ΕΘΝΙΚΌ ΜΕΤΣΌΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΊΟ

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας»

Ανάπτυξη πλατφόρμας ενεργειακής παρακολούθησης και στοχοθέτησης και εφαρμογή στο εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΙΑΣΟΝΑ-ΙΩΑΝΝΗ ΧΟΝΤΖΟΠΟΥΛΟΥ

Επιβλέπων: Χρυσόστομος Δούκας
Επίκ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017

ΕΘΝΙΚΌ ΜΕΤΣΌΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΊΟ

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας»

Ανάπτυξη πλατφόρμας ενεργειακής παρακολούθησης και στοχοθέτησης και εφαρμογή στο εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΙΑΣΟΝΑ-ΙΩΑΝΝΗ ΧΟΝΤΖΟΠΟΥΛΟΥ

Επιβλέπων: Χρυσόστομος Δούκας
Επίκ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 25η Σεπτέμβριου 2017.

.....	.....	.....
Χρυσόστομος Δούκας	Ιωάννης Ψαρράς	Ευάγγελος Διαλυνάς
Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.	Καθηγητής Ε.Μ.Π.	Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017

ΕΘΝΙΚΌ ΜΕΤΣΌΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΊΟ

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας»

……

Χοντζόπουλος Ιάσων-Ιωάννης

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

Copyright © Χοντζόπουλος Ιάσων-Ιωάννης, 2017
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.

Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Ε.Μ.Π., στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας. Εκμεταλλευόμενος την ευκαιρία που μου δίνεται μέσω της διπλωματικής εργασίας αυτής θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους καθηγητές μου, κυρίους Ιωάννη Ψαρρά και Χρυσόστομο Δούκα που αφενός μου εμπιστεύτηκαν ένα θέμα διπλωματικής που αφορά ένα τρέχον πρόγραμμα του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης.

Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω τον Διδάκτορα Βαγγέλη Μαρινάκη για την εξαιρετική συνεργασία που είχαμε στα πλαίσια της διπλωματικής μου εργασίας. Οι συζητήσεις μας, οι επισημάνσεις και η καθοδήγηση του συνέβαλαν σημαντικά στην αντιμετώπιση των όποιων ζητημάτων παρουσιάστηκαν κατά την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους που με στήριξαν ψυχολογικά και υλικά όχι μόνο για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας αλλά και γενικότερα καθόλη την διάρκεια των προπτυχιακών σπουδών μου στο Ε.Μ.Π, τους φίλους, τους συναδέλφους και πάνω από όλα την οικογένεια μου που ήταν πάντα στο πλευρό μου.

Περίληψη

Κύριος άξονας αναφοράς της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής πολιτικής αποτελεί η προσήλωση στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης. Βασικός στόχος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής αποτελεί η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας σε ποσοστό 20% έως το 2020. Το στόχο αυτό στηρίζουν μια σειρά από οδηγίες, κυριότερες εκ των οποίων είναι οι: 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, 2006/32/ΕΚ για την ενέργεια κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες, 2010/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων (αναδιατύπωση) και η 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση με σαφή προσανατολισμό στην επίτευξη του συνολικού στόχου ενεργειακής απόδοσης για την μείωση κατά 20% την κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας έως το 2020.

Ταυτόχρονα με τις ανωτέρω οδηγίες τίθενται υψηλότατα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης για τα νέα κτίρια από το τέλος του 2020, τα οποία οφείλουν να είναι Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης, καθώς και για τα κτήρια του δημόσιου τομέα. Ο κτηριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Ο τομέας της πληροφορικής και η χρήση ευφυών συστημάτων ενεργειακής παρακολούθησης και διαχείρισης αποτελούν σημαντικό εργαλείο για την αποτελεσματική ενεργειακή και περιβαλλοντική διαχείριση του κτιριακού τομέα.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η ανάπτυξη μιας πλατφόρμας ενεργειακής παρακολούθησης και στοχοθέτησης με στόχο την υποστήριξη των προαναφερθέντων στόχων καθώς και την ενεργειακή και περιβαλλοντική διαχείριση κτιρίων. Επιπλέον, η συγκεκριμένη πλατφόρμα θα διασυνδεθεί με τους μετρητές που βρίσκονται εγκατεστημένοι στο εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων την Σχολής ΗΜΜΥ ΕΜΠ, για την παρακολούθηση των ενεργειακών καταναλώσεων.

Λέξεις Κλειδιά

Έξυπνα κτίρια, εξοικονόμηση ενέργειας, εργαλεία ενεργειακής διαχείρισης, Optimus, ενεργειακή αποδοτικότητα, έξυπνοι μετρητές

Abstract

The main target of the European Energy Strategy is the increase of the overall energy efficiency. A basic aspect of this target is the reduction in primary energy consumption up to 20% until 2020. In orrder, to achieve these targets, a series of European Directives were issued over the years. European Directive 2002/91/EC sets the energy efficiency standards for buildings, the Directive 2066/32/EC sets the standards for the final energy demand, and Directive 2012/27/EE sets the required energy efficiency standards to achieve the overall goal of 20% reduction of primary energy demand by 2020.

While these European Directives were issued, new higher standards are set for the energy efficiency of the building, from 2020 the new building must respect the Near-zero energy emission standards. The building sector is responsible for the 40% of the total final demand in the national and European level. The Information and Communications Technology sector had devolved rapidly over the last decades, and the latest developments of smart energy management and monitoring systems can help to achieve the EU targets.

Aim of this master thesis is to utilize an energy management tool inorder to monitor and support the goals and the targets of EU. This patformed, called Optimus, will be connected with the Decision Support Systems Laboratory of School of Electrical and Computer Engineering, NTUA.

Keywords

Smart grids, smart meters, Energy efficiency, Energy management tools, Optimus

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες **1**

Περίληψη **3**

Abstract **5**

Περιεχόμενα **8**

Κατάλογος Σχημάτων **10**

Κατάλογος Πινάκων **11**

1 Εισαγωγή **13**
1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής 14
1.2 Οργάνωση του τόμου 14

2 Γενικό πλαίσιο εξοικονόμισης ενέργειας **17**
2.1 Αειφόρος Ανάπτυξη και ιστορική εξέλιξη στην Ευρωπαϊκή Ένωση 17
2.1.1 Βασικές αρχές αειφόρου ανάπτυξης 18
2.2 Ευρωπαϊκή Πολιτική 20
2.2.1 Ευρωπαϊκή Πολιτική για το 2020 και το 2050 21
2.2.2 Ενεργειακή Ένωση και Κτιριακός Τομέας 23
2.3 Ενεργειακή Πολιτική 29
2.3.1 Εθνική Πολιτική για τον Κτιριακό Τομέα 30
2.4 Έξυπνες πόλεις 32
2.4.1 Αστικοποίηση 32
2.4.2 Η έννοια της έξυπνης πόλης 34
2.4.3 Προκλήσεις της έξυπνης πόλης 35
2.5 Μετάβαση στις έξυπνες πόλεις 39
2.6 Κτίρια στις έξυπνες πόλεις 40

3 Υποδομή Εργαστηρίου **41**
3.1 Εξοπλισμός 41

3.1.1 Κεντρική Μονάδα Ελέγχου, SH2WEB24 41
3.1.2 Τριφασικός Αναλυτής Ενέργειας, EM24DINAV53DISX 43
3.1.3 Μονοφασικός Αναλυτής Ενέργειας, EM111DINAV81XS1X 44
3.1.4 Μονάδα ελέγχου -Εισόδου , BDB-INCON4-U 44
3.1.5 Μονάδα ελέγχου - Εξόδου, SH2RE16A4 45
3.1.6 Αισθητήρας Θερμοκρασίας & Υγρασίας, SHSU 47
3.1.7 Αισθητήρας Θερμοκρασίας, BSI-TEMANB-U 48
3.2 Εγκατάσταση εξοπλισμού 49
3.2.1 Δωμάτια 50
3.2.2 Πίνακες 50
3.3 Εγκατάσταση Εξοπλισμού 54

4 Εργαλεία Ενεργειακής Διαχείρισης 61
4.1 Επισκόπιση OPTIMUS 61
4.1.1 Ενσωματωμένη Υπηρεσία OPTIMUS 62
4.2 Επισκόπηση Εργαλείων διαχείρισης ενέργειας στον κτιριακό τομέα 64
4.2.1 AttuneTM Αδισορψ Σεριςες 64
4.2.2 Energy Manager 65
4.2.3 Enterprise Buildings Integrator (EBI) 66
4.2.4 LEAP - Long-range Energy Alternatives Planning System 66
4.2.5 MODEST - Model for Optimisation of Dynamic Energy Systems with Time 67
4.2.6 Open Source energy MODeling SYStem (OSeMOSYS) 67
4.2.7 REAP - Resources and Energy Analysis Programme 67
4.2.8 StruxureWare Energy Operation EMIS Portfolio 68
4.2.9 CitInES - City and Industry Energy Strategy 68
4.2.10 INTENSE ? From Estonia till Croatia: Intelligent Energy Saving Measures for Municipal housing in Central and Eastern European Countries 69
4.2.11 TRACE - Tool for Rapid Assessment of City Energy 69

5 Περιβάλλον Διαδικτυακής πλατφόρμας Optimus 71
5.1 Περιβάλλον απλού χρήστη 72
5.2 Διαχειριστής συστήματος 74

6 Συμπεράσματα-Προοπτικές 79
6.1 Συμπεράσματα 79
6.2 Προεκτάσεις 80

Βιβλιογραφία 82

Κατάλογος Σχημάτων

2.1 Αειφόρος Ανάπτυξη 18
2.2 Διάγραμμα βιώσιμης ανάπτυξης 19
2.3 Στόχοι ΕΕ για το 2020 21
2.4 Στόχος ΕΕ για το 2050 22
2.5 Στόχος ΕΕ για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2050 23
2.6 Το στρατηγικό πλαίσιο της Επιτροπής για την ενεργειακή ένωση 25
2.7 Ποσοστά ΑΠΕ στην ΕΕ 26
2.8 Ποσοστό του αστικού πληθυσμού και των οικισμών ανά μέγεθος, 2011 32
2.9 Ποσοστό του αστικού πληθυσμού και των οικισμών ανά μέγεθος, 2050 33
2.10 Πυκνότητα πληθυσμού στην Ευρώπη και τον Καύκασο (2015) 34

3.1 Πρόσοψη Κεντρικής μονάδας ελέγχου 42
3.2 Διαστάσεις Κεντρικής μονάδας ελέγχου 42
3.3 Πρόσοψη Τριφασικού Αναλυτή 43
3.4 Διαστάσεις Τριφασικού Αναλυτή 44
3.5 Πρόσοψη Μονοφασικού Αναλυτή 45
3.6 Διαστάσεις Μονοφασικού Αναλυτή 45
3.7 Μονάδα Ελέγχου-Εισόδου 46
3.8 Πρόσοψη Μονάδας Ελέγχου- Εξόδου 47
3.9 Διαστάσεις Μονάδα Ελέγχου-Εξόδου 47
3.10 Πρόσοσψη αισθητήρα Θερμοκρασίας & υγρασίας 48
3.11 Διαστάσεις αισθητήρα Θερμοκρασίας & υγρασίας 48
3.12 Πρόσοψη αισθητήρα εξωτερικής Θερμοκρασίας 49
3.13 Διαστάσεις αισθητήρα εξωτερικής Θερμοκρασίας 49
3.14 Κάτοψη Εργαστηρίου 50
3.15 Μονογραμμικό σχέδιο γενικού πίνακα Γ.Π.Υ.204-1 51
3.16 Μονογραμμικό σχέδιο γενικού πίνακα Γ.Π.Κ.204-1 51
3.17 Μονογραμμικό σχέδιο γενικού πίνακα φωτισμού Γ.Π.Φ.204-1 52
3.18 Μονογραμμικό σχέδιο υποπίνακα Μ.Π.Κ.204-3 52
3.19 Μονογραμμικό σχέδιο υποπίνακα Μ.Π.Φ.204-3 53
3.20 Μονογραμμικό σχέδιο υποπίνακα Μ.Π.Κ.204-4 53
3.21 Μονογραμμικό σχέδιο υποπίνακα Μ.Π.Φ.204-4 54

3.22 Μονοφασικός αναλυτής ενέργειας στον υποπίνακα Μ.Π.Φ.204-3 57
3.23 Μονοφασικός αναλυτής ενέργειας στον πίνακα εφεδρειών Μ.Π.U.204-1 58
3.24 Κεντρικός πίνακας αυτοματισμού, Main Bus 58
3.25 Βοηθητικός υποπίνακας διαδρόμου 59
3.26 Αισθητήρας θερμοκρασίας στο δωμάτιο 26 59

4.1 Συνιστώσες του OPTIMUS DSS 62
4.2 Η ενσωματωμένη υπηρέσια Optimus και τα επιμέρους στοιχεία της 63

5.1 Κεντρική σελίδα εισόδου στην εφαρμογή 71
5.2 Επιλογή τύπου χρήστη της εφαρμογής 72
5.3 Κεντρικός σελίδα τελικού χρήστη 73
5.4 Συνοπτική παρουσίαση της τελευταίας εβδομάδας 73
5.5 Εμφάνιση Ιστορικών δεδομένων 74
5.6 Δεδομένα χρήσης συστήματος φωτισμού 74
5.7 Καταναλώσεις ενέργειας τριφασικών αναλυτών 75
5.8 Καταναλώσεις μονοφασικών αναλυτών 75
5.9 Συγκεντρωτικοί δείκτες καταναλώσεων 76
5.10 Κεντρική σελίδα διαχειριστή του συστήματος 76
5.11 Ιστορικό αναφορών συστήματος 77

Κατάλογος Πινάκων

2.1 Θεσμικό πλαίσιο σε Ευρωπαϊκή Ένωση και Ελλάδα 29
2.2 Προκλήσεις της έξυπνης πόλης 36

3.1 Τιμές καταγραφής Μονοφασικού αναλυτή 46
3.2 Θέσεις και παροχές πινάκων και υποπινάκων 54
3.3 Συγκεντρωτικός πίνακας εγκατεστημένων μονάδων 56
3.4 Συγκεντρωτικός μονοφασικών αναλυτών ενέργειας 57

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας αποτελεί η υλοποίηση ενός συστήματος καταγραφής και παρακολούθησης των ενεργειακών καταναλώσεων. Για τον λόγο αυτό, το Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, ΕΜΠ χρησιμοποιήθηκε σαν πιλότος για την εφαρμογή αυτή.

Η αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας αποτελεί κύριο άξονα της Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής, ο οποίος με την πάροδο των ετών αποκτά ολοένα και αυξανόμενη σημασία. Σημαντικός τομέας που συμβάλει στην αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας αποτελεί ο κτιριακός τομέας που συνιστά ένα σημαντικό ποσοστό της συνολικής τελικής κατανάλωσης που ξεπερνά το 35% και αγγίζει το 40%.

Η εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα ενέχει σημαντικές δυσκολίες. Ενδεικτικά, αναφέρουμε στο σημείο αυτό ως αντιπροσωπευτικά εμπόδια προς τους στόχους την μεγάλη διάρκεια αποπληρωμής των επενδύσεων, το υψηλό αρχικό κεφάλαιο που απαιτείται για τις επενδύσεις καθώς και τον χαμηλό ρυθμό αντικατάστασης των κτηρίων που στην πλειονότητα των ευρωπαϊκών χωρών δεν ξεπερνά το 1% το χρόνο. Για τους λόγους αυτούς κρίθηκε απαραίτητη η θέσπιση ευρωπαϊκής νομοθεσίας και η έκδοση σειράς οδηγιών που ορίζουν τις ελάχιστες ενεργειακές αποδόσεις για τα νέα κτήρια. Χαρακτηριστικά αναφέρεται η υποχρέωση των νέων κτηρίων από το 2020 και πλέον να πληρούν τα πρότυπα των κτηρίων Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης.

Για την εκπλήρωση των παραπάνω στόχων σημαντική συνεισφορά έχουν τα συστήματα πληροφορικής, η χρήση ευφυών συστημάτων ενεργειακής παρακολούθησης αλλά και η ανάπτυξη του Internet of Things. Θεμελιώδες κομμάτι για την ενεργειακή αποδοτικότητα αποτελεί η καταγραφή και παρακολούθηση των ενεργειακών καταναλώσεων. Η ραγδαία ανάπτυξη της μικροηλεκτρονικής τα τελευταία χρόνια έχει οδηγήσει στην ραγδαία μείωση του κόστους των συσκευών που συνδέονται στο διαδίκτυο. Τέτοιες συσκευές συνδυάζονται και σχηματίζουν τοπικά δίκτυα και επιτρέπουν την καταγραφή των καταναλώσεων και δεδομένων παρέχοντας την πρωτογενή πληροφορία που μπορεί να οδηγήσει στην μείωση της συνολικής κατανάλωσης. Ταυτόχρονα το κόστος τέτοιων δικτύων μετρητών και αισθητήρων έχει μειωθεί σε σημείο που να δύναται να αποσβεστεί από την μείωση του κόστους την τελικής κατανάλωσης.

1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής

Σκοπός της παρούσας εργασίας αποτελεί η διασύνδεση του δικτύου των μετρητών με την πλατφόρμα Optimus που εξυπηρετεί στην καταγραφή και παρακολούθηση των ενεργειακών καταναλώσεων και δεικτών.

Στο πλαίσιο αυτό πραγματοποιήθηκε η μελέτη των διαθέσιμων συσκευών που δύναται να εγκατασταθούν σε χώρους γραφείων με μικρές καταναλώσεις. Παράλληλα πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των καταναλώσεων του εργαστηρίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις. Στην συνέχεια έγινε η παρακολούθηση των εργασιών εγκατάστασης των μετρητών και των αισθητήρων σε όλη την επιφάνεια του εργαστηρίου.

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε η διασύνδεση της πλατφόρμας Optimus με το δίκτυο των μετρητών. Για τον λόγο αυτό απαιτήθηκε η κατάλληλη τροποποίηση της πλατμόρμας για την απόκτηση, παρακολούθηση και καταγραφή των διαθέσιμων δεδομένων. Τέλος, επιλέχθηκαν οι σημαντικότεροι δείκτες ενεργειακής κατανάλωσης για την εύκολη και αδιάκοπη παρακολούθηση των ενεργειακών καταναλώσεων από τον χρήστη.

1.2 Οργάνωση του τόμου

Αρχικά παρατίθενται μία περίληψη της εργασίας, τόσο στα Ελληνικά όσο και στα Αγγλικά, στην οποία παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια σημεία της. Στη συνέχεια, ακολουθεί ένας σύντομος πρόλογος, ο πίνακας περιεχομένων. Τέλος, ακολουθεί το κύριο μέρος της εργασίας, που αποτελείται από 6 κεφάλαια.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή
Πρόκειται για το παρόν κεφάλαιο, στο οποίο παρουσιάζεται συνοπτικά ο στόχος της εργασίας, οι φάσεις εκπόνησής της καθώς και η δομή που υιοθετήθηκε για την εκπόνηση του συγγράμματος.

Κεφάλαιο 2: Γενικό πλαίσιο εξοικονόμισης ενέργειας
Στο δεύτερο κεφάλαιο παρατίθεται το γενικότερο πλαίσιο στο οποίο εντάσσονται τα προγράμματα εξοικονόμισης ενέγειας και αύξησης της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Κεφάλαιο 3: Υποδομή Εργαστηρίου
Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρατίθενται πληροφορίες σχετικά με την υποδομή του εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ. Παρουσιάζονται οι συσκευές που τοποθετήθηκαν στο κτήριο, η περιγράφεται η διαδικασία εγκατάστασης και οι επιλογές που έγιναν προκειμένου να εξασφαλιστεί η μέγιστη κάλυψη του εργαστηρίου.

Κεφάλαιο 4: Εργαλεία Ενεργειακής Διαχείρισης
Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά στα εργαλεία ενεργειακής διαχείρισης με έμφαση την συνεισφορά τους στην ενεργειακή αποδοτικότητα. Γίνεται ανάλυση των υφιστάμενων εργαλείων ενεργειακής διαχείρισης και των δυνατοτήτων τους.

Κεφάλαιο 5: Εφαρμογή Παρακολούθησης
Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ηλεκτρονική πλατφόρμα παρακολούθησης της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα-Προοπτικές

Γίνεται ανασκόπηση του εργαλείου που αναπτύχθηκε για την ενεργειακή παρακολούθηση και στοχοθέτηση του Εργαστηρίου. Στην συνέχεια παρουσιάζονται περαιτέρω προοπτικές βελτίωσης της συγκεκριμένης πλατφόρμας με στόχο την παροχή καλύτερης πληροφόρησης, τον ενεργό και διαρκή συμμετοχή των ανθρώπων στην αποδοτική διαχείριση του κτηρίου και την παροχή υπηρεσιών.

Κεφάλαιο 2

Γενικό πλαίσιο εξοικονόμισης ενέργειας

2.1 Αειφόρος Ανάπτυξη και ιστορική εξέλιξη στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Η αειφόρος ή βιώσιμη ανάπτυξη αναφέρεται στην οικονομική ανάπτυξη που σχεδιάζεται και υλοποιείται λαμβάνοντας υπόψιν την προστασία του περιβάλλοντος και τη βιωσιμότητα. Έχει δηλαδή ως στόχο το βέλτιστο οικονομικό αποτέλεσμα τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το φυσικό περιβάλλον, τόσο στο παρόν όσο και στο αόριστο μέλλον. Η αειφορία σκοπεύει στη μέγιστη δυνατή απολαβή αγαθών από το περιβάλλον, λαμβάνοντας συγχρόνως υπόψιν την αδιάκοπη παραγωγή αυτών των αγαθών σε ικανοποιητικές ποσότητες και στο μέλλον. Βασικοί πυλώνες ώστε να πραγματωθεί η αειφόρος ανάπτυξη είναι η ανάπτυξη των παραγωγικών δομών της κοινωνίας, καθώς και η δημιουργία υποδομών για την ευαισθητοποίηση του πληθυσμού απέναντι στο φυσικό περιβάλλον και στους κινδύνους που αντιμετωπίζει.

Ορισμοί της έννοιας της αειφόρου ανάπτυξης εντοπίζονται σε διάφορες πηγές. Έτσι, στη Συνθήκη της Ευρωπαϊκής Ένωσης ορίζεται ως «σεβόμενη το περιβάλλον ανάπτυξη», δηλαδή εκείνη που «εγγυάται την περιβαλλοντική βιωσιμότητα». Κατά τη σύνοδο του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου που διεξήχθη στο Γκέτεμπργκ το 2001, η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε την πρώτη Ευρωπαϊκή Στρατηγική για την αειφόρο ανάπτυξη και παρουσιάστηκε ο ακόλουθος ορισμός: «Η Βιώσιμη Ανάπτυξη είναι μία συνεχής πορεία αλλαγής και προσαρμογής, και όχι μία στατική κατάσταση, με στόχο την ικανοποίηση των αναγκών του παρόντος, χωρίς όμως να μειώνεται η δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν και τις δικές τους ανάγκες, μέσα από την ισόρροπη και ισότιμη επιδίωξη των τριών πυλώνων της Βιώσιμης Ανάπτυξης: Οικονομία Περιβάλλον Κοινωνία». Στην Έκθεση της Παγκόσμιας Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (Brundtland Report), η αειφόρος ανάπτυξη ορίζεται ως «η ανάπτυξη, η οποία καλύπτει τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες» [2]. Ο παραπάνω ορισμός είναι ευρέως γνωστός και ανήκει στην πρώτη πρωθυπουργό της Νορβηγίας Γρο Χαρλεμ Βρυνδτλανδ

η οποία ήταν πρόεδρος της Παγκόσμιας Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη και παρέδωσε στη Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών το 1987, την αναφορά της, με τίτλο «Το Κοινό μας Μέλλον», γνωστή ως «Brundtland report».

Στην ουσία της η αειφόρος ή βιώσιμη ανάπτυξη στοχεύει στην αξιοποίηση του φυσικού περιβάλλοντος με μέτρο, ώστε να ενισχυθεί η οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη, χωρίς να επέλθει καταστροφή ή υποβάθμιση του πρώτου.

Σχήμα 2.1: Αειφόρος Ανάπτυξη

Στο επόμενο υποκεφάλαιο θα εξεταστούν εκτενέστερα οι αλληλοσχετιζόμενοι τομείς της οικονομικής ανάπτυξης, της περιβαλλοντικής προστασίας και της κοινωνικής συνοχής, οι οποίοι αποτελούν τους βασικούς πυλώνες της αειφόρου ανάπτυξης κατά τον ορισμό που δόθηκε στο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο το 2001, όπως αυτός προαναφέρθηκε.

2.1.1 Βασικές αρχές αειφόρου ανάπτυξης

Προκειμένου να κατανοήσουμε καλύτερα την έννοια της αειφόρου ανάπτυξης, είναι σκόπιμο να περιγράψουμε με σαφήνεια τις βασικές αρχές της. Η αειφόρος ανάπτυξη αποτελείται από τον οικονομικό, τον κοινωνικό και τον περιβαλλοντικό πυλώνα. Η αειφόρος ανάπτυξη στηρίζεται εξίσου και στους τρεις πυλώνες. Αν κάποιος πυλώνας είναι αδύναμος, τότε το σύστημα στο σύνολο του δεν μπορεί να λειτουργήσει. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται οι τρεις πυλώνες της αειφόρου ανάπτυξης και μερικές πτυχές τους.

Για να περιγραφούν οι παρακάτω όροι πρέπει πρώτα να οριστεί η έννοια της βιωσιμότητας, που είναι η δυνατότητα να συνεχιστεί επ΄ αόριστον μια ορισμένη συμπεριφορά. [4]

- Περιβαλλοντική βιωσιμότητα είναι η δυνατότητα διατήρησης των ποσοστών της συγκομιδής από τις αναεώσιμες πηγές ενέργειας, της μείωσησς των ρυπογόνων παραγόντων και της μη εξάντλησης των μη ανανεώσιμων πόρων, που δεν μπορούν να συνεχιστούν επ΄ αόριστον.

- Οικονομική βιωσιμότητα είναι η ικανότητα μιας οικονομίας να υποστηρίξει ένα ορισμένο επίπεδο οικονομικής παραγωγής για πάντα.

- Κοινωνική βιωσιμότητα είναι η ικανότητα ενός κοινωνικού συστήματος, όπως μια χώρα, να λειτουργεί σε ένα καθορισμένο επίπεδο κοινωνικής ευημερίας για πάντα.

Σχήμα 2.2: Διάγραμμα βιώσιμης ανάπτυξης

Όσον αφορά το ζήτημα της ενέργειας, η βιώσιμη ενέργεια είναι καθαρή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Στον αντίποδα, τα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα εκλύουν τοξικές ουσίες, οι οποίες είναι σημαντικοί παράγοντες πρόκλησης προβλημάτων υγείας στις τοπικές κοινότητες. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούν οι περισσότερες χώρες, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προκαλούν ελάχιστη ή καθόλου ρύπανση. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι τύποι ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι η υδροηλεκτρική, η ηλιακή και η αιολική ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται συνήθως σε δημόσιους χώρους στάθμευσης, στα φώτα των δρόμων και στην οροφή των κτιρίων. Η αιολική ενέργεια έχει επεκταθεί γρήγορα. Το μερίδιό της σε όλο τον κόσμο στο τέλος του 2014 ήταν 3,1%. Όσο οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο, οι υποδομές ορυκτών καυσίμων αντικαθίστανται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, παρέχοντας μεγαλύτερη κοινωνική ισότητα σε αυτές τις κοινότητες. Συνολικά, η αειφόρος ανάπτυξη στον τομέα της ενέργειας, θεωρείται ότι συμβάλλει μακροπρόθεσμα στην οικονομική βιωσιμότητα και στην ασφάλεια των κοινοτήτων. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο ενθαρρύνεται όλο και περισσότερο μέσω επενδυτικών πολιτικών. Στο επόμενο υποκεφάλαιο θα αναλύσουμε τις πολιτικές που έχει θεσπίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση επί του θέματος.

2.2 Ευρωπαϊκή Πολιτική

Στο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο στο Γκέτεμποργκ το 2001 εγκρίθηκε η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη βιώσιμη ανάπτυξη και βασίζεται σε τρία σημεία [5]

- συντονισμένη ανάπτυξη όλων των κοινών πολιτικών που αφορούν τις οικονομικές, τις περιβαλλοντικές και τις κοινωνικές πτυχές της ανάπτυξης, οι οποίες πρέπει να έχουν ως βασικό στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη

- μια δέσμη στόχων προτεραιότητας για τον περιορισμό της αλλαγής του κλίματος και την αύξηση της χρήσης καθαρών πηγών ενέργειας, τον περιορισμό των κινδύνων για τη δημόσια υγεία, τη διαχείριση των φυσικών πόρων με πιο υπεύθυνο τρόπο, τη βελτίωση των συστημάτων μεταφορών και την καλύτερη διαχείριση του εδάφους

- μέτρα εφαρμογής και παρακολούθησης της στρατηγικής σε κάθε εαρινή σύνοδο του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου (διαδικασία του Κάρντιφ που ξεκίνησε το 1998)

Η στρατηγική αναθεωρήθηκε το 2005 [15] και ανακοινώθηκε το σχέδιο δήλωσης για τις κατευθυντήριες αρχές της αειφόρου ανάπτυξης, όπου τα κράτη μέλη της ΕΕ ανέλαβαν τη δέσμευση να επιδιώξουν και να σεβαστούν, μόνα τους και με τους εταίρους τους, τους ακόλουθους στόχους:

- Προστασία του περιβάλλοντος: διασφάλιση της ικανότητας της γης να ευνοεί τη ζωή σε όλη της την πολυμορφία, τήρηση των ορίων των φυσικών πόρων του πλανήτη και διασφάλιση υψηλού επιπέδου προστασίας και βελτίωσης της ποιότητας του περιβάλλοντος. Πρόληψη και μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος και προώθηση της αειφόρου παραγωγής και κατανάλωσης ώστε να αποσυνδεθεί η οικονομική ανάπτυξη από την υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

- Κοινωνική ισότητα και συνοχή: προώθηση μιας δημοκρατικής, υγιούς, ασφαλούς και δίκαιης κοινωνίας, που βασίζεται στην κοινωνική ένταξη και τη συνοχή, που σέβεται τα θεμελιώδη δικαιώματα και την πολιτιστική πολυμορφία, που διασφαλίζει την ισότητα των ευκαιριών και καταπολεμά τις διακρίσεις σε όλες της τις μορφές.

- Οικονομική ευημερία: προώθηση μιας οικονομίας ακμάζουσας, καινοτόμου, πλούσιας σε γνώση, ανταγωνιστικής και οικολογικά αποτελεσματικής που εγγυάται υψηλό βιοτικό επίπεδο, πλήρη και υψηλής ποιότητας απασχόληση σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση.

- Ανάληψη των ευθυνών μας σε διεθνές επίπεδο: ενθάρρυνση της δημιουργίας δημοκρατικών θεσμών σε όλο τον κόσμο και της προάσπισης της ειρήνης, της ασφάλειας και της ελευθερίας. Ενεργός προώθηση της αειφόρου ανάπτυξης σε όλο τον κόσμο και διασφάλιση ότι οι εσωτερικές και εξωτερικές πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι συμβατές με την αειφόρο ανάπτυξη σε παγκόσμιο επίπεδο καθώς και με τις εσωτερικές δεσμεύσεις της.

Εκτός των άλλων, η περιβαλλοντική πολιτική της ΕΕ βασίζεται σε προγράμματα δράσης τα οποία ορίζουν στόχους προτεραιότητας προς επίτευξη σε διάστημα κάποιων ετών. Το τρέχον πρόγραμμα, το έβδομο του είδους του, υιοθετήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης τον Νοέμβριο του 2013 και καλύπτει το διάστημα έως και το 2020 [;].

Παράλληλα υπάρχουν και άλλα προγράμματα της ΕΕ, όπως το Πρόγραμμα για το Περιβάλλον και τη Δράση για το Κλίμα (πρόγραμμα LIFE). Το LIFE συμβάλλει στην αειφόρο ανάπτυξη και στην επίτευξη των σκοπών και στόχων της στρατηγικής Ευρώπη 2020, στηρίζει την εφαρμογή του 7ου Προγράμματος Δράσης για το Περιβάλλον και άλλες στρατηγικές και σχέδια της ΕΕ για το περιβάλλον και για το κλίμα.

2.2.1 Ευρωπαϊκή Πολιτική για το 2020 και το 2050

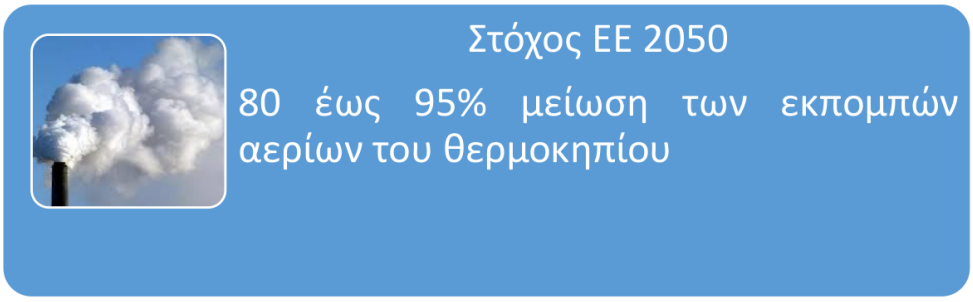
Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δεσμευτεί να μειώσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% μέχρι το 2020, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, να βελτιώσει την ενεργειακή αποδοτικότητα κατά 20% και να αντλεί από ανανεώσιμες πηγές το 20% της ενέργειας [21]. Αυτοί οι στόχοι είναι γνωστοί και ως στόχοι 20-20-20. Οι τεχνολογίες των πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) θα διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο σε αυτή την πρόκληση [23] διότι: 1) παρέχουν τη δυνατότητα για διαρθρωτική μετάβαση σε προϊόντα και υπηρεσίες με μικρότερη κατανάλωση πόρων, για εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια και δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας, όπως επίσης για πιο αποδοτικά και λιγότερο ενεργοβόρα ευφυή συστήματα μεταφορών και 2) πρέπει να δείξουν το δρόμο με αναφορά την περιβαλλοντική τους επίδοση, υιοθετώντας ένα κοινό πλαίσιο μέτρησης ως βάση για τον καθορισμό των στόχων για τη μείωση της χρήσης της ενέργειας και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Σχήμα 2.3: Στόχοι ΕΕ για το 2020

Για το 2050 στόχος της ΕΕ είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά

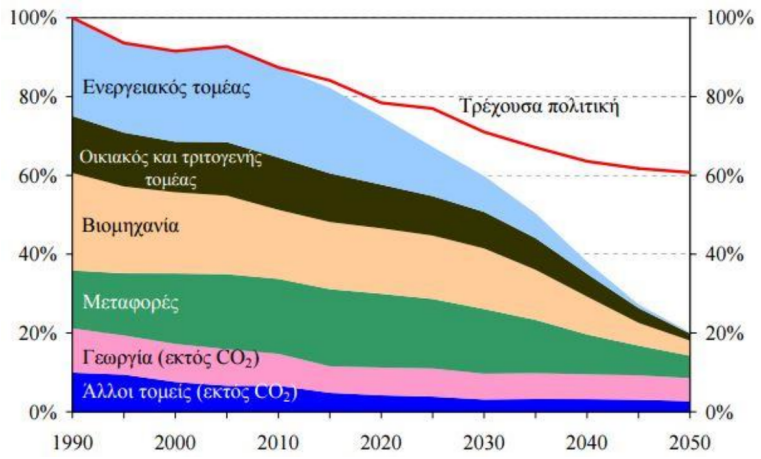
80-95% (από τα επίπεδα του 1990). Τα ορόσημα για να επιτευχθεί αυτό είναι η μείωση των εκπομπών κατά 40% μέχρι το 2030 και 60% μέχρι το 2040 [10]. Μάλιστα έχει δημιουργηθεί και ο Ενεργειακός Χάρτης Πορείας 2050 που δείχνει πως θα επιτευχθεί ο στόχος αυτός διερευνώντας διαδρομές για την απαλλαγή του ενεργειακού συστήματος από τις ανθρακούχες εκπομπές [;]. Ο Ενεργειακός Χάρτης Πορείας υποδεικνύει τον οικονομικά αποδοτικότερο τρόπο προς την ανάπτυξη μακροπρόθεσμων στρατηγικών. Η πρωτοπορία στην παγκόσμια μετάβαση προς μια οικονομία με χαμηλές εκπομπές άνθρακα και με αποδοτική αξιοποίηση των φυσικών πόρων θα αποφέρει πολλαπλά οφέλη στην ΕΕ.

Για να επιτευχθεί ο στόχος της μείωσης κατά 80% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, θα χρειαστούν μέχρι το 2050 επενδύσεις σε καθαρές και ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες (π.χ. «έξυπνα» δίκτυα ηλεκτρισμού) ύψους 1.5% του ΑΕΠ της ΕΕ, ήτοι 270 δις ευρό [;]. Μεγάλο μέρος των συγκεκριμένων επενδύσεων θα αντισταθμιστεί μέσω της μείωσης των εισαγωγών πετρελαίου και φυσικού αερίου. Οι επενδύσεις αυτές εκτιμάται ότι θα αποφέρουν οφέλη σε πολλούς τομείς. Λόγω της μείωσης των εισαγωγών πετρελαίου και φυσικού αερίου, θα ελαττωθεί η ευπάθεια της ΕΕ από πιθανούς ενεργειακούς και οικονομικούς κλονισμούς εξαιτίας απρόβλεπτων αυξομειώσεων των τιμών. Κατά συνέπεια θα αυξηθεί η ενεργειακή ασφάλεια και οι επενδύσεις προς τα ορυκτά καύσιμα θα διοχετευθούν σε άλλους τομείς όπως οι ΑΠΕ. Έτσι θα διατηρηθούν υφιστάμενες θέσεις εργασίας, ενώ παράλληλα θα δημιουργηθούν νέες. Ένα ακόμη όφελος θα προκύψει από τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα, περιορίζοντας τη ρύπανση του αέρα και το συναφές κόστος για την υγεία.



Σχήμα 2.4: Στόχος ΕΕ για το 2050

Για να επιτευχθεί ο μακροπρόθεσμος στόχος που έχει τεθεί για το 2050, είναι απαραίτητο να επιτευχθούν οι μεσοπρόθεσμοι στόχοι που έχουν τεθεί, ήτοι 20% μείωση για το 2020, 40% μείωση για το 2030 και 60% μείωση για το 2040. Σε κάθε περίπτωση τα αποτελέσματα δεν πρέπει να παρεκκλίνουν ιδιαίτερα από τα επιθυμητά. Η σημερινή πρόβλεψη με βάση τις τρέχουσες πολιτικές κάνει λόγο για μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο εσωτερικό της ΕΕ κατά 30% το 2030 και 40% το 2050, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα. Ασφαλώς οι σημερινές πολιτικές δε θα μείνουν στάσιμες μέχρι το 2050. Αναμένεται να επικαιροποιηθούν με το πέρασμα του χρόνου.



Σχήμα 2.5: Στόχος ΕΕ για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2050

2.2.2 Ενεργειακή Ένωση και Κτιριακός Τομέας

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει εγκαινιάσει σχέδια για μια Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Ένωση. Η δέσμη μέτρων για την ενεργειακή ένωση έχει ως στόχο να εξασφαλίσει προσιτή, ασφαλή και βιώσιμη ενέργεια για την Ευρώπη και τους πολίτες της. Η δέσμη μέτρων για την ενεργειακή ένωση δημοσιεύθηκε από την Επιτροπή το Φεβρουάριο του 2015 και αποτελείται από τρεις ανακοινώσεις [25]

- ένα στρατηγικό πλαίσιο για την ενεργειακή ένωση, με λεπτομερή αναφορά των στόχων της ενεργειακής ένωσης και τα συγκεκριμένα μέτρα που θα ληφθούν για την επίτευξή τους,
- μια ανακοίνωση που προσδιόριζε τις προσδοκίες της ΕΕ σχετικά με τη νέα παγκόσμια συμφωνία για το κλίμα, που πλέον συμφωνήθηκε στο Παρίσι το Δεκέμβριο του 2015,
- μια ανακοίνωση που καθορίζει τα μέτρα που απαιτούνται για την επίτευξη του στόχου του 10% για τη διασύνδεση της ηλεκτρικής ενέργειας έως το 2020.

Το στρατηγικό πλαίσιο της Επιτροπής για την ενεργειακή ένωση βασίζεται στους τρεις μακροχρόνιους στόχους της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ: ασφάλεια εφοδιασμού, βιωσιμότητα και ανταγωνιστικότητα. Στηρίζεται στο πλαίσιο πολιτικών για το κλίμα και την ενέργεια με ορίζοντα το 2030 και ενσωματώνει διάφορους τομείς πολιτικής σε μια ενιαία συνεκτική στρατηγική. Η στρατηγική διαρθρώνεται γύρω από πέντε στενά αλληλένδετους τομείς:

1. Ενεργειακή ασφάλεια, αλληλεγγύη και αμοιβαία εμπιστοσύνη. Στόχος είναι να καταστεί η ΕΕ πιο ανθεκτική στις εξωτερικές ενεργειακές κρίσεις και να μειώσει την εξάρτηση από συγκεκριμένα καύσιμα, προμηθευτές ενέργειας και διαδρομές. Τα προτεινόμενα μέτρα έχουν σκοπό να εξασφαλιστεί η διαφοροποίηση του εφοδιασμού (των πηγών ενέργειας, των προμηθευτών και των διαδρομών), να ενθαρρύνουν τα κράτη μέλη και τον ενεργειακό τομέα να συνεργαστούν για να εξασφαλίσουν την ασφάλεια του εφοδιασμού, και να

αυξηθεί η διαφάνεια των προμηθειών φυσικού αερίου - ιδίως σχετικά με τις συμφωνίες για την αγορά ενέργειας από χώρες εκτός ΕΕ.

2. Η εσωτερική αγορά ενέργειας. Οι προτεραιότητες περιλαμβάνουν τη βελτίωση των ενεργειακών διασυνδέσεων, τη διασφάλιση της πλήρους εφαρμογής και επιβολής της υφιστάμενης νομοθεσίας σχετικά με την ενέργεια, τη βελτίωση της συνεργασίας μεταξύ των κρατών μελών κατά τη χάραξη πολιτικών για την ενέργεια καθώς και τη διευκόλυνση των πολιτών όταν επιλέγουν προμηθευτές ενέργειας.

3. Η ενεργειακή απόδοση ως συμβολή στη συγκράτηση της ζήτησης ενέργειας. Στόχος είναι η βελτίωση τουλάχιστον κατά 27% της ενεργειακής απόδοσης έως το 2030, όπως θεσπίστηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο το 2014. Βέβαια, αυτός ο στόχος αναθεωρήθηκε στις 30 Νοεμβρίου 2016, όταν η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε την επικαιροποίηση της Οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση που περιλαμβάνει ένα νέο στόχο του 30% της ενεργειακής απόδοσης για το 2030, και μέτρα για την ενημέρωση της Οδηγίας, ώστε ο νέος στόχος να επιτευχθεί [14]. Τα μέτρα περιλαμβάνουν την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης στον τομέα των κτιρίων, ιδίως με τη βελτίωση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, και τη βελτίωση των εκπομπών και της απόδοσης των καυσίμων στον τομέα των μεταφορών.

4. Οικονομία χωρίς εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Αποτελεί δέσμευση της ΕΕ η μείωση των εγχώριων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 40% σε σύγκριση με το 1990. Το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών της ΕΕ θα πρέπει επίσης να διαδραματίσει πλήρως το ρόλο του στην προώθηση των επενδύσεων σε τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η στρατηγική θέτει ως στόχο της ΕΕ να ηγηθεί παγκοσμίως στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και να αποτελέσει παγκόσμιο κέντρο για την ανάπτυξη της επόμενης γενιάς τεχνολογικά προηγμένων και ανταγωνιστικών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

5. Έρευνα, καινοτομία και ανταγωνιστικότητα. Στόχος είναι να τεθεί η έρευνα και η καινοτομία στο επίκεντρο της ενεργειακής ένωσης. Η ΕΕ θα πρέπει να είναι πρωτοπόρος στην τεχνολογία έξυπνου δικτύου και έξυπνου σπιτιού, των καθαρών μεταφορών, των καθαρών ορυκτών καυσίμων και της ασφαλέστερης παραγωγής πυρηνικής ενέργειας παγκοσμίως. Η νέα προσέγγιση της έρευνας και της καινοτομίας στον τομέα της ενέργειας θα βασιστεί στο πρόγραμμα «Ορίζοντας 2020» και θα πρέπει να επιταχύνει το μετασχηματισμό του ενεργειακού συστήματος.

Στη νέα παγκόσμια συμφωνία για το κλίμα [6] που εγκρίθηκε στο Παρίσι το Δεκέμβριο του 2015, επισημοποιήθηκε ο στόχος της μείωσης κατά 40% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το 2030, ο οποίος είχε προταθεί από την ΕΕ ως στόχος εκπομπών στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου των Παρισίων [25], με στόχο τη συγκράτηση της αύξησης της θερμοκρασίας κάτω από τους 2 βαθμούς Κελσίου [26] σε σύγκριση με τα επίπεδα της προβιομηχανικής εποχής (περί τα 1850), ώστε να αποφευχθούν οι επικίνδυνες και απρόβλεπτες επιπτώσεις της

Σχήμα 2.6: Το στρατηγικό πλαίσιο της Επιτροπής για την ενεργειακή ένωση

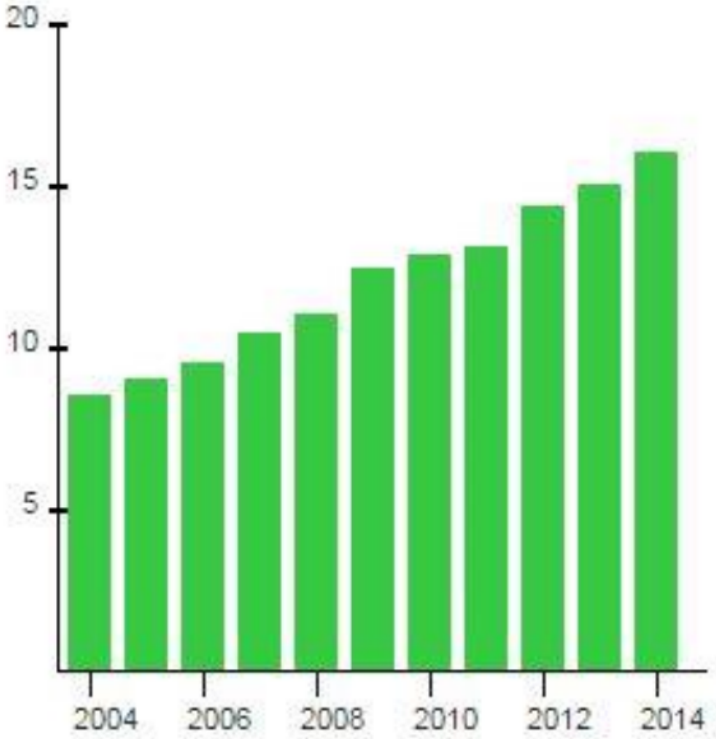
κλιματικής αλλαγής. Η παγκόσμια συμφωνία για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής που υπογράφηκε στο Παρίσι τέθηκε σε εφαρμογή επίσημα στις 4/11/2016, ασκώντας πίεση σε περίπου 200 χώρες να αρχίσουν να υιοθετούν και να εφαρμόζουν σχέδια για να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου.

Με απώτερο στόχο τη συγκεκριμενοποίηση των δεσμεύσεων που ανέλαβε η διεθνής κοινότητα για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, πραγματοποιήθηκαν το Νοέμβριο του 2016 στο Μαρόκο οι εργασίες της Παγκόσμιας Διάσκεψης του ΟΗΕ για το κλίμα (COP 22) [6]. Με στόχο να σταματήσει η απειλητική άνοδος της θερμοκρασίας, έως τα τέλη του 21ου αιώνα, οι εκπρόσωποι των χωρών που συμμετείχαν, κλήθηκαν να περάσουν από τι στάδιο της δέσμευσης - που συμφωνήθηκε στην COP21- στο στάδιο της εφαρμογής. Η 23η σύνοδος της Διάσκεψης των Μερών (COP 23) της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) θα διοργανωθεί από τη Δημοκρατία των Φίτζι και θα φιλοξενηθεί στην έδρα της γραμματείας της UNFCCC στη Βόννη της Γερμανίας στις 6 με 17 Νοεμβρίου 2017 [20]

Τέλος εξετάζονται οι τρόποι για την επίτευξη της διασύνδεσης της ηλεκτρικής ενέργειας της τάξης του 10% έως το 2020. Με αυτόν τον τρόπο, σε περίπτωση βλάβης ενός σταθμού ηλεκτροπαραγωγής ή κατά τη διάρκεια ακραίων καιρικών συνθηκών, τα κράτη μέλη θα μπορούν να εξασφαλίζουν την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζονται με εισαγωγές από τις γειτονικές τους χώρες [22]. Έτσι, τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι περισσότερο αξιόπιστα αφού θα μειωθεί ο κίνδυνος διακοπών του ηλεκτρικού ρεύματος και θα μπορούν να εξοικονομηθούν χρήματα χάρη στη μείωση της ανάγκης κατασκευής νέων σταθμών ηλεκτροπαραγωγής.

Πριν μερικούς μήνες (1/2/2017) δημοσιεύτηκε η δεύτερη έκθεση για την κατάσταση της Ενεργειακής Ένωσης [11] που εξετάζει την πρόοδο που σημειώθηκε από την πρώτη κατάσταση της Ενεργειακής Ένωσης, το Νοέμβριο του 2015, αξιολογώντας επίσης τις εν εξελίξει προκλήσεις. Η ΕΕ στο σύνολό της εξακολουθεί να σημειώνει πρόοδο όσον αφορά την επί-

τευξη των στόχων της Ενεργειακής Ένωσης, ιδίως των ενεργειακών και κλιματικών στόχων του 2020. Η ΕΕ έχει ήδη επιτύχει σημαντικές μειώσεις στην κατανάλωση ενέργειας και αν συνεχιστούν οι προσπάθειες των κρατών μελών, η ΕΕ βρίσκεται σε καλό δρόμο για να φτάσει το 2020 τους στόχους της ενεργειακής αποδοτικότητας. Το 2015, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ ήταν 22% κάτω από τα επίπεδα του 1990 και το μερίδιο των ΑΠΕ αντιστοιχούσε στο 16% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας και βαίνει αυξανόμενο όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 2.7: Ποσοστά ΑΠΕ στην ΕΕ

Σημαντική τάση είναι ότι η ΕΕ εξακολουθεί να αποσυνδέει την οικονομική ανάπτυξη της από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Κατά την περίοδο 1990-2015, το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) της ΕΕ αυξήθηκε κατά 50%, ενώ οι εκπομπές μειώθηκαν κατά 22%. Αυτή η αποσύνδεση αυτή αναμένεται να συνεχιστεί υπό τις τρέχουσες τάσεις και προβλέψεις.

Σχετικά με την αξιολόγηση της προόδου και των προκλήσεων, πραγματοποιείται ήδη η μετάβαση σε μια οικονομία σύγχρονη και με χαμηλές εκπομπές άνθρακα. Επιτυγχάνεται πρόοδος προς την κατεύθυνση μιας καινοτόμου και ενεργειακά αποδοτικής οικονομίας. Συνάμα χρειάζεται ενδυνάμωση των καταναλωτών που δεν έχουν ακόμα τη δυνατότητα να συμμετέχουν. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή σχεδιάζει να ξεκινήσει μια εκστρατεία ευαισθητοποίησης το 2017 για να ενθαρρύνει περισσότερους καταναλωτές να συμμετάσχουν και να επωφεληθούν από τις εξελίξεις στην αγορά ενέργειας. Η εκστρατεία έχει ως στόχο να αναδείξει τα οφέλη της ενεργειακής αποδοτικότητας. Σημαντικές προκλήσεις αποτελούν το υψηλό κόστος για τις επενδύσεις αλλά και η μελλοντική ανθεκτική υποδομή για την Ενεργειακή Ένωση που

αποτελεί τη ραχοκοκαλιά της Ενεργειακής Ένωσης. Για την ενίσχυση της μετάβασης στην «καθαρή» ενέργεια και τον εκσυγχρονισμό της οικονομίας της Ευρώπης, η εφαρμογή πρέπει να ξεκινήσει άμεσα. Για αυτό θα ξεκινήσει μία περιοδεία από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή που θα δώσει ιδιαίτερη έμφαση στα ολοκληρωμένα εθνικά σχέδια για την ενέργεια και το κλίμα και στην ανάληψη δράσης σε τοπικό επίπεδο. Σε όλη την ΕΕ, ξεκίνησαν έργα βασισμένα στις πόλεις, ψάχνοντας για συνέργειες μεταξύ τομέων όπως η ενέργεια, το νερό, η διαχείριση των αποβλήτων κ.α.. Επιτυχημένα έργα, όπως αυτά για τις έξυπνες πόλεις, δημιουργούν εξοικονόμηση για τους πολίτες και τη βιομηχανία, βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα και δημιουργούν τοπικές θέσεις εργασίας.

Κτιριακός τομέας

Όσον αφορά τον κτιριακό τομέα, τα κτίρια ευθύνονται για το 40% της κατανάλωσης ενέργειας και το 36% των εκπομπών CO2 στην ΕΕ [12]. Ενώ τα νέα κτίρια χρειάζονται γενικά λιγότερο από τρία έως πέντε λίτρα πετρελαίου θέρμανσης ανά τετραγωνικό μέτρο ανά έτος, τα παλαιότερα κτίρια καταναλώνουν περίπου 25 λίτρα κατά μέσο όρο. Ορισμένα κτίρια απαιτούν ακόμη μέχρι και 60 λίτρα. Επί του παρόντος, περίπου το 35% των κτιρίων της ΕΕ είναι άνω των 50 ετών. Με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, θα μπορούσε να μειωθεί η συνολική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ κατά 5% έως 6% και έτσι να επιτευχθεί μείωση των εκπομπών CO2 κατά περίπου 5%.

Οι Οδηγίες του 2010 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (2010/31/ΕΕ) και του 2012 (2012/27/ΕΕ) για την ενεργειακή αποδοτικότητα αποτελούν τη βασική νομοθεσία της ΕΕ σχετικά με τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων. Η Επιτροπή δημοσίευσε επίσης μια νέα βάση δεδομένων από κτίρια για την παρακολούθηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων σε όλη την Ευρώπη.

Σύμφωνα με την υπάρχουσα Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων:

- Τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης πρέπει να περιλαμβάνονται σε όλες τις διαφημίσεις για την πώληση ή μίσθωση κτιρίων.
- Οι χώρες της ΕΕ πρέπει να θεσπίσουν συστήματα επιθεώρησης για τα συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού ή να τεθούν σε εφαρμογή μέτρα ισοδύναμου αποτελέσματος.
- Όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να είναι σχεδόν μηδενικής κατανάλωση ενέργειας έως τις 31 Δεκεμβρίου 2020 (δημόσια κτίρια μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2018).
- Οι χώρες της ΕΕ πρέπει να θέσουν ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τα νέα κτίρια, για τη ριζική ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων και για την αντικατάσταση ή την μετασκευή των δομικών στοιχείων (συστήματα θέρμανσης και ψύξης, οροφές, τοίχοι, κλπ.).
- Οι χώρες της ΕΕ πρέπει να καταρτίσουν καταλόγους των εθνικών οικονομικών μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Παράλληλα, με την Οδηγία για την ενεργειακή αποδοτικότητα:

- Οι χώρες της ΕΕ πρέπει να πραγματοποιήσουν ενεργειακά αποδοτικές αναβαθμίσεις σε τουλάχιστον 3% των κτιρίων που ανήκουν και χρησιμοποιούνται από την κεντρική κυβέρνηση.

- Οι κυβερνήσεις της ΕΕ πρέπει να αγοράζουν μόνο κτίρια τα οποία είναι υψηλής ενεργειακής απόδοσης.

- Οι χώρες της ΕΕ πρέπει να καταρτίσουν μακροπρόθεσμες εθνικές στρατηγικές για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων που μπορούν να συμπεριληφθούν στα σχέδια δράσης τους για την Εθνική Ενεργειακή Αποδοτικότητα.

Όμως επειδή οι εξελίξεις δε σταματούν, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στις 30/11/2016, παρουσίασε μια σειρά από προτάσεις για τη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια [13]. Πρότεινε πακέτο μέτρων ώστε να κρατήσει την Ευρωπαϊκή Ένωση ανταγωνιστική, όσο η μετάβαση προς την καθαρή ενέργεια μεταβάλλει τις παγκόσμιες ενεργειακές αγορές. Υπήρξε ενημέρωση στην Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων αλλά και στην Οδηγία για την ενεργειακή αποδοτικότητα για να βοηθήσει στην προώθηση της χρήσης των έξυπνων τεχνολογιών σε κτίρια και τον εξορθολογισμό των υφιστάμενων κανόνων.

Όσον αφορά την Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων [;], έγιναν αλλαγές ώστε πλέον να είναι:

- Έξυπνη, ενθαρρύνοντας τη χρήση των ΤΠΕ και σύγχρονων τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένων των αυτοματισμών στα κτίρια και υποδομών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, για την εξασφάλιση της αποτελεσματικής λειτουργίας του κτιρίου.

- Απλή, πραγματοποιώντας εξορθολογισμό ή / και διαγραφή των διατάξεων που δεν έχουν αποδώσει το αναμενόμενο αποτέλεσμα.

- Υποστηρικτική της ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων, με την ενίσχυση της σύνδεσης των δράσεων μεταξύ της επίτευξης υψηλότερων ποσοστών αναβαθμίσεων, της χρηματοδότησης και των Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ), καθώς και με την ενίσχυση των διατάξεων σχετικά με τις μακροπρόθεσμες στρατηγικές κτιριακών ενεργειακών αναβαθμίσεων σε εθνικό επίπεδο, με στόχο την εξάλειψη των εκπομπών CO2 στον κτιριακό τομέα μέχρι τα μέσα του αιώνα.

Συνάμα οι προτάσεις για την ανανέωση της ισχύουσας Οδηγίας για την ενεργειακή αποδοτικότητα:

- Εναρμονίζουν τους στόχους της ενεργειακής αποδοτικότητας με τους στόχους της ΕΕ για το κλίμα και την ενέργεια (αυτούς που έχουν οριστεί για το 2030).

- Παρατείνουν πέρα από το 2020 την υποχρέωση εξοικονόμησης ενέργειας που απαιτείται από τους προμηθευτές και τους διανομείς, ώστε να εξοικονομηθεί 1,5% της ενέργειας κάθε χρόνο από 2021 έως το 2030, με σκοπό την προσέλκυση ιδιωτικών επενδύσεων.

- Βελτιώνουν τις διαδικασίες μέτρησης και τιμολόγησης της κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη των καταναλωτών.

Με αυτόν τον τρόπο, θα εξασφαλιστεί ασφαλής, οικονομικά προσιτή και φιλοπεριβαλλοντική ενέργεια για τους πολίτες και τις επιχειρήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η Ευρώπη θα έχει χαμηλές εκπομπές άνθρακα και η οικονομία της θα μετατραπεί σε βιώσιμη και φιλοπεριβαλλοντική.

2.3 Ενεργειακή Πολιτική

Οι διαρκώς μεταβαλλόμενες συνθήκες σε παγκόσμιο επίπεδο -ρευστές γεωπολιτικές συνθήκες, εξάρτηση από εισαγόμενη ενέργεια, αύξηση ζήτησης της ενέργειας, υψηλές τιμές της ενέργειας, κλιματική αλλαγή κ.α.- δημιουργούν αναταραχή και καθιστούν αναγκαία την ενεργειακή πολιτική. Η ΕΕ, όπως αναλύθηκε ανωτέρω, εκδίδει Οδηγίες προς τα κράτη μέλη, τα οποία έχουν υποχρέωση να εναρμονίσουν την εθνική τους νομοθεσία με αυτές. Ασφαλώς κάθε κράτος οφείλει να έχει διαφορετική στρατηγική, καθώς οι ενεργειακές ανάγκες ποικίλουν από χώρα σε χώρα. Η Ελλάδα προσπαθεί να εναρμονίσει την εθνική της έννομη τάξη με τις Οδηγίες της ΕΕ, εκδίδοντας μια σειρά από νόμους.

Ευρωπαϊκή Ένωση	Ελλάδα
	1980: Κανονισμός για τη θερμομόνωση
	2000: Κανονισμός ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας (ΚΟΧΕΕ)
Οδηγία 2002/91 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων	2008: Νόμος 3661/2008 2010: Νόμος 3851/2010 2010: Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) 2010: Προεδρικό διάταγμα ενεργειακών επιθεωρητών
Οδηγία 2006/26 για τις Ενεργειακές Υπηρεσίες	2008: Υπουργική απόφαση για τα δημόσια κτίρια 2008: 1ο ΣΔΕΑ (Σχέδιο Δράσης Εθνικής Απόδοσης) 2010: Νόμος 3855/2010 2011: Υπουργική απόφαση για τις ΕΣΠΟς 2011: 2 ο ΣΔΕΑ
Οδηγία 2010/31 για την ενεργειακή απόδοσης των κτιρίων (αναδιατύπωση)	2013: Νόμος 4122/2013
30 Νοεμβρίου 2016: Ενημερώσεις των δύο παραπάνω Οδηγιών	

Πίνακας 2.1: Θεσμικό πλαίσιο σε Ευρωπαϊκή Ένωση και Ελλάδα

Για το διάστημα έως το 2020 οι κατευθυντήριες γραμμές έχουν ήδη υιοθετηθεί, με το 1ο Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ [24]. Λαμβάνοντας υπόψιν το Σχέδιο αυτό, τις κατευθυντήριες γραμμές της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την περίοδο 2020-2050, καθώς και την εξέλιξη μιας σειράς βασικών παραμέτρων (οικονομική δραστηριότητα ανά κλάδο, διεθνείς τιμές καυσίμων,

τιμές CO2, επίπεδο χρήσης λιγνίτη, κ.α.) μελετήθηκαν τρία σενάρια ώστε να προσδιορισθούν και να αξιολογηθούν εναλλακτικά μέτρα και πολιτικές για την εκπλήρωση των Εθνικών και των Ευρωπαϊκών στόχων. Το Σενάριο «Υφιστάμενων πολιτικών» (ΥΦ) υποθέτει συντηρητική υλοποίηση των πολιτικών για την ενέργεια και το περιβάλλον, προβλέποντας αφενός μέτριο επίπεδο περιορισμού των εκπομπών Ό2 μέχρι το 2050 (40% σε σχέση με το 2005), αφετέρου μέτρια διείσδυση ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας. Το Σενάριο «Μέτρων Μεγιστοποίησης ΑΠΕ» (ΜΕΑΠ) υποθέτει τη μεγιστοποίηση της διείσδυσης των ΑΠΕ (στο επίπεδο του 100% στην ηλεκτροπαραγωγή), με στόχο τη μείωση των εκπομπών Ό2 κατά 60%-70% και ταυτόχρονη σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια και τις μεταφορές. Το Σενάριο «Περιβαλλοντικών Μέτρων Ελαχίστου Κόστους» (ΠΕΚ) έχει τις ίδιες παραδοχές με το Σενάριο ΜΕΑΠ όσον αφορά τις εκπομπές CO2 αλλά υπολογίζει το ποσοστό των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή ώστε να εξασφαλιστεί το ελάχιστο επενδυτικό κόστος.

Στόχοι της ενεργειακής πολιτικής [27] αποτελούν η διαφοροποίηση του ενεργειακού μίγματος, η σταδιακή απεξάρτηση από τον άνθρακα και η ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας της χώρας, η επέκταση των υποδομών και αξιοποίηση των δυνατοτήτων των ΑΠΕ, η εκπλήρωση των στόχων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, της προστασίας του περιβάλλοντος, αλλά και της ενίσχυσης της ανάπτυξης και της ανταγωνιστικότητας της οικονομίας.

2.3.1 Εθνική Πολιτική για τον Κτιριακό Τομέα

Τα κτίρια στην Ελλάδα ευθύνονται περίπου για το 40% [8] της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Ένας από τους κύριους λόγους για τους οποίους τα κτίρια στην Ελλάδα είναι ιδιαιτέρως ενεργοβόρα είναι η παλαιότητά τους και η μη ενσωμάτωση σύγχρονης τεχνολογίας σε αυτά, λόγω έλλειψης σχετικής νομοθεσίας τα τελευταία 30 χρόνια [27].

Τα περισσότερα από αυτά τα κτίρια αντιμετωπίζουν θέματα όπως:

- μερική ή παντελή έλλειψη θερμομόνωσης,
- παλαιάς τεχνολογίας κουφώματα (πλαίσια/μονοί υαλοπίνακες),
- ελλιπή ηλιοπροστασία των νότιων και δυτικών όψεών τους,
- μη επαρκή αξιοποίηση του υψηλού ηλιακού δυναμικού της χώρας,
- ανεπαρκή συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης/κλιματισμού με αποτέλεσμα χαμηλή απόδοση.

Η κατασκευή νέων κτιρίων μηδενικών εκμπομπών μετά το 2020 και μέχρι το 2050 θα επηρεάσει σαφώς τον κτιριακό τομέα. Σημαντικό ρόλο θα διαδραματίσει και η εκτεταμένη ενεργειακή αναβάθμιση παλαιότερων σπιτιών με έμφαση στα κτίρια του τριτογενή τομέα και σε δημόσια κτίρια. Επίσης προβλέπεται ότι θα γίνει εκτεταμένη χρήση των αντλιών θερμότητας για κάλυψη των φορτίων για θέρμανση και ψύξη, ώστε να γίνει αντικατάσταση κυρίως του πετρελαίου με τον πλέον αποδοτικό ενεργειακά και περιβαλλοντικά τρόπο. Ακόμη προβλέπεται ότι και τα θερμικά ηλιακά συστήματα θα συνεχίσουν να αναπτύσσονται και να συμμετέχουν σημαντικά στην εξυπηρέτηση κυρίως των θερμικών φορτίων στον οικιακό τομέα.

Οι θεσμικές παρεμβάσεις που αφορούν στην ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων, αναμένεται να συνεισφέρουν σημαντικά προς την κατεύθυνση βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ενώ ο στόχος για νέα κτίρια που θα πρέπει να καλύπτουν το σύνολο της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσής τους με συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αναμένεται, όταν εφαρμοστεί, να αλλάξει ριζικά την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων [24]. Η ενεργειακή αναβάθμιση των υπαρχόντων κτιρίων αποτελεί τη μεγαλύτερη πρόκληση για την επίτευξη των στόχων εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα, καθώς η ενεργειακή συμπεριφορά του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος είναι αυτή που ουσιαστικά θα καθορίζει και το δείκτη ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού τομέα. Στο πλαίσιο αυτό, μείζονος σημασίας είναι το μίγμα των μέτρων ώστε ο ρυθμός ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων να είναι αρκετός ώστε να επιτευχθούν οι ενεργειακοί στόχοι. Η ανάπτυξη μηχανισμών της αγοράς, όπως οι Εταιρείες Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών και τα λευκά πιστοποιητικά, για την προώθηση ενεργειακά αποδοτικών υπηρεσιών θα βοηθήσει σημαντικά προς αυτήν την κατεύθυνση. Οι πρωτοβουλίες αυτές θα πρέπει να υποστηριχθούν κανονιστικά αλλά και οικονομικά.

Επίσης με τον Κανονισμό Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) που ορίστηκε με τον νόμο 4122/2013 (ΥΠΕΚΑ, 2013), θεσμοθετήθηκε ο ενεργειακός σχεδιασμός στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, με συγκεκριμένες δράσεις:

- Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
- Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων
- Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης)
- Ενεργειακές Επιθεωρήσεις κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού

Στο άμεσο μέλλον θα είναι υποχρεωτικό και στην Ελλάδα τα καινούρια κτίρια και τα κτίρια που αναβαθμίζονται ενεργειακά να είναι κτίρια (σχεδόν) μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB : nearly zero energy buildings). Πρόκειται δηλαδή για κτίρια με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση (INZEB, 2017). Η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται θα πρέπει να παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, περιλαμβανομένης της παραγομένης ενέργειας επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου. Τα κτίρια αυτά δεν παύουν, όμως, να παράγουν αέρια του θερμοκηπίου, καθώς όταν δεν υπάρχει διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια (π.χ. τις συννεφιασμένες, σύντομες ημέρες του χειμώνα και κατά τη διάρκεια της νύχτας) ή αιολική ενέργεια (για να λειτουργήσουν πιθανόν εγκατεστημένες ανεμογεννήτριες) καλύπτουν τις ανάγκες τους τροφοδοτούμενα από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, άρα και από συμβατικές πηγές.

Στην πράξη, τα περισσότερα κτίρια μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας λαμβάνουν το μισό ή και παραπάνω της απαιτούμενης ενέργειας για τη λειτουργία τους από το δίκτυο. Κτίρια τα οποία παράγουν παραπάνω ενέργεια από αυτήν που καταναλώνουν στη διάρκεια ενός έτους (έχουν δηλαδή περίσσεια ενέργειας) ονομάζονται «θετικής ενέργειας», ενώ εκείνα που

καταναλώνουν ελάχιστα παραπάνω από αυτό που παράγουν, «σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης» ή «εξαιρετικά χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης».

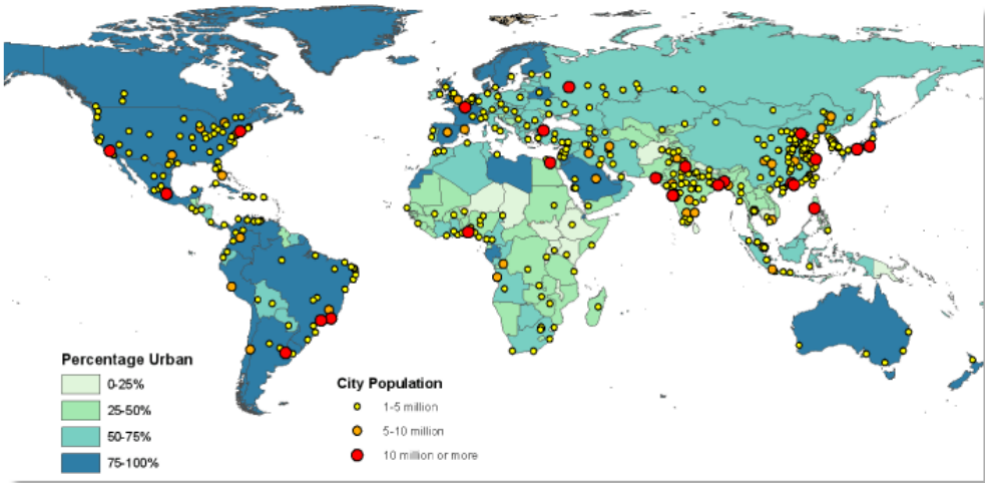
Πιο συγκεκριμένα από 1/1/2019 όλα τα νέα κτίρια του Δημοσίου τομέα υποχρεούνται να είναι κτίρια μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, ενώ από 1/1/2021 αυτό θα ισχύει για όλα τα νέα κτίρια στην Ελλάδα.

2.4 Έξυπνες πόλεις

Είδαμε ως τώρα όλους τους στόχους που έχει θέσει η ΕΕ και η Ελλάδα στη μείωση των εκπομπών CO2, στη χρησιμοποίηση ΑΠΕ, στην εξοικονόμηση ενέργειας κ.α. Προκειμένου να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν όλα τα διαθέσιμα εργαλεία και οι νέες τεχνολογίες. Η ανάπτυξη και η αξιοποιήση των Έξυπνων Πόλεων αποτελεί το πιο χρήσιμο εργαλείο σε αυτή την προσπάθεια.

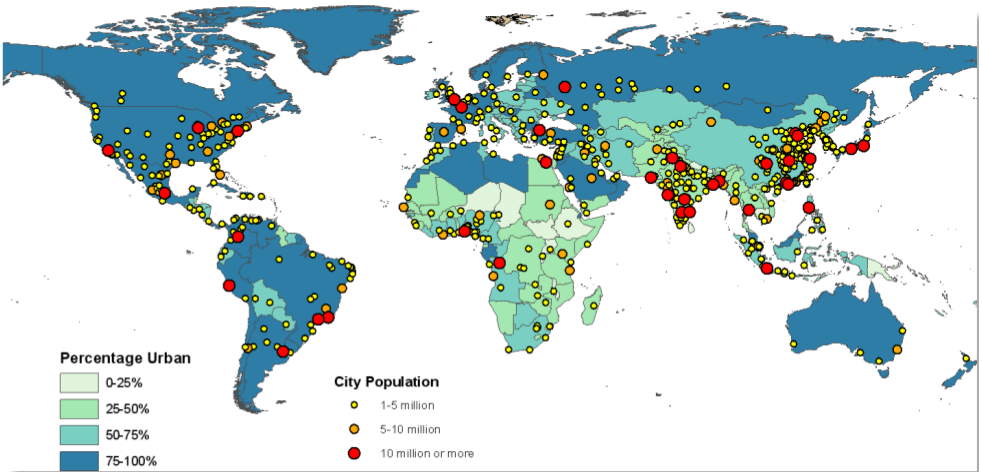
2.4.1 Αστικοποίηση

Μέχρι το 2025 αναμένεται ότι περισσότερο από το 60% του παγκόσμιου πληθυσμου θα ζει σε πόλεις. Η αστικοποίηση ως τάση θα έχει διαφορετικές επιπτώσεις και επιδράσεις στην μελλοντική προσωπική ζωή και κινητικότητα. Όσο η παγκόσμια αστικοποίηση συνεχίζει να αυξάνεται, όπως φαίνεται και από τις δύο εικόνες παρακάτω, και καθώς ο συνολικός πληθυσμός της Γης αναμένεται να διπλασιαστεί μέχρι το 2050 [18], θα υπάρχει αυξημένη ζήτηση για έξυπνα, βιώσιμα περιβάλλοντα που μειώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και προσφέρουν στους πολίτες υψηλή ποιότητα ζωής.



Σχήμα 2.8: Ποσοστό του αστικού πληθυσμού και των οικισμών ανά μέγεθος, 2011

Η αύξηση του πληθυσμού και η ανάπτυξη των υποδομών της πόλης έχει ως αποτέλεσμα την επέκταση των ορίων της πόλης. Έτσι, αναμένεται γειτονικές πόλεις να ενωθούν και να σχηματίσουν μεγαλουπόλεις. Οι μεγαλουπόλεις ορίζονται ως πόλεις με πληθυσμό μεγαλύτερο των 10 εκατομμυρίων. Μέχρι το 2023, θα υπάρχουν 30 μεγαλουπόλεις παγκοσμίως. Όπως



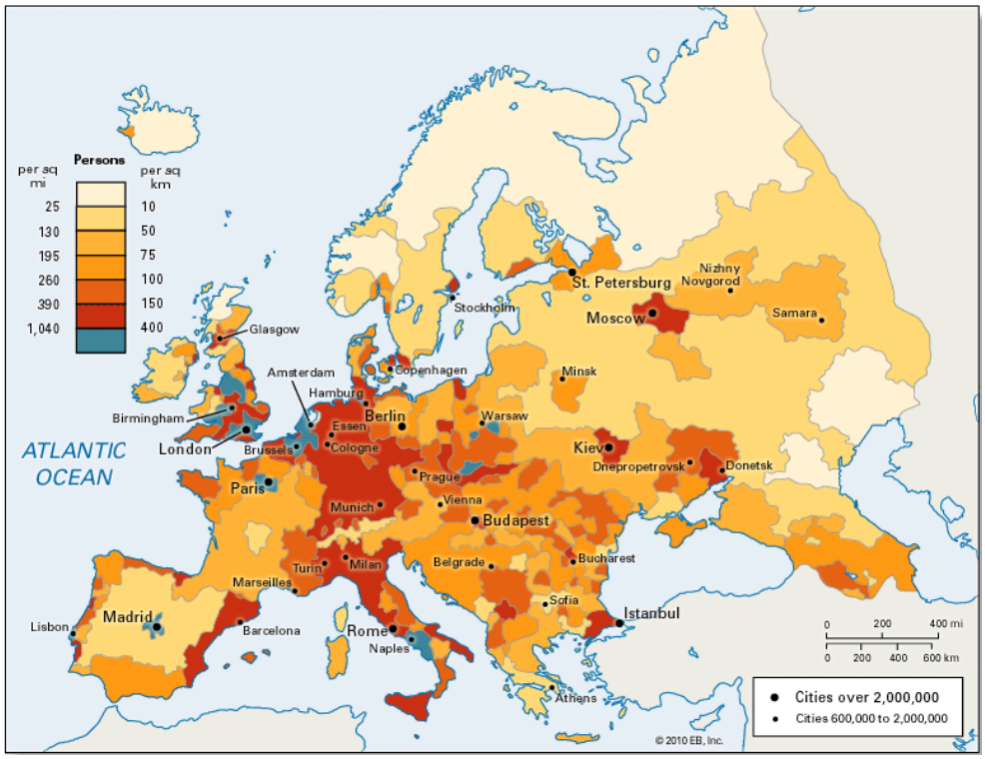
Σχήμα 2.9: Ποσοστό του αστικού πληθυσμού και των οικισμών ανά μέγεθος, 2050

φαίνεται από τα ακόλουθα στοιχεία, ο μισός πληθυσμός της Γης ζούσε σε πόλεις το 2013, ο μισός πληθυσμός της Ασίας θα ζει σε πόλεις μέχρι το 2020, ο μισός πληθυσμός της Αφρικής θα ζει σε πόλεις μέχρι το 2035 και ο πληθυσμός στις πόλεις αναμένεται να αυξηθεί από 3.6 δις. σε 6.3 δις. μέχρι το 2050 [16].

Η αλματώδης αύξηση του πληθυσμού και η στροφή στην αστικοποίηση ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες - θα δημιουργήσει πληθώρα ευκαιριών για τις επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται σε διάφορους τομείς. Οι μεγαλουπόλεις των αναπτυσσόμενων χωρών θα αποτελέσουν τις μεγαλύτερες αγορές για τα υψιστάμενα προϊόντα πολυτελείας και προϊόντα τελευταίας τεχνολογίας, ενώ στις ανεπτυγμένες χώρες, οι αντίστοιχες μεγαλουπόλεις, θα γνωρίσουν μια τάση μέτρων με στόχο την αειφόρο ανάπτυξη. Αυτό θα οδηγήσει επίσης στην εξέλιξη των έξυπνων πόλεων θα υπάρχουν περίπου 40 έξυπνες πόλεις σε παγκόσμιο επίπεδο έως το 2025 [16], με έξι έξυπνες λειτουργίες:

- Έξυπνα Κτίρια (Smart Living),
- Έξυπνη Οικονομία (Smart Economy),
- Έξυπνη Κινητικότητα (Σμαρτ ΕςονομψSmart Economy),
- Έξυπνη Ενέργεια (Smart Energy),
- Έξυπνοι Άνθρωποι (Smart People) και
- Έξυπνη Διακυβέρνηση (Smart Governance).

Στην Ευρώπη οι πόλεις αυξάνονται σε μέγεθος και αριθμό και οι οικονομικές δραστηριότητες συγκεντρώνονται στις αστικές περιοχές και η αστικοποίηση είναι έτοιμη να αυξηθεί σε όλες σχεδόν τις χώρες του ΟΟΣΑ [7]. Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει την πυκνότητα του πληθυσμού στην Ευρώπη και τον Καύκασο το 2015.



Σχήμα 2.10: Πυκνότητα πληθυσμού στην Ευρώπη και τον Καύκασο (2015)

Η τάση προς συγκέντρωση στα αστικά κέντρα αυξάνει την περιβαλλοντική πίεση μέσω της ζήτησης για πόρους και υπηρεσίες, όπως οι μεταφορές. Τα αστικά κέντρα παρέχουν πρόσφορο έδαφος για δοκιμή καινοτομιών με στόχο την αύξηση της αποδοτικότητας της ενέργειας και των πόρων. Οι τοπικές αρχές διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην υποστήριξη αυτών των καινοτομιών. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προσδιορίζει αυτό το βασικό ρόλο των πόλεων και των τοπικών αρχών, λέγοντας [26] «Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετωπίζει η ΕΕ είναι πώς να σχεδιάσει καλύτερα και να προσαρμόσει τις πόλεις σε έξυπνα και βιώσιμα περιβάλλοντα. Σχεδόν τα τρία τέταρτα των Ευρωπαίων ζουν σε πόλεις, καταναλώνοντας το 70% της ενέργειας της ΕΕ. Οι έξυπνες αστικές τεχνολογίες μπορούν να έχουν σημαντική συμβολή στην αντιμετώπιση πολλών αστικών προκλήσεων». Η ενεργειακή πολιτική πρέπει να προετοιμάσει κατάλληλες λύσεις που να επιτρέπουν στις πόλεις να αντιμετωπίσουν αυτές τις προκλήσεις.

2.4.2 Η έννοια της έξυπνης πόλης

Όπως υποστηρίζει ο Μονζον (2015), παρά το γεγονός ότι υπάρχει κάποιου είδους συναίνεση ότι ο όρος έξυπνη πόλη (smart city) αντιπροσωπεύει την καινοτομία στον τομέα της διαχείρισης της πόλης, των υπηρεσιών και των υποδομών της, ένας κοινός ορισμός του όρου δεν υπάρχει. Ωστόσο, δύο τάσεις μπορούν να διακριθούν σε σχέση με τα κύρια χαρακτηριστικά των έξυπνων πόλεων. Από τη μία πλευρά υπάρχει μια σειρά από ορισμούς που δίνουν έμφαση μόνο σε μία αστική πτυχή (τεχνολογική, οικολογική, κλπ.) αφήνοντας εκτός το υ-

πόλοιπο των περιστάσεων που εμπλέκονται σε μια πόλη. Η περιγραφή αυτή είναι ανεπαρκής, αφού η βελτίωση ενός μόνο μέρους ενός αστικού οικοσυστήματος, δε συνεπάγεται τη λύση των προβλημάτων στο σύνολό τους. Από την άλλη πλευρά, ορισμένοι συγγραφείς τονίζουν πως το ίδιο γνώρισμα της έξυπνης πόλης είναι η διασύνδεση όλων των αστικών πτυχών. Γίνεται κατανοητό από τους ορισμούς ότι οι υποδομές αποτελούν κεντρικό κομμάτι της έξυπνης πόλης και ότι η τεχνολογία είναι ο καταλύτης που καθιστά επιτεύξιμη τη δημιουργία τους. Ο συνδυασμός, η σύνδεση και η ενσωμάτωση όλων των συστημάτων καθιστούν μια πόλη πραγματικά έξυπνη. Αυτό που ξεχωρίζει τις έξυπνες πόλεις από τις βιώσιμες πόλεις είναι η χρήση νέων και υψηλής τεχνολογίας λύσεων ΤΠΕ (ICT) για τη σύνδεση των πολιτών και των τεχνολογιών της πόλης σε μια κοινή πλατφόρμα [17]. Πρόκειται δηλαδή για έξυπνες πόλεις με βιώσιμη ανάπτυξη, ή αλλιώς έξυπνες - βιώσιμες πόλεις.

2.4.3 Προκλήσεις της έξυπνης πόλης

Σήμερα το 78% των Ευρωπαίων πολιτών ζει σε πόλεις, και το 85% του ΑΕΠ της Ε-Ε παράγεται σε πόλεις [9]. Πολλές ευρωπαϊκές πόλεις είναι πρωτοπόρες στην πολυπόθητη μετάβαση προς μια χαμηλών εκπομπών άνθρακα, ανταγωνιστική οικονομία, η οποία αξιοποιεί παραγωγικά τους πόρους της. Η ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων δημιουργεί παράλληλα πολλές προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν [18]. Οι πόλεις διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εκπλήρωση των βασικών προκλήσεων για την κοινωνία και την οικονομία της Ευρώπης. Μερικές από αυτές είναι η απασχόληση, η πληθυσμιακή έκρηξη, η ανάπτυξη και οι επενδύσεις, το υψηλό κόστος ζωής, η καινοτομία, η ενεργειακή αποδοτικότητα, η άνοδος των επιπέδων της ρύπανσης, η ανάπτυξη με χαμηλές εκπομπές άνθρακα και η μείωση του διοξειδίου του άνθρακα, τα αυξημένα ποσοστά εγκληματικότητας, οι μαζικές επενδύσεις σε απαιτήσεις υποδομής, η εκθετική αύξηση των δεδομένων κ.α.

Οι προκλήσεις που δημιουργούνται πρέπει να μελετηθούν προσεκτικά, έτσι ώστε η αύξηση του πληθυσμού, η οικονομική ανάπτυξη και η κοινωνική πρόοδος να συμβαδίζουν. Στις πόλεις οι ανισότητες είναι μεγαλύτερες και, αν δεν τύχουν κατάλληλης διαχείρισης, οι αρνητικές επιδράσεις μπορεί να ξεπεράσουν τις θετικές. Το μοντέλο της έξυπνης πόλης μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερο σχεδιασμό και διαχείριση της πόλης και κατά συνέπεια στην επίτευξη ενός βιώσιμου μοντέλου αστικής ανάπτυξης (Monzon, 2015). Μερικές προκλήσεις αναφέρονται στον Πίνακα 2, οι οποίες αναλύονται στις παρακάτω παραγράφους.

Κοινωνικοπολιτικές προκλήσεις

Οι κοινωνικές και πολιτικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι άνθρωποι σήμερα αποτελούν κρίσιμο εμπόδιο προς την ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων. Η ανεργία (και ιδιαίτερα η μακροχρόνια) αποτελεί τη μάστιγα της σημερινής εποχής. Το φαινόμενο αυτό είναι πιο έντονο στη νότια Ευρώπη σε σχέση με τη βόρεια. Πιο συγκεκριμένα, η ανεργία στην Ελλάδα έχει διαμορφωθεί στο 23.4% και η ανεργία στους νέους (κάτω των 25) στο 46.5% (στοιχεία Αυγούστου 2016), που αποτελούν τα υψηλότερα ποσοστά στην ΕΕ [;]. Η ανεργία έχει φυσικό επακόλουθο τον κοινωνικό αποκλεισμό και τη φτώχεια, η οποία οδηγεί τους ανθρώπους να

Κοινωνικοπολιτικές προκλήσεις	• Ανεργία και φτώχεια • Γερασμένος πληθυσμός • Κοινωνική συνοχή • Ευέλικτη διακυβέρνηση
Οικονομικές προκλήσεις	• Οικονομική κρίση • Έλλειμμα υποδομής σε ΤΠΕ • Έλλειψη πόρων
Τεχνολογικές προκλήσεις	• Κυβερνοασφάλεια • Ιδιωτικότητα • Ευαίσθητα δεδομένα
Περιβαλλοντικές προκλήσεις	• Εξοικονόμηση ενέργειας • Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής • Αστική εξάπλωση

Πίνακας 2.2: Προκλήσεις της έξυπνης πόλης

προσπαθούν να αποκτήσουν τα βασικά αγαθά για την επιβίωσή τους και έννοιες όπως η έξυπνη πόλη να μην τους ενδιαφέρουν καθόλου. Επίσης, σε μερικές χώρες όπως η Ελλάδα, ο πληθυσμός είναι γερασμένος, κάτι το οποίο δεν αναμένεται να αλλάξει στα επόμενα χρόνια. Οι μεγαλύτεροι άνθρωποι δεν είναι τόσο ανοιχτοί σε κάτι καινούριο, όπως οι έξυπνες πόλεις. Σαφώς αυτό δε σημαίνει ότι οι νέοι είναι αυτομάτως πιο δεκτικοί στη δημιουργία έξυπνων πόλεων. Εναπόκειται στην κατάλληλη εκπαίδευση να δημιουργήσει την απαραίτητη συνείδηση για ενδεχόμενη χρησιμοποίηση καινοτόμου τεχνολογίας.

Οικονομικές προκλήσεις

Οι αγορές είναι συχνά κατακερματισμένες, χάνοντας το πλήρες οικονομικό δυναμικό τους [9]. Πολλές καινοτόμες λύσεις απαιτούν νέα επιχειρηματικά μοντέλα και χρηματοδότηση για

τη μείωση του κινδύνου. Δεδομένου ότι η ζήτηση για καλύτερες υποδομές και υπηρεσίες είναι υψηλή και εξακολουθεί να αυξάνεται, θα ήταν αναμενόμενο να επενδυθούν χρήματα προς αυτή την κατεύθυνση όμως ο δημόσιος προϋπολογισμός είναι υπό πίεση.

Πρόκληση αποτελεί επίσης σε πολλές χώρες η έλλειψη υποδομής σε ΤΠΕ και η μικρότερη διείσδυση των σμαρτφονες ή των ΤΠΕ σε μεγάλο ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού, σε σύγκριση με τις ευρωπαϊκές χώρες Smart cities. Λόγω φτώχειας, η συντριπτική πλειοψηφία του πληθυσμού που ζει για παράδειγμα σε περιοχές της νότιας Μεσογείου, δεν έχει πρόσβαση στην απαραίτητη τεχνολογία για να γίνουν ορισμένες πρωτοβουλίες των έξυπνων πόλεων διαθέσιμες σε όλους τους πολίτες. Επιπλέον, υπάρχει μεγάλος αριθμός ανθρώπων που είναι τεχνολογικά αναλφάβητοι. Ως εκ τούτου, κάνοντας προσιτή και διαθέσιμη την απαραίτητη τεχνολογία και προωθώντας εκπαιδευτικά προγράμματα, έτσι ώστε οι πολίτες να έχουν γνώση και πρόσβαση στις απαραίτητες ΤΠΕ, αποτελεί άλλη μια πρόκληση.

Η οικονομική κρίση που προσπαθεί να ξεπεράσει η Ευρωζώνη έχει επιφέρει έλλειψη ρευστότητας και έλλειψη οικονομικών πόρων. Κατά συνέπεια, οι κυβερνήσεις δεν έχουν την άνεση να επενδύουν σε νέες τεχνολογίες, οι οποίες εκ των προτέρων είναι δαπανηρές, παρά το γεγονός ότι ενδεχομένως μακροπρόθεσμα οι επενδύσεις αυτές θα ωφελήσουν αυτές και τους πολίτες τους. Όμως επειδή αυτές οι επενδύσεις δεν είναι σίγουρο πότε θα αποδώσουν και πότε θα πραγματοποιηθεί η απόσβεσή τους, οι κυβερνήσεις είναι ακόμα απρόθυμες να προχωρήσουν σε τολμηρές κινήσεις.

Συνάμα υπάρχουν χώρες όπως η Ελλάδα, οι οποίες βρίσκονται σε δημοσιονομικό πρόγραμμα, οι οποίες και να ήθελαν να επενδύσουν στις τεχνολογίες των έξυπνων πόλεων, δεν τους επιτρέπεται - λόγω δημοσιονομικών περιορισμών - παρά μόνο αν έχουν επιτύχει τους στόχους του δημοσιονομικού προγράμματος που έχουν υπογράψει προκειμένου να επιτύχουν την οικονομική εξυγίανσή τους. Για αυτό το λόγο, προκειμένου να υπερκεραστούν οι οικονομικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι κυβερνήσεις, θα πρέπει να καθορίζονται εκ των προτέρων οι στόχοι και οι προτεραιότητές αυτών, ώστε να εξασφαλίζουν στους πολίτες τους τη δυνατότητα για βιώσιμη ανάπτυξη μέσω της χρηματοδότησης των νέων τεχνολογιών προς την κατεύθυνση των έξυπνων πόλεων, τα project των οποίων χρειάζεται να έχουν σαφώς προσδιορισμένα χρονοδιαγράμματα και στόχους, και να επιλέγονται αυτά που είναι βιώσιμα οικονομικά, ώστε να μην υπάρχουν αμφιβολίες για τη σωστή χρήση των ήδη περιορισμένων οικονομικών πόρων.

Τεχνολογικές προκλήσεις

Παρά τα ισχυριζόμενα πλεονεκτήματα και οφέλη της χρήσης των ΤΠΕ στις πόλεις, ο αντίκτυπός τους είναι ακόμα ασαφής [1]. Πράγματι, ενδέχεται να βελτιώσει την ποιότητα ζωής για τους πολίτες, αλλά μπορεί επίσης να ενισχύσει τις υπάρχουσες ανισότητες και να προωθήσει το ψηφιακό χάσμα. Έτσι, οι αρμόδιες αρχές των πόλεων θα πρέπει να εξετάσουν ορισμένους παράγοντες κατά την εφαρμογή των ΤΠΕ όσον αφορά τη διαθεσιμότητα των πόρων, τη θεσμική βούληση, αλλά και σε σχέση με την ανισότητα, το ψηφιακό χάσμα και την αλλαγή κουλτούρας και συνηθειών.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT, Internet of Things) πρόκειται ουσιαστικά για τον όρο που εκφράζει όλες τις συσκευές που θα είναι συνδεδεμένες στο διαδίκτυο αδιαλείπτως. Ουσιαστικά πρόκειται για την τεχνολογία που όχι και τόσο μακριά από σήμερα, θα την χρησιμοποιούν εκατομμύρια (αν όχι δισεκατομμύρια) άνθρωποι σε όλο τον κόσμο. Οι έξυπνες πόλεις θα χρησιμοποιούν το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, όμως επειδή δεν είναι ακόμη έτοιμη η τεχνολογία, ως εκ τούτου ούτε η μετάβαση, αποτελεί πρόκληση αφού θα επιφέρει τεράστιες αλλαγές στην καθημερινότητα των ανθρώπων αλλά και στη λειτουργία των συσκευών και των επιχειρήσεων. Εκτός των άλλων, θα χρειάζονται «παντού» αισθητήρες για την παρακολούθηση διαφόρων μορφών δεδομένων, αλλά και αποθήκευση αυτών και μετέπειτα ή ταυτόχρονα επεξεργασία τους, το οποίο δεν αποτελεί εύκολο έργο. Λόγω αυτού θα υπάρξει εκθετική αύξηση των δεδομένων (IEEE, 2016) κάτι που αποτελεί πρόκληση για τους μηχανικούς, όσον αφορά τη διαχείρισή τους.

Η έλλειψη υποδομών ΤΠΕ αποτελεί επίσης σημαντικό θέμα προς την ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων. Για παράδειγμα, η έλλειψη ασύρματης υποδομής, η έλλειψη δικτύων οπτικών ινών, δικτύων Wi-Fi κ.α. που να καλύπτει όλη την πόλη είναι η πραγματικότητα στην πλειονότητα των πόλεων. Όμως η κατάλληλη υποδομή σε ΤΠΕ είναι θεμελιώδης στην ανάπτυξη μιας έξυπνης πόλης. Όμως δεν υπάρχει ακόμα πολλή βιβλιογραφία που να επικεντρώνεται στα εμπόδια που θέτει η υποδομή των ΤΠΕ στις έξυπνες πόλεις [1].

Από τη μια πλευρά, η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει προχωρήσει και συνεχίζεται με αμείωτο ρυθμό, που θα μπορούσε να πει κανείς ότι ναι μεν υπάρχουν τεχνολογικές προκλήσεις (όχι τόσο μεγάλες πλέον), όμως απΆ την άλλη πολύ σημαντική πρόκληση είναι το θέμα της κυβερνοασφάλειας (cyber security) και της ιδιωτικότητας. Με την τεράστια αύξηση των δεδομένων (cyber security) και των διαμοιραζόμενων δεδομένων (shared data), είναι πλέον εμφανής η ανάγκη να υπάρχει κατάλληλη ασφάλεια στην αποθήκευση και τη διαχείριση των ευαίσθητων δεδομένων. Δεν είναι λίγες οι φορές για παράδειγμα που ένα τηλεκατευθυνόμενο αυτοκίνητο έχει πέσει θύμα των hackers, ή ένα έξυπνο σπίτι είναι υπό των έλεγχο κακόβουλων χρηστών. Για αυτό χρειάζεται ακόμη αρκετή προσπάθεια, ώστε η μετάβαση στην έξυπνη τεχνολογία να γίνει ομαλά και να μην υπάρχουν κενά ασφαλείας, τα οποία μπορούν να εκμεταλλευτούν προς όφελος τους οι κυβερνοεγκληματίες.

Περιβαλλοντικές προκλήσεις

Πρόκληση αποτελεί η μείωση της κατανάλωσης του εδάφους για την περαιτέρω επέκταση των πόλεων. Η αποφυγή της εξάπλωσης των πόλεων και η αναζήτηση πιο πυκνών και βιώσιμων πόλεων θα κάνει τις πόλεις περισσότερο συμπαγείς και η συγκέντρωση του πληθυσμού θα μειώσει τη χρήση των αυτοκινήτων. Από την άλλη πλευρά, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, των εκπομπών CO2 και της ρύπανσης είναι ένα αυξανόμενο οικολογικό ζήτημα για την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης. Η κλιματική αλλαγή είναι μια πραγματικότητα, η οποία αποτελεί δύσκολη πρόκληση για τις έξυπνες πόλεις και όχι μόνο. Οι κύριες προκλήσεις μερικών πόλεων σχετίζονται με τη σπανιότητα των πόρων, όπως του νερού ή την προμήθεια τροφίμων (Μονζον, 2015). Αυτές οι προκλήσεις τείνουν να αυξηθούν καθώς οι επιπτώσεις

της κλιματικής αλλαγής συνεχίζονται. Οι σοβαρές ξηρασίες επίσης αναμένεται να αυξηθούν και έτσι θα υπάρχει επείγουσα ανάγκη για παροχή νερού αλλά θα υπάρχει και μειούμενη γεωργική παραγωγή. Εκτός αυτού, το υψηλό έλλειμμα υποδομών με τα δίκτυα μεταφορών, νερού και ενέργειας σε κακές συνθήκες έχει ως αποτέλεσμα, οι μικρές ποσότητες πόρων που είναι διαθέσιμες να μη χρησιμοποιούνται τόσο βέλτιστα όσο θα μπορούσε. Η βελτίωση της ανάπτυξης των δικτύων ανεφοδιασμού είναι τόσο σημαντική όσο και η αύξηση της αποδοτικότητας της υπαρχόντων δικτύων, έτσι ώστε η απώλεια στη διανομή των βασικών υπηρεσιών κοινής ωφέλειας να μειώνεται στο ελάχιστο.

Η αστικοποίηση και αύξηση του πληθυσμού είναι γεγονός, το οποίο σημαίνει ότι υπάρχει αύξηση και στις ενεργειακές ανάγκες. Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις των έξυπνων πόλεων. Βασικό στοιχείο των έξυπνων πόλεων είναι η μετάβαση από τη χρήση των μορφών ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα, σε χρήση και παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Είναι απαραίτητη λοιπόν η διαχείριση των πόρων να γίνεται εξυπνότερα, γιατί αλλιώς θα υπάρχει σημαντική έλλειψη πόρων που θα έχει απρόβλεπτες συνέπειες για τον πλανήτη.

2.5 Μετάβαση στις έξυπνες πόλεις

Στις έξυπνες πόλεις περιλαμβάνονται ήδη διαθέσιμες τεχνολογίες αλλά και υπό ανάπτυξη, που πρόκειται να εφαρμοστούν στο μέλλον. Μερικές από αυτές συμπεριλαμβάνουν άμεσα το χρήστη και την άμεση ενασχόλησή του με το έξυπνό τηλέφωνό του (smartphone) ή μελλοντικά τη φορετή από το χρήστη τεχνολογία (wearables). Μερικές από τις τεχνολογίες που σχετίζονται άμεσα με τις έξυπνες πόλεις είναι οι εξής:

- Συστήματα διαχείρισης κτιρίων
- Εφαρμογές για πάρκινγκ
- Εξελιγμένα συστήματα διαχείρισης λυμάτων
- Ψηφιακά και εύχρηστα παρκόμετρα
- Δωρεάν και ασφαλές Wi-Fi σε δημόσια κτίρια και υπηρεσίες
- Διαδικτυακή εφαρμογή για σύστημα αντιμετώπισης κρίσεων
- Φωτισμός OLED
- Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες)
- Αισθητήρες στις συγκοινωνίες
- Αυτοματισμοί στα κτίρια
- Συστήματα ανακύκλωσης του νερού
- Συλλογή και επεξεργασία πολλών δεδομένων (Big data)

- Ηλεκτρικά οχήματα και σταθμοί φόρτισης
- Συστήματα διαχείρισης των IoT συσκευών

2.6 Κτίρια στις έξυπνες πόλεις

Είναι αδύνατο να υπάρξει έξυπνη πόλη χωρίς έξυπνα κτίρια. Τα κτίρια στις έξυπνες πόλεις είναι απαραίτητο να είναι ενεργειακά αποδοτικά. Χρειάζεται η συνεχής παρακολούθηση των πραγματικών συνθηκών στο κτίριο με έξυπνους μετρητές και αισθητήρες. Με τη χρήση τεχνολογικών καινοτομιών και την όλο και μεγαλύτερη ανάπτυξη του Διαδικτύου των Πραγμάτων θα γίνονται όλα και πιο αυτοματοποιημένες μερικές διαδικασίες, όπως η αυτόματη ρύθμιση της θέρμανσης -κλιματισμού και του φωτισμού, που είναι ικανό να μειώσει την ενεργειακή κατανάλωση.

Θα πρέπει να είναι προσαρμοστικό στο κλίμα, δηλαδή ανάλογα με την εποχή να προσαρμόζεται η θερμοκρασία μέσα στο κτίριο με βάση τη θερμική άνεση των άμεσα ενδιαφερομένων χρηστών (κατοίκων, υπαλλήλων, επισκεπτών) για παράδειγμα με το TCV : Thermal Comfort Validator [3] αλλά και με τη χρήση έξυπνων θερμοστατών.

Σημαντική είναι η παράμετρος του φυσικού φωτισμού, αφού ο τεχνητός φωτισμός θα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά και προφανώς όταν αρχίσει να μην είναι επαρκής ο φυσικός. Όταν πρόκειται για κτίριο γραφείων τα παράθυρα θα πρέπει να είναι τοποθετημένα με τέτοιο τρόπο ώστε όλες οι θέσεις εργασίες να εξυπηρετούνται με φυσικό φως, όμως να υπάρχει και η κατάλληλη σκίαση ώστε να μην είναι ενοχλητικός και «τυφλώνει τους εργαζομένους», ενώ έχει επίσης προβλεφθεί τεχνητό φως για κάθε εργαζόμενο ξεχωριστά. Επίσης οι ανιχνευτές κίνησης και οι ανιχνευτές παρουσίας είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι στη μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό εκεί που δε χρειάζεται. Εκτός όμως από τους αισθητήρες και τα δεδομένα που στέλνουν αυτοί, κρίνεται απαραίτητο όλα τα νέα κτίρια στις έξυπνες πόλεις να είναι κατασκευασμένα από θερμομονωτικά υλικά, ούτως ώστε να μην υπάρχουν θερμικές απώλειες από το κτιριακό κέλυφος. Συνάμα πρέπει να διαθέτουν αποδοτικά συστήματα θέρμανσησψύξης και συστήματα ζεστού νερού χρήσης.

Οι έξυπνες πόλεις είναι ό,τι πιο πρόσφατο, όσον αφορά το χτίσιμο των μελλοντικών πόλεων. Αναμένεται να συνδυάσουν ένα βιώσιμο μέλλον παράλληλα με την οικονομική ανάπτυξη και τη δημιουργία θέσεων εργασίας. Η δημιουργία των έξυπνων πόλεων είναι αναγκαία λόγω της αυξανόμενης αστικοποίησης, της αύξησης του πληθυσμού και της κλιματικής αλλαγής. Λόγω της μεγάλης ανάπτυξης των ΤΠΕ, είναι πλέον δυνατή (και ευκαιρία) η μετάβαση στις έξυπνες πόλεις. Η ανάγκη ύπαρξης των έξυπνων πόλεων σε κάθε τους έκφανση είναι απαραίτητη για τη βιώσιμη ανάπτυξή τους. Βέβαια υπάρχουν (και θα υπάρχουν) πολλές προκλήσεις όπως η προθυμία των αρχών, η προστασία των προσωπικών δεδομένων, η έλλειψη χρηματοδότησης κ.α. [19], όμως τα οφέλη που θα υπάρχουν με τις έξυπνες πόλεις υπερτερούν των προκλήσεων. Βέβαια η ανάπτυξη των πόλεων (και δη των έξυπνων) είναι μια συνεχής διαδικασία. Ποτέ δεν θα είναι σίγουρο αν έχουν επιτευχθεί οι στόχοι, διότι, οι τεχνολογικές εξελίξεις είναι ραγδαίες, οπότε και ο επαναπροσδιορισμός των στόχων συνεχής.

Κεφάλαιο 3

Υποδομή Εργαστηρίου

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται η περιγραφή των μονάδων που εγκαταστάθηκαν στο εργαστήριο με σκοπό την παρακολούθηση των καταναλώσεων και τη συλλογή των κλιματολογικών δεδομένων, καθώς και της κατάστασης του εργαστηρίου. Στην συνέχεια γίνεται η περιγραφή των μονάδων που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε χώρο.

3.1 Εξοπλισμός

3.1.1 Κεντρική Μονάδα Ελέγχου, SH2WEB24

Βασικό δομικό στοιχείο της εγκατάστασης αποτελεί η Κεντρική Μονάδα Ελέγχου. Αυτή αποτελεί έναν στοιχειώδη υπολογιστή με τον οποίο επικοινωνούν όλοι οι μετρητές και οι συσκευές ελέγχου που είναι τοποθετημένοι στον χώρο του εργαστηρίου. Αποτελεί μια εξειδικευμένη μονάδα η οποία χρησιμοποιείται σε εφαρμογές κτιριακών αυτοματισμών.

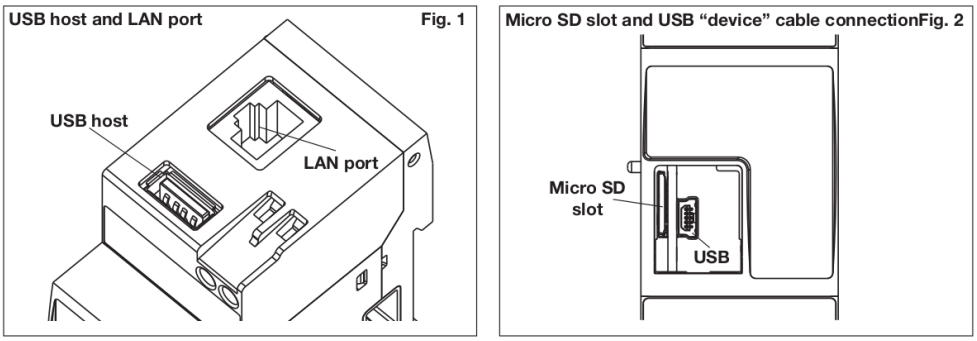
Η συσκευή έχει σκοπό τη συλλογή και αποθήκευση των μετρήσεων από όλους του μετρητές που είναι συνδεδεμένοι σε αυτήν. Επιπλέον καταγράφει όλες τις εντολές που αποστέλλονται από τον χρήστη στις μονάδες ελέγχου. Η αποθήκευση των εγγραφών γίνεται στην κάρτα μνήμης της μονάδας σε μορφή csv ή xlsx αρχείων. Η μονάδα υποστηρίζει τρία διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας με τις αντίστοιχες θύρες: πρωτόκολλο επικοινωνίας RS485, θύρα USB και θύρα Ethernet για την επικοινωνία μέσω διαδικτύου. Η ύπαρξη της συσκευής εξασφαλίζει τη συλλογή των δεδομένων ακόμα και στην περίπτωση που δεν είναι εφικτή η άμεση μεταφορά των δεδομένων σε κάποια άλλη μορφή αποθήκευσης. Πιο συγκεκριμένα, σε πιθανή διακοπή της σύνδεσης με τον παγκόσμιο ιστό, η ενσωματωμένη μνήμη επιτρέπει την αδιάλειπτη συλλογή των δεδομένων και την αποστολή τους όταν η επικοινωνία με τον απομακρυσμένο διακομιστή αποκατασταθεί.

Τέλος η συσκευή SH2WEB24, καθώς είναι σχεδιασμένη για εφαρμογές κτιριακών αυτοματισμών, υποστηρίζει τον ορισμό παραμέτρων για την εκτέλεση κάποιων βασικών ενεργειών, όπως ο έλεγχος της εωτερικής θερμοκρασίας του κτηρίου, ο έλεγχος των επιπέδων φωτισμού, αλλά και ο έλεγχος των περσίδων που είναι τοποθετημένες στην εξωτερική επιφάνεια του κτηρίου.

Βασικά χαρακτηριστικά

Σχήμα 3.1: Πρόσοψη Κεντρικής μονάδας ελέγχου

- Ενσωματωμένος διακομιστής
- Λειτουργικό περιβάλλον Linux
- Δύο θύρες ΡΣ485, για επικοινωνία με το πρωτόκολλό Modbus
- Μία θύρα Ethernet
- Δύο θύρες USB 2.0
- Δυνατότητα τροφοδοσίας 12-24″ DC
- Τυποποιημένη Διάσταση 2- DIN συσκευών
- Αυτόματη αποθήκευση των δεδομένων σε κάρτα μνήμης SD



Σχήμα 3.2: Διαστάσεις Κεντρικής μονάδας ελέγχου

3.1.2 Τριφασικός Αναλυτής Ενέργειας, EM24DINAV53DISX

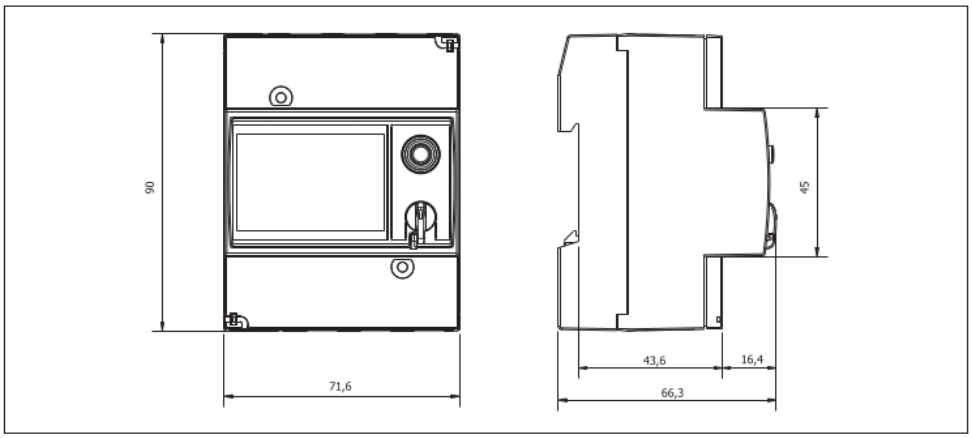
Ο τριφασικός αναλυτής ενέργειας αποτελεί την βασική δομική μονάδα που επιτρέπει την καταγραφή και παρακολούθηση τόσο των καταναλώσεων όσο και των χαρακτηριστικών ποιότητας του δικτύου. Η συσκευή τοποθετείται στην τριφασική παροχή του ηλεκτρολογικού πίνακα μίας εγκατάστασης ή εναλλακτικά στην παροχή των τριφασικών φορτίων. Κάθε τριφασικός αναλυτής καταγράφει συνολικά 55 χρονοσειρές, ενεργού και άεργου ισχύος, καταναλώσεων, τάσεων και συχνότητας για όλες τις φάσεις. Παράλληλα προσφέρει την δυνατότητα μέτρησης των καταναλώσεων σε τέσσερις διαφορετικές χρονοσειρές. Η συγκεκριμένη δυνατότητα εξυπηρετεί σε συνθήκες όπου υπάρχει διαφορετική τιμολόγηση της ενέργειας, οπότε κάθε χρονοσειρά μπορεί να αντιστοιχεί σε διαφορετική τιμή.

Σχήμα 3.3: Πρόσοψη Τριφασικού Αναλυτή

Εξωτερικά ο αναλυτής είναι εξοπλισμένος με οθόνη τύπου LCD που εξυπηρετεί στον επιτόπιο έλεγχο των στιγμιαίων καταναλώσεων. Επιπλέον είναι εφοδιασμένος με χειριστήρια που αποσκοπούν στην επιλογή των επιθυμητών δεδομένων για εμφάνιση, έλεγχο και εποπτεία.

Βασικά χαρακτηριστηκά

- Κλάση 1 (kWh) κατά το πρότυπο EN62053-21
- Κλάση B (kWh) κατά το πρότυπο EN50470-3
- Κλάση 2 (kvarh) κατά το πρότυπο EN62053-23
- Ακρίβεια +- 0.5 RGD (τάση και ρεύμα)
- Δυνατότητα επικοινωνίας με Dupline
- Θύρα RS485 για επικοινωνία με πρωτόκολλο Modbus/ SCADA



Σχήμα 3.4: Διαστάσεις Τριφασικού Αναλυτή

- Τυποποιημένη Διάσταση 4- DIN συσκευών
- Προστασία πρόσοψης IP50

3.1.3 Μονοφασικός Αναλυτής Ενέργειας, EM111DINAV81XS1X

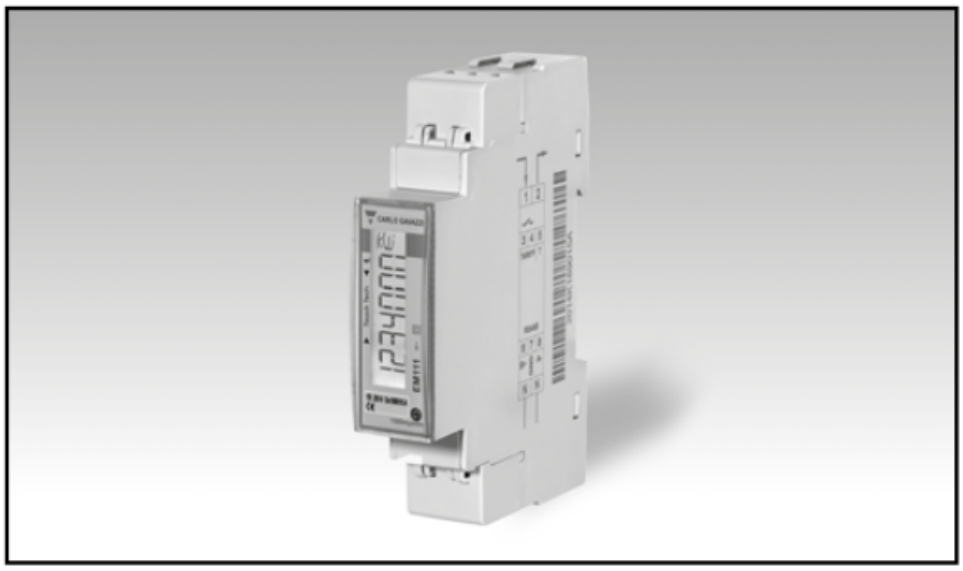
Αντίστοιχα με τον τριφασικό αναλυτή ενέργειας χρησιμοποιήθηκαν και μονοφασικοί αναλυτές ενέργειας, αντίστοιχων δυνατήτων. Οι μονοφασικοί αναλυτές ενέγειας είναι απαραίτητοι για την παρακολούθηση και καταγραφή των επιμέρους καταναλώσεων όπως οι κλιματιστικές μονάδες και το σύστημα φωτισμού των επιμέρους δωματίων

Βασικά χαρακτηριστηκά

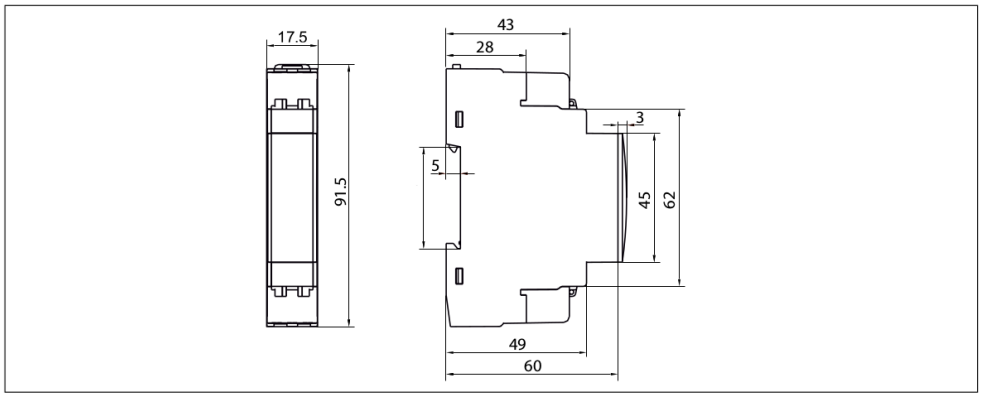
- Κλάση 1 (kWh) κατά το πρότυπο EN62053-21
- Κλάση B (kWh) κατά το πρότυπο EN50470-3
- Κλάση 2 (kvarh) κατά το πρότυπο EN62053-23
- Ακρίβεια +- 0.5 RGD (τάση και ρεύμα)
- Δυνατότητα επικοινωνίας με Dupline
- Θύρα RS485 για επικοινωνία με πρωτόκολλο Modbus/ SCADA
- Τυποποιημένη Διάσταση 4- DIN συσκευών
- Προστασία πρόσοψης IP50

3.1.4 Μονάδα ελέγχου -Εισόδου , BDB-INCON4-U

Οι συγκεκριμένες μονάδες ελέγχου είναι απαραίτητες για την ολοκληρωμένη παρακολούθηση ενός κτηρίου. Πέρα από τις καταναλώσεις των συσκευών, σημαντικό στοιχείο στην



Σχήμα 3.5: Πρόσοψη Μονοφασικού Αναλυτή



Σχήμα 3.6: Διαστάσεις Μονοφασικού Αναλυτή

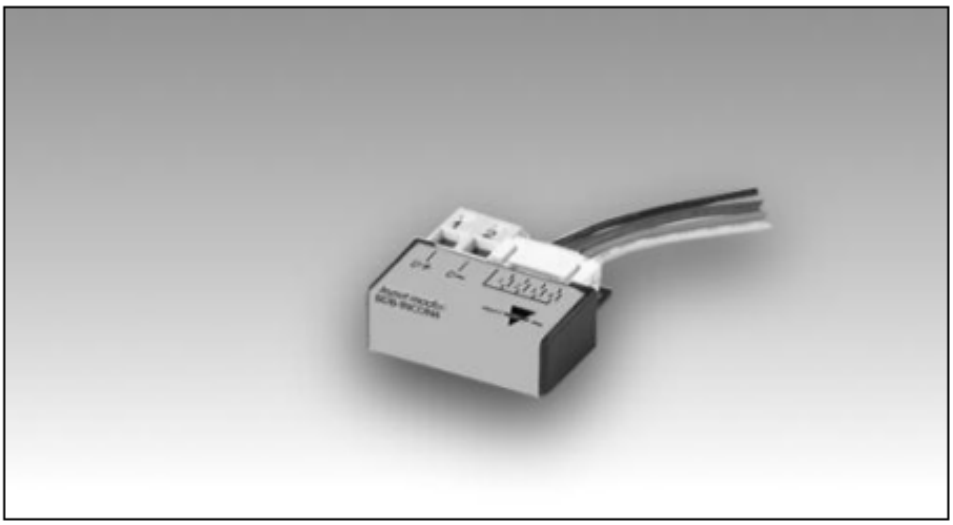
ενεργειακή διαχείριση που μπορεί να οδηγήσει και σε μεγάλα ενεργειακά κέρδη είναι η κατάσταση του συστήματος φωτισμού. Οι μονάδες ελέγχου παρέχουν πληροφορίες για την θέση κάθε διακόπτη. Οι μονάδες εισόδου είναι απαραίτητες για τις περιπτώσεις όπου οι χρήστες του κτηρίου προκαλούν σε αυτό αλλαγές, όπως στην περίπτωση του συστήματος φωτισμού.

3.1.5 Μονάδα ελέγχου - Εξόδου, SH2RE16A4

Παράλληλα με τις μονάδες εισόδου, απαραίτητες είναι και οι μονάδες ελέγχου-εξόδου οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα χειρισμού. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι μονάδες SH2RE16A4 για τον έλεγχο του συστήματος φωτισμού, των συστημάτων ψύξης κλπ. Από κοινού οι μονάδες ελέγχου εξυπηρετούν τη δημιουργία σεναρίων για τη μείωση του ενεργειακού και περιβαλλοντικού αποτυπώματος, όπως ο χειρισμός του συστήματος φωτισμού. Συνήθως τέτοια σενάρια απαιτούν τη χρήση αισθητήρων παρουσίας στους αντίστοιