8 99.4 98.6 97.8 97.3 97.3 98 99.7 0];
elseif turbinekW_DOXA == 250;
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
    windmillDOXA=[ 0 0 1.5 4.4 14.9 29.3 56.3 77.2 116 145 179 222
250 250 250 250 250 250 250 250 250 250 250 250 0];
elseif turbinekW_DOXA == 1000;
    windmillDOXA=[ 0 0 0 24 64 111 197 314 454 582 686 783 891 966
1010 1037 1030 1036 1032 1009 0 0 ];
elseif turbinekW_DOXA == 2000;
    windmillDOXA=[ 0 0 0 100 200 400 600 800 1250 1600 1800 1900 1920
1940 1960 1980 2000 2000 2000 2000 2000 2000 0 ];
end
y=msgbox({' 5kW = Hummer wind power (5kW , max 7.5kw)', '10kW = Hummer
wind power (10kW , max 15kw)', '20kW = Hummer wind power (20kW , max
30kw)', '100kW = Northern Power@ 100 (100kW)', '250kW = WES30
(250kW)', '1MW = Winwind(1MW)', '2MW = Gamesa Eolica G90 (2MW , max
2.5MW) ' } );
prompt = {'ΠΑΝΚΤΡΟΛΟΓΗΣΕ ΠΟΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑ ΙΣΧΥΟΣ ΘΕΛΕΙΣ ΝΑ
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ:
5kW,10kW,20kW,100kW,250kW,1000kW,2000kW'};
dlg_title = 'ΓΡΑΦΗΜΑ ΙΣΧΥΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
turbinekW_Labo = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
turbinekW_Labo = str2double(turbinekW_Labo);
close(y)
counter=counter+1;
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 5/13');
steps = 13;
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end

if turbinekW_Labo == 5
    windmillLabo=[ 0 0 0 0.1 0.3 0.5 1 2.3 4.3 5.2 5.5 6 6.5 6.7 6.9
7.1 7.3 7.4 7.2 6.9 6.8 6.6 0];
elseif turbinekW_Labo == 10
    windmillLabo=[ 0 0 0 1.2 1.8 3 4.2 6 8.2 10 12 13.5 14.5 14.9
15.2 15 14.9 14.5 13.8 13 12 10.5 0];
elseif turbinekW_Labo == 20
    windmillLabo=[ 0 0 0.5 2 2.25 3 4 6.8 9 12.5 16.25 21.25 22.5 23
24 24.8 26 28 27 26 0];
elseif turbinekW_Labo == 100
    windmillLabo=[ 0 0 0 3.7 10.5 19 29.4 41 54.3 66.8 77.7 86.4 92.8
97.3 100 100.8 100.6 99.8 99.4 98.6 97.8 97.3 97.3 98 99.7 0];
elseif turbinekW_Labo == 250
    windmillLabo=[ 0 0 1.5 4.4 14.9 29.3 56.3 77.2 116 145 179 222
250 250 250 250 250 250 250 250 250 250 250 250 250 0];
elseif turbinekW_Labo == 1000
    windmillLabo=[ 0 0 0 24 64 111 197 314 454 582 686 783 891 966
1010 1037 1030 1036 1032 1009 0 0 ];
elseif turbinekW_Labo == 2000
    windmillLabo=[ 0 0 0 100 200 400 600 800 1250 1600 1800 1900 1920
1940 1960 1980 2000 2000 2000 2000 2000 2000 2000 ];
end
end
close(h)
% AN ΕΠΙΛΕΞΟΥΜΕ "ΠΡΟΣΘΕΣΕ ΕΝΑ ΔΙΚΟ ΣΟΥ ΓΡΑΦΗΜΑ", ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΟΥΜΕ
ΑΥΤΟ
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
% ΤΟ ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ.
if choice2 ==2;
    prompt = {'ΠΡΟΣΘΕΣΕ ΤΟ ΔΙΚΟ ΣΟΥ ΓΡΑΦΗΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΤΗΝ
ΔΟΞΑ. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΕ ΤΟΥΣ ΑΡΙΘΜΟΥΣ ΚΑΘΕΤΑ.'};
    dlg_title = 'ΓΡΑΦΗΜΑ ΙΣΧΥΟΣ ΔΟΞΑΣ';
    num_lines = 3;
    def = {'0'};
    options.Resize='on';
    options.WindowStyle='normal';
    windmillDOXA = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
    windmillDOXA = cellstr(cell2mat(windmillDOXA))';
    windmillDOXA = str2double(windmillDOXA);
    counter=4;
    h = waitbar(0,'Progress: step 4/13');
    steps = 13;
    for step = 1:steps
        waitbar(counter / steps)
    end

    prompt = {'ΠΡΟΣΘΕΣΕ ΤΟ ΓΡΑΦΗΜΑ ΙΣΧΥΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΤΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΕ ΤΟΥΣ ΑΡΙΘΜΟΥΣ ΚΑΘΕΤΑ.'};
    dlg_title = 'ΓΡΑΦΗΜΑ ΙΣΧΥΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ';
    num_lines = 3;
    def = {'0'};
    options.Resize='on';
    options.WindowStyle='normal';
    windmillLabo = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
    windmillLabo = cellstr(cell2mat(windmillLabo))';
    windmillLabo = str2double(windmillLabo);
    counter=counter+1;
    close(h)
    h = waitbar(0,'Progress: step 5/13');
    steps = 13;
    for step = 1:steps
        waitbar(counter / steps)
    end
    close(h)
end

% ΕΔΩ ΖΗΤΑΜΕ ΤΟ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΕΝΟΣ ΦΤΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΤΗΝ ΔΟΞΑ.
ΑΥΤΗ Η
% ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΙΝΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ ΜΟΝΟ ΑΝ ΕΠΙΛΕΞΟΥΜΕ ΝΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΟΥΜΕ Η ΝΑ
ΠΡΟΣΘΕΣΟΥΜΕ ΜΙΑ ΚΑΙΝΟΥΡΙΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ.
prompt = {'ΠΡΟΣΘΕΣΕ ΤΟ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΦΤΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΤΗΝ
ΔΟΞΑ:'};
dlg_title = 'ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
Bladelength_DOXA = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
Bladelength_DOXA = str2double(Bladelength_DOXA);
counter=4;
counter=counter+1;
h = waitbar(0,'Progress: step 6/13');
steps = 13;
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
end
prompt = {'ΠΡΟΣΘΕΣΕ ΤΟ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΦΤΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΤΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ:'};
dlg_title = 'ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
Bladelength_LABO = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
Bladelength_LABO = str2double(Bladelength_LABO);
counter=counter+1;
counter=counter+1;
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 7/13');
steps = 13;
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end

prompt = {'ΣΕ ΠΟΙΟ ΥΨΟΣ ΠΗΡΑΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΟΞΑ; (900m =
default)'};
dlg_title = 'ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΔΟΞΑ';
num_lines = 1;
def = {'900'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
z1DOXA = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
z1DOXA = str2double(z1DOXA);
counter=counter+1;
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 8/13');
steps = 13;
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end

