



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ



Επιβλέπων Καθηγητής: Σιδεράκης Κυριάκος

Σπουδάστρια: Συλλιγνάκη Σοφία Α.Μ.:4958

ΗΡΑΚΛΕΙΟ - ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2014

Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλιγνάκη Σοφία

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή κ. Σιδεράκη Κυριάκο, Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών του Τ.Ε.Ι. Κρήτης, για την υποστήριξη, την βοήθεια και την καθοδήγηση του στο σύνολο της προετοιμασίας και διεκπεραίωσης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ.Μαμουλάκη Αντώνη, Ηλεκτρολόγο Μηχανικό ΤΕ για τη βοήθεια του σε αυτήν την προσπάθεια, καθώς και τον αδερφό μου Συλλιγνάκη Γιάννη, Διπλωματούχο Ηλεκτρολόγο Μηχανικό και εργαστηριακό συνεργάτη στο ΤΕΙ Κρήτης για τις χρήσιμες συμβουλές και υποστήριξη κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου που με στήριξαν και με στηρίζουν όλα αυτά τα χρόνια και που με την πολύτιμη παρουσία και συνδρομή τους συντέλεσαν καθοριστικά στην ολοκλήρωση των προπτυχιακών μου σπουδών.

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
Abstract	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΑΡΚΩΝ.....	9
1.1 Είδη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	9
1.2 Ηλιακή ενέργεια.....	9
1.3 Ηλιακή Ακτινοβολία	11
1.3.1 Ορισμοί και έννοιες της ηλιακής ακτινοβολίας.....	13
1.3.2 Ενεργητικά και παθητικά ηλιακά συστήματα.....	14
1.3.3 Φωτοβολταϊκό φαινόμενο.....	15
1.4. Δομικά Στοιχεία ενός Φωτοβολταϊκού Σταθμού (πάρκο)	21
1.4.1 Φωτοβολταϊκό Πλαίσιο ή Πανέλο (pv module or pv panel).....	21
1.4.2 Βάσεις στήριξης.....	26
1.4.3 Μετατροπείς Τάσης (Inverters DC/AC)	26
1.4.4 Καλωδίωση Φωτοβολταϊκού Συστήματος.....	27
1.4.4.1 Ηλιακή Καλωδίωση Συνεχούς ρεύματος	28
1.4.4.2 Σύστημα Γείωσης.....	31
1.4.5 Ηλεκτρονικό σύστημα εποπτείας Φ/Β σταθμού	34
1.4.6 Τεχνικές περιγραφές	35
1.4.7 Τεχνικά Σχέδια φωτοβολταϊκού πάρκου	37
Κεφάλαιο 2 – Συλλογή δεδομένων από τα φωτοβολταϊκά πάρκα	39
2.1 Επιλογή πάρκων και χρόνου μελέτης	40
2.2 Υπολογισμός φωτοβολταϊκού δυναμικού από δεδομένα.....	44
2.3 Ανίχνευση απώλειας μεμονωμένου αντιστροφέα	50

Κεφάλαιο 3 – Οργάνωση των δεδομένων σε Ψηφιακή Βάση δεδομένων	53
3.1 Εισαγωγή	53
3.2 Λίγα λόγια στη δομή και λειτουργία μιας Βάσης Δεδομένων	54
3.2.1 Κανόνας Επικύρωσης (Validation Rule), το Κείμενο Επικύρωσης (Validation Text) και ποια η χρησιμότητά τους;	56
3.2.2 Η χρησιμότητα μιας Σχέσης (Relationship) ανάμεσα σε δύο πίνακες της Access;... ..	57
3.2.3 Ακεραιότητα Αναφοράς (Referential Integrity);	59
3.2.4 Διαδοχική Ενημέρωση (Cascade Update);	59
3.2.5 Διαδοχική Διαγραφή (Cascade Delete);	60
3.2.6 Ερώτημα (Query).....	62
3.2.6.1 ΤΙ ΣΗΜΑΙΝΕΙ Η ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ (GROUP BY) ΣΤΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ACCESS	63
3.2.7 ΦΟΡΜΕΣ (Forms).....	65
3.2.8 ΑΝΑΦΟΡΕΣ (Reports)	69
3.3 Ανάπτυξη της Βάσης Δεδομένων	70
Κεφάλαιο 4 – Επεξεργασία επί της βάσης δεδομένων.....	74
4.1 Κατηγορίες Σφαλμάτων	74
4.2 Δημιουργία ερωτημάτων	76
4.2.2 Επιλογή πεδίων-δεδομένων	76
4.2.2 Κριτήρια αναζήτησης	77
4.2.3 Παραδείγματα εφαρμογής	78
4.3 Συγκέντρωση πληροφορίας σε πίνακες.....	80
4.3.1 Δημιουργία-ενημέρωση πίνακα	81
4.3.2 Προσθήκη κώδικα για υπολογισμούς.....	82
4.3.3 Υπολογισμός απώλειας ενέργειας	83
4.4 Υπολογισμός μέσης ωριαίας ισχύος	84
4.5 Εξάρτηση των απωλειών ενέργειας από την επιλογή σε όριο ισχύος	86

Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλιγνάκη Σοφία

4.6 Δεδομένα σχέσης ηλιοφάνειας και παραγόμενης ενέργειας	87
4.7 Απώλεια ενέργειας σε πάρκο συνολικά εκτός.....	88
Κεφάλαιο 5 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	91
Βιβλιογραφία	93

Abstract

This thesis aims to export useful conclusions about the reliability of PV production. Speaking of reliability, we refer mainly to the necessity of continuity of a power system. Therefore, gathering data on errors in PV production of a certain number of parks, we have a statistical analysis of the reliability of that production.

Chapter 1 gives an initial introduction to renewable energy sources and then described the equipment in a park. These are structural and functional elements, connection topologies panels, electrical installations, specifications and drawings positioning equipment, protective systems of the park (grounding, lightning, etc.). Emphasis is placed on data collection and communications. Also presented specifications for inverters, communication protocols and data sending.

Chapter 2 presents the production data and errors of selected P / V parks. Reference is made to the selection of specific parks and the data we use in this work. Additionally, useful and relevant statistics for parks and production data are presented, which results from appropriate “per day” data processing in the parks we studied.

Chapter 3 gives an introduction to the data bases, with the advantages of their use, for better organization of information. Also the initial structure of our digital database developed in this thesis is presented.

Chapter 4 is the main analysis of information gathered by questions on the database’s tables, about loss of energy and power, set values for indicators of reliability, and also categories of errors.

Finally in Chapter 5 presents the results of our work and an attempt to generalize and extend the conclusions of this work.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποσκοπεί στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με την αξιοπιστία της φωτοβολταϊκής παραγωγής. Μιλώντας για αξιοπιστία, αναφερόμαστε κυρίως στην αναγκαιότητα της αδιάλειπτης λειτουργίας ενός συστήματος παραγωγής ενέργειας. Συνεπώς, συγκεντρώνοντας στοιχεία σχετικά με σφάλματα-διακοπές στην φωτοβολταϊκή παραγωγή από έναν συγκεκριμένο αριθμό πάρκων, έχουμε μία στατιστική ανάλυση της αξιοπιστίας της εν λόγω παραγωγής.

Στο κεφάλαιο 1 γίνεται αρχικά μια εισαγωγή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στη συνέχεια περιγράφεται ο εξοπλισμός ενός πάρκου. Πρόκειται για κατασκευαστικά και λειτουργικά στοιχεία, τοπολογίες σύνδεσης πάνελ, σχέδια ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, προδιαγραφές και σχέδια τοποθέτησης εξοπλισμού, συστήματα προστασίας του πάρκου(γείωση, αντικεραυνική κλπ). Έμφαση δίνεται στη συλλογή δεδομένων και τις επικοινωνίες. Επίσης παρουσιάζονται τεχνικά χαρακτηριστικά για τους inverters, πρωτόκολλα επικοινωνίας και αποστολής δεδομένων.

Στο κεφάλαιο 2 παρουσιάζονται τα δεδομένων παραγωγής αλλά και σφαλμάτων από επιλεγμένα Φ/Β πάρκα. Γίνεται αναφορά στην επιλογή συγκεκριμένων πάρκων και των δεδομένων που χρησιμοποιούμε σε αυτήν την εργασία. Επιπλέον παρουσιάζονται χρήσιμα και κρίσιμα στατιστικά στοιχεία για τα πάρκα και τα δεδομένα παραγωγής τους, τα οποία προκύπτουν από κατάλληλη επεξεργασία δεδομένων ανά ημέρα των πάρκων που μελετήσαμε.

Στο κεφάλαιο 3 γίνεται αρχικά μια μικρή εισαγωγή στις ψηφιακές βάσεις δεδομένων, με τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρήση τους, όπως για καλύτερη οργάνωση της πληροφορίας, διεξαγωγή συμπερασμάτων από στατιστική ανάλυση. Με δυνατότητα επεκτασιμότητας της εργασίας μας παρουσιάζεται επίσης η αρχική δομή της ψηφιακής βάσης δεδομένων που αναπτύξαμε στα πλαίσια της εργασίας.

Στο κεφάλαιο 4 γίνεται η βασική ανάλυση της ανάλυση της πληροφορίας, αναζητείται μέσω ερωτημάτων ο συσχετισμός διακοπών με απώλεια ενέργειας και

ισχύος, καθορίζονται τιμές για τους δείκτες αξιοπιστίας, και επίσης γίνεται κατηγοριοποίηση των διακοπών-σφαλμάτων που ανιχνεύουμε.

Τέλος στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εργασίας μας καθώς και μια προσπάθεια γενίκευσης και επέκτασης των συμπερασμάτων της παρούσας εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

1.1 Είδη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει διεθνώς μεγάλες προσπάθειες προκειμένου να αξιοποιηθούν διάφορες αιφόρες (ανανεώσιμες) μορφές ενέργειας. Οι λόγοι προς αυτήν την κατεύθυνση είναι πέρα από περιβαλλοντικοί, οικονομικοί, τεχνικοί καθώς και άλλοι. Τέτοιες μορφές ενέργειας είναι η αιολική ενέργεια με ανεμογεννήτριες στα αιολικά πάρκα, η υδραυλική ενέργεια με υδροταμιευτήρες και υδροστροβίλους, η παραγωγή βιομάζας και βιοκαυσίμων, η γεωθερμική ενέργεια, η ενέργεια από θαλάσσια κύματα, η ηλιακή ενέργεια καθώς και άλλες. Η παρούσα εργασία ασχολείται με την παραγωγή ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία, μέσω φωτοβολταϊκών πάνελ. Στην συνέχεια δίνεται μια σύντομη αναφορά στην ηλιακή ενέργεια και στο πως μετατρέπεται σε ηλεκτρική μέσω των πάνελ που συναντάμε σε φωτοβολταϊκά πάρκα.

1.2 Ηλιακή ενέργεια.

Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα ή θερμική ενέργεια καθώς και διάφορες ακτινοβολίες.

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

Για τις εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας θα μπορούσαμε να πούμε ότι διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Στα παθητικά ηλιακά συστήματα συγκαταλέγονται τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου που βοηθούν την καλύτερη, άμεση ή έμμεση, εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση ή το δροσισμό του κτιρίου. Προϋπόθεση για την εφαρμογή

παθητικών ηλιακών συστημάτων σε ένα κτίριο είναι η θερμομόνωσή του έτσι ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες.

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα ονομάζονται τα συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, και στη συνέχεια τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε νερό, αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η πλέον διαδεδομένη εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, οι γνωστοί σε όλους ηλιακοί θερμοσίφωνες.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι τα συστήματα όπου παράγουν ηλεκτρική ενέργεια αντλώντας ενέργεια από τον ήλιο. Οι ηλιακές κυψέλες, κοινώς τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (ημιαγωγοί), είναι συσκευές που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

Πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας: Η ηλιακή ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή που δε τελειώνει συναρτήσει της πολύ μεγάλης διάρκειας ζωής του ηλίου.

Είναι μία φιλική προς το περιβάλλον μορφή ενέργειας σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα (πετρέλαιο, άνθρακας, αέριο) καθώς με τη μη ύπαρξη εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου και άλλων ουσιών, δεν συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη, την όξινη βροχή ή την αιθαλομίχλη.

Μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας: Το κύριο μειονέκτημα της ηλιακής ενέργειας είναι το κόστος της. Το υψηλό κόστος των υλικών (ηλιακοί συλλέκτες) είναι ένας παράγοντας όπου θα αποτρέψει τον χρήστη να επιλέξει την ηλιακή ενέργεια για τη κάλυψη των αναγκών του.

Σε περίπτωση αποθήκευσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για χρήση αυτής τις νυχτερινές ώρες ή σε μια όχι καλή παραγωγική μέρα συμβάλουν στο αυξημένο κόστος εγκατάστασης.

1.3 Ηλιακή Ακτινοβολία

Με τον όρο ακτινοβολία αναφερόμαστε στη μετάδοση ενέργειας στο χώρο είτε με τη μορφή κυμάτων, είτε με τη μορφή σωματιδίων (π.χ. ηλεκτρόνια, πρωτόνια, νετρόνια).

ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ.

Καθώς οι ηλιακές ακτίνες περνούν από τη γήινη ατμόσφαιρα, τα φωτόνια σκεδάζονται στους υδρατμούς, τη σκόνη τον καπνό και τα διάφορα σωματίδια. Ένα μέρος της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας φτάνει στην επιφάνεια της γης και το υπόλοιπο διαχέεται προς το διάστημα. Ένα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται από ορισμένα συστατικά της ατμόσφαιρας, όπως για παράδειγμα η υπεριώδεις ακτινοβολία απορροφάται από τα μόρια του όζοντος. Τέλος, ένα τρίτο μέρος ανακλάται στα σύννεφα και στη συνέχεια διαχέεται προς το έδαφος.

Έτσι σε κάθε σημείο της γήινης επιφάνειας και σε κάθε ηλιακό συλλέκτη, φτάνουν τρεις συνιστώσες της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας:

- Η απ'ευθείας ή άμεση (B)
- Η διάχυτη (D)
- Η διάχυτη ανακλώμενη από το έδαφος(GR)

Άμεση ηλιακή ακτινοβολία είναι αυτή η οποία φτάνει απ' ευθείας από τον ηλιακό δίσκο στην επιφάνεια του εδάφους χωρίς να έχει υποστεί σκέδαση (αλλαγή κατεύθυνσης) κατά τη διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα. Εξαρτάται από την απόσταση Ήλιου-Γης, την ηλιακή απόκλιση (δ), το ηλιακό ύψος (α), το γεωγραφικό πλάτος του τόπου (ϕ), το υψόμετρο του τόπου (h), την κλίση της επιφάνειας επί της οποίας προσπίπτει (β), καθώς και από την απορρόφηση και διάχυση την οποία υφίσταται μέσα στην ατμόσφαιρα.

Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία είναι το ποσό της ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους μετά την ανάκλαση ή σκέδαση μέσα στην ατμόσφαιρα, αλλά και μετά από ανάκλαση πάνω στην επιφάνεια της Γης. Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από το ηλιακό ύψος(α), το υψόμετρο του τόπου, τη λευκαύγεια του εδάφους, το ποσό και το είδος των νεφών, καθώς και από την παρουσία διαφόρων κέντρων σκεδάσεως (αερολυμάτων, υδροσταγόνων κ.α.) που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.

Η διάχυτη ανακλώμενη ακτινοβολία εξαρτάται από την πυκνότητα των νεφών, τη μορφολογία και το χρώμα του εδάφους ή της επικάλυψης του. Ο συντελεστής διάχυτης ανάκλασης ονομάζεται albedo και εξαρτάται από το είδος της επιφάνειας.

Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση που διανύει η ηλιακή ακτινοβολία μέσα στην ατμόσφαιρα, τόσο μικρότερο είναι το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνεια της Γης. Για τον λόγο αυτό η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι πολύ μεγαλύτερη κατά την θερινή περίοδο σε σχέση με τη χειμερινή. Τέλος, όσο πιο κάθετα προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία πάνω σε μια επιφάνεια στην Γη τόσο μεγαλύτερη είναι η έντασή της.

Η Ελλάδα παρουσιάζει ένα ιδιαίτερα υψηλό ηλιακό δυναμικό, περίπου 1.400-1.800 (kWh/(m².yr)) ετησίως σε οριζόντιο επίπεδο, ανάλογα το γεωγραφικό πλάτος και το ανάγλυφο της περιοχής. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι μια μορφή ενέργειας με σχεδόν σταθερή και προβλέψιμη ένταση (W/m²) στην διάρκεια του χρόνου και της ημέρας. Η ηλιακή ακτινοβολία παρουσιάζει την μέγιστη ένταση της κατά την διάρκεια του μεσημεριού (μέγιστο ηλιακό ύψος), τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο. Η ηλιακή ενέργεια είναι μεγαλύτερη κατά τη θερινή περίοδο, λόγω την θέσης του ήλιου, αλλά και λόγω της αύξησης των ωρών ηλιοφάνειας (μείωση των νεφώσεων).

1.3.1 Ορισμοί και έννοιες της ηλιακής ακτινοβολίας.

Αέριος μάζα AM: Η τελική μορφή και η ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της γης, εξαρτάται από το υψόμετρο, τη γεωγραφική θέση, την περιεκτικότητα της υγρασίας στην ατμόσφαιρα, τις εκάστοτε μετεωρολογικές συνθήκες και τη θέση του ήλιου στον ουρανό.

Συμβατικά, το μήκος της διαδρομής της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στην ατμόσφαιρα μέχρι το επίπεδο της θάλασσας, χαρακτηρίζεται από έναν αριθμό που ονομάζεται μάζα αέρος AM (air mass) και υπολογίζεται από τη σχέση $AM = \frac{1}{\cos Z}$

,όπου Z° είναι η γωνία μεταξύ των ηλιακών ακτινών του Ζενίθ του τόπου.

Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι η μάζα αέρα δείχνει πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η διαδρομή της ηλιακής ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα, σε σύγκριση με την κατακόρυφη διαδρομή της.

Ύψος ήλιου(α). Το ύψος του ήλιου είναι η γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στην κατεύθυνση του ήλιου και στο οριζόντιο επίπεδο.

Αζιμούθιο(γ). Το αζιμούθιο είναι η γωνία που σχηματίζεται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο ανάμεσα στην προβολή της κατεύθυνσης του ήλιου και στον τοπικό μεσημβρινό βορρά-νότου.

Ωριαία γωνία του ήλιου(ω) είναι η γωνιακή απόσταση του ήλιου από την ηλιακή μεσημβρία λόγω περιστροφής της γης περί τον άξονα της.

Απόκλιση του ήλιου(δ). Ο άξονας περιστροφής της Γης δεν είναι κάθετος προς την εκλειπτική, αλλά σχηματίζει γωνία 23.5° περίπου, που ονομάζεται λόξωση της

εκλειπτικής. Εξαιτίας της λόξωσης της εκλειπτικής, κατά την διάρκεια ενός έτους η γωνία που σχηματίζει το επίπεδο του ισημερινού της Γης με τον άξονα που συνδέει τα κέντρα της Γης και του ήλιου μεταβάλλεται με $+23.5^\circ$ και -23.5° . Η γωνία αυτή ονομάζεται απόκλιση και συμβολίζεται με δ .

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ.

Γεωγραφικό πλάτος (ϕ) ενός σημείου που βρίσκεται στην επιφάνεια της γης είναι η γωνία που σχηματίζει η κατακόρυφος του τόπου με το επίπεδο του ισημερινού.

Γεωγραφικό μήκος(λ) ενός σημείου στην επιφάνεια της γης είναι η στερεή γωνία που σχηματίζεται από το επίπεδο του μεσημβρινού που διέρχεται από το εν λόγω σημείο με το επίπεδο του πρώτου μεσημβρινού.

1.3.2 Ενεργητικά και παθητικά ηλιακά συστήματα.

Οι κυριότερες τεχνολογίες άμεσης εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας είναι οι εξής:

- ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.

Η "καρδιά" ενός ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο ηλιακός συλλέκτης. Ο συλλέκτης αυτός περιλαμβάνει μια μαύρη, συνήθως επίπεδη μεταλλική επιφάνεια, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται. Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται ένα διαφανές κάλυμμα (συνήθως από γυαλί ή πλαστικό) που παγιδεύει τη θερμότητα (φαινόμενο θερμοκηπίου). Σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια τοποθετούνται λεπτοί σωλήνες μέσα στους οποίους διοχετεύεται κάποιο υγρό, που απάγει την θερμότητα και τη μεταφέρει, με τη βοήθεια μικρών αντλιών (κυκλοφορητές), σε μια μεμονωμένη δεξαμενή αποθήκευσης. Το πιο απλό και διαδεδομένο σήμερα ενεργητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού είναι ο ηλιακός θερμοσίφωνας.

- ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.

Τέτοια συστήματα είναι τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου που βοηθούν την καλύτερη, άμεση ή έμμεση, εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση ή το δροσισμό του κτιρίου. Προϋπόθεση για την εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων σε ένα κτίριο είναι η θερμομόνωσή του έτσι ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες. Η αρχή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων θέρμανσης βασίζεται στο "φαινόμενο του θερμοκηπίου" ενώ τα παθητικά συστήματα δροσισμού βασίζονται στην προστασία του κτιρίου από τον ήλιο, δηλαδή στην παρεμπόδιση της εισόδου των ανεπιθύμητων, κατά τη θερινή περίοδο, ακτινών του ήλιου στο κτίριο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση μόνιμων ή κινητών σκιάστρων καθώς και με τη διευκόλυνση της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων. Ένα κτίριο που περιλαμβάνει παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού ή ακόμη και φυσικού φωτισμού, κατασκευασμένο εξ αρχής ή τροποποιημένο, ονομάζεται "βιοκλιματικό κτήριο" και είναι δυνατό να καλύψει μεγάλο μέρος των ενεργειακών του αναγκών από την άμεση ή έμμεση αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.

Υβριδικά ηλιακά συστήματα, όπου είναι ένας συνδυασμός ενεργητικών και παθητικών συστημάτων.

1.3.3 Φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο και η λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος στηρίζεται στις βασικές ιδιότητες των ημιαγωγών υλικών σε ατομικό επίπεδο. Ας πάρουμε όμως τα πράγματα από την αρχή.

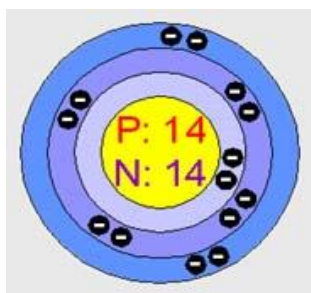
Όταν το φως προσπίπτει σε μια επιφάνεια είτε ανακλάται, είτε την διαπερνά(διαπερατότητα) είτε απορροφάται από το υλικό της επιφάνειας. Η απορρόφηση του φωτός ουσιαστικά σημαίνει την μετατροπή του σε μια άλλη μορφή ενέργειας (σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας) η οποία συνήθως είναι η θερμότητα.

Παρόλα αυτά όμως υπάρχουν κάποια υλικά τα οποία έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν την ενέργεια των προσπιπτόντων φωτονίων (πακέτα ενέργειας) σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτά τα υλικά είναι οι ημιαγωγοί και σε αυτά οφείλεται επίσης η τεράστια τεχνολογική πρόοδος που έχει συντελεστεί στον τομέα της ηλεκτρονικής και συνεπακόλουθα στον ευρύτερο χώρο της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών.

Γενικότερα τα υλικά στην φύση σε σχέση με τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά τους εμπίπτουν σε τρεις κατηγορίες, τους αγωγούς του ηλεκτρισμού, τους μονωτές και τους ημιαγωγούς. Ένας ημιαγωγός έχει την ιδιότητα να μπορεί να ελεγχθεί η ηλεκτρική του αγωγιμότητα είτε μόνιμα είτε δυναμικά.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΗΜΙΑΓΩΓΩΝ

Το χαρακτηριστικό στοιχείο ενός ημιαγωγού που το διαφοροποιεί από τα υπόλοιπα υλικά είναι ο αριθμός των ηλεκτρονίων ενός ατόμου που βρίσκεται στην εξωτερική του στοιβάδα (σθένους). Ο περισσότερο γνωστός ημιαγωγός είναι το πυρίτιο (Si) για αυτό και θα επικεντρωθούμε σε αυτό.



Πυρίτιο (Si)

Το πυρίτιο έχει ατομικό αριθμό 14 και έχει στην εξωτερική του στοιβάδα 4

ηλεκτρόνια. Όλα τα άτομα που έχουν λιγότερα η περισσότερα ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα (είναι "γενικά" συμπληρωμένη με 8 e) ψάχνουν άλλα άτομα με τα οποία μπορούν να ανταλλάξουν ηλεκτρόνια ή να μοιραστούν κάποια με σκοπό τελικά να αποκτήσουν συμπληρωμένη εξωτερική στοιβάδα σθένους.

Σε αυτήν την τάση οφείλεται και η κρυσταλλική δομή του πυριτίου αφού όταν συνυπάρχουν πολλά άτομα μαζί διατάσσονται με τέτοιο τρόπο ώστε να συνεισφέρουν ηλεκτρόνια με όλα τα γειτονικά τους άτομα και τελικά με αυτόν τον τρόπο να αποκτούν μια συμπληρωμένη εξωτερική στοιβάδα και κρυσταλλική δομή.

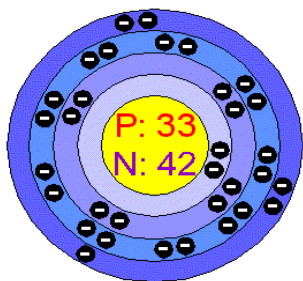
Αυτή είναι και η καθοριστική ιδιότητα που έχουν τα κρυσταλλικά υλικά.

Στην κρυσταλλική του μορφή όμως το πυρίτιο είναι σταθερό. Δεν έχει ανάγκη ούτε να προσθέσει ούτε να διώξει ηλεκτρόνια κάτι που ουσιαστικά του δίνει ηλεκτρικά χαρακτηριστικά πολύ κοντά σε αυτά ενός μονωτή αφού δεν υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια για την δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος στο εσωτερικό του.

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΩΝ ΗΜΙΑΓΩΓΩΝ

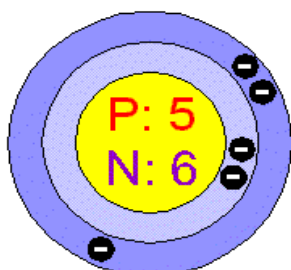
Τις ημιαγωγές ιδιότητες του το πυρίτιο τις αποκτά με τεχνικό τρόπο. Αυτό πρακτικά γίνεται με την πρόσμειξη με άλλα στοιχεία τα οποία είτε έχουν ένα ηλεκτρόνιο περισσότερο είτε ένα λιγότερο στην στοιβάδα σθένους. Αυτή η πρόσμειξη τελικά κάνει τον κρύσταλλο δεκτικό είτε σε θετικά φορτία (υλικό τύπου p) είτε σε αρνητικά φορτία (υλικό τύπου n)

Για να φτιαχτεί λοιπόν ένας ημιαγωγός τύπου n ή αλλιώς ένας αρνητικά φορτισμένος κρύσταλλος πυριτίου θα πρέπει να γίνει πρόσμειξη ενός υλικού με 5e στην εξωτερική του στοιβάδα όπως για παράδειγμα το Αρσενικό (As).



Αρσένιο (As)

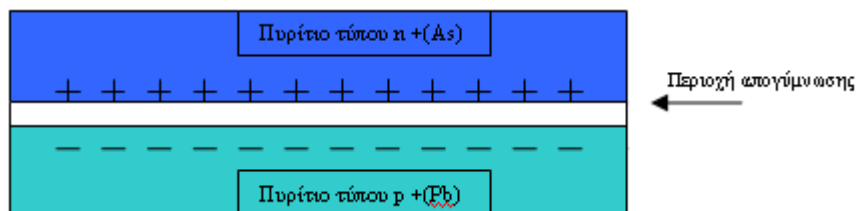
Αντίστοιχα για να δημιουργήσουμε έναν ημιαγωγό τύπου p η αλλιώς θετικά φορτισμένος κρύσταλλος πυριτίου χρειάζεται να γίνει πρόσμειξη στον κρύσταλλο κάποιου υλικού όπως το βόριο (B) που έχει 3e στην εξωτερική του στοιβάδα.



Βόριο (B)

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΕΠΑΦΗΣ (ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ)

Εάν φέρουμε σε επαφή δύο κομμάτια πυριτίου τύπου n και τύπου p το ένα απέναντι από το άλλο δημιουργείται μια δίοδος ή αλλιώς ένα ηλεκτρικό πεδίο στην επαφή των δύο υλικών το οποίο επιτρέπει την κίνηση ηλεκτρονίων προς μία κατεύθυνση μόνο.



Τα επιπλέον ηλεκτρόνια της επαφής n έλκονται από τις «οπές» τις επαφής p. Αυτό το ζευγάρι των δύο υλικών είναι το δομικό στοιχείο του φωτοβολταϊκού κελιού και η βάση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

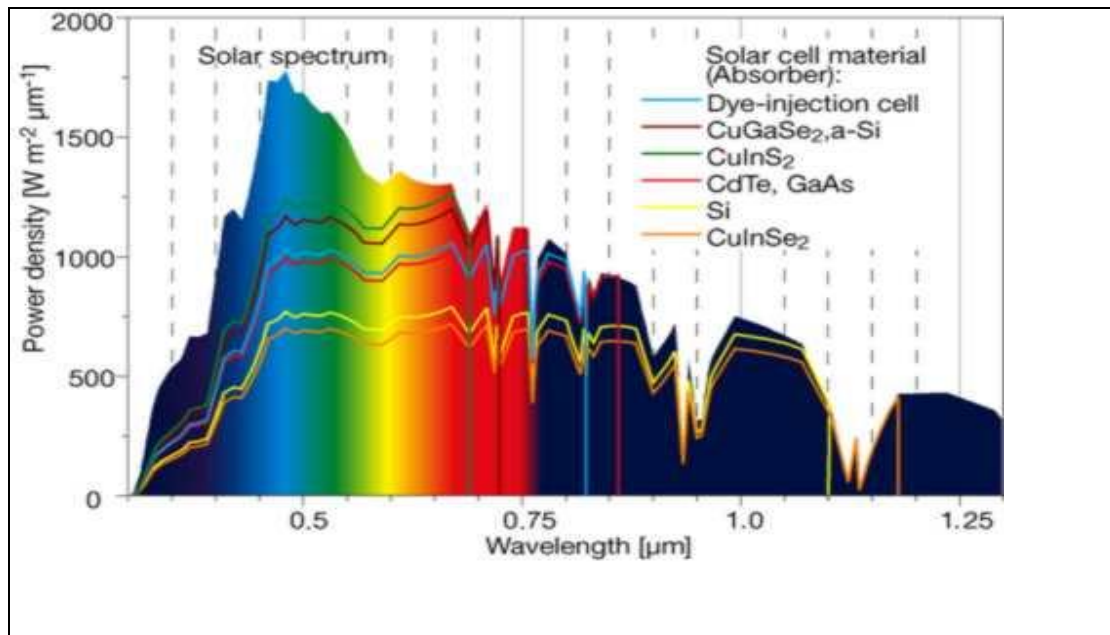
Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλιγνάκη Σοφία

Η ηλιακή ακτινοβολία έρχεται με την μορφή πακέτων ενέργειας ή φωτονίων. Τα φωτόνια όταν προσπίπτουν σε μια διάταξη p/n κελιού περνούν αδιατάραχτα την επαφή τύπου n και χτυπούν τα άτομα της περιοχής τύπου p . Τα ηλεκτρόνια της περιοχής τύπου p αρχίζουν και κινούνται μεταξύ των οπών ώσπου τελικά φτάνουν στην περιοχή της διόδου όπου και έλκονται πλέον από το θετικό πεδίο της εκεί περιοχής.

Αφού ξεπεράσουν το ενεργειακό χάσμα αυτής της περιοχής μετά είναι αδύνατον να επιστρέψουν. Στο κομμάτι της επαφής n πλέον έχουμε μια περίσσεια ηλεκτρονίων που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε. Αυτή η περίσσεια των ηλεκτρονίων μπορεί να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα εάν τοποθετήσουμε μια διάταξη όπως ένας μεταλλικός αγωγός στο πάνω μέρος της επαφής n και στο κάτω της επαφής p και ένα φορτίο ενδιάμεσα με τέτοιο τρόπο ώστε να κλείσει ένας αγωγίμος δρόμος για το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται. Αυτή είναι απλοποιημένα η γενική αρχή λειτουργίας του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Γιατί όμως δεν μπορούμε να εκμεταλλευτούμε όλη την προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια; Το κάθε ημιαγωγό υλικό αντιδρά σε διαφορετικά μήκη κύματος της ακτινοβολίας. Κάποια υλικά αντιδρούν σε ευρύτερα φάσματα ακτινοβολίας από κάποια άλλα.



Έτσι ανάλογα με το υλικό που χρησιμοποιούμε μπορούμε να εκμεταλλευτούμε μόνο εκείνο το φάσμα της ακτινοβολίας που αντιδρά με το συγκεκριμένο υλικό.

Ζώνες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος

Περιοχή του φάσματος	Περιοχή συχνοτήτων	Ενέργεια φωτονίων
Ραδιοκύματα	0-300 MHz	0-10 ⁻⁵ eV
Μικροκύματα	300 MHz - 300GHz	10 ⁻⁵ - 10 ⁻³ eV
υπέρουθρη ακτινοβολία	300GHz - 400THz	10 ⁻³ - 1,6eV
Ορατή ακτινοβολία	400-800THz	1,6 - 3,2 eV
Υπεριώδης ακτινοβολία	800THz - 3 · 10 ¹⁷ Hz	3eV - 2000eV
Ακτίνες Χ	3 · 10 ¹⁷ Hz - 5 · 10 ¹⁹ Hz	1200 eV - 2,4 · 10 ⁵ eV
Ακτίνες γ	5 · 10 ¹⁹ Hz - 3 · 10 ²² Hz	10 ⁵ eV - 10 ⁷ eV
Κοσμικές ακτίνες	3 · 10 ²² Hz -	10 ⁷ eV -

Το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται σε σχέση με την προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια συμβολίζει τον συντελεστή απόδοσης του υλικού.

Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλιγνάκη Σοφία

Οι δύο βασικοί παράγοντες για την απόδοση ενός φωτοβολταϊκού υλικού είναι το ενεργειακό χάσμα του υλικού και ο συντελεστής μετατροπής.

1.4. Δομικά Στοιχεία ενός Φωτοβολταϊκού Σταθμού (πάρκο)

1.4.1 Φωτοβολταϊκό Πλαίσιο ή Πανέλο (pv module or pv panel)

Το φωτοβολταϊκό πλαίσιο είναι συνδυασμός πολλών φωτοβολταϊκών κυψελών. Αυτός ο συνδυασμός γίνεται γιατί από μόνες τους οι φωτοβολταϊκές κυψέλες έχουν χαμηλές τιμές τάσης και ισχύος και έτσι δεν μπορούν να ανταποκριθούν στην τροφοδότηση των συνηθισμένων ηλεκτρικών καταναλώσεων.

Για να βελτιστοποιηθούν τα χαρακτηριστικά του πλαισίου οι κυψέλες που χρησιμοποιούνται για καθένα από αυτά, έχουν παρόμοια ηλεκτρικά χαρακτηριστικά. Συνώνυμο του φωτοβολταϊκού πλαισίου είναι το φωτοβολταϊκό πανέλο το οποίο μπορεί να αποτελείται από πολλά φωτοβολταϊκά πλαίσια συνδεδεμένα μεταξύ τους. Οι εταιρείες που κατασκευάζουν φωτοβολταϊκά στοιχεία δεν διαχωρίζουν τα πλαίσια από τα πανέλα και για αυτό αυτές οι δύο έννοιες έχουν γίνει συνώνυμες.

Τα πλαίσια ταξινομούνται ανάλογα με την ισχύ (η οποία μετράται σε Watt peak, W_p), που αποδίδουν στις πρότυπες συνθήκες ελέγχου (STC). Δηλαδή αυτή η ισχύς αντιστοιχεί στην ισχύ που αποδίδει μια επιφάνεια ενός τετραγωνικού μέτρου m^2 όταν πάνω της προσπίπτει ακτινοβολία έντασης $1000W/m^2$ στους 25 βαθμούς Κελσίου ($^{\circ}C$) και ταυτόχρονα το $AM=1,5$.

Γενικά, η απόδοση ενός πλαισίου είναι χαμηλότερη από την απόδοση της κάθε κυψέλης. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο, στο γεγονός ότι η επιφάνεια που

καταλαμβάνει το πλαίσιο δεν καλύπτεται πλήρως από τις κυψέλες και στο γεγονός ότι αυτές μπορεί να έχουν μικρές διαφορές μεταξύ τους.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ανάλογα με το υλικό/τεχνολογία κατασκευής τους χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

1. Φωτοβολταϊκά στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου(Crystalline Silicon,Si).Εδώ έχουμε τις εξής κατηγορίες:
 - Μονοκρυσταλλικά στοιχεία πυριτίου(sc-Si): Κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί από ένα κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Αποτελούν τα πιο αποδοτικά φωτοβολταϊκά με αποδόσεις της τάξεως του 15%. Η κατασκευή τους όμως είναι πιο πολύπλοκη γιατί απαιτεί την κατασκευή του μονοκρυσταλλικού πυριτίου με αποτέλεσμα το υψηλότερο κόστος κατασκευής.Τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία χαρακτηρίζονται από το πλεονέκτημα της καλύτερης σχέσης απόδοσης/επιφάνειας ή ενεργειακής πυκνότητας. Βασικές τεχνολογίες παραγωγής μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών είναι η μέθοδος CZ (Czochralski) και η μέθοδος FZ (float zone). Το πάχος τους είναι γύρω στα 0,3 χιλιοστά και η απόδοση τους στην βιομηχανία κυμαίνεται από 15 - 18% για το πλαίσιο.
 - Πολυκρυσταλλικά στοιχεία πυριτίου(mc-Si): Τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά κατασκευάζονται από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλομένου πυριτίου. Για την παραγωγή τους οι ράβδοι του πυριτίου κόβονται σε λεπτά τμήματα από τα οποία κατασκευάζεται η κυψέλη του φωτοβολταϊκού. Η διαδικασία κατασκευής τους είναι απλούστερη από εκείνη των μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών με αποτέλεσμα το φθηνότερο κόστος παραγωγής. Παρουσιάζουν όμως σε γενικές γραμμές μικρότερη απόδοση της τάξεως του 12%. Το πάχος τους είναι επίσης περίπου 0,3 χιλιοστά. Βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής είναι: η μέθοδος απ' ευθείας στερεοποίησης DS (directional solidification). ,

η ανάπτυξη λιωμένου πυριτίου ("χύτευση"), και η ηλεκτρομαγνητική χύτευση EMC.

- Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία ταινίας πυριτίου (Ribbon-Si). Πρόκειται για μια σχετικά νέα τεχνολογία φωτοβολταϊκών στοιχείων. Προσφέρει έως και 50% μείωση στην χρήση του πυριτίου σε σχέση με τις «παραδοσιακές τεχνικές» κατασκευής μονοκρυσταλλικών και πολυκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών κυψελών πυριτίου.

Η απόδοση για τα φωτοβολταϊκά στοιχεία του έχει φτάσει πλέον γύρω στο 12-13% ενώ το πάχος του είναι περίπου 0,3 χιλιοστά.

2. Φωτοβολταϊκά στοιχεία λεπτού υμενίου (Thin Film). Οι κατηγορίες που έχουμε είναι:

- Δισεληνοϊνδιούχος χαλκός (CuInSe_2 ή CIS, με προσθήκη γαλλίου CIGS). Ο δισεληνοϊνδιούχος χαλκός έχει εξαιρετική απορροφητικότητα στο προσπίπτον φως αλλά παρόλα αυτά η απόδοση του με τις σύγχρονες τεχνικές κυμαίνεται στο 11% (πλαίσιο).
- Φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου πυριτίου (Amorphous ή Thin film Silicon, a-Si). Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αυτά, έχουν αισθητά χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες. Πρόκειται για ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση ημιαγωγού υλικού (πυρίτιο στην περίπτωση μας) πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, χαμηλού κόστους όπως γυαλί ή αλουμίνιο. Έτσι και λόγω της μικρότερης ποσότητας πυριτίου που χρησιμοποιείται η τιμή τους είναι

γενικότερα αρκετά χαμηλότερη.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα για το φωτοβολταϊκό στοιχείο a-Si είναι το γεγονός ότι δεν επηρεάζεται πολύ από τις υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, πλεονεκτεί στην αξιοποίηση της απόδοσης του σε σχέση με τα κρυσταλλικά ΦΒ, όταν υπάρχει διάχυτη ακτινοβολία (συννεφιά).

Το μειονέκτημα των άμορφων πλαισίων είναι η χαμηλή τους ενεργειακή πυκνότητα κάτι που σημαίνει ότι για να παράγουμε την ίδια ενέργεια χρειαζόμαστε σχεδόν διπλάσια επιφάνεια σε σχέση με τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία. Επίσης υπάρχουν αμφιβολίες όσον αφορά την διάρκεια ζωής των άμορφων πλαισίων μιας και δεν υπάρχουν στοιχεία από παλιές εγκαταστάσεις αφού η τεχνολογία είναι σχετικά καινούρια. Παρόλα αυτά οι κατασκευαστές πλέον δίνουν εγγυήσεις απόδοσης 20 ετών. Το πάχος του πυριτίου είναι περίπου 0,0001 χιλιοστά ενώ το υπόστρωμα μπορεί να είναι από 1 έως 3 χιλιοστά.

- Αρσενικούχο Γάλλιο (GaAs).

Το Γάλλιο είναι ένα παραπροϊόν της ρευστοποίησης άλλων μετάλλων όπως το αλουμίνιο και ο ψευδάργυρος. Είναι πιο σπάνιο ακόμα και από τον χρυσό. Το αρσενικό δεν είναι σπάνιο αλλά έχει το μειονέκτημα ότι είναι δηλητηριώδες.

Το αρσενικούχο γάλλιο έχει ενεργειακό διάκενο 1,43eV που είναι ιδανικό για την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Η απόδοση του στην μορφή πολλαπλών συνενώσεων (multijunction) είναι η υψηλότερη που έχει επιτευχθεί και αγγίζει το

29%. Επίσης τα φωτοβολταϊκά στοιχεία GaAs είναι εξαιρετικά ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες γεγονός που επιβάλλει σχεδόν την χρήση τους σε εφαρμογές ηλιακών συγκεντρωτικών συστημάτων (solar concentrators). Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία GaAs έχουν το πλεονέκτημα ότι αντέχουν σε πολύ υψηλές ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας, για αυτό αλλά και λόγω της πολύ υψηλής απόδοσης του ενδείκνυται για διαστημικές εφαρμογές. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι το υπερβολικό κόστος του μονοκρυσταλλικού GaAs υποστρώματος.

3. Υβριδικά φωτοβολταϊκά στοιχεία

Ένα υβριδικό φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από στρώσεις υλικών διαφόρων τεχνολογιών HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin-layer). Τα πιο γνωστά εμπορικά υβριδικά φωτοβολταϊκά στοιχεία αποτελούνται από δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου (πάνω και κάτω) ενώ ενδιάμεσα υπάρχει μια στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου.

Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι ο υψηλός βαθμός απόδοσης του πλαισίου που φτάνει σε εμπορικές εφαρμογές στο 17,2% και το οποίο σημαίνει ότι χρειαζόμαστε μικρότερη επιφάνεια για να έχουμε την ίδια εγκατεστημένη ισχύ. Τα αντίστοιχα φωτοβολταϊκά στοιχεία έχουν απόδοση 19,7%. Αλλά πλεονεκτήματα για τα υβριδικά φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι η υψηλή τους απόδοση σε υψηλές θερμοκρασίες αλλά και η μεγάλη τους απόδοση στην διαχεόμενη ακτινοβολία. Φυσικά, αφού προσφέρει τόσα πολλά, το υβριδικό φωτοβολταϊκό είναι και κάπως ακριβότερο σε σχέση με τα συμβατικά φωτοβολταϊκά πλαίσια.

- Τελουριούχο Κάδμιο (CdTe) .

Το Τελουριούχο Κάδμιο έχει ενεργειακό διάκενο γύρω στο 1eV το οποίο είναι πολύ κοντά στο ηλιακό φάσμα κάτι που του δίνει σοβαρά πλεονεκτήματα όπως την δυνατότητα να απορροφά το 99% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Οι σύγχρονες τεχνικές όμως μας προσφέρουν αποδόσεις πλαισίου γύρω στο 6-8%. Στο εργαστήριο η απόδοση στα φωτοβολταϊκά στοιχεία έχει φθάσει το 16%.

1.4.2 Βάσεις στήριξης

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια στηρίζονται πάνω σε βάσεις στήριξης οι οποίες χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες: σταθερές βάσεις στήριξης και βάσεις στήριξης με ηλιακό σύστημα ιχνηλάτησης (tracker). Σ' αυτήν την κατηγορία οι βάσεις κινούνται και ακολουθούν την τροχιά του ήλιου στον ουρανό. Υπάρχουν βάσεις οι οποίες κινούνται σε έναν άξονα και βάσεις οι οποίες κινούνται σε δύο άξονες. Η βελτίωση της απόδοσης του συστήματος για τις βάσεις μονού άξονα είναι +20-25%, ενώ για τις βάσεις διπλού άξονα +30-40%

1.4.3 Μετατροπείς Τάσης (Inverters DC/AC)

Ο μετατροπέας τάσης (inverter DC/AC) μετατρέπει το συνεχές ρεύμα που παράγουν τα πλαίσια σε εναλλασσόμενο ώστε αυτό να μπορεί να διοχετευθεί στο δίκτυο. Ο μετατροπέας μπορεί να είναι είτε μονοφασικός είτε τριφασικός. Η επιλογή του πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή καθώς αποτελεί πολύ κρίσιμο στοιχείο του φωτοβολταϊκού συστήματος αφού μια πιθανή βλάβη του θα σταματήσει την παραγωγή ολόκληρου του συστήματος (αν το σύστημα έχει έναν κεντρικό μετατροπέα), ή ενός τμήματός του (αν το σύστημα έχει πολλούς μετατροπείς

στοιχειοσειράς). Για την επιλογή του αντιστροφέα λαμβάνουμε υπόψη την αξιοπιστία της κατασκευάστριας εταιρείας, το βαθμό απόδοσης του, καθώς επίσης και τις τεχνικές απαιτήσεις που βάζει το ηλεκτρικό δίκτυο όπως η διακύμανση της τάσης εξόδου, η προστασία έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης κτλ.

Ο αντιστροφέας (ή αναστροφέας-inverter) είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που είναι δυνατόν να υπάρχει ως αυτόνομη ηλεκτρονική συσκευή, ή ως βαθμίδα άλλης ηλεκτρονικής συσκευής. Ως αυτόνομη συσκευή, χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων, και όπου αλλού χρειάζεται να μετατρέψουμε συνεχή τάση 12 V ή 24 V (συνηθέστερες τιμές), σε εναλλασσόμενη 220 V.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη λειτουργία της παράγεται μεγάλος πλήθος αρμονικών υψηλών συχνοτήτων, οι οποίες περιορίζονται με ειδικά ηλεκτρονικά φίλτρα.

Οι μετατροπείς τάσεως DC-AC, ανάλογα με τη μορφή της πηγής εισόδου διακρίνονται σε αντιστροφείς πηγής τάσης και σε αντιστροφείς πηγής ρεύματος. Οι αντιστροφείς πηγής τάσης (voltage-source, voltage-fed inverters) τροφοδοτούνται από μια πηγή συνεχούς τάσης, ιδανικά με μηδενική εσωτερική σύνθετη αντίσταση. Η τάση της πηγής εισόδου μπορεί να είναι σταθερή ή μεταβλητή. Η συνεχής τάση εισόδου προέρχεται από μπαταρίες, από φωτοβολταϊκά στοιχεία, ή συνηθέστερα από την ανόρθωση της τάσης του δικτύου. Η έξοδος των αντιστροφέων πηγής τάσης εμφανίζει χαρακτηριστικά πηγής τάσης.

1.4.4 Καλωδίωση Φωτοβολταϊκού Συστήματος

Η διαστασιολόγηση και ο υπολογισμός των επιμέρους διατομών γίνεται με δεδομένο ότι οι απώλειες σε κάθε σύστημα διανομής δεν θα ξεπερνούν το 1%,

όπως αυτό προδιαγράφετε και στους κανονισμούς. Για τη μελέτη των καλωδίων λήφθηκαν υπ' όψη τα παρακάτω δεδομένα:

Μέγιστο φορτίο φόρτισης-λειτουργίας του καλωδίου, θερμοκρασιακές συνθήκες εγκατάστασης (εξωτερική χρήση, εδαφική, σπирάλ κ.α.), ρεύματα βραχυκύκλωσης, αντιστάσεις καλωδίου για υπολογισμό της πτώσης τάσης.

1.4.4.1 Ηλιακή Καλωδίωση Συνεχούς ρεύματος

Για την όδευση και μεταφορά του συνεχούς παραγόμενου ρεύματος, θα χρησιμοποιηθούν ειδικά πιστοποιημένα ηλιακά καλώδια κατάλληλα για φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις. Τα καλώδια αυτού του τύπου προορίζονται για ελεύθερη κίνηση, ελεύθερη ανάρτηση, σταθερή εγκατάσταση ή ενταφιασμένα σε φωτοβολταϊκά συστήματα και σε εύρος θερμοκρασιών από -40°C έως $+120^{\circ}\text{C}$. Τα καλώδια μπορούν να εγκαθίστανται σε εσωτερικούς χώρους, στο ύπαιθρο, σε αντεκρηκτικές περιοχές, σε βιομηχανικές και αγροτικές εγκαταστάσεις. Μπορούν να εγκατασταθούν σε σχάρες, σωλήνες, επίτοιχα, χωνευτά και για τροφοδοσία εξοπλισμού. Είναι κατάλληλα για εφαρμογές μέσα/και σε εξοπλισμό με προστατευτική μόνωση.



Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλογή Σοφία



Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλιγνάκη Σοφία

1.4.4.2 Σύστημα Γείωσης

Όλες οι βάσεις και τα μεταλλικά μέρη επί οροφής, είναι ισοδυναμικά συνδεδεμένα με την χρήση αγωγού κατάλληλης διατομής (Φ10). Στα 2 αντιδιαμετρικά άκρα του πάρκου, (Δ-Α) πλευρά του πάρκου, έχουν εγκατασταθεί κάθοδοι, οι οποίοι θα οδηγούν σε 2 τρίγωνα γείωσης τα οποία θα εξασφαλίζουν την σύνδεση των μεταλλικών τμημάτων με την Γη και παρέχουν ένα σταθερό σύστημα γείωσης προστασίας και λειτουργίας.

Τρίγωνα Γείωσης επίσης έχουν τοποθετηθεί πλησίον του ερμαρίου της ΔΕΗ καθώς και ένα επιπλέον στην ΝΔ πλευρά του χώρου. Και στις 2 περιπτώσεις βρίσκεται σε βάθος 1μ από την επιφάνεια της γης, ενώ αποτελείται από 3 ηλεκτρόδια Φ20x150 cm τοποθετημένα κάθετα στην γη, σχηματίζοντας ισόπλευρο τρίγωνο πλευράς 2.5μ, το οποίο συμπληρώνεται με λάμα 30x3 από θερμογαλβανισμένο χάλυβα. Από τα 2 ηλεκτρόδια διατρέχουν χαλκαγωγός διατομής 50 mm² ο οποίος και συνδέεται αφενός στην γείωση των απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων, αφετέρου στον εξοπλισμό της ΔΕΗ. Ο δεύτερος αγωγός παραμένει συνδεδεμένος σε αναμονή, παρέχοντας έτσι ασφάλεια σε περίπτωση αστοχίας. Και τα δύο τρίγωνα παραμένουν συνδεδεμένα με το υπόλοιπο σύστημα θεμελιακής γείωσης παρέχοντας έτσι ένα πλήρες και ισοδυναμικό σύστημα γείωσης και προστασίας του πάρκου.

ΓΕΙΩΣΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Σκοπός της γείωσης προστασίας είναι να μηδενιστεί η πιθανότητα να τεθεί υπό κατάσταση ηλεκτρικού δυναμικού οποιαδήποτε αγωγή επιφάνεια με την οποία δύναται να έρθει σε επαφή ο άνθρωπος. Δημιουργώντας μια κατασκευή στην οποία

όλες οι εκτεθειμένες στην ατμόσφαιρα επιφάνειες είναι συνδεδεμένες έμμεσα ή άμεσα με το σύστημα γείωσης απομακρύνουμε τον κίνδυνο ατυχήματος. Για τον λόγο αυτό όλες οι εκτεθειμένες στην ατμόσφαιρα κατασκευές οι οποίες είναι αγώγιμες συνδέονται με απόληξη γείωσης.

Οι μεταλλικές επιφάνειες της ίδιας σειράς είναι ισοδυναμικά συνδεδεμένες, ενώ όλες οι σειρές διασυνδέθηκαν με αγωγό διατομής 1x50 mm²(κιτρινοπράσινο) προκειμένου να διασφαλιστεί η ισοδυναμική γείωση μεταξύ όλων των σειρών του πάρκου.

Τα πάνελ είναι και αυτά συνδεδεμένα από κατάλληλη οπή και μέσω αγωγού διατομής 1x6mm²(κιτρινοπράσινο) με τις μεταλλικές βάσεις.

Οι μεταλλικές σχάρες μέσα στις οποίες οδεύουν τα καλώδια είναι συνδεδεμένες και αυτές με την ισοδυναμική γείωση των σειρών του πάρκου μέσω αγωγού διατομής 1x6mm² (κιτρινοπράσινο).

Η μπάρα γείωσης του κεντρικού πίνακα, οι απαγωγείς κρουστικών υπερτάσεων εντός αυτού, καθώς επίσης και η ισοδυναμική γείωση των σειρών του πάρκου συνδέθηκαν με ένα τρίγωνο γείωσης.

ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις τόσο λόγω της θέσης τους (στις στέγες των σπιτιών, στις προσόψεις των κτιρίων ή σαν ανεξάρτητες μονάδες) καθώς επίσης και εξαιτίας της μεγάλης έκτασης που αυτές καλύπτουν είναι περισσότερο ευάλωτες στα άμεσα κεραύνια πλήγματα και στις εισερχόμενες υπερτάσεις από τις συμβατικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Για το λόγο αυτό και η μελέτη της αντικεραυνικής προστασίας στις εγκαταστάσεις αυτές είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Οι ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις των κεραυνών σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες. Οι βλάβες χωρίζονται στους τρεις

παρακάτω τύπους. Τραυματισμός ζωντανών οργανισμών, υλική βλάβη και σφάλματα στα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά συστήματα.

Όσον αφορά στην προέλευση τους οι βλάβες εξαιτίας κεραύνιου πλήγματος μπορούν να χωριστούν στις ακόλουθες κατηγορίες: πλήγμα μέσα στη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση, πλήγμα κοντά στη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση, πλήγμα στις υπηρεσίες που συνδέονται στην εγκατάσταση και πλήγμα στις κοντινές υπηρεσίες που συνδέονται στη φ/β εγκατάσταση.

Όλα τα σφάλματα στην DC πλευρά της εγκατάστασης (φωτοβολταϊκά πάνελ) πρέπει να εκκαθαρίζονται όσο το δυνατό γρηγορότερα. Οι υπερτάσεις λόγω πλήγματος κεραυνού επηρεάζουν με ποικίλους τρόπους την πλευρά αυτή. Κατά την ανάλυση των υπερτάσεων αυτών τα βασικά μοντέλα σύζευξης που εμφανίζονται είναι τα ακόλουθα:

Γαλβανική σύζευξη: άμεσο πλήγμα κεραυνού σε εκτεθειμένα αγωγίμα τμήματα του φωτοβολταϊκού συστήματος μπορεί να προκαλέσει καταστροφή της μόνωσης του φ/β εξοπλισμού.

Επαγωγική σύζευξη: η ηλεκτρική εκκένωση προκαλεί ένα μαγνητικό πεδίο τόσο γύρω από το κανάλι της εκκένωσης όσο και από τους αγωγούς της εξωτερικής αντικεραυνικής προστασίας. Αυτή η αλλαγή του πεδίου προκαλεί υπερτάσεις σε όλους τους βρόχους των καλωδίων του συστήματος. Όχι μόνο τα άμεσα αλλά και τα έμμεσα πλήγματα στην εγκατάσταση επάγουν υπερτάσεις.

Χωρητική σύζευξη: Το ηλεκτρικό πεδίο ενός σύννεφου που προκαλεί καταιγίδα δημιουργεί ένα διαχωρισμό φορτίου στα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη και στους ημιαγωγούς της εγκατάστασης. Τη στιγμή της εκκένωσης το ηλεκτρικό πεδίο καταρρέει και μια νέα μεταφορά φορτίου εμφανίζεται. Το φορτίο διαρρέει όλους τους αγωγούς που συνδέονται με τη γη σαν μεταβατική υπέρταση.

Στην περίπτωση των φ/β εγκαταστάσεων που συνδέονται στο δίκτυο όλες οι εξωτερικές υπηρεσίες που εισέρχονται στην εγκατάσταση (παροχή ΧΤ / ΥΤ, γραμμές τηλεπικοινωνίας..) ενδεχομένως να οδηγήσουν στην εμφάνιση υπερτάσεων.

Από τα ανωτέρω γίνεται φανερή η αναγκαιότητα της ύπαρξης και σωστής συντήρησης της αντικεραυνικής προστασίας σε μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση.

1.4.5 Ηλεκτρονικό σύστημα εποπτείας Φ/Β σταθμού

Το ηλεκτρονικό σύστημα εποπτείας έχει σαν στόχο την πρόληψη και την αντιμετώπιση πράξεων καταστροφής ή φθοράς της φ/β εγκατάστασης. Έτσι λοιπόν πρέπει το εγκατεστημένο σύστημα να εποπτεύει τον περιφραγμένο χώρο του οικοπέδου, για την αποτροπή εισόδου σε μη αρμόδια άτομα στις εγκαταστάσεις, αλλά και το χώρο του εγκατεστημένου φ/β σταθμού.

Το ηλεκτρονικό σύστημα εποπτείας, λειτουργικά αποτελείται από:

- Μονάδες λήψης (κάμερες παρακολούθησης)
- Καλώδια μεταφοράς εικόνας και παροχής τροφοδοσίας
- Μονάδα διαχείρισης σημάτων και ελέγχου
- Μονάδες καταγραφής και αποθήκευσης.

Η βασική επίπτευση των χώρων και η καταγραφή γίνεται από σταθερές κάμερες με σταθερό φακό που διαθέτει προ-ρύθμιση ζουμ για την επίτευξη του επιθυμητού κάδρου λήψης. Η εγκατάσταση των καμερών έγινε σε κατάλληλη θέση ώστε να εποπτεύεται ολόκληρος ο χώρος διασφαλίζοντας αλληλοεπικάλυψη των ζωνών παρακολούθησης και εξασφαλίζοντας στο ελάχιστο τις νεκρές ζώνες. Οι κάμερες είναι σταθερές, ενώ για την προστασία τους από τις καιρικές συνθήκες είναι τοποθετημένες μέσα σε ειδικό αδιάβροχο στέγαστρο με προδιαγραφές στεγανότητας IP66.

1.4.6 Τεχνικές περιγραφές

Για τα συγκεκριμένα πάρκα με τα οποία ασχολείται η παρούσα εργασία έχουν ακολουθηθεί κάποιοι κανονισμοί και τεχνικές σε μορφή τεχνικών περιγραφών που παρατίθενται παρακάτω:

ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ

Το κεντρικό σύστημα διαχείρισης σημάτων για λόγους αξιοπιστίας και γρήγορης επαναλειτουργίας μετά από διακοπή ρεύματος, λειτουργεί ως αυτόνομη μονάδα και όχι βασισμένη σε πλατφόρμα Η/Υ.

Πληροί δε τις κάτωθι προδιαγραφές:

- Διαθέτει 4 εισόδους με δυνατότητα διασύνδεσης με χειριστήριο απομακρυσμένης χρήσης.
- Το χειριστήριο έχει λειτουργίες όπως: επιλογή εισόδου, πλήκτρο ενεργοποίησης ρύθμισης της κάμερας, πλήρης έλεγχος του φακού.
- Δυνατότητα χειρισμού της εκάστοτε κάμερας (pan/tilt/zoom).
- Διαθέτει δυνατότητα δικτύωσης μέσω σύνδεσης 10/100 Base-T για TCP/IP, LAN, WAN.
- Δυνατότητα απόκρυψης τμήματος εικόνας.
- Δυνατότητα μεταφοράς ήχου.
- Δυνατότητα σύνδεσης εξωτερικών σκληρών δίσκων.
- Καταγραφή και κίνηση πραγματικού χρόνου.
- Να έχει εσωτερική γεννήτρια χαρακτήρων για απεικόνιση πληροφοριών στην οθόνη όπως ημερομηνία, ώρα, αριθμό κάμερας, όνομα κάμερας, κ.α.

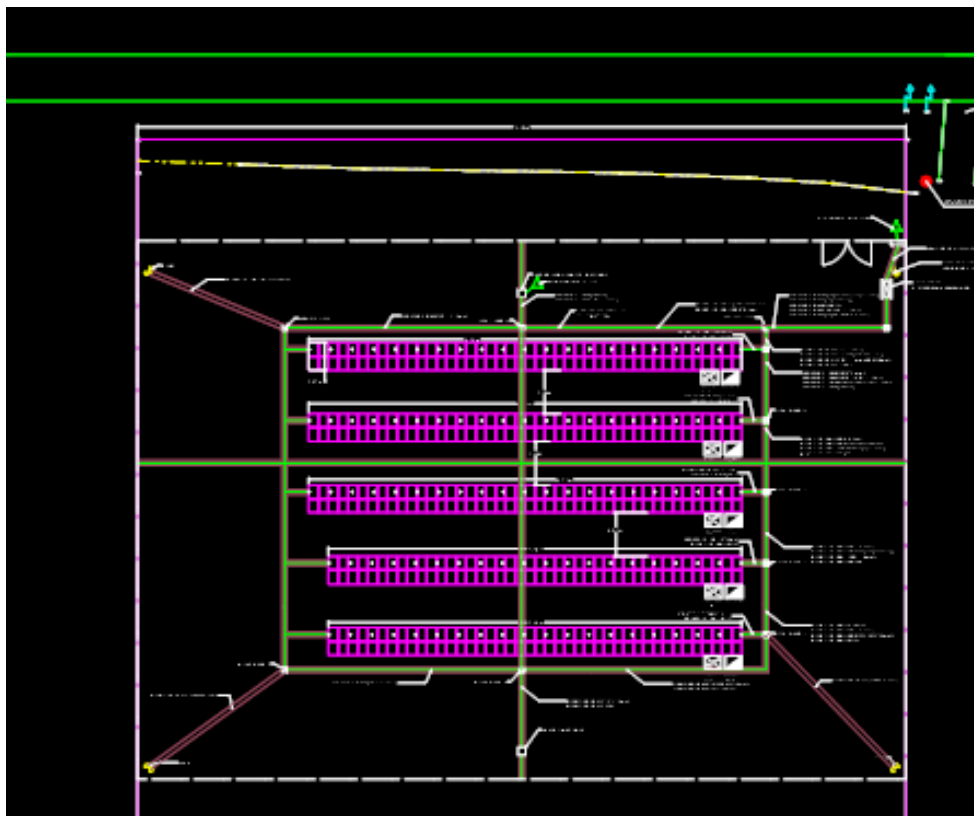
- Να έχει τη δυνατότητα ελέγχου εξωτερικών συσκευών όπως τα καταγραφικά και οθόνες με αντίστοιχη υποδοχή ελέγχου.
- Πλήρης προγραμματισμός της μονάδας από λογισμικό που θα φέρει η ίδια , και σύνδεση με Η/Υ για τη ρύθμιση του συστήματος.
- Θύρα USB για την σύνδεση με εξωτερική συσκευή εγγραφής CD/DVD-RW.)

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ-ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ

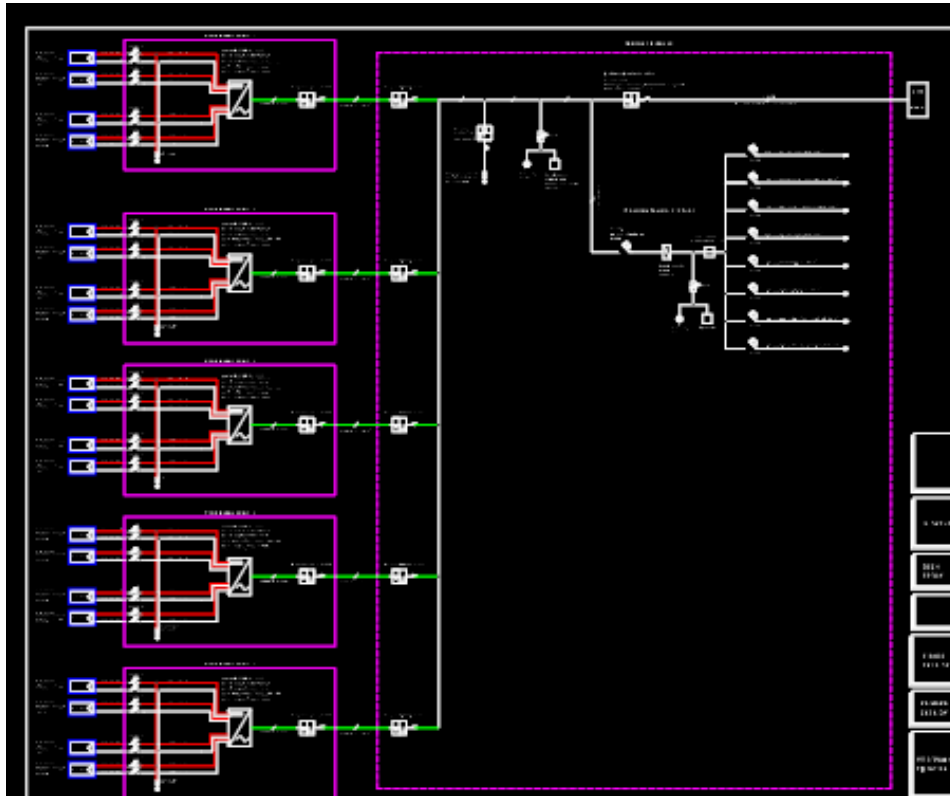
Για την αποφυγή και προστασία του φ/β σταθμού από κακόβουλους επισκέπτες οι οποίοι ενδέχεται να προκαλέσουν υλικές ζημιές ή κλοπή του εγκατεστημένου εξοπλισμού, εγκαταστάθηκε στο χώρο σύστημα συναγερμού.

Περιμετρικά της εγκατάστασης έχουν τοποθετηθεί ειδικοί ανιχνευτές κίνησης τεχνολογίας δεσμών laser οι οποίοι όταν ανιληφθούν την παρουσία ξένου στο χώρο ενεργοποιούν το σύστημα συναγερμού. Στο εσωτερικό του Pillar έχει τοποθετηθεί πληκτρολόγιο για την ενεργοποίηση/απενεργοποίηση του συστήματος ασφαλείας. Όλες οι οδεύσεις των καλωδίων του πληκτρολογίου καθώς και των laser οδηγούνται μέσω υπόγειου καναλιού στο Pillar όπου συνδέονται με το σύστημα ασφαλείας. Εξωτερικά του Pillar εγκαταστάθηκε η σειρήνα συναγερμού. Για την αποφυγή μη προστασίας του χώρου σε περίπτωση διακοπής ρεύματος, υπάρχει εγκατεστημένη επαναφορτιζόμενη μπαταρία DC12V η οποία αναλαμβάνει να τροφοδοτεί το σύστημα κατά τη διάρκεια διακοπής. Τέλος υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα ασύρματης επικοινωνίας μέσω GPRS για την παρακολούθηση του χώρου από το κέντρο λήψεως καθώς και από τον ιδιοκτήτη του σταθμού.

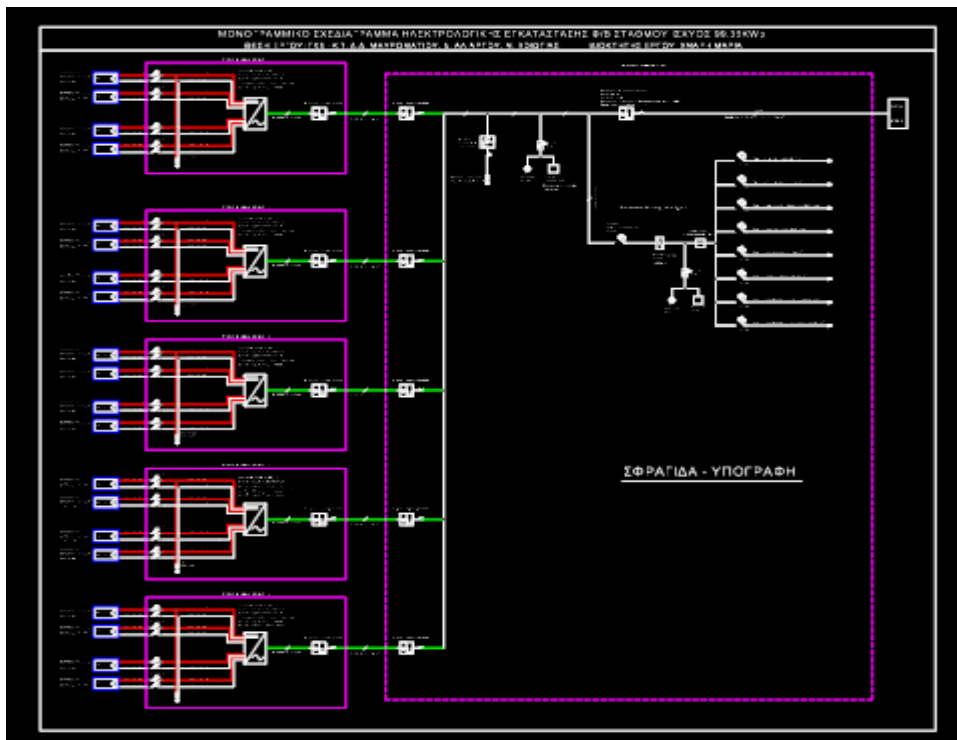
1.4.7 Τεχνικά Σχέδια φωτοβολατικού πάρκου



Σχέδιο πάρκου – πάνελ

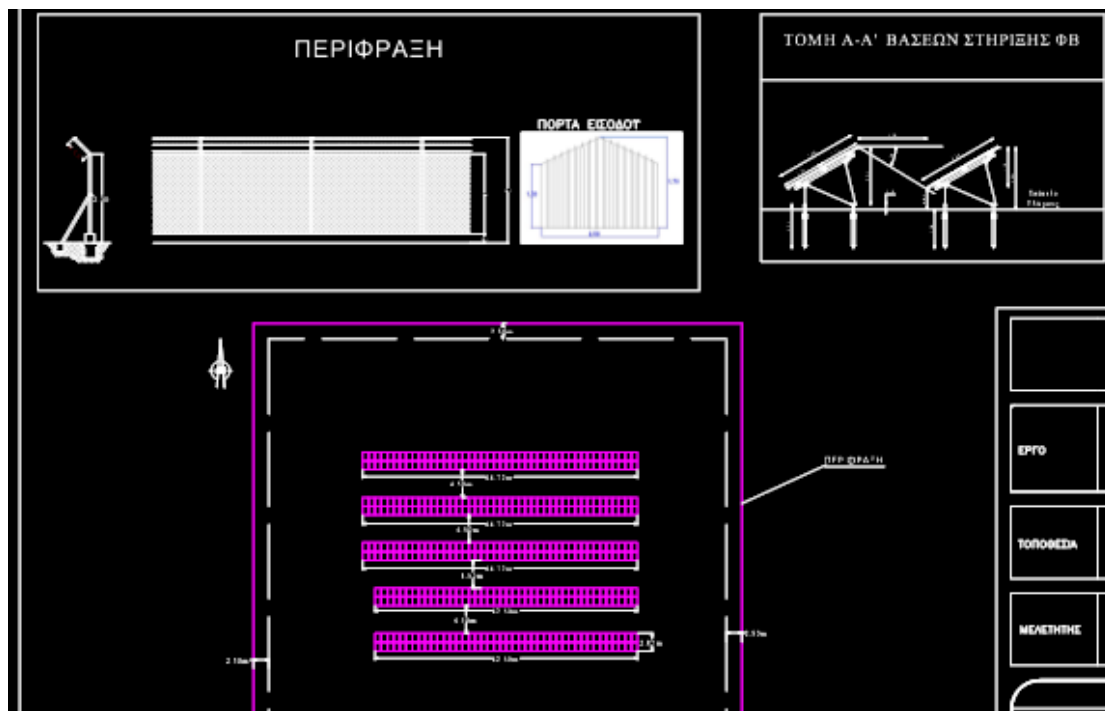


Μονογραμμικό ηλεκτρικών πάρκου 1



Μονογραμμικό ηλεκτρικών πάρκου 2

Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλιγνάκη Σοφία



Τοπογραφικό πάρκου

Κεφάλαιο 2 – Συλλογή δεδομένων από τα φωτοβολταϊκά πάρκα

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στα πλαίσια αυτής της εργασίας. Πρόκειται για λειτουργικά δεδομένα τα οποία αποκτώνται αυτόματα και ηλεκτρονικά μέσω των ειδικών λειτουργιών των ηλεκτρονικών μετατροπέων (αντιστροφείς ισχύος) για συλλογή και επικοινωνία δεδομένων. Υπάρχει μια τυποποίηση στα δεδομένα και στην οργάνωση τους έτσι όπως τα λαμβάνονται. Επιπρόσθετα, στα πλαίσια αυτής της εργασίας, ακολουθείται μια επιπλέον τυποποίηση και οργάνωση της πληροφορίας ώστε να εξάγουμε τα συμπεράσματα της μελέτης μας.

Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλιγνάκη Σοφία

- Ισχύς συνεχούς στον μετατροπέα (αντιστροφέα – inverter)
- Ισχύς εναλλασσόμενης τάσης
- Άθροισμα ενέργειας ημέρας (δυναμικά)
- Ηλιακή ακτινοβολία
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος

Τα παραπάνω καταγράφονται για κάθε αντιστροφέα (inverter). Το χρονικό διάστημα που επιλέχθηκε ενδεικτικά ήταν για ένα τρίμηνο (Οκτώβρης - Δεκέμβρης 2012).

Τα παραπάνω δεδομένα μετρώνται σε πραγματικό χρόνο και καταγράφονται τοπικά στους μετατροπείς, ενώ αποστέλλονται μέσω τηλεπικοινωνιακού δικτύου σε εξυπηρετητή(server) όπου αποθηκεύονται σε κατάλληλη βάση δεδομένων. Η εν λόγω βάση δεδομένων επιτρέπει πρόσβαση στο διαχειριστή του κάθε πάρκου, μέσω διαδικτύου από ιστοσελίδα. Υπάρχει η δυνατότητα οργάνωσης της πληροφορίας (δεδομένων) σε αρχεία τύπου *.xls.

Ενδεικτικά στους παρακάτω πίνακες 2.1, 2.2 και 2.3 παρουσιάζονται τα δεδομένα για κάποιες ημέρες και ώρες σε ένα από τα τέσσερα πάρκα.

#Date (Ημερομηνία)	Inv (Αριθμός αντιστροφέα)	Psum (άθροισμα ενέργεια σε Wh)	Pmax (μέγιστη ισχύς – αιχμή σε W)
31/12/2012	0	24334	16071
31/12/2012	1	25919	17140
31/12/2012	2	25058	16433
31/12/2012	3	26600	17311
31/12/2012	4	1417	0
30/12/2012	0	69619	14583
30/12/2012	1	73427	15362
30/12/2012	2	71037	14854
30/12/2012	3	75491	15738
30/12/2012	4	3826	0

Πίνακας 2.1

Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλογή Σοφία

#Datum	Uhrzeit	WR	Pac	DaySum	Status	Error	Pdc1	Udc	Uac
1/1/2013	8:50:00 μμ	1	0	6764	0	0	0	0	0
1/1/2013	8:45:00 μμ	1	0	6764	0	0	0	0	0
1/1/2013	8:40:00 μμ	1	0	6764	0	0	0	0	0
1/1/2013	8:35:00 μμ	1	0	6764	0	0	0	0	0
1/1/2013	8:30:00 μμ	1	0	6764	0	0	0	0	0

Πίνακας 2.2

#Datum	Uhrzeit	Sollrr	TmpMod	TmpAmb	Wind	DaySumlrr
1/1/2013	8:50:00 μμ	0	10	75	0.0	434
1/1/2013	8:45:00 μμ	0	10	75	0.0	434
1/1/2013	8:40:00 μμ	0	9	75	0.0	434
1/1/2013	8:35:00 μμ	0	10	75	0.0	434
1/1/2013	8:30:00 μμ	0	10	75	0.0	434

Πίνακας 2.3

Σαν πρώτο βήμα στην εργασία μας ήταν να συγκεντρώσουμε την όλη πληροφορία από όλα τα πάρκα (για τις μετρήσεις ανά 5λεπτο) σε ένα αρχείο τύπου .xls. Από το εν λόγω αρχείο δημιουργήσαμε πίνακα στην βάση δεδομένων, όπως περιγράφεται στο αντίστοιχο κεφάλαιο παρακάτω.

Επιπρόσθετα με τη βάση δεδομένων που δημιουργήσαμε, χρησιμοποιήσαμε τα δεδομένα προκειμένου να εξαγάγουμε και άλλες χρήσιμες πληροφορίες όπως φαίνεται και στις παρακάτω παραγράφους 2.2 και 2.3.



Εικ.1. Φωτοβολταϊκός σταθμός ΒΙΠΕ.Η.



Εικ.2. Φωτοβολταϊκός σταθμός ΓΟΥΔΟΥΡΑΣ

Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλιγνάκη Σοφία



Εικ.3.Φωτοβολταϊκός σταθμός ΓΟΥΔΟΥΡΑΣ

2.2 Υπολογισμός φωτοβολταϊκού δυναμικού από δεδομένα

Έχοντας δεδομένα την ημερήσια παραγωγή ενέργειας και αιχμής ισχύος για τα τέσσερα πάρκα που εξετάσαμε για ένα διάστημα 6 μηνών (Ιούλιος έως Δεκέμβριος 2012) υπολογίζουμε ανά ημέρα τον αντίστοιχο χρόνο (σε ώρες) φωτοβολταϊκής παραγωγής με πλήρη ισχύ: $t(h) = (P_{sum}(Wh)/P_{max}(W))$. Επειδή τα δεδομένα μας όμως είναι ανά inverter παίρνουμε το μέσο όρο της παραγωγής των inverter:

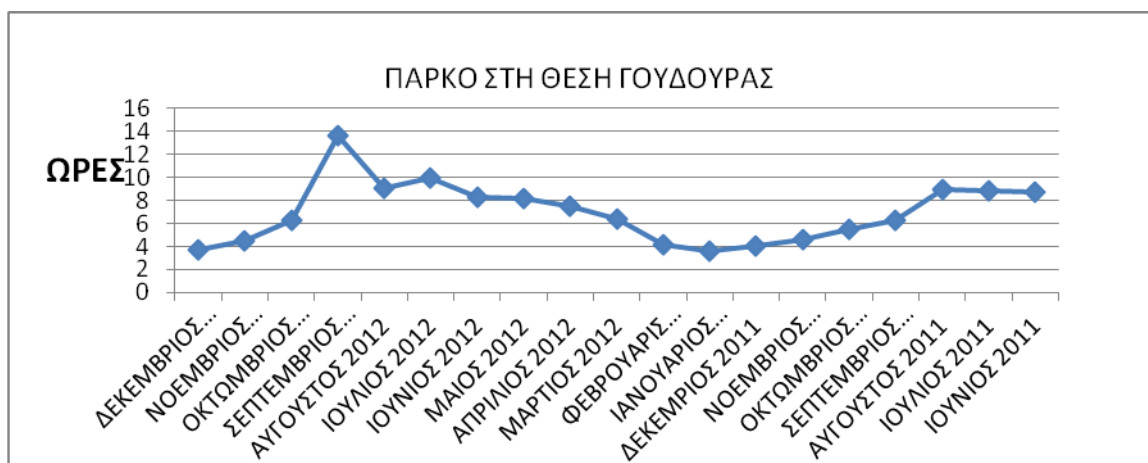
$$t(h) = \text{average}(\sum_{inv_num}(P_{sum}/P_{max})).$$

Προκειμένου να έχουμε μια ποιοτική αλλά και ποσοτική εκτίμηση των παραπάνω αποτελεσμάτων, υπολογίσαμε τους μέσους όρους ανά μήνα για κάθε πάρκο και συγκρίνουμε μεταξύ τους τα τέσσερα πάρκα ανά μήνα. Έτσι μπορούμε να έχουμε

μία γνώση σχετικά με το δυναμικό σε κάθε μία από τις 4 διαφορετικές θέσεις των πάρκων. Προκειμένου να μην επηρεαστεί η ακρίβεια των υπολογισμών μας, δεν λάβαμε υπόψη μας μηδενικά δεδομένα, δηλαδή περιπτώσεις-ημέρες που δεν είχαμε επικοινωνία ή παραγωγή από ένα πάρκο.

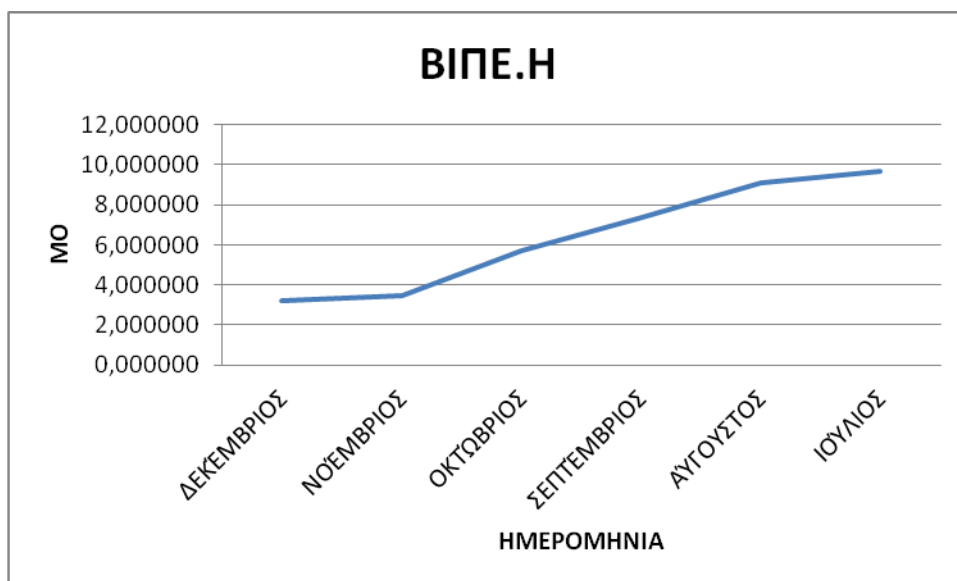
Ακολουθούν τα αποτελέσματα σε διαγράμματα:

ΠΑΡΚΟ ΓΟΥΔΟΥΡΑΣ			
ΜΗΝΑΣ	Μ.Ο. Ισοδύναμες Ωρες Μέγιστης παραγωγής (W/Pmax)	ΜΗΝΑΣ	Μ.Ο. Ισοδύναμες Ωρες Μέγιστης παραγωγής (W/Pmax)
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2012	3,690777	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012	4,137575
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2012	4,444456	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2012	3,632713
ΟΚΤΩΜΒΡΙΟΣ 2012	6,304797	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2011	4,079685
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2012	13,68111	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2011	4,612652
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2012	9,103552	ΟΚΤΩΜΒΡΙΟΣ 2011	5,531233
ΙΟΥΛΙΟΣ 2012	9,950045	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011	6,289367
ΙΟΥΝΙΟΣ 2012	8,287369	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2011	8,930447
ΜΑΙΟΣ 2012	8,168834	ΙΟΥΛΙΟΣ 2011	8,817123
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2012	7,496897	ΙΟΥΝΙΟΣ 2011	8,69467
ΜΑΡΤΙΟΣ 2012	6,394082		



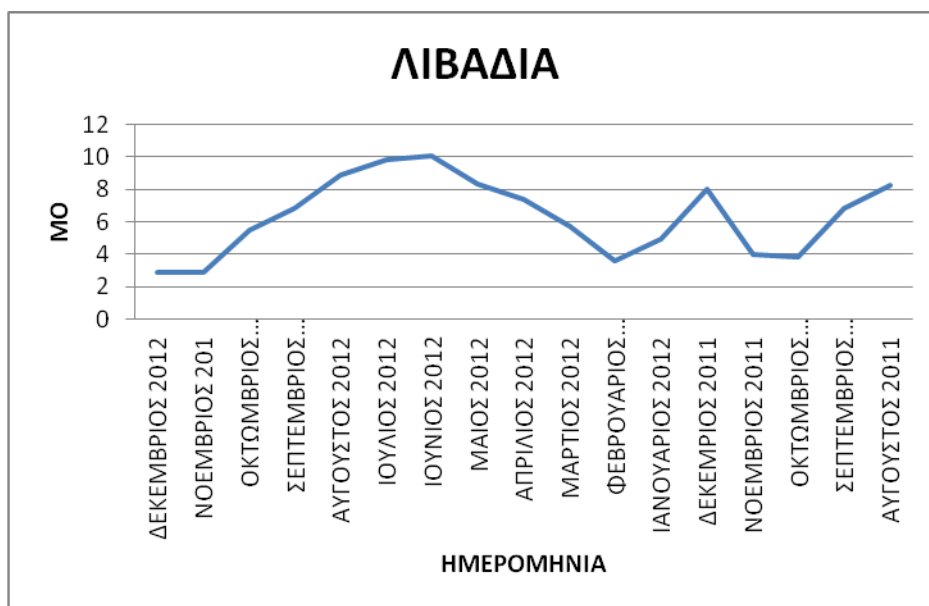
Διάγραμμα ισοδύναμων ωρών μέγιστης ισχύς ανά μήνα.

ΠΑΡΚΟ ΒΙΠΕ.Η	
ΜΗΝΑΣ	ΜΟ (h)
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2012	3,192418
ΝΟΪΕΜΒΡΙΟΣ 2012	3,485566933
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012	5,727296416
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2012	7,383866377
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2012	9,074187513
ΙΟΥΛΙΟΣ 2012	9,702102159



Διάγραμμα ισοδύναμων ωρών μέγιστης ισχύς ανά μήνα.

ΠΑΡΚΟ ΛΙΒΑΔΙΑ			
ΜΗΝΑΣ	ΜΟ (h)	ΜΗΝΑΣ	ΜΟ (h)
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2012	2,909647	ΜΑΡΤΙΟΣ 2012	5,739707
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 201	2,854138	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012	3,575809
ΟΚΤΩΜΒΡΙΟΣ 2012	5,522159	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2012	4,957054
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2012	6,871339	ΔΕΚΕΜΠΡΙΟΣ 2011	8,057248
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2012	8,857892	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2011	4,012181
ΙΟΥΛΙΟΣ 2012	9,845711	ΟΚΤΩΜΒΡΙΟΣ 2011	3,850509
ΙΟΥΝΙΟΣ 2012	10,03955	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011	6,827796
ΜΑΙΟΣ 2012	8,337241	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2011	8,233024
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2012	7,38826		

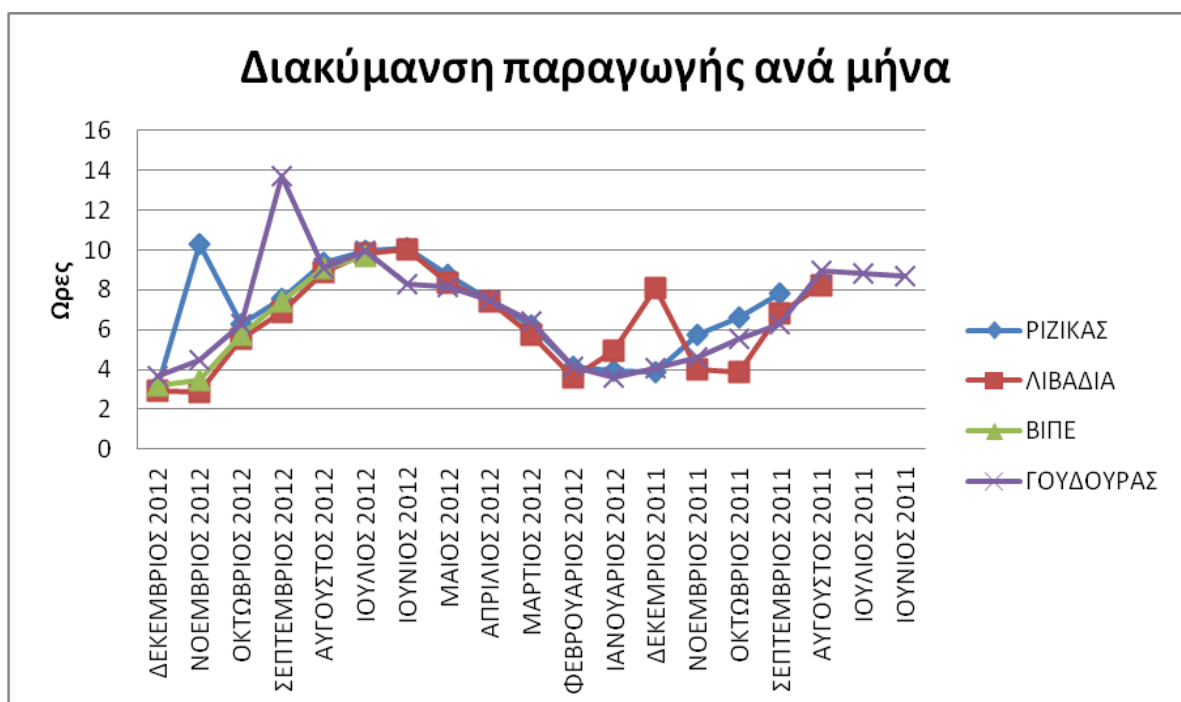


Διάγραμμα ισοδύναμων ωρών μέγιστης ισχύς ανά μήνα.

ΠΑΡΚΟ ΡΙΖΙΚΑΣ			
ΜΗΝΑΣ	ΜΟ (h)	ΜΗΝΑΣ	ΜΟ (h)
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2012	3,128373	ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2012	7,514136
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2011	10,28531	ΜΑΡΤΙΟΣ 2012	6,223861
ΟΚΤΩΜΒΡΙΟΣ 2012	6,287969	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012	4,112486
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2012	7,580449	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2012	3,911563
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2012	9,341605	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2011	3,846937
ΙΟΥΛΙΟΣ 2012	9,978535	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2011	5,741462
ΙΟΥΝΙΟΣ 2012	10,07316	ΟΚΤΩΜΒΡΙΟΣ 2011	6,644469
ΜΑΙΟΣ 2012	8,73933	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011	7,846157



Διάγραμμα ισοδύναμων ωρών μέγιστης ισχύς ανά μήνα.



2.3 Ανίχνευση απώλειας μεμονωμένου αντιστροφέα

Έχοντας δεδομένη την ημερήσια παραγωγή από κάθε inverter σε κάθε πάρκο, μπορούμε εύκολα να εντοπίσουμε δυσλειτουργία σε κάποιο μεμονωμένο σύστημα αντιστροφέα (inverter). Η μέθοδος που ακολουθήσαμε είναι η παρακάτω:

Βήμα1. Υπολογίζουμε το μέσο όρο της παραγωγής των inverter ανά ημέρα. Είναι της ίδιας ικανότητας. Ακόμη και να μην ήταν της ίδιας ικανότητας, μπορούμε να κάνουμε κανονικοποίηση της ισχύος τους.

Βήμα2. Υπολογίζουμε την απόκλιση της παραγωγής κάθε αντιστροφέα από το μέσο όρο του πάρκου, ανά ημέρα: $((MO-Psum_i)/MO)*100\%$

Βήμα3. Μέσω κατάλληλου φίλτρου αναζήτησης, εντοπίζουμε για κάθε αντιστροφέα (έχουν κωδικοποίηση-αρίθμηση 0 έως 4) ημέρες με μεγάλη απόκλιση από το μέσο όρο. Μετά από αρκετές αναζητήσεις, μία απόκλιση άνω του 60% ή μικρότερη του -60% αντιστοιχεί σε σφάλμα σε ένα ή περισσότερους inverter σε ένα πάρκο για μια συγκεκριμένη ημέρα.

Παρακάτω παρουσιάζουμε δεδομένα από την εκτέλεση της διαδικασίας που περιγράψαμε παραπάνω για κάθε πάρκο ξεχωριστά.

Βασισμένοι τώρα και στα αποτελέσματα της παραγράφου 2.2, όπου έχουμε μέσες τιμές παραγωγής ανά μήνα για κάθε πάρκο, μπορούμε να υπολογίσουμε το κόστος απώλειας των μετατροπέων (αντιστροφέων) σε ενέργεια ή ακόμη και σε χρήμα.

(MO_ημερήσιας ενέργειας (Wh) πάρκου τον εν λόγω μήνα)-(Ενέργεια ημέρας (Wh) με inverter σε μεγάλη απόκλιση)

Αθροίζοντας τα παραπάνω ποσά ηλεκτρικής ενέργειας (Wh) ανά πάρκο για το διάστημα που μελετάμε υπολογίζουμε την συνολική ενέργεια που δεν καταφέραμε να παράγουμε. Αυτό το αντιστοιχούμε σε κόστος σε χρήμα και επιπλέον

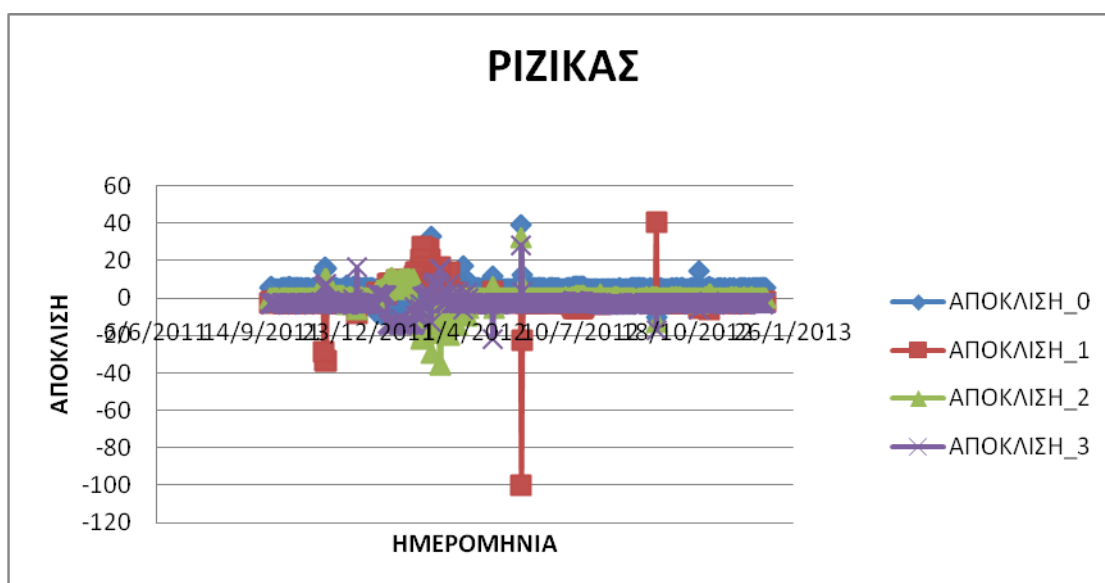
καθορίζουμε τον αντίστοιχο δείκτη αξιοπιστίας της εγκατάστασης όσο αφορά τους inverter:

$(\text{συνολική ενέργεια που παράγεται}) / \{(\text{συνολική ενέργεια που παράγεται}) + (\text{ενέργεια που δεν παράγεται})\}$.

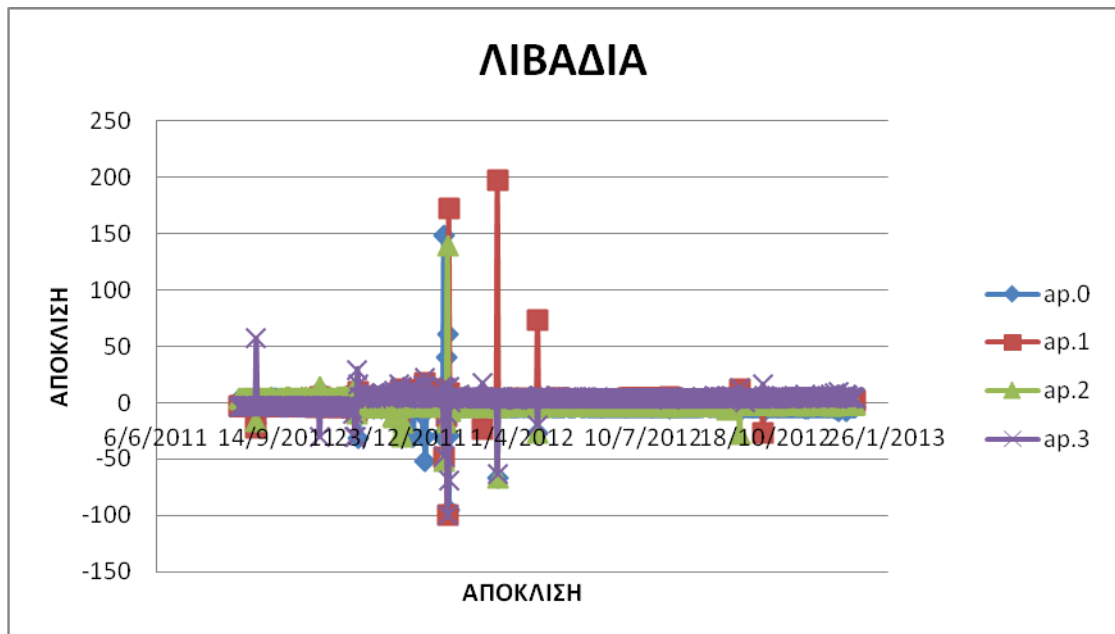
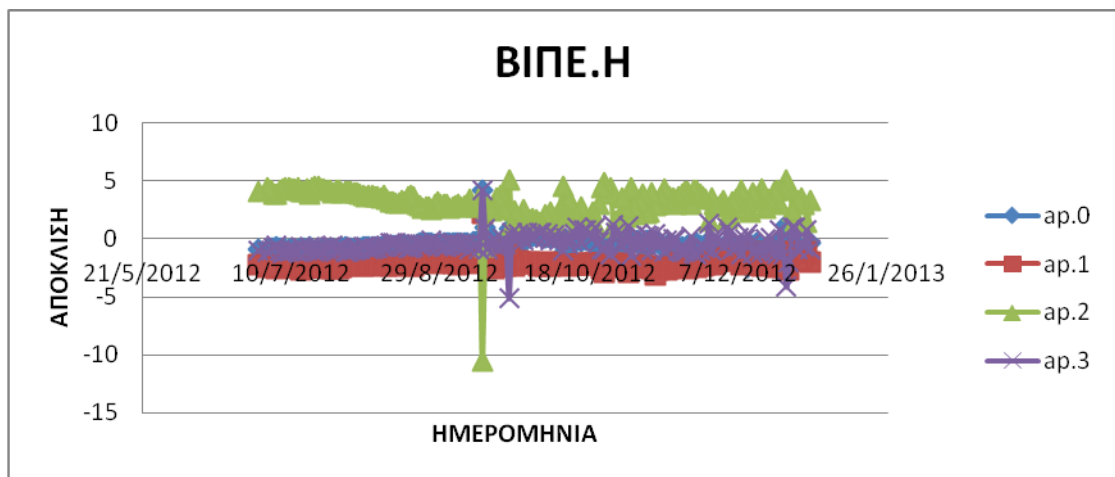
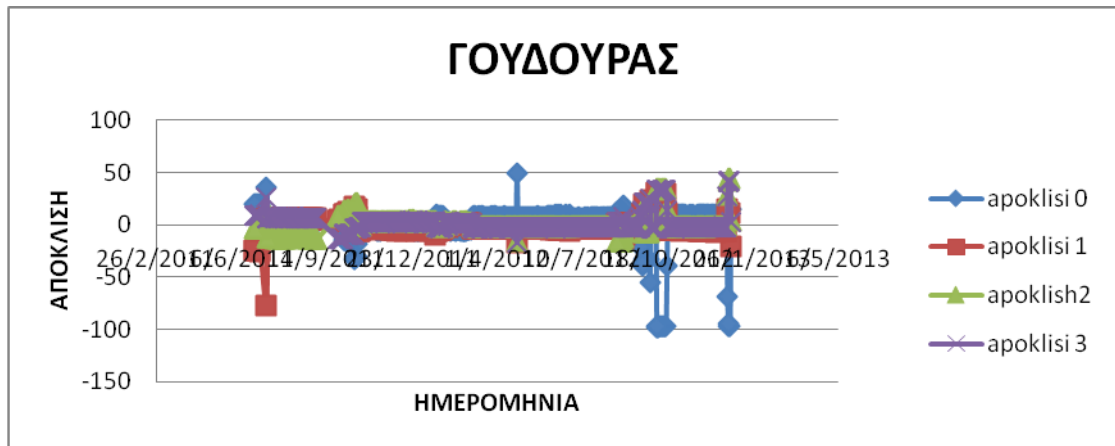
Επίσης μπορούμε να καθορίσουμε την πιθανότητα σφάλματος του εν λόγω εξοπλισμού σε χρόνο. Για πιο ακριβή όμως αποτέλεσμα θα πρέπει το διάστημα μελέτης να είναι πολύ μεγαλύτερο από το δικό μας, και να έχουμε πιο πολλές από μία μετρήσεις ανά ημέρα και inverter.

Ακολουθούν τα αποτελέσματα των υπολογισμών μας...

Αριθμός Inverter	ΡΙΖΙΚΑΣ (Wh)	ΛΙΒΑΔΙΑ (Wh)	ΒΙΠΕ (Wh)	ΓΟΥΔΟΥΡΑΣ (Wh)	ΣΥΝΟΛΟ (Wh)
INV0		14075,75		1086734,75	1100810,50
INV1	103602	0,00		63025,75	166627,75
INV2		21408,75			21408,75
INV3		27277,25			27277,25
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΚΟΥ	103602	62761,8	0	1149761	1316124,3



Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλογή Σοφία



Κεφάλαιο 3 – Οργάνωση των δεδομένων σε Ψηφιακή Βάση δεδομένων

3.1 Εισαγωγή

Προκειμένου να γίνει ευκολότερη η μελέτη μας για την εξαγωγή συμπερασμάτων, τα δεδομένα οργανώθηκαν σε μια ψηφιακή βάση δεδομένων.

Μια βάση δεδομένων, με απλά λόγια, είναι ένα σύνολο από πληροφορίες που έχουν οργανωθεί ώστε η χρήση αυτών των πληροφοριών να είναι γρήγορη και αποτελεσματική. Οι βάσεις δεδομένων βρίσκονται παντού: στην εργασία, στο σπίτι, στα σχολεία ακόμα και σε τόπους διασκέδασης.

Τα πλεονεκτήματα οργάνωσης των δεδομένων σε ψηφιακή βάση είναι πολλά:

Καλύτερη εποπτεία των δεδομένων.

Εύκολη αναζήτηση και εποπτεία επιθυμητών δεδομένων-πληροφορίας.

Δυνατότητα επεκτασιμότητας της βάσης δεδομένων, άρα μπορούμε εύκολα να διαχειριστούμε ολοένα και περισσότερα δεδομένα για νέα πάρκα, νέες περιοχές κλπ

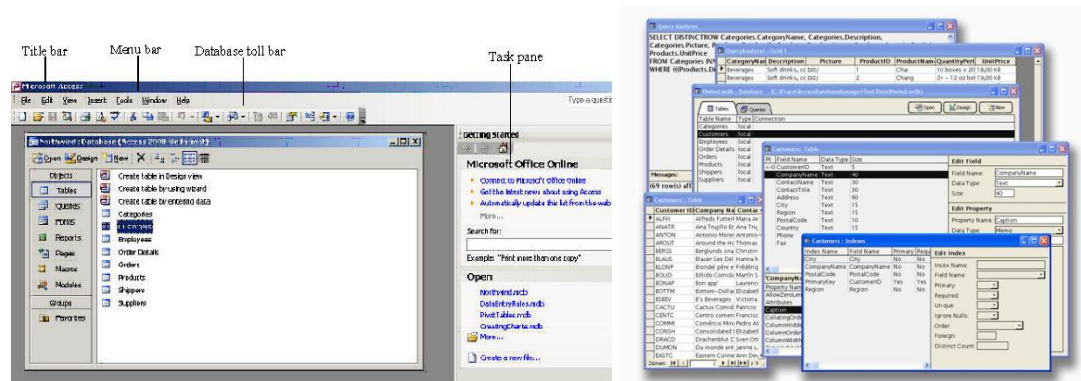
- Εύκολη και γρήγορη αναζήτηση πληροφορίας θεσπίζοντας τα κριτήρια της επιλογής μας (με ότι πολυπλοκότητα επιθυμούμε).
- Δυνατότητα απόρριψης λανθασμένων μετρήσεων-δεδομένων θεσπίζοντας μάσκες εισαγωγής (λειτουργία βάσεων δεδομένων).
- Δίνει πραγματικό έλεγχο των δεδομένων σας, επιτρέποντας την ανάκτηση, την ταξινόμηση, την ανάλυση και τη σύνοψή τους, καθώς και την αναφορά των αποτελεσμάτων σε λίγο χρόνο.
- Μπορεί να συνδυάζει δεδομένα από διάφορα αρχεία, ώστε να μην χρειάζεται να εισαγάγουμε τα ίδια δεδομένα δύο φορές. Μπορεί ακόμα να καταστήσει την εισαγωγή δεδομένων πιο αποτελεσματική και ακριβή.
- Επιτρέπει επεξεργασία των δεδομένων κατά ένα ολοκληρωμένο και ενιαίο τρόπο.
- Εύκολη ενημέρωση και αποφυγή επανάληψης των δεδομένων.

3.2 Λίγα λόγια στη δομή και λειτουργία μιας Βάσης Δεδομένων

Τα Στοιχεία μιας Βάσης Δεδομένων

Τα δεδομένα μιας βάσης δεδομένων αποθηκεύονται (οργανώνονται) στις εξής στοιχειώδεις μορφές :

- Πεδίο (Field), είναι το μικρότερο κομμάτι δεδομένων στο οποίο μπορούμε να αναφερθούμε και περιέχει ένα μόνο χαρακτηριστικό ή ιδιότητα ενός στοιχείου της βάσης δεδομένων.
- Εγγραφή (Record), είναι ένα σύνολο από διαφορετικά πεδία που περιέχει όλες τις πληροφορίες για ένα στοιχείο της βάσης δεδομένων.
- Αρχείο (File), είναι ένα σύνολο από πολλά παρόμοια στοιχεία (εγγραφές) της βάσης δεδομένων.
- Πρωτεύον Κλειδί (Primary Key), είναι ένα πεδίο ή συνδυασμός πεδίων που χαρακτηρίζει μοναδικά μια εγγραφή.
- Κλειδί (Key), είναι ένα πεδίο που δεν έχει κατ' ανάγκη μοναδική τιμή και που μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε για να κάνουμε αναζήτηση σ' ένα αρχείο.
- Ξένο Κλειδί (Foreign Key), είναι ένα πεδίο που έχει το ίδιο σύνολο τιμών με το πρωτεύον κλειδί ενός άλλου αρχείου.



Εικόνα 3.1

Το Πρωτεύον Κλειδί είναι ένα πεδίο ενός πίνακα της Access, που χαρακτηρίζει μοναδικά μία εγγραφή μέσα σ' ολόκληρο τον πίνακα. Δηλ., δεν μπορεί να υπάρχουν

Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλιγάνκη Σοφία

δύο ή περισσότερες εγγραφές που να έχουν ίδια τιμή στο πρωτεύον κλειδί ενός πίνακα.

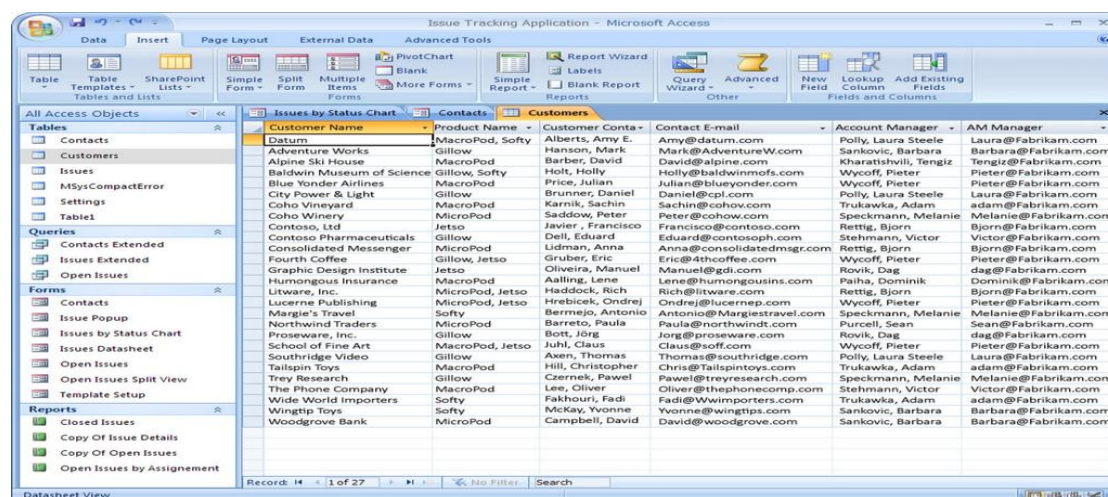
Ακόμη, οι εγγραφές του πίνακα ταξινομούνται αυτόματα με βάση το πρωτεύον κλειδί. Σ' έναν πίνακα, μπορούμε να ορίσουμε σαν πρωτεύον κλειδί και έναν συνδυασμό δύο ή περισσότερων πεδίων, όταν ένα πεδίο μόνο του δεν μπορεί να ορίσει μοναδικά μια εγγραφή. Για παράδειγμα, σ' έναν πίνακα μαθητών μπορούμε να ορίσουμε σαν πρωτεύον κλειδί τα πεδία επώνυμο, όνομα και πατρώνυμο μαζί, όταν είμαστε βέβαιοι απόλυτα σίγουροι ότι δεν υπάρχουν δύο ή περισσότεροι μαθητές με κοινά αυτά τα τρία πεδία.

Το Ευρετήριο είναι μια ιδιότητα που δίνουμε σ' όσα πεδία του πίνακά μας θέλουμε, και το οποίο είναι χρήσιμο όταν ο πίνακας έχει πολλές εγγραφές και θέλουμε να κάνουμε γρήγορη αναζήτηση κάποιων στοιχείων.

Για τα πεδία που έχουμε ορίσει να έχουν δικό τους ευρετήριο, η Access δημιουργεί μόνη της έναν κατάλογο που δεν τον βλέπουμε εμείς, όπου σε κάθε γραμμή του καταλόγου υπάρχει ο αριθμός της εγγραφής και η τιμή του πεδίου. Ο κατάλογος αυτός ταξινομείται αυτόματα βάσει της τιμής του πεδίου. Όταν η Access κάνει αναζήτηση, για να βρει π.χ. ποιοι πελάτες έχουν το επώνυμο "Παπαδόπουλος", τότε, εφ' όσον, βέβαιοι, έχουμε ορίσει το πεδίο επώνυμο να έχει ευρετήριο δικό του, η Access ψάχνει πολύ γρήγορα στο ταξινομημένο ευρετήριο και βρίσκει όσους πελάτες έχουν το επώνυμο "Παπαδόπουλος".

Για τα πεδία που έχουμε ορίσει να έχουν ευρετήριο, μπορούμε να πούμε στην Access να ελέγξει αν το πεδίο αυτό θα έχει μοναδικές τιμές (no duplicates) ή αν θα έχει πολλές ίδιες τιμές (yes duplicates). Για παράδειγμα, σ' έναν πίνακα μαθητών, μπορούμε να έχουμε σαν πρωτεύον κλειδί τον κωδικό μαθητή και να ορίσουμε ευρετήριο, με αποδεκτές πολλαπλές τιμές, για το επώνυμο και ευρετήριο, χωρίς την αποδοχή πολλαπλών τιμών, για τον αριθμό μητρώου μαθητή. Ο αριθμός μητρώου του μαθητή δεν είναι, βέβαιοι, το πρωτεύον κλειδί, αλλά δεν μπορούν να υπάρχουν δύο ή περισσότεροι μαθητές με τον ίδιο αριθμό μητρώου.

Σ' έναν πίνακα μπορούμε να έχουμε ένα μόνο πρωτεύον κλειδί, το οποίο μπορεί να αποτελείται από ένα ή περισσότερα πεδία, αλλά μπορούμε να έχουμε συγχρόνως και πολλά ευρετήρια πεδίων που δεν αποδέχονται πολλαπλές τιμές. Το πρωτεύον κλειδί είναι εκείνο που χαρακτηρίζει μοναδιαία έναν πίνακα και όχι το ευρετήριο.



Εικόνα 3.2

3.2.1 Κανόνες Επικύρωσης (Validation Rule), το Κείμενο Επικύρωσης (Validation Text) και ποια η χρησιμότητά τους;

Ο Κανόνες Επικύρωσης είναι προαιρετικός, μπορεί να οριστεί για κάποιο πεδίο και ελέγχει αν τα δεδομένα που εισάγουμε ανήκουν σε κάποια έγκυρη περιοχή τιμών. Αν γράψουμε κάτι που είναι εκτός της περιοχής τιμών που ορίζει ο κανόνας επικύρωσης, τότε η Access δεν μας αφήνει να προχωρήσουμε, αν προηγουμένως δεν γράψουμε μια αποδεκτή τιμή για το πεδίο.

Για παράδειγμα, αν καταχωρούμε τους βαθμούς φοιτητών σε κάποιο μάθημα, τότε ο κανόνας επικύρωσης που θα πρέπει να δώσουμε, είναι ο : « ≥ 0 and ≤ 10 » ή « *between 0 and 10* ». Αν, βέβαια, ο σωστός βαθμός είναι ο 7 και εμείς γράψουμε 8, τότε αυτό δεν θα μπορέσει να το ελέγξει η Access.

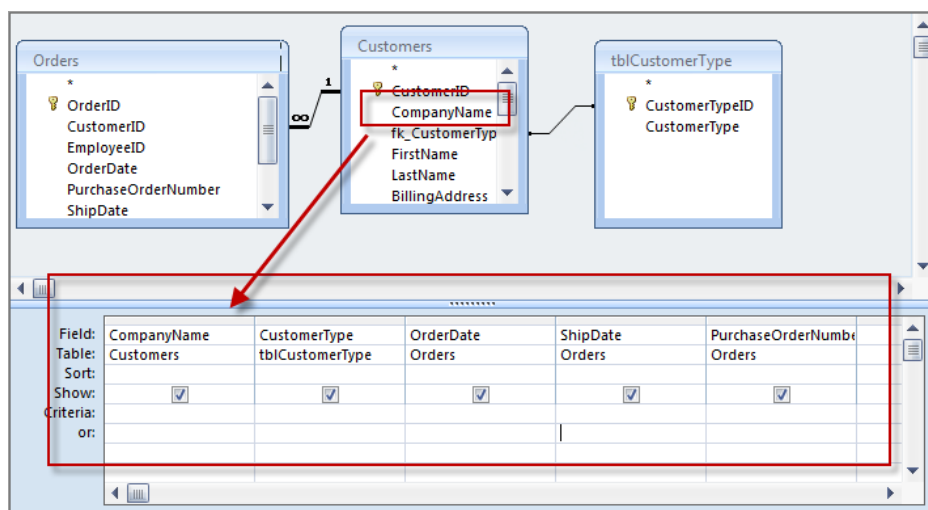
Αν εισάγουμε στοιχεία για πελάτες, και αυτοί προέρχονται μόνο από τις πόλεις Αθήνα, Θεσ/νίκη και Πάτρα, τότε ο κανόνας επικύρωσης θα είναι ο : 'Αθήνα' or 'Θεσ/νίκη' or 'Πάτρα'.

Το Κείμενο Επικύρωσης είναι ένα μήνυμα που εμφανίζει η Access σ' ένα παράθυρο, όταν παραβούμε τον κανόνα επικύρωσης ενός πεδίου. Μπορούμε να γράψουμε ένα δικό μας μήνυμα, που θα υπενθυμίζει στον χρήστη ποιες είναι οι αποδεκτές τιμές.

Η χρησιμότητα του κανόνα επικύρωσης είναι ότι απλά, περιορίζει τα λάθη που μπορεί να κάνουμε κατά την πληκτρολόγηση.

3.2.2 Η χρησιμότητα μιας Σχέσης (Relationship) ανάμεσα σε δύο πίνακες της Access;

Είναι μια αντιστοίχιση ανάμεσα σ' ένα πεδίο ενός πίνακα, μ' ένα πεδίο ενός άλλου πίνακα. Τα πεδία αυτά πρέπει να είναι του ίδιου τύπου δεδομένων και του ίδιου μεγέθους. Το ένα είναι το πρωτεύον κλειδί στον έναν πίνακα και το άλλο είναι ένα απλό πεδίο στον άλλον πίνακα.



Εικόνα 3.3

Για να ορίσουμε μια σχέση ανάμεσα σε δύο πίνακες, ανοίγουμε το παράθυρο *Show Relationships* της Βάσης Δεδομένων μας και επιλέγουμε (προσθέτουμε) τους πίνακες που θέλουμε να συσχετίσουμε. Μετά, πατάμε με το ποντίκι στο πεδίο του ενός πίνακα, το μεταφέρουμε και το αφήνουμε πάνω στο αντίστοιχο πεδίο του άλλου πίνακα. Η Access εμφανίζει τότε μια γραμμή που συνδέει τους δύο πίνακες και που έχει το σύμβολο 1 στο πρωτεύον πεδίο του ενός πίνακα και το σύμβολο του άπειρου στο αντίστοιχο πεδίο του άλλου πίνακα. Αυτό σημαίνει ότι αυτή είναι μια σχέση *ένα προς πολλά (one to many)*.

Αν κάνουμε κλικ με το ποντίκι πάνω στη γραμμή της σχέσης, μπορούμε να την καταργήσουμε πατώντας το πλήκτρο <delete>, ενώ αν κάνουμε διπλό κλικ πάνω της, εμφανίζεται ένα παράθυρο, όπου μπορούμε να επιλέξουμε, αν θέλουμε βέβαια, άλλα πεδία από τους δύο πίνακες για τη διασύνδεση των δύο πινάκων. Ακόμη, μπορούμε να ορίσουμε αν θα υπάρχει ακεραιότητα αναφοράς και αν θα ισχύει η διαδοχική ενημέρωση ή και η διαδοχική διαγραφή.

Η χρησιμότητα μιας σχέσης ανάμεσα σε δύο πίνακες, είναι ότι μέσω αυτής μπορούμε να αντλήσουμε στοιχεία και πληροφορίες που ανήκουν και στους δύο πίνακες. Για παράδειγμα, αν έχω έναν πίνακα πελατών και έναν πίνακα παραγγελιών που κάνουν οι πελάτες μου, τότε ορίζω το πεδίο κωδικός πελάτη (ID_?αεάτη) να υπάρχει και στους δύο πίνακες, στον πίνακα πελατών σαν πρωτεύον κλειδί βέβαια, και διασυνδέω τους δύο πίνακες με το πεδίο αυτό.

Μετά, μπορώ να ζητήσω πληροφορίες, όπως π.χ. ποιοι πελάτες παρήγγειλαν κάποιο προϊόν αυτή τη χρονιά, ποιοι πελάτες δεν παρήγγειλαν κανένα προϊόν τον τελευταίο μήνα κ.ά. Η Access χρησιμοποιεί τον κωδικό του πελάτη σαν το στοιχείο που διασυνδέει τους δύο πίνακες και εμφανίζει τις πληροφορίες στην οθόνη σαν να ανήκαν αυτές στον ίδιο πίνακα.

3.2.3 Ακεραιότητα Αναφοράς (Referential Integrity);

Η ακεραιότητα αναφοράς αναφέρεται σε δύο συσχετισμένους πίνακες και σημαίνει πρακτικά ότι δεν μπορώ να καταχωρήσω στοιχεία στον πίνακα μιας σχέσης που είναι στη μεριά του “πολλά”, αν προηγουμένως δεν έχω καταχωρήσει την αντίστοιχη τιμή στο πεδίο της σχέσης που είναι στη μεριά του “ένα”.

Δηλ., αν έχω ορίσει να υπάρχει ακεραιότητα αναφοράς στη σχέση του πίνακα πελατών με τον πίνακα παραγγελιών, δεν μπορώ να καταχωρήσω μια παραγγελία για έναν πελάτη, αν προηγουμένως δεν έχω γράψει τον κωδικό του πελάτη στον πίνακα πελατών.

Ένα άλλο παράδειγμα. Σε μια Υπηρεσία Μεταφορών-Επικοινωνιών, μπορούμε να ορίσουμε έναν πίνακα υπαλλήλων και έναν πίνακα αδειών κυκλοφορίας αυτοκινήτων, όπου υπάρχει η σχέση ένα προς πολλά, αφού ένας υπάλληλος μπορεί να γράψει πολλές άδειες κυκλοφορίας, αλλά μια άδεια κυκλοφορίας γράφεται μόνο από έναν υπάλληλο. Εφ’ όσον υπάρχει ακεραιότητα αναφοράς, για να γράψω μια καινούργια άδεια κυκλοφορίας, πρέπει να δώσω και τον κωδικό του υπαλλήλου που κάνει την καταχώρηση.

Αν αυτός ο κωδικός, όμως, δεν υπάρχει στον πίνακα των υπαλλήλων, η Access δεν θα με αφήσει να καταχωρήσω την άδεια κυκλοφορίας. Αν καταργήσω την ακεραιότητα αναφοράς, τότε θα μπορέσω να καταχωρήσω τα στοιχεία της νέας άδειας κυκλοφορίας, είτε ο κωδικός του υπαλλήλου που δίνω αντιστοιχεί σε κάποιον υπάλληλο στον πίνακα υπαλλήλων, είτε όχι.

3.2.4 Διαδοχική Ενημέρωση (Cascade Update);

Σημαίνει ότι, αν κάνω κάποια αλλαγή στο πεδίο που συνδέει δύο πίνακες σε μια σχέση, στον πίνακα που έχει τη σχέση “ένα”, τότε ενημερώνονται αυτόματα όλες οι εγγραφές που περιέχουν αυτό το πεδίο στον πίνακα που έχει τη σχέση “πολλά”.

Για παράδειγμα, αν έχω ορίσει να ισχύει η διαδοχική ενημέρωση στη σχέση του πίνακα πελατών με τον πίνακα παραγγελιών και αλλάξω τον κωδικό ενός πελάτη, τότε αυτόματα ενημερώνονται στον πίνακα παραγγελιών, όλες οι παραγγελίες που

έκανε ο συγκεκριμένος πελάτης, όπου αντικαθίσταται ο παλιός κωδικός με τον καινούργιο κωδικό.

3.2.5 Διαδοχική Διαγραφή (Cascade Delete);

Σημαίνει ότι, αν σε μια σχέση που συνδέει δύο πίνακες, διαγράψω μια εγγραφή στον πίνακα που έχει τη σχέση “ένα”, τότε διαγράφονται αυτόματα όλες οι εγγραφές που περιέχουν αυτό το πεδίο στον πίνακα που έχει τη σχέση “πολλά”.

Για παράδειγμα, αν έχω ορίσει να ισχύει η διαδοχική διαγραφή στη σχέση του πίνακα πελατών με τον πίνακα παραγγελιών και διαγράψω έναν πελάτη, τότε αυτόματα διαγράφονται στον πίνακα παραγγελιών, όλες οι παραγγελίες που έκανε ο συγκεκριμένος πελάτης. Σημειώστε ότι, στην Access δεν μπορώ να διαγράψω ένα πεδίο, αλλά μια ολόκληρη εγγραφή.

Σχέση ένα προς πολλά (one to many);

Σημαίνει ότι, σε μια εγγραφή του ενός πίνακα, αντιστοιχούν πολλές εγγραφές του άλλου πίνακα, αλλά σε μια εγγραφή του δεύτερου πίνακα, αντιστοιχεί μία μόνο εγγραφή του πρώτου πίνακα.

Παραδείγματα :

Ένας πελάτης κάνει πολλές παραγγελίες, αλλά μια παραγγελία ανήκει μόνο σ' έναν πελάτη.

Σ' ένα νοσοκομείο, ένας γιατρός μπορεί να παρακολουθεί πολλούς ασθενείς, αλλά ένας ασθενής παρακολουθείται μόνο από έναν γιατρό.

Ένας υπάλληλος σε μια διεύθυνση συγκοινωνιών καταχωρεί πολλά διπλώματα, αλλά ένα δίπλωμα καταχωρείται μόνο από έναν υπάλληλο.

Σχέση πολλά προς πολλά (many to many);

Σημαίνει ότι, σε μια εγγραφή του ενός πίνακα, αντιστοιχούν πολλές εγγραφές του άλλου πίνακα, αλλά και σε μια εγγραφή του δεύτερου πίνακα, αντιστοιχούν πολλές εγγραφές του πρώτου πίνακα.

Παραδείγματα :

Ένας καθηγητής διδάσκει σε πολλούς μαθητές, αλλά και ένας μαθητής διδάσκεται από πολλούς καθηγητές.

Ένας ιδιοκτήτης μπορεί να έχει στην κατοχή του πολλά ακίνητα, αλλά και ένα ακίνητο μπορεί να ανήκει σε πολλούς ιδιοκτήτες.

Ένας αθλητής παίρνει μέρος σε πολλούς αγώνες, αλλά και σ' έναν αγώνα παίρνουν μέρος πολλοί αθλητές.

Σχέση ένα προς ένα (one to one);

Σημαίνει ότι, σε μια εγγραφή του ενός πίνακα, αντιστοιχεί μία μόνο εγγραφή του άλλου πίνακα, και αλλά σε μια εγγραφή του δεύτερου πίνακα, αντιστοιχεί μία μόνο εγγραφή του πρώτου πίνακα.

Παραδείγματα :

Ένας οδηγός μπορεί να έχει ένα μόνο δίπλωμα οδήγησης, αλλά και ένα δίπλωμα οδήγησης ανήκει μόνο σ' έναν οδηγό.

Ένα αυτοκίνητο μπορεί να έχει μόνο μία μηχανή, αλλά και μία μηχανή ανήκει μόνο σ' ένα αυτοκίνητο.

Ένας νομός μπορεί να έχει μόνο μία πόλη σαν πρωτεύουσα, αλλά και μία πόλη μπορεί να είναι πρωτεύουσα μόνο ενός νομού.

Σχέση πολλά προς πολλά.

Η λύση είναι η δημιουργία ενός τρίτου πίνακα, ο οποίος θα περιέχει τα πρωτεύοντα κλειδιά των δύο άλλων πινάκων. Οι σχέσεις που θα δημιουργηθούν έτσι, μεταξύ των δύο αρχικών πινάκων και του τρίτου πίνακα, θα είναι σχέσεις ένα προς πολλά.

Στα παραδείγματα που υπάρχουν παραπάνω, θα μπορούσαμε π.χ. για τη σχέση των ιδιοκτητών με τα ακίνητα, να ορίσουμε έναν τρίτο πίνακα, με πεδία τον κωδικό ιδιοκτήτη, τον κωδικό ακινήτου και το ποσοστό που έχει ο ιδιοκτήτης σ' αυτό το οικόπεδο. Έτσι, ο πίνακας των ιδιοκτητών και ο πίνακας των ακινήτων θα έχουν μια σχέση ένα προς πολλά με τον πίνακα αυτόν.

Η Access υποστηρίζει μόνο σχέσεις ένα προς πολλά. Αν, όμως, έχω μια σχέση ένα προς ένα, τότε μπορούμε να δημιουργήσουμε έναν μόνο πίνακα, που θα περιέχει τις εγγραφές και των δύο πινάκων ενωμένες μία-μία. Π.χ. για την περίπτωση του πίνακα των νομών και του πίνακα των πόλεων, θα μπορούσαμε να δημιουργήσουμε έναν νέο πίνακα, όπου η κάθε εγγραφή θα περιέχει τα στοιχεία του νομού και τα στοιχεία της πόλης που είναι πρωτεύουσα του νομού.

3.2.6 Ερώτημα (Query)

Είναι μια διαδικασία της Access που μας επιτρέπει να φιλτράρουμε (απομονώνουμε) κάποια πεδία ή/και κάποιες εγγραφές από έναν ή περισσότερους πίνακες. Οι νέες πληροφορίες εμφανίζονται στην οθόνη σαν ένας καινούργιος πίνακας. Ο παλιός πίνακας παραμένει άθικτος. Αυτό λέγεται Ερώτημα Επιλογής (Select Query).

Για παράδειγμα, μπορεί από τον πίνακα των πελατών να θέλω να δω μόνο εκείνους που μένουν στην Αθήνα ή στην Πάτρα. Μπορεί, ακόμη, να θέλω να δω μόνο εκείνους τους πελάτες που χρωστάνε πάνω από 100.000 δρχ.

Μπορώ, όμως, να κάνω και συνδυασμούς. Π.χ. μπορεί να θέλω να δω μόνο εκείνους τους πελάτες που μένουν στη Θεσ/νίκη και χρωστάνε από 100.000 έως 300.000 δρχ.

Μπορεί, όμως, να θέλω να δω στην οθόνη μου μόνο τα πεδία επώνυμο και όνομα απ' όλους τους πελάτες, χωρίς να βάλω κάποιον περιορισμό (κριτήρια).

Τα κριτήρια είναι οι περιορισμοί που θέτω στις τιμές των πεδίων για να φιλτράρω (απομονώσω) τα αποτελέσματα, όπως τα θέλω. Μπορώ να κάνω συνδυασμούς κριτηρίων με τους τελεστές And και Or. Ο τελεστής And δεν φαίνεται στην οθόνη, αλλά η χρήση του εννοείται όταν γράφουμε κριτήρια σε διάφορα πεδία στη γραμμή Criteria.

Για να λειτουργήσει ο τελεστής Or πρέπει να γράψω τα κριτήριά μου στη γραμμή Or, που είναι κάτω από τη γραμμή Criteria. Μπορεί, όμως, στη γραμμή Criteria και μέσα σ' ένα πεδίο, να χρησιμοποιήσω τους τελεστές And και Or για να θέσω ό,τι κριτήρια θέλω.

Μπορώ να χρησιμοποιήσω πολλούς τελεστές για να προσδιορίσω τα κριτήριά μου.

Η χρήση τους θα φανεί καλύτερα με παραδείγματα :

LIKE 'Αθήνα' ® να είναι ίσο με 'Αθήνα'

LIKE 'A*' ® να αρχίζει με 'Α'

LIKE '*ίδης' ® να τελειώνει σε 'ίδης'

LIKE '*α*' ® να έχει το 'α' ενδιάμεσα

LIKE '[ΑΒΓ]*' ® να αρχίζει μ' ένα από τα γράμματα ΑΒΓ

IN ('Αθήνα, 'Θεσ/νίκη', 'Πάτρα') ® να είναι μια από τις τρεις πόλεις

'Αθήνα' Or 'Ηράκλειο' ® να είναι ίσο με 'Αθήνα' ή 'Ηράκλειο'

>20 and <40 ® να είναι μεταξύ 20 και 40, χωρίς να περιέχει το 20 ή το 40

between 10 and 30 ® να είναι μεταξύ 10 και 30, περιέχοντας το 10 και το 30

<= 100 Or > 200 ® μικρότερο ή ίσο του 100 ή μεγαλύτερο του 200

LIKE '??α*' ® να έχει δύο χαρακτήρες στη αρχή, μετά το 'α' και μετά ο,τιδήποτε

LIKE '#00' ® ένας τετραψήφιος αριθμός που τελειώνει σε 00

LIKE '[!ΑΒ]*' ® να μην αρχίζει από τα γράμματα Α ή Β και μετά να έχει ο,τιδήποτε

3.2.6.1 ΤΙ ΣΗΜΑΙΝΕΙ Η ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ (GROUP BY) ΣΤΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ACCESS

Σημαίνει απλά, ότι η Access συγκεντρώνει μαζί όλες εκείνες τις εγγραφές που έχουν ίδια τιμή, στο πεδίο όπου ορίζω την ομαδοποίηση.

Για παράδειγμα, για να δω πόσες παραγγελίες έχει κάνει ο κάθε πελάτης, ομαδοποιώ (group by) το πεδίο κωδικός πελάτη και χρησιμοποιώ τη συνάρτηση count στο πεδίο κωδικός παραγγελίας.

Για να δω ποιους πελάτες παρακολουθεί ο κάθε πωλητής μου και πόση αξία έχουν οι παραγγελίες του κάθε πελάτη, ομαδοποιώ τον κωδικό πωλητή και τον κωδικό πελάτη και χρησιμοποιώ τη συνάρτηση sum στο πεδίο αξία παραγγελίας.

Ερωτήματα Δράσης (Action Queries)

Είναι ερωτήματα της Access με τα οποία μπορώ να κάνω αλλαγές στα στοιχεία των πινάκων όπου εφαρμόζονται αυτά τα ερωτήματα. Για να εφαρμοστούν αυτές οι

αλλαγές, μπορώ να ορίσω και κάποια κριτήρια για να μην ισχύσουν οι αλλαγές για όλες τις εγγραφές του πίνακα.

Υπάρχουν *Ερωτήματα Ενημέρωσης (Update Queries)*, όπου μπορώ να αλλάξω την τιμή σε κάποια πεδία του πίνακά μου, *Ερωτήματα Διαγραφής (Delete Queries)*, όπου μπορώ να διαγράψω κάποιες εγγραφές του πίνακα, *Ερωτήματα Προσθήκης (Add Queries)*, όπου μπορώ να προσθέσω στοιχεία ενός πίνακα σ' έναν άλλον πίνακα και *Ερωτήματα Δημιουργίας Πίνακα (Make Table Queries)*, όπου μπορώ να δημιουργήσω έναν καινούργιο πίνακα από τα στοιχεία ενός άλλου πίνακα.

Πώς μπορώ να κάνω υπολογισμούς πάνω σε πεδία της Access.

Για να κάνω υπολογισμούς στα πεδία της Access, χωρίς, όμως, να αλλάξω τα αρχικά στοιχεία ενός πίνακα, πρέπει να δημιουργήσω ένα ερώτημα και σε μια στήλη του ερωτήματος να γράψω το πεδίο, όπου θα γίνουν οι υπολογισμοί, μέσα σε αγκύλες.

Για παράδειγμα, για να δω πόσο θα αλλάξουν οι μισθοί των υπαλλήλων μιας εταιρείας, αν αυτοί αυξηθούν κατά 10%, θα πρέπει να δημιουργήσω ένα ερώτημα και να γράψω σε κάποια στήλη την έκφραση :

*[μισθός] * 1.1*

Μπορώ να δω το αποτέλεσμα στην οθόνη, αλλά δεν μπορώ να αλλάξω μ' αυτόν τον τρόπο τις τιμές των μισθών.

Μπορώ, ακόμη, να γράψω και εκφράσεις που θα περιέχουν περισσότερα από ένα πεδία :

*[επίδομα γάμου] + [επίδομα παραγωγικότητας] * 1.2*

Για να μπορέσω, όμως, να αλλάξω τις τιμές κάποιων πεδίων της Access, πρέπει να χρησιμοποιήσω είτε τα Ερωτήματα Ενημέρωσης (Update Queries) ή να γράψω μια υπομονάδα εντολών (module).

3.2.7 ΦΟΡΜΕΣ (Forms)

Οι φόρμες της Access είναι ένας όμορφος τρόπος απεικόνισης των περιεχομένων των Πινάκων (Tables) ή των Ερωτημάτων (Queries) μιας Βάσης Δεδομένων. Μια φόρμα αναφέρεται πάντα σ' έναν πίνακα (table) ή σ' ένα ερώτημα (query) της Access απ' όπου και παίρνει τα δεδομένα που απεικονίζει στην οθόνη. Σ' έναν πίνακα μπορούμε να αντιστοιχίσουμε όσες φόρμες θέλουμε, δηλ. διαφορετικούς τρόπους εμφάνισης των δεδομένων μας.

Σε μια φόρμα μπορούμε να βάλουμε δικούς μας τίτλους (επικεφαλίδες) και να τοποθετήσουμε τα πεδία σε όμορφα έγχρωμα πλαίσια, με όποιες γραμματοσειρές και σε όποιο μέγεθος γραμμάτων θέλουμε εμείς.

Μπορούμε να αλλάξουμε το χρώμα του φόντου, των γραμμάτων ή του περιθωρίου σε κάθε πλαίσιο πεδίου και να προσθέσουμε και ειδικά εφέ. Ακόμα, μπορούμε να ζωγραφίσουμε μεμονωμένα πλαίσια και ορθογώνια μέσα στη φόρμα.

Σε μια φόρμα εμφανίζεται συνήθως μία εγγραφή ανά οθόνη και με τα πλήκτρα PageUp και PageDown μπορούμε να μετακινηθούμε από εγγραφή σε εγγραφή. Κατά τα λοιπά, ισχύουν όλοι οι περιορισμοί και οι κανόνες εγκυρότητας που είχαμε θέσει όταν δημιουργήσαμε τον πίνακα στον οποίο βασίζεται η φόρμα.

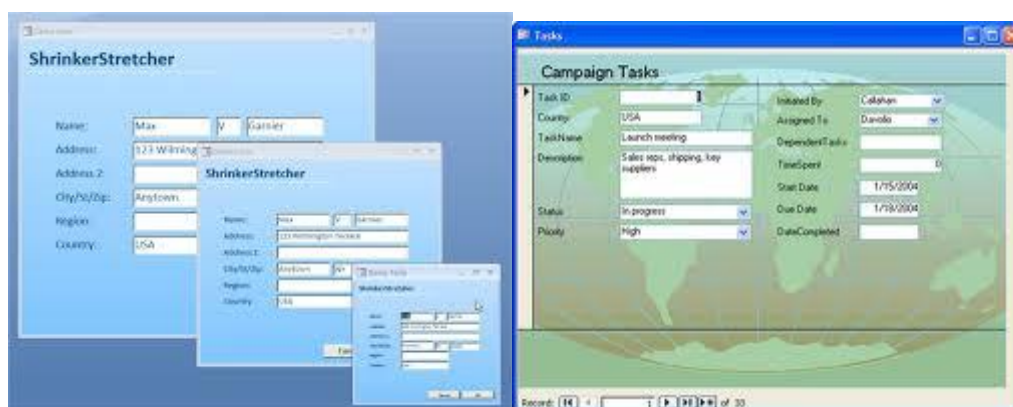
Ό,τι καταχωρίσεις και διορθώσεις κάνουμε στη φόρμα, θα μπορούμε να τις δούμε και στην άποψη φύλλου δεδομένων (datasheet) του πίνακα και το αντίθετο. Απλούστατα, με τη φόρμα έχουμε έναν ωραίο τρόπο εμφάνισης των περιεχομένων ενός πίνακα, αλλά και άλλα πολλά πλεονεκτήματα.

Πλεονεκτήματα που έχει η χρήση των φορμών

Σε μια φόρμα μπορούμε να εμφανίσουμε τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς των τιμών κάποιων πεδίων του πίνακα στον οποίο αναφέρεται η φόρμα. Για παράδειγμα, μπορεί να θέλουμε να βλέπουμε τον μέσο όρο των βαθμών ενός μαθητή σε μια φόρμα που αναφέρεται σε μαθητές. Δεν θα ήταν, βέβαια, σωστό να

δημιουργήσουμε ένα πεδίο, όπου θα υπολογίζαμε και θα καταχωρούσαμε εμείς τον μέσο όρο, αφού ο μέσος όρος προκύπτει από υπολογισμό πάνω στις τιμές κάποιων πεδίων του πίνακα.

Για να το κάνουμε αυτό, θα πρέπει να δημιουργήσουμε ένα ειδικό χειριστήριο (control box) με το εργαλείο πλαισίου κειμένου (ab½), όπου θα γράψουμε τον τύπο : $([βαθμ\acute{o}s-1]+[βαθμ\acute{o}s-2]+...)/10$, αν ο μαθητής έχει βαθμούς σε δέκα μαθήματα. Ο μέσος όρος θα υπολογίζεται τότε και θα εμφανίζεται σε κάθε εγγραφή μαθητή, χωρίς να αποτελεί ξέχωρο πεδίο.



Εικόνα 3.4

Σε μια φόρμα μπορούμε να εμφανίσουμε και άλλη μια ή περισσότερες υποφόρμες, δηλ. φόρμες μέσα σε φόρμα, που είναι πάρα πολύ χρήσιμες για να υπάρχει άμεση ενημέρωση όταν έχουμε συσχετισμένους πίνακες “ένα προς πολλά”. Περισσότερα για τις υποφόρμες σε παρακάτω ερώτηση.

Μπορούμε, ακόμα, να εμφανίσουμε και εικόνες, ζωγραφιές, φωτογραφίες, ήχους ή και κινούμενες εικόνες (video) από άλλα προγράμματα των Windows μέσα σε ειδικά πλαίσια της φόρμας. Όλα αυτά λέγονται Αντικείμενα ΣΕΑ και περισσότερα γι' αυτά παρακάτω.

Οι φόρμες είναι πολύ χρήσιμες όταν κάποια πεδία παίρνουν τιμές από μια συγκεκριμένη περιοχή τιμών. Για παράδειγμα, αν οι πελάτες μιας εταιρείας

προέρχονται κατά το μεγαλύτερο μέρος τους από τις πόλεις Θεσ/νίκη, Κατερίνη και Λάρισα, τότε, μπορούμε σε μια φόρμα να εμφανίσουμε ένα πλαίσιο στο πεδίο πόλη, όπου θα υπάρχουν οι τρεις αυτές τιμές και θα μπορούμε να επιλέγουμε όποια τιμή θέλουμε, κάνοντας απλά κλικ πάνω της με το ποντίκι.

Αν, βέβαια, ο πελάτης είναι από μια πόλη που δεν ανήκει στη λίστα αυτή, τότε η Access μάς δίνει τη δυνατότητα να καταχωρίσουμε και τιμές εκτός λίστας. Με τον τρόπο αυτό, όμως, γλυτώνουμε από πληκτρολόγηση και αποφεύγουμε και τα λάθη. Περισσότερα, παρακάτω, στην παράγραφο Κατάλογοι και Σύνθετα Πλαίσια.

Το μόνο μειονέκτημα που έχουν οι φόρμες, είναι ότι δεν μπορούμε να δούμε ταυτόχρονα στην οθόνη πολλές εγγραφές μαζί, κάτι που μπορεί να γίνει με την προβολή φύλλου δεδομένων (datasheet).

Η *εργαλειοθήκη (toolbox)* είναι μια συλλογή εργαλείων με τα οποία μπορούμε να δημιουργήσουμε δεσμευμένα ή αδέσμευτα πλαίσια κειμένου, ομάδες επιλογών, κουμπιά εντολών, πλαίσια καταλόγου, σύνθετα πλαίσια, εικόνες, υποφόρμες, γραμμές και ορθογώνια.

Οι *φύλλο ιδιοτήτων (properties)* περιέχει όλες τις ιδιότητες ενός αντικειμένου και μπορεί να αναφέρεται σ' ολόκληρη τη φόρμα, στο τμήμα λεπτομερειών της (details), σ' ένα χειριστήριο, σ' ένα πλαίσιο, σ' ένα κουμπί εντολής και γενικά σε οποιοδήποτε αντικείμενο. Οι ιδιότητες που εμφανίζονται στο φύλλο ιδιοτήτων, χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες : Format (Εμφάνιση), Data (Δεδομένα), Event (Συμβάντα), Other (Διάφορα Άλλα) και η επιλογή All (Όλα) έχει όλες τις ιδιότητες συγκεντρωμένες.

Ετικέτες και Πλαίσια Κειμένου

Σε μια φόρμα, τα κείμενα και οι τιμές των πεδίων εμφανίζονται μέσα σε πλαίσια. Υπάρχουν, όμως, δύο είδη πλαισίων : οι ετικέτες (labels) και τα πλαίσια κειμένου (text boxes).

Οι ετικέτες είναι μηνύματα (τίτλοι, επικεφαλίδες, οδηγίες, πληροφορίες), όπου μπορούμε να γράψουμε ό,τι θέλουμε και λέγονται αδέσμευτα, γιατί απλούστατα περιέχουν σταθερό κείμενο και δεν συνδέονται με κάποιο πεδίο του πίνακα, έτσι ώστε να αλλάζουν όταν μετακινούμαστε από εγγραφή σε εγγραφή. Το πλήκτρο (εργαλείο) της εργαλειοθήκης με το οποίο δημιουργούμε ετικέτες είναι αυτό που έχει το γράμμα A.

Τα πλαίσια κειμένου συνδέονται με κάποιο πεδίο ή πεδία του πίνακα στο οποίο βασίζεται η φόρμα. Έτσι, αν αλλάξουμε το περιεχόμενο ενός πλαισίου κειμένου, τότε αλλάζει και η τιμή του πεδίου με το οποίο είναι συνδεδεμένο. Μπορούμε, ακόμη, να χρησιμοποιήσουμε ένα πλαίσιο κειμένου για να υπολογίζουμε τιμές χρησιμοποιώντας αριθμητικές παραστάσεις. Σ' αυτή την περίπτωση, όμως, δεν μπορούμε να αλλάξουμε τιμές, αλλά απλά κάνουμε υπολογισμούς τιμών από τις τιμές άλλων πεδίων. Το πλήκτρο (εργαλείο) της εργαλειοθήκης με το οποίο δημιουργούμε πλαίσια κειμένου είναι αυτό που έχει τα γράμματα $ab\frac{1}{2}$.

Οι ετικέτες και τα πλαίσια κειμένου αποκαλούνται και *χειριστήρια (control boxes)* και μπορούμε να αλλάξουμε το μέγεθός τους και να τα μετακινήσουμε μαζί ή και ξέχωρα.

Κατάλογοι και Σύνθετα Πλαίσια (List Box - Combo Box)

Είναι μια διευκόλυνση που μας παρέχει η Access και που μοιάζει με το εργαλείο ομάδας επιλογών που είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο. Και εδώ έχουμε να κάνουμε με επιλογές από μια συγκεκριμένη περιοχή τιμών.

Είδαμε σε μια προηγούμενη παράγραφο ένα παράδειγμα με τις τρεις πόλεις (Θεσ/νίκη - Κατερίνη - Λάρισα), απ' όπου επιλέγουμε αυτήν που θέλουμε. Αν, όμως, κάποιος πελάτης δεν μένει σε μια από τις τρεις αυτές πόλεις, τότε μπορούμε να

παρακάμψουμε τις τρεις αυτές επιλογές και να δώσουμε μια καινούργια επιλογή, χωρίς να υπάρχει κανένα απολύτως πρόβλημα.

Υπάρχουν δύο ειδών λίστες τιμών : οι κατάλογοι και τα σύνθετα πλαίσια. Οι διαφορές τους είναι ότι στα σύνθετα πλαίσια υπάρχει ένα πτυσσόμενο πλαίσιο όπου μπορούμε να καταχωρίσουμε και δικές μας τιμές εκτός από τις τιμές του καταλόγου, ενώ στους καταλόγους δεν υπάρχει πτυσσόμενο πλαίσιο και οι τιμές που μπορούμε να επιλέξουμε είναι καθορισμένες.

Δημιουργούμε πρώτα τον κατάλογο ή το σύνθετο πλαίσιο και μετά το συνδέουμε με το πεδίο που θέλουμε. Η λίστα των τιμών που θα ανήκει στο σύνθετο πλαίσιο, μπορεί να προέρχεται είτε από έναν άλλον πίνακα ή να είναι μια λίστα τιμών που θα τη δημιουργήσουμε εμείς. Αν θέλουμε να περιοριστούμε μόνο στις επιλογές της λίστας επιλέγουμε *Limit To List - Yes*, αλλιώς επιλέγουμε *Limit To List - No* και μπορούμε να γράψουμε και άλλες τιμές εκτός λίστας.

Παράδειγμα με δική μας λίστα τιμών είδαμε προηγουμένως. Υπάρχει, όμως, και περίπτωση να πάρουμε τιμές από έναν άλλον πίνακα; Και βέβαια. Αν καταχωρούμε τις παραγγελίες των πελατών μας, τότε πρέπει να δίνουμε σε κάθε παραγγελία και τον κωδικό ή το επώνυμο του πελάτη. Δεν μπορούμε να θυμόμαστε, βέβαια, όλους τους κωδικούς ή όλα τα επώνυμα των πελατών.

Έτσι, επιλέγουμε για λίστα τιμών τις τιμές του πίνακα πελατών και στο πλαίσιο όπου θα πρέπει να γράψουμε τον κωδικό του πελάτη μέσα στη φόρμα των παραγγελιών, επιλέγουμε τον πελάτη που θέλουμε από τη λίστα των πελατών, χωρίς να ανησυχούμε αν γράψαμε σωστά τον κωδικό του ή το επώνυμό του. Σ' αυτή την περίπτωση, η τιμή που θα επιλέξουμε πρέπει οπωσδήποτε να είναι από τη λίστα των πελατών (*Limit To List - Yes*).

3.2.8 ANAΦΟΡΕΣ (Reports)

Οι αναφορές (*reports*) της Access είναι ένας ωραίος τρόπος εκτύπωσης των δεδομένων που υπάρχουν σ' έναν πίνακα (*table*) ή σ' ένα ερώτημα (*query*) της Access. Τα δεδομένα ενός πίνακα μπορούμε να τα εκτυπώσουμε και με την

αντίστοιχη εντολή (εικονίδιο) που υπάρχει στις επιλογές ενός πίνακα, αλλά με τις αναφορές μπορούμε να κάνουμε πολλά περισσότερα πράγματα, με κυριότερο την ομαδοποίηση και την εμφάνιση αθροισμάτων (sum) για τα αριθμητικά πεδία.

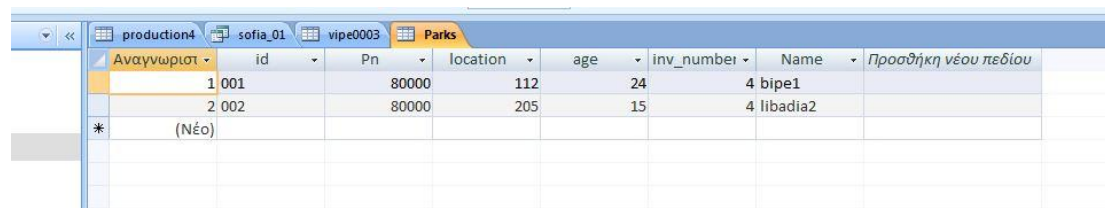
Για να μπορέσουμε να δουλέψουμε πιο αποτελεσματικά με τις αναφορές, είναι πάρα πολύ χρήσιμοι οι Οδηγοί Αναφορών (Report Wizards). Αν, παρ' όλα αυτά, αποφασίσουμε να δημιουργήσουμε μόνοι μας μια αναφορά, θα συναντήσουμε αρκετές δυσκολίες στη δημιουργία της.

3.3 Ανάπτυξη της Βάσης Δεδομένων

Για τις ανάγκες της εργασίας μας αναπτύξαμε κατάλληλη βάση δεδομένων σε Microsoft Access. Δημιουργήσαμε τις απαραίτητες οντότητες (πίνακες). Τα δεδομένα εισήχθησαν από τα αρχεία .xls με τα δεδομένα που είχαμε.

Παρακάτω παρουσιάζονται και αναλύονται κάποιοι πίνακες με τα αντίστοιχα πεδία.

Η οντότητα Parks περιλαμβάνει δεδομένα σχετικά με τα φωτοβολταϊκά πάρκα.



Αναγνωριστ	id	Pn	location	age	inv_number	Name	Προσθήκη νέου πεδίου
1	001	80000	112	24	4	bipe1	
2	002	80000	205	15	4	libadia2	
*	(Νέο)						

Εικόνα 3.5

Τα αντίστοιχα πεδία είναι: Κωδικός id, Ονομαστική Ισχύς Pn, Τοποθεσία (location), Ηλικία πάρκου (age), αριθμό αντιστροφών-inverter (inv_number), όνομα (name)

Η οντότητα Errors περιλαμβάνει δεδομένα για σφάλματα σε παρκα. Τα αντίστοιχα πεδία είναι: τύπος σφάλματος(type), Κωδικός πάρκου(park_id), ώρα(time), ημερομηνία(day), ενέργεια που δεν παράγεται λόγω σφάλματος(P_lost)

Κάποια περιεχόμενα της βάσης δεδομένων έχουν απενεργοποιηθεί Επυλογές...

Αναγνωριστ	type	perk_id	time	day	P_lost	Προσθήκη νέου πεδίου
*	(Νέο)	2	2	1:45:00 πμ	2/1/2013	256

Εικόνα 3.6

Οι δυνατότητες που δίνουν οι σύγχρονες βάσεις δεδομένων είναι πολλές. Για τις δικές μας ανάγκες χρησιμοποιήσαμε μια βάση δεδομένων στην access, περισσότερο ως ένα απλό και γρήγορο εργαλείο, και όχι εκμεταλλευόμενοι τις απεριόριστες δυνατότητες που δίνουν άλλες κατηγορίες λογισμικού ανάπτυξης Βάσεων Δεδομένων. Με απλά λόγια, χρησιμοποιήσαμε «κάποια» από τα πλεονεκτήματα των οργανωμένων σε βάση δεδομένων προκειμένου να αποκτήσουμε/εκμαστεύσουμε εύκολα την πληροφορία που επιθυμούμε και μας είναι χρήσιμη. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα είναι η δυνατότητα της βάσης για επέκταση(επεκτασιμότητα) προσθέτοντας δεδομένα για επιπλέον πάρκα στο μέλλον.

Οι οντότητες Parks και Errors δημιουργήθηκαν προκειμένου να αποθηκεύονται πληροφορίες μη αυτόματα, για μελλοντική χρήση. Τα αποτελέσματα –εξαγόμενη πληροφορία αποκτάται από τη βάση μέσω ερωτημάτων. Με τη χρήση ερωτημάτων δημιουργούνται «εκ νέου» πίνακες με τα αποτελέσματα. Όπως περιγράφεται και πιο πριν σχετικά με τη δόμηση ερωτημάτων, είναι πολύ εύκολο να αποκτήσουμε την πληροφορία θέτοντας σύνθετα κριτήρια εί της βάσης μας. Η «πρόκληση» στην συγκεκριμένη εργασία είναι να εντοπιστούν και να υιοθετηθούν τα κατάλληλα κριτήρια ώστε να εντοπίσουμε την κρίσιμη πληροφορία. Σε αυτήν την κατεύθυνση έχουν γίνει πλήθος δοκιμών ώστε να καταλήξουμε στα κριτήρια που παρουσιάζουμε σε επόμενη ενότητα, μαζί με την κρίσιμη πληροφορία.

Παρακάτω στις εικόνες 3.7, 3.8, 3.9 παρουσιάζονται στιγμιότυπα από τη βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε σε MS Access.

The screenshot shows a Microsoft Access window with a data table. The table has columns for 'day', 'time', and several numerical columns labeled 'Πεδίο17' through 'Πεδίο23'. The data rows show values for dates in 2012 and corresponding numerical data points.

day	time	Πεδίο17	Πεδίο18	Πεδίο19	Πεδίο20	Πεδίο21	Πεδίο22	Πεδίο23
7/12/2012	5:10:00 PM	28	52	385	233	3	29	75733
7/12/2012	5:05:00 PM	73	97	410	233	3	77	75730
7/12/2012	5:00:00 PM	137	160	426	233	3	145	75724
7/12/2012	4:55:00 PM	229	252	443	233	3	242	75712
7/12/2012	4:50:00 PM	322	342	454	233	3	337	75691
7/12/2012	4:45:00 PM	531	533	466	233	3	536	75663
7/12/2012	4:40:00 PM	761	794	472	233	3	744	75618
7/12/2012	4:35:00 PM	909	861	480	234	3	867	75555
7/12/2012	4:30:00 PM	935	882	493	233	3	872	75483
7/12/2012	4:25:00 PM	1135	1109	504	234	3	1016	75410
7/12/2012	4:20:00 PM	1244	1249	512	234	3	1084	75325
7/12/2012	4:15:00 PM	1105	1093	496	234	3	1083	75234
7/12/2012	4:10:00 PM	1200	1204	490	234	3	1211	75144
7/12/2012	4:05:00 PM	861	873	483	233	3	885	75044
7/12/2012	4:00:00 PM	622	641	474	234	3	649	74971
7/12/2012	3:55:00 PM	1288	1552	474	234	3	1352	74916
7/12/2012	3:50:00 PM	1185	1413	466	234	3	1247	74802
7/12/2012	3:45:00 PM	1939	2591	463	233	3	2225	74699
7/12/2012	3:40:00 PM	1606	1817	483	234	3	1793	74511
7/12/2012	3:35:00 PM	3402	4963	469	234	3	4670	74358
7/12/2012	3:30:00 PM	1375	1414	494	234	3	1441	73972
7/12/2012	3:25:00 PM	2389	2756	483	234	3	2940	73852
7/12/2012	3:20:00 PM	2589	3049	488	234	3	3136	73601

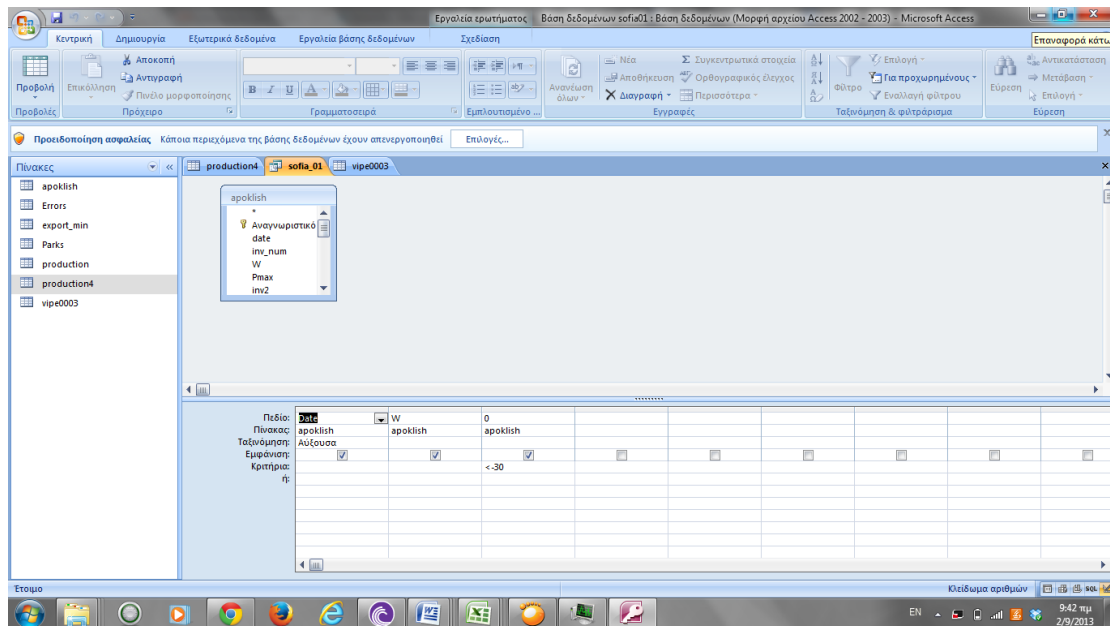
Εικόνα 3.7

The screenshot shows a Microsoft Access window with a data table. The table has columns for 'day', 'time', and several numerical columns labeled 'inv1', 'Pacl', 'DaySum1', 'Uac1', 'inv2', 'Pac2', 'daysum2', 'Uac2', and 'inv3'. The data rows show values for dates in 2012 and corresponding numerical data points.

day	time	inv1	Pacl	DaySum1	Uac1	inv2	Pac2	daysum2	Uac2	inv3
20/12/2012	3:15:00 PM	1	2420	52627	239	2	2228	48927	239	
20/12/2012	3:10:00 PM	1	1287	52429	238	2	1192	48745	238	
20/12/2012	3:05:00 PM	1	1894	52322	238	2	1756	48646	239	
20/12/2012	3:00:00 PM	1	1882	52163	238	2	1749	48498	238	
20/12/2012	2:55:00 PM	1	1957	52005	238	2	1827	48351	238	
20/12/2012	2:50:00 PM	1	3214	51841	239	2	3014	48198	240	
20/12/2012	2:45:00 PM	1	4962	51568	241	2	4651	47943	241	
20/12/2012	2:40:00 PM	1	2998	51155	239	2	2797	47558	240	
20/12/2012	2:35:00 PM	1	2190	50909	238	2	2036	47327	239	
20/12/2012	2:30:00 PM	1	3225	50725	237	2	3007	47158	237	
20/12/2012	2:25:00 PM	1	3338	50455	237	2	3107	46905	237	
20/12/2012	2:20:00 PM	1	2717	50178	236	2	2531	46648	237	
20/12/2012	2:15:00 PM	1	2752	49952	236	2	2567	46437	236	
20/12/2012	2:10:00 PM	1	5075	49723	237	2	4744	46223	237	
20/12/2012	2:05:00 PM	1	13876	49266	241	2	12837	45794	241	
20/12/2012	2:00:00 PM	1	15201	48126	243	2	14072	44741	243	
20/12/2012	1:55:00 PM	1	9345	46837	241	2	8550	43546	241	
20/12/2012	1:50:00 PM	1	2895	46090	237	2	2697	42865	237	
20/12/2012	1:45:00 PM	1	3752	45846	236	2	3494	42638	237	
20/12/2012	1:40:00 PM	1	3472	45534	236	2	3235	42346	236	
20/12/2012	1:35:00 PM	1	9817	45245	238	2	9134	42077	239	
20/12/2012	1:30:00 PM	1	12107	44420	240	2	11414	41316	240	
20/12/2012	1:25:00 PM	1	11877	43381	241	2	11177	40336	241	

Εικόνα 3.8

Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλιγνήκη Σοφία



Εικόνα 3.9

Από τα αρχικά δεδομένα δημιουργήσαμε, όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2, ένα αρχείο τύπου .xls όπου έχει συγκεντρωθεί συνολικά όλη η πληροφορία και για τα τέσσερα φωτοβολταϊκά πάρκα. Μιλάμε πάντα για τα δεδομένα-μετρήσεις ανά 5λεπτο. Η MS Access μας δίνει τη δυνατότητα να εισάγουμε εύκολα τα δεδομένα από αρχείο τύπου .xls σε πίνακα της βάσης. Κατά τη διαδικασία εισαγωγής ονοματίζουμε τα πεδία του πίνακα, προσδιορίζουμε πρωτεύον κλειδί και εισάγουμε αν επιθυμούμε κάποιους κανόνες επικύρωσης δεδομένων στη συνέχεια. Βέβαια κάποιες επιπλέον εργασίες πάνω στον πίνακα μπορούν να γίνουν και στη συνέχεια. Σε αυτόν τον «συγκεντρωτικό» πίνακα που περιγράψαμε παρακάτω δημιουργήσαμε κατάλληλα ερωτήματα (όπως στην εικόνα 3.9) και δημιουργήσαμε επιπλέον πίνακες-αποτελέσματα ερωτήσεων στη βάση.

Κεφάλαιο 4 – Επεξεργασία επί της βάσης δεδομένων

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζουμε αναλυτικά τις διαδικασίες αναζήτησης και επεξεργασίας των δεδομένων όπως έχουν οργανωθεί σε βάση δεδομένων. Βασικό εργαλείο εργασίας είναι η δόμηση-σχεδίαση κατάλληλων ερωτημάτων επί της βάσης, με σύνθετα κριτήρια, ώστε να εντοπίσουμε την επιθυμητή πληροφορία. Μιλώντας για αξιοπιστία φωτοβολταϊκής παραγωγής, αναζητούμε χρόνο και ισχύ ή ισοδύναμα ενέργεια που «αναμένουμε να παράγουμε» αλλά λόγω κάποιου σφάλματος δεν παράγεται. Τα σφάλματα αυτά είναι από διάφορες αιτίες και γίνεται μια προσπάθεια σε αυτήν την εργασία να κατηγοριοποιήσουμε αυτά τα σφάλματα.

4.1 Κατηγορίες Σφαλμάτων

Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλιγνάκη Σοφία

Για το είδος της παραγωγής ενέργειας που ασχοληθήκαμε, ένας βασικός λόγος μη παραγωγής της αναμενόμενης ισχύος σε κάποιο συγκεκριμένο λόγο είναι, προφανώς, οι καιρικές συνθήκες, αναφερόμενοι στην έλλειψη ηλιοφάνειας. Αυτό βέβαια δεν έχει νόημα να το θεωρήσουμε ως σφάλμα καθώς έχει ληφθεί υπόψη στην τεχνικοοικονομική μελέτη των πάρκων, και αποτελεί βασικό δεδομένο. Δηλαδή, με άλλα λόγια, οι καιρικές συνθήκες στην κάθε γεωγραφική περιοχή των πάρκων, θεωρούνται δεδομένες με βάση στατιστικά στοιχεία. Στο κεφάλαιο 2 γίνονται σχετικοί υπολογισμοί για τον υπολογισμό την μέσης ενέργειας ανά μήνα και πάρκο.

Ως σφάλματα θεωρήσαμε την «**απώλεια παραγωγής**» σε κάποιον μετατροπέα (inverter) για κάποιο χρονικό διάστημα. Ακόμη θεωρήσαμε ως σφάλμα την **σχετικά μικρή παραγωγή ισχύος** από κάποιο μετατροπέα σε σχέση με την παραγωγή που έχουμε στον ίδιο μετατροπέα την **αντίστοιχη ώρα** και με την **ίδια ηλιοφάνεια** σε διαφορετική μέρα.

Οι μετρήσεις (δεδομένα) που έχουμε στη διάθεση μας είναι ανά πέντε (5) λεπτά. Είναι στιγμιαίες τιμές και όχι μέσες. Προφανώς μπορούμε να έχουμε στο μεσοδιάστημα καταγραφής οποιοδήποτε σφάλμα. Στα πλαίσια της εργασίας μας και για λόγους απλότητας, κάναμε την **παραδοχή** ότι οι τιμές αυτές είναι διάρκειας 5 λεπτών, άρα μέσες τιμές ανά 5λεπτο. Με λίγα λόγια, υπάρχει πιθανότητα ένας inverter να είναι εκτός για 9 λεπτά και εμείς να τον θεωρούμε εκτός για 5 λεπτά. Από την άλλη, υπάρχει πιθανότητα να είναι εκτός για ένα λεπτό μόνο (κατά την καταγραφή της μέτρησης) και εμείς να το θεωρούμε εκτός για 5 λεπτά. Για μεγαλύτερη ακρίβεια θα έπρεπε να έχουμε μεγαλύτερη συχνότητα δειγματοληψίας δεδομένων.

Ένας inverter μπορεί να τίθεται εκτός είτε λόγω σφάλματος στα κυκλώματα του (αστοχία υλικού ή υπερθέρμανση ή γενικότερα βλάβη υλικού), είτε λόγω δικτύου. Λόγω δικτύου μπορεί να αποσυνδεθεί όταν εντοπίζει συχνότητα ή τάση εκτός αποδεκτών τιμών λειτουργίας. Σε περίπτωση που επανέλθει η τάση ή η συχνότητα

του δικτύου εντός των αποδεκτών τιμών , ο μετατροπέας επανασυνδέεται αυτόματα.

Επιπλέον μπορεί να έχουμε εκτός λειτουργίας κάποιο τμήμα του ηλεκτρικού δικτύου του πάρκου, από ενεργοποίηση άλλης προστασίας. Για παράδειγμα υπερένταση σε κάποιο σημείο και πτώση διακόπτη-ασφάλειας. Ακόμη και ένα βραχυκύκλωμα λόγω τρωκτικών ή άλλης απρόβλεπτης αιτίας.

Τέλος, ξεχωριστή κατηγορία μπορούμε να θεωρήσουμε την περίπτωση εκτός λειτουργίας όλων των μετατροπέων σε ένα πάρκο, το οποίο σημαίνει εκτός λειτουργίας το πάρκο είτε λόγω δικτύου, είτε λόγω κεντρικού τριφασικού σφάλματος στην ηλεκτρική εγκατάσταση του πάρκου.

Στη διάθεση μας είχαμε και κάποια συνολικά γραφικά δεδομένα όπως καμπύλες ημερήσιας παραγωγής ανά inverter, τα οποία τα χρησιμοποιήσαμε για την επαλήθευση των αποτελεσμάτων από τις αναζητήσεις μας στη βάση δεδομένων που αναπτύξαμε.

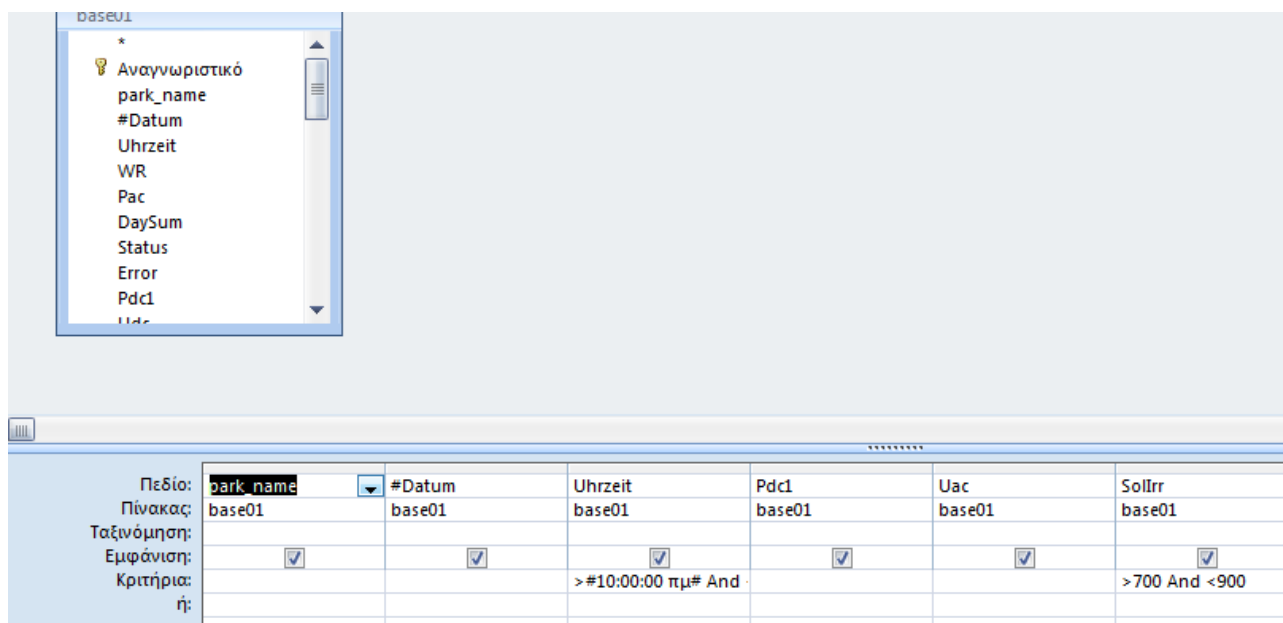
4.2 Δημιουργία ερωτημάτων

Η δημιουργία ερωτημάτων στη βάση, γίνεται με κατάλληλη επιλογή δεδομένων και στην συνέχεια δημιουργία κριτηρίων αναζήτησης. Στα πλαίσια της εργασίας αυτής έγιναν αρκετές δοκιμές τόσο στην επιλογή των δεδομένων (πεδία σε πίνακες) όσο και στα κριτήρια αναζήτησης. Παρακάτω παρουσιάζεται αυτή η διαδικασία, καθώς και αποτελέσματα αναζήτησης.

4.2.2 Επιλογή πεδίων-δεδομένων

Τα δεδομένα που μας ενδιαφέρουν για αναζήτηση και παρουσίαση είναι κυρίως ο χρόνος (ημέρα και ώρα) και η θέση (πάρκο και αριθμός αντιστροφέα). Επίσης μας ενδιαφέρουν ποσοτικά στοιχεία όπως η παραγωγή ισχύος και η ηλιακή ακτινοβολία. Τα τελευταία θα είναι όπως θα δούμε και παρακάτω και κριτήρια αναζήτησης. Στην εικόνα 4.1 παρακάτω βλέπουμε ένα ερώτημα σε μορφή σχεδίασης στο περιβάλλον εργασίας της MS Access. Το ερώτημα γίνεται επί του

πίνακα base01, ο οποίος περιλαμβάνει όλα τα 5λεπτα δεδομένα για τα 4 πάρκα της μελέτης μας. Έχουν επιλεγεί ως πεδία (δεδομένα) για το ερώτημα: το όνομα του πάρκου, η ημερομηνία, η ώρα, η παραγωγή στον πρώτο αντιστροφέα, η τάση εξόδου του αντιστροφέα (εναλλασσόμενη) και η ηλιακή ακτινοβολία (μέτρηση από πυρανόμετρο).



Εικόνα 4.1

4.2.2 Κριτήρια αναζήτησης

Ως κριτήρια αναζήτησης επί της βάσης μπορούμε να θέσουμε απλά ή και σύνθετα. Στόχος μας είναι να ανιχνευθεί έγκυρη πληροφορία σχετικά με ύπαρξη σφάλματος. Έχοντας μια πρώτη γνώση για την παραγωγή ανά inverter από τις ημερήσιες τιμές (κεφάλαιο 2), μπορούμε να περιορίσουμε κάπως τα κριτήρια αναζήτησης.

Ένα πρώτο κριτήριο είναι η ώρα λειτουργίας. Αναζητούμε σφάλμα παραγωγής του πάρκου σε ώρα που αναμένουμε να λειτουργεί, και μάλιστα σε κάποιο επίπεδο υπολογίσιμο. Επιλέξαμε για παράδειγμα την αναζήτηση μεταξύ 10πμ και 4μμ για τους μήνες Νοέμβριο και Δεκέμβριο, όπου νυχτώνει νωρίς. Άλλωστε η ηλιοφάνεια θεωρείται γνωστή έχοντας δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας. Να σημειώσουμε εδώ

ότι έχει γίνει και σχετική αναζήτηση για να βρούμε χρονικές περιόδους όπου δεν έχουμε μέτρηση ηλιοφάνειας ενώ θα έπρεπε να έχουμε. Και φυσικά δεν εννοούμε περίπτωση βαριάς συννεφιάς, αλλά περίπτωση μη λειτουργίας (σφάλματος) στη μέτρηση ηλιακής ακτινοβολίας (πυρανόμετρο).

Στην αναζήτηση του παραδείγματος της εικόνας 4.1 έχουν επιλεγεί ως κριτήρια η ώρα (10πμ με 4μμ) και η ηλιακή ακτινοβολία (μεταξύ 700 και 900). Στόχος αυτής της αναζήτησης ήταν να βρεθούν όλες οι ισχύεις παραγωγής με τα παραπάνω δεδομένα ώστε να έχουμε τη δυνατότητα να υπολογίσουμε το μέσο όρο παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος από έναν αντιστροφέα για συγκεκριμένη ηλιακή ακτινοβολία. Για να υπολογίσουμε βέβαια το μέσο όρο απαιτείται να εκτελέσουμε επιπλέον κώδικα (sql). Αυτό γίνεται με συγκεκριμένη μεθοδολογία που περιγράφεται και παρακάτω.

4.2.3 Παραδείγματα εφαρμογής

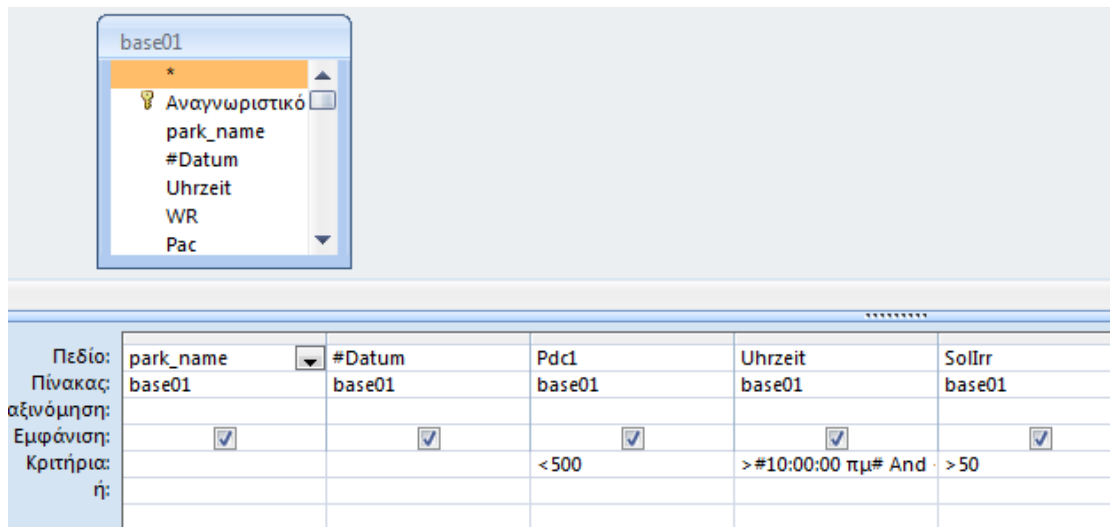
Στην εικόνα 4.2 παρουσιάζεται ερώτημα σε μορφή σχεδίασης με ταυτόχρονα κριτήρια (σύνθετη αναζήτηση):

Ώρα: 10πμ με 4 μμ

Ηλιακή ακτινοβολία >50

Παραγωγή στον inverter1 μικρότερη από 500W.

Έχοντας επιλέξει ηλιοφάνεια μεγαλύτερη από 50, θέτουμε εκτός της περίπτωση να έχουμε το πυρανόμετρο εκτός λειτουργίας. Επίσης θέτοντας ισχύ αναζήτησης μικρότερη από 500W ουσιαστικά ανιχνεύουμε σφάλμα παραγωγής καθώς σε αυτές τις ώρες αναζήτησης, και με ελάχιστη ηλιοφάνεια μεγαλύτερη από 50 θα έπρεπε να έχουμε παραγωγή αρκετά πάνω από 500W.



Εικόνα 4.2

Η εκτέλεση του ερωτήματος θα μας δώσει την πληροφορία, μέρος της οποίας παρουσιάζεται στην εικόνα 4.3. Εμφανίζεται το όνομα του πάρκου, η ημερομηνία, η παραγωγή ισχύος, η ώρα και η ηλιακή ακτινοβολία. Είναι φανερό πως έχουμε σφάλμα στον inverter, καθώς συμβαίνει ενώ έχουμε ηλιοφάνεια, η παραγωγή είναι είτε μηδέν είτε πολύ μικρή, και δεν δικαιολογείται για την εν λόγω ώρα λειτουργίας.

park_name	#Datum	Pdc1	Uhrzeit	Sollrr
bipe	1/12/2012	0	12:00:00 PM	264
bipe	1/12/2012	0	11:55:00 AM	352
bipe	1/12/2012	0	11:50:00 AM	328
bipe	1/12/2012	0	11:45:00 AM	337
bipe	1/12/2012	0	11:40:00 AM	454
bipe	1/12/2012	0	11:35:00 AM	716
bipe	1/12/2012	0	11:30:00 AM	947
bipe	1/12/2012	0	11:25:00 AM	971
bipe	1/12/2012	0	11:20:00 AM	837
bipe	1/12/2012	0	11:15:00 AM	380
bipe	1/12/2012	0	11:10:00 AM	593
bipe	1/12/2012	0	11:05:00 AM	274
bipe	1/12/2012	0	11:00:00 AM	218
bipe	30/11/2012	0	1:35:00 PM	709
bipe	30/11/2012	0	1:30:00 PM	721
libadia	14/12/2012	138	10:25:00 AM	67
libadia	10/12/2012	0	12:10:00 PM	267
libadia	10/12/2012	0	12:05:00 PM	836
libadia	10/12/2012	0	12:00:00 PM	938
libadia	9/12/2012	18	11:25:00 AM	77
libadia	9/12/2012	0	11:20:00 AM	128
libadia	9/12/2012	0	11:15:00 AM	501

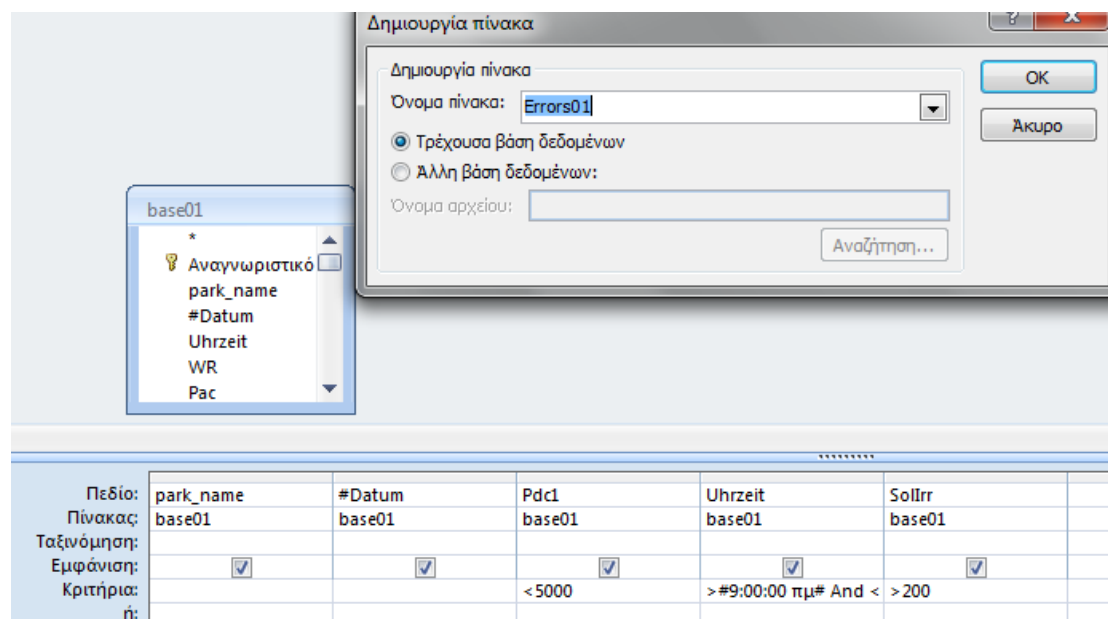
Εικόνα 4.3

4.3 Συγκέντρωση πληροφορίας σε πίνακες

Υπάρχει η δυνατότητα τα δεδομένα που ανακτούμε από την εκτέλεση ερωτήματος να τα εισάγουμε σε υπάρχων πίνακα, ή ακόμη και να δημιουργήσουμε νέο πίνακα. Δεδομένου ότι θέλουμε να έχουμε συγκεντρωμένη την πληροφορία για τις περιπτώσεις σφαλμάτων, μπορούμε να εισάγουμε τα δεδομένα ανάκτησης από κάθε νέο ερώτημα που δημιουργούμε, σε συγκεκριμένο πίνακα (Errors). Στη συνέχεια, με εκτέλεση κατάλληλου κώδικα μπορούμε να ανακτάμε πληροφορία από τα επιλεγμένα αυτά δεδομένα.

4.3.1 Δημιουργία-ενημέρωση πίνακα

Στην εικόνα 4.4 παρουσιάζεται το περιβάλλον της MS Access για τη σχεδίαση ερωτήματος στη φάση επιλογής δημιουργίας πίνακα για αποθήκευση των αποτελεσμάτων από την εκτέλεση. Τα αποτελέσματα θα αποθηκευτούν στον πίνακα Errors01, οποίος παρουσιάζεται στην εικόνα 4.5.



Εικόνα 4.4

park_name	#Datum	Pdc1	Uhrzeit	Sollrr
goud	1/1/2013	3915	2:55:00 μμ	201
goud	1/1/2013	4066	2:35:00 μμ	204
goud	1/1/2013	3976	2:30:00 μμ	201
goud	1/1/2013	4043	2:25:00 μμ	206
goud	1/1/2013	4152	2:20:00 μμ	213
goud	1/1/2013	4175	2:15:00 μμ	214
goud	1/1/2013	4937	2:10:00 μμ	249
goud	1/1/2013	4818	11:15:00 πμ	233
goud	1/1/2013	4450	11:10:00 πμ	220
goud	1/1/2013	4711	11:05:00 πμ	238
goud	1/1/2013	4205	10:40:00 πμ	222
goud	1/1/2013	4619	10:35:00 πμ	229
goud	1/1/2013	4721	10:25:00 πμ	230
goud	1/1/2013	4620	10:20:00 πμ	219
goud	1/1/2013	4624	10:15:00 πμ	218

Εικόνα 4.5

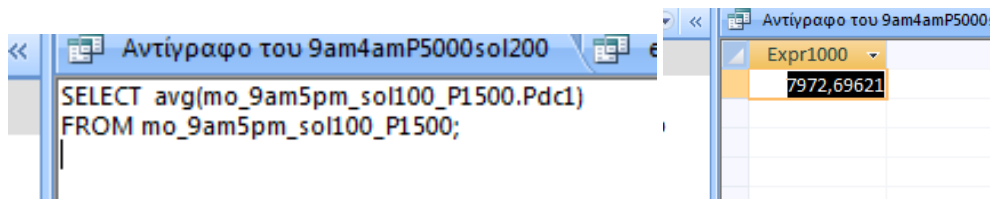
Επιπλέον μπορούμε να προσθέσουμε και άλλα δεδομένα ως πεδία του πίνακα, με βάση κάποιους υπολογισμούς.

4.3.2 Προσθήκη κώδικα για υπολογισμούς

Για παράδειγμα μπορούμε να δημιουργήσουμε ερώτημα γράφοντας κώδικα sql όπως στην εικόνα 4.6. Συγκεκριμένα ο κώδικας αυτός χρησιμοποιεί τα δεδομένα της στήλης (πεδίου) Pdc1 του πίνακα mo_9am5pm_sol100_P1500. Ο πίνακας αυτός δημιουργήθηκε εκτελώντας ερώτημα με κριτήρια:

- Ώρα: 9πμ-5μμ
- Ηλιακή ακτινοβολία >100
- Παραγωγή ισχύος στον inverter1>1500

Μέσω της συνάρτησης avg() παίρνουμε ως αποτέλεσμα εκτέλεσης του ερωτήματος το μέσο όρο ισχύος παραγωγής, σύμφωνα με την παραπάνω σύνθετη αναζήτηση: 7972,7W.



Εικόνα 4.6

4.3.3 Υπολογισμός απώλειας ενέργειας

Προκειμένου να υπολογίσουμε την ενέργεια που «χάνουμε» ή αλλιώς την ενέργεια που δεν καταφέρνουμε να παράγουμε, ακολουθούμε την παρακάτω μεθοδολογία:

Δημιουργούμε μέσω ερωτήματος πίνακα, στον οποίο προσθέτουμε πεδία (στήλες) με την ενέργεια που δεν παράγουμε το συγκεκριμένο 5λεπτο ($Εκφρ1 = 7972,7 - [Pdc1]$ και $Εκφρ2 = Εκφρ1 / 12000$). Στη στήλη Εκφρ1 υπολογίζεται η ενέργεια που δεν παράγεται, θεωρώντας ότι αυτή είναι ίση με το μέσο όρο ισχύος ανά πεντάλεπτο μείον την ενέργεια που είχαμε το εν λόγω 5λεπτο. Επίσης στην Εκφρ2 υπολογίζουμε αυτήν την ενέργεια σε kWh (Εικόνα 4.7)

Στη συνέχεια, μέσω ερωτήματος όπου γράφουμε τον αντίστοιχο κώδικα (εικόνα 4.8) υπολογίζεται το άθροισμα ενέργειας σε kWh. Όπως βλέπουμε και στην εικόνα 4.8, δεν καταφέρνουμε να παράγουμε 259.38 kWh. Και αυτό μόνο από τον inverter1.

#Datum	park_name	Uhrzeit	Sollrr	Pdc1	Εκφρ1	Εκφρ2
30/12/2012	goud	4:25:00 μμ	143	212	7760,7	0,646725
30/12/2012	goud	4:20:00 μμ	132	208	7764,7	0,6470583333333333
30/12/2012	goud	4:15:00 μμ	206	215	7757,7	0,646475
30/12/2012	goud	4:10:00 μμ	232	213	7759,7	0,6466416666666667
30/12/2012	goud	4:00:00 μμ	235	214	7758,7	0,6465583333333333
30/12/2012	goud	3:55:00 μμ	311	214	7758,7	0,6465833333333333
30/12/2012	goud	3:50:00 μμ	337	215	7757,7	0,646475
30/12/2012	goud	3:45:00 μμ	364	212	7760,7	0,646725
30/12/2012	goud	3:40:00 μμ	402	214	7758,7	0,6465833333333333
30/12/2012	goud	3:35:00 μμ	438	212	7760,7	0,646725
30/12/2012	goud	3:30:00 μμ	454	216	7756,7	0,6463916666666667
30/12/2012	goud	3:25:00 μμ	481	213	7759,7	0,6466416666666667

Εικόνα 4.7

```
SELECT Sum(loss_9am5pm_sol100_P1500.Εκφρ2) AS Εκφρ3, Sum(loss_9am5pm_sol100_P1500.Εκφρ1) AS Εκφρ4
FROM loss_9am5pm_sol100_P1500;
```

Εικόνα 4.8

Εκφρ3	Εκφρ4
259,376233	3112514,80000002

Εικόνα 4.9

4.4 Υπολογισμός μέσης ωριαίας ισχύος

Υπολογίζουμε μέσω ερωτημάτων τις μέσες ωριαίες τιμές ισχύος για όλα τα πάρκα και ανεξάρτητα της ημέρας. Στην συνέχεια παρουσιάζουμε σε πίνακα παρακάτω (πίνακας 4.1) αυτές τις μέσες τιμές, καθώς και σχετικό γράφημα (εικόνα 4.10). Από το γράφημα αυτό εύκολα διαπιστώνει κανείς ότι τα κριτήρια που θέσαμε παραπάνω για την σύνθετη αναζήτηση επί της βάσης είναι εύλογα.

Για να ενισχύσουμε τον παραπάνω ισχυρισμό μας, υπολογίσαμε και τις τυπικές αποκλίσεις των τιμών της ισχύος για τις περιπτώσεις-κριτήρια που αναζητήσαμε. Έτσι στον πίνακα 4.2 παρουσιάζουμε μέση τιμή και τυπική απόκλιση για τις ισχύεις στον inverter1 (Pdc1), για αναζήτηση με ισχύ παραγωγής πάνω από 1000W, 1500W, 2000W και 5000W αντίστοιχα. Βλέπουμε ξεκάθαρα ότι με δεδομένη την υπολογισμένη με ερώτημα τυπική απόκλιση, η τιμή που έχουμε επιλέξει είναι αρκετά εκτός της κρίσιμης περιοχής δεδομένων. Στην εικόνα 4.12 παρουσιάζεται ο κώδικά sql για τον υπολογισμό τυπικής απόκλισης.

```

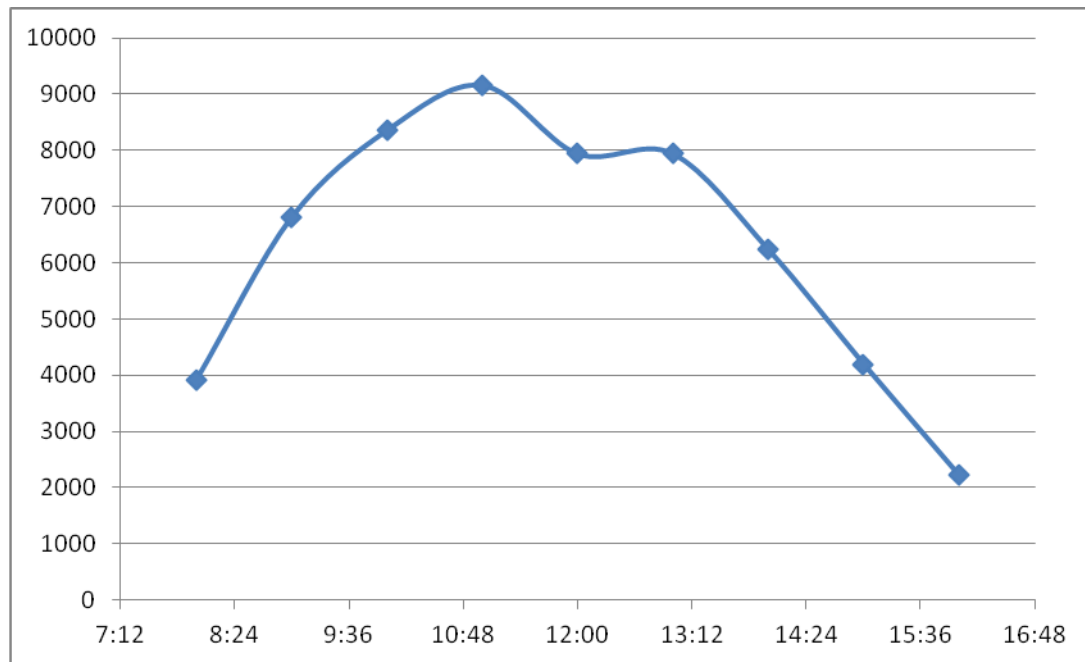
loss_9am5pm_sol100_P1500 Ερώτημα2 Ερώτημα3
SELECT avg(gia_deviation5000.Pdc1), StDev(gia_deviation5000.Pdc1)
FROM gia_deviation5000;

```

Εικόνα 4.12

Ωρα		Ισχύς (W)
Από	Έως	
8:00	9:00	3917
9:00	10:00	6813
10:00	11:00	8359
11:00	12:00	9160
12:00	13:00	7940
13:00	14:00	7940
14:00	15:00	6238
15:00	16:00	4198
16:00	17:00	2220

Πίνακας 4.1



Εικόνα 4.10

Όριο ισχύος	Μέση ισχύ	Τυπική απόκλιση
1500	7686,58648443432	5039,7946421239
1000	7162,13139907937	5141,363
2000	8245,16118311731	4915,981688
5000	11327,3038793103	3733,25897

Πίνακας 4.2

4.5 Εξάρτηση των απωλειών ενέργειας από την επιλογή σε όριο ισχύος

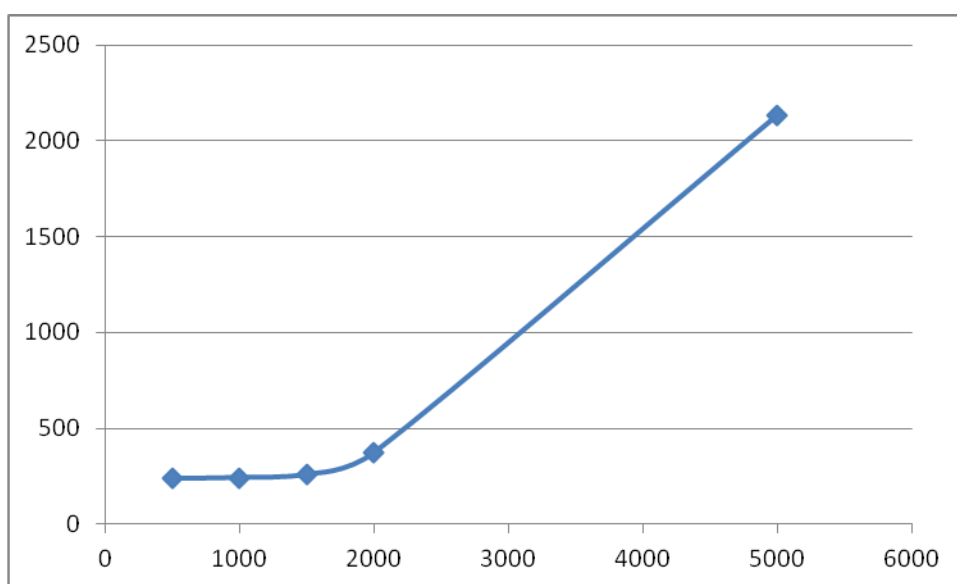
Στα πλαίσια της εργασίας έγιναν αρκετές δοκιμές με ερωτήματα αναζήτησης προκειμένου να επιλέξουμε κατάλληλο όριο ισχύος που προέρχεται από έναν inverter. Ανάλογα με το όριο που θέτουμε, και πάντα ακολουθώντας τη μεθοδολογία που έχουμε περιγράψει παραπάνω, ο παρακάτω πίνακας 4.3

Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλογή Σοφία

παρουσιάζει τις απώλειες ενέργειας ανάλογα με την ισχύ. Βλέπουμε πως για μικρά όρια ισχύος (500 έως 1000W) οι συνολικές απώλειες ενέργειας είναι πολύ κοντά. Σε μεγαλύτερες τιμές ορίου (5000) απομακρυνόμαστε. Αυτό βέβαια είναι λογικό, καθώς μικρή παραγωγή είναι αποδεκτή για ημέρες και ώρες με χαμηλή ηλιοφάνεια (βαριά συννεφιά). Οι τιμές αυτές γραφικά παρουσιάζονται στην εικόνα 4.13.

Όριο ισχύος	Απώλεια ενέργειας (kWh)
500	236,52
1000	241,52
1500	259,38
2000	372,47
5000	2133

Πίνακας 4.2



Εικόνα 4.13

4.6 Δεδομένα σχέσης ηλιοφάνειας και παραγόμενης ενέργειας

Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλογή Σοφία

Με εφαρμογή κατάλληλων ερωτημάτων επί της βάσης υπολογίσαμε τη μέση παραγωγή ισχύος ανά inverter και 5λεπτο για ηλιοφάνεια με ένδειξη από το πυρανόμετρο μεγαλύτερη από 50. Η μέση τιμή είναι 6744,28W. Και τα παραπάνω μεταξύ 9πμ και 4μμ.

Η μέση παραγωγή ανά inverter με ένδειξη στο πυρανόμετρο μικρότερη του 50 είναι:436,18W. Η αντίστοιχη παραγωγή ενέργειας σε αυτές τις περιπτώσεις υπολογίζεται ίση με 138,9kWh.

Στη συνέχεια αναζητήσαμε στις παραπάνω περιπτώσεις(ηλιοφάνεια<50) καταγραφές όπου είχαμε μικρή τιμή στο λόγο, δηλαδή μικρή παραγωγή ανά μονάδα ηλιοφάνειας, και για δεδομένη παραγωγή. Η μη παραγόμενη ενέργεια για αυτές τις περιπτώσεις ήταν 385,2kWh ανά inverter ενώ αν είχαμε κανονική(μέση) ηλιοφάνεια θα αναμέναμε παραπάνω ενέργεια 23236kWh ανά inverter!

Συνεπώς από τα παραπάνω μπορεί να εξαχθεί συμπέρασμα σχετικά με την μη αναμενόμενη παραγωγή λόγω έλλειψη ηλιοφάνειας (καιρικές συνθήκες), αν μας ενδιαφέρει βέβαια αυτό.

Επίσης μπορεί να εντοπισθεί σφάλμα σε μετρήσεις ισχύος ή ηλιοφάνειας, μέσω υπολογισμού της απόκλισης του λόγου P_{dc1}/S_{ollr} από τη μέση τιμή και εκτός τυπικής απόκλισης.

4.7 Απώλεια ενέργειας σε πάρκο συνολικά εκτός

Μια άλλη βασική κατηγορία σφαλμάτων που μας ενδιαφέρει είναι η περίπτωση να έχουμε εκτός λειτουργίας ολόκληρο το πάρκο για κάποιες χρονικές στιγμές, όπου θα αναμέναμε να έχουμε κάποια παραγωγή ισχύος και ενέργειας.

Εδώ η αναζήτηση μας γίνεται με τα εξής κριτήρια: Θέλουμε ταυτόχρονα να έχουμε μικρή παραγωγή σε όλους τους inverter και επιπλέον να υπάρχει μια δεδομένη ηλιοφάνεια, τέτοια ώστε να αναμένεται παραπάνω παραγωγή. Στις εικόνες 4.14 και 4.15 παρακάτω φαίνονται τα κριτήρια και τα αποτελέσματα της εκτέλεσης του ερωτήματος στη βάση δεδομένων.

Πεδίο:	park_name	#Datum	Uhrzeit	Pdc1	Πεδίο17	Πεδίο25	Πεδίο33	Sollrr
Πίνακας:	base01	base01	base01	base01	base01	base01	base01	base01
Ταξινόμηση:								
Εμφάνιση:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Κριτήρια:			>#9:00:00 πμ# And <	<500	<500	<500	<500	>50
η:								

Εικόνα 4.14

park_name	#Datum	Uhrzeit	Pdc1	Πεδίο17	Πεδίο25	Πεδίο33	Sollrr
libe	16/12/2012	11:00:00 AM	0	0	0	0	739
libadia	14/12/2012	10:25:00 AM	138	146	144	148	67
libadia	14/12/2012	9:20:00 AM	343	361	353	376	80
libadia	13/12/2012	9:35:00 AM	0	0	0	0	138
libadia	12/12/2012	9:25:00 AM	241	239	239	271	57
libadia	11/12/2012	9:15:00 AM	0	0	0	0	435
libadia	10/12/2012	12:10:00 PM	0	0	0	0	267
libadia	10/12/2012	12:05:00 PM	0	0	0	0	836
libadia	10/12/2012	12:00:00 PM	0	0	0	0	938
libadia	9/12/2012	11:25:00 AM	18	22	19	20	77
libadia	9/12/2012	11:20:00 AM	0	0	0	0	128
libadia	9/12/2012	11:15:00 AM	0	0	0	0	501
libadia	9/12/2012	11:10:00 AM	0	0	0	0	729
libadia	9/12/2012	11:05:00 AM	0	0	0	0	353
libadia	9/12/2012	11:00:00 AM	0	0	0	0	304
libadia	9/12/2012	10:55:00 AM	0	0	0	0	419
libadia	9/12/2012	10:50:00 AM	0	0	0	0	515
libadia	7/12/2012	3:00:00 PM	0	0	0	0	78
libadia	7/12/2012	9:25:00 AM	0	0	0	0	385
libadia	3/12/2012	3:10:00 PM	177	238	216	189	285
*							

Εικόνα 4.15

Για τον υπολογισμό της ενέργειας που δεν καταφέρνουμε να παράγουμε κατά τα συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα, ακολουθήσαμε δύο τρόπους:

Ο πρώτος είναι υιοθετώντας τη μέση παραγωγή ισχύος για το διάστημα 9πμ-4μμ, και θεωρώντας ότι αυτήν την τιμή θα μπορούσε να έχει κάθε inverter.

Ο δεύτερος τρόπος είναι να υπολογίζουμε την ενέργεια ανάλογα με την ώρα που έχουμε απώλεια πάρκου και την αντίστοιχη μέση ισχύ από τον πίνακα 4.1.

Μετά από τους απαραίτητους υπολογισμούς, ο πρώτος τρόπος μας δίνει ένα αποτέλεσμα απώλειας ενέργειας 48,2kWh ενώ ο δεύτερος 50,3kWh, δηλαδή τιμές πολύ κοντά.

Όπως φαίνεται, οι τιμές αυτές είναι πολύ μικρές, αλλά και το διάστημα μελέτης, όπως και το πλήθος των πάρκων είναι αντίστοιχα πολύ περιορισμένα. Η βάση δεδομένων βέβαια μπορεί εύκολα να υποστηρίξει πολύ περισσότερα δεδομένα, και

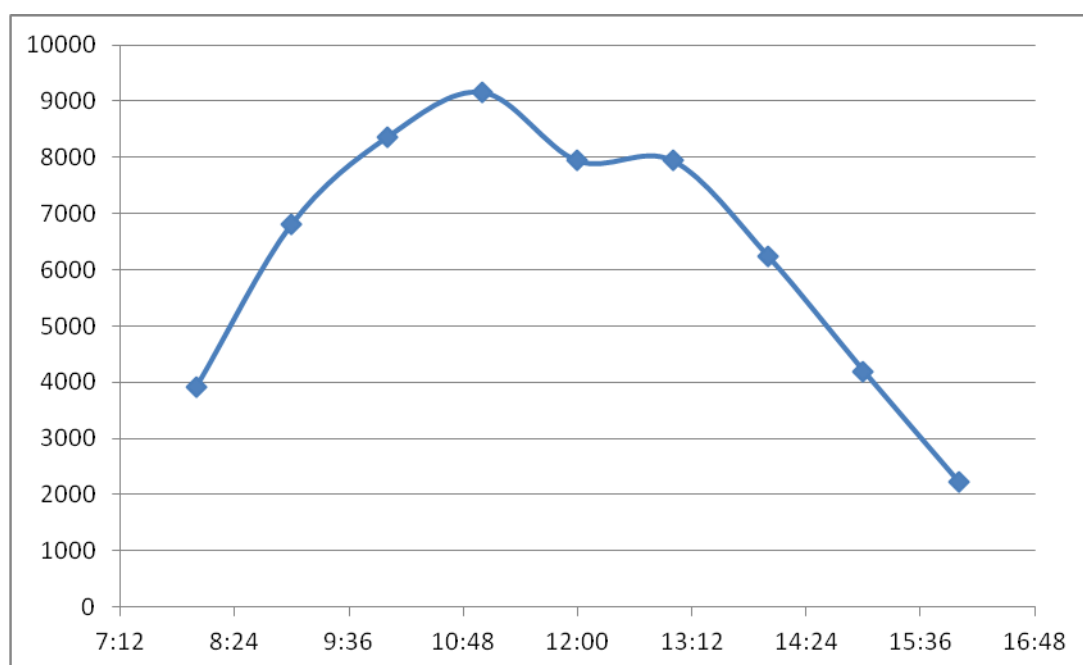
η κρίσιμη πληροφορία θα αποκτάται με τον ίδιο τρόπο, χωρίς επιπλέον υπολογισμούς. Με άλλα λόγια, μπορεί το διάστημα μελέτης να είναι μικρό στην παρούσα εργασία, αλλά στόχος είναι να δημιουργηθεί μια κατάλληλη μεθοδολογία με την ανάπτυξη χρήσιμων εργαλείων, προκειμένου να αποκτούμε την πληροφορία που σχετίζεται με θέματα αξιοπιστίας φωτοβολταϊκής παραγωγής.

Επισημαίνεται τέλος πως θεωρούμε δεδομένη διαρκώς την επικοινωνία με το πάρκο, δηλαδή την συνεχή καταγραφή δεδομένων. Σε περίπτωση που δεν έχουμε καταγραφή και έχουμε σφάλμα, η λογική της παρούσας εργασίας δεν θα οδηγεί σε ακριβείς υπολογισμούς.

Κεφάλαιο 5 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα σημαντικότερα αποτελέσματα από τους υπολογισμούς που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια 2 και 4.

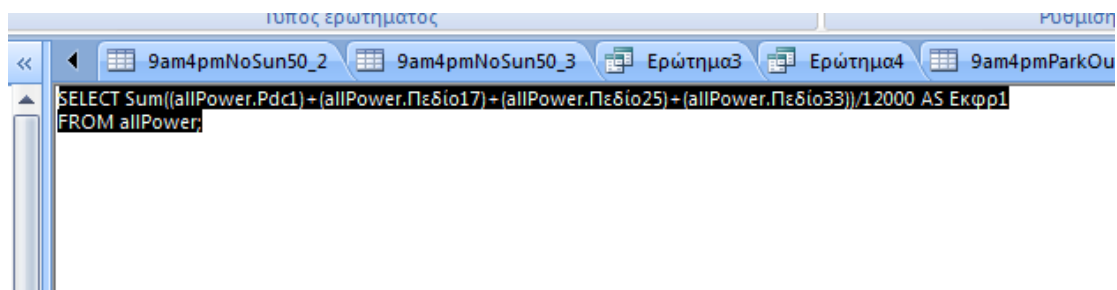
Στην εικόνα 5.1 παρουσιάζεται η μέση ανά ώρα παραγόμενη ισχύς ανά inverter, όπου φαίνεται η διακύμανση κατά τη διάρκεια της ημέρας.



Εικόνα 5.1

Η συνολική παραγωγή ενέργειας είναι 19615,23 KWh για το διάστημα 28/11/2012 έως 1/1/2013 και από τα τέσσερα πάρκα. Πρόκειται για εξαγωγή πληροφορίας από τα δεδομένα ανά 5λέπτο (εικόνα 5.2). Στο συγκεκριμένο διάστημα έχουμε μη

παραγωγή αναμενόμενης ενέργειας λόγω απώλειας μεμονωμένου inverter ή λόγω εξόδου συνολικού πάρκου.



Εικόνα 5.2

Λόγω σφάλματος σε συνολικό πάρκο υπολογίστηκε ενέργεια περίπου 50kWh. Λόγω σφάλματος σε μεμονωμένο inverter υπολογίστηκε σφάλμα περίπου 250kWh (Πίνακας 5.2). Με έλεγχο από τους υπολογισμούς στο κεφάλαιο2 σχετικά με σφάλματα σε μεμονωμένους inverter, συμπεραίνουμε ότι ο inverter1 έχει μόνο πρόβλημα.

Συνεπώς έχουμε συνολικά περίπου 300kWh μη παραγόμενη ενέργεια για το εν λόγω διάστημα, δηλαδή ποσοστό 1,53%.

Αριθμός Inverter	ΡΙΖΙΚΑΣ	ΛΙΒΑΔΙΑ	ΒΙΠΕ	ΓΟΥΔΟΥΡΑΣ	ΣΥΝΟΛΟ (Wh)
INV0		14075,75		1086734,75	1100810,50
IN1	103602	0,00		63025,75	166627,75
IN2		21408,75			21408,75
INV3		27277,25			27277,25
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΚΟΥ	103602	62761,8	0	1149761	1316124,3

Πίνακας 5.1

Όριο ισχύος	Απώλεια ενέργειας (kWh)
-------------	-------------------------

500	236,52
1000	241,52
1500	259,38

Πίνακας 5.2

Για τις περιπτώσεις χαμηλής ηλιοφάνειας ($S_{ollr} < 50$) με καταγραφές όπου είχαμε μικρή τιμή στο λόγο P_{dc1}/S_{ollr} , δηλαδή μικρή παραγωγή ανά μονάδα ηλιοφάνειας, η μη παραγόμενη ενέργεια ήταν 385,2kWh ανά inverter. Αυτό υπολογίστηκε θεωρώντας ότι θα είχαμε επιπλέον παραγόμενη ενέργεια, αν είχαμε μια τυπική ηλιοφάνεια άρα και ισχύ για τους εν λόγω χρόνους των δεδομένων. Αυτό αντιστοιχεί σε ένα ποσοστό 1,96%.

Τέλος ενδιαφέρον έχουν τα αποτελέσματα για την πιο μακροχρόνια ανάλυση αλλά σε δεδομένα ανά ημέρα και όχι ανά 5λεπτο. Σύμφωνα με τον πίνακα 5.1 έχουμε συνολικά 1316,12kWh απώλεια ενέργειας λόγω απώλειας μεμονωμένου inverter, για ένα διάστημα όμως μέχρι και 19 μήνες. Σύμφωνα με τον πίνακα 5.3 παρακάτω, η συνολική παραγόμενη ενέργεια είναι 701699,43kWh. Αυτό αντιστοιχεί σε ένα ποσό 0,19%, ποσοστό αρκετά μικρό.

ΠΑΡΚΟ	ΓΟΥΔΟΥΡΑΣ	ΒΙΠΕ	ΛΙΒΑΔΙΑ	ΡΙΖΙΚΑΣ	ΣΥΝΟΛΟ
sum(Wh)	222558566	77896935	198082812	203161113	701699426
kWh	222558,566	77896,94	198082,812	203161,11	701699,43

Πίνακας 5.3

Βιβλιογραφία

Πτυχιακή Εργασία : Μελέτη ενεργειακής αξιοπιστίας εγκατεστημένων Φωτοβολταϊκών σταθμών, με χρήση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων – Συλλογή Σοφία

Βιβλία:

- Φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, ΣΤΑΜΑΤΗΣ Δ. ΠΕΡΔΙΟΣ, εκδόσεις ΤΣΕΛΚΑ
εΚΔΟΤΙΚΗ .
- Φωτοβολταϊκά συστήματα, Ι.Ε. ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ, εκδόσεις ΖΗΤΗ

Ηλεκτρονική μορφή - Διαδίκτυο:

http://www.4green.gr/data/fotovoltaiika/news/preview_news/91096.asp#photo2

http://www.4green.gr/data/news/preview_news/88687.asp

<http://www.helapco.gr/ims/file/installers/totee-klimatika.pdf>

<http://www.selasenergy.gr/fundamentals.php>

<http://www.fotovoltaiika-systems.gr/fotovoltaiika-inverters.html>

<http://poseidon.library.tuc.gr/artemis/DT2007-0012/DT2007-0012.pdf>

http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2009-0160/DT2009-0160.pdf

<http://vivliothmyy.ee.auth.gr>

<http://www.solar-systems.gr/solar-panel-pv-8.html>

<http://vivliothmyy.ee.auth.gr>

<http://poseidon.library.tuc.gr>

Άλλες πηγές

- Σημειώσεις από το μάθημα Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Κατσαπρακάκης Δημήτρης
- Πληροφορίες από κατασκευαστική εταιρία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.