



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ «ΕΞΥΠΝΩΝ» ΠΟΛΕΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

Τσαπέλα Ιωάννη

Υπεύθυνος Καθηγητής: Χρυσόστομος Δούκας

Επ. Καθηγητής

Αθήνα, Οκτώβριος 2015



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ «ΕΞΥΠΝΩΝ» ΠΟΛΕΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

Τσαπέλα Ιωάννη

Υπεύθυνος Καθηγητής: Χρυσόστομος Δούκας

Επ. Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 15^η Οκτωβρίου 2015.

.....
Χρυσόστομος Δούκας
Επ. Καθηγητής

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής

.....
Δημήτριος Ασκούνης
Αν. Καθηγητής

Αθήνα, Οκτώβριος 2015

.....
Τσαπέλας Ιωάννης

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

Copyright © Τσαπέλας Ιωάννης, 2015

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό 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 κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών και Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Ε.Μ.Π, στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης.

Ο κύριος στόχος της εργασίας είναι η σχεδίαση και η υλοποίηση μιας διαδικτυακής εφαρμογής που θα πραγματοποιεί μια ενεργειακή αξιολόγηση του συνόλου των δημοτικών κτιρίων μιας «έξυπνης» πόλης.

Υπεύθυνος ανάθεσης αυτής της διπλωματικής εργασίας ήταν ο Επίκουρος Καθηγητής κ. Χρυσόστομος Δούκας, τον οποίο θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα για την εμπιστοσύνη του και την ευκαιρία που μου έδωσε να εμπλακώ πιο ενεργά στα δρώμενα του εργαστηρίου και ανυπομονώ αυτή η συνεργασία να συνεχιστεί.

Θέλω ακόμα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τους επιβλέποντες της διπλωματικής και υποψήφιους διδάκτορες του ΕΜΠ Βαγγέλη Μαρινάκη και Φαίδρα Δέδε για την πολύτιμη καθοδήγηση, την υποστήριξη, το ενδιαφέρον και για όλες τις πληροφορίες και τις συμβουλές που μου έδωσαν καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη στήριξη, την κατανόηση και τη βοήθεια που μου παρείχε καθ' όλο το διάστημα των ακαδημαϊκών σπουδών μου και που με έκανε να συνεχίζω πάντα να προσπαθώ, να βρίσκω κουράγιο και να μην εγκαταλείπω τους στόχους μου.

Τσαπέλας Ιωάννης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μιας διαδικτυακής εφαρμογής για την ενεργειακή αξιολόγηση «έξυπνων» πόλεων. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιείται η εκτίμηση μιας σειράς ενεργειακών δεικτών πριν και μετά την εφαρμογή διαφόρων προτεινόμενων σχεδίων δράσης στα δημοτικά κτίρια ενός δήμου και στη συνέχεια η εκτίμηση αυτή διευρύνεται στο σύνολο των δημοτικών κτιρίων. Το σύστημα αποτελείται από μία σειρά σελίδων εισαγωγής δεδομένων και δημιουργίας νέων καταχωρήσεων, μια σειρά σελίδων επισκόπησης και σύγκρισης παλαιών καταχωρήσεων και μια σελίδα διαχείρισης των προτεινόμενων από το σύστημα σχεδίων δράσης.

Οι αποδέκτες της εφαρμογής είναι οι φορείς δήμων και κοινοτήτων, οι οποίοι επιθυμούν να αξιολογηθούν τα δημόσια κτίρια τους με βάση μια μεθοδολογία και κάποιους συγκεκριμένους ενεργειακούς δείκτες. Ακόμα, επιθυμούν να αποτιμήσουν το αποτέλεσμα που έφεραν οι προτεινόμενες ενέργειες και δράσεις, σε σχέση με τους στόχους που είχαν, αλλά και να συγκρίνουν τις ενεργειακές τους επιδόσεις είτε με άλλους δήμους που και αυτοί έχουν αξιολογηθεί στο παρελθόν με το παρόν σύστημα, είτε με προηγούμενες δικές τους αξιολογήσεις.

Τα εργαλεία που προσφέρει η συγκεκριμένη εφαρμογή απευθύνονται κυρίως στους εκπροσώπους των δήμων και κοινοτήτων, που είναι υπεύθυνοι για την ενεργειακή διαχείριση και την ενεργειακή πολιτική, με σκοπό να αποκτήσουν μια εποπτεία της πορείας και της κατάστασης των δημοτικών κτιρίων τους στον τομέα της ενεργειακής διαχείρισης.

Λέξεις κλειδιά:

«Έξυπνες» πόλεις, ενεργειακή αξιολόγηση, προγραμματισμός, διαδικτυακή εφαρμογή, ενεργειακά σχέδια δράσης

ABSTRACT

Main objective of the present diplomatic thesis is the planning and the development of a web based application for energy evaluation of “smart” cities. Specifically, it demonstrates an estimation of multiple energy indicators before and after the appliance of several proposed action plans on the municipal buildings of a city and in addition, that estimation is being expanded on the aggregation of the municipal buildings. The current system will constitute a series of web pages of submitting energy data and creating new submissions, another one of displaying the overview of a submission and compare previous submissions and one more page of managing the proposed by the system action plans.

The recipients of this application are the authorities of cities, municipalities and communities that want their municipality to be evaluated based on a methodology and a series of specific energy indicators. Furthermore, the want to assess the outcome of the evaluation that the proposed action plans have resulted in, in relation to the targets that had been set and to compare their energy performance indicators either with other municipalities which have been evaluated in the past, or with their own previous evaluations.

The application and the tools developed in this thesis are mainly addressed to the representatives of the municipalities who are responsible for the energy managing and the energy policy of the municipality, in order to achieve a better supervision of status of the municipality in the area of energy management.

Keywords:

«Smart» cities, energy evaluation, programming, web application, energy focused action plans

Πίνακας Περιεχομένων

1. Εισαγωγή	13
1.1 Αντικείμενο Διπλωματικής	15
1.2 Φάσεις Υλοποίησης	18
1.3 Δομή του τεύχους.....	20
2. Σύγχρονες Εφαρμογές στο πλαίσιο των «Έξυπνων» Πόλεων.....	21
2.1 Εισαγωγή	23
2.2 Smart Cities Information System	23
2.3 PLEEC	24
2.4 EFFESUS	25
2.5 Performer	26
2.6 NiCE	27
3. Μεθοδολογικό Πλαίσιο	29
3.1 Εισαγωγή	31
3.2 Κατηγοριοποίηση Δεδομένων	31
3.3 Δεδομένα Εισόδου	32
3.3.1 Συντελεστές Εκπομπών CO ₂	33
3.3.2 Τιμές Αγοράς Ενέργειας	33
3.3.3 Κατανάλωση Ενέργειας.....	34
3.3.4 Χρήση Πηγών Ενέργειας.....	34
3.3.5 Παραγωγή Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές	35
3.3.6 Μικτή Επιφάνεια Δαπέδου.....	36
3.4 Σχέδια Δράσης.....	36
3.4.1 Σχέδια Μείωσης της Κατανάλωσης Ενέργειας.....	37
3.4.2 Σχέδια Αύξησης της Παραγωγής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές	38
3.4.3 Σχέδια Μείωσης του Κόστους Αγοράς Ενέργειας.....	38
3.4.4 Επιλογή Σχεδίων Δράσης.....	38
3.5 Υπολογισμός Δεικτών	39
3.5.1 Δείκτης μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας	40
3.5.2 Δείκτης μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.....	41
3.5.3 Δείκτης μείωσης του κόστους αγοράς ενέργειας.....	44
3.5.4 Δείκτης αύξησης της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές	46
4. Σχεδίαση Εφαρμογής.....	47

4.1 Εισαγωγή.....	49
4.2 Τεχνολογίες και Εργαλεία Ανάπτυξης.....	49
4.4 Ανάπτυξη Βάσης Δεδομένων.....	53
4.4.1 Διάγραμμα Οντοτήτων – Συσχετίσεων.....	53
4.4.2 Σχεσιακό Σχήμα.....	57
5. Παρουσίαση Εφαρμογής.....	65
5.1 Εισαγωγή.....	67
5.2 Εγγραφή και Είσοδος.....	67
5.2.1 Εγγραφή Νέου Χρήστη.....	67
5.2.2 Είσοδος Χρήστη.....	68
5.3 Εισαγωγική Σελίδα και Μενού.....	70
5.4 Δημιουργία Νέας Καταχώρησης Πόλης.....	71
5.4.1 Καταχώρηση Γενικών Πληροφοριών.....	72
5.4.2 Επιλογή Σχεδίων Δράσης.....	74
5.4.3 Εισαγωγή Ενεργειακών Δεδομένων.....	75
5.4.4 Επισκόπηση Καταχώρησης.....	78
5.4.5 Αλλαγή Σχεδίων Δράσης.....	80
5.5 Διαχείριση Καταχωρήσεων.....	83
5.5.1 Προηγούμενες Καταχωρήσεις.....	83
5.5.2 Επισκόπηση Καταχώρησης.....	84
5.5.3 Σύγκριση Καταχώρησης.....	86
5.6 Διαχείριση Σχεδίων Δράσης.....	90
5.6.1 Συνολικά Σχέδια Δράσης.....	90
5.6.2 Νέο Σχέδιο Δράσης.....	91
6. Συμπεράσματα και Προοπτικές.....	93
6.1 Αποτελέσματα και Συμπεράσματα.....	95
6.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	95
Βιβλιογραφία.....	101

Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο Διπλωματικής

Μια από τις μεγάλες αλλαγές που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια σε ευρωπαϊκό αλλά και παγκόσμιο επίπεδο στον αστικό τομέα είναι η κατεύθυνση προς τη δημιουργία των λεγόμενων «έξυπνων» πόλεων. Ο όρος αυτός μπορεί ακόμα να μην επιδέχεται κάποιον συγκεκριμένο ορισμό, όμως χρησιμοποιείται ευρέως στον χαρακτηρισμό των πόλεων που εκμεταλλεύονται ένα μεγάλο εύρος ηλεκτρονικών και ψηφιακών τεχνολογιών, χρησιμοποιούν και ενσωματώνουν τις τεχνολογίες της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών για να αλλάξουν τη ζωή και την εργασία στην περιοχή τους και εφαρμόζουν αυτές τις πρακτικές με τέτοιο τρόπο, ώστε φέρνοντας κοντά των άνθρωπο και την τεχνολογία να επιταχυνθεί η καινοτομία, η μάθηση, η γνώση και η δημιουργική προσέγγιση στη λύση προβλημάτων [1].

Κύριοι τομείς που αναπτύσσουν τεχνολογίες και συστήματα «έξυπνων» πόλεων είναι η δημόσια διοίκηση, τα συστήματα αστικών μεταφορών, η υγεία, ο κτιριακός τομέας, η μεταφορά ηλεκτρικής ενέργεια και η διαχείριση νερού και απορριμμάτων. Στόχος αυτών των τεχνολογιών είναι η αύξηση της αποδοτικότητας και της βιωσιμότητας των πόλεων, επιτρέποντας αποκρίσεις σε πραγματικό χρόνο στις διάφορες προκλήσεις, καθώς και βελτιστοποίηση της χρήσης των διαθέσιμων πόρων. Επομένως, οι πόλεις είναι περισσότερο προετοιμασμένες να ανταποκριθούν στις ανάγκες και τις απαιτήσεις των πολιτών τους, με γρήγορο, διαδραστικό και ασφαλή τρόπο [2].

Οι «έξυπνες» πόλεις από τη φύση τους χρησιμοποιούν τεχνολογίες πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, έτσι ώστε αρχικά, να χρησιμοποιούνται με περισσότερο αποδοτικό τρόπο οι φυσικές υποδομές (π.χ. κτίρια) με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης, ανάλυση δεδομένων, ώστε να υποστηρίξουν μια δυναμική οικονομική, κοινωνική και πολιτιστική εξέλιξη. Ακόμα, αλληλοεπιδρούν αρμονικά με τους πολίτες και τις κυβερνήσεις μέσω ανοιχτών διαδικασιών και προωθούν τη συλλογική συμμετοχή των κατοίκων, με σκοπό της βελτίωση των αστικών υπηρεσιών που παρέχονται σε αυτούς. Μαθαίνουν, να προσαρμόζονται και να καινοτομούν σε ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον που απαιτεί αυξημένη «νοημοσύνη» και προσφέρουν εξατομικευμένες και βελτιστοποιημένες λύσεις σε μεγάλα και εξελισσόμενα προβλήματα, ελαχιστοποιώντας την κατανάλωση των φυσικών και μη πόρων ή του κόστους.

Ο κύριος πυλώνας και βασικός λόγος δημιουργίας και ανάπτυξης των «έξυπνων» πόλεων είναι η τεράστια πρόοδος των τεχνολογιών της πληροφορικής, των συστημάτων τηλεπικοινωνιών, αλλά και της τεχνητής νοημοσύνης. Η σύγκλιση που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια μεταξύ του λογισμικού, των πληροφοριακών συστημάτων και των ενσωματωμένων συσκευών οδηγεί στη δημιουργία του λεγόμενου «Internet of Things» [3], στο οποίο πολλά ανεξάρτητα συστήματα αλληλοεπιδρούν και συνεργάζονται αυτόνομα μέσω των τηλεπικοινωνιακών δικτύων. Όλα αυτά συνδυάζονται με την ανάπτυξη των υπηρεσιών υπολογιστικού «νέφους», των «έξυπνων» τηλεφώνων, των αισθητήρων, του σημασιολογικού διαδικτύου και της τεχνητής νοημοσύνης και ανοίγουν νέους δρόμους για συλλογικές και συνεργατικές λύσεις σε μεγάλα προβλήματα.

Τα οφέλη, τα οποία έχει τη δυνατότητα να προσφέρει μια «έξυπνη» πόλη στην κοινωνία της είναι ποικίλα, όπως η βελτιστοποίηση της αξιοποίησης πόρων που δαπανούνται σε διάφορες διεργασίες και η μείωση κόστους και της σπατάλης. Επίσης, η αποδοτικότερη εξυπηρέτηση των αναγκών των πολιτών και γενικότερα της κοινωνίας, η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, η συνολική βελτίωση της εικόνας της πόλης, δίνοντας μεγάλη έμφαση στην οικολογία. Τέλος, η αποτελεσματικότερη λύση μεγάλων και σύνθετων προβλημάτων και ο αυξημένος έλεγχος της σωστής λειτουργίας των υποδομών και των συστημάτων.

Ένας τομέας ο οποίος κατέχει βασικότατο ρόλο στην ανάπτυξη συστημάτων και υπηρεσιών των «έξυπνων» πόλεων είναι ο τομέας της ενέργειας. Μεγάλη σημασία στη σύγχρονη εποχή και ταυτόχρονα μεγάλο πρόβλημα είναι η αποδοτική και αποτελεσματική χρήση της ενέργειας που δαπανάται στις πόλεις, λαμβάνοντας υπόψη και το ολοένα αυξανόμενο ποσοστό αστικοποίησης που παρατηρείται. Η εφαρμογή των τρεχουσών τεχνολογιών στις πόλεις μπορεί να αποτελέσει την καίρια λύση σε αυτό το καθοριστικό πρόβλημα. Σε αυτό το πλαίσιο η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναπτύξει στο πρόγραμμα της Digital Agenda [4] το 2020 Climate and Energy Package [5] για την προώθηση ψηφιακών δράσεων και καινοτομιών με στόχο τη μείωση κατά 20% των εκπομπών θερμοκηπίου, την αύξηση κατά 20% της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη βελτίωση κατά 20% της ενεργειακής απόδοσης στην Ευρώπη.

Η εφαρμογή που σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας έρχεται να συνεισφέρει στις πρωτοβουλίες που αφορούν την περιοχή της διαχείρισης

ενέργειας των «έξυπνων» πόλεων. Αποτελεί ένα διαδικτυακό εργαλείο, με το οποίο μπορεί να παραχθεί ηλεκτρονικά η ενεργειακή αξιολόγηση του συνόλου των δημοτικών κτιρίων μιας πόλης, με έμφαση στους τομείς της κατανάλωσης ενέργειας, του κόστους αγοράς της, των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και της παραγωγής ενέργειας που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές. Σκοπός της εφαρμογής είναι να προσφέρει στους ενεργειακούς διαχειριστές των δημοτικών κτιρίων και γενικότερα στους αρμόδιους φορείς των δήμων και των κοινοτήτων τη δυνατότητα να αποτιμήσουν στο τέλος μιας περιόδου την ενεργειακή πρόοδο των κτιρίων στο σύνολό τους και το κατά πόσο επιτεύχθηκαν οι στόχοι που είχαν τεθεί στην αρχή της περιόδου.

Η αποτίμηση της πορείας και της προόδου της ενεργειακής κατάσταση των δημοτικών κτιρίων πραγματοποιείται με την εισαγωγή, αρχικά, από τους χρήστες του συστήματος, μίας σειράς ενεργειακών δεδομένων που αφορούν τις διαφορετικές κατηγορίες στις οποίες έχουν χωριστεί τα δημοτικά κτήρια (διοίκησης, υγείας, εκπαίδευσης, αθλητικές εγκαταστάσεις, ψυχαγωγίας η άλλα). Τα δεδομένα αυτά σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας, τη ποσοστιαία χρήση των διαφόρων πηγών ενέργειας (ηλεκτρισμός, φυσικό αέριο, πετρέλαιο, βιομάζα ή άλλο), τις τιμές αγοράς τους και δεδομένα σχετικά με την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Πρόσθετα δεδομένα, επίσης, που χρησιμοποιούνται από σύστημα αφορούν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που παράγονται από τη χρήση των παραπάνω πηγών σε κάθε χώρα. Στη συνέχεια, επιλέγονται από τους χρήστες, μέσα από ένα σύνολο προτεινόμενων σχεδίων δράσης που επιδρούν σε διαφορετικούς ενεργειακούς παράγοντες, ποια από τα σχέδια αυτά υλοποιούνται, για καθεμία από τις κατηγορίες δημοτικών κτιρίων ξεχωριστά. Με βάση τα δεδομένα αυτά, και με την εφαρμογή μιας συγκεκριμένης μεθοδολογίας, που περιγράφεται στα επόμενα κεφάλαια, υπολογίζονται τέσσερις τελικοί δείκτες ενεργειακής αξιολόγησης του συνόλου των δημοτικών κτιρίων, καθένας από τους οποίους σχετίζεται και με έναν από τους τέσσερις τομείς που αναφέραμε προηγουμένως. Οι δείκτες αυτοί συγκρίνονται με τους αρχικούς στόχους που τίθενται από τους χρήστες και μαζί με όλα τα παραπάνω δεδομένα αποθηκεύονται σε μια ειδικά σχεδιασμένη βάση δεδομένων.

Επιπλέον, οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα στο μέλλον να ανατρέξουν σε προηγούμενες καταχωρήσεις τους και αν επιθυμούν, να τις επεξεργαστούν. Ακόμα, υπάρχει η δυνατότητα να συγκριθούν τα αποτελέσματά τους με τα αποτελέσματα και τα δεδομένα άλλων δημοτικών κτιρίων που υποστηρίζει το σύστημα και οι άλλοι χρήστες τα έχουν καταστήσει διαθέσιμα για σύγκριση, είτε με τα

αποτελέσματα των ίδιων κτιρίων σε προηγούμενα έτη. Τέλος, δίνεται η δυνατότητα στους διαχειριστές του συστήματος να τους παρουσιάζεται σε ειδική σελίδα το σύνολο των σχεδίων δράσης που προτείνονται στο σύστημα, να τα επεξεργάζονται και να δημιουργούν, αν επιθυμούν, καινούργια.

Η διπλωματική διεξήχθη στο πλαίσιο ερευνητικής δραστηριότητας του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης του ΕΜΠ που σχετίζεται με το ευρωπαϊκό ερευνητικό έργο OPTIMUS(OPTIMising the energy USe in cities with smart decision support system) [5]. Στόχος του έργου είναι η ανάπτυξη ενός συστήματος υποστήριξης λήψης αποφάσεων (OPTIMUS DSS) με σκοπό την αποδοτικότερη και αποτελεσματικότερη διαχείριση της ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στον τομέα των δημοτικών κτιρίων μιας πόλης, ενώ χρηματοδοτείται από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα FP7 (Framework Programme 7), ξεκίνησε το 2013 και ολοκληρώνεται το 2016. Ο κύριος σκοπός του είναι να υποστηρίξει τους διοικητικούς φορείς δήμων και κοινοτήτων και τους ενεργειακούς διαχειριστές των δημοτικών κτιρίων στην προσπάθειά τους να βελτιστοποιήσουν τη ροή, το κόστος και τη διαχείριση ενέργειας των κτιρίων. Η επίδοση των κτιρίων ποσοτικοποιείται και αξιολογείται μέσω καθορισμένων δεικτών αξιολόγησης και παράλληλα προτείνονται στους τεχνικούς φορείς στοχευμένα σχέδια δράσης, τα οποία με την εφαρμογή τους αποσκοπούν στο να συμβάλουν στη βελτίωση των παραπάνω. Ταυτόχρονα, διατηρείται τη δυνατότητα να προσαρμόζεται σε κτίρια και δήμους με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

1.2 Φάσεις Υλοποίησης

Η υλοποίηση της εφαρμογής πραγματοποιήθηκε σε έξι φάσεις. Αρχικά, προηγήθηκε η ανάλυση των περιπτώσεων χρήσης και των χρηστών του συστήματος, ώστε να είναι σαφής η λειτουργικότητα που πρέπει να αναπτυχθεί και αυτό να γίνει με κατάλληλο τρόπο για να εξυπηρετηθούν οι απαιτήσεις και οι ανάγκες των χρηστών. Έπειτα, αναλύθηκε λεπτομερώς η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί για την αξιολόγηση. Καθορίστηκαν ποια είναι τα απαραίτητα δεδομένα, η πηγή τους και το είδος τους και με ποιο τρόπο στη συνέχεια θα υπολογιστούν οι τελικοί δείκτες αξιολόγησης, οι οποίοι θα αποτελούν και την έξοδο του συστήματος. Ακολούθησε η σχεδίαση και ανάπτυξη της βάσης δεδομένων στην οποία αποθηκεύονται τα δεδομένα. Αναγνωρίστηκαν οι οντότητες που παρουσιάζονται και οι συσχετίσεις μεταξύ τους, τα οποία μαζί σχηματίζουν το διάγραμμα οντοτήτων – συσχετίσεων και με βάση αυτό προέκυψε το σχεσιακό σχήμα της βάσης δεδομένων. Επόμενο βήμα ήταν η σχεδίαση της διεπαφής του

συστήματος και των απαραίτητων οθονών με τις οποίες θα αλληλοεπιδρά ο χρήστης. Σχεδιάστηκε έτσι ο τρόπος με τον οποίο εισάγονται τα δεδομένα, ποια είναι η πορεία της εισαγωγής αυτής, πως γίνεται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων και η σύγκριση με άλλη καταχώρηση και πως επεξεργάζεται ο διαχειριστής τα προτεινόμενα σχέδια δράσης. Στη συνέχεια υλοποιήθηκε όλη η λειτουργικότητα που καθορίστηκε στο πρώτο βήμα, η επικοινωνία με τη βάση δεδομένων, ο έλεγχος ορθότητας των εισαγόμενων δεδομένων και η μεθοδολογία υπολογισμού των αποτελεσμάτων. Ακόμα, υλοποιήθηκαν οι λειτουργίες που αφορούν τους διαχειριστές του συστήματος σε σχέση με τα προτεινόμενα σχέδια δράσης. Τέλος, ακολούθησε ο έλεγχος της ορθής λειτουργίας της εφαρμογής και η πραγματοποίηση των όποιων απαραίτητων διορθωτικών αλλαγών.

1.3 Δομή του τεύχους

Η παρούσα διπλωματική εργασία δομείται σε έξι κεφάλαια συνολικά, τα οποία έχουν ως εξής:

Κεφάλαιο 1^ο - Εισαγωγή: Πρόκειται για το παρόν κεφάλαιο, στο οποίο αναλύονται οι βασικές τάσεις ανάπτυξης των «έξυπνων» πόλεων, και περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά, οι λειτουργίες και η πορεία υλοποίησης του αναπτυσσόμενου εργαλείου.

Κεφάλαιο 2^ο - Σύγχρονες Εφαρμογές στο πλαίσιο των «Έξυπνων» Πόλεων: Παρουσιάζονται υπάρχουσες εφαρμογές και συναφή έργα και πρωτοβουλίες στον τομέα των «έξυπνων» πόλεων και πιο συγκεκριμένα στον τομέα της ενεργειακής διαχείρισης και αξιολόγησης των πόλεων με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών.

Κεφάλαιο 3^ο – Μεθοδολογικό Πλαίσιο: Περιγράφονται τα απαιτούμενα δεδομένα, το είδος και η πηγή τους, καθώς και η μεθοδολογία που ακολουθείται για τον υπολογισμό των δεικτών αξιολόγησης των δημοτικών κτιρίων.

Κεφάλαιο 4^ο – Σχεδίαση Εφαρμογής: Σε αυτό το κεφάλαιο περιέχεται η ανάλυση και σχεδίαση της βάσης δεδομένων, παρουσιάζεται το διάγραμμα οντοτήτων – συσχετίσεων, περιγράφονται οι τύποι των χρηστών της εφαρμογής και αναφέρονται όλες οι τεχνολογίες και τα προγραμματιστικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της.

Κεφάλαιο 5^ο – Παρουσίαση Εφαρμογής: Παρουσιάζεται εκτενώς η χρήση της εφαρμογής, καθώς και οι δυνατότητες και οι λειτουργίες της, μέσα από την προβολή των κύριων οθονών της.

Κεφάλαιο 6^ο – Συμπεράσματα και Προοπτικές: Στο τελευταίο αυτό κεφάλαιο γίνεται μια συνοπτική αξιολόγηση της εφαρμογής και κλείνει με τις προοπτικές της για ανάπτυξη και επέκταση με την προσθήκη περισσότερων λειτουργιών και δυνατοτήτων.

Κεφάλαιο 2ο:

Σύγχρονες Εφαρμογές στο πλαίσιο των «Έξυπνων» Πόλεων

2.1 Εισαγωγή

Στο πλαίσιο της εξέλιξης των «Έξυπνων Πόλεων», έχουν δημιουργηθεί μια σειρά από έργα και πρωτοβουλίες τόσο σε ευρωπαϊκό επίπεδο, όσο και εκτός Ευρώπης. Ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζει ο τομέας της ενεργειακής διαχείρισης, αξιολόγησης και προώθησης δράσεων βελτίωσης της ενεργειακής κατάστασης των πόλεων μέσα από τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται ορισμένα από αυτά τα έργα και οι βασικοί άξονες της λειτουργίας τους.

2.2 Smart Cities Information System

Το **Smart Cities Information System** [7] είναι μια καινοτομική πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η οποία χρηματοδοτείται από το European Research Framework Programme (FP6, FP7) και έχει ως στόχο να προωθήσει την ανάπτυξη έργων που θα χρησιμοποιούν και θα ενσωματώνουν νέες τεχνολογίες διαχείρισης ενέργειας, πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών σε αστικές περιοχές, με σκοπό να γίνει η Ευρώπη ενεργειακά ανεξάρτητη και πρωτοπόρα στις ενεργειακές πολιτικές. Αποτελεί συνέχεια της σειράς έργων Concerto που ξεκίνησε το 2005, χρηματοδοτήθηκε με περισσότερα από 175 εκατομμύρια ευρώ και αφορούσε 22 έργα, σε 23 χώρες και σε 58 πόλεις.

Έχοντας ως δεδομένο ότι ένα πολύ μεγάλο κομμάτι της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης λαμβάνει χώρα στις αστικές περιοχές, έχει θέσει ως βασικούς στόχους να παρουσιάσει πρότυπα για ενεργειακή αποδοτικότητα σε κτίρια και κοινότητες, να παρουσιάσει ενεργειακές λύσεις για «Έξυπνες Πόλεις» και κοινότητες και να προωθήσει τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, επισημαίνοντας τις εφαρμογές τους σε πληθώρα περιπτώσεων. Ακόμα, στοχεύει στο να προωθήσει ολοκληρωμένες λύσεις, συνδυάζοντας όλες τις πλευρές της ενεργειακής αποδοτικότητας και εφαρμόζοντας σύγχρονες τεχνολογίες, να επισημάνει τις περιοχές που χρήζουν μελλοντικής επιστημονικής έρευνας και τέλος να παρουσιάσει συγκεκριμένες λύσεις για την παραγωγή οικονομικότερης ενέργειας.

2.3 PLEEC

Το “**Planning for Energy Efficient Cities**” (PLEEC) [8, 9, 10] είναι ένα διεθνές έργο χρηματοδοτούμενο από το FP7 το οποίο ξεκίνησε το 2013 και προέκυψε από τον στόχο που έχει τεθεί στην ευρωπαϊκή ατζέντα για αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας της Ευρώπης κατά 20% έως το 2020. Κατά κύριο λόγο προσπαθεί να εστιάσει στον αποδοτικό και βιώσιμο ενεργειακό προγραμματισμό πόλεων σε έναν κύκλο ζωής 36 μηνών. Στο πλαίσιο αυτό συμμετέχουν 6 ευρωπαϊκές πόλεις, 9 πανεπιστήμια και 3 συνεργάτες του κλάδου.

Χρησιμοποιώντας μια ενοποιητική προσέγγιση ώστε να δημιουργήσει μια βιώσιμη και ενεργειακά αποδοτική «έξυπνη» πόλη, προσπαθεί να υπερκαλύψει το εμπόδιο της ανομοιογενούς στρατηγικής που ακολουθούν όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη μιας πόλης, κάτι που δυσκολεύει τον αποδοτικό ενεργειακό σχεδιασμό. Ο βασικός στόχος του έργου είναι η ελαχιστοποίηση των κατανάλησης ενέργειας μια πόλης με τον πιο οικονομικό τρόπο. Αυτό προσπαθεί να το πετύχει καταγράφοντας τις ροές ενέργειας και προτείνοντας σχέδια δράσης στους αρμόδιους φορείς, τα οποία θα αποτελέσουν ένα συνεργατικό μοντέλο προγραμματισμού και μια ενοποιημένη ενεργειακή στρατηγική.

Αρχικά, σκοπός είναι για κάθε πόλη να δημιουργηθεί το ενεργειακό της προφίλ όσο αφορά την χρήση ενέργειας και την αποδοτικότητα αυτής. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει την ανάλυση των κυρίων χαρακτηριστικών της πόλης, όπως την ανακαίνιση των κτιριακών μονάδων, τα «έξυπνα» δίκτυα θέρμανσης και κλιματισμού, τα ενεργειακά συστήματα, τα ηλεκτρικά και υδρευτικά δίκτυα, τη συλλογή και διαχείριση απορριμμάτων και τα συστήματα μεταφοράς. Με βάση τα παραπάνω, δημιουργούνται ειδικές συστάσεις ενεργειακής αποδοτικότητας για την πόλη σε τρεις άξονες. Αρχικά τεχνολογικό, ώστε να παρουσιαστούν οι προοπτικές από την εφαρμογή των σύγχρονων τεχνολογιών της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών σε συστήματα και δίκτυα «έξυπνων πόλεων». Έπειτα δομικό, με στόχο τον αποδοτικό σχεδιασμό των κτιρίων και σε επέκταση των κύριων στοιχείων της πόλης, ώστε τα ενεργειακά θέματα να είναι σωστά ενσωματωμένα στο σχεδιασμό αυτό και τέλος συμπεριφοράς, όπου παρουσιάζονται οι προοπτικές από την ενημέρωση και την αλλαγή της ενεργειακής συνείδησης των ανθρώπων της πόλης.

2.4 EFFESUS

Το **EFFESUS** [11] είναι μια ευρωπαϊκή πρωτοβουλία με σκοπό τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που οφείλονται στα ιστορικά αστικά κτίρια των πόλεων της Ευρώπης εφαρμόζοντας καινοτόμες λύσεις. Σύμφωνα με στοιχεία, το 4% της κατανάλωσης και το 3% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που οφείλονται σε αυτά και επομένως η βελτίωση της ενεργειακής τους διαχείρισης είναι πολύ σημαντική. Χρηματοδοτείται επίσης από το FP7 και συμμετέχουν 23 συνέταιροι από 13 χώρες.

Το συγκεκριμένο έργο προσπαθεί να ερευνήσει όλες τις ενεργειακά σχετιζόμενες πλευρές των ιστορικών κτιρίων και των αστικών περιοχών. Εστιάζει τόσο σε επίπεδο κτιρίων, όσο και σε επίπεδο συγκροτημάτων κτιρίων και περιοχών, αλλά και στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μέσα από αυτά. Στοχεύει κυρίως στο να αναπτύξει και να παρουσιάσει, μέσα από επτά πιλοτικές δοκιμές, μια μεθοδολογία και κριτήρια για την επιλογή ενεργειακά αποδοτικών παρεμβάσεων, με βάση υπάρχουσες και νέες τεχνολογίες και συστήματα, ώστε να πετύχει σημαντική ενεργειακή βελτίωση και πρόοδο στην μετασκευή των ιστορικών κτιρίων. Πιο συγκεκριμένα τα βασικά επιστημονικά στοιχεία που εξετάζονται είναι:

- Η κατηγοριοποίηση των ευρωπαϊκών ιστορικών περιοχών και η ανάπτυξη ενός διαβαθμισμένου μοντέλου
- Η αξιολόγηση, η ανάπτυξη και η εφαρμογή οικονομικών τεχνολογιών και συστημάτων για την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας
- Η ανάπτυξη μεθοδολογίας και εργαλείων πληροφορικής για να αξιολογήσει τις μετασκευαστικές παρεμβάσεις στις ιστορικές περιοχές
- Να ξεπεραστούν τεχνικές και μη δυσκολίες και εμπόδια στην εφαρμογή των αποτελεσμάτων του έργου

Το κύριο αποτέλεσμα του έργου αυτού είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων, ένα εργαλείο λογισμικού που θα περιλαμβάνει όλες τις παραμέτρους που απαιτούνται στην επιλογή κατάλληλων ενεργειακά αποδοτικών δράσεων. Το εργαλείο αυτό αποτελείται από μια

διαδικτυακή πλατφόρμα, η οποία τροφοδοτείται από πραγματικά και στατιστικά ενεργειακά δεδομένα και τα επεξεργάζεται με σκοπό την προώθηση δράσεων και την παρουσίαση τους.

2.5 Performer

Το **Performer** (Portable, Exhaustive, Reliable, Flexible and Optimized approach to Monitoring and Evaluation of building energy performance) [12] είναι επίσης ένα ευρωπαϊκό έργο ενεργειακής διαχείρισης χρηματοδοτούμενο από το FP7 και σκοπός του είναι η παραγωγή ενεργειακού οφέλους από πρωτοποριακές μεθόδους παρακολούθησης και αξιολόγησης κτιρίων. Ξεκίνησε το 2013 με ορίζοντα τεσσάρων χρόνων.

Ο κύριος στόχος του είναι να παράξει μια ολιστική μεθοδολογία ενεργειακής παρακολούθησης κτιρίων που καταλήγει σε κατάλληλους δείκτες αξιολόγησης, πληροφοριακά μοντέλα και εργαλεία προσομοίωσης ώστε να πετύχει στόχους ενεργειακής απόδοσης. Η προσομοίωση ενεργειακής απόδοσης και ο τομέας της παρακολούθησης βασίζονται σε υποδομές πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, οι οποίες χρησιμοποιούν, υιοθετούν και εξελίσσουν μια πληθώρα ελεύθερων τεχνολογικών εργαλείων.

Τα κυρία τεχνολογικά σημεία του έργου είναι:

- Η ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας παρακολούθησης της ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων και ο υπολογισμός δεικτών αξιολόγησης
- Η εφαρμογή κατάλληλων μοντέλων και προσομοιώσεων για να επιτευχθούν οι ενεργειακοί στόχοι
- Ο ορισμός και η προτυποποίηση ασφαλούς διαδικτυακού εργαλείου για αποθήκευση δεδομένων και πραγματοποίηση προσομοιώσεων.
- Η καθίδρυση ενός σύγχρονου αποθετηρίου ιστορικών και πραγματικού χρόνου δεδομένων παρατηρήσεων των κτιρίων επίδειξης, προσβάσιμου μέσω μιας απλής διαπροσωπίας για έλεγχο και δοκιμές

2.6 NiCE

Τέλος, το **NiCE** (Networking intelligent Cities for Energy Efficiency) [13] είναι ένα έργο για την ενεργειακή παρακολούθηση πόλεων με εργαλεία πληροφορικής, την παροχή αναφορών για τη μέτρηση του αποτυπώματος των πόλεων όσο αφορά τον άνθρακα και την σύγκλιση με άλλες πρωτοβουλίες. Επίσης, στοχεύει στην ανάπτυξη πλαισίων που θα βοηθούν τις πόλεις να πραγματοποιήσουν προτεινόμενες περιβαλλοντικές και ενεργειακές δράσεις και στην προώθηση παρόμοιων κινήσεων σε νέες κοινότητες, όπως η Κίνα. Ξεκίνησε το 2011 και είχε διάρκεια τριών χρόνων.

Το έργο αυτό προωθεί την εκπλήρωση των δεσμεύσεων της επιτροπής του Green Digital Charter.

Πιο συγκεκριμένα:

- Τη δημιουργία ενός πλαισίου αποτελεσματικής προσέγγισης προς την κατεύθυνση της πράσινης πολιτικής για τη θέσπιση στόχων
- Την ανάπτυξη εργαλείων αναφοράς και ελέγχου ώστε οι πόλεις να παρακολουθούν την πορεία και την εξέλιξη τους
- Την παράδοση ενός ενσωματωμένου συνόλου σχεδίων δράσεων που θα προσφέρει πρακτική βοήθεια στους φορείς
- Την προσφορά τεχνικής υποστήριξης και μεθόδου επικοινωνίας για την αντιμετώπιση των προβλημάτων

Κεφάλαιο 3ο: Μεθοδολογικό Πλαίσιο

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται αναλυτικά το μεθοδολογικό πλαίσιο που ακολουθείται από την εφαρμογή, ώστε να πραγματοποιηθεί η ενεργειακή αξιολόγηση του συνόλου των δημοτικών κτιρίων, για ένα συγκεκριμένο έτος. Συγκεκριμένα, περιγράφονται τα δεδομένα που δέχεται ως είσοδο το σύστημα, είτε αυτά προέρχονται απευθείας από το χρήστη, είτε από την ανάλυση ενεργειακών παραγόντων που έχει προηγηθεί. Ακόμα, περιγράφονται όλοι οι ενδιάμεσοι και οι τελικοί υπολογισμοί που λαμβάνουν χώρα εντός του συστήματος και τέλος, οι ενεργειακοί δείκτες σε δύο επίπεδα, σύνολο δημοτικών κτιρίων και κάθε κατηγορίας κτιρίων ξεχωριστά, οι οποίοι αποτελούν το αποτέλεσμα κάθε αξιολόγησης.

3.2 Κατηγοριοποίηση Δεδομένων

Το μεγαλύτερο κομμάτι των δεδομένων που δέχεται και επεξεργάζεται το σύστημα προέρχεται από τα δημοτικά κτίρια. Αναγνωρίζοντας όμως τις διαφορές μεταξύ των κτιρίων και έχοντας την απαίτηση οι δράσεις και τα αποτελέσματα που προκύπτουν να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο εξειδικευμένα και λεπτομερή, το σύνολο των κτιρίων κρίθηκε σκόπιμο να χωριστεί σε επιμέρους κατηγορίες, καθεμία από τις οποίες αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο κομμάτι συναφών ως προς τη λειτουργία τους κτίρια. Έτσι, προκύπτουν οι παρακάτω κατηγορίες, οι οποίες στο σύνολό τους καλύπτουν ικανοποιητικά όλο το εύρος των δημοτικών κτιρίων.

Κατηγορίες Δημοτικών Κτιρίων

- **Διοίκησης:**

Τα κτίρια που στεγάζουν όλες τις διοικητικές υπηρεσίες της ή χρησιμοποιούνται από αυτές, όπως δημαρχεία, κέντρα εξυπηρέτησης πολιτών, εφορίες.

- **Εκπαίδευσης:**

Τα κτίρια τα οποία προορίζονται για όλες τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες, όπως σχολεία, νηπιαγωγεία, ωδεία, βιβλιοθήκες.

- **Υγείας:**

Όλα τα κτίρια, όπου προσφέρονται ιατρικές και νοσηλευτικές υπηρεσίες στους πολίτες, για παράδειγμα νοσοκομεία, κτηνιατρεία, κέντρα υγείας, γηροκομεία.

- **Αθλητικές Εγκαταστάσεις:**

Οι χώροι που προορίζονται για όλων των μορφών τις αθλητικές δραστηριότητες, δηλαδή γυμναστήρια, γήπεδα, κολυμβητήρια, αθλητικά κέντρα.

- **Ψυχαγωγίας**

Όλοι οι χώροι ψυχαγωγίας και αναψυχής, όπως θέατρα, συναυλιακοί χώροι, κινηματογράφοι, πάρκα, μουσεία.

- **Άλλο**

Όλα τα υπόλοιπα δημοτικά κτίρια που δεν ανήκουν στις παραπάνω κατηγορίες.

Στη συνέχεια, αναγνωρίστηκε ότι οι κύριες πηγές ενέργειας, οι οποίες χρησιμοποιούνται πιο συχνά σήμερα για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των δημοτικών κτιρίων είναι ο ηλεκτρισμός, το φυσικό αέριο, το πετρέλαιο και η βιομάζα. Η διάκριση αυτή των πηγών ενέργειας στο σύστημα σχετίζεται με τον καθορισμό των δεδομένων που αφορούν τις τιμές αγοράς της ενέργειας, τους συντελεστές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και το ποσοστό κατά το οποίο χρησιμοποιείται κάθε πηγή σε καθεμία κατηγορία κτιρίων ξεχωριστά.

Τέλος, καθορίστηκαν οι τρεις κύριοι σκοποί για τους οποίους καταναλώνεται ενέργεια και μας ενδιαφέρει να του μελετήσουμε ξεχωριστά και είναι η θέρμανση, ο κλιματισμός και οποιοσδήποτε άλλος μαζί (για παράδειγμα ο φωτισμός).

3.3 Δεδομένα Εισόδου

Στο πλαίσιο της αξιολόγησης των δημοτικών κτιρίων μιας πόλης απαιτούνται μια σειρά από δεδομένα, τα οποία καλύπτουν διαφορετικές πλευρές της ενεργειακής κατάστασης του συνόλου των δημοτικών κτιρίων, αλλά και της καθεμίας από τις παραπάνω κατηγορίες κτιρίων ξεχωριστά και αφορούν ένα συγκεκριμένο έτος. Από τα δεδομένα αυτά, κάποια προέρχονται απευθείας από το χρήστη και άλλα είναι αποτέλεσμα ανάλυσης που έχει προηγηθεί. Όλα μαζί είναι απαραίτητα για τους ενδιάμεσους υπολογισμούς, αλλά και για την εξαγωγή των τελικών δεικτών.

3.3.1 Συντελεστές Εκπομπών CO₂

Το πρώτο κομμάτι των δεδομένων που δεν τα εισάγει ο χρήστης, αλλά έχουν προκύψει από προηγούμενη μελέτη και ανάλυση (το δεύτερο αναλύεται στην επόμενη ενότητα), είναι οι **συντελεστές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (σε τόνους CO₂ / kWh)**. Αυτοί οι συντελεστές δείχνουν πόσοι τόνοι διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα από την παραγωγή μίας kWh ενέργειας, από μία συγκεκριμένη πηγή. Κάθε συντελεστής σχετίζεται και με μια διαφορετική πηγή ενέργειας από αυτές που αναφέρθηκαν πριν και οι τιμές τους έχουν ήδη οριστεί για κάθε χώρα ξεχωριστά. Έτσι, για κάθε χώρα έχει καθοριστεί ένας πίνακας εκπομπών, όπως ο ακόλουθος.

Πίνακας 3. 1 - Συντελεστές εκπομπών CO₂ για μια χώρα

Συντελεστές Εκπομπών		
Ηλεκτρισμός	1.149	tn CO ₂ / kWh
Φυσικό Αέριο	0.0004	tn CO ₂ / kWh
Πετρέλαιο	0.267	tn CO ₂ / kWh
Βιομάζα	0.00	tn CO ₂ / kWh
Άλλο	0.011	tn CO ₂ / kWh

3.3.2 Τιμές Αγοράς Ενέργειας

Το πρώτο από τα δεδομένα που καλείται να εισάγει ο χρήστης είναι οι **τιμές αγοράς ενέργειας (σε € / kWh)** για μια συγκεκριμένη καταχώρηση. Οι τιμές αυτές δείχνουν πόσο κοστίζει σε ευρώ (€) η αγορά μιας kWh ενέργειας για καθεμία από τις πηγές που αναφέραμε. Οι τιμές αγοράς αφορούν κάθε πόλη και επομένως για καθεμία σχηματίζεται ένας πίνακας σαν τον ακόλουθο.

Πίνακας 3. 2 - Τιμές αγοράς ενέργειας δημοτικών κτιρίων

Τιμές Αγοράς Ενέργειας		
Ηλεκτρισμός	0.304	€ / kWh
Φυσικό Αέριο	0.088	€ / kWh
Πετρέλαιο	0.08	€ / kWh
Βιομάζα	0.09	€ / kWh
Άλλο	0.08	€ / kWh

3.3.3 Κατανάλωση Ενέργειας

Τα επόμενα δεδομένα που χρειάζεται το σύστημα, είναι τα στοιχεία της **κατανάλωσης ενέργειας (σε kWh)** των δημοτικών κτιρίων και τα παρέχει ο χρήστης. Αυτά τα στοιχεία είναι σε επίπεδο κατηγορίας κτιρίων, αλλά και για κάθε σκοπό, από αυτούς που περιγράφηκαν παραπάνω, ξεχωριστά. Επομένως, δείχνουν πόσες kWh ενέργειας καταναλώνει μια κατηγορία κτιρίων, για θέρμανση, για κλιματισμό και για οποιονδήποτε άλλο σκοπό στη διάρκεια ενός έτους, όπως παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα.

Αθροίζοντας κάθε γραμμή του πίνακα, προκύπτει η **συνολική κατανάλωση ενέργειας** καθεμιάς κατηγορίας κτιρίων.

Πίνακας 3. 3 - Κατανάλωση ενέργειας για κάθε κατηγορία κτιρίων

Κατηγορία Κτιρίων	Κατανάλωση Ενέργειας				kWh
	Θέρμανση	Κλιματισμός	Άλλο	Σύνολο	
Διοίκησης	1500	1300	500	3300	kWh
Εκπαίδευσης	1600	1300	600	2500	kWh
Υγείας	1500	1500	550	3550	kWh
Αθλητικές Εγκαταστάσεις	1100	1000	350	2450	kWh
Ψυχαγωγίας	1200	1500	500	3200	kWh
Άλλο	300	200	100	600	kWh

3.3.4 Χρήση Πηγών Ενέργειας

Στη συνέχεια, ο χρήστης εισάγει το **ποσοστό χρήσης** κάθε πηγής ενέργειας, το οποίο όπως και προηγουμένως είναι σε επίπεδο κατηγορίας κτιρίων, αλλά και για κάθε σκοπό ξεχωριστά. Έτσι, δείχνει σε τι βαθμό χρησιμοποιείται κάθε πηγή ενέργειας, από αυτές που έχουν αναφερθεί, σε κάθε κατηγορία κτιρίων για θέρμανση, για κλιματισμό και για οποιονδήποτε άλλο σκοπό.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η χρήση των πηγών ενέργειας για τα κτίρια Διοίκησης και αντίστοιχοι πίνακες σχηματίζονται για κάθε άλλη κατηγορία κτιρίων.

Το συνολικό ποσοστό για κάθε σκοπό, που προκύπτει αθροίζοντας κάθε στήλη του πίνακα θα πρέπει προφανώς να ισούται με 100% (αν η κατανάλωση της αντίστοιχης ομάδας κτιρίων είναι μεγαλύτερη του μηδενός, καθώς αν δεν είναι, δεν χρησιμοποιεί σίγουρα καμία από τις παρακάτω πηγές ενέργειας).

Πίνακας 3. 4 - Χρήση πηγών ενέργειας των κτιρίων Διοίκησης

Πηγές Ενέργειας	Χρήση Πηγών Ενέργειας (Διοίκηση)		
	Θέρμανση	Κλιματισμός	Άλλο
Ηλεκτρισμός (%)	50%	25%	60%
Φυσικό Αέριο (%)	50%	25%	0%
Πετρέλαιο (%)	0%	50%	0%
Βιομάζα (%)	0%	0%	40%
Άλλο (%)	0%	0%	0%
Σύνολο (%)	100%	100%	100%

3.3.5 Παραγωγή Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές

Κάθε κατηγορία κτιρίων, ίσως έχει τη δυνατότητα με κάποιον τρόπο (π.χ. με φωτοβολταϊκά πάνελ) να πραγματοποιεί **παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (σε kWh)**. Συνεπώς, ο χρήστης εισάγει στο σύστημα αυτές τις τιμές, όπως φαίνεται παρακάτω. Αθροίζοντας την παραγωγή κάθε κατηγορίας κτιρίων, προκύπτει και η **συνολική παραγωγή ενέργειας του συνόλου των δημοτικών κτιρίων**.

Πίνακας 3. 5 - Παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές κάθε κατηγορίας κτιρίων

Κατηγορία Κτιρίων	Παραγωγή Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές	
	Διοίκησης	1000
Εκπαίδευσης	800	kWh
Υγείας	900	kWh
Αθλητικές Εγκαταστάσεις	1000	kWh

Ψυχαγωγίας	500	kWh
Άλλο	100	kWh
Σύνολο	4300	kWh

3.3.6 Μικτή Επιφάνεια Δαπέδου

Τέλος, ο χρήστης εισάγει και τη **μικτή επιφάνεια δαπέδου (σε m²)**, την οποία καταλαμβάνει καθεμία κατηγορία κτιρίων και αθροίζονται όλες τις τιμές προκύπτει η συνολική τιμή.

Πίνακας 3. 6 - Μικτή Επιφάνεια Δαπέδου κάθε κατηγορίας κτιρίων

Κατηγορία Κτιρίων	Μικτή Επιφάνεια Δαπέδου	
Διοίκησης	80,000	m ²
Εκπαίδευσης	150,000	m ²
Υγείας	80,000	m ²
Αθλητικές Εγκαταστάσεις	100,000	m ²
Ψυχαγωγίας	50,000	m ²
Άλλο	10,000	m ²
Σύνολο	470,000	m²

3.4 Σχέδια Δράσης

Στο πλαίσιο της εφαρμογής, διατίθενται προς τους ενεργειακούς διαχειριστές των δημοτικών κτιρίων μια σειρά από προτεινόμενα σχέδια δράσης, τα οποία στοχεύουν στη βελτίωση διαφορετικών ενεργειακών παραγόντων. Τα σχέδια αυτά, συνοδεύονται από τις προσδοκώμενες τιμές βελτίωσης που επιφέρουν στον εκάστοτε τομέα. Οι τιμές αυτές έχουν προκύψει έπειτα από προηγούμενη ανάλυση και υπολογισμούς πολλών στατικών και δυναμικών δεδομένων των δημοτικών κτιρίων, όπως προγνώσεις καιρού, παρατηρούμενα στοιχεία αισθητήρων τοποθετημένων στα κτίρια, τιμές αγοράς ενέργειας, παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και δεδομένα από εξόρυξη κοινωνικών δικτύων.

Τα σχέδια δράσης αυτά χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, ανάλογα με το τι έχουν ως στόχο να βελτιώσουν, οι οποίες είναι:

- 1. Μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας, για θέρμανση, για κλιματισμό και για άλλους σκοπούς.**
- 2. Αύξησης της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.**
- 3. Μείωσης του κόστους αγοράς ενέργειας, λόγω βελτιστοποίησης των τιμών αγοράς.**

Οι κατηγορίες και τα σχέδια δράσης, τα οποία τις αποτελούν, περιγράφονται στις παρακάτω ενότητες. Για κάθε σχέδιο, υπάρχουν οι αντίστοιχες επί τοις εκατό τιμές βελτίωσης που εκτιμάται ότι θα επιφέρει, στον τομέα τον οποίο στοχεύει.

3.4.1 Σχέδια Μείωσης της Κατανάλωσης Ενέργειας

Τα σχέδια δράσης, τα οποία αναμένεται να επιφέρουν μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή άλλο σκοπό σε κάθε κατηγορία κτιρίων όπου εφαρμόζονται. Από εδώ και στο εξής θα τα ονομάσουμε για ευκολία **σχέδια κατανάλωσης**.

- Προγραμματισμός και διαχείριση του αριθμού των χρηστών
- Διαχείριση του σημείου ρύθμισης της θερμοκρασίας, σύμφωνα με τη θερμική άνεση των χρηστών
- Διαχείριση του σημείου ρύθμισης της θερμοκρασίας, σύμφωνα με το προσαρμοστικό μοντέλο θερμικής άνεσης
- Βέλτιστη εκκίνηση/διακοπή του συστήματος θέρμανσης/κλιματισμού
- Αξιοποίηση ελεύθερης ψύξης

3.4.2 Σχέδια Αύξησης της Παραγωγής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές

Τα σχέδια δράσης εκείνα, που στοχεύουν στην παραγωγή μεγαλύτερης ποσότητας ενέργειας, η οποία θα προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές σε κάθε κατηγορία κτηρίων. Για συντομία ονομάζονται **σχέδια παραγωγής** και προς το παρόν είναι μόνο ένα.

- Συντήρηση φωτοβολταϊκών

3.4.3 Σχέδια Μείωσης του Κόστους Αγοράς Ενέργειας

Όλα τα σχέδια δράσης, τα οποία έχουν ως στόχο τη μείωση του κόστους που δαπανάται για την αγορά ενέργειας, μέσα από βελτιστοποίηση των τιμών αγοράς. Θα τα ονομάσουμε **σχέδια κόστους** και επίσης προς το παρόν είναι μόνο ένα.

- Προγραμματισμός της πώλησης/κατανάλωσης της παραγόμενης ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα

3.4.4 Επιλογή Σχεδίων Δράσης

Ο χρήστης καλείται τελικά να επιλέξει ποια από τα παραπάνω σχέδια δράσης επιθυμεί να υλοποιήσει για κάθε κατηγορία κτιρίων ξεχωριστά. Έπειτα, αθροίζοντας τις αντίστοιχες τιμές βελτίωσης των επιλεγμένων σχεδίων, υπολογίζονται τα **σύνολα δράσεων** για κάθε κατηγορία κτηρίων, όπως περιγράφονται ακριβώς παρακάτω.

Ειδικά για τα σχέδια δράσης μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας, το άθροισμα που μόλις αναφέρθηκε για κάθε σκοπό κατανάλωσης, λόγω της κοινής περιοχής στην οποία ενεργούν και έτσι επικαλύπτονται, όταν επιλέγονται περισσότερα από ένα, σταθμίζεται με ένα συντελεστή 30%. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε κατηγορία κτιρίων υπολογίζονται οι ποσότητες:

- **Σύνολο Δράσεων(Κατανάλωσης, Θέρμανση)** = $0.3 * \sum_i \text{Σχέδιο Κατανάλωσης}_i(\text{Θέρμανση})$
- **Σύνολο Δράσεων(Κατανάλωσης, Κλιματισμός)** = $0.3 * \sum_i \text{Σχέδιο Κατανάλωσης}_i(\text{Κλιματισμός})$

- **Σύνολο Δράσεων(Κατανάλωσης, Άλλο)** = $0.3 * \sum_i \text{Σχέδιο Κατανάλωσης}_i (\text{Άλλο})$
- **Σύνολο Δράσεων(Παραγωγής)** = $\sum_i \text{Σχέδιο Παραγωγής}_i (\text{Παραγωγή})$
- **Σύνολο Δράσεων(Κόστους)** = $\sum_i \text{Σχέδιο Κόστους}_i (\text{Κόστος})$

Όπου τα Σχέδια Κατανάλωσης_i, Σχέδια Παραγωγής_i και Σχέδια Κόστους_i ανήκουν στα επιλεγμένα σχέδια της εκάστοτε κατηγορίας κτιρίων. Ο συντελεστής 0.3 στα σύνολα δράσεων κατανάλωσης παραλείπεται όταν υπάρχει μόνο ένα επιλεγμένο σχέδιο.

3.5 Υπολογισμός Δεικτών

Έχοντας όλα τα παραπάνω δεδομένα, το σύστημα τα χρησιμοποιεί, ώστε με μια αλληλουχία υπολογισμών να καταλήξει σε τέσσερις δείκτες αξιολόγησης των δημοτικών κτιρίων, που αποτελούν το αποτέλεσμα της εξόδου του

Δείκτες Αξιολόγησης του Συνόλου των Δημοτικών Κτιρίων:

1. Τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας (Δ_1)
2. Τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (Δ_2)
3. Τη μείωση του κόστους αγοράς ενέργειας (Δ_3)
4. Την αύξηση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην τελική χρήση (Δ_4)

Για τον υπολογισμό των τριών πρώτων δεικτών, προηγείται ο υπολογισμός τριών ενδιάμεσων τιμών του αντίστοιχου μεγέθους, δηλαδή της κατανάλωσης ενέργειας, των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και του κόστους αγοράς ενέργειας. Αυτές οι τιμές αναφέρονται σε κάθε κατηγορία κτιρίων και σε κάθε σκοπό κατανάλωσης (θέρμανση, κλιματισμό, άλλο) ξεχωριστά και είναι:

- Αρχική τιμή μεγέθους
- Μείωση λόγω της εφαρμογής των σχεδίων δράσης
- Επί τοις εκατό μείωση λόγω της εφαρμογής των σχεδίων δράσης

Με βάση τα αποτελέσματα για κάθε κατηγορία κτιρίων, υπολογίζονται οι ίδιες τιμές στο επίπεδο του συνόλου των δημοτικών κτιρίων, όπως περιγράφεται στις επόμενες ενότητες.

3.5.1 Δείκτης μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας

Ο πρώτος δείκτης αξιολόγησης των δημοτικών κτιρίων (Δ_1) δείχνει την επί τοις εκατό μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, σαν αποτέλεσμα της εφαρμογής των δράσεων που επιλέχθηκαν. Αρχικά, υπολογίζονται η αρχική τιμή, η μείωση και η επί τοις εκατό μείωση της κατανάλωσης σε επίπεδο κατηγορίας κτιρίων και ανά σκοπό κατανάλωσης και στη συνέχεια στο σύνολο των κτιρίων προκύπτει η τιμή του δείκτη.

A. Ανά κατηγορία κτιρίων και σκοπό κατανάλωσης

Αρχική τιμή σε kWh

Η αρχική τιμή της κατανάλωσης ενέργειας για κάθε κατηγορία κτιρίων και για κάθε σκοπό δίνεται από το χρήστη, όπως παρουσιάστηκε προηγουμένως (ενότητα 3.3.3).

Μείωση σε kWh

Για να προκύψει η μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε kWh, οι τιμές της συνολικής κατανάλωσης για κάθε κατηγορία κτιρίων και για κάθε σκοπό πολλαπλασιάζονται με το σύνολο δράσεων κατανάλωσης για την αντίστοιχη κατηγορία κτιρίων και για τον αντίστοιχο σκοπό, όπως αυτό ορίστηκε στην ενότητα 3.4.4.

$$\text{Μείωση Κατανάλωσης}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} = \frac{\text{Σύνολο Δράσεων}_{\text{Κτίρια-}i} (\text{Κατανάλωσης, Σκοπός } j) \times \text{Αρχ. Κατανάλωση}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j}}{\text{Αρχική Τιμή}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j}}$$

Μείωση %

Καθεμία από τις προηγούμενες τιμές της μείωσης σε kWh διαιρείται με την αντίστοιχη τιμή της συνολικής αρχικής κατανάλωσης και προκύπτει η επί της εκατό μείωση της κατανάλωσης.

$$\begin{aligned} \text{Μείωση \% Κατανάλωσης}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} \\ = \text{Μείωση Κατανάλωσης}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} \div \text{Αρχ. Κατανάλωση}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} \end{aligned}$$

B. Σύνολο δημοτικών κτιρίων

Η συνολική αρχική τιμή της κατανάλωσης στο σύνολο των δημοτικών κτιρίων αποτιμάται με την άθροιση όλων των προαναφερθέντων επί μέρους καταναλώσεων της κάθε κατηγορίας κτιρίων, για κάθε σκοπό.

$$\text{Αρχ. Κατανάλωση}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}} = \sum_i \sum_j \text{Αρχ. Κατανάλωση}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j}$$

Η συνολική τιμή της μείωσης της κατανάλωσης τώρα στο σύνολο των δημοτικών κτιρίων, προκύπτει από το άθροισμα των επί μέρους μειώσεων, όπως και πριν.

$$\text{Μείωση Κατανάλωσης}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}} = \sum_i \sum_j \text{Μείωση Κατανάλωσης}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j}$$

➤ Τιμή Δείκτη (Δ₁)

$$\begin{aligned} \Delta 1: \text{Μείωση \% Κατανάλωσης}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}} \\ = \text{Μείωση Κατανάλωσης}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}} \\ \div \text{Αρχ. Κατανάλωση}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}} \end{aligned}$$

3.5.2 Δείκτης μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα

Ο δεύτερος δείκτης αξιολόγησης των δημοτικών κτιρίων (Δ₂) δείχνει την επί τοις εκατό μείωση των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που παρατηρείται, μετά την εφαρμογή των δράσεων που επιλέχθηκαν. Και πάλι, υπολογίζονται η αρχική τιμή, η μείωση και η επί τοις εκατό μείωση της των

εκπομπών σε επίπεδο κατηγορίας κτιρίων και ανά σκοπό κατανάλωσης και στο σύνολο των κτιρίων προκύπτει η τιμή του δείκτη.

A. Ανά κατηγορία κτιρίων και σκοπό κατανάλωσης

Αρχική τιμή σε tn CO₂

Η αρχική τιμή των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για κάθε κατηγορία κτιρίων και για κάθε σκοπό κατανάλωσης υπολογίζεται, αν για καθεμία από τις πηγές ενέργειας που έχουν αναφερθεί, πολλαπλασιαστεί η επί της εκατό χρήση της (βλ. ενότητα 3.3.4) με την αντίστοιχη κατανάλωση ενέργειας (βλ. ενότητα 3.3.3) και με το συντελεστή εκπομπών της πηγής (βλ. ενότητα 3.3.1) και στη συνέχεια αθροιστούν όλες αυτές οι τιμές και διαιρεθούν με 1000.

$$\text{Αρχ. Εκπομπές}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} = \sum_k \{ \text{Χρήση Πηγής}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j, \text{Πηγή-}k} \times \text{Αρχ. Κατανάλωση}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} \times \text{Συντ. Εκπομπών}_{\text{Πηγή-}k} \} \div 1000$$

Μείωση σε tn CO₂

Η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε προκύπτει πολλαπλασιάζοντας τις αρχικές εκπομπές με το σύνολο δράσεων κατανάλωσης για την αντίστοιχη κατηγορία κτιρίων και για τον αντίστοιχο σκοπό.

$$\text{Μείωση Εκπομπών}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} = \text{Σύνολο Δράσεων}_{\text{Κτίρια-}i} (\text{Κατανάλωσης, Σκοπός}_j) \times \text{Αρχ. Εκπομπές}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j}$$

Μείωση %

Καθεμία από τις προηγούμενες τιμές της μείωσης σε tn CO₂ διαιρείται με την αντίστοιχη τιμή των αρχικών εκπομπών και προκύπτει η επί της εκατό μείωση των εκπομπών.

$$\begin{aligned} \text{Μείωση \% Εκπομπών}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} \\ = \text{Μείωση Εκπομπών}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} \div \text{Αρχ. Εκπομπές}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} \end{aligned}$$

B. Σύνολο δημοτικών κτιρίων

Η συνολική αρχική τιμή των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στο σύνολο των δημοτικών κτιρίων αποτιμάται με την άθροιση όλων των εκπομπών που αναφέρθηκαν προηγουμένως για κάθε κατηγορία κτιρίων και για κάθε σκοπό ξεχωριστά.

$$\text{Αρχ. Εκπομπές}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}} = \sum_i \sum_j \text{Αρχ. Εκπομπές}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j}$$

Αντίστοιχα, η συνολική τιμή της μείωσης των εκπομπών στο σύνολο των κτιρίων, προκύπτει από το άθροισμα των επί μέρους μειώσεων, όπως και πριν.

$$\text{Μείωση Εκπομπών}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}} = \sum_i \sum_j \text{Μείωση Εκπομπών}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j}$$

➤ Τιμή Δείκτη (Δ₂)

$$\begin{aligned} \Delta_2: \text{Μείωση \% Εκπομπών}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}} \\ = \text{Μείωση Εκπομπών}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}} \\ \div \text{Αρχ. Εκπομπές}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}} \end{aligned}$$

3.5.3 Δείκτης μείωσης του κόστους αγοράς ενέργειας

Ο επόμενος, τρίτος δείκτης αξιολόγησης είναι η επί τοις εκατό μείωση τους κόστους αγοράς ενέργειας, έπειτα από την εφαρμογή των επιλεγμένων σχεδίων δράσης. Και αυτή τη φορά υπολογίζονται η αρχική τιμή του κόστους αγοράς, η μείωση του σε απόλυτες μονάδες, καθώς και η επί τοις εκατό μείωση του, για κάθε κατηγορία κτιρίων και σκοπό ξεχωριστά και στη συνέχεια στο επίπεδο του συνόλου των δημοτικών κτιρίων.

A. Ανά κατηγορία κτιρίων και σκοπό κατανάλωσης

Αρχική τιμή σε €

Η αρχική τιμή του κόστους της αγοράς ενέργειας για κάθε κατηγορία κτιρίων και για κάθε σκοπό κατανάλωσης υπολογίζεται, αν για καθεμία από τις πηγές ενέργειας που έχουν αναφερθεί, πολλαπλασιαστεί η επί της εκατό χρήση της, με την αντίστοιχη κατανάλωση ενέργειας και στη συνέχεια με την τιμή αγοράς μιας kWh της αντίστοιχης πηγής (βλ. ενότητα 3.3.2).

$$\text{Αρχ. Κόστος}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} = \sum_k \{ \text{Χρήση Πηγής}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j, \text{Πηγή-}k} \times \text{Αρχ. Κατανάλωση}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} \times \text{Τιμή Αγοράς}_{\text{Πηγή-}k} \}$$

Μείωση σε €

Η μείωση του κόστους για κάθε ομάδα κτιρίων και για κάθε σκοπό προκύπτει αν, όπως πριν, για καθεμία από τις πηγές ενέργειας πολλαπλασιαστεί η επί της εκατό χρήση της πηγής με την αντίστοιχη κατανάλωση ενέργειας, με την τιμή αγοράς της κάθε kWh ενέργειας, αλλά τώρα και με το σύνολο δράσεων κόστους και με το γινόμενο της επί της εκατό χρήση της πηγής επί το σύνολο δράσεων κατανάλωσης για την αντίστοιχη κατηγορία κτιρίων και για τον αντίστοιχο σκοπό .

$$\begin{aligned} \text{Μείωση Κόστους}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} = & \\ & \sum_k \{ \text{Χρήση Πηγής}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j, \text{Πηγή-}k} \times \\ & \text{Αρχ. Κατανάλωση}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} \times \\ & \text{Τιμή Αγοράς}_{\text{Πηγή-}k} \times \\ & [\text{Χρήση Πηγής}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j, \text{Πηγή-}k} \times \\ & \text{Σύνολο Δράσεων}_{\text{Κτίρια-}i}(\text{Κατανάλωσης, Σκοπός}_j)] \times \\ & \text{Σύνολο Δράσεων}_{\text{Κτίρια-}i}(\text{Κόστους}) \} \end{aligned}$$

Μείωση %

Καθεμία από τις προηγούμενες τιμές της μείωσης σε € διαιρείται με την αντίστοιχη τιμή του αρχικού κόστους και προκύπτει η επί της εκατό μείωση του κόστους.

$$\begin{aligned} \text{Μείωση \% Κόστους}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} & \\ = \text{Μείωση Κόστους}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} \div \text{Αρχ. Κόστος}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j} & \end{aligned}$$

B. Σύνολο δημοτικών κτιρίων

Το συνολικό κόστος αγοράς ενέργειας για το σύνολο των κτιρίων υπολογίζεται με την άθροιση όλων των επί μέρους τιμών κόστους που αναφέρθηκαν προηγουμένως για κάθε κατηγορία κτιρίων και για κάθε σκοπό ξεχωριστά.

$$\text{Αρχ. Κόστος}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}} = \sum_i \sum_j \text{Αρχ. Κόστος}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j}$$

Αντίστοιχα, η συνολική τιμή της μείωσης του κόστους στο σύνολο των κτιρίων, προκύπτει από το άθροισμα των επί μέρους μειώσεων, όπως και πριν.

$$\text{Μείωση Κόστους}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}} = \sum_i \sum_j \text{Μείωση Κόστους}_{\text{Κτίρια-}i, \text{Σκοπός-}j}$$

➤ **Τιμή Δείκτη (Δ₃)**

$$\Delta 3: \text{Μείωση \% Κόστους}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}} = \text{Μείωση Κόστους}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}} \div \text{Αρχ. Κόστος}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}}$$

3.5.4 Δείκτης αύξησης της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

Ο τέταρτος και τελευταίος δείκτης με τον οποίο αξιολογείται το σύνολο των δημοτικών κτιρίων δείχνει την αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας στην τελική χρήση, που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.). Για λόγους απλότητας στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας, έχει θεωρηθεί ότι η συνολική ποσότητα της ενέργειας που καταναλώνεται στο σύνολο των δημοτικών κτιρίων και προέρχεται από Α.Π.Ε., παράγεται σε αυτά.

Για κάθε κατηγορία κτιρίων, η αρχική ποσότητα παραγόμενης ενέργειας από Α.Π.Ε. έχει δοθεί απευθείας από το χρήστη. Σε όποια κατηγορία κτιρίων έχει επιλεγεί το αντίστοιχο σχέδιο δράσης για την παραγωγή ενέργειας, αυτή αυξάνεται κατά το ποσοστό που προβλέπει το σχέδιο. Επομένως, σύμφωνα με την παραδοχή που αναφέρθηκε προηγουμένως, η αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας στην τελική χρήση, που προέρχεται από Α.Π.Ε. στο σύνολο των δημοτικών κτιρίων προκύπτει από τη το λόγο της συνολικής αύξησης της παραγμένης ενέργειας στα δημοτικά κτίρια προς το σύνολο της παραγωγής ενέργειας πριν την εφαρμογή του σχεδίου δράσης.

➤ **Τιμή Δείκτη**

$$\Delta 4: \text{Αύξηση Ενέργειας από Α. Π. Ε. στην τελική χρήση}_{\text{Σύνολο Κτιρίων}} = \sum_j \text{Αρχ. Παραγωγή}_{\text{Κτίρια-j}} \times \text{Σύνολο Δράσεων}_{\text{Κτίρια-i}} (\text{Παραγωγής}) \div \sum_i \text{Αρχ. Παραγωγή}_{\text{Κτίρια-i}}$$

Όπου ο δείκτης j στον αριθμητή αναφέρεται μόνο στα κτίρια που έχουν υλοποιήσει το σχέδιο δράσης για παραγωγή ενέργειας.

Κεφάλαιο 4ο: Σχεδίαση Εφαρμογής

4.1 Εισαγωγή

Η συγκεκριμένη ενότητα του εγγράφου αφιερώνεται στο να παρουσιαστούν αρχικά όλες εκείνες οι τεχνολογίες και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της εφαρμογής της παρούσας διπλωματικής. Στη συνέχεια, αναλύονται οι τύποι των χρηστών και οι περιπτώσεις χρήσης του συστήματος από αυτούς. Το τελευταίο κομμάτι του κεφαλαίου παρουσιάζει τη σχεδίαση της βάσης δεδομένων, από τη δημιουργία στην αρχή του διαγράμματος οντοτήτων-συσχετίσεων και έπειτα την πορεία από τη οποία προκύπτει το σχεσιακό σχήμα.

4.2 Τεχνολογίες και Εργαλεία Ανάπτυξης

Η αναπτυσσόμενη εφαρμογή είναι μια εφαρμογή διαδικτύου και βασίζεται σε κατάλληλες τεχνολογίες και εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως για την ανάπτυξη τους [14, 15, 16]. Επίσης, όλα τα εργαλεία και οι πλατφόρμες ανάπτυξης που χρησιμοποιήθηκαν διατίθενται ελεύθερα και παρουσιάζονται παρακάτω.

HTML

Η HTML (Hyper Text Markup Language) είναι η βασική γλώσσα σήμανσης που χρησιμοποιείται παγκοσμίως στο διαδίκτυο για το σχεδιασμό και την παρουσίαση ιστοσελίδων που βασίζονται σε υπερκείμενο. Στόχος της είναι να γραφτεί το περιεχόμενο μιας ιστοσελίδας με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι διαχειρίσιμο και να μπορεί να αναγνωστεί από τους φυλλομετρητές για να το παρουσιάσουν. Η δομή της βασίζεται σε διαφορετικά ζεύγη ετικετών, ανάμεσα στα οποίες τοποθετείται το περιεχόμενο της ιστοσελίδας και επιτρέπουν στους φυλλομετρητές να το ερμηνεύσουν κατάλληλα. Η πρώτη της έκδοση παρουσιάστηκε το 1991 και στην εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε η πέμπτη και πιο πρόσφατη έκδοση του 2014.

CSS

Η CSS (Cascading Style Sheets) είναι μια γλώσσα η οποία χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της εμφάνισης ενός εγγράφου που έχει γραφεί σε γλώσσα σήμανσης, όπως η HTML. Συνδυάζεται ευρέως με την HTML σε σελίδες διαδικτύου και ενώ η πρώτη περιγράφει το περιεχόμενο της σελίδας, η CSS είναι υπεύθυνη για τη μορφοποίηση της, όπως για παράδειγμα τα χρώματα, τη στοίχιση, τη γραμματοσειρά κλπ.

JAVASCRIPT

Προκειμένου οι ιστοσελίδες να αποκτήσουν διαδραστικότητα και αλληλεπίδραση με το χρήστη δημιουργήθηκαν γλώσσες σεναρίων, οι οποίες εκτελούνται από την πλευρά των φυλλομετρητών. Η πιο γνωστή από αυτές είναι η JavaScript και μαζί με την HTML και τη CSS αποτελούν τις τρεις βασικές γλώσσες ανάπτυξης σύγχρονων διαδικτυακών εφαρμογών. Είναι μια γλώσσα που υποστηρίζεται από όλους τους φυλλομετρητές και επιτρέπει την ανανέωση του περιεχομένου μιας ιστοσελίδας δυναμικά, δίχως να χρειάζεται να ζητηθεί εκ νέου η σελίδα από τον διακομιστή, αλλά και να ζητήσει από αυτόν πρόσθετα δεδομένα αν χρειαστεί. Έτσι, ενισχύεται η διαδραστικότητα της εφαρμογής με το χρήστη, αλλά ταυτόχρονα μειώνεται και η απαιτούμενη επικοινωνία με τον διακομιστή, μεταφέροντας ένα κομμάτι της λογικής της εφαρμογής στους φυλλομετρητές.

PHP

Η PHP (PHP Hypertext Preprocessor) είναι μια γλώσσα προγραμματισμού σεναρίων γενικού σκοπού, η οποία είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για την ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών. Εκτελείται από την πλευρά του διακομιστή και επιτρέπει την παραγωγή σελίδων με δυναμικό περιεχόμενο. Η σύνταξη της επιτρέπει να συνυπάρχει μαζί με την HTML σε ένα έγγραφο, και ο κώδικας της εκτελείται πριν την αποστολή μιας σελίδας από ένα συμβατό διακομιστή, ώστε να παραχθεί σε πραγματικό χρόνο και δυναμικά το περιεχόμενο της. Είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη και χρησιμοποιείται από πολλούς προγραμματιστές λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων της, όπως ότι η διανομή της είναι ελεύθερη, έχει αρκετά απλή σύνταξη και είναι εύκολη στη μάθηση, τοποθετείται απευθείας ανάμεσα στον HTML κώδικα, ενώ παράλληλα έχει πολύ καλή απόδοση, δίνει στον προγραμματιστή τον πλήρη έλεγχο και είναι ανεξάρτητη πλατφόρμας.

SQL

Η πιο γνωστή γλώσσα που χρησιμοποιείται σε Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ) είναι η SQL (Structured Query Language). Είναι μια πλήρης γλώσσα βάσεων δεδομένων και διαθέτει εντολές για ορισμό δεδομένων, ερωτήσεις, ενημερώσεις και γενικά είναι η τυποποιημένη γλώσσα που επιτρέπει την επικοινωνία με μια βάση δεδομένων. Επομένως, είναι ταυτόχρονα Γλώσσα Ορισμού Δεδομένων αλλά και Γλώσσα Χειρισμού Δεδομένων. Επιπλέον, περιλαμβάνει ευκολίες για τον ορισμό όψεων στη βάση δεδομένων, καθώς και για την εμφύτευση εντολών της SQL σε γενικής χρήσης γλώσσες προγραμματισμού όπως η C ή η PHP. Παραλλαγές της SQL έχουν υλοποιηθεί από τους

κατασκευαστές των περισσότερων εμπορικών ΣΔΒΔ, οι οποίες υλοποιούν όλες τις βασικές της λειτουργίες, ενώ κάθε μια προσφέρει και επιπλέον ξεχωριστές δυνατότητες και έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά. Στο πλαίσιο της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε η υλοποίηση της SQL για το ΣΔΒΔ της MySQL.

MySQL

Ένα από τα πιο δημοφιλή ΣΔΒΔ είναι η MySQL, της οποίας η υλοποίηση είναι ανοιχτού κώδικα και διατίθεται ελεύθερα. Πάρα πολλές εφαρμογές διαδικτύου τη χρησιμοποιούν, καθώς περιλαμβάνει μια αρκετά ισχυρή βάση δεδομένων, υλοποιεί όλες τις σημαντικές λειτουργίες που ορίζει η SQL, παρέχει υψηλή ασφάλεια και διαθεσιμότητα και επίσης αποτελεί βασικό συστατικό του πακέτου XAMPP που περιγράφεται παρακάτω.

XAMPP

Το XAMPP (X-Apache-MySQL-Perl-PHP) είναι ένα πακέτο προγραμμάτων ελεύθερου λογισμικού και λογισμικού ανοιχτού κώδικα, ανεξάρτητο πλατφόρμας (όπως δηλώνει το αρχικό “X” του ονόματος), το οποίο είναι ευρέως διαδεδομένο για την ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών. Το κύριο συστατικό του είναι ο διακομιστής Apache, ο οποίος εκτελείται τοπικά στον υπολογιστή του χρήστη και είναι ένας από τους πιο διαδεδομένους διακομιστές διαδικτύου, με πολύ καλές επιδόσεις και ασφάλεια. Συνοδεύεται από δύο διερμηνευτές που μπορούν να εκτελέσουν κώδικα σεναρίων PHP και Perl, για την παραγωγή διαδικτυακών σελίδων καθώς και τη βάση δεδομένων της MySQL για την αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων.

BOOTSTRAP

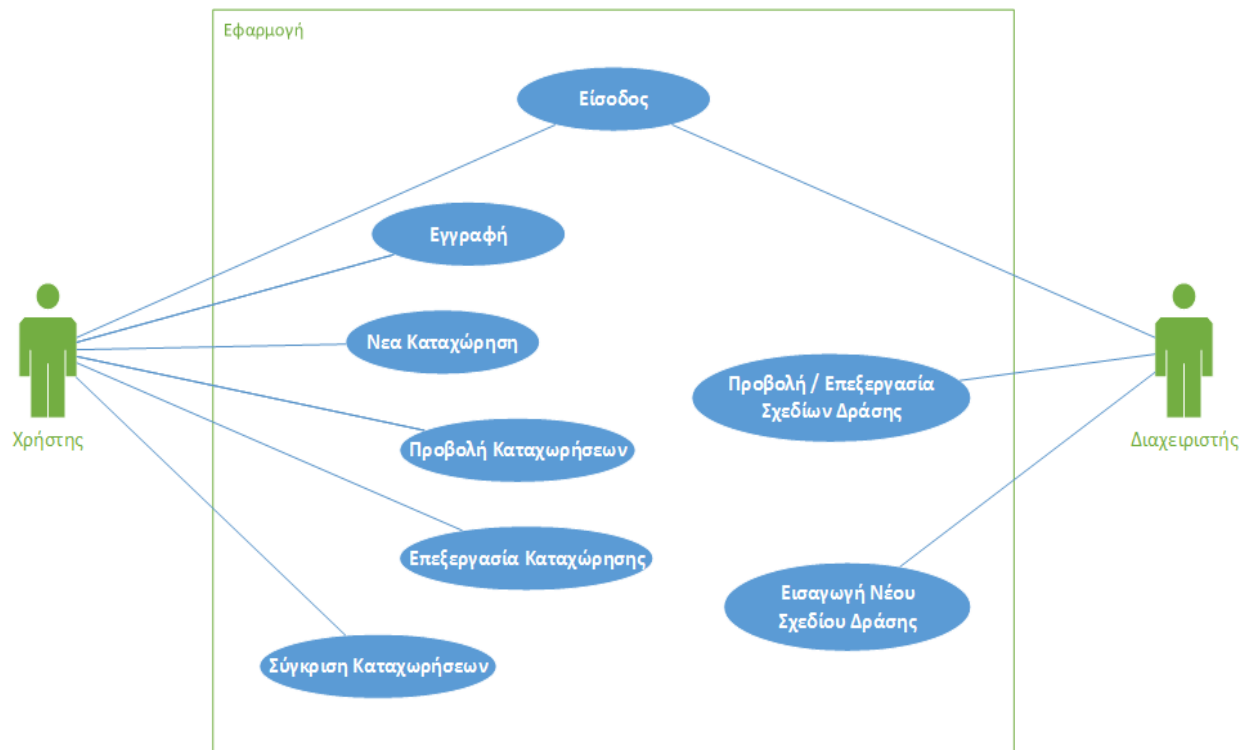
Το Bootstrap είναι η πιο δημοφιλής συλλογή εργαλείων ανοιχτού κώδικα για τη δημιουργία ιστοσελίδων και διαδικτυακών εφαρμογών, που βασίζεται στις HTML, CSS και JavaScript. Στόχος του είναι η εύκολη και αποδοτική ανάπτυξη της παρουσίασης και της εικόνας μιας διαδικτυακής εφαρμογής στο χρήστη, με κύριο μέλημα να έχει καλή απόκριση και εστιάζοντας στη χρήση φορητών συσκευών. Αναπτύχθηκε στην εταιρία Twitter, από την οποία δόθηκε ως εργαλείο ανοιχτού κώδικα το 2012.

4.3 Ρόλοι και Περιπτώσεις Χρήσης του Συστήματος

Στο πλαίσιο της εφαρμογής, παρατηρούνται μόνο δύο ρόλοι, τους οποίους μπορούν να έχουν οι χρήστες του συστήματος και καθένας από αυτούς χρησιμοποιεί το σύστημα για συγκεκριμένες περιπτώσεις.

- **Απλοί Χρήστες:** Όλοι εκείνοι οι χρήστες, οι οποίοι μπορούν, αφού έχουν εγγραφεί και εισέλθει στο σύστημα, να δημιουργήσουν μια νέα καταχώρηση, να δουν της προηγούμενες καταχωρήσεις τους, και αν το θέλουν να τις επεξεργαστούν ή να τις συγκρίνουν με άλλες καταχωρήσεις δικές τους ή άλλων χρηστών.
- **Διαχειριστές:** Οι υπεύθυνοι του συστήματος, οι οποίοι διαχειρίζονται τα υπάρχοντα σχέδια δράσης που προτείνονται και έχουν τη δυνατότητα να προσθέσουν νέα.

Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης



Εικόνα 4. 1 - Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης

4.4 Ανάπτυξη Βάσης Δεδομένων

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται όλη η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη σχεδίαση και την υλοποίηση της βάσης δεδομένων, με την οποία συνδέεται η εφαρμογή. Αρχικά, δείχνουμε πως προέκυψε το διάγραμμα οντοτήτων-συσχετίσεων που σχεδιάστηκε και στη συνέχεια η πορεία που κατέληξε στο σχεσιακό σχήμα της βάσης δεδομένων [17].

4.4.1 Διάγραμμα Οντοτήτων – Συσχετίσεων

Ακολουθούν όλες οι οντότητες και οι συσχετίσεις που αναγνωρίζονται στο σύστημα και οι οποίες απαρτίζουν το διάγραμμα οντοτήτων-συσχετίσεων.

Οντότητες

- **Χρήστης:** Κάθε χρήστης του συστήματος, ο οποίος έχει ένα μοναδικό όνομα χρήστη, έναν κωδικό, email εγγραφής και χαρακτηρίζεται ως ενεργός ή όχι.
- **Απλός Χρήστης:** Κάθε χρήστης που μπορεί να κάνει εγγραφή και να εισέλθει στο σύστημα και στη συνέχεια να δημιουργήσει μια νέα καταχώρηση, να προσπελάσει όλες τις παλιές του καταχωρήσεις και αν θέλει να τις επεξεργαστεί ή να τις συγκρίνει με άλλες.
- **Διαχειριστής:** Ένας από τους χρήστες, ο οποίος δεν μπορεί να πραγματοποιήσει νέες καταχωρήσεις, αλλά είναι υπεύθυνος να διαχειρίζεται τα σχέδια δράσης, να προσθέτει νέα και να έχει την εποπτεία του συστήματος.
- **Καταχώρηση:** Η καταχώρηση για μια πόλη στο πλαίσιο της εφαρμογής, με το όνομα της, τη χώρα που ανήκει και για ένα συγκεκριμένο έτος. Ακόμα, μπορεί να διακριθεί σε δημόσια ή ιδιωτική ανάλογα με το ποιος μπορεί να δει τα αποτελέσματα της.
- **Σχέδιο Δράσης:** Κάθε δράση που προτείνεται από το σύστημα και έχει ως στόχο τη βελτίωση ενός ενεργειακού τομέα των δημοτικών κτιρίων. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες σχεδίων δράσεων, αυτά για μείωση της κατανάλωσης (για θέρμανση, κλιματισμό ή άλλο), για αύξηση τη παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και αυτά για μείωση του κόστους αγοράς ενέργειας.

- **Μικτή Επιφάνεια Δαπέδου:** Η τιμή της μικτής επιφάνειας δαπέδου μιας καταχώρησης για καθεμία από τις κατηγορίες κτιρίων (διοίκησης, υγείας, εκπαίδευσης, ψυχαγωγίας, αθλητικές εγκαταστάσεις και άλλα).
- **Παραγωγή Ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές:** Η τιμή της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μιας καταχώρησης για καθεμία από της προηγούμενες ομάδες κτιρίων.
- **Αποτελέσματα Πόλης:** Οι τέσσερις δείκτες που υπολογίζονται για κάθε καταχώρηση μέσα από το σύστημα και αφορούν τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, του κόστους αγοράς ενέργειας και την αύξηση της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.
- **Στόχοι Πόλης:** Οι στόχοι που έχει θέσει ο χρήστης για τους τέσσερις δείκτες αξιολόγησης των δημοτικών κτιρίων σε μια καταχώρηση.
- **Αποτελέσματα Κτιρίων:** Τα αποτελέσματα κάθε καταχώρησης, για κάθε κατηγορία κτιρίων ξεχωριστά, τα οποία διακρίνονται σε αποτελέσματα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας, των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και του κόστους αγοράς ενέργειας. Για κάθε ένα από τα παραπάνω, υπολογίζονται οι αρχικές τιμές, η μείωση λόγω της εφαρμογής των σχεδίων και η επί της εκατό μείωση για κάθε σκοπό (θέρμανση, ψύξη, άλλο).
- **Πηγές Ενέργειας:** Η επί της εκατό χρήση κάθε πηγής ενέργειας (ηλεκτρισμός, φυσικό αέριο, πετρέλαιο, βιομάζα, άλλο) για κάθε κατηγορία κτιρίων ξεχωριστά και για κάθε σκοπό που σχετίζεται με μια καταχώρηση.
- **Τιμές:** Οι τιμές αγοράς της μιας kWh σε μια καταχώρηση, για κάθε πηγή ενέργειας από τις παραπάνω.
- **Συντελεστές Εκπομπών:** Οι συντελεστές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε μια καταχώρηση, για κάθε πηγή ενέργειας από τις παραπάνω.

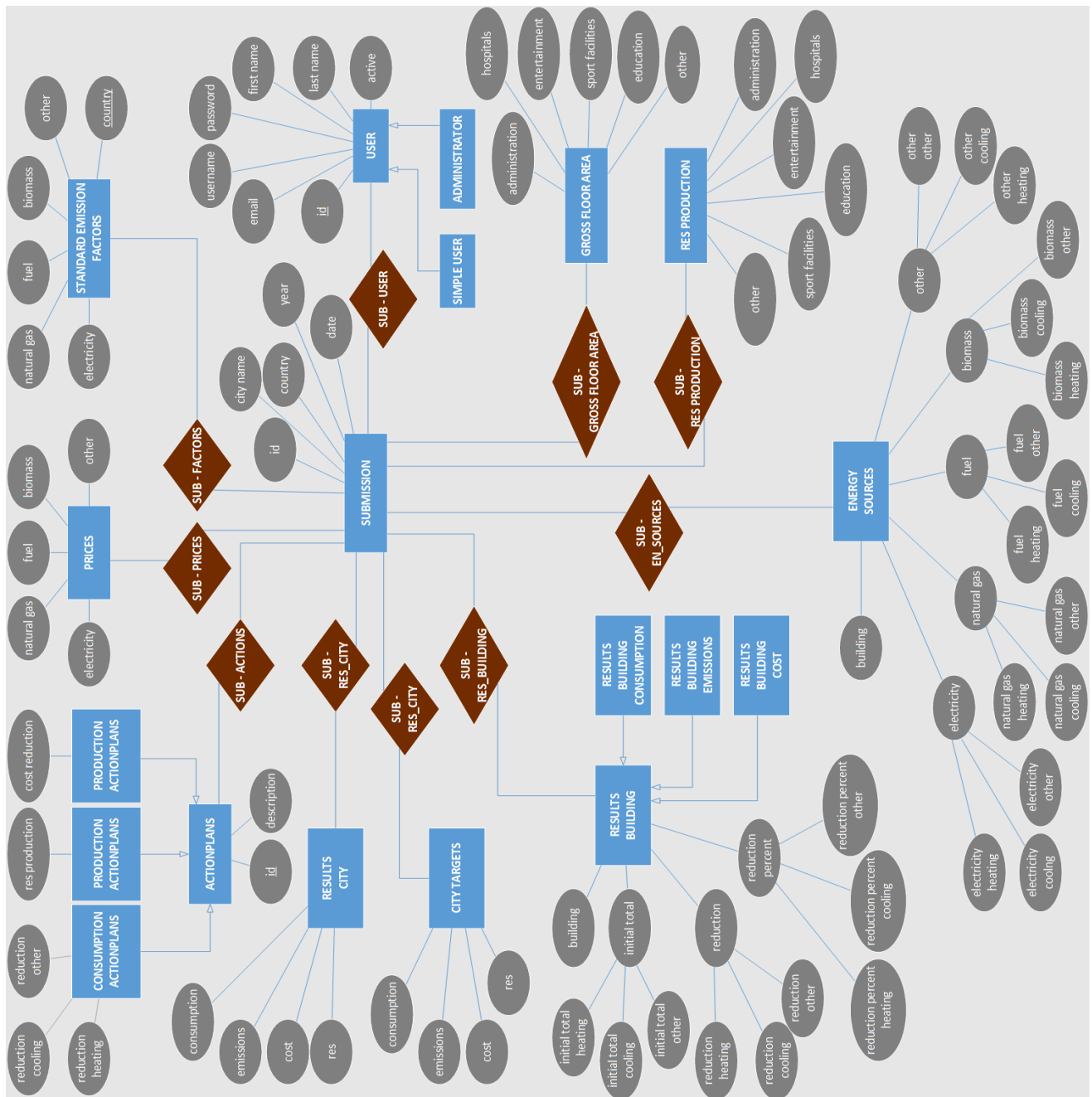
Συσχετίσεις

- **Καταχώρηση-Χρήστης(N:1):** Η συσχέτιση μεταξύ ενός χρήστη και των καταχωρήσεων που πραγματοποιεί. Είναι της μορφής N:1, γιατί ένας χρήστης μπορεί να πραγματοποιήσει πολλές καταχωρήσεις, αλλά μια καταχώρηση έχει μόνο ένα χρήστη που τη δημιούργησε.

- **Καταχώρηση-Μικτή Επιφάνεια Δαπέδου(1:1):** Η συσχέτιση μεταξύ μιας καταχώρησης και των αντίστοιχων τιμών της μικτής επιφάνειας δαπέδου, για κάθε κατηγορία κτιρίων. Είναι της μορφής 1:1 καθώς μια καταχώρηση σχετίζεται με μια μόνο σειρά τιμών της μικτής επιφάνειας δαπέδου και το αντίστροφο.
- **Καταχώρηση-Παραγωγή(1:1):** Η συσχέτιση μεταξύ μιας καταχώρησης και των αντίστοιχων τιμών της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Επίσης της μορφής 1:1, καθώς μια καταχώρηση σχετίζεται με μια μόνο σειρά τιμών παραγωγής ενέργειας και το αντίστροφο.
- **Καταχώρηση-Πηγές Ενέργειας(1:N):** Η συσχέτιση μεταξύ μιας καταχώρησης και των αντίστοιχων τιμών της χρήσης της κάθε πηγής ενέργειας για κάθε κατηγορία κτιρίων. Είναι της μορφής 1:N, γιατί οι τιμές μιας καταχώρησης σχετίζονται με τόσες τιμές χρήσης πηγών ενέργειας, όσες και οι κατηγορίες κτιρίων, ενώ οι τελευταίες αφορούν όλες την ίδια καταχώρηση.
- **Καταχώρηση-Αποτελέσματα Πόλης(1:1):** Η συσχέτιση μεταξύ μιας καταχώρησης και των αποτελεσμάτων που υπολογίζονται στο σύνολο των δημοτικών κτιρίων. Η συσχέτιση είναι 1:1, γιατί μια καταχώρηση έχει μόνο μια σειρά από αποτελέσματα σε επίπεδο πόλη και το αντίστροφο.
- **Καταχώρηση-Στόχοι Πόλης(1:1):** Η συσχέτιση μεταξύ μιας καταχώρησης και των στόχων που έχει ορίσει ο χρήστης στο σύνολο των δημοτικών κτιρίων. Η συσχέτιση είναι 1:1, γιατί μια καταχώρηση έχει μόνο μια σειρά από στόχους και το αντίστροφο.
- **Καταχώρηση-Αποτελέσματα Κτιρίων(1:N):** Η συσχέτιση μεταξύ μιας καταχώρησης και των αποτελεσμάτων που υπολογίζονται σε επίπεδο κατηγορίας κτιρίων. Είναι της μορφής 1:N, γιατί οι τιμές μιας καταχώρησης σχετίζονται με τόσες τιμές αποτελεσμάτων κτιρίων, όσες και οι κατηγορίες κτιρίων, ενώ οι τελευταίες αφορούν όλες την ίδια καταχώρηση.
- **Καταχώρηση-Σχέδια Δράσης(N:N):** Η συσχέτιση μεταξύ μιας καταχώρησης και των σχεδίων δράσεων που έχουν επιλεγεί. Είναι μια συσχέτιση της μορφής N:N, καθώς μια καταχώρηση μπορεί να υλοποιεί πολλά σχέδια δράσης, όπως αντίστοιχα και ένα σχέδιο δράσης είναι δυνατόν να επιλεγεί σε πολλές καταχωρήσεις πόλεων.
- **Καταχώρηση-Τιμές(1:1):** Η συσχέτιση μεταξύ μιας καταχώρησης και των τιμών αγοράς ενέργειας. Είναι της μορφής 1:1, καθώς οι τιμές αγοράς για κάθε καταχώρηση είναι μοναδικές.
- **Καταχώρηση-Συντελεστές Εκπομπών(N:1):** Η συσχέτιση μεταξύ μιας καταχώρησης και των συντελεστών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Είναι της μορφής N:1, γιατί μια καταχώρηση έχει

μόνο μια σειρά συντελεστών, αλλά επίσης, όλες οι καταχωρήσεις της ίδιας χώρας έχουν κοινούς συντελεστές εκπομπών.

Διάγραμμα Οντοτήτων-Συσχετίσεων



Εικόνα 4. 2 - Διάγραμμα Οντοτήτων-Συσχετίσεων

4.4.2 Σχεσιακό Σχήμα

Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει το σχεσιακό σχήμα της βάσης δεδομένων που χρησιμοποιείται στην εφαρμογή και οι πίνακες του περιγράφονται παρακάτω.

Από την οντότητα **Χρήστης**, μαζί με τις οντότητες **Απλός Χρήστης** και **Διαχειριστής**, οι οποίες λόγω της σχέσης γενίκευσης, μπορούν να συγχωνευθούν στον ίδιο πίνακα ως επιπλέον πεδίο με το όνομα "Type".

Πίνακας 4. 1 – Χρήστες

USER	
ID	Int
Username	Varchar
Password	Varchar
Email	Varchar
Active	Boolean
First Name	Varchar
Last Name	Varchar
Type	Varchar

Από την οντότητα **Καταχώρηση** μαζί με τη συσχέτιση **Καταχώρηση-Χρήστης**, η οποία είναι N:1 και έτσι μπορεί να αναπαρασταθεί ως ένα επιπλέον πεδίο στον πίνακα της καταχώρησης που έχει για τιμή το κλειδί του αντίστοιχου χρήστη από τον πίνακα "User".

Πίνακας 4. 2 – Καταχωρήσεις

SUBMISSION	
ID	Int
User_ID	Int
City Name	Varchar
Country	Varchar
Year	Int
Date	Date

Από την οντότητα **Σχέδιο Δράσης** μαζί με τις υποκατηγορίες της (Κατανάλωσης, Παραγωγής, Κόστους), οι οποίες διακρίνονται με το πεδίο “Type”.

Πίνακας 4. 3- Σχέδια Δράσης

ACTIONPLANS	
ID	Int
Description	Varchar
Type	Varchar
Reduction Heating	Int
Reduction Cooling	Int
Reduction Other	Int
RES Production	Int
Cost Reduction	Int

Από τη συσχέτιση **Καταχώρηση-Σχέδια Δράσης**, επειδή είναι της μορφής N:N, δημιουργείται ένας νέος πίνακας με πεδία τα κλειδιά των πινάκων “Submission” και “ActionPlans”

Πίνακας 4. 3 - Καταχώρηση / Σχέδια Δράσης

SUBMISSION_ACTIONS	
<u>Submission ID</u>	Int
<u>Action ID</u>	Int

Από την οντότητα **Πηγές Ενέργειας** μαζί με τη συσχέτιση **Καταχώρηση-Πηγές Ενέργειας**, οι οποία επειδή είναι 1:N, δημιουργείται ένα επιπλέον πεδίο στον πίνακα των πηγών ενέργειας που παίρνει για τιμή το κλειδί της αντίστοιχης καταχώρησης από τον πίνακα “Submission”.

Πίνακας 4. 4 - Καταχώρηση/Πηγές Ενέργειας

SUBMISSION_SOURCES	
<u>Submission ID</u>	Int
<u>Building</u>	Varchar
Type	Varchar
Electricity Heating	Float
Electricity Cooling	Float

Electricity Other	Float
Natural Gas Heating	Float
Natural Gas Cooling	Float
Natural Gas Other	Float
Fuel Heating	Float
Fuel Cooling	Float
Fuel Other	Float
Biomass Heating	Float
Biomass Cooling	Float
Biomass Other	Float
Other Heating	Float
Other Cooling	Float
Other Other	Float

Από την οντότητα **Αποτελέσματα Πόλης** μαζί με τη συσχέτιση **Καταχώρηση-Αποτελέσματα Πόλης**, που ως 1:1 μπορεί να συγχωνευτεί ως πεδίο στον πίνακα των αποτελεσμάτων της πόλης με τιμή το κλειδί της αντίστοιχης καταχώρησης.

Πίνακας 4. 5 - Αποτελέσματα Πόλης

RESULTS_CITY	
<u>Submission_ID</u>	Int
Consumption	Float
Emissions	Float
RES	Float
Cost	Float

Από την οντότητα **Αποτελέσματα Κτιρίων** μαζί με τη συσχέτιση **Καταχώρηση-Αποτελέσματα Κτιρίων**, σχηματίζεται για κάθε υποκατηγορία διαφορετικός πίνακας

Πίνακας 4. 6 - Αποτελέσματα Κατανάλωσης

RESULTS_BUILDING_CONSUMPTION	
<u>Submission_ID</u>	Int
<u>Building</u>	Varchar
Initial Total Heating	Float
Initial Total Cooling	Float
Initial Total Other	Float
Reduction Heating	Float
Reduction Cooling	Float
Reduction Other	Float
Reduction Percent Heating	Float
Reduction Percent Cooling	Float
Reduction Percent Other	Float

Πίνακας 4. 7 - Αποτελέσματα Εκπομπών

RESULTS_BUILDING_EMISSIONS	
<u>Submission_ID</u>	Int
<u>Building</u>	Varchar
Initial Total Heating	Float
Initial Total Cooling	Float
Initial Total Other	Float
Reduction Heating	Float
Reduction Cooling	Float
Reduction Other	Float
Reduction Percent Heating	Float
Reduction Percent Cooling	Float
Reduction Percent Other	Float

Πίνακας 4. 8 - Αποτελέσματα Κόστους

RESULTS_BUILDING_COST	
<u>Submission_ID</u>	Int
<u>Building</u>	Varchar
Initial Total Heating	Float
Initial Total Cooling	Float
Initial Total Other	Float
Reduction Heating	Float
Reduction Cooling	Float
Reduction Other	Float
Reduction Percent Heating	Float
Reduction Percent Cooling	Float
Reduction Percent Other	Float

Από την οντότητα **Μικτή Επιφάνεια Δαπέδου** μαζί με τη συσχέτιση **Καταχώρηση-Μικτή Επιφάνεια Δαπέδου**, η οποία είναι 1:1, οπότε μπορεί να συγχωνευτεί στον πίνακα ως ένα πεδίο που αναφέρεται στο κλειδί της αντίστοιχης καταχώρησης.

Πίνακας 4. 9 - Μικτή Επιφάνεια Δαπέδου

SUBMISSION_GROSS_FLOOR_AREA	
<u>Submission_ID</u>	Int
Administration	Int
Hospitals	Int
Education	Int
Sport	Int
Entertainment	Int
Other	Int

Από την οντότητα **Παραγωγή Ενέργειας από αν/μες πηγές** μαζί με τη συσχέτιση **Καταχώρηση-Παραγωγή**, που επίσης είναι 1:1 και γ' αυτή δημιουργείται ένα πεδίο στον πίνακα που αναφέρεται στο κλειδί της αντίστοιχης καταχώρησης.

Πίνακας 4. 10 - Παραγωγή Ενέργειας

SUBMISSION_RES_PRODUCTION	
<u>Submission ID</u>	Int
Administration	Int
Hospitals	Int
Education	Int
Sport	Int
Entertainment	Int
Other	Int

Από την οντότητα **Τιμές** μαζί με τη συσχέτιση **Καταχώρηση-Τιμές**, επίσης 1:1 και δημιουργείται ένα πεδίο στον πίνακα, που αναφέρεται στην αντίστοιχη καταχώρηση με το κλειδί της.

Πίνακας 4. 11 - Τιμές Αγοράς Ενέργειας

PRICES	
<u>Submission ID</u>	Int
Electricity	Float
Natural Gas	Float
Fuel	Float
Biomass	Float
Other	Float

Από την οντότητα **Συντελεστές Εκπομπών** μαζί με τη συσχέτιση **Καταχώρηση- Συντελεστές Εκπομπών**, η οποία είναι της μορφής N:1 και αναπαρίσταται με το πεδίο της χώρας στον πίνακα της καταχώρησης, το οποίο αναφέρεται στο αντίστοιχο πεδίο του πίνακα των εκπομπών, που αποτελεί και το κλειδί του.

Πίνακας 4. 12 - Εκπομπές Διοξειδίου Άνθρακα

STANDARD_EMISSION_FACTORS	
Country	Varchar
Electricity	Float
Natural Gas	Float
Fuel	Float
Biomass	Float
Other	Float

Από την οντότητα **Στόχοι Πόλης** μαζί με τη συσχέτιση **Καταχώρηση-Στόχοι Πόλης**, που ως 1:1 μπορεί να συγχωνευτεί ως πεδίο στον πίνακα των στόχων της πόλης με τιμή το κλειδί της αντίστοιχης καταχώρησης.

Πίνακας 4. 13 - Αποτελέσματα Πόλης

SUBMISSION_TARGETS	
Submission_ID	Int
Consumption	Float
Emissions	Float
RES	Float
Cost	Float

Κεφάλαιο 5ο: Παρουσίαση Εφαρμογής

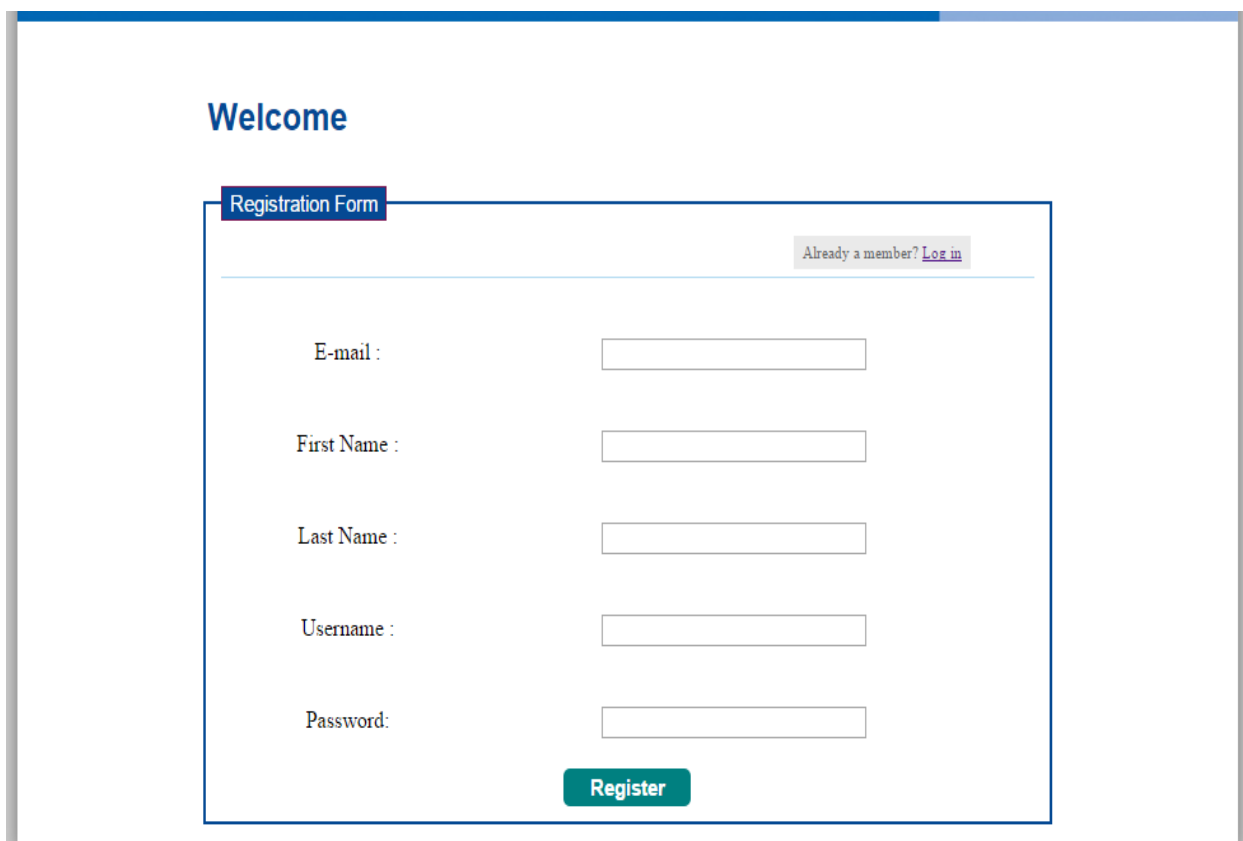
5.1 Εισαγωγή

Στην ενότητα που ακολουθεί γίνεται η λεπτομερής παρουσίαση της λειτουργίας και της χρήσης της εφαρμογής μέσα από τις βασικές της οθόνες.

5.2 Εγγραφή και Είσοδος

Αρχικά, για να μπορέσει να χρησιμοποιήσει ένας χρήστης την εφαρμογή, θα πρέπει πρώτα να έχει εγγραφεί και στη συνέχεια να εισέλθει με τα κατάλληλα διαπιστευτήρια του. Πιο αναλυτικά αυτές οι διαδικασίες παρουσιάζονται παρακάτω.

5.2.1 Εγγραφή Νέου Χρήστη




The screenshot displays a web interface for user registration. At the top left, the word "Welcome" is written in blue. Below it, a "Registration Form" is enclosed in a blue-bordered box. In the top right corner of the form, there is a link that says "Already a member? [Log in](#)". The form contains five input fields, each with a label to its left: "E-mail :", "First Name :", "Last Name :", "Username :", and "Password:". At the bottom center of the form, there is a green button with the text "Register".

Εικόνα 5. 1 – Εγγραφή νέου χρήστη

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η εγγραφή ενός νέου χρήστη στο σύστημα, θα πρέπει να συμπληρώσει όλα τα στοιχεία που ζητούνται στην φόρμα εγγραφής, δηλαδή τη διεύθυνση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του, το όνομα με το επώνυμο του, να διαλέξει ένα μοναδικό όνομα χρήστη και τέλος να εισάγει τον προσωπικό του κωδικό. Στη συνέχεια, πατώντας το κουμπί “Register”, αρχίζει η διαδικασία εγγραφής και ενημερώνεται για το αποτέλεσμα της. Αν είναι ήδη εγγεγραμμένος, τότε πατώντας στο σύνδεσμο “Log In” στο πάνω μέρος της εικόνας, μεταφέρεται στη σελίδα εισόδου.


Αν κατά τη διάρκεια της εγγραφής προκύψει κάποιο πρόβλημα σε σχέση με τα στοιχεία του χρήστη (για παράδειγμα το email που εισήγαγε ανήκει σε άλλο χρήστη), τότε η εγγραφή αποτυγχάνει και εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα.



That email address has already been registered.

Εικόνα 5. 2 – Μήνυμα αποτυχημένης εγγραφής

Αλλιώς, εμφανίζεται μήνυμα επιβεβαίωσης και καλεί το χρήστη να πραγματοποιήσει είσοδο στο σύστημα, κατευθύνοντας στη σελίδα εισόδου.

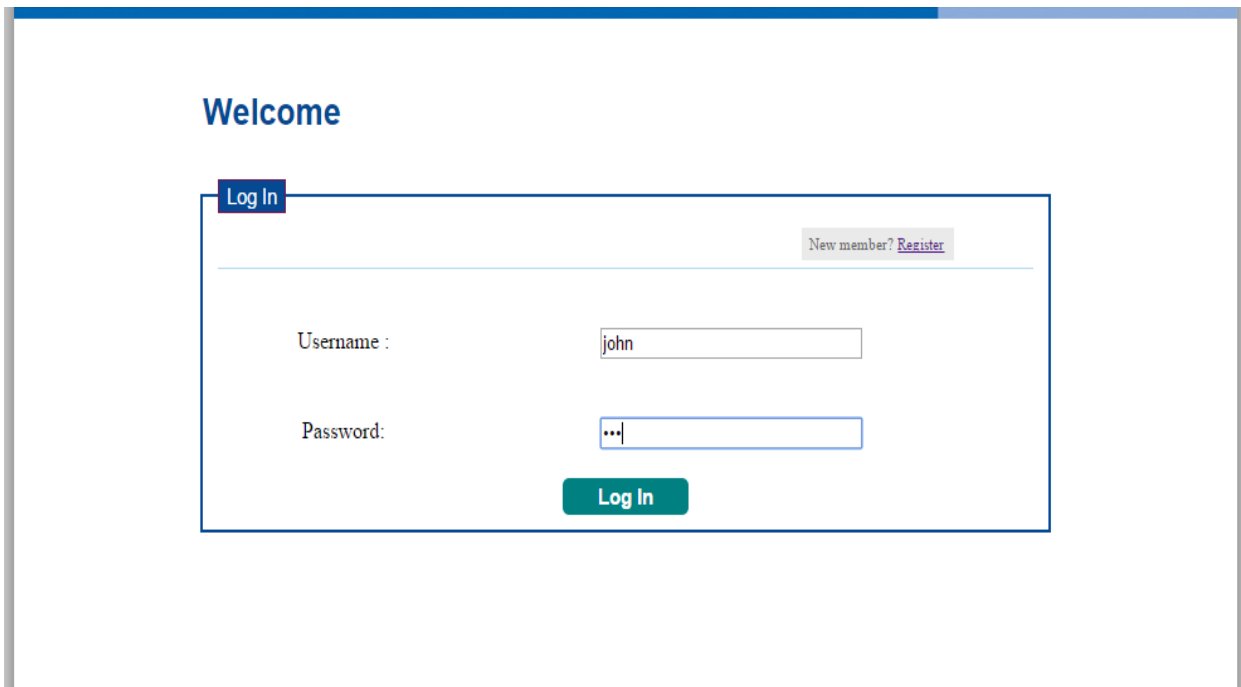


Thank you for registering! [Click to login!](#)

Εικόνα 5. 3 – Μήνυμα επιτυχημένης εγγραφής

5.2.2 Είσοδος Χρήστη

Ένας εγγεγραμμένος χρήστης του συστήματος μπορεί να εισέλθει σε αυτό καταχωρώντας στην παραπάνω φόρμα εισόδου το όνομα χρήστη και τον κωδικό του και στη συνέχεια πατώντας το κουμπί “Log In”. Αν δεν έχει πραγματοποιήσει εγγραφή, τότε μπορεί να μεταφερθεί στη σελίδα εγγραφής πατώντας στο σύνδεσμο “Register”, στο πάνω δεξιά μέρος της οθόνης.



The image shows a web interface for user login. At the top, there is a blue header with the word "Welcome" in white. Below the header, there is a white box containing the login form. In the top left corner of this box is a blue "Log In" button. In the top right corner is a link that says "New member? Register". The form has two input fields: "Username:" with the text "john" and "Password:" with three dots. Below the password field is a green "Log In" button.

Εικόνα 5. 4 – Είσοδος χρήστη

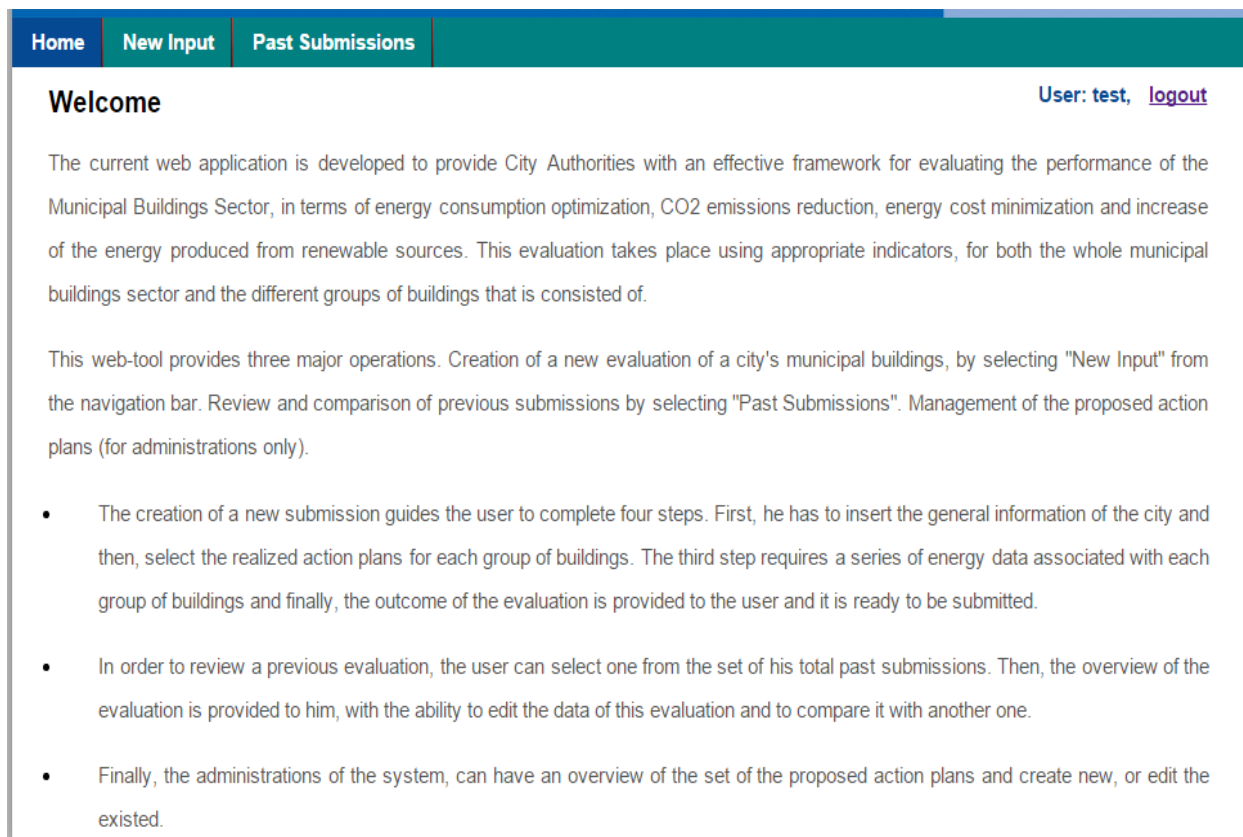
Αν τα στοιχεία που έχει εισάγει δεν ταιριάζουν με κάποιο χρήστη της βάσης δεδομένων ή για κάποιο λόγο ο χρήστης έχει καταστεί ανενεργός, τότε η είσοδος αποτυγχάνει και εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα.

Username and password do not match or your account is inactive!

Εικόνα 5. 5 – Μήνυμα αποτυχημένης εισόδου

Αν τα στοιχεία είναι σωστά και αντιστοιχούν σε ενεργό χρήστη, τότε πραγματοποιείται η είσοδος και η ανακατεύθυνση στην εισαγωγική σελίδα.

5.3 Εισαγωγική Σελίδα και Μενού



Εικόνα 5. 6 – Εισαγωγική σελίδα εφαρμογής

Έπειτα από την επιτυχημένη είσοδο ενός χρήστη στο σύστημα, κατευθύνεται στην εισαγωγική σελίδα της εφαρμογής, η οποία περιέχει ένα εισαγωγικό κείμενο για τη λειτουργία και το σκοπό της.

Εδώ φαίνεται και το κύριο μενού, το οποίο υπάρχει και σε όλες τις επόμενες σελίδες που θα παρουσιαστούν. Αποτελείται από τρεις επιλογές, το “Home”, το οποίο επιστρέφει στην εισαγωγική σελίδα, το “New Input” που πατώντας το ξεκινάει τη διαδικασία μιας νέας καταχώρησης πόλης προς αξιολόγηση και το “Past Submissions”, το οποίο πηγαίνει στη σελίδα με τις προηγούμενες καταχωρήσεις του χρήστη.



Εικόνα 5. 7 – Μπάρα πλοήγησης

Ακόμα, στο πάνω δεξιά κομμάτι της οθόνης αναγράφεται πάντα το όνομα του χρήστη που έχει εισέλθει και έχει την επιλογή πατώντας “Logout” να αποσυνδεθεί.

5.4 Δημιουργία Νέας Καταχώρησης Πόλης

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται όλες οι οθόνες και οι λειτουργίες τους, οι οποίες οδηγούν στη δημιουργία μιας νέας καταχώρησης και ενεργειακής αξιολόγησης των δημοτικών κτιρίων μιας πόλης. Οι βασικές οθόνες αυτής της ενότητας είναι:

- Η εισαγωγή των γενικών πληροφοριών της πόλης
- Η επιλογή των κατάλληλων σχεδίων δράσης για κάθε κατηγορία κτιρίων
- Η εισαγωγή των δεδομένων κατανάλωσης ενέργειας, επίσης για κάθε κατηγορία κτιρίων
- Η επισκόπηση των αποτελεσμάτων και των παραγόμενων δεικτών της καταχώρησης, πριν την υποβολή της.

Κατά τη διαδικασία της δημιουργίας της νέας καταχώρησης εμφανίζεται στο πάνω μέρος της οθόνης ένας οδηγός καταχώρησης που εμφανίζει τα βήματα που θα ακολουθηθούν για να ολοκληρωθεί, καθώς και σε ποιο από αυτά βρισκόμαστε χρωματίζοντας το.

1. General Info 2. Action Plans 3. Energy Data 4. Overview

Εικόνα 5. 8 – Οδηγός πορείας καταχώρησης

5.4.1 Καταχώρηση Γενικών Πληροφοριών

Home
New Insert
Past Submissions
User: test, [logout](#)

[1. General Info](#)
[2. Action Plans](#)
[3. Energy Data](#)
[4. Overview](#)

City's Info

City's Name	<input type="text" value="Athens"/>
Country	<input style="border: none; border-bottom: 1px solid #ccc; background-color: #eee; width: 100%;" type="text" value="Greece"/>
Data Input Year	<input style="border: none; border-bottom: 1px solid #ccc; background-color: #eee; width: 100%;" type="text" value="2015"/>
Make my submission:	<input style="border: none; border-bottom: 1px solid #ccc; background-color: #eee; width: 100%;" type="text" value="Public"/>

City's Targets

Consumption Reduction(%)	<input type="text" value="13"/>
Emissions Reduction(%)	<input type="text" value="8"/>
Cost Reduction(%)	<input type="text" value="10"/>
Res Production(%)	<input type="text" value="10"/>

Energy Prices

Energy Source	Price (€ / kWh)
electricity	<input type="text" value="1.03"/>
fuel	<input type="text" value="1.32"/>
naturalGas	<input type="text" value="0.78"/>
biomass	<input type="text" value="1.5"/>
other	<input type="text" value="1.8"/>

Edit
Default

Standard Emission Factors

Energy Source	Factor (tn CO ₂ / kWh)
electricity	<input type="text" value="1"/>
fuel	<input type="text" value="3"/>
naturalGas	<input type="text" value="2"/>
biomass	<input type="text" value="4"/>
other	<input type="text" value="5"/>

Cancel
Next

Εικόνα 5. 9 – Καταχώρηση γενικών πληροφοριών

Στο πρώτο βήμα μιας νέας καταχώρησης ο χρήστης καλείται να εισάγει αρχικά το όνομα της πόλης στην οποία ανήκουν τα δημοτικά κτίρια, να διαλέξει τη χώρα που ανήκει μέσα από μια λίστα των ευρωπαϊκών χωρών και τη χρονιά για την οποία θέλει να γίνει η αξιολόγηση. Επίσης, διαλέγει αν η καταχώρηση του θα είναι ιδιωτική ή ελεύθερη, ώστε να μπορεί κάποιος άλλος χρήστης να τη συγκρίνει με μια δική του.

Στη συνέχεια, ο χρήστης καθορίζει τους στόχους που επιδιώκει να πετύχει για κάθε έναν από τους τέσσερις δείκτες αξιολόγησης, δηλαδή τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, τη μείωση του κόστους αγοράς και την αύξηση της παραγωγής ενέργειας προερχόμενη από ανανεώσιμες πηγές. Οι τιμές αυτές εκφράζονται επί τοις εκατό και έτσι θα πρέπει οι τιμές που εισάγει ο χρήστης να βρίσκονται στο διάστημα 0 – 100. Αν αυτό δε συμβαίνει, τότε εμφανίζεται μήνυμα λάθους και δεν επιτρέπεται να προχωρήσει η καταχώρηση στο επόμενο βήμα, αν δε δοθούν αποδεκτές τιμές.

Επόμενα πεδία είναι οι τιμές αγοράς της κάθε kWh για καθεμία από τις πηγές ενέργειας που έχουμε αναφέρει, δηλαδή ηλεκτρισμός, πετρέλαιο, φυσικό αέριο, βιομάζα ή άλλη. Κάθε πεδίο αρχικά είναι συμπληρωμένο με κάποιες προκαθορισμένες τιμές. Κάθε φορά που ο χρήστης αλλάζει το όνομα της πόλης, αν υπάρχουν προηγούμενες καταχωρήσεις του χρήστη για τη συγκεκριμένη πόλη, τότε ανακαλούνται οι τιμές αγοράς της πιο πρόσφατης καταχώρησης, αλλιώς παραμένουν οι προκαθορισμένες. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εισάγει νέες δικές του τιμές πατώντας το κουμπί “Edit” και να τις αποθηκεύσει ξαναπατώντας το ίδιο κουμπί, το οποίο τώρα αναγράφει “Save”. Για να κρατηθούν οι τιμές αυτές, πρέπει απαραίτητα να αποθηκευτούν. Ανά πάσα στιγμή πατώντας το κουμπί “Default” επιστρέφουν οι προκαθορισμένες τιμές.

Στο κάτω μέρος της σελίδας αναγράφονται οι συντελεστές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για καθεμία πηγή ενέργειας. Αυτά τα πεδία δεν μπορούν να αλλάξουν απευθείας από το χρήστη, άλλα κάθε φορά που επιλέγεται η χώρα της καταχώρησης ενημερώνονται με τους συντελεστές που αντιστοιχούν στην επιλεγμένη χώρα και είναι από πριν καθορισμένοι.

Όλα τα παραπάνω πεδία είναι υποχρεωτικά και δεν μπορεί η καταχώρηση να προχωρήσει στο επόμενο βήμα, αν δεν είναι συμπληρωμένα. Ο χρήστης μπορεί να προχωρήσει πατώντας το κουμπί “Next” ή να ακυρώσει την διαδικασία της καταχώρησης αν πατήσει το κουμπί “Cancel”.

5.4.2 Επιλογή Σχεδίων Δράσης

Home New Input Past Submissions

User: test, [logout](#)

1. General Info **2. Action Plans** 3. Energy Data 4. Overview

[Administration](#) Education Hospitals Sport Facilities Entertainment Other

Reduction of the Energy Consumption

Action	Heating	Cooling	Other
Scheduling and management of the occupancy	20%	15%	10%
Set-point management through thermal comfort validation	10%	10%	8%
Scheduling the set point temperature according to adaptive comfort concept	5%	5%	5%
Optimum start/stop of the heating/cooling system	8%	7%	9%
Free cooling	2%	5%	2%

Increase of RES Production

Action	
PV maintenance	15%

Cost Reduction due to Price Optimization

Action	
Scheduling of the sale/consumption of the electricity produced through the PV system	10%

Back Next Cancel

Εικόνα 5. 10 – Επιλογή σχεδίων δράσης

Το δεύτερο βήμα μιας καταχώρησης είναι η επιλογή των σχεδίων δράσης που θα υλοποιηθούν. Για κάθε μια από τις κατηγορίες κτιρίων επιλέγονται και διαφορετικά σχέδια. Ο χρήστης κάνοντας πατώντας στην κάθε γραμμή μπορεί να επιλέξει ή να καταργήσει ένα σχέδιο δράσης, τα οποία όπως έχουμε αναφέρει χωρίζονται σε σχέδια μείωσης της κατανάλωσης, μείωσης του κόστους και αύξησης της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Στη σελίδα αυτή φαίνεται και ένας επιπλέον οδηγός, κάτω από τον οδηγό εισαγωγής, ο οποίος δείχνει για ποια κατηγορία κτιρίων γίνεται η επιλογή των σχεδίων δράσης

[Administration](#) [Education](#) [Hospitals](#) [Sport Facilities](#) [Entertainment](#) [Other](#)

Εικόνα 5. 11 – Οδηγός κατηγοριών κτιρίων

Στο κάτω μέρος της σελίδας, αν πατηθεί το κουμπί “Next” οδηγούμαστε στην επιλογή σχεδίων δράσης για την επόμενη κατηγορία κτιρίων, αν υπάρχει, αλλιώς στη σελίδα εισαγωγής των ενεργειακών δεδομένων. Αν πατηθεί το κουμπί “Back” πηγαίνουμε στην προηγούμενη κατηγορία, ή στη σελίδα εισαγωγής των γενικών πληροφοριών που περιγράψαμε στην προηγούμενη ενότητα.

5.4.3 Εισαγωγή Ενεργειακών Δεδομένων

	Heating	Cooling	Other	Total
Total Building's Energy Consumption (kWh)	1300	1000	800	3100
Gross Floor Area (m2)				13000

Εικόνα 5. 12 – Εισαγωγή δεδομένων κατανάλωσης και μικτής επιφάνειας δαπέδου

Το τρίτο βήμα της καταχώρησης είναι η εισαγωγή των ενεργειακών δεδομένων των δημοτικών κτιρίων της πόλης. Τα δεδομένα αυτά, όπως και τα σχέδια δράσης της προηγούμενης ενότητας είναι ξεχωριστά για καθεμία κατηγορία κτιρίων. Έτσι, εμφανίζεται ξανά κάτω από τον οδηγό εισαγωγής, ο οδηγός των κατηγοριών κτιρίων και δείχνει ποια κατηγορία αφορούν τα δεδομένα που εισάγονται εκείνη τη στιγμή στη σελίδα.

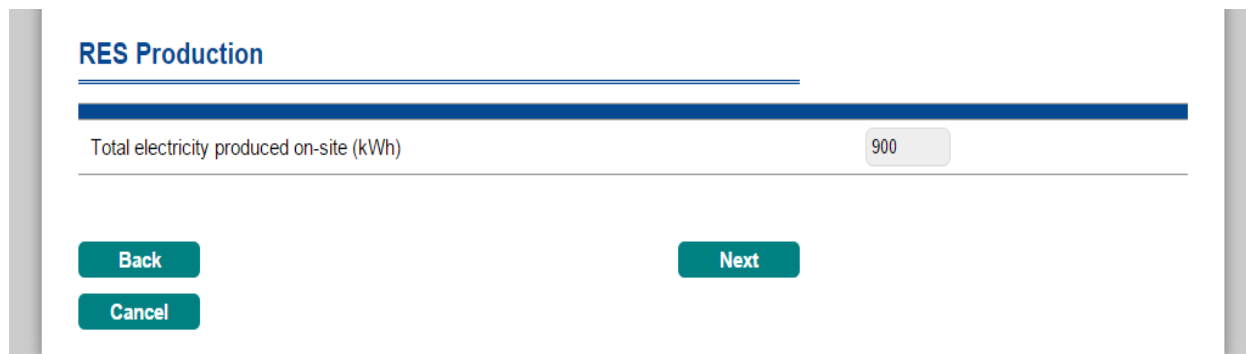
Αρχικά, ο χρήστης καλείται να καταχωρήσει την κατανάλωση ενέργειας σε kWh της συγκεκριμένης κατηγορίας κτιρίων για κάθε ένα σκοπό κατανάλωσης, δηλαδή θέρμανση, κλιματισμό ή άλλο. Κατά την εισαγωγή των τιμών αυτών, αυτόματα υπολογίζεται δίπλα η συνολική τιμή της κατανάλωσης της κατηγορίας κτιρίων. Έπειτα, πρέπει να συμπληρωθεί το πεδίο που δείχνει τη συνολική μική επιφάνεια δαπέδου που καταλαμβάνουν όλα τα κτίρια της κατηγορίας και εκφράζεται σε τετραγωνικά μέτρα.

Energy Sources

	Heating	Cooling	Other
Electricity (%)	25	100	100
Natural Gas (%)	25	0	0
Fuel (%)	50	0	0
Biomass (%)	0	0	0
Other (%)	0	0	0
Total (%)	100	100	100

Εικόνα 5. 13 – Εισαγωγή δεδομένων χρήσης πηγών ενέργειας

Στη συνέχεια, συμπληρώνεται ένας πίνακας που δείχνει το ποσοστό κατά το οποίο χρησιμοποιείται κάθε πηγή ενέργειας, στη συγκεκριμένη κατηγορία κτιρίων που εξετάζεται και για κάθε σκοπό κατανάλωσης ξεχωριστά. Είναι λογικό ότι οι τιμές αυτές πρέπει να είναι στο διάστημα 0 – 100 και το άθροισμα κάθε γραμμής να ισούται με 100. Η εφαρμογή ελέγχει αυτές τις δύο συνθήκες πριν προχωρήσει σε επόμενη σελίδα και αν κάποια δεν ισχύει, τότε εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα που ενημερώνει το χρήστη να διορθώσει τις τιμές. Η μόνη περίπτωση να συνεχίσει η εφαρμογή στην επόμενη σελίδα χωρίς να αθροίζονται οι στήλες στο 100, είναι όταν η κατανάλωση που έχει καταχωρηθεί στον προηγούμενο πίνακα είναι μηδενική και έτσι σίγουρα δε χρησιμοποιείται καμία πηγή ενέργειας.



RES Production

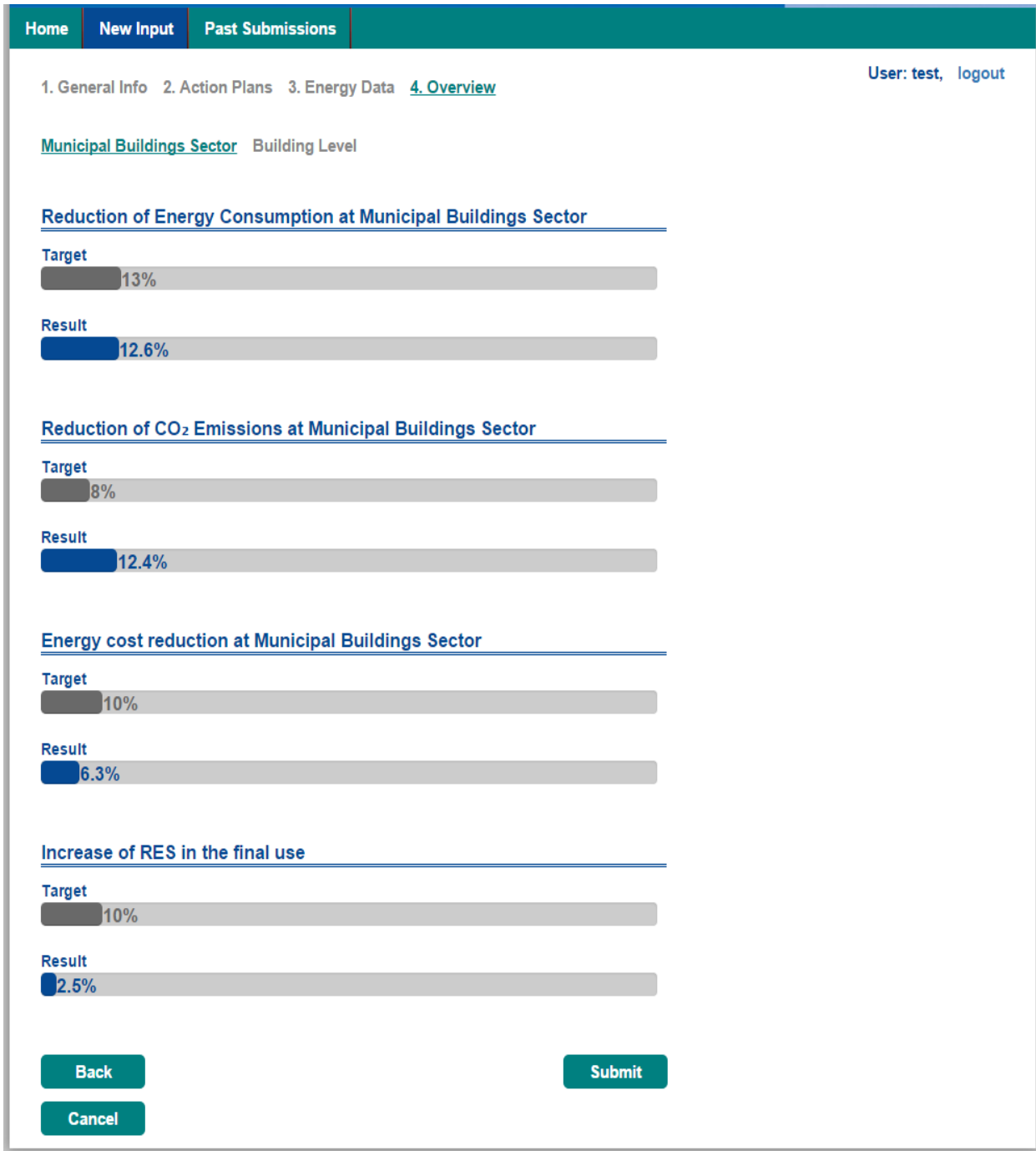
Total electricity produced on-site (kWh) 900

Back Next Cancel

Εικόνα 5. 14 – Εισαγωγή δεδομένων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

Τελευταίο ενεργειακό δεδομένο που ζητείται είναι η παραγωγή ενέργειας που λαμβάνει χώρα στην κατηγορία κτιρίων, εκφρασμένη σε kWh. Αν όλα τα πεδία είναι ορθά συμπληρωμένα, τότε πατώντας “Next” πηγαίνουμε στην επόμενη κατηγορία κτιρίων ή αν δεν υπάρχει στη σελίδα επισκόπησης της καταχώρησης. Αντίστοιχα, με το κουμπί “Back” πηγαίνουμε στην προηγούμενη κατηγορία ή στη σελίδα επιλογής σχεδίων δράσης.

5.4.4 Επισκόπηση Καταχώρησης



Εικόνα 5. 15 – Επισκόπηση νέας καταχώρησης / Σύνολο δημοτικών κτιρίων

Στο τελευταίο στάδιο της καταχώρησης παρουσιάζεται η επισκόπηση της σε συνολικό επίπεδο δημοτικών κτιρίων και σε επίπεδο κατηγοριών κτιρίων. Αρχικά, σε επίπεδο συνόλου παρουσιάζονται οι

τέσσερις δείκτες ενεργειακής αξιολόγησης που έχουν υπολογιστεί συγκριτικά με τους στόχους που είχαν τεθεί στο πρώτο βήμα της καταχώρησης.

The screenshot displays a web application interface for energy management. At the top, there are navigation tabs: Home, New Input, and Past Submissions. Below the tabs, a breadcrumb trail shows the current location: 1. General Info, 2. Action Plans, 3. Energy Data, and 4. Overview. The user is identified as 'test' with a 'logout' option.

The main content area is titled 'Municipal Buildings Sector' and includes a 'Building Level' dropdown menu. Below this, there are links for 'Administration', 'Education', 'Hospitals', 'Sport Facilities', 'Entertainment', and 'Other'. A 'Change Actions' button is visible on the right.

The 'Energy Consumption' section contains a table with the following data:

	Heating	Cooling	Other
Initial Total (kWh)	1300	1000	800
Reduction due to action plans (kWh)	91	100	56
Reduction due to action plans (%)	7%	10%	7%

The 'CO₂ Emissions' section contains a table with the following data:

	Heating	Cooling	Other
Initial Total (tn CO ₂)	1.95	2.5	1.2
Reduction due to action plans (tn CO ₂)	0.14	0.25	0.08
Reduction due to action plans (%)	7.2%	10%	6.7%

The 'Energy Cost' section contains a table with the following data:

	Heating	Cooling	Other
Initial Total (€)	1176.5	1050	724
Reduction due to action plans (€)	41.2	52.5	25.3
Reduction due to action plans (%)	3.5%	5%	3.5%

At the bottom of the interface, there are three buttons: 'Back', 'Submit', and 'Cancel'.

Εικόνα 5. 16 Επισκόπηση νέας καταχώρησης / κατηγορίες δημοτικών κτιρίων

Έπειτα, πατώντας στο σύνδεσμο “Building Level” παρουσιάζεται η επισκόπηση της καταχώρησης σε επίπεδο κατηγορίας κτιρίων. Εμφανίζονται τρεις πίνακες που αντιστοιχούν στους πρώτους δείκτες αξιολόγησης, τη μείωση της κατανάλωσης, τη μείωση των εκπομπών και τη μείωση του κόστους. Κάθε πίνακας περιέχει για κάθε σκοπό κατανάλωσης, της συγκεκριμένης κατηγορίας κτιρίων που δείχνει ο οδηγός κτιρίων, την αρχική τιμή, τη μείωση σε απόλυτες μονάδες και την επί τοις εκατό μείωση του αντίστοιχου μεγέθους, έπειτα από την εφαρμογή των σχεδίων δράσης.

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα πατώντας ο κουμπί “Submit” να πραγματοποιήσει την υποβολή με τα αποτελέσματα που φαίνονται στην επισκόπηση, τόσο σε επίπεδο πόλης, όσο και σε επίπεδο κατηγορίας κτιρίων. Πατώντας το κουμπί “Back” θα μεταφερθεί στη σελίδα των ενεργειακών δεδομένων. Τέλος, έχει τη δυνατότητα για κάθε κατηγορία κτιρίων να αλλάξει τα επιλεγμένα σχέδια δράσης, αν πατήσει το κουμπί “Change Actions”, όπως περιγράφεται στην επόμενη ενότητα.

5.4.5 Αλλαγή Σχεδίων Δράσης

Change Actions for Administration buildings
(You must click the submit button to save the changes!)

Cancel Submit

Reduction of the Energy Consumption

Action	Heating	Cooling	Other
Scheduling and management of the occupancy	100%	100%	100%
Set-point management through thermal comfort validation	10%	10%	8%
Scheduling the set point temperature according to adaptive comfort concept	5%	5%	5%
Optimum start/stop of the heating/cooling system	8%	7%	9%
Free cooling	2%	5%	2%
Humidity control	10%	8%	10%

Increase of RES Production

Action	
PV maintenance	15%

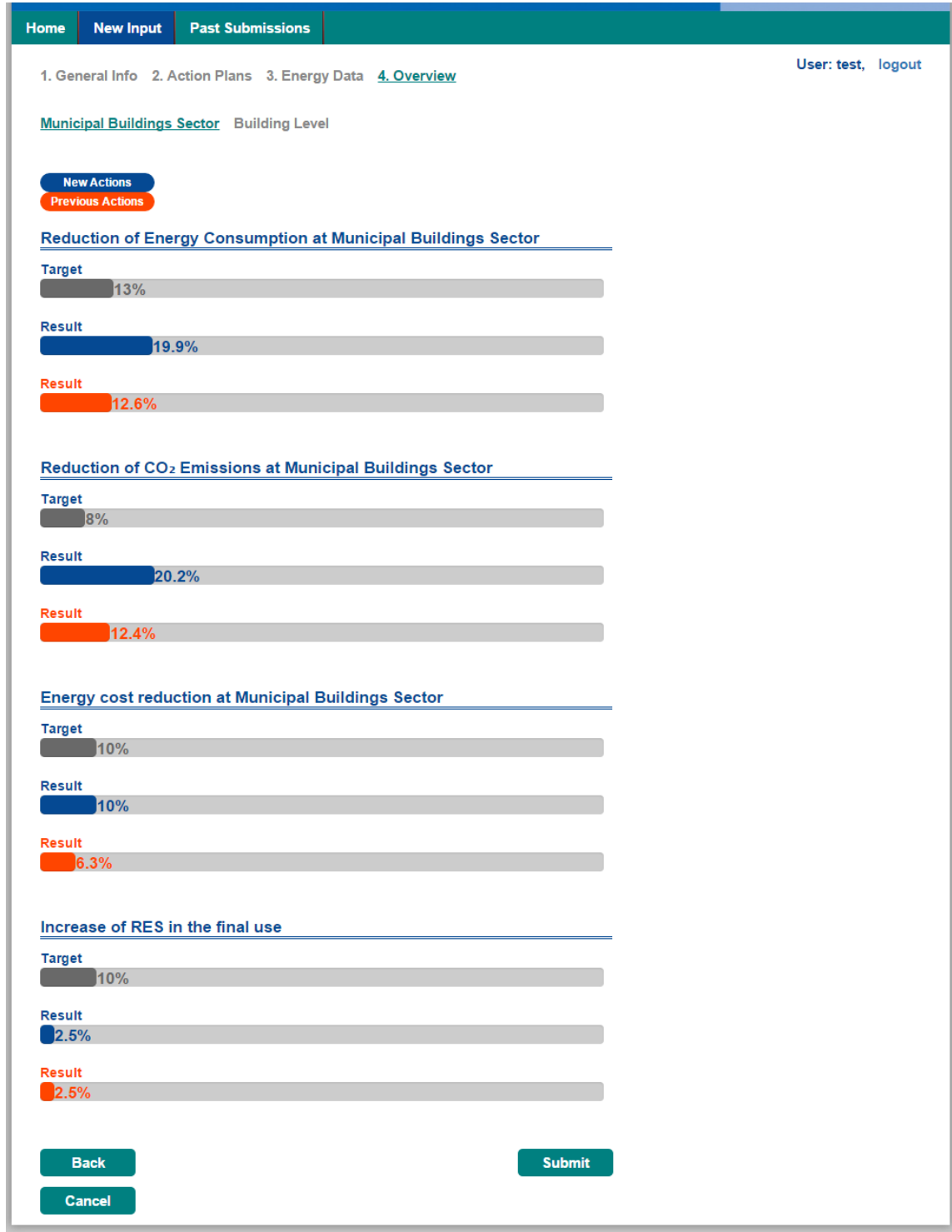
Cost Reduction due to Price Optimization

Action	
Scheduling of the sale/consumption of the electricity produced through the PV system	10%

Submit Cancel

Εικόνα 5. 17 – Αλλαγή επιλεγμένων σχεδίων δράσης

Αν ο χρήστης πατήσει σε μια κατηγορία κτιρίων το κουμπί “Change Actions”, τότε στο παράθυρο που εμφανίζεται μπορεί να επιλέξει διαφορετικά σχέδια δράσης για τη συγκεκριμένη κατηγορία και είτε να πατήσει “Submit” για να καταχωρηθούν, είτε να το ακυρώσει με “Cancel”.



Εικόνα 5. 18 – Συγκριση αποτελεσμάτων παλαιών και νέων σχεδίων δράσης / Σύνολο δημοτικών κτιρίων

Home
New Input
Past Submissions

User: test, [logout](#)

1. General Info 2. Action Plans 3. Energy Data 4. Overview

Municipal Buildings Sector Building Level

Administration Education Hospitals Sport Facilities Entertainment Other

New Actions
Previous Actions

Energy Consumption Change Actions

	Heating	Cooling	Other	Heating	Cooling	Other
Initial Total (kWh)	1300	1000	800	1300	1000	800
Reduction due to action plans (kWh)	299	220	176	91	100	56
Reduction due to action plans (%)	23%	22%	22%	7%	10%	7%

CO₂ Emissions

	Heating	Cooling	Other	Heating	Cooling	Other
Initial Total (tn CO ₂)	1.95	2.5	1.2	1.95	2.5	1.2
Reduction due to action plans (tn CO ₂)	0.45	0.55	0.26	0.14	0.25	0.08
Reduction due to action plans (%)	23.1%	22%	21.7%	7.2%	10%	6.7%

Energy Cost

	Heating	Cooling	Other	Heating	Cooling	Other
Initial Total (€)	1176.5	1050	724	1176.5	1050	724
Reduction due to action plans (€)	135.3	115.5	79.6	41.2	52.5	25.3
Reduction due to action plans (%)	11.5%	11%	11%	3.5%	5%	3.5%

Back
Submit

Cancel

Εικόνα 5. 19 Συγκριση αποτελεσμάτων παλαιών και νέων σχεδίων δράσης / Κατηγορίες δημοτικών κτιρίων

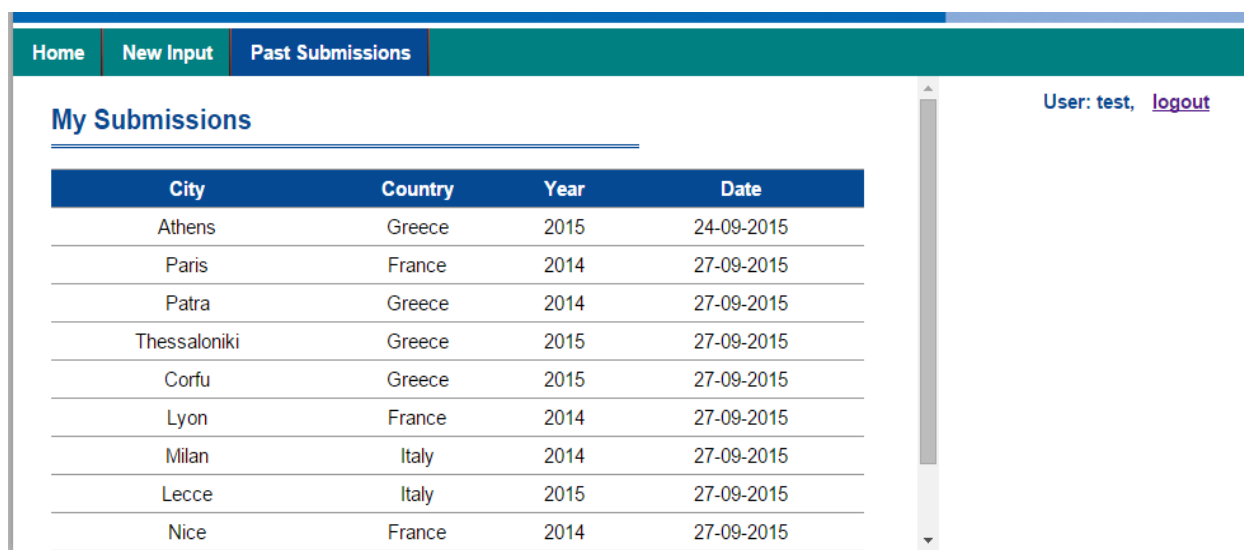
Μετά την επιλογή των νέων σχεδίων δράσης, παρουσιάζεται η σελίδα επισκόπησης σε επίπεδο πόλης, η οποία όμως τώρα περιέχει και τη σύγκριση μεταξύ των παλαιών και των νέων αποτελεσμάτων. Με μπλε χρώμα φαίνονται οι τιμές που έχουν οι τέσσερις δείκτες σαν αποτέλεσμα των νέων σχεδίων δράσης και με πορτοκαλί χρώμα οι αντίστοιχες τιμές των προηγούμενων.

Με τον ίδιο τρόπο πραγματοποιείται η σύγκριση και στη σελίδα των κατηγοριών κτιρίων. Ο χρήστης έχει πάντα τη δυνατότητα να αλλάξει και πάλι τα επιλεγμένα σχέδια δράσης σε κάθε κατηγορία. Σε κάθε αλλαγή με μπλε χρώμα φαίνονται οι νέες τιμές και με πορτοκαλί οι αμέσως προηγούμενες.

5.5 Διαχείριση Καταχωρήσεων

Στην παρούσα ενότητα περιγράφεται ο τρόπος που μπορεί ο χρήστης να δει συγκεντρωτικά όλες τις καταχωρήσεις που έχει πραγματοποιήσει στο παρελθόν. Όλες αυτές έχει τη δυνατότητα να τις επεξεργαστεί, να δει του δείκτες που έχουν υπολογιστεί, τα σχέδια δράσης που έχουν επιλεχθεί και να τις συγκρίνει είτε με άλλες δικές του καταχωρήσεις, είτε με άλλων χρηστών που είναι ελεύθερες.

5.5.1 Προηγούμενες Καταχωρήσεις

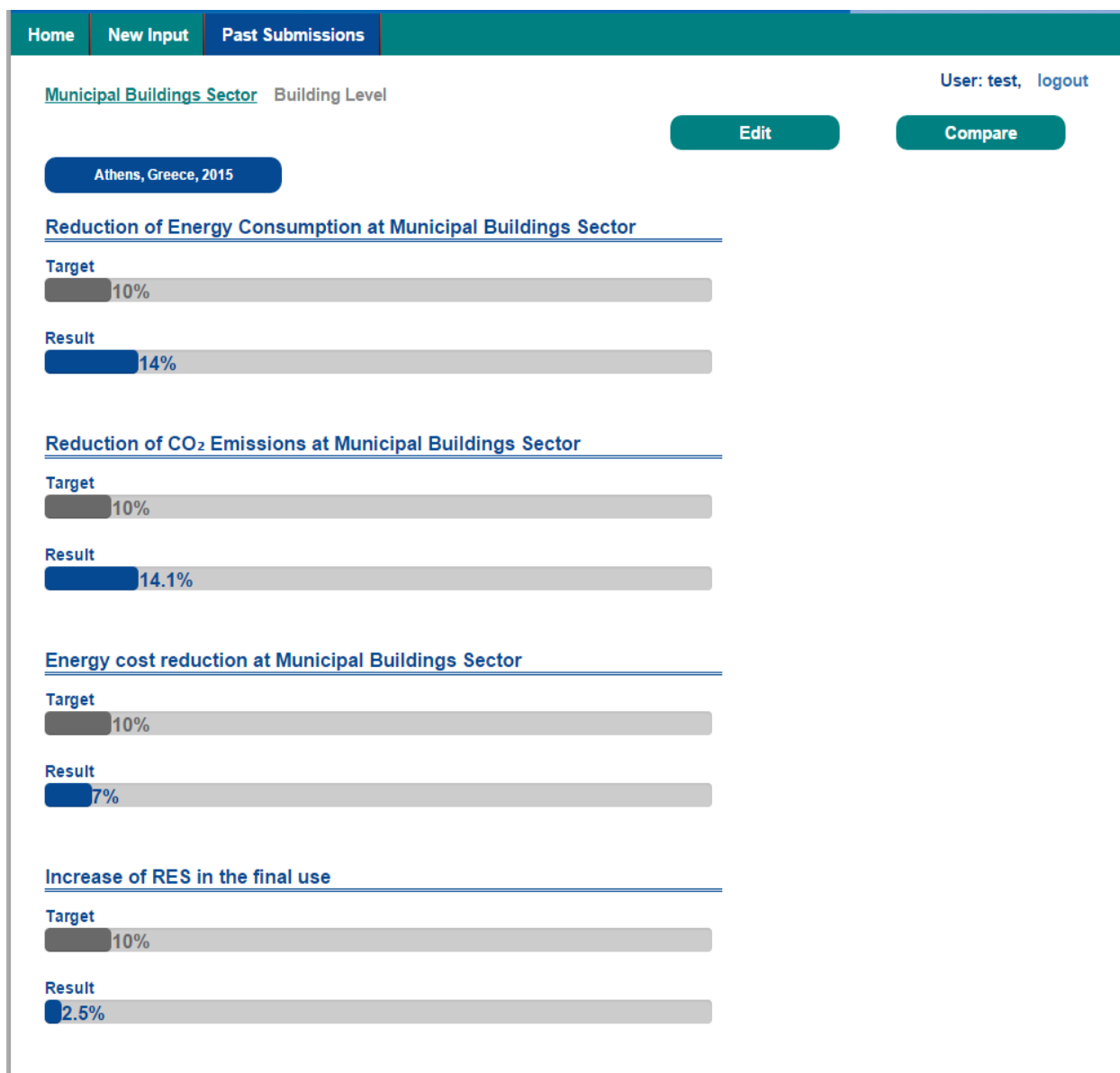


City	Country	Year	Date
Athens	Greece	2015	24-09-2015
Paris	France	2014	27-09-2015
Patra	Greece	2014	27-09-2015
Thessaloniki	Greece	2015	27-09-2015
Corfu	Greece	2015	27-09-2015
Lyon	France	2014	27-09-2015
Milan	Italy	2014	27-09-2015
Lecce	Italy	2015	27-09-2015
Nice	France	2014	27-09-2015

Εικόνα 5. 20 – Προηγούμενες καταχωρήσεις

Ο χρήστης πατώντας στο μενού την επιλογή “Past Submissions” μεταφέρεται στη σελίδα που φαίνονται συγκεντρωμένες όλες οι καταχωρήσεις που έχει πραγματοποιήσει, με το όνομα της πόλης, τη χώρα, το έτος αξιολόγησης και την ημερομηνία της υποβολής. Πατώντας σε μια από αυτές κατευθύνεται στη σελίδα με την επισκόπηση της συγκεκριμένης καταχώρησης.

5.5.2 Επισκόπηση Καταχώρησης



Εικόνα 5. 21 –Επισκόπηση προηγούμενης καταχώρησης / Σύνολο δημοτικών κτιρίων

The screenshot displays a web application interface for energy consumption and CO₂ emissions analysis. The interface includes a navigation menu with 'Home', 'New Input', and 'Past Submissions'. The user is logged in as 'test'. The current view is for the 'Municipal Buildings Sector' at the 'Building Level' in 'Athens, Greece, 2015'. The interface is divided into three main sections: 'Energy Consumption', 'CO₂ Emissions', and 'Energy Cost'. Each section contains a table with columns for 'Heating', 'Cooling', and 'Other'.

	Heating	Cooling	Other
Initial Total (kWh)	1000	1000	500
Reduction due to action plans (kWh)	180	170	85
Reduction due to action plans (%)	18%	17%	17%

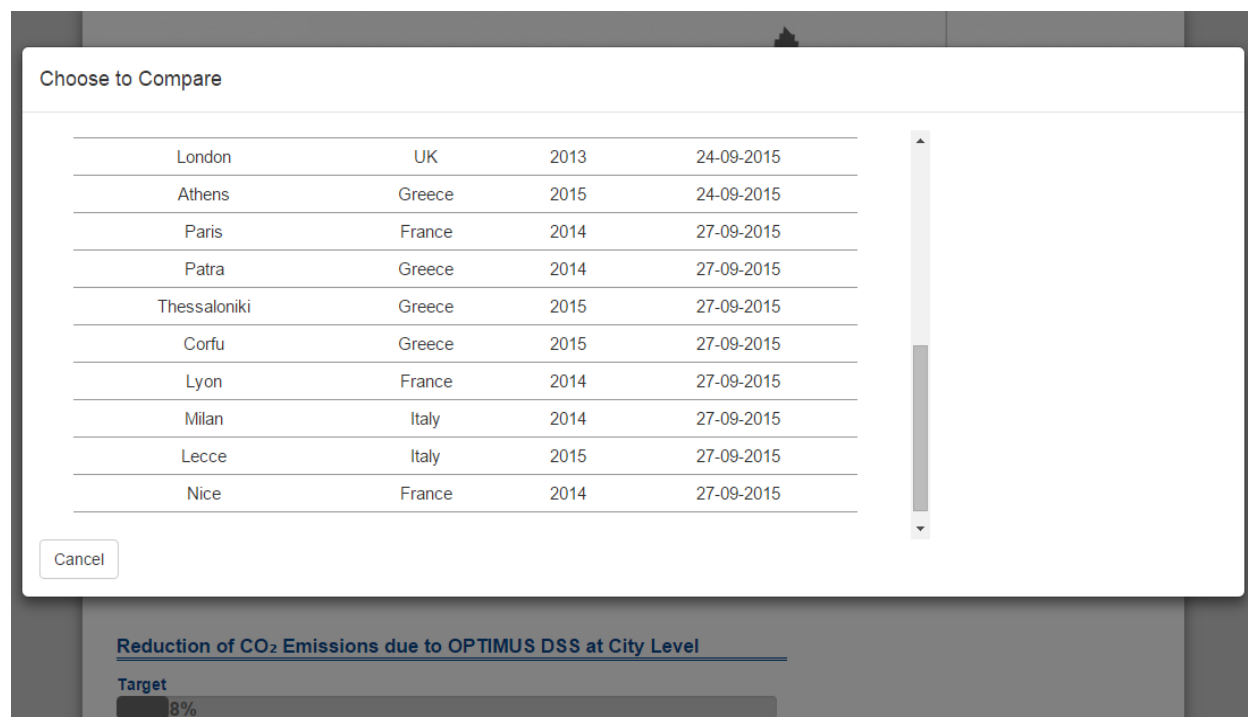
	Heating	Cooling	Other
Initial Total (tn CO ₂)	2	3	2
Reduction due to action plans (tn CO ₂)	0	0	0
Reduction due to action plans (%)	18%	17.2%	17.1%

	Heating	Cooling	Other
Initial Total (€)	905	1050	705
Reduction due to action plans (€)	82	89	60
Reduction due to action plans (%)	9%	8.5%	8.5%

Εικόνα 5. 22 Επισκόπηση προηγούμενης καταχώρησης / Κατηγορίες δημοτικών κτιρίων

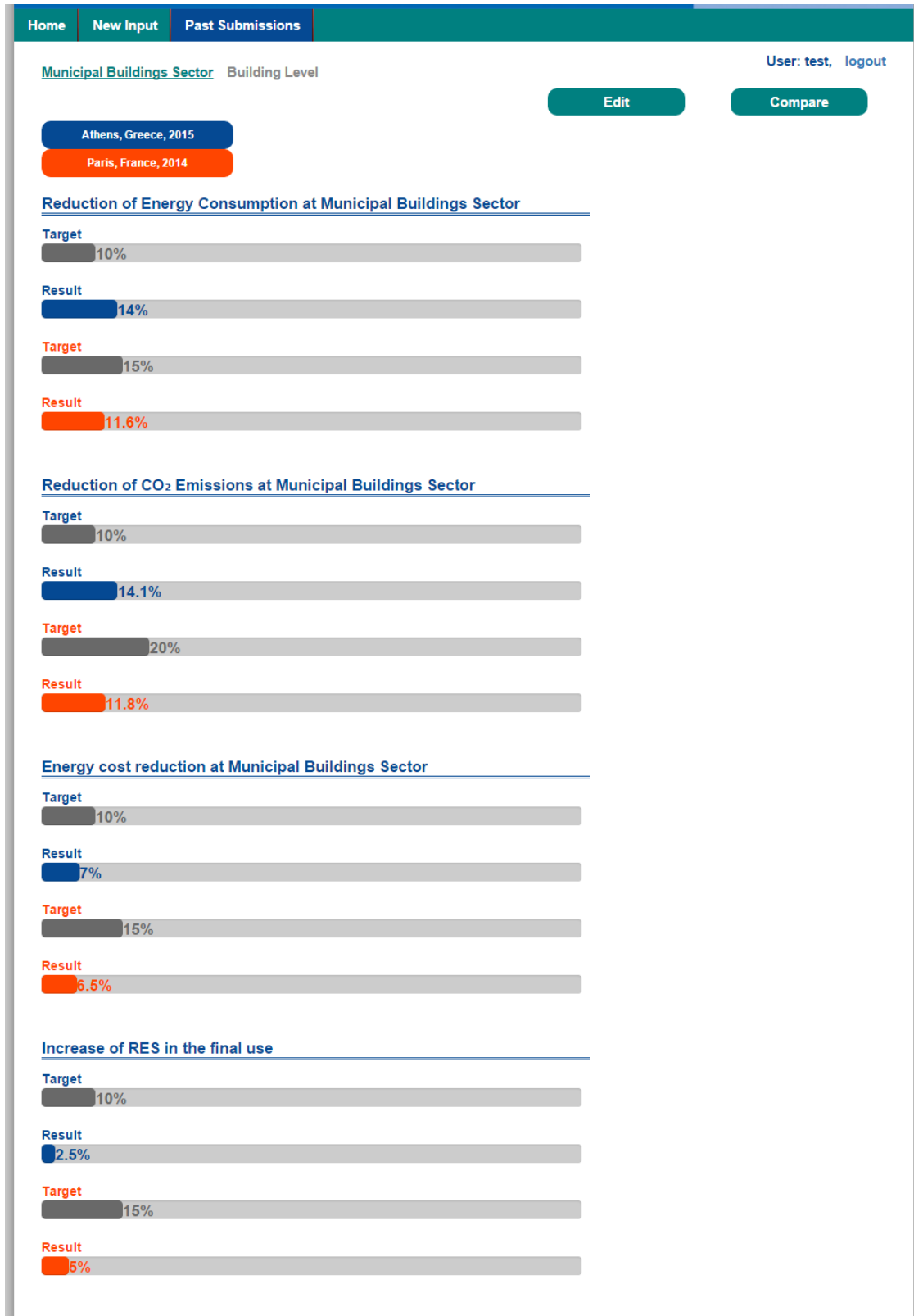
Αρχικά, φαίνεται η επισκόπηση της καταχώρησης σε επίπεδο πόλης, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως. Η διαφορά είναι ότι τώρα στο πάνω δεξιά μέρος της οθόνης υπάρχουν δύο κουμπιά. Πατώντας το “Edit” έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τα στοιχεία της καταχώρησης που είχε βάλει και να την υποβάλει εκ νέου. Με το “Compare” μπορεί να επιλέξει να συγκρίνει μια καταχώρηση με τη δική του. Έπειτα, παρουσιάζεται η επισκόπηση για κάθε κατηγορία κτιρίων, ενώ στο κάτω μέρος της οθόνης φαίνονται τα σχέδια δράσης που έχουν επιλεγεί για τη συγκεκριμένη κατηγορία.

5.5.3 Σύγκριση Καταχώρησης



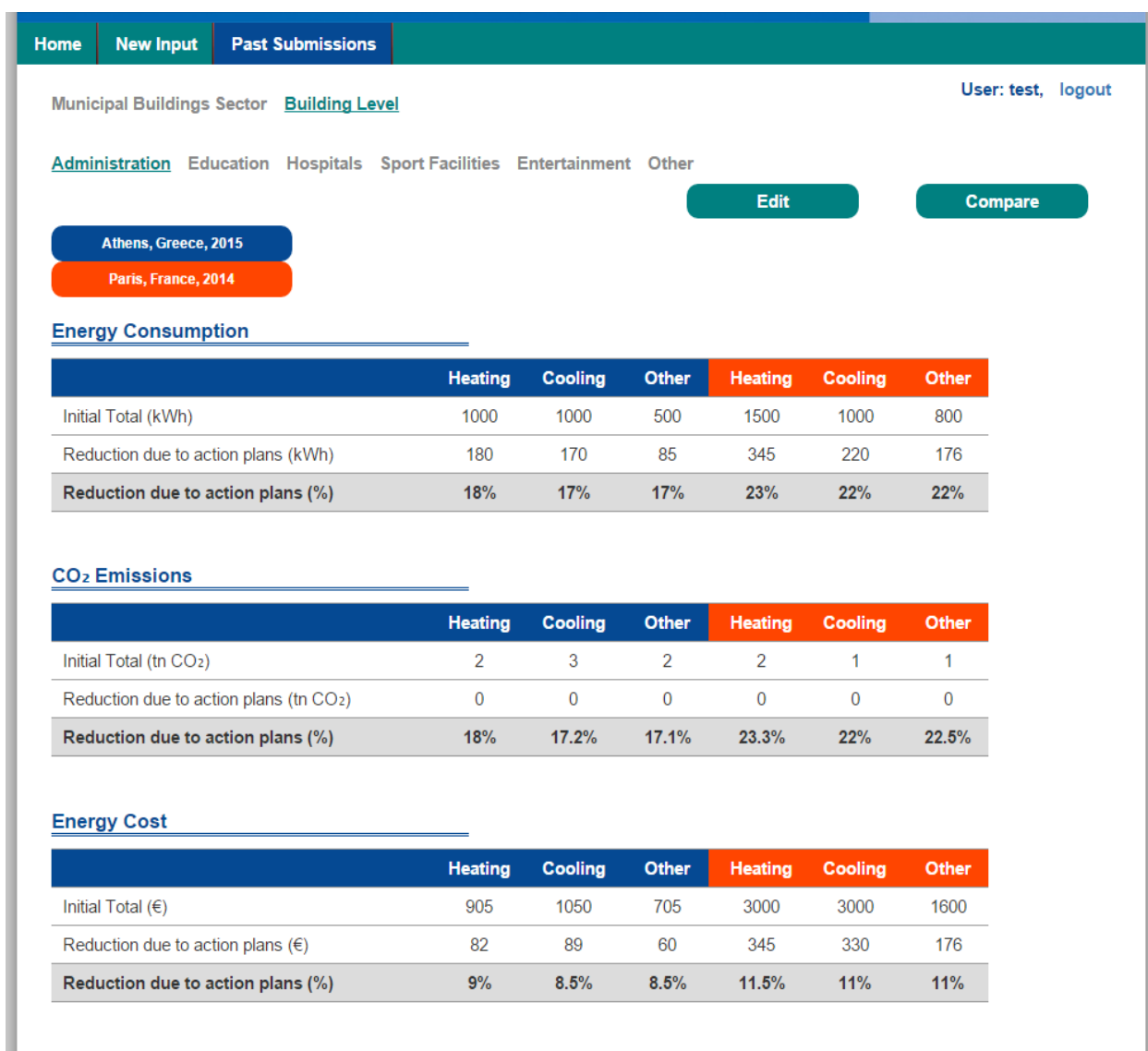
Εικόνα 5. 23 – Επιλογή καταχώρησης για σύγκριση

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, πατώντας το κουμπί “Compare” εμφανίζεται ένα παράθυρο με τις καταχωρήσεις με τις οποίες μπορεί ο χρήστης να συγκρίνει τη δική του. Η λίστα αυτή περιέχει όλες τις δικές του καταχωρήσεις, αλλά και αυτές άλλων χρηστών οι οποίες έχουν χαρακτηριστεί ως ελεύθερες. Πατώντας σε μια από αυτές παρουσιάζεται η σύγκριση.



Εικόνα 5. 24 – Σύγκριση καταχωρήσεων / Σύνολο δημοτικών κτιρίων

Η σύγκριση σε επίπεδο πόλης παρουσιάζεται με τις τιμές για τους δείκτες αξιολόγησης, αλλά και τους στόχους που έχουν τεθεί για κάθε καταχώρηση. Με μπλε χρώμα εμφανίζεται η αρχική καταχώρηση του χρήστη και με πορτοκαλί χρώμα η καταχώρηση που επέλεξε για να κάνει τη σύγκριση. Τα βασικά στοιχεία των δύο καταχωρήσεων φαίνονται στα δύο τετράγωνα του πάνω μέρους της σελίδας.



Εικόνα 5. 25 Σύγκριση καταχωρήσεων / Κατηγορίες δημοτικών κτιρίων

Σε επίπεδο κατηγορίας κτιρίων τώρα, η σύγκριση γίνεται επίσης παρουσιάζοντας με μπλε χρώμα τις τιμές που αντιστοιχούν στην αρχική καταχώρηση και με πορτοκαλί σε αυτή με την οποία τη συγκρίνουμε.

Actions Selected

Action	Energy Reduction			RES Production	Cost Reduction
	Heating	Cooling	Other		
Set-point management through thermal comfort validation	10%	10%	8%	0%	0%
Scheduling the set point temperature according to adaptive comfort concept	5%	5%	5%	0%	0%
Optimum start/stop of the heating/cooling system	8%	7%	9%	0%	0%
PV maintenance	0%	0%	0%	15%	0%

Actions Selected

Action	Energy Reduction			RES Production	Cost Reduction
	Heating	Cooling	Other		
Set-point management through thermal comfort validation	10%	10%	8%	0%	0%
Scheduling the set point temperature according to adaptive comfort concept	5%	5%	5%	0%	0%
Optimum start/stop of the heating/cooling system	8%	7%	9%	0%	0%
PV maintenance	0%	0%	0%	15%	0%
Scheduling of the sale/consumption of the electricity produced through the PV system	0%	0%	0%	0%	10%
Free cooling	2%	5%	2%	0%	0%
Humidity control	10%	8%	10%	0%	0%

Εικόνα 5. 26 - Σύγκριση καταχωρήσεων / Κατηγορίες δημοτικών κτιρίων / Επιλεγμένα σχέδια δράσης

Στο κάτω μέρος της οθόνης εμφανίζονται δύο πίνακες, ένας για μια καταχώρηση αντίστοιχα, οι οποίοι δείχνουν ποια σχέδια δράσης έχουν επιλεγθεί για κάθε καταχώρηση για τη συγκεκριμένη κατηγορία κτιρίων, μαζί με τις εκτιμώμενες τιμές των αποτελεσμάτων τους.

5.6 Διαχείριση Σχεδίων Δράσης

Τέλος, περιγράφεται ο τρόπος που μπορεί ο διαχειριστής να δει συγκεντρωτικά όλα τα σχέδια δράσης που προτείνονται και να τα διαχειριστεί.

5.6.1 Συνολικά Σχέδια Δράσης

Action Plans

Reduction of the Energy Consumption

Action	Heating	Cooling	Other
Scheduling and management of the occupancy	100%	100%	100%
Set-point management through thermal comfort validation	10%	10%	8%
Scheduling the set point temperature according to adaptive comfort concept	5%	5%	5%
Optimum start/stop of the heating/cooling system	8%	7%	9%
Free cooling	2%	5%	2%
Humidity control	10%	8%	10%

Increase of RES Production

Action	
PV maintenance	15%

Cost Reduction due to Price Optimization

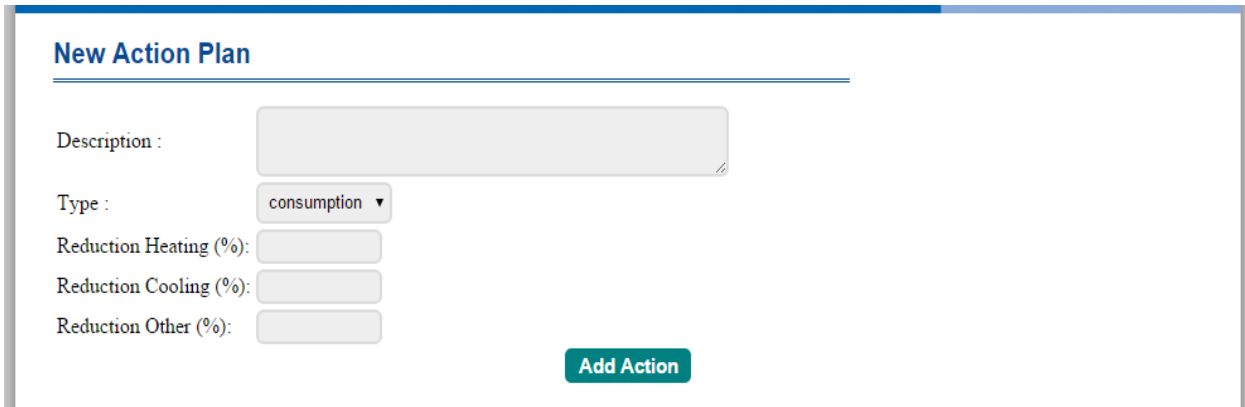
Action	
Scheduling of the sale/consumption of the electricity produced through the PV system	10%

NEW

Εικόνα 5. 27 – Συνολικά σχέδια δράσης

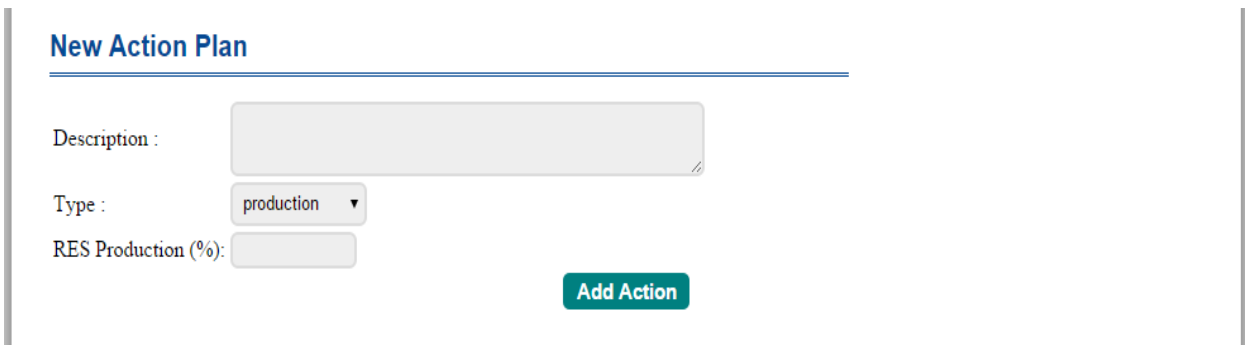
Εισερχόμενος ο διαχειριστής στο σύστημα του παρουσιάζονται όλα τα σχέδια δράσης που προτείνονται και πατώντας το κουμπί “New” έχει τη δυνατότητα να προσθέσει κάποιο καινούριο.

5.6.2 Νέο Σχέδιο Δράσης



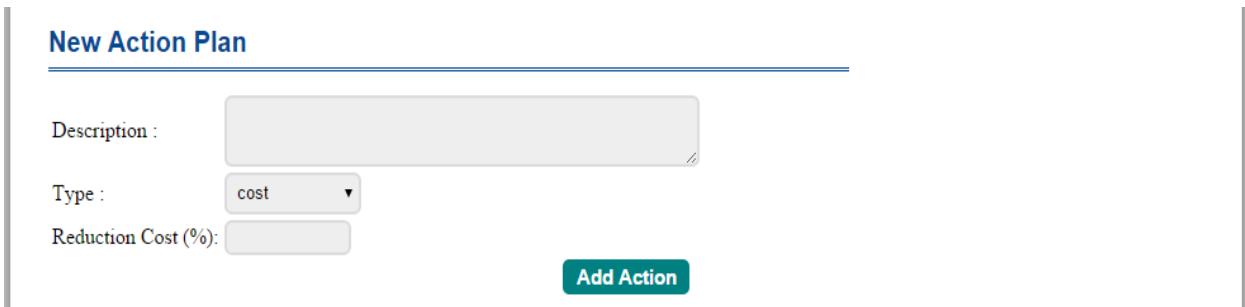
The screenshot shows a web form titled "New Action Plan". It contains a text input field for "Description :". Below it is a dropdown menu for "Type :" with "consumption" selected. There are three input fields for "Reduction Heating (%)", "Reduction Cooling (%)", and "Reduction Other (%)". A green "Add Action" button is located at the bottom right of the form.

Εικόνα 5. 28 – Εισαγωγή νέου σχεδίου δράσης κατανάλωσης



The screenshot shows a web form titled "New Action Plan". It contains a text input field for "Description :". Below it is a dropdown menu for "Type :" with "production" selected. There is one input field for "RES Production (%)". A green "Add Action" button is located at the bottom right of the form.

Εικόνα 5. 29 Εισαγωγή νέου σχεδίου δράσης παραγωγής ενέργειας



The screenshot shows a web form titled "New Action Plan". It contains a text input field for "Description :". Below it is a dropdown menu for "Type :" with "cost" selected. There is one input field for "Reduction Cost (%)". A green "Add Action" button is located at the bottom right of the form.

Εικόνα 5. 30 Εισαγωγή νέου σχεδίου δράσης κόστους

Εδώ φαίνεται η φόρμα εισαγωγής νέων σχεδίων δράσης, όπου ζητείται η περιγραφή του σχεδίου, ο τύπος του και ανάλογα με τον τύπο που θα επιλέξει ο χρήστης, θα του εμφανιστούν τα κατάλληλα πεδία των δεδομένων που πρέπει να εισαχθούν για τον συγκεκριμένο τύπο.

Κεφάλαιο 6ο: Συμπεράσματα και προοπτικές

6.1 Αποτελέσματα και Συμπεράσματα

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση των δημοτικών κτιρίων και ταυτόχρονα συμβάλει στην ανάπτυξη των συστημάτων των «έξυπνων» πόλεων, κυρίως στον τομέα της ενεργειακής διαχείρισης και της ενεργειακής πολιτικής. Μέσω της εφαρμογής αυτής, ο ενεργειακός διαχειριστής έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιεί μια αποτίμηση της εφαρμογής των σχεδίων δράσης που επέλεξε μέσα από ένα σύνολο προτεινόμενων σχεδίων, λαμβάνοντας υπόψη τα πραγματικά στοιχεία κατανάλωσης και παραγωγής ενέργειας της περιόδου που εξετάζεται.

Επίσης, ο τρόπος παρουσίασης της αξιολόγησης είναι αρκετά συνοπτικός αλλά και περιεκτικός, τόσο στο συνολικό επίπεδο των δημοτικών κτιρίων υπολογίζοντας τους τέσσερις δείκτες αξιολόγησης που περιγράφηκαν, όσο και στο επίπεδο των διαφορετικών κατηγοριών κτιρίων, με τα επιμέρους αποτελέσματα για κάθε σκοπό χρήσης ξεχωριστά. Αυτό προσφέρει στον ενεργειακό διαχειριστή μια χρήσιμη εποπτική εικόνα της ενεργειακής κατάστασης των κτιρίων που διαχειρίζεται και του επιτρέπει να αξιολογεί την αναγκαιότητα πιθανών αλλαγών στην στρατηγική που ακολουθείται, εφόσον προκύπτει ότι οι στόχοι που έχουν τεθεί δεν επιτυγχάνονται.

Ταυτόχρονα, σημαντικό στοιχείο είναι και αυτό της δυνατότητας σύγκρισης με άλλες καταχωρήσεις άλλων δημοτικών κτιρίων ή με παλαιότερες των ίδιων κτιρίων. Η δυνατότητα αυτή δίνει μια καλύτερη επισκόπηση των αποτελεσμάτων, καθώς μπορούν με αυτό τον τρόπο οι χρήστες να κατανοήσουν το επίπεδο της ενεργειακής προόδου του συνόλου των δημοτικών κτιρίων που διαχειρίζονται, σε σχέση με το επίπεδο των άλλων καταχωρήσεων του συστήματος.

6.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Το σύστημα που περιεγράφηκε στα προηγούμενα κεφάλαια αποτελεί μια αρκετά καλή και χρηστική βάση για την αξιολόγηση της ενεργειακής επίδοσης των δημοτικών κτιρίων μιας πόλης. Πάνω σε αυτή υπάρχουν αρκετά επιπρόσθετα στοιχεία και λειτουργίες που μπορούν να αναπτυχθούν, να το επεκτείνουν και να σχηματίσουν ένα ακόμα πιο ολοκληρωμένο σύστημα.

Μια πρώτη επέκταση που θα έδινε μια καλύτερη εικόνα της προόδου και της ενεργειακής κατάστασης ενός συνόλου δημοτικών κτιρίων, σε σχέση με τις υπόλοιπες καταχωρήσεις του συστήματος, είναι η πιο λεπτομερής σύγκριση των μεγεθών και των αποτελεσμάτων τους. Για παράδειγμα θα ήταν αρκετά ενδιαφέρον για το χρήστη να δει αν για κάθε δείκτη αξιολόγησης βρίσκεται πάνω ή κάτω από το μέσο όρο των υπολοίπων. Επίσης, η σύγκριση θα μπορούσε να περιοριστεί σε πόλεις που ανήκουν στην ίδια γεωγραφική περιοχή ή χώρα, σε αυτές που έχουν παρόμοιο μέγεθος τόσο σε έκταση όσο και σε πληθυσμό ή σε πόλεις που ενεργειακά βρίσκονται στο ίδιο περίπου επίπεδο. Όλα αυτά καλό θα ήταν να συνδυαστούν με προσαρμοζόμενες, δυναμικές γραφικές παραστάσεις, ώστε να επιτευχθεί και καλύτερη οπτική παρουσίαση.

Ένα ακόμα χρήσιμο στοιχείο θα ήταν για τους διαχειριστές να έχουν μια πληθώρα από στατιστικά στοιχεία που αφορούν τις καταχωρήσεις του συστήματος. Για παράδειγμα, πόσες πόλεις ανά χώρα ή ανά γεωγραφική περιοχή χρησιμοποιούν το σύστημα, ποιες είναι οι πόλεις που παρουσιάζουν τα καλύτερα αποτελέσματα ανά έτος, το ποσοστό κατά το οποίο επιλέγεται και εφαρμόζεται κάθε σχέδιο δράσης από τα προτεινόμενα και τους μέσους όρους των δεικτών αξιολόγησης συνολικά ή ανά χώρα και περιοχή. Ακόμα, στατιστικά σε επίπεδο χρηστών για το πόσες πόλεις μπορεί να διαχειρίζονται και πόσες καταχωρήσεις έχουν πραγματοποιήσει.

Μια επέκταση που αφορά τα ενεργειακά δεδομένα, θα ήταν η εισαγωγή δεδομένων για μεμονωμένα κτίρια και όχι για ομαδοποιημένα στις κατηγορίες που αναφέρθηκαν (διοίκηση, εκπαίδευση κλπ.), ώστε να προκύψει μια πιο λεπτομερής εικόνα της κατανάλωσης αλλά και των άλλων ενεργειακών μεγεθών. Ταυτόχρονα, η δυνατότητα επιλογής σχεδίων δράσης σε επίπεδο διαφορετικών κτιρίου, μπορεί να οδηγήσει στη βελτίωση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων λόγω αποφυγής γενικευμένων υποθέσεων. Στη συνέχεια, βάσει αυτών των στοιχείων θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν περαιτέρω ομαδοποιήσεις, ίσως και οριζόμενες δυναμικά από το χρήστη του συστήματος.

Ακόμα, για λόγους ευχρηστίας και καλύτερης αλληλεπίδρασης της εφαρμογής με το χρήστη, θα ήταν χρήσιμο στην περίπτωση που βρίσκεται στο τελευταίο βήμα μιας νέας καταχώρησης και δοκιμάζει να αλλάξει τα σχέδια δράσης που έχει επιλέξει για κάποια κατηγορία κτιρίων, να έχει τη δυνατότητα να αναιρέσει την αλλαγή και να επαναφέρει ως επιλεγμένα τα προηγούμενα σχέδια. Στο τέλος της

καταχώρησης και εφόσον ήταν επιτυχής, θα ήταν επίσης χρήσιμο για το χρήστη να του παρέχεται ένα αρχείο pdf, το οποίο να περιέχει την επισκόπηση και τα αποτελέσματα της καταχώρησης που μόλις πραγματοποίησε.

Τέλος, η συγκεκριμένη εφαρμογή, μαζί με τις απαραίτητες τροποποιήσεις και βελτιώσεις θα μπορούσε στο μέλλον να αποτελέσει ένα βοηθητικό εργαλείο και μια επέκταση ενός συστήματος υποστήριξης αποφάσεων. (DSS), με το οποίο να συνεργάζεται και να δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να αποτιμούν στο τέλος μιας περιόδου τα αποτελέσματα που έφεραν τα προτεινόμενα σχέδια δράσης, με βάση τις πραγματικές ενεργειακές τιμές που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της περιόδου αυτής.

Βιβλιογραφία και Αναφορές

- [1]Komninos, N. (2002) Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems and Digital Spaces, Taylor & Francis
- [2]European Commission website: “Digital Agenda for Europe | Smart Cities”. Available online at: <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/smart-cities> , last accessed: 12/10/2015
- [3]Clarke, R. Y. (2013) Smart Cities and the Internet of Everything: The Foundation for Delivering Next-Generation Citizen Services, International Data Corporation
- [4]European Commission website: “Digital Agenda in the Europe 2020 Strategy”. Available online at: <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/digital-agenda-europe-2020-strategy>, last accessed: 12/10/2015
- [5]European Commission website: “2020 Climate and Energy Package”. Available online at: http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020/index_en.htm, last accessed: 12/10/2015
- [6]OPTIMUS website: “The OPTIMUS project – how it works”. Available online at: http://www.optimus-smartcity.eu/the_plan, last accessed: 12/10/2015
- [7]Smart Cities InfoSystem website: “SCIS in a nutshell”. Available online at: <http://smartcities-infosystem.eu/scis-nutshell>, last accessed: 12/10/2015
- [8]PLEEC project website: “Background”. Available online at: <http://www.pleecproject.eu/about-pleec/background.html> , last accessed: 12/10/15
- [9]PLEEC project website: “Objectives”. Available online at: <http://www.pleecproject.eu/about-pleec/objectives.html> , last accessed: 12/10/15
- [10]PLEEC project website: “Work Packages - Activities”. Available online at: <http://www.pleecproject.eu/about-pleec/activities.html> , last accessed: 12/10/15
- [11]Effesus website: “Work Packages - Activities”. Available online at: <http://www.effesus.eu/about-effesus>, last accessed: 12/10/15
- [12]Performer website: “Project Objectives”. Available online at: <http://performer-project.eu/performer/project-objectives/> , last accessed: 12/10/15
- [13]NiCE Project website: “NiCE Project”. Available online at: <http://www.greendigitalcharter.eu/projects/niceproject>, last accessed : 12/10/15
- [14] Welling, L. , Thomson, L. (2008), PHP and MySQL Web Development, 4th Edition, Addison-Wesley Professional
- [15] Nixon, R. (2014), Learning PHP, MySQL & JavaScript: With jQuery, CSS & HTML5, 4th Edition, O’Reilly Media
- [16] Duckett, J. (2011)HTML and CSS: Design and Build Websites, 1st Edition, Wiley
- [17] Silberschatz,A. , Korth, H. , Sudarshan, S. (2010), Database System Concepts, 6th Edition, McGraw-Hill Education