prompt = {'ΠΟΣΟ ΨΗΛΑ ΕΙΝΑΙ Η ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΤΗΝ ΔΟΞΑ ΑΠΟ ΤΟ
ΕΔΑΦΟΣ;'};
dlg_title = 'ΥΨΟΣ ΤΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΣΤΗΝ ΔΟΞΑ';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
z2DOXA = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
z2DOXA = str2double(z2DOXA);
counter=counter+1;
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 9/13');
steps = 13;
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end

prompt = {'ΣΕ ΠΟΙΟ ΥΨΟΣ ΠΗΡΑΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ; (90m
= default)'};
dlg_title = 'ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ';
num_lines = 1;
def = {'90'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
z1LABO = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
z1LABO = str2double(z1LABO);
counter=counter+1;
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 10/13');
steps = 13;
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end
prompt = {'ΠΟΣΟ ΨΗΛΑ ΕΙΝΑΙ Η ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΠΟ ΤΟ
ΕΛΑΦΟΣ;'};
dlg_title = 'ΥΨΟΣ ΤΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
z2LABO = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
z2LABO = str2double(z2LABO);
counter=counter+1;
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 11/13');
steps = 13;
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end

y=msgbox({'1.ΑΣΤΑΘΗΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
ΝΕΡΟΥ:0.06','2.ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
ΝΕΡΟΥ:0.10','3.ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΟΙΧΤΗ
ΑΚΤΗ:0.16','4.ΑΣΤΑΘΗΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΟΙΧΤΗ
ΑΚΤΗ:0.11','5.ΣΤΑΘΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
ΝΕΡΟΥ:0.27','6.ΑΣΤΑΘΗΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΕΣ
ΠΕΡΙΟΧΕΣ:0.27','7.ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΕΣ
ΠΕΡΙΟΧΕΣ:0.34','8.ΣΤΑΘΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΟΙΧΤΗ
ΑΚΤΗ:0.40','9.ΣΤΑΘΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ:0.60'});
prompt = {'ΣΧΗΜΑ ΕΛΑΦΟΥΣ:ΠΡΟΣΘΕΣΕ 1,2,3,4,5,6,7,8 Η 9 (ΒΛΕΠΕ ΜΗΝΥΜΑ
ΒΟΗΘΕΙΑΣ)'};
dlg_title = 'ΠΟΙΟ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ ΣΤΗΝ ΔΟΞΑ;';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
choice3 = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
choice3 = str2double(choice3);
counter=counter+1;
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 12/13');
steps = 13;
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end
if choice3==1;
    z3DOXA=0.06;
elseif choice3==2;
    z3DOXA=0.1;
elseif choice3==3;
    z3DOXA=0.16;
elseif choice3==4;
    z3DOXA=0.11;
elseif choice3==5;
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
z3DOXA=0.27;
elseif choice3==6;
z3DOXA=0.27;
elseif choice3==7;
z3DOXA=0.34;
elseif choice3==8;
z3DOXA=0.4;
elseif choice3==9;
z3DOXA=0.6;
end
close(y)

y=msgbox({'1.ΑΣΤΑΘΗΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
ΝΕΡΟΥ:0.06', '2.ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
ΝΕΡΟΥ:0.10', '3.ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΟΙΧΤΗ
ΑΚΤΗ:0.16', '4.ΑΣΤΑΘΗΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΟΙΧΤΗ
ΑΚΤΗ:0.11', '5.ΣΤΑΘΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
ΝΕΡΟΥ:0.27', '6.ΑΣΤΑΘΗΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΕΣ
ΠΕΡΙΟΧΕΣ:0.27', '7.ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΕΣ
ΠΕΡΙΟΧΕΣ:0.34', '8.ΣΤΑΘΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΟΙΧΤΗ
ΑΚΤΗ:0.40', '9.ΣΤΑΘΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ:0.60'});
prompt = {'ΣΧΗΜΑ ΕΔΑΦΟΥΣ:ΠΡΟΣΘΕΣΕ 1,2,3,4,5,6,7,8 Η 9 (ΒΛΕΠΕ ΜΗΝΥΜΑ
ΒΟΗΘΕΙΑΣ)'};
dlg_title = 'ΠΟΙΟ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΗΝ ΔΟΞΑ;';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
choice3 = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
choice3 = str2double(choice3);
counter=counter+1;
close(h)
h = waitbar(0,'Calculating: step 13/13');
steps = 13;
for step = 1:steps
waitbar(counter / steps)
end
if choice3==1;
z3LABO=0.06;
elseif choice3==2;
z3LABO=0.1;
elseif choice3==3;
z3LABO=0.16;
elseif choice3==4;
z3LABO=0.11;
elseif choice3==5;
z3LABO=0.27;
elseif choice3==6;
z3LABO=0.27;
elseif choice3==7;
z3LABO=0.34;
elseif choice3==8;
z3LABO=0.4;
elseif choice3==9;
z3LABO=0.6;
end
close(y)
close(h)
end
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
% AN EPILEΞΟΥΜΕ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΟΥΜΕ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΒΑΣΗ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ,ΕΡΧΟΜΑΣΤΕ ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ.
% ΕΧΟΥΜΕ ΜΟΝΟ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΛΕΞΟΥΜΕ ΤΗΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ
% ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ, ΧΩΡΙΣ ΝΑ ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΟΥΜΕ ΤΗΝ CUT IN
SPEED,ΤΟ ΜΗΚΟΣ ΤΩΝ ΦΤΕΡΩΝ,ΤΟ ΥΨΟΣ ΤΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ,ΚΤΛ.
if choicel ==2;
counter=1;
steps=6;
h = waitbar(0,'Progress: step 1/6');
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end
prompt = {'ΣΕ ΠΟΙΟ ΥΨΟΣ ΠΗΡΑΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΟΞΑ;'};
dlg_title = 'ΥΨΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΔΟΞΑΣ';
num_lines = 1;
def = {'900'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
z1DOXA = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
z1DOXA = str2double(z1DOXA);
close(h)
counter = counter+1;
h = waitbar(0,'Progress: step 2/6');
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end
prompt = {'ΣΕ ΠΟΙΟ ΥΨΟΣ ΠΗΡΑΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ;'};
dlg_title = 'ΥΨΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ';
num_lines = 1;
def = {'90'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
z1LABO = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
z1LABO = str2double(z1LABO);
close(h)
counter = counter+1;
h = waitbar(0,'Progress: step 3/6');
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end
y=msgbox({'5kW = Hummer wind power (cut in speed = 2.5 m/s,
bladelength = 6.4m)', '10kW = Hummer wind power (cut in speed = 3 m/s,
bladelength = 8m)', '20kW = Hummer wind power (cut in speed = 3 m/s,
bladelength = 9m)', '100kW = Northern Power@ 100 (cut in speed = 3.5
m/s, bladelength = 21m)', '250kW = WES30 (cut in speed = 3 m/s,
bladelength = 30m)', '1MW = Winwind(cut in speed = 3 m/s, bladelength
= 58m)', '2MW = Gamesa Eolica G90 (cut in speed = 3 m/s, bladelength =
88m) ' } );
prompt = {'ΠΑΗΚΤΟΡΛΟΓΗΣΕ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΟΞΑ:
5kW,10kW,20kW,100kW,250kW,1000kW,2000kW'};
dlg_title = 'ΓΡΑΨΕ ΕΔΩ ΤΗΝ ΙΣΧΥ ΤΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΣΤΗΝ ΔΟΞΑ.';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
turbinekW_DOXA = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
turbinekW_DOXA = str2double(turbinekW_DOXA);
close(h)
counter = counter+1;
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
h = waitbar(0, 'Progress: step 4/6');
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end
if turbinekW_DOXA == 5;
    windmillDOXA=[ 0 0 0 0.1 0.3 0.5 1 2.3 4.3 5.2 5.5 6 6.5 6.7 6.9
7.1 7.3 7.4 7.2 6.9 6.8 6.6 0];
    CUTinspeed1=2.5;
    Bladelength_DOXA=6.4;
    z2DOXA=15;
elseif turbinekW_DOXA == 10;
    windmillDOXA=[ 0 0 0 1.2 1.8 3 4.2 6 8.2 10 12 13.5 14.5 14.9
15.2 15 14.9 14.5 13.8 13 12 10.5 0];
    CUTinspeed1=3;
    Bladelength_DOXA=8;
    z2DOXA=20;
elseif turbinekW_DOXA == 20;
    windmillDOXA=[ 0 0 0.5 2 2.25 3 4 6.8 9 12.5 16.25 21.25 22.5 23
24 24.8 26 28 27 26 0];
    CUTinspeed1=3;
    Bladelength_DOXA=9;
    z2DOXA=25;
elseif turbinekW_DOXA == 100;
    windmillDOXA=[ 0 0 0 3.7 10.5 19 29.4 41 54.3 66.8 77.7 86.4 92.8
97.3 100 100.8 100.6 99.8 99.4 98.6 97.8 97.3 97.3 98 99.7 0];
    CUTinspeed1=3.5;
    Bladelength_DOXA=21;
    z2DOXA=37;
elseif turbinekW_DOXA == 250;
    windmillDOXA=[ 0 0 1.5 4.4 14.9 29.3 56.3 77.2 116 145 179 222
250 250 250 250 250 250 250 250 250 250 250 250 0];
    CUTinspeed1=3;
    Bladelength_DOXA=30;
    z2DOXA=39;
elseif turbinekW_DOXA == 1000;
    windmillDOXA=[ 0 0 0 24 64 111 197 314 454 582 686 783 891 966
1010 1037 1030 1036 1032 1009 0 0 ];
    CUTinspeed1=3;
    Bladelength_DOXA=58;
    z2DOXA=56;
elseif turbinekW_DOXA == 2000;
    windmillDOXA=[ 0 0 0 100 200 400 600 800 1250 1600 1800 1900 1920
1940 1960 1980 2000 2000 2000 2000 2000 0 ];
    CUTinspeed1=3;
    Bladelength_DOXA=88;
    z2DOXA=78;
end
close(y)
y=msgbox({'5kW = Hummer wind power (cut in speed = 2.5 m/s,
bladelength = 6.4m)', '10kW = Hummer wind power (cut in speed = 3 m/s,
bladelength = 8m)', '20kW = Hummer wind power (cut in speed = 3 m/s,
bladelength = 9m)', '100kW = Northern Power@ 100 (cut in speed = 3.5
m/s, bladelength = 21m)', '250kW = WES30 (cut in speed = 3 m/s,
bladelength = 30m)', '1MW = Winwind(cut in speed = 3 m/s, bladelength
= 58m)', '2MW = Gamesa Eolica G90 (cut in speed = 3 m/s, bladelength =
88m) ' } );
prompt = {'ΠΛΗΚΤΠΟΛΟΓΗΣΕ ΠΟΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑ ΙΣΧΥΟΣ ΘΕΛΕΙΣ ΝΑ
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ:
5kW,10kW,20kW,100kW,250kW,1000kW,2000kW' };
```


«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
dlg_title = 'ΓΡΑΨΕ ΕΔΩ ΤΗΝ ΙΣΧΥ ΤΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ.';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
turbinekW_Labo = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
turbinekW_Labo = str2double(turbinekW_Labo);
close(h)
counter = counter+1;
h = waitbar(0,'Progress: step 5/6');
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end
if turbinekW_Labo == 5;
    windmillLabo=[ 0 0 0 0.1 0.3 0.5 1 2.3 4.3 5.2 5.5 6 6.5 6.7 6.9
7.1 7.3 7.4 7.2 6.9 6.8 6.6 0];
    CUTinspeed2=3;
    Bladelength_LABO=6.4;
    z2LABO=15;
elseif turbinekW_Labo == 10;
    windmillLabo=[ 0 0 0 1.2 1.8 3 4.2 6 8.2 10 12 13.5 14.5 14.9
15.2 15 14.9 14.5 13.8 13 12 10.5 0];
    CUTinspeed2=3;
    Bladelength_LABO=8;
    z2LABO=20;
elseif turbinekW_Labo == 20;
    windmillLabo=[ 0 0 0.5 2 2.25 3 4 6.8 9 12.5 16.25 21.25 22.5 23
24 24.8 26 28 27 26 0];
    CUTinspeed2=3;
    Bladelength_LABO=9;
    z2LABO=25;
elseif turbinekW_Labo == 100;
    windmillLabo=[ 0 0 0 3.7 10.5 19 29.4 41 54.3 66.8 77.7 86.4 92.8
97.3 100 100.8 100.6 99.8 99.4 98.6 97.8 97.3 97.3 98 99.7 0];
    CUTinspeed2=3.5;
    Bladelength_LABO=21;
    z2LABO=37;
elseif turbinekW_Labo == 250;
    windmillLabo=[ 0 0 1.5 4.4 14.9 29.3 56.3 77.2 116 145 179 222
250 250 250 250 250 250 250 250 250 250 0];
    CUTinspeed2=3;
    Bladelength_LABO=30;
    z2LABO=39;
elseif turbinekW_Labo == 1000;
    windmillLabo=[ 0 0 0 24 64 111 197 314 454 582 686 783 891 966
1010 1037 1030 1036 1032 1009 0 0 ];
    CUTinspeed2=3;
    Bladelength_LABO=58;
    z2LABO=56;
elseif turbinekW_Labo == 2000;
    windmillLabo=[ 0 0 0 100 200 400 600 800 1250 1600 1800 1900 1920
1940 1960 1980 2000 2000 2000 2000 2000 0 ];
    CUTinspeed2=3;
    Bladelength_LABO=88;
    z2LABO=78;
end
close(y)
y=msgbox({'1.ΑΣΤΑΘΗΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
ΝΕΡΟΥ:0.06','2.ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
ΝΕΡΟΥ:0.10','3.ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΟΙΧΤΗ
ΑΚΤΗ:0.16','4.ΑΣΤΑΘΗΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΟΙΧΤΗ
ΑΚΤΗ:0.11','5.ΣΤΑΘΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
ΝΕΡΟΥ:0.27','6.ΑΣΤΑΘΗΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΕΣ
ΠΕΡΙΟΧΕΣ:0.27','7.ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΕΣ
ΠΕΡΙΟΧΕΣ:0.34','8.ΣΤΑΘΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΟΙΧΤΗ
ΑΚΤΗ:0.40','9.ΣΤΑΘΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ:0.60'});
prompt = {'ΣΧΗΜΑ ΕΔΑΦΟΥΣ:ΠΡΟΣΘΕΣΕ 1,2,3,4,5,6,7,8 Η 9 (ΒΛΕΠΕ ΜΗΝΥΜΑ
ΒΟΗΘΕΙΑΣ)'};
dlg_title = 'ΤΙ ΕΙΔΟΥΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ ΕΧΟΥΜΕ ΣΤΗΝ ΔΟΞΑ;';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
choice3 = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
choice3 = str2double(choice3);
close(h)
counter = counter+1;
h = waitbar(0,'Progress: step 6/6');
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end
if choice3==1;
    z3DOXA=0.06;
elseif choice3==2;
    z3DOXA=0.1;
elseif choice3==3;
    z3DOXA=0.16;
elseif choice3==4;
    z3DOXA=0.11;
elseif choice3==5;
    z3DOXA=0.27;
elseif choice3==6;
    z3DOXA=0.27;
elseif choice3==7;
    z3DOXA=0.34;
elseif choice3==8;
    z3DOXA=0.4;
elseif choice3==9;
    z3DOXA=0.6;
end
close(y)
y=msgbox({'1.ΑΣΤΑΘΗΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
ΝΕΡΟΥ:0.06','2.ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
ΝΕΡΟΥ:0.10','3.ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΟΙΧΤΗ
ΑΚΤΗ:0.16','4.ΑΣΤΑΘΗΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΟΙΧΤΗ
ΑΚΤΗ:0.11','5.ΣΤΑΘΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
ΝΕΡΟΥ:0.27','6.ΑΣΤΑΘΗΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΕΣ
ΠΕΡΙΟΧΕΣ:0.27','7.ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΕΣ
ΠΕΡΙΟΧΕΣ:0.34','8.ΣΤΑΘΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΟΙΧΤΗ
ΑΚΤΗ:0.40','9.ΣΤΑΘΕΡΟΣ ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ:0.60'});
prompt = {'ΣΧΗΜΑ ΕΔΑΦΟΥΣ:ΠΡΟΣΘΕΣΕ 1,2,3,4,5,6,7,8 Η 9 (ΒΛΕΠΕ ΜΗΝΥΜΑ
ΒΟΗΘΕΙΑΣ)'};
dlg_title = 'ΤΙ ΕΙΔΟΥΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ ΕΧΟΥΜΕ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ;';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
choice3 = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
choice3 = str2double(choice3);
close(h)
counter = counter+1;
h = waitbar(0, 'Calculating: step 6/6');
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end
if choice3==1;
    z3LABO=0.06;
elseif choice3==2;
    z3LABO=0.1;
elseif choice3==3;
    z3LABO=0.16;
elseif choice3==4;
    z3LABO=0.11;
elseif choice3==5;
    z3LABO=0.27;
elseif choice3==6;
    z3LABO=0.27;
elseif choice3==7;
    z3LABO=0.34;
elseif choice3==8;
    z3LABO=0.4;
elseif choice3==9;
    z3LABO=0.6;
end
close(y)
close(h)
end
% 5) ΤΙΜΗ ΑΝΑ kWh ΣΕ ΕΥΡΩ
Price_per_kWh= 0.45;
%=====
=====
% ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ
z2DOXA=z2DOXA+z1DOXA;
z2LABO=z2LABO+z1LABO;

% ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΚΑΝΟΥΜΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ ΓΙΑ ΝΑ ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ
ΣΧΕΔΙΑΣΟΥΜΕ ΤΟ ΩΣΤΟ ΠΟΣΟ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.
columns=size(DOXA);
time_DOXA= (0.1:1:columns)/6;
columns2=size(LABO);
time_LABO= (0.1:1:columns2)/6;

% ΕΔΩ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΔΙΑΦΟΡΑ ΥΨΟΥΣ.
zDOXA=(exp(log(z1DOXA)+log(z2DOXA)))/2;
zLABO=(exp(log(z1LABO)+log(z2LABO)))/2;
aDOXA=(1/(log(zDOXA/z3DOXA)))-(0.0881/(1-
0.0881*log(z1DOXA/10)))*log(DOXA/6);
aLABO=(1/(log(zLABO/z3LABO)))-(0.0881/(1-
0.0881*log(z1LABO/10)))*log(LABO/6);

v2DOXA=DOXA.*((z2DOXA./z1DOXA).^aDOXA);
v2LABO=LABO.*((z2LABO./z1LABO).^aLABO);
% Converting all NaN to zero.

v2DOXA(isnan(v2DOXA)) = 0;
v2LABO(isnan(v2LABO)) = 0;
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
% ΕΔΩ,ΑΦΑΙΡΟΥΜΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΑΝΕΜΟΥ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ CUT IN SPEED ΚΑΤΩ
ΤΟΥ
% ΜΗΔΕΝΟΣ.ΑΥΤΟ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΕΙ ΑΡΓΟΤΕΡΑ ΓΙΑ ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΟΥΜΕ
ΤΟ ΑΚΡΙΒΕΣ ΠΟΣΟ
% ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΕΙ Η ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ.
minimumwindspeed = v2DOXA;
for i = minimumwindspeed<CUTinspeed1
    if DOXA(i)<CUTinspeed1
        minimumwindspeed(i)=0;
    end
end
minimumwindspeed2 = v2LABO;
for i2 = minimumwindspeed2<CUTinspeed2
    if LABO(i2)<CUTinspeed2
        minimumwindspeed2(i2)=0;
    end
end

% ΕΔΩ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΟΥ ΚΑΛΥΠΤΟΥΝ ΤΑ ΦΤΕΡΑ ΤΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.
ΑΥΤΟ
% ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΓΙΑ ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΟΥΜΕ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.
Surface_DOXA = Bladelength_DOXA*Bladelength_DOXA*3.13;
Surface_LABO = Bladelength_LABO*Bladelength_LABO*3.13;

% ΕΔΩ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ.
vmean= mean(DOXA);
vmean2= mean(LABO);

% ΕΔΩ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ ΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ k,c ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ.
[f,x]=ksdensity(DOXA,0.1:0.1:20);
[wfit] = fit(x',f', 'weibull');
k = wfit.b;
c = (1/wfit.a)^(1/wfit.b);
Most_freq_windspeed_DOXA=c*(1-1/k)^(1/k);
Prob=(k/c)*(Most_freq_windspeed_DOXA/c)^(1/k)*exp(-
(Most_freq_windspeed_DOXA/c)^k);
Probability1=Prob*100;

[f2,x2]=ksdensity(LABO,0.1:0.1:20);
[wfit2] = fit(x2',f2', 'weibull');
k2 = wfit2.b;
c2 = (1/wfit2.a)^(1/wfit2.b);
Most_freq_windspeed_LABO=c2*(1-1/k2)^(1/k2);
Prob2=(k2/c2)*(Most_freq_windspeed_LABO/c2)^(1/k2)*exp(-
(Most_freq_windspeed_LABO/c2)^k2);
Probability2=Prob2*100;

% ΕΔΩ ΣΧΕΔΙΑΖΟΥΜΕ ΤΟ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΥΟ
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ.
figure(1)
plot(time_DOXA,DOXA),grid on,title('wind potential
DOXA'),xlabel('Time (h)'),
ylabel('wind speed (m/s)');legend('DOXA')
figure(2)
plot(time_LABO,LABO),grid on,title('wind potential TEI
LABO'),xlabel('Time (h)'),
ylabel('wind speed (m/s)');legend('LABO')
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
figure(3)
plot(time_DOXA,DOXA,'b',time_LABO,LABO,'r'),grid
on,title('windpotential DOXA vs LABO'),xlabel('Time (h)'),
ylabel('wind speed (m/s)');legend({'v mean DOXA= ' num2str(vmean), '
Most frequent DOXA= ' num2str(Most_freq_windspeed_DOXA)},['v mean
LABO= ' num2str(vmean2), ' Most frequent Labo= '
num2str(Most_freq_windspeed_LABO)]})

% ΕΔΩ ΣΧΕΔΙΑΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.
figure(4)
plot(wfit,x,f,'. '),grid on,title('Probability density
DOXA'),xlabel('Wind speed (m/s)'),
ylabel('Propability (%)');legend('DOXA','fitting')

figure(5)
plot(wfit2,x2,f2,'. '),grid on,title('Probability density
LABO'),xlabel('Wind speed (m/s)'),
ylabel('Propability (%)');legend('LABO','fitting')

% ΕΔΩ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΕΙ Ο ΑΝΕΜΟΣ.
Wind_power_DOXA=1/2*1.15*v2DOXA.^3;
Wind_power_LABO=1/2*1.23*v2LABO.^3;

% ΕΔΩ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΥΝ ΟΙ ΓΕΝΗΤΡΙΕΣ
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ
% ΤΟΝ ΝΟΜΟ ΤΟΥ BETZ.

Powerturbine_DOXA=1/2*1.15*minimumwindspeed.^3*Surface_DOXA*0.593*0.9
96*0.972*0.965*0.975*0.983*0.99;
Powerturbine_LABO=1/2*1.23*minimumwindspeed2.^3*Surface_LABO*0.593*0.
996*0.972*0.965*0.975*0.983*0.99;

% ΕΔΩ ΣΧΕΔΙΑΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ.
figure(6)
plot(time_DOXA,Wind_power_DOXA),grid on,title('Wind energy in
DOXA'),xlabel('Time (h)'),
ylabel('produced energy (kWh)');legend('DOXA')

figure(7)
plot(time_LABO,Wind_power_LABO),grid on,title('Wind energy in
LABO'),xlabel('Time (h)'),
ylabel('produced energy (kWh)');legend('LABO')

figure(8)
plot(time_LABO,Wind_power_LABO,'b',time_DOXA,Wind_power_DOXA,'r'),gri
d on,title('Wind energy in LABO and DOXA'),xlabel('Time (h)'),
ylabel('produced energy (kWh)');legend('LABO','DOXA')

% ΕΔΩ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΙΣΧΥΟΣ.
% WindPowerDensity/m^2
PowerDensity_DOXA=Wind_power_DOXA*f;
figure(9)
plot(time_DOXA,PowerDensity_DOXA),grid on,title('Wind Power density
DOXA'),xlabel('Time (h)'),
ylabel('Energy(kWh)') ;legend('DOXA')
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
PowerDensity_LABO=Wind_power_LABO*f2;
figure(10)
plot(time_LABO,PowerDensity_LABO),grid on,title('Wind Power density
LABO'),xlabel('Time (h)'),
ylabel('Energy(kWh)');legend('LABO')

% ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΕΡΑ: ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΙ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΜΠΥΛΗ ΙΣΧΥΟΣ.
Ewind1=trapz(Wind_power_DOXA*Prob);
Ewind2=trapz(Wind_power_LABO*Prob2);

% ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΕΝΗΤΡΙΑΣ: ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΙ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΜΠΥΛΗ
ΙΣΧΥΟΣ ΣΕ KW.
Eturbine1=trapz(Powerturbine_DOXA*Prob);
Eturbine2=trapz(Powerturbine_LABO*Prob2);
Eturbine1=(round(Eturbine1/1000));
Eturbine2=(round(Eturbine2/1000));

% ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΙΣ ΔΥΟ
ΑΝΕΜΟΓΕΝΗΤΡΙΑΣ.
Edif=abs(Ewind2-Ewind1);

% ΚΕΡΔΟΣ
profit1= (Eturbine1*(Price_per_kWh/1000));
profit2= (Eturbine2*(Price_per_kWh/1000));

% ΕΔΩ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΤΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΟΞΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ.
figure(11)
plot(x,f,'b',x2,f2,'r'),grid on,title(' Frequency Propability density
DOXA vs LABO'),xlabel('Wind speed (m/s)'),
ylabel('Propability (%)');legend({'c DOXA= ' num2str(c), ' k DOXA= '
num2str(k)},{'c Labo= ' num2str(c2), ' k Labo= ' num2str(k2)})

% ΕΔΩ ΣΧΕΔΙΑΖΟΥΜΕ ΚΑΙ ΤΑ ΔΥΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΥΟ ΑΝΕΜΟΓΕΝΗΤΡΙΑΣ.
rows=length(windmillDOXA);
speed=0.1:1:rows;
figure(12)
plot(speed,windmillDOXA),grid on,title('Wind power graph DOXA wind
generator'),xlabel('windspeed (m/s)'),
ylabel('Power (kW)');legend('DOXA')
rows2=length(windmillLabo);
speed2=0.1:1:rows2;
figure(13)
plot(speed2,windmillLabo),grid on,title('Wind power graph LABO wind
generator'),xlabel('windspeed (m/s)'),
ylabel('Power (kW)');legend('LABO')
% ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΟ ΚΕΡΔΟΣ.
Profitdif=abs(profit1-profit2);
%=====
%ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ
result = msgbox({'c DOXA= ' num2str(c), ' c Labo= ' num2str(c2)},{'k
DOXA= ' num2str(k), ' k Labo= ' num2str(k2)},{'E DOXA= '
num2str(Eturbine1) ' kWh', ' E Labo= ' num2str(Eturbine2) ' kWh' ]});
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

2) ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ “SOLAR”

```
%ΥΠΟΛΟΓΙΜΟΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΛΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
%=====
%1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ
%2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ
%=====
clc
clear all
close all

%=====
% ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

% ΠΡΟΣΘΕΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ

% 1) ΔΙΑΒΑΣΕ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΑ ΑΡΧΕΙΟ EXCEL ΓΙΑ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ.

% 1a) ΦΟΡΤΩΣΕ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ (kw/m2) ΑΠΟ ΤΟ
EXCEL.
sun_power1= xlsread('D:\ΠΤΥΧΙΑΚΗ\MATLAB
PTYΧΙΑΚΕΣ\solar\Year_2005.xls','solar 2005','B2:B144');

% 1b) ΦΟΡΤΩΣΕ ΤΗΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (C°) ΑΠΟ ΤΟ EXCEL.
A2 = xlsread('D:\ΠΤΥΧΙΑΚΗ\thesis sam and bram\programma\measurments
DOXA.xls','DOXA 2010-2011','Q3888:Q3905');
temperature = mean(A2);

% ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΩΡΑΣ.

columns1=size(sun_power1); % A is in 'kwh/m2'
time1= (0.1:1:columns1)/6;
time_1 = time1';

% ΟΛΕΣ ΟΙ ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕΤΑΤΡΕΠΟΝΤΑΙ ΣΕ 0.
for i1 = sun_power1<0
if sun_power1(i1) <0
sun_power1(i1)= 0;
end
end

% ΣΧΗΜΑ 1: time1 ΣΕ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕ sun_power1
figure(1)
plot(time1,sun_power1),grid on,title('Solar Radiation'), xlabel('time
(h)'),
ylabel('power sun (kW/m2)'),legend ('sun power');

% ΞΕΚΙΝΑ ΝΑ ΜΕΤΡΑΣ ΚΑΙ ΑΝΕΦΕΡΕ ΠΟΣΑ ΒΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΜΕΝΟΥΝ.
counter=0;
h = waitbar(0,'Progress: step 1/7');
steps = 6;
for step = 1:steps
waitbar(counter / steps)
end

% ΖΗΤΑ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ.
counter =counter+1;
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
prompt = {'ΠΟΙΟ ΕΙΔΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΝΕΛ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙΣ (1 =  
ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΟ , 2 = ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΟ, 3 = ΑΜΟΡΦΟ ')};  
dlg_title = 'ΤΥΠΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΝΕΛ';  
num_lines = 1;  
def = {'0'};  
options.Resize='on';  
options.WindowStyle='normal';  
type = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);  
type = str2double(type);  
close(h)  
h = waitbar(0,'Progress: step 2/7');  
for step = 1:steps  
    waitbar(counter / steps)  
end  
  
% ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.ΟΣΟ ΥΨΗΛΟΤΕΡΗ ΕΙΝΑΙ Η ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ,ΤΟΣΟ  
ΧΕΙΡΟΤΕΡΑ  
% ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ.  
  
% 1 = ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΝΕΛ  
if type == 1  
if temperature <=25  
coef1 = 1;  
elseif temperature <=26  
coef1 = 0.995;  
elseif temperature <=27  
coef1 = 0.99;  
elseif temperature <=28  
coef1 = 0.985;  
elseif temperature <=29  
coef1 = 0.98;  
elseif temperature <=30  
coef1 = 0.975;  
elseif temperature <=31  
coef1 = 0.97;  
elseif temperature <=32  
coef1 = 0.965;  
elseif temperature <=33  
coef1 = 0.96;  
elseif temperature <=34  
coef1 = 0.955;  
elseif temperature <=35  
coef1 = 0.95;  
elseif temperature <=36  
coef1 = 0.945;  
elseif temperature <=37  
coef1 = 0.94;  
elseif temperature <=38  
coef1 = 0.935;  
elseif temperature <=39  
coef1 = 0.93;  
elseif temperature <=40  
coef1 = 0.925;  
end  
  
% 2 = ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΝΕΛ  
elseif type ==2  
if temperature <=25  
coef1 = 1;
```


«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
elseif temperature <=26
coef1 = 0.996;
elseif temperature <=27
coef1 = 0.992;
elseif temperature <=28
coef1 = 0.988;
elseif temperature <=29
coef1 = 0.984;
elseif temperature <=30
coef1 = 0.98;
elseif temperature <=31
coef1 = 0.976;
elseif temperature <=32
coef1 = 0.972;
elseif temperature <=33
coef1 = 0.968;
elseif temperature <=34
coef1 = 0.964;
elseif temperature <=35
coef1 = 0.96;
elseif temperature <=36
coef1 = 0.956;
elseif temperature <=37
coef1 = 0.952;
elseif temperature <=38
coef1 = 0.948;
elseif temperature <=39
coef1 = 0.944;
elseif temperature <=40
coef1 = 0.94;
    end

% 3 = ΑΜΟΡΦΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΝΕΛ
elseif type == 3
if temperature <=25
coef1 = 1;
elseif temperature <=26
coef1 = 0.998;
elseif temperature <=27
coef1 = 0.996;
elseif temperature <=28
coef1 = 0.994;
elseif temperature <=29
coef1 = 0.992;
elseif temperature <=30
coef1 = 0.99;
elseif temperature <=31
coef1 = 0.988;
elseif temperature <=32
coef1 = 0.986;
elseif temperature <=33
coef1 = 0.984;
elseif temperature <=34
coef1 = 0.982;
elseif temperature <=35
coef1 = 0.98;
elseif temperature <=36
coef1 = 0.978;
elseif temperature <=37
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
coef1 = 0.976;
elseif temperature <=38
coef1 = 0.974;
elseif temperature <=39
coef1 = 0.972;
elseif temperature <=40
coef1 = 0.97;
end

end

% ΖΗΤΑ ΤΟ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΕΝΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΝΕΛ (ΣΕ 'm').
counter =counter+1;
prompt = {'ΓΡΑΨΕ ΤΟ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΕΝΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΝΕΛ (m):'};
dlg_title = 'ΜΗΚΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΝΕΛ';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
length1 = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
length1 = str2double(length1);
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 3/7');
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end

%ΖΗΤΑ ΤΟ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΥ ΕΝΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΝΕΛ(ΣΕ 'm')
    counter =counter+1;
prompt = {'ΓΡΑΨΕ ΤΟ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΥ ΕΝΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΝΕΛ(m):'};
dlg_title = 'ΠΛΑΤΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΝΕΛ';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
width1 = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
width1 = str2double(width1);
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 4/7');
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end

% ΖΗΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΝΕΛ(ΣΕ '%')
counter =counter+1;
prompt = {'ΓΡΑΨΕ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΝΕΛ(%/100):'};
dlg_title = 'ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΝΕΛ';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
panel_efficiency1 = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
panel_efficiency1 = str2double(panel_efficiency1);
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 5/7');
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
end

%ΖΗΤΑ ΤΟ ΕΙΔΟΣ GAUSSIAN ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ.
counter =counter+1;
prompt = {'ΓΡΑΨΕ ΤΗΝ GAUSSIAN (1 or 2 ,3,4,5,6,7,8) '};
dlg_title = 'GAUSSIAN';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
gaussian = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
gaussian = str2double(gaussian);
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 6/7');
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end

%ΖΗΤΑ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΑΝΕΛ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ.
counter =counter+1;
prompt = {'ΓΡΑΨΕ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΑΝΕΛ ΠΟΥ
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ'};
dlg_title = 'ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΑΝΕΛ';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
number_of_panels1 = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
number_of_panels1 = str2double(number_of_panels1);
close(h)
h = waitbar(0,'Progress: step 7/7');
for step = 1:steps
    waitbar(counter / steps)
end

%ΖΗΤΑ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΠΟΥ ΤΟΠΟΘΕΤΗΘΗΚΑΝ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΠΑΝΕΛ.

counter =counter+1;
prompt = {'ΓΡΑΨΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΠΟΥ ΤΟΠΟΘΕΤΗΘΗΚΑΝ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ
ΠΑΝΕΛ:'};
dlg_title = 'ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΥΒΕΡΝΗΣΗ ΑΝΑ kwh ';
num_lines = 1;
def = {'0'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
year = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def,options);
year = str2double(year);
close(h)

if year <= 2005
    price_kw_energy = 0;
elseif year <= 2006
    price_kw_energy = 0.45;
elseif year <= 2007
    price_kw_energy = 0.45;
elseif year <= 2008
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
price_kw_energy = 0.45;
elseif year <= 2009
price_kw_energy = 0.45;
elseif year <= 2010
price_kw_energy = 0.35;
elseif year <=2011
price_kw_energy = 0.33;
elseif year <=2012
price_kw_energy = 0.31;
elseif year <=2013
price_kw_energy = 0.29;
elseif year <=2014
price_kw_energy = 0.25;
elseif year <=2015
price_kw_energy = 0.21;
elseif year <=2016
price_kw_energy = 0.17;
elseif year <=2017
price_kw_energy = 0.13;
elseif year >=2018
price_kw_energy = 0.09;
end

% ΕΔΩ ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΔΙΑΛΕΞΟΥΜΕ ΤΗΝ GAUSSIAN.ΑΝ ΑΛΛΑΞΟΥΜΕ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΗΣ
GAUSSIAN,
% ΤΑ ΥΠΟΛΟΟΙΠΑ ΘΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΟΥΝ ΑΥΤΟΜΑΤΑ.

if gaussian <=1
f1 = fittype('gauss1');
elseif gaussian <=2
f1 = fittype('gauss2');
elseif gaussian <=3
f1 = fittype('gauss3');
elseif gaussian <=4
f1 = fittype('gauss4');
elseif gaussian <=5
f1 = fittype('gauss5');
elseif gaussian <=6
f1 = fittype('gauss6');
elseif gaussian <=7
f1 = fittype('gauss7');
elseif gaussian <=8
f1 = fittype('gauss8');
end

% ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΟΠΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΙ the
fitting curve ΜΕ ΤΗΝ GAUSSIAN ΠΟΥ ΔΙΑΛΕΓΟΥΜΕ ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.
% ΕΠΙΣΗΣ,ΚΑΘΕ ΦΟΡΑ,ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΔΥΝΑΜΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ.

if gaussian <= 1;
gfit = fit(time_1,sun_power1,f1);
a1 = gfit . a1;
b1 = gfit . b1;
c1 = gfit . c1;

power_radiation = a1*exp(-((time1-b1)./c1).^2);%ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
elseif gaussian <= 2;
gfit = fit(time_1,sun_power1,f1);
a1 = gfit . a1;
b1 = gfit . b1;
c1 = gfit . c1;
a2 = gfit . a2;
b2 = gfit . b2;
c2 = gfit . c2;

power_radiation = a1*exp(-((time1-b1)./c1).^2)+ a2*exp(-((time1-
b2)./c2).^2); %ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

elseif gaussian <= 3;
gfit = fit(time_1,sun_power1,f1);
a1 = gfit . a1;
b1 = gfit . b1;
c1 = gfit . c1;
a2 = gfit . a2;
b2 = gfit . b2;
c2 = gfit . c2;
a3 = gfit . a3;
b3 = gfit . b3;
c3 = gfit . c3;

power_radiation = a1*exp(-((time1-b1)./c1).^2)+ a2*exp(-((time1-
b2)./c2).^2)+ a3*exp(-((time1-b3)./c3).^2); %ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

elseif gaussian <= 4;
gfit = fit(time_1,sun_power1,f1);
a1 = gfit . a1;
b1 = gfit . b1;
c1 = gfit . c1;
a2 = gfit . a2;
b2 = gfit . b2;
c2 = gfit . c2;
a3 = gfit . a3;
b3 = gfit . b3;
c3 = gfit . c3;
a4 = gfit . a4;
b4 = gfit . b4;
c4 = gfit . c4;

power_radiation = a1*exp(-((time1-b1)./c1).^2)+ a2*exp(-((time1-
b2)./c2).^2)+ a3*exp(-((time1-b3)./c3).^2) + a4*exp(-((time1-
b4)./c4).^2); %ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

elseif gaussian <= 5;
gfit = fit(time_1,sun_power1,f1);
a1 = gfit . a1;
b1 = gfit . b1;
c1 = gfit . c1;
a2 = gfit . a2;
b2 = gfit . b2;
c2 = gfit . c2;
a3 = gfit . a3;
b3 = gfit . b3;
c3 = gfit . c4;
a4 = gfit . a4;
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
b4 = gfit . b4;  
c4 = gfit . c4;  
a5 = gfit . a5;  
b5 = gfit . b5;  
c5 = gfit . c5;
```

```
power_radiation = a1*exp(-((time1-b1)./c1).^2)+ a2*exp(-((time1-  
b2)./c2).^2)+ a3*exp(-((time1-b3)./c3).^2) + a4*exp(-((time1-  
b4)./c4).^2) + a5*exp(-((time1-b5)./c5).^2);%ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ
```

```
elseif gaussian <= 6;  
gfit = fit(time_1,sun_power1,f1);  
a1 = gfit . a1;  
b1 = gfit . b1;  
c1 = gfit . c1;  
a2 = gfit . a2;  
b2 = gfit . b2;  
c2 = gfit . c2;  
a3 = gfit . a3;  
b3 = gfit . b3;  
c3 = gfit . c4;  
a4 = gfit . a4;  
b4 = gfit . b4;  
c4 = gfit . c4;  
a5 = gfit . a5;  
b5 = gfit . b5;  
c5 = gfit . c5;  
a6 = gfit . a6;  
b6 = gfit . b6;  
c6 = gfit . c6;
```

```
power_radiation = a1*exp(-((time1-b1)./c1).^2)+ a2*exp(-((time1-  
b2)./c2).^2)+ a3*exp(-((time1-b3)./c3).^2) + a4*exp(-((time1-  
b4)./c4).^2) + a5*exp(-((time1-b5)./c5).^2)+ a6*exp(-((time1-  
b6)./c6).^2);%ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ
```

```
elseif gaussian <= 7;  
gfit = fit(time_1,sun_power1,f1);  
a1 = gfit . a1;  
b1 = gfit . b1;  
c1 = gfit . c1;  
a2 = gfit . a2;  
b2 = gfit . b2;  
c2 = gfit . c2;  
a3 = gfit . a3;  
b3 = gfit . b3;  
c3 = gfit . c4;  
a4 = gfit . a4;  
b4 = gfit . b4;  
c4 = gfit . c4;  
a5 = gfit . a5;  
b5 = gfit . b5;  
c5 = gfit . c5;  
a6 = gfit . a6;  
b6 = gfit . b6;  
c6 = gfit . c6;  
a7 = gfit . a7;  
b7 = gfit . b7;
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
c7 = gfit . c7;

power_radiation = a1*exp(-((time1-b1)./c1).^2)+ a2*exp(-((time1-
b2)./c2).^2)+ a3*exp(-((time1-b3)./c3).^2) + a4*exp(-((time1-
b4)./c4).^2) + a5*exp(-((time1-b5)./c5).^2)+ a6*exp(-((time1-
b6)./c6).^2)+ a7*exp(-((time1-b7)./c7).^2);%ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

elseif gaussian <= 8;
gfit = fit(time_1,sun_power1,f1);
a1 = gfit . a1;
b1 = gfit . b1;
c1 = gfit . c1;
a2 = gfit . a2;
b2 = gfit . b2;
c2 = gfit . c2;
a3 = gfit . a3;
b3 = gfit . b3;
c3 = gfit . c4;
a4 = gfit . a4;
b4 = gfit . b4;
c4 = gfit . c4;
a5 = gfit . a5;
b5 = gfit . b5;
c5 = gfit . c5;
a6 = gfit . a6;
b6 = gfit . b6;
c6 = gfit . c6;
a7 = gfit . a7;
b7 = gfit . b7;
c7 = gfit . c7;
a8 = gfit . a8;
b8 = gfit . b8;
c8 = gfit . c8;

power_radiation = a1*exp(-((time1-b1)./c1).^2)+ a2*exp(-((time1-
b2)./c2).^2)+ a3*exp(-((time1-b3)./c3).^2) + a4*exp(-((time1-
b4)./c4).^2) + a5*exp(-((time1-b5)./c5).^2)+ a6*exp(-((time1-
b6)./c6).^2)+ a7*exp(-((time1-b7)./c7).^2)+a7*exp(-((time1-
b8)./c8).^2);%ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

end

% ΠΕΡΙΟΧΗ 1 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΝΕΛ(m²)

area_1_solar_panell1 = length1 * width1; % ΣΕ 'm²'

% ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΑΝΕΛ.

area_total_solar_panels1 = area_1_solar_panell1*number_of_panels1; %
ΣΕ 'm²'

% ΤΟ ΕΠΟΜΕΝΟ ΣΧΗΜΑ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΙΔΙΟ ΜΕ ΤΟ ΣΧΗΜΑ 1,ΜΕ ΤΗΝ ΔΙΑΦΟΡΑ ΟΤΙ
% ΕΝΑ ΠΡΟΣΘΕΤΟ fitting curve ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ.

figure (2)
```

«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
plot(gfit,time_1,sun_power1),grid on,title('ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ
gaus fitting'), xlabel('time (h)'),
ylabel('power sun (kW/m²)');legend('power sun','fitting')

% ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΣΧΥΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΝΕΛ ΣΕ kW.
power_solar_panel = power_radiation * area_1_solar_panel *
panel_efficiency1 * coef1;

total_power_solar_panel = power_solar_panel * number_of_panels1;

% ΣΧΗΜΑ(3): ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ in power_solar_panel ΑΠΟ ΕΝΑ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΝΕΛ.

figure(3);
plot(time1, power_solar_panel, 'b'), grid on, title('ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΕΝΑ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΝΕΛ'), xlabel('time (h)'),
ylabel('energy solar panel (kWh)');legend('energy of 1 solar panel')

% ΣΧΗΜΑ(4): ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ in total_power_solar_panel. ΑΥΤΟ ΤΟ
% ΓΡΑΦΗΜΑ ΙΣΧΥΟΣ ΑΠΟ ΟΛΑ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΠΑΝΕΛ.

figure(4);
plot(time1, total_power_solar_panel, 'r'), grid on, title('ΕΝΕΡΓΕΙΑ
ΑΠΟ ΟΛΑ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΠΑΝΕΛ'), xlabel('time (h)'),
ylabel('power solar panels (kWh)'); legend(['total energy from
',num2str(number_of_panels1),' solar panels'])

% ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΕΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ
ΠΑΝΕΛ.
Produced_energy_1_solar_panel = trapz(time1, power_solar_panel); % in
kwh

% ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΟΛΑ ΤΑ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΠΑΝΕΛ.
Total_Produced_energy_solar_panel = trapz(time1,
total_power_solar_panel); % in kwh

% ΚΕΡΔΟΣ ΕΝΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΝΕΛ.
profit_1_solar_panels = Produced_energy_1_solar_panel *
price_kw_energy; % in euro

%ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟ ΟΛΑ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΠΑΝΕΛ.
Profit_total_solar_panels = Total_Produced_energy_solar_panel *
price_kw_energy; % in euro

% ΣΤΟ ΣΧΗΜΑ ΑΥΤΟ,ΣΥΓΚΡΙΝΟΥΜΕ ΤΗΝ ΙΣΧΥ ΑΠΟ ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΝΕΛ ΜΕ
ΤΗΝ ΙΣΧΥ
% ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΕΙ Ο ΗΛΙΟΣ.

figure(5);
plot(time1, power_solar_panel, 'b',time1,power_radiation,'r'), grid
on, title('ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΗΛΙΟΥ ΚΑΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΝΕΛ'),
xlabel('time (h)'), ylabel('energy (kWh)');legend('energy out 1 solar
panel','fitting Sun power')
```


«Ανάπτυξη μοντέλων για την αξιολόγηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ»

```
conclusion1 = msgbox({'ΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟ ΕΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΝΕΛ  
ΕΙΝΑΙ:',num2str(profit_1_solar_panels), 'euro'},['ΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟ ΟΛΑ ΤΑ  
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΠΑΝΕΛ ΕΙΝΑΙ:',num2str(Profit_total_solar_panels), 'euro']  
,['Η ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΕΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΝΕΛ  
ΕΙΝΑΙ:',num2str(Produced_energy_1_solar_panel), 'kw'],['Η ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΗ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΟΛΑ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΠΑΝΕΛ  
ΕΙΝΑΙ:',num2str(Total_Produced_energy_solar_panel), 'kw']});
```

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- [1] Ι.Ε. Φραγκιαδάκης, Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Εκδόσεις Ζήτη, 2^η Έκδοση
- [2] Ιωάννης-Κλεάνθη Καλδέλλης, Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλη, Αθήνα 1999
- [3] Γ.Μπεργελές, Ανεμοκινητήρες, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα 1994
- [4] Αλ.Αλεξιάκης, Αιολική Ενέργεια, Εκδόσεις Μιχ. Σιδέρης, Αθήνα 2002
- [5] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας www.cres.gr
- [6] Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας www.rae.gr
- [7] Διαχείριση Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας www.desmie.gr
- [8] Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών www.helapco.gr
- [9] Δίκτυο Μετεωρολογικού Σταθμών ΑΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ (meteo.epp.teiher.gr)
- [10] Αντρέας Βλησίδης, Evaluation of meteorological data for computations of Regenerative energy systems