



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Θέμα

Ανάπτυξη Πληροφοριακού Συστήματος Παρακολούθησης και Πρόβλεψης Ενεργειακών
Δεδομένων Εμπορικών Κτηρίων

Υλοποίηση

Ηλίας Α. Κούτλας

Αλέξανδρος Ι. Σιδεράς

Επιβλέπων

Βασίλειος Ασημακόπουλος

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Υπεύθυνη

Φωτεινή Σκιαδά

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Δεκέμβριος 2013



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Θέμα

Ανάπτυξη Πληροφοριακού Συστήματος Παρακολούθησης και Πρόβλεψης Ενεργειακών
Δεδομένων Εμπορικών Κτηρίων

Υλοποίηση

Ηλίας Α. Κούτλας

Αλέξανδρος Ι. Σιδεράς

Επιβλέπων

Βασίλειος Ασημακόπουλος

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Υπεύθυνη

Φωτεινή Σκιαδά

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή την ___^η Δεκεμβρίου 2013

Βασίλειος Ασημακόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Γρηγόριος Μέντζας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Δεκέμβριος 2013

Ηλίας Α. Κούτλας

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Αλέξανδρος Ι. Σιδεράς

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Ηλίας Α. Κούτλας & Αλέξανδρος Ι. Σιδεράς, 2013

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξολοκλήρου ή μέρους αυτής, για εμπορικό ή κερδοσκοπικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για εμπορικό-κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται αποκλειστικά στους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτή την εργασία εκφράζουν τους συγγραφείς και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου συμπεριλαμβανόμενων Σχολών, Τομέων και Μονάδων αυτού.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρεί την δημιουργία ενός πληροφοριακού συστήματος παρακολούθησης και πρόβλεψης χρονοσειρών δεδομένων κατανάλωσης ηλεκτρικής ισχύος και ενέργειας και παραγόμενων αριθμοδεικτών συγκεκριμένων κατηγοριών εμπορικών κτηρίων, σε μια προσπάθεια να αποτελέσει βασικό τεχνικό εργαλείο λήψης αποφάσεων διαχείρισης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τα κτήρια αυτά.

Αρχικά παρουσιάζεται η θεωρία και η μεθοδολογία της μελέτης ενεργειακής επίδοσης εμπορικών κτηρίων εστιατορίων –ταχυφαγείων σύμφωνα με την οποία υλοποιήθηκε η εφαρμογή. Αναπτύσσουμε την αντίστοιχη θεωρία και μεθοδολογία και για τα κτήρια των τραπεζών και των ξενοδοχείων σε μια προσπάθεια δημιουργίας θεωρητικού υποβάθρου επέκτασης της εφαρμογής μας. Προτείνουμε κριτήρια κατηγοριοποίησης κτηρίων και τον τρόπο κατανομής εργασίας συλλογής δεδομένων κατανάλωσης ηλεκτρικής ισχύος και ενέργειας, δεδομένων που αφορούν την λειτουργία του εκάστου κτηρίου και σταθερών δεδομένων του κτηρίου, το είδος τους και τον τρόπο καταχώρισής τους στην βάση δεδομένων της εφαρμογής. Επιπλέον κατασκευάζουμε αριθμοδείκτες αποτύπωσης ενεργειακής επίδοσης των κτηρίων αλγεβρικά παραγόμενους από τα διαθέσιμα δεδομένα.

Στην συνέχεια παρουσιάζουμε συνοπτικά το τμήμα της θεωρίας των τεχνικών προβλέψεων το οποίο και αξιοποιήσαμε στην υλοποίηση του λογισμικού για την παραγωγή προβλέψεων των χρονοσειρών των δεδομένων μας και των χρονοσειρών των παραγόμενων αριθμοδεικτών ενεργειακής επίδοσης. Δίνουμε μια ερμηνεία των βασικών μεθόδων προβλέψεων και της μεθοδολογίας που ακολουθήσαμε ώστε να βοηθήσουμε τον αναγνώστη και χρήστη της εφαρμογής να κατανοήσει την χρησιμότητά τους αλλά και τις παρεχόμενες πληροφορίες που του παρέχει η εφαρμογή ως προς την ενεργειακή επίδοση του συγκεκριμένου κτηρίου.

Ακολούθως παρουσιάζουμε την διαδικασία υλοποίησης του πληροφοριακού συστήματος. Σχεδιάζουμε την βάση δεδομένων της εφαρμογής, αξιοποιούμε τις αρχές τεχνολογίας λογισμικού για την σχεδίαση και την υλοποίηση της εφαρμογής των windows ΣΙΒΥΛΛΑ και της windows υπηρεσίας Hermes, παρουσιάζουμε τις διαφορετικές περιπτώσεις χρήσης της εφαρμογής μέσω UML διαγραμμάτων, και καταγράφουμε τις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις του σχεδιαζόμενου λογισμικού. Τέλος παρέχουμε το εγχειρίδιο χρήσης της εφαρμογής αναλύοντας συνοπτικά τις δυνατότητές της.

Λέξεις Κλειδιά: Τεχνικές Προβλέψεων, Αριθμοδείκτες Ενεργειακής Επίδοσης, Εφαρμογή Windows, Υπηρεσία Windows, Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας και Ισχύος

Abstract

In this thesis we attempt to create an information system for monitoring and predicting time series of electrical power and energy data and electrical energy performance indicators, taken from specific categories of commercial buildings, so as to use it as a central decision analysis tool for managing electrical energy consumption in these buildings.

In the beginning, we present the theory and methodology of electrical energy efficiency in commercial buildings of restaurants and fast food restaurants, as we used it to implement our software. We develop the corresponding theory and methodology for the buildings of banks and hotels in an attempt to create the necessary theoretical background for future extension of our software. We suggest criteria for categorizing buildings and the way of organizing our work for collecting electrical energy and power consumption data, data that have to do with each building's operation and its steady characteristics, their kind and the way of inserting them in our database. Furthermore, we construct energy performance indicators based on our collected data.

Next, we concisely present part of the theory of forecasting methods as we applied them in the creation of our software for predicting the time series of our data and energy performance indicators. We give an interpretation of basic forecasting methods and their methodology in order to help the reader and user of our software to understand not only their utility, but the supplied software's information for the energy performance of the particular building.

Subsequently, we present the procedure of implementing our information system. We design our software's database, we utilize the basic software engineering principles for the design and implementation of windows application SIBYLLA and windows service Hermes, we present different cases of use of our application through UML diagrams, and we mention the software's requirements and specifications. Finally we construct software's user manual, in which we analyse its possibilities.

Key words: Forecasting Techniques, Energy Performance Indicators, Windows Application, Windows Service, Electrical Energy and Power Consumption

Πρόλογος

Η διπλωματική αυτή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων της Μονάδας Προβλέψεων και Στρατηγικής κατά το ακαδημαϊκό έτος 2012-2013. Η μονάδα υπάγεται στον Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ, του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Μια διπλωματική εργασία πρέπει να αποτελεί εικόνα των επιστημονικών ενδιαφερόντων των φοιτητών και ταυτότητα της γνώσης και της κρίσης τους. Με αυτή την λογική αποφασίσαμε την ανάληψη του παρόντος θέματος σε μια προσπάθεια να αποκτήσουμε εμπειρία στην εφαρμογή των σύγχρονων και μη τεχνικών προβλέψεων σε ένα τομέα μείζονος σημασίας για την παγκόσμια οικονομία και το περιβάλλον, όπως είναι αυτός της αξιολόγησης της ενεργειακής επίδοσης των εμπορικών κτηρίων.

Ως εκ τούτου ευχαριστούμε τον καθηγητή κύριο Βασίλειο Ασημακόπουλο και μέλη της μονάδας Προβλέψεων και Στρατηγικής του τομέα Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για την εμπιστοσύνη που μας έδειξαν αναθέτοντάς μας την εκπόνησή της παρούσας εργασίας. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους καθηγητές κ. Ι. Ψαρρά και Γ. Μέντζα για την τιμή που μας έκαναν να συμμετέχουν στην επιτροπή εξέτασης της εργασίας.

Ευχαριστούμε ιδιαίτερω την διπλωματούχο ηλεκτρολόγο μηχανικό και μηχανικό υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου Φωτεινή Σκιαδά, η οποία μας καθοδηγούσε με τις επιστημονικές και τις τεχνικές της γνώσεις σε όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Από την πλευρά μου ως Αλέξανδρος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Ηλία που μου συμπαραστάθηκε ψυχολογικά στα προβλήματα υγείας που αντιμετώπισα στην διάρκεια εκπόνησης της εργασίας και συνέβαλλε τα μέγιστα στην ταχύτερη περάτωση της εργασίας συμπληρώνοντας ουσιαστικά το κενό της απουσίας μου. Κυρίως και εγκαρδίως ευχαριστώ τον Ιερομόναχο Πατέρα Ονούφριο Κωστόπουλο για την διαρκή πνευματική και σωτήρια στήριξή του.

Τέλος εκφράζουμε την ευγνωμοσύνη μας στις οικογένειές μας, παρούσες ηθικά και παιδευτικά στην μέχρι τώρα πορεία μας και διαμόρφωση του χαρακτήρα μας.

Ηλίας Α. Κούτλας , Αλέξανδρος Ι. Σιδερής

Αθήνα, Δεκέμβριος 2013

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
Abstract.....	6
Πρόλογος.....	7
Πίνακας Περιεχομένων.....	8
Πίνακας Εικόνων.....	13
ΜΕΡΟΣ Α: Ευρεία Περίληψη.....	19
A1 Εισαγωγή.....	19
A2 Μεθοδολογία Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης Εμπορικών Κτηρίων.....	20
A3 Τεχνικές Προβλέψεων.....	27
A3.1 Ο αλγόριθμος των προβλέψεων.....	28
A3.2 Κατηγορίες Μεθόδων Πρόβλεψης.....	28
A3.3 Χρονοσειρές Δεδομένων.....	28
A3.4 Ποσοτικές Μέθοδοι Προβλέψεων Μοντέλου Χρονοσειρών.....	29
A3.5 Επιλογή Καταλληλότερης Μεθόδου Πρόβλεψης.....	29
A3.6 Μέθοδοι Εύρεσης Ασυνήθιστων Τιμών (Special Events).....	31
A4 Ανάπτυξη Πληροφοριακού Συστήματος.....	31
A4.1 Η Windows Εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ (Windows Application ΣΙΒΥΛΛΑ).....	32
A4.1.1 Εργαλεία Υλοποίησης.....	32
A4.1.2 Σενάρια Χρήσης.....	32
A4.1.3 Προδιαγραφές Ευχρηστίας.....	36
A4.2 Η Windows Υπηρεσία Hermes (Windows Service Hermes).....	38
A5 Τελικά Συμπεράσματα Ενεργειακής Διαχείρισης και Χρήσης Πληροφοριακού Συστήματος.....	38
A6 Δυνατότητες Επέκτασης και Βελτίωσης Εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ.....	39
ΜΕΡΟΣ Β: Θεωρητικό Υπόβαθρο Εφαρμογής.....	41
B1 Μεθοδολογία Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης Εμπορικών Κτηρίων.....	41
B1.1 Εισαγωγή.....	41
B1.2 Πρώτη Φάση Μεθοδολογίας Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης Εμπορικών Κτηρίων Ανεξαρτήτως Κατηγορίας Κτηρίου.....	43
B1.2.1 Ορισμός Αριθμοδεικτών και Στόχος της Μεθοδολογίας.....	43
B1.2.2 Κατηγοριοποίηση των Κτηρίων.....	43
B1.2.3 Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων.....	45
B1.2.4 Αρχική Επεξεργασία Δεδομένων.....	53

B1.3 Δεύτερη Φάση Μεθοδολογίας Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης Εμπορικών Κτηρίων με εξειδικευμένους αριθμοδείκτες για Εστιατόρια – Ταχυφαγεία, Τράπεζες και Ξενοδοχεία.....	59
B1.3.1 Εισαγωγή.....	59
B1.3.2 Εστιατόρια – Ταχυφαγεία.....	59
B1.3.2.1 Αρχική Κατανομή Καταναλώσεων σε κατάσταση γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο	59
B1.3.2.2 Συλλογή Δεδομένων.....	60
B1.3.2.3 Αρχική Επεξεργασία Δεδομένων.....	64
B1.3.2.4 Κατασκευή Αριθμοδεικτών Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης.....	65
B1.3.2.5 Κατασκευή Μέτρων Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης.....	75
B1.3.2.5.1 Συντελεστή Συσχέτισης.....	75
B1.3.2.5.2 Ο Συντελεστής Συσχέτισης ως μέτρο ενεργειακής επίδοσης.....	77
B1.3.3 Τράπεζες.....	85
B1.3.3.1 Αρχική Κατανομή Καταναλώσεων.....	85
B1.3.3.2 Συλλογή Δεδομένων.....	86
B1.3.3.3 Αρχική Επεξεργασία Δεδομένων.....	89
B1.3.3.4 Κατασκευή Αριθμοδεικτών Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης.....	89
B1.3.3.5 Κατασκευή Μέτρων Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης.....	98
B1.3.4 Ξενοδοχεία.....	104
B1.3.4.1 Αρχική Κατανομή Καταναλώσεων.....	105
B1.3.4.2 Συλλογή Δεδομένων.....	109
B1.3.4.3 Αρχική Επεξεργασία Δεδομένων.....	113
B1.3.4.4 Κατασκευή Αριθμοδεικτών Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης.....	114
B1.3.4.5 Κατασκευή Μέτρων Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης.....	122
B2 Θεωρία Τεχνικών Προβλέψεων.....	126
B2.1 Εισαγωγή στις τεχνικές προβλέψεων.....	126
B2.2 Ο αλγόριθμος των προβλέψεων.....	127
B2.3 Κατηγοριοποίηση Μεθόδων Πρόβλεψης.....	129
B2.3.1 Ποσοτικές Μέθοδοι.....	129
B2.3.2 Ποιοτικές – Κριτικές Μέθοδοι.....	131
B2.3.3 Τεχνολογικές Μέθοδοι.....	131
B2.4: Χρονοσειρές Δεδομένων.....	132

B2.4.1	Εισαγωγή στις Χρονοσειρές.....	132
B2.4.2	Γραφικές Παραστάσεις Χρονοσειρών.....	132
B2.4.3	Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Χρονοσειρών.....	135
B2.4.4	Βασικοί Στατιστικοί Δείκτες Χρονοσειράς.....	141
B2.4.4.1	Μια Χρονοσειρά Δεδομένων.....	141
B2.4.4.2	Δύο Χρονοσειρές Δεδομένων.....	144
B2.5	Μέθοδοι Αποσύνθεσης Χρονοσειράς.....	145
B2.5.1	Κλασσική Μέθοδος Αποσύνθεσης.....	146
B2.5.2	Βιβλιογραφική Αναφορά Μεθόδων Αποσύνθεσης.....	149
B2.6	Ποσοτικές Μέθοδοι Προβλέψεων Χρονοσειρών.....	150
B2.6.1	Απλοϊκή Μέθοδος (Naive Method).....	150
B2.6.2	Εποχιακή Απλοϊκή Μέθοδος (Seasonal Naive Method).....	151
B2.6.3	Η μέθοδος της ολίσθησης (Drift Method).....	151
B2.6.4	Η μέθοδος του απλού μέσου όρου (Average Method).....	152
B2.6.5	Η μέθοδος του Κινητού Μέσου Όρου (Moving Average Method).....	152
B2.6.6	Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση (Simple Linear Regression).....	153
B2.6.7	Μέθοδοι Εκθετικής Εξομάλυνσης (Exponential Smoothing Methods).....	155
B2.6.7.1:	Απλή Εκθετική Εξομάλυνση (Simple Exponential Smoothing Method or SES Method).....	155
B2.6.7.2:	Εκθετική Εξομάλυνση Γραμμικής Τάσης (Holt's Linear Trend Method).....	158
B2.6.7.3:	Εκθετική Εξομάλυνση Μη Γραμμικής Τάσης (Damped Trend Methods).....	160
B2.6.8	Μέθοδος Θ	162
B2.6.9	Μέθοδος Αποσύνθεσης STL.....	165
B2.6.10	Αυτοπαλινδρομικές Μέθοδοι Κινητού Μέσου Όρου (Autoregressive Integrated Moving Average or ARIMA).....	168
B2.7	Επιλογή Καταλληλότερης Μεθόδου Πρόβλεψης.....	168
B2.7.1	Μέτρηση Ακρίβειας Προβλέψεων.....	168
B2.7.2	Μεθοδολογία Επιλογής Καταλληλότερης Μεθόδου.....	170
B2.8	Μέθοδοι Εύρεσης Ασυνήθιστων Τιμών (Special Events).....	171
B2.8.1	Λωρίδες του Bollinger (Bollinger Bands).....	172
B2.8.2	Στατιστικές Μέθοδοι Εντοπισμού Special Events	174
B2.8.2.1	Πρώτη Μέθοδος Εντοπισμού Special Events.....	175

B2.8.2.2 Δεύτερη Μέθοδος Εντοπισμού Special Events	176
B2.8.2.3 Τρίτη Μέθοδος Εντοπισμού Special Events.....	176
B2.8.2.4 Τέταρτη Μέθοδος Εντοπισμού Special Events.....	177
B2.8.2.5 Παρατηρήσεις επι των Μεθόδων Εντοπισμού Special Events.....	177
ΜΕΡΟΣ Γ: Ανάπτυξη Πληροφοριακού Συστήματος.....	179
G1 Εισαγωγικά Στοιχεία.....	179
G2 Λειτουργικό Σύστημα Microsoft Windows.....	181
G3 Η Windows Εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ (Windows Application ΣΙΒΥΛΛΑ).....	184
G3.1 Εργαλεία Υλοποίησης.....	184
G3.1.1 Το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών Microsoft Visual Studio 2012.....	184
G3.1.2 Η γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου Microsoft Visual Basic (Visual Basic.NET).....	185
G3.1.3 Το λογισμικό διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων Microsoft SQL Server.....	186
G3.1.4 Το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών R Studio.....	186
G3.2 Προδιαγραφές Απαιτήσεων Λογισμικού.....	189
G3.2.1 Σενάρια Χρήσης – Διαγράμματα UML.....	189
G3.2.2 Προδιαγραφές Ευχρηστίας.....	204
G4 Η Windows Υπηρεσία Hermes (Windows Service Hermes).....	212
G5 Το σχεδιάγραμμα της Βάσης Δεδομένων του Πληροφοριακού Συστήματος.....	214
ΜΕΡΟΣ Δ: Τελικά Συμπεράσματα και Παρατηρήσεις.....	216
Δ1 Τρόπος Χρήσης Πληροφοριακού Συστήματος ΣΙΒΥΛΛΑΣ – Hermes.....	216
Δ2 Δυνατότητες Επέκτασης και Βελτίωσης Εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ.....	217
Παράρτημα.....	219
Π1 Εισαγωγή.....	219
Π2 Αρχική Οθόνη.....	219
Π3 Επιλογές λογισμικού ΣΙΒΥΛΛΑ.....	220
Π3.1 Καρτέλα «Επιλογή Κτηρίου».....	220
Π3.2 Καρτέλα «Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου».....	225
Π3.2.1 Καρτέλα «Συνολική Κατανάλωση».....	227
Π3.2.2 Καρτέλα «Κατανάλωση Κουζίνας».....	233
Π3.2.3 Καρτέλα «Κατανάλωση Κλιματισμού».....	238
Π3.2.4 Καρτέλα «Κατανάλωση Φωτισμού».....	241

Π3.3 Καρτέλα «Χρονοσειρές».....	245
Π3.4 Καρτέλα «Προβλέψεις».....	251
Π3.5 Καρτέλα «Special Events».....	255
Π3.6 Καρτέλα «Χρήσιμες Συμβουλές».....	261
Βιβλιογραφία.....	263

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα B1.2.3.1: Καταμερισμός Καταναλώσεων Ηλεκτρικής Ενέργειας.....	45
Εικόνα B1.2.3.1: Πίνακας Επιπέδου Φωτεινότητας σε διάφορες φυσικές καταστάσεις.....	51
Εικόνα B1.2.4.1: Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας σε Κτήριο Εστιατορίου...	54
Εικόνα B1.2.4.2: Κυκλικά Διαγράμματα Κατανομής Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας της εικόνας B1.2.4.1.....	54
Εικόνα B1.3.2.1.1: Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Κύριες Χρήσεις & Υποχρήσεις καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο	60
Εικόνα B1.3.3.1.1: Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Κύριες Χρήσεις.....	85
Εικόνα B1.3.4.1.1: Ενδεικτική Κατανομή Καταναλώσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Κύριες Χρήσεις.....	105
Εικόνα B1.3.4.1.2: Ενδεικτική Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Υποχρήσεις για την Κύρια Χρήση Υπηρεσιών Εστίασης Ξενοδοχείου.....	106
Εικόνα B1.3.4.1.3: Ενδεικτική Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Υποχρήσεις για την Κύρια Χρήση Υπηρεσιών Σίτισης Ξενοδοχείου.....	107
Εικόνα B1.3.4.1.4: Ενδεικτική Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Υποχρήσεις για την Κύρια Χρήση Κοινόχρηστων Χώρων.....	107
Εικόνα B1.3.4.1.5: Ενδεικτική Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Υποχρήσεις για την Κύρια Χρήση Υπηρεσιών Ψυχαγωγίας.....	108
Εικόνα B1.3.4.1.6: Ενδεικτική Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Υποχρήσεις για την Κύρια Χρήση Υπηρεσιών Άθλησης.....	108
Εικόνα B1.3.4.1.7: Ενδεικτική Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Υποχρήσεις για την Κύρια Χρήση Υπηρεσιών Συνεδριακής και Επιχειρηματικής Υποστήριξης.....	109
Εικόνα B2.2.1: Αλγόριθμος Προβλέψεων.....	127
Εικόνα B2.3.1: Μοντέλο Χρονοσειρών.....	130
Εικόνα B2.3.2: Αιτιοκρατικό Μοντέλο.....	130
Εικόνα B2.4.2.1: Διάγραμμα Χρόνου Χρονοσειράς Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας Κουζίνας καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο ημερησίου βήματος.....	133
Εικόνα B2.4.2.2: Εποχιακό Διάγραμμα πωλήσεων προϊόντος ανά έτος μηνιαίου βήματος για 12 διαδοχικά έτη.....	134

Εικόνα Β2.4.2.3: Διάγραμμα Διασποράς Συνολικής Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ως προς τα Παραγόμενα Έσοδα καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο.....	135
Εικόνα Β2.4.3.1: Διάγραμμα Χρόνου Συντελεστή Ισχύος Εγκατάσταση Κουζίνας και Ψυγείου καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο.....	136
Εικόνα Β2.4.3.2: Διάγραμμα Χρόνου Αριθμού Επιβατών Εναέριων Μεταφορών με ετήσιο βήμα.....	137
Εικόνα Β2.4.3.3: Διάγραμμα Χρόνου τιμής μετοχής Εθνικής Τράπεζας της Ελλάδος από τον Οκτώβριο του 2011 μέχρι τον Οκτώβριο 2013.....	138
Εικόνα Β2.4.3.4: Διάγραμμα Χρόνου Γενικού Δείκτη Χρηματιστηρίου Αθηνών από τον Οκτώβριο του 2009 μέχρι τον Οκτώβριο 2013.....	139
Εικόνα Β2.4.3.5: Διάγραμμα Χρόνου μετοχής Ελληνικών Πετρελαίων (ΕΛΠΕ) από τον Οκτώβριο του 2012 μέχρι τον Οκτώβριο 2013.....	139
Εικόνα Β2.4.3.6: Διάγραμμα Χρόνου Θερμοκρασίας Καταψύκτη ημερήσιου βήματος καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο	140
Εικόνα Β2.4.4.1.1: Παράδειγμα Συσχετιστικού Διαγράμματος (Correlogram).....	143
Εικόνα Β2.6.8.1: Το μοντέλο Θ.....	164
Εικόνα Β2.8.1.1: Χρήση Λωρίδων Bollinger για την εύρεση ασυνήθιστων τιμών της χρονοσειράς του συντελεστή ισχύος ωριαίου βήματος της κατανάλωσης κουζίνας και ψυγείου καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο. Οι δύο λωρίδες διακρίνονται με το πορτοκαλί και κόκκινο χρώμα.....	174
Εικόνα Γ1.1: Πολυεπίπεδη Δομή Τεχνολογίας Λογισμικού.....	180
Εικόνα Γ1.2: Διαδρομές Κατασκευής Λογισμικού.....	180
Εικόνα Γ2.1: Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων Χρήσης Λειτουργικών Συστημάτων για το έτος 2013 (στατιστική μελέτη χρηστών της ιστοσελίδας www.w3schools.com).....	181
Εικόνα Γ2.2: Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων Χρήσης Λειτουργικών Συστημάτων σε Φορητές Συσκευές για το έτος 2013 (στατιστική μελέτη χρηστών της ιστοσελίδας www.w3schools.com).....	182
Εικόνα Γ2.3: Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων Χρήσης Λειτουργικών Συστημάτων για το έτος 2012 (στατιστική μελέτη χρηστών της ιστοσελίδας www.w3schools.com).....	182
Εικόνα Γ2.4: Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων Χρήσης Λειτουργικών Συστημάτων σε Φορητές Συσκευές για το έτος 2012 (στατιστική μελέτη χρηστών της ιστοσελίδας www.w3schools.com).....	183
Εικόνα Γ3.2.1.1: Διάγραμμα Χρήσης - Αρχική Οθόνη.....	191

Εικόνα Γ3.2.1.2: Διάγραμμα Χρήσης – Επιλογή Κτηρίου.....	191
Εικόνα Γ3.2.1.3: Διάγραμμα Χρήσης – Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου.....	193
Εικόνα Γ3.2.1.4: Διάγραμμα Χρήσης – Επιλογή Παρακολούθησης Διαγραμμάτων Χρονοσειρών.....	196
Εικόνα Γ3.2.1.5: Διάγραμμα Χρήσης – Πρόβλεψη μελλοντικών τιμών χρονοσειράς.....	199
Εικόνα Γ3.2.1.6: Διάγραμμα Χρήσης – Εύρεση Special Events Χρονοσειράς.....	202
Εικόνα Γ3.2.1.7: Διάγραμμα Χρήσης – Ανάγνωση Χρήσιμων Συμβουλών.....	204
Εικόνα Γ5.1: Σχεδιάγραμμα Βάσης Δεδομένων Πληροφοριακού Συστήματος.....	215
Εικόνα Π2.1: Αρχική Οθόνη Εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ.....	219
Εικόνα Π3.1.1: Καρτέλα «Επιλογή Κτηρίου».....	220
Εικόνα Π3.1.2: Επιλογή SQL Server.....	221
Εικόνα Π3.1.3: Επιλογή Βάσης Δεδομένων.....	221
Εικόνα Π3.1.4: Επιλογή Κτηρίου με κριτήρια την χώρα, την πόλη, το είδος και το όνομα του κτηρίου.....	222
Εικόνα Π3.1.5: Ταυτότητα Κτηρίου.....	222
Εικόνα Π3.1.6: Γενικοί Δείκτες Τελευταίου Έτους κατηγορίας Εστιατορίων –Ταχυφαγείων για ένα κατάστημα γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο.....	223
Εικόνα Π3.1.7: Διάγραμμα Συνολικής Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας με δυνατότητες επιλογής τελευταίας ημέρας, εβδομάδας, μήνα, εξαμήνου και έτους για ένα κατάστημα γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο.....	224
Εικόνα Π3.1.8: Κυκλικό Διάγραμμα Διάρθρωσης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας για ένα κατάστημα γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο.....	225
Εικόνα Π3.2.1: Καρτέλα «Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου».....	226
Εικόνα Π3.2.2: Χρονική Περίοδος Υπολογισμού στοιχείων Καρτέλας «Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου».....	226
Εικόνα Π3.2.3: Επιλογή Βήματος Υπολογισμού των Στατιστικών Στοιχείων.....	226
Εικόνα Π3.2.4: Επιλογή Έναρξης και Λήξης Περιόδου Υπολογισμού των Στατιστικών Στοιχείων.....	227
Εικόνα Π3.2.5: Επιλογή Τθ(πραγματικής) και Τψ(πραγματικής).....	227
Εικόνα Π3.2.1.1: Καρτέλα Συνολική Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας.....	228
Εικόνα Π3.2.1.2: Γενική Εικόνα Συνολικής Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας.....	228
Εικόνα Π3.2.1.3: Γενικά Στατιστικά Στοιχεία.....	229
Εικόνα Π3.2.1.4: Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης Συνολικής Κατανάλωσης.....	229
Εικόνα Π3.2.1.5: Διάρθρωση Καταναλώσεων.....	230

Εικόνα Π3.2.1.6: Διάγραμμα Διασποράς Συνολικής Κατανάλωσης –Κατανάλωσης Κουζίνας.....	231
Εικόνα Π3.2.1.7: Ξεχωριστό παράθυρο Διαγράμματος Διασποράς Συνολικής Κατανάλωσης –Κατανάλωσης Κουζίνας.....	231
Εικόνα Π3.2.1.8: Διαγράμματα Διασποράς Συνολικής Κατανάλωσης – Παραγόμενων Μερίδων, Υπαρχόντων Πελατών και Εσόδων.....	232
Εικόνα Π3.2.2.1: Καρτέλα Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Κουζίνας.....	233
Εικόνα Π3.2.2.2: Γενική Εικόνα Κατανάλωσης Κουζίνας.....	233
Εικόνα Π3.2.2.3: Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης Κατανάλωσης Κουζίνας.....	234
Εικόνα Π3.2.2.4: Διάρθρωση Καταναλώσεων Κουζίνας.....	235
Εικόνα Π3.2.2.5: Ψυγείο και Καταψύκτης.....	235
Εικόνα Π3.2.2.6: Διαγράμματα Διασποράς Κατανάλωσης Κουζίνας – Παραγόμενων Μερίδων, Υπαρχόντων Πελατών και Εσόδων.....	237
Εικόνα Π3.2.2.7: Ξεχωριστό παράθυρο Διαγράμματος Διασποράς Κατανάλωσης Κουζίνας– Παραγόμενων Μερίδων.....	238
Εικόνα Π3.2.3.1: Καρτέλα Κατανάλωσης Κλιματισμού.....	238
Εικόνα Π3.2.3.2: Γενική Εικόνα Κατανάλωσης Κλιματισμού.....	239
Εικόνα Π3.2.3.3: Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης Κλιματισμού.....	239
Εικόνα Π3.2.3.4: Κανονικοποιημένη Κατανάλωση Κλιματισμού.....	240
Εικόνα Π3.2.3.5: Διαγράμματα Διασποράς Κατανάλωσης Κλιματισμού.....	241
Εικόνα Π3.2.4.1: Καρτέλα Κατανάλωσης Φωτισμού.....	242
Εικόνα Π3.2.4.2: Γενική Εικόνα Κατανάλωσης Φωτισμού.....	242
Εικόνα Π3.2.4.3: Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης Φωτισμού.....	242
Εικόνα Π3.2.4.4: Ειδικοί Δείκτες Ενεργειακής Αξιολόγησης Κατανάλωσης Φωτισμού.....	243
Εικόνα Π3.2.4.5 : Διαγράμματα Διασποράς Κατανάλωσης Φωτισμού.....	244
Εικόνα Π3.3.1: Καρτέλα «Χρονοσειρές».....	245
Εικόνα Π3.3.2: Επιλογή Χρονοσειράς.....	246
Εικόνα Π3.3.3: Επιλογές Προβολής.....	246
Εικόνα Π3.3.4: Κουμπί «Εμφάνιση».....	246
Εικόνα Π3.3.5: Προβολή Χρονοσειράς.....	247
Εικόνα Π3.3.6: Προβολή Νέας Χρονοσειράς σε νέο παράθυρο.....	248
Εικόνα Π3.3.7: Επιλογές Εμφάνισης Καρτέλας «Χρονοσειρές».....	248
Εικόνα Π3.3.8: Επιλογή Συγκριτικού Ραβδογράμματος Μερίδων για την παράλληλη προβολή του με την καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού κτηρίου καταστήματος γνωστής	

αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο για τις επιλογές προβολής οι οποίες διακρίνονται στην εικόνα.....	250
Εικόνα Π3.3.9: Επιλογή Παράλληλης Χρονοσειράς συντελεστή ισχύος φωτισμού με την καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού ενός καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο για τις επιλογές προβολής οι οποίες διακρίνονται στην εικόνα.....	251
Εικόνα Π3.4.1: Καρτέλα «Προβλέψεις».....	252
Εικόνα Π3.4.2: Επιλογές Στατιστικής Πρόβλεψης.....	252
Εικόνα Π3.4.3: Κουμπί «Εμφάνιση» Καρτέλας «Προβλέψεις».....	253
Εικόνα Π3.4.4: Επιλογές Χρονοσειράς και Παραμέτρων Προβολής της από την καρτέλα «Χρονοσειρές».....	253
Εικόνα Π3.4.5: Πρόβλεψη Χρονοσειράς Συνολική Καταναλωθείσα Ενέργεια για 20 ωριαία βήματα μετά την χρονική στιγμή λήξης της περιόδου προβολής της.....	254
Εικόνα Π3.4.6: Επιλογές Εμφάνισης Καρτέλας «Προβλέψεις».....	254
Εικόνα Π3.4.7: Επιλογές Κριτικής Πρόβλεψης Καρτέλας «Προβλέψεις».....	255
Εικόνα Π3.5.1: Καρτέλα «Special Events».....	256
Εικόνα Π3.5.2: Εύρεση Special Events.....	256
Εικόνα Π3.5.3: Εύρεση Special Events για την χρονοσειρά καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού ενός καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο για την περίοδο από 7/9/2012 μέχρι 13/10/2012.....	257
Εικόνα Π3.5.4: Επιβεβαίωση Special Events για την χρονοσειρά καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού ενός καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο για την περίοδο από 7/9/2012 μέχρι 13/10/2012, κουτί κειμένου «Ευρεθέντα».....	258
Εικόνα Π3.5.5: Κουμπί Επιβεβαίωση Special Events.....	258
Εικόνα Π3.5.6: Επιβεβαίωση Special Events για την χρονοσειρά καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού ενός καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο για την περίοδο από 7/9/2012 μέχρι 13/10/2012, επιβεβαίωση special events από το κουτί κειμένου «Ευρεθέντα» στο κουτί κειμένου «Επιβεβαιωθέντα».....	258
Εικόνα Π3.5.7: Σύνολο επιβεβαιωθέντων και εισαγωγή νέων special events.....	259
Εικόνα Π3.5.8: Παράθυρο διαλόγου «addSE» για την επιλογή ημερομηνίας έναρξης και λήξης special events κατά την κρίση του χρήστη και την προσθήκη του στο σύνολο των επιβεβαιωθέντων special events.....	259
Εικόνα Π3.5.9: Εμφάνιση Επιβεβαιωθέντων και Νέων Special Events για την χρονοσειρά συνολική καταναλωθείσα ενέργεια ημερησίου βήματος ενός καταστήματος γνωστής	

αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο για την περίοδο 7/9/2012 μέχρι 13/10/2012.....	260
Εικόνα Π3.5.10: Συγκεντρωτικός Πίνακας Excel Επιβεβαιωθέντων και Νέων Special Events για την χρονοσειρά συνολική καταναλωθείσα ενέργεια ημερησίου βήματος καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο για την περίοδο 7/9/2012 μέχρι 13/10/2012, με προσυμπληρωμένα πεδία την χρονική στιγμή εμφάνισης (Date and Time) και την τιμή (Value), και δυνατότητα συμπλήρωσης του πεδίου Possible Explanation (Πιθανή Ερμηνεία).....	261
Εικόνα Π3.5.11: Κουμπί «Συγκεντρωτικός Πίνακας Excel».....	261
Εικόνα Π3.6.1: Καρτέλα «Χρήσιμες Συμβουλές» για τα εστιατόρια – ταχυφαγεία εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ.....	262

ΜΕΡΟΣ Α

ΕΥΡΕΙΑ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

A1: Εισαγωγή

Σε έναν κόσμο πεπερασμένων ενεργειακών πόρων και πηγών ενέργειας, και συνεχούς αύξησης κατανάλωσης κάθε μορφής ενέργειας, η βελτίωση της απόδοσης χρήσης της καθίσταται βασικός παράγοντας της μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας παροχής της. Η ηλεκτρική ενέργεια αποτελεί βασικό παραγωγικό συντελεστή όλων των οικονομιών της υφελίου και η ανάπτυξη της παγκόσμιας οικονομίας συνοδεύεται από αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς κάθε οικονομική δραστηριότητα συνδέεται άμεσα ή έμμεσα με την κατανάλωσή της.

Η ηλεκτρική ενέργεια δεν αποθηκεύεται, αλλά καταναλώνεται την στιγμή που παράγεται. Η παραγωγή της συνοδεύεται από υψηλές λειτουργικές δαπάνες και από την κατανάλωση και άλλων μορφών ενέργειας και φυσικών πόρων. Πέρα όμως από το λογιστικό σκέλος της παραγωγής, υπάρχει και περιβαλλοντολογικό κόστος, καθώς η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας επιφέρει επιβαρύνσεις για το εξωτερικό περιβάλλον της περιοχής και της χώρας στην οποία πραγματοποιείται. Συνεπώς μια εκ των ουκ άνευ χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να συνοδεύεται από μια βελτιστοποίηση στην χρήση της, με στόχο την κατανάλωση μόνο της απαραίτητης εκείνης ποσότητας για την οικονομική δραστηριότητα.

Τα εμπορικά κτήρια τριτογενούς τομέα είναι αθροιστικά πρωταρχικοί καταναλωτές παγκοσμίως, κυρίως λόγω της υπερπληθώρας τους εν συγκρίσει με βιομηχανικά κτήρια που καταναλώνουν κατά μονάδα πολύ μεγαλύτερες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας αλλά είναι πολύ λιγότερα. Η θεμελίωση αριθμοδεικτών ενεργειακής επίδοσης και η καταγραφή, παρακολούθηση, και πρόβλεψη τόσο των δεδομένων κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος, όσο και των παραγόμενων αριθμοδεικτών, αποτελούν βασικό εργαλείο της αξιολόγησής τους ως προς την απόδοση χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας.

Με υπόβαθρο την θεωρία της μελέτης ενεργειακής επίδοσης των κτηρίων και τις σύγχρονες τεχνικές προβλέψεων, και εργαλείο τις αρχές τεχνολογίας λογισμικού και τις σύγχρονες υπολογιστικές δυνατότητες, υλοποιούμε ένα πληροφοριακό σύστημα παρακολούθησης και πρόβλεψης δεδομένων κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος και παραγόμενων αριθμοδεικτών για την κατηγορία των εμπορικών κτηρίων των εστιατορίων – ταχυφαγείων. Ταυτόχρονα αναπτύσσουμε την αντίστοιχη μεθοδολογία και για τις κατηγορίες εμπορικών κτηρίων των τραπεζών και ξενοδοχείων.

A2: Μεθοδολογία Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης Εμπορικών Κτηρίων

Βήμα 1: Κατηγοριοποίηση του κτηρίου

Αρχικά κατηγοριοποιούμε το κτήριο ακολουθώντας ένα σύνολο κριτηρίων, τα οποία και παραθέτουμε. Συνήθως όμως χάριν απλότητας κατηγοριοποιούμε το κτήριο ως προς την εξειδικευμένη χρήση και λειτουργία του. Στην παρούσα εργασία μελετώνται κτήρια εστιατορίων – ταχυφαγείων, τραπεζών και ξενοδοχείων.

Βήμα 2: Συλλογή Δεδομένων Κτηρίων

Πρώτη Φάση Συλλογής: Γενικά Δεδομένα Ανεξαρτήτως Κατηγορίας Κτηρίου

- Αρχικά κατανέμουμε την συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε σαφώς οριζόμενες κύριες χρήσεις, και αυτές με την σειρά τους σε υποχρήσεις μέχρις ότου καταλήξουμε σε μεμονωμένα ηλεκτρικά φορτία ή ομάδες αυτών.
- Στην παροχή της συνολικής κατανάλωσης, της κατανάλωσης κύριων χρήσεων και υποχρήσεων τοποθετούμε μετρητές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος.
- Καταγράφουμε και αποθηκεύουμε τα εξής δεδομένα:
 - A.** Χρονοσειρές Δεδομένων σε πέντε διαφορετικά βήματα παρουσίασης: ωριαίο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο, τα οποία καταγράφονται από τους μετρητές:
 - ✓ Ενεργός Ισχύς Κατανάλωσης
 - ✓ Άεργος Ισχύς Κατανάλωσης
 - ✓ Συντελεστής Ισχύος Κατανάλωσης
 - ✓ Καταναλωθείσα Ενέργεια
 - B.** Χρονοσειρές Δεδομένων σε πέντε διαφορετικά βήματα παρουσίασης: ωριαίο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο, τα οποία καταγράφονται από τα αντίστοιχα ψηφιακά όργανα μέτρησης:
 - ✓ Εσωτερική Θερμοκρασία Κτηρίου
 - ✓ Εξωτερική Θερμοκρασία Κτηρίου
 - ✓ Παρεχόμενη Φωτεινότητα
 - ✓ Αριθμός Εργαζομένων Επιχείρησης
 - Γ.** Σταθερά Δεδομένα του Κτηρίου:
 - ✓ Συνολικό Εμβαδόν Κτηρίου και Εμβαδόν επιμέρους χώρων του
 - ✓ Εξωτερική Θερμοκρασία του Κτηρίου κάτω από την οποία θερμαίνεται
 - ✓ Εξωτερική Θερμοκρασία του Κτηρίου πάνω από την οποία ψύχεται
 - ✓ Εγκατεστημένη Ισχύ όλων των ηλεκτρικών φορτίων του

Δ. Παραγόμενες Χρονοσειρές Δεδομένων σε πέντε διαφορετικά βήματα παρουσίασης: ωραίο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο :

- ✓ Οι χρονοσειρές των ΒαθμοΗμερών (Degree Days)

Δεύτερη Φάση Συλλογής: Ειδικά Δεδομένα Εξαρτώμενα από την Κατηγορία του Κτηρίου

- Για **εστιατόρια - ταχυφαγεία:**

A. Χρονοσειρές Δεδομένων σε πέντε διαφορετικά βήματα παρουσίασης: ωραίο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο:

- ✓ Αριθμός Παραγόμενων Μερίδων
- ✓ Παραγόμενα Έσοδα
- ✓ Αριθμός Παρευρισκόμενων Πελατών
- ✓ Εσωτερική Θερμοκρασία Ψυγείου
- ✓ Εσωτερική Θερμοκρασία Καταψύκτη

B. Επιπλέον Σταθερά Δεδομένα του Κτηρίου:

- ✓ Αριθμός Παρεχόμενων Τραπεζιών
- ✓ Αριθμός Παρεχόμενων Θέσεων

Γ. Παραγόμενες Χρονοσειρές Δεδομένων σε πέντε διαφορετικά βήματα παρουσίασης: ωραίο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο :

- ✓ Αριθμός Παρευρισκόμενων Ανθρώπων

- Για **τράπεζες:**

A. Χρονοσειρές Δεδομένων σε πέντε διαφορετικά βήματα παρουσίασης: ωραίο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο:

- ✓ Αριθμός Χρηματοοικονομικών Συναλλαγών
- ✓ Παραγόμενα Έσοδα
- ✓ Αριθμός Παρευρισκόμενων Πελατών
- ✓ Αριθμός Λειτουργούντων Ηλεκτρικών Συσκευών

B. Παραγόμενες Χρονοσειρές Δεδομένων σε πέντε διαφορετικά βήματα παρουσίασης: ωραίο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο :

- ✓ Αριθμός Παρευρισκόμενων Ανθρώπων

- Για **ξενοδοχεία:**

A. Χρονοσειρές Δεδομένων σε πέντε διαφορετικά βήματα παρουσίασης: ωραίο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο:

- ✓ Πληρότητα Ξενοδοχείου
- ✓ Παραγόμενα Έσοδα

- ✓ Αριθμός Παρευρισκόμενων Πελατών
- ✓ Αριθμός Λειτουργούντων Ηλεκτρικών Συσκευών
- ✓ Αριθμός Αστεριών Αξιολόγησης
- ✓ Αριθμός Παραγόμενων Μερίδων
- ✓ Αριθμός Προσφερόμενων Ροφημάτων

B. Επιπλέον Σταθερά Δεδομένα του Κτηρίου:

- ✓ Αριθμός Δωματίων Ξενοδοχείου
- ✓ Αριθμός Κρεβατιών Ξενοδοχείου

Γ. Παραγόμενες Χρονοσειρές Δεδομένων σε πέντε διαφορετικά βήματα παρουσίασης: ωραίο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο :

- ✓ Αριθμός Παρευρισκόμενων Ανθρώπων

Βήμα 3: Αρχική Επεξεργασία Δεδομένων

A. Αποκτούμε μια εικόνα της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας παρατηρώντας την ποσοστιαία διάρθρωσή της στις επιμέρους κύριες χρήσεις και υποχρήσεις.

B. Αποκτούμε μια εικόνα της κατανάλωσης ισχύος καταγράφοντας για κάθε κύρια χρήση και υποχρήση:

- Τον συντελεστή ισχύος
- Τον συντελεστή ζήτησης
- Τον συντελεστή ταυτοχρονισμού
- Τον συντελεστή φορτίου

Βήμα 4: Κατασκευή Μέτρων Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης

A. Αριθμοδείκτες Ενεργειακής Επίδοσης

• Για **εστιατόρια – ταχυφαγεία:**

- Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Μονάδα Επιφάνειας (KWh/m²)
- Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παραγόμενη Μερίδα (KWh/μερίδα)
- Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παραγόμενη Νομισματική Μονάδα (KWh/ν.μ.)
- Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρευρισκόμενο Πελάτη (KWh/πελάτη)
- Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Εργαζόμενο Υπάλληλο (KWh/υπάλληλο)

- Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρευρισκόμενο Άνθρωπο (KWh/άνθρωπο)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρεχόμενη Θέση (KWh/θέση)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρεχόμενο Τραπέζι (KWh/τραπέζι)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Κλιματισμού ανά ΒαθμοΗμέρα (KWh/Degree Day)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Φωτισμού ανά Μονάδα Φωτεινότητας (KWh/lux)
 - Παρεχόμενη Φωτεινότητα ανά Παρευρισκόμενο Άνθρωπο (lux/άνθρωπο)
 - Εγκατεστημένη και Χρησιμοποιούμενη Απόδοση Φορτίου Φωτισμού (lux/W/m²)
 - Εγκατεστημένη και Χρησιμοποιούμενη Πυκνότητα Φορτίου Φωτισμού (W/m²/100 lux)
- Για **τράπεζες**:
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Μονάδα Επιφάνειας (KWh/m²)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Χρηματοοικονομική Συναλλαγή (KWh/χρηματοοικονομική συναλλαγή)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παραγόμενη Νομισματική Μονάδα (KWh/ν.μ.)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρευρισκόμενο Πελάτη (KWh/πελάτη)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Εργαζόμενο Υπάλληλο (KWh/υπάλληλο)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρευρισκόμενο Άνθρωπο (KWh/άνθρωπο)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Λειτουργούσα Συσκευή (KWh/λειτουργούσα συσκευή)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Κλιματισμού ανά ΒαθμοΗμέρα (KWh/Degree Day)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Φωτισμού ανά Μονάδα Φωτεινότητας (KWh/lux)
 - Παρεχόμενη Φωτεινότητα ανά Παρευρισκόμενο Άνθρωπο (lux/άνθρωπο)

- Εγκατεστημένη και Χρησιμοποιούμενη Απόδοση Φορτίου Φωτισμού (lux/W/m²)
- Εγκατεστημένη και Χρησιμοποιούμενη Πυκνότητα Φορτίου Φωτισμού (W/m²/100 lux)
- Για **ξενοδοχεία**:
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Μονάδα Επιφάνειας (KWh/m²)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Χρησιμοποιούμενο Δωμάτιο (KWh/χρησιμοποιούμενο δωμάτιο)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παραγόμενη Νομισματική Μονάδα (KWh/ν.μ.)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρευρισκόμενο Πελάτη (KWh/πελάτη)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Εργαζόμενο Υπάλληλο (KWh/υπάλληλο)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρευρισκόμενο Άνθρωπο (KWh/άνθρωπο)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Λειτουργούσα Συσκευή (KWh/λειτουργούσα συσκευή)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Αστέρι Αξιολόγησης (KWh/αστέρι)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Υπηρεσιών Σίτισης ανά Παραγόμενη Μερίδα (KWh/τραπέζι)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Υπηρεσιών Ψυχαγωγίας ανά Παρεχόμενο Ρόφημα (KWh/ρόφημα)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Δωμάτιο Ξενοδοχείου (KWh/δωμάτιο)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Κρεβάτι Ξενοδοχείου (KWh/κρεβάτι)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Κλιματισμού ανά ΒαθμοΗμέρα (KWh/Degree Day)
 - Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Φωτισμού ανά Μονάδα Φωτεινότητας (KWh/lux)
 - Παρεχόμενη Φωτεινότητα ανά Παρευρισκόμενο Άνθρωπο (lux/άνθρωπο)
 - Εγκατεστημένη και Χρησιμοποιούμενη Απόδοση Φορτίου Φωτισμού (lux/W/m²)

- Εγκατεστημένη και Χρησιμοποιούμενη Πυκνότητα Φορτίου Φωτισμού ($W/m^2/100\text{ lux}$)

B. Συντελεστές Συσχέτισης Ενεργειακής Επίδοσης

- Για **εστιατόρια – ταχυφαγεία:**

- Συντελεστές Συσχέτισης της Συνολικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας, της Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Κλιματισμού και Φωτισμού με την Καταναλωθείσα Ηλεκτρική Ενέργεια της Κουζίνας
- Συντελεστές Συσχέτισης Συνολικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας, Καταναλωθείσας Ενέργειας Κουζίνας, Φωτισμού και Κλιματισμού με τον Αριθμό των Παραγόμενων Μερίδων
- Συντελεστές Συσχέτισης Συνολικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας, Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Κουζίνας, Φωτισμού και Κλιματισμού με τον Αριθμό των Παραγόμενων Εσόδων
- Συντελεστές Συσχέτισης Συνολικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας, Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Κουζίνας, Φωτισμού και Κλιματισμού με τον Αριθμό των Παρευρισκόμενων Πελατών
- Συντελεστές Συσχέτισης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας Κουζίνας με την μεταβολή της Εσωτερικής Θερμοκρασίας Ψυγείου και Καταψύκτη
- Συντελεστές Συσχέτισης Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Κλιματισμού με τον Αριθμό των ΒαθμοΗμερών (Degree Days) και τον Αριθμό των Παρευρισκόμενων Ανθρώπων
- Συντελεστές Συσχέτισης Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Φωτισμού με τον Αριθμό των Παρευρισκόμενων Ανθρώπων και την Παρεχόμενη Φωτεινότητα
- Συντελεστή Συσχέτισης Παρευρισκόμενων Ανθρώπων με το επίπεδο Παρεχόμενης Φωτεινότητας

- Για **τράπεζες:**

- Συντελεστές Συσχέτισης της Συνολικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας, της Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Κλιματισμού και Φωτισμού με την Καταναλωθείσα Ηλεκτρική Ενέργεια των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Ηλεκτρικών Συσκευών

- Συντελεστές Συσχέτισης Συνολικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας, Καταναλωθείσας Ενέργειας Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Συσκευών, Φωτισμού και Κλιματισμού με τον Αριθμό των Χρηματοοικονομικών Συναλλαγών
 - Συντελεστές Συσχέτισης Συνολικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας, Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Συσκευών, Φωτισμού και Κλιματισμού με τον Αριθμό των Παραγόμενων Εσόδων
 - Συντελεστές Συσχέτισης Συνολικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας, Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Συσκευών, Φωτισμού και Κλιματισμού με τον Αριθμό των Παρευρισκόμενων Πελατών
 - Συντελεστές Συσχέτισης Συνολικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας, Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Συσκευών, Φωτισμού και Κλιματισμού με τον Αριθμό των Λειτουργούντων Συσκευών
 - Συντελεστές Συσχέτισης Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Κλιματισμού με τον Αριθμό των ΒαθμοΗμερών (Degree Days) και τον Αριθμό των Παρευρισκόμενων Ανθρώπων
 - Συντελεστές Συσχέτισης Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Φωτισμού με τον Αριθμό των Παρευρισκόμενων Ανθρώπων και την Παρεχόμενη Φωτεινότητα
 - Συντελεστή Συσχέτισης Παρευρισκόμενων Ανθρώπων με το επίπεδο Παρεχόμενης Φωτεινότητας
- **Για ξενοδοχεία:**
 - Συντελεστές Συσχέτισης της Συνολικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής, Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Καταναλώσεων Κύριων Χρήσεων και Υποχρήσεων με τον Αριθμό των Χρησιμοποιούμενων Δωματίων
 - Συντελεστές Συσχέτισης Συνολικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας, Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Καταναλώσεων Κύριων Χρήσεων και Υποχρήσεων με τον Αριθμό των Παραγόμενων Εσόδων

- Συντελεστές Συσχέτισης Συνολικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας, Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Καταναλώσεων Κύριων Χρήσεων και Υποχρήσεων με τον Αριθμό των Συσκευών που Λειτουργούν
- Συντελεστές Συσχέτισης Συνολικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας, Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Καταναλώσεων Κύριων Χρήσεων και Υποχρήσεων με τον Αριθμό των Παρευρισκόμενων Πελατών
- Συντελεστές Συσχέτισης Συνολικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας, Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Καταναλώσεων Κύριων Χρήσεων και Υποχρήσεων με τον Αριθμό των Αστεριών Αξιολόγησης
- Συντελεστές Συσχέτισης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας Κύριας Κατανάλωσης και Υποκαταναλώσεων Υπηρεσιών Σίτισης με τον Αριθμό των Παραγόμενων Μερίδων
- Συντελεστές Συσχέτισης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας Κύριας Κατανάλωσης και Υποκαταναλώσεων Υπηρεσιών Ψυχαγωγίας με τον Αριθμό των Παρεχόμενων Ροφημάτων
- Συντελεστές Συσχέτισης Αθροιστικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Κλιματισμού (από όλες τις χρήσεις) με τον Αριθμό των ΒαθμοΗμερών (Degree Days), τον Αριθμό των Παρευρισκόμενων Ανθρώπων και τον Αριθμό των Παρευρισκόμενων Πελατών
- Συντελεστές Συσχέτισης Αθροιστικής Καταναλωθείσας Ηλεκτρικής Ενέργειας Φωτισμού (από όλες τις χρήσεις) με τον Αριθμό των Παρευρισκόμενων Ανθρώπων, τον Αριθμό Παρευρισκόμενων Πελατών και την Παρεχόμενη Φωτεινότητα
- Συντελεστή Συσχέτισης Παρευρισκόμενων Ανθρώπων με το επίπεδο Παρεχόμενης Φωτεινότητας

A3: Τεχνικές Προβλέψεων

Η πρόβλεψη των δεδομένων κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος και των παραγόμενων αριθμοδεικτών ενεργειακής επίδοσης αποτελεί το επόμενο βήμα της θεμελίωσης μεθοδολογίας μελέτης ενεργειακής επίδοσης και της συγκέντρωσης των δεδομένων. Χρησιμοποιούμε κλασσικές και σύγχρονες μεθόδους προβλέψεων χρονοσειρών με στόχο την αξιόπιστη εκτίμηση της εξέλιξης των μεταβλητών ενεργειακής επίδοσης. Η πρόβλεψη θα αποτελέσει το εφιαλήριο ανάληψης επενδυτικών δράσεων βελτίωσης

ενεργειακής απόδοσης. Συνεπώς οι τεχνικές προβλέψεων διαδραματίζουν καθοριστικό λειτουργικό ρόλο στην υλοποιηθείσα εφαρμογή.

A3.1: Ο αλγόριθμος των προβλέψεων

Η αντιμετώπιση των προβλημάτων που απαιτούν πρόβλεψη επιτυγχάνεται με την ακολουθία πέντε (5) βασικών βημάτων. Τα βήματα αυτά είναι τα εξής:

1. Ορισμός του προβλήματος
2. Συλλογή δεδομένων
3. Διερευνητική ανάλυση δεδομένων
4. Επιλογή κατάλληλης μεθόδου πρόβλεψης
5. Παρακολούθηση και αξιολόγηση μεθόδου πρόβλεψης

A3.2: Κατηγορίες Μεθόδων Πρόβλεψης

Οι μέθοδοι πρόβλεψης διαχωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες με κριτήριο την ύπαρξη ή μη διαθέσιμης πληροφορίας, την φύση της και του τρόπου επεξεργασίας της:

- Ποσοτικές Μέθοδοι (quantitative)
Οι ποσοτικές μέθοδοι διακρίνονται με την σειρά τους σε:
 - Ποσοτικές Μέθοδοι Μοντέλου Χρονοσειρών
 - Ποσοτικές Μέθοδοι Αιτιοκρατικού Μοντέλου
- Ποιοτικές – Κριτικές Μέθοδοι (qualitative or judgmental)
- Τεχνολογικές Μέθοδοι (technological)

A3.3: Χρονοσειρές Δεδομένων

Οι χρονοσειρές δεδομένων (time series) είναι ποσοτικοποιημένα αριθμητικά δεδομένα ενός μεταβλητού φυσικού ή τεχνητού μεγέθους σε διακριτές χρονικές στιγμές οι οποίες απέχουν σταθερό ή μεταβλητό χρονικό διάστημα. Στην παρούσα εργασία και στην εφαρμογή την οποία συνοδεύει, τα δεδομένα μας συλλέγονται ως επί τω πλείστων με την μορφή χρονοσειρών, και ως εκ τούτου οι μέθοδοι πρόβλεψης οι οποίες εφαρμόζονται αναφέρονται σε χρονοσειρές δεδομένων. Επίσης επιλέγουμε το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών χρονικών στιγμών για τις οποίες έχουμε δεδομένα να είναι σταθερό, και το καλούμε βήμα της χρονοσειράς.

Απεικονίζουμε τις χρονοσειρές μέσω των διαγραμμάτων χρόνου τους, δηλαδή τα δισδιάστατα διαγράμματα, όπου στον κατακόρυφο άξονα τοποθετούνται οι πραγματικές τιμές της μεταβλητή της χρονοσειράς και ο οριζόντιος άξονας είναι ο άξονας του χρόνου. Στα

διαγράμματα χρόνου αναγνωρίζουμε τα βασικά πρότυπα συμπεριφοράς των τιμών της χρονοσειράς:

- Στασιμότητα (Stationary)
- Εποχιακότητα (Seasonal)
- Κυκλικότητα (Cyclical)
- Τάση (Trend)
- Τυχαιότητα (Randomness)

και τις μη κανονικές διακυμάνσεις ή μεταβολές επιπέδου των τιμών τους, κατατάσσοντάς τες σε:

- Ασυνηθιστες τιμές (special events ή outliers)
- Αλλαγή επιπέδου (level shift)

A3.4: Ποσοτικές Μέθοδοι Προβλέψεων Μοντέλου Χρονοσειρών

Οι μέθοδοι πρόβλεψης του μοντέλου των χρονοσειρών που χρησιμοποιήσαμε για την πρόβλεψη των δεδομένων κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος και των παραγόμενων αριθμοδεικτών είναι :

- Απλοϊκή Μέθοδος (Naïve Method)
- Εποχιακή Απλοϊκή Μέθοδος (Seasonal Naïve Method)
- Μέθοδος Ολίσθησης (Drift Method)
- Μέθοδος του Απλού Μέσου Όρου (Average Method)
- Μέθοδος του Κινητού Μέσου Όρου (Moving Average Method)
- Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση (Simple Linear Regression)
- Απλή Εκθετική Εξομάλυνση (Simple Exponential Smoothing)
- Εκθετική Εξομάλυνση Γραμμικής Τάσης (Holt's Linear Trend Method)
- Εκθετική Εξομάλυνση Μη Γραμμικής Τάσης (Damped Trend Methods)
- Μέθοδος Θ (Theta Method)
- Μέθοδος Αποσύνθεσης STL (STL: Seasonal Trend Loess)
- Αυτοπαλινδρομικά Μοντέλα Κινητού Μέσου Όρου (Autoregressive Integrated Moving Average models or ARIMA models)

A3.5: Επιλογή Καταλληλότερης Μεθόδου Πρόβλεψης

Για την επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου πρόβλεψης ακολουθούμε την παρακάτω μεθοδολογία:

Βήμα 1: Διαχωρίζουμε το σύνολο του δείγματος των ιστορικών δεδομένων σε δύο τμήματα:

- In – sample set: Το υποσύνολο των ιστορικών δεδομένων στο οποίο θα εφαρμοστεί το μοντέλο πρόβλεψης και θα καθοριστούν οι παράμετροι του, με πλήθος το 80% του πλήθους του συνόλου των ιστορικών δεδομένων.
- Out – of sample set: Το υποσύνολο των ιστορικών δεδομένων με βάση το οποίο θα αξιολογηθεί το ποσοτικό μοντέλο πρόβλεψης, με πλήθος το 20% του πλήθους του συνόλου των δεδομένων.

Βήμα 2:

- Χρησιμοποιούμε το πρώτο υποσύνολο (in – sample set) για την πρόβλεψη των τιμών της χρονοσειράς και τον καθορισμό των παραμέτρων εκάστου ποσοτικού μοντέλου χρονοσειρών.
- Με βάση το δεύτερο υποσύνολο (out – of sample set) υπολογίζουμε το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (MAPE). Αυτό υπολογίζεται ως εξής:

$\forall i \in [1, N]$ υπολογίζουμε το Σχετικό Σφάλμα (Percentage Error)

$$PE_i = \left(\frac{e_i}{Y_i} \right) \times 100 \%$$

Μέσο Απόλυτο Ποσοστιαίο Σφάλμα (Mean Absolute Percentage Error):

$$MAPE = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N |PE_i|$$

$$e_i = Y_i - F_i$$

όπου e_i : το σφάλμα πρόβλεψης την χρονική στιγμή i

Y_i : η πραγματική τιμή της χρονοσειράς την χρονική στιγμή i

F_i : η τιμή πρόβλεψης του μεγέθους την χρονοσειράς την χρονική στιγμή i

- Εν τέλει επιλέγουμε την ποσοτική μέθοδο πρόβλεψης των χρονοσειρών με την μικρότερη τιμή του μέσου απολύτου ποσοστιαίου σφάλματος (MAPE) για το out – of sample set (λέγεται και out –of sample mean absolute percentage error).

Το πλήθος των δεδομένων του out – of sample set, ήτοι το ένα πέμπτο (1/5) του συνόλου των ιστορικών δεδομένων αποτελεί ή καλύτερα συνίσταται θεωρητικά ως ο μέγιστος αριθμός μελλοντικών βημάτων για τα οποία μπορούμε να κάνουμε πρόβλεψη, επιτρέποντας ωστόσο την πραγμάτωση προβλέψεων μεγαλύτερου αριθμού βημάτων.

A3.6: Μέθοδοι Εύρεσης Ασυνήθιστων Τιμών (Special Events)

Ασυνήθιστη τιμή ή αλλιώς special event έχουμε στην περίπτωση όπου παρουσιάζεται μεταβολή του επιπέδου των τιμών της χρονοσειράς για μικρό χρονικό διάστημα. Συνήθως οφείλονται σε απότομη βραχυπρόθεσμη μεταβολή κάποιου εξωτερικού παράγοντα που επηρεάζει τις τιμές του μεταβλητού μεγέθους της χρονοσειράς. Μια ασυνήθιστη τιμή (special event) όταν διαρκέσει για μεγάλο χρονικό διάστημα τότε οδηγούμαστε σε αλλαγή επιπέδου των τιμών της χρονοσειράς. Οι ασυνήθιστες τιμές και οι αλλαγές επιπέδου είναι χαρακτηριστικά στοιχεία των χρονοσειρών και είναι ορατά στα διαγράμματα χρόνου τους.

Οι μέθοδοι εντοπισμού των special events που χρησιμοποιούμε είναι:

- Οι Λωρίδες του Bollinger (Bollinger Bands)
 1. Αρχικά επιλέγεται ένας κινητός μέσος όρος (ΚΜΟ) N περιόδων, δηλαδή βημάτων της χρονοσειράς.
 2. Έπειτα πρέπει να επιλέξουμε τον αριθμό των τυπικών αποκλίσεων των N παρατηρήσεων με τις οποίες σχηματίστηκε ο απλός κινητός μέσος όρος. Έστω ότι επιλέγουμε m τυπικές αποκλίσεις τότε:

$$\text{Άνω Λωρίδα Bollinger} = \text{ΚΜΟ} + m \times \sigma$$

$$\text{Κάτω Λωρίδα Bollinger} = \text{ΚΜΟ} - m \times \sigma$$

με σ να είναι η τυπική απόκλιση των N τιμών με τις οποίες σχηματίστηκε ο κινητός μέσος όρος

3. Ως special events λαμβάνονται οι τιμές της χρονοσειράς που είναι μεγαλύτερες της άνω λωρίδας και μικρότερες της κάτω λωρίδας του Bollinger, δηλαδή όσες δεν ανήκουν στον γεωμετρικό τόπο των σημείων του επιπέδου των αξόνων μέγεθος χρονοσειράς – χρόνος, που εσωκλείονται από την πάνω και κάτω λωρίδα του Bollinger.
- Τέσσερις Στατιστικές Μέθοδοι Εντοπισμού Special Events που βασίζονται στην μεθοδολογία της κλασσικής αποσύνθεσης χρονοσειρών. Οι μέθοδοι αυτοί εξετάζουν κατά βήμα τις πραγματικές τιμές της χρονοσειράς για τον εντοπισμό των special events.

A4: Ανάπτυξη Πληροφοριακού Συστήματος

Έχοντας γνώση της σημασίας των εφαρμογών λογισμικού για την κοινωνία των ανθρώπων και των επιχειρήσεων, έχοντας συνειδητοποίηση της ανάγκης βελτίωσης ενεργειακής επίδοσης των εμπορικών κτηρίων, έχοντας θεωρητικό υπόβαθρο τις αρχές της τεχνολογίας

λογισμικού και της θεωρίας της επιστήμης των υπολογιστών, σχεδιάσαμε και υλοποιήσαμε την εφαρμογή των windows (windows application) ΣΙΒΥΛΛΑ και την windows υπηρεσία (windows service) Hermes, συνθέτοντας κατ' αυτόν τον τρόπο ένα πληροφοριακό σύστημα παρακολούθησης και πρόβλεψης δεδομένων κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος και παραγόμενων αριθμοδεικτών.

Η εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ διακρίνεται για την λειτουργικότητα, τις παροχές ευχρηστίας της και το άρτιο αισθητικό της αποτέλεσμα. Η όλη φιλοσοφία της αρχιτεκτονική της βασίζεται στο να καταστήσει το έργο του χρήστη – μελετητή ενεργειακής επίδοσης στην χρήση ηλεκτρικής ενέργειας ευκολότερο. Σχεδιάστηκε για χρήση σε περιβάλλον Microsoft Windows, το συντριπτικά δημοφιλέστερο λειτουργικό σύστημα προσωπικών υπολογιστών (personal computers), με χρήση τόσο σε σταθερούς και φορητούς υπολογιστές, όσο και σε φορητές συσκευές. Στην παρούσα φάση περιορίζεται στην μελέτη ενεργειακής επίδοσης κτηρίων εστιατορίων – ταχυφαγείων.

A4.1: Η Windows Εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ (Windows Application ΣΙΒΥΛΛΑ)

A4.1.1: Εργαλεία Υλοποίησης

Η εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ, όπως και το windows service Hermes, γράφτηκε με την γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου Visual Basic 2012 σε περιβάλλον Microsoft Visual Studio 2012. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήσαμε την έκδοση (version) 11.0.50727.1 RTMREL του Microsoft Visual Studio Professional 2012 και την έκδοση 4.5.50709 του Microsoft .NET Framework. Επίσης χρησιμοποιήσαμε τα προγράμματα Microsoft SQL Server R2 2008 with management tools , και το R- Studio με την έκδοση R 2.11.1 32-bit for Windows .

A4.1.2: Σενάρια Χρήσης

Θα αναπτύξουμε διαφορετικά σενάρια χρήσης (Use Case Scenarios) που είναι δυνατό να προκύψουν κατά την αλληλεπίδραση του χρήστη με την εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ. Ως χρήστη της εφαρμογής μας ορίζουμε το άτομο εκείνο που χειρίζεται την εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή στον οποίο είναι εγκατεστημένη.

Σενάριο 1: Είσοδος στην εφαρμογή και Επιλογή Κτηρίου

Το πρώτο σενάριο χρήσης έχει να κάνει με την πρώτη επαφή του χρήστη με την εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ. Ο χρήστης εισέρχεται στην εφαρμογή, και στην συνέχεια καλείται να εισάγει συγκεκριμένο κτήριο, τα δεδομένα του οποίου θα χρησιμοποιηθούν προς μετέπειτα επεξεργασία. Αμέσως μετά την είσοδο στην εφαρμογή μεταβαίνει στην καρτέλα επιλογής κτηρίου. Τα βήματα για την εισαγωγή κτηρίου είναι: α) η επιλογή SQL Server στον

υπάρχοντα υπολογιστή και η επιλογή του λογαριασμού στον οποίο έχει πρόσβαση, πληκτρολογώντας το όνομα χρήστη και τον κωδικό πρόσβασης, β) η επιλογή της βάσης δεδομένων στην οποία είναι αποθηκευμένα τα δεδομένα των κτηρίων, γ) η τελική επιλογή του κτηρίου επιλέγοντας κατά σειρά την χώρα, την πόλη, το είδος και το όνομά του. Ακολουθεί η παρουσίαση της γενικής εικόνας του κτηρίου, η οποία αφορά στοιχεία της ταυτότητά του, της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, της ιστορικής διάρθρωσής της και των σημαντικότερων αριθμοδεικτών ενεργειακής επίδοσης του τελευταίου έτους. Η επιλογή του κτηρίου επηρεάζει όλες τις καρτέλες (tabs) της εφαρμογής: την καρτέλα «Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου», την καρτέλα «Χρονοσειρές», την καρτέλα «Προβλέψεις», την καρτέλα «Special Events» και την καρτέλα «Χρήσιμες Συμβουλές»

Σενάριο 2: Επιλογή Παραμέτρων Υπολογισμού Στατιστικών Στοιχείων Κτηρίου και Εμφάνισή τους

Ο χρήστης υποθέτουμε ότι έχει εισέλθει στην εφαρμογή και έχει επιλέξει κτήριο προς επεξεργασία των δεδομένων του σύμφωνα με το πρώτο σενάριο. Στο σενάριο αυτό ο χρήστης μεταβαίνει στην καρτέλα (tab) «Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου», και επιλέγει την χρονική περίοδο και δύο παραμέτρους για τον υπολογισμό κάποιων βασικών στατιστικών στοιχείων του κτηρίου. Συγκεκριμένα επιλέγει το βήμα υπολογισμού, το χρονικό βήμα έναρξης και το χρονικό βήμα λήξης της περιόδου υπολογισμού. Επίσης εισάγει την εξωτερική θερμοκρασία του κτηρίου κάτω από την οποία θερμαίνεται το κτήριο, και την εξωτερική θερμοκρασία πάνω από την οποία ψύχεται το κτήριο. Τα στατιστικά στοιχεία του κτηρίου εμφανίζονται για την κάθε κατανάλωση σε ξεχωριστή καρτέλα. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να προβάλλει τα διαγράμματα των στατιστικών στοιχείων του κτηρίου σε νέο παράθυρο για λόγους ευκολότερης παρατήρησης, κάνοντας απλά click με το ποντίκι πάνω τους.

Σενάριο 3: Επιλογή Παρακολούθησης Πολλών Διαγραμμάτων Χρονοσειρών

Ο χρήστης υποθέτουμε ότι έχει εισέλθει στην εφαρμογή και έχει επιλέξει κτήριο προς επεξεργασία των δεδομένων του σύμφωνα με το πρώτο σενάριο. Στο σενάριο αυτό ο χρήστης μεταβαίνει στην καρτέλα (tab) «Χρονοσειρές». Αρχικά επιλέγει την χρονοσειρά δεδομένων ή αριθμοδείκτη προς παρακολούθηση μέσα από μια λίστα επιλογών. Έπειτα επιλέγει το βήμα προβολής της χρονοσειράς, το χρονικό βήμα έναρξης περιόδου προβολής και το χρονικό βήμα λήξης της περιόδου προβολής. Στην συνέχεια επιβεβαιώνει τις επιλογές του και εμφανίζεται η χρονοσειρά δεδομένων σε ένα παράθυρο στην περιοχή του διαγράμματος χρόνου, για το βήμα και την χρονική περίοδο που επέλεξε. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει και νέα χρονοσειρά με τις ίδιες ή διαφορετικές επιλογές προβολής ή ακόμα και

την ίδια χρονοσειρά μεταβάλλοντας τις επιλογές προβολής, σε νέο παράθυρο στην περιοχή διαγράμματος χρόνου, χωρίς την ανάγκη να κλείσει το προηγούμενο. Οι επιπλέον επιλογές που του παρέχονται είναι κατά σειρά:

- Η επιλογή εμφάνισης ενός απλού κινητού μέσου όρου, εισάγοντας τον επιθυμητό αριθμό βημάτων υπολογισμού του.
- Η επιλογή εμφάνισης ενός δεύτερου απλού κινητού μέσου όρου, εισάγοντας τον επιθυμητό αριθμό βημάτων υπολογισμού του.
- Η επιλογή εμφάνισης της οριζόντιας γραμμής μέσου όρου των τιμών της χρονοσειράς
- Η επιλογή εμφάνισης οριζόντιας γραμμής στρατηγικού στόχου για την τιμή της χρονοσειράς, τον οποίο και εισάγει.
- Η επιλογή προβολής συγκριτικού ραβδογράμματος στο ίδιο διάγραμμα με τα δεδομένα της χρονοσειράς ενός εκ των μεγεθών : παραγόμενες μερίδες, πελάτες και έσοδα.
- Τέλος η επιλογή προβολής και δεύτερης χρονοσειράς ταυτόχρονα στο ίδιο διάγραμμα χρόνου με την πρώτη, και φυσικά για την ίδια χρονική περίοδο προβολής.

Το παράθυρο της χρονοσειράς που προβάλλεται στην καρτέλα «Χρονοσειρές» καθορίζει και την χρονοσειρά για την οποία θα γίνει πρόβλεψη στην καρτέλα «Προβλέψεις», και την χρονοσειρά για την οποία θα ευρεθούν τα special events της στην καρτέλα «Special Events».

Σενάριο 4: Πρόβλεψη μελλοντικών τιμών χρονοσειράς

Ο χρήστης υποθέτουμε ότι έχει εισέλθει στην εφαρμογή και έχει επιλέξει κτήριο προς επεξεργασία των δεδομένων του σύμφωνα με το πρώτο σενάριο, και επίσης έχει εισάγει χρονοσειρά και έχει επιλέξει το παράθυρο του διαγράμματος χρόνου της σύμφωνα με το σενάριο 3. Στο σενάριο αυτό, ο χρήστης μεταβαίνει στην καρτέλα (tab) «Προβλέψεις». Αρχικά εισάγει το πλήθος των μελλοντικών βημάτων πρόβλεψης και στην συνέχεια μπορεί να επιβεβαιώσει την επιλογή του και να εμφανίσει στο παράθυρο του διαγράμματος χρόνου την πρόβλεψη των τιμών της χρονοσειράς. Στην περίπτωση την οποία το πλήθος το μελλοντικών βημάτων πρόβλεψης είναι μεγαλύτερο του πλήθους των δεδομένων του out – of sample set, ήτοι το 20% (1/5) του πλήθους των ιστορικών δεδομένων, τότε εμφανίζεται η πρόβλεψη των τιμών του μεταβλητού μεγέθους της χρονοσειράς, ενώ ταυτόχρονα ο χρήστης ενημερώνεται μέσω παραθύρου διαλόγου ότι σάφρον είναι για μελλοντικά βήματα το πολύ ίσα με το 20% του πλήθους των ιστορικών δεδομένων, αναγράφοντας τον ενδεδειγμένο αυτόν αριθμό. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να προσθέσει περισσότερα στοιχεία

εμφάνισης στο διάγραμμα χρόνου της πρόβλεψης της χρονοσειράς και μάλιστα αυτά να εμφανίζονται στο ίδιο παράθυρο διαγράμματος χρόνου. Οι επιπρόσθετες επιλογές εμφάνισης είναι:

- Η επιλογή εμφάνισης οριζόντιας γραμμής μελλοντικού στόχου και εισαγωγή του στόχου αυτού.
- Η επιλογή εμφάνισης παράλληλης πρόβλεψης μιας νέας χρονοσειράς με τα την ίδια χρονική περίοδο ιστορικών δεδομένων και το ίδιο πλήθος μελλοντικών βημάτων πρόβλεψης.
- Η επιλογή εμφάνισης οριζόντιας γραμμής αισιόδοξης κριτικής πρόβλεψης και εισαγωγή της.
- Η επιλογή εμφάνισης οριζόντιας γραμμής απαισιόδοξης κριτικής πρόβλεψης και εισαγωγή της.

Σενάριο 5: Εύρεση Special Events Χρονοσειράς

Ο χρήστης υποθέτουμε ότι έχει εισέλθει στην εφαρμογή και έχει επιλέξει κτήριο προς επεξεργασία των δεδομένων του σύμφωνα με το πρώτο σενάριο, και επίσης έχει εισάγει χρονοσειρά και έχει επιλέξει το παράθυρο του διαγράμματος χρόνου της σύμφωνα με το σενάριο 3. Στο σενάριο αυτό, ο χρήστης μεταβαίνει στην καρτέλα (tab) «Special Events». Αρχικά επιλέγει μέθοδο εύρεσης special events. Έχει την δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ πέντε συνολικά μεθόδων εύρεσης και να επιβεβαιώσει την επιλογή του, εμφανίζοντας τα special events στο παράθυρο του διαγράμματος.

- Αν ο χρήστης επιλέξει μια εκ των τεσσάρων μεθόδων εύρεσης special events της βιβλιογραφίας θα πρέπει το πλήθος των ιστορικών δεδομένων να είναι μεγαλύτερο του τετραπλάσιου της συχνότητας της χρονοσειράς.
- Αν επιλέξει μικρότερο αριθμό ιστορικών δεδομένων τότε ενημερώνεται με μήνυμα διαλόγου ότι για την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου απαιτείται επιλογή πλήθους ιστορικών δεδομένων μεγαλύτερο του τετραπλάσιου της συχνότητας της χρονοσειράς.
- Αν ο χρήστης επιλέξει την μέθοδο των λωρίδων Bollinger για την εύρεση των special events και επιλέξει κινητό μέσο όρο πλήθους βημάτων μεγαλύτερο του πλήθους των ιστορικών δεδομένων τότε εμφανίζεται μήνυμα διαλόγου που τον ενημερώνει ότι πρέπει να εισάγει πλήθος ιστορικών δεδομένων μεγαλύτερο του αριθμού των βημάτων του κινητού μέσου όρου.

Στην συνέχεια μπορεί να επιλέξει άλλη μέθοδο, να επιβεβαιώσει την επιλογή του, και μετά να εμφανιστούν στο ίδιο διάγραμμα τα special events που θα βρεθούν με την νέα μέθοδο, αφού βέβαια διαγραφούν τα special events της προηγούμενης μεθόδου. Τα special events αναγράφονται κατά χρονική στιγμή έναρξης (ημερομηνία και ώρα) και κατά χρονική στιγμή λήξης (ημερομηνία και ώρα) στο κουτί κειμένου «Ευρεθέντα». Ο χρήστης επιλέγει όσα ευρεθέντα special events κρίνει ότι ικανοποιούν τα κριτήριά του, και τα επιβεβαιώνει εισάγοντάς τα στο κουτί κειμένου «Επιβεβαιωθέντα». Στην συνέχεια μπορεί να εισάγει και special events που κρίνει ότι υπάρχουν, και τα οποία δεν βρέθηκαν με την μαθηματική μέθοδο υπολογισμού. Για τον σκοπό αυτό πατά το κουμπί <Προσθήκη> και εμφανίζεται ένα παράθυρο αλληλεπίδρασης με τον χρήστη. Στο παράθυρο αυτό ο χρήστης επιλέγει το χρονικό βήμα έναρξης και λήξης των τιμών της χρονοσειράς, τις οποίες κρίνει ότι αποτελούν special events. Στην συνέχεια όλα τα special events, δηλαδή τα επιβεβαιωθέντα αλλά και τα εισαχθέντα εμφανίζονται στο κουτί κειμένου «Σύνολο επιβεβαιωθέντων και εισαγωγή νέων». Ο χρήστης μπορεί να εμφανίσει όλα τα special events του συγκεκριμένου κουτιού στο διάγραμμα της χρονοσειράς, πατώντας το κουμπί <Εμφάνιση όλων στο διάγραμμα>.

Τέλος ο χρήστης μπορεί να εμφανίσει το σύνολο των special events σε ένα φύλλο Microsoft excel οργανωμένο στις εξής στήλες: ημερομηνία εμφάνισης special event, τιμή και πιθανή εξήγηση.

Σενάριο 6: Ανάγνωση Χρήσιμων Συμβουλών

Ο χρήστης υποθέτουμε ότι έχει εισέλθει στην εφαρμογή και έχει επιλέξει κτήριο προς επεξεργασία των δεδομένων του σύμφωνα με το πρώτο σενάριο, και μάλιστα το είδος του κτηρίου που έχει επιλέξει είναι εστιατόριο – ταχυφαγείο. Στο σενάριο αυτό, ο χρήστης μεταβαίνει στην καρτέλα (tab) «Χρήσιμες Συμβουλές». Στην καρτέλα αυτή μπορεί να διαβάσει επτά (7) συνολικά συμβουλές ενεργειακής διαχείρισης με στόχο την βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης, αντικειμενικά οριζόμενες και εφαρμόσιμες σε κάθε εστιατόριο – ταχυφαγείο. Υπάρχουν διαδικτυακές παραπομπές για περαιτέρω έρευνα, αλλά και ενημερωτικό έγγραφο για τα χρηματοδοτικά προγράμματα έργων βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης. Οι συμβουλές παρουσιάζονται σε επτά (7) διαφορετικές καρτέλες.

A4.1.3: Προδιαγραφές Ευχρηστίας

Η ΣΙΒΥΛΛΑ σχεδιάστηκε με γνώμονα την ευκολία χρήσης, κατανόησης και λειτουργίας. Επιθυμία μας ήταν τόσο η διευκόλυνση του έμπειρου χρήστη, όσο και η γρήγορη εξοικείωση

του άπειρου χρήστη. Οι βασικές και σημαντικότερες προδιαγραφές ευχρηστίας που συμπεριλάβαμε στον σχεδιασμό του λογισμικού είναι:

- Αντιστοίχιση θεμελιωδών λειτουργιών της εφαρμογής σε διακριτές καρτέλες με σαφή προσδιοριστικό τίτλο.
- Οι επιλογές κάθε καρτέλας βρίσκονται σε συγκεκριμένο σημείο και φέρουν σαφή τίτλο.
- Δεν υπάρχει επανάληψη επιλογών στις διάφορες καρτέλες, και παρέχονται καθολικές επιλογές που μεταφέρονται σε όλες τις καρτέλες.
- Οι επιλογές του εκάστου μενού εμφανίζονται με την μορφή λίστας επιλογών, με όλες τις δυνατές επιλογές, για βέλτιστη αναγνωσιμότητα και προστασία του χρήστη από την εισαγωγή λανθασμένων τιμών.
- Κάθε μενού επιλογής συνοδεύεται από ένα κουμπί επικύρωσης υποβολής της επιλογής, με σαφή προσδιοριστικό τίτλο.
- Σε κάθε καρτέλα οι διάφορες ανεξάρτητες μεταξύ τους πληροφορίες παρουσιάζονται σε διακριτές, σαφώς τιτλοφορούμενες περιοχές.
- Οι τίτλοι των αριθμητικών πληροφοριών παρουσιάζονται με διαφορετικά χρώματα καθιστώντας την αναγνωσιμότητα ευκολότερη. Επίσης οι αριθμητικές πληροφορίες είναι τοποθετημένες σε κουτιά κειμένου με χρωματικό φόντο, για τον ίδιο ακριβώς σκοπό.
- Εμφανίζονται εικόνες οι οποίες καθιστούν το περιβάλλον χρήστη πιο οικείο.
- Χρησιμοποιούνται χρώματα για την περιοχή των γραφημάτων, ακόμα τρισδιάστατη απεικόνισή τους για την καλύτερη οπτική παρατήρησή τους.
- Παροχή δυνατότητας προβολής του κάθε διαγράμματος σε ξεχωριστό παράθυρο, με μεγαλύτερες διαστάσεις για καλύτερη οπτική παρατήρηση και ευκολότερη αναγνωσιμότητα.
- Δίνεται η δυνατότητα προβολής πολλών διαγραμμάτων στην ίδια περιοχή, από ένα μενού καρτελών με σαφή προσδιορισμό κάθε επιλογής. Επίσης ο χρήστης μέσω ενός κουμπιού κλεισίματος μπορεί να κλείνει κατά το δοκούν τα παράθυρα τα οποία δεν χρειάζεται.
- Οι πρόσθετες επιλεχθείσες πληροφορίες παρουσιάζονται στο διάγραμμα με διαφορετικά χρώματα για καλύτερη αναγνωσιμότητα.
- Έλεγχος εγκυρότητας υποβληθέντων στοιχείων και ειδοποίηση σε περίπτωση λανθασμένης εισαγωγής στοιχείων.

A4.2: Η Windows Υπηρεσία Hermes (Windows Service Hermes)

Το windows service Hermes υλοποιήθηκε στην πλατφόρμα του visual studio 2012 και χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια εργαλεία με αυτά της εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ. Αποτελεί μαζί με την ΣΙΒΥΛΛΑ ένα υλοποιημένο πληροφοριακό σύστημα παρακολούθησης και πρόβλεψης δεδομένων και αριθμοδεικτών κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος. Λειτουργίες του windows service Hermes:

- Παρακολουθεί τις εξής χρονοσειρές δεδομένων εστιατορίων – ταχυφαγείων:
 1. Συνολική Καταναλωθείσα Ενέργεια
 2. Καταναλωθείσα Ενέργεια Κουζίνας
 3. Καταναλωθείσα Ενέργεια Φωτισμού
 4. Καταναλωθείσα Ενέργεια Κλιματισμού
 5. Συντελεστής Ισχύος Συνολικής Κατανάλωσης
 6. Συντελεστής Ισχύος Κατανάλωσης Κουζίνας
 7. Συντελεστής Ισχύος Κουζίνας και Ψυγείου 1
 8. Συντελεστής Ισχύος Κουζίνας και Ψυγείου 2
 9. Συντελεστής Ισχύος Φριτεζών
 10. Συντελεστής Ισχύος Κατανάλωσης Φωτισμού
 11. Συντελεστής Ισχύος Κατανάλωσης Κλιματισμού
- Εφαρμόζει την μέθοδο των λωρίδων Bollinger (Bollinger Bands) για την εύρεση ασυνήθιστων τιμών (special events) στις χρονοσειρές αυτές με τον αριθμό των περιόδων – βημάτων του απλού κινητού μέσου όρου που χρησιμοποιείται είναι προεπιλεγμένος και ίσος με 20, και τον αριθμό των τυπικών αποκλίσεων να είναι επίσης προεπιλεγμένος και ίσος με 2 για όλες τις χρονοσειρές.
- Στέλνει ένα ενημερωτικό email, στον ενδιαφερόμενο χρήστη, ανά τακτά χρονικά διαστήματα με τα special events και την χρονική περίοδο εμφάνισής τους.

A5: Τελικά Συμπεράσματα Ενεργειακής Διαχείρισης και Χρήσης Πληροφοριακού Συστήματος

Η μελέτη της ενεργειακής επίδοσης ενός κτηρίου ως προς την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και μόνο αποτελεί συνιστώσα της συνολικής ενεργειακής επίδοσης, και ως εκ τούτου θα πρέπει να αξιολογηθεί η επίδοση του και ως προς τις υπόλοιπες μορφές ενέργειας και φυσικών πόρων που καταναλώνονται. Η αυτόνομη χρήση του πληροφοριακού συστήματος ΣΙΒΥΛΛΑ και Hermes συστήνεται για τις περιπτώσεις εκείνες που ο εξοπλισμός και το είδος της ενέργειας με το οποίο λειτουργεί είναι προϊόν τελικής απόφασης και μελέτης.

Στις περιπτώσεις αυτές το πληροφοριακό σύστημα που υλοποιήσαμε αποτελεί εργαλείο αξιολόγησης τόσο της τεχνολογίας, όσο και της χρήσης του εξοπλισμού από το προσωπικό του εστιατορίου και θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψιν, εφόσον η βάση δεδομένων ανανεώνεται συνεχώς με αξιόπιστα δεδομένα.

A6: Δυνατότητες Επέκτασης και Βελτίωσης Εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ

Οι δυνατότητες επέκτασης και βελτίωσης της εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ επικεντρώνονται στα εξής:

- Επέκταση της εφαρμογής ώστε να συμπεριλάβει κτήρια τραπεζών και ξενοδοχείων, σύμφωνα με την μεθοδολογία που αναπτύξαμε στην παρούσα εργασία. Τροχοπέδη όμως στην προσπάθεια αυτή αποτελεί το κόστος συλλογής και καταγραφής των δεδομένων στην βάση δεδομένων της εφαρμογής.
- Η βάση δεδομένων θα μπορούσε είτε να ενημερώνεται με δεδομένα πραγματικού χρόνου (real time data) είτε μέσω κάποιας windows υπηρεσίας (windows service) ανά σταθερά χρονικά διαστήματα.
- Υλοποίηση μέσω της εφαρμογής συγκριτικής μελέτης ενεργειακής επίδοσης μέσω αριθμοδεικτών και στατιστικών μέτρων ομοειδών κτηρίων για την ίδια χρονική περίοδο. Μια εκτίμηση του επιθυμητού επιπέδου του κάθε αριθμοδείκτη μπορεί να θεωρηθεί η μέση τιμή του για ομοειδή κτήρια και για την ίδια χρονική περίοδο. Μέσω της σύγκρισης αυτής και σε συνδυασμό με την χρήση των συντελεστών συσχέτισης που αναφέραμε στην μεθοδολογία μελέτης ενεργειακής επίδοσης είναι δυνατή η ενεργειακή αξιολόγηση του κτηρίου ως προς την ενεργειακή απόδοση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.
- Επικουρικά, κατόπιν της θεμελίωσης μιας μεθόδου αξιολόγησης η οποία θα υιοθετεί την παραπάνω λογική, θα μπορούσαμε να αυτοματοποιήσουμε την παροχή συμβουλών ενεργειακής διαχείρισης μέσω της εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ, αλλά και μέσω της υπηρεσίας Hermes με ενημέρωση του χρήστη του εκάστου κτηρίου ανά τακτά χρονικά διαστήματα.
- Με την παραπάνω προσθήκη θα καταστεί η εφικτή η διαδραστικότητα με τον χρήστη όσον αφορά την εξαγωγή συμπερασμάτων για την ενεργειακή επίδοση, στοιχείο που λείπει από την εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ. Κατ' αυτόν τον τρόπο θα αναβαθμιστεί και η καρτέλα των Χρήσιμων Συμβουλών παρέχοντας προτάσεις ανάληψης δράσεων που θα συνόδευαν μια τέτοια αξιολόγηση.

- Στην παρούσα φάση της εφαρμογής η μοναδική βελτίωση που θα μπορούσαμε να κάνουμε είναι να υλοποιείται η μελέτη αυτή για τα δεδομένα του τελευταίου έτους ή στο σύνολο των ιστορικών δεδομένων. Μόνο τότε μπορούμε με ασφάλεια να πληροφορήσουμε τον χρήστη ως προς την ενεργειακή επίδοση του εστιατορίου του.
- Παροχή δυνατότητας αποθήκευσης ή και εκτύπωσης διαγραμμάτων και στατιστικών στοιχείων. Αυτή η βελτίωση θα μπορούσε σχετικά εύκολα να υλοποιηθεί.
- Παροχή δυνατότητας καταγραφής στοιχείων εξοπλισμού στην βάση δεδομένων. Αν είχαμε στοιχεία του εξοπλισμού, όπως την εγκατεστημένη ισχύ, τις ώρες λειτουργίες, την ημερομηνία πρώτης λειτουργίας και γενικά στοιχεία της τεχνολογίας του, θα μπορούσαμε να υλοποιήσουμε εκτενέστερη μελέτη με τους συντελεστές ταυτοχρονισμού, ζήτησης και φορτίου, καθώς και με τον συντελεστή ισχύος. Κατ' αυτόν τον τρόπο θα μπορούσαμε να αναλύσουμε τα πραγματικά αίτια της εμφάνισης ασυνήθιστων τιμών με μεγαλύτερο βαθμό αξιοπιστίας.
- Τέλος η ΣΙΒΥΛΛΑ προορίζεται στην παρούσα φάση για χρήση σε περιβάλλον των Microsoft Windows. Θα μπορούσαμε να την επεκτείνουμε και για χρήση σε άλλα λειτουργικά περιβάλλοντα, τα οποία θα δώσουν την δυνατότητα η εφαρμογή να χρησιμοποιείται από όλες τις τεχνολογίες φορητών συσκευών και προσωπικών υπολογιστών.

ΜΕΡΟΣ Β

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

B1: Μεθοδολογία Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης Εμπορικών Κτηρίων

«Μηδὲν τῆς τύχης ἀλλὰ πάντα τῆς εὐβουλίας εἶναι καὶ τῆς προνοίας»

(Περὶ τύχης, Πλούταρχος : Τίποτα δεν εξαρτάται ἀπὸ τὴν τύχη ἀλλὰ ἀπὸ τὴν ὀρθὴ κρίση καὶ τὴν προνοητικότητα)

B1.1: Εισαγωγή

Ο εμπορικός και οικιακός κτηριακός τομέας αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή ενέργειας παγκοσμίως εν συγκρίσει με τον βιομηχανικό και μεταφορικό τομέα, καταναλώνοντας περίπου το 40% της συνολικά παραγόμενης ενέργειας (Xinhua, 2005). Η καταναλωθείσα ενέργεια δεν αξιοποιείται αποδοτικά και ένα σημαντικό ποσοστό της αποτελεί περιττή κατανάλωση λόγω λανθασμένου σχεδιασμού χρήσης της στις διάφορες λειτουργίες του κτηρίου, αλλά και λόγω σχεδιαστικών και κατασκευαστικών αστοχιών των κτηρίων. Ως εκ τούτου δημιουργούνται ισχυρά οικονομικά και περιβαλλοντολογικά κίνητρα, τόσο σε ατομικό επίπεδο επιχείρησης, όσο και σε συλλογικό επίπεδο κρατών, προς την κατεύθυνση υιοθέτησης δράσεων αλλαγής του τρόπου ενεργειακής διαχείρισης των κτηρίων με απώτερο σκοπό την βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης και την μείωση της κατανάλωση ενέργειας σε απόλυτα και σχετικά μεγέθη.

Προς την κατεύθυνση αυτή κινούνται όλες οι ανεπτυγμένες χώρες του κόσμου και σταδιακά και αρκετές αναπτυσσόμενες, θεσπίζοντας νόμους για την επιβολή συγκεκριμένων κατασκευαστικών κανόνων των υπο δόμηση νέων κτηρίων και την παροχή κινήτρων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των υαρχόντων. Συγκεκριμένα η Ευρωπαϊκή Ένωση εκδίδει τακτικά σχετικές οδηγίες τροποποιώντας και βελτιώνοντας τις προηγούμενες (με τελευταία την οδηγία 2012/27/ΕΕ της 25^{ης} Οκτωβρίου 2012) οι οποίες έχουν ενσωματωθεί στην νομοθεσία των κρατών – μελών. Ήδη έχει αναπτυχθεί μια ολόκληρη οικονομία γύρω από την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των υαρχόντων κτηρίων, με συμμετέχοντες τόσο τον ιδιωτικό όσο και τον δημόσιο τομέα. Ανάλογες δράσεις και νομοθετικές πρωτοβουλίες έχουν υιοθετηθεί και στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, με τον αντίστοιχο ομοσπονδιακό φορέα τους. Το νομικό υπόβαθρο και κυρίως τα οικονομικά κίνητρα που δίνονται δεν αναλύονται στην παρούσα εργασία, κυρίως γιατί επικεντρωνόμαστε στη θεμελίωση μεθοδολογίας παρουσίασης και παρακολούθησης της ενεργειακής επίδοσης και εν τέλει αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων . Φυσικά είναι επιτακτικό σε

δεύτερο χρόνο ο άμεσα ενδιαφερόμενος να γνωρίζει τα νομικά και χρηματοδοτικά πλαίσια στα οποία μπορεί να κινηθεί, αν και εφόσον αποφασίσει την ανάληψη επενδυτικής στρατηγικής βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου του.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρωνόμαστε στην χρήση του κτηρίου, η οποία εξειδικεύει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η μελέτη του κτηρίου ως προς τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του φλοιού του δεν θα υλοποιηθεί, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι δεν αποτελεί βασικός παράγοντας καθορισμού της ενεργειακής απόδοσης εξίσου σημαντικός με την χρήση του εκάστοτε κτηρίου.

Η κατανάλωση μορφών ενέργειας για ένα κτήριο μπορεί να ποικίλει από την κατανάλωση φυσικού αερίου ή πετρελαίου για την θέρμανση, νερού για υπηρεσίες εστίασης και υγιεινής φροντίδας και ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία των συσκευών ηλεκτρικής καταναλώσεως του κτηρίου. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι η αποκλειστική μορφή ενέργειας που θα μελετήσουμε σε συγκεκριμένες κατηγορίες εμπορικών κτηρίων. Εξειδικεύουμε την θεωρητική ανάλυσή μας σε τρία είδη κτηρίων: εστιατόρια – ταχυφαγεία, τράπεζες και ξενοδοχεία. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στα εστιατόρια – ταχυφαγεία, τα οποία και αποτελούν το κεντρικό αντικείμενο μελέτης του υλοποιηθέντος πληροφοριακού συστήματος.

Στο παρόν κεφάλαιο επιχειρούμε μια θεμελιώδη ανάλυση της μεθοδολογίας αποτύπωσης της ενεργειακής επίδοσης και αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης των υπαρχόντων εμπορικών κτηρίων κατασκευάζοντας αριθμοδείκτες ενεργειακής επίδοσης, οι οποίοι δίνουν μια πλήρη εικόνα της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας στα κτήρια αυτά. Οι αριθμοδείκτες χαίρουν απλότητας και εμπεριέχουν συνεκτική και συγκροτημένη πληροφορία, με πηγή εύρεσής τους κυρίως την ορθή λογική, και όχι τόσο μια αποσπασματική βιβλιογραφία. Στο επόμενο κεφάλαιο του μέρους Β επιχειρούμε να παρουσιάσουμε την τεχνική εικόνα τόσο των δεδομένων, όσο και των αριθμοδεικτών, σε μια προσπάθεια να παρατηρήσουμε και να προβλέψουμε την πορεία τους.

Όπως είναι σαφές, βάση οποιασδήποτε θεμελιώδους αξιολόγησης είναι η αλγεβρική σύγκριση ή η ποσοστιαία μεταβολή ομοειδών μετρήσιμων μεγεθών. Αυτό απαιτεί κατηγοριοποίηση των κτηρίων και σύγκριση των δεικτών ενεργειακής επίδοσης με τον μέσο όρο της κατηγορίας του κτηρίου. Τα δεδομένα τα οποία ήταν διαθέσιμα σε εμάς δεν επιτρέπουν μια τέτοια πλήρη θεμελιώδη ανάλυση, ωστόσο η μεθοδολογία αναλύεται διεξοδικώς. Μερικώς όμως μπορούμε να παρατηρήσουμε την πορεία τους και να

αξιολογήσουμε το κτήριο ως προς την βελτίωση ή μη της εικόνας του παρελθόντος του ανά τακτικά χρονικά διαστήματα. Τα κεφάλαια του μέρους Β υλοποιούν αυτήν την προσπάθεια.

Συνοπτικά λοιπόν επιχειρούμε να προτυποποιήσουμε την διαδικασία που ακολουθήσαμε στην εφαρμογή για την αποτύπωση ενεργειακής επίδοσης συγκεκριμένων εμπορικών κτηρίων του τριτογενούς τομέα, και την αναγάγουμε σε μια πρόταση μεθοδολογίας για ανάλογες εφαρμογές. Στον παρόν κείμενο περιγράφουμε ένα υπερσύνολο της μεθοδολογίας της εφαρμογής μας, καθώς δεν υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα για την υλοποίηση όλης της διαδικασίας. Επιπλέον με απλές μεθόδους προτείνουμε πως μπορεί να επέλθει και μια αξιολόγηση της απόδοσης σε θεωρητικό επίπεδο και μόνο, καθώς τα δεδομένα που απαιτούνται για την υποστήριξη του εγχειρήματος είναι αδύνατον να συλλεχθούν.

B1.2: Πρώτη Φάση Μεθοδολογίας Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης Εμπορικών Κτηρίων Ανεξαρτήτως Κατηγορίας Κτηρίου

B1.2.1: Ορισμός Αριθμοδεικτών και Στόχος της Μεθοδολογίας

Αριθμοδείκτης ενεργειακής επίδοσης ενός κτηρίου όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ορίζεται ως μια ποσοτικοποιημένη πληροφορία αλγεβρικά παραγόμενη εκ των δεδομένων κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και δεδομένων τα οποία έχουν να κάνουν με την λειτουργία του, διαφωτίζοντας τον αναγνώστη για μια συγκεκριμένη πτυχή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε μια χρήση της στο κτήριο.

Θα πρέπει να αναπτύξουμε μια μεθοδολογία και κυρίως φιλοσοφία κατασκευής τέτοιων δεικτών σε σκοπό την όσον δυνατόν πληρέστερη αποτύπωση της εικόνας της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας στο συγκεκριμένο κτήριο. Οι δείκτες αυτοί δεν απαιτείται και ούτε πρέπει να εισάγουν πολυπλοκότητα στον υπολογισμό τους, τουναντίον η απλότητά είναι συνώνυμη της πυκνότητας πληροφορίας τους. Η μεθοδολογία και οι αρχικά παραγόμενοι αριθμοδείκτες αφορούν γενικά κάθε είδος κτηρίου. Στις επόμενες παραγράφους θα παρουσιάσουμε μια μεθοδολογία εργασίας πλήρους μελέτης ενεργειακής επίδοσης εμπορικών κτηρίων και θα κατασκευάσουμε εξειδικευμένους αριθμοδείκτες για το κάθε κτήριο ξεχωριστά, ακολουθώντας την διαδικασία εργασίας της εφαρμογής μας.

B1.2.2: Κατηγοριοποίηση των Κτηρίων

Αρχικά θα πρέπει να ομαδοποιήσουμε τα κτήρια ακολουθώντας κάποια λογικά αντικειμενικά κριτήρια, τα οποία θα μας επιτρέψουν αργότερα να συγκρίνουμε αποτελέσματα ομοειδών κτηρίων και να αξιολογηθεί η σχετική τους επίδοση. Αυτό είναι πολύ βασικό γιατί στόχος οποιασδήποτε ενεργειακής πολιτικής εντός του κτηρίου είναι η διατήρηση στοχευμένων

ενεργειακών αποδόσεων με την χαμηλότερη δυνατή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και άρα την χαμηλότερη δυνατή συνακόλουθη λειτουργική δαπάνη. Το βασικό μας πρόβλημα είναι ότι είναι αδύνατο να καθοριστεί μαθηματικά, με μεθόδους εφαρμοσμένης θερμοδυναμικής, η ελάχιστη απαιτούμενη ενεργειακή είσοδος για την παραγωγή της επιθυμητής εξόδου ενεργειακής απόδοσης. Συνεπώς η σύγκριση και η εκτίμηση μέσω του απλούστερου δυνατού εκτιμητή, ήτοι του μέσου όρου είναι το μοναδικό μας εφόδιο για τον καθορισμό μιας τιμής αναφοράς για την επίδοση και άρα την αξιολόγηση της απόδοσης.

Τα κριτήρια με οποία κατηγοριοποιούμε τα κτήρια είναι τα εξής:

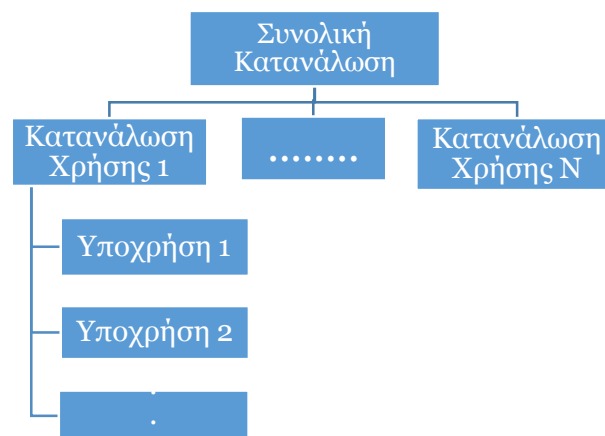
- Το προφίλ χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας του κτηρίου, δηλαδή αν αποτελεί Βιομηχανικό, Εμπορικό ή Οικιακό Καταναλωτή.
- Η ισχύς παροχής του, στοιχείο που συνοδεύεται με το πρώτο κριτήριο, και η κατηγοριοποίηση έχει γίνει ήδη από την εταιρεία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και βάση αυτή καταστρώνονται και τα τιμολόγια της.
- Η εξειδικευμένη χρήση του κτηρίου, δηλαδή η εξειδίκευση περιγραφής των λειτουργιών του για κάθε κατηγοριοποίηση. Για παράδειγμα ένα εμπορικό κτήριο του τριτογενούς τομέα μπορεί να είναι ξενοδοχείο, να είναι εστιατόριο, χρηματοπιστωτικός οργανισμός, με συγκεκριμένες δράσεις του προσωπικού και λειτουργίες του κτηρίου.
- Οι κλιματολογικές συνθήκες της χώρας και της περιοχής όπου εδρεύει το κτήριο.
- Οι καταναλωτικές συνθήκες της χώρας και της περιοχής, αλλά και οι βιολογικές συνθήκες και το μορφωτικό επίπεδο των ανθρώπων. Είναι δεδομένο ότι ο τρόπος κοινωνικής και ιδιωτικής ζωής των ανθρώπων αποτυπώνεται στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε όλους τους τομείς της οικονομίας.
- Η οικονομική κατάσταση της χώρας που εδρεύει. Δηλαδή αν εντάσσεται στις αναπτυγμένες ή αναπτυσσόμενες οικονομίες, και πως ο παραγωγικός συντελεστής ηλεκτρική ενέργεια συνδιαμορφώνει οικονομίες κλίμακος για τις χώρες αυτές.
- Ο αριθμός των εργαζομένων του κτηρίου.
- Ο συντελεστής ζήτησης, συντελεστής ταυτοχρονισμού και συντελεστής φορτίου των καταναλώσεών του, κάτι που αναλύουμε σε επόμενες παραγράφους.

Προσπαθούμε δηλαδή να συσχετίσουμε πολιτικά, μακροοικονομικά, μικροοικονομικά και κοινωνικά κριτήρια με κριτήρια χρήσης ισχύος και ενέργειας, ώστε να καλύψουμε κάθε δυνατό παράγοντα ο οποίος επηρεάζει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, ούτως ώστε ο

εκτιμητής του μέσου όρου ομοειδών κτηρίων να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο ακριβής στην πληροφορία την οποία θα μας δώσει.

B1.2.3: Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων

Βήμα 1: Χωρίζουμε την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο κατηγοριοποιημένο κτήριο το οποίο μελετούμε σε διακριτές και σαφώς καθορισμένες χρήσεις. Οι επιμέρους κύριες χρήσεις μπορούν με την σειρά τους να χωριστούν σε υποχρήσεις μέχρις ότου καταλήξουμε σε μεμονωμένες ηλεκτρικές συσκευές – ηλεκτρικά φορτία. Ως ηλεκτρικό φορτίο ορίζουμε μια συσκευή τελικής καταναλώσεως ηλεκτρικής ενέργειας. Μια κατανάλωση μπορεί να απαρτίζεται από ένα μόνο φορτίο ή από μια ομάδα φορτίων.



Εικόνα B1.2.3.1: Καταμερισμός Καταναλώσεων Ηλεκτρικής Ενέργειας

Βήμα 2: Στην παροχή συνολικής κατανάλωσης, αλλά και στην παροχή κάθε κύριας χρήσης i με $i = 1, 2, \dots, N$ και υποχρήσης j τοποθετούμε κατάλληλους μετρητές για να αντλούμε τα δεδομένα κατανάλωσης ηλεκτρικής ισχύος και ενέργειας, από τα οποία θα κατασκευάσουμε τους δείκτες ενεργειακής επίδοσης. Θα πρέπει να συνεκτιμούμε στις μετρήσεις μας τυχόντα σφάλματα των οργάνων κερδίζοντας με αυτόν τον τρόπο αξιοπιστία αποτελεσμάτων. Δηλαδή οι τιμές εκ των μετρητών πρέπει να διορθώνονται όσον το δυνατόν περισσότερο εξαιτίας των σφαλμάτων μέτρησης που προέρχονται από τα ίδια τα όργανα. Τρόπον τινά ενσωματώνουμε στην μελέτη μας την αξιοπιστία των μετρητών.

Βήμα 3: Καταγράφω όλα τα δεδομένα τα οποία θα μας χρειαστούν για τον υπολογισμό των δεικτών ενεργειακής επίδοσης:

A) Δεδομένα για τα οποία η καταγραφή γίνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, και το κάθε μέγεθος εξελισσόμενο ως προς τον χρόνο έχει τον χαρακτήρα της χρονοσειράς, δηλαδή τιμές

εξαρτημένης μεταβλητής με ανεξάρτητη μεταβλητή διακριτές χρονικές στιγμές. Τα δεδομένα μου καταγράφονται ανά αρχικά χρονικά διαστήματα T_i , χωρίς το βήμα αυτό να είναι περιοριστικό της παρουσίας τους. Μπορούμε δηλαδή να παρουσιάσουμε τα δεδομένα μας σε διαφορετικό βήμα απ' αυτό της αρχικής τους καταγραφής. Στην παρούσα εργασία έχουμε επιλέξει την παρουσίαση των δεδομένων μας σε πέντε (5) διαφορετικά βήματα, και τοιουτοτρόπως τα έχουμε καταχωρήσει στην βάση δεδομένων μας. Συνεπώς για κάθε μέγεθος σχηματίζονται 5 χρονοσειρές, μια για κάθε βήμα. Προτείνουμε ότι ο τρόπος αυτός καταγραφής των ενεργειακών δεδομένων αποτελεί τον πληρέστερο για κάθε είδους επεξεργασία, και μπορεί να προτυποποιηθεί για κάθε εμπορικό κτήριο:

- Ωριαία: T_h
- Ημερήσια: T_d
- Εβδομαδιαία: T_w
- Μηνιαία: T_m
- Ετήσια: T_y

Δεδομένα Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ισχύος και Ενέργειας

Καθορίζουμε τα μετρήσιμα ηλεκτρικά μεγέθη για κάθε κατανάλωση κύριας χρήσης, για κάθε κατανάλωση υποχρήσης και για την συνολική κατανάλωση:

1. **Ενεργός Ισχύς (Real Power):** Είναι πραγματική ισχύς την οποία καταναλώνει η συγκεκριμένη κατανάλωση. Είναι ουσιαστικά η συνιστώσα της παρεχόμενης ισχύος η οποία αξιοποιείται από την συγκεκριμένη κατανάλωση. Μονάδα μέτρησης της ενεργού ισχύος είναι το W (Watt) με συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη το πολλαπλάσιο του: KW = 10^3 W (KiloWatt).

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε αρχικά τα δεδομένα μας με ωριαίο βήμα T_h . Η τιμή P_h που καταγράφουμε εκφράζει την κατανάλωση ενεργού ισχύος της συγκεκριμένης κατανάλωσης στην διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός της κατανάλωσης ισχύος γίνεται με αθροιστικό τρόπο, αθροίζοντας για τις ώρες του βήματος όλες τις τιμές ενεργού ισχύος και καταχωρίζοντας το άθροισμα ως κατανάλωση ενεργού ισχύος του νέου βήματος. Για παράδειγμα για ημερήσιο βήμα αθροίζουμε για τις 24 ώρες της ημέρας τις τιμές P_h και το άθροισμα καταχωρείται ως η τιμή της συγκεκριμένης ημέρας. Ομοίως πράττουμε και για το εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο βήμα.

2. **Άεργος Ισχύς (Reactive Power):** Είναι η συνιστώσα της παρεχόμενης ισχύος η οποία δεν αξιοποιείται από την συγκεκριμένη κατανάλωση. Εκφράζει το πλάτος της αρμονικά μεταβαλλόμενης συνιστώσας της ισχύος η οποία παλινδρομεί μεταξύ ηλεκτρικών – μαγνητικών πεδίων των πυκνωτών – επαγωγέων και της πηγής, και φυσικά δεν χάνεται από το σύστημα. Μονάδα μέτρησης της άεργου ισχύος είναι το VAR (Volt-Ampere Reactive) με συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη το πολλαπλάσιό του KVAR = 10^3 VAR (KiloVAR).

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε αρχικά τα δεδομένα μας με ωριαίο βήμα T_h . Η τιμή Q_h που καταγράφουμε εκφράζει την κατανάλωση άεργου ισχύος της συγκεκριμένης κατανάλωσης στην διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
 - Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός της κατανάλωσης ισχύος γίνεται με αθροιστικό τρόπο αθροίζοντας για τις ώρες του βήματος όλες τις τιμές αέργου ισχύος και καταχωρίζοντας το άθροισμα ως κατανάλωση ενεργού ισχύος του νέου βήματος.
3. **Συντελεστής Ισχύος (Power Factor):** Είναι ουσιαστικά ο πιο ουσιώδης και συνοπτικός τρόπος αξιολόγησης της επίδοσης των ηλεκτρικών φορτίων του εξοπλισμού ως προς την κατανάλωση ισχύος. Ο συντελεστής ισχύος θα μας φανερώσει αν η συγκεκριμένη κατανάλωση χρησιμοποιεί αποδοτικά την παρεχόμενη από την πηγή ηλεκτρική ισχύ στην χρονική διάρκεια της λειτουργίας της. Το αν αυτή η ποσότητα ηλεκτρικής ισχύος, και συνεπώς και η συνακόλουθη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι η κατάλληλη για την χρήση αυτή δεν μπορεί να αξιολογηθεί μέσω του συντελεστή ισχύος. Με λίγα λόγια ο συντελεστής ισχύος αξιολογεί την απόδοση λειτουργίας ανεξαρτήτως της διάρκειας χρήσης.

Ερμηνεία Συντελεστή Ισχύος

P_i : Ενεργός Ισχύς, δηλαδή πραγματική ισχύς που καταναλώνει η συγκεκριμένη κατανάλωση. Είναι ουσιαστικά η συνιστώσα της παρεχόμενης ισχύος που αξιοποιείται στην συγκεκριμένη κατανάλωση

Q_i : Άεργος Ισχύς, δηλαδή πλάτος αρμονικά μεταβαλλόμενης συνιστώσας της ισχύος που παλινδρομεί μεταξύ ηλεκτρικών – μαγνητικών πεδίων των πυκνωτών – επαγωγέων, και της πηγής της κατανάλωσης και φυσικά δεν χάνεται στην κατανάλωση

S_i : Φαινόμενη Ισχύς Κατανάλωσης, είναι η συνολική ισχύς που ζητάει η κατανάλωση μας από την πηγή παροχής. Ισχύει ότι: $S_i = \sqrt{P_i^2 + Q_i^2}$ και είναι η ισχύς με την οποία χρεωνόμαστε από την εταιρεία παροχής.

Ο συντελεστής ισχύος είναι ουσιαστικά το ποσοστό της ισχύος που αξιοποιούμε ως κλάσμα της ισχύος η οποία μας παρέχεται, και άρα για την οποία χρεωνόμαστε:

$$\cos\varphi = \frac{P_i}{S_i}$$

Είναι εμφανές λοιπόν ότι ο συντελεστής ισχύος της συνολικής κατανάλωσης, των καταναλώσεων των διαφόρων χρήσεων, και καταναλώσεων υποχρήσεων είναι, εκ των πραγμάτων, ένας **αυτόνομος δείκτης ενεργειακής επίδοσης**, ο οποίος αξιολογεί την λειτουργία και μόνο του συγκεκριμένου φορτίου, αν πρόκειται για μεμονωμένη συσκευή, ή της ομάδας φορτίων, αν πρόκειται για παραλλήλως λειτουργούσες συσκευές.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

Άμεσος τρόπος

- Καταγράφουμε απευθείας από τα όργανα τον συντελεστή ισχύος με ωριαίο βήμα T_h . Η καταγραφείσα τιμή PF_h εκφράζει τον συντελεστή ισχύος της συγκεκριμένης κατανάλωσης στην διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός του συντελεστή ισχύος γίνεται με τελείως διαφορετικό τρόπο από ότι η ενεργός και η άεργος ισχύς. Για τις ώρες του κάθε βήματος υπολογίζουμε τον μέσο όρο των τιμών του συντελεστή ισχύος, και τον καταχωρούμε ως τιμή του συγκεκριμένου βήματος. Για παράδειγμα για εβδομαδιαίο βήμα υπολογίζω τον μέσο όρο των τιμών του συντελεστή ισχύος για τις ώρες της εβδομάδας και αυτή είναι η εβδομαδιαία τιμή του συντελεστή ισχύος. Ομοίως πράττουμε και στα υπόλοιπα βήματα.

Έμμεσος τρόπος

- Έχουμε κατασκευάσει ήδη την χρονοσειρά της ενεργού ισχύος P_i και της αέργου ισχύος Q_i της συγκεκριμένης κατανάλωσης για οποιοδήποτε από τα πέντε (5) βήματα σύμφωνα με την μεθοδολογία την οποία αναλύσαμε παραπάνω.
- Βρίσκουμε την γωνία φ μέσω της σχέσης: $\tan\varphi = \frac{P_i}{Q_i} \xLeftrightarrow{(1-1)} \varphi = \tan^{-1}\left(\frac{P_i}{Q_i}\right)$
- Συντελεστής Ισχύος = Σ.Ι. = $pf = \cos\varphi = \cos\left[\tan^{-1}\left(\frac{P_i}{Q_i}\right)\right]$
- Ο τρόπος αυτός είναι ακριβέστερος του προηγούμενου εκεί όπου για τα μη ωριαία βήματα παίρνω τον μέσο όρο των τιμών στις ώρες του εκάστοτε βήματος.

4. **Καταναλωθείσα Ενέργεια (Energy Consumption):** Αποτελεί βασική μεταβλητή των δεικτών ενεργειακής επίδοσης. Ως δεδομένο, δηλαδή δοσμένο είτε σε απόλυτα είτε σε σχετικά μεγέθη είναι μικρής σημασίας. Μέσω των δεικτών θα κανονικοποιηθεί ως προς τα μεγέθη του εμπορικού κτηρίου. Μονάδα μέτρησης της καταναλωθείσας ενέργειας είναι η KWh ($1 \text{ KW} \times 1 \text{ h}$).

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε αρχικά τα δεδομένα μας με ωριαίο βήμα T_h . Η τιμή E_h που καταγράφουμε εκφράζει την καταναλωθείσα ενέργεια της συγκεκριμένης κατανάλωσης στην διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός της καταναλωθείσας ενέργειας γίνεται με αθροιστικό τρόπο αθροίζοντας για τις ώρες του βήματος όλες τις τιμές ενέργειας και καταχωρίζοντας το άθροισμα ως κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του νέου βήματος. Για παράδειγμα για ετήσιο βήμα αθροίζουμε για τις 8760 ώρες του έτους τις τιμές E_h και το άθροισμα καταχωρείται ως η τιμή του συγκεκριμένου έτους. Ομοίως πράττουμε και για το ημερήσιο, εβδομαδιαίο και μηνιαίο βήμα.

Δεδομένα Θερμοκρασίας

1. **Εσωτερική Θερμοκρασία Κτηρίου:** Καταγράφεται με την βοήθεια ενός ψηφιακού θερμομέτρου σε βαθμούς Κελσίου ($^{\circ}\text{C}$).

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε απευθείας από τα όργανα την εσωτερική θερμοκρασία με ωριαίο βήμα T_h . Η καταγραφείσα τιμή $\theta_{\text{εσ},h}$ εκφράζει την εσωτερική θερμοκρασία του κτηρίου, υποθέτοντας ότι παραμένει σταθερή στην διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
 - Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός της εσωτερικής θερμοκρασίας γίνεται ως εξής: για τις ώρες του κάθε βήματος υπολογίζουμε τον μέσο όρο των τιμών της θερμοκρασίας, και τον καταχωρούμε ως τιμή του συγκεκριμένου βήματος. Για παράδειγμα για μηνιαίο βήμα υπολογίζουμε τον μέσο όρο των τιμών της εσωτερικής θερμοκρασίας για τις ώρες του μήνα και αυτή είναι η μηνιαία τιμή της εσωτερικής θερμοκρασίας. Ομοίως πράττουμε και για τα υπόλοιπα βήματα.
2. **Εξωτερική Θερμοκρασία Κτηρίου:** Είναι η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος του κτηρίου και καταγράφεται με την βοήθεια ενός ψηφιακού θερμομέτρου σε βαθμούς Κελσίου ($^{\circ}\text{C}$).

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε απευθείας από τα όργανα την εξωτερική θερμοκρασία με ωριαίο βήμα T_h . Η καταγραφείσα τιμή $\theta_{εξ,h}$ εκφράζει την εξωτερική θερμοκρασία του κτηρίου, υποθέτοντας ότι παραμένει σταθερή στην διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός της εξωτερικής θερμοκρασίας γίνεται ως εξής: για τις ώρες του κάθε βήματος υπολογίζουμε τον μέσο όρο των τιμών της θερμοκρασίας, και τον καταχωρούμε ως τιμή του συγκεκριμένου βήματος. Για παράδειγμα για ημερήσιο βήμα υπολογίζουμε τον μέσο όρο των τιμών της εξωτερικής θερμοκρασίας για τις 24 ώρες της ημέρας και αυτή είναι η ημερήσια τιμή της εξωτερικής θερμοκρασίας. Ομοίως πράττουμε και για τα υπόλοιπα βήματα.

Δεδομένα Φωτισμού

1. **Φωτεινότητα:** Είναι το πηλίκο της φωτεινής ροής ανά μονάδα επιφανείας. Μονάδα μέτρησης της φωτεινότητας είναι το 1 lux (lx). Η φωτεινή ροή μετριέται σε lumens (lm) και άρα: $1 \text{ lux} = 1 \text{ lm/m}^2$. Εκφράζει την επιφανειακή πυκνότητα φωτεινής ροής σε μια περιοχή του κτηρίου. Προφανώς μετρήσεις γίνονται όπου υπάρχουν φορτία φωτισμού. Στον παρακάτω πίνακα (εικόνα Β1.2.3.1) διακρίνουμε παραδείγματα φυσικών καταστάσεων για διαφορετικές τιμές του επιπέδου φωτεινότητας, ώστε να αποκτήσουμε μια αίσθηση των τιμών τους:

Φωτεινότητα (lux)	Παράδειγμα
10^{-4}	Αστροφεγγιά συννεφιασμένος ουρανός.
0.002	Καθαρός ουρανός χωρίς φεγγάρι
0.01	1/4 του φεγγαριού
0.27	Πανσέληνος με καθαρό ουρανό
1	Πανσέληνος πάνω από τροπικά γεωγραφικά πλάτη
3.4	Σκοτεινό όριο του αστικού λυκόφωτος κάτω από ένα καθαρό ουρανό

50	Οικογενειακό σαλόνι
80	Διάδρομος / τουαλέτα
100	Πολύ σκοτεινή συνεφιασμένη μέρα
320–500	Φωτισμός γραφείου
400	Ανατολή ή δύση του ηλίου σε μια σαφή ημέρα.
1,000	Μερικώς νεφελώδης Ημέρα / Τυπικός φωτισμός τηλεοπτικού στούντιο
10,000–25,000	Πλήρες φως της ημέρας (όχι άμεσο ηλιακό φως)
32,000–130,000	Άμεσο ηλιακό φως

Εικόνα Β1.2.3.2: Πίνακας Επιπέδου Φωτεινότητας σε διάφορες φυσικές καταστάσεις

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε απευθείας από τα όργανα την φωτεινότητα με ωριαίο βήμα T_h . Η καταγραφείσα τιμή Φ_h εκφράζει την φωτεινότητα της περιοχής κατανάλωσης για το φορτίο φωτισμού του κτηρίου, υποθέτοντας ότι παραμένει σταθερή στην διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός της φωτεινότητας γίνεται ως εξής: για τις ώρες του κάθε βήματος υπολογίζουμε τον μέσο όρο των τιμών της φωτεινότητας, και τον καταχωρούμε ως τιμή του συγκεκριμένου βήματος. Για παράδειγμα για εβδομαδιαίο βήμα υπολογίζουμε τον μέσο όρο των τιμών της φωτεινότητας για τις ώρες της εβδομάδας και αυτή είναι η εβδομαδιαία τιμή της φωτεινότητας. Ομοίως πράττουμε και για τα υπόλοιπα βήματα.

Δεδομένα Λειτουργίας

1. **Αριθμός Εργαζομένων της επιχείρησης:** Συνήθως ο αριθμός των εργαζομένων μεσοπρόθεσμα είναι σταθερός, ενίοτε όμως υπόκειται σε εποχιακές διακυμάνσεις, κυρίως όσον αφορά τουριστικές επιχειρήσεις, όπως για παράδειγμα μεγάλους ξενοδοχειακούς οργανισμούς. Γι' αυτό το λόγο δεν τον συμπεριλαμβάνουμε στα σταθερά δεδομένα του κτηρίου και τον καταχωρούμε ως χρονοσειρά.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε τον αριθμό των εργαζόμενων υπαλλήλων με ωριαίο βήμα T_h . Η καταγραφείσα τιμή EY_h εκφράζει τον αριθμό των εργαζομένων στην διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός του αριθμού των εργαζομένων γίνεται ως εξής: για τις ώρες του κάθε βήματος υπολογίζουμε τον μέσο όρο του αριθμού των εργαζόμενων υπαλλήλων, και τον καταχωρούμε ως τιμή του συγκεκριμένου βήματος. Για παράδειγμα για ετήσιο βήμα υπολογίζουμε τον μέσο όρο του αριθμού των εργαζόμενων υπαλλήλων για τις ώρες του έτους και αυτή είναι η ετήσια τιμή του αριθμού των εργαζόμενων υπαλλήλων. Ομοίως πράττουμε και για τα υπόλοιπα βήματα.

B) Δεδομένα τα οποία είναι σταθερά και δεν μεταβάλλονται χρονικά:

1. **Εμβαδόν Κτηρίου:** Για κάθε κύρια χρήση και υποχρήση καταγράφουμε το εμβαδόν της επιφανείας για την οποία χρησιμοποιούνται τα φορτία μας. Για την συνολική κατανάλωση καταγράφουμε το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου.
2. **Επιθυμητή Εξωτερική Θερμοκρασία:** Καταγράφουμε δύο θερμοκρασίες: την εξωτερική θερμοκρασία κάτω από την οποία θερμαίνεται το κτήριο καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια και την συμβολίζουμε T_θ , και την εξωτερική θερμοκρασία πάνω από την οποία ψύχεται το κτήριο και την συμβολίζουμε T_ψ . Φυσικά η θέρμανση ή η ψύξη αντίστοιχα θα διαρκέσει για το χρονικό διάστημα στο οποίο υπάρχει διαφορά εξωτερικής θερμοκρασίας με τις τιμές αναφοράς T_θ και T_ψ . Είναι επίσης προφανές ότι αν η εξωτερική θερμοκρασία είναι μεταξύ των δύο τιμών αναφοράς, τότε δεν καταναλώνεται ηλεκτρική ενέργεια για θέρμανση ή ψύξη. Οι θερμοκρασίες αυτές διαφοροποιούνται από χώρα σε χώρα και από περιοχή σε περιοχή εντός της ίδιας χώρας με βασικές παραμέτρους τις βιολογικές συνήθειες των ανθρώπων και τις κλιματολογικές συνθήκες. Είναι υποκειμενικός ο τρόπος προσδιορισμού τους, και σε αυτόν θα πρέπει να συνυπολογιστεί και ένα εσωτερικό κέρδος θερμοκρασίας εξαιτίας των υλικών σωμάτων του κτηρίου. Τα

υλικά σώματα έχοντας θερμοχωρητικότητα απάγουν θερμότητα στο εσωτερικό του κτηρίου αυξάνοντας θεωρητικά την θερμοκρασία στο εσωτερικό του κτηρίου. Το εσωτερικό κέρδος θερμοκρασίας είναι σχεδόν αδύνατον να υπολογιστεί χωρίς ενδελεχή δεδομένα (βιβλιογραφικά αναφέρεται σε ένα εύρος τιμών από 3 έως 4 °C).

Δηλαδή : $T_{\theta(\text{πραγματική})} = T_{\theta(\text{ιδανική})} - T_{(\text{εσωτερικό κέρδος})}$

$T_{\psi(\text{πραγματική})} = T_{\psi(\text{ιδανική})} - T_{(\text{εσωτερικό κέρδος})}$

Οι τιμές αυτές καταγράφονται σε βαθμούς Κελσίου (°C).

3. **Η εγκατεστημένη ισχύς όλων των φορτίων του κτηρίου:** Για κάθε ηλεκτρικό φορτίο, δηλαδή συσκευή καταναλώσεως ηλεκτρικής ενέργειας, καταγράφουμε την ονομαστική ισχύ λειτουργίας της, δηλαδή την εγκατεστημένη ισχύ της. Προφανώς αν η κατανάλωση χρήσης ή υποχρήσης περιλαμβάνει περισσότερα του ενός παράλληλα λειτουργούντα φορτία τότε οι ισχείς αθροίζονται για την κατανάλωση αυτή.

B1.2.4: Αρχική Επεξεργασία Δεδομένων

Το επόμενο βήμα της συλλογής δεδομένων για το κτήριο είναι η αρχική τους επεξεργασία. Είναι το βήμα το οποίο πρέπει να προηγηθεί της κατασκευής των δεικτών, ώστε ο μελετητής να αντιληφθεί τον τρόπο κατανομής της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρήση στο κτήριο, αλλά και την συμπεριφορά των φορτίων στην κατανάλωση ισχύος.

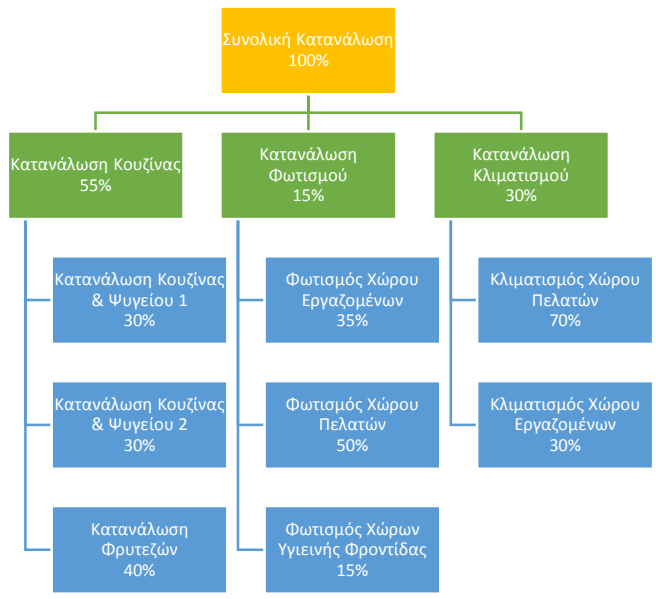
A) Εικόνα Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας:

Αρχικά αποτυπώνουμε τον τρόπο με τον οποίο διαρθρώνεται η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στις διάφορες κύριες χρήσεις και υποχρήσεις αποτυπώνοντας την πληροφορία αυτά σε κυκλικά διαγράμματα ώστε να έχουμε σαφή εικόνα του τρόπου καταμερισμού της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η διάρθρωση αυτή είναι σημαντική, καθώς η όποια απόφαση επένδυσης με σκοπό την μείωση του κόστους κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να ξεκινά από τις μεγαλύτερες ποσοστιαία καταναλώσεις, καθώς εκεί το περιθώριο μείωσης φαντάζει μεγαλύτερο.

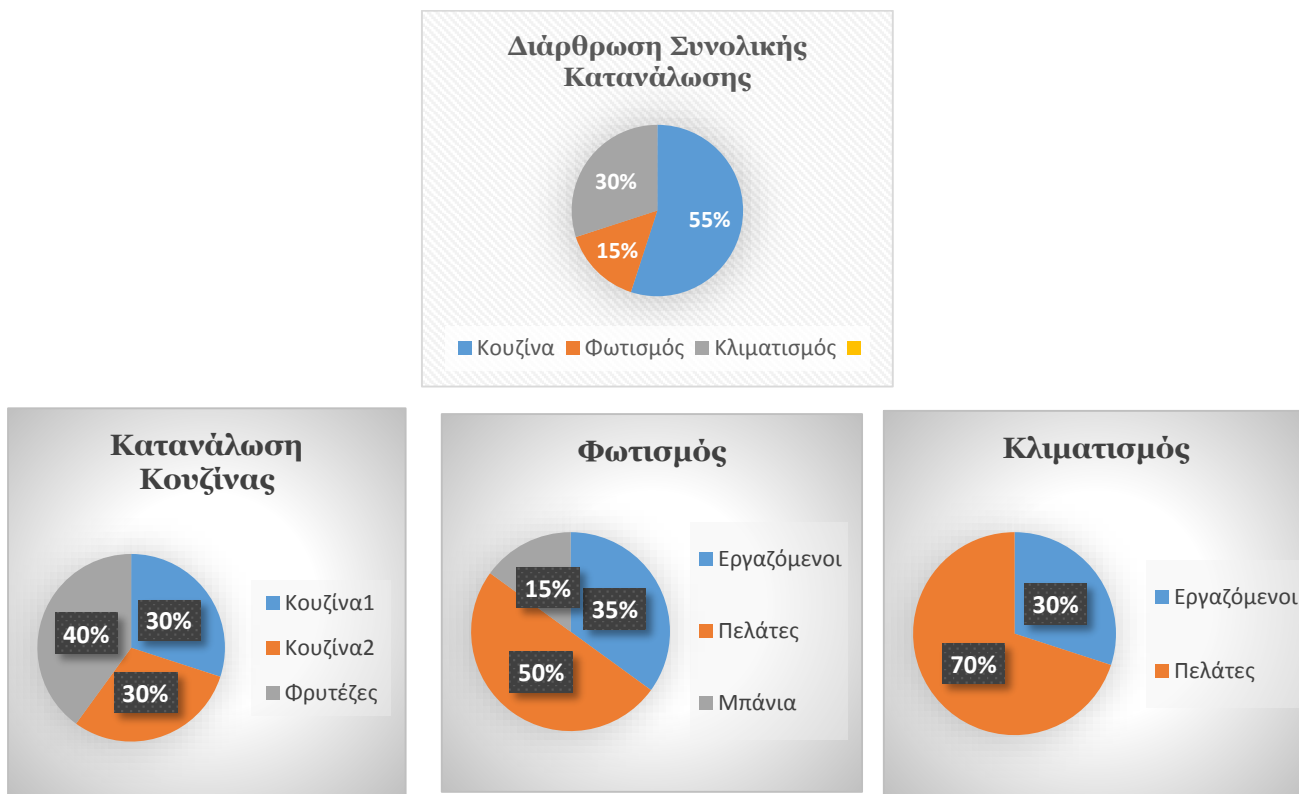
Παράδειγμα

Σε μια εγκατάσταση εμπορικού κτηρίου το οποίο ανήκει στην κατηγορία των εστιατορίων παρατηρήθηκε η διάρθρωση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας η οποία διακρίνεται στην εικόνα B1.2.4.1. Τα δεδομένα τα οποία παρουσιάζονται προέρχονται από κατάστημα γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο και αποτελούν μια εξιδανίκευση της πραγματικότητας. Σε ένα διαφορετικό υποκατάστημα η κατανάλωση ίσως να είχε διαρθρωθεί διαφορετικά, κατά είδος και κατά ποσοστό. Επιχειρούμε με αυτό τον τρόπο να

δώσουμε μια υποτυπώδη μεθοδολογία κατηγοριοποίησης, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν απαιτείται λεπτομερέστερη μελέτη.



Εικόνα B1.2.4.1: Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας σε Κτήριο Εστιατορίου



Εικόνα B1.2.4.2: Κυκλικά Διαγράμματα Κατανομής Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας της εικόνας B1.2.4.1

B) Εικόνα Λειτουργίας των ηλεκτρικών φορτίων και Χρήσης της Ισχύος:

Αριθμοδείκτης 1: Συντελεστής Ισχύος

$$pf_j = \cos\phi = \frac{P}{S} = \frac{\text{Συνιστώσα της Παρεχόμενης Ισχύος που καταναλώνει η κατανάλωση } j}{\text{Συνολική Παρεχόμενη Ισχύς κατανάλωσης } j}$$

όπου $j = \{\text{κατανάλωση μιας χρήσης ή υποχρήσης, συνολική κατανάλωση}\}$

Ο συντελεστής ισχύος θα μας δείξει αν η συγκεκριμένη κατανάλωση χρησιμοποιεί αποδοτικά την ηλεκτρική ισχύ η οποία της παρέχεται από την πηγή παροχής στην χρονική διάρκεια της λειτουργίας της. Το αν αυτή η ποσότητα ηλεκτρικής ισχύος και άρα η συνακόλουθη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι η κατάλληλη για την χρήση αυτή δεν μπορεί να αξιολογηθεί μέσω του συντελεστή ισχύος. Με λίγα λόγια ο συντελεστής ισχύος αξιολογεί την λειτουργία και όχι την χρήση, όπως αναφέραμε και στην παράγραφο της συλλογής των δεδομένων.

Κάθε χώρα όσον αφορά την συνολική κατανάλωση των φορτίων ενός καταναλωτή έχει θεσπίσει συγκεκριμένες ελάχιστες τιμές του συντελεστή ισχύος ανά κατηγορία καταναλωτή (βιομηχανικό, εμπορικό, οικιακό), κάτω από τις οποίες είναι υποχρεωμένος να προβεί σε διόρθωση του συντελεστή ισχύος με την χρήση παράλληλων πυκνωτών στην κατανάλωση. Προφανώς αυτό γίνεται για να περιοριστεί η χαμένη ηλεκτρική ισχύς και ενέργεια εξαιτίας του χαμηλού συντελεστή ισχύος του καταναλωτή, ώστε να μην επιβαρύνεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, και κατ' επέκταση το περιβάλλον. Επιπλέον είναι σαφές ότι ο καταναλωτής έχει άμεσο οικονομικό κίνητρο να βελτιώσει τον συντελεστή ισχύος του, ειδάλως θα επιβαρύνεται με κοστοβόρα τιμολόγια.

Αριθμοδείκτης 2: Συντελεστής Ζήτησης (Demand Factor)

$$DF = \frac{\text{Μέγιστη Ζήτηση Ισχύος Κατανάλωσης } j}{\text{Συνολική Συνδεδεμένη Ζητούμενη Ισχύς Κατανάλωσης } j}$$

όπου $j = \{\text{κατανάλωση κύριας χρήσης ή υποχρήσης, συνολική κατανάλωση}\}$

Είναι πάντα μικρότερος της μονάδας και είναι μια ένδειξη της ταυτόχρονης λειτουργίας των συνδεδεμένων φορτίων της συγκεκριμένης κατανάλωσης. Ποιοτικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι ένδειξη της αναλογίας των χρησιμοποιούμενων φορτίων έναντι των συνολικά συνδεδεμένων.

- **Αν $j = \text{Κατανάλωση Κύριας Χρήσης ή Υποχρήσης}$:** Έχοντας υλοποιήσει σωστά το βήμα 1 και έχοντας διακρίνει τις διάφορες χρήσεις ανά λειτουργία του κτηρίου

περιμένουμε τον δείκτη αυτόν στις διάφορες ανεξάρτητες μεταξύ τους υποχρήσεις να είναι κοντά στο 1.

- **Av j = Συνολική Κατανάλωση:** Τιμή του δείκτη αυτού πολύ μικρότερη της μονάδας σημαίνει ανισοκατανομή της ζήτησης ισχύος, η οποία για κάποια κτήρια πολλαπλών ανεξάρτητων χρήσεων ίσως να φαντάζει φυσιολογική, αλλά για κτήρια μεμονωμένων χρήσεων είναι πιθανή ένδειξη μη αποδοτικής λειτουργίας των φορτίων.

Αριθμοδείκτης 3: Συντελεστής Ταυτοχρονισμού (Coincidence Factor)

$$F_c = \frac{\text{Ταυτόχρονη Μέγιστη Ζήτηση Κατανάλωσης } j}{\text{Άθροισμα Μέγιστων Ζητήσεων Φορτίων Κατανάλωσης } j}$$

όπου $j = \{\text{κατανάλωση κύριας χρήσης ή υποχρήσης, συνολική κατανάλωση}\}$

Ο δείκτης αυτός είναι μικρότερος ή ίσος της μονάδας, και συμπληρώνει την πληροφορία την οποία μας δίνει ο συντελεστής ζήτησης. Εκφράζει την ένταση στην λειτουργία των φορτίων.

- **Av j = Κατανάλωση Κύριας Χρήσης ή Υποχρήσης:** Έχοντας υλοποιήσει σωστά το βήμα 1 και έχοντας διακρίνει τις διάφορες χρήσεις ανά λειτουργία του κτηρίου περιμένουμε τον δείκτη αυτόν στις διάφορες ανεξάρτητες μεταξύ τους υποχρήσεις να είναι κοντά στο 1. Επί της ουσίας είναι υποτυπωδώς συμπληρωματικός του συντελεστή ζήτησης για μια κατανάλωση κύριας χρήσης ή υποχρήσης, περιορίζοντας την πληροφορία στην συμπεριφορά της κατανάλωσης στην μέγιστη ζήτηση των φορτίων της.
- **Av j = Συνολική Κατανάλωση:** Τιμή του δείκτη κοντά στο 1 υποδηλώνει κάποιον ταυτοχρονισμό στην αιχμή ζήτησης όλων των φορτίων η οποία φαντάζει φυσιολογική για κτήρια μεμονωμένων χρήσεων. Τιμή του δείκτη αυτού πολύ μικρότερη της μονάδας ίσως σημαίνει διαφορετική συμπεριφορά των φορτίων στην μέγιστη ζήτηση ισχύος η οποία για κάποια κτήρια πολλαπλών ανεξάρτητων χρήσεων να φαντάζει φυσιολογική, αλλά για κτήρια μεμονωμένων χρήσεων να αποτελεί ένδειξη μη αποδοτικής χρήσης των φορτίων.

Αριθμοδείκτης 4: Συντελεστής Φορτίου (Load Factor)

$$F_{LD} = \frac{\text{Μέση Κατανάλωση Ενεργού Ισχύος σπό την Κστσνάλωση } j}{\text{Μέγιστη Κατανάλωση Ενεργού Ισχύος σπό την Κστσνάλωση } j}$$

όπου $j = \{\text{κατανάλωση κύριας χρήσης ή υποχρήσης, συνολική κατανάλωση}\}$

Ο δείκτης αυτός είναι μικρότερος της μονάδας και συνιστά τρόπον τινά ένα δείκτη συνολικής έντασης κατανάλωσης ισχύος.

Όπως και οι δύο παραπάνω δείκτες, ίσως δεν είναι τόσο απαραίτητος στην αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, αλλά είναι άκρως απαραίτητος στον μελετητή για να αποκτήσει μια εικόνα της συμπεριφοράς των διαφόρων καταναλώσεων και φορτίων σε ένα συγκεκριμένο κτήριο. Η εικόνα αυτή πρέπει να συσχετισθεί κριτικά με τις χρήσεις του κτηρίου και την εξαγωγή ενός τελικού συμπεράσματος για την αποδοτικότητα της χρήσης της εγκατεστημένης ισχύος. Ο συντελεστής ζήτησης, ο συντελεστής ταυτοχρονισμού και ο συντελεστής φορτίου αποτελούν το πρώτο βήμα εξοικείωσης με τα δεδομένα της κατανάλωσης ισχύος και ουσιαστικά θα μπορούσαν να είναι ένα αυτόνομο κριτήριο κατηγοριοποίησης των κτηρίων με βάση τις τιμές τους, όπως έχουμε προαναφέρει στην αρχή της συγκεκριμένης παραγράφου.

Γ) Εικόνα των δεδομένων θερμοκρασίας:

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση ή ψύξη είναι πρακτικά ευθέως ανάλογη ως προς την διαφορά εξωτερικής και επιθυμητής εξωτερικής θερμοκρασίας του κτηρίου, ήτοι των τιμών $T_{\theta(\text{πραγματική})}$ και $T_{\psi(\text{πραγματική})}$. Συμβολίζω με $T_{\text{εξ}}$ την εξωτερική θερμοκρασία του κτηρίου και η συνάρτηση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση ή ψύξη έχει ως εξής:

- Αν $T_{\text{εξ}} < T_{\theta(\text{πραγματική})}$: Τότε καταναλώνεται ηλεκτρική ενέργεια για την θέρμανση του κτηρίου μέχρις ότου η εξωτερική θερμοκρασία γίνει ίση ή μεγαλύτερη της $T_{\theta(\text{πραγματική})}$.
- Αν $T_{\theta(\text{πραγματική})} \leq T_{\text{εξ}} \leq T_{\psi(\text{πραγματική})}$: Τότε δεν καταναλώνεται ηλεκτρική ενέργεια ούτε για θέρμανση, ούτε για ψύξη.
- Αν $T_{\text{εξ}} > T_{\psi(\text{πραγματική})}$: Τότε καταναλώνεται ηλεκτρική ενέργεια για ψύξη του κτηρίου μέχρις ότου η εξωτερική θερμοκρασία γίνει ίση ή μικρότερη της $T_{\psi(\text{πραγματική})}$.

Μια έννοια που μαθηματικοποιεί με απλό τρόπο την συσχέτιση εξωτερικής θερμοκρασίας με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση ή ψύξη είναι η έννοια των ΒαθμοΗμερών, μια απόδοση του όρου που βιβλιογραφικά αναφέρεται ως Degree Days. Οι ΒαθμοΗμέρες διακρίνονται σε δύο είδη:

- **ΒαθμοΗμέρες Θέρμανσης (B.H.Θ.) ή Heating Degree Days (H.D.D.):** Είναι το γινόμενο των ημερών και της αντίστοιχης διαφοράς βαθμών Κελσίου για τις οποίες η εξωτερική θερμοκρασία είναι μικρότερη της $T_{\theta(\text{πραγματική})}$
- **ΒαθμοΗμέρες Ψύξης (B.H.Ψ.) ή Cooling Degree Days (C.D.D.):** Είναι το γινόμενο των ημερών και της αντίστοιχης διαφοράς βαθμών Κελσίου για τις οποίες η εξωτερική θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη της $T_{\psi(\text{πραγματική})}$

Εμείς υπολογίζουμε το άθροισμά τους και γενικά τις καλούμε ΒαθμοΗμέρες ή Degree Days, χωρίς να κάνουμε διάκριση μεταξύ τους. Θα δώσουμε τώρα την μεθοδολογία υπολογισμού τους.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

- Έχουμε την εξωτερική θερμοκρασία σε 5 διαφορετικές χρονοσειρές με 5 διαφορετικά βήματα, σύμφωνα με την μεθοδολογία που αναπτύξαμε παραπάνω.
- Για τον υπολογισμό των Degree Days αξιοποιούμε μόνο την χρονοσειρά με το ωριαίο βήμα.
- Για κάθε ώρα i της ημέρας στην οποία η εξωτερική θερμοκρασία έχει την τιμή $T_{εξ,i}$ ενεργούμε ως εξής:

1. Αν $T_{εξ,i} < T_{\theta(\text{πραγματική})}$:

$$HDD_i = \frac{1}{24} \times (T_{\theta(\text{πραγματική})} - T_{εξ,i})$$

$$CDD_i = 0$$

$$DD_i = HDD_i + CDD_i = \frac{1}{24} \times (T_{\theta(\text{πραγματική})} - T_{εξ,i})$$

2. Αν $T_{\theta(\text{πραγματική})} \leq T_{εξ,i} \leq T_{\psi(\text{πραγματική})}$:

$$HDD_i = 0$$

$$CDD_i = 0$$

$$DD_i = HDD_i + CDD_i = 0$$

3. Αν $T_{εξ,i} > T_{\psi(\text{πραγματική})}$:

$$HDD_i = 0$$

$$CDD_i = \frac{1}{24} \times (T_{εξ,i} - T_{\psi(\text{πραγματική})})$$

$$DD_i = HDD_i + CDD_i = \frac{1}{24} \times (T_{εξ,i} - T_{\psi(\text{πραγματική})})$$

- Ουσιαστικά σχηματίσαμε την ωριαία χρονοσειρά των βαθμοημερών. Τώρα θα τις υπολογίσουμε και για μεγαλύτερα βήματα.
- Για κάθε ημέρα αθροίζουμε για τις 24 ώρες της ημέρας τις ΒαθμοΗμέρες οι οποίες προέκυψαν από τις βαθμοημέρες κάθε ώρας (Degree Days) και καταλήγουμε στις Βαθμοημέρες της συγκεκριμένης ημέρας. Δηλαδή για μια ημέρα j έχουμε:

$$DD_j = \sum_{i=1}^{24} DD_i$$

- Με αυτόν τον τρόπο έχουμε υπολογίσει την χρονοσειρά των βαθμοημερών με ημερήσιο βήμα. Για να υπολογίσουμε τις αντίστοιχες χρονοσειρές με μεγαλύτερο

βήμα (εβδομαδιαίο, μηνιαίο, ετήσιο) εργαζόμαστε αντίστοιχα και για τις μέρες του νέου βήματος αθροίζουμε τις βαθμομέρες και η τιμή που θα προκύψει θα είναι οι βαθμομέρες του νέου βήματος.

Οι χρονοσειρές αυτές θα διαδραματίσουν επικουρικό ρόλο στην προσπάθεια αποτύπωσης της ενεργειακής επίδοσης.

B1.3: Δεύτερη Φάση Μεθοδολογίας Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης Εμπορικών Κτηρίων με εξειδικευμένους αριθμοδείκτες για Εστιατόρια – Ταχυφαγεία, Τράπεζες και Ξενοδοχεία

B1.3.1: Εισαγωγή

Έχοντας όλα τα δεδομένα στην διάθεσή μας μπορούμε να κατασκευάσουμε αριθμοδείκτες αποτύπωσης ενεργειακής επίδοσης, αντικειμενικά ορισμένους για κάθε εμπορικό κτήριο του τριτογενούς τομέα. Κάποιοι εξ αυτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε άλλες κατηγορίες κτηρίων, αλλά η στόχευση μας είναι τα εξής τρία είδη εμπορικών κτηρίων: Εστιατόρια – Ταχυφαγεία, Τράπεζες, Ξενοδοχεία. Για την κάθε μια κατηγορία θα χρειαστούμε επιπλέον δεδομένα, τα οποία να εξειδικεύονται στην εκάστη λειτουργία τους.

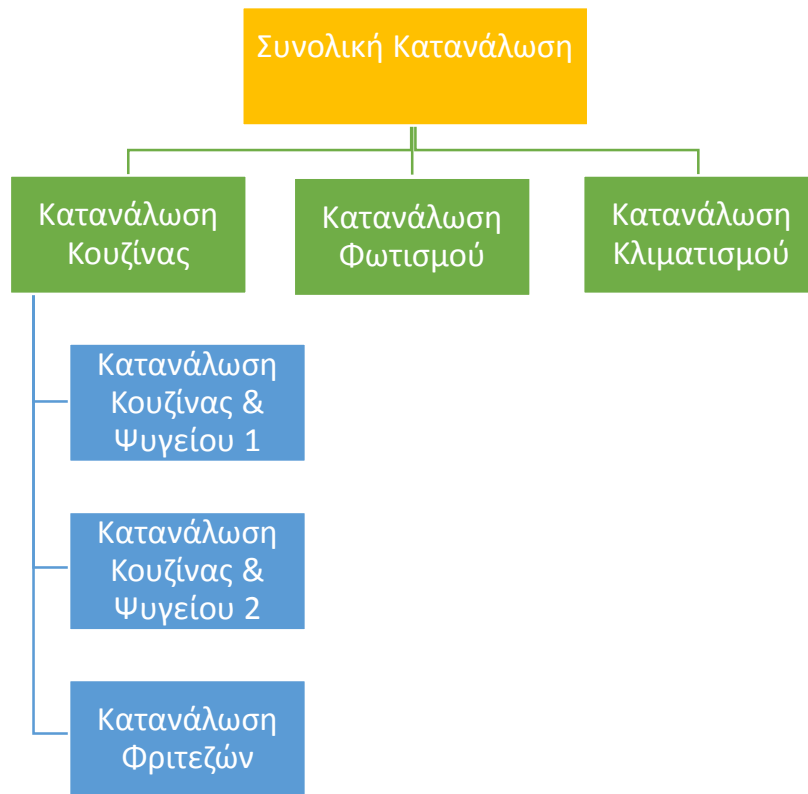
B1.3.2: Εστιατόρια - Ταχυφαγεία

Η συγκεκριμένη κατηγορία εμπορικών κτηρίων αποτελεί το κύριο αντικείμενο της εργασίας (case study), και το λογισμικό ΣΙΒΥΛΛΑ παρακολουθεί και προβλέπει δεδομένα και αριθμοδείκτες αποκλειστικά γι' αυτήν την κατηγορία κτηρίων του τριτογενούς τομέα. Θα περιγράψουμε ακριβώς την μεθοδολογία την οποία ακολουθήσαμε για την μελέτη της ενεργειακής επίδοσης καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο. Ταυτόχρονα επισημαίνουμε ότι η μεθοδολογία και οι δείκτες μπορούν να γενικευτούν για οποιαδήποτε εστιατόριο – ταχυφαγείο.

B1.3.2.1: Κατανομή Καταναλώσεων σε κατάστημα γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο

Συνεπείς στην μεθοδολογία την οποία έχουμε αναπτύξει μέχρι το σημείο αυτό θα πρέπει να καταμερίσουμε την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε σαφώς διακεκριμένες χρήσεις ανεξάρτητες μεταξύ τους. Με αυτήν την λογική ακολουθήσαμε την δομή της εικόνας

B1.3.2.1.1:



Εικόνα Β1.3.2.1.1: Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Κύριες Χρήσεις & Υποχρήσεις καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο

Στην παροχή της συνολικής κατανάλωσης, των κύριων χρήσεων και υποχρήσεων τοποθετούμε μετρητές για να αντλήσουμε τα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας και ισχύος.

Β1.3.2.2: Συλλογή Δεδομένων

Συλλέγουμε τα εξής δεδομένα τα οποία και καταχωρούνται στην βάση δεδομένων της εφαρμογής:

Α) Δεδομένα τα οποία έχουν τον χαρακτήρα της χρονοσειράς, δηλαδή τιμών εξαρτημένης μεταβλητής με ανεξάρτητη μεταβλητή διακριτές χρονικές στιγμές. Για κάθε δεδομένο το οποίο αποτελεί χρονοσειρά αποθηκεύουμε τα δεδομένα με πέντε (5) διαφορετικά βήματα στον άξονα του χρόνου: ωραίο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο βήμα, με την μεθοδολογία που περιγράψαμε παραπάνω. Αρχικά καταγράφουμε τα δεδομένα που αναφέραμε παραπάνω τα οποία είναι ανεξάρτητα από το είδος του κτηρίου:

- Για την Συνολική Κατανάλωση (ΣΚ), την Κατανάλωση Κουζίνας (ΚΚ), τις 3 υποκαταναλώσεις: Κουζίνα και Ψυγείο 1 (ΚΚ1), Κουζίνα και Ψυγείο 2 (ΚΚ2) , Κατανάλωση Φριτεζών (ΚΚ3), την Κατανάλωση Φωτισμού (ΚΦ) και την κατανάλωση κλιματισμού (ΚΚΛ), δηλαδή για 7 καταναλώσεις καταγράφουμε:

1. Την κατανάλωση Ενεργού Ισχύος
 2. Την κατανάλωση Άεργου Ισχύος
 3. Τον Συντελεστή Ισχύος
 4. Την Καταναλωθείσα Ενέργεια
- Επίσης καταγράφουμε και τα εξής δεδομένα ανεξαρτήτως καταναλώσεως:
 5. Την φωτεινότητα
 6. Την εξωτερική θερμοκρασία
 7. Την εσωτερική θερμοκρασία
 8. Τον αριθμό των εργαζόμενων υπαλλήλων

B) Δεδομένα τα οποία έχουν τον χαρακτήρα της χρονοσειράς, δηλαδή τιμών εξαρτημένης μεταβλητής με ανεξάρτητη μεταβλητή διακριτές χρονικές στιγμές και τα οποία αφορούν την λειτουργία του εστιατορίου:

9. **Αριθμός Παραγόμενων Μερίδων:** Είναι ο αριθμός των διακριτών μερίδων καταλόγου κατά τίτλο, όπως είναι καταχωρημένες στον τιμοκατάλογο του εστιατορίου, ανεξαρτήτως του όγκου του φαγητού εμπεριέχουν. Είναι άκρως σημαντική πληροφορία, καθώς είναι ένα δεδομένο το οποίο μας επιτρέπει να εξετάσουμε το εστιατόριο μικροσκοπικά και να συσχετίσουμε την κατανάλωση ενέργειας με το παραγόμενο έργο του εστιατορίου.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε αρχικά τις παραγόμενες μερίδες με ωριαίο βήμα M_h . Η τιμή M_h την οποία καταγράφουμε εκφράζει τον αριθμό των μερίδων οι οποίες παρήχθησαν στην χρονική διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
 - Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός των παραγόμενων μερίδων γίνεται με αθροιστικό τρόπο αθροίζοντας για τις ώρες του βήματος όλες τις παραγόμενες μερίδες και καταχωρίζοντας το άθροισμα ως αριθμό παραγόμενων μερίδων του νέου βήματος. Για παράδειγμα για ημερήσιο βήμα αθροίζουμε για τις 24 ώρες της ημέρας τις τιμές M_h και το άθροισμα καταχωρείται ως η τιμή της συγκεκριμένης ημέρας. Ομοίως πράττουμε και για το εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο βήμα.
10. **Παραγόμενα Έσοδα:** Ορίζεται ως ο κύκλος εργασιών, δηλαδή τα ακαθάριστα έσοδα της επιχείρησης για τον χρονικό διάστημα στο οποίο και καταγράφεται. Η πληροφορία του δεδομένου αυτού εμπίπτει στην μικροσκοπική μελέτη του

παραγόμενου έργου του εστιατορίου, και είναι συμπληρωματική των παραγόμενων μερίδων.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε αρχικά τα παραγόμενα έσοδα με ωριαίο βήμα $E_{Σh}$. Η τιμή $E_{Σh}$ την οποία καταγράφουμε εκφράζει τα παραγόμενα έσοδα τα οποία παρήχθησαν στην χρονική διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός των παραγόμενων εσόδων γίνεται με αθροιστικό τρόπο αθροίζοντας για τις ώρες του βήματος τα παραγόμενα έσοδα και καταχωρίζοντας το άθροισμα ως παραγόμενα έσοδα του νέου βήματος. Για παράδειγμα για μηνιαία βήμα αθροίζουμε για τις ώρες του μήνα τις τιμές $E_{Σh}$ και το άθροισμα καταχωρείται ως η τιμή του συγκεκριμένου μήνα. Ομοίως πράττουμε και για το ημερήσιο, εβδομαδιαίο, και ετήσιο βήμα.

11. **Αριθμός Παρευρισκόμενων Πελατών:** Είναι ο αριθμός των πελατών οι οποίοι παρευρίσκονται στο εσωτερικό του εστιατορίου. Ο ορισμός θέλει προσοχή καθώς είναι σαφές ότι αναφερόμαστε σε πελάτες οι οποίοι βρίσκονται στο εσωτερικό του καταστήματος κάθε χρονική στιγμή. Το αν αυτοί οι πελάτες θα προβούν σε παραγγελία δεν εμπεριέχεται στον ορισμό του δεδομένου. Προφανώς πελάτης εισερχόμενος και ευρισκόμενος στο κατάστημα εμφανίζει μεγάλη πιθανότητα να παραγγείλει. Η πληροφορία αυτή σε συνδυασμό με τις παραγόμενες μερίδες και τα παραγόμενα έσοδα καλύπτουν κάθε πτυχή της παραγωγής έργου του εστιατορίου, και είναι αλληλοσυμπληρούμενες.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε αρχικά τους παρευρισκόμενους πελάτες με ωριαίο βήμα Π_h . Η τιμή Π_h που καταγράφουμε εκφράζει τον αριθμό των πελατών οι οποίοι ευρίσκονται στο κατάστημα στην χρονική διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός των παρευρισκόμενων πελατών γίνεται ως εξής: για τις ώρες του βήματος υπολογίζουμε τον μέσο όρο των παρευρισκόμενων πελατών και τον καταχωρούμε ως αριθμό πελατών του νέου βήματος. Για παράδειγμα για ετήσιο βήμα υπολογίζουμε για τις ώρες του έτους τον μέσο όρο των τιμών Π_h και καταχωρείται ως η τιμή της συγκεκριμένου έτους. Ομοίως πράττουμε και για το ημερήσιο, εβδομαδιαίο, και μηνιαίο βήμα.

12. Εσωτερική Θερμοκρασία Ψυγείου: Είναι η εσωτερική θερμοκρασία του ψυγείου, το οποίο αποτελεί κεντρική ηλεκτρική συσκευή για μια επιχείρηση εστιατορίου, καθώς οι περισσότερες πρώτες ύλες συντηρούνται εκεί.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε απευθείας από τα όργανα την εσωτερική θερμοκρασία του ψυγείου με ωριαίο βήμα T_h . Η καταγραφείσα τιμή $\theta_{\psi,h}$ εκφράζει την εσωτερική θερμοκρασία του ψυγείου υποθέτοντας ότι παραμένει σταθερή στην διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός της θερμοκρασίας του ψυγείου γίνεται ως εξής: για τις ώρες του κάθε βήματος υπολογίζουμε τον μέσο όρο των τιμών της θερμοκρασίας, και τον καταχωρούμε ως τιμή του συγκεκριμένου βήματος. Για παράδειγμα για μηνιαίο βήμα υπολογίζουμε τον μέσο όρο των τιμών της εσωτερικής θερμοκρασίας του ψυγείου για τις ώρες του μήνα και αυτή είναι η μηνιαία τιμή της εσωτερικής θερμοκρασίας του ψυγείου. Ομοίως πράττουμε και για τα υπόλοιπα βήματα.

13. Εσωτερική Θερμοκρασία Καταψύκτη: Είναι η εσωτερική θερμοκρασία του καταψύκτη, ο οποίος αποτελεί επίσης κεντρική ηλεκτρική συσκευή για μια επιχείρηση εστιατορίου, διατηρώντας πρώτες ύλες με χαμηλότερη θερμοκρασία συντήρησης απ' αυτή που προσφέρει το ψυγείο.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε απευθείας από τα όργανα την εσωτερική θερμοκρασία του καταψύκτη με ωριαίο βήμα T_h . Η καταγραφείσα τιμή $\theta_{κψ,h}$ εκφράζει την εσωτερική θερμοκρασία του καταψύκτη υποθέτοντας ότι παραμένει σταθερή στην διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός της θερμοκρασίας του καταψύκτη γίνεται ως εξής: για τις ώρες του κάθε βήματος υπολογίζουμε τον μέσο όρο των τιμών της θερμοκρασίας, και τον καταχωρούμε ως τιμή του συγκεκριμένου βήματος. Για παράδειγμα για εβδομαδιαίο βήμα υπολογίζουμε τον μέσο όρο των τιμών της εσωτερικής θερμοκρασίας του καταψύκτη για τις ώρες της εβδομάδας και αυτή είναι η εβδομαδιαία τιμή της εσωτερικής θερμοκρασίας του καταψύκτη. Ομοίως πράττουμε και για τα υπόλοιπα βήματα.

Γ) Σταθερά Δεδομένα τα οποία δεν μεταβάλλονται χρονικά:

14. Συνολικό Εμβαδόν του κτηρίου, Εμβαδόν Επιμέρους Χώρων του Κτηρίου: Εμβαδόν Κουζίνας, Εμβαδόν Χώρου Πελατών, Εμβαδόν Χώρου Αποθήκευσης και γενικά οποιοδήποτε εμβαδόν συνδέεται με την κατανάλωση.
15. T_{θ} (πραγματική) και T_{ψ} (πραγματική)
16. Εγκατεστημένη Ισχύ των Συσκευών Ηλεκτρικής Καταναλώσεως
17. Αριθμός Παρεχόμενων Τραπεζιών του Εστιατορίου , δηλαδή το πόσα διαθέσιμα τραπέζια για σίτιση υπάρχουν στο εστιατόριο.
18. Αριθμός Παρεχόμενων Θέσεων, δηλαδή ο αριθμός των διαθέσιμων καθισμάτων – καρεκλών τα οποία προσφέρονται στους πελάτες και αντιστοιχούν σε κάποιο τραπέζι. Προφανώς δεν έχουν όλα τα τραπέζια ίσο αριθμό θέσεων και στην ειδική περίπτωση των ταχυφαγείων αλλά και άλλων εστιατορίων τα οποία διαθέτουν καναπέδες, και άρα ομαδικές θέσεις, είναι υποκειμενικός ο τρόπος καθορισμού των θέσεων τους.

B1.3.2.3: Αρχική Επεξεργασία Δεδομένων

A) Όντας συνεπής με την πρώτη φάση της μεθοδολογίας αποτυπώνουμε την εικόνα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, κατασκευάζοντας κυκλικά διαγράμματα, ώστε να δείξουμε την διάρθρωση κατανάλωσης στο χρονικό διάστημα που εξετάζουμε.

B) Για την ενεργό ισχύ της κατανάλωσης υπολογίζουμε για κάθε κατανάλωση και υποκατανάλωση τον συντελεστή ισχύος, συντελεστή ζήτησης, συντελεστή ταυτοχρονισμού και συντελεστή φορτίου.

Γ) Παράγουμε τις χρονοσειρές των ΒαθμοΗμερών (Degree Days).

Δ) Παράγουμε την χρονοσειρά των παρευρισκόμενων ανθρώπων εντός του εστιατορίου:

Παρευρισκόμενοι Άνθρωποι: Είναι το άθροισμα των εργαζόμενων υπαλλήλων στο κτήριο και των παρευρισκόμενων πελατών. Τα φορτία δεν προσφέρονται μόνο για τους πελάτες αλλά και για το προσωπικό, γι' αυτό θα πρέπει να συνυπάρχουν ως δεδομένο για αναλυτικότερη μελέτη.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

Για κάθε βήμα αθροίζουμε τις τιμές της χρονοσειράς εργαζόμενοι υπάλληλοι με τις τιμές της χρονοσειράς ευρισκόμενοι πελάτες και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές, μια για το κάθε βήμα.

B1.3.2.4: Κατασκευή Αριθμοδεικτών Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης

Πριν κατασκευάσουμε αριθμοδείκτες και δείκτες αξιολόγησης θα πρέπει να τονίσουμε ότι η κουζίνα αποτελεί την κύρια κατανάλωση για ένα εστιατόριο, όχι μόνο τεχνικά επειδή υπερτερεί σε σχετικά μεγέθη έναντι των υπολοίπων καταναλώσεων, αλλά λόγω της θεμελιώδους συσχέτισής της με το παραγόμενο έργο του εστιατορίου. Η κύρια δραστηριότητα ενός εστιατορίου είναι η παραγωγή φαγητού. Συνεπώς η δραστηριότητα και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της κουζίνας είναι ένα αξιόπιστο μέτρο του παραγόμενου έργου του σε μικροσκοπικό επίπεδο. Το αν αυτή η ενέργεια αξιοποιείται αποδοτικά συσχετιζόμενη με τα υπόλοιπα στοιχεία του εστιατορίου θα κριθεί μέσω της αξιολόγησης της ενεργειακής επίδοσης και την σύγκριση των δεικτών με τους αντίστοιχους εστιατορίων της ίδιας κατηγορίας με το υπό εξέταση κτήριο.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά μονάδα Επιφανείας (Ένταση Χρήσης Ηλεκτρικής Ενέργειας)

Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας στην περιοχή της Κατανάλωσης (KWh/m²)

Συνολικά υπολογίζουμε 4 αριθμοδείκτες Έντασης Χρήσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ως προς την επιφάνεια:

- Για την Συνολική Κατανάλωση (ΣΚ)
- Για την Κατανάλωση Κουζίνας (ΚΚ)
- Για την Κατανάλωση Φωτισμού (ΚΦ)
- Για την Κατανάλωση Κλιματισμού (ΚΚΛ)

Οι δύο πρώτοι αριθμοδείκτες είναι οι πιο δημοφιλείς βιβλιογραφικά αριθμοδείκτες ενεργειακής επίδοσης, βάσει των οποίων αξιολογείται διεθνώς η ενεργειακή απόδοση των εστιατορίων, συγκρίνοντας τους με τον μέσο όρο των δεικτών ομοειδών κτηρίων ως προς την κατηγοριοποίηση που ακολουθεί ο εκάστοτε οργανισμός αξιολόγησης.

Πρόκειται για ένα δείκτη που κανονικοποιεί την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ως προς το εμβαδόν των επιφανειών στο οποίο εξυπηρετείται η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας για το κτήριο αυτό. Τουτέστιν εκφράζει την επιφανειακή πυκνότητα κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

- Ως παρονομαστή θεωρητικά θα έπρεπε να χρησιμοποιηθεί το εμβαδόν του τμήματος του κτηρίου στο οποίο η καταναλωθείσα ενέργεια χρησιμοποιείται. Κάτι τέτοιο όμως σπανίως χρησιμοποιείται και είθισται ως εμβαδόν να θέτουμε το συνολικό εμβαδόν του εστιατορίου. Θα ήταν πολύ σημαντικό αν στα δεδομένα είχαμε το εμβαδόν της κουζίνας για τον αριθμοδείκτη $KWh_{(KK)}/m^2_{(KK)}$. Στην εφαρμογή χρησιμοποιούμε μόνο το συνολικό εμβαδόν του εστιατορίου.
- Παράγουμε 5 χρονοσειρές του δείκτη αυτού, μια για το κάθε βήμα της καταναλωθείσας ενέργειας των διαφόρων καταναλώσεων. Τα βήματα είναι: ωριαίο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παραγόμενη Μερίδα

$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας}}{\text{Παραγόμενη Μερίδα}}$ <p style="text-align: center;">(KWh/μερίδα)</p>
--

Συνολικά υπολογίζουμε 4 αριθμοδείκτες Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά παραγόμενη μερίδα:

- Για την Συνολική Κατανάλωση (ΣΚ)
- Για την Κατανάλωση Κουζίνας (ΚΚ)
- Για την Κατανάλωση Φωτισμού (ΚΦ)
- Για την Κατανάλωση Κλιματισμού (ΚΚΛ)

Ο δείκτης κατανάλωση κουζίνας ανά παραγόμενη μερίδα είναι ο πιο ουσιώδης δείκτης ενεργειακής επίδοσης ενός κτηρίου εστιατορίου - ταχυφαγείου, και θα πρέπει να αποτελεί βασικό δείκτη αξιολόγησης της απόδοσης. Χρησιμοποιείται βιβλιογραφικά μαζί με τον δείκτη κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά μονάδα επιφανείας τόσο για την συνολική κατανάλωση, όσο και για την κατανάλωση κουζίνας και συγκροτούν 3 πολύ σπουδαίους αριθμοδείκτες σύγκρισης ομοειδών εστιατορίων ως προς την κατηγοριοποίηση του εκάστοτε οργανισμού.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς παραγόμενων μερίδων και παράγουμε σύνολο 20 χρονοσειρές, 5 για το καθένα από τα 4 είδη καταναλώσεων.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παραγόμενη Νομισματική Μονάδα

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας}}{\text{Έσοδα}}$$

(KWh/v.μ.)

(όπου v.μ. είναι η νομισματική μονάδα της εκάστοτε χώρα που εδρεύει το εστιατόριο)

Συνολικά υπολογίζουμε 4 αριθμοδείκτες Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά παραγόμενη νομισματική μονάδα:

- Για την Συνολική Κατανάλωση (ΣΚ)
- Για την Κατανάλωση Κουζίνας (ΚΚ)
- Για την Κατανάλωση Φωτισμού (ΚΦ)
- Για την Κατανάλωση Κλιματισμού (ΚΚΛ)

Ο δείκτης κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά παραγόμενη νομισματική μονάδα είναι συμπληρωματικός του δείκτη κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά παραγόμενη μερίδα με την έννοια ότι συμπληρώνει την εικόνα της επίδοσης και ως προς το εισοδηματικό αποτέλεσμα του εστιατορίου. Υλοποιώντας την ενεργειακή αξιολόγηση οι δείκτες αυτοί συγκρίνονται με τον μέσο όρο ομοειδών εστιατορίων και μπορεί να επιβεβαιωθεί μια κακή επίδοση ή μια καλή επίδοση αν οι δύο δείκτες για την θεμελιώδη κατανάλωση της κουζίνας είναι μικρότεροι ή μεγαλύτεροι του μέσου όρου αντίστοιχα. Η μεγάλη χρησιμότητα και απόδειξη της συμπληρωματικής πληροφορίας που δίνει είναι στην περίπτωση αντιφατικής συμπεριφοράς με κακή επίδοση στον προηγούμενο δείκτη και καλή σε αυτόν ή αντίστροφα. Τότε στην πρώτη περίπτωση θα μπορούμε να πούμε ότι η κακή επίδοση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή μερίδων αντισταθμίζεται από την καλή επίδοση της κατανάλωσης ενέργειας για την παραγωγή εσόδων, ενώ στην δεύτερη περίπτωση η καλή επίδοση της κατανάλωσης ενέργειας για την παραγωγή μερίδων υπήρξε έμμεσα πλασματική καθώς δεν μεταφράστηκε συγκριτικά πάντα στην ανάλογη επίδοση ως προς τα παραγόμενα έσοδα.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς παραγόμενων εσόδων και παράγουμε σύνολο 20 χρονοσειρές, 5 για το καθένα από τα 4 είδη καταναλώσεων.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρευρισκόμενο Πελάτη

Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας
Παρευρισκόμενοι Πελάτες
(KWh/πελάτη)

Συνολικά υπολογίζουμε 4 αριθμοδείκτες Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά παρευρισκόμενο πελάτη:

- Για την Συνολική Κατανάλωση (ΣΚ)
- Για την Κατανάλωση Κουζίνας (ΚΚ)
- Για την Κατανάλωση Φωτισμού (ΚΦ)
- Για την Κατανάλωση Κλιματισμού (ΚΚΛ)

Είναι ο τρίτος στην σειρά αριθμοδείκτης ο οποίος αξιολογεί την ενεργειακή επίδοση ως προς ένα μέτρο του παραγόμενου έργου του εστιατορίου. Για την συνολική κατανάλωση και την κατανάλωση κουζίνας οι δείκτες κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας, ανά παραγόμενη μερίδα και ανά παραγόμενη νομισματική μονάδα είναι οι πιο σημαντικοί δείκτες σχετικής επίδοσης ενός εστιατορίου. Οι αντίστοιχοι δείκτες ανά παρευρισκόμενο πελάτη συμπληρώνουν την εικόνα μόνο ως προς τον τρόπο κατανομής των παραπάνω πληροφοριών ανά πελάτη. Η ερμηνεία μόνο οικονομικο-κοινωνική μπορεί να είναι καθώς σε περίπτωση καλής επίδοσης των παραπάνω δεικτών, σχετικώς οριζόμενη σε κάθε περίπτωση, και ταυτόχρονη καλή επίδοση του συγκεκριμένου δείκτη ή το αντίθετο δηλαδή κακή επίδοση και των τριών δεικτών επιβεβαιώνει την γενικά καλή επίδοση ή κακή επίδοση αντίστοιχα. Όμως κακή επίδοση του δείκτη αυτού με ταυτόχρονη καλή επίδοση των παραπάνω δεν είναι τόσο σημαντική, απλά είναι ενδεικτική της συμπεριφοράς των καταναλωτών της συγκεκριμένης περιοχής. Αντίστοιχα καλή επίδοση του δείκτη αυτού με κακή επίδοση των παραπάνω δεικτών είναι άνευ σημασίας ως προς την απόδοση της συνολικής κατανάλωσης ή της κατανάλωσης κουζίνας, και μόνο ως προς την συμπεριφορά των καταναλωτών μπορεί να ερμηνευθεί.

Οι δύο επόμενοι δείκτες της κατανάλωσης φωτισμού και κατανάλωσης κλιματισμού ανά παρευρισκόμενο πελάτη είναι καθοριστικοί για την επίδοση της κατανάλωσης φωτισμού και κλιματισμού, καθώς οι χρήσεις αυτές έχουν να κάνουν με τον ανθρώπινο παράγοντα ανεξαρτήτως κατανάλωσης.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς παρευρισκόμενων πελατών και παράγουμε σύνολο 20 χρονοσειρές, 5 για το καθένα από τα 4 είδη καταναλώσεων.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Εργαζόμενο Υπάλληλο

Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας
Εργαζόμενοι Υπάλληλοι

(KWh/εργαζόμενο υπάλληλο)

Συνολικά υπολογίζουμε 4 αριθμοδείκτες Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά εργαζόμενο υπάλληλο:

- Για την Συνολική Κατανάλωση (ΣΚ)
- Για την Κατανάλωση Κουζίνας (ΚΚ)
- Για την Κατανάλωση Φωτισμού (ΚΦ)
- Για την Κατανάλωση Κλιματισμού (ΚΚΛ)

Ο αριθμοδείκτης αυτός αξιολογεί την ενεργειακή επίδοση ως προς ένα μέτρο της επιχειρησιακής οργάνωσης του εστιατορίου, όπως είναι αυτός του αριθμού του προσωπικού του. Είναι σημαντικός δείκτης σχετικής αξιολόγησης μεταξύ εστιατορίων τα οποία εμπίπτουν στην ίδια κατηγοριοποίηση ως προς ένα σύνολο χαρακτηριστικών που αποφασίζει ο μελετητής, καθώς και για κτήρια υποκαταστημάτων της ίδιας επιχείρησης ή ομοειδών ανταγωνιστικών.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς εργαζόμενων υπαλλήλων και παράγουμε σύνολο 20 χρονοσειρές, 5 για το καθένα από τα 4 είδη καταναλώσεων.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρευρισκόμενο Άνθρωπο

Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας
Παρευρισκόμενοι Άνθρωποι

(KWh/άνθρωπο)

Συνολικά υπολογίζουμε 4 αριθμοδείκτες Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά παρευρισκόμενο άνθρωπο:

- Για την Συνολική Κατανάλωση (ΣΚ)
- Για την Κατανάλωση Κουζίνας (ΚΚ)
- Για την Κατανάλωση Φωτισμού (ΚΦ)
- Για την Κατανάλωση Κλιματισμού (ΚΚΛ)

Ο αριθμοδείκτης αυτός εμπεριέχει μια πολύ σημαντική πληροφορία, καθώς συσχετίζει τμήμα της επιχειρησιακής οργάνωσης του εστιατορίου με τμήμα του παραγόμενου έργου και αυτά με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Χρήσιμοι για την αξιολόγηση της επίδοσης της κατανάλωσης κλιματισμού και φωτισμού είναι οι αντίστοιχοι αριθμοδείκτες, δηλαδή ο αριθμοδείκτης κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας φωτισμού ανά παρευρισκόμενο άνθρωπο και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κλιματισμού ανά παρευρισκόμενο άνθρωπο.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς παρευρισκόμενοι άνθρωποι και παράγουμε σύνολο 20 χρονοσειρές, 5 για το καθένα από τα 4 είδη καταναλώσεων.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρεχόμενο Τραπέζι

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας}}{\text{Αριθμός Παρεχόμενων Τραπεζιών}}$$

(KWh/τραπέζι)

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρεχόμενη Θέση

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας}}{\text{Αριθμός Παρεχόμενων Θέσεων}}$$

(KWh/θέση)

Συνολικά υπολογίζουμε 4 αριθμοδείκτες Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά παρεχόμενο τραπέζι και 4 αριθμοδείκτες Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά παρεχόμενη θέση:

- Για την Συνολική Κατανάλωση (ΣΚ)

- Για την Κατανάλωση Κουζίνας (ΚΚ)
- Για την Κατανάλωση Φωτισμού (ΚΦ)
- Για την Κατανάλωση Κλιματισμού (ΚΚΛ)

Οι δύο αυτοί αριθμοδείκτες χρησιμοποιούνται κατά την φάση της κατασκευής του κτηρίου που θα στεγάσει το εστιατόριο – ταχυφαγείο ως μέτρο αναφοράς για μια εκτίμηση της καταναλωθείσας ενέργειας. Κατά την φάση της λειτουργίας του εστιατορίου μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως μέτρο αξιολόγησης του στόχου ο οποίος αρχικά είχε τεθεί στην φάση της κατασκευής, αλλά και για την αξιολόγηση του εστιατορίου ως προς άλλα ομοειδή του. Βέβαια η πληροφορία του δείκτη αυτού θα πρέπει να αναγνωστεί σε συνδυασμό με τις αντίστοιχες πληροφορίες, οι οποίες κανονικοποιούν την χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας με τα δεδομένα του παραγόμενου έργου του εστιατορίου, τις οποίες αναφέραμε παραπάνω.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τον αριθμό των παρεχόμενων τραπεζιών και τον αριθμό των παρεχόμενων θέσεων και παράγουμε σύνολο 20 χρονοσειρές για τον κάθε αριθμοδείκτη, 5 για το καθένα από τα 4 είδη καταναλώσεων.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας για Κλιματισμό ανά ΒαθμοΗμέρα (Energy Consumption per Degree Day)

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Κλιματισμού}}{\text{Αριθμός ΒαθμοΗμερών (Degree Days)}}$$

(KWh/DD)

Είναι ένας από τους σπουδαιότερους αριθμοδείκτες αποτύπωσης ενεργειακής επίδοσης οποιουδήποτε κτηρίου για την μελέτη της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη. Δεν αφορά μόνο την ηλεκτρική ενέργεια, αλλά κάθε μορφή ενέργειας η οποία χρησιμοποιείται για την θέρμανση ή την ψύξη του κτηρίου. Ο αριθμοδείκτης αυτός κανονικοποιεί την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κλιματισμού ως προς την ανάγκη χρήσης της, δηλαδή ως προς τις βαθμοημέρες (degree days). Θεωρητικά η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κλιματισμού είναι ευθέως ανάλογη των βαθμοημερών. Συνεπώς οι τιμές του επηρεάζονται από τον τρόπο υπολογισμού των βαθμοημερών, οι οποίες με την σειρά τους καθορίζονται από τις δύο επιθυμητές εξωτερικές θερμοκρασίες του κτηρίου

T_{θ} (πραγματική) και T_{ψ} (πραγματική). Θα πρέπει να είναι σωστά ορισμένες αν θέλουμε τα αποτελέσματά μας να είναι αξιόπιστα και να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κλιματισμού με τις τιμές της χρονοσειράς ΒαθμοΗμέρες (Degree Days) και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές του αριθμοδείκτη αυτού.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας για Φωτισμό ανά Μονάδα Φωτεινότητας (LUX)

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Φωτισμού}}{\text{Συνολική Φωτεινότητα}}$$

(KWh/lux)

Ο αριθμοδείκτης αυτός είναι ένα μέτρο της κατανομής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά μονάδα φωτεινότητας, δηλαδή καταδεικνύει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά προσφερόμενο lux.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας φωτισμού με τις τιμές της χρονοσειράς φωτεινότητας και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές του αριθμοδείκτη αυτού.

Αριθμοδείκτης Κατανομής Φωτεινότητας ανά Παρευρισκόμενο Άνθρωπο

$$\frac{\text{Συνολική Φωτεινότητα}}{\text{Παρευρισκόμενοι Άνθρωποι}}$$

(lux/άνθρωπο)

Ο αριθμοδείκτης αυτός είναι ένα μέτρο της κατανομής της φωτεινότητας, δηλαδή της επιφανειακής πυκνότητας της φωτεινής ροής ανά παρευρισκόμενο άνθρωπο εντός του καταστήματος.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς φωτεινότητας με τις τιμές της χρονοσειράς παρευρισκόμενοι άνθρωποι και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές του αριθμοδείκτη αυτού.

Αριθμοδείκτης Εγκατεστημένης Απόδοσης Φορτίου Φωτισμού (Installed Load Efficacy)

$$\frac{\text{Συνολική Φωτεινότητα}}{\text{Επιφανειακή Πυκνότητα Εγκατεστημένης Ενεργού Ισχύος Φορτίου Φωτισμού}} \\ (\text{lux/W/m}^2)$$

$$\text{Επιφανειακή Πυκνότητα Ενεργού Ισχύος} = \frac{\text{Ενεργός Ισχύς}}{\text{Εμβαδόν}} (\text{W/m}^2)$$

Στον παρονομαστή μπορούμε αντί της εγκατεστημένης ισχύος να χρησιμοποιήσουμε και την καταναλωθείσα ενεργό ισχύ για τον φωτισμό. Ο αριθμοδείκτης αυτός είναι πολύ σημαντικός για την αξιολόγηση της απόδοσης του φορτίου φωτισμού, καθώς συσχετίζει άμεσα την επιφανειακή πυκνότητα ισχύος (W/m^2) με την επιφανειακή πυκνότητα φωτεινής ροής (lm/m^2). Ως εμβαδόν χρησιμοποιούμε το εμβαδόν της επιφάνειας στην οποία παρέχεται η φωτεινότητα, κατ' ουσίαν σχεδόν ολόκληρο το εμβαδόν της επιφάνειας του κτηρίου.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

- Αν έχουμε δεδομένα για την εγκατεστημένη ισχύ των φορτίων φωτισμού τότε διαιρούμε το άθροισμα των εγκατεστημένων ισχύων με το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου ή γενικά με το άθροισμα των εμβαδών των επιφανειών του κτηρίου στους χώρους όπου υπάρχει φωτισμός. Η τιμή που θα προκύψει είναι η εγκατεστημένη πυκνότητα ενεργού ισχύος για τον φωτισμό και είναι ο παρονομαστής του αριθμοδείκτη.
- Αν χρησιμοποιήσουμε όμως την καταναλωθείσα ενεργό ισχύ του φορτίου φωτισμού τότε για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωση ενεργού ισχύος φωτισμού με το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου ή γενικά με το άθροισμα των εμβαδών των επιφανειών του κτηρίου στους χώρους όπου υπάρχει φωτισμός, και έτσι προκύπτουν 5 χρονοσειρές πυκνότητας καταναλωθείσας ενεργού ισχύος για φωτισμό.
- Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε τις τιμές της χρονοσειράς φωτεινότητας είτε με τον σταθερό παρονομαστή που προέκυψε από την εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού, είτε με τις τιμές των χρονοσειρών πυκνότητας καταναλωθείσας ενεργού ισχύος για τον φωτισμό. Και στις δυο περιπτώσεις παράγονται 5 χρονοσειρές δεδομένων, μια για κάθε βήμα, με τιμές του συγκεκριμένου αριθμοδείκτη.

Αριθμοδείκτης Εγκατεστημένης Πυκνότητας Ισχύος Φορτίου Φωτισμού (Installed Real Power Density)

Επιφανειακή Πυκνότητα Εγκατεστημένης Ενεργού Ισχύος Φορτίου Φωτισμού

100 lux

(W/m²/100 lux)

$$\text{Επιφανειακή Πυκνότητα Ενεργού Ισχύος} = \frac{\text{Ενεργός Ισχύς}}{\text{Εμβαδόν}} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Στον αριθμητή μπορούμε αντί της εγκατεστημένης ισχύος να χρησιμοποιήσουμε και την καταναλωθείσα ενεργό ισχύ για τον φωτισμό, όπως ακριβώς κάναμε και πριν. Ο αριθμοδείκτης αυτός είναι πολύ σημαντικός όπως και ο προηγούμενος για την αξιολόγηση της κατανάλωσης φωτισμού, γιατί φανερώνει την αναγκαία πυκνότητα εγκατεστημένης ή χρησιμοποιούμενης ενεργού ισχύος για τον φωτισμό ώστε να επιτύχουμε φωτεινότητα 100 lux. Τα 100 lux λαμβάνονται ως αναφορά βασικού επιπέδου φωτεινότητας στο οποίο πρέπει να στοχεύουμε.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

- Αν έχουμε δεδομένα για την εγκατεστημένη ισχύ των φορτίων φωτισμού τότε διαιρούμε το άθροισμα των εγκατεστημένων ισχύων με το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου ή γενικά με το άθροισμα των εμβαδών των επιφανειών του κτηρίου στους χώρους όπου υπάρχει φωτισμός. Η τιμή που θα προκύψει είναι η εγκατεστημένη πυκνότητα ενεργού ισχύος για τον φωτισμό και είναι ο αριθμητής του αριθμοδείκτη.
- Αν χρησιμοποιήσουμε όμως την καταναλωθείσα ενεργό ισχύ του φορτίου φωτισμού τότε για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωση ενεργού ισχύος φωτισμού με το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου ή γενικά με το άθροισμα των εμβαδών των επιφανειών του κτηρίου στους χώρους όπου υπάρχει φωτισμός, και έτσι προκύπτουν 5 χρονοσειρές πυκνότητας καταναλωθείσας ενεργού ισχύος για φωτισμό.
- Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε τις τιμές των παραπάνω της εγκατεστημένης πυκνότητας ενεργού ισχύος ή των παραπάνω χρονοσειρών με τον σταθερό παρονομαστή φωτεινότητας 100 lux. Στην πρώτη περίπτωση παράγεται μια μόνο τιμή του αριθμοδείκτη που είναι και χαρακτηριστική της κατανάλωσης φωτισμού,

ενώ στην δεύτερη παράγονται 5 χρονοσειρές δεδομένων, μια για κάθε βήμα, με τιμές του συγκεκριμένου αριθμοδείκτη.

B1.3.2.5: Κατασκευή Μέτρων Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης

B1.3.2.5.1: Συντελεστή Συσχέτισης

Ορισμός Συντελεστή Συσχέτισης (r)

Ο συντελεστής συσχέτισης r είναι ένα μέτρο σχετικής συμμεταβλητότητας μεταξύ δύο μεταβλητών μεγεθών X και Y , με δεδομένο ένα σύνολο διακριτών διατεταγμένων ζευγών τους (X_i, Y_i) . Καταδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται η μεταξύ τους σχέση για ζεύγη τιμών των μεταβλητών σε συγκεκριμένες διακριτές χρονικές στιγμές και είναι ένδειξη της γραμμικής τους εξάρτησης. Ο υπολογισμός του συντελεστή συσχέτισης γίνεται μέσω του τύπου :

$$r_{XY} = \frac{Cov_{XY}}{S_X \cdot S_Y} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

$$\text{με } -1 \leq r_{XY} \leq +1$$

όπου Cov_{XY} είναι η συνδιακύμανση (συμμεταβλητότητα) των μεταβλητών μεγεθών X και Y με:

$$Cov_{XY} = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})$$

και S_X και S_Y οι τυπικές αποκλίσεις των μεγεθών X και Y με:

$$S_X = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

$$S_Y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

και \bar{X} , \bar{Y} είναι η μέση τιμή του μεταβλητού μεγέθους X και Y αντίστοιχα με:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

Παρατηρήσεις Υπολογισμού Συντελεστή Συσχέτισης:

Ο συντελεστής συσχέτισης είναι ένα πολύ σημαντικό μέτρο που μας δείχνει πως συσχετίζονται σχετικά δύο μεταβλητά μεγέθη. Πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί στην χρησιμοποίηση του συντελεστή αυτού, καθώς είναι, εξ ορισμού, ένα μέτρο γραμμικής εξάρτησης δύο μεταβλητών. Σε περιπτώσεις μεταβλητών, οι οποίες θεμελιωδώς συνδέονται με μη γραμμική σχέση, ο δείκτης αυτός θα αποτύχει να εξάγει ασφαλή συμπεράσματα. Μπορούμε όμως να τον χρησιμοποιήσουμε για συγκεκριμένα υποσύνολα των διατεταγμένων ζευγών τους, ώστε να αποκτήσουμε μια εικόνα της μονοτονίας της μεταξύ τους σχέσης.

Βασική προϋπόθεση αποτελεί το δείγμα των διατεταγμένων ζευγών των δύο μεγεθών να είναι αρκετά μεγάλο, ώστε τα συμπεράσματά μας να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο αξιόπιστα. Επίσης θα πρέπει να παρατηρήσουμε στην αλγεβρική σχέση ορισμού του ότι ο συντελεστής αυτός επηρεάζεται από την μέση τιμή, η οποία με την σειρά της επηρεάζεται από τα πολύ μεγάλης ή πολύ μικρής τάξης μεγέθους ακρότατα των μεταβλητών μεγεθών. Μια τέτοια τιμή θα αλλοιώσει την τιμή του συντελεστή και θα οδηγήσει τον μελετητή σε εσφαλμένα συμπεράσματα. Γι' αυτό λοιπόν είναι σφύρον αφού υπολογίσουμε τον συντελεστή αυτό στο σύνολο των διατεταγμένων ζευγών, έπειτα να απομονώσουμε τυχόν διαφορετικής τάξης μεγέθους ακρότατα και να τον υπολογίσουμε και πάλι, ώστε να διαπιστώσουμε την επίδραση των συγκεκριμένων τιμών στον συντελεστή και να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα για το πώς συσχετίζονται σχετικά τα δύο μεταβλητά μεγέθη.

Ερμηνεία Τιμής Συντελεστή Συσχέτισης

Η πρώτη ανάγνωση αυτού του συντελεστή έχει να κάνει με το πρόσημό του. Θετικό πρόσημο σημαίνει αύξουσα σχέση μεταξύ των μεγεθών, δηλαδή αυξάνονται και μειώνονται ταυτόχρονα. Αντιθέτως αρνητικό πρόσημο σημαίνει φθίνουσα σχέση μεταξύ των μεγεθών, δηλαδή όταν το ένα αυξάνεται τότε το άλλο μειώνεται και αντίστροφα. Τέλος τιμή του μέτρου κοντά στο 0 σημαίνει ότι τότε δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των μεγεθών, και τα μεγέθη μεταβάλλονται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.

Η δεύτερη ανάγνωση έχει να κάνει με την τιμή του. Τιμή του συντελεστή συσχέτισης κοντά στα ολικά ακρότατά του, ήτοι το -1 και +1 σημαίνει ισχυρή γραμμική συσχέτιση των μεγεθών και σχεδόν γραμμική εξάρτησή τους. Τιμές του δείκτη κοντά στο 0 σημαίνει ασθενή συσχέτιση μεταξύ των μεγεθών και απώλεια της γραμμικής εξάρτησής τους.

B1.3.2.5.2: Ο Συντελεστής Συσχέτισης ως μέτρο ενεργειακής επίδοσης

Η βασική ιδέα για την χρησιμοποίηση του συντελεστή αυτού ως μέτρο της ενεργειακής επίδοσης έχει να κάνει με την λειτουργία ενός εστιατορίου. Όπως αναφέραμε και σε προηγούμενο εδάφιο η κεντρική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ένα εστιατόριο είναι η κουζίνα. Είναι ο κεντρικός τομέας της επιχείρησης και εξ ολοκλήρου και εξ ορισμού το βασικό έργο ενός εστιατορίου, δηλαδή η παραγωγή φαγητού γίνεται στην κουζίνα. Συνεπώς δεν διανοείται αύξηση καταναλώσεων των λοιπών καταναλώσεων χωρίς αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας της κουζίνας, αν και εφόσον η ηλεκτρική ενέργεια αξιοποιείται αποδοτικά σε όλες τις καταναλώσεις. Επιπλέον θα πρέπει να υπάρχει γραμμική εξάρτηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της κουζίνας και των υπολοίπων καταναλώσεων με τα δεδομένα μέτρησης του παραγόμενου έργου του εστιατορίου, ήτοι κυρίως τις παραγόμενες μερίδες και δευτερευόντως τα συνολικά έσοδα και τους παρευρισκόμενους πελάτες.

Πριν ορίσουμε τους συντελεστές συσχέτισης και ερμηνεύσουμε την σημασία των πιθανών τιμών τους θα πρέπει να μετατρέψουμε τις μεταβλητές οι οποίες συσχετίζονται σε ζεύγη διατεταγμένων ζευγών:

Βήμα 1: Τα δύο μεταβλητά μεγέθη είναι αποθηκευμένα στην βάση δεδομένων μας με την μορφή χρονοσειράς. Αρχικά λοιπόν ο χρήστης επιλέγει το βήμα της χρονοσειράς, το οποίο είναι προφανώς κοινό και για τα δύο μεταβλητά μεγέθη στα οποία επιθυμώ να υπολογίσω την συσχέτισή τους.

Βήμα 2: Για κάθε βήμα, δηλαδή σταθερή χρονική στιγμή, σχηματίζω το διατεταγμένο ζεύγος των μεταβλητών μεγεθών (X_i, Y_i) με X_i να είναι η τιμή του πρώτου μεγέθους στην χρονική στιγμή T_i και Y_i να είναι η τιμή του δεύτερου μεγέθους στην ίδια χρονική στιγμή. Κατ' αυτόν τον τρόπο σχηματίζω ένα σύνολο διατεταγμένων ζευγών (X_i, Y_i) και υπολογίζω τον συντελεστή συσχέτισής του.

Βήμα 3: Προβάλλουμε το σύνολο των διατεταγμένων ζευγών σε δισδιάστατο σύστημα αξόνων. Το διάγραμμα αυτό σε συνδυασμό με την τιμή του συντελεστή συσχέτισης είναι τα δεδομένα για την αξιολόγηση της επίδοσης του εστιατορίου.

Δηλαδή για κάθε διατεταγμένο ζεύγος μεγεθών στην εφαρμογή υλοποιούμε το διάγραμμά διασποράς τους και έπειτα υπολογίζουμε τον συντελεστή συσχέτισης.

Συντελεστές Συσχέτισης ως Μέτρα Ενεργειακής Επίδοσης για ένα Εστιατόριο:

- **Συντελεστής Συσχέτισης Συνολικής Κατανάλωσης (ΣΚ) – Κατανάλωσης Κουζίνας (ΚΚ)**

Αναμένουμε θετική τιμή του συντελεστή συσχέτισης με την λογική την οποία αναπτύξαμε παραπάνω, χωρίς βέβαια να αποκλείονται αρνητικές τιμές βραχυπρόθεσμα, όταν οι τιμές του δείγματος είναι λίγες. Αρνητικές τιμές του συντελεστή αυτού για μεγάλο δείγμα δεδομένων θα πρέπει να μας προβληματίσουν και είναι σαφέστατη ένδειξη μη αποδοτικής διαχείρισης χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας του εστιατορίου. Φυσικά ο συντελεστής αυτός θα πρέπει να αναγνωστεί σε συνδυασμό με τους παρακάτω συντελεστές ώστε να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Συνολικής Κατανάλωσης (ΣΚ) – Παραγόμενων Μερίδων (Μ)**

Αναμένουμε θετική τιμή του συντελεστή συσχέτισης και μάλιστα όσο πιο κοντά στο ολικό του μέγιστο, δηλαδή το +1, για ένα εστιατόριο υπό φυσιολογικές συνθήκες. Όπως προαναφέραμε το βασικό παραγόμενο έργο ενός εστιατορίου είναι η παραγωγή μερίδων φαγητού και είναι λογικό να αναμένουμε μια αύξηση στην συνολική κατανάλωση, μόνο όταν αυξάνεται η ποσότητά τους. Μικρές θετικές τιμές ή αρνητικές θα πρέπει να μας προβληματίσουν έντονα, καθώς είναι σαφέστατη ένδειξη μη αποδοτικής λειτουργίας.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Συνολικής Κατανάλωσης (ΣΚ) – Παραγόμενων Εσόδων (Ε)**

Αναμένουμε και εδώ θετική τιμή του συντελεστή ισχύος και μάλιστα όσο πιο κοντά στο ολικό του μέγιστο +1 υπό φυσιολογικές συνθήκες. Η πληροφορία του συντελεστή αυτού είναι συμπληρωματική του προηγούμενου. Αντίθεση αποτελεσμάτων έχει να κάνει με την τιμολογιακή πολιτική της επιχείρησης και εμμέσως με την μορφή της αγοράς της επιχείρησης. Δηλαδή υψηλή τιμή του $r_{(\Sigma K-M)}$ και χαμηλή τιμή του $r_{(\Sigma K-E)}$ σημαίνει ότι είτε η επιχείρηση βρίσκεται σε μορφή αγοράς πλήρους ανταγωνισμού με μικρή δυνατότητα επηρεασμού των τιμών της, είτε κακή τιμολογιακή πολιτική με την επιχείρηση να μην εκμεταλλεύεται το περιθώριο το οποίο της δίνει η ατελής αγορά για αύξηση των τιμών της στις πωλούμενες μερίδες φαγητού. Στην αντίθετη περίπτωση έχουμε απλά εισοδηματική κάλυψη από μια μέτρια επίδοση της συνολικής κατανάλωσης για την παραγωγή μερίδων. Βεβαίως στην δεύτερη περίπτωση θα πρέπει να προβληματιστούμε, καθώς το βασικό μας μέτρο είναι ο συντελεστής συσχέτισης $r_{(\Sigma K-M)}$.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Συνολικής Κατανάλωσης (ΣΚ) – Παρευρισκόμενων Πελατών (Π)**

Ο συντελεστής αυτός είναι επίσης συμπληρωματικός των συντελεστών συσχέτισης Συνολικής Κατανάλωσης – Παραγόμενων Μερίδων και Εσόδων και επικουρικά συνεισφέρει στην θεμελιώδη εξήγηση της σχέσης της συνολικής κατανάλωσης και έργου του εστιατορίου. Περιμένουμε θετικές τιμές του δείκτη αυτού, καθώς οι παρευρισκόμενοι πελάτες επιβαρύνουν την συνολική κατανάλωση. Οι συντελεστές $r_{(\Sigma K-M)}$, $r_{(\Sigma K-E)}$ και $r_{(\Sigma K-\Pi)}$ πρέπει να εξετάζονται και να ερμηνεύονται συνδυαστικά και όχι ανεξάρτητα.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κουζίνας (ΚΚ) – Παραγόμενων Μερίδων (Μ)**

Ίσως το πιο σπουδαίο μέτρο εν συγκρίσει με όλα τα υπόλοιπα για την αξιολόγηση της ενεργειακής επίδοσης της κουζίνας. Για μεγάλο δείγμα δεδομένων αναμένουμε έντονα γραμμική συσχέτιση των δύο μεγεθών και τιμές του συντελεστή συσχέτισης κοντά στο +1. Μικρές τιμές ή και αρνητικές σημαίνουν πλήρως μη αποδοτική ενεργειακά λειτουργία της κουζίνας και καθίσταται επιτακτική η διερεύνηση των αιτιών αυτής της συμπεριφοράς.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κουζίνας (ΚΚ) – Παραγόμενων Εσόδων (Ε)**

Επίσης σπουδαίο μέτρο για την αξιολόγηση της ενεργειακής επίδοσης της κουζίνας και μελετάται σε συνδυασμό με τον $r_{(ΚΚ-Μ)}$. Για μεγάλο δείγμα δεδομένων αναμένουμε γραμμική συσχέτιση των δύο μεγεθών και τιμές του συντελεστή συσχέτισης σχετικά κοντά στο +1. Μικρές τιμές ή και αρνητικές σημαίνουν πλήρως μη αποδοτική ενεργειακά λειτουργία της κουζίνας, αλλά όπως προηγουμένως με την συνολική κατανάλωση, θα πρέπει να αναλογιστούμε και την τιμολογιακή πολιτική της επιχείρησης σε περίπτωση αντίφασης αποτελεσμάτων.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κουζίνας (ΚΚ) – Παρευρισκόμενων Πελατών (Π)**

Κλείνει το κύκλο των πληροφοριών της σύνδεσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με το παραγόμενο έργο του εστιατορίου. Επικουρικά συμβάλλει σε συνδυασμό με τους δύο προηγούμενους συντελεστές στην μελέτη της ενεργειακής επίδοσης της κουζίνας. Αναμένουμε θετικές τιμές του δείκτη αυτού υπό φυσιολογικές συνθήκες.

- **Συσχέτιση Κατανάλωσης Ενέργειας Ψυγείου και Καταψύκτη με την Κατανάλωση Κουζίνας:**

Γνωρίζουμε ότι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για έναν καταψύκτη ή ένα ψυγείο είναι ανάλογη του επιπέδου εσωτερικής θερμοκρασίας του, και φυσικά ανάλογη των μεταβολών αυτής της θερμοκρασίας, οι οποίες είναι λογικό να προκαλούνται ως ένα βαθμό από την συχνή χρήση των συσκευών, όπως είναι το συχνό άνοιγμα και κλείσιμο των εξωτερικών θυρών τους. Το επίπεδο της εσωτερικής τους θερμοκρασίας καθορίζεται από τις υγειονομικές διατάξεις της εκάστοτε χώρας ως η ελάχιστη θερμοκρασία συντήρησης και του πιο ευαίσθητου υλικού, και δεν υπάρχει δυνατότητα επηρεασμού της προς όφελος της μείωσης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, διότι είναι αντικειμενικά ορισμένη και μια ενέργεια μεταβολής της ελλοχεύει κινδύνους για την δημόσια υγεία. Αυτό όμως το οποίο μπορούμε να αξιολογήσουμε είναι το κατά πόσον η διασπορά της θερμοκρασίας γύρω από την επιθυμητή τιμή επηρεάζει την συνολική κατανάλωση ενέργειας της κουζίνας, και αν διαπιστώσουμε κάτι τέτοιο να προτείνουμε απλά μέτρα ελαχιστοποίησης αυτής της διασποράς.

Βήμα 1: Βρίσκουμε τους συντελεστές μεταβλητότητας (coefficient of variation) της εσωτερικής θερμοκρασίας ψυγείου και εσωτερικής θερμοκρασίας καταψύκτη:

$$CV_{\theta,\psi} = \frac{\overline{\theta_{\psi}}}{S_{\theta_{\psi}}} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \theta_{\psi,i}}{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\theta_{\psi,i} - \overline{\theta_{\psi}})^2}}$$

$$CV_{\theta,\kappa\psi} = \frac{\overline{\theta_{\kappa\psi}}}{S_{\theta_{\kappa\psi}}} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \theta_{\kappa\psi,i}}{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\theta_{\kappa\psi,i} - \overline{\theta_{\kappa\psi}})^2}}$$

όπου θ_{ψ} : η θερμοκρασία του ψυγείου (βαθμοί Κελσίου)

$\theta_{\kappa\psi}$: η θερμοκρασία του καταψύκτη (βαθμοί Κελσίου)

Βήμα 2: Τιμές των δεικτών αυτών πολύ μεγαλύτερες του μηδενός κατ' απόλυτη τιμή σημαίνουν γενικά μεγάλη διασπορά της εσωτερικής θερμοκρασίας της συσκευής και άρα κακή χρήση από το προσωπικό ή σπανίως μια εσωτερική βλάβη. Τιμές κοντά στο 0 σημαίνουν συνετή λειτουργία. Περιμένουμε να υπάρχει διασπορά των τιμών, καθώς σε ένα εστιατόριο είναι λογικό να χρησιμοποιούνται συνεχώς αυτές οι συσκευές. Προχωρούμε τώρα στο επόμενο βήμα για να διαπιστώσουμε αν η διασπορά την οποία θα παρατηρήσουμε με αυτούς

τους δύο δείκτες είναι καθοριστικός παράγοντας ο οποίος αυξάνει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και πρέπει να λάβουμε μέτρα ή αν έχει αμελητέα επίδραση και δεν αξίζει ιδιαίτερης αντιμετώπισης.

Βήμα 3: Υπολογίζουμε δύο νέες χρονοσειρές μεταβολής εσωτερικής θερμοκρασίας του ψυγείου και του καταψύκτη ως εξής:

- Για κάθε βήμα T_i υπολογίζουμε την τιμή της χρονοσειράς $\Delta\theta_\psi$ (μεταβολή θερμοκρασίας ψυγείου), ως διαφορά θερμοκρασιών δύο διαδοχικών βημάτων: $\Delta\theta_{\psi,i} = \theta_{\psi,i} - \theta_{\psi,i-1}$. Προφανώς η χρονοσειρά αυτή δεν υπολογίζεται για το πρώτο βήμα και άρα $i \geq 2$.
- Για κάθε βήμα T_i υπολογίζουμε την τιμή της χρονοσειράς $\Delta\theta_{\kappa\psi}$ (μεταβολή θερμοκρασίας καταψύκτη) ως διαφορά θερμοκρασιών δύο διαδοχικών βημάτων: $\Delta\theta_{\kappa\psi,i} = \theta_{\kappa\psi,i} - \theta_{\kappa\psi,i-1}$. Προφανώς η χρονοσειρά αυτή δεν υπολογίζεται για το πρώτο βήμα και άρα $i \geq 2$.

Βήμα 4:

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας Κουζίνας (KK) – Μεταβολής Εσωτερικής Θερμοκρασίας Ψυγείου ($\Delta\theta_\psi$)**

Ο συντελεστής αυτός θα μας δείξει αν θα πρέπει να λάβουμε σοβαρά υπ' όψιν μας μια διακύμανση τιμών της εσωτερικής θερμοκρασίας του ψυγείου στην περίπτωση την οποία είναι θετικός. Όσο πιο κοντά στο 1 βρίσκεται σημαίνει ότι υπάρχει έντονη γραμμική συσχέτιση και γραμμική εξάρτηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις μεταβολές της θερμοκρασίας του ψυγείου. Μηδενικές τιμές σημαίνουν ότι το ψυγείο αποτελεί μικρής σημασίας συνιστώσα της κατανάλωσης της κουζίνας χωρίς ιδιαίτερη αξία περαιτέρω μελέτης. Τέλος αρνητικές τιμές για μεγάλο δείγμα δεδομένων αποκλείονται και ίσως δείξουν σφάλματα στις μετρήσεις μας.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας Κουζίνας (KK) – Μεταβολής Εσωτερικής Θερμοκρασίας Καταψύκτη ($\Delta\theta_{\kappa\psi}$)**

Ομοίως με τον προηγούμενο συντελεστή θα μας δείξει αν θα πρέπει να λάβουμε σοβαρά υπ' όψιν μας μια διακύμανση τιμών της εσωτερικής θερμοκρασίας του καταψύκτη στην περίπτωση στην οποία είναι θετικός. Όσο πιο κοντά στο 1 βρίσκεται σημαίνει ότι υπάρχει έντονη γραμμική συσχέτιση και γραμμική εξάρτηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις μεταβολές της θερμοκρασίας του καταψύκτη. Μηδενικές τιμές σημαίνουν ότι ο καταψύκτης αποτελεί μικρής σημασίας συνιστώσα της κατανάλωσης της κουζίνας χωρίς ιδιαίτερη αξία περαιτέρω μελέτης. Τέλος αρνητικές τιμές για μεγάλο δείγμα δεδομένων αποκλείονται και ίσως δείξουν σφάλματα στις μετρήσεις μας.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κλιματισμού (ΚΚΛ) – Κατανάλωσης Κουζίνας (ΚΚ)**

Συνεπείς στην μέχρι τώρα φιλοσοφία σύνδεσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της κουζίνας με όλες τις υπόλοιπες καταναλώσεις θεωρούμε βασικό στοιχείο απόδοσης οποιαδήποτε κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας να είναι συνυφασμένη με την πορεία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της κουζίνας. Συνεπώς αναμένουμε μακροπρόθεσμα θετικές τιμές του συντελεστή συσχέτισης. Αρνητικές τιμές θα πρέπει να μας προβληματίσουν και να αναζητήσουμε επιβεβαίωση στους αριθμοδείκτες κλιματισμού και στον παρακάτω συντελεστή συσχέτισης που συσχετίζει την κατανάλωση κλιματισμού με τους ευρισκόμενοι πελάτες και ανθρώπους. Βέβαια ως ένα βαθμό οι καταναλώσεις αυτές οφείλουν να είναι ανεξάρτητες αλλά πάντα αναφερόμαστε για μεγάλο δείγμα και μακροπρόθεσμη μελέτη. Βραχυπρόθεσμα τιμή του συντελεστή αυτού μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κλιματισμού (ΚΚΛ) – Παραγόμενων Μερίδων (Μ)**

Εφόσον η κατανάλωση ενέργειας της κουζίνας εξαρτάται άμεσα από την παραγωγή μερίδων φαγητού, και επιθυμούμε την συσχέτιση της κατανάλωσης κλιματισμού με την κατανάλωση κουζίνας, θα πρέπει να εξετάσουμε και την συσχέτιση της κατανάλωσης κλιματισμού με τις παραγόμενες μερίδες. Αναμένουμε μακροπρόθεσμα θετικές τιμές αυτού του συντελεστή συσχέτισης. Αρνητικές τιμές θα πρέπει να μας προβληματίσουν και να αναζητήσουμε επιβεβαίωση στους αριθμοδείκτες κλιματισμού και στον παρακάτω συντελεστή συσχέτισης ο οποίος συσχετίζει την κατανάλωση κλιματισμού με τους ευρισκόμενοι πελάτες και ανθρώπους.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κλιματισμού (ΚΚΛ) – Παραγόμενων Εσόδων (Ε)**

Ο συντελεστής αυτός είναι συμπληρωματικός ως προς τους δύο προηγούμενους στο πλαίσιο της προσπάθειάς μας να αξιοποιήσουμε κάθε δυνατό δεδομένο του παραγόμενου έργου του εστιατορίου. Προφανώς επιθυμούμε θετικό συντελεστή συσχέτισης.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κλιματισμού (ΚΚΛ) – Παρευρισκόμενων Πελατών (Π)**

Ο συντελεστής αυτός είναι καθοριστικός όσον αφορά την επίδοση της κατανάλωσης κλιματισμού ως προς τον σκοπό που πρέπει να επιτελεί. Υπό φυσιολογικές συνθήκες θα

πρέπει να υπάρχει θετική συσχέτιση. Ο επόμενος συντελεστής συσχέτισης μας δίνει αναλυτικότερες πληροφορίες γενικά ως προς τους ανθρώπους που υπάρχουν στο κατάστημα, χωρίς να γίνεται διάκριση σε εργαζομένους ή υπαλλήλους.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κλιματισμού (ΚΚΛ) – Παρευρισκόμενων Ανθρώπων (ΠΑ)**

Είναι ένας πληρέστερος συντελεστής του προηγούμενου, καθώς τώρα αναφερόμαστε γενικά σε ανθρώπους. Οι εργαζόμενοι, όπως και οι πελάτες επηρεάζουν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κλιματισμού. Το φορτίο του κλιματισμού προορίζεται στο να διαμορφώσει στο εσωτερικό του εστιατορίου κατάλληλες συνθήκες άνετης θερμοκρασιακά παραμονής και συνεπώς συσχετίζεται άμεσα με τον αριθμό των παρευρισκομένων πελατών και εργαζομένων, δηλαδή των παρευρισκομένων ανθρώπων στο εσωτερικό του. Θεμελιωδώς οι άνθρωποι ως υλικά σώματα επηρεάζουν τις θερμοκρασίες $T_{\theta(\text{πραγματική})}$ και $T_{\psi(\text{πραγματική})}$, και άρα τον υπολογισμό των ΒαθμοΗμερών (Degree Days), κάτι το οποίο θα φανεί και στον αντίστοιχο συντελεστή συσχέτισης. Για τον συντελεστή αυτό αναμένουμε θετικές τιμές.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κλιματισμού (ΚΚΛ) – ΒαθμοΗμερών (DD)**

Όπως εξηγήσαμε και στον ορισμό των ΒαθμοΗμερών (Degree Days) υπάρχει έντονη γραμμική εξάρτηση του αριθμού τους με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τον κλιματισμό. Αυτή πρέπει να επιβεβαιωθεί με τιμές του συντελεστή αυτού πολύ κοντά στο +1, αν έχουμε επιλέξει σωστά τις δύο θερμοκρασίες $T_{\theta(\text{πραγματική})}$ και $T_{\psi(\text{πραγματική})}$. Στην περίπτωση την οποία έχουμε τιμές κοντά στο 0 ή και αρνητικές είναι απόδειξη μη αποδοτικής χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση και ψύξη του εστιατορίου. Όπως είναι φανερό είναι πολύ σημαντικό να έχουν οριστεί σωστά οι $T_{\theta(\text{πραγματική})}$ και $T_{\psi(\text{πραγματική})}$ για να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού (ΚΦ) – Κατανάλωσης Κουζίνας (ΚΚ)**

Ο συγκεκριμένος συντελεστής υπολογίζεται όπως και για τις υπόλοιπες καταναλώσεις ώστε να συσχετίσουμε κάθε κατανάλωση με την κατανάλωση κουζίνας. Αναμένουμε θετικές τιμές του συντελεστή συσχέτισης, πάντα μακροπρόθεσμα. Αρνητικές τιμές ή κοντά στο 0 είναι ένδειξη κακής επίδοσης της κατανάλωσης ενέργειας, βέβαια εξετάζοντας πρώτα την επίδοση της κατανάλωσης κουζίνας.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού (ΚΦ) – Παραγόμενων Μεριδών (Μ)**

Είναι στην ίδια λογική με τους αντίστοιχους προηγούμενους συντελεστές, αφού οι παραγόμενες μερίδες σχετίζονται άμεσα με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της κουζίνας, και κατ' επέκταση και με την κατανάλωση φωτισμού.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού (ΚΦ) – Παραγόμενων Εσόδων (Ε)**

Είναι στην ίδια λογική με τους αντίστοιχους προηγούμενους συντελεστές, καθώς τα παραγόμενα έσοδα σχετίζονται άμεσα με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της κουζίνας, και κατ' επέκταση και με την κατανάλωση φωτισμού.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού (ΚΦ) – Παρευρισκόμενων Πελατών (Π)**

Αναμένουμε θετική συσχέτιση του αριθμού των παρευρισκόμενων πελατών με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό. Συμπληρώνει την πληροφορία μαζί με τους δύο προηγούμενους συντελεστές ως προς τα δεδομένα εξόδου του εστιατορίου για την κατανάλωση φωτισμού.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού (ΚΦ) – Παρευρισκόμενων Ανθρώπων (ΠΑ)**

Το φορτίο φωτισμού είναι απαραίτητο τόσο για τις υπηρεσίες σίτισης του εστιατορίου ώστε να αισθάνεται άνετα ο πελάτης, όσο και για τις καλές συνθήκες εργασίας των εργαζομένων. Συνεπώς ο συντελεστής αυτός, ο οποίος συσχετίζει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό με τον αριθμό των παρευρισκόμενων υπαλλήλων και πελατών εντός του καταστήματος, είναι πολύ σημαντικός. Αναμένουμε υπό φυσιολογικές συνθήκες θετική συσχέτιση χωρίς απαραίτητα να είναι κοντά στο ολικό μέγιστο +1. Αρνητική συσχέτιση για μεγάλο δείγμα φανερώνει μη αποδοτική λειτουργία.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού (ΚΦ) – Επιπέδου Φωτεινότητας (LUX)**

Ο συντελεστής συσχέτισης της κατανάλωσης ενέργειας φωτισμού ως προς το επίπεδο φωτεινότητας που παράγει είναι σημαντικό μέτρο αξιολόγησης της απόδοσης του φορτίου φωτισμού. Για αποδοτική λειτουργία περιμένουμε τιμές του συντελεστή αυτού κοντά στο +1, ήτοι σχεδόν γραμμική εξάρτηση.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Επιπέδου Φωτεινότητας (Φ) – Παρευρισκόμενων Ανθρώπων (ΠΑ)**

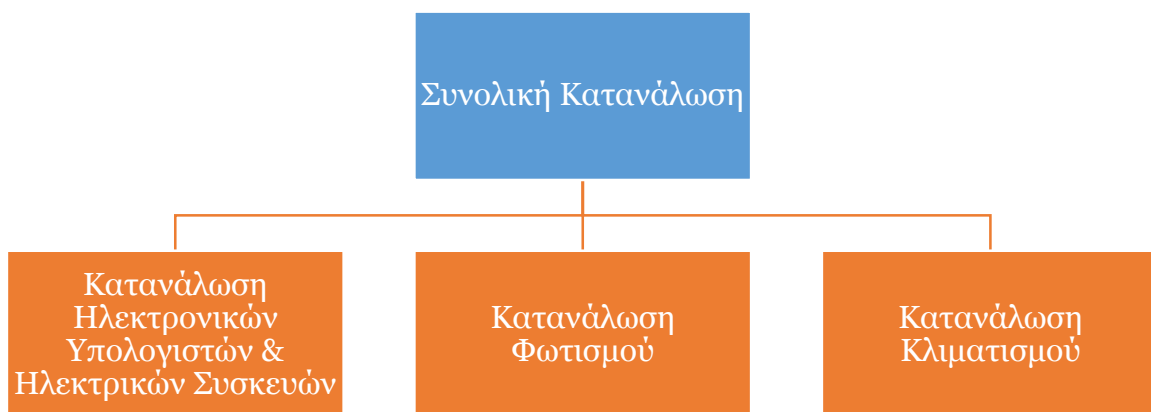
Ο συντελεστής αυτός θα πρέπει να αναγνωστεί σε συνδυασμό με τους δύο προηγούμενους για την εξαγωγή τελικών συμπερασμάτων. Περιμένουμε τιμές θετικές και κοντά στο 0, καθώς η φωτεινότητα δεν αυξάνει κατ' ανάγκη γραμμικά με τον αριθμό των ανθρώπων οι οποίοι βρίσκονται σε χώρο στον οποίο διαχέεται η φωτεινή ροή.

B1.3.3: Τράπεζες

Τα κτήρια των εμπορικών τραπεζών αποτελούν μια ιδιαίτερων χαρακτηριστικών κατηγορία εμπορικών κτηρίων χωρίς ιδιαίτερες μεγάλες απαιτήσεις όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Τα ηλεκτρικά φορτία περιορίζονται μόνο στον κλιματισμό, φωτισμό, ηλεκτρονικούς υπολογιστές με τις διάφορες περιφερειακές συσκευές και γενικά συσκευές γραφείου που διαθέτουν, όπως οι εκτυπωτές, συσκευές τηλεομοιοτυπίας (fax), μηχανήματα αυτόματης εξυπηρέτησης και ανάληψης μετρητών (ATM), όπως επίσης και το κλειστό σύστημα παρακολούθησης μέσω καμερών.

B1.3.3.1: Αρχική Κατανομή Καταναλώσεων

Συνεπείς στην μεθοδολογία που έχουμε αναπτύξει μέχρι το σημείο αυτό θα πρέπει να καταμερίσουμε την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε σαφώς διακεκριμένες χρήσεις ανεξάρτητες μεταξύ τους. Με αυτήν την λογική ακολουθήσαμε την δομή του παρακάτω σχήματος:



Εικόνα B1.3.3.1.1: Κατανομή Καταναλώσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Κύριες Χρήσεις

Στην παροχή της συνολικής κατανάλωσης, των κύριων χρήσεων και υποχρήσεων τοποθετούμε μετρητές για να αντλήσουμε τα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας και ισχύος.

B1.3.3.2: Συλλογή Δεδομένων

Συλλέγουμε τα εξής δεδομένα, τα οποία και καταχωρούνται στην βάση δεδομένων της εφαρμογής:

A) Δεδομένα τα οποία έχουν τον χαρακτήρα της χρονοσειράς, δηλαδή τιμών εξαρτημένης μεταβλητής με ανεξάρτητη μεταβλητή διακριτές χρονικές στιγμές. Για κάθε δεδομένο το οποίο αποτελεί χρονοσειρά αποθηκεύουμε τα δεδομένα με 5 διαφορετικά βήματα στον άξονα του χρόνου: ωραίο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο βήμα, με την μεθοδολογία την οποία περιγράψαμε παραπάνω. Αρχικά καταγράφουμε τα δεδομένα που αναφέραμε παραπάνω τα οποία είναι ανεξάρτητα από το είδος του κτηρίου.

- Για την Συνολική Κατανάλωση (ΣΚ), την Κατανάλωση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Ηλεκτρικών Συσκευών (ΚΗΥ), την Κατανάλωση Φωτισμού (ΚΦ) και την Κατανάλωση Κλιματισμού (ΚΚΛ), δηλαδή για 4 καταναλώσεις καταγράφουμε:
 1. Την κατανάλωση Ενεργού Ισχύος
 2. Την κατανάλωση Άεργου Ισχύος
 3. Τον Συντελεστή Ισχύος
 4. Την Καταναλωθείσα Ενέργεια
- Επίσης καταγράφουμε και τα εξής δεδομένα ανεξαρτήτως καταναλώσεως:
 5. Την φωτεινότητα
 6. Την εξωτερική θερμοκρασία
 7. Την εσωτερική θερμοκρασία
 8. Τον αριθμό των εργαζομένων υπαλλήλων

B) Δεδομένα τα οποία έχουν τον χαρακτήρα της χρονοσειράς, δηλαδή τιμών εξαρτημένης μεταβλητής με ανεξάρτητη μεταβλητή διακριτές χρονικές στιγμές και τα οποία αφορούν την λειτουργία της τράπεζας:

9. **Αριθμός των Χρηματοοικονομικών Συναλλαγών:** Είναι ο αριθμός των διακριτών χρηματοοικονομικών συναλλαγών, τις οποίες εκτελούν οι υπάλληλοι της τράπεζας ανεξαρτήτως της φυσικής παρουσίας του πελάτη τον οποίο αφορά. Ως χρηματοοικονομική συναλλαγή ορίζουμε κάθε μεμονωμένη τραπεζική ενέργεια χρηματικής, χρηματιστηριακής, γραφειοκρατικής και πιστωτικής συναλλαγής η οποία διεκπεραιώνεται από υπάλληλο της τράπεζας. Είναι ένα μέτρο του παραγόμενου έργου της τράπεζας και ως εκ τούτου η συσχέτισή του και η κανονικοποίηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αυτού είναι πολύ σημαντική.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε αρχικά τις χρηματοοικονομικές συναλλαγές με ωριαίο βήμα $X\S_h$. Η τιμή $X\S_h$ που καταγράφουμε εκφράζει τον αριθμό των χρηματοοικονομικών συναλλαγών οι οποίες εκτελέστηκαν στην χρονική διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός των χρηματοοικονομικών συναλλαγών γίνεται με αθροιστικό τρόπο αθροίζοντας για τις ώρες του βήματος όλες τις χρηματοοικονομικές συναλλαγές και καταχωρίζοντας το άθροισμα ως αριθμό χρηματοοικονομικών συναλλαγών του νέου βήματος. Για παράδειγμα για ημερήσιο βήμα αθροίζουμε για τις 24 ώρες της ημέρας τις τιμές $X\S_h$ και το άθροισμα καταχωρείται ως η τιμή της συγκεκριμένης ημέρας. Ομοίως πράττουμε και για το εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο βήμα.

10. **Παραγόμενα Έσοδα:** Ορίζεται ως ο κύκλος εργασιών, δηλαδή τα ακαθάριστα έσοδα της τράπεζας από τις δραστηριότητές της, για τον χρονικό διάστημα στο οποίο καταγράφονται. Η πληροφορία του δεδομένου αυτού εμπίπτει στην μικροσκοπική μελέτη του παραγόμενου έργου της τράπεζας, και είναι συμπληρωματική των χρηματοοικονομικών συναλλαγών.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε αρχικά τα παραγόμενα έσοδα με ωριαίο βήμα $E\S_h$. Η τιμή $E\S_h$ που καταγράφουμε εκφράζει τα παραγόμενα έσοδα τα οποία παρήχθησαν στην χρονική διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός των παραγόμενων εσόδων γίνεται με αθροιστικό τρόπο αθροίζοντας για τις ώρες του βήματος όλα τα παραγόμενα και καταχωρίζοντας το άθροισμα ως παραγόμενα έσοδα του νέου βήματος. Για παράδειγμα για μηνιαίο βήμα αθροίζουμε για τις ώρες του μήνα τις τιμές $E\S_h$ και το άθροισμα καταχωρείται ως η τιμή του συγκεκριμένου μήνα. Ομοίως πράττουμε και για το ημερήσιο, εβδομαδιαίο, και ετήσιο βήμα.

11. **Αριθμός Παρευρισκόμενων Πελατών:** Είναι ο αριθμός των πελατών οι οποίοι παρευρίσκονται στο εσωτερικό της τράπεζας. Αναφερόμαστε σε πελάτες οι οποίοι υπάρχουν στο εσωτερικό του καταστήματος κάθε χρονική στιγμή.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε αρχικά τους παρευρισκόμενους πελάτες με ωριαίο βήμα Π_h . Η τιμή Π_h που καταγράφουμε εκφράζει τον αριθμό των πελατών οι οποίοι ευρίσκονται στο κατάστημα στην χρονική διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός των παρευρισκόμενων πελατών γίνεται υπολογίζοντας τον μέσο όρο των παρευρισκόμενων πελατών για τις ώρες του νέου βήματος και καταχωρίζοντας την τιμή αυτή ως αριθμό παρευρισκόμενων πελατών του βήματος. Για παράδειγμα για ετήσιο βήμα υπολογίζουμε για τις ώρες της έτους τον μέσο όρο των Π_h και το καταχωρούμε τιμή του συγκεκριμένου έτους. Ομοίως πράττουμε και για το ημερήσιο, εβδομαδιαίο, και μηνιαίο βήμα.

12. Αριθμός Λειτουργούντων Ηλεκτρικών Συσκευών: Είναι ο αριθμός μεμονωμένων ηλεκτρικών συσκευών γραφείου, ηλεκτρονικών υπολογιστών και γενικά μεμονωμένων συσκευών της τράπεζας, όπως είναι τα αυτοματοποιημένα μηχανήματα συναλλαγών και το σύστημα παρακολούθησης, οι οποίες λειτουργούν.
Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε τον αριθμό των λειτουργούντων ηλεκτρικών συσκευών Λ_{Σ_h} με ωριαίο βήμα. Η καταγραφείσα τιμή Λ_{Σ_h} εκφράζει τον αριθμό των συσκευών που λειτουργούν στην διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας, με την υπόθεση ότι παραμένει σταθερός.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός των λειτουργούντων συσκευών γίνεται ως εξής: για τις ώρες του κάθε βήματος υπολογίζουμε τον μέσο όρο των λειτουργούντων συσκευών, και τον καταχωρούμε ως τιμή του συγκεκριμένου βήματος, πράττοντας δηλαδή όπως και με τους παρευρισκόμενους πελάτες. Για παράδειγμα για μηνιαίο βήμα υπολογίζω τον μέσο όρο των λειτουργούντων συσκευών για τις ώρες του μήνα και αυτή είναι η μηνιαία τιμή των λειτουργούντων συσκευών. Ομοίως πράττουμε και στα υπόλοιπα βήματα.

Γ) Σταθερά Δεδομένα τα οποία δεν μεταβάλλονται χρονικά:

13. Συνολικό Εμβαδόν του κτηρίου
14. T_{θ} (πραγματική) και T_{ψ} (πραγματική)
15. Εγκατεστημένη Ισχύ των Συσκευών Ηλεκτρικής Καταναλώσεως

B1.3.3.3: Αρχική Επεξεργασία Δεδομένων

A) Συνεπείς με την πρώτη φάση της μεθοδολογίας αποτυπώνουμε την εικόνα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, κατασκευάζοντας κυκλικά διαγράμματα, ώστε να δείξουμε την διάρθρωση κατανάλωσης στο χρονικό διάστημα το οποίο εξετάζουμε.

B) Ομοίως πράττουμε και με την ενεργό ισχύ της κατανάλωσης υπολογίζοντας για κάθε κατανάλωση και υποκατανάλωση τον συντελεστή ισχύος, συντελεστή ζήτησης, συντελεστή ταυτοχρονισμού και συντελεστή φορτίου.

Γ) Παράγουμε τις χρονοσειρές των ΒαθμοΗμερών (Degree Days)

Δ) Παράγουμε την χρονοσειρά των παρευρισκόμενων ανθρώπων εντός της τράπεζας:

Παρευρισκόμενοι Άνθρωποι: Είναι το άθροισμα των εργαζόμενων υπαλλήλων στο κτήριο και των παρευρισκόμενων πελατών. Τα φορτία δεν προσφέρονται μόνο για τους πελάτες αλλά και για το προσωπικό, γι' αυτό θα πρέπει να συνυπάρχουν ως δεδομένο για αναλυτικότερη μελέτη.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

Για κάθε βήμα αθροίζουμε τις τιμές της χρονοσειράς εργαζόμενοι υπάλληλοι με τις τιμές της χρονοσειράς παρευρισκόμενοι πελάτες και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές, μια για το κάθε βήμα.

B1.3.3.4: Κατασκευή Αριθμοδεικτών Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης

Πριν κατασκευάσουμε αριθμοδείκτες και δείκτες αξιολόγησης θα πρέπει να τονίσουμε η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και ηλεκτρικών συσκευών, όπως είναι οι συσκευές γραφείου, οι κάμερες του κλειστού κυκλώματος παρακολούθησης και τα αυτοματοποιημένα μηχανήματα ανάληψης μετρητών και διεκπεραίωσης συναλλαγών, αποτελεί την κύρια κατανάλωση για μια τράπεζα, κατ' απόλυτη αναλογία με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της κουζίνας για ένα εστιατόριο. Υπερτερεί σε σχετικά και απόλυτα μεγέθη έναντι των υπολοίπων καταναλώσεων, και συσχετίζεται θεμελιωδώς με το παραγόμενο έργο της τράπεζας. Μην ξεχνάμε ότι η κύρια δραστηριότητα ενός τραπεζικού καταστήματος είναι η διεκπεραίωση χρηματοοικονομικών συναλλαγών και η εξυπηρέτηση των πελατών της και συνεπώς η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τις δραστηριότητες αυτές είναι ένα αξιόπιστο μέτρο του παραγόμενου έργου της τράπεζας σε μικροσκοπικό επίπεδο. Το αν αυτή η ενέργεια αξιοποιείται αποδοτικά συσχετιζόμενη με τα υπόλοιπα στοιχεία του καταστήματος θα κριθεί μέσω της αξιολόγησης

της ενεργειακής επίδοσης και την σύγκριση των δεικτών με τους αντίστοιχους ομοειδών τραπεζών.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά μονάδα Επιφανείας (Ένταση Χρήσης Ηλεκτρικής Ενέργειας)

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας}}{\text{Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας στην περιοχή της Κατανάλωσης}}$$

(KWh/m²)

Συνολικά υπολογίζουμε 4 αριθμοδείκτες Έντασης Χρήσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ως προς την επιφάνεια:

- Για την Συνολική Κατανάλωση (ΣΚ)
- Για την Κατανάλωση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Ηλεκτρικών Συσκευών (ΚΗΥ)
- Για την Κατανάλωση Φωτισμού (ΚΦ)
- Για την Κατανάλωση Κλιματισμού (ΚΚΛ)

Ο πρώτος αριθμοδείκτης είναι ο πιο δημοφιλής βιβλιογραφικά δείκτης ενεργειακής επίδοσης, βάσει του οποίου αξιολογείται διεθνώς η ενεργειακή απόδοση των τραπεζών και γενικά οποιουδήποτε κτηρίου, όπως παρατηρήσαμε και στην κατηγορία των εστιατορίων, συγκρίνοντας τους με τον μέσο όρο των δεικτών ομοειδών κτηρίων ως προς την κατηγοριοποίηση που ακολουθεί ο εκάστοτε οργανισμός αξιολόγησης.

Πρόκειται για ένα δείκτη που κανονικοποιεί την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ως προς το εμβαδόν των επιφανειών στο οποίο εξυπηρετείται η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας για το κτήριο αυτό. Τουτέστιν εκφράζει την επιφανειακή πυκνότητα κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

- Ως παρονομαστή θεωρητικά θα έπρεπε να χρησιμοποιηθεί το εμβαδόν του τμήματος του κτηρίου στο οποίο η καταναλωθείσα ενέργεια χρησιμοποιείται. Κάτι τέτοιο όμως σπανίως χρησιμοποιείται και είθισται ως εμβαδόν να θέτουμε το συνολικό εμβαδόν του τραπεζικού καταστήματος.
- Παράγουμε 5 χρονοσειρές του δείκτη αυτού, μια για το κάθε βήμα της καταναλωθείσας ενέργειας. Τα βήματα είναι: ωριαίο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο. Σύνολο έχουμε 20 χρονοσειρές για τους δείκτες αυτούς.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Χρηματοοικονομική Συναλλαγή

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας}}{\text{Χρηματοοικονομική Συναλλαγή}}$$

(KWh/Χρηματοοικονομική Συναλλαγή)

Συνολικά υπολογίζουμε 4 αριθμοδείκτες Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά χρηματοοικονομική συναλλαγή:

- Για την Συνολική Κατανάλωση (ΣΚ)
- Για την Κατανάλωση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Ηλεκτρικών Συσκευών (ΚΗΥ)
- Για την Κατανάλωση Φωτισμού (ΚΦ)
- Για την Κατανάλωση Κλιματισμού (ΚΚΛ)

Ο δείκτης κατανάλωση ΚΗΥ ανά χρηματοοικονομική συναλλαγή είναι ο πιο ουσιώδης δείκτης ενεργειακής επίδοσης της τράπεζας για την αξιολόγηση αυτής της κατανάλωσης, επειδή οι ηλεκτρικές συσκευές και οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές σε ένα κατάστημα τραπέζης επιτελούν ακριβώς αυτόν τον σκοπό. Όπως και με τις παραγόμενες μερίδες ενός εστιατορίου έτσι και με τις χρηματοοικονομικές συναλλαγές συσχετίζουμε την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας με ένα θεμελιώδες μέτρο του παραγόμενου έργου της τράπεζας. Θα πρέπει λοιπόν, ο αριθμοδείκτης αυτός να αποτελεί βασικό δείκτη αξιολόγησης της απόδοσης.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς αριθμού χρηματοοικονομικών συναλλαγών και παράγουμε σύνολο 20 χρονοσειρές, 5 για το καθένα από τα 4 είδη καταναλώσεων.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παραγόμενη Νομισματική Μονάδα

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας}}{\text{Έσοδα}}$$

(KWh/v.μ.)

(όπου v.μ. είναι η νομισματική μονάδα της εκάστοτε χώρα που εδρεύει η τράπεζα)

Συνολικά υπολογίζουμε 4 αριθμοδείκτες Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά παραγόμενη νομισματική μονάδα:

- Για την Συνολική Κατανάλωση (ΣΚ)
- Για την Κατανάλωση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Ηλεκτρικών Συσκευών (ΚΗΥ)
- Για την Κατανάλωση Φωτισμού (ΚΦ)
- Για την Κατανάλωση Κλιματισμού (ΚΚΛ)

Ο δείκτης κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά παραγόμενη νομισματική μονάδα είναι συμπληρωματικός του δείκτη κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρηματοοικονομική συναλλαγή με την έννοια ότι συμπληρώνει την εικόνα της επίδοσης και ως προς το εισοδηματικό αποτέλεσμα της τράπεζας. Τα έσοδα ανάγονται σε κοινό νόμισμα σύμφωνα με την εκάστοτε στιγμιαία ισοτιμία της χρονικής στιγμής την οποία εισπράττονται. Ως γνωστόν η ισοτιμία αυτή τίθεται διαρκώς υπό διαπραγμάτευση και αλλάζει από στιγμή σε στιγμή. Υλοποιώντας την ενεργειακή αξιολόγηση οι δείκτες αυτοί συγκρίνονται με τον μέσο όρο ομοειδών τραπεζικών καταστημάτων και μπορεί να επιβεβαιωθεί μια κακή επίδοση ή μια καλή επίδοση αν οι δύο δείκτες για την θεμελιώδη των ηλεκτρονικών υπολογιστών και ηλεκτρικών συσκευών είναι μικρότεροι ή μεγαλύτεροι του μέσου όρου αντίστοιχα. Η μεγάλη χρησιμότητα και απόδειξη της συμπληρωματικής πληροφορίας που δίνει είναι στην περίπτωση αντιφατικής συμπεριφοράς με κακή επίδοση στον προηγούμενο δείκτη και καλή σε αυτόν ή αντίστροφα. Τότε στην πρώτη περίπτωση θα μπορούμε να πούμε ότι η κακή επίδοση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την εξυπηρέτηση των χρηματοοικονομικών συναλλαγών αντισταθμίζεται από την καλή επίδοση της κατανάλωσης ενέργειας για την παραγωγή εσόδων, ενώ στην δεύτερη περίπτωση η καλή επίδοση της κατανάλωσης ενέργειας για την εξυπηρέτηση των χρηματοοικονομικών συναλλαγών υπήρξε έμμεσα πλασματική καθώς δεν μεταφράστηκε συγκριτικά πάντα στην ανάλογη επίδοση ως προς τα παραγόμενα έσοδα.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς παραγόμενων εσόδων και παράγουμε σύνολο 20 χρονοσειρές, 5 για το καθένα από τα 4 είδη καταναλώσεων.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρευρισκόμενο Πελάτη

**Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας
Παρευρισκόμενοι Πελάτες**

(KWh/πελάτη)

Συνολικά υπολογίζουμε 4 αριθμοδείκτες Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά παρευρισκόμενο πελάτη:

- Για την Συνολική Κατανάλωση (ΣΚ)
- Για την Κατανάλωση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Ηλεκτρικών Συσκευών (ΚΗΥ)
- Για την Κατανάλωση Φωτισμού (ΚΦ)
- Για την Κατανάλωση Κλιματισμού (ΚΚΛ)

Οι παρευρισκόμενοι πελάτες στο εσωτερικό του τραπεζικού καταστήματος, στην συντριπτική τους πλειοψηφία, θα επιθυμούν την διεκπεραίωση μιας ή περισσότερων χρηματοοικονομικών συναλλαγών. Έτσι αποτελούν το υποσύνολο των χρηματοοικονομικών συναλλαγών, οι οποίες πραγματοποιούνται με φυσική παρουσία του πελάτη. Αυτό σημαίνει ότι η πληροφορία των αριθμοδεικτών αυτών για την συνολική κατανάλωση και για την κατανάλωση ηλεκτρονικών υπολογιστών και ηλεκτρικών συσκευών είναι εν μέρει ενσωματωμένη στον προηγούμενο αριθμοδείκτη της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρηματοοικονομική συναλλαγή.

Οι δύο επόμενοι δείκτες της κατανάλωσης φωτισμού και κατανάλωσης κλιματισμού ανά παρευρισκόμενο πελάτη είναι καθοριστικοί για την επίδοση της κατανάλωσης φωτισμού και κλιματισμού, καθώς οι χρήσεις αυτές έχουν να κάνουν με τον ανθρώπινο παράγοντα ανεξαρτήτως κατανάλωσης.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς παρευρισκόμενων πελατών και παράγουμε σύνολο 20 χρονοσειρές, 5 για το καθένα από τα 4 είδη καταναλώσεων.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Εργαζόμενο Υπάλληλο

Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας
Εργαζόμενοι Υπάλληλοι

(KWh/εργαζόμενο υπάλληλο)

Συνολικά υπολογίζουμε 4 αριθμοδείκτες Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά υπάλληλο:

- Για την Συνολική Κατανάλωση (ΣΚ)
- Για την Κατανάλωση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Ηλεκτρικών Συσκευών (ΚΗΥ)

- Για την Κατανάλωση Φωτισμού (ΚΦ)
- Για την Κατανάλωση Κλιματισμού (ΚΚΛ)

Ο αριθμοδείκτης αυτός αξιολογεί την ενεργειακή επίδοση ως προς ένα μέτρο της επιχειρησιακής οργάνωσης της τράπεζας, όπως είναι αυτός του αριθμού του προσωπικού της. Είναι σημαντικός δείκτης σχετικής αξιολόγησης μεταξύ καταστημάτων τραπεζών του ίδιου τραπεζικού ομίλου ή διαφορετικών που εμπίπτουν στην ίδια κατηγοριοποίηση ως προς ένα σύνολο χαρακτηριστικών τα οποία ορίζει ο μελετητής.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς εργαζόμενων υπαλλήλων και παράγουμε σύνολο 20 χρονοσειρές, 5 για το καθένα από τα 4 είδη καταναλώσεων.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρευρισκόμενο Άνθρωπο

**Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας
Παρευρισκόμενοι Άνθρωποι**

(KWh/άνθρωπο)

Συνολικά υπολογίζουμε 4 αριθμοδείκτες Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά παρευρισκόμενο άνθρωπο:

- Για την Συνολική Κατανάλωση (ΣΚ)
- Για την Κατανάλωση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Ηλεκτρικών Συσκευών (ΚΗΥ)
- Για την Κατανάλωση Φωτισμού (ΚΦ)
- Για την Κατανάλωση Κλιματισμού (ΚΚΛ)

Ο αριθμοδείκτης αυτός εμπεριέχει μια πολύ σημαντική πληροφορία, καθώς συσχετίζει τμήμα της επιχειρησιακής οργάνωσης της τράπεζας με τμήμα του παραγόμενου έργου της και αυτά με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Χρήσιμοι για την αξιολόγηση της επίδοσης της κατανάλωσης κλιματισμού και φωτισμού είναι οι αντίστοιχοι αριθμοδείκτες, δηλαδή ο αριθμοδείκτης κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας φωτισμού ανά παρευρισκόμενο άνθρωπο και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κλιματισμού ανά παρευρισκόμενο άνθρωπο.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς παρευρισκόμενοι άνθρωποι και παράγουμε σύνολο 20 χρονοσειρές, 5 για το καθένα από τα 4 είδη καταναλώσεων.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Λειτουργούσα Συσκευή

**Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας
Λειτουργούσες Συσκευές**

(KWh/λειτουργούσα συσκευή)

Ο αριθμοδείκτης αυτός υπολογίζεται μόνο για την κατανάλωση ηλεκτρονικών υπολογιστών και ηλεκτρικών συσκευών (ΚΗΥ) και καταδεικνύει τον καταμερισμό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά συσκευή, υποθέτοντας απλά ότι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ισομοιράζεται στις διάφορες συσκευές της τράπεζας.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ΚΗΥ με τις τιμές της χρονοσειράς λειτουργούσες συσκευές και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας για Κλιματισμό ανά ΒαθμοΗμέρα

(Energy Consumption per Degree Day)

**Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Κλιματισμού
Αριθμός ΒαθμοΗμερών (Degree Days)**

(KWh/DD)

Είναι ένας από τους σπουδαιότερους αριθμοδείκτες αποτύπωσης ενεργειακής επίδοσης οποιουδήποτε κτηρίου για την μελέτη της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη. Η ανάλυση του δείκτη αυτού έχει υλοποιηθεί εκτενώς στην κατηγορία των εστιατορίων.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κλιματισμού με τις τιμές της χρονοσειράς ΒαθμοΗμέρες (Degree Days) και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές του αριθμοδείκτη αυτού.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας για Φωτισμό ανά Μονάδα Φωτεινότητας (LUX)

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Φωτισμού}}{\text{Συνολική Φωτεινότητα}}$$

(KWh/lux)

Ο αριθμοδείκτης αυτός είναι ένα μέτρο της κατανομής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά μονάδα φωτεινότητας, δηλαδή καταδεικνύει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά προσφερόμενο lux.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας φωτισμού με τις τιμές της χρονοσειράς φωτεινότητας και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές του αριθμοδείκτη αυτού.

Αριθμοδείκτης Κατανομής Φωτεινότητας ανά Παρευρισκόμενο Άνθρωπο

$$\frac{\text{Συνολική Φωτεινότητα}}{\text{Παρευρισκόμενοι Άνθρωποι}}$$

(lux/άνθρωπο)

Ο αριθμοδείκτης αυτός είναι ένα μέτρο της κατανομής της φωτεινότητας, δηλαδή της επιφανειακής πυκνότητας της φωτεινής ροής ανά παρευρισκόμενο άνθρωπο εντός του καταστήματος.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς φωτεινότητας με τις τιμές της χρονοσειράς παρευρισκόμενοι άνθρωποι και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές του αριθμοδείκτη αυτού.

Αριθμοδείκτης Εγκατεστημένης Απόδοσης Φορτίου Φωτισμού (Installed Load Efficacy)

$$\frac{\text{Συνολική Φωτεινότητα}}{\text{Επιφανειακή Πυκνότητα Εγκατεστημένης Ενεργού Ισχύος Φορτίου Φωτισμού}}$$

(lux/W/m²)

$$\text{Επιφανειακή Πυκνότητα Ενεργού Ισχύος} = \frac{\text{Ενεργός Ισχύς}}{\text{Εμβαδόν}} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Στον παρονομαστή μπορούμε αντί της εγκατεστημένης ισχύος να χρησιμοποιήσουμε και την καταναλωθείσα ενεργό ισχύ για τον φωτισμό. Ο αριθμοδείκτης αυτός είναι πολύ σημαντικός για την αξιολόγηση της απόδοσης του φορτίου φωτισμού, καθώς συσχετίζει άμεσα την επιφανειακή πυκνότητα ισχύος (W/m²) με την επιφανειακή πυκνότητα φωτεινής ροής (lm/m²). Ως εμβαδόν χρησιμοποιούμε το εμβαδόν της επιφάνειας στην οποία παρέχεται η φωτεινότητα, και κατ' ουσίαν σχεδόν ολόκληρο το εμβαδόν της επιφάνειας του κτηρίου.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

- Αν έχουμε δεδομένα για την εγκατεστημένη ισχύ των φορτίων φωτισμού τότε διαιρούμε το άθροισμα των εγκατεστημένων ισχύων με το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου ή γενικά με το άθροισμα των εμβαδών των επιφανειών του κτηρίου στους χώρους όπου υπάρχει φωτισμός. Η τιμή η οποία θα προκύψει είναι η εγκατεστημένη πυκνότητα ενεργού ισχύος για τον φωτισμό και είναι ο παρονομαστής του αριθμοδείκτη.
- Αν χρησιμοποιήσουμε όμως την καταναλωθείσα ενεργό ισχύ του φορτίου φωτισμού τότε για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωση ενεργού ισχύος φωτισμού με το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου ή γενικά με το άθροισμα των εμβαδών των επιφανειών του κτηρίου στους χώρους όπου υπάρχει φωτισμός, και έτσι προκύπτουν 5 χρονοσειρές πυκνότητας καταναλωθείσας ενεργού ισχύος για φωτισμό.
- Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε τις τιμές της χρονοσειράς φωτεινότητας είτε με τον σταθερό παρονομαστή που προέκυψε από την εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού, είτε με τις τιμές των χρονοσειρών πυκνότητας καταναλωθείσας ενεργού ισχύος για τον φωτισμό. Και στις δυο περιπτώσεις παράγονται 5 χρονοσειρές δεδομένων, μια για κάθε βήμα, με τιμές του συγκεκριμένου αριθμοδείκτη.

Αριθμοδείκτης Εγκατεστημένης Πυκνότητας Ισχύος Φορτίου Φωτισμού (Installed Real Power Density)

Επιφανειακή Πυκνότητα Εγκατεστημένης Ενεργού Ισχύος Φορτίου Φωτισμού
100 lux
(W/m²/100 lux)

$$\text{Επιφανειακή Πυκνότητα Ενεργού Ισχύος} = \frac{\text{Ενεργός Ισχύς}}{\text{Εμβαδόν}} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Στον αριθμητή μπορούμε αντί της εγκατεστημένης ισχύος να χρησιμοποιήσουμε και την καταναλωθείσα ενεργό ισχύ για τον φωτισμό, όπως ακριβώς κάναμε και στον προηγούμενο αριθμοδείκτη. Ο αριθμοδείκτης αυτός είναι πολύ σημαντικός όπως και ο προηγούμενος, γιατί φανερώνει την αναγκαία πυκνότητα εγκατεστημένης ή χρησιμοποιούμενης ενεργού ισχύος για τον φωτισμό ώστε να επιτύχουμε φωτεινότητα 100 lux. Τα 100 lux λαμβάνονται ως αναφορά βασικού επιπέδου φωτεινότητας στο οποίο πρέπει να στοχεύουμε.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

- Αν έχουμε δεδομένα για την εγκατεστημένη ισχύ των φορτίων φωτισμού τότε διαιρούμε το άθροισμα των εγκατεστημένων ισχύων με το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου ή γενικά με το άθροισμα των εμβαδών των επιφανειών του κτηρίου στους χώρους όπου υπάρχει φωτισμός. Η τιμή η οποία θα προκύψει είναι η εγκατεστημένη πυκνότητα ενεργού ισχύος για τον φωτισμό και είναι ο αριθμητής του αριθμοδείκτη.
- Αν χρησιμοποιήσουμε όμως την καταναλωθείσα ενεργό ισχύ του φορτίου φωτισμού τότε για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωση ενεργού ισχύος φωτισμού με το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου ή γενικά με το άθροισμα των εμβαδών των επιφανειών του κτηρίου στους χώρους όπου υπάρχει φωτισμός, και έτσι προκύπτουν 5 χρονοσειρές πυκνότητας καταναλωθείσας ενεργού ισχύος για φωτισμό.
- Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε τις τιμές των παραπάνω της εγκατεστημένης πυκνότητας ενεργού ισχύος ή των παραπάνω χρονοσειρών με τον σταθερό παρονομαστή φωτεινότητας 100 lux. Στην πρώτη περίπτωση παράγεται μια μόνο τιμή του αριθμοδείκτη η οποία είναι και χαρακτηριστική της κατανάλωσης φωτισμού, ενώ στην δεύτερη παράγονται 5 χρονοσειρές δεδομένων, μια για κάθε βήμα, με τιμές του συγκεκριμένου αριθμοδείκτη.

B1.3.3.5: Κατασκευή Μέτρων Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης

Στο εδάφιο των εστιατορίων αξιολογήσαμε την έννοια του συντελεστή συσχέτισης, ορίζοντάς τον και παραθέτοντας τις προϋποθέσεις εφαρμογής του. Η βασική ιδέα για την χρησιμοποίηση του συντελεστή αυτού ως μέτρο της ενεργειακής επίδοσης έχει να κάνει με την λειτουργία του τραπεζικού καταστήματος, σε απόλυτη αναλογία με την φιλοσοφία που αναπτύξαμε και στο εδάφιο των εστιατορίων. Η κεντρική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ένα τραπεζικό κατάστημα είναι η κατανάλωση ηλεκτρονικών υπολογιστών και

ηλεκτρικών συσκευών (ΚΗΥ), μέσω της οποίας υλοποιείται εξ ολοκλήρου και εξ ορισμού το βασικό έργο ενός καταστήματος τραπέζης, δηλαδή η διεκπεραίωση τραπεζικών συναλλαγών. Συνεπώς δεν διανοείται αύξηση καταναλώσεων των λοιπών καταναλώσεων χωρίς αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας ηλεκτρονικών υπολογιστών και ηλεκτρικών συσκευών (ΚΗΥ), αν και εφόσον η ηλεκτρική ενέργεια αξιοποιείται αποδοτικά σε όλες τις καταναλώσεις.

Πριν ορίσουμε τους συντελεστές συσχέτισης και ερμηνεύσουμε την σημασία των πιθανών τιμών τους θα πρέπει να μετατρέψουμε τις μεταβλητές, οι οποίες συσχετίζονται, σε διατεταγμένα ζεύγη:

Βήμα 1: Τα δύο μεταβλητά μεγέθη είναι αποθηκευμένα στην βάση δεδομένων μας με την μορφή χρονοσειράς. Αρχικά λοιπόν ο χρήστης επιλέγει το βήμα της χρονοσειράς, το οποίο είναι προφανώς κοινό και για τα δύο μεταβλητά μεγέθη στα οποία επιθυμώ να υπολογίσω την συσχέτισή τους.

Βήμα 2: Για κάθε βήμα, δηλαδή σταθερή χρονική στιγμή, σχηματίζω το διατεταγμένο ζεύγος των μεταβλητών μεγεθών (X_i , Y_i) με X_i να είναι η τιμή του πρώτου μεγέθους στην χρονική στιγμή T_i και Y_i να είναι η τιμή του δεύτερου μεγέθους στην ίδια χρονική στιγμή. Κατ' αυτόν τον τρόπο σχηματίζω ένα σύνολο διατεταγμένων ζευγών (X_i , Y_i) και υπολογίζω τον συντελεστή συσχέτισής του.

Βήμα 3: Προβάλλουμε το σύνολο των διατεταγμένων ζευγών σε δισδιάστατο σύστημα αξόνων. Το διάγραμμα αυτό σε συνδυασμό με την τιμή του συντελεστή συσχέτισης είναι τα δεδομένα για την αξιολόγηση της επίδοσης του εστιατορίου.

Δηλαδή για κάθε διατεταγμένο ζεύγος μεγεθών στην εφαρμογή υλοποιούμε το διάγραμμά τους και έπειτα υπολογίζουμε τον συντελεστή συσχέτισης.

Συντελεστές Συσχέτισης ως Μέτρα Ενεργειακής Επίδοσης για ένα Τραπεζικό Κατάστημα:

- **Συντελεστής Συσχέτισης Συνολικής Κατανάλωσης (ΣΚ) – Κατανάλωσης Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Ηλεκτρικών Συσκευών (ΚΗΥ)**

Αναμένουμε θετική τιμή αυτού του συντελεστή συσχέτισης με την λογική την οποία αναπτύξαμε παραπάνω, χωρίς βέβαια να αποκλείονται αρνητικές τιμές βραχυπρόθεσμα, όταν οι τιμές του δείγματος είναι λίγες. Αρνητικές τιμές του συντελεστή αυτού για μεγάλο δείγμα δεδομένων θα πρέπει να μας προβληματίσουν και θα πρέπει να αναγνωστούν σε συνδυασμό με τους παρακάτω συντελεστές ώστε να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Συνολικής Κατανάλωσης (ΣΚ) – Αριθμού Χρηματοοικονομικών Συναλλαγών (ΧΣ)**

Αναμένουμε θετική τιμή του συντελεστή συσχέτισης και μάλιστα όσο πιο κοντά στο ολικό του μέγιστο, δηλαδή το +1, για ένα τραπεζικό κατάστημα υπό φυσιολογικές συνθήκες. Μικρές θετικές τιμές ή αρνητικές θα πρέπει να μας προβληματίσουν έντονα, καθώς είναι σαφέστατη ένδειξη μη αποδοτικής λειτουργίας.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Συνολικής Κατανάλωσης (ΣΚ) – Παραγόμενων Εσόδων (Ε)**

Αναμένουμε και εδώ θετική τιμή του συντελεστή ισχύος και μάλιστα όσο πιο κοντά στο ολικό του μέγιστο +1 υπό φυσιολογικές συνθήκες. Η πληροφορία του συντελεστή αυτού είναι συμπληρωματική του προηγούμενου. Αντίθεση αποτελεσμάτων έχει να κάνει με την τιμολογιακή πολιτική της τράπεζας. Βέβαια δεν ισχύουν εδώ οι ανάλογες υποθέσεις τις οποίες κάναμε στην περίπτωση των εστιατορίων, καθώς η μορφή της αγοράς των τραπεζών, με τις κεντρικές τράπεζες και τα κράτη να θέτουν περιορισμούς, και ο μεταξύ ανταγωνισμός δεν αφήνουν και πολλά περιθώρια μεταβολής των χρεώσεων τους. Αυτό μπορεί να γίνει μόνο αυξάνοντας το μερίδιο αγοράς, γεγονός όμως το οποίο δεν αφορά τα μεμονωμένα καταστήματα, αλλά τον τραπεζικό όμιλο στο σύνολό του, και φυσικά δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Συνολικής Κατανάλωσης (ΣΚ) – Παρευρισκόμενων Πελατών (Π)**

Ο συντελεστής αυτός είναι συμπληρωματικός των συντελεστών συσχέτισης Συνολικής Κατανάλωσης – Χρηματοοικονομικών Συναλλαγών και Εσόδων, και μάλιστα είναι ενσωματωμένος στον πρώτο, σύμφωνα με τα όσα αναφέραμε στην θεωρία των αριθμοδεικτών. Η αποδοτική λειτουργία του κτηρίου της τραπεζής είναι ταυτόσημη με θετικές τιμές του συντελεστή αυτού.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Ηλεκτρικών Συσκευών (ΚΗΥ) – Αριθμού Χρηματοοικονομικών Συναλλαγών (ΧΣ)**

Για μεγάλο δείγμα δεδομένων αναμένουμε έντονα γραμμική συσχέτιση των δύο μεγεθών και τιμές του συντελεστή συσχέτισης κοντά στο +1. Θετικές τιμές κοντά στο μηδέν ή και αρνητικές τιμές σημαίνουν πλήρως μη αποδοτική ενεργειακά λειτουργία της ΚΗΥ, και καθίσταται επιτακτική η διερεύνηση των αιτιών αυτής της συμπεριφοράς. Αποτελεί

αξιόπιστο μέτρο αξιολόγησης της επίδοσης της κατανάλωσης ΚΗΥ και γενικά του κτηρίου της τραπεζής.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Ηλεκτρικών Συσκευών (ΚΗΥ) – Παραγόμενων Εσόδων (Ε)**

Για μεγάλο δείγμα δεδομένων αναμένουμε γραμμική συσχέτιση των δύο μεγεθών και τιμές του συντελεστή συσχέτισης σχετικά κοντά στο +1. Θετικές τιμές κοντά στο μηδέν ή και αρνητικές σημαίνουν πλήρως μη αποδοτική ενεργειακά λειτουργία της ΚΗΥ, αλλά όπως και προηγουμένως με την συνολική κατανάλωση θα πρέπει να αναλογιστούμε και την τιμολογιακή πολιτική της επιχείρησης σε περίπτωση αντίφασης αποτελεσμάτων. Συνεπώς ο συντελεστής συσχέτισης αυτός είναι συμπληρωματικός του προηγουμένου.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Ηλεκτρικών Συσκευών (ΚΗΥ) – Παρευρισκόμενων Πελατών (Π)**

Κλείνει το κύκλο των πληροφοριών της σύνδεσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με το παραγόμενο έργο της τράπεζας. Η πληροφορία αυτή αποτελεί τμήμα της πληροφορίας την οποία μας δίνει ο συντελεστής συσχέτισης της κατανάλωσης ηλεκτρονικών υπολογιστών και ηλεκτρικών συσκευών και του αριθμού χρηματοοικονομικών συναλλαγών.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Ηλεκτρικών Συσκευών (ΚΗΥ) – Λειτουργούσες Συσκευές (ΛΣ)**

Είναι προφανές ότι ο συντελεστής συσχέτισης αυτός θα παίρνει τιμές πολύ κοντά στο +1, καθώς τα δύο αυτά μεγέθη, εξ ορισμού, θα έχουν έντονη γραμμική εξάρτηση. Θετικές τιμές κοντά στο μηδέν ή και αρνητικές τιμές θα πρέπει να μας επιστήσουν την προσοχή και να διερευνήσουμε τα αίτια μιας τέτοιας συμπεριφοράς.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κλιματισμού (ΚΚΛ) – Κατανάλωσης Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Ηλεκτρικών Συσκευών (ΚΗΥ)**

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των ηλεκτρονικών υπολογιστών και ηλεκτρικών συσκευών συσχετίζεται άμεσα με όλες τις υπόλοιπες καταναλώσεις. Συνεπώς αναμένουμε μακροπρόθεσμα θετικές τιμές αυτού του συντελεστή συσχέτισης. Αρνητικές τιμές θα πρέπει να μας προβληματίσουν και να αναζητήσουμε επιβεβαίωση στους αριθμοδείκτες κλιματισμού και σε παρακάτω συντελεστές συσχέτισης οι οποίοι συσχετίζουν την

κατανάλωση κλιματισμού με τους παρευρισκόμενους πελάτες, τους παρευρισκόμενους ανθρώπους και τις βαθμομέρες (degree days).

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κλιματισμού (ΚΚΛ) – Χρηματοοικονομικών Συναλλαγών (ΧΣ)**

Εφόσον η κατανάλωση ενέργειας των ηλεκτρονικών υπολογιστών και ηλεκτρικών συσκευών εξαρτάται άμεσα από τις εκτελεσθείσες χρηματοοικονομικές συναλλαγές, και επιθυμούμε την συσχέτιση της κατανάλωσης κλιματισμού με την κατανάλωση ηλεκτρονικών υπολογιστών και ηλεκτρικών συσκευών, θα πρέπει να εξετάσουμε και την συσχέτιση της κατανάλωσης κλιματισμού με τον αριθμό των χρηματοοικονομικών συναλλαγών. Αναμένουμε μακροπρόθεσμα θετικές τιμές αυτού του συντελεστή συσχέτισης. Αρνητικές τιμές θα πρέπει να μας προβληματίσουν και να αναζητήσουμε επιβεβαίωση στους αριθμοδείκτες κλιματισμού και σε παρακάτω συντελεστές συσχέτισης οι οποίοι συσχετίζουν την κατανάλωση κλιματισμού με τους παρευρισκόμενους πελάτες, τους παρευρισκόμενους ανθρώπους και τις βαθμομέρες (degree days).

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κλιματισμού (ΚΚΛ) – Παραγόμενων Εσόδων (Ε)**

Ο συντελεστής αυτός είναι συμπληρωματικός των δύο προηγούμενων στο πλαίσιο της προσπάθειάς μας να αξιοποιήσουμε κάθε δυνατό δεδομένο του παραγόμενου έργου του τραπεζικού καταστήματος. Προφανώς επιθυμούμε θετικό συντελεστή συσχέτισης.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κλιματισμού (ΚΚΛ) – Παρευρισκόμενων Πελατών (Π)**

Ο συντελεστής αυτός είναι καθοριστικός όσον αφορά την επίδοση της κατανάλωσης κλιματισμού ως προς τον σκοπό τον οποίο πρέπει να επιτελεί. Η ανάλυσή του είναι όμοια με αυτή του ίδιου συντελεστή στην κατηγορία των εστιατορίων, και γενικά οποιουδήποτε κτηρίου. Υπό φυσιολογικές συνθήκες οι τιμές του συντελεστή αυτού αναμένονται θετικές.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κλιματισμού (ΚΚΛ) – Παρευρισκόμενων Ανθρώπων (ΠΑ)**

Είναι ένας πληρέστερος συντελεστής του προηγούμενου, καθώς τώρα αναφερόμαστε γενικά σε ανθρώπους. Η ανάλυση και αυτού του συντελεστή έχει υλοποιηθεί στο εδάφιο των εστιατορίων. Αναμένουμε θετικές τιμές του συντελεστή αυτού.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κλιματισμού (ΚΚΛ) – ΒαθμοΗμερών (DD)**

Όπως αναλύσαμε και στην αντίστοιχη παράγραφο των εστιατορίων ο συντελεστής αυτός αναμένεται να παίρνει θετικές τιμές και μάλιστα κοντά στο +1, αποτυπώνοντας την γραμμική εξάρτηση του αριθμού των βαθμοημερών και της καταναλωθείσας ηλεκτρικής ενέργειας κλιματισμού. Βέβαια θα πρέπει οι τιμές των $T_{\theta(\text{πραγματική})}$ και $T_{\psi(\text{πραγματική})}$ να έχουν επιλεγεί σωστά.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού (ΚΦ) – Κατανάλωσης Ηλεκτρικών Υπολογιστών & Ηλεκτρικών Συσκευών (ΚΗΥ)**

Ο συγκεκριμένος συντελεστής υπολογίζεται όπως και στις υπόλοιπες καταναλώσεις ώστε να συσχετίσουμε κάθε κατανάλωση με την κατανάλωση ηλεκτρονικών υπολογιστών και ηλεκτρικών συσκευών. Αναμένουμε θετικές τιμές του συντελεστή συσχέτισης μακροπρόθεσμα και για μεγάλο δείγμα δεδομένων. Αρνητικές τιμές ή κοντά στο 0 είναι ένδειξη κακής επίδοσης της κατανάλωσης ενέργειας, εξετάζοντας παράλληλα τόσο τους υπόλοιπους αριθμοδείκτες της κατανάλωσης φωτισμού, όσο και την επίδοση της κατανάλωσης ηλεκτρονικών υπολογιστών και ηλεκτρικών συσκευών.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού (ΚΦ) – Χρηματοοικονομικών Συναλλαγών (ΧΣ)**

Είναι στην ίδια λογική με τους αντίστοιχους προηγούμενους συντελεστές αφού οι χρηματοοικονομικές συναλλαγές σχετίζονται άμεσα με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ηλεκτρονικών υπολογιστών και ηλεκτρικών συσκευών, και άρα και με τις υπόλοιπες καταναλώσεις, όπως είναι και η κατανάλωση φωτισμού. Οι τιμές του συντελεστή αυτού για μεγάλο δείγμα πρέπει να είναι θετικές.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού (ΚΦ) – Παραγόμενων Εσόδων (Ε)**

Ο συντελεστής αυτός κατ' αναλογία με τον προηγούμενο είναι πρέπει να είναι θετικός. Τα παραγόμενα έσοδα είναι συμπληρωματική πληροφορία των χρηματοοικονομικών συναλλαγών και είναι μέτρο του παραγόμενου έργου του τραπεζικού καταστήματος.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού (ΚΦ) – Παρευρισκόμενων Πελατών (Π)**

Ο συντελεστής αυτός έχει ακριβώς την ίδια σημασία με τον αντίστοιχο στην κατηγορία των εστιατορίων, και γενικά σε οποιαδήποτε κατηγορία κτηρίων. Οι τιμές του αναμένονται να είναι θετικές για μεγάλο δείγμα δεδομένων.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού (ΚΦ) – Παρευρισκόμενων Ανθρώπων (ΠΑ)**

Κατ' αναλογία με τον προηγούμενο δείκτη αναμένουμε θετικές τιμές, αλλά πάντα οι συντελεστές συσχέτισης οποιασδήποτε κατανάλωσης πρέπει να εξετάζονται συνδυαστικά για την εξαγωγή ασφαλούς συμπεράσματος. Η ποιοτική ερμηνεία του συντελεστή αυτού εξετάστηκε στο εδάφιο το οποίο αφορούσε τα εστιατόρια.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού (ΚΦ) – Επιπέδου Φωτεινότητας (LUX)**

Ο συντελεστής συσχέτισης της κατανάλωσης ενέργειας φωτισμού ως προς το επίπεδο φωτεινότητας το οποίο παράγει είναι σημαντικό μέτρο αξιολόγησης της απόδοσης του φορτίου φωτισμού. Για αποδοτική λειτουργία περιμένουμε τιμές του συντελεστή αυτού κοντά στο +1, ήτοι σχεδόν γραμμική εξάρτηση.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Επιπέδου Φωτεινότητας (Φ) – Παρευρισκόμενων Ανθρώπων (ΠΑ)**

Ο συντελεστής αυτός θα πρέπει να αναγνωστεί σε συνδυασμό με τους δύο προηγούμενους για την εξαγωγή τελικών συμπερασμάτων. Περιμένουμε τιμές θετικές και κοντά στο 0, καθώς η φωτεινότητα δεν αυξάνει κατ' ανάγκη γραμμικά με τον αριθμό των ανθρώπων οι οποίοι βρίσκονται σε χώρο που διαχέεται η φωτεινή ροή.

B1.3.4: Ξενοδοχεία

Τα κτήρια των ξενοδοχείων είναι μια ιδιαίτερη κατηγορία κτηρίων με μεγάλες απαιτήσεις σε κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, εξαιτίας των πολλών διαφορετικών χρήσεων τους. Η μελέτη της ενεργειακής τους επίδοσης είναι πιο πολύπλοκη εν συγκρίσει με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες κτηρίων, και απαιτεί αξιόπιστη και διαρκή συγκέντρωση δεδομένων ώστε να μην εξαχθούν εσφαλμένα συμπεράσματα. Οι υπηρεσίες και οι χρήσεις ποικίλουν από ξενοδοχείο σε ξενοδοχείο και το γεγονός αυτό δυσχεραίνει την προσπάθεια μας να κατασκευάσουμε μια μεθοδολογία εφαρμόσιμη για κάθε τύπο ξενοδοχείου. Το έργο αυτό καθίσταται δύσκολο επειδή εν συγκρίσει με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες κτηρίου, το παραγόμενο έργο του ξενοδοχείου ποικίλει ανάλογα με τις υπηρεσίες τις οποίες παρέχει.

Στο παρόν εδάφιο θα επιχειρήσουμε να περιγράψουμε μια διαδικασία συλλογής δεδομένων και κατασκευής αριθμοδεικτών εφαρμόσιμη σε όσο το δυνατόν περισσότερους ξενοδοχειακούς οργανισμούς.

B1.3.4.1: Αρχική Κατανομή Καταναλώσεων

Το πρώτο βήμα, όπως έχει αναπτυχθεί στην πρώτη φάση της μεθοδολογίας, είναι ο καταμερισμός της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε σαφώς διακεκριμένες χρήσεις ανεξάρτητες μεταξύ τους. Προσπαθήσαμε να παρουσιάσουμε ένα σύνολο χρήσεων ώστε να καλύπτονται όλα τα δυνατά ξενοδοχεία. Αυτό σημαίνει ότι αρκετά ξενοδοχεία θα ακολουθούν ένα υποσύνολο της παρούσας κατανομής:



Εικόνα B1.3.4.1.1: Ενδεικτική Κατανομή Καταναλώσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Κύριες Χρήσεις

Η κάθε μια κύρια χρήση χωρίζεται σε επιμέρους υποχρήσεις ανάλογα με τα ομοειδή ηλεκτρικά φορτία τα οποία διαθέτει. Δεν είναι απαραίτητο ένα ξενοδοχείο να διαθέτει όλες αυτές τις χρήσεις. Η λογική είναι να καλύψουμε κάθε δυνατή χρήση και υποχρήση και αν ένα ξενοδοχείο δεν διαθέτει την αντίστοιχη χρήση τότε καταχωρούμε μηδενικές τιμές στις συγκεκριμένες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας:

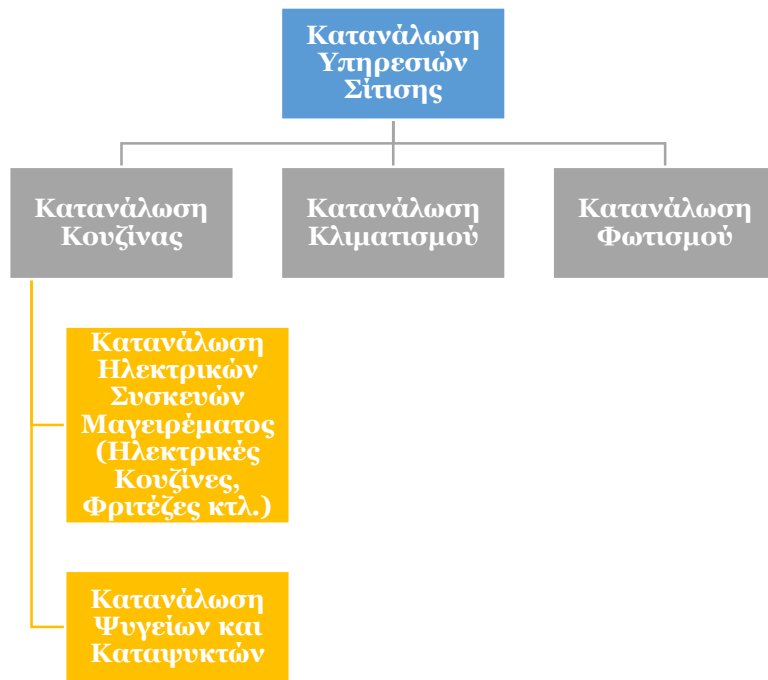
- **Κατανάλωση Υπηρεσιών Εστίασης:** Όλα τα ξενοδοχεία ανεξαρτήτως των λοιπών υπηρεσιών τους, παρέχουν εξ ορισμού υπηρεσίες εστίασης. Διαθέτουν ένα αριθμό δωματίων με διαφορετική χωρητικότητα έκαστο εξ αυτών, αλλά με πλήρεις παροχές στέγασης για τους ενοίκους. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την συγκεκριμένη κατανάλωση αποτελεί και την κύρια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την συντριπτική πλειονότητα των ξενοδοχείων. Βέβαια υπάρχουν περιπτώσεις ξενοδοχείων όπως είναι όσα παρέχουν υπηρεσίες τυχερών παιγνίων, τα επονομαζόμενα καζίνο, στα

οποία η εστίαση έχει επικουρικό και δευτερεύοντα ρόλο. Κάποιες ενδεικτικές υποχρήσεις για την χρήση αυτή φαίνονται στο επόμενο σχήμα:



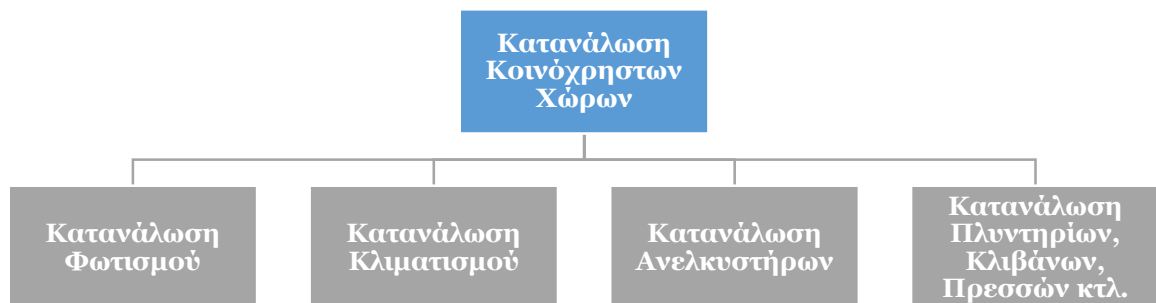
Εικόνα B1.3.4.1.2: Ενδεικτική Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Υποχρήσεις για την Κύρια Χρήση Υπηρεσιών Εστίασης Ξενοδοχείου

- **Κατανάλωση Υπηρεσιών Σίτισης:** Σχεδόν όλα τα ξενοδοχεία διαθέτουν κουζίνες παρασκευής φαγητού και ένα μικρό ή μεγάλο χώρο εξοπλισμένο με τραπέζια και καθίσματα για την παροχή υπηρεσιών σίτισης στους πελάτες τους. Συνεπώς υποσύνολο ενός ξενοδοχείου είναι ένα μικρό ή μεγάλο εστιατόριο, το οποίο μπορεί ως συνιστώσα να αξιολογηθεί αυτόνομα σύμφωνα με την μεθοδολογία την οποία αναπτύξαμε για τα εστιατόρια. Φυσικά συμβάλλει στην συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και δεν θα πρέπει να απομονωθεί από τις υπόλοιπες καταναλώσεις του εστιατορίου. Κάποιες ενδεικτικές υποχρήσεις για την χρήση αυτή φαίνονται στην εικόνα B1.3.4.1.3:



Εικόνα Β1.3.4.1.3: Ενδεικτική Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Υποχρήσεις για την Κύρια Χρήση Υπηρεσιών Σίτισης Ξενοδοχείου

- **Κατανάλωση Κοινόχρηστων Χώρων:** Όλα οι ξενοδοχειακοί οργανισμοί ανεξαρτήτως των υπηρεσιών τις οποίες προσφέρουν διαθέτουν κοινόχρηστους χώρους. Ο χώρος υποδοχής πελατών, οι διάδρομοι οι οποίοι οδηγούν στα δωμάτια, ο χώρος που στεγάζονται οι ανελκυστήρες, ο κήπος, είναι παραδείγματα κοινόχρηστων χώρων. Οι χώροι αυτοί διαθέτουν ηλεκτρικά φορτία τα οποία καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια και συμβάλλουν στην συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Κάποιες ενδεικτικές υποχρήσεις για την χρήση αυτή φαίνονται στην εικόνα Β1.3.4.1.4:



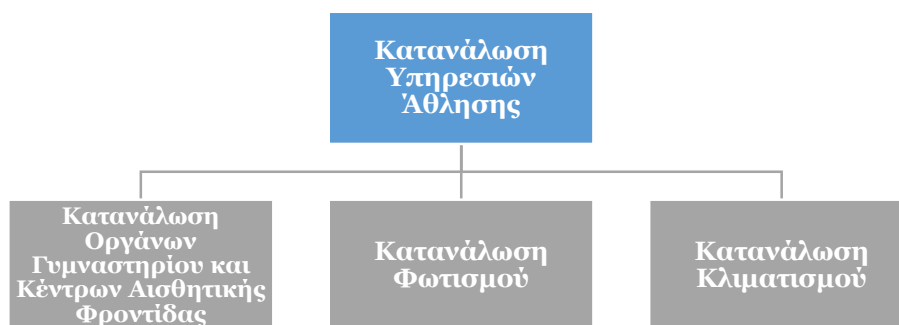
Εικόνα Β1.3.4.1.4: Ενδεικτική Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Υποχρήσεις για την Κύρια Χρήση Κοινόχρηστων Χώρων

- Κατανάλωση Υπηρεσιών Ψυχαγωγίας:** Πολλοί ξενοδοχειακοί οργανισμοί διαθέτουν έναν ή περισσότερους χώρους ψυχαγωγίας, όπως καφετέριες, χώρους ζωντανής μουσικής και γενικά χώρους νυχτερινής διασκέδασης, χώρους διενέργειας τυχερών παιχνιδιών τα οποία λαμβάνουν χώρα είτε μέσω ηλεκτρονικών μηχανημάτων είτε με την παρουσία ανθρώπινου παράγοντα. Τα ηλεκτρικά φορτία των χώρων αυτών συμβάλλουν στην συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και πρέπει να μελετηθούν. Κάποιες ενδεικτικές υποχρήσεις για την χρήση αυτή φαίνονται στην εικόνα B1.3.4.1.5:



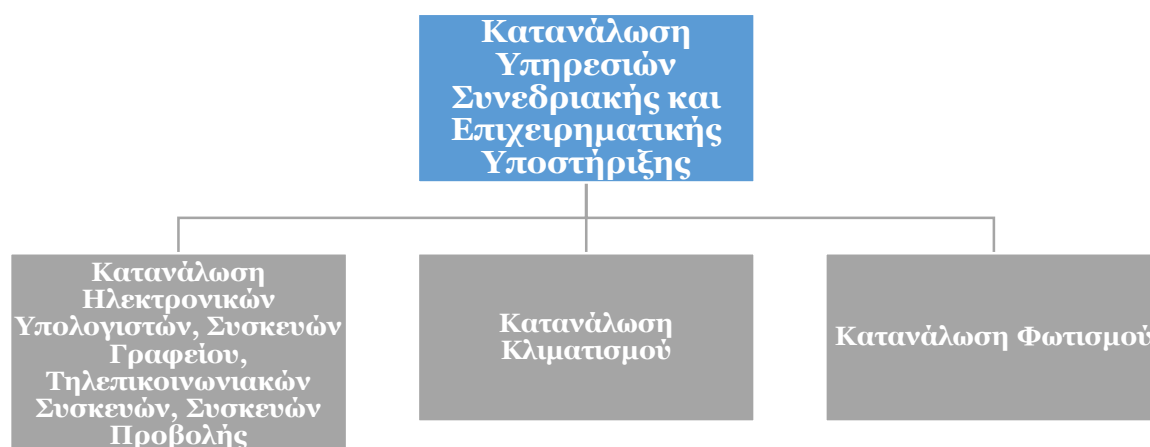
Εικόνα B1.3.4.1.5: Ενδεικτική Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Υποχρήσεις για την Κύρια Χρήση Υπηρεσιών Ψυχαγωγίας

- Κατανάλωση Υπηρεσιών Άθλησης:** Αρκετά ξενοδοχεία, κυρίως τα μεγάλα, διαθέτουν σύγχρονα εξοπλισμένα γυμναστήρια αλλά και χώρους εξωτερικής και εσωτερικής άθλησης, και παροχής αθλητικής και φυσιοθεραπευτικής φροντίδας. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται και οι πάσης φύσεως υπηρεσίες κέντρων αισθητικής. Ενδεικτικά παραθέτουμε το παρακάτω διάγραμμα για την κατανομή της κύριας αυτής κατανάλωσης σε υποχρήσεις:



Εικόνα B1.3.4.1.6: Ενδεικτική Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Υποχρήσεις για την Κύρια Χρήση Υπηρεσιών Άθλησης

- Κατανάλωση Υπηρεσιών Συνεδριακής και Επιχειρηματικής Υποστήριξης:**
 Συνήθως τα μεγάλα ξενοδοχεία διαθέτουν τέτοιες υπηρεσίες καθώς ο συνεδριακός τουρισμός αποτελεί βασική συνιστώσα της παγκόσμιας βιομηχανίας τουριστικών υπηρεσιών με ταχεία ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια. Προφανώς οι υπηρεσίες συνοδεύονται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές και ηλεκτρικές συσκευές, είτε τηλεπικοινωνιακού χαρακτήρα ,είτε για την προβολή παρουσιάσεων των συμμετεχόντων. Μια ενδεικτική κατανομή γι' αυτήν την χρήση αποτελεί η παρακάτω:



Εικόνα Β1.3.4.1.7: Ενδεικτική Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Υποχρήσεις για την Κύρια Χρήση Υπηρεσιών Συνεδριακής και Επιχειρηματικής Υποστήριξης

Στην παροχή της συνολικής κατανάλωσης, των κύριων χρήσεων και υποχρήσεων τοποθετούμε μετρητές για να αντλήσουμε τα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας και ισχύος.

Β1.3.4.2: Συλλογή Δεδομένων

Συλλέγουμε τα εξής δεδομένα τα οποία και καταχωρούνται στην βάση δεδομένων της εφαρμογής:

A) Δεδομένα τα οποία έχουν τον χαρακτήρα της χρονοσειράς, δηλαδή τιμών εξαρτημένης μεταβλητής με ανεξάρτητη μεταβλητή διακριτές χρονικές στιγμές. Για κάθε δεδομένο το οποίο αποτελεί χρονοσειρά αποθηκεύουμε τα δεδομένα με 5 διαφορετικά βήματα στον άξονα του χρόνου: ωραιο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο βήμα, με την μεθοδολογία την οποία περιγράψαμε. Αρχικά καταγράφουμε τα δεδομένα τα οποία αναφέραμε στην πρώτη φάση της μεθοδολογίας και τα οποία είναι ανεξάρτητα από το είδος του κτηρίου.

- Για την Συνολική Κατανάλωση, την Κατανάλωση Υπηρεσιών Εστίασης, την Κατανάλωση Υπηρεσιών Σίτισης, την Κατανάλωση Κοινόχρηστων Χώρων, την Κατανάλωση Υπηρεσιών Ψυχαγωγίας, την Κατανάλωση Υπηρεσιών Άθλησης, την Κατανάλωση Υπηρεσιών Συνεδριακής και Επιχειρηματικής Υποστήριξης και όλες τις υποκαταναλώσεις των υποχρήσεων τους, καταγράφουμε:
 1. Την κατανάλωση Ενεργού Ισχύος
 2. Την κατανάλωση Αέργου Ισχύος
 3. Τον Συντελεστή Ισχύος
 4. Την Καταναλωθείσα Ενέργεια
- Ομαδοποιούμε τις καταναλώσεις φωτισμού και κλιματισμού και δημιουργούμε δύο συνολικές καταναλώσεις για τον φωτισμό και τον κλιματισμό.
- Επίσης καταγράφουμε και τα εξής δεδομένα ανεξαρτήτως καταναλώσεως:
 5. Την φωτεινότητα των χώρων
 6. Την εξωτερική θερμοκρασία
 7. Την εσωτερική θερμοκρασία
 8. Τον αριθμό των εργαζόμενων υπαλλήλων

B) Δεδομένα τα οποία έχουν τον χαρακτήρα της χρονοσειράς, δηλαδή τιμών εξαρτημένης μεταβλητής με ανεξάρτητη μεταβλητή διακριτές χρονικές στιγμές και τα οποία αφορούν την λειτουργία του ξενοδοχείου:

9. **Πληρότητα του Ξενοδοχείου:** Είναι ο αριθμός των διακριτών δωματίων τα οποία στεγάζουν πελάτες κάθε χρονική στιγμή. Μπορεί να εκφραστεί και ως ποσοστό των υπαρχόντων δωματίων του ξενοδοχείου αλλά για τον υπολογισμό των αριθμοδεικτών ενεργειακής επίδοσης χρειαζόμαστε τον αριθμό τους.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε αρχικά τα χρησιμοποιούμενα δωμάτια με ωριαίο βήμα $X_{\Delta h}$. Η τιμή $X_{\Delta h}$ που καταγράφουμε εκφράζει τον αριθμό των δωματίων τα οποία έχουν δοθεί σε πελάτες του ξενοδοχείου στην χρονική διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός του αριθμού του αριθμού των χρησιμοποιούμενων δωματίων γίνεται ως εξής: για τις ώρες του κάθε βήματος υπολογίζουμε τον μέσο όρο του αριθμού των δωματίων, και τον καταχωρούμε ως τιμή του συγκεκριμένου βήματος. Για παράδειγμα για ετήσιο βήμα υπολογίζουμε

τον μέσο όρο του αριθμού των χρησιμοποιούμενων δωματίων για τις ώρες του έτους και αυτή είναι η ετήσια τιμή του αριθμού των χρησιμοποιούμενων δωματίων. Ομοίως πράττουμε και στα υπόλοιπα βήματα.

10. **Παραγόμενα Έσοδα:** Ορίζεται ως ο κύκλος εργασιών, δηλαδή τα ακαθάριστα έσοδα του ξενοδοχείου, ανά χρήση του και συνολικά, από τις υπηρεσίες τις οποίες παρέχει, για τον χρονικό διάστημα στο οποίο και καταγράφονται. Θα πρέπει να καταγράψουμε ανά υπηρεσία τα ακαθάριστα έσοδα και το άθροισμά τους θα είναι τα συνολικά ακαθάριστα έσοδα του ξενοδοχείου. Η πληροφορία του δεδομένου αυτού εμπίπτει στην μικροσκοπική μελέτη του παραγόμενου έργου του ξενοδοχείου ανά χρήση - υπηρεσία και συνολικά ως ενιαία επιχείρηση.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε αρχικά τα παραγόμενα έσοδα με ωριαίο βήμα $E_{Σh}$. Η τιμή $E_{Σh}$ που καταγράφουμε εκφράζει τα παραγόμενα έσοδα που παρήχθησαν σε χρονική διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός των παραγόμενων εσόδων γίνεται με αθροιστικό τρόπο αθροίζοντας για τις ώρες του βήματος όλες τα παραγόμενα και καταχωρίζοντας το άθροισμα ως παραγόμενα έσοδα του νέου βήματος. Για παράδειγμα για μηνιαίο βήμα αθροίζουμε για τις ώρες του μήνα τις τιμές $E_{Σh}$ και το άθροισμα καταχωρείται ως η τιμή του συγκεκριμένου μήνα. Ομοίως πράττουμε και για το ημερήσιο, εβδομαδιαίο, και ετήσιο βήμα.

11. **Αριθμός Παρευρισκόμενων Πελατών:** Είναι ο αριθμός των πελατών οι οποίοι παρευρίσκονται στο εσωτερικό του ξενοδοχείου, είτε πρόκειται για χρήστη υπηρεσιών, είτε πρόκειται για επισκέπτη. Αναφερόμαστε σε πελάτες οι οποίοι βρίσκονται στο εσωτερικό του καταστήματος κάθε χρονική στιγμή.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε αρχικά τους παρευρισκόμενους πελάτες με ωριαίο βήμα P_h . Η τιμή P_h που καταγράφουμε εκφράζει τον αριθμό των πελατών οι οποίοι ευρίσκονται στους χώρους του ξενοδοχείου στην χρονική διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός του αριθμού των παρευρισκόμενων πελατών γίνεται ως εξής: για τις ώρες του κάθε βήματος υπολογίζουμε τον μέσο όρο του αριθμού των παρευρισκόμενων πελατών, και τον καταχωρούμε ως τιμή του

συγκεκριμένου βήματος. Για παράδειγμα για εβδομαδιαίο βήμα υπολογίζουμε τον μέσο όρο του αριθμού των παρευρισκόμενων πελατών για τις ώρες της εβδομάδας και αυτή είναι η εβδομαδιαία τιμή του αριθμού των παρευρισκόμενων πελατών. Ομοίως πράττουμε και στα υπόλοιπα βήματα.

12. Αριθμός Ηλεκτρικών Συσκευών που Λειτουργούν: Είναι ο αριθμός μεμονωμένων ηλεκτρικών συσκευών οι οποίες βρίσκονται σε λειτουργία. Για κάθε χρήση – υπηρεσία πρέπει να καταγράψουμε τον αριθμό των ηλεκτρικών συσκευών οι οποίες βρίσκονται σε λειτουργία.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε τον αριθμό των λειτουργούντων ηλεκτρικών συσκευών $\Lambda\Sigma_h$ με ωριαίο βήμα. Η καταγραφείσα τιμή $\Lambda\Sigma_h$ εκφράζει τον αριθμό των συσκευών οι οποίες λειτουργούν στην διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας, με την υπόθεση ότι παραμένει σταθερός.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός των λειτουργούντων συσκευών γίνεται ως εξής: για τις ώρες του κάθε βήματος υπολογίζουμε το άθροισμα των λειτουργούντων συσκευών, και το καταχωρούμε ως τιμή του συγκεκριμένου βήματος. Για παράδειγμα για μηνιαίο βήμα υπολογίζω το άθροισμα των λειτουργούντων συσκευών για τις ώρες του μήνα και αυτή είναι η μηνιαία τιμή των λειτουργούντων συσκευών. Ομοίως πράττουμε και στα υπόλοιπα βήματα.

13. Αριθμός Αστεριών: Ως γνωστόν τα ξενοδοχεία ανά τον κόσμο λαμβάνουν μια αντικειμενική αξιολόγηση η οποία εκφράζεται με ένα φυσικό αριθμό από το 1 μέχρι και το 5, με την ονομασία «αστέρια». Η αξιολόγηση αυτή είναι δυναμική και ένα ξενοδοχείο μπορεί να αναβαθμιστεί αν προσθέσει επιπλέον υπηρεσίες ή βελτιώσει τις υπάρχουσες ή να υποβαθμιστεί αν αφαιρέσει υπηρεσίες. Η δυναμικότητα της αξιολόγησης μας ωθεί στο να καταχωρήσουμε το δεδομένο αυτό ως χρονοσειρά.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

- Καταγράφουμε αρχικά την αξιολόγηση σε αριθμό «αστεριών» με ωριαίο βήμα A_h . Η τιμή A_h που καταγράφουμε εκφράζει την αξιολόγηση που διατηρεί το ξενοδοχείο στην χρονική διάρκεια του βήματος, ήτοι της μιας ώρας.
- Για τα υπόλοιπα 4 βήματα ο υπολογισμός του αριθμού των αστεριών γίνεται ως εξής: για τις ώρες του κάθε βήματος υπολογίζουμε τον μέσο όρο του αριθμού των αστεριών, και τον καταχωρούμε ως τιμή του συγκεκριμένου βήματος. Για

παράδειγμα για μηνιαίο βήμα υπολογίζουμε τον μέσο όρο του αριθμού των αστεριών για τις ώρες του μήνα και αυτή είναι η μηνιαία τιμή του αριθμού των αστεριών αξιολόγησης. Ομοίως πράττουμε και στα υπόλοιπα βήματα.

14. Αριθμός Παραγόμενων Μερίδων Φαγητού: Το δεδομένο αυτό καταγράφεται για την αξιολόγηση των υπηρεσιών σίτισης και η μεθοδολογία καταγραφής του είναι αυτή που περιγράψαμε στην κατηγορία των εστιατορίων.

15. Αριθμός Προσφερόμενων Ροφημάτων: Ως προσφερόμενα ροφήματα ορίζουμε τα αλκοολούχα ή μη ροφήματα τα οποία προσφέρονται για τις υπηρεσίες ψυχαγωγίας και χρησιμοποιούνται ως δεδομένο για την αξιολόγηση της ενεργειακής επίδοσης της συγκεκριμένης κατανάλωσης. Η μεθοδολογία καταγραφής είναι ακριβώς η ίδια με αυτή των παραγόμενων μερίδων φαγητού.

Γ) Σταθερά Δεδομένα τα οποία δεν μεταβάλλονται χρονικά:

16. Συνολικό Εμβαδόν του Ξενοδοχείου και το Εμβαδόν όλων των χώρων ανά χρήση - υπηρεσία

17. T_{θ} (πραγματική) και T_{ψ} (πραγματική)

18. Εγκατεστημένη Ισχύ των Συσκευών Ηλεκτρικής Καταναλώσεως

19. Αριθμός Δωματίων Ξενοδοχείου

20. Αριθμός Κρεβατιών Ξενοδοχείου

B1.3.4.3: Αρχική Επεξεργασία Δεδομένων

A) Συνεπείς με την πρώτη φάση της μεθοδολογίας αποτυπώνουμε την εικόνα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με βάση τα δεδομένα μας, κατασκευάζοντας κυκλικά διαγράμματα, ώστε να δείξουμε την διάρθρωση κατανάλωσης στο χρονικό διάστημα το οποίο εξετάζουμε. Επίσης για κάθε κύρια χρήση μελετάμε τον τρόπο κατανομής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στις διάφορες υποχρήσεις.

B) Για την ενεργό ισχύ της κατανάλωσης υπολογίζουμε για κάθε κατανάλωση και υποκατανάλωση τον συντελεστή ισχύος, συντελεστή ζήτησης, συντελεστή ταυτοχρονισμού και συντελεστή φορτίου.

Γ) Παράγουμε τις χρονοσειρές των ΒαθμοΗμερών (Degree Days).

Δ) Παράγουμε την χρονοσειρά των παρευρισκόμενων ανθρώπων εντός του ξενοδοχείου:

Παρευρισκόμενοι Άνθρωποι: Είναι το άθροισμα των εργαζόμενων υπαλλήλων στο κτήριο και των παρευρισκόμενων πελατών. Τα φορτία δεν προσφέρονται μόνο για τους

πελάτες αλλά και για το προσωπικό, γι' αυτό θα πρέπει να συνυπάρχουν ως δεδομένο για αναλυτικότερη μελέτη.

Διαδικασία και ερμηνεία καταγραφής και τρόπου καταχώρησης στην βάση δεδομένων:

Για κάθε βήμα αθροίζουμε τις τιμές της χρονοσειράς εργαζόμενοι υπάλληλοι με τις τιμές της χρονοσειράς παρευρισκόμενοι πελάτες και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές, μια για το κάθε βήμα.

B1.3.4.4: Κατασκευή Αριθμοδεικτών Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης

Λόγω της ποικιλίας των υπηρεσιών των ξενοδοχείων δεν είναι εύκολο να ορίσουμε κυρίαρχη κατανάλωση, όπως στην κατηγορία των εστιατορίων – ταχυφαγείων και των τραπεζών. Η κυρίαρχη κατανάλωση ορίστηκε με οικονομικούς όρους στις προηγούμενες δύο κατηγορίες κτηρίων, καθώς οι λειτουργίες τους ήταν προφανείς και εντός περιορισμένων πλαισίων. Τα ξενοδοχεία όμως παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία στις χρήσεις και δεν είναι αντικειμενικά αποδεκτό ότι οι πελάτες προσελκύονται από μια και μόνο χρήση. Για παράδειγμα αν πρόκειται για καζίνο τότε είναι φανερό ότι η κύρια χρήση είναι αυτή της διενέργειας τυχερών παιχνιδιών, αν πρόκειται για απλό ξενοδοχείο – ξενώνα τότε η κύρια χρήση είναι οι υπηρεσίες εστίασης. Προφανώς ο μελετητής μπορεί εύκολα να διαπιστώσει το ποια είναι η κύρια χρήση και να δώσει μεγαλύτερη έμφαση στους αριθμοδείκτες αυτής της χρήσης αλλά και στην συσχέτιση των δεδομένων της χρήσης αυτής.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά μονάδα Επιφανείας (Ένταση Χρήσης Ηλεκτρικής Ενέργειας)

$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας}}{\text{Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας στην περιοχή της Κατανάλωσης}}$ <p style="text-align: center;">(KWh/m²)</p>
--

Η αξία του αριθμοδείκτη αυτή έχει επισημανθεί και σε προηγούμενα εδάφια. Προφανώς υπολογίζεται τόσο για την συνολική κατανάλωση, όσο και για τις υποκαταναλώσεις των υποχρήσεων. Ως εμβαδόν θέτουμε το εμβαδόν του χώρου στον οποίο αξιοποιείται η συγκεκριμένη κατανάλωση και το οποίο έχει καταγραφεί στα δεδομένα. Για τις συνολικές καταναλώσεις κλιματισμού, φωτισμού και της ολικής κατανάλωσης χρησιμοποιούμε το συνολικό εμβαδόν του ξενοδοχείου.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Παράγουμε 5 χρονοσειρές του δείκτη αυτού για κάθε κατανάλωση και υποκατανάλωση, μια για το κάθε βήμα της καταναλωθείσας ενέργειας, διαιρώντας την εκάστοτε κατανάλωση με το αντίστοιχο εμβαδόν.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Αριθμό Χρησιμοποιούμενων Δωματίων

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας}}{\text{Αριθμός Χρησιμοποιούμενων Δωματίων}}$$

(KWh/Χρησιμοποιούμενο Δωμάτιο)

Ο αριθμοδείκτης αυτός παράγεται για κάθε κύρια κατανάλωση και υποκατανάλωση και αποτελεί ίσως τον πιο βασικό αριθμοδείκτη ενεργειακής αξιολόγησης σχετικής αξιολόγησης ξενοδοχείων, και κυρίως αυτός ο οποίος αφορά την συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, την κατανάλωση και υποκαταναλώσεις υπηρεσιών εστίασης, και τις συνολικές καταναλώσεις κλιματισμού και φωτισμού.

Ο αριθμοδείκτης αυτός είναι επίσης χρήσιμος για την αξιολόγηση της επίδοσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανελκυστήρων και πλυντηρίων, υποκαταναλώσεων της κύριας κατανάλωσης κοινόχρηστων χώρων.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς αριθμού χρησιμοποιούμενων δωματίων και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές για κάθε κατανάλωση και υποκατανάλωση.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παραγόμενη Νομισματική Μονάδα

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας}}{\text{Έσοδα}}$$

(KWh/v.μ.)

(όπου v.μ. είναι η νομισματική μονάδα της εκάστοτε χώρα όπου εδρεύει το ξενοδοχείο)

Ο αριθμοδείκτης κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά παραγόμενη νομισματική μονάδα είναι συμπληρωματικός του δείκτη κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρησιμοποιούμενο δωμάτιο με την έννοια ότι συμπληρώνει την εικόνα της επίδοσης και ως

προς το εισοδηματικό αποτέλεσμα, όπως αναλύσαμε και στις δύο προηγούμενες κατηγορίες κτηρίων.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς παραγόμενων εσόδων και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές, για κάθε κατανάλωση και υποκατανάλωση.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρευρισκόμενο Πελάτη

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας}}{\text{Παρευρισκόμενοι Πελάτες}}$$

(KWh/πελάτη)

Ο αριθμοδείκτης αυτός είναι συμπληρωματικός των δύο προηγούμενων καθώς οι παρευρισκόμενοι πελάτες είναι μέτρο του παραγόμενου έργου του ξενοδοχείου. Οι αριθμοδείκτες αυτοί είναι σημαντικοί για την αξιολόγηση της ενεργειακής επίδοσης της συνολικής κατανάλωσης κλιματισμού και φωτισμού, καθώς οι χρήσεις αυτές έχουν να κάνουν με τον ανθρώπινο παράγοντα.

Ο αριθμοδείκτης αυτός είναι επίσης χρήσιμος για την αξιολόγηση της επίδοσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανελκυστήρων και πλυντηρίων, υποκαταναλώσεων της κύριας κατανάλωσης κοινόχρηστων χώρων.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς παρευρισκόμενων πελατών και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές, για κάθε κατανάλωση και υποκατανάλωση.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Εργαζόμενο Υπάλληλο

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας}}{\text{Εργαζόμενοι Υπάλληλοι}}$$

(KWh/εργαζόμενο υπάλληλο)

Ο αριθμοδείκτης αυτός αξιολογεί την ενεργειακή επίδοση ως προς ένα μέτρο της επιχειρησιακής οργάνωσης του ξενοδοχείου, κατ' απόλυτη αναλογία με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες κτηρίων. Είναι σημαντικός αριθμοδείκτης σχετικής αξιολόγησης μεταξύ ξενοδοχείων τα οποία εμπίπτουν στην ίδια κατηγοριοποίηση ως προς ένα σύνολο χαρακτηριστικών τα οποία αποφασίζει ο μελετητής.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς εργαζόμενων υπαλλήλων και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές, για κάθε κατανάλωση και υποκατανάλωση.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Παρευρισκόμενο Άνθρωπο

**Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας
Παρευρισκόμενοι Άνθρωποι**

(KWh/άνθρωπο)

Ο αριθμοδείκτης αυτός εμπεριέχει μια πολύ σημαντική πληροφορία, καθώς συσχετίζει τμήμα της επιχειρησιακής οργάνωσης του ξενοδοχείου με τμήμα του παραγόμενου έργου του και αυτά με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Χρήσιμοι για την αξιολόγηση της επίδοσης της κατανάλωσης κλιματισμού και φωτισμού είναι οι αντίστοιχοι αριθμοδείκτες, δηλαδή ο αριθμοδείκτης κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας φωτισμού ανά παρευρισκόμενο άνθρωπο και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κλιματισμού ανά παρευρισκόμενο άνθρωπο.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς παρευρισκόμενοι άνθρωποι πελατών και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές, για κάθε κατανάλωση και υποκατανάλωση.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Λειτουργούσα Συσκευή

**Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας
Λειτουργούσες Συσκευές**

(KWh/λειτουργούσα συσκευή)

Ο αριθμοδείκτης αυτός υπολογίζεται για την συνολική κατανάλωση και την κατανάλωση των κυρίων χρήσεων. Θα μας δώσει χρήσιμες πληροφορίες για την κατανάλωση υπηρεσιών ψυχαγωγίας, άθλησης και συνεδριακών και επιχειρηματικών υπηρεσιών.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς λειτουργούσες συσκευές και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές, για κάθε κατανάλωση και υποκατανάλωση η οποία μας ενδιαφέρει.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά «Αστέρι» Αξιολόγησης

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας}}{\text{Αριθμός Αστεριών}}$$

(KWh/αστέρι)

Ο αριθμοδείκτης αυτός υπολογίζεται για την συνολική κατανάλωση και την κατανάλωση των κυρίων χρήσεων και υποχρήσεων. Είναι ένας αρκετά έξυπνος αριθμοδείκτης ο οποίος συνδέει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας με την αξιολόγηση ποιότητας του ξενοδοχείου. Στο σημείο αυτό μπορούμε να τονίσουμε ότι όλοι οι αριθμοδείκτες ενεργειακής επίδοσης μπορούν να κανονικοποιηθούν ως προς τον αριθμό των αστεριών αξιολόγησης.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις τιμές της χρονοσειράς αριθμός αστεριών και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές, για κάθε κατανάλωση και υποκατανάλωση η οποία μας ενδιαφέρει.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας Υπηρεσιών Σίτισης ανά Παραγόμενη Μερίδα

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Υπηρεσιών Σίτισης}}{\text{Αριθμός Παραγόμενων Μερίδων}}$$

(KWh/μερίδα)

Ο αριθμοδείκτης αυτός έχει αναλυθεί στην κατηγορία των εστιατορίων. Υπολογίζεται για την κύρια κατανάλωση και κάθε υποκατανάλωση υπηρεσιών σίτισης, κατ' απόλυτη αναλογία και ερμηνεία με την χρήση του στην κατηγορία των εστιατορίων.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας υπηρεσιών σίτισης με τις τιμές της χρονοσειράς αριθμού παραγόμενων μερίδων και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές, για την κύρια κατανάλωση και τις υποκαταναλώσεις των υπηρεσιών σίτισης.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας Υπηρεσιών Ψυχαγωγίας ανά Παρεχόμενο Ρόφημα

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Υπηρεσιών Ψυχαγωγίας}}{\text{Αριθμός Παρεχόμενων Ροφημάτων}}$$

(KWh/ρόφημα)

Ο αριθμοδείκτης αυτός υπολογίζεται και ερμηνεύεται καθ' ομοίωση του αριθμοδείκτη Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Υπηρεσιών Σίτισης ανά Παραγόμενη Μερίδα. Υπολογίζεται για την κύρια κατανάλωση των υπηρεσιών ψυχαγωγίας, αλλά και κάθε υποκατανάλωσή της.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας υπηρεσιών ψυχαγωγίας με τις τιμές της χρονοσειράς αριθμού παρεχόμενων ροφημάτων και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές, για την κύρια κατανάλωση και τις υποκαταναλώσεις των υπηρεσιών ψυχαγωγίας.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Δωμάτιο Ξενοδοχείου

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας}}{\text{Αριθμός Δωματίων Ξενοδοχείου}}$$

(KWh/δωμάτιο)

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Κρεβάτι Ξενοδοχείου

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας}}{\text{Αριθμός Κρεβατιών Ξενοδοχείου}}$$

(KWh/κρεβάτι)

Οι δύο αυτοί αριθμοδείκτες χρησιμοποιούνται κατά την φάση της κατασκευής του κτηρίου το οποίο θα στεγάσει το ξενοδοχείο ως μέτρο αναφοράς για μια εκτίμηση της καταναλωθείσας ενέργειας. Κατά την φάση της λειτουργίας του ξενοδοχείου, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως μέτρο αξιολόγησης του στόχου ο οποίος αρχικά είχε τεθεί στην φάση της κατασκευής, αλλά και για την αξιολόγηση του ξενοδοχείου ως προς άλλα ομοειδή του.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τον αριθμό των δωματίων και τον αριθμό των κρεβατιών του ξενοδοχείου και παράγουμε για κάθε κατανάλωση κύριας χρήσης και υποχρήσης 5 χρονοσειρές.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας για Κλιματισμό ανά ΒαθμοΗμέρα

(Energy Consumption per Degree Day)

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Κλιματισμού}}{\text{Αριθμός ΒαθμοΗμερών (Degree Days)}}$$

(KWh/DD)

Η σημασία του αριθμοδείκτη αυτού είναι κοινή για οποιαδήποτε κτήριο και αναλύθηκε στα προηγούμενα εδάφια των δύο άλλων κατηγοριών. Ως κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κλιματισμού θέτουμε την συνολική χωρίς να περιοριζόμαστε να μελετήσουμε ξεχωριστά και τις διάφορες υποκαταναλώσεις.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κλιματισμού με τις τιμές της χρονοσειράς ΒαθμοΗμέρες (Degree Days) και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές του αριθμοδείκτη αυτού.

Αριθμοδείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας για Φωτισμό ανά Μονάδα Φωτεινότητας (LUX)

$$\frac{\text{Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Φωτισμού}}{\text{Συνολική Φωτεινότητα}}$$

(KWh/lux)

Ο αριθμοδείκτης αυτός είναι ένα μέτρο της κατανομής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά μονάδα φωτεινότητας, δηλαδή για κάθε προσφερόμενο lux πόση ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνεται. Υπολογίζεται όπως και ο προηγούμενος τόσο για την συνολική κατανάλωση φωτισμού, όσο και για τις επιμέρους υποκαταναλώσεις.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας φωτισμού με τις τιμές της χρονοσειράς φωτεινότητας και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές του αριθμοδείκτη αυτού.

Αριθμοδείκτης Κατανομής Φωτεινότητας ανά Παρευρισκόμενο Άνθρωπο

$$\frac{\text{Συνολική Φωτεινότητα}}{\text{Υπάρχοντες Άνθρωποι}}$$

(lux/άνθρωπο)

Ο αριθμοδείκτης αυτός είναι ένα μέτρο της κατανομής της φωτεινότητας, δηλαδή της επιφανειακής πυκνότητας της φωτεινής ροής ανά παρευρισκόμενο άνθρωπο εντός του ξενοδοχείου.

Μεθοδολογία Υπολογισμού

Για καθένα από τα 5 διαφορετικά βήματα διαιρούμε ανά βήμα τις τιμές της χρονοσειράς φωτεινότητας με τις τιμές της χρονοσειράς παρευρισκόμενοι άνθρωποι και παράγουμε σύνολο 5 χρονοσειρές του αριθμοδείκτη αυτού.

Αριθμοδείκτης Εγκατεστημένης Απόδοσης Φορτίου Φωτισμού (Installed Load Efficacy)

$$\frac{\text{Συνολική Φωτεινότητα}}{\text{Επιφανειακή Πυκνότητα Εγκατεστημένης Ενεργού Ισχύος Φορτίου Φωτισμού}}$$

(lux/W/m²)

$$\text{Επιφανειακή Πυκνότητα Ενεργού Ισχύος} = \frac{\text{Ενεργός Ισχύς}}{\text{Εμβαδόν}} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Η μεθοδολογία και η θεωρία υπολογισμού αυτού του αριθμοδείκτη είναι η ίδια με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες κτηρίων.

Αριθμοδείκτης Εγκατεστημένης Πυκνότητας Ισχύος Φορτίου Φωτισμού (Installed Real Power Density)

Επιφανειακή Πυκνότητα Εγκατεστημένης Ενεργού Ισχύος Φορτίου Φωτισμού

100 lux

(W/m²/100 lux)

$$\text{Επιφανειακή Πυκνότητα Ενεργού Ισχύος} = \frac{\text{Ενεργός Ισχύς}}{\text{Εμβαδόν}} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Η μεθοδολογία και η θεωρία υπολογισμού αυτού του αριθμοδείκτη είναι η ίδια με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες κτηρίων.

B1.3.4.5: Κατασκευή Μέτρων Αποτύπωσης Ενεργειακής Επίδοσης

Με βάση την θεωρία την οποία αναπτύξαμε στις δύο προηγούμενες κατηγορίες κτηρίων αξιοποιούμε την έννοια του συντελεστή συσχέτισης ως μέτρο απόλυτης ενεργειακής αξιολόγησης και καταγραφής πιθανών μη αποδοτικών χρήσεων της ηλεκτρικής ενέργειας.

Πριν ορίσουμε τους συντελεστές συσχέτισης και ερμηνεύσουμε την σημασία των πιθανών τιμών τους θα πρέπει να μετατρέψουμε τις μεταβλητές οι οποίες συσχετίζονται σε διατεταγμένα ζεύγη:

Βήμα 1: Τα δύο μεταβλητά μεγέθη είναι αποθηκευμένα στην βάση δεδομένων μας με την μορφή χρονοσειράς. Αρχικά λοιπόν ο χρήστης επιλέγει το βήμα της χρονοσειράς, το οποίο είναι προφανώς κοινό και για τα δύο μεταβλητά μεγέθη στα οποία επιθυμώ να υπολογίσω την συσχέτισή τους.

Βήμα 2: Για κάθε βήμα, δηλαδή σταθερή χρονική στιγμή, σχηματίζω το διατεταγμένο ζεύγος των μεταβλητών μεγεθών (X_i , Y_i) με X_i να είναι η τιμή του πρώτου μεγέθους στην χρονική στιγμή T_i και Y_i να είναι η τιμή του δεύτερου μεγέθους στην ίδια χρονική στιγμή. Κατ' αυτόν τον τρόπο σχηματίζω ένα σύνολο διατεταγμένων ζευγών (X_i , Y_i) και υπολογίζω τον συντελεστή συσχέτισής του.

Βήμα 3: Προβάλλουμε το σύνολο των διατεταγμένων ζευγών σε διδιάστατο σύστημα αξόνων. Το διάγραμμα αυτό σε συνδυασμό με την τιμή του συντελεστή συσχέτισης είναι τα δεδομένα για την αξιολόγηση της επίδοσης του εστιατορίου.

Δηλαδή για κάθε διατεταγμένο ζεύγος μεγεθών στην εφαρμογή υλοποιούμε το διάγραμμά τους και έπειτα υπολογίζουμε τον συντελεστή συσχέτισης.

Συντελεστές Συσχέτισης ως Μέτρα Ενεργειακής Επίδοσης για ένα Ξενοδοχείο:

- **Συντελεστής Συσχέτισης Συνολικής Κατανάλωσης , Κυρίων Καταναλώσεων και Υποκαταναλώσεων – Αριθμό Χρησιμοποιούμενων Δωματίων**

Αναμένουμε θετική τιμή του συντελεστή συσχέτισης για όλες τις καταναλώσεις και υποκαταναλώσεις. Τα χρησιμοποιούμενα δωμάτια είναι η κεντρική υπηρεσία των περισσότερων ξενοδοχείων και είναι λογικό ότι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας θα αυξάνεται όσο αυξάνεται η πληρότητα του ξενοδοχείου. Στα ξενοδοχείου τύπου καζίνο δεν θα πρέπει να δώσουμε μεγάλη σημασία στον συντελεστή συσχέτισης αυτόν, καθώς οι πελάτες δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούν κάποιο δωμάτιο για την χρήση των υπηρεσιών τους.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Συνολικής Κατανάλωσης , Κυρίων Καταναλώσεων και Υποκαταναλώσεων – Παραγόμενων Εσόδων**

Είναι βασικός συντελεστής συσχέτισης ανεξαρτήτως κατηγορίας κτηρίων. Περιμένουμε προφανώς θετικές τιμές του δείκτη αυτού για μεγάλο δείγμα δεδομένων. Θα πρέπει να αξιολογηθεί κάθε κύρια κατανάλωση με τα έσοδα τα οποία παράγει, και εν τέλει η συνολική κατανάλωση με τα συνολικά ακαθάριστα έσοδα.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Συνολικής Κατανάλωσης , Κυρίων Καταναλώσεων και Υποκαταναλώσεων – Αριθμό Παρευρισκόμενων Πελατών**

Ο συντελεστής αυτός συμπληρώνει την πληροφορία των δύο προηγούμενων και θα πρέπει να εξεταστεί συνδυαστικά με αυτούς για την ερμηνεία τυχόν παρεκκλίσεων. Οι τιμές του αναμένονται θετικές.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κυρίων Καταναλώσεων και Υποκαταναλώσεων – Αριθμό Συσκευών που Λειτουργούν**

Είναι προφανές ότι οι τιμές του συντελεστή αυτού θα είναι κοντά στο ολικό μέγιστο του +1, καθώς υπάρχει σχεδόν γραμμική εξάρτηση των δύο δεδομένων.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κύριας Κατανάλωσης και Υποκαταναλώσεων Υπηρεσιών Σίτισης – Αριθμό Παραγόμενων Μερίδων**

Η μεγάλη σημασία του συγκεκριμένου συντελεστή συσχέτισης έχει αναλυθεί στο εδάφιο των εστιατορίων. Περιμένουμε θετικές τιμές κοντά στο +1.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κύριας Κατανάλωσης και Υποκαταναλώσεων Υπηρεσιών Ψυχαγωγίας – Αριθμό Προσφερόμενων Ροφημάτων**

Η ερμηνεία του είναι ίδια με του προηγούμενου, και αναμένουμε θετική συσχέτιση για μεγάλο δείγμα δεδομένων. Είναι βασικό μέτρο αξιολόγησης των υπηρεσιών αυτών.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Συνολικής Κατανάλωσης, Κυρίων Καταναλώσεων και Υποκαταναλώσεων – Αριθμό Αστεριών Αξιολόγησης**

Το μέτρο αυτό προσπαθεί να συσχετίσει την ποιότητα των υπηρεσιών με την ενεργειακή επίδοση. Είναι κυρίως πληροφοριακό με μεγάλη στατιστική σημασία καθώς δεν είναι απαραίτητο ξενοδοχεία με περισσότερα αστέρια να εμφανίζουν καλύτερη ενεργειακή επίδοση στην χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Συνολικής Κατανάλωσης Κλιματισμού και Υποκαταναλώσεων – Αριθμό Παρευρισκόμενων Πελατών και Αριθμό Παρευρισκόμενων Ανθρώπων**

Η συσχέτιση της κατανάλωσης κλιματισμού με τον αριθμό των παρευρισκόμενων πελατών και ανθρώπων εντός του κτηρίου είναι ένα φαινόμενο το οποίο πρέπει να μελετηθεί, και είναι προφανές ότι αναμένουμε θετική συσχέτιση για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τον κλιματισμό με τον αριθμό των παρευρισκόμενων ανθρώπων και πελατών. Η ερμηνεία και η χρήση του είναι η ίδια για κάθε κατηγορία κτηρίου, όπως είδαμε στο εδάφια των εστιατορίων και των τραπεζών.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Κλιματισμού (Συνολικής και Υποκαταναλώσεων) (ΚΚΑ) – Βαθμοημερών (DD)**

Όπως αναλύσαμε και στην αντίστοιχη παράγραφο των εστιατορίων ο συντελεστής αυτός αναμένεται να παίρνει θετικές τιμές και μάλιστα κοντά στο +1, αποτυπώνοντας την γραμμική εξάρτηση του αριθμού των βαθμοημερών και της καταναλωθείσας ηλεκτρικής ενέργειας κλιματισμού. Βέβαια θα πρέπει οι τιμές των $T_{\theta(\text{πραγματική})}$ και $T_{\psi(\text{πραγματική})}$ να έχουν επιλεγεί σωστά.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού και Κλιματισμού (Συνολικής και Υποκαταναλώσεων) (ΚΦ) – Πληρότητας (ΧΔ)**

Η πληρότητα του ξενοδοχείου είναι το βασικό μέτρο του παραγόμενου έργου του και θα πρέπει να συσχετιστεί με όλες τις καταναλώσεις όπως αναφέραμε στον πρώτο συντελεστή συσχέτισης. Αλλά απομονώσαμε τις δύο αυτές κεντρικές καταναλώσεις ώστε οι πληροφορίες οι οποίες θα εξαχθούν από αυτούς τους συντελεστές συσχέτισης να

μελετηθούν συνδυαστικά με τους συντελεστές συσχέτισης της κατηγορίας τους για την αξιολόγηση της επίδοσής τους. Αναμένονται για αποδοτική χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας θετικές τιμές των συντελεστών αυτών.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού (Συνολικής και Υποκαταναλώσεων) (ΚΦ) – Παραγόμενων Εσόδων (Ε)**

Ο συντελεστής αυτός κατ' αναλογία με τον προηγούμενο πρέπει να είναι θετικός για αποδοτική χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στην κατανάλωση φωτισμού. Τα παραγόμενα έσοδα είναι συμπληρωματική πληροφορία της πληρότητας του ξενοδοχείου και αποτελούν μέτρο του παραγόμενου έργου του ξενοδοχείου.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού (Συνολικής και Υποκαταναλώσεων) (ΚΦ) – Παρευρισκόμενων Πελατών (Π) και Παρευρισκόμενων Ανθρώπων (ΠΑ)**

Αναμένουμε θετικές τιμές και των δύο συντελεστών αλλά όχι απαραίτητα γραμμική εξάρτηση, όπως αναλύσαμε και στα εδάφια της κατηγορίας των εστιατορίων – ταχυφαγείων και τραπεζών.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Κατανάλωσης Φωτισμού (Συνολικής και Υποκαταναλώσεων) (ΚΦ) – Επίπεδου Φωτεινότητας (LUX)**

Ο συντελεστής συσχέτισης της κατανάλωσης ενέργειας φωτισμού ως προς το επίπεδο φωτεινότητας που παράγει είναι σημαντικό μέτρο αξιολόγησης της απόδοσης του φορτίου φωτισμού. Για αποδοτική λειτουργία περιμένουμε τιμές του συντελεστή αυτού κοντά στο +1, ήτοι σχεδόν γραμμική εξάρτηση, τόσο για την συγκεντρωτική κατανάλωση φωτισμού όσο και για τις επιμέρους υποκαταναλώσεις.

- **Συντελεστής Συσχέτισης Επίπεδου Φωτεινότητας (Φ) – Παρευρισκόμενων Ανθρώπων (ΠΑ)**

Ο συντελεστής αυτός θα πρέπει να αναγνωστεί σε συνδυασμό με τους δύο προηγούμενους για την εξαγωγή τελικών συμπερασμάτων. Περιμένουμε τιμές θετικές και κοντά στο 0, καθώς η φωτεινότητα δεν αυξάνει κατ' ανάγκη γραμμικά με τον αριθμό των ανθρώπων που βρίσκονται σε χώρο που διαχέεται η φωτεινή ροή.

B2: Θεωρία Τεχνικών Προβλέψεων

«Ἀνὴρ ἔννους τὰ καινὰ τοῖς πάλαι τεκμαίρεται»

(Οιδίππου Τύρρανου, Σοφοκλής: Ο εχέφρων άνθρωπος κρίνει τα νέα από τα παλιά)

B2.1: Εισαγωγή στις τεχνικές προβλέψεων

Η ανθρώπινη φύση είναι συνυφασμένη με την έννοια της αβεβαιότητας, ήτοι της άγνοιας πιθανών ενδεχομένων έκβασης διαφόρων καταστάσεων και του καταμερισμού πιθανοτήτων σε αυτά. Στην καθημερινή μας ζωή δεν αντιλαμβανόμαστε τόσο έντονα την αβεβαιότητα στις βραχυπρόθεσμου ορίζοντα αποφάσεις μας, και συνήθως για μικρής σημασίας θέματα μας είναι αδιάφορη. Όμως για μακροπρόθεσμου ορίζοντα αποφάσεις δρώντας είτε ατομικά είτε συλλογικά η αβεβαιότητα είναι σημαντικός παράγοντας ο οποίος πρέπει να ληφθεί υπόψη. Η διαφορά έγκειται στο χρονικό διάστημα ανάμεσα στην γνώση ότι θα πραγματοποιηθεί ένα γεγονός υπό αβεβαιότητα και στην τελική πραγματοποίησή του. Στην πρώτη περίπτωση το χρονικό διάστημα αυτό είναι μικρό και είναι άωφελο να αντιμετωπίσουμε την αβεβαιότητα, στην δεύτερη περίπτωση όμως είναι μεγάλο και αν καταφέρουμε να καθορίσουμε τις πιθανές εκβάσεις των ενδεχομένων το όφελός μας θα είναι σημαντικό. Αυτό το χρονικό διάστημα καθιστά αναγκαία την προσπάθεια του ανθρώπου να θεμελιώσει μεθόδους οι οποίες θα του επιτρέπουν να προβλέπει με κάποιο βαθμό αξιοπιστίας την έκβαση επερχόμενων καταστάσεων.

Οι μέθοδοι ή καλύτερα τεχνικές προβλέψεων αποτελούν κλάδο της εφαρμοσμένης στατιστικής και βρίσκουν ευρεία εφαρμογή στις κοινωνικές και οικονομικές επιστήμες, καθώς και στον κόσμο των επιχειρήσεων έχοντας καταστεί αναπόσπαστο εργαλείο λήψης οποιασδήποτε απόφασης είτε σε μικροοικονομικό είτε σε μακροοικονομικό επίπεδο. Η πρόβλεψη πλέον αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο του σχεδιασμού της πολιτικής των επιχειρήσεων και του κράτους σε όλους τους τομείς της λειτουργίας τους. Το πεδίο των εφαρμογών τους είναι ευρύ και ξεφεύγει ίσως από τον σκοπό της παρούσας εργασίας.

Εξειδικεύουμε την ανάλυση της εφαρμογής τους στην πρόβλεψη της εξέλιξης δεδομένων κατανάλωσης ηλεκτρικής ισχύος και ενέργειας, και αλγεβρικά παραγόμενων τεχνικών αριθμοδεικτών εξ αυτών, ώστε να αποτελέσουν εφαλτήριο αποφάσεων ανάληψης επενδυτικής στρατηγικής μείωσης κόστους από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Αποφάσεις δηλαδή βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του εμπορικού κτηρίου και άρα μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε απόλυτα και σχετικά μεγέθη, με συνακόλουθες μειώσεις λειτουργικών δαπανών για τον επιχειρηματία και

περιβαλλοντολογικά οφέλη για το εξωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης και της χώρας όπου εδρεύει.

Θα πρέπει ωστόσο να αντιληφθούμε τα αποτελέσματα των μεθόδων προβλέψεων υπόκεινται σε μικρά ή μεγάλα σφάλματα και δεν μπορούν να περιγράψουν το μέλλον με ακρίβεια. Δεν θα πρέπει δηλαδή να έχουμε την ψευδαίσθηση ότι οι μέθοδοι προβλέψεων είναι και ένα είδος προφητείας, το οποίο θα μηδενίσει την αβεβαιότητα στις αποφάσεις μας. Είναι λοιπόν αναγκαίο πριν χρησιμοποιήσουμε ως εργαλείο λήψης αποφάσεων τις μεθόδους αυτές να έχουμε κατανοήσει τα όρια των δυνατοτήτων τους.

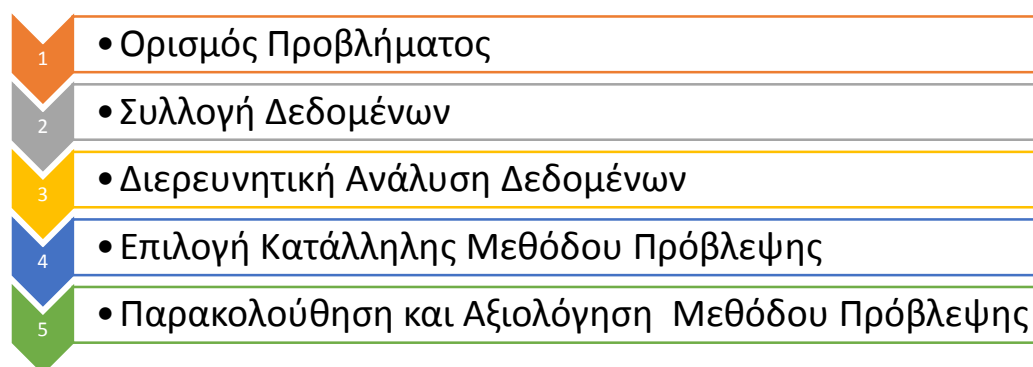
Στις παραγράφους του κεφαλαίου αυτού θα αναφέρουμε την θεωρία και μεθοδολογία των τεχνικών προβλέψεων όπως την αξιοποιήσαμε για την υλοποίηση της εφαρμογής. Είναι το θεωρητικό υπόβαθρο, ώστε ο χρήστης να αντιληφθεί την μαθηματική λογική των προβλέψεων των δεδομένων και αριθμοδεικτών του κεφαλαίου Β1, οι οποίες πραγματώνονται με το λογισμικό ΣΙΒΥΛΛΑ.

B2.2: Ο αλγόριθμος των προβλέψεων

Η αντιμετώπιση των προβλημάτων που απαιτούν πρόβλεψη επιτυγχάνεται με την ακολουθία πέντε (5) βασικών βημάτων (Makridakis, Wheelwright, and Hyndman, 1998). Τα βήματα αυτά είναι τα εξής:

1. Ορισμός του προβλήματος
2. Συλλογή δεδομένων
3. Διερευνητική ανάλυση δεδομένων
4. Επιλογή κατάλληλης μεθόδου πρόβλεψης
5. Παρακολούθηση και αξιολόγηση μεθόδου πρόβλεψης

Τα πέντε (5) αυτά βήματα του αλγορίθμου δίνονται στην εικόνα Β2.2.1 σε μια προσπάθεια οπτικοποίησης της διαδικασίας:



Εικόνα Β2.2.1: Αλγόριθμος Προβλέψεων

Θα δώσουμε μια σύντομη περιγραφή των απαιτούμενων ενεργειών εκάστου βήματος:

1. Ορισμός του προβλήματος

Ο ορισμός του προβλήματος είναι το πρώτο και σημαντικότερο βήμα, και ενίοτε το πιο δύσκολο βήμα. Θα πρέπει να αντιληφθούμε πώς θα χρησιμοποιηθούν οι προβλέψεις, από ποιόν και γιατί είναι αναγκαία η πραγμάτωσή τους.

2. Συλλογή Δεδομένων

Τα ιστορικά δεδομένα ή καλύτερα η ιστορική πληροφορία θα πρέπει να συγκεντρωθούν και να αποθηκευτούν. Ανάλογα με την φύση τους διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

α) Ποσοτικοποιημένα στατιστικά δεδομένα

β) Συσσωρευμένη γνώση και κρίση εξειδικευμένων υπαλλήλων ή επιστημόνων

Τα δεδομένα θα αποτελέσουν τις εισόδους της μεθόδου πρόβλεψης την οποία θα επιλέξουμε σε παρακάτω βήμα. Σημαντική παράμετρος αποτελεί και ο όγκος τους, καθώς είναι λογικό ότι θα παραχθούν πιο αξιόπιστες προβλέψεις αν διαθέτουμε μεγάλο όγκο δεδομένων.

3. Διερευνητική Ανάλυση Δεδομένων

Θα πρέπει να αποκτήσουμε μια αρχική εικόνα της πληροφορίας την οποία μας παρέχουν τα δεδομένα. Αν αυτά είναι ποσοτικοποιημένα δεδομένα, τότε μπορούμε να προβάλλουμε την γραφική τους παράσταση, αλλά και να υπολογίσουμε απλά στατιστικά μέτρα θέσης και διασποράς, ώστε να εκτιμήσουμε στοιχειωδώς την εξεταζόμενη μεταβλητή ή μεταβλητές. Επίσης μπορούμε να εφαρμόσουμε τις μεθόδους χρονοσειρών ή να αντιληφθούμε τις βασικές ιδιότητες των χρονοσειρών σε περίπτωση που τα δεδομένα μας είναι με την μορφή χρονοσειράς, δηλαδή τιμών εξαρτημένης μεταβλητής με ανεξάρτητη μεταβλητή διακριτές χρονικές στιγμές. Τέλος για δεδομένα που αποτελούν συσσωρευμένη γνώση και κρίση ειδικών επί του θέματος θα πρέπει να γίνει ομαδοποίηση και μελέτη τους ώστε να αντιληφθούμε την πληροφορία που μας δίνουν.

4. Επιλογή Κατάλληλης Μεθόδου Πρόβλεψης

Η φύση των δεδομένων θα μας υποδείξει και πιθανές μεθόδους πρόβλεψης που δύνανται να χρησιμοποιηθούν. Οι μέθοδοι μπορεί να είναι ποσοτικές, κριτικές ή τεχνολογικές και καθορίζονται από την φύση των δεδομένων. Στην περίπτωση των ποσοτικών μεθόδων, οι οποίες και αναφέρονται σε ποσοτικοποιημένα δεδομένα, υπάρχει πληθώρα μεθόδων που μπορούμε να επιλέξουμε και τις οποίες θα αναλύσουμε σε παρακάτω εδάφια. Εν τέλει επιλέγεται η μέθοδος η οποία προσαρμόζεται καλύτερα στα παρελθόντα δεδομένα.

5. Παρακολούθηση και Αξιολόγηση Μεθόδου Πρόβλεψης

Η επιλεγθείσα μέθοδος πρόβλεψης για το συγκεκριμένο πρόβλημα θα πρέπει να παρακολουθείται και να αξιολογείται από τον μελετητή στην πάροδο του χρόνου. Δεν αρκεί η μέθοδος μόνο να προσαρμόζεται στα παρελθόντα δεδομένα, αλλά θα πρέπει και να λάβουμε υπ' όψιν τα σφάλματα μεταξύ της προβλεπόμενης τιμής της μεταβλητής και της πραγματικής εξέλιξης των τιμών της.

B2.3: Κατηγοριοποίηση Μεθόδων Πρόβλεψης

Οι μέθοδοι πρόβλεψης διαχωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες με κριτήριο την ύπαρξη ή μη διαθέσιμης πληροφορίας, την φύση της και του τρόπου επεξεργασίας της:

- Ποσοτικές Μέθοδοι (quantitative)
- Ποιοτικές – Κριτικές Μέθοδοι (qualitative or judgmental)
- Τεχνολογικές Μέθοδοι (technological)

B2.3.1: Ποσοτικές Μέθοδοι

Οι ποσοτικές μέθοδοι, εξ ορισμού, συνδέονται με την ποσοτικοποίηση της πληροφορίας και την διαχείρισή της ως αριθμητικό δεδομένο εφαρμόζοντας μεθόδους εφαρμοσμένης στατιστικής και μαθηματικά μοντέλα προσομοίωσης. Οι ικανές και αναγκαίες συνθήκες για την εφαρμογή των ποσοτικών μεθόδων είναι οι εξής:

1. Να υπάρχει όσον το δυνατόν περισσότερη διαθέσιμη πληροφορία για το παρελθόν.
2. Η παρεχόμενη πληροφορία να είναι ποσοτικοποιημένη, δηλαδή δοσμένη ως αριθμητικά δεδομένα.
3. Υπόθεση αιτιατού τρόπου συμπεριφοράς των δεδομένων μας, δηλαδή ότι τα παρατηρηθέντα πρότυπα του παρελθόντος θα επαναληφθούν και στο μέλλον (βιβλιογραφικά αυτή η συνθήκη αναφέρεται ως υπόθεση της συνέχειας).

Τα διαθέσιμα ποσοτικοποιημένα δεδομένα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες με κριτήριο την χρονική τους εξέλιξη:

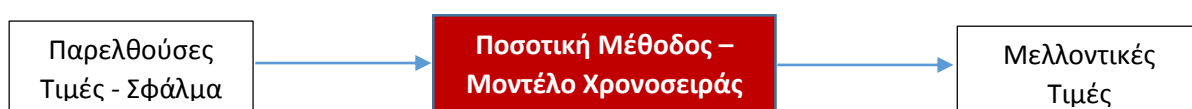
- **Διαστρωματικά δεδομένα (cross – sectional data):** Είναι δεδομένα τα οποία αναφέρονται στην ίδια χρονική στιγμή.
- **Χρονοσειρά (time series):** Ακολουθία δεδομένων σε διαδοχικές διακριτές χρονικές στιγμές.

Οι ποσοτικές μέθοδοι έχουν δύο μεθοδολογίες – μοντέλα εφαρμογής :

- i. **Μοντέλο Χρονοσειρών:** Η πρόβλεψη των μελλοντικών τιμών βασίζεται στις παρελθούσες τιμές και παρελθόντα σφάλματα της προβλεπόμενης μεταβλητής. Η προσπάθεια έγκειται στο να προβλέψουμε τις μελλοντικές τιμές της υπό εξέταση μεταβλητής και όχι να προβούμε σε θεμελιώδη ανάλυση των παραγόντων από τις οποίες εξαρτάται η υπό εξέταση μεταβλητή, δηλαδή να απαντήσουμε στο γιατί διαμορφώθηκε με αυτόν τον τρόπο η τιμή της.

Αν $X(t)$ είναι η υπό εξέταση μεταβλητή τότε σύμφωνα με το μοντέλο χρονοσειρών το οποίο παρουσιάζεται στην εικόνα B2.3.1 υποθέτουμε ότι :

$$X(t) = F [X(t-1) , X(t-2), \dots, \text{Σφάλμα}]$$



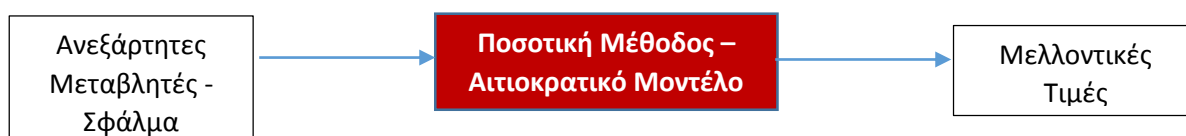
Εικόνα B2.3.1: Μοντέλο Χρονοσειρών

- ii. **Αιτιοκρατικό Μοντέλο:** Θεωρούμε ότι η υπό πρόβλεψη μεταβλητή είναι συνάρτηση ενός ή περισσότερων θεμελιωδών παραμέτρων – ανεξάρτητων μεταβλητών. Ο ορισμός αυτής της συνάρτησης αλγεβρικά δεν είναι εφικτός, αλλά μπορούμε να διακρίνουμε την επίδραση του κάθε παράγοντα στον τρόπο εξέλιξης της υπό πρόβλεψη μεταβλητής. Βέβαια και δω υπεισέρχεται το σφάλμα καθώς είναι αρκετές φορές αδύνατο να συμπεριλάβουμε όλους τους δυνατούς παράγοντες που επηρεάζουν θεμελιωδώς την μεταβλητή μας.

Αν $X(t)$ είναι η υπό εξέταση μεταβλητή τότε σύμφωνα με το αιτιοκρατικό μοντέλο το οποίο παρουσιάζεται στην εικόνα B2.3.2 υποθέτουμε ότι :

$$X(t) = F [\Pi_1 , \Pi_2, \dots, \Pi_n, \text{Σφάλμα}]$$

με $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$ να είναι οι n παράγοντες – ανεξάρτητες μεταβλητές



Εικόνα B2.3.2: Αιτιοκρατικό Μοντέλο

B2.3.2: Ποιοτικές – Κριτικές Μέθοδοι

Οι ποιοτικές –κριτικές μέθοδοι αντλούν την διαθέσιμη πληροφορία από την κρίση, την διαίσθηση και την συσσωρευμένη γνώση του ανθρώπινου παράγοντα. Διακρίνονται σε:

- **Ατομικές Μεθόδους:** Όταν υλοποιείται από ένα ειδικό επί του θέματος της πρόβλεψης, βασιζόμενο στις γνώσεις και την κρίση του.
- **Μέθοδοι Επιτροπής:** Όταν η πρόβλεψη είναι προϊόν ανταλλαγής και συγκερασμού απόψεων μιας επιτροπής –ομάδας ειδικών με γνώση επί του θέματος.

Η ύπαρξη ποσοτικοποιημένης πληροφορίας δεν είναι αναγκαία, αλλά μπορεί να συμβάλλει επικουρικά στην εξαγωγή των προβλέψεων χωρίς να απαιτείται όμως μεγάλος όγκος δεδομένων, όπως συμβαίνει στις ποσοτικές μεθόδους. Το πλεονέκτημα των κριτικών μεθόδων έναντι των ποσοτικών είναι ότι μπορούν να λάβουν υπ' όψιν ειδικά γεγονότα και ενέργειες και να αντισταθμίσουν ανεπάρκειες και ελλείψεις των ιστορικών δεδομένων, γεγονότα τα οποία οι ποσοτικές μέθοδοι με τις στατιστικές μεθοδολογίες αποτυγχάνουν να συλλάβουν εξαιτίας του τρόπου ορισμού τους. Το μεγάλο μειονέκτημά τους είναι η προκατάληψη του αποφασίζοντα και ειδικού, δηλαδή η έλλειψη αντικειμενικότητας και η έμφυτη τάση αισιοδοξίας ή απαισιοδοξίας. Επίσης ένα σημαντικό μειονέκτημα τους είναι ότι υστερούν στην ακρίβεια των προβλέψεων τους.

Ιδανικά πρέπει οι ποσοτικές και κριτικές μέθοδοι να χρησιμοποιούνται συνδυαστικά με τις δεύτερες να έχουν επικουρικό ρόλο στην περίπτωση ειδικών γεγονότων (special events) και στην περίπτωση απουσίας μεγάλου όγκου ιστορικών δεδομένων.

B2.3.3: Τεχνολογικές Μέθοδοι

Οι τεχνολογικές μέθοδοι πρόβλεψης αξιοποιούνται για μακροπρόθεσμες προβλέψεις σχετικά με τεχνολογικά, οικονομικά, κοινωνικά και πολιτικά θέματα. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- **Διερευνητικές (exploratory):** Οι διερευνητικές μέθοδοι ξεκινούν από το παρελθόν ή το παρόν και εξετάζοντας όλες τις πιθανές περιπτώσεις οδηγούνται στο μέλλον.
- **Κανονιστικές (normative):** Οι κανονιστικές μέθοδοι πρώτα καθορίζουν όλους τους μελλοντικούς στόχους και έπειτα εξετάζουν τη δυνατότητα επίτευξης τους λαμβάνοντας υπ' όψιν τους περιορισμούς, τους διαθέσιμους πόρους αλλά και τις τεχνολογίες, δηλαδή όλα τα διαθέσιμα δεδομένα.

B2.4: Χρονοσειρές Δεδομένων

B2.4.1: Εισαγωγή στις Χρονοσειρές

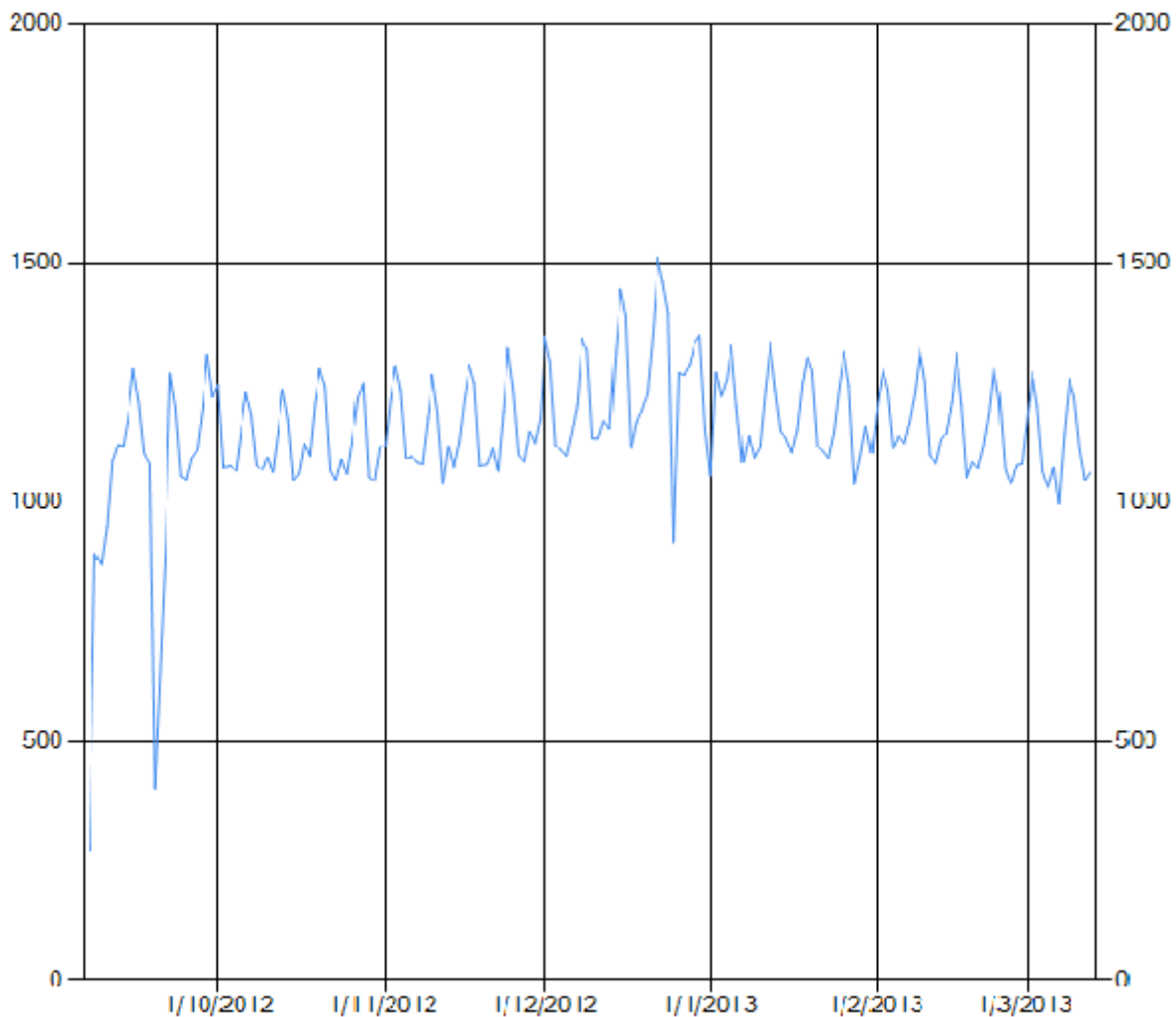
Οι χρονοσειρές δεδομένων (time series) είναι ποσοτικοποιημένα αριθμητικά δεδομένα ενός μεταβλητού φυσικού ή τεχνητού μεγέθους σε διακριτές χρονικές στιγμές που απέχουν σταθερό ή μεταβλητό χρονικό διάστημα.

Στην παρούσα εργασία και την εφαρμογή που την συνοδεύει τα δεδομένα μας συλλέγονται ως επί τω πλείστον με την μορφή χρονοσειρών, και ως εκ τούτου οι μέθοδοι πρόβλεψης που εφαρμόζονται αναφέρονται σε χρονοσειρές δεδομένων. Θα προσπαθήσουμε δηλαδή να προβλέψουμε το πώς θα επεκταθεί η ακολουθία των παρατηρήσεων στο μέλλον. Επίσης επιλέγουμε το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο χρονικών στιγμών που έχουμε δεδομένα να είναι σταθερό, και το καλούμε βήμα της χρονοσειράς. Το βήμα της χρονοσειράς είναι το πρώτο χαρακτηριστικό στοιχείο της χρονοσειράς που πρέπει να καθορισθεί. Έχει σημασία για τον μελετητή ώστε να αποκτήσει μια εικόνα της τάξης μεγέθους της μεταβλητής ως προς το βήμα της.

B2.4.2: Γραφικές Παραστάσεις Χρονοσειρών

Στον αλγόριθμο των προβλέψεων τονίσαμε ότι απαραίτητο βήμα για την σωστή υλοποίηση των προβλέψεων είναι το να αποκτήσουμε εικόνα των δεδομένων, και ότι ο καλύτερος τρόπος είναι οπτικοποιώντας τα μέσω της γραφικής τους παράστασης. Με την βοήθεια της γραφικής τους παράστασης μπορούμε να αντιληφθούμε τα βασικά πρότυπα των χρονοσειρών, καθώς και ασυνήθιστες τιμές τους. Οι κυριότεροι τύποι γραφικών παραστάσεων των χρονοσειρών είναι οι εξής:

Διαγράμματα Χρόνου (Time Plots): Είναι η πιο κοινή γραφική παράσταση των δεδομένων της χρονοσειράς. Η εξαρτημένη μεταβλητή – δεδομένο της χρονοσειράς παριστάνεται σε δισδιάστατο σύστημα αξόνων ως προς την ανεξάρτητη μεταβλητή του χρόνου. Στην εικόνα B2.4.2.1 διακρίνουμε ένα παράδειγμα διαγράμματος χρόνου το οποίο αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της κουζίνας ενός εστιατορίου με ημερήσιο βήμα.

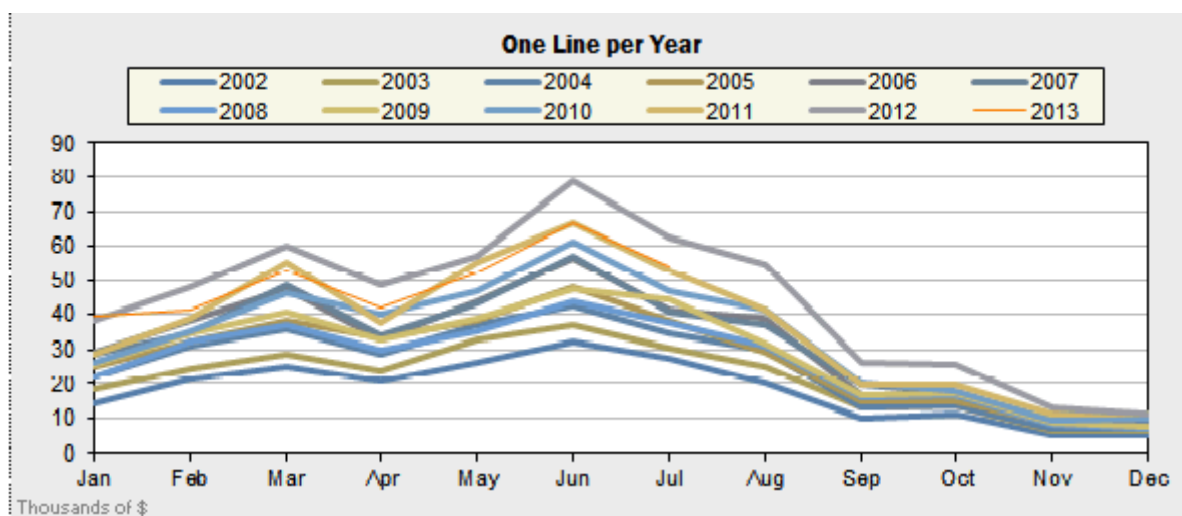


Εικόνα Β2.4.2.1: Διάγραμμα Χρόνου Χρονοσειράς Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας Κουζίνας καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο ημερησίου βήματος

Τα διαγράμματα χρόνου είναι πολύ χρήσιμα καθώς μέσω αυτών φανερώνονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των χρονοσειρών, καθώς και η διακύμανση της τιμής της εξεταζόμενης μεταβλητής. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των των χρονοσειρών περιλαμβάνουν κάποια πρότυπα συμπεριφοράς των παρελθουσών τιμών της μεταβλητής, όπως είναι η εποχικότητα, η κυκλικότητα, η σταθερότητα και η τάση, αλλά και τις ασυνήθιστες τιμές ή αλλαγή επιπέδου τιμών ή ασυνέχειες της μεταβλητής. Τα χαρακτηριστικά αυτά θα τα αναλύσουμε στην επόμενη παράγραφο.

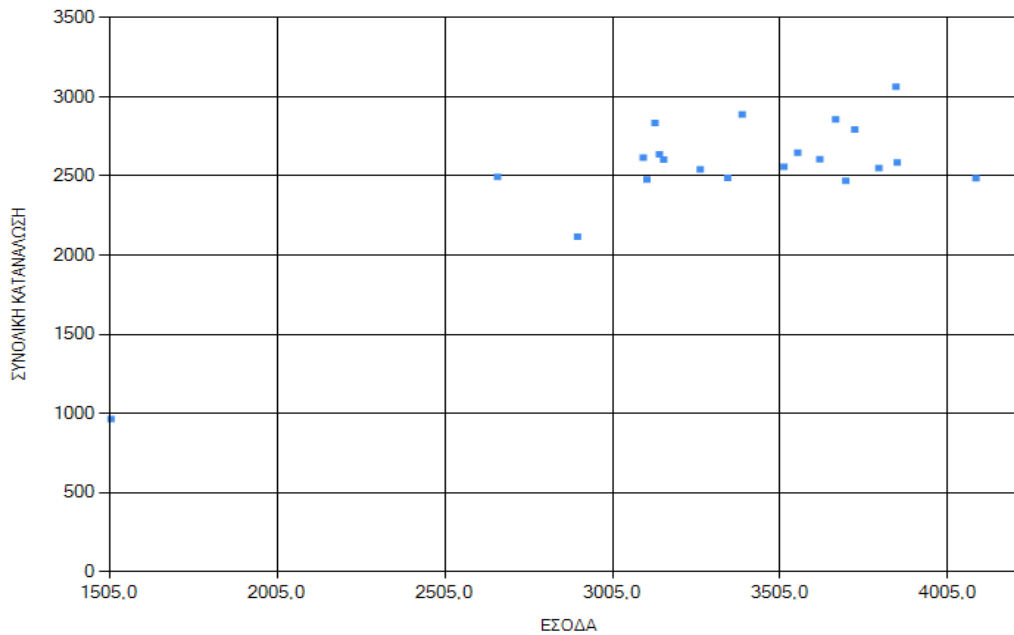
Στο σημείο αυτό να τονίσουμε ότι σχεδόν όλα τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στην βάση δεδομένων της εφαρμογής μας έχουν τον χαρακτήρα χρονοσειράς και το διάγραμμα χρόνου είναι το μοναδικό διάγραμμα που χρησιμοποιούμε για την παρατήρησή τους.

Εποχιακά Διαγράμματα (Seasonal Plots): Είναι η γραφική παράσταση των δεδομένων σε μορφή διαγράμματος χρόνου για περισσότερες της μιας χρονικές περιόδους μιας εποχής, δηλαδή μιας περιόδου στην διάρκεια της οποίας υπάρχει επανάληψη των συνθηκών που καθορίζουν τις τιμές της εξεταζόμενης μεταβλητής. Ο τύπος διαγραμμάτων αυτός συνίσταται για χρονοσειρές δεδομένων οι οποίες παρουσιάζουν εποχιακότητα στην εξέλιξή τους ως προς τον χρόνο. Η εποχιακότητα είναι ένα είδος περιοδικότητας των τιμών τους. Στην εικόνα B2.4.2.2 διακρίνουμε ένα εποχιακό διάγραμμα των πωλήσεων ενός εμπορικού προϊόντος ανά έτος για μηνιαία δεδομένα και για 12 διαδοχικά έτη.



Εικόνα B2.4.2.2: Εποχιακό Διάγραμμα πωλήσεων προϊόντος ανά έτος μηνιαίου βήματος για 12 διαδοχικά έτη

Διαγράμματα Διασποράς (Scatter Plots): Είναι δισδιάστατα διαγράμματα δύο μεταβλητών μεγεθών στις οποίες δεν συμπεριλαμβάνεται ο χρόνος. Οι δύο μεταβλητές σχηματίζουν διατεταγμένα ζεύγη, με γεωμετρική ερμηνεία σημεία του δισδιάστατου συστήματος αξόνων, τα οποία μπορεί να είναι είτε εξ ορισμού δύο θεμελιωδώς συνδεόμενες μεταβλητές έχοντας σχέση ανεξάρτητης και εξαρτημένης μεταβλητής, είτε ζεύγη δεδομένων δύο διαφορετικών χρονοσειρών ίδιου βήματος για την ίδια χρονική στιγμή. Στην εικόνα B2.4.2.3 δίνουμε ένα παράδειγμα διαγράμματος διασποράς.



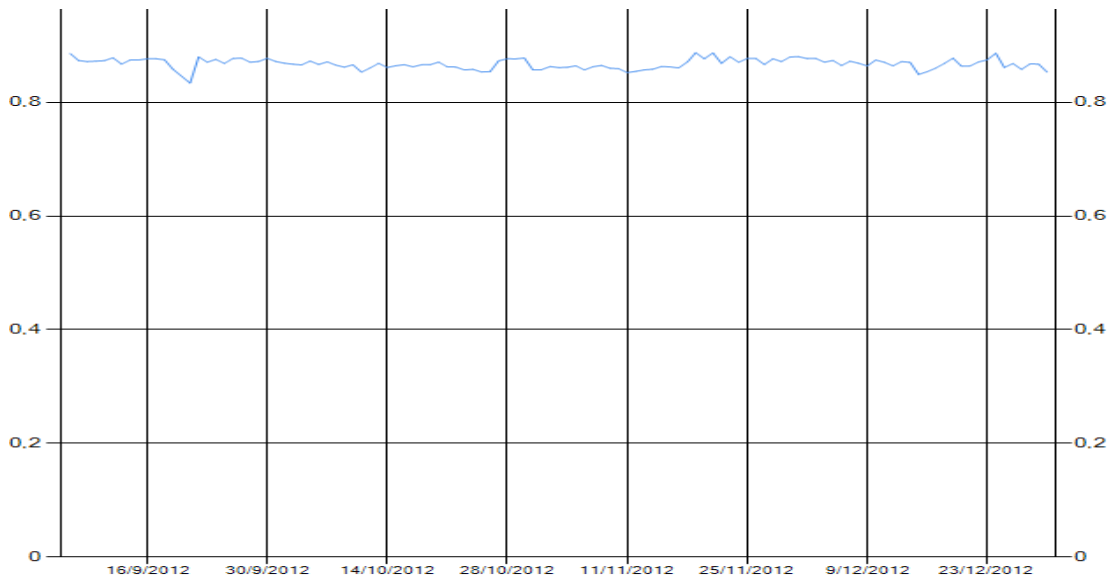
Εικόνα B2.4.2.3: Διάγραμμα Διασποράς Συνολικής Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας ως προς τα Παραγόμενα Έσοδα καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο

B2.4.3: Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Χρονοσειρών

Οι χρονοσειρές δεδομένων σταθερού βήματος αποτελούν την κύρια και σχεδόν μοναδική μορφή δεδομένων της παρούσας εργασίας και θα πρέπει να εξετάσουμε σε βάθος τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους. Τα χαρακτηριστικά αυτά δεν απαιτούν πάντοτε κάποια ποσοτικοποιημένη πληροφορία για τον εντοπισμό τους και είναι τις περισσότερες φορές ορατά στα διαγράμματα χρόνου (time plots) των χρονοσειρών με απλή παρατήρηση.

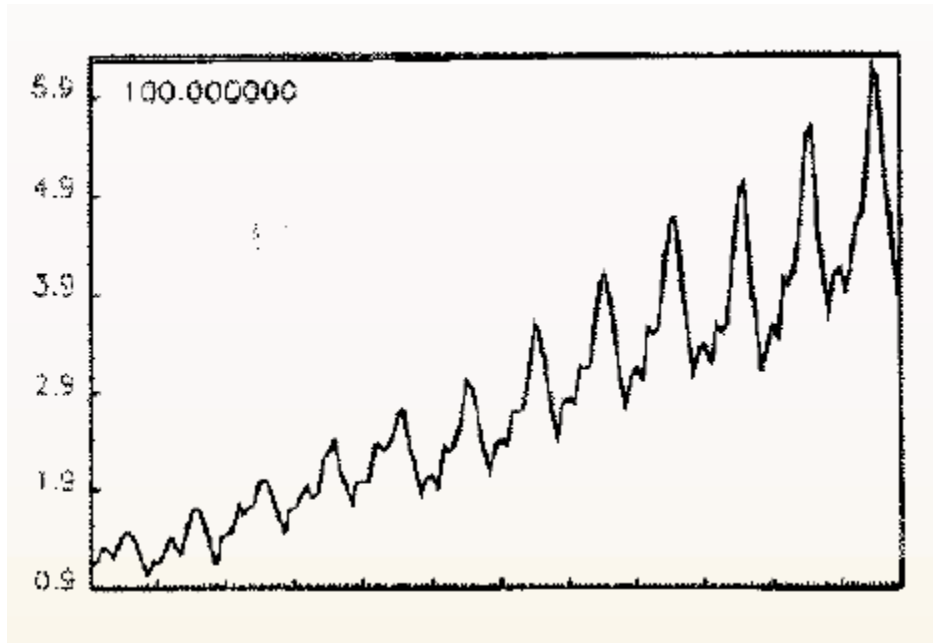
Τα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά μιας χρονοσειράς είναι τα παρακάτω πρότυπα συμπεριφοράς των τιμών της χρονοσειράς:

- **Στασιμότητα (Stationary):** Η στασιμότητα ως πρότυπο εμφανίζεται όταν η τιμή της μεταβλητής της χρονοσειράς παλλινδρομεί γύρω από έναν προσεγγιστικά σταθερό μέσο όρο. Χρονοσειρές που εμφανίζουν το πρότυπο της στασιμότητας δεν εμφανίζουν ανοδικές ή καθοδικές τάσεις μακροπρόθεσμα, αλλά υπόκεινται σε διαρκείς βραχυπρόθεσμες διακυμάνσεις. Στην εικόνα B2.4.3.1 παρουσιάζουμε μια χρονοσειρά δεδομένων που παρουσιάζει το πρότυπο της στασιμότητας. Είναι η μεταβολή του συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης της κουζίνας καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο.



Εικόνα Β2.4.3.1: Διάγραμμα Χρόνου Συντελεστή Ισχύος Εγκατάσταση Κουζίνας και Ψυγείου καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο

- Εποχιακότητα (Seasonal):** Το πρότυπο της εποχιακότητας είναι ανάλογο της έννοιας της περιοδικότητας των συναρτήσεων. Οι τιμές της μεταβλητής της χρονοσειράς επηρεάζονται από εποχιακά χρονικά εξαρτώμενους παράγοντες με αποτέλεσμα να εμφανίζουν περιοδικότητα. Το μήκος της περιόδου πρέπει να είναι το πολύ ενός έτους ώστε να διακρίνουμε το πρότυπο της εποχιακότητας. Παραδείγματα χρονοσειρών που εμφανίζουν το πρότυπο της εποχιακότητας είναι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας όμοιων καταναλωτών, όπως είναι οι οικιακοί, εμπορικοί και βιομηχανικοί, σε μια χώρα κατά την διάρκεια του έτους. Άλλο παράδειγμα αποτελούν οι πωλήσεις παγωτών ή αναψυκτικών κατά την διάρκεια του έτους. Στην εικόνα Β2.4.3.2 διακρίνουμε παράδειγμα χρονοσειράς η οποία εμφανίζει το πρότυπο της εποχιακότητας.



Εικόνα Β2.4.3.2: Διάγραμμα Χρόνου Αριθμού Επιβατών Εναέριων Μεταφορών με ετήσιο βήμα

- Κυκλικότητα (Cyclical):** Η κυκλικότητα μπορεί να οριστεί ως μια μεγαλύτερου και μεταβλητού μήκους εποχιακότητα, με μήκος περιόδου συνήθως πολύ μεγαλύτερο του ενός έτους. Οι τιμές της μεταβλητής παρουσιάζουν εναλλαγές της μονοτονίας τους ως προς τον χρόνο για μακρά χρονική περίοδο και το πρότυπο αυτό επαναλαμβάνεται ανά μεγάλα χρονικά διαστήματα μεγαλύτερα του ενός έτους (για παράδειγμα πενταετία ή δεκαετία). Επίσης εν συγκρίσει με την εποχιακότητα οι τιμές της μεταβλητής παρουσιάζουν μεγαλύτερο εύρος και μεγαλύτερη διακύμανση. Η αιτία της εμφάνισης κυκλικότητας είναι εξωγενείς παράγοντες που μεταβάλλονται στο χρονικό διάστημα που αναφέρεται το πρότυπο της. Τα οικονομικά δεδομένα χρονοσειρών εμφανίζουν το πρότυπο της κυκλικότητας, όπως είναι οι τιμές των μετοχών, οι μακροοικονομικοί και μικροοικονομικοί δείκτες, όπως η χρονική εξέλιξη του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος (ΑΕΠ). Στην μακροοικονομία έχει επικρατήσει ο όρος επιχειρησιακός κύκλος (business cycle) ως ορισμός της κυκλικότητας χρονοσειρών οικονομικών δεδομένων και οφείλεται στις διαδοχικές οικονομικές φάσεις της ανάπτυξης και ύφεσης χωρών ή ευρύτερων στρατηγικών συμμαχιών. Στην εικόνα Β2.4.3.3 δίνουμε παράδειγμα χρονοσειράς η οποία εμφανίζει το πρότυπο της κυκλικότητας.



Εικόνα Β2.4.3.3: Διάγραμμα Χρόνου τιμής μετοχής Εθνικής Τράπεζας της Ελλάδος από τον Οκτώβριο του 2011 μέχρι τον Οκτώβριο 2013

- Τάση (Trend):** Η τάση ως πρότυπο θα μπορούσε να οριστεί ως η μακροπρόθεσμη ή βραχυπρόθεσμη σταθερότητα της μονοτονίας της εξεταζόμενης μεταβλητής ως προς τον χρόνο. Αν οι τιμές του μεταβλητού μεγέθους αυξάνονται με την πάροδο του χρόνου τότε έχουμε ανοδική τάση (up trend) , αν μειώνονται τότε έχουμε καθοδική τάση (down trend) και τέλος αν διατηρούνται σταθερές εντός κάποιου εύρους τιμών τότε έχουμε το πρότυπο της στασιμότητας. Ένα λεπτό σημείο όσον αφορά τον ορισμό της τάσης είναι ότι θα πρέπει να έχουμε μεγάλο όγκο ιστορικών δεδομένων για τον εντοπισμό των μακροπρόθεσμων τάσεων. Επίσης όσον αφορά τις βραχυπρόθεσμες τάσεις σημαντικό ρόλο διαδραματίζει το βήμα της χρονοσειράς δεδομένων. Οι χρονοσειρές των οικονομικών δεδομένων επιχειρήσεων και κρατών παρουσιάζουν το πρότυπο της τάσης στα διαγράμματα χρόνου τους, όπως είναι οι πωλήσεις προϊόντων, το ακαθάριστο εθνικό προϊόν, το ποσοστό της στατιστικής ανεργίας. Επίσης η παραγωγή και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζουν έντονα αυξητική τάση στις χρονοσειρές τους παγκοσμίως. Στην εικόνα Β2.4.3.4 διακρίνουμε μια χρονοσειρά δεδομένων η οποία εμφανίζει καθοδική μακροπρόθεσμη τάση.



Εικόνα Β2.4.3.4: Διάγραμμα Χρόνου Γενικού Δείκτη Χρηματιστηρίου Αθηνών από τον Οκτώβριο του 2009 μέχρι τον Οκτώβριο 2013

- Τυχειότητα (Randomness):** Όλες οι πραγματικές χρονοσειρές δεν εξελίσσονται αιτιοκρατικά και η χρονική εξέλιξη των τιμών του επηρεάζεται από κάποιο τυχαίο παράγοντα, μοιάζοντας περισσότερο με μια στοχαστική διαδικασία. Το πρότυπο της τυχειότητας εντοπίζεται όταν έχουμε συχνές και ανομοιογενείς μεταβολές της βραχυπρόθεσμης και μακροπρόθεσμης τάσης και το εύρος των μεταβολών αυτών είναι μεταβαλλόμενο. Στην χρηματιστηριακή αγορά πλήθος διαγραμμάτων χρόνου μετοχών και παραγώγων προϊόντων εμφανίζουν τυχειότητα.

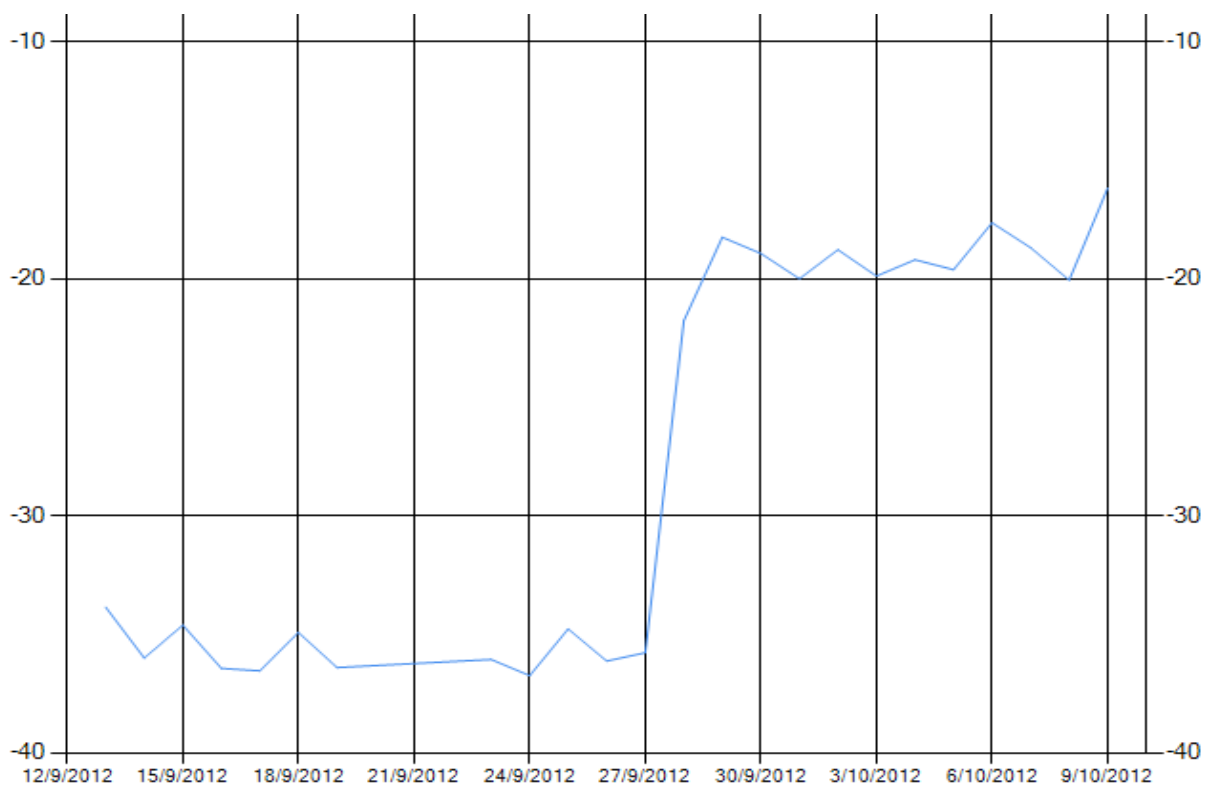


Εικόνα Β2.4.3.5: Διάγραμμα Χρόνου μετοχής Ελληνικών Πετρελαίων (ΕΛΠΕ) από τον Οκτώβριο του 2012 μέχρι τον Οκτώβριο 2013

Επιπλέον βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά μιας χρονοσειράς αποτελούν και οι μη κανονικές διακυμάνσεις ή οι αλλαγές επιπέδου των τιμών της μεταβλητής της χρονοσειράς. Στις περιπτώσεις αυτές έχουμε απότομες αλλαγές στο πρότυπο συμπεριφοράς των τιμών της χρονοσειράς και φυσικά οι αλλαγές αυτές είναι αδύνατον να προβλεφθούν από τα ιστορικά δεδομένα. Διακρίνονται σε:

- **Ασυνήθιστες τιμές (special events ή outliers)** όταν η μεταβολή επιπέδου έχει μικρή διάρκεια.
- **Αλλαγή επιπέδου (level shift)** όταν η μεταβολή επιπέδου έχει μακρά διάρκεια και έχει λάβει τον χαρακτήρα της μονίμου μεταβολής στο επίπεδο των τιμών της μεταβλητής της χρονοσειράς.

Η αιτία των μεταβολών αυτών είναι η απότομη μεταβολή εξωγενών παραγόντων οι οποίες επηρεάζουν την τιμή του μεταβλητού μεγέθους της χρονοσειράς. Τις περισσότερες φορές είναι ορατές στα διαγράμματα χρόνου χωρίς την ανάγκη να χρησιμοποιήσουμε κάποιο τεχνικό εργαλείο για την εύρεσή τους. Στην εικόνα B2.4.3.6 διακρίνουμε την εμφάνιση αλλαγής επιπέδου στις τιμές της χρονοσειράς.



Εικόνα B2.4.3.6: Διάγραμμα Χρόνου Θερμοκρασίας Καταψύκτη ημερήσιου βήματος καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο

B2.4.4: Βασικοί Στατιστικοί Δείκτες Χρονοσειράς

Οι βασικοί στατιστικοί δείκτες είναι τα βασικά μέτρα θέσης και διασποράς των παρατηρήσεων του μεταβλητού μεγέθους της χρονοσειράς. Χρησιμοποιούνται μαζί με την γραφική αναπαράσταση ώστε να αποκτήσουμε μια ποσοτική εκτίμηση της τάξης μεγέθους των δεδομένων, αλλά και της διασποράς τους γύρω από μια κεντρική τιμή.

B2.4.4.1: Μια Χρονοσειρά Δεδομένων

Έστω Y_i η πραγματική παρατήρηση, δηλαδή η τιμή του μεταβλητού μεγέθους την χρονική στιγμή t_i , και έστω ότι έχουμε N παρατηρήσεις σε N διαδοχικές χρονικές στιγμές, σχηματίζοντας κατ' αυτόν τον τρόπο μια χρονοσειρά. Θα υπολογίσουμε στατιστικούς δείκτες που προσδιορίζουν την κεντρική θέση – εκτίμηση της τιμής του μεταβλητού μεγέθους και την διασπορά του γύρω απ' αυτήν την κεντρική τιμή, καθώς και δείκτες που φανερώνουν την σχετική μεταβολή των πραγματικών τιμών του μεταβλητού μεγέθους της χρονοσειράς.

Μέτρα Θέσης

1. Μέση Τιμή:

$$\bar{Y} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Y_i$$

2. Διάμεσος:

Για τον υπολογισμό της διαμέσου διατάσσουμε τις παρατηρήσεις κατ' αύξουσα ή φθίνουσα σειρά και έπειτα την υπολογίζουμε σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$\delta = \begin{cases} \frac{Y_{\frac{N+1}{2}}}{2} & \text{αν } N = \text{Περιττός} \\ \frac{Y_{\frac{N}{2}} + Y_{\frac{N}{2}+1}}{2} & \text{αν } N = \text{Άρτιος} \end{cases}$$

Η βασική διαφορά τους είναι ότι η μέση τιμή επηρεάζεται από υπερβολικά μικρές ή υπερβολικά μεγάλες τιμές των παρατηρήσεων αλλοιώνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο την πληροφορία για την σωστή εκτίμηση της τάξης μεγέθους των δεδομένων. Η διάμεσος δεν παρουσιάζει αυτό το μειονέκτημα. Είναι στην διακριτική ευχέρεια του μελετητή το πώς θα διαχειριστεί μεγάλης ή μικρής τάξης μεγέθους μεταβλητές ώστε να αποκτήσει μια ρεαλιστική αριθμητική εικόνα των δεδομένων.

Μέτρα Διασποράς

1. Μέγιστη και Ελάχιστη Τιμή των τιμών της Χρονοσειράς:

$$Y_{\max} \text{ και } Y_{\min}$$

2. Εύρος Παρατηρήσεων:

$$R = Y_{\max} - Y_{\min}$$

3. Διακύμανση (Variance):

- Αν πρόκειται για δείγμα παρατηρήσεων:

$$s^2 = \frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2$$

- Αν πρόκειται για όλο το σύνολο των παρατηρήσεων:

$$s^2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2$$

4. Τυπική Απόκλιση (Standard Deviation):

$$s = \sqrt{s^2}$$

Η τυπική απόκλιση είναι το πιο σπουδαίο μέτρο απόλυτης διασποράς λόγω του ότι η τιμή της μετριέται σε μονάδες του μεταβλητού μεγέθους και έτσι μπορούμε να αντιληφθούμε άμεσα την πληροφορία την οποία μας παρέχει.

5. Συντελεστής Μεταβλητότητας (Coefficient of Variation):

$$CV = \frac{s}{\bar{Y}} \cdot 100\%$$

Ο συντελεστής μεταβλητότητας αποτελεί ένα σπουδαίο μέτρο σχετικής διασποράς και μας επιτρέπει την σύγκριση ως προς την διασπορά συνόλων παρατηρήσεων διαφορετικών φυσικών ή τεχνητών μεγεθών.

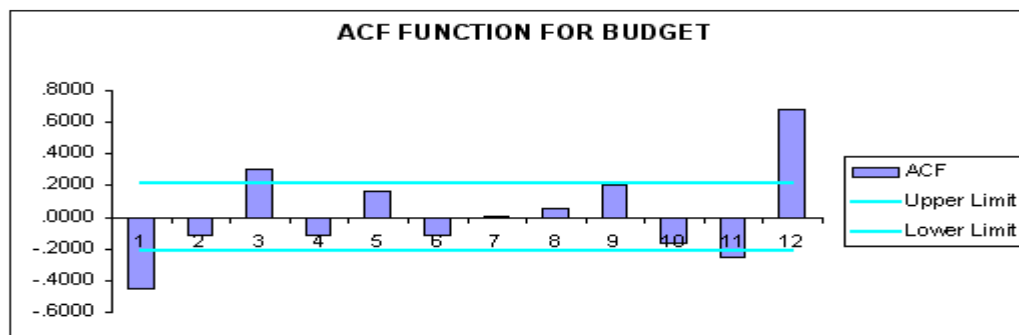
Συντελεστής Αυτοσυσχέτισης k βημάτων

$$ACF_k = \frac{\sum_{i=k+1}^N [(Y_i - \bar{Y}) \cdot (Y_{i-k} - \bar{Y})]}{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2}$$

Ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης είναι ουσιαστικά ο συντελεστής συσχέτισης των πραγματικών τιμών της χρονοσειράς ως προς την χρονοσειρά την οποία παράγεται αν μετατοπίσουμε κατά k περιόδους πραγματικές τιμές της χρονοσειράς προς τα δεξιά στον άξονα του χρόνου ξεκινώντας από την πρώτη. Η νέα αυτή χρονοσειρά θα έχει τιμές που ξεκινούν από το k+1 βήμα. Αποτελεί μέτρο όχι μόνο της συσχέτισης, αλλά και της γραμμικής συσχέτισης των πραγματικών τιμών της χρονοσειράς.

Παίρνοντας διάφορες τιμές του φυσικού αριθμού k, κατασκευάζουμε την συνάρτηση αυτοσυσχέτισης ACF(k), η οποία μας δίνει την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ανάλογα με το πλήθος k των βημάτων. Την συνάρτηση αυτή μπορούμε να την προβάλλουμε σε ειδικό διάγραμμα που έχει την ονομασία συσχετιστικό διάγραμμα (correlogram). Το διάγραμμα αυτό είναι αρκετά χρήσιμο για την πρόβλεψη των τιμών της χρονοσειράς καθώς μας προσφέρει:

- Τον έλεγχο ύπαρξης του προτύπου της εποχιακότητας και της κυκλικότητας.
- Υπόδειξη του αν οι παρελθούσες τιμές της χρονοσειράς συσχετίζονται θετικά ή αρνητικά με τις νέες τιμές της χρονοσειράς, αλλά και αν αυτή η συσχέτιση είναι γραμμική ή όχι.



Εικόνα B2.4.4.1.1: Παράδειγμα Συσχετιστικού Διαγράμματος (Correlogram)

Παρακάτω αναλύουμε τον συντελεστή συσχέτισης και δίνουμε μια ερμηνεία προσήμου και τιμής, η οποία είναι ίδια και για τον συντελεστή αυτοσυσχέτισης.

Ρυθμός Ανάπτυξης (Growth Rate) Χρονοσειράς

Ο δείκτης του ρυθμού ανάπτυξης (growth rate) αποτελεί ένα μέτρο της αυξητικής ή φθίνουσας πορείας μιας χρονοσειράς δεδομένων για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Εκφράζεται σε ποσοστιαία μορφή και συνήθως αναφέρεται στη σύγκριση του ύψους των δεδομένων του τελευταίου έτους σε σχέση με τα υπόλοιπα διαθέσιμα δεδομένα. Η μαθηματική έκφραση του ρυθμού ανάπτυξης έχει ως εξής:

$$\text{Growth Rate} = \frac{\frac{1}{ppy} \cdot \sum_{i=N-ppy+1}^N Y_i - \frac{1}{N-ppy} \cdot \sum_{i=1}^{N-ppy} Y_i}{\frac{1}{N-ppy} \cdot \sum_{i=1}^{N-ppy} Y_i} \cdot 100 \%$$

όπου Y_i : οι πραγματικές τιμές τις χρονοσειράς

N : το πλήθος τους

ppy : το πλήθος των περιόδων στο μήκος ενός έτους

B2.4.4.2: Δύο Χρονοσειρές Δεδομένων

Στην περίπτωση που έχουμε δύο χρονοσειρές μεταβλητών μεγεθών X και Y του ίδιου βήματος και ίσου αριθμού παρατηρήσεων N τις ίδιες χρονικές στιγμές. Επιθυμούμε να μελετήσουμε το πώς συμμεταβάλλονται τα δύο αυτά μεγέθη και για τον σκοπό αυτό θα ορίσουμε αριθμητικά μέτρα που θα μας το υποδεικνύουν. Η μεθοδολογία την οποία θα ακολουθούμε αναφέρθηκε περιληπτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο και για λόγους θεματικής πληρότητας την αναφέρουμε και στην παρούσα παράγραφο:

- X_i η παρατήρηση του μεταβλητού μεγέθους X την χρονική στιγμή t_i
- Y_i η παρατήρηση του μεταβλητού μεγέθους Y την χρονική στιγμή t_i
- Για κάθε χρονική στιγμή t_i σχηματίζουμε το διατεταγμένο ζεύγος (X_i, Y_i)
- Συνδιακύμανση (Covariance) :

$$\text{Cov}_{XY} = \frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})$$

Το πρόσημο της συνδιακύμανσης επιδέχεται την εξής ερμηνεία:

1. Αν $Cov_{XY} > 0$ τότε τα μεγέθη X και Y έχουν μια αύξουσα σχέση μεταξύ τους, δηλαδή είτε αυξάνονται ταυτόχρονα είτε μειώνονται ταυτόχρονα.
2. Αν $Cov_{XY} < 0$ τότε τα μεγέθη X και Y έχουν μια φθίνουσα σχέση μεταξύ τους, δηλαδή όταν το ένα αυξάνεται το άλλο μειώνεται.
3. Αν $Cov_{XY} = 0$ τότε τα μεγέθη X και Y χαρακτηρίζονται ως ασυσχέτιστα.

- Συντελεστής Συσχέτισης (Correlation Coefficient):

$$r_{XY} = \frac{Cov_{XY}}{S_X \cdot S_Y} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

$$\text{με } -1 \leq r_{XY} \leq +1$$

Η ερμηνεία του προσήμου του συντελεστή συσχέτισης είναι η ίδια με την ερμηνεία του προσήμου της συνδιακύμανσης. Όμως η τιμή του συντελεστή συσχέτισης είναι απόδειξη τυχούσας γραμμικής σχέσης μεταξύ των δύο μεταβλητών μεγεθών:

1. Αν $r_{XY} = \pm 1$ τότε υπάρχει τέλεια γραμμική συσχέτιση
2. Αν $-0,3 < r_{XY} < +0,3$ τότε δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση
3. Για οποιαδήποτε άλλη τιμή του συνόλου τιμών του συντελεστή συσχέτισης υπάρχουν διαβαθμίσεις του βαθμού της γραμμικής τους συσχέτισης.

B2.5: Μέθοδοι Αποσύνθεσης Χρονοσειράς

Η διαδικασία της αποσύνθεσης αποσκοπεί στην απομόνωση των βασικών προτύπων ή αλλιώς των συνιστωσών της χρονοσειράς δεδομένων. Οι συνιστώσες αυτές είναι:

- Η τάση (trend component)
- Η εποχιακότητα (seasonal component)
- Ο κύκλος (cyclical component)
- Η τυχαιότητα (random component)

Θεωρούμε ότι η πραγματική τιμή του μεγέθους της χρονοσειράς την χρονική στιγμή i είναι συνάρτηση των τεσσάρων προηγούμενων συνιστωσών, δηλαδή:

$$Y_i = f(S_i, T_i, C_i, R_i)$$

όπου Y_i : η πραγματική παρατήρηση την χρονική στιγμή i

S_i : η συνιστώσα εποχιακότητας την χρονική στιγμή i

T_i : η συνιστώσα τάσης την χρονική στιγμή i

C_i : η συνιστώσα κύκλου την χρονική στιγμή i

R_i : η συνιστώσα τυχαιότητας την χρονική στιγμή i

Θα μπορούσαμε τις συνιστώσες τάσης και κύκλου να τις εκφράσουμε μαζί ως μια συνιστώσα, σύμφωνα με την βιβλιογραφία, αλλά για εκπαιδευτικούς λόγους τις θεωρούμε διακριτές συνιστώσες. Θα αναφέρουμε ότι γενικά υπάρχουν δύο μορφές του μοντέλου αποσύνθεσης:

- Το προσθετικό (additive):

$$Y_i = S_i + T_i + C_i + R_i$$

Το προσθετικό μοντέλο είναι καταλληλότερο όταν το μέγεθος των εποχιακών διακυμάνσεων ή η διακύμανση γύρω από την συνιστώσα τάσης – κύκλου δεν μεταβάλλεται ανάλογα με το επίπεδο των τιμών της χρονοσειράς.

- Το πολλαπλασιαστικό (multiplicative):

$$Y_i = S_i \times T_i \times C_i \times R_i$$

Εν αντιθέσει με το προσθετικό, το πολλαπλασιαστικό μοντέλο χρησιμοποιείται όταν το μέγεθος των εποχιακών διακυμάνσεων ή η διακύμανση γύρω από την συνιστώσα τάσης – κύκλου μεταβάλλεται ανάλογα με το επίπεδο των τιμών της χρονοσειράς.

- Υβριδικό προσθετικό και πολλαπλασιαστικό μοντέλο με λογαριθμικό μετασχηματισμό των δεδομένων της χρονοσειράς, με στόχο την σταθεροποίηση της διακύμανσης τους στην πάροδο του χρόνου:

$$\log Y_i = \log(S_i \times T_i \times C_i \times R_i) \rightarrow \log Y_i = \log S_i + \log T_i + \log C_i + \log R_i$$

Για την υλοποίηση της εφαρμογής υιοθετήσαμε εκεί που χρειαζόταν την κλασσική μέθοδο αποσύνθεσης.

B2.5.1: Κλασσική Μέθοδος Αποσύνθεσης

Η κλασσική μέθοδος αποσύνθεσης αποτελεί την πιο απλή διαδικασία για την απομόνωση των τεσσάρων προτύπων – συνιστωσών μια χρονοσειράς, ήτοι της τάσης, του κύκλου, της εποχιακότητας και της τυχαιότητας. Η μέθοδος αυτή υιοθετεί το πολλαπλασιαστικό μοντέλο για τις τέσσερις συνιστώσες και ακολουθεί τα παρακάτω βήματα για κάθε βήμα i της χρονοσειράς δεδομένων:

Βήμα 1: Εκτίμηση της συνιστώσας τάσης – κύκλου μέσω ενός κινητού μέσου όρου με μήκος ίσο με το μήκος της εποχιακότητας των δεδομένων της χρονοσειράς.

Ο υπολογιζόμενος κινητός μέσος όρος δεν περιέχει εποχιακότητα, ενώ περιέχει πολύ μικρή ή μηδενική τυχαιότητα, δεδομένου ότι η τυχαιότητα αντιπροσωπεύεται από τυχαίες διακυμάνσεις γύρω από το μέσο όρο των παρατηρήσεων.

Έστω n το πλήθος βημάτων της εποχιακότητας της χρονοσειράς:

1. Αν n είναι περιττός τότε λαμβάνουμε τον απλό κινητό μέσο όρο για την εκτίμηση της συνιστώσας τάσης – κύκλου:

$$\mathbf{ΚΜΟ(n) = T \times C}$$

2. Αν n είναι άρτιος τότε λαμβάνουμε τον κεντρικό κινητό μέσο όρο για την εκτίμηση της συνιστώσας τάσης – κύκλου:

$$\mathbf{ΚΚΜΟ(n) = T \times C}$$

Για το πλήθος n των βημάτων της εποχιακότητας επιλέγουμε:

- Για ωριαία δεδομένα επιλέγουμε $n=24$
- Για ημερήσια δεδομένα επιλέγουμε $n=7$
- Για εβδομαδιαία δεδομένα επιλέγουμε $n=4$
- Για μηνιαία δεδομένα επιλέγουμε $n=12$

Βήμα 2: Δημιουργία λόγων εποχιακότητας, οι οποίοι όμως εμπεριέχουν τυχαιότητα.

Για το σκοπό αυτό διαιρούμε τις πραγματικές τιμές της χρονοσειράς δεδομένων με τις τιμές της συνιστώσας τάσης – κύκλου, δηλαδή με τον κινητό μέσο όρο, όπως αναλύσαμε στο βήμα 1 της μεθόδου:

Λόγοι Εποχιακότητας με Τυχαιότητα

$$\mathbf{S \times R = \frac{Y}{ΚΜΟ(n)} = \frac{T \times C \times S \times R}{T \times C}}$$

Βήμα 3: Απαλοιφή της τυχαιότητας από τους λόγους εποχιακότητας του βήματος 2.

Λόγοι Εποχιακότητας με Τυχαιότητα

$$\mathbf{S = \frac{S \times R}{R}}$$

- Η διαδικασία επιτυγχάνεται με εύρεση της μέσης τιμής των αντίστοιχων λόγων εποχιακότητας, δηλαδή των λόγων που αναφέρονται σε αντίστοιχες χρονικές περιόδους.

- Αν η χρονοσειρά περιέχει αρκετή τυχαιότητα ή ασυνήθιστες τιμές, προτείνεται ο υπολογισμός των ενδιάμεσων μέσων όρων, προκειμένου να προκύψουν οι δείκτες εποχιακότητας. Κατ' αυτόν τον τρόπο ο μέσος όρος δεν επηρεάζεται από ακραίες τιμές των λόγων εποχιακότητας.

Βήμα 4: Εύρεση Αποεποχικοποιημένης Χρονοσειράς.

Για την εύρεση της αποεποχικοποιημένης χρονοσειράς διαιρούμε τις πραγματικές τιμές της χρονοσειράς με τους λόγους εποχιακότητας χωρίς τυχαιότητα, όπως προέκυψαν από το βήμα 3. Η αποεποχικοποιημένη χρονοσειρά (D: Deseasonalised Data) περιέχει τα πρότυπα της τάσης, του κύκλου και της τυχαιότητας:

Αποεποχικοποιημένη Χρονοσειρά

$$\frac{Y}{S} = \frac{T \times C \times S \times R}{S} = T \times C \times R = D$$

Βήμα 5: Απαλοιφή της τυχαιότητας από την αποεποχικοποιημένη χρονοσειρά.

- Για βέλτιστο υπολογισμό της συνιστώσας τάσης – κύκλου, και άρα για βέλτιστη εξομάλυνση της αποεποχικοποιημένης χρονοσειράς, χρησιμοποιούμε τον διπλό κινητό μέσο όρο 3×3. Δηλαδή:

$$T \times C = KMO(3 \times 3)$$

- Υπολογίζουμε την συνιστώσα της τυχαιότητας διαιρώντας τις τιμές της αποεποχικοποιημένης χρονοσειράς με την συνιστώσα τάσης – κύκλου:

$$R = \frac{T \times C \times R}{T \times C} = \frac{T \times C \times R}{KMO(3 \times 3)}$$

Βήμα 6: Υπολογισμός της συνιστώσας της τάσης από την συνιστώσα τάσης – κύκλου του βήματος 5.

- Επιλέγουμε το μοντέλο της τάσης που περιγράφει καλύτερα την χρονοσειρά. Συνήθως θεωρούμε γραμμική τάση και ο υπολογισμός επιτυγχάνεται με την εφαρμογή της μεθόδου της απλής γραμμικής παλινδρόμησης.
- Έστω TC η συνιστώσα της τάσης – κύκλου, η οποία αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή της απλής γραμμικής παλινδρόμησης, και t ο αύξων αριθμός χρονικής περιόδου, δηλαδή η ανεξάρτητη μεταβλητή της απλής γραμμικής παλινδρόμησης.

- Θεωρούμε ότι η συνιστώσα της τάσης T, προσεγγίζεται από την βέλτιστη ευθεία παλινδρόμησης των μεταβλητών TC και t. Δηλαδή ότι ισχύει:

$$T = \alpha + \beta \cdot t$$

με:

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^N (TC_i - \overline{TC}) \cdot (t_i - \bar{t})}{\sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})^2}$$

$$\alpha = \overline{TC} - \beta \cdot \bar{t}$$

όπου $\overline{TC} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N TC_i$ και $\bar{t} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N t_i$ η μέση τιμή των N τιμών των μεταβλητών TC και t.

- Αφού υπολογίσουμε την συνιστώσα της τάσης μπορούμε να υπολογίσουμε την συνιστώσα του κύκλου:

$$C = \frac{T \times C}{T} = \frac{KMO(3 \times 3)}{T}$$

Βήμα 7: Πρόβλεψη μέσω αποσύνθεσης.

Έχοντας αναλύσει την αρχική χρονοσειρά στις συνιστώσες της, μπορούμε να τις συνθέσουμε (πολλαπλασιαστικά) προκειμένου να εκτιμήσουμε μελλοντικές τιμές της χρονοσειράς. Η διαδικασία αυτή λέγεται πρόβλεψη μέσω αποσύνθεσης και περιγράφεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$F_{n+i} = T_i \times C_i \times S_i$$

B2.5.2: Βιβλιογραφική Αναφορά Μεθόδων Αποσύνθεσης

Οι κυριότερες μέθοδοι αποσύνθεσης από τη βιβλιογραφία είναι:

- Fixed Additive Method – Σταθερή Προσθετική Μέθοδος
- Fixed Multiplicative Method – Σταθερή Πολλαπλασιαστική Μέθοδος ή Κλασσική Μέθοδος Αποσύνθεσης.
- Moving Additive Method – Κινητή Προσθετική Μέθοδος
- Moving Multiplicative Method – Κινητή Πολλαπλασιαστική Μέθοδος
- Zaycoff's Method
- Μέθοδος Census X-II
- CPB Method
- KVF Method
- SABL Method

B2.6: Ποσοτικές Μέθοδοι Προβλέψεων Χρονοσειρών

Θα αναλύσουμε τις ποσοτικές μεθόδους πρόβλεψης του μοντέλου χρονοσειρών τις οποίες υλοποιήσαμε στην εφαρμογή και τις οποίες χρησιμοποιήσαμε για την πρόβλεψη των δεδομένων κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος και των παραγόμενων αριθμοδεικτών. Οι μέθοδοι πρόβλεψης είναι :

- Απλοϊκή Μέθοδος (Naïve Method)
- Εποχιακή Απλοϊκή Μέθοδος (Seasonal Naïve Method)
- Μέθοδος Ολίσθησης (Drift Method)
- Μέθοδος του Απλού Μέσου Όρου (Average Method)
- Μέθοδος του Κινητού Μέσου Όρου (Moving Average Method)
- Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση (Simple Linear Regression)
- Απλή Εκθετική Εξομάλυνση (Simple Exponential Smoothing)
- Εκθετική Εξομάλυνση Γραμμικής Τάσης (Holt's Linear Trend Method)
- Εκθετική Εξομάλυνση Μη Γραμμικής Τάσης (Damped Trend Methods)
- Μέθοδος Θ (Theta Method)
- Μέθοδος Αποσύνθεσης STL (STL: Seasonal Trend Loess)
- Αυτοπαλινδρομικά Μοντέλα Κινητού Μέσου Όρου (Autoregressive Integrated Moving Average models or ARIMA models)

B2.6.1: Απλοϊκή Μέθοδος (Naive Method)

Η απλοϊκή μέθοδος (naïve method) είναι η πιο απλή στατιστική μέθοδος πρόβλεψης του μοντέλου χρονοσειρών. Ως πρόβλεψη της επόμενης χρονικής περιόδου τίθεται η πραγματική τιμή του μεγέθους της χρονοσειράς της προηγούμενης ακριβώς χρονικής περιόδου. Η μαθηματική σχέση που περιγράφει αυτή τη μέθοδο πρόβλεψης είναι:

$$F_i = Y_{i-1}$$

F_i : η τιμή πρόβλεψης της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα i

Y_{i-1} : η πραγματική τιμή της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα $i-1$, δηλαδή το αμέσως προηγούμενο του βήματος i

Η μέθοδος αυτή, όπως είναι φανερό, δεν δίνει ακριβείς προβλέψεις, αλλά χρησιμοποιείται συνήθως ως σημείο αναφοράς (benchmark) για πιο πολύπλοκες μεθόδους. Ωστόσο έχει καλή απόδοση για προβλέψεις σε δύο περιπτώσεις:

1. Στην βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη μίας περιόδου μπροστά σε αποεποχικοποιημένες χρονοσειρές, καθώς η αναμενόμενη τιμή της πρόβλεψης δεν διαφέρει σημαντικά από την τελευταία παρατήρηση που είναι διαθέσιμη.
2. Σε περιπτώσεις όπου το πρότυπο της τυχαιότητας είναι πολύ έντονο στην χρονοσειρά δεδομένων, ως η μοναδική μέθοδος που μπορεί να εφαρμοστεί.

B2.6.2: Εποχιακή Απλοϊκή Μέθοδος (Seasonal Naive Method)

Η εποχιακή απλοϊκή μέθοδος (seasonal naïve method) είναι μια παραλλαγή της απλοϊκής μεθόδου, εφαρμόσιμη σε χρονοσειρές δεδομένων οι οποίες παρουσιάζουν έντονα το πρότυπο της εποχιακότητας. Ως πρόβλεψη της επόμενης χρονικής περιόδου τίθεται η πραγματική τιμή του μεγέθους της χρονοσειράς της αντίστοιχης χρονικής περιόδου της προηγούμενης εποχής. Η μαθηματική σχέση που περιγράφει αυτή τη μέθοδο πρόβλεψης είναι:

$$F_i = Y_{i-T}$$

F_i : η τιμή πρόβλεψης της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα i

Y_{i-T} : η πραγματική τιμή της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα $i-T$, δηλαδή το T προηγούμενα βήματα από το βήμα i

T : το μήκος της χρονικής περιόδου της εποχιακότητας, δηλαδή το πλήθος των βημάτων της

Για παράδειγμα αν έχουμε ετήσια εποχιακότητα και θέλουμε να προβλέψουμε την τιμή της χρονοσειράς για τον μήνα Σεπτέμβριο τότε θέτουμε την πρόβλεψη ίση με την τιμή του Σεπτεμβρίου του προηγούμενου έτους. Ομοίως πράττουμε και για τα υπόλοιπα μήκη εποχιακότητας.

B2.6.3: Η μέθοδος της ολισθησης (Drift Method)

Η μέθοδος της ολισθησης (drift method) αποτελεί επίσης μια παραλλαγή της απλοϊκής μεθόδου. Η παραλλαγή έγκειται στο γεγονός ότι επιτρέπει να αυξάνονται ή να μειώνονται οι προβλέψεις με την πάροδο του χρόνου, τουτέστιν να ολισθαίνουν.

Μεθοδολογία Μεθόδου Ολισθησης

Θεωρούμε ότι έχουμε N ιστορικά δεδομένα, δηλαδή πραγματικές τιμές της μεταβλητής: Y_1, \dots, Y_N . Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται ως σύνολο ιστορικών δεδομένων από τα οποία θα καθοριστεί το μοντέλο πρόβλεψης (το λεγόμενο in – sample set δεδομένων). Έστω ότι θέλουμε να κάνουμε πρόβλεψη για μια χρονική στιγμή (περίοδο ή βήμα) i με $i > N$:

$$F_i = Y_N + (i - N) \cdot \left(\frac{Y_N - Y_1}{N - 1} \right)$$

F_i : η τιμή πρόβλεψης της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα i

Y_i : η πραγματική τιμή της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα i

$\frac{Y_N - Y_1}{N-1}$: ο συντελεστής διεύθυνσης της ευθείας η οποία ενώνει την πρώτη με την τελευταία παρατήρηση στο διάγραμμα χρόνου της χρονοσειράς

B2.6.4: Η μέθοδος του απλού μέσου όρου (Average Method)

Η μέθοδος του απλού μέσου όρου είναι κατάλληλη για περιπτώσεις στις οποίες η χρονοσειρά του μεγέθους δεν παρουσιάζει το πρότυπο της τάσης και της εποχιακότητας, αλλά το πρότυπο της στασιμότητας.

Μεθοδολογία Μεθόδου Απλού Μέσου Όρου

Θεωρούμε ότι έχουμε N ιστορικά δεδομένα, δηλαδή πραγματικές τιμές της μεταβλητής: Y_1, \dots, Y_N . Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται ως σύνολο ιστορικών δεδομένων από τα οποία θα καθοριστεί το μοντέλο πρόβλεψης (το λεγόμενο in – sample set δεδομένων). Έστω ότι θέλουμε να κάνουμε πρόβλεψη για την επόμενη χρονική στιγμή (περίοδο ή βήμα) $N+1$:

$$F_{N+1} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N Y_j$$

F_{N+1} : η τιμή πρόβλεψης της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα $N+1$

Y_j : η πραγματική τιμή της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα j

Κάθε φορά που μια νέα παρατήρηση γίνεται διαθέσιμη συμμετέχει στον υπολογισμό του μέσου όρου, αυξάνοντας το πλήθος των ιστορικών δεδομένων κατά 1, και λαμβάνουμε τον νέο μέσο όρο ως πρόβλεψη της επόμενης παρατήρησης.

B2.6.5: Η μέθοδος του Κινητού Μέσου Όρου (Moving Average Method)

Ο κινητός μέσος όρος χρησιμοποιείται ως μέθοδος αποεποχικοποίησης και εξομάλυνσης των δεδομένων των χρονοσειρών, καθώς η καμπύλη τους αποτελεί μια εκτίμηση της καμπύλης τάσης – κύκλου των προτύπων της χρονοσειράς. Στην παρούσα παράγραφο αναδεικνύουμε την έννοια του κινητού μέσου όρου ως μέθοδο πρόβλεψης των δεδομένων των χρονοσειρών. Η βασική ιδέα της μεθόδου αυτής είναι ότι προβλέπουμε την τιμή της επόμενης παρατήρησης παίρνοντας τον μέσο όρο των πιο πρόσφατων πραγματικών παρατηρήσεων. Η μεθοδολογία της μεθόδου έχει ως εξής:

- Αρχικά επιλέγεται το πλήθος k των πιο πρόσφατων πραγματικών δεδομένων που κρινουμε ανάλογα με την φύση των δεδομένων και την εμπειρία μας ότι πρέπει να

συμμετάσχουν στον υπολογισμό του κινητού μέσου όρου. Ο κινητός μέσος όρος λέμε ότι είναι k βημάτων ή περιόδων και τον συμβολίζουμε ως $KMO(k)$.

- Ως πρόβλεψη επόμενης τιμής της χρονοσειράς λαμβάνεται ο μέσος όρος των k πιο πρόσφατων πραγματικών παρατηρήσεων:

$$F_{i+1} = \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=i-k+1}^i Y_j$$

F_{i+1} : η τιμή πρόβλεψης της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα $i+1$

Y_i : η πραγματική τιμή της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα i

- Το πλήθος k των παρατηρήσεων διατηρείται σταθερό στην μέθοδο αυτή. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί για διάφορες τιμές του k .

Η βασική διαφορά του κινητού μέσου όρου εν συγκρίσει με τον απλό κινητό μέσο όρο είναι ότι ο πρώτος υπολογίζει τον μέσο όρο των πιο πρόσφατων πραγματικών τιμών της χρονοσειράς, ανανεώνοντας την τιμή του κάθε φορά που μια νέα παρατήρηση γίνεται διαθέσιμη, ενώ ο δεύτερος ανανεώνεται μεν κάθε φορά που μια νέα παρατήρηση γίνεται διαθέσιμη, αλλά υπολογίζει τον μέσο όρο όλων των ιστορικών δεδομένων.

B2.6.6: Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση (Simple Linear Regression)

Θα αναπτύξουμε την μεθοδολογία της απλής γραμμικής παλινδρόμησης (simple linear regression):

- Υποθέτουμε την ύπαρξη γραμμικής σχέσης μεταξύ της μεταβλητής την οποία θέλουμε να προβλέψουμε και μιας άλλης μεταβλητής, τις τιμές της οποίας χρησιμοποιούμε για να προβλέψουμε την πρώτη μεταβλητή. Η μεταβλητή την οποία θέλουμε να προβλέψουμε λέγεται μεταβλητή πρόβλεψης (prediction variable) και αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου. Η μεταβλητή η οποία χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής, μέσω της υπόθεσης γραμμικής σχέσης, λέγεται προβλέπουσα μεταβλητή (predictor variable) και αποτελεί την ανεξάρτητη μεταβλητή του μοντέλου.
- Έστω Y_i η πραγματική τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής και X_i η τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής την ίδια χρονική στιγμή. Συμβολίζουμε με \hat{Y}_i την εκτιμώμενη τιμή της μεταβλητής Y , η οποία και βρίσκεται υποθέτοντας ότι:

$$\hat{Y}_i = \alpha + \beta \cdot X_i$$

Η εξίσωση αυτή παριστάνει ευθεία στο ορθοκανονικό σύστημα αξόνων XY και καλείται ευθεία προσαρμογής.

α : ο σταθερός όρος της ευθείας, δηλαδή η εκτιμώμενη τιμή για $X_i = 0$

β : είναι η κλίση, δηλαδή ο συντελεστής διεύθυνσης της ευθείας

- Ορίζουμε ως σφάλμα προσαρμογής την κατακόρυφη απόκλιση της πραγματικής τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής από την εκτιμώμενη τιμή της, δηλαδή την διαφορά της εκτιμώμενης τιμής \hat{Y}_i από την μεταβλητή Y_i :

$$\varepsilon_i = Y_i - \hat{Y}_i = Y_i - (\alpha + \beta \cdot X_i)$$

- Στόχος της μεθόδου της απλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι η εύρεση των παραμέτρων α και β ώστε το άθροισμα των τετραγώνων των σφαλμάτων προσαρμογής να είναι ελάχιστο, δηλαδή :

$$\sum_{i=1}^N \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^N (Y_i - \alpha - \beta \cdot X_i)^2 = \text{ελάχιστο}$$

όπου N ο συνολικός αριθμός των παρατηρήσεων Y_i που είναι διαθέσιμος για τον καθορισμό των παραμέτρων της μεθόδου.

- Η μέθοδος αυτή ονομάζεται μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων (Least Squares Estimation). Οι παράμετροι α και β που θα ευρεθούν από την παραπάνω συνθήκη μας δίνουν την βέλτιστη ευθεία προσαρμογής και αποτελούν τις βασικές παραμέτρους της μεθόδου. Οι τιμές α και β βρίσκονται από τους τύπους:

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y}) \cdot (X_i - \bar{X})}{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$
$$\alpha = \bar{Y} - \beta \cdot \bar{X}$$

όπου $\bar{Y} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Y_i$ και $\bar{X} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N X_i$ η μέση τιμή των N τιμών των μεταβλητών X και Y.

- Η βέλτιστη ευθεία που προκύπτει ονομάζεται ευθεία παλινδρόμησης και χρησιμοποιούμε την εξίσωσή της για την πρόβλεψη των τιμών της μεταβλητής Y με ανεξάρτητη μεταβλητή την μεταβλητή X.

B2.6.7: Μέθοδοι Εκθετικής Εξομάλυνσης (Exponential Smoothing Methods)

Οι μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης (exponential smoothing methods) αποτελούν μια επέκταση των μεθόδων του μέσου όρου. Η βασική ιδέα για την παραγωγή προβλέψεων είναι η χρήση σταθμισμένου κινητού μέσου όρου, με τα βάρη να μειώνονται εκθετικά σε αύξουσα σχέση με την παλαιότητα των πραγματικών παρατηρήσεων. Συνεπώς οι μέθοδοι αυτοί δίνουν μεγαλύτερη βαρύτητα στις πιο πρόσφατες πραγματικές παρατηρήσεις. Η λέξη εξομάλυνση που συνοδεύει τον τίτλο τους ίσως είναι παραπλανητική με τον τρόπο που την έχουμε ορίσει, καθώς δεν υπολογίζουν την συνιστώσα τάσης – κύκλου της χρονοσειράς. Βέβαια ο τίτλος δικαιολογείται με την έννοια ότι έχουν στόχο την απομόνωση του προτύπου δεδομένων από τυχαίες διακυμάνσεις.

Η πλήρης ανάπτυξη των μεθόδων αυτών διαδραματίστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1950 (Holt 1957, Brown 1959, και Winters 1960). Προορίζονται κυρίως για βραχυπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα προβλέψεις και δίνουν ικανοποιητικά ποσοστά ακρίβειας εν συγκρίσει με πολυπλοκότερες μεθόδους. Τεχνικά έχουν περιορισμένες απαιτήσεις για αποθήκευση δεδομένων και διακρίνονται για την ταχύτητα υπολογισμού των προβλέψεων, εξαιτίας του μειωμένου υπολογιστικού φορτίου που απαιτούν.

Οι μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με τη γενική μορφή της τάσης της γραφικής παράστασης της χρονοσειράς. Οι κατηγορίες είναι:

- Μοντέλο Σταθερού Επιπέδου
- Μοντέλο Γραμμικής Τάσης
- Μοντέλο Εκθετικής Τάσης
- Μοντέλο Φθίνουσας Τάσης

Θα αναλύσουμε κάθε μια μέθοδο εκθετικής εξομάλυνσης την οποία αξιοποιήσαμε στην υλοποίηση της εφαρμογής.

B2.6.7.1: Απλή Εκθετική Εξομάλυνση (Simple Exponential Smoothing Method or SES Method)

Η απλή εκθετική εξομάλυνση (single exponential smoothing) προϋποθέτει μοντέλο σταθερού επιπέδου τάσης, δηλαδή την απουσία ανοδικής ή καθοδικής τάσης στα ιστορικά δεδομένα. Επίσης είναι κατάλληλη μόνο για χρονοσειρές δεδομένων οι οποίες πέρα από την απουσία τάσης, δεν εμφανίζουν το πρότυπο της εποχιακότητας. Γενικά χρησιμοποιείται για πρόβλεψη ενός βήματος και για χρονοσειρές με έντονη την παρουσία του προτύπου της τυχαιότητας.

Εξισώσεις Μεθόδου Απλής Εκθετικής Εξομάλυνσης

Συμβολίζουμε με Y_t : την πραγματική τιμή της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα t

F_t : την τιμή πρόβλεψης της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα t

e_t : το σφάλμα πρόβλεψης

α : την παράμετρο εξομάλυνσης

F_1 : η πρόβλεψη της πρώτης πραγματικής τιμής Y_1

- Για πρόβλεψη ενός βήματος μπροστά:

Μορφή 1

$$F_{t+1} = \sum_{j=0}^{t-1} \alpha \cdot (1 - \alpha)^j \cdot Y_{t-j} + (1 - \alpha)^t \cdot F_1$$

με $0 \leq \alpha \leq 1$ και F_1 γνωστό

Μορφή 2

$$F_{t+1} = \alpha \cdot Y_t + (1 - \alpha) \cdot F_t$$

με $0 \leq \alpha \leq 1$ και F_1 γνωστό

Μορφή 3

$$F_{t+1} = F_t + \alpha \cdot e_t$$

$$e_t = Y_t - F_t$$

με $0 \leq \alpha \leq 1$ και F_1 γνωστό

- Για πρόβλεψη γενικά h βημάτων μπροστά:

Ισχύουν οι ίδιες εξισώσεις του ενός βήματος, με τις τρεις παραπάνω μορφές. Απουσία τάσης και εποχιακότητας είναι λογικό το συγκεκριμένο μοντέλο πρόβλεψης να δέχεται ότι:

$$F_{t+h} = F_{t+1}$$

Παρατηρήσεις – Μεθοδολογίες Εφαρμογής της Μεθόδου SES

A. Παράμετρος Εξομάλυνσης α :

Η παράμετρος εξομάλυνσης α ανήκει στο διάστημα $[0,1]$ των πραγματικών αριθμών. Καθορίζει τα βάρη τα οποία αποδίδονται στις παρελθούσες πραγματικές τιμές της μεταβλητής για τον υπολογισμό της πρόβλεψης της επόμενης ή των επόμενων τιμών, και συγκεκριμένα η τιμή του α είναι ανάλογη του ρυθμού μείωσης των βαρών, τα οποία μειώνονται εκθετικά.

- Αν το α είναι μικρό και πλησιάζει την τιμή 0, τότε το βάρος των απομακρυσμένων στο παρελθόν πραγματικών τιμών αυξάνεται και μειώνεται το βάρος των πιο πρόσφατων πραγματικών τιμών. Επιλέγουμε μικρή τιμή της παραμέτρου α για χρονοσειρές με έντονο θόρυβο και τυχαιότητα ή χρονοσειρές με σχετικά σταθερό μέσο όρο.
- Αν το α είναι μεγάλο και πλησιάζει την τιμή 1, τότε το βάρος των των απομακρυσμένων στο παρελθόν πραγματικών τιμών μειώνεται και αυξάνεται το βάρος των πιο πρόσφατων πραγματικών τιμών. Επιλέγουμε μεγάλη τιμή της παραμέτρου α για χρονοσειρές με λίγο θόρυβο και τυχαιότητα ή για χρονοσειρές με μεταβαλλόμενο μέσο όρο.
- Αν το $\alpha=0$, τότε η πρόβλεψη όλων των βημάτων παραμένει σταθερή και ίση με την πρόβλεψη του πρώτου βήματος.
- Αν το $\alpha=1$, τότε η απλή εκθετική εξομάλυνση ταυτίζεται με την απλοϊκή μέθοδο (naive method).

Η βέλτιστη επιλογή της παραμέτρου εξομάλυνσης α προέρχεται από τον αλγόριθμο τον οποίο επιθυμεί να υιοθετήσει ο μελετητής:

- Υιοθέτηση του κριτηρίου της ελαχιστοποίησης ενός μέτρου αξιοπιστίας των προβλέψεων, όπως είναι το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (mean square error or MSE), το μέσο απόλυτο σχετικό σφάλμα (mean absolute percentage error or MAPE) όπως υιοθετήσαμε στην παρούσα εργασία ή οποιοδήποτε άλλο δείκτη αξιοπιστίας επιθυμεί.
- Υποκειμενική επιλογή της παραμέτρου α , βασισμένη στην συσσωρευμένη κρίση και εμπειρία του.
- Χρήση ενός μη γραμμικού αλγορίθμου βελτιστοποίησης.

Η πρώτη περίπτωση είναι σαφώς προτιμητέα και το μοναδικό της μειονέκτημα είναι ο μεγάλος χρόνος υπολογισμού σε περιπτώσεις μεγάλου όγκου ιστορικών δεδομένων

B. Επιλογή της τιμής F_1 , δηλαδή του αρχικού επιπέδου:

Η επιλογή της τιμής F_1 είναι καθοριστική για την εφαρμογή του μοντέλου, καθώς διαδραματίζει υπολογιστικά σπουδαίο ρόλο στις προβλέψεις και επηρεάζει την τιμή τους, παρόλο που το βάρος του για μεγάλες τιμές του χρονικού βήματος t είναι μικρό. Ιδιαίτερος στις περιπτώσεις χρονοσειρών με μικρό αριθμό ιστορικών δεδομένων και για επιλογή μικρής τιμής της παραμέτρου εξομάλυνσης α , η τιμή F_1 είναι καθοριστική για το μοντέλο. Οι βασικές μεθοδολογίες για τον καθορισμό του αρχικού επιπέδου F_1 είναι:

- Να θεωρήσουμε ότι $F_1 = Y_1$, δηλαδή να πάρουμε ως αρχικό επίπεδο την πραγματική τιμή της πρώτης παρατήρησης.
- Να θεωρήσουμε τον μέσο όρο μερικών από τις πρώτες πραγματικές παρατηρήσεις ή ακόμα και όλων των παρατηρήσεων ως τιμή αρχικού επιπέδου.
- Να θεωρήσουμε ότι $F_1 = a$, όπου a η τιμή του σταθερού επιπέδου της απλής γραμμικής παλινδρόμησης.

Στην παρούσα εργασία θεωρήσαμε ως αρχικό επίπεδο την πραγματική τιμή της πρώτης παρατήρησης.

B2.6.7.2: Εκθετική Εξομάλυνση Γραμμικής Τάσης (Holt's Linear Trend Method)

Η εκθετική εξομάλυνση γραμμικής τάσης (Holt, 1957) προϋποθέτει μοντέλο γραμμικής τάσης, δηλαδή την παρουσία τάσης και μάλιστα γραμμικής στα ιστορικά δεδομένα. Η μέθοδος απλής εκθετικής εξομάλυνσης επεκτείνεται λαμβάνοντας υπ' όψιν πέρα από την έννοια του επιπέδου των τιμών της χρονοσειράς και την έννοια της τάσης. Θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε το μοντέλο αυτό ως μια επαναλαμβανόμενη απλή γραμμική παλινδρόμηση, όπου το αρχικό σημείο και η κλίση επαναυπολογίζονται σε κάθε χρονική περίοδο δίνοντας μεγαλύτερη βαρύτητα στα πιο πρόσφατα δεδομένα.

Εξισώσεις Μεθόδου Εκθετικής Εξομάλυνσης Γραμμικής Τάσης

Συμβολίζουμε με Y_t : την πραγματική τιμή της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα t

F_t : την τιμή πρόβλεψης της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα t

m : αριθμός μελλοντικών βημάτων (φυσικός αριθμός)

S_t : το επίπεδο της χρονοσειράς στο τέλος του χρονικού βήματος t

T_t : η υπάρχουσα τάση της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα t

e_t : το σφάλμα πρόβλεψης

α : την παράμετρο εξομάλυνσης επιπέδου

β : παράμετρος εξομάλυνσης τάσης

S_1 : το αρχικό επίπεδο της χρονοσειράς

T_1 : η αρχική τάση της χρονοσειράς

$$e_t = Y_t - F_t$$

$$S_t = S_{t-1} + T_{t-1} + \alpha \cdot e_t$$

$$T_t = T_{t-1} + \beta \cdot e_t$$

$$F_{t+m} = S_t + m \cdot T_t$$

με $0 \leq \alpha \leq 1$ και $0 \leq \beta \leq 1$ και S_1, T_1 γνωστά

Παρατηρήσεις – Μεθοδολογίες Εφαρμογής της Μεθόδου Holt

A. Παράμετρος εξομάλυνσης επιπέδου α και παράμετρος εξομάλυνσης τάσης β :

Οι παράμετροι εξομάλυνσης α και β ανήκουν στο διάστημα $[0,1]$ των πραγματικών αριθμών και διαδραματίζουν σπουδαίο υπολογιστικό ρόλο για την μέθοδο εκθετικής εξομάλυνσης γραμμικής τάσης, καθώς καθορίζουν τα βάρη τα οποία αποδίδονται στις παρελθούσες τιμές του επιπέδου και της υπάρχουσας τάσης της χρονοσειράς. Η βέλτιστη επιλογή των παραμέτρων αυτών προέρχεται από τον αλγόριθμο τον οποίο επιθυμεί να υιοθετήσει ο μελετητής:

- Υιοθέτηση του κριτηρίου της ελαχιστοποίησης ενός μέτρου αξιοπιστίας των προβλέψεων, όπως είναι το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (mean square error or MSE), το μέσο απόλυτο σχετικό σφάλμα (mean absolute percentage error or MAPE) όπως υιοθετήσαμε στην παρούσα εργασία ή οποιοδήποτε άλλο δείκτη αξιοπιστίας επιθυμεί.
- Υποκειμενική επιλογή των παραμέτρων α και β , βασισμένη στην συσσωρευμένη κρίση και εμπειρία του.

Η πρώτη περίπτωση είναι σαφώς προτιμητέα και το μοναδικό της μειονέκτημα είναι ο μεγάλος χρόνος υπολογισμού σε περιπτώσεις μεγάλου όγκου ιστορικών δεδομένων.

B. Επιλογή αρχικού επιπέδου S_1 και αρχικής τάσης T_1 :

Η αρχικοποίηση του μοντέλου εκθετικής εξομάλυνσης σταθερής τάσης είναι εξαιρετικά σημαντική και απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή από την πλευρά του μελετητή.

Οι βασικές μεθοδολογίες για τον καθορισμό του αρχικού επιπέδου S_1 είναι:

- Να θεωρήσουμε ότι $S_1 = Y_1$, δηλαδή να πάρουμε ως αρχικό επίπεδο την πραγματική τιμή της πρώτης παρατήρησης
- Να θεωρήσουμε τον μέσο όρο μερικών από τις πρώτες πραγματικές παρατηρήσεις ή ακόμα και όλων των παρατηρήσεων ως τιμή αρχικού επιπέδου
- Να θεωρήσουμε ότι $S_1 = a$, όπου a η τιμή του σταθερού επιπέδου της απλής γραμμικής παλινδρόμησης

Στην παρούσα εργασία θεωρήσαμε ως αρχικό επίπεδο την πραγματική τιμή της πρώτης παρατήρησης.

Οι βασικές μεθοδολογίες για τον καθορισμό του αρχικού επιπέδου S_1 είναι:

- Να θεωρήσουμε ότι $T_1 = Y_2 - Y_1$, δηλαδή η διαφορά της πρώτης από την δευτέρα παρατήρηση.

- ο Να θεωρήσουμε ότι $T_1 = (Y_v - Y_1) / (v-1)$, δηλαδή ίση με το πηλίκο της διαφοράς της πρώτης από την νιοστή παρατήρηση με τον αριθμό $v-1$.
- ο Να θεωρήσουμε ότι $T_1 = b$, όπου b η τιμή της κλίσης της απλής γραμμικής παλινδρόμησης

Στην παρούσα εργασία θεωρήσαμε ως αρχικό επίπεδο την τιμή την διαφορά της πρώτης από την δεύτερη παρατήρηση.

B2.6.7.3: Εκθετική Εξομάλυνση Μη Γραμμικής Τάσης (Damped Trend Methods)

Το μοντέλο της εκθετικής εξομάλυνσης μη γραμμικής τάσης (Gardner and McKenzie, 1985) αποτελεί επέκταση του μοντέλου εκθετικής εξομάλυνσης γραμμικής τάσης, με σκοπό την προσαρμογή του σε μη γραμμικές τάσεις. Η μέθοδος αυτή βελτιώνει τα μοντέλα εκθετικής τάσης τα οποία τείνουν να γίνονται υπεραισιόδοξα για σχετικά μακροπρόθεσμες προβλέψεις. Στο μοντέλο αυτό η τάση αποσβένεται ή καλύτερα διορθώνεται σε μια οριζόντια γραμμή, μέσω μιας παραμέτρου που την καλούμε φ (damping factor). Το μοντέλο αυτό πλεονεκτεί έναντι των υπολοίπων στην παραγωγή μακροπρόθεσμων προβλέψεων.

Εξισώσεις Μεθόδου Εκθετικής Εξομάλυνσης Μη Γραμμικής Τάσης

Συμβολίζουμε με Y_t : την πραγματική τιμή της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα t

F_t : την τιμή πρόβλεψης της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα t

m : τον αριθμό μελλοντικών βημάτων (φυσικός αριθμός)

S_t : το επίπεδο της χρονοσειράς στο τέλος του χρονικού βήματος t

T_t : την υπάρχουσα τάση της χρονοσειράς στο χρονικό βήμα t

e_t : το σφάλμα πρόβλεψης

α : την παράμετρο εξομάλυνσης επιπέδου

β : την παράμετρο εξομάλυνσης τάσης

S_1 : το αρχικό επίπεδο της χρονοσειράς

T_1 : την αρχική τάση της χρονοσειράς

φ : την παράμετρο απόσβεσης ή διόρθωσης της τάσης (damping factor)

$$e_t = Y_t - F_t$$

$$S_t = S_{t-1} + \varphi \cdot T_{t-1} + \alpha \cdot e_t$$

$$T_t = \varphi \cdot T_{t-1} + \beta \cdot e_t$$

$$F_{t+m} = S_t + \sum_{i=1}^m \varphi^i \cdot T_t$$

με $0 \leq \alpha \leq 1$ και $0 \leq \beta \leq 1$ και S_1, T_1 γνωστά και $\varphi \in \mathbb{R}^+$

Παρατηρήσεις – Μεθοδολογίες Εφαρμογής της Μεθόδου Holt

A. Παράμετρος εξομάλυνσης επιπέδου α , παράμετρος εξομάλυνσης τάσης β και παράμετρος απόσβεσης ή διόρθωσης ϕ :

Οι παράμετροι εξομάλυνσης α και β ανήκουν στο διάστημα $[0,1]$ των πραγματικών αριθμών και η παράμετρος ϕ μπορεί να πάρει οποιαδήποτε θετική πραγματική τιμή πραγματική τιμή. Οι τρεις αυτοί παράμετροι διαδραματίζουν σπουδαίο υπολογιστικό ρόλο για την μέθοδο εκθετικής εξομάλυνσης μη γραμμικής τάσης. Η βέλτιστη επιλογή των παραμέτρων αυτών προέρχεται από τον αλγόριθμο που επιθυμεί να υιοθετήσει ο μελετητής:

- Υιοθέτηση του κριτηρίου της ελαχιστοποίησης ενός μέτρου αξιοπιστίας των προβλέψεων, όπως είναι το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (mean square error or MSE), το μέσο απόλυτο σχετικό σφάλμα (mean absolute percentage error or MAPE) όπως υιοθετήσαμε στην παρούσα εργασία ή οποιοδήποτε άλλο δείκτη αξιοπιστίας επιθυμεί. Στην βιβλιογραφία επικρατέστερο κριτήριο είναι αυτό της ελαχιστοποίησης του μέσου τετραγωνικού σφάλματος.
- Υποκειμενική επιλογή των παραμέτρων α , β και ϕ , βασισμένη στην συσσωρευμένη κρίση και εμπειρία του.

Η πρώτη περίπτωση είναι σαφώς προτιμητέα και το μοναδικό της μειονέκτημα είναι ο μεγάλος χρόνος υπολογισμού σε περιπτώσεις μεγάλου όγκου ιστορικών δεδομένων.

B. Παρατηρήσεις για την τιμή της παραμέτρου απόσβεσης ϕ (damping factor):

Το μοντέλο μη γραμμικής τάσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα αυτόματο μοντέλο πρόβλεψης για κάθε μη εποχιακή χρονοσειρά, ανάλογα με τον damping factor που θα επιλέξουμε. Για κάθε τιμή της παραμέτρου διόρθωσης της τάσης ϕ έχουμε αντίστοιχη σε ένα από τα παρακάτω μοντέλα εξομάλυνσης:

- Αν $\phi=0$, τότε έχουμε το μοντέλο απλής εκθετικής εξομάλυνσης.
- Αν $\phi=1$, τότε έχουμε το μοντέλο εκθετικής εξομάλυνσης γραμμικής τάσης.
- Αν $\phi<1$, τότε έχουμε μοντέλο φθίνουσας τάσης.
- Αν $\phi>1$, τότε έχουμε μοντέλο εκθετικής τάσης.

Γ. Επιλογή αρχικού επιπέδου S_1 και αρχικής τάσης T_1 :

Η αρχικοποίηση του μοντέλου εκθετικής εξομάλυνσης σταθερής τάσης είναι εξαιρετικά σημαντική και απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή από την πλευρά του μελετητή.

Οι βασικές μεθοδολογίες για τον καθορισμό του αρχικού επιπέδου S_1 είναι:

- Να θεωρήσουμε ότι $S_1 = Y_1$, δηλαδή να πάρουμε ως αρχικό επίπεδο την πραγματική τιμή της πρώτης παρατήρησης.
- Να θεωρήσουμε τον μέσο όρο μερικών από τις πρώτες πραγματικές παρατηρήσεις ή ακόμα και όλων των παρατηρήσεων ως τιμή αρχικού επιπέδου.
- Να θεωρήσουμε ότι $S_1 = a$, όπου a η τιμή του σταθερού επιπέδου της απλής γραμμικής παλινδρόμησης.

Στην παρούσα εργασία θεωρήσαμε ως αρχικό επίπεδο την πραγματική τιμή της πρώτης παρατήρησης.

Οι βασικές μεθοδολογίες για τον καθορισμό του αρχικού επιπέδου S_1 είναι:

- Να θεωρήσουμε ότι $T_1 = Y_2 - Y_1$, δηλαδή η διαφορά της πρώτης από την δεύτερη παρατήρηση.
- Να θεωρήσουμε ότι $T_1 = (Y_n - Y_1) / (n-1)$, δηλαδή ίση με το ηλίκο της διαφοράς της πρώτης από την νιοστή παρατήρηση με τον αριθμό $n-1$.
- Να θεωρήσουμε ότι $T_1 = b$, όπου b η τιμή της κλίσης της απλής γραμμικής παλινδρόμησης

Στην παρούσα εργασία θεωρήσαμε ως αρχικό επίπεδο την τιμή την διαφορά της πρώτης από την δεύτερη παρατήρηση.

B2.6.8: Μέθοδος Θ (Theta Method)

Η μέθοδος Θ (Assimakopoulos και Nikolopoulos, 2000; Νικολόπουλος, 2002) αναπτύχθηκε από δύο μέλη της Μονάδας Προβλέψεων και Στρατηγικής το 2000. Στόχος ενός επιτυχημένου μοντέλου πρόβλεψης είναι η μέγιστη δυνατή αξιοποίηση των κρυμμένων πληροφοριών εντός των ιστορικών δεδομένων. Η επιτυχία της μεθόδου αυτής έγκειται στο γεγονός ότι βρήκε ένα τρόπο αξιοποίησης των πληροφοριών αυτών στηριζόμενη στην μεγέθυνση ή σμίκρυνση των διακυμάνσεων της χρονοσειράς. Η μέθοδος παρήγαγε πολύ καλά αποτελέσματα, με μικρά σφάλματα προβλεπτικής ακρίβειας, ιδιαίτερα για τις μηνιαίες χρονοσειρές και τα μικροοικονομικά δεδομένα.

Αποτελεί ουσιαστικά μια μονοδιάστατη μέθοδος πρόβλεψης, η οποία βασίζεται στην μεταβολή των τοπικών καμπυλοτήτων μιας χρονοσειράς μέσω της παραμέτρου θ (Theta), εφαρμοζόμενη πολλαπλασιαστικά στις διαφορές δεύτερης τάξης των δεδομένων. Η καινούργια χρονοσειρά η οποία δημιουργείται διατηρεί την μέση τιμή και κλίση της αρχικής χρονοσειράς, αλλά όχι και τις τοπικές καμπυλότητες της. Οι χρονοσειρές οι οποίες παράγονται με αυτή την διαδικασία ονομάζονται γραμμές Θ (Theta Lines). Βασικό ποιοτικό χαρακτηριστικό αυτών των γραμμών είναι η καλύτερη προσέγγιση της μακροπρόθεσμης

συμπεριφοράς των δεδομένων ή η ανάδειξη των βραχυπρόθεσμων χαρακτηριστικών, ανάλογα με την τιμή της παραμέτρου θ (μικρότερη ή μεγαλύτερη της μονάδας αντίστοιχα).

Η μέθοδος αρχικά ελέγχει την ύπαρξη εποχιακότητας και αν υφίσταται τέτοια, αποεποχικοποιεί τις χρονοσειρές. Στην συνέχεια αποσυνθέτει την αρχική χρονοσειρά σε δύο ή περισσότερες γραμμές Theta. Η κάθε γραμμή Theta προεκτείνεται στο μέλλον ξεχωριστά, με την ίδια ή με διαφορετικές μεθόδους πρόβλεψης και οι παραγόμενες προβλέψεις συνδυάζονται για να προκύψει η τελική πρόβλεψη. Ο απλός συνδυασμός δύο γραμμών Theta, για $\theta=0$ (ευθεία γραμμή) και για $\theta=2$ (διπλασιασμός των τοπικών καμπυλοτήτων) χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή προβλέψεων για τις 3003 χρονοσειρές του διεθνούς διαγωνισμού προβλέψεων M3 και παρήγαγε πολύ καλά αποτελέσματα, με μικρά σφάλματα προβλεπτικής ακρίβειας.

Μεθοδολογία Μεθόδου Θ

Βήμα 1: Έλεγχος Εποχιακότητας: η χρονοσειρά ελέγχεται για την ύπαρξη εποχιακού προτύπου.

Βήμα 2: Αποεποχικοποίηση της χρονοσειράς.

Αν η χρονοσειρά αποδειχτεί από το βήμα 1 ότι παρουσιάζει έντονα το πρότυπο της εποχιακότητας, τότε αποεποχικοποιείται ακολουθώντας την κλασική μέθοδο της αποσύνθεσης.

Βήμα 3: Αποσύνθεση της χρονοσειράς.

Η μέθοδος Θ είναι βασισμένη σε μια διαφορετική προσέγγιση της αποσύνθεσης. Ο διαχωρισμός των αποεποχικοποιημένων δεδομένων γίνεται σε συνιστώσες (γραμμές Theta) μακροπρόθεσμης και βραχυπρόθεσμης τάσης. Κάθε χρονοσειρά αποσυντίθεται σε δύο γραμμές Theta:

- η πρώτη γραμμή Theta με παράμετρο $\theta = 0$ που είναι ουσιαστικά η ευθεία γραμμικής παλινδρόμησης:

$$\text{Theta Line}(0) = Y_t^{\theta=0} = \text{LRL}$$

με LRL: η βέλτιστη ευθεία γραμμικής παλινδρόμησης

- η δεύτερη γραμμή Theta με παράμετρο $\theta = 2$:

α τρόπος: Τρόπος Κλασσικού Μοντέλου Θ

$$\text{Theta Line}(2) = Y_t^{\theta=2} = 2 \cdot Y_t - \text{LRL}$$

β τρόπος: Τρόπος Νικολόπουλου

$$\text{Theta Line}(2) = Y_t^{\theta=2} = \text{LRL}_t + 2 \cdot e_t$$

$$\text{με } e_t = Y_t - \text{LRL}_t$$

γ τρόπος: Hyndman και Billah 2003

$$\text{Theta Line}(2) = Y_t^{\theta=2} = 2 \cdot Y_t + a_2 + b_2 \cdot (t - 1)$$

Βήμα 4: Πρόβλεψη Γραμμών Theta.

Η γραμμή Theta με παράμετρο $\theta = 0$ προεκτείνεται όπως είναι φυσικό με την μεθοδολογία της απλής γραμμικής παλινδρόμησης (LRL), ενώ η δεύτερη γραμμή με παράμετρο $\theta=2$ προεκτείνεται μέσω της απλής εκθετικής εξομάλυνσης (SES).

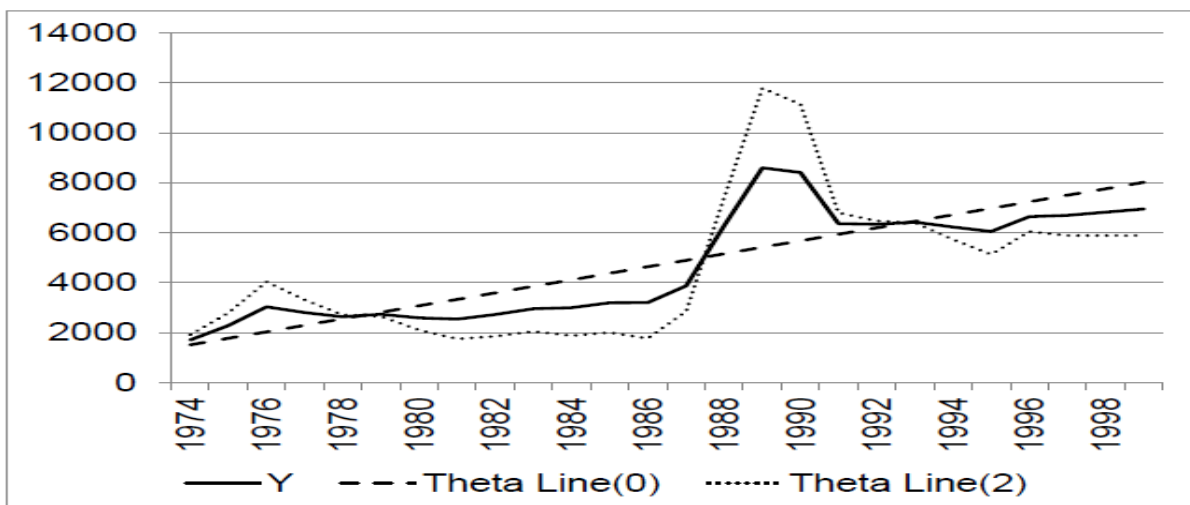
- Η προέκταση της γραμμής Theta με παράμετρο $\theta=0$ εκφράζει την μακροπρόθεσμη τάση της χρονοσειράς,
- Η προέκταση της γραμμής Theta με παράμετρο $\theta=2$ εκφράζει την βραχυπρόθεσμη συμπεριφορά της χρονοσειράς.

Βήμα 5: Συνδυασμός Προβλέψεων Γραμμών Theta.

Οι παραγόμενες προβλέψεις των δύο γραμμών Theta συνδυάζονται με ίσα βάρη.

Βήμα 6: Επαναεποχικοποίηση.

Οι τελικές προβλέψεις εποχικοποιούνται χρησιμοποιώντας τους δείκτες εποχιακότητας οι οποίοι υπολογίστηκαν με την μέθοδο αποεποχικοποίησης της κλασσικής μεθόδου αποσύνθεσης του βήματος 2.



Εικόνα B2.6.8.1: Το μοντέλο Θ

B2.6.9: Μέθοδος Αποσύνθεσης STL (STL: Seasonal Trend Loess)

Η μέθοδος αποσύνθεσης STL (Cleveland, 1990) αποτελεί μια ευέλικτη και δυναμική μέθοδο αποσύνθεσης. Η ονομασία της STL είναι ακρωνύμιο των λέξεων Seasonal (Εποχιακή), Trend (Τάση) και Loess (Local Linear Smoothing – Τοπική Γραμμική Εξομάλυνση). Αποτελεί λοιπόν μια μέθοδο αποσύνθεσης της εποχιακότητας και της τάσης βασισμένη σε μεθόδους μη γραμμικών σχέσεων. Ουσιαστικά η μέθοδος STL συνίσταται από μια ακολουθία εφαρμογής της εξομάλυνσης μέσω της μεθόδου Loess (Cleveland and Devlin, 1988; Cleveland, Devlin, and Grosse, 1988). Η μέθοδος εξομάλυνσης αυτή ενδείκνυται σε περιπτώσεις εμφάνισης ακραίων τιμών στα δεδομένα, δηλαδή πολύ μεγαλύτερης ή πολύ μικρότερης τάξης μεγέθους εν συγκρίσει με τα υπόλοιπα. Ως εκ τούτου η μέθοδος αποσύνθεσης STL καθίσταται ως η πλέον κατάλληλη για δεδομένα που περιέχουν ακραίες τιμές. Φυσικά όπως και κάθε μέθοδος αποσύνθεσης, έτσι και η μέθοδος STL χρησιμοποιείται και ως μέθοδος πρόβλεψης, όπως άλλωστε την χρησιμοποιούμε και στην παρούσα εργασία.

Τα πλεονεκτήματά της επικεντρώνονται στα εξής:

- Είναι η καταλληλότερη μέθοδος αποσύνθεσης για χρονοσειρές δεδομένων με όλα τα μήκη εποχιακότητας, αλλά κυρίως για μηνιαία και τριμηνιαία δεδομένα.
- Είναι η καταλληλότερη μέθοδος αποσύνθεσης για χρονοσειρές δεδομένων οι οποίες εμφανίζουν ακραίες τιμές.
- Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις χρονοσειρών στις οποίες παρουσιάζονται κενές τιμές, γεγονός που άλλες μέθοδοι αποσύνθεσης δεν μπορούν εύκολα να διαχειριστούν.

Μεθοδολογία Μεθόδου Αποσύνθεσης STL

Η μέθοδος υλοποιεί δύο αναδρομικές διαδικασίες, την μια εμφωλευμένη στην άλλη. Σε κάθε επανάληψη του εσωτερικού βρόχου οι συνιστώσες της τάσης – κύκλου και της εποχιακότητας επαναυπολογίζονται. Σε κάθε επανάληψη του εξωτερικού βρόχου υλοποιούνται μια ή δυο επαναλήψεις του εσωτερικού βρόχου ακολουθούμενες από αναγνώριση τυχόν ακραίων τιμών της χρονοσειράς. Στις επόμενες επαναλήψεις του εσωτερικού βρόχου οι ακραίες τιμές που ευρέθησαν συμμετέχουν με μικρότερο βάρος. Συνήθως υλοποιούνται συνολικά 10 με 20 επαναλήψεις του εξωτερικού βρόχου και κατ'επέκταση 10 με 40 επαναλήψεις του εσωτερικού βρόχου.

Μέθοδος Loess

Η μέθοδος Loess υλοποιεί τοπικά γραμμική εξομάλυνση, παρέχοντας όμως προστασία έναντι ακραίων πραγματικών τιμών:

Βήμα 1: Υλοποιούμε αρχικά την μέθοδο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης

Βήμα 2: Υπολογίζουμε τα σφάλματα: $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

Βήμα 3: Έπειτα αποδίδουμε βάρη a_j στις πραγματικές τιμές της μεταβλητής ανάλογα με το μέγεθος του σφάλματος. Σε τιμές με μεγαλύτερο σφάλμα αποδίδουμε μικρότερα βάρη. Στην συνέχεια επαναλαμβάνουμε την μέθοδο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης.

Βήμα 4: Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να βρούμε την ευθεία προσαρμογής η οποία να παράγει πολύ μικρά ή σχεδόν μηδενικά σφάλματα.

Επανάληψη Εσωτερικού Βρόχου

Θα πρέπει την πρώτη φορά που θα εκτελεστεί ο εσωτερικός βρόχος να θέσουμε μια αρχική εκτίμηση για την συνιστώσα τάσης – κύκλου. Συνήθως υποθέτουμε την μη ύπαρξη τάσης και θέτουμε την συνιστώσα αυτή ίση με το μηδέν. Η εκτίμηση αυτή μπορεί να μοιάζει πρόχειρη και λανθασμένη, αλλά έχει μικρή σημασία καθώς μετά την πρώτη επανάληψη η τιμή θα ανανεωθεί σε πιο λογικά πλαίσια.

Θα περιγράψουμε τα βήματα του εσωτερικού βρόχου της μεθόδου αποσύνθεσης STL, τα οποία υλοποιούνται σε κάθε επανάληψη. Υποθέτουμε για τις ανάγκες της παρουσίασης ότι έχουμε μηνιαίες χρονοσειρές δεδομένων:

Βήμα 1: Δημιουργία χρονοσειράς απαλλαγμένης από την συνιστώσα τάσης κύκλου, αφαιρώντας την συνιστώσα τάσης – κύκλου από τις πραγματικές τιμές της χρονοσειράς.

$$Y_t - T_t = S_t + R_t$$

Βήμα 2: Τα χωρίς τάση και κύκλο δεδομένα από ένα μήνα του χρόνου συγκεντρώνονται και δημιουργούν 12 υποχρονοσειρές, μία για κάθε μήνα του χρόνου. Αυτές οι 12 χρονοσειρές εξομαλύνονται με την μέθοδο Loess και στην συνέχεια διασπώνται και αναδιατάσσονται ώστε να σχηματίσουν την συνιστώσα εποχιακότητας της αρχικής χρονοσειράς. Μέσω της μεθόδου εξομάλυνσης Loess εκτιμούμε επίσης την συνιστώσα εποχιακότητας μερικούς μήνες πριν και μετά τα παρατηρηθέντα δεδομένα.

Βήμα 3: Εφαρμόζουμε έναν τριπλό $3 \times 12 \times 12$ κινητό μέσο όρο στην αρχική συνιστώσα εποχιακότητας η οποία εκτιμήθηκε στο βήμα 2. Στην συνέχεια το προηγούμενο αποτέλεσμα εξομαλύνεται με την μέθοδο Loess με τον εξομαλυντή της μεθόδου (Loess Smoother) να έχει μήκος 13, δηλαδή μεγαλύτερο κατά ένα του μήκους εποχιακότητας. Η απώλεια των αρχικών και τελικών τιμών εξαιτίας του κινητού μέσου όρου έχει προβλεφθεί στο βήμα 2, και οι τιμές αυτές υπολογίζονται από τον κινητό μέσο όρο χρησιμοποιώντας τις τιμές από την εκτίμηση

της συνιστώσας εποχιακότητας, την οποία υλοποιήσαμε μέσω της Loess για τα βήματα πριν και μετά τα παρατηρηθέντα δεδομένα.

Το βήμα αυτό έχει σκοπό να αφαιρέσει την όποια εναπομείνασα συνιστώσα τάσης – κύκλου την οποία έχουν τα δεδομένα του βήματος 2. Αν δεν υπάρχει τέτοια συνιστώσα, τότε το αποτέλεσμα της εξομάλυνσης στο βήμα αυτό θα δώσει σχεδόν μηδενικές τιμές.

Βήμα 4: Η τελική συνιστώσα εποχιακότητας υπολογίζεται από την διαφορά της συνιστώσας εποχιακότητας του βήματος 3 από την συνιστώσα εποχιακότητας του βήματος 2:

$$S_{t,τελικό} = S_{t,βήμα 2} - S_{t,βήμα 3}$$

Βήμα 5: Παράγουμε την αποεποχικοποιημένη χρονοσειρά αφαιρώντας την συνιστώσα εποχιακότητας από τα πραγματικά δεδομένα:

$$D_t = Y_t - S_t$$

Βήμα 6: Εξομαλύνουμε την αποεποχικοποιημένη χρονοσειρά χρησιμοποιώντας την μέθοδο Loess και παίρνουμε κατ' αυτόν τον τρόπο μια νέα εκτίμηση της συνιστώσας τάσης - κύκλου T_t . Η επόμενη επανάληψη του εσωτερικού βρόχου γίνεται με αρχική εκτίμηση της τάσης την τελευταία την οποία υπολογίσαμε στο βήμα 6 της προηγούμενης επανάληψης, δηλαδή δεν θεωρούμε εκ νέου μηδενική αρχική εκτίμηση.

Επανάληψη Εξωτερικού Βρόχου

Ο εξωτερικός βρόχος υλοποιεί μια ή δύο επαναλήψεις του εσωτερικού βρόχου. Οι εκτιμήσεις της συνιστώσας εποχιακότητας και της συνιστώσας τάσης – κύκλου του εσωτερικού βρόχου αξιοποιούνται για τον υπολογισμό της συνιστώσας της τυχαιότητας:

$$R_t = Y_t - S_t - T_t$$

Μεγάλες τιμές της συνιστώσας τυχαιότητας συνιστούν ακραία τιμή στα δεδομένα της χρονοσειράς. Αυτές οι τιμές αναγνωρίζονται και αποδίδονται βάρη σε αυτές για την μείωση της επίδρασής τους, μειώνοντάς τες αν είναι πολύ μεγάλες ή αυξάνοντάς τες αν είναι πολύ μικρές. Έπειτα οι επαναλήψεις του εσωτερικού βρόχου γίνονται με τις διορθωμένες τιμές.

Τελική Πρόβλεψη

Όπως τονίσαμε υλοποιούνται 10 με 20 επαναλήψεις του εξωτερικού βρόχου και υπολογίζουμε την συνιστώσα τάσης κύκλου και την συνιστώσα εποχιακότητας. Οι συνιστώσες αυτές προεκτείνονται στο μέλλον και με βάση αυτές παράγουμε την πρόβλεψη.

$$F_i = S_i + T_i$$

Οι μέθοδοι αποσύνθεσης χρησιμοποιούνται κυρίως ως εργαλείο κατανόησης των βασικών προτύπων της χρονοσειράς, παρά ως μέθοδοι προβλέψεων. Ωστόσο η χρήση τους ως μέθοδος πρόβλεψης δεν είναι απαγορευτική.

B2.6.10: Αυτοπαλινδρομικές Μέθοδοι Κινητού Μέσου Όρου (Autoregressive Integrated Moving Average or ARIMA models)

Τα ολοκληρωμένα αυτοπαλινδρομικά μοντέλα κινητού μέσου όρου (AutoRegressive-Integrated-Moving Average) είναι στοχαστικά μαθηματικά μοντέλα με τα οποία προσπαθούμε να περιγράψουμε τη διαχρονική εξέλιξη κάποιου φυσικού ή τεχνητού μεγέθους μιας χρονοσειράς. Δεδομένου ότι για την πλειοψηφία των φυσικών μεγεθών είναι αδύνατη η πλήρης γνώση και καταγραφή όλων των παραγόντων που επηρεάζουν την εξέλιξη τους στο χρόνο, είναι πολύ δύσκολη η διαχρονική περιγραφή του μεγέθους από ένα ντετερμινιστικό μοντέλο. Από την άλλη μεριά, η εξάρτηση τέτοιων μεγεθών από μη ντετερμινιστικούς παράγοντες, όπως ο καιρός, τα τυχαία γεγονότα, καθιστά δυνατή την περιγραφή της διαχρονικής τους εξέλιξης από ένα στοχαστικό μοντέλο, με το οποίο μπορεί να υπολογιστεί η πιθανότητα με την οποία η τιμή του μεγέθους βρίσκεται σε κάποιο διάστημα. Τα στοχαστικά μοντέλα περιέχουν τον τυχαίο παράγοντα (τυχαίο σφάλμα ή σφάλμα πρόβλεψης), τις τιμές του μεγέθους οι οποίες εμφανίστηκαν σε προηγούμενες χρονικές στιγμές και ίσως κάποιους άλλους στοχαστικούς παράγοντες. Το μοντέλο που προκύπτει είναι ένας γραμμικός συνδυασμός των παραπάνω ποσοτήτων.

Η φύση των δεδομένων των χρονοσειρών της παρούσας εργασίας καθιστά τα μοντέλα ARIMA κατάλληλα προς εφαρμογή. Υλοποιούνται μέσω έτοιμων συναρτήσεων του ολοκληρωμένου περιβάλλοντος στατιστικών εφαρμογών R Studio και με βάση την μεθοδολογία επιλογής καταλληλότερης μεθόδου που αναλύουμε στην επόμενη παράγραφο, συνιστούν τις περισσότερες φορές την ακριβέστερη μέθοδο πρόβλεψης.

B2.7: Επιλογή Καταλληλότερης Μεθόδου Πρόβλεψης

B2.7.1: Μέτρηση Ακρίβειας Προβλέψεων

Ως σφάλμα πρόβλεψης ορίζεται η διαφορά της τιμής πρόβλεψης από την πραγματική τιμή του μεταβλητού μεγέθους της χρονοσειράς για κάθε χρονική στιγμή στην οποία υπάρχει πρόβλεψη, δηλαδή:

$$e_i = Y_i - F_i$$

όπου e_i : το σφάλμα πρόβλεψης την χρονική στιγμή i

Y_i : η πραγματική τιμή της χρονοσειράς την χρονική στιγμή i

F_i : η τιμή πρόβλεψης του μεγέθους την χρονοσειράς την χρονική στιγμή i

Για ένα σύνολο N πραγματικών παρατηρήσεων και N τιμών πρόβλεψης του μεγέθους της χρονοσειράς, παράγονται N σφάλματα πρόβλεψης. Θα κατασκευάσουμε στατιστικά μέτρα έκφρασης του συνολικού σφάλματος πρόβλεψης, τα οποία και χαρακτηρίζουν την επίδοση της συγκεκριμένης ποσοτικής μεθόδου μοντέλου χρονοσειρών, την οποία υιοθετήσαμε. Τα μέτρα αυτά είναι:

1. Μέσο Σφάλμα (Mean Error):

$$ME = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N e_i$$

2. Μέσο Απόλυτο Σφάλμα (Mean Absolute Error):

$$MAE = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N |e_i|$$

3. Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (Mean Squared Error):

$$MSE = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N e_i^2$$

4. Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος (Root Mean Squared Error):

$$RMSE = \sqrt{MSE}$$

5. Μέσο Ποσοστιαίο Σφάλμα (Mean Percentage Error):

$\forall i \in [1, N]$ υπολογίζουμε το Σχετικό Σφάλμα (Percentage Error)

$$PE_i = \left(\frac{e_i}{Y_i} \right) \times 100 \%$$

$$MPE = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N PE_i$$

6. Μέσο Απόλυτο Ποσοστιαίο Σφάλμα (Mean Absolute Percentage Error):

$$MAPE = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N |PE_i|$$

7. Συμμετρικό Μέσο Απόλυτο Ποσοστιαίο Σφάλμα (Symmetric Mean Absolute Percentage Error):

$$SMAPE = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \left| \frac{e_i}{\left(\frac{Y_i + F_i}{2} \right)} \right| \times 100\%$$

8. Μέσο Απόλυτο Κανονικοποιημένο Σφάλμα (Mean Absolute Scaled Error):

$$\text{MASE} = \frac{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N |e_i|}{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=2}^N |Y_i - Y_{i-1}|}$$

B2.7.2: Μεθοδολογία Επιλογής Καταλληλότερης Μεθόδου

Στην εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ ακολουθούμε την παρακάτω μεθοδολογία για την επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου πρόβλεψης από το σύνολο όσων περιγράψαμε στην παράγραφο B2.6:

Βήμα 1: Διαχωρίζουμε το σύνολο του δείγματος των ιστορικών δεδομένων σε δύο τμήματα:

- Το υποσύνολο των ιστορικών δεδομένων στο οποίο θα εφαρμοστεί το μοντέλο πρόβλεψης και θα καθοριστούν οι παράμετροι του. Το υποσύνολο αυτό καλείται στην βιβλιογραφία με τις εξής ονομασίες: in – sample set, initialization set, training set. Στην μεθοδολογία την οποία εφαρμόσαμε παίρνουμε τα τέσσερα πέμπτα (4/5) , ήτοι το 80% του συνόλου των ιστορικών δεδομένων ως in – sample set για την εφαρμογή του ποσοτικού μοντέλου.
- Το υποσύνολο των ιστορικών δεδομένων με βάση το οποίο θα αξιολογηθεί το ποσοτικό μοντέλο πρόβλεψης. Το υποσύνολο αυτό καλείται στην βιβλιογραφία με τις εξής ονομασίες: out - of sample set, test set, hold – out set. Στην μεθοδολογία την οποία εφαρμόσαμε παίρνουμε το ένα πέμπτο (1/5) , ήτοι το 20% του συνόλου των δεδομένων ως out – of sample set για την αξιολόγηση του ποσοτικού μοντέλου.

Βήμα 2: Ο χρήστης επιλέγει τα ιστορικά δεδομένα της χρονοσειράς, και ταυτόχρονα επιλέγει το πλήθος των μελλοντικών βημάτων για τα οποία επιθυμεί να κάνει πρόβλεψη. Η διαδικασία που ακολουθούμε έχει ως εξής:

- Διαχωρίζουμε το σύνολο δεδομένων στο in – sample και out – of sample set, όπως περιγράψαμε παραπάνω.
- Έπειτα χρησιμοποιούμε το πρώτο υποσύνολο (in – sample set) για την πρόβλεψη των τιμών της χρονοσειράς και τον καθορισμό των παραμέτρων εκάστου ποσοτικού μοντέλου χρονοσειρών.
- Στην συνέχεια με βάση το δεύτερο υποσύνολο (out – of sample set) υπολογίζουμε το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (MAPE) και το αποθηκεύουμε σε έναν μονοδιάστατο πίνακα.

- Εν τέλει επιλέγουμε την ποσοτική μέθοδο πρόβλεψης των χρονοσειρών με την μικρότερη τιμή του μέσου απολύτου ποσοστιαίου σφάλματος (MAPE) για το out – of sample set (λέγεται και out –of sample mean absolute percentage error).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονίσουμε ότι το πλήθος των δεδομένων του out – of sample set, ήτοι το ένα πέμπτο (1/5) του συνόλου των ιστορικών δεδομένων αποτελεί ή καλύτερα συνίσταται θεωρητικά ως ο μέγιστος αριθμός μελλοντικών βημάτων για τα οποία μπορούμε να κάνουμε πρόβλεψη. Στις περιπτώσεις στις οποίες ο χρήστης της εφαρμογής επιλέξει μεγαλύτερο αριθμό βημάτων, τότε η εφαρμογή προειδοποιεί τον χρήστη για τον συνιστώμενο μέγιστο αυτό αριθμό βημάτων, αλλά του επιτρέπει την πραγμάτωση πρόβλεψης για τα επιλεγθέντα βήματα πρόβλεψης.

B2.8: Μέθοδοι Εύρεσης Ασυνήθιστων Τιμών (Special Events)

Ασυνήθιστη τιμή ή αλλιώς special event έχουμε στην περίπτωση στην οποία παρουσιάζεται αλλαγή επιπέδου των τιμών της χρονοσειράς για μικρό χρονικό διάστημα. Συνήθως οφείλονται σε απότομη βραχυπρόθεσμη μεταβολή κάποιου εξωτερικού παράγοντα ο οποίος επηρεάζει τις τιμές του μεταβλητού μεγέθους της χρονοσειράς.

Τα δεδομένα των χρονοσειρών τα οποία επεξεργαζόμαστε στην παρούσα εργασία είναι δεδομένα κατανάλωσης ηλεκτρικής ισχύος και ενέργειας εστιατορίων –ταχυφαγείων, θερμοκρασίας, δεδομένων λειτουργίας του εστιατορίου και αριθμοδεικτών ενεργειακής επίδοσης. Η αιτία των ασυνήθιστων τιμών μπορεί να είναι:

- Κάποια βλάβη ηλεκτρικής συσκευής που μπορεί να προέρχεται από την παλαιότητα της τεχνολογίας της ή από κάποιο ατύχημα το οποίο προκάλεσε την μερική καταστροφή της.
- Λανθασμένος τρόπος χειρισμού των ηλεκτρικών συσκευών από το προσωπικό.
- Κάποιος παράγοντας ο οποίος έχει να κάνει με την λειτουργία του εστιατορίου, όπως το άνοιγμα και το κλείσιμο των συσκευών κατά την έναρξη και το πέρας της λειτουργίας του εστιατορίου ή η απότομη έναρξη λειτουργίας ηλεκτρικών συσκευών λόγω του αυξημένου όγκου εργασίας τον οποίο μπορεί να προκάλεσε η συσσώρευση μεγάλου αριθμού πελατών, και συνεπώς παραγγελιών.
- Γενικά εξωγενείς και ενδογενείς απρόβλεπτοι παράγοντες του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος του εστιατορίου

Μια ασυνήθιστη τιμή (special event) όταν διαρκέσει για μεγάλο χρονικό διάστημα τότε οδηγούμαστε σε αλλαγή επιπέδου των τιμών της χρονοσειράς. Οι ασυνήθιστες τιμές και οι

αλλαγές επιπέδου είναι χαρακτηριστικά στοιχεία των χρονοσειρών και είναι ορατά στα διαγράμματα χρόνου τους. Θα αναλύσουμε τις μεθόδους εύρεσης ασυνήθιστων τιμών τις οποίες χρησιμοποιεί η εφαρμογή μας για τις χρονοσειρές των δεδομένων που είναι αποθηκευμένες στην βάση δεδομένων.

B2.8.1: Λωρίδες του Bollinger (Bollinger Bands)

Εξετάζοντας την φύση των δεδομένων αποφασίσαμε να δανειστούμε ένα στοιχείο της θεωρίας της Τεχνικής Ανάλυσης (Technical Analysis), της θεωρίας την οποία θεμελίωσε μέσω δημοσιογραφικών άρθρων ο αρχισυντάκτης της εφημερίδας Wall Street Journal, Charles Dow, γύρω στο 1900. Η θεωρία αυτή εφαρμόζεται για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς των τιμών χρηματιστηριακών προϊόντων και των παραγώγων τους και αποτελεί αναπόσπαστο εργαλείο διαχείρισης χαρτοφυλακίων κινητών αξιών δευτερογενούς αγοράς.

Το στοιχείο που δανειζόμαστε είναι οι λωρίδες του Bollinger ή Bollinger Bands. Αναπτύχθηκαν από τον γνωστό χρηματιστηριακό αναλυτή του Αμερικάνικου καναλιού CNBC, John Bollinger, και φέρουν το όνομά του. Θα περιγράψουμε την μεθοδολογία κατασκευής των λωρίδων αυτών, την οποία και υλοποιούμε στην εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ:

1. Αρχικά επιλέγεται ένας κινητός μέσος όρος (ΚΜΟ) N περιόδων, δηλαδή βημάτων της χρονοσειράς. Η επιλογή του αριθμού N των περιόδων αφήνεται ως επιλογή στον χρήστη, ενώ στην περίπτωση της λειτουργίας του windows service Hermes ορίζεται προεπιλεγμένα ως 20. Γενικά δεν υπάρχει κάποιος κανόνας για τον αριθμό N . Ο ίδιος ο Bollinger (Bollinger, 2001) συνέστησε ο κινητός μέσος όρος να είναι των 20 ημερών χωρίς αυτό να είναι θέσφατο, καθώς αναφερόταν σε ημερήσιες τιμές κλεισίματος των μετοχών. Επίσης ο κινητός μέσος όρος μπορεί να είναι απλός ή εκθετικός. Στην εφαρμογή χρησιμοποιούμε απλό κινητό μέσο όρο. Ο χρήστης μπορεί να πειραματιστεί με διάφορες τιμές των κινητών μέσων όρων και να παρακολουθήσει πως επιδρούν στην εύρεση των special events.
2. Έπειτα πρέπει να επιλέξουμε τον αριθμό των τυπικών αποκλίσεων των N παρατηρήσεων με τις οποίες σχηματίστηκε ο απλός κινητός μέσος όρος. Έστω ότι επιλέγουμε m τυπικές αποκλίσεις τότε:

$$\text{Άνω Λωρίδα Bollinger} = \text{ΚΜΟ} + m \times \sigma$$

$$\text{Κάτω Λωρίδα Bollinger} = \text{ΚΜΟ} - m \times \sigma$$

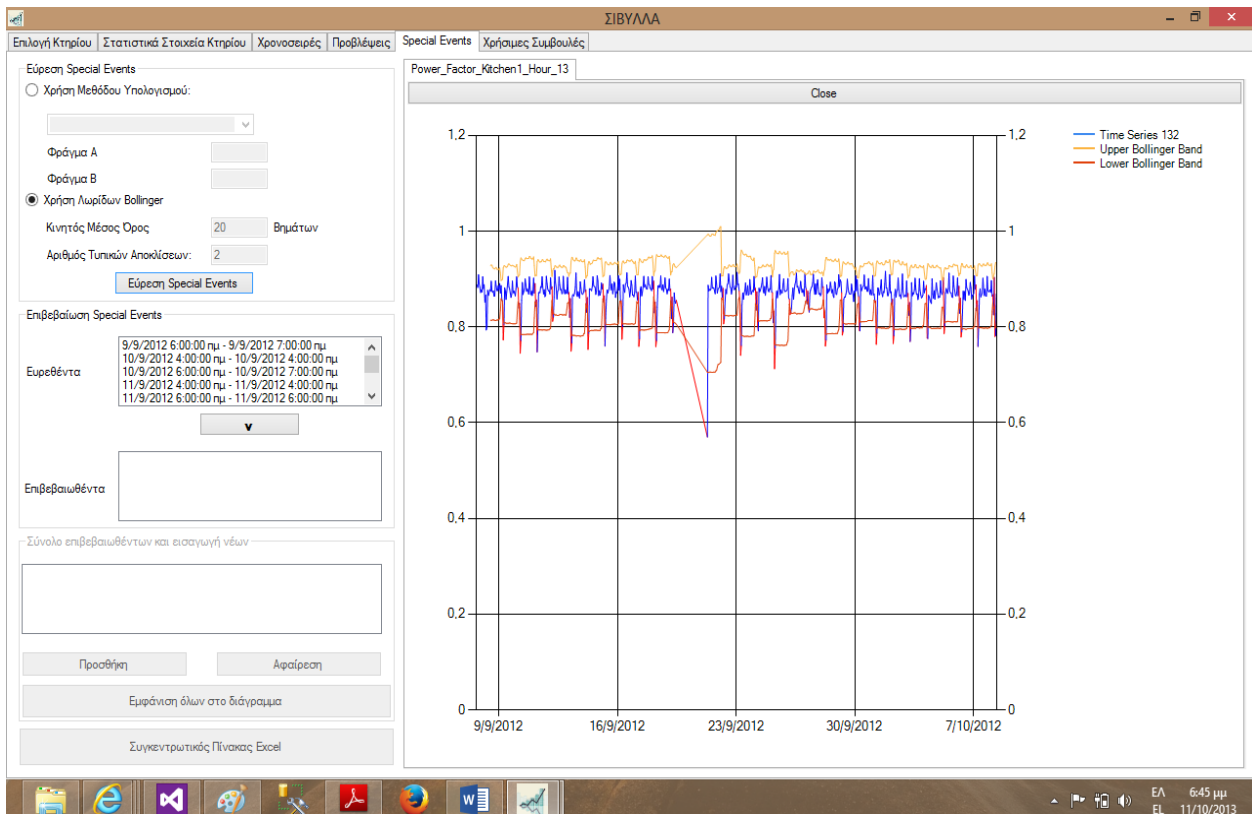
με σ να είναι η τυπική απόκλιση των N τιμών με τις οποίες σχηματίστηκε ο κινητός μέσος όρος

Οι λωρίδες αυτές είναι καμπύλες που προέρχονται από την μετατόπιση του κινητού μέσου όρου σημείο προς σημείο προς τα πάνω ή προς τα κάτω κατά την ποσότητα $m \times \sigma$, όπου το σ μεταβάλλεται από σημείο σε σημείο.

Ο ίδιος ο Bollinger πρότεινε είτε $m=2$ τυπικές αποκλίσεις αν ο βαθμός αστάθειας της μετοχής είναι μεγάλος, είτε $m=1$ τυπική απόκλιση αν ο βαθμός αστάθειας της είναι μικρός (Murphy, 1998). Ο αριθμός των τυπικών αποκλίσεων αφήνεται ως επιλογή του χρήστη στην εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ, ενώ στο windows service Hermes ορίζεται προεπιλεγμένα ίσος με 2. Θεωρούμε ότι για δεδομένα, όπως ο συντελεστής ισχύος, τα οποία παρουσιάζουν μικρότερο βαθμό αστάθειας είναι καταλληλότερη επιλογή $m=1$, ενώ για άλλα δεδομένα με μεγαλύτερο βαθμό αστάθειας, όπως η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, είναι καταλληλότερη επιλογή $m=2$, κατ' αναλογία με τα χρηματιστηριακά προϊόντα.

3. Στην εργασία αυτή οι λωρίδες Bollinger χρησιμοποιούνται για την εύρεση ασυνήθιστων τιμών (special events). Συγκεκριμένα θεωρούμε ότι η καμπύλη της άνω λωρίδας Bollinger θεωρείται ως η μέγιστη επιτρεπτή φυσιολογική τιμή και η καμπύλη της κάτω λωρίδας Bollinger ως η ελάχιστη επιτρεπτή φυσιολογική τιμή. Σε περίπτωση την οποία η τιμή του μεταβλητού μεγέθους της χρονοσειράς διασπάσει ανοδικά την άνω λωρίδα του Bollinger, τότε για το βήμα ή τα βήματα εκείνα έχουμε ασυνήθιστη τιμή, δηλαδή special event. Επίσης αν η τιμή του μεταβλητού μεγέθους της χρονοσειράς διασπάσει καθοδικά την κάτω λωρίδα του Bollinger, τότε για το βήμα ή τα βήματα εκείνα έχουμε ασυνήθιστη τιμή, δηλαδή special event. Γενικά ως special events λαμβάνονται οι τιμές της χρονοσειράς οι οποίες είναι μεγαλύτερες της άνω λωρίδας και μικρότερες της κάτω λωρίδας του Bollinger, δηλαδή όσες δεν ανήκουν στον γεωμετρικό τόπο των σημείων του επιπέδου των αξόνων μέγεθος χρονοσειράς – χρόνος, που εσωκλείονται από την πάνω και κάτω λωρίδα του Bollinger.

Στην εικόνα Β2.8.1.1 διακρίνουμε τον τρόπο χρήσης των λωρίδων για την εύρεση special events, έτσι όπως τον υλοποιήσαμε στην εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ:



Εικόνα B2.8.1.1: Χρήση Λωρίδων Bollinger για την εύρεση ασυνήθιστων τιμών της χρονοσειράς του συντελεστή ισχύος ωριαίου βήματος της κατανάλωσης κουζίνας και ψυγείου καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο. Οι δύο λωρίδες διακρίνονται με το πορτοκαλί και κόκκινο χρώμα

B2.8.2: Στατιστικές Μέθοδοι Εντοπισμού Special Events

Για την περιγραφή της μεθοδολογίας εύρεσης ασυνήθιστων τιμών (special events) μέσω των στατιστικών μεθόδων θα πρέπει να έχουμε διαθέσιμα τα εξής δεδομένα για κάθε βήμα i που έχουμε πραγματική τιμή δεδομένων της χρονοσειράς, δηλαδή για κάθε χρονική στιγμή t_i :

1. Την χρονοσειρά της συνιστώσας τάσης κύκλου $T \times C$ με τον τρόπο που υπολογίστηκε στο πρώτο βήμα της κλασικής μεθόδου αποσύνθεσης, δηλαδή:

$$T \times C = \begin{cases} KMO(n) & \text{αν } n = \text{περιττός} \\ KKMO(n) & \text{αν } n = \text{άρτιος} \end{cases}$$

όπου n το πλήθος βημάτων της εποχιακότητας της χρονοσειράς δεδομένων. Για το πλήθος n των βημάτων της εποχιακότητας επιλέγουμε:

- Για ωριαία δεδομένα επιλέγουμε $n=24$

- Για ημερήσια δεδομένα επιλέγουμε $n=7$
 - Για εβδομαδιαία δεδομένα επιλέγουμε $n=4$
 - Για μηνιαία δεδομένα επιλέγουμε $n=12$
2. Την αποεποχικοποιημένη χρονοσειρά D , με τον τρόπο που υπολογίστηκε στο τέταρτο βήμα της κλασσικής μεθόδου της αποσύνθεσης, στην παράγραφο B2.5.1:

Αποεποχικοποιημένη Χρονοσειρά

$$\frac{Y}{S} = \frac{T \times C \times S \times R}{S} = T \times C \times R = D$$

3. Την χρονοσειρά F των προβλέψεων που προκύπτουν από την κλασσική μέθοδο της αποσύνθεσης για τα N βήματα που έχουμε πραγματικές τιμές της χρονοσειράς:

$$F = T \times C \times S$$

Επίσης συμβολίζουμε με t_a (**Threshold A**) και t_b (**Threshold B**) τις παραμέτρους ευαισθησίας των μεθόδων εντοπισμού special events. Θετική τιμή των παραμέτρων αυτών συνεπάγεται αύξηση της ευαισθησίας των μεθόδων και αρνητική τιμή μείωση της ευαισθησίας τους. Η προκαθορισμένη τιμή τους ισούται με μηδέν.

Στις μεθόδους που ακολουθούν (Πετρόπουλος και Ασημακόπουλος, 2011) ελέγχουμε εκάστη i παρατήρηση, την χρονική στιγμή t_i , αν αποτελεί special event (ασυνήθιστη τιμή ή ειδικό γεγονός), σύμφωνα με τα κριτήρια της μεθόδου. Οι μέθοδοι εφαρμόζονται και για τις N παρατηρήσεις των ιστορικών δεδομένων.

B2.8.2.1: Πρώτη Μέθοδος Εντοπισμού Special Events

Βήμα 1: Για κάθε χρονικό βήμα – χρονική στιγμή t_i υπολογίζουμε τους λόγους:

$$\text{Ratio } 1_i = \frac{D_i}{T \times C_i}$$

και

$$\text{Ratio } 2_i = \frac{D_i}{F_i}$$

Βήμα 2: Μια παρατήρηση χαρακτηρίζεται ως special event αν αληθεύει η σύνθετη λογική έκφραση:

$$\{ \text{Ratio } 1_i \geq 1, 1 - \frac{t_a}{100} \quad \text{ή} \quad \text{Ratio } 1_i \leq 0, 9 + \frac{t_a}{100} \}$$

και

$$\{\text{Ratio } 2_i \geq 1,25 - \frac{t_b}{100} \quad \text{ή} \quad \text{Ratio } 2_i \leq 0,75 + \frac{t_b}{100}\}$$

με $t_a \leq 10$ και $t_b \leq 25$

B2.8.2.2: Δεύτερη Μέθοδος Εντοπισμού Special Events

Βήμα 1: Υπολογίζουμε την μέση τιμή της αποεποχικοποιημένης χρονοσειράς D και την μέση τιμή της χρονοσειράς των προβλέψεων F:

$$\bar{D} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N D_i$$

και

$$\bar{F} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N F_i$$

Βήμα 2: Υπολογίζουμε την τυπική απόκλιση των τιμών της χρονοσειράς των προβλέψεων F:

$$S_F = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (F_i - \bar{F})^2}$$

Βήμα 3: Μια παρατήρηση χαρακτηρίζεται ως special event αν αληθεύει η σύνθετη λογική έκφραση:

$$\{D_i \geq \bar{D} + (3 - t_a) \cdot S_F \quad \text{ή} \quad D_i \leq \bar{D} - (3 - t_a) \cdot S_F\}$$

με $t_a \leq 3$

B2.8.2.3: Τρίτη Μέθοδος Εντοπισμού Special Events

Βήμα 1: Για κάθε χρονικό βήμα – χρονική στιγμή t_i υπολογίζουμε τον λόγο:

$$\text{Ratio}_i = \frac{\text{KMO}(7)_i^D}{\text{KMO}(5)_i^D}$$

όπου $\text{KMO}(7)_i^D$ και $\text{KMO}(5)_i^D$ είναι οι κινητοί μέσοι όροι 7 και 5 βημάτων αντίστοιχα της αποεποχικοποιημένης χρονοσειράς D.

Βήμα 2: Μια παρατήρηση χαρακτηρίζεται ως special event αν αληθεύει η σύνθετη λογική έκφραση:

$$\{\text{Ratio}_i \geq 1,05 - \frac{t_a}{100} \quad \text{ή} \quad \text{Ratio}_i \leq 0,95 + \frac{t_a}{100}\}$$

με $t_a \leq 5$

B2.8.2.4: Τέταρτη Μέθοδος Εντοπισμού Special Events

Βήμα 1: Για κάθε χρονικό βήμα – χρονική στιγμή t_i υπολογίζουμε τον λόγο:

$$\text{Ratio}_i = \frac{D_i}{\text{KKMO}(k)_i^D}$$

όπου $\text{KKMO}(k)_i^D$ είναι ο κεντρικός κινητός μέσος όρος k βημάτων αντίστοιχα της αποεποχικοποιημένης χρονοσειράς D . παράμετρος k επιλέγεται έτσι ώστε να ισούται με τον αριθμό των περιόδων της χρονοσειράς ανά ημερολογιακό έτος, δηλαδή με τη συχνότητα των δεδομένων. Για παράδειγμα, αν πρόκειται για χρονοσειρά μηνιαίων παρατηρήσεων, τότε επιλέγεται $k=12$, για τριμηνιαία τότε $k=4$ κ.ο.κ.

Βήμα 2: Μια παρατήρηση χαρακτηρίζεται ως special event αν αληθεύει η σύνθετη λογική έκφραση:

$$\left\{ \text{Ratio}_i \geq 1, 1 - \frac{t_a}{100} \quad \text{ή} \quad \text{Ratio}_i \leq 0, 9 + \frac{t_a}{100} \right\}$$

με $t_a \leq 10$

B2.8.2.5: Παρατηρήσεις επι των Μεθόδων Εντοπισμού Special Events

Με βάση την μεθοδολογία των παραπάνω τεσσάρων στατιστικών μεθόδων υπολογισμού των special events έχουμε να κάνουμε τις εξής παρατηρήσεις:

- Η τρίτη και η τέταρτη μέθοδος εντοπισμού δεν μπορούν να εφαρμοστούν στο σύνολο των N παρατηρήσεων λόγω των περιορισμών στους υπολογισμούς των κινητών μέσων όρων αναφορικά με τα άκρα των χρονοσειρών. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να γίνει συμπλήρωση των κενών άκρων με χρήση της τεχνικής back casting.
- Η εφαρμογή μιας εκ των τεσσάρων μεθόδων στο σύνολο των διαθέσιμων δεδομένων θα πρέπει να ακολουθείται από ομαδοποίηση γειτονικών περιόδων, οι οποίες έχουν χαρακτηριστεί ως ασυνήθιστες, προς το σχηματισμό ολόκληρων χρονικών περιόδων, οι οποίες ουσιαστικά αποτελούν τα αναγνωρισμένα ειδικά γεγονότα (special events).
- Η επαλήθευση από πλευράς αναλυτή-ερευνητή των ευρεθέντων special events με βάση τις προηγούμενες πέντε συνολικά μεθόδους (συμπεριλαμβανομένης και της μεθόδου των λωρίδων Bollinger), επιτυγχάνεται με συνδυασμό απεικόνισης των δεδομένων των χρονοσειρών σε διάγραμμα χρόνου και αξιοποίησης πιθανής διαθέσιμης πληροφορίας σχετικά με τις αιτίες εμφάνισής τους. Τις δυνατότητες αυτές τις παρέχουμε στον χρήστη του λογισμικού ΣΙΒΥΛΛΑ.

- Ο εντοπισμός και η επαλήθευση των special events πρέπει να ακολουθούνται από τον υπολογισμό της εξομαλυμένης χρονοσειράς. Η εξομαλυμένη αποεποχικοποιημένη χρονοσειρά θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια για τον υπολογισμό της στατιστικής πρόβλεψης.

Υπολογισμός Αποεποχικοποιημένης Εξομαλυμένης Χρονοσειράς

Ανάλογα με τη φύση των δεδομένων, διακρίνουμε δύο μεθόδους υπολογισμού της εξομαλυμένης από τα ειδικά γεγονότα και ενέργειες χρονοσειράς:

A. Για δεδομένα σταθερού επιπέδου και χωρίς παρουσία τάσης, ουσιαστικά γίνεται εξομάλυνση των τιμών ως προς την αμέσως προηγούμενη του ειδικού γεγονότος τιμή της παρατήρησης:

$$D'_i = D_{t-1}$$

B. Για δεδομένα με έντονη τη συνιστώσα της τάσης, εφαρμόζεται γραμμική παρεμβολή βάσει της αμέσως προηγούμενης και επόμενης περιόδου του αναγνωρισμένου special event:

$$D'_i = D_{t-1} + \frac{D_{i+1} - D_{t-1}}{2}$$

όπου D'_i η τιμή της εξομαλυμένης χρονοσειράς.

- Ο εντοπισμός και η επαλήθευση των ειδικών γεγονότων και ενεργειών πρέπει επίσης να ακολουθούνται τον υπολογισμό του αντίκτυπου των γεγονότων αυτών, δηλαδή της επίδρασης επί τις εκατό στις τιμές των παρατηρήσεων της χρονοσειράς, σε κάθε χρονική περίοδο ξεχωριστά. Οι υπολογισμένοι αντίκτυποι μπορούν να αποθηκευτούν σε κατάλληλη βάση δεδομένων, μαζί με άλλες πληροφορίες για το κάθε ειδικό γεγονός, για μελλοντική χρήση στο στάδιο της κριτικής πρόβλεψης μέσω αναλογιών.

Υπολογισμός Αντίκτυπου

Ο αντίκτυπος για κάθε χρονική περίοδο που έχει ανιχνευθεί ως ειδικό γεγονός, υπολογίζεται ως το πηλίκο της διαφοράς αρχικής και εξομαλυμένης τιμής προς την εξομαλυμένη τιμή, εκφρασμένο επί τοις εκατό:

$$\text{Impact}_i = \frac{D_i - D'_i}{D'_i} \times 100 \%$$

ΜΕΡΟΣ Γ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

«τέχνη γὰρ κρατοῦμεν, ὧν φύσει νικῶμεθα»

(Ποιητής Αντιφών: Με την τεχνική εξουσιάζουμε σε ό,τι εκ φύσεως υστερούμε)

Γ1: Εισαγωγικά Στοιχεία

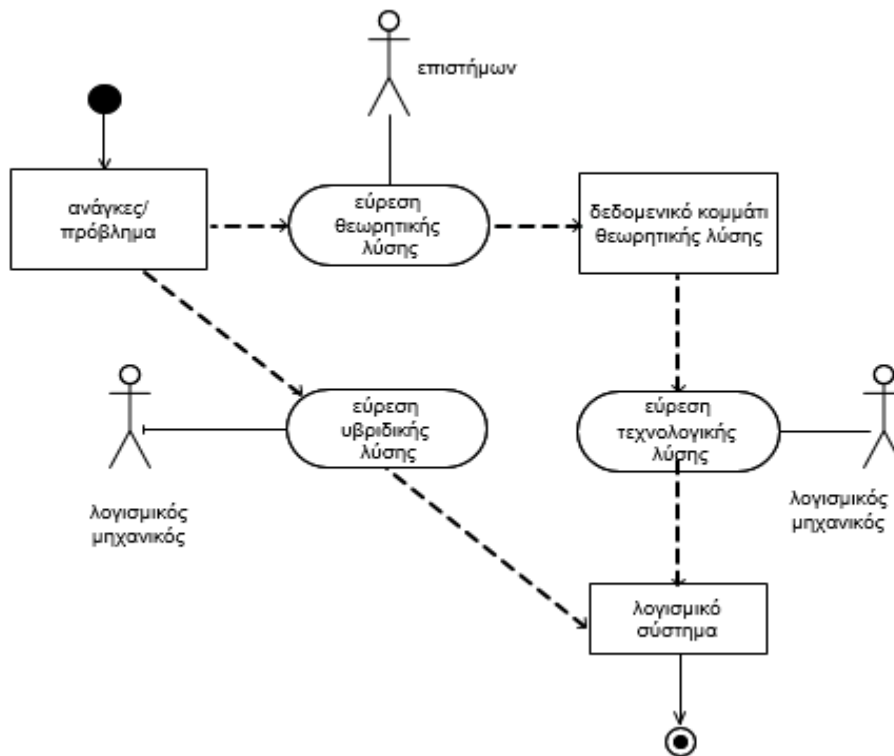
Οι εφαρμογές της επιστήμης της Πληροφορικής έχουν καταστεί αναπόσπαστος παράγοντας εξέλιξης των σύγχρονων κοινωνιών, καλύπτοντας συνεχώς τις ολοένα και αυξανόμενες απαιτήσεις και ανάγκες τους. Στην κοινωνία των ανθρώπων επιταχύνουν και απλοποιούν την επικοινωνία, την ανταλλαγή ιδεών και πληροφοριών ενισχύοντας τους δημοκρατικούς θεσμούς και βελτιώνουν, με διαρκή ένταση, τις παροχές παιδείας και υγείας. Στην κοινωνία των επιχειρήσεων και της παγκοσμιοποιημένης οικονομίας συνιστούν βασικό παραγωγικό συντελεστή, ο οποίος συμβάλλει στην τεχνολογική πρόοδο της παραγωγής, μειώνοντας το κόστος της, και αποτελούν το βασικό εργαλείο λήψης αποφάσεων τόσο μικροοικονομικά στα πλαίσια μεμονωμένων επιχειρήσεων ή ομάδας αυτών, όσο και μακροοικονομικά σε επίπεδο κρατών και διεθνών στρατηγικών συμμαχιών.

Στον παρόν κεφάλαιο θα αξιοποιήσουμε μεθοδολογίες και πρακτικές της επιστήμης της Πληροφορικής και του τομέα της Τεχνολογίας Λογισμικού για την υλοποίηση ενός πληροφοριακού συστήματος παρακολούθησης και πρόβλεψης ενεργειακών δεδομένων και παραγόμενων αριθμοδεικτών εμπορικών κτηρίων και συγκεκριμένα εστιατορίων. Η τεχνολογία λογισμικού είναι ο τομέας που πραγματεύεται τεχνικές, μεθοδολογίες, πρακτικές και εργαλεία για την συστηματική, μεθοδική και ποσοτικοποιημένη προδιαγραφή, σχεδίαση, υλοποίηση, έλεγχο, και συντήρηση συστημάτων λογισμικού υψηλής ποιότητας, εντός δεδομένου προϋπολογισμού και χρόνου εκτέλεσης (IEEE Standard 610.12). Ως τεχνολογία η δομή της είναι πολυεπίπεδη με πρωταρχικό και βασικό επίπεδο την υψηλή ποιότητα. Ακολουθούν το επίπεδο της διαδικασίας για τον καθορισμό του απαιτούμενου πλαισίου της αποτελεσματικότητας της τεχνολογίας λογισμικού. Έπονται οι μέθοδοι, οι οποίες παρέχουν την τεχνική ανάπτυξης λογισμικού και περιλαμβάνουν δραστηριότητες μοντελοποίησης και άλλες περιγραφικές τεχνικές. Τέλος έχουμε τα εργαλεία, τα οποία αποτελούν αυτοματοποιημένα συστήματα υποστήριξης για τη διαδικασία και τις μεθόδους. Συνιστώσα της τεχνολογίας λογισμικού η εύκολη και προσιτή στον άνθρωπο αλληλεπίδρασή του με το πληροφοριακό σύστημα και τον υπολογιστή, αντικείμενο του τομέα της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου – Μηχανής (Human – Computer Interaction).



Εικόνα Γ1.1: Πολυεπίπεδη Δομή Τεχνολογίας Λογισμικού

Ως μηχανικοί υπολογιστών καλούμαστε να σχεδιάσουμε την λύση ενός προβλήματος ως μια ένωση ανεξάρτητων λύσεων επιμέρους υποπροβλημάτων, στα οποία διαχωρίζουμε το αρχικό μας πρόβλημα, χρησιμοποιώντας κατάλληλο υλικό, μεθοδολογίες και εργαλεία και έχοντας ως υπόβαθρο έννοιες της Επιστήμης των Υπολογιστών. Στην εικόνα Γ1.2 διακρίνονται οι διαδρομές κατασκευής λογισμικού:



Εικόνα Γ1.2: Διαδρομές Κατασκευής Λογισμικού

Η θεωρία της Τεχνολογίας Λογισμικού εφαρμόζεται κυρίως για μεγάλου όγκου έργα με πολύπλοκες απαιτήσεις, με μεγάλο κόστος και πολυετή χρήση. Η δική μας εφαρμογή

αποτελεί περιορισμένου όγκου έργο με απλές λειτουργικές και μη απαιτήσεις και έχει μικρό αντίκτυπο και οικονομικό κόστος. Εντούτοις, θα χρησιμοποιήσουμε τις αρχές της Τεχνολογίας Λογισμικού για την υλοποίηση της εφαρμογής, με έμφαση στην μεθοδολογία, και λαμβάνοντας υπόψη της θεωρίας της αλληλεπίδρασης ανθρώπου μηχανής.

Γ2: Λειτουργικό Σύστημα Microsoft Windows

Τα Microsoft Windows είναι μια σειρά από λειτουργικά συστήματα κλειστού κώδικα για προσωπικούς υπολογιστές και διακομιστές. Η σειρά εμφανίστηκε πρώτα από την Microsoft το 1985 για να ανταγωνιστεί το καινούριο σύστημα της Apple, τον Apple Macintosh, το οποίο χρησιμοποιούσε γραφικό περιβάλλον. Τα Microsoft Windows τελικά επικράτησαν στην παγκόσμια αγορά προσωπικών υπολογιστών με ένα μερίδιο αγοράς το οποίο υπολογίζεται περίπου στο 90%. Αναπτύχθηκαν για τους IBM συμβατούς μικροϋπολογιστές οι οποίοι ήταν βασισμένοι στην αρχιτεκτονική x86 της Intel, και σήμερα σχεδόν όλες οι εκδόσεις των Windows είναι κατασκευασμένες για αυτή την πλατφόρμα. Στην εποχή μας υπάρχουν εκδόσεις των Windows τόσο για λειτουργικά περιβάλλοντα των 32 bit, όσο και των 64 bit και η συντριπτική πλειονότητα των χρηστών κάθε είδους προσωπικού υπολογιστή χρησιμοποιεί κάποια έκδοση των windows, όπως δείχνει μια στατιστική έρευνα στον ιστότοπο www.w3schools.com για τα έτη 2012 και 2013:

2013	Win8	Win7	Vista	NT*	WinXP	Linux	Mac	Mobile
August	9.6%	55.9%	1.7%	0.4%	14.7%	5.0%	9.2%	3.4%
July	9.0%	56.2%	1.8%	0.4%	15.8%	4.9%	8.7%	3.2%
June	8.6%	56.3%	2.0%	0.4%	15.4%	4.9%	9.1%	3.2%
May	7.9%	56.4%	2.1%	0.4%	15.7%	4.9%	9.7%	2.6%
April	7.3%	56.4%	2.2%	0.4%	16.4%	4.8%	9.7%	2.2%
March	6.7%	55.9%	2.4%	0.4%	17.6%	4.7%	9.5%	2.3%
February	5.7%	55.3%	2.4%	0.4%	19.1%	4.8%	9.6%	2.2%
January	4.8%	55.3%	2.6%	0.5%	19.9%	4.8%	9.3%	2.2%

Εικόνα Γ2.1: Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων Χρήσης Λειτουργικών Συστημάτων Προσωπικών Υπολογιστών για το έτος 2013 (στατιστική μελέτη χρηστών της ιστοσελίδας www.w3schools.com)

2013	Total	iOS *	Android	Others
August	3.38 %	1.21 %	1.43 %	0.74 %
July	3.16 %	1.03 %	1.37 %	0.76 %
June	3.17 %	1.15 %	1.32 %	0.70 %
May	2.64 %	1.12 %	1.04 %	0.48 %
April	2.24 %	1.06 %	0.97 %	0.21 %
March	2.26 %	1.11 %	0.96 %	0.19 %
February	2.17 %	1.06 %	0.91 %	0.20 %
January	2.18 %	1.07 %	0.90 %	0.21 %

Εικόνα Γ2.2: Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων Χρήσης Λειτουργικών Συστημάτων σε Φορητές Συσκευές για το έτος 2013 (στατιστική μελέτη χρηστών της ιστοσελίδας www.w3schools.com)

2012	Win8	Win7	Vista	NT*	WinXP	Linux	Mac	Mobile
December	2.5%	55.6%	2.8%	1.8%	21.1%	4.7%	8.7%	2.2%
November		56.5%	2.9%	3.0%	20.8%	4.8%	9.4%	2.0%
October		56.8%	3.0%	1.8%	22.1%	4.8%	9.2%	1.8%
September		55.7%	3.1%	1.5%	23.6%	4.7%	8.9%	1.8%
August		54.5%	3.2%	1.3%	24.8%	5.0%	8.7%	1.8%
July		53.8%	3.4%	1.2%	26.1%	4.9%	8.2%	1.7%
June		53.2%	3.7%	1.1%	26.2%	5.0%	8.6%	1.6%
May		52.3%	3.9%	1.1%	26.8%	4.9%	9.0%	1.6%
April		51.3%	4.2%	1.0%	27.3%	4.9%	9.3%	1.5%
March		49.9%	4.3%	1.0%	28.9%	4.9%	8.9%	1.4%
February		48.7%	4.5%	0.8%	30.0%	5.0%	9.1%	1.3%
January		47.1%	4.8%	0.9%	31.4%	4.9%	9.0%	1.3%

Εικόνα Γ2.3: Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων Χρήσης Λειτουργικών Συστημάτων Προσωπικών Υπολογιστών για το έτος 2012 (στατιστική μελέτη χρηστών της ιστοσελίδας www.w3schools.com)

2012	Total	iOS *	Android	Others
December	2.19 %	1.05 %	0.90 %	0.24 %
November	1.97 %	1.00 %	0.77 %	0.20 %
October	1.84 %	0.94 %	0.70 %	0.20 %
September	1.78 %	0.89 %	0.68 %	0.21 %
August	1.79 %	0.91 %	0.66 %	0.22 %
July	1.71 %	0.90 %	0.59 %	0.22 %
June	1.63 %	0.90 %	0.52 %	0.21 %
May	1.57 %	0.88 %	0.50 %	0.19 %
April	1.47 %	0.83 %	0.45 %	0.19 %
March	1.40 %	0.78 %	0.44 %	0.18 %
February	1.27 %	0.71 %	0.39 %	0.17 %
January	1.25 %	0.70 %	0.38 %	0.17 %

Εικόνα Γ2.4: Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων Χρήσης Λειτουργικών Συστημάτων σε Φορητές Συσκευές για το έτος 2012 (στατιστική μελέτη χρηστών της ιστοσελίδας www.w3schools.com)

Η συντριπτική κυριαρχία των Windows ως βασικό λειτουργικό περιβάλλον στους προσωπικούς υπολογιστές επιτάσσει την δημιουργία εφαρμογών λογισμικού, τα οποία να λειτουργούν στο περιβάλλον τους. Συνεπώς το λειτουργικό τους σύστημα αποτέλεσε και αποτελεί την βασική σταθερά των εταιρειών παραγωγής λογισμικού για την δημιουργία λύσεων λογισμικού με εμπορική απήχηση τόσο για ιδιώτες, όσο και για επιχειρήσεις και δημόσιους οργανισμούς.

Η εφαρμογή που υλοποιήσαμε σχεδιάστηκε για να λειτουργεί σε περιβάλλον Microsoft Windows, με την έκδοση των Windows 8 να είναι η τελευταία έκδοση του λειτουργικού συστήματος της Microsoft. Προορίζονται για χρήση σε επιτραπέζιους και φορητούς υπολογιστές, καθώς και σε ταμπλέτες (tablets). Τα Windows 8 είναι πολύ διαφορετικά από τις προηγούμενες εκδόσεις των Windows. Χαρακτηριστική είναι η οθόνη έναρξης (startscreen), η οποία αποτελείται από πλακίδια και όχι από εικονίδια. Η επιφάνεια εργασίας έχει μικρότερη πρακτική αξία σε σχέση με αυτήν που είχε στις προηγούμενες εκδόσεις.

Γ3: Η Windows Εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ (Windows Application ΣΙΒΥΛΛΑ)

Γ3.1: Εργαλεία Υλοποίησης

Η εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ γράφτηκε με την γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου Visual Basic 2012 σε περιβάλλον Microsoft Visual Studio 2012. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήσαμε την έκδοση (version) 11.0.50727.1 RTMREL του Microsoft Visual Studio Professional 2012 και την έκδοση 4.5.50709 του Microsoft .NET Framework. Επίσης χρησιμοποιήσαμε τα προγράμματα Microsoft SQL Server R2 2008 with management tools , και το R- Studio με την έκδοση R 2.11.1 32-bit for Windows . Στην παρούσα παράγραφο θα αναφέρουμε συνοπτικά τα χαρακτηριστικά και την χρησιμότητα των παραπάνω εργαλείων.

Γ3.1.1: Το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών Microsoft Visual Studio 2012

Το Microsoft Visual Studio είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών (Integrated Development Environment – IDE) το οποίο δημιουργήθηκε από την εταιρεία Microsoft με στόχο την ανάπτυξη φιλικών προς το χρήστη εφαρμογών, με εύχρηστο γραφικό περιβάλλον διεπαφής. Οι εφαρμογές ποικίλουν σε πολυπλοκότητα περιλαμβάνοντας ακόμα και εφαρμογές διαδικτύου, και υποστηρίζονται από όλα τα λειτουργικά συστήματα της Microsoft.

Το ολοκληρωμένο αυτό περιβάλλον υποστηρίζει την ανάπτυξη κώδικα σε πολλές διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού υψηλού επιπέδου, όπως είναι η C / C++ μέσω της Visual C++, C# μέσω της Visual C#, Visual Basic (VB.NET) μέσω της Visual Basic.NET, και η γλώσσα F# στην έκδοση Microsoft visual studio 2010. Επίσης υποστηρίζονται και άλλες γλώσσες όπως είναι η Python και η Ruby, αλλά απαιτείται η πρόσθετη εγκατάσταση προγραμμάτων υποστήριξης των γλωσσών αυτών. Τέλος υποστηρίζει XML / XSLT, HTML/ XHTML, JavaScript και CSS.

Διαθέτει ένα κειμενογράφο κώδικα (code editor), ένα ανιχνευτή λαθών (debugger), μια περιοχή σχεδίασης (designer) με προεπιλεγμένα εργαλεία και γραφικό περιβάλλον, και διάφορα άλλα εργαλεία που στοχεύουν στην απλοποίηση του όγκου εργασίας του προγραμματιστή. Τέλος θα πρέπει να αναφέρουμε τις έτοιμες βιβλιοθήκες που συνοδεύουν το visual studio και τα πακέτα των γλωσσών του, καθώς και την συνδεσιμότητά του με διάφορα προγράμματα, καθιστώντας το εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο για τον προγραμματιστή και ικανό να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις ακόμα και των πιο πολύπλοκων εφαρμογών.

Για την υλοποίηση της εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ (windows application) και της υπηρεσίας Hermes (windows service) χρησιμοποιήσαμε την έκδοση (version) 11.0.50727.1 RTMREL του Microsoft Visual Studio Professional 2012 και την έκδοση 4.5.50709 του Microsoft .NET Framework.

Γ3.1.2: Η γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου Microsoft Visual Basic (Visual Basic.NET)

Η Visual Basic (VB) είναι γλώσσα προγραμματισμού τρίτης γενιάς, οδηγούμενη από συμβάντα (event driven) και έχει ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (Integrated Development Environment – IDE) από τη Microsoft για το μοντέλο αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού. Θεωρείται ως μία σχετικά εύκολη γλώσσα προγραμματισμού στην εκμάθηση και τη χρησιμοποίηση της, καθώς επιτρέπει την ταχεία ανάπτυξη εφαρμογών με γραφικό περιβάλλον χρήστη, πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων χρησιμοποιώντας αντικείμενα (Data Access Objects, Remote Data Objects, ή ActiveX Data Objects), και τη δημιουργία στοιχείων ελέγχου ActiveX και αντικειμένων.

Η Visual Basic προέρχεται από την γλώσσα BASIC, η τελική έκδοση της οποίας είναι η έκδοση 6 που βγήκε το 1998. Η εκτεταμένη υποστήριξη της Microsoft έληξε το Μάρτιο του 2008 και ορίστηκε διάδοχος της η Visual Basic.NET ,γνωστή ως Visual Basic. Όπως και η γλώσσα προγραμματισμού BASIC, έτσι και η Visual Basic έχει σχεδιαστεί για να είναι εύκολη στην εκμάθηση και το χειρισμό. Η γλώσσα δεν επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργήσουν μόνο απλές εφαρμογές , αλλά και να αναπτύξουν πολύπλοκες εφαρμογές. Ο προγραμματισμός σε VB συνίσταται από τον οπτικό συνδυασμό στοιχείων ή ελέγχων σε μια φόρμα, τον προσδιορισμό χαρακτηριστικών και ενεργειών αυτών των στοιχείων και την σύνταξη επιπλέον γραμμών κώδικα για αυξημένη λειτουργικότητα. Καθώς υπάρχουν προεπιλεγμένα χαρακτηριστικά και ενέργειες για τα επιμέρους στοιχεία, μπορεί να δημιουργηθεί ένα απλό πρόγραμμα χωρίς ο προγραμματιστής να γράψει πολλές γραμμές κώδικα. Στις προηγούμενες εκδόσεις υπήρχαν προβλήματα επιδόσεων, αλλά με τους ταχύτερους υπολογιστές και τη μεταγλώττιση εγγενούς κώδικα αυτό παύει να είναι ένα τόσο σημαντικό ζήτημα. Αν και τα προγράμματα μπορούν να μετατραπούν σε εγγενή εκτελέσιμο κώδικα από την έκδοση 5 και μετά, αυτά εξακολουθούν να απαιτούν την παρουσία των βιβλιοθηκών χρόνου εκτέλεσης (runtime) με μέγεθος περίπου 1 MB. Οι βιβλιοθήκες runtime υπάρχουν στα Windows 2000 και αργότερα, αλλά στις παλαιότερες εκδόσεις των Windows όπως τα 95/98/NT πρέπει να διανέμονται μαζί με το εκτελέσιμο αρχείο. Ο μεταγλωττιστής της Visual Basic είναι κοινός με τις άλλες γλώσσες του Visual Studio.

Γ3.1.3: Το λογισμικό διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων Microsoft SQL Server

Το λογισμικό Microsoft SQL Server είναι ένα πρόγραμμα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων, η οποία αναπτύχθηκε και βελτιώνεται διαρκώς από τη Microsoft. Οι κύριες χρησιμοποιούμενες γλώσσες είναι η T-SQL και η ANSI SQL. Ο SQL Server βγήκε για πρώτη φορά στην αγορά το 1989 σε συνεργασία με την Sybase. Η κύρια μονάδα αποθήκευσης στοιχείων είναι μια βάση δεδομένων, η οποία αποτελείται από μια συλλογή πινάκων και κώδικα.

Η κεντρική βάση δεδομένων του SQL υποστηρίζει διαφορετικούς τύπους δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των ακεραίων αριθμών, αριθμών κινητής υποδιαστολής, δεκαδικών, αλφαριθμητικών, σειρές χαρακτήρων μεταβλητού μήκους (Varchar), δυαδικών αριθμών (για τα μη δομημένα δεδομένα) και κειμένων (για κείμενα). Επιτρέπει επίσης καθορισμένους από το χρήστη σύνθετους τύπους δεδομένων (UDTs), δηλαδή τύπους που βασίζονται στους βασικούς τύπους αλλά μπορούν να τροποποιηθούν.

Ο κεντρικός διακομιστής SQL παρέχει δύο τρόπους ελέγχου του ταυτοχρονισμού: απαισιόδοξος ταυτοχρονισμός και αισιόδοξος ταυτοχρονισμός. Όταν ο απαισιόδοξος έλεγχος ταυτοχρονισμού χρησιμοποιείται, ο κεντρικός διακομιστής SQL ελέγχει την ταυτόχρονη πρόσβαση με τη χρησιμοποίηση κλειδώματος (locks). Τα κλειδώματα μπορούν είτε να διαμοιράζονται είτε να είναι αποκλειστικά. Το αποκλειστικό κλειδωμα χορηγεί στο χρήστη την αποκλειστική πρόσβαση στα στοιχεία (συνήθως κατά την αλλαγή στοιχείων) και κανένας άλλος χρήστης δεν μπορεί να έχει πρόσβαση στα στοιχεία εφόσον υπάρχει το κλειδωμα. Το κοινό κλειδωμα χρησιμοποιείται όταν διαβάζεται κάποιο στοιχείο και παρά το γεγονός ότι πολλοί χρήστες μπορούν να διαβάσουν από τα στοιχεία τα οποία κλειδώνονται με ένα κοινό κλειδωμα, δεν αποκτούν όμως αποκλειστικό κλειδωμα.

Το κλειδωμα μπορεί να εφαρμοστεί σε διαφορετικά επίπεδα, όπως σε ολόκληρους πίνακες, σελίδες ή ακόμα και σε διαφορετικές γραμμές. Το επίπεδο που χρησιμοποιείται καθορίζεται σε μια βάση δεδομένων από περίπλοκους αλγόριθμους του SQL Server, οι οποίοι έχουν σκοπό την γρηγορότερη και καλύτερη λειτουργία από χιλιάδες χρήστες η ακόμη και εκατοντάδες χιλιάδες την ίδια στιγμή. Ένας SQL Server είναι δυνατόν να πραγματοποιήσει μέχρι και 1.000.000 συναλλαγές (transactions) το δευτερόλεπτο με το ανάλογο υλικό. Ο SQL Server λειτουργεί σε 32 η 64 bit επεξεργαστή και υποστηρίζει μέχρι και 256 πυρήνες (CPU).

Η ερώτηση (query) είναι ο κύριος τρόπος για την ανάκτηση στοιχείων από μια βάση δεδομένων. Η ερώτηση εκφράζεται χρησιμοποιώντας μια παραλλαγή της γλώσσας SQL την T-SQL, που είναι μια διάλεκτος SQL που αναπτύχθηκε από την Microsoft και Sybase. Η T-SQL είναι πολύ κοντά στα ANSI standards που έχουν καθιερωθεί διεθνώς, σε αντιδιαστολή με άλλες διαλέκτους όπως η PL-SQL της Oracle, οι οποίες διαφέρουν περισσότερο από το ANSI standards.

Η ερώτηση διευκρινίζει επεξηγηματικά αυτό ό,τι θα ανακτηθεί από την βάση δεδομένων. Η ερώτηση υποβάλλεται σε επεξεργασία από τον επεξεργαστή ερώτησης, ο οποίος υπολογίζει τη σειρά των βημάτων τα οποία είναι απαραίτητα για να ανακτηθούν τα ζητούμενα στοιχεία. Η ακολουθία των απαραίτητων ενεργειών εκτέλεσης μιας ερώτησης καλείται σχέδιο ερώτησης.

Ο SQL Server υλοποιεί την λεγόμενη βελτιστοποίηση ερώτησης, διαδικασία η οποία εκτελείται από τον επεξεργαστή ερώτησης, και παίρνει περίπλοκες αποφάσεις βασισμένος σε αλγόριθμους που έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία 20 με 30 χρόνια πάνω στο αντικείμενο. Μια παρόμοια ερώτηση σε μια προηγούμενη έκδοση του SQL Server θα μπορούσε να πάρει 10 με 20 φορές περισσότερο χρόνο λόγω του διαφορετικού αλγόριθμου. Γενικά κάθε καινούργια έκδοση βελτιώνει την αποτελεσματικότητα, και άρα τον χρόνο εκτέλεσης. Εδώ ακριβώς είναι ένα από τα πλεονεκτήματα προγραμματισμού ενός προβλήματος σε μια βάση δεδομένων σε σύγκριση με C, Pascal, C++ και άλλες γλώσσες προγραμματισμού. Βέβαια όλα τα προβλήματα δεν είναι κατάλληλα για εφαρμογή σε βάση δεδομένων.

Ο SQL Server επιτρέπει επίσης αποθηκευμένες ερωτήσεις (stored procedures). Οι αποθηκευμένες ερωτήσεις είναι ερωτήσεις με παραμέτρους T-SQL, οι οποίες αποθηκεύονται στον SQL Server. Μια stored procedure τυπικά είναι από 100 έως 1000 γραμμές κώδικα SQL. Οι αποθηκευμένες ερωτήσεις μπορούν να δεχτούν τιμές που στέλνονται από τον πελάτη ως παράμετροι εισαγωγής, και να στείλουν τα αποτελέσματα ως παραμέτρους παραγωγής. Μπορούν να καλέσουν functions, και άλλες stored procedures. Οι stored procedures είναι γρηγορότερες από κατασκευή σε σχέση με απλές ακολουθίες SQL.

Ο Microsoft SQL Server 2005 – 2008 περιλαμβάνει ένα αντικείμενο (module) που λέγεται SQL CLR μέσω του οποίου ενσωματώνει το .NET μέσα στον SQL Server. Με το SQL CLR οι αποθηκευμένες διαδικασίες (stored procedures) μπορούν να γραφτούν σε οποιαδήποτε γλώσσα .NET συμπεριλαμβανομένου C# και VB.NET και να δημιουργήσουν μια μόνο αποθηκευμένη διαδικασία. Αυτό σημαίνει ότι ο SQL Server έχει όλες τις βιβλιοθήκες και

πλεονεκτήματα του .NET, αυτόχθονα μέσα στο περιβάλλον του, τα οποία μπορεί να τα καλέσει οποιαδήποτε στιγμή.

Η βάση δεδομένων του πληροφοριακού συστήματος που υλοποιήσαμε σχεδιάστηκε και συντηρείται μέσω του προγράμματος Microsoft SQL Server R2 2008 with management tools. Τόσο η windows εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ όσο η windows υπηρεσία Hermes συνδέονται μέσω των κατάλληλων βιβλιοθηκών του Visual Studio με τον SQL Server και διαχειρίζονται τα αποθηκευμένα δεδομένα. Στην ενότητα Γ5 διακρίνουμε το σχεδιάγραμμα της βάσης δεδομένων του πληροφοριακού συστήματος, όπως είναι οργανωμένη στον SQL Server.

Γ3.1.4: Η γλώσσα προγραμματισμού R και το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών R Studio

Η R είναι μια ελεύθερη γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου η οποία χρησιμοποιείται ως εργαλείο ανάπτυξης εφαρμογών για στατιστικό υπολογισμό, ανάλυση δεδομένων και γραφική σχεδίαση. Τα τελευταία χρόνια η γλώσσα R χρησιμοποιείται ευρέως τόσο για ακαδημαϊκούς, όσο και για εμπορικούς σκοπούς, με την δημοτικότητά της να βαίνει συνεχώς αυξανόμενη. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι διαθέτει περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών για την ανάπτυξη κώδικα. Η γλώσσα R προέρχεται από τις γλώσσες S η οποία δημιουργήθηκε από τον John Chambers στα εργαστήρια της Bell. Η R δημιουργήθηκε από τους Ross Ihaka και Robert Gentleman στο πανεπιστήμιο του Auckland στην Νέα Ζηλανδία, και το όνομά της οφείλεται στο κοινό αρχικό γράμμα των δύο δημιουργών της. Η έκδοση που χρησιμοποιήσαμε είναι η R 2.11.1 32-bit for Windows.

Το μεγάλο πλεονέκτημα της γλώσσας R είναι ότι διαθέτει πακέτα (packages) ή καλύτερα βιβλιοθήκες (libraries) συναρτήσεων, υλοποιημένα εκ των προτέρων από ακαδημαϊκούς και επαγγελματίες του χώρου, απλοποιώντας την εργασία των προγραμματιστών. Οι βιβλιοθήκες αυτές ανανεώνονται συνεχώς, και διατίθενται δωρεάν στους επίδοξους προγραμματιστές. Στην υλοποίηση της εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ και της υπηρεσίας Hermes αξιοποιήσαμε τις βιβλιοθήκες συναρτήσεων της γλώσσας R. Συγκεκριμένα αξιοποιήσαμε τα πακέτα συναρτήσεων:

- “tseries” (Trapletti, Hornik and and LeBaron, 2013): Το πακέτο περιέχει συναρτήσεις στατιστικής ανάλυσης χρονοσειρών και χρηματοοικονομικών μαθηματικών (tseries: Time series analysis and computational finance).

- “forecast” (Hyndman, Athanasopoulos, Razbash, Schmidt, Zhou, Khan and Bergmeir, 2013): Το πακέτο αυτό παρέχει μεθόδους και εργαλεία παρουσίασης και ανάλυσης προβλέψεων χρονοσειρών δεδομένων.
- “ttr” (Urlich, 2013): Το πακέτο αυτό περιέχει συναρτήσεις και δεδομένα τα οποία αφορούν το πεδίο των κανόνων της τεχνικής ανάλυσης μετοχών και τίτλων δευτερογενούς αγοράς (TTR: Technical Trading Rules).

Ένα σημαντικό σημείο στο οποίο πρέπει να αναφερθούμε είναι η διασύνδεση της R με το Visual Studio. Θα πρέπει ο προγραμματιστής να προσθέσει στις αναφορές (references) του προγράμματός του την αναφορά εκείνη η οποία καθιστά εφικτή την διασύνδεση της εφαρμογής ή της υπηρεσίας με τις βιβλιοθήκες και τα πακέτα της R.

Το R Studio είναι ένα ανοιχτού κώδικα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών σε γλώσσα R για στατιστικό υπολογισμό και γραφική σχεδίαση. Είναι γραμμένο σε γλώσσα C++ και διαθέτει γραφικό περιβάλλον χρήστη. Οι μέθοδοι προβλέψεων της εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ και μέθοδοι εύρεσης special events που χρησιμοποιήθηκαν τόσο στην εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ όσο και στην υπηρεσία Hermes, υλοποιήθηκαν μέσω του R Studio.

Γ3.2: Προδιαγραφές Απαιτήσεων Λογισμικού

Γ3.2.1: Σενάρια Χρήσης – Διαγράμματα UML

Θα αναπτύξουμε διαφορετικά σενάρια χρήσης (Use Case Scenarios) τα οποία είναι δυνατό να προκύψουν κατά την αλληλεπίδραση του χρήστη με την εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ. Στην ανάλυση κάθε σεναρίου περιλαμβάνεται και η περιγραφή του μέσω του μοντέλου GOMS. Το μοντέλο GOMS είναι ένα ακρωνύμιο των Σκοπών (Goals), Λειτουργιών (Operators), Μεθόδων (Methods) και Κανόνων Επιλογής (Selection Rules) και αποτελεί μία ιεραρχική δομή που περιλαμβάνει όλα τα παραπάνω σε επίπεδο εφαρμογής. Επίσης μετά την παρουσίαση κάθε σεναρίου χρήσης θα παρουσιάζουμε και το διάγραμμα UML του σεναρίου χρήσης (Use Case Diagrams).

Ως χρήστη στην εφαρμογή μας ορίζουμε το άτομο εκείνο που χειρίζεται την εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή στον οποίο είναι εγκατεστημένη.

Σενάριο 1: Είσοδος στην εφαρμογή και Επιλογή Κτηρίου

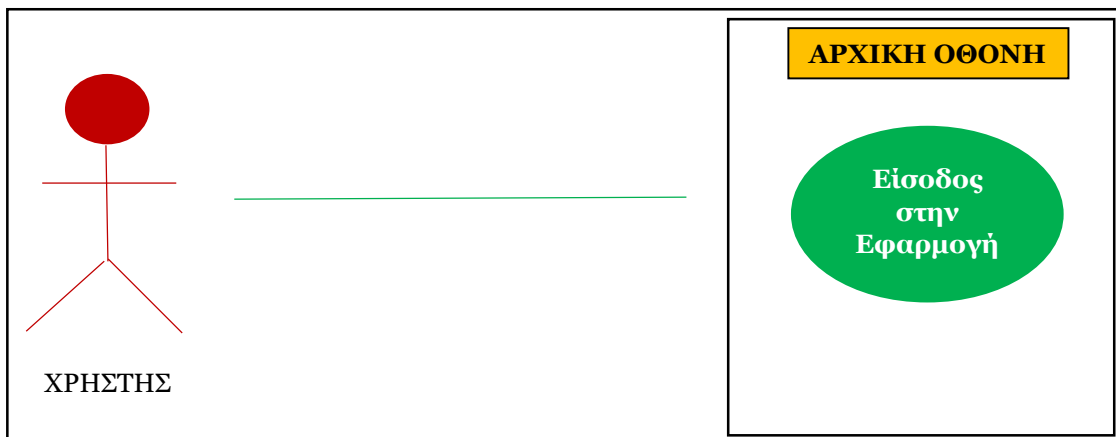
Περιγραφή

Το πρώτο σενάριο χρήσης έχει να κάνει με την πρώτη επαφή του χρήστη με την εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ. Ο χρήστης εισέρχεται στην εφαρμογή, και στην συνέχεια καλείται να εισάγει τα

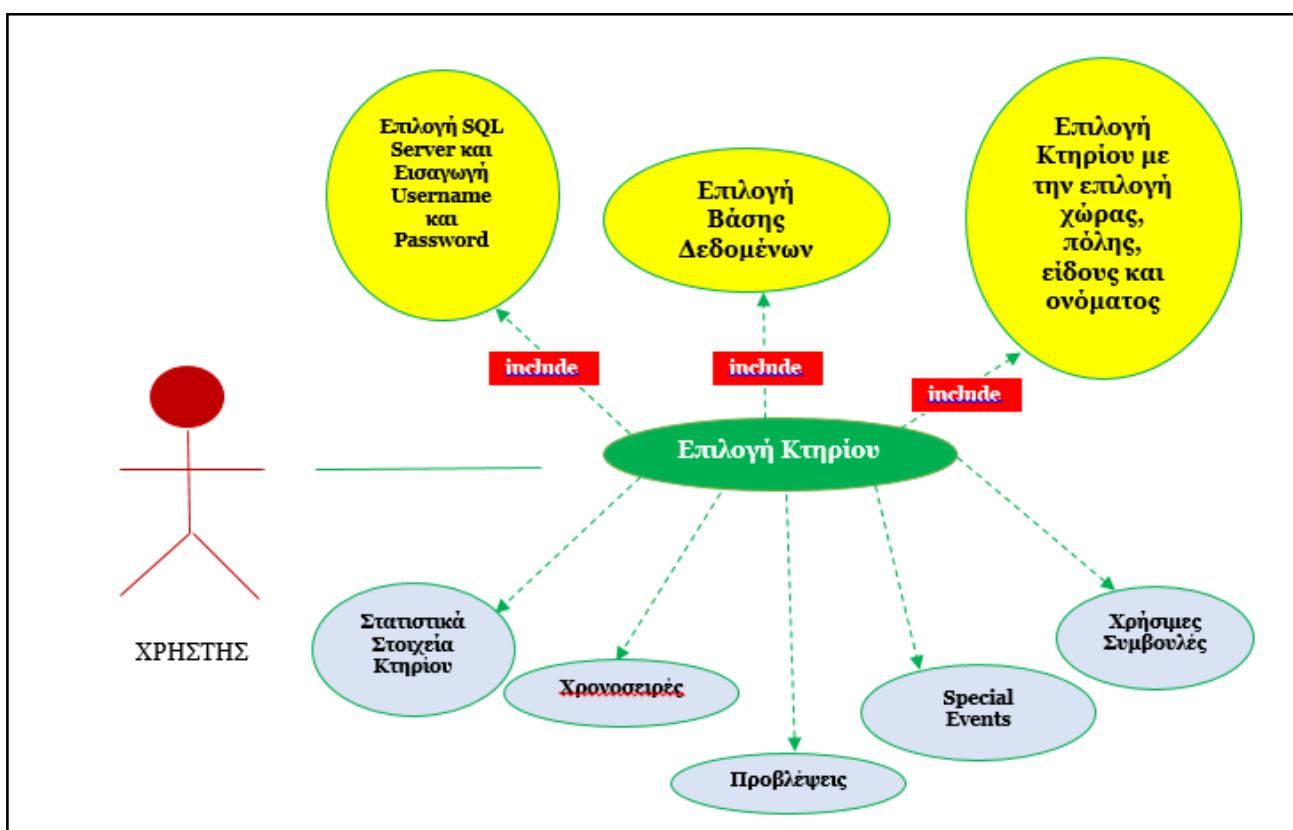
συγκεκριμένο κτήριο, τα δεδομένα του οποίου θα χρησιμοποιηθούν προς μετέπειτα επεξεργασία. Αμέσως μετά την είσοδο στην εφαρμογή μεταβαίνει στην καρτέλα επιλογής κτηρίου. Τα βήματα για την εισαγωγή κτηρίου είναι: α) η επιλογή SQL Server στον υπάρχοντα υπολογιστή και η επιλογή του λογαριασμού στον οποίο έχει πρόσβαση πληκτρολογώντας το όνομα χρήστη και τον κωδικό πρόσβασης, β) η επιλογή της βάσης δεδομένων στην οποία είναι αποθηκευμένα τα δεδομένα των κτηρίων, γ) η τελική επιλογή του κτηρίου επιλέγοντας κατά σειρά την χώρα, την πόλη, το είδος και το όνομά του. Μετά από κάθε επιλογή υπάρχει κουμπί επικύρωσης της, και μετάβαση στην επόμενη επιλογή. Η ακολουθιακή δομή των επιλογών – κριτηρίων εισαγωγής κτηρίου είναι άμεσα ορατή στον χρήστη. Τέλος ακολουθεί η παρουσίαση της γενικής εικόνας του κτηρίου η οποία αφορά τα στοιχεία της ταυτότητάς του, την συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, την ιστορική διάρθρωσή της και τους σημαντικότερους αριθμοδείκτες ενεργειακής επίδοσης του τελευταίου έτους. Η επιλογή του κτηρίου επηρεάζει όλες τις καρτέλες της εφαρμογής: την καρτέλα «Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου», την καρτέλα «Χρονοσειρές», την καρτέλα «Προβλέψεις», την καρτέλα «Special Events» και την καρτέλα «Χρήσιμες Συμβουλές».

Μοντέλο GOMS

- Μετάβαση στην αρχική οθόνη της εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ
 - Click στο κουμπί <ΕΙΣΟΔΟΣ>
- Μετάβαση στην καρτέλα «Επιλογή Κτηρίου»
 - Εύρεση επιλογής SQL Server
 - Click στο combobox <SQL Server> του ονόματος SQL Server για σύνδεση
 - Υποβολή ονόματος χρήστη στο textbox <Username>
 - Υποβολή κωδικού χρήστη στο textbox <Password>
 - Click στο κουμπί <OK>
 - Εύρεση επιλογής Βάσεις Δεδομένων
 - Click στο combobox <Database> του ονόματος της βάσης δεδομένων των κτηρίων
 - Click στο κουμπί <Connect>
 - Εύρεση επιλογής κτηρίου
 - Click στο combobox <Χώρα> της χώρας του κτηρίου
 - Click στο combobox <Πόλη> της πόλης του κτηρίου
 - Click στο combobox <Είδος Κτηρίου> του είδους του κτηρίου
 - Click στο combobox <Όνομα Κτηρίου> του ονόματος του κτηρίου
 - Click στο κουμπί <Εισαγωγή>



Εικόνα Γ3.2.1.1: Διάγραμμα Χρήσης - Αρχική Οθόνη



Εικόνα Γ3.2.1.2: Διάγραμμα Χρήσης – Επιλογή Κτηρίου

Σενάριο 2: Επιλογή Παραμέτρων Υπολογισμού Στατιστικών Στοιχείων Κτηρίου και Εμφάνισή τους

Περιγραφή

Ο χρήστης υποθέτουμε ότι έχει εισέλθει στην εφαρμογή και έχει επιλέξει κτήριο προς επεξεργασία των δεδομένων του σύμφωνα με το πρώτο σενάριο. Στο σενάριο αυτό, ο χρήστης μεταβαίνει στην καρτέλα (tab) «Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου», και επιλέγει την

χρονική περίοδο και τις παραμέτρους για τον υπολογισμό κάποιων βασικών στατιστικών στοιχείων του κτηρίου. Συγκεκριμένα επιλέγει κατά σειρά:

α) το βήμα υπολογισμού, το οποίο είναι ουσιαστικά το βήμα των χρονοσειρών δεδομένων οι οποίες μετέχουν στον υπολογισμό των στατιστικών στοιχείων

β) το χρονικό βήμα έναρξης της περιόδου υπολογισμού

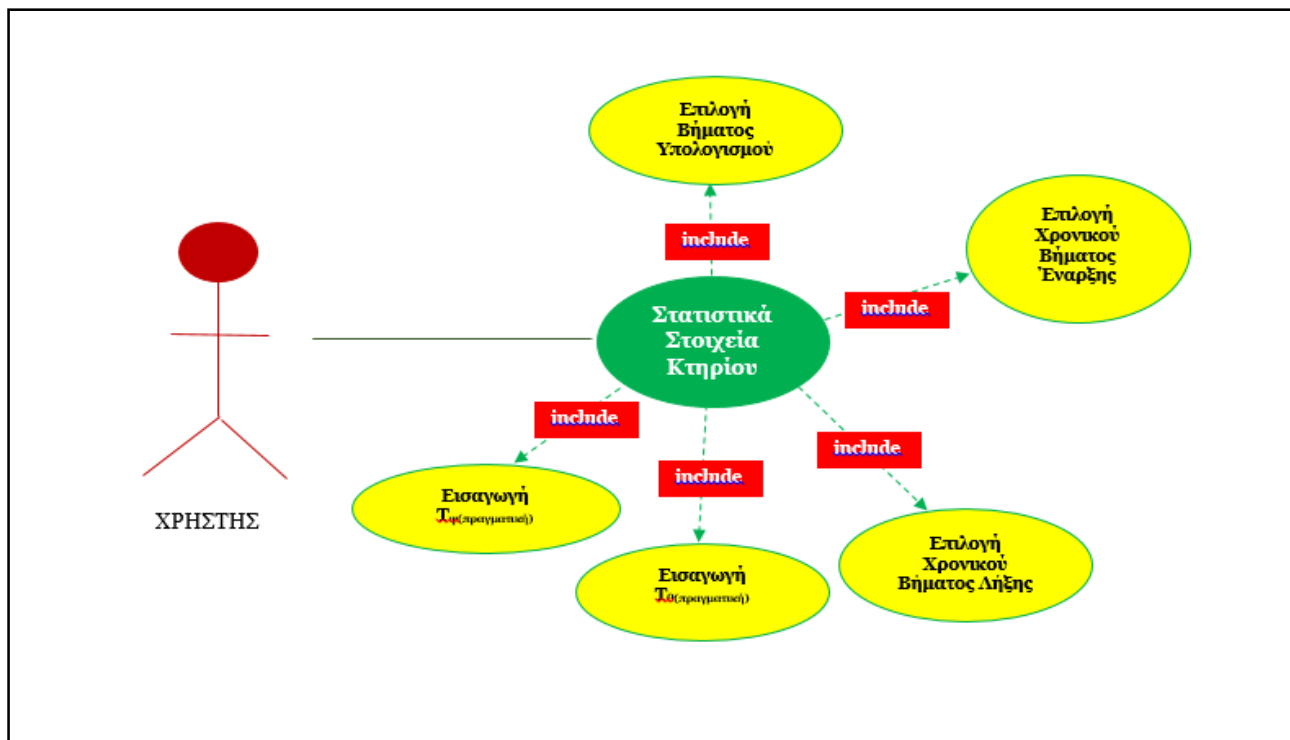
γ) το χρονικό βήμα λήξης της περιόδου υπολογισμού

Επίσης εισάγει την εξωτερική θερμοκρασία του κτηρίου κάτω από την οποία θερμαίνεται το κτήριο, και την εξωτερική θερμοκρασία πάνω από την οποία ψύχεται το κτήριο. Τα στατιστικά στοιχεία του κτηρίου εμφανίζονται για την κάθε κατανάλωση σε ξεχωριστή καρτέλα, αφού επιβεβαιώσει την επιλογή του, πατώντας το κουμπί <Εμφάνιση>. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να προβάλλει τα διαγράμματα των στατιστικών στοιχείων του κτηρίου σε νέο παράθυρο για λόγους ευκολότερης παρατήρησης, κάνοντας απλά click με το ποντίκι πάνω τους.

Μοντέλο GOMS

- Μετάβαση στην καρτέλα «Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου»
 - Εύρεση επιλογής «Χρονική Περίοδος Υπολογισμού»
 - Click στο combobox «Βήμα Υπολογισμού» του επιθυμητού βήματος των χρονοσειρών των δεδομένων
 - Click στο combobox «Έναρξη» του επιθυμητού χρονικού βήματος έναρξης της περιόδου υπολογισμού
 - Click στο combobox «Λήξη» του επιθυμητού χρονικού βήματος λήξης της περιόδου υπολογισμού
 - Υποβολή στο textbox «Εξωτερική θερμοκρασία κάτω της οποίας θερμαίνεται το κτήριο» της θερμοκρασίας αυτής
 - Υποβολή στο textbox «Εξωτερική θερμοκρασία πάνω από την οποία ψύχεται το κτήριο» της θερμοκρασίας αυτής
 - Click στο κουμπί <Εμφάνιση>
- Μετάβαση στην καρτέλα «Συνολική Κατανάλωση»
 - Εύρεση κυκλικού διαγράμματος διάρθρωσης καταναλώσεων
 - Click στο κυκλικό διάγραμμα διάρθρωση καταναλώσεων

Η τελευταία ενέργεια υλοποιήθηκε ως μέρος του σεναρίου χρήσης ώστε ο χρήστης να διαπιστώσει την δυνατότητα προβολής των διαγραμμάτων σε νέο παράθυρο.



Εικόνα Γ3.2.1.3: Διάγραμμα Χρήσης – Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου

Σενάριο 3: Επιλογή Παρακολούθησης Πολλών Διαγραμμάτων Χρονοσειρών

Περιγραφή

Ο χρήστης υποθέτουμε ότι έχει εισέλθει στην εφαρμογή και έχει επιλέξει κτήριο προς επεξεργασία των δεδομένων του σύμφωνα με το πρώτο σενάριο. Στο σενάριο αυτό, ο χρήστης μεταβαίνει στην καρτέλα (tab) «Χρονοσειρές». Αρχικά επιλέγει την χρονοσειρά δεδομένων ή αριθμοδείκτη προς παρακολούθηση μέσα από μια λίστα επιλογών. Έπειτα επιλέγει το βήμα προβολής της χρονοσειράς, το χρονικό βήμα έναρξης περιόδου προβολής και το χρονικό βήμα λήξης της περιόδου προβολής. Στην συνέχεια επιβεβαιώνει τις επιλογές του και εμφανίζεται η χρονοσειρά δεδομένων σε ένα παράθυρο στην περιοχή του διαγράμματος χρόνου, για το βήμα και την χρονική περίοδο την οποία επέλεξε. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει και νέα χρονοσειρά με περισσότερες επιλογές εμφάνισης ή ακόμα και την ίδια με άλλες επιλογές προβολής, σε νέο παράθυρο στην περιοχή διαγράμματος χρόνου, χωρίς την ανάγκη να κλείσει το προηγούμενο. Οι επιπλέον επιλογές οι οποίες του παρέχονται είναι κατά σειρά:

- Η επιλογή εμφάνισης ενός απλού κινητού μέσου όρου, εισάγοντας τον επιθυμητό αριθμό βημάτων υπολογισμού του.
- Η επιλογή εμφάνισης ενός δεύτερου απλού κινητού μέσου όρου, εισάγοντας τον επιθυμητό αριθμό βημάτων υπολογισμού του.
- Η επιλογή εμφάνισης της οριζόντιας γραμμής μέσου όρου των τιμών της χρονοσειράς
- Η επιλογή εμφάνισης οριζόντιας γραμμής στρατηγικού στόχου για την τιμή της χρονοσειράς, τον οποίο και εισάγει.
- Η επιλογή προβολής συγκριτικού ραβδογράμματος στο ίδιο διάγραμμα με τα δεδομένα της χρονοσειράς ενός εκ των μεγεθών : παραγόμενες μερίδες, πελάτες και έσοδα.
- Τέλος η επιλογή προβολής και δεύτερης χρονοσειράς ταυτόχρονα στο ίδιο διάγραμμα χρόνου με την πρώτη, και φυσικά για την ίδια χρονική περίοδο προβολής.

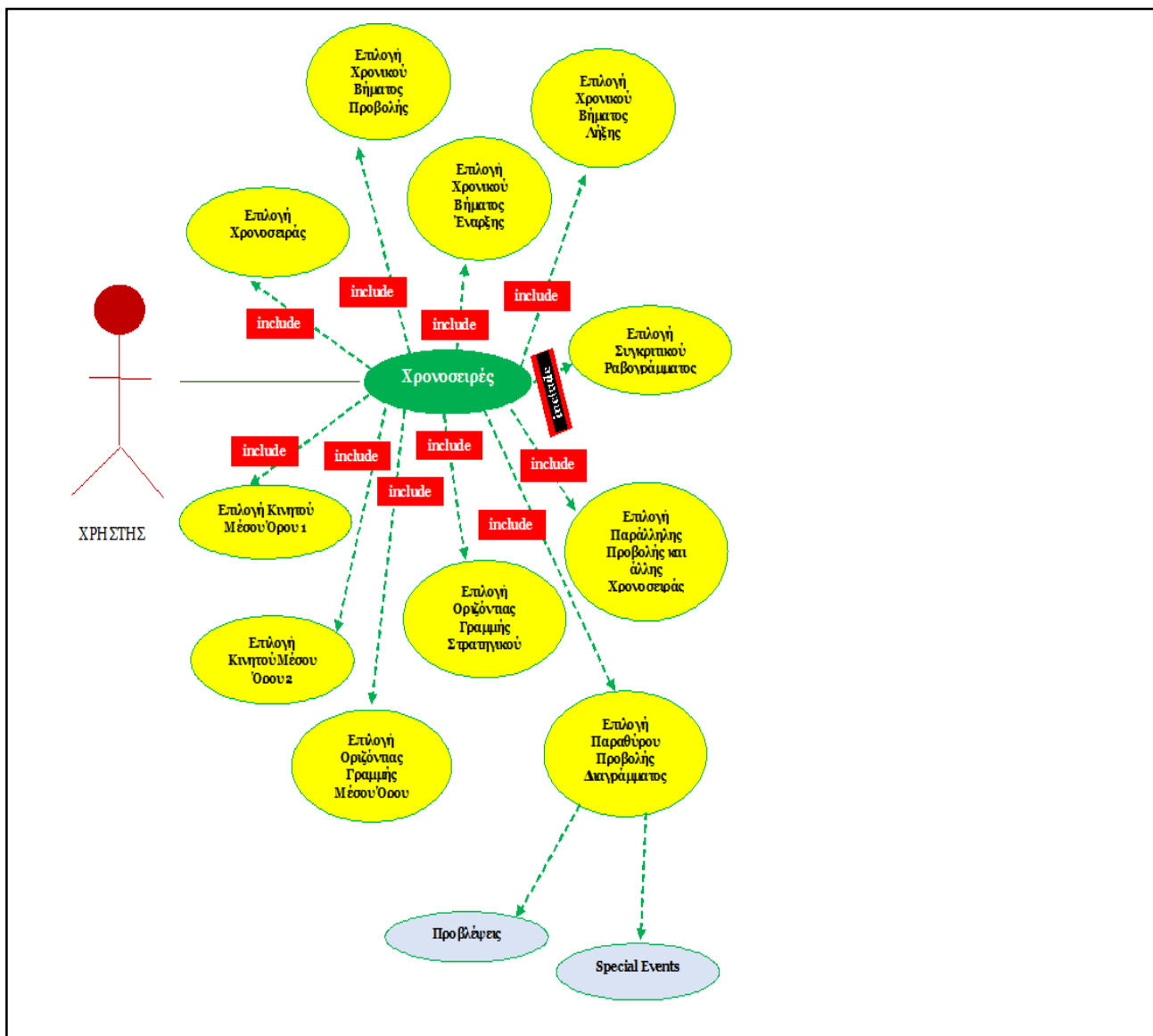
Για τις ανάγκες του παρόντος σεναρίου υποθέτουμε ότι ο χρήστης χρησιμοποιεί όλες τις πρόσθετες επιλογές, σε μια προσπάθεια πλήρους παρουσίασης όλων των δυνατών σεναρίων χρήσης γι' αυτήν την καρτέλα. Προφανώς η παρουσίαση όλων αυτών των πληροφοριών στο ίδιο διάγραμμα δεν είναι ούτε λειτουργική ούτε πρακτική, αλλά όπως εξηγήσαμε παρουσιάζεται κυρίως για εκπαιδευτικούς λόγους. Ένας χρήστης χρησιμοποιεί ένα μικρό υποσύνολο των πρόσθετων αυτών επιλογών κάθε φορά στα διαγράμματα χρόνου που επιθυμεί να παρακολουθήσει.

Τέλος το παράθυρο της χρονοσειράς που προβάλλεται στην καρτέλα «Χρονοσειρές» καθορίζει και την χρονοσειρά για την οποία θα γίνει πρόβλεψη στην καρτέλα «Προβλέψεις», και την χρονοσειρά για την οποία θα ευρεθούν τα special events της στην καρτέλα «Special Events».

Μοντέλο GOMS

- Μετάβαση στην καρτέλα «Χρονοσειρές»
 - Εύρεση επιλογής «Επιλογή Χρονοσειράς»
 - Click στο combobox «Επιλογή Χρονοσειράς» της επιθυμητής χρονοσειράς για την εμφάνιση του διαγράμματος χρόνου της
 - Εύρεση επιλογών «Επιλογές Προβολής»
 - Click στο combobox «Βήμα» του επιθυμητού χρονικού βήματος παρουσίασης της χρονοσειράς

- Click στο combobox «Έναρξη» του επιθυμητού χρονικού βήματος έναρξης της περιόδου προβολής
- Click στο combobox «Λήξη» του επιθυμητού χρονικού βήματος λήξης της περιόδου προβολής
- Εύρεση κουμπιού <Εμφάνιση>
- Click στο κουμπί <Εμφάνιση>
- Μετάβαση στην καρτέλα «Χρονοσειρές»
 - Εύρεση επιλογής «Επιλογή Χρονοσειράς»
 - Click στο combobox «Επιλογή Χρονοσειράς» της επιθυμητής χρονοσειράς για την εμφάνιση του διαγράμματος χρόνου της
 - Εύρεση επιλογών «Επιλογές Προβολής»
 - Click στο combobox «Βήμα» του επιθυμητού χρονικού βήματος παρουσίασης της χρονοσειράς
 - Click στο combobox «Έναρξη» του επιθυμητού χρονικού βήματος έναρξης της περιόδου προβολής
 - Click στο combobox «Λήξη» του επιθυμητού χρονικού βήματος λήξης της περιόδου προβολής
 - Εύρεση επιλογών «Επιλογές Εμφάνισης»
 - Click στο checkbox «Κινητός Μέσος Όρος 1»
 - Υποβολή στο αντίστοιχο textbox του αριθμού βημάτων του κινητού μέσου όρου 1
 - Click στο checkbox «Κινητός Μέσος Όρος 2»
 - Υποβολή στο αντίστοιχο textbox του αριθμού βημάτων του κινητού μέσου όρου 2
 - Click στο checkbox «Οριζόντια Γραμμή Μέσου Όρου»
 - Click στο checkbox «Οριζόντια Γραμμή Στρατηγικού Στόχου»
 - Υποβολή στο textbox «Στόχος» του επιθυμητού στρατηγικού στόχου
 - Click στο checkbox «Επιλογή Συγκριτικού Ραβδογράμματος»
 - Click στο αντίστοιχο combobox του επιθυμητού μεγέθους του ραβδογράμματος
 - Click στο checkbox «Παράλληλα με την Χρονοσειρά»
 - Click στο αντίστοιχο combobox του επιθυμητής χρονοσειράς
 - Εύρεση κουμπιού <Εμφάνιση>
 - Click στο κουμπί <Εμφάνιση>
 - Click στο παράθυρο προβολής της χρονοσειράς



Εικόνα Γ3.2.1.4: Διάγραμμα Χρήσης – Επιλογή Παρακολούθησης Διαγραμμάτων Χρονοσειρών

Σενάριο 4: Πρόβλεψη μελλοντικών τιμών χρονοσειράς

Περιγραφή

Ο χρήστης υποθέτουμε ότι έχει εισέλθει στην εφαρμογή και έχει επιλέξει κτήριο προς επεξεργασία των δεδομένων του σύμφωνα με το πρώτο σενάριο, και επίσης έχει εισάγει χρονοσειρά και έχει επιλέξει το παράθυρο του διαγράμματος χρόνου της σύμφωνα με το σενάριο 3. Στο σενάριο αυτό, ο χρήστης μεταβαίνει στην καρτέλα (tab) «Προβλέψεις». Αρχικά εισάγει το πλήθος των μελλοντικών βημάτων πρόβλεψης και στην συνέχεια μπορεί να επιβεβαιώσει την επιλογή του και να εμφανίσει στο παράθυρο του διαγράμματος χρόνου την πρόβλεψη των τιμών της χρονοσειράς. Στην περίπτωση την οποία το πλήθος το

μελλοντικών βημάτων πρόβλεψης είναι μεγαλύτερο του πλήθους των δεδομένων του out – of sample set, ήτοι το 20% (1/5) του πλήθους των ιστορικών δεδομένων, τότε εμφανίζεται η πρόβλεψη των τιμών του μεταβλητού μεγέθους της χρονοσειράς, ενώ ταυτόχρονα ο χρήστης ενημερώνεται μέσω παραθύρου διαλόγου ότι σάφρον είναι για μελλοντικά βήματα το πολύ ίσα με το 20% του πλήθους των ιστορικών δεδομένων, αναγράφοντας τον ενδεδειγμένο αυτόν αριθμό. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να προσθέσει περισσότερα στοιχεία εμφάνισης στο διάγραμμα χρόνου της πρόβλεψης της χρονοσειράς και μάλιστα αυτά να εμφανίζονται στο ίδιο παράθυρο διαγράμματος χρόνου. Οι επιπρόσθετες επιλογές εμφάνισης είναι:

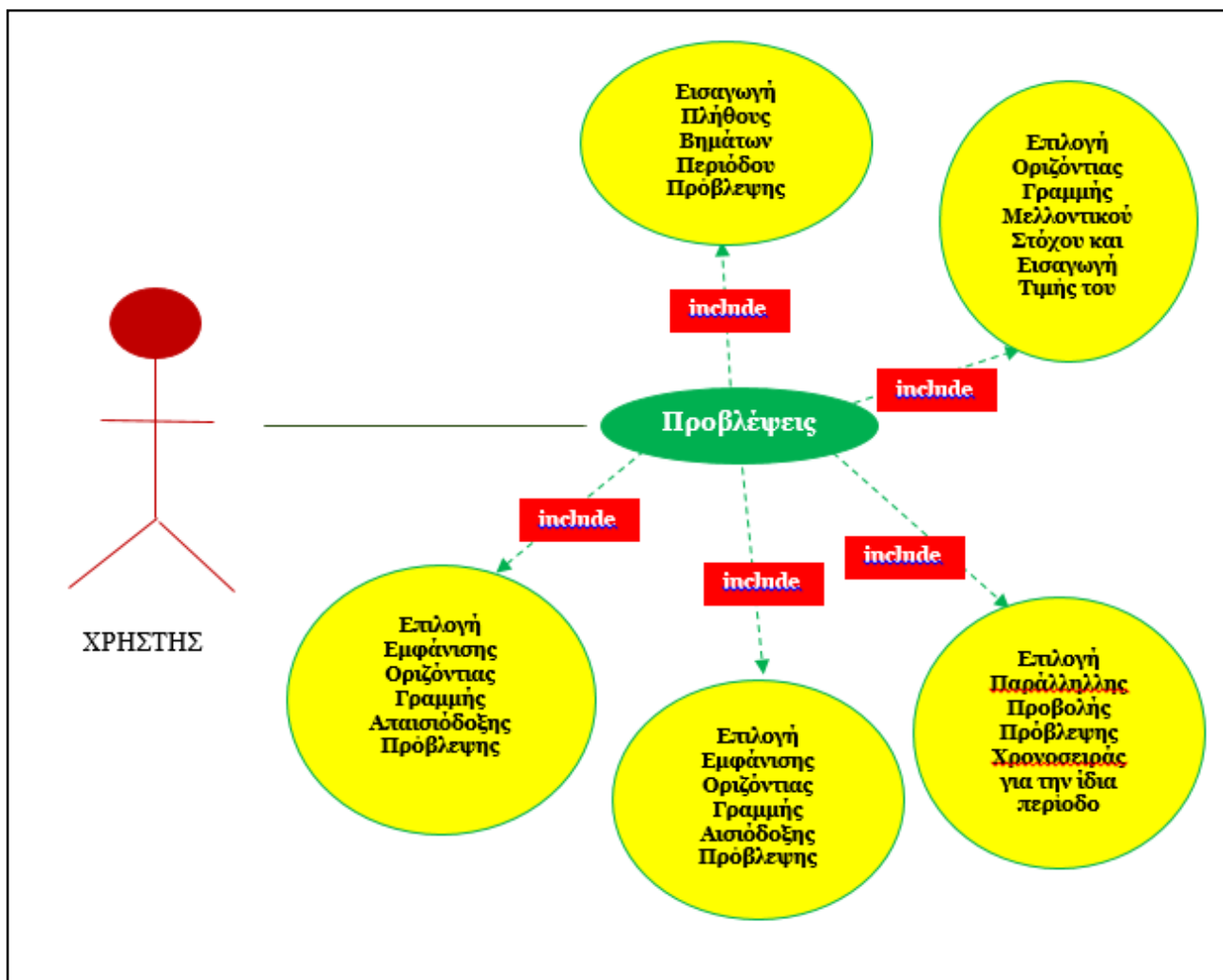
- Η επιλογή εμφάνισης οριζόντιας γραμμής μελλοντικού στόχου και εισαγωγή του στόχου αυτού.
- Η επιλογή εμφάνισης παράλληλης πρόβλεψης μιας νέας χρονοσειράς με τα την ίδια χρονική περίοδο ιστορικών δεδομένων και το ίδιο πλήθος μελλοντικών βημάτων πρόβλεψης.
- Η επιλογή εμφάνισης οριζόντιας γραμμής αισιόδοξης κριτικής πρόβλεψης και εισαγωγή της.
- Η επιλογή εμφάνισης οριζόντιας γραμμής απαισιόδοξης κριτικής πρόβλεψης και εισαγωγή της.

Για τις ανάγκες του παρόντος σεναρίου υποθέτουμε ότι ο χρήστης χρησιμοποιεί όλες τις πρόσθετες επιλογές, σε μια προσπάθεια πλήρους παρουσίασης όλων των δυνατών σεναρίων χρήσης γι' αυτήν την καρτέλα, ακριβώς όπως τονίσαμε και στο σενάριο 3 της καρτέλας των «Χρονοσειρών». Προφανώς η παρουσίαση όλων αυτών των πληροφοριών στο ίδιο διάγραμμα δεν είναι ούτε λειτουργική ούτε πρακτική, αλλά όπως εξηγήσαμε παρουσιάζεται κυρίως για εκπαιδευτικούς λόγους. Ένας χρήστης χρησιμοποιεί ένα μικρό υποσύνολο των πρόσθετων αυτών επιλογών κάθε φορά στα διαγράμματα χρόνου που επιθυμεί να παρακολουθήσει.

Μοντέλο GOMS

- Μετάβαση στην καρτέλα «Προβλέψεις»
 - Εύρεση επιλογής «Επιλογές Στατιστικής Πρόβλεψης»
 - Υποβολή στο αντίστοιχο textbox του πλήθους βημάτων περιόδου πρόβλεψης
 - Εύρεση κουμπιού <Εμφάνιση>
 - Click στο κουμπί <Εμφάνιση>

- Αν το πλήθος των εισαχθέντων μελλοντικών βημάτων μεγαλύτερο του ενός πέμπτου (1/5) των ιστορικών δεδομένων, εμφάνιση μηνύματος διαλόγου ότι είναι σώφρον να γίνει πρόβλεψη για αριθμό μελλοντικών βημάτων το πολύ ίσο με το ένα πέμπτο (1/5) των ιστορικών δεδομένων
- Εύρεση επιλογών «Επιλογές Εμφάνισης»
- Click στο checkbox «Οριζόντια Γραμμή Μελλοντικού Στόχου»
- Υποβολή στο textbox «Μελλοντικός Στόχος» του επιθυμητού μελλοντικού στόχου για την τιμή του μεγέθους της χρονοσειράς
- Click στο checkbox «Παράλληλα με Πρόβλεψη της Χρονοσειράς»
- Click στο αντίστοιχο combobox της επιθυμητής χρονοσειράς για την εμφάνιση της πρόβλεψής της στο ίδιο διάγραμμα με την αρχική χρονοσειρά, για τις ίδιες παραμέτρους προβολής και πρόβλεψης και στο ίδιο παράθυρο
- Εύρεση επιλογών «Επιλογές Κριτικής Πρόβλεψης»
- Click στο checkbox «Οριζόντια Γραμμή Αισιόδοξης Πρόβλεψης»
- Υποβολή στο textbox «Αισιόδοξη Πρόβλεψη» της κριτικής αισιόδοξης πρόβλεψης για την τιμή του μεγέθους της χρονοσειράς
- Click στο checkbox «Οριζόντια Γραμμή Απαισιόδοξης Πρόβλεψης»
- Υποβολή στο textbox «απαισιόδοξη Πρόβλεψη» της κριτικής απαισιόδοξης πρόβλεψης για την τιμή του μεγέθους της χρονοσειράς
- Εύρεση κουμπιού <Εμφάνιση>
- Click στο κουμπί <Εμφάνιση>
- Αν το πλήθος των ιστορικών δεδομένων είναι μικρότερο από έξι φορές την συχνότητα της χρονοσειράς, μήνυμα διαλόγου εμφάνισης του μέσου όρου των πραγματικών τιμών ως πρόβλεψη της χρονοσειράς



Εικόνα Γ3.2.1.5: Διάγραμμα Χρήσης – Πρόβλεψη μελλοντικών τιμών χρονοσειράς

Σενάριο 5: Εύρεση Special Events Χρονοσειράς

Περιγραφή

Ο χρήστης υποθέτουμε ότι έχει εισέλθει στην εφαρμογή και έχει επιλέξει κτήριο προς επεξεργασία των δεδομένων του σύμφωνα με το πρώτο σενάριο, και επίσης έχει εισάγει χρονοσειρά και έχει επιλέξει το παράθυρο του διαγράμματος χρόνου της σύμφωνα με το σενάριο 3. Στο σενάριο αυτό, ο χρήστης μεταβαίνει στην καρτέλα (tab) «Special Events». Αρχικά επιλέγει μέθοδο εύρεσης special events. Έχει την δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ πέντε συνολικά μεθόδων εύρεσης και να επιβεβαιώσει την επιλογή του, εμφανίζοντας τα special events στο παράθυρο του διαγράμματος.

- Αν ο χρήστης επιλέξει μια εκ των τεσσάρων μεθόδων εύρεσης special events της βιβλιογραφίας θα πρέπει το πλήθος των ιστορικών δεδομένων να είναι μεγαλύτερο του τετραπλάσιου της συχνότητας της χρονοσειράς.

- Αν επιλέξει μικρότερο αριθμό ιστορικών δεδομένων τότε ενημερώνεται με μήνυμα διαλόγου ότι για την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου απαιτείται επιλογή πλήθους ιστορικών δεδομένων μεγαλύτερο του τετραπλάσιου της συχνότητας της χρονοσειράς.
- Αν ο χρήστης επιλέξει την μέθοδο των λωρίδων Bollinger για την εύρεση των special events και επιλέξει κινητό μέσο όρο πλήθους βημάτων μεγαλύτερο του πλήθους των ιστορικών δεδομένων τότε εμφανίζεται μήνυμα διαλόγου που τον ενημερώνει ότι πρέπει να εισάγει πλήθος ιστορικών δεδομένων μεγαλύτερο του αριθμού των βημάτων του κινητού μέσου όρου.

Στην συνέχεια μπορεί να επιλέξει άλλη μέθοδο, να επιβεβαιώσει την επιλογή του, και μετά να εμφανιστούν στο ίδιο διάγραμμα τα special events που θα βρεθούν με την νέα μέθοδο, αφού βέβαια διαγραφούν τα special events της προηγούμενης μεθόδου. Τα special events αναγράφονται κατά χρονική στιγμή έναρξης (ημερομηνία και ώρα) και κατά χρονική στιγμή λήξης (ημερομηνία και ώρα) στο κουτί κειμένου «Ευρεθέντα». Ο χρήστης επιλέγει όσα ευρεθέντα special events κρίνει ότι ικανοποιούν τα κριτήριά του, και τα επιβεβαιώνει εισάγοντάς τα στο κουτί κειμένου «Επιβεβαιωθέντα». Στην συνέχεια μπορεί να εισάγει και special events που κρίνει ότι υπάρχουν αλλά δεν βρέθηκαν με την μαθηματική μέθοδο υπολογισμού. Για τον σκοπό αυτό πατά το κουμπί <Προσθήκη> και εμφανίζεται ένα παράθυρο αλληλεπίδρασης με τον χρήστη. Στο παράθυρο αυτό ο χρήστης επιλέγει το χρονικό βήμα έναρξης και λήξης των τιμών της χρονοσειράς, τις οποίες κρίνει ότι αποτελούν special events. Στην συνέχεια όλα τα special events, δηλαδή τα επιβεβαιωθέντα αλλά και τα εισαχθέντα εμφανίζονται στο κουτί κειμένου «Σύνολο επιβεβαιωθέντων και εισαγωγή νέων». Ο χρήστης μπορεί να εμφανίσει όλα τα special events του συγκεκριμένου κουτιού στο διάγραμμα της χρονοσειράς, πατώντας το κουμπί <Εμφάνιση όλων στο διάγραμμα>.

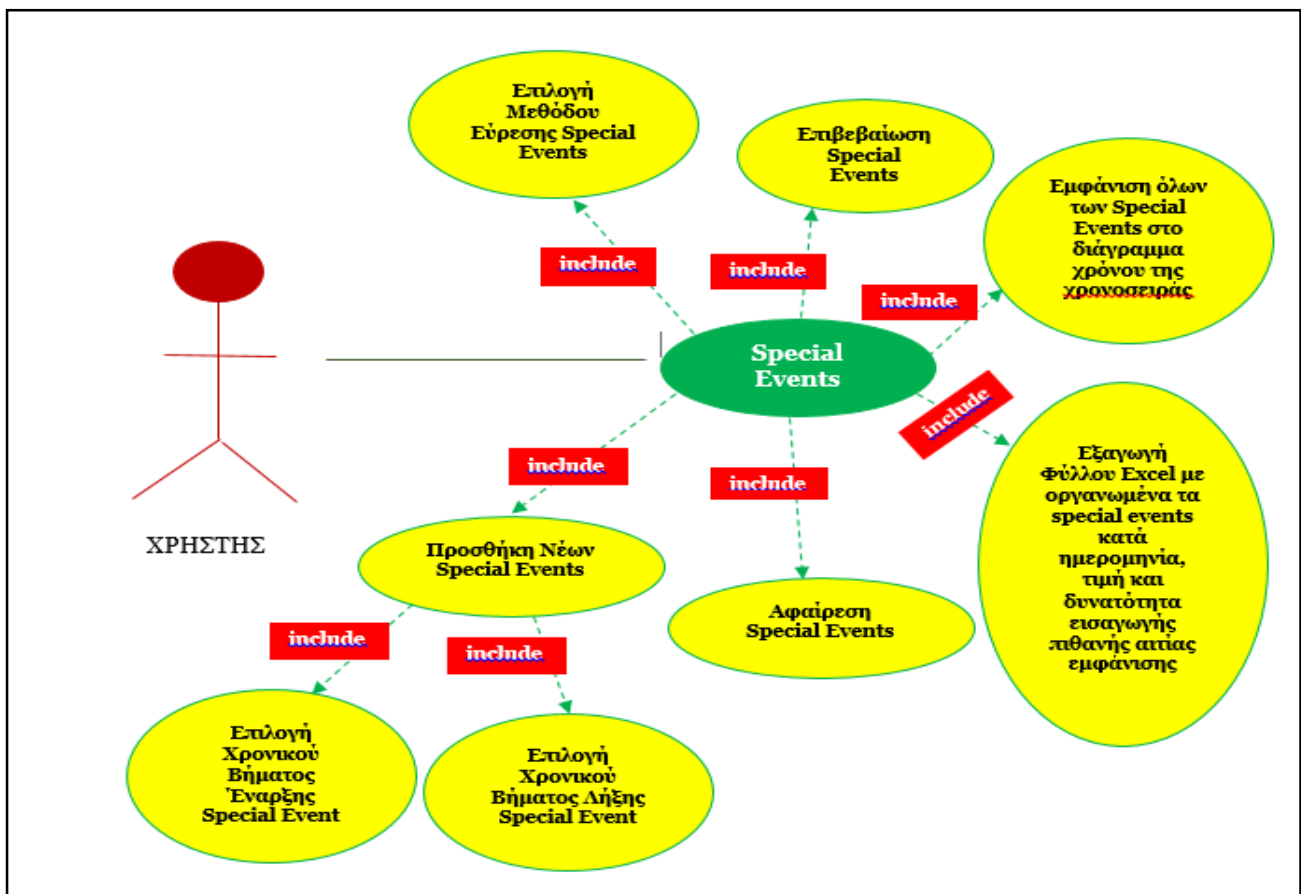
Τέλος ο χρήστης μπορεί να εμφανίσει το σύνολο των special events σε ένα φύλλο Microsoft excel οργανωμένο στις εξής στήλες: ημερομηνία εμφάνισης special event, τιμή και πιθανή εξήγηση.

Μοντέλο GOMS

- Μετάβαση στην καρτέλα «Special Events»
 - Εύρεση επιλογής «Εύρεση Special Events»
 - Click στην επιλογή <Χρήση Μεθόδου Υπολογισμού>
 - Click στο αντίστοιχο combobox της επιθυμητής μεθόδου εντοπισμού special events

- Υποβολή στο textbox «Φράγμα Α» της επιθυμητής τιμής του φράγματος Α
 - Αν επιλέχθηκε η «Μέθοδος 1^η» τότε υποβολή στο textbox «Φράγμα Β» της επιθυμητής τιμής του φράγματος Β
 - Εύρεση κουμπιού <Εύρεση Special Events>
 - Click στο κουμπί <Εύρεση Special Events>
 - Αν το πλήθος των ιστορικών δεδομένων είναι μικρότερο από τέσσερις φορές την συχνότητα της χρονοσειράς, τότε εμφάνιση μηνύματος διαλόγου ενημέρωσης του χρήστη ότι το πλήθος των επιλεγμένων δεδομένων είναι μικρό για τις ανάγκες της μεθόδου και προτροπή του χρήστη να επιλέξει πλήθος ιστορικών δεδομένων τουλάχιστον ίσο με το τετραπλάσιο της συχνότητας της χρονοσειράς
 - Εύρεση textbox «Ευρεθέντα»
 - Click στο textbox του επιθυμητού ευρεθέντος special events προς επιβεβαίωση
 - Εύρεση κουμπιού < ν >
 - Click στο κουμπί < ν > για την επιβεβαίωση του επιθυμητού ευρεθέντος special event
 - Εύρεση επιλογής «Σύνολο επιβεβαιωθέντων και εισαγωγή νέων»
 - Εύρεση κουμπιού <Προσθήκη>
 - Click στο κουμπί <Προσθήκη>
 - Εύρεση παραθύρου εισαγωγής «addSE»
 - Click στο combobox «Ημερομηνία Έναρξης Special Event» της επιθυμητής ημερομηνίας
 - Click στο combobox «Ημερομηνία Λήξης Special Event» της επιθυμητής ημερομηνίας
 - Εύρεση κουμπιού <Προσθήκη>
 - Click στο κουμπί <Προσθήκη>
 - Εύρεση επιλογής «Σύνολο επιβεβαιωθέντων και εισαγωγή νέων»
 - Click στο αντίστοιχο textbox του επιθυμητού special event προς αφαίρεση
 - Εύρεση κουμπιού <Αφαίρεση>
 - Click στο κουμπί <Αφαίρεση>
 - Εύρεση κουμπιού <Εμφάνιση όλων στο διάγραμμα>
 - Click στο κουμπί <Εμφάνιση όλων στο διάγραμμα>
 - Εύρεση κουμπιού <Συγκεντρωτικός Πίνακας Excel>
 - Click στο κουμπί <Συγκεντρωτικός Πίνακας Excel>
- Μετάβαση στην καρτέλα «Special Events»

- Εύρεση επιλογής «Εύρεση Special Events»
- Click στην επιλογή <Χρήση Λωρίδων Bollinger>
- Υποβολή στο textbox «Κινητός Μέσος Όρος» του επιθυμητού αριθμού βημάτων του κινητού μέσου όρου της μεθόδου των λωρίδων Bollinger
- Υποβολή στο textbox «Αριθμός Τυπικών Αποκλίσεων» του επιθυμητού αριθμού τυπικών αποκλίσεων οι οποίες μαζί με τον κινητό μέσο όρο θα καθορίσουν τις λωρίδες Bollinger
- Εύρεση κουμπιού <Εύρεση Special Events>
- Click στο κουμπί <Εύρεση Special Events>
- Αν το πλήθος των ιστορικών δεδομένων είναι μικρότερο από τον αριθμό των βημάτων του κινητού μέσου όρου, τότε εμφάνιση μηνύματος διαλόγου ενημέρωσης του χρήστη ότι το πλήθος των επιλεγμένων δεδομένων είναι μικρό για τις ανάγκες της μεθόδου και προτροπή του χρήστη να επιλέξει πλήθος ιστορικών δεδομένων μεγαλύτερο από τον αριθμό των βημάτων του κινητού μέσου όρου τον οποίο εισήγαγε



Εικόνα Γ3.2.1.6: Διάγραμμα Χρήσης – Εύρεση Special Events Χρονοσειράς

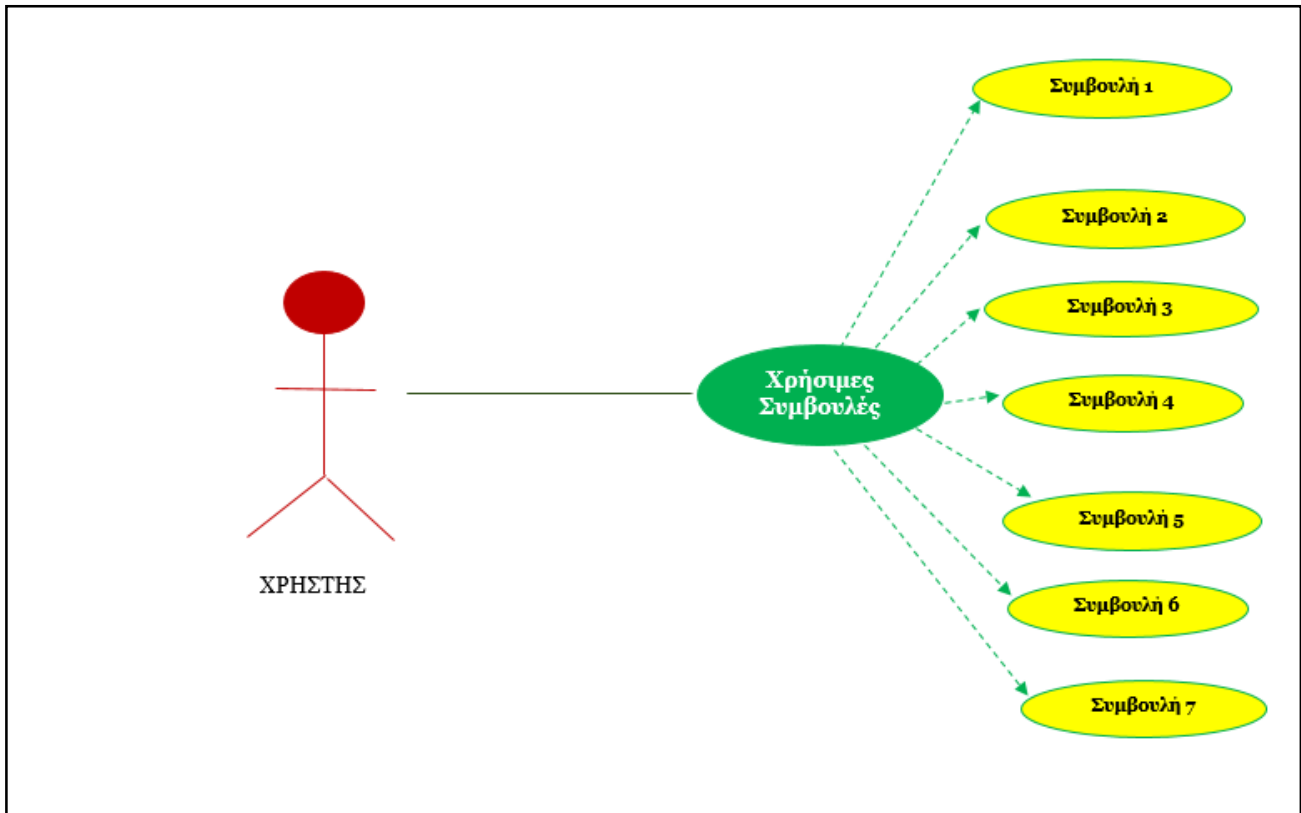
Σενάριο 6: Ανάγνωση Χρήσιμων Συμβουλών

Περιγραφή

Ο χρήστης υποθέτουμε ότι έχει εισέλθει στην εφαρμογή και έχει επιλέξει κτήριο προς επεξεργασία των δεδομένων του σύμφωνα με το πρώτο σενάριο, και μάλιστα Το είδος του κτηρίου που έχει επιλέξει είναι εστιατόριο – ταχυφαγείο. Στο σενάριο αυτό, ο χρήστης μεταβαίνει στην καρτέλα (tab) «Χρήσιμες Συμβουλές». Στην καρτέλα αυτή μπορεί να διαβάσει επτά συνολικά συμβουλές ενεργειακής διαχείρισης με στόχο την βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης, αντικειμενικά οριζόμενες και εφαρμόσιμες σε κάθε εστιατόριο – ταχυφαγείο. Υπάρχουν διαδικτυακές παραπομπές για περαιτέρω έρευνα, αλλά και ενημερωτικό έγγραφο για τα χρηματοδοτικά προγράμματα έργων βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης. Οι συμβουλές παρουσιάζονται σε επτά διαφορετικές καρτέλες.

Μοντέλο GOMS

- Μετάβαση στην καρτέλα «Χρήσιμες Συμβουλές»
 - Εύρεση καρτέλας «Συμβουλή 1»
 - Ανάγνωση Καρτέλας «Συμβουλή 1»
 - Click στην καρτέλα «Συμβουλή 2»
 - Ανάγνωση Καρτέλας «Συμβουλή 2»
 - Click στην καρτέλα «Συμβουλή 3»
 - Ανάγνωση Καρτέλας «Συμβουλή 3»
 - Click στην καρτέλα «Συμβουλή 4»
 - Ανάγνωση Καρτέλας «Συμβουλή 4»
 - Click στην καρτέλα «Συμβουλή 5»
 - Ανάγνωση Καρτέλας «Συμβουλή 5»
 - Click στην καρτέλα «Συμβουλή 6»
 - Ανάγνωση Καρτέλας «Συμβουλή 6»
 - Click στην καρτέλα «Συμβουλή 7»
 - Ανάγνωση Καρτέλας «Συμβουλή 7»



Εικόνα Γ3.2.1.7: Διάγραμμα Χρήσης – Ανάγνωση Χρήσιμων Συμβουλών

Γ3.2.2: Προδιαγραφές Ευχρηστίας

Ευχρηστία ορίζεται η ικανότητα του συστήματος να παρέχει αποτελεσματικότητα (effectiveness), αποδοτικότητα (efficiency) και υποκειμενική ικανοποίηση (satisfaction) στους χρήστες, σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει ο Διεθνής Οργανισμός Πιστοποίησης (ISO). Επιμέρους χαρακτηριστικά της ευχρηστίας αποτελούν:

- η ευκολία εκμάθησης (learnability)
- η ευκολία κατανόησης (understandability)
- η ευκολία λειτουργίας (operability)

Παρακάτω παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα οι λειτουργικές προδιαγραφές και προδιαγραφές ευχρηστίας που θα τεθούν ανά λειτουργική απαίτηση της εφαρμογής.

Λειτουργικές Απαιτήσεις	Λειτουργικές Προδιαγραφές	Προδιαγραφές Ευχρηστίας
Είσοδος στην Εφαρμογή	Εμφάνιση Κουμπιού Εισόδου	<ul style="list-style-type: none"> • Εμφάνιση κουμπιού εισόδου στο παράθυρο ανοίγματος της εφαρμογής • Το κουμπί εισόδου αντιστοιχίζεται με μεγάλο εικονίδιο με έντονο χρώμα, για καλύτερη οπτική αναπαράσταση και ευκολότερη αναγνώριση
Επιλογές Εφαρμογής	Εμφάνιση των επιλογών που παρέχονται στον χρήστη από το λογισμικό	<ul style="list-style-type: none"> • Εμφάνιση διακριτών καρτελών επιλογών, με σαφή προσδιοριστικό τίτλο λειτουργίας εκάστης εξ αυτών • Κάθε καρτέλα είναι οργανωμένη τοπογραφικά με σαφείς λειτουργικές περιοχές, που φέρουν ανάλογο τίτλο • Δεν υπάρχει επανάληψη επιλογών στις διάφορες καρτέλες, και παρέχονται καθολικές επιλογές που μεταφέρονται σε όλες τις καρτέλες
Επιλογή Κτηρίου	Εμφάνιση Πολλών Διαδοχικών Μενού Επιλογών για την επιλογή κτηρίου	<ul style="list-style-type: none"> • Κάθε μενού έχει σαφή τίτλο που υποδηλώνει το περιεχόμενο της επιλογής • Οι επιλογές του εκάστου μενού εμφανίζονται με την μορφή λίστας επιλογών, με όλες τις δυνατές επιλογές, για βέλτιστη αναγνωσιμότητα και προστασία του χρήστη από την εισαγωγή λάθος τιμών • Κάθε μενού επιλογής συνοδεύεται από ένα κουμπί επικύρωσης υποβολής της επιλογής, με σαφή χαρακτηρισμό • Τα μενού επιλογής παρέχονται διαδοχικά το ένα κάτω από το άλλο σε μια ακολουθιακού τύπου επιλογή, όπου η επόμενη επιλογή προϋποθέτει την

		προηγούμενη, και δεν υπάρχει δυνατότητα παράκαμψης της ακολουθίας
Απεικόνιση Γενικής Εικόνας Κτηρίου	Εμφάνιση Διακριτών Περιοχών Γενικών Πληροφοριών Κτηρίου	<ul style="list-style-type: none"> • Κάθε περιοχή είναι σαφώς και ευκρινώς διαχωρισμένη από τις υπόλοιπες • Σε κάθε περιοχή υπάρχει ο τίτλος της πληροφορίας που παρουσιάζει, σαφώς ορισμένος • Χρησιμοποιούνται χρώματα για την περιοχή των γραφημάτων, ακόμα τρισδιάστατη απεικόνισή τους για την καλύτερη οπτική παρατήρησή τους • Δίνεται οι δυνατότητα προβολής πολλών διαγραμμάτων στην ίδια περιοχή, από ένα μενού καρτελών με σαφή χρονικό προσδιορισμό κάθε επιλογής • Εμφανίζονται εικόνες που κάνουν το περιβάλλον χρήστη πιο οικείο • Οι τίτλοι των αριθμητικών πληροφοριών παρουσιάζονται με διαφορετικά χρώματα καθιστώντας την αναγνωσιμότητα ευκολότερη • Οι αριθμητικές πληροφορίες είναι τοποθετημένες σε κουτιά κειμένου με χρωματικό φόντο, για ευκολότερη αναγνωσιμότητα
Επιλογή Χρονικής Περιόδου Υπολογισμού Στατιστικών Στοιχείων Κτηρίου	Εμφάνιση πεδίων επιλογών περιόδου εμφάνισης	<ul style="list-style-type: none"> • Απεικόνιση των πεδίων επιλογών σε διακεκριμένη, σαφώς οριζόμενη περιοχή, με έντονο χρώμα για καλύτερη οπτική αναπαράσταση και άμεση αναγνώριση • Εμφάνιση των επιλογών σε μορφή λίστας με όλες τις δυνατές επιλογές, για βέλτιστη αναγνωσιμότητα και προστασία

		<p>του χρήστη από την εισαγωγή λάθος τιμών</p> <ul style="list-style-type: none"> • Πραγματοποίηση υποβολής επιλεχθέντων στοιχείων μέσω ενός μεγάλου κουμπιού με την δέουσα περιγραφή
<p>Απεικόνιση Στατιστικών Στοιχείου Κτηρίου Ενεργειακής Επίδοσης ανά Κατανάλωση</p>	<p>Εμφάνιση Καρτελών Παρουσίασης των Στατιστικών Στοιχείων ανά Κατανάλωση</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Απεικόνιση των στοιχείων σε ξεχωριστή καρτέλα με τον αντίστοιχο προσδιοριστικό τίτλο για κάθε μια κατανάλωση • Σε κάθε καρτέλα οι διάφορες ανεξάρτητες μεταξύ τους πληροφορίες παρουσιάζονται σε διακριτές, σαφώς τιτλοποιημένες περιοχές • Οι αριθμητικές πληροφορίες είναι τοποθετημένες σε κουτιά κειμένου με χρωματικό φόντο, για ευκολότερη αναγνωσιμότητα • Τα διαγράμματα παρουσιάζονται σε διακριτές οριοθετημένες περιοχές, με τίτλο την πληροφορία του γραφήματος • Χρησιμοποιούνται χρώματα για την περιοχή των γραφημάτων, ακόμα τρισδιάστατη απεικόνισή τους για την καλύτερη οπτική παρατήρησή τους • Παροχή δυνατότητας προβολής του κάθε διαγράμματος σε ξεχωριστό παράθυρο, με μεγαλύτερες διαστάσεις για καλύτερη οπτική παρατήρηση και ευκολότερη αναγνωσιμότητα

<p>Επιλογές Παρακολούθησης Χρονοσειρών</p>	<p>Εμφάνιση Καρτέλας Χρονοσειρές</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Εμφάνιση μενού επιλογών της επιθυμητής χρονοσειράς με την μορφή λίστας επιλογών, με όλες τις δυνατές επιλογές, για βέλτιστη αναγνωσιμότητα και προστασία του χρήστη από την εισαγωγή μη υπαρχόντων χρονοσειρών ή λάθους ορθογραφίας της ως προς αυτήν με την οποία είναι καταχωρημένη στην βάση δεδομένων • Εμφάνιση πεδίου επιλογών προβολής της χρονοσειράς με την μορφή λίστας επιλογών με όλες τις δυνατές τιμές • Εμφάνιση επικουρικών επιλογών εμφάνισης δεδομένων στο διάγραμμα της χρονοσειράς, με δυνατότητα επιλογής όσων επιθυμεί ο χρήστης και με όποιες παραμέτρους επιθυμεί • Κάθε επικουρική επιλογή φέρει σαφή τίτλο ορισμού του περιεχομένου που θα εμφανίζεται στο διάγραμμα • Πραγματοποίηση υποβολής επιλεχθέντων στοιχείων μέσω ενός μεγάλου κουμπιού με την ανάλογη περιγραφή • Οι επιλογές οριοθετούνται σε συγκεκριμένο σημείο, αφήνοντας αρκετό χώρο για την περιοχή διαγράμματος
<p>Απεικόνιση Διαγράμματος Χρόνου Χρονοσειράς</p>	<p>Εμφάνιση περιοχής διαγράμματος</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Η περιοχή διαγράμματος είναι αρκετά μεγάλη σκοπίμως, για ευκολότερη παρατήρηση των πληροφοριών τους • Το διάγραμμα της απεικονιζόμενης χρονοσειράς είναι έγχρωμο για καλύτερη οπτική παρατήρηση

		<ul style="list-style-type: none"> • Οι επικουρικές πληροφορίες παρουσιάζονται με διαφορετικά έντονα χρώματα, ώστε να διακρίνονται ευκόλως από τον χρήστη σε σχέση με την απεικονιζόμενη πληροφορία • Παρέχεται η δυνατότητα επανακαθορισμού των επιλογών και των επικουρικών επιλογών, και προβολή του νέου διαγράμματος στην περιοχή παρουσίασης των διαγραμμάτων σε νέο παράθυρο • Ο χρήστης έχει την δυνατότητα εναλλαγής παραθύρων και οπτικής παρατήρησης όλων των διαγραμμάτων που έχει ανοίξει, έχοντας δυνατότητα να βλέπει μόνο ένα κάθε φορά στην περιοχή διαγράμματος • Ταυτόχρονα μπορεί να κλείνει κατά το δοκούν παράθυρα διαγραμμάτων που δεν του χρειάζονται πια. Κάθε παράθυρο έχει ένα μεγάλο κουμπί κλεισίματος με ανάλογο χαρακτηρισμό
<p style="text-align: center;">Πρόβλεψη Χρονοσειρών</p>	<p style="text-align: center;">Εμφάνιση Καρτέλας Προβλέψεις</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Εμφάνιση πεδίου εισαγωγής αριθμού βημάτων πρόβλεψης, με σαφή τίτλο πεδίου • Έλεγχος ειδοποίηση σε περίπτωση λανθασμένης εισαγωγής στοιχείων ή μη δυνατότητας εξαγωγής πρόβλεψης λόγω του μικρού πλήθους των ιστορικών δεδομένων • Πραγματοποίηση υποβολής εισαχθέντων στοιχείων μέσω ενός

		<p>μεγάλου κουμπιού με την ανάλογη περιγραφή και παρουσίαση της πρόβλεψης της χρονοσειράς στην περιοχή διαγράμματος της καρτέλας</p> <ul style="list-style-type: none"> • Οι προβλέψεις στο διάγραμμα παρουσιάζονται με έντονο χρώμα, διαφορετικό απ' αυτό με το οποίο παρουσιάζονται οι πραγματικές τιμές της χρονοσειράς • Εμφάνιση περισσότερων επιλογών πρόβλεψης με σαφή τίτλο της κάθε μιας, ανάλογο της λειτουργίας της • Εμφάνιση επιλογών κριτικής πρόβλεψης, σε οριοθετημένη περιοχή επιλογών, με περιγραφή της λειτουργίας κάθε επιλογής • Στις παραπάνω επιλογές, στις περιπτώσεις που απαιτείται εισαγωγή στοιχείων από τον χρήστη, υπάρχουν κατάλληλα πεδία με τίτλο που υποδηλώνει σαφώς κάθε μια επιλογή • Οι επιλογές αυτές παρουσιάζονται στο διάγραμμα με διαφορετικά χρώματα για καλύτερη αναγνωσιμότητα
<p>Εύρεση Special Events</p>	<p>Εμφάνιση Καρτέλας Special Events</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Εμφάνιση μενού επιλογών, και διάκρισή τους από την περιοχή διαγράμματος, όπως και στις προηγούμενες καρτέλες • Κάθε επιλογή έχει σαφή τίτλο που δηλώνει άμεσα την λειτουργία της, και σε περιπτώσεις εισαγωγής στοιχείων, παρέχονται κουτιά κειμένου • Πραγματοποίηση υποβολής επιλεχθέντων στοιχείων και εμφάνισής

		<p>τους στο διάγραμμα, μέσω ενός μεγάλου κουμπιού με την ανάλογη περιγραφή</p> <ul style="list-style-type: none"> • Παρέχεται δυνατότητα επιβεβαίωσης ευρεθέντων στοιχείων, με την επιλογή τους από τον χρήστη και την υποβολή της επιβεβαίωσής τους μέσω ενός κουμπιού επιβεβαίωσης • Τα special events εμφανίζονται στο διάγραμμα με διαφορετικό έντονο χρώμα, εν συγκρίσει με το χρώμα παρουσίασης των πραγματικών τιμών • Παρέχεται δυνατότητα στον χρήστη εισαγωγής special events, σύμφωνα με την κρίση και εμπειρία του, και για τον λόγο αυτό παρέχονται κουτιά κειμένου με κουμπιά προσθήκης και αφαίρεσης, εύκολα αναγνωρίσιμα • Εμφάνιση ξεχωριστού παραθύρου διαλόγου συνοδεύει την εισαγωγή special events, όπου και ζητούνται η ημερομηνία έναρξης και λήξης τους • Εμφάνιση όλων των special events στο διάγραμμα, ακόμα και αυτών που εισήγαγε ο χρήστης, μέσω του κουμπιού με την ανάλογη περιγραφή • Δυνατότητα παρουσίασης όλων των special events, κατά χρονική στιγμή εμφάνισης και τιμή σε ένα πίνακα φύλλου excel, που αναδύεται σε ξεχωριστό παράθυρο. Κατ' αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη για την αποθήκευσή τους
--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> • Στο φύλλο excel υπάρχει ξεχωριστή στήλη δίπλα στην χρονική στιγμή και την τιμή, στην οποία παρέχεται η δυνατότητα να γράψει την αιτία εμφάνισης των special events
<p>Παροχή Αντικειμενικά Οριζόμενων Συμβουλών Ενεργειακής Διαχείρισης</p>	<p>Εμφάνιση Καρτέλας Χρήσιμες Συμβουλές</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Παρουσιάζονται κατά σειρά αριθμημένες γενικά οριζόμενες συμβουλές ενεργειακής διαχείρισης, εκάστη σε ξεχωριστή καρτέλα • Οι συμβουλές παρουσιάζονται με έντονα χρώματα, σε πλαίσια κειμένου, για καλύτερη οπτική παρατήρηση και εύκολη αναγνωσιμότητα • Το κείμενο είναι ευανάγνωστο, και φιλικό στον χρήστη, καθώς συνοδεύεται από χαρακτηριστικές εικόνες, που περιγράφουν εμμέσως και με χιουμοριστικό τρόπο εκάστη συμβουλή • Παροχή πηγών περαιτέρω αναζήτησης και μελέτης στο διαδίκτυο, αλλά και παροχή πληροφοριών μέσω αρχείου pdf στο κείμενο της πρώτης συμβουλής, που αφορά το περιεχόμενο της συμβουλής αυτής • Το αρχείο αυτό έχει δυνατότητα διαχείρισης της προβολής τους μέσω του προγράμματος acrobat reader, ακόμα και την αποθήκευσή του

Γ4: Η Windows Υπηρεσία Hermes (Windows Service Hermes)

Ένα windows service είναι ένα πρόγραμμα υπηρεσία το οποίο λειτουργεί στο περιβάλλον των windows χωρίς την ανάγκη αλληλεπίδρασης με τον χρήστη, εκτελώντας μια εργασία. Θα πρέπει να συμβαδίζει με περιβάλλον διεπαφής και τα πρωτόκολλα του Διαχειριστή Ελέγχου

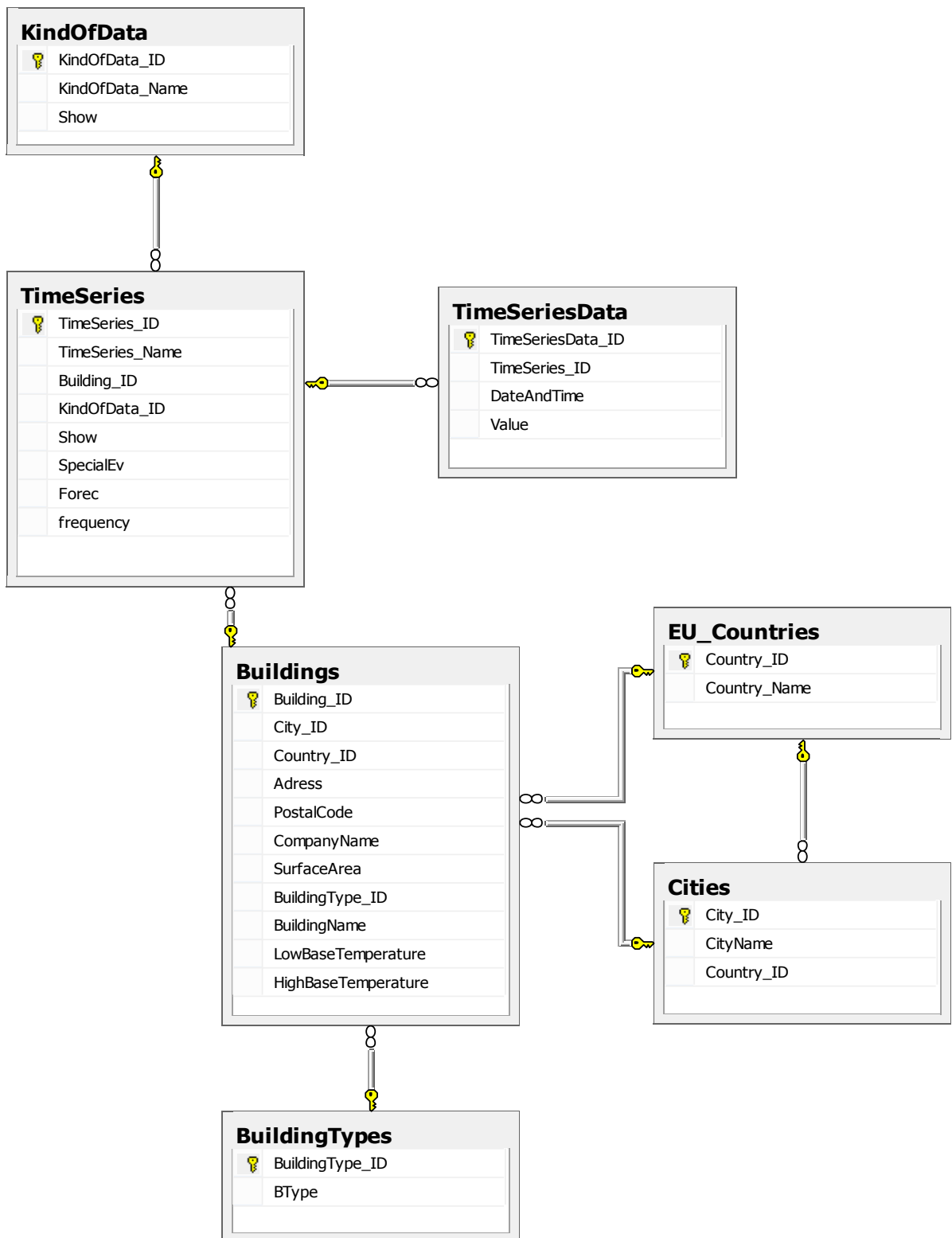
Υπηρεσιών (Service Control Manager), το στοιχείο εκείνο που είναι υπεύθυνο για την διαχείριση των υπηρεσιών (services) των windows. Τα προγράμματα αυτά ρυθμίζονται να ενεργοποιούνται με την είσοδο στο λειτουργικό σύστημα των windows και να περατώνουν την λειτουργία τους με την έξοδο από το λειτουργικό σύστημα.

Το windows service Hermes υλοποιήθηκε στην πλατφόρμα του visual studio 2012 και αποτελεί μαζί με την ΣΙΒΥΛΛΑ ένα υλοποιημένο πληροφοριακό σύστημα παρακολούθησης και πρόβλεψης δεδομένων και αριθμοδεικτών κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος. Λειτουργίες του windows service Hermes:

- Παρακολουθεί τις εξής χρονοσειρές δεδομένων εστιατορίων – ταχυφαγείων:
 - i. Συνολική Καταναλωθείσα Ενέργεια
 - ii. Καταναλωθείσα Ενέργεια Κουζίνας
 - iii. Καταναλωθείσα Ενέργεια Φωτισμού
 - iv. Καταναλωθείσα Ενέργεια Κλιματισμού
 - v. Συντελεστής Ισχύος Συνολικής Κατανάλωσης
 - vi. Συντελεστής Ισχύος Κατανάλωσης Κουζίνας
 - vii. Συντελεστής Ισχύος Κουζίνας και Ψυγείου 1
 - viii. Συντελεστής Ισχύος Κουζίνας και Ψυγείου 2
 - ix. Συντελεστής Ισχύος Φριτεζών
 - x. Συντελεστής Ισχύος Κατανάλωσης Φωτισμού
 - xi. Συντελεστής Ισχύος Κατανάλωσης Κλιματισμού
- Εφαρμόζει την μέθοδο των λωρίδων Bollinger (Bollinger Bands) για την εύρεση ασυνήθιστων τιμών (special events) στις χρονοσειρές αυτές με την μεθοδολογία που περιγράψαμε στην παράγραφο B2.8.1 της παρούσας εργασίας, με την διαφορά ότι αριθμός των περιόδων – βημάτων του απλού κινητού μέσου όρου που χρησιμοποιείται είναι προεπιλεγμένος και ίσος με 20, και ο αριθμός των τυπικών αποκλίσεων είναι επίσης προεπιλεγμένος και ίσος με 2 για όλες τις χρονοσειρές.
- Στέλνει ένα ενημερωτικό email, στον ενδιαφερόμενο χρήστη, ανά τακτά χρονικά διαστήματα με τα special events με την χρονική περίοδο εμφάνισής τους.
- Για την υλοποίηση των παραπάνω ενεργειών επικοινωνεί με το πρόγραμμα SQL Server για την επεξεργασία των δεδομένων των χρονοσειρών.

Γ5: Το σχεδιάγραμμα της Βάσης Δεδομένων του Πληροφοριακού Συστήματος

Στην παρακάτω εικόνα δίνεται το σχεδιάγραμμα οργάνωσης της βάσης δεδομένων του πληροφοριακού συστήματος που υλοποιήσαμε. Τόσο η windows εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ, όσο και η windows υπηρεσία Hermes αντλούν τα δεδομένα που επεξεργάζονται από μια κοινή βάση δεδομένων με το όνομα EnergyPerformanceBuildings. Το σχεδιάγραμμα του τόπου οργάνωσης της βάσης σύμφωνα με τις αρχές και τις μεθοδολογίες της σχεσιακής άλγεβρας είναι το παρακάτω:



Εικόνα Γ5.1: Σχεδιάγραμμα Βάσης Δεδομένων Πληροφοριακού Συστήματος

ΜΕΡΟΣ Δ

ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Δ1: Τρόπος Χρήσης Πληροφοριακού Συστήματος ΣΙΒΥΛΛΑΣ – Hermes

Το πληροφοριακό σύστημα το οποίο υλοποιήθηκε στην παρούσα εργασία παρακολουθεί και προβλέπει δεδομένα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος για την κατηγορία των εμπορικών κτηρίων των εστιατορίων – ταχυφαγείων, και προειδοποιεί τον χρήστη του συστήματος σε περίπτωση εμφάνισης ασυνήθιστων τιμών. Ταυτόχρονα παράγει, παρακολουθεί και προβλέπει αριθμοδείκτες ενεργειακής επίδοσης, συνδέοντας μέτρα του παραγόμενου έργου του εστιατορίου με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος. Συνεπώς αποτελεί αναπόσπαστο εργαλείο διαχείρισης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και λήψης αποφάσεων υιοθέτησης επενδυτικών προγραμμάτων βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων τα οποία στεγάζουν εστιατόρια και ταχυφαγεία.

Παγκοσμίως έχουν αναπτυχθεί λογισμικά συνολικής ενεργειακής διαχείρισης, κάθε κατηγορίας κτηρίου, τα οποία αφορούν όλες τις δυνατές καταναλώσεις ενέργειας και φυσικών πόρων ενός κτηρίου, όπως είναι η κατανάλωση πετρελαίου, φυσικού αερίου, γεωθερμίας, νερού, και φυσικά ηλεκτρικής ενέργειας. Οι όποιες δράσεις ενεργειακής βελτίωσης δεν θα πρέπει να ληφθούν μεμονωμένα για την κάθε μορφή ενέργειας, αλλά συνδυαστικά για όλες τις μορφές, ώστε να ακολουθεί η πιο αποδοτική λύση όσον αφορά την κατανάλωση συνολικά της ενέργειας των κτηρίων ανηγμένη σε κοινή μονάδα μέτρησης. Στόχος είναι η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενεργειών και φυσικών πόρων για την διατήρηση ενός επιθυμητού επιπέδου ενεργειακής απόδοσης.

Συνεπώς θα πρέπει ο διαχειριστής (manager) του εστιατορίου να αντιληφθεί ότι η μελέτη της ενεργειακής επίδοσης του κτηρίου ως προς την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και μόνο αποτελεί συνιστώσα της συνολικής ενεργειακής επίδοσης, και ως εκ τούτου θα πρέπει να αξιολογήσει την επίδοση του εστιατορίου και ως προς τις υπόλοιπες καταναλωθείσες μορφές ενέργειας και καταναλωθέντες φυσικούς πόρους. Κατόπιν θα είναι σε θέση να αποφασίσει βέλτιστο επενδυτικό πρόγραμμα ελαχιστοποίησης καταναλώσεων με στόχο την μείωση των λειτουργικών δαπανών και την προστασία του περιβάλλοντος.

Η αυτόνομη χρήση του πληροφοριακού συστήματος ΣΙΒΥΛΛΑ και Hermes συστήνεται για τις περιπτώσεις εκείνες στις οποίες ο εξοπλισμός και το είδος της ενέργειας με το οποίο λειτουργεί είναι προϊόν τελικής απόφασης και μελέτης. Στις περιπτώσεις αυτές το πληροφοριακό σύστημα το οποίο υλοποιήσαμε αποτελεί εργαλείο αξιολόγησης τόσο της

τεχνολογίας, όσο και της χρήσης του εξοπλισμού από το προσωπικό του εστιατορίου, και θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψιν, εφόσον η βάση δεδομένων ανανεώνεται συνεχώς με αξιόπιστα δεδομένα.

Δ2: Δυνατότητες Επέκτασης και Βελτίωσης Εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ

Η πρώτη παρατήρηση την οποία έχουμε να κάνουμε είναι ότι η εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ περιορίζεται μόνο στην μελέτη ενεργειακής επίδοσης εστιατορίων όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Θα μπορούσε να επεκταθεί ώστε να συμπεριλάβει και κτήρια τραπεζών και ξενοδοχείων, σύμφωνα με την μεθοδολογία την οποία αναπτύξαμε στο κεφάλαιο Β1 της παρούσας εργασίας. Φυσικά, εφόσον αναπτυχθεί αντίστοιχη μεθοδολογία, θα μπορούσε να συμπεριλάβει και άλλες κατηγορίες κτηρίων. Τροχοπέδη όμως στην προσπάθεια αυτή αποτελεί το κόστος συλλογής και καταγραφής των δεδομένων στην βάση δεδομένων της εφαρμογής. Η βάση δεδομένων θα μπορούσε είτε να ενημερώνεται με δεδομένα πραγματικού χρόνου (real time data), είτε μέσω κάποιας windows υπηρεσίας (windows service) ανά σταθερά χρονικά διαστήματα.

Επιπροσθέτως, αν καταφέρναμε και είχαμε δεδομένα πολλών κτηρίων από κάθε κατηγορία θα μπορούσαμε να τα ομαδοποιήσουμε, χρησιμοποιώντας κατά βούληση διάφορα κριτήρια κατηγοριοποίησης απ' αυτά που αναλύσαμε στο κεφάλαιο Β1, και έπειτα να επιχειρήσουμε την υλοποίηση συγκριτικής μελέτης τους για διάφορες χρονικές περιόδους. Η αξία των αριθμοδεικτών ενεργειακής επίδοσης είναι σχετική και όχι απόλυτη, και αυτό γιατί είναι δύσκολο να καθοριστεί επιθυμητή τιμή του κάθε αριθμοδείκτη. Μια εκτίμηση του επιθυμητού επιπέδου του κάθε αριθμοδείκτη μπορεί να γίνει μέσω της στατιστικής ανάλυσης των αριθμοδεικτών ομοειδών κτηρίων για την ίδια χρονική περίοδο, και θέτοντας το όριο αυτό ίσο με την μέση τιμή των αριθμοδεικτών. Έπειτα κάθε κτήριο αξιολογείται ως προς τον κάθε αριθμοδείκτη συγκρίνοντάς τον με τον μέσο όρο της κατηγορίας του. Μέσω της σύγκρισης αυτής και σε συνδυασμό με την χρήση των συντελεστών συσχέτισης τους οποίους αναφέραμε στην θεωρία είναι δυνατή η ενεργειακή αξιολόγηση του κτηρίου ως προς την ενεργειακή απόδοση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Επικουρικά, κατόπιν της θεμελίωσης μιας μεθόδου αξιολόγησης η οποία θα υιοθετεί την παραπάνω λογική, θα μπορούσαμε να αυτοματοποιήσουμε την παροχή συμβουλών ενεργειακής διαχείρισης μέσω της εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ, αλλά και μέσω της υπηρεσίας Hermes με ενημέρωση του χρήστη του εκάστου κτηρίου ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Μια ακόμα παρατήρηση που συνδέεται άμεσα με τις δύο προηγούμενες είναι η απουσία διαδραστικότητας με τον χρήστη όσον αφορά την εξαγωγή συμπερασμάτων για την επίδοση αλλά και προτάσεων ανάληψης δράσεων οι οποίες θα συνόδευαν μια τέτοια αξιολόγηση. Θα μπορούσαμε να αξιολογήσουμε το κάθε εστιατόριο ως προς τους συντελεστές συσχέτισης για την περίοδο την οποία έχουμε δεδομένα, αλλά κάτι τέτοιο θα ήταν ριψοκίνδυνο αν η χρονική περίοδος προκύπτει κατ' επιλογή του χρήστη. Μια τέτοια μελέτη μπορεί να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα μόνο όταν αναφέρεται σε μεγάλο όγκο δεδομένων και για μεγάλη χρονική περίοδο. Αν ο χρήστης επιλέγει την χρονική περίοδο μελέτης, όπως συμβαίνει στην καρτέλα «Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου», τότε τα συμπεράσματα και η όποια αξιολόγηση θα υπόκεινται σε συχνές αλλαγές και αρκετές φορές σε αντιφατικά συμπεράσματα, και αυτό γιατί οι συντελεστές συσχέτισης απαιτούν μεγάλο όγκο δεδομένων για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.

Μια βελτίωση λοιπόν που θα μπορούσαμε να κάνουμε είναι να υλοποιείται η μελέτη αυτή για τα δεδομένα του τελευταίου έτους ή στο σύνολο των ιστορικών δεδομένων. Μόνο τότε μπορούμε με ασφάλεια να πληροφορήσουμε τον χρήστη ως προς την ενεργειακή επίδοση του εστιατορίου του.

Τέλος θα αναφέρουμε δύο ακόμα προτάσεις βελτίωσης της εφαρμογής. Η πρώτη έχει να κάνει με το γεγονός ότι δεν δίνεται η δυνατότητα αποθήκευσης ή και εκτύπωσης διαγραμμάτων και στατιστικών στοιχείων. Αυτή η βελτίωση θα μπορούσε σχετικά εύκολα να υλοποιηθεί. Η δεύτερη πρόταση δεν συναντά πρόβλημα στην υλοποίηση, αλλά στην ρεαλιστικότητα της συγκέντρωσης δεδομένων. Αν είχαμε στοιχεία του εξοπλισμού, όπως την εγκατεστημένη ισχύ, τις ώρες λειτουργίες, την ημερομηνία πρώτης λειτουργίας και γενικά στοιχεία της τεχνολογίας του, θα μπορούσαμε να υλοποιήσουμε εκτενέστερη μελέτη με τους συντελεστές ταυτοχρονισμού, ζήτησης και φορτίου, καθώς και με τον συντελεστή ισχύος. Κατ' αυτόν τον τρόπο θα μπορούσαμε να αναλύσουμε τα πραγματικά αίτια της εμφάνισης ασυνήθιστων τιμών με μεγαλύτερο βαθμό αξιοπιστίας. Στην παρούσα φάση αρκούμαστε στο να δίνουμε στον χρήστη την δυνατότητα να ερμηνεύσει ο ίδιος την εμφάνιση ασυνήθιστων τιμών με βάση την εμπειρία και τις γνώσεις του.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ «ΣΙΒΥΛΛΑ»



Π1: Εισαγωγή

Το λογισμικό ΣΙΒΥΛΛΑ παρακολουθεί και προβλέπει δεδομένα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος και παραγόμενους αριθμοδείκτες ενεργειακής επίδοσης εστιατορίων – ταχυφαγείων. Στο παρόν εγχειρίδιο παρουσιάζονται οι επιλογές, οι δυνατότητες και οι πληροφορίες που παρέχονται από το λογισμικό με σύντομο και απλό τρόπο ώστε να αποτελεί μια σύντομη αναφορά αποριών του χρήστη.

Π2: Αρχική Οθόνη

Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει την αρχική οθόνη του λογισμικού ΣΙΒΥΛΛΑ. Ο χρήστης καλείται να επιλέξει την είσοδο στην εφαρμογή πατώντας του κουμπι «ΕΙΣΟΔΟΣ».



Copyright © Ηλίας Α. Κούτλας και Αλέξανδρος Ι. Σιδερίης, 2013. Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Εικόνα Π2.1: Αρχική Οθόνη Εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ

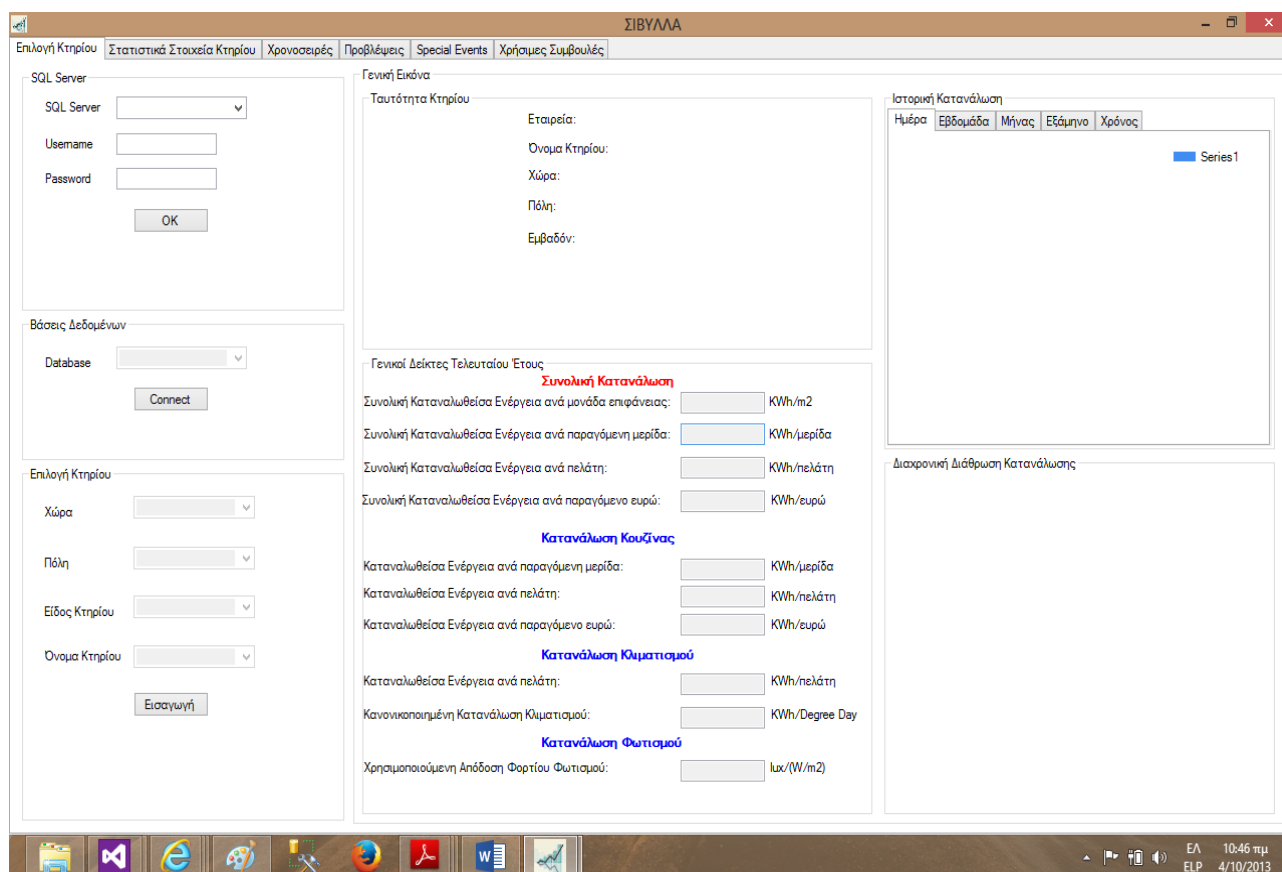
Το λογισμικό στην παρούσα φάση παρακολουθεί και προβλέπει δεδομένα κατανάλωσης ηλεκτρικής ισχύος και ενέργειας, και παραγόμενους εξ αυτών αριθμοδείκτες ενεργειακής επίδοσης που αναφέρονται μόνο σε εστιατόρια –ταχυφαγεία.

Π3: Επιλογές λογισμικού ΣΙΒΥΛΛΑ

Ο χρήστης πατώντας το κουμπί εισόδου στην αρχική οθόνη της εφαρμογής εισάγεται στις κύριες επιλογές και λειτουργίες του λογισμικού. Θα δώσουμε σύντομη περιγραφή των επιλογών και των δυνατοτήτων τις οποίες παρέχει το λογισμικό.

Π3.1: Καρτέλα «Επιλογή Κτηρίου»

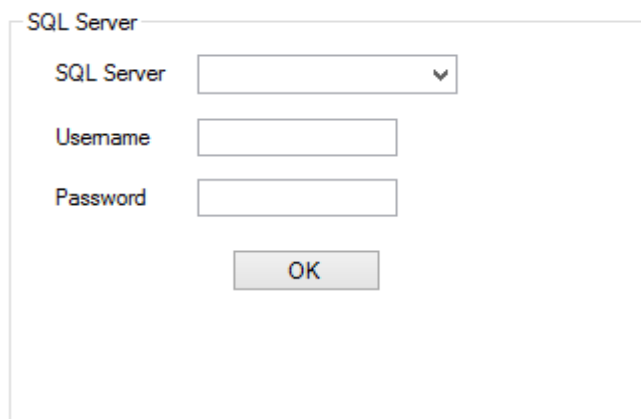
Η πρώτη καρτέλα (tab) της εφαρμογής, αμέσως μετά την είσοδο σε αυτήν, είναι η καρτέλα «Επιλογή Κτηρίου». Οι επιλογές της καρτέλας αυτής φαίνονται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα Π3.1.1: Καρτέλα «Επιλογή Κτηρίου»

Θα παρουσιάσουμε αναλυτικά κάθε μια παρεχόμενη επιλογή του χρήστη και κάθε μια πληροφορία η οποία παρουσιάζεται και προέρχεται από την επεξεργασία των δεδομένων, τα οποία είναι αποθηκευμένα στην βάση δεδομένων της εφαρμογής:

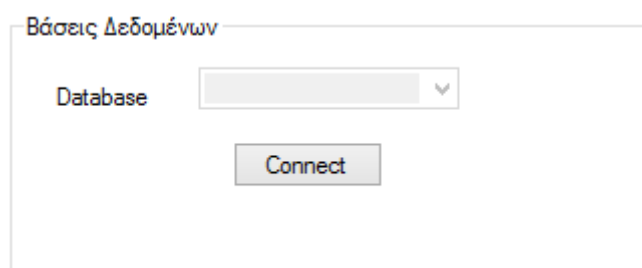
Επιλογή SQL Server Λογαριασμού



Εικόνα Π3.1.2: Επιλογή SQL Server

Η ΣΙΒΥΛΛΑ αναζητά τους λογαριασμούς σύνδεσης με το πρόγραμμα διαχείρισης βάσεων δεδομένων SQL Server, οι οποίοι βρίσκονται στον υπάρχοντα υπολογιστή και γενικά στο δίκτυο στο οποίο είναι συνδεδεμένος ο υπολογιστής, και τους εμφανίζει σε ένα πίνακα επιλογών (combobox) με το όνομα SQL Server. Ο χρήστης επιλέγει τον λογαριασμό στον οποίο βρίσκεται η βάση δεδομένων των κτηρίων του και ταυτόχρονα του επιτρέπεται η πρόσβαση. Έπειτα καλείται να εισάγει το όνομα χρήστη (Username) και τον κωδικό (Password) της σύνδεσής του, και πατώντας το κουμπί «OK» συνδέεται με τον συγκεκριμένο λογαριασμό.

Επιλογή Βάσης Δεδομένων

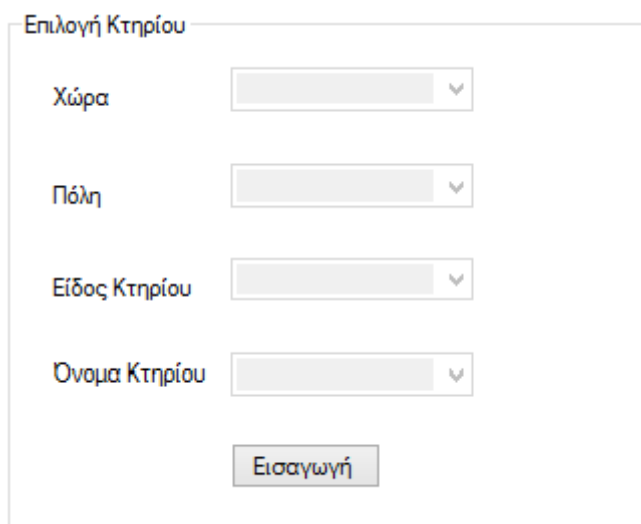


Εικόνα Π3.1.3: Επιλογή Βάσης Δεδομένων

Μετά την επιλογή λογαριασμού σύνδεσης στον SQL Server, θα εμφανίζονται οι βάσεις δεδομένων του συγκεκριμένου λογαριασμού σε έναν πίνακα επιλογών (combobox), στον οποίο ο χρήστης καλείται να επιλέξει εκείνη η οποία έχει τα δεδομένα των κτηρίων του.

Πατώντας το κουμπί «Connect» το λογισμικό συνδέεται με την συγκεκριμένη βάση δεδομένων.

Επιλογή Κτηρίου



Επιλογή Κτηρίου

Χώρα

Πόλη

Είδος Κτηρίου

Όνομα Κτηρίου

Εικόνα Π3.1.4: Επιλογή Κτηρίου με κριτήρια την χώρα, την πόλη, το είδος και το όνομα του κτηρίου

Ο χρήστης επιλέγει το κτήριο το οποίο θέλει να μελετήσει, με κριτήρια επιλογής την χώρα, την πόλη, το είδος του κτηρίου και εν τέλει το όνομά του. Φυσικά τα κριτήρια αυτά αφορούν τον τρόπο σχεδίασης της βάσης δεδομένων της εφαρμογής. Πατώντας το κουμπί «Εισαγωγή» τα δεδομένα του συγκεκριμένου κτηρίου είναι διαθέσιμα προς επεξεργασία από την ΣΙΒΥΛΛΑ.

Ταυτότητα Κτηρίου



Ταυτότητα Κτηρίου

Εταιρεία:	McDonalds
Όνομα Κτηρίου:	mcdonNic01
Χώρα:	Cyprus
Πόλη:	Nicosia
Εμβαδόν:	200

You're Invited!

Εικόνα Π3.1.5: Ταυτότητα Κτηρίου

Το πρώτο αποτέλεσμα της εισαγωγής ενός κτηρίου είναι η ταυτότητα του. Επιλέξαμε ως παράδειγμα κατάσταση γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο. Στην ταυτότητα

του κτηρίου εμπεριέχονται τα γενικά στοιχεία του κτηρίου γεωγραφικού προσανατολισμού και ιδιοκτησιακού καθεστώτος, καθώς και το εμβαδόν του, όπως είναι καταχωρημένα στην βάση δεδομένων της εφαρμογής.

Γενικοί Δείκτες Τελευταίου Έτους

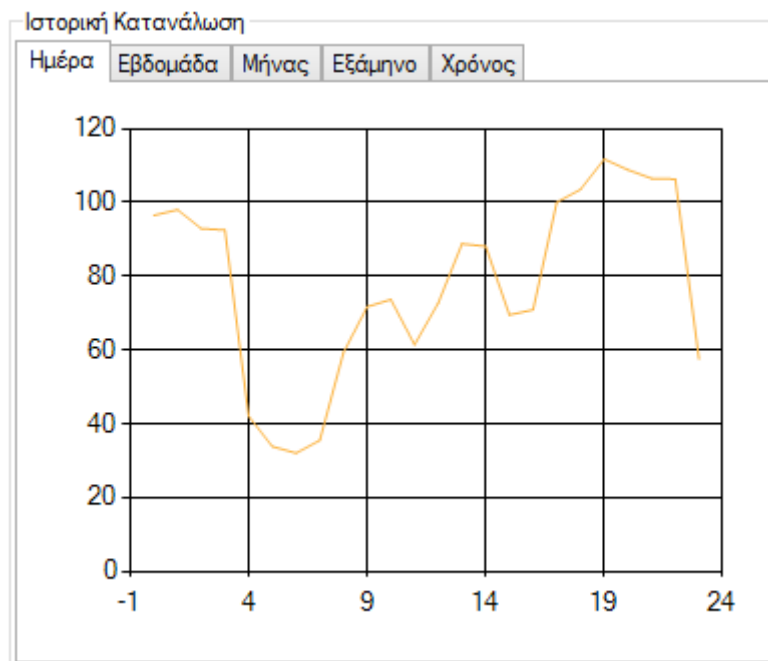
Γενικοί Δείκτες Τελευταίου Έτους		
Συνολική Κατανάλωση		
Συνολική Καταναλωθείσα Ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας:	685,29	KWh/m ²
Συνολική Καταναλωθείσα Ενέργεια ανά παραγόμενη μερίδα:	1,61	KWh/μερίδα
Συνολική Καταναλωθείσα Ενέργεια ανά πελάτη:	4,62	KWh/πελάτη
Συνολική Καταναλωθείσα Ενέργεια ανά παραγόμενο ευρώ:	0,54	KWh/ευρώ
Κατανάλωση Κουζίνας		
Καταναλωθείσα Ενέργεια ανά παραγόμενη μερίδα:	0,98	KWh/μερίδα
Καταναλωθείσα Ενέργεια ανά πελάτη:	2,83	KWh/πελάτη
Καταναλωθείσα Ενέργεια ανά παραγόμενο ευρώ:	0,33	KWh/ευρώ
Κατανάλωση Κλιματισμού		
Καταναλωθείσα Ενέργεια ανά πελάτη:	0,33	KWh/πελάτη
Κανονικοποιημένη Κατανάλωση Κλιματισμού:	20,20	KWh/Degree Day
Κατανάλωση Φωτισμού		
Χρησιμοποιούμενη Απόδοση Φορτίου Φωτισμού:	0,000000	lux/(W/m ²)

Εικόνα Π3.1.6: Γενικοί Δείκτες Τελευταίου Έτους κατηγορίας Εστιατορίων –

Ταχυφαγείων για ένα κατάστημα γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο

Παρουσιάζονται οι γενικοί αριθμοδείκτες αποτύπωσης της ενεργειακής επίδοσης του τελευταίου έτους οι οποίοι αφορούν το κτήριο. Οι αριθμοδείκτες αυτοί αποτελούν θεμελιώδες υποσύνολο των αριθμοδεικτών ενεργειακής επίδοσης τους οποίους υπολογίζει και εμφανίζει η εφαρμογή. Ο χρήστης αποκτά μια άμεση εικόνα της ενεργειακής επίδοσης του συγκεκριμένου κτηρίου με την παρουσίαση αυτή. Η εικόνα Π3.1.6 αποτελεί παράδειγμα αριθμοδεικτών μετά την εισαγωγή του κτηρίου καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο.

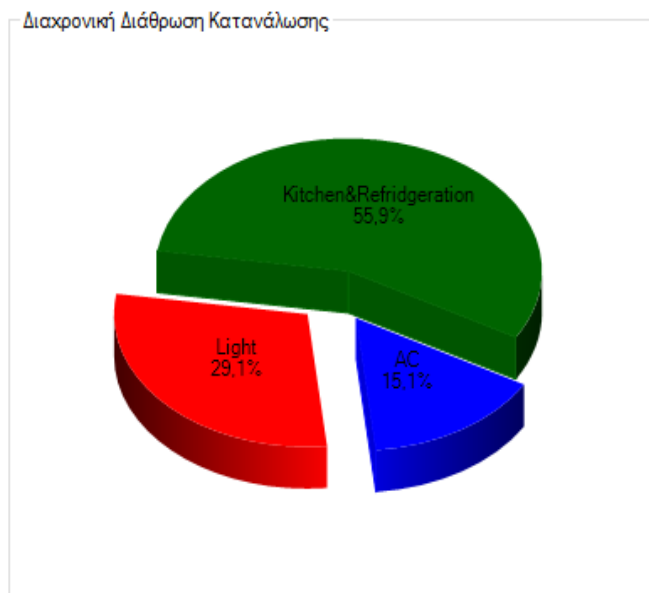
Διάγραμμα Ιστορικής Κατανάλωσης



Εικόνα Π3.1.7: Διάγραμμα Συνολικής Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας με δυνατότητες επιλογής τελευταίας ημέρας, εβδομάδας, μήνα, εξαμήνου και έτους για ένα κατάστημα γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο

Στο διάγραμμα αυτό παρουσιάζεται η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας την τελευταία ημέρα, εβδομάδα, μήνα, εξάμηνο και έτος για το συγκεκριμένο εστιατόριο που επιλέξαμε. Ο χρήστης αποκτά μια εικόνα της πρόσφατης εξέλιξης της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με πέντε (5) επιλογές χρονικού διαστήματος. Τα δεδομένα τα οποία παρουσιάζονται στην εικόνα Π3.1.7 αφορούν κατάστημα γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο.

Διαχρονική Διάρθρωση Κατανάλωσης

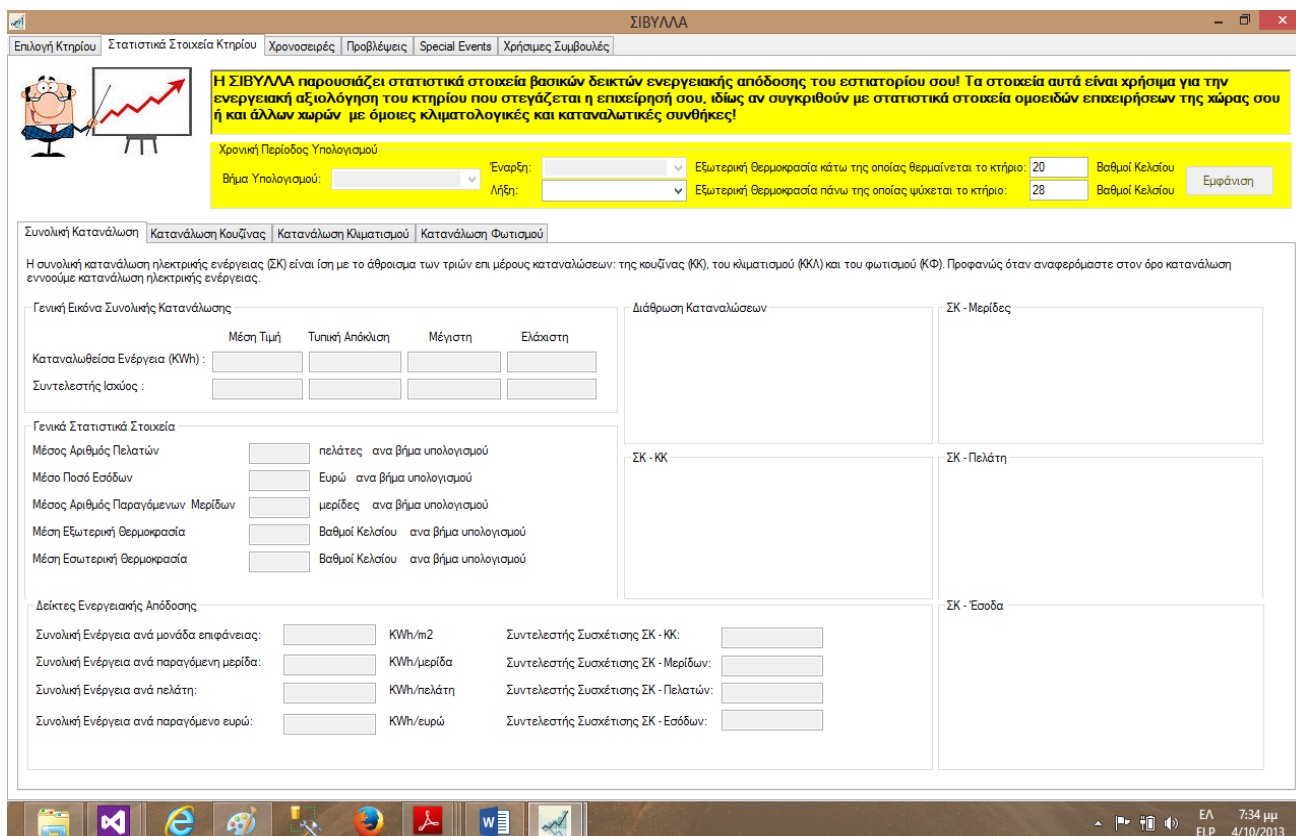


Εικόνα Π3.1.8: Κυκλικό Διάγραμμα Διάρθρωσης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας για ένα κατάστημα γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο

Στο κυκλικό αυτό διάγραμμα παρουσιάζουμε τον τρόπο με τον οποίο διαρθρώνεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά μέσο όρο και εκφρασμένη ως ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στις διάφορες κύριες χρήσεις ενός εστιατορίου και για το σύνολο των ιστορικών δεδομένων. Υποθέτουμε ότι οι κύριες χρήσεις για ένα εστιατόριο είναι η κατανάλωση κουζίνας, η κατανάλωση κλιματισμού και η κατανάλωση φωτισμού. Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις χρησιμοποιήσαμε ως παράδειγμα κτήριο καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο.

Π3.2: Καρτέλα «Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου»

Η δεύτερη στην σειρά καρτέλα (tab) αμέσως μετά την επιλογή κτηρίου είναι αυτή των στατιστικών στοιχείων του κτηρίου. Παρουσιάζονται για την χρονική περίοδο και το βήμα το οποίο θα επιλέξει ο χρήστης, τα βασικά στατιστικά στοιχεία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, οι βασικοί αριθμοδείκτες αποτύπωσης ενεργειακής επίδοσης, καθώς και κάποια βασικά διαγράμματα συσχέτισης δεδομένων του εστιατορίου. Στην εικόνα Π3.2.1 διακρίνουμε την καρτέλα «Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου».



Εικόνα Π3.2.1: Καρτέλα «Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου»

Θα παρουσιάσουμε αναλυτικά κάθε μια παρεχόμενη επιλογή του χρήστη και κάθε μια πληροφορία που παρουσιάζεται και προέρχεται από την επεξεργασία των δεδομένων τα οποία είναι αποθηκευμένα στην βάση δεδομένων της εφαρμογής:

Χρονική Περίοδος Υπολογισμού των Στατιστικών Στοιχείων

Η ΣΙΒΥΛΛΑ παρουσιάζει στατιστικά στοιχεία βασικών δεικτών ενεργειακής απόδοσης του εστιατορίου σου! Τα στοιχεία αυτά είναι χρήσιμα για την ενεργειακή αξιολόγηση του κτηρίου που στεγάζεται η επιχείρησή σου, ιδίως αν συγκριθούν με στατιστικά στοιχεία ομοειδών επιχειρήσεων της χώρας σου ή και άλλων χωρών με όμοιες κλιματολογικές και καταναλωτικές συνθήκες!

Χρονική Περίοδος Υπολογισμού

Βήμα Υπολογισμού: Έναρξη: Εξωτερική Θερμοκρασία κάτω της οποίας θερμαίνεται το κτήριο: Βαθμοί Κελσίου

Λήξη: Εξωτερική Θερμοκρασία πάνω της οποίας ψύχεται το κτήριο: Βαθμοί Κελσίου

Εικόνα Π3.2.2: Χρονική Περίοδος Υπολογισμού στοιχείων Καρτέλας «Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου»

- Αρχικά ο χρήστης επιλέγει το βήμα υπολογισμού:

Βήμα Υπολογισμού:

Εικόνα Π3.2.3: Επιλογή Βήματος Υπολογισμού των Στατιστικών Στοιχείων

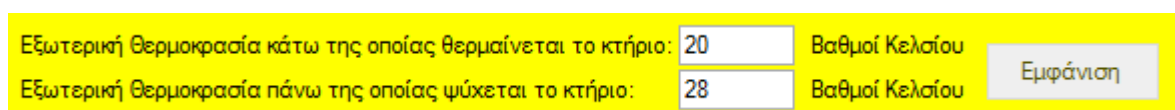
Τα διαθέσιμα βήματα που μπορεί να επιλέξει ο χρήστης είναι: ωριαίο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο και ετήσιο.

- Έπειτα επιλέγει την χρονική στιγμή έναρξης και λήξης της περιόδου υπολογισμού:



Εικόνα Π3.2.4: Επιλογή Έναρξης και Λήξης Περιόδου Υπολογισμού των Στατιστικών Στοιχείων

- Τέλος ο χρήστης εισάγει τις θερμοκρασίες $T_{\theta(\text{πραγματική})}$, η οποία είναι η εξωτερική θερμοκρασία του κτηρίου κάτω της οποίας θερμαίνεται το κτήριο, και $T_{\psi(\text{πραγματική})}$, η οποία είναι η θερμοκρασία πάνω από την οποία ψύχεται το κτήριο. Οι δύο αυτές θερμοκρασίες αποτελούν βασικό δεδομένο για τον υπολογισμό στοιχείων τα οποία συνδέονται με την κατανάλωση κλιματισμού:

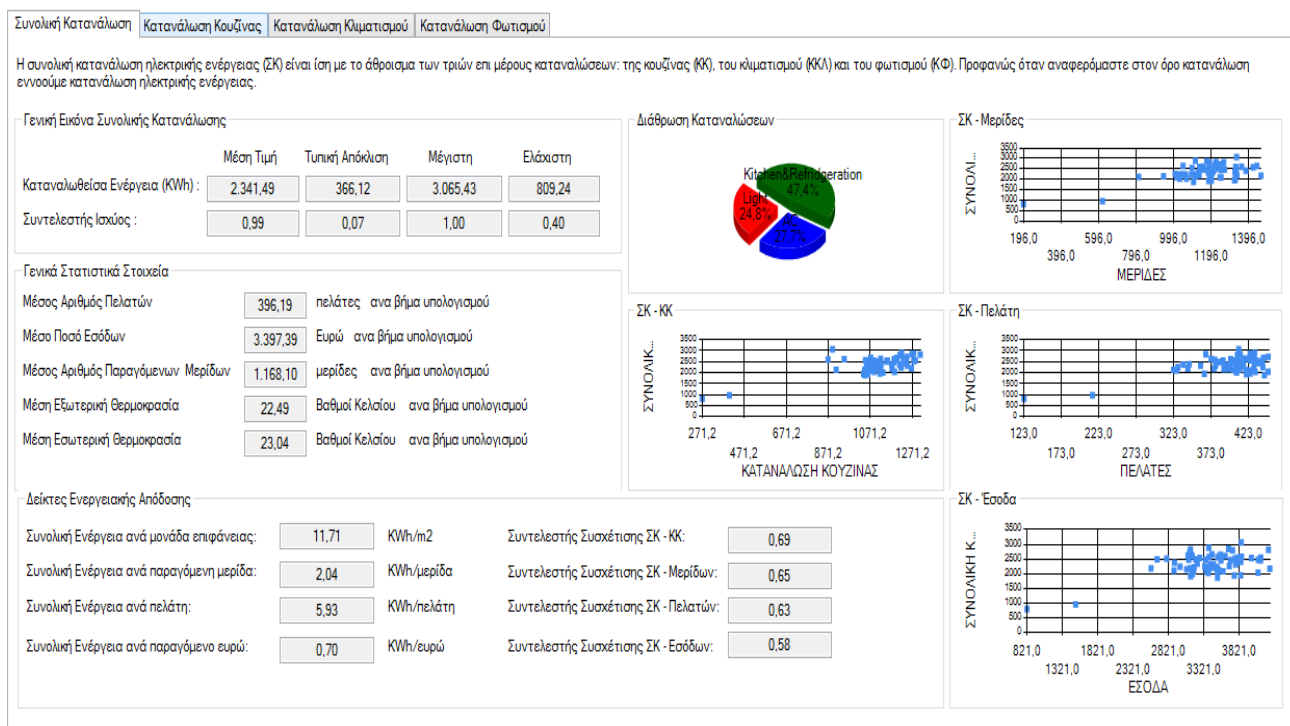


Εικόνα Π3.2.5: Επιλογή $T_{\theta(\text{πραγματικής})}$ και $T_{\psi(\text{πραγματικής})}$

Στην συνέχεια ο χρήστης έχει την δυνατότητα να δει τα στατιστικά στοιχεία για την συνολική κατανάλωση και τις κύριες καταναλώσεις της κουζίνας, του κλιματισμού και του φωτισμού για την χρονική περίοδο και το βήμα που επέλεξε. Για τον λόγο αυτό υπάρχουν καρτέλες για κάθε μια απ' αυτές τις καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας. Για τις ανάγκες του εγχειριδίου χρήσης επιλέγουμε το κτήριο γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο, για ημερήσιο βήμα και για περίοδο από 7/9/2012 έως 13/11/2012.

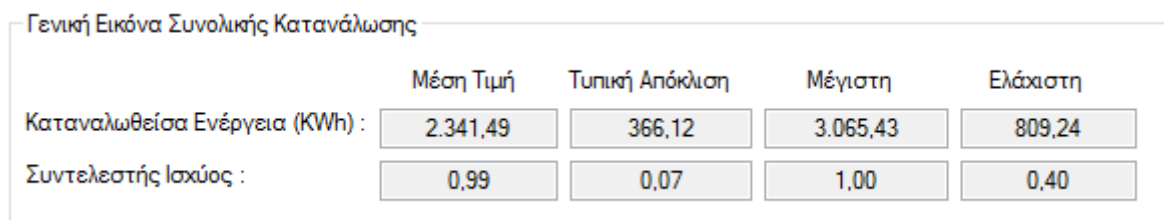
Π3.2.1: Καρτέλα «Συνολική Κατανάλωση»

Στην εικόνα Π3.2.1.1 διακρίνουμε τις παρεχόμενες πληροφορίες της καρτέλας (tab) «Συνολική Κατανάλωση». Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (με συντομογραφία ΣΚ) είναι ίση με το άθροισμα των τριών επιμέρους κύριων καταναλώσεων: της κατανάλωσης κουζίνας (με συντομογραφία ΚΚ), της κατανάλωσης κλιματισμού (ΚΚΛ), και της κατανάλωσης φωτισμού (με συντομογραφία ΚΦ).



Εικόνα Π3.2.1.1: Καρτέλα Συνολική Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας

Γενική Εικόνα Συνολικής Κατανάλωσης



Εικόνα Π3.2.1.2: Γενική Εικόνα Συνολικής Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας

Παρουσιάζονται η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση, η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή της συνολικής καταναλωθείσας ενέργειας και του συνολικού συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης του εστιατορίου.

Γενικά Στατιστικά Στοιχεία

Γενικά Στατιστικά Στοιχεία		
Μέσος Αριθμός Πελατών	396,19	πελάτες ανά βήμα υπολογισμού
Μέσο Ποσό Εσόδων	3.397,39	Ευρώ ανά βήμα υπολογισμού
Μέσος Αριθμός Παραγόμενων Μεριδών	1.168,10	μερίδες ανά βήμα υπολογισμού
Μέση Εξωτερική Θερμοκρασία	22,49	Βαθμοί Κελσίου ανά βήμα υπολογισμού
Μέση Εσωτερική Θερμοκρασία	23,04	Βαθμοί Κελσίου ανά βήμα υπολογισμού

Εικόνα Π3.2.1.3: Γενικά Στατιστικά Στοιχεία

Παρουσιάζονται τα γενικά στατιστικά στοιχεία τα οποία αφορούν την λειτουργία του κτηρίου και την εσωτερική και εξωτερική θερμοκρασία, κατά μέσο όρο για την χρονική περίοδο που επέλεξε και ανά βήμα υπολογισμού. Τα στοιχεία αυτά είναι:

- Ο μέσος αριθμός πελατών
- Το μέσο ποσό εσόδων
- Ο μέσος αριθμός παραγόμενων μερίδων
- Μέση εξωτερική θερμοκρασία
- Μέση εσωτερική θερμοκρασία

Τα στοιχεία αυτά βοηθούν τον χρήστη της εφαρμογής να αποκτήσει μια εκτίμηση της εικόνας της δραστηριότητας του εστιατορίου και της θερμοκρασίας του εξωτερικού και εσωτερικού περιβάλλοντος του εστιατορίου για την χρονική περίοδο την οποία επέλεξε να μελετήσει. Θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως μέτρο συγκριτικής αξιολόγησης διαφορετικών χρονικών περιόδων μελέτης του εστιατορίου.

Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης

Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης				
Συνολική Ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας:	11,71	KWh/m ²	Συντελεστής Συσχέτισης ΣΚ - ΚΚ:	0,69
Συνολική Ενέργεια ανά παραγόμενη μερίδα:	2,04	KWh/μερίδα	Συντελεστής Συσχέτισης ΣΚ - Μεριδών:	0,65
Συνολική Ενέργεια ανά πελάτη:	5,93	KWh/πελάτη	Συντελεστής Συσχέτισης ΣΚ - Πελατών:	0,63
Συνολική Ενέργεια ανά παραγόμενο ευρώ:	0,70	KWh/ευρώ	Συντελεστής Συσχέτισης ΣΚ - Εσόδων:	0,58

Εικόνα Π3.2.1.4: Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης Συνολικής Κατανάλωσης

Υπολογίζονται και παρουσιάζονται για την χρονική περίοδο μελέτης οι αριθμοδείκτες αποτύπωσης ενεργειακής επίδοσης για το κτήριο του εστιατορίου:

- Συνολική καταναλωθείσα ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας (KWh/m²)

- Συνολική καταναλωθείσα ενέργεια ανά παραγόμενη μερίδα (KWh/μερίδα)
- Συνολική καταναλωθείσα ενέργεια ανά πελάτη (KWh/πελάτη)
- Συνολική καταναλωθείσα ενέργεια ανά παραγόμενο ευρώ (KWh/ €)

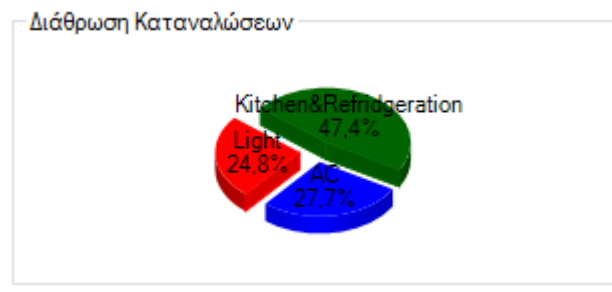
Οι αριθμοδείκτες αυτοί είναι βασικοί για την μελέτη της ενεργειακής επίδοσης των εστιατορίων, και μπορούν να αξιοποιηθούν για την σύγκριση της επίδοσης του εστιατορίου σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.

Επίσης υπολογίζονται και παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με:

- Την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της κουζίνας που αποτελεί την βασική κατανάλωση του εστιατορίου
- Τις παραγόμενες μερίδες του εστιατορίου
- Τον αριθμό των παρευρισκόμενων πελατών
- Τα παραγόμενα έσοδα του εστιατορίου

Η συσχέτιση, δηλαδή ο τρόπος που συµμεταβάλλεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας με τα παραπάνω μεγέθη, είναι βασικό στοιχείο αξιολόγησης του εστιατορίου.

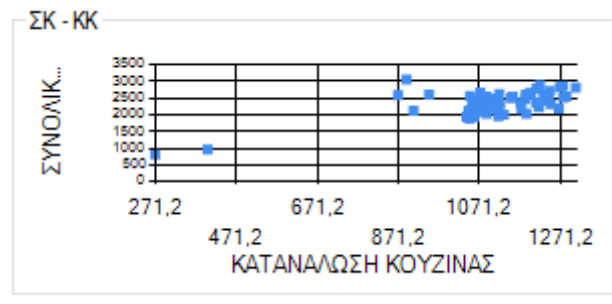
Διάρθρωση Καταναλώσεων



Εικόνα Π3.2.1.5: Διάρθρωση Καταναλώσεων

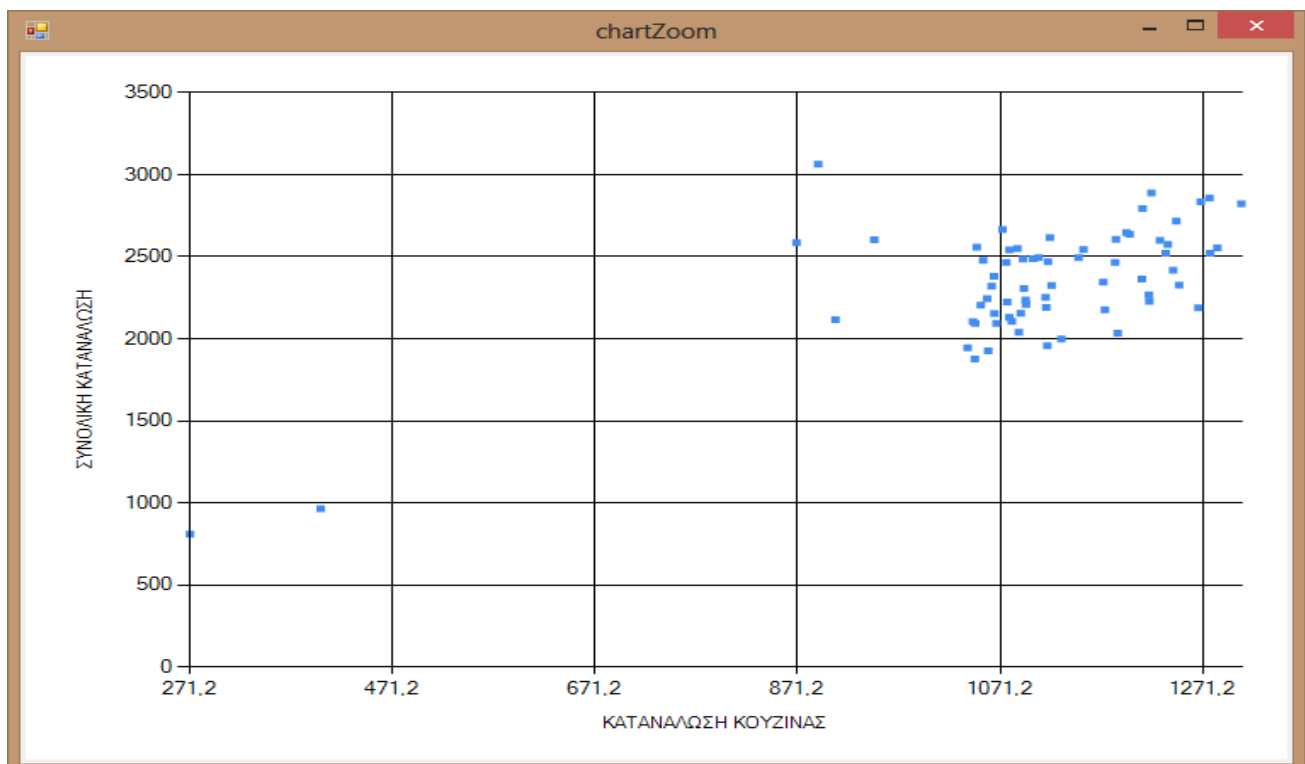
Παρουσιάζεται το κυκλικό διάγραμμα της ποσοστιαίας κατανομής της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στις επιμέρους κύριες καταναλώσεις της κουζίνας, του κλιματισμού και του φωτισμού, κατά μέσο όρο για την περίοδο την οποία επέλεξε ο χρήστης.

Διάγραμμα Διασποράς Συνολικής Κατανάλωσης – Κατανάλωσης Κουζίνας



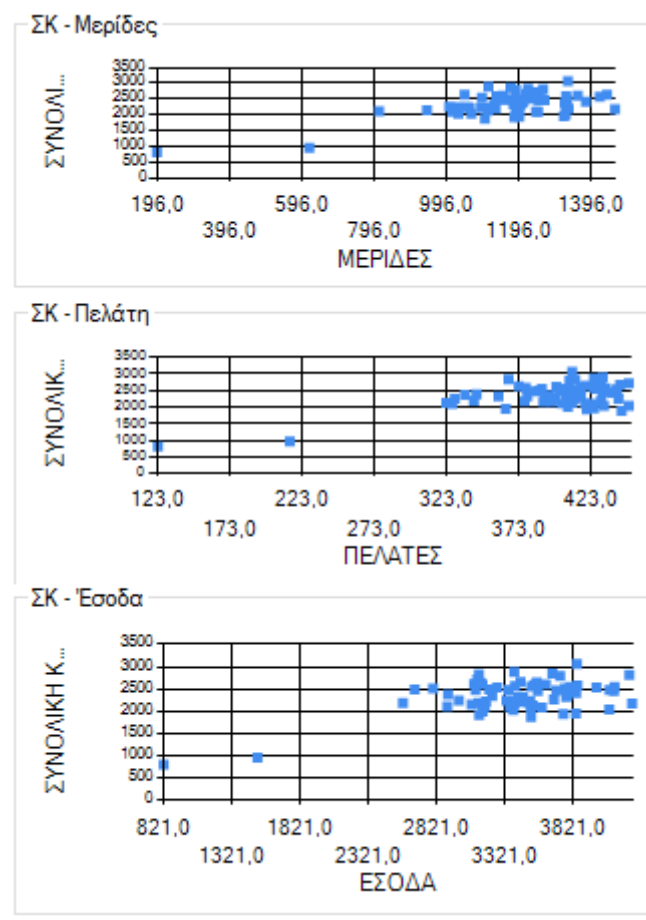
Εικόνα Π3.2.1.6: Διάγραμμα Διασποράς Συνολικής Κατανάλωσης –Κατανάλωσης Κουζίνας

Το διάγραμμα διασποράς επιβεβαιώνει οπτικά την πληροφορία την οποία μας δίνει ο συντελεστής συσχέτισης συνολικής κατανάλωσης – κατανάλωσης κουζίνας. Πατώντας επάνω στο διάγραμμα με τον δείκτη του ποντικιού ο χρήστης μπορεί να δει το ίδιο διάγραμμα σε νέο παράθυρο και με μεγαλύτερες διαστάσεις παρουσίασης. Η δυνατότητα αυτή δίνεται για όλα τα διαγράμματα διασποράς της εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ, καθώς λόγω οικονομίας χώρου παρουσίασης οι διαστάσεις τους είναι μικρές και καθιστούν δύσκολη την παρατήρησή τους για μεγάλο όγκο δεδομένων.



Εικόνα Π3.2.1.7: Ξεχωριστό παράθυρο Διαγράμματος Διασποράς Συνολικής Κατανάλωσης –Κατανάλωσης Κουζίνας

Διάγραμμα Διασποράς Συνολικής Κατανάλωσης – Παραγόμενων Μερίδων, Παρευρισκόμενων Πελατών και Εσόδων

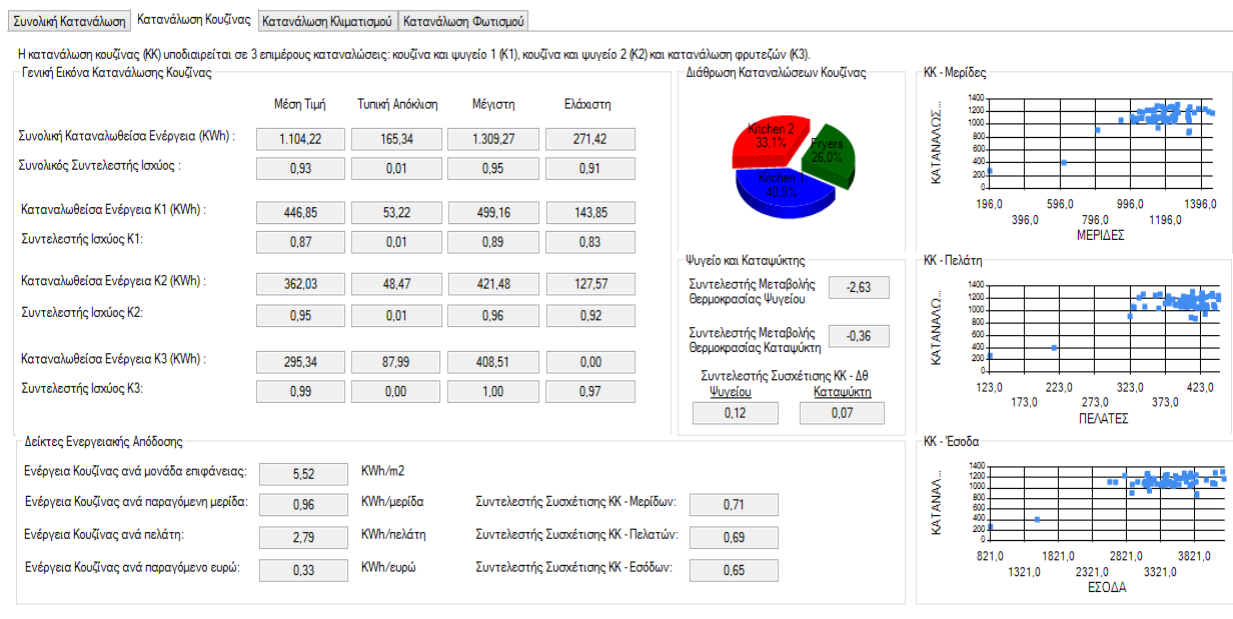


Εικόνα Π3.2.1.8: Διαγράμματα Διασποράς Συνολικής Κατανάλωσης – Παραγόμενων Μερίδων, Παρευρισκόμενων Πελατών και Εσόδων

Το διαγράμματα διασποράς επιβεβαιώνουν οπτικά την πληροφορία που μας δίνουν οι συντελεστές συσχέτισης συνολικής κατανάλωσης – παραγόμενων μερίδων, παρευρισκόμενων πελατών και παραγόμενων εσόδων. Πατώντας επάνω στο έκαστο διάγραμμα με τον δείκτη του ποντικιού, ο χρήστης μπορεί να δει το ίδιο διαγράμματα σε νέο παράθυρο και με μεγαλύτερες διαστάσεις παρουσίασης, ακριβώς όπως και με το διάγραμμα διασποράς συνολικής κατανάλωσης – κατανάλωσης κουζίνας.

Π3.2.2: Καρτέλα «Κατανάλωση Κουζίνας»

Στην εικόνα Π3.2.2.1 διακρίνουμε τις παρεχόμενες πληροφορίες της καρτέλας (tab) «Κατανάλωση Κουζίνας». Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της κουζίνας (με συντομογραφία ΚΚ) υποδιαιρείται σε 3 επιμέρους καταναλώσεις: την κατανάλωση κουζίνας και ψυγείου 1 (με συντομογραφία Κ1), την κατανάλωση κουζίνας και ψυγείου 2 (Κ2), και την κατανάλωση φριτεζών (με συντομογραφία Κ3).



Εικόνα Π3.2.2.1: Καρτέλα Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Κουζίνας

Γενική Εικόνα Καταναλώσης Κουζίνας

Γενική Εικόνα Καταναλώσης Κουζίνας	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέγιστη	Ελάχιστη
Συνολική Καταναλωθείσα Ενέργεια (KWh) :	1.104,22	165,34	1.309,27	271,42
Συνολικός Συντελεστής Ισχύος :	0,93	0,01	0,95	0,91
Καταναλωθείσα Ενέργεια Κ1 (KWh) :	446,85	53,22	499,16	143,85
Συντελεστής Ισχύος Κ1:	0,87	0,01	0,89	0,83
Καταναλωθείσα Ενέργεια Κ2 (KWh) :	362,03	48,47	421,48	127,57
Συντελεστής Ισχύος Κ2:	0,95	0,01	0,96	0,92
Καταναλωθείσα Ενέργεια Κ3 (KWh) :	295,34	87,99	408,51	0,00
Συντελεστής Ισχύος Κ3:	0,99	0,00	1,00	0,97

Εικόνα Π3.2.2.2: Γενική Εικόνα Καταναλώσης Κουζίνας

Παρουσιάζονται η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση, η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή της καταναλωθείσας ενέργειας της κουζίνας (ΚΚ) και των επιμέρους υποκαταναλώσεων, δηλαδή της κατανάλωσης κουζίνας και ψυγείου 1 (Κ1), της κατανάλωσης κουζίνας και ψυγείου 2 (Κ2) και της κατανάλωσης φριτεζών (Κ3). Επίσης παρουσιάζονται τα βασικά αυτά στατιστικά στοιχεία και για τον συντελεστή ισχύος εκάστης εκ των τεσσάρων καταναλώσεων.

Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης

Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης			
Ενέργεια Κουζίνας ανά μονάδα επιφάνειας:	5,52	KWh/m ²	
Ενέργεια Κουζίνας ανά παραγόμενη μερίδα:	0,96	KWh/μερίδα	Συντελεστής Συσχέτισης ΚΚ - Μεριδών: 0,71
Ενέργεια Κουζίνας ανά πελάτη:	2,79	KWh/πελάτη	Συντελεστής Συσχέτισης ΚΚ - Πελατών: 0,69
Ενέργεια Κουζίνας ανά παραγόμενο ευρώ:	0,33	KWh/ευρώ	Συντελεστής Συσχέτισης ΚΚ - Εσόδων: 0,65

Εικόνα Π3.2.2.3: Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης Κατανάλωσης Κουζίνας

Υπολογίζονται και παρουσιάζονται για την χρονική περίοδο μελέτης οι αριθμοδείκτες αποτύπωσης ενεργειακής επίδοσης για την κατανάλωση κουζίνας του εστιατορίου:

- Καταναλωθείσα ενέργεια κουζίνας ανά μονάδα επιφάνειας (KWh/m²)
- Καταναλωθείσα ενέργεια κουζίνας ανά παραγόμενη μερίδα (KWh/μερίδα)
- Καταναλωθείσα ενέργεια κουζίνας ανά πελάτη (KWh/πελάτη)
- Καταναλωθείσα ενέργεια κουζίνας ανά παραγόμενο ευρώ (KWh/ €)

Οι αριθμοδείκτες αυτοί είναι βασικοί για την μελέτη της ενεργειακής επίδοσης της κουζίνας των εστιατορίων, και μπορούν να αξιοποιηθούν για την σύγκριση της επίδοσης του εστιατορίου σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνει ο χρήστης στον δεύτερο αριθμοδείκτη καταναλωθείσα ενέργεια κουζίνας ανά παραγόμενη μερίδα για την ενεργειακή αξιολόγηση της κουζίνας.

Επίσης υπολογίζονται και παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της κουζίνας με:

- Τις παραγόμενες μερίδες του εστιατορίου
- Τον αριθμό των παρευρισκόμενων πελατών
- Τα παραγόμενα έσοδα του εστιατορίου

Η συσχέτιση, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο συµμεταβάλλεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας με τα παραπάνω μεγέθη, είναι βασικό στοιχείο αξιολόγησης της ενεργειακής επίδοσης της κουζίνας του εστιατορίου. Αρνητικές τιμές και των τριών συντελεστών συσχέτισης πρέπει να προβληματίσουν τον χρήστη όσον αφορά την επίδοση της κουζίνας,

ενώ θα πρέπει να έχει την κριτική ικανότητα να αντιληφθεί διαφόρους συνδυασμούς προσήμων των συντελεστών συσχέτισης. Φυσικά για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων ο χρήστης οφείλει να επιλέξει μεγάλη χρονική περίοδο και κατ' επέκταση μεγάλο όγκο ιστορικών δεδομένων.

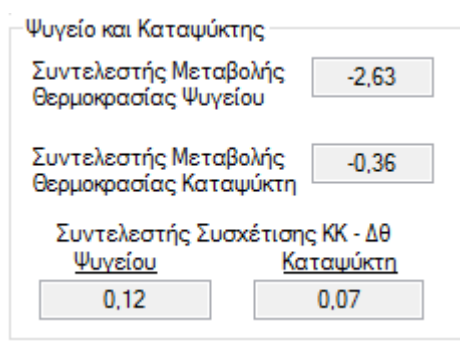
Διάρθρωση Καταναλώσεων Κουζίνας



Εικόνα Π3.2.2.4: Διάρθρωση Καταναλώσεων Κουζίνας

Παρουσιάζεται το κυκλικό διάγραμμα της ποσοστιαίας κατανομής της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κουζίνας στις επιμέρους υποκαταναλώσεις της κουζίνας και ψυγείου 1, της κουζίνας και ψυγείου 2 και των φριτεζών, κατά μέσο όρο για την περίοδο την οποία επέλεξε ο χρήστης.

Ψυγείο και Καταψύκτης



Εικόνα Π3.2.2.5: Ψυγείο και Καταψύκτης

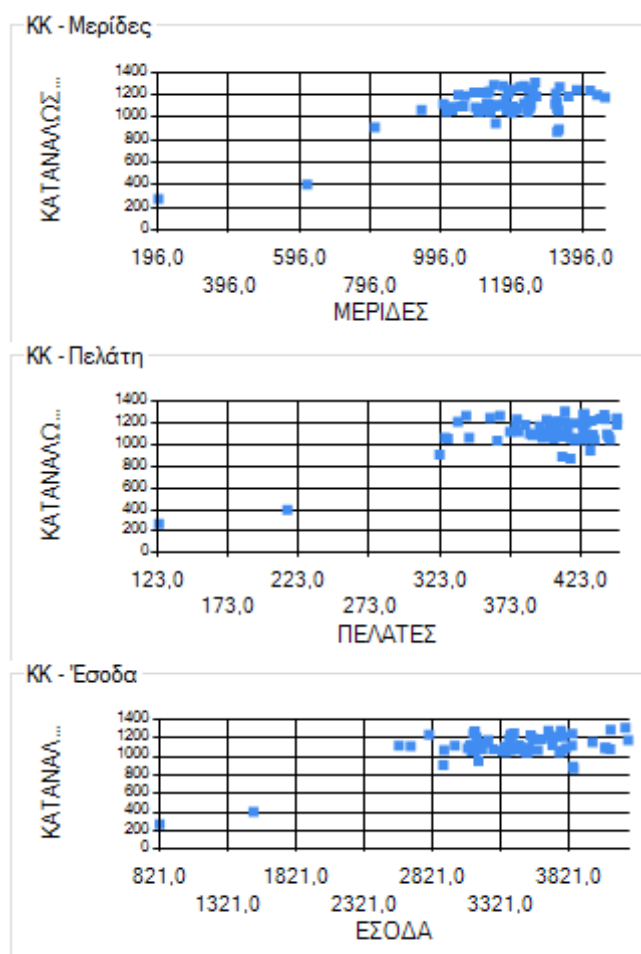
Βασικές ηλεκτρικές συσκευές μιας κουζίνας εστιατορίου είναι το ψυγείο και ο καταψύκτης. Η ρύθμιση της εσωτερικής θερμοκρασίας των δύο αυτών συσκευών καθορίζει σε σημαντικό βαθμό την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η ρύθμιση αυτοί έχει να κάνει με τους υγειονομικούς κανόνες συντήρησης των τροφίμων του εστιατορίου. Η περιττή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από τις διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας εξαιτίας των δράσεων των χειριστών των συσκευών, όπως είναι το συχνό άνοιγμα και

κλείσιμο των εξωτερικών θυρών τους. Οι συντελεστές μεταβλητότητας των εσωτερικών θερμοκρασιών ψυγείου και καταψύκτη μας δείχνουν την σχετική μεταβλητότητα των θερμοκρασιών αυτών. Μεγάλες κατ' απόλυτη τιμή τιμές σημαίνουν μεγάλη μεταβλητότητα θερμοκρασιών γύρω από την μέση τιμή τους. Συνεπώς από τους συντελεστές αυτούς ο χρήστης αντλεί την πληροφορία του αν η χρήση των συσκευών αυτών οδηγεί σε μεγάλη διακύμανση της θερμοκρασίας.

Έπειτα υπολογίζονται οι συντελεστές συσχέτισης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κουζίνας με την μεταβολή της εσωτερικής θερμοκρασίας ψυγείου και καταψύκτη. Οι συντελεστές αυτοί θα μας δείξουν το βαθμό συσχέτισης της κατανάλωσης κουζίνας με την μεταβολή θερμοκρασίας του ψυγείου και καταψύκτη, δηλαδή το αν η τυχούσα μεταβλητότητα των θερμοκρασιών η οποία διαπιστώθηκε στους συντελεστές μεταβλητότητας μεταφράστηκε και σε αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

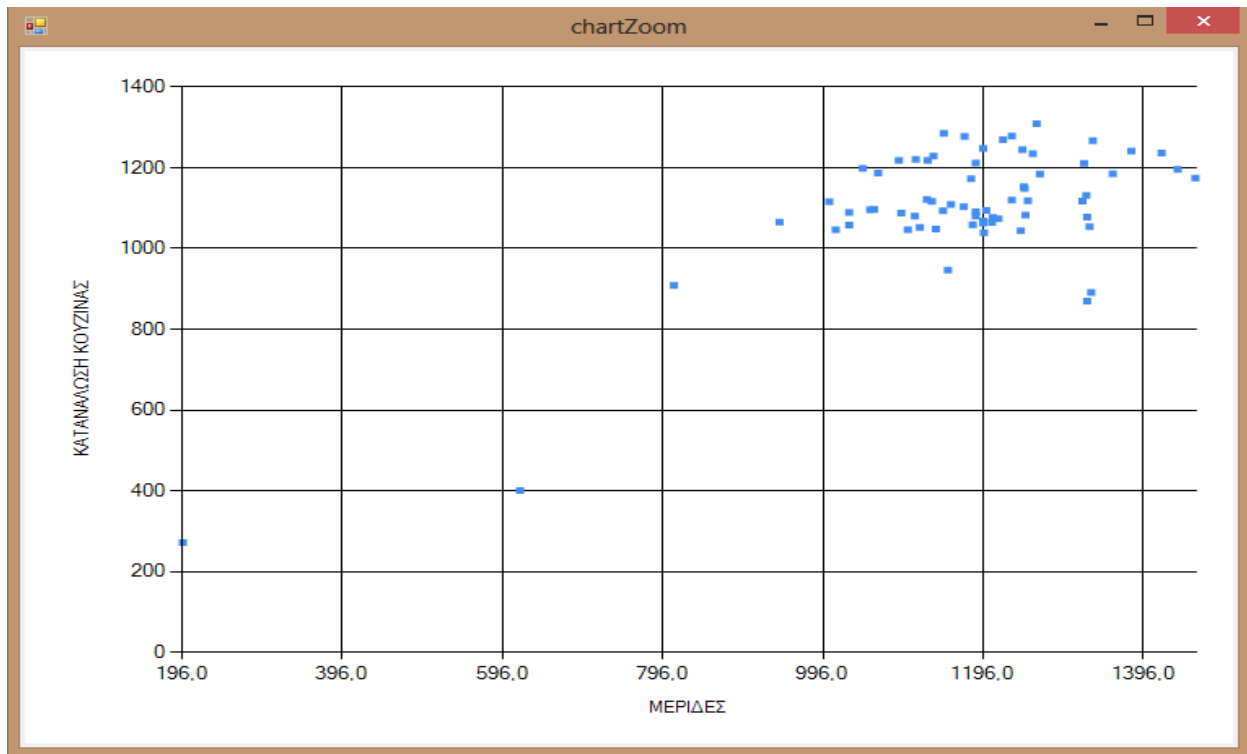
Συνεπώς ο χρήστης ενδιαφέρεται για την πληροφορία των συντελεστών συσχέτισης στην περίπτωση την οποία διαπιστωθεί μεγάλη μεταβλητότητα των θερμοκρασιών ψυγείου και καταψύκτη. Αν τότε διαπιστώσει θετική συσχέτιση θα πρέπει να προβεί σε ενέργειες μείωσης της μεταβλητότητας των θερμοκρασιών. Φυσικά θα πρέπει να έχει επιλέξει μεγάλη χρονική περίοδο για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων, ώστε να υπάρχει μεγάλος όγκος ιστορικών δεδομένων.

Διαγράμματα Διασποράς Κατανάλωσης Κουζίνας – Παραγόμενων Μερίδων, Παρευρισκόμενων Πελατών και Εσόδων



Εικόνα Π3.2.2.6: Διαγράμματα Διασποράς Κατανάλωσης Κουζίνας – Παραγόμενων Μερίδων, Παρευρισκόμενων Πελατών και Εσόδων

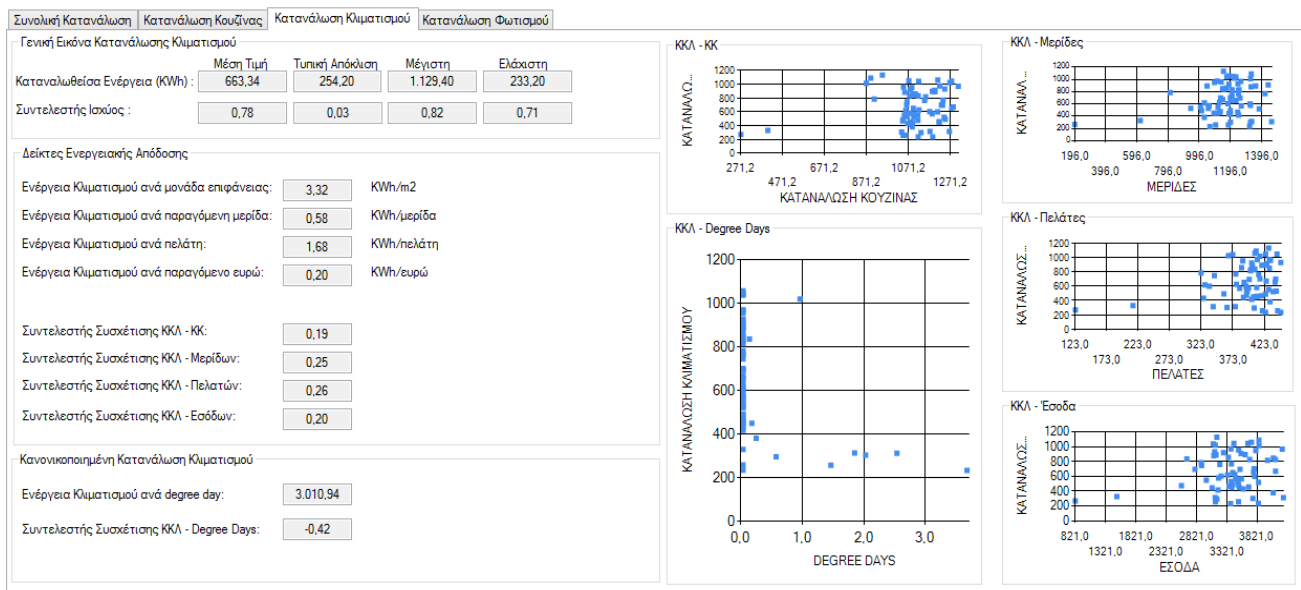
Το διαγράμματα διασποράς επιβεβαιώνουν οπτικά την πληροφορία την οποία μας δίνουν οι συντελεστές συσχέτισης κατανάλωσης κουζίνας– παραγόμενων μερίδων, παρευρισκόμενων πελατών και παραγόμενων εσόδων. Πατώντας επάνω στο έκαστο διάγραμμα με τον δείκτη του ποντικιού, ο χρήστης μπορεί να δει τα ίδια διαγράμματα σε νέο παράθυρο και με μεγαλύτερες διαστάσεις παρουσίασης, ακριβώς όπως και με τα διαγράμματα διασποράς της συνολικής κατανάλωσης. Στην εικόνα Π3.2.2.7 δίνουμε το διάγραμμα διασποράς της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κουζίνας και του αριθμού των παραγόμενων μερίδων.



Εικόνα Π3.2.2.7: Ξεχωριστό παράθυρο Διαγράμματος Διασποράς Κατανάλωσης Κουζίνας–Παραγόμενων Μεριδων

Π3.2.3: Καρτέλα «Κατανάλωση Κλιματισμού»

Στην εικόνα Π3.2.3.1 διακρίνουμε τις παρεχόμενες πληροφορίες της καρτέλας (tab) «Κατανάλωση Κλιματισμού».



Εικόνα Π3.2.3.1: Καρτέλα Κατανάλωσης Κλιματισμού

Γενική Εικόνα Κατανάλωσης Κλιματισμού

Γενική Εικόνα Κατανάλωσης Κλιματισμού				
	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Μέγιστη	Ελάχιστη
Καταναλωθείσα Ενέργεια (KWh) :	663,34	254,20	1.129,40	233,20
Συντελεστής Ισχύος :	0,78	0,03	0,82	0,71

Εικόνα Π3.2.3.2: Γενική Εικόνα Κατανάλωσης Κλιματισμού

Παρουσιάζονται η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση, η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή της καταναλωθείσας ενέργειας κλιματισμού και του συντελεστή ισχύος της.

Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης

Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης		
Ενέργεια Κλιματισμού ανά μονάδα επιφάνειας:	3,32	KWh/m ²
Ενέργεια Κλιματισμού ανά παραγόμενη μερίδα:	0,58	KWh/μερίδα
Ενέργεια Κλιματισμού ανά πελάτη:	1,68	KWh/πελάτη
Ενέργεια Κλιματισμού ανά παραγόμενο ευρώ:	0,20	KWh/ευρώ
Συντελεστής Συσχέτισης ΚΚΛ - ΚΚ:	0,19	
Συντελεστής Συσχέτισης ΚΚΛ - Μεριδών:	0,25	
Συντελεστής Συσχέτισης ΚΚΛ - Πελατών:	0,26	
Συντελεστής Συσχέτισης ΚΚΛ - Εσόδων:	0,20	

Εικόνα Π3.2.3.3: Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης Κλιματισμού

Υπολογίζονται και παρουσιάζονται για την χρονική περίοδο μελέτης οι αριθμοδείκτες αποτύπωσης ενεργειακής επίδοσης για την κατανάλωση κλιματισμού του εστιατορίου:

- Καταναλωθείσα ενέργεια κλιματισμού ανά μονάδα επιφάνειας (KWh/m²)
- Καταναλωθείσα ενέργεια κλιματισμού ανά παραγόμενη μερίδα (KWh/μερίδα)
- Καταναλωθείσα ενέργεια κλιματισμού ανά πελάτη (KWh/πελάτη)
- Καταναλωθείσα ενέργεια κλιματισμού ανά παραγόμενο ευρώ (KWh/ €)

Οι αριθμοδείκτες αυτοί είναι βασικοί για την μελέτη της ενεργειακής επίδοσης της κατανάλωσης κλιματισμού των εστιατορίων, και μπορούν να αξιοποιηθούν για την σύγκριση της επίδοσης του εστιατορίου σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.

Επίσης υπολογίζονται και παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του κλιματισμού με:

- Την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της κουζίνας
- Τις παραγόμενες μερίδες του εστιατορίου
- Τον αριθμό των παρευρισκόμενων πελατών
- Τα παραγόμενα έσοδα του εστιατορίου

Η συσχέτιση, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο συµµεταβάλλεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας µε τα παραπάνω µεγέθη, είναι βασικό στοιχείο αξιολόγησης της ενεργειακής επίδοσης του κλιµατισµού του εστιατορίου, κατ' αναλογία µε τους ίδιους συντελεστές και στις υπόλοιπες καταναλώσεις. Αρνητικές τιμές των συντελεστών συσχέτισης πρέπει να προβληµατίσουν τον χρήστη όσον αφορά την επίδοση του κλιµατισµού, ενώ θα πρέπει να έχει την κριτική ικανότητα να αντιληφθεί διαφόρους συνδυασµούς προσηµών των συντελεστών συσχέτισης. Φυσικά για την εξαγωγή ασφαλών συµπερασµάτων ο χρήστης οφείλει να επιλέξει µεγάλη χρονική περίοδο και κατ' επέκταση µεγάλο όγκο ιστορικών δεδοµένων.

Κανονικοποιηµένη Κατανάλωση Κλιµατισµού

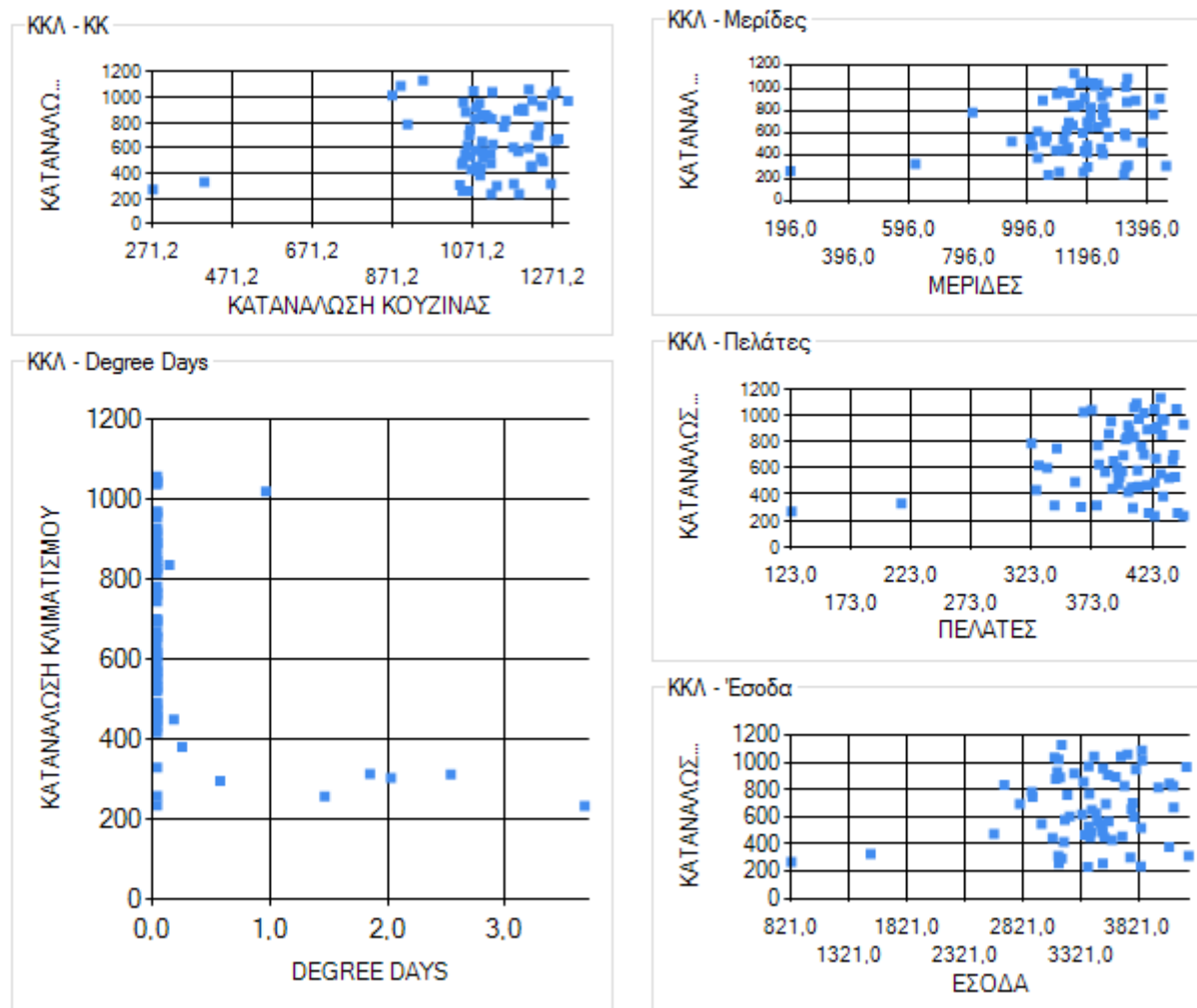


Εικόνα Π3.2.3.4: Κανονικοποιηµένη Κατανάλωση Κλιµατισµού

Παρουσιάζεται η κανονικοποιηµένη κατανάλωση κλιµατισµού ως προς τον αριθµό των βαθµοηµερών (degree days) της χρονικής περιόδου την οποία επέλεξε ο χρήστης. Διαιρούµε δηλαδή την συνολική καταναλωθείσα ενέργεια για τον κλιµατισµό µε τον συνολικό αριθµό των βαθµοηµερών. Επίσης υπολογίζουµε και τον συντελεστή συσχέτισης κατανάλωσης κλιµατισµού και βαθµοηµερών.

Οι πληροφορίες αυτές είναι αρκετά σηµαντικές για την κατανάλωση κλιµατισµού. Ωστόσο θα πρέπει ο χρήστης να αντιληφθεί ότι για την εξαγωγή αξιόπιστων και ρεαλιστικών συµπερασµάτων θα πρέπει να έχει εισάγει σωστά τις τιμές T_{θ} (πραγµατική) και T_{ψ} (πραγµατική) στο τμήμα «Χρονική Περίοδος Υπολογισµού» της καρτέλας «Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου». Οι τιμές αυτές επηρεάζουν τον υπολογισµό των βαθµοηµερών.

Διαγράμματα Διασποράς Κατανάλωσης Κλιματισμού – Κατανάλωσης Κουζίνας, Degree Days, Παραγόμενων Μερίδων, Παρευρισκόμενων Πελατών και Εσόδων

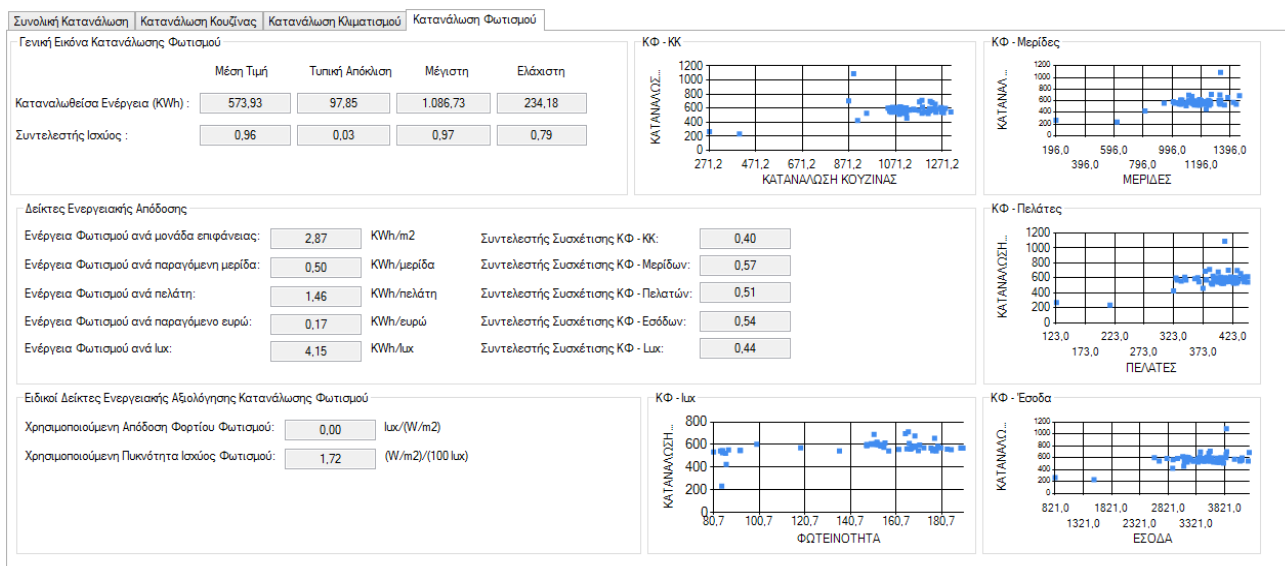


Εικόνα Π3.2.3.5: Διαγράμματα Διασποράς Κατανάλωσης Κλιματισμού

Το διαγράμματα διασποράς επιβεβαιώνουν οπτικά την πληροφορία που μας δίνουν οι συντελεστές συσχέτισης κατανάλωσης κλιματισμού– κατανάλωσης κουζίνας, degree days, παραγόμενων μερίδων, παρευρισκόμενων πελατών και παραγόμενων εσόδων. Πατώντας επάνω στο έκαστο διάγραμμα με τον δείκτη του ποντικιού, ο χρήστης μπορεί να δει τα ίδια διαγράμματα σε νέο παράθυρο και με μεγαλύτερες διαστάσεις παρουσίασης, ακριβώς όπως και με τα διαγράμματα διασποράς της συνολικής κατανάλωσης.

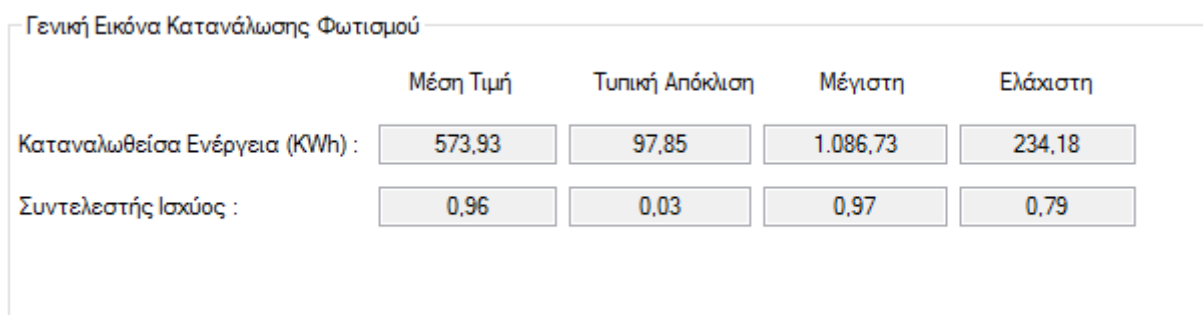
Π3.2.4: Καρτέλα «Κατανάλωση Φωτισμού»

Στην εικόνα Π3.2.4.1 διακρίνουμε τις παρεχόμενες πληροφορίες της καρτέλας (tab) «Κατανάλωση Φωτισμού».



Εικόνα Π3.2.4.1: Καρτέλα Κατανάλωσης Φωτισμού

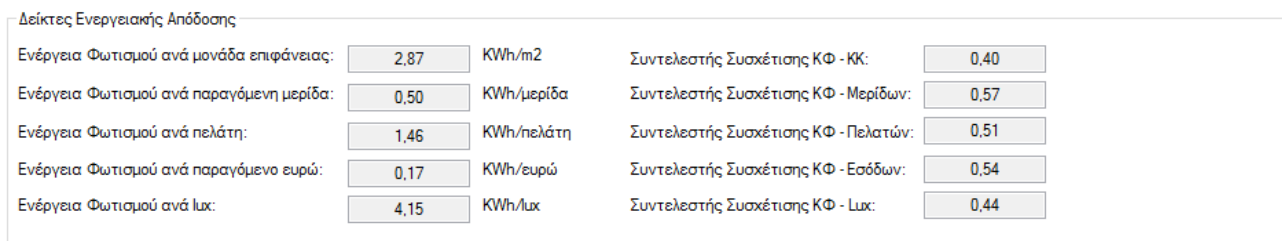
Γενική Εικόνα Κατανάλωσης Φωτισμού



Εικόνα Π3.2.4.2: Γενική Εικόνα Κατανάλωσης Φωτισμού

Παρουσιάζονται η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση, η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή της καταναλωθείσας ενέργειας φωτισμού και του συντελεστή ισχύος της.

Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης



Εικόνα Π3.2.4.3: Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης Φωτισμού

Υπολογίζονται και παρουσιάζονται για την χρονική περίοδο μελέτης οι αριθμοδείκτες αποτύπωσης ενεργειακής επίδοσης για την κατανάλωση φωτισμού του εστιατορίου:

- Καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας (KWh/m²)
- Καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού ανά παραγόμενη μερίδα (KWh/μερίδα)
- Καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού ανά πελάτη (KWh/πελάτη)
- Καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού ανά παραγόμενο ευρώ (KWh/ €)
- Καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού ανά μονάδα φωτεινότητας (KWh/lux)

Οι αριθμοδείκτες αυτοί είναι βασικοί για την μελέτη της ενεργειακής επίδοσης της κατανάλωσης φωτισμού των εστιατορίων, και μπορούν να αξιοποιηθούν για την σύγκριση της επίδοσης του εστιατορίου σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.

Επίσης υπολογίζονται και παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του φωτισμού με:

- Την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της κουζίνας
- Τις παραγόμενες μερίδες του εστιατορίου
- Τον αριθμό των παρευρισκόμενων πελατών
- Τα παραγόμενα έσοδα του εστιατορίου
- Την παρεχόμενη φωτεινότητα

Η συσχέτιση, δηλαδή ο τρόπος που συμμεταβάλλεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας με τα παραπάνω μεγέθη, είναι βασικό στοιχείο αξιολόγησης της ενεργειακής επίδοσης του φωτισμού του εστιατορίου, κατ' αναλογία με τους ίδιους συντελεστές και στις υπόλοιπες καταναλώσεις. Αρνητικές τιμές των συντελεστών συσχέτισης πρέπει να προβληματίσουν τον χρήστη όσον αφορά την επίδοση του κλιματισμού, ενώ θα πρέπει να έχει την κριτική ικανότητα να αντιληφθεί διαφόρους συνδυασμούς προσήμων των συντελεστών συσχέτισης. Φυσικά για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων ο χρήστης οφείλει να επιλέξει μεγάλη χρονική περίοδο και κατ' επέκταση μεγάλο όγκο ιστορικών δεδομένων.

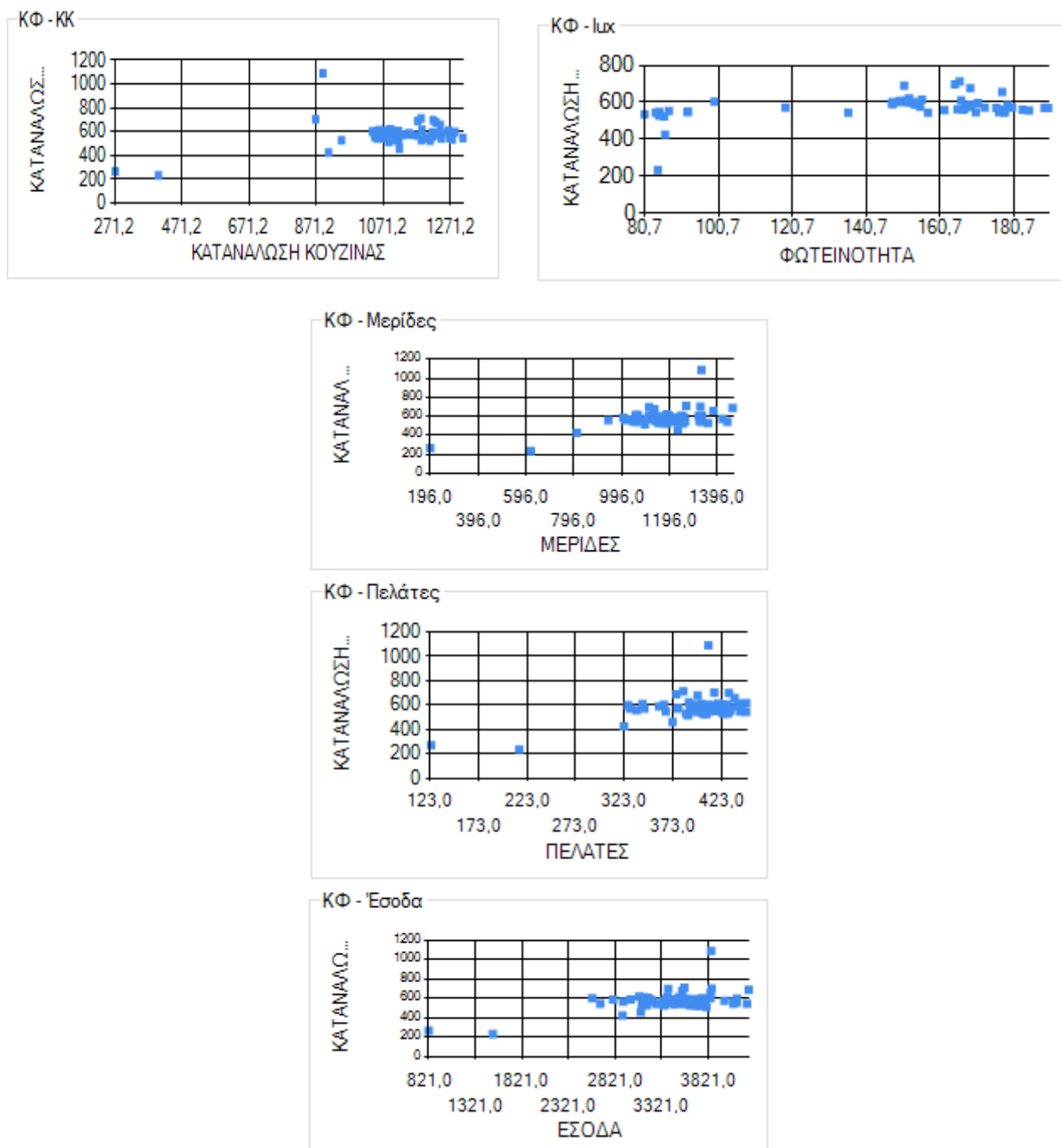
Ειδικοί Δείκτες Ενεργειακής Αξιολόγησης Κατανάλωσης Φωτισμού

Ειδικοί Δείκτες Ενεργειακής Αξιολόγησης Κατανάλωσης Φωτισμού		
Χρησιμοποιούμενη Απόδοση Φορτίου Φωτισμού:	<input type="text" value="0,00"/>	lux/(W/m ²)
Χρησιμοποιούμενη Πυκνότητα Ισχύος Φωτισμού:	<input type="text" value="1,72"/>	(W/m ²)/(100 lux)

Εικόνα Π3.2.4.4: Ειδικοί Δείκτες Ενεργειακής Αξιολόγησης Κατανάλωσης Φωτισμού

Υπολογίζονται και εμφανίζονται η χρησιμοποιούμενη απόδοση φορτίου φωτισμού και η χρησιμοποιούμενη πυκνότητα ισχύος φωτισμού. Οι αριθμοδείκτες αυτοί είναι βασικοί για την αξιολόγηση της επίδοσης της κατανάλωσης φωτισμού.

Διαγράμματα Διασποράς Κατανάλωσης Φωτισμού – Κατανάλωσης Κουζίνας, Φωτεινότητας, Παραγόμενων Μερίδων, Παρευρισκόμενων Πελατών και Εσόδων

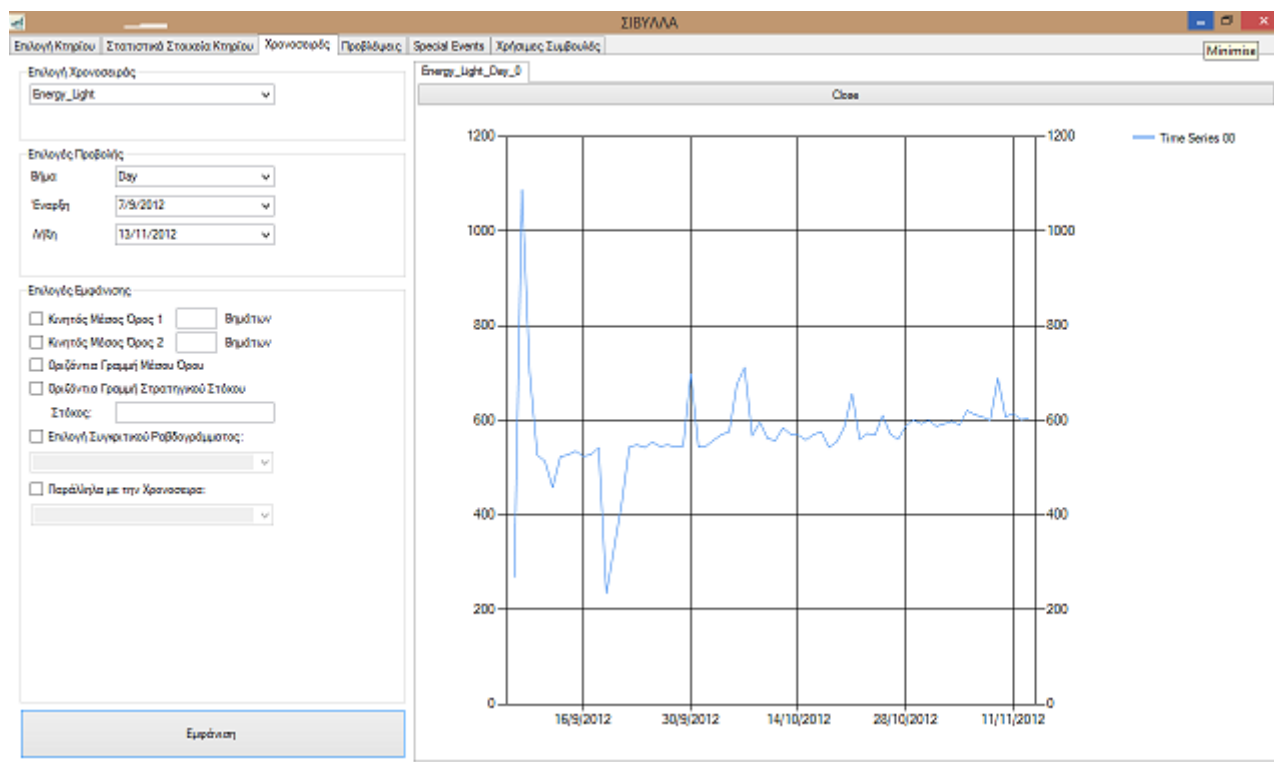


Εικόνα Π3.2.4.5 : Διαγράμματα Διασποράς Κατανάλωσης Φωτισμού

Το διαγράμματα διασποράς επιβεβαιώνουν οπτικά την πληροφορία που μας δίνουν οι συντελεστές συσχέτισης κατανάλωσης φωτισμού – κατανάλωσης κουζίνας, φωτεινότητας, παραγόμενων μερίδων, παρευρισκόμενων πελατών και παραγόμενων εσόδων. Πατώντας επάνω στο έκαστο διάγραμμα με τον δείκτη του ποντικιού, ο χρήστης μπορεί να δει τα ίδια διαγράμματα σε νέο παράθυρο και με μεγαλύτερες διαστάσεις παρουσίασης, ακριβώς όπως και με τα διαγράμματα διασποράς της συνολικής κατανάλωσης, και των λοιπών καταναλώσεων.

Π3.3: Καρτέλα «Χρονοσειρές»


Η τρίτη καρτέλα της εφαρμογής είναι η καρτέλα «Χρονοσειρές». Οι επιλογές της καρτέλας αυτής φαίνονται στην εικόνα Π3.3.1.



Εικόνα Π3.3.1: Καρτέλα «Χρονοσειρές»

Θα παρουσιάσουμε αναλυτικά κάθε μια παρεχόμενη επιλογή του χρήστη και κάθε μια πληροφορία η οποία παρουσιάζεται και προέρχεται από την επεξεργασία των δεδομένων, τα οποία είναι αποθηκευμένα στην βάση δεδομένων της εφαρμογής:

Επιλογή Χρονοσειράς



Επιλογή Χρονοσειράς

Energy_Light

Εικόνα Π3.3.2: Επιλογή Χρονοσειράς

Επιλέγεται μια εκ των αποθηκευμένων χρονοσειρών δεδομένων στην βάση δεδομένων της εφαρμογής για το συγκεκριμένο κτήριο το οποίο επιλέξαμε. Στην εικόνα Π3.3.2 επιλέξαμε την καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού του καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο.

Επιλογές Προβολής



Επιλογές Προβολής

Βήμα Day

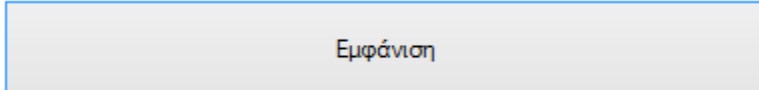
Έναρξη 7/9/2012

Λήξη 13/11/2012

Εικόνα Π3.3.3: Επιλογές Προβολής

Επιλέγονται κατά σειρά: το βήμα προβολής, η χρονική στιγμή έναρξης και λήξης της χρονοσειράς. Για κάθε χρονοσειρά υπάρχουν πέντε (5) διαφορετικά βήματα προβολής: ωριαίο, ημερήσιο, εβδομαδιαίο, μηνιαίο και ετήσιο.

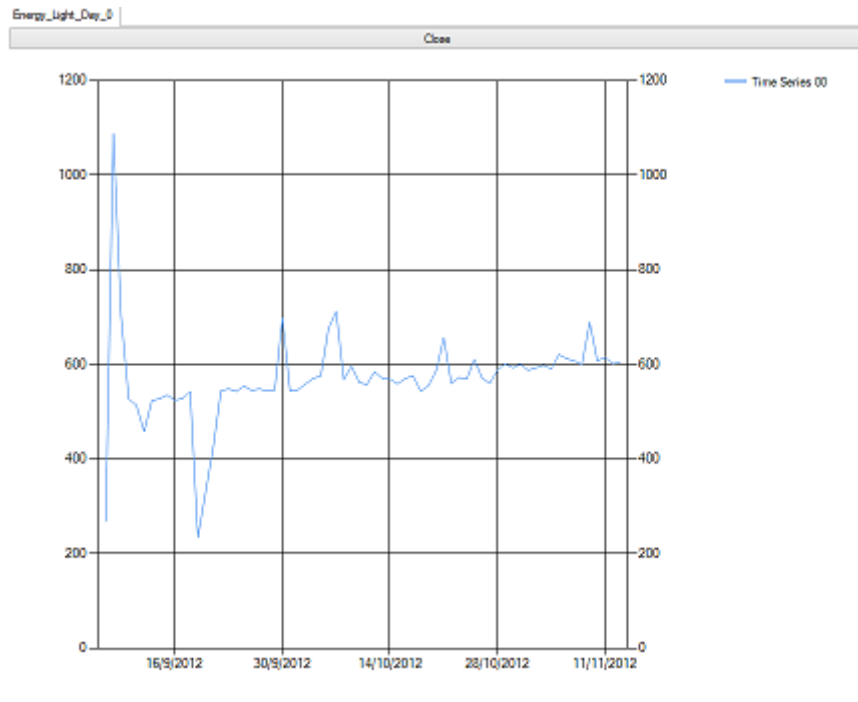
Έπειτα ο χρήστης επιλέγει πατά το κουμπί «Εμφάνιση»:



Εμφάνιση

Εικόνα Π3.3.4: Κουμπί «Εμφάνιση»

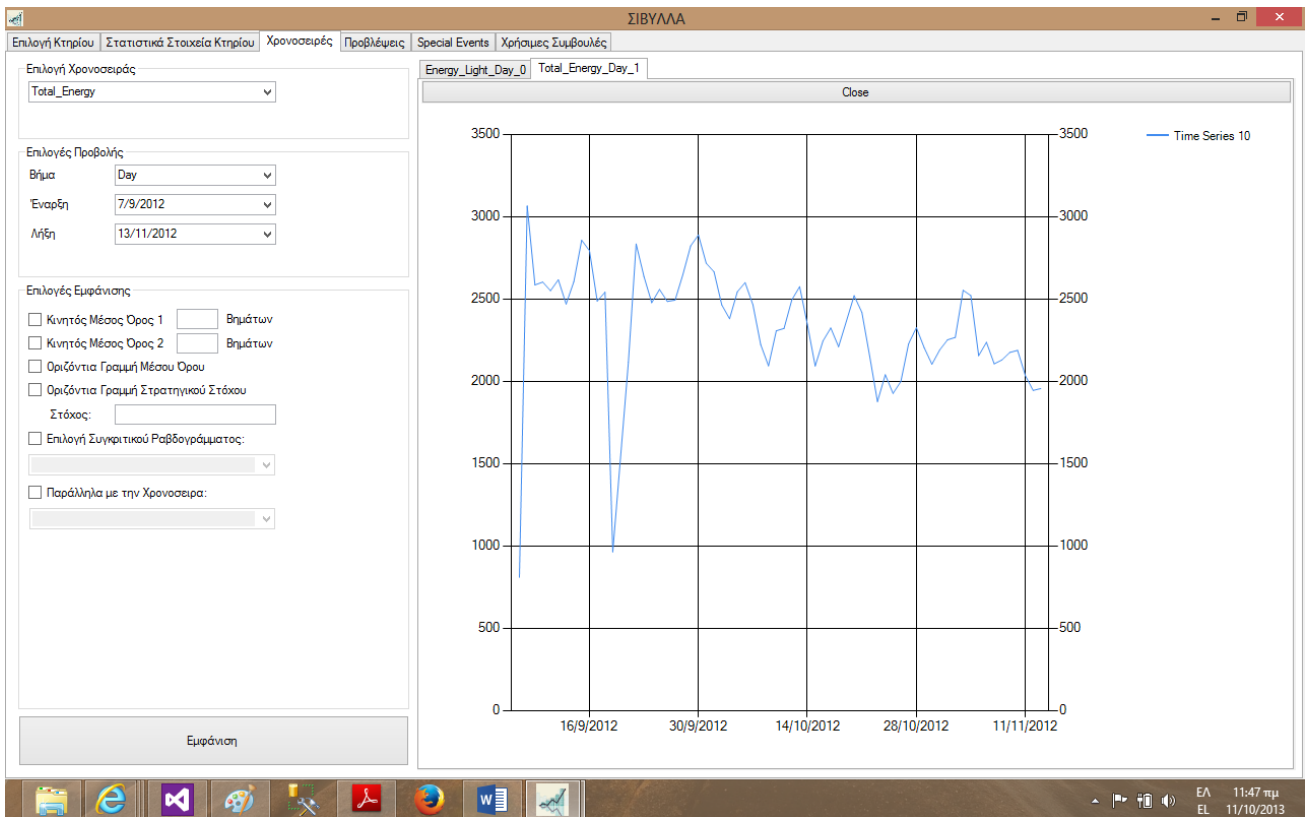
και η χρονοσειρά προβάλλεται στο δεξιό μέρος της οθόνης προβολής:



Εικόνα Π3.3.5: Προβολή Χρονοσειράς

Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει και να προβάλει όσες χρονοσειρές επιθυμεί στο δεξί μέρος της οθόνης, αλλάζοντας τις επιλογές προβολής ή και το είδος της χρονοσειράς. Τα παράθυρα προβάλλονται το ένα δίπλα στο άλλο έχοντας αύξουσα αρίθμηση και τίτλο το όνομα της χρονοσειράς. Κατ' αυτόν τον τρόπο ο χρήστης έχει την δυνατότητα να βλέπει όσα διαγράμματα επιθυμεί χωρίς την υποχρέωση να κλείνει κάποιο για την προβολή νέας χρονοσειράς. Επίσης όποιο παράθυρο προβολής χρονοσειράς επιθυμεί να κλείσει μπορεί να πατήσει το κουμπί «close» που βρίσκεται στο επάνω μέρος της οθόνης κάθε παραθύρου.

Για παράδειγμα ο χρήστης επιλέγει μια νέα χρονοσειρά, έστω την χρονοσειρά της συνολικής καταναλωθείσας ενέργειας για του καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο, με τις ίδιες επιλογές προβολής με την προηγούμενη χρονοσειρά, τότε το αποτέλεσμα φαίνεται στην εικόνα Π3.3.6.



Εικόνα Π3.3.6: Προβολή Νέας Χρονοσειράς σε νέο παράθυρο

Επιλογές Εμφάνισης

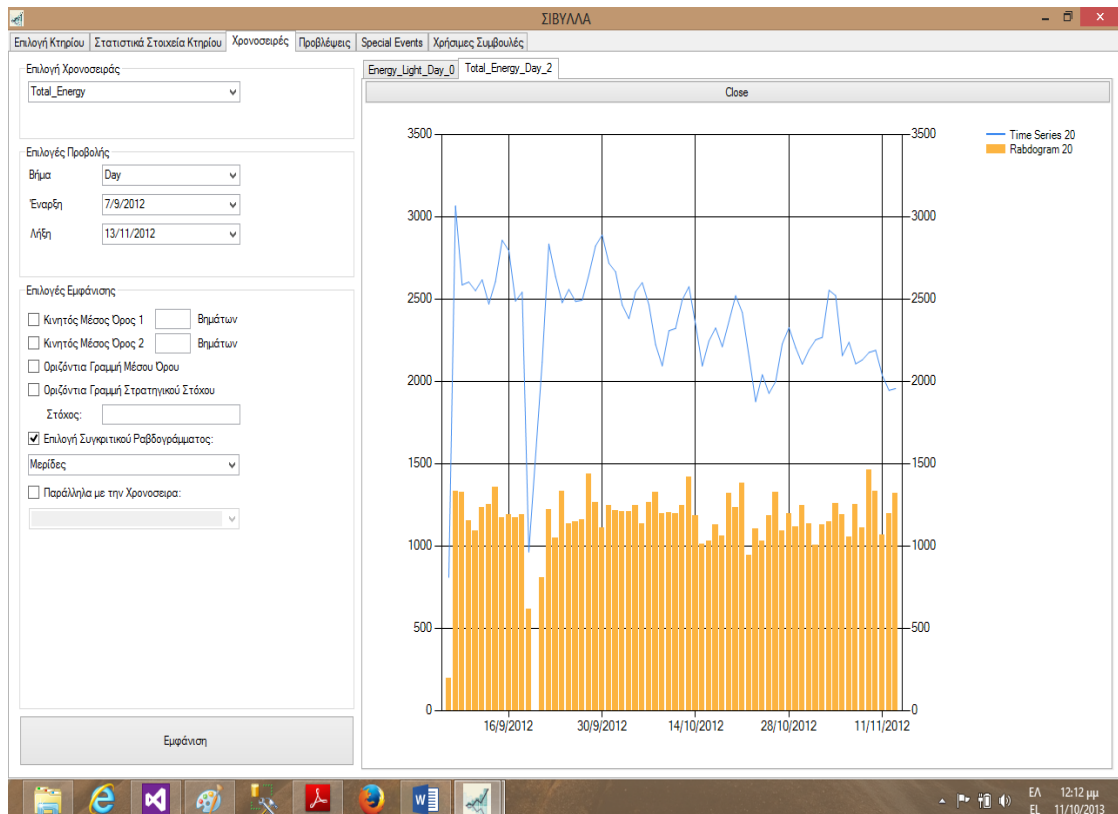
Επιλογές Εμφάνισης

- Κινητός Μέσος Όρος 1 Βημάτων
- Κινητός Μέσος Όρος 2 Βημάτων
- Οριζόντια Γραμμή Μέσου Όρου
- Οριζόντια Γραμμή Στρατηγικού Στόχου
- Στόχος:
- Επιλογή Συγκριτικού Ραβδογράμματος:
- Παράλληλα με την Χρονοσειρα:

Εικόνα Π3.3.7: Επιλογές Εμφάνισης Καρτέλας «Χρονοσειρές»

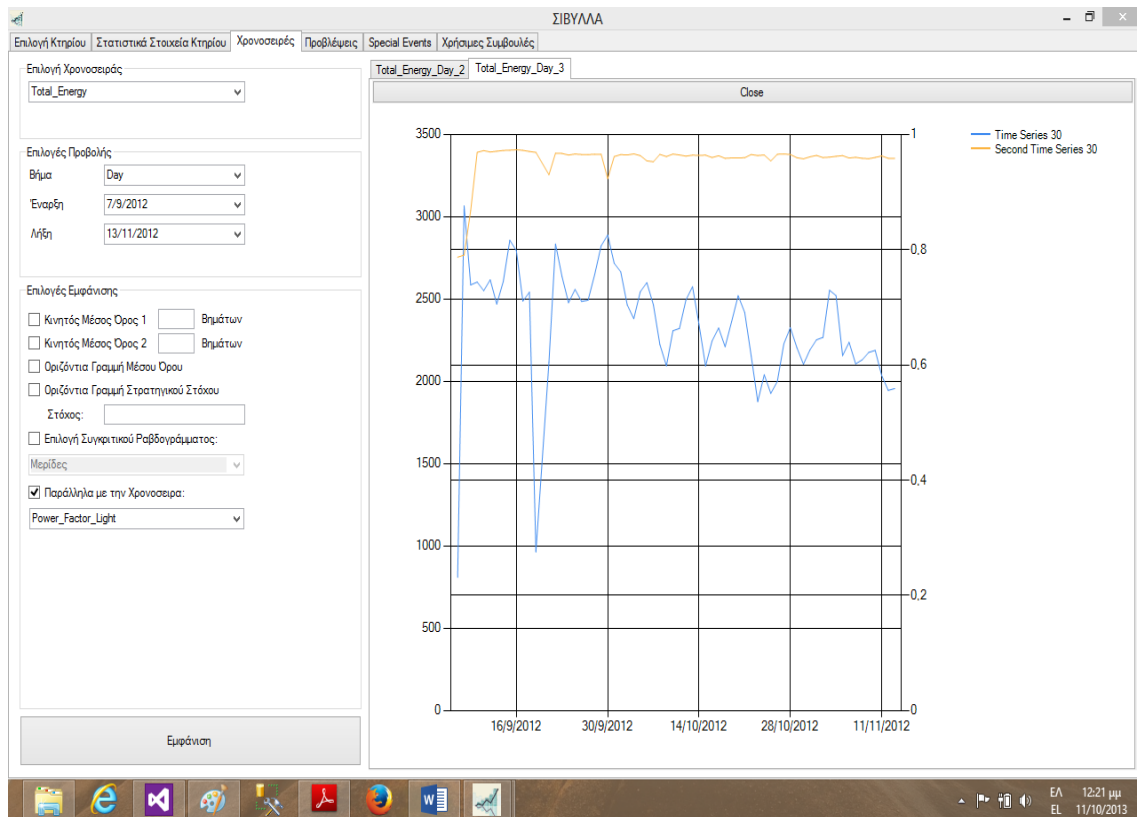
Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να εμφανίσει στο ίδιο διάγραμμα με την χρονοσειρά την οποία έχει επιλέξει:

- Την καμπύλη ενός απλού κινητού μέσου όρου όσων βημάτων – περιόδων επιθυμεί. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να εισάγει τον φυσικό αριθμό των βημάτων στο κουτί δίπλα από την επιλογή «Κινητός Μέσος Όρος 1».
- Την καμπύλη και δεύτερου κινητού μέσου όρου όσων βημάτων – περιόδων επιθυμεί. Πάλι για σκοπό αυτό θα πρέπει να εισάγει τον φυσικό αριθμό των βημάτων στο κουτί δίπλα από την επιλογή «Κινητός Μέσος Όρος 2».
- Την οριζόντια γραμμή Μέσου Όρου των τιμών της χρονοσειράς για το χρονικό διάστημα το οποίο έχει επιλέξει.
- Την οριζόντια γραμμή στρατηγικού στόχου για το μέγεθος το οποίο προβάλλεται. Ο στόχος εισάγεται στο κουτί κάτω από την επιλογή «Οριζόντια Γραμμή Στρατηγικού Στόχου». Η επιλογή αυτή δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να ελέγχει την επίδοση του μεγέθους της χρονοσειράς ως προς τον στόχο τον οποίο έχει θέσει, και είναι αρκετά χρήσιμη για περιπτώσεις χρηστών με εξειδικευμένες γνώσεις, ώστε να μπορούν να οριοθετήσουν ένα ρεαλιστικό στόχο.
- Την προβολή συγκριτικού ραβδογράμματος πελατών, μερίδων και εσόδων. Το συγκριτικό ραβδόγραμμα παρουσιάζεται κάτω από την γραφική παράσταση της χρονοσειράς και τρόπον τινά μας δίνει παρόμοιες πληροφορίες με το διάγραμμα διασποράς των δύο μεγεθών, αλλά ενέχει και το στοιχείο της χρονικής εξέλιξης. Στην εικόνα Π3.3.7 κάνουμε χρήση του συγκριτικού ραβδογράμματος.



Εικόνα Π3.3.8: Επιλογή Συγκριτικού Ραβδογράμματος Μεριδων για την παράλληλη προβολή του με την καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού κτηρίου καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο για τις επιλογές προβολής οι οποίες διακρίνονται στην εικόνα

- Μια δεύτερη χρονοσειρά παράλληλα με την πρώτη. Αυτή η επιλογή διευκολύνει τον χρήστη της εφαρμογής να παρακολουθεί τον τρόπο με τον οποίο συμμεταβάλλονται ως προς τον χρόνο δεδομένα διαφορετικών χρονοσειρών. Στην επόμενη εικόνα δείχνουμε ως παράδειγμα παράλληλης προβολής την εισαγωγή της χρονοσειράς κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας φωτισμού παράλληλα με τον συντελεστή ισχύος της κατανάλωσης φωτισμού για τις επιλογές προβολής που διακρίνονται. Η δεύτερη χρονοσειρά εισάγεται με διαφορετικό χρώμα για λόγους ευκρινέστερης παρατήρησης.



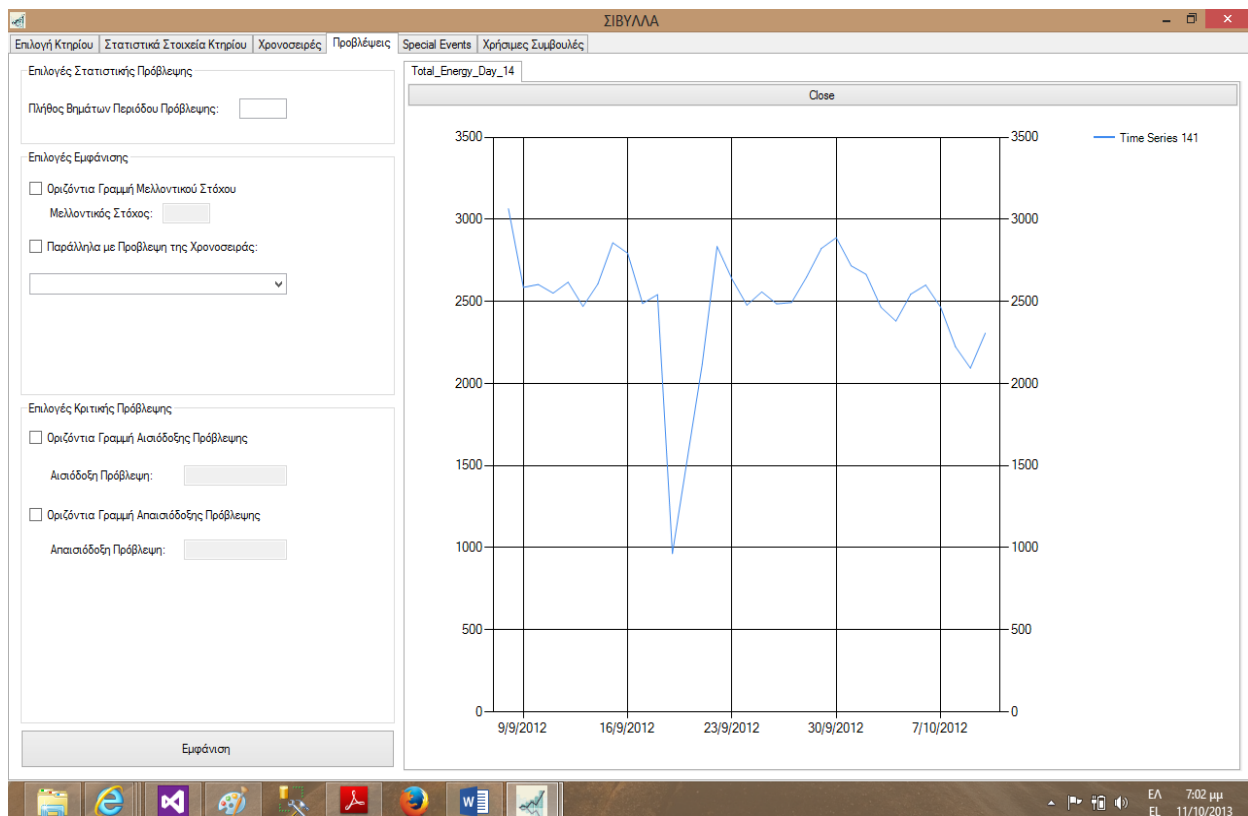
Εικόνα Π3.3.9: Επιλογή Παράλληλης Χρονοσειράς συντελεστή ισχύος φωτισμού με την καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού ενός καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο για τις επιλογές προβολής οι οποίες διακρίνονται στην εικόνα

Στο ίδιο διάγραμμα ο χρήστης μπορεί να εμφανίσει περισσότερες από μια επιλογές ή ακόμα και όλες. Σε κάθε νέα μεταβολή των επιλογών θα πρέπει να πατά το κουμπί «Εμφάνιση» και το διάγραμμα θα εμφανίζεται σε νέο παράθυρο, όπως αναλύσαμε και προηγουμένως.

Οι επιλογές αυτές σχεδιάστηκαν ώστε να απλοποιήσουν την ενεργειακή μελέτη του εστιατορίου, δίνοντας στον χρήστη χρήσιμα εργαλεία παρουσίασης.

Π3.4: Καρτέλα «Προβλέψεις»

Η τέταρτη καρτέλα της εφαρμογής είναι η καρτέλα «Προβλέψεις». Οι επιλογές της καρτέλας αυτής διακρίνονται στην εικόνα Π3.4.1.



Εικόνα Π3.4.1: Καρτέλα «Προβλέψεις»

Θα παρουσιάσουμε αναλυτικά κάθε μια παρεχόμενη επιλογή του χρήστη και κάθε μια πληροφορία η οποία παρουσιάζεται και προέρχεται από την επεξεργασία των δεδομένων τα οποία είναι αποθηκευμένα στην βάση δεδομένων της εφαρμογής:

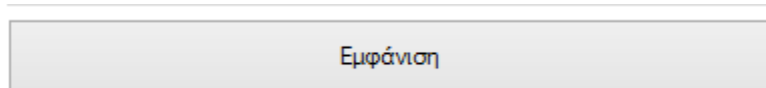
Επιλογές Στατιστικής Πρόβλεψης

Επιλογές Στατιστικής Πρόβλεψης

Πλήθος Βημάτων Περιόδου Πρόβλεψης:

Εικόνα Π3.4.2: Επιλογές Στατιστικής Πρόβλεψης

Ο χρήστης εισάγει τον φυσικό αριθμό των βημάτων της χρονικής περιόδου πρόβλεψης. Η χρονοσειρά δεδομένων και το βήμα της έχει επιλεγεί στην καρτέλα «Χρονοσειρές» και ο χρήστης απλά επιλέγει τον αριθμό των βημάτων μετά την χρονική στιγμή λήξης της περιόδου προβολής για τα οποία επιθυμεί να γίνει πρόβλεψη. Έπειτα ο χρήστης πατάει το κουμπί «Εμφάνιση» στο κάτω και αριστερό μέρος της οθόνης:



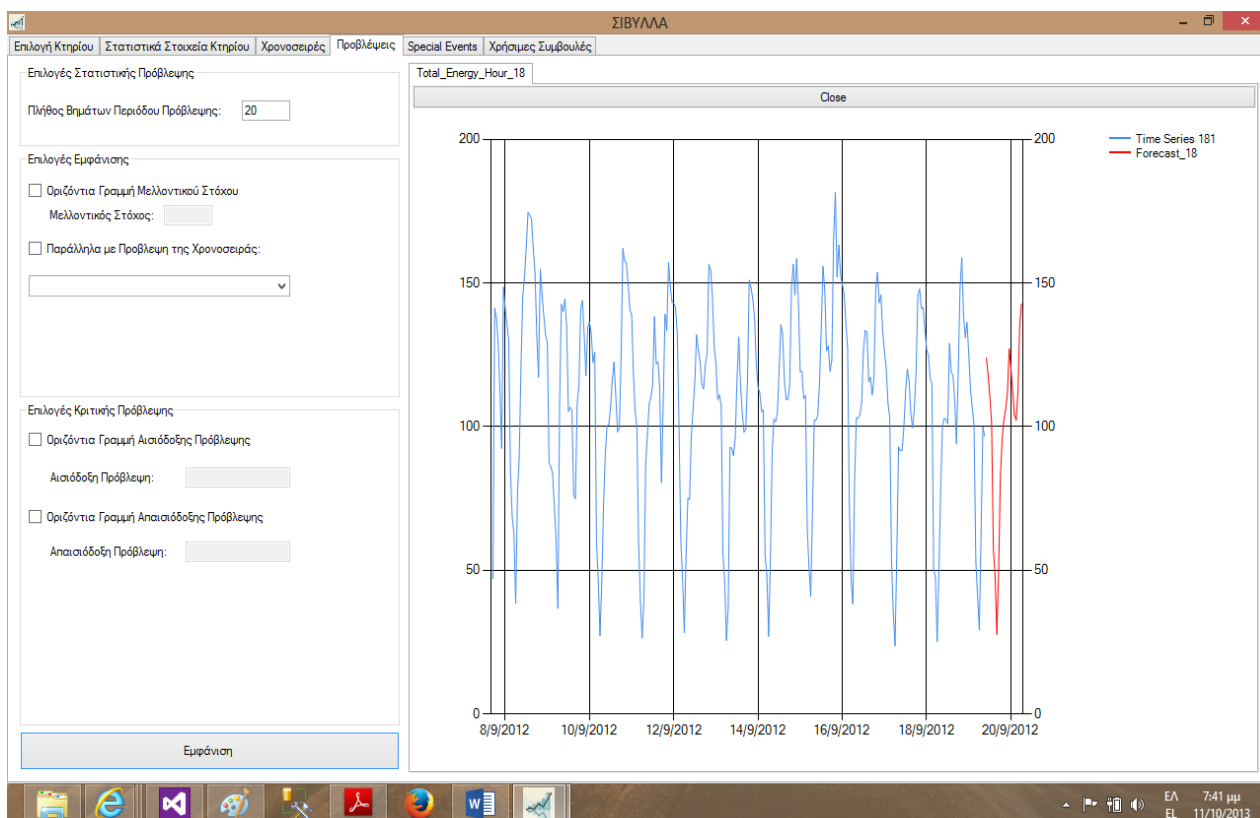
Εικόνα Π3.4.3: Κουμπι «Εμφάνιση» Καρτέλας «Προβλέψεις»

Η πρόβλεψη γίνεται για την χρονοσειρά της οποίας το παράθυρο είναι ενεργοποιημένο στην καρτέλα «Χρονοσειρές». Στην επόμενη εικόνα επιλέγουμε την χρονοσειρά Συνολική Καταναλωθείσα Ενέργεια με ωριαίο βήμα του κτηρίου καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο και προβλέπουμε της τιμές της χρονοσειράς για 20 ωριαία βήματα μετά την χρονική στιγμή λήξης της περιόδου προβολής.

The image shows a web interface with two main sections for configuration:

- Επιλογή Χρονοσειράς** (Time Series Selection): A dropdown menu with the selected value 'Total_Energy'.
- Επιλογές Προβολής** (Projection Options): Three dropdown menus:
 - Βήμα** (Step): 'Hour'
 - Έναρξη** (Start): '7/9/2012 5:00 μμ'
 - Λήξη** (End): '19/9/2012 9:00 πμ'

Εικόνα Π3.4.4: Επιλογές Χρονοσειράς και Παραμέτρων Προβολής της από την καρτέλα «Χρονοσειρές»



Εικόνα Π3.4.5: Πρόβλεψη Χρονοσειράς Συνολική Καταναλωθείσα Ενέργεια για 20 ωριαία βήματα μετά την χρονική στιγμή λήξης της περιόδου προβολής της

Επιλογές Εμφάνισης

Επιλογές Εμφάνισης

Οριζόντια Γραμμή Μελλοντικού Στόχου
Μελλοντικός Στόχος:

Παράλληλα με Πρόβλεψη της Χρονοσειράς:

Εικόνα Π3.4.6: Επιλογές Εμφάνισης Καρτέλας «Προβλέψεις»

Ταυτόχρονα με την προβολή της πρόβλεψης της χρονοσειράς ο χρήστης μπορεί να προβάλει στο ίδιο διάγραμμα και μια οριζόντια γραμμή μελλοντικού στόχου της τιμής της χρονοσειράς ώστε να αποκτήσει μια εικόνα της προβλεπόμενης πορείας των δεδομένων της χρονοσειράς

εν συγκρίσει με τον στόχο τον οποίο έχει θέσει. Επίσης μπορεί να επιλέξει την παράλληλη προβολή πρόβλεψης και δεύτερης χρονοσειράς, για το ίδιο πλήθος ιστορικών δεδομένων και το ίδιο πλήθος μελλοντικών βημάτων πρόβλεψης.

Επιλογές Κριτικής Πρόβλεψης

Επιλογές Κριτικής Πρόβλεψης

Οριζόντια Γραμμή Αισιόδοξης Πρόβλεψης

Αισιόδοξη Πρόβλεψη:

Οριζόντια Γραμμή Απαισιόδοξης Πρόβλεψης

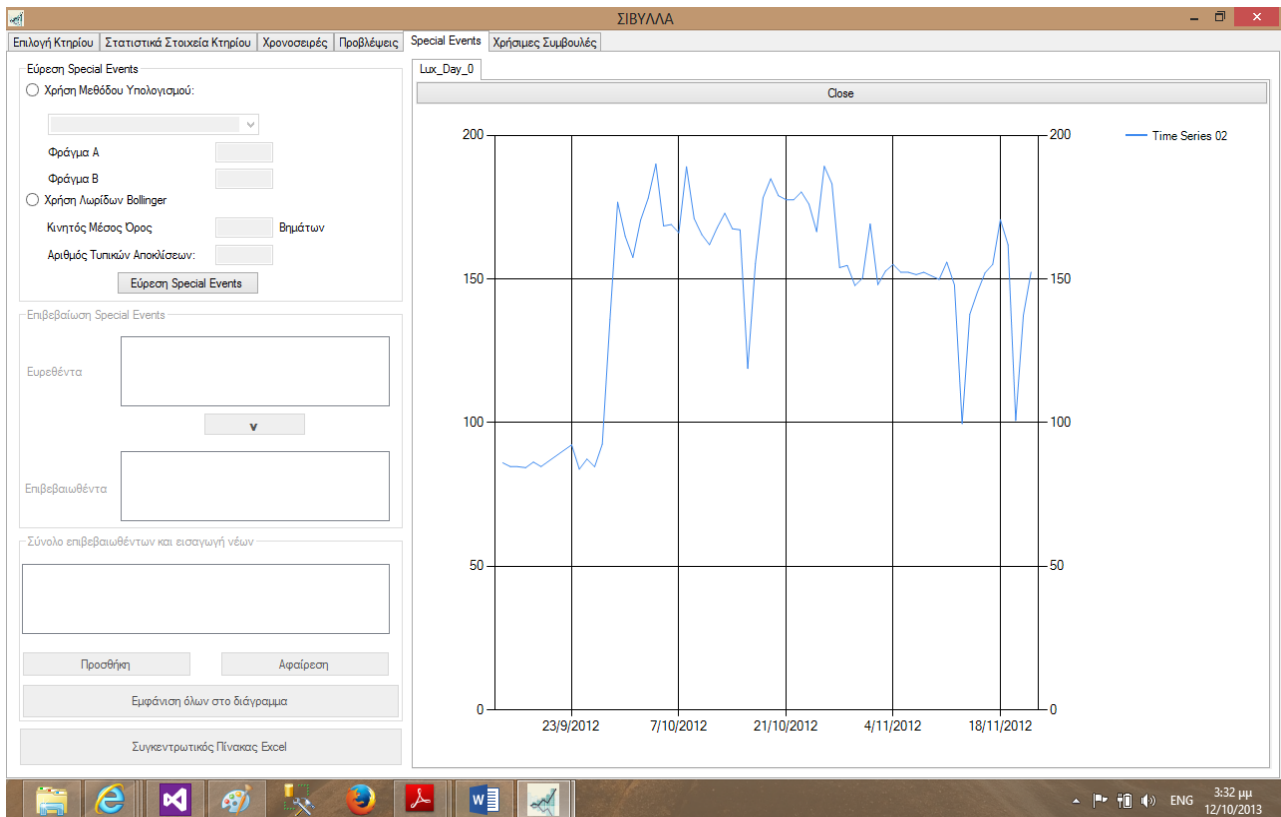
Απαισιόδοξη Πρόβλεψη:

Εικόνα Π3.4.7: Επιλογές Κριτικής Πρόβλεψης Καρτέλας «Προβλέψεις»

Η ΣΙΒΥΛΛΑ παρέχει απλοϊκές δυνατότητες εισαγωγής της κριτικής πρόβλεψης του μεγέθους της εκάστης χρονοσειράς, δίνοντας την δυνατότητα στον χρήστη να προβάλλει με οριζόντια γραμμή μια αισιόδοξη και μια απαισιόδοξη πρόβλεψη, προερχόμενες φυσικά από την κρίση και την εμπειρία του. Πατώντας το κουμπί «Εμφάνιση» οι οριζόντιες αυτές γραμμές εμφανίζονται στο διάγραμμα χρόνου της χρονοσειράς.

Π3.5: Καρτέλα «Special Events»

Η πέμπτη καρτέλα της εφαρμογής είναι η καρτέλα «Special Events». Οι επιλογές της καρτέλας αυτής διακρίνονται στην εικόνα Π3.5.1.



Εικόνα Π3.5.1: Καρτέλα «Special Events»

Θα παρουσιάσουμε αναλυτικά κάθε μια παρεχόμενη επιλογή του χρήστη και κάθε μια πληροφορία η οποία παρουσιάζεται και προέρχεται από την επεξεργασία των δεδομένων τα οποία είναι αποθηκευμένα στην βάση δεδομένων της εφαρμογής:

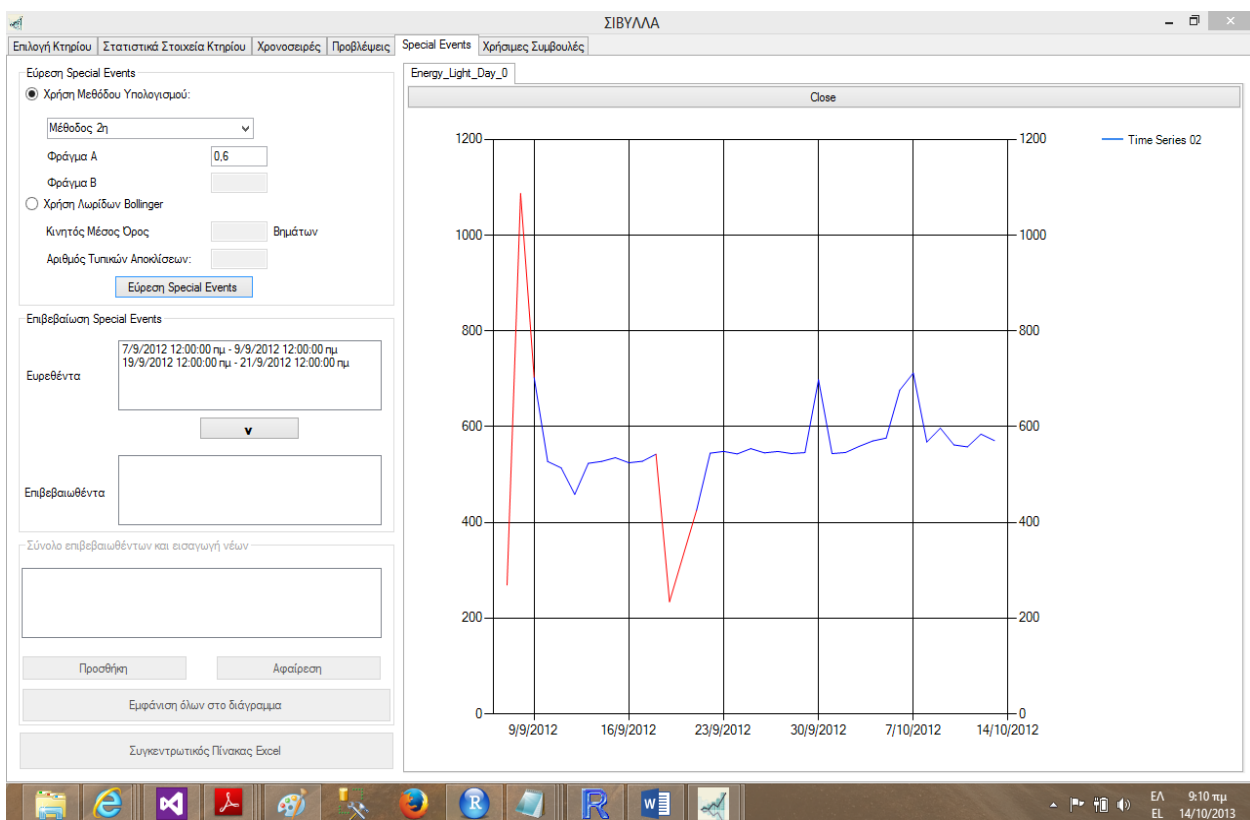
Εύρεση Special Events

Εικόνα Π3.5.2: Εύρεση Special Events

Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την εύρεση των ασυνήθιστων τιμών (special events) με πέντε (5) συνολικά τρόπους:

- Είτε με 4 μεθόδους της βιβλιογραφίας επιλέγοντας τα αντίστοιχα φράγματα τους.
- Είτε με την χρήση των λωρίδων Bollinger.

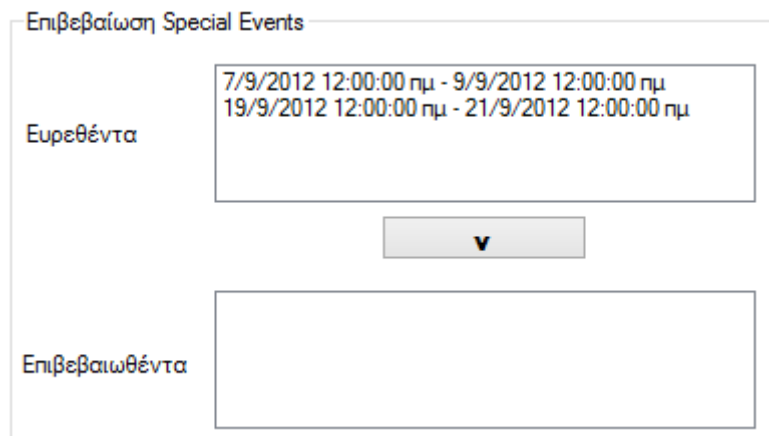
Έπειτα ο χρήστης κάνει click στο κουμπί «Εύρεση Special Events» και αυτά εμφανίζονται στο δεξί μέρος της οθόνης, επάνω στο διάγραμμα με κόκκινο χρώμα. Στην εικόνα Π3.5.3 φαίνεται ένα παράδειγμα εύρεσης special events για την χρονοσειρά κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας φωτισμού ενός καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο:



Εικόνα Π3.5.3: Εύρεση Special Events για την χρονοσειρά καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού ενός καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο για την περίοδο από 7/9/2012 μέχρι 13/10/2012

Επιβεβαίωση Special Events

Ταυτόχρονα με την εμφάνιση των special events στο διάγραμμα, εμφανίζεται ονομαστικά εκάστη χρονική περίοδος εμφάνισής τους, στο κουτί κειμένου με τίτλο «Ευρεθέντα», όπως διακρίνουμε στην εικόνα Π3.5.4.



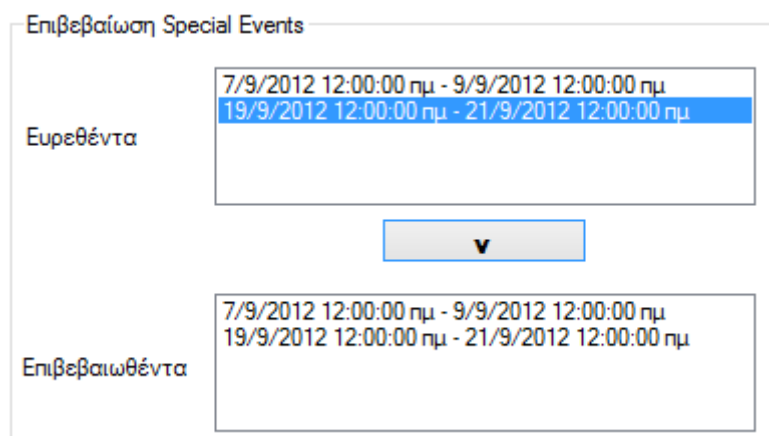
Εικόνα Π3.5.4: Επιβεβαίωση Special Events για την χρονοσειρά καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού ενός καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο για την περίοδο από 7/9/2012 μέχρι 13/10/2012, κουτί κειμένου «Ευρεθέντα»

Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιβεβαιώσει κατά την κρίση του όσες ευρεθέντες χρονικές περιόδους θεωρεί ότι αντιστοιχούν σε special events, επιλέγοντάς τες από το κουτί κειμένου «Ευρεθέντα» και κάνοντας click στο κουμπί επιβεβαίωσης των special events.



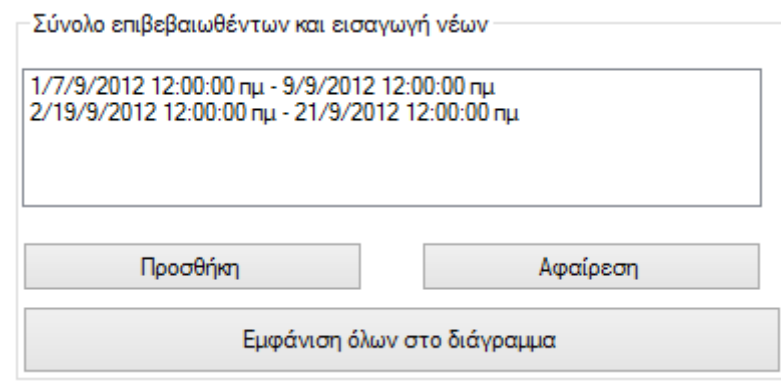
Εικόνα Π3.5.5: Κουμπί Επιβεβαίωση Special Events

Έπειτα τα συγκεκριμένα special events, τα οποία και επιβεβαίωσε καταγράφονται στο κουτί κειμένου «Επιβεβαιωθέντα».



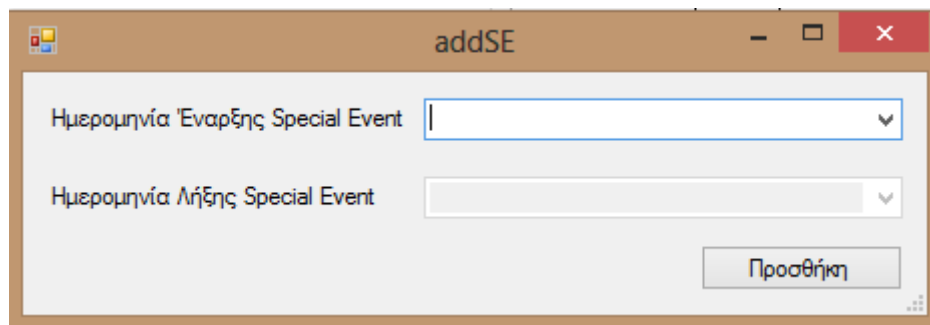
Εικόνα Π3.5.6: Επιβεβαίωση Special Events για την χρονοσειρά καταναλωθείσα ενέργεια φωτισμού ενός καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο για την περίοδο από 7/9/2012 μέχρι 13/10/2012, επιβεβαίωση special events από το κουτί κειμένου «Ευρεθέντα» στο κουτί κειμένου «Επιβεβαιωθέντα»

Σύνολο Επιβεβαιωθέντων και Εισαγωγή Νέων



Εικόνα Π3.5.7: Σύνολο επιβεβαιωθέντων και εισαγωγή νέων special events

Εμφανίζονται σε ένα κουτί κειμένου τα επιβεβαιωθέντα special events τα οποία επέλεξε ο χρήστης. Ταυτόχρονα όμως, μπορεί να προσθέσει νέα special events, τα οποία δεν βρήκε η συγκεκριμένη στατιστική μέθοδος την οποία επέλεξε, αλλά αποτελούν κατά την κρίση του special events. Πατώντας το κουμπί «Προσθήκη» του δίνεται η δυνατότητα να εισάγει την ημερομηνία έναρξης και λήξης του special event της περιόδου στην οποία κρίνει ότι υπάρχει special event. Πατώντας το κουμπί προσθήκη εμφανίζεται ένα παράθυρο διαλόγου που του ζητάει τα στοιχεία αυτά, όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα.

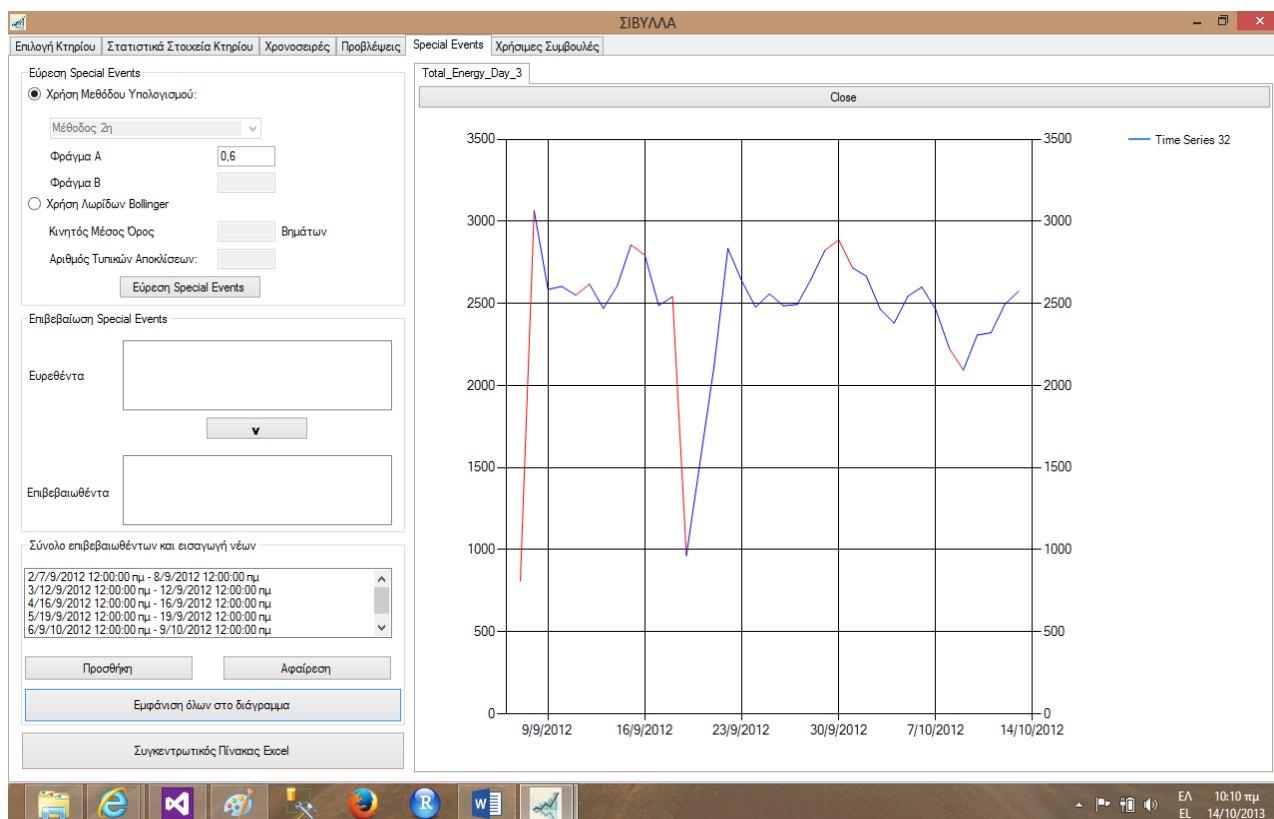


Εικόνα Π3.5.8: Παράθυρο διαλόγου «addSE» για την επιλογή ημερομηνίας έναρξης και λήξης special events κατά την κρίση του χρήστη και την προσθήκη του στο σύνολο των επιβεβαιωθέντων special events

Επίσης επιλέγοντας κάποιο από τα special events στο κουτί κειμένου, είτε κάποιο που εισήγαγε ο ίδιος, είτε κάποιο εκ των επιβεβαιωθέντων, του δίνεται η δυνατότητα να το αφαιρέσει, πατώντας το κουμπί «Αφαίρεση».

Στην συνέχεια πατώντας το κουμπί «Εμφάνιση όλων στο διάγραμμα» εμφανίζεται στο δεξί μέρος της οθόνης η χρονοσειρά του μεταβλητού μεγέθους με όλα τα special events

επιβεβαιωθέντα, αλλά και τα κριτικά ευρισκόμενα, με χαρακτηριστική κόκκινου χρώματος επισήμανση. Στην εικόνα Π3.5.9 δίνουμε ένα παράδειγμα εμφάνισης.



Εικόνα Π3.5.9: Εμφάνιση Επιβεβαιωθέντων και Νέων Special Events για την χρονοσειρά συνολική καταναλωθείσα ενέργεια ημερησίου βήματος ενός καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο για την περίοδο 7/9/2012 μέχρι 13/10/2012

Συγκεντρωτικός Πίνακας Excel

Τέλος δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να εμφανίσει το σύνολο ευρεθέντων και νέων special events, τα οποία κριτικά εισήγαγε, σε ένα συγκεντρωτικό πίνακα Microsoft Excel. Στον πίνακα αυτό αναγράφονται κατά σειρά τα πεδία:

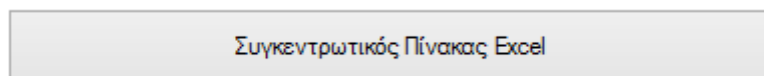
- Date and Time (Ημερομηνία και Χρόνος): η χρονική στιγμή εμφάνισης των special events
- Value (Τιμή): η τιμή του μεγέθους την στιγμή εκείνη
- Possible Explanation (Πιθανή Εξήγηση): δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να πληκτρολογήσει μια πιθανή ερμηνεία των αιτιών εμφάνισής τους

Τον πίνακα αυτόν ο χρήστης έχει την δυνατότητα να τον αποθηκεύσει στο αρχείο του για μετέπειτα χρήση.

DateAndTime	Value	Possible Explanation
7/9/2012	809,2388519	
8/9/2012	3065,433483	
12/9/2012	2617,442989	
16/9/2012	2793,959987	
19/9/2012	964,3342272	
30/9/2012	2889,087794	
1/10/2012	2717,41957	
9/10/2012	2094,282711	

Εικόνα Π3.5.10: Συγκεντρωτικός Πίνακας Excel Επιβεβαιωθέντων και Νέων Special Events για την χρονοσειρά συνολική καταναλωθείσα ενέργεια ημερησίου βήματος καταστήματος γνωστής αλυσίδας ταχυφαγείων με έδρα την Κύπρο για την περίοδο 7/9/2012 μέχρι 13/10/2012, με προσυμπληρωμένα πεδία την χρονική στιγμή εμφάνισης (Date and Time) και την τιμή (Value), και δυνατότητα συμπλήρωσης του πεδίου Possible Explanation (Πιθανή Ερμηνεία)

Η εμφάνισή του φύλλου Excel γίνεται πατώντας το κουμπί «Συγκεντρωτικός Πίνακας Excel»



Εικόνα Π3.5.11: Κουμπί «Συγκεντρωτικός Πίνακας Excel»

Π3.6: Καρτέλα «Χρήσιμες Συμβουλές»

Στην έκτη και τελευταία καρτέλα της εφαρμογής, την καρτέλα «Χρήσιμες Συμβουλές» η εφαρμογή ΣΙΒΥΛΛΑ παρέχει στον χρήστη της εφαρμογής γενικές αντικειμενικά οριζόμενες συμβουλές τρόπου εργασίας βελτίωσης της ενεργειακής διαχείρισης και κατ' επέκταση της ενεργειακής επίδοσης του εστιατορίου του.

The screenshot shows the SIBYLLA web application interface. At the top, there is a navigation bar with tabs: 'Επιλογή Κτηρίου', 'Στατιστικά Στοιχεία Κτηρίου', 'Χρονοσειρές', 'Προβλέψεις', 'Special Events', and 'Χρήσιμες Συμβουλές'. Below this is a yellow header with the title 'Συμβουλές Ενεργειακής Διαχείρισης απο την ΣΙΒΥΛΛΑ'. The main content area is divided into several sections:

- A navigation bar with tabs labeled 'Συμβουλή 1' through 'Συμβουλή 7'.
- An illustration of a man in a suit talking on a phone while looking at a laptop.
- Text: 'Ενημερώσου για την νομοθεσία όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση εμπορικών κτηρίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, την οποία και έχει υιοθετήσει η χώρα σου, και συγκεκριμένα για την κατηγορία των επιχειρήσεων παρασκευής τροφίμων και εστιατορίων! Ο χρήστης παραπέμπεται στον παρακάτω σύνδεσμο για πληροφορίες:'
- Link: http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/construction/en0021_el.htm
- Text: 'Διάβασε για τα κίνητρα αλλά και τις επιδοτήσεις που παρέχει η σχετική νομοθεσία για την υιοθέτηση προγράμματος βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης. Αν δεν έχεις δυνατότητα αυτοχρηματοδότησης τέτοιου προγράμματος τότε βολιδοσκόπησε την αγορά για την αναζήτηση συμφερότερου τρόπου δανεισμού.'
- Link: <http://www.cca.org.cy/Buildings.html>
- Text: 'Ενδεικτικά παραθέτουμε συγκεντρωμένα κάποια προγράμματα συγχρηματοδότησης στον Ευρωπαϊκό χώρο:'
- A graphic titled 'Τι είναι το ELENA (European Local Energy Assistance)' with the EIB logo and a '2020' target icon. The text describes ELENA as a 'European Local Energy Assistance' fund that provides technical assistance to regional and local authorities for the acceleration of investment programs in energy efficiency, renewable energy, and energy transport.

The bottom of the screenshot shows a Windows taskbar with various application icons and a system tray displaying the date and time: 'ΕΛ 12:34 μμ', 'ΕΛ 11/10/2013'.

Εικόνα Π3.6.1: Καρτέλα «Χρήσιμες Συμβουλές» για τα εστιατόρια – ταχυφαγεία εφαρμογής ΣΙΒΥΛΛΑ

Οι χρήσιμες συμβουλές εμπεριέχουν:

- Την παρότρυνση του χρήστη να διερευνήσει το νομικό και χρηματοδοτικό πλαίσιο κανόνων και τρόπων βελτίωσης ενεργειακής επίδοσης του εστιατορίου του. Παρέχονται πηγές αλλά και υλικό προς περαιτέρω μελέτη.
- Τα βήματα τα οποία πρέπει να ακολουθήσει ο χρήστης για την δημιουργία ενός στρατηγικού σχεδίου ενεργειακής διαχείρισης.
- Την παρότρυνση του να αξιολογήσει και να εκπαιδεύσει το προσωπικό του ώστε να μετάσχει ουσιαστικά στην υλοποίηση του σχεδίου ενεργειακής διαχείρισης.
- Δράσεις ενεργειακής βελτίωσης για τις κύριες καταναλώσεις της κουζίνας, φωτισμού και κλιματισμού.
- Τέλος την παρότρυνση του χρήστη να μελετήσει και να αξιολογήσει το εστιατόριό του και ως προς την κατανάλωση και άλλων μορφών ενέργειας και φυσικών πόρων, ακολουθώντας μια συνολική πολιτική βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης, με οικονομικά οφέλη για το εστιατόριο αλλά και περιβαλλοντολογικά οφέλη για την κοινωνία και την χώρα όπου εδρεύει.

Βιβλιογραφία

Δημοσιευμένες Μελέτες Συνεδρίων και Επιστημονικών Περιοδικών

- [1] Aebischer, B., Balmer, M. A. , Kinney, S. , Le Strat, P. , Shibata, Y. and Varone F. (2003) ‘Energy Efficiency Indicators for High Electric Load Buildings’, *ECEEE Summer Study Proceedings, St. Rafael, Cote d Azur France. June 2 – 7, 2003. Project of High Performance Commercial Building Systems, California Energy Commission.*
- [2] Assimakopoulos, V. (1995) “A Successive Filtering Technique for identifying long-term trends”, *Journal of Forecasting*, Vol. 14, pp. 35-43.
- [3] Assimakopoulos, V. and Nikolopoulos, N. (2000) ‘The theta model: a decomposition approach to forecasting’ , *International Journal of Forecasting*, Vol. 16, No. 4, pp. 521-530.
- [4] Bohdanowicz, P. and Martinac, I. (2007) ‘Determinants and benchmarking of resource consumption in hotels: Case study of Hilton International and Scandic in Europe’, *Journal of Energy and Buildings*, Vol. 39, No. 1, pp. 82 – 95.
- [5] Büyükalaca, O. , Bulut, H. and Yilmaz, T. (2001) ‘Analysis of variable-base heating and cooling degree-days for Turkey’, *Journal of Applied Energy* , Vol. 69, No. 4, pp. 269 – 283.
- [6] Claridge, D. , Culp, C. and Liu, M. ‘Campus-wide continuous commissioning of university buildings’ Proceedings of ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Pacific Grove, CA, August 20–25, 2000, pp. 3.101–3.112.
- [7] Chua , K.J. and Chou , S.K. (2011) ‘A performance based – method for energy efficiency improvement of buildings’ , *Journal of Energy Conversion and Management* , Vol. 52, No. 4, pp. 1829 – 1839.
- [8] Dascalaki , E. , Droutsas , K. , Gaglia , A. , Kontoyiannidis , S. and Balaras , C.A. (2010) ‘Data collection and analysis of the building stock and its energy performance—An example for Hellenic buildings’ , *Journal of Energy and Buildings* , Vol. 42, No. 8, pp. 1231 – 1237.
- [9] Escrivá, G. , Santamaria-Orts, O. and Mugarra-Llopis, F. (2012) ‘Continuous assessment of energy efficiency in commercial buildings using energy rating factors’, *Journal of Energy and Buildings* , Vol. 49, pp. 78 – 84.
- [10] Gelegenis, J.J. (2009) ‘A simplified quadratic expression for the approximate estimation of heating degree-days to any base temperature’, *Journal of Applied Energy*, Vol. 86, No. 10, pp. 1986 – 1994.

- [11] GhaffarianHoseini, A. , Dahlan, N.D. , Berardi, U. , GhaffarianHoseini, A. , Makaremi, N. and GhaffarianHoseini, M. (2006) ‘Sustainable energy performances of green buildings: A review of current theories, implementations and challenges’, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 25, pp. 1 – 17.
- [12] Gonçalves, P. , Gaspar , A.R. and Da Silva, M.G. (2012) ‘Energy and exergy-based indicators for the energy performance assessment of a hotel building’, *Journal of Energy and Buildings*, Vol. 52, pp. 181 – 188.
- [13] Gooijer , J.G. and Hyndman, R.J. (2006) ‘25 years of time series forecasting: The forecast package for R’, *Journal of Statistical Software*, Vol. 22, No. 3, pp. 443 – 473.
- [14] Hyndman, R.J. and Koehler, A.B. (2006) ‘Another look at measures of forecast accuracy’, *International Journal of Forecasting*, Vol. 22, No. 4, pp. 679-688.
- [15] Hernandez, P. , Burke, K. and Lewis, J.O. (2008) ‘Development of energy performance benchmarks and building energy’, *Journal of Energy and Buildings* , Vol. 40, No. 3, pp. 249 – 254.
- [16] ratings for non-domestic buildings: An example for Irish primary schools
- [17] Hyndman, R.J. , Koehler, A.B. , Snyder, R.D. and Grose, S. (2002) ‘A state space framework for automatic forecasting using exponential smoothing methods’, *International Journal of Forecasting*, Vol. 18, No. 3, pp. 439 – 454.
- [18] Korolija, I. , Marjanovic-Halburd, L. , Zhang, Y. and Hanby, V.I. (2011) ‘Influence of building parameters and HVAC systems coupling on building energy performance’ , *Journal of Energy and Buildings* , Vol. 43, No. 6, pp. 1247 – 1253.
- [19] Makridakis, S. and Hibon, M. (2000) ‘The M3-Competition: Results, conclusions and implications’, *International Journal of Forecasting*, Vol. 16, No. 4, pp. 451-476.
- [20] Mwasha, A. , Williams, R.G. and Iwaro , J. (2011) ‘Modeling the performance of residential building envelope: The role of sustainable energy performance indicators’, *Journal of Energy and Buildings*, Vol. 43, No. 9, pp. 2108 – 2117.
- [21] Nguyen, T.A. and Aiello, M. (2013) ‘Energy intelligent buildings based on user activity: A survey’, *Journal of Energy and Buildings*, Vol. 56, pp. 244 – 257.
- [22] Pagourtzi, E., Makridakis, S., Assimakopoulos, V. and Litsa, A. (2008) ‘The advanced Forecasting Information System PYTHIA: an application in Real Estate time series’, *Journal of European Real Estate Research*, Vol. 1, No. 2, pp. 114-138.
- [23] Patterson, M.G. (1996) ‘What is energy efficiency?: Concepts, indicators and methodological issues’ , *Journal of Energy Policy* , Vol. 24, No. 5, pp. 377-390.

- [24] Perez – Lombard, L. , Ortiz , J. , Maestre, I.R. and Coronel J.F. (2012) ‘Constructing HVAC energy efficiency indicators’, *Journal of Energy and Buildings* , Vol. 47, pp. 619 – 629.
- [25] Petropoulos, F. , Nikolopoulos, K. and Assimakopoulos, V. (2008) ‘An expert system for forecasting mutual funds in Greece’, *International Journal of Electronic Finance*, Vol. 2, No. 4, pp. 404-418.
- [26] Poel, B. , Cruchten, G.V. , Balaras , C.A. (2007) ‘Energy performance assessment of existing dwellings’, *Journal of Energy and Buildings* , Vol. 39, No. 4, pp. 393–403.
- [27] Priyadarsini, R. , Xuchao, W. and Eang, L. S. (2009). ‘A study on energy performance of hotel buildings in Singapore’, *Journal of Energy and Buildings*, Vol. 41, No. 12, pp. 1319 – 1324.
- [28] Spyropoulos, G. N. and Balaras, C. A. (2011) ‘Energy consumption and the potential of energy savings in Hellenic office buildings used as bank branches - A case study’, *Journal of Energy and Buildings*, Vol. 43, No. 4, pp. 770 – 778.
- [29] Tashman, L.J. and Leach, M.L. (1991), ‘Automatic forecasting software: a survey and evaluation’, *International Journal of Forecasting*, Vol. 7, No 2, pp. 209-30.
- [30] Tashman L. J. (2000) ‘Out-of-sample tests of forecasting accuracy: an analysis and review’, *International Journal of Forecasting*, Vol. 16, No. 4, pp. 437-450.
- [31] Wang, J. C. (2012) ‘A study on the energy performance of hotel buildings in Taiwan Energy and Buildings’, *Journal of Energy and Buildings*, Vol. 49, pp. 268 – 275.
- [32] Wang, S. , Yan, C. and Xiao, F. (2012) ‘Quantitative energy performance assessment methods for existing buildings’, *Journal of Energy and Buildings*, Vol. 55, pp. 873 – 888.

Βιβλία – Διπλωματικές Εργασίες – Διδακτορικές Διατριβές

- [1] Δημόπουλος Δ. (1997) *Τεχνική Ανάλυση Ένα πρακτικό εγχειρίδιο* , Αθήνα: Εκδόσεις EuroCapital.
- [2] Κανελλόπουλος Ι.Δ., Βαζούρας Χ.Ν., Λιβιεράτος Σ.Ν. (1995) *Ηλεκτρικά Κυκλώματα* , Αθήνα: Εκδόσεις Παπασωτηρίου.
- [3] Πετρόπουλος Φ., Ασημακόπουλος Β. (2011) *Επιχειρησιακές Προβλέψεις* , Αθήνα: Εκδόσεις συμμετρία.
- [4] Σκιαδά Φ., Ράπτης Α. (2013) *ForeDroid: Ανάπτυξη Εφαρμογής Προβλέψεων Χρονοσειρών για Φορητές Συσκευές*. Διπλωματική Εργασία. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ελλάδα.

- [5] Σπηλιώτης, Ε.Ν. (2013) *Πρόβλεψη Ενεργειακής Κατανάλωσης Κτηρίων και Εντάσεων Χρήσης Ηλεκτρικής Ενέργειας με Χρήση Δεικτών Ενεργειακής Κατανάλωσης*. Διπλωματική Εργασία. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ελλάδα.
- [6] Ψαρράς, Ι. (2010) *Σημειώσεις: Διαχείριση Ενέργειας και Περιβαλλοντική Πολιτική*, Αθήνα: Εκδόσεις Ε.Μ.Π.
- [7] Bollinger, J. (2001) *Bollinger on Bollinger Bands*, New York: McGraw Hill
- [8] Gonen, T. (2007) *Electric Power Distribution System Engineering (2nd ed.)*, Florida: CRC Press Taylor & Francis Group.
- [9] Makridakis, S., Hogarth R. and Gaba A. (2010) *Dance with Chance: Making Luck Work for You*, London: Oneworld Publications.
- [10] Makridakis, S., Wheelwright, S.C., and Hyndman, R.J. (1998) *Forecasting: Methods and Applications (3rd ed.)*, New York: John Wiley and Sons.
- [11] Mark P.J. van der Loo, Edwin de Jonge , (2012) *Learning RStudio for R Statistical Computing (1st ed.)*, Birmingham – Mumbai: Packt Publishing.
- [12] Murphy, J.J. (1998) *Technical Analysis of the Financial Markets: A Comprehensive Guide to Trading Methods and Applications: Study Guide (2nd ed.)*, New York: New York Institute of Finance.
- [13] Paillat, E. (2011) *Energy Efficiency in Food Service Facilities: The Case of Langbro Vardhus* . Master of Science thesis. KTH School of Industrial Engineering and Management, Division of Sustainable Energy Systems, Stockholm, Sweden
- [14] Pfleeger , S. (2003) *Τεχνολογία Λογισμικού: Θεωρία και Πράξη Τόμος Α*, Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- [15] Xinhua, X. (2005) *Model-based building performance evaluation and diagnosis*. PhD thesis. The Hong Kong Polytechnic University, Department of Building Services Engineering, Hong Kong, China.

Πηγές Διαδικτύου

- [1] Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών (2013). Άρθρα Νομοθεσίας και Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων. Αποκτήθηκε μέσω Διαδικτύου: <http://www.cea.org.cy/Buildings.html>, [πρόσβαση Ιούλιος 2013].
- [2] Τεχνικές Προβλέψεων, Προπτυχιακό Μάθημα 8^{ου} Εξαμήνου Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Ασημακόπουλος, Β. : Διαφάνειες Διαλέξεων Μαθήματος Τεχνικές Προβλέψεων

- Διδάσκοντας. Αποκτήθηκε μέσω Διαδικτύου: <http://www.fsu.gr/el/αρχεία-για-το-μάθημα>, [πρόσβαση Μάρτιος 2013].
- [3] Τεχνολογία Λογισμικού, Προπτυχιακό Μάθημα 9^{ου} Εξαμήνου Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Κοντογιάννη, Κ.: Διαφάνειες Διαλέξεων Μαθήματος Τεχνολογίας Λογισμικού Διδάσκοντας. Αποκτήθηκε μέσω Διαδικτύου: <http://courses.softlab.ntua.gr/softeng/>, [πρόσβαση Σεπτέμβριος 2013].
- [4] BizEE Energy Lens (2013). Articles on Energy Management, Energy Monitoring and Targeting. Obtained through the Internet: <http://www.energylens.com/>, [accessed June 2013].
- [5] Educational and Web Development Site (2013). Statistics on operational systems usage in 2012 and 2013. Obtained through the Internet: <http://www.w3schools.com/>, [accessed September 2013].
- [6] Energy Star , U.S. Environmental Protection Agency (EPA) voluntary program (2013). Energy Strategy for Buildings and Plants Articles, Tips for Energy Saving in Restaurants. Obtained through the Internet: <http://www.energystar.gov/>, [accessed July 2013].
- [7] Europa Σύνοψη της Νομοθεσίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2013). Νομοθεσία Ενεργειακής Απόδοσης των Κτηρίων. Αποκτήθηκε μέσω Διαδικτύου: http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/construction/en0021_el.htm, [πρόσβαση Ιανουάριος 2013].
- [8] Online Texts and Open – Access Textbooks (2013). Forecasting: principles and practice, Online Textbook. Obtained through the Internet: <https://www.otexts.org/fpp>, [accessed July 2013].
- [9] National Energy Conservation Centre (ENERCON), Ministry of Water and Power – Government of Pakistan (2013). Energy performance assessment of lighting systems, Articles for Energy Saving. Obtained through the Internet: <http://www.enercon.gov.pk/>, [accessed May 2013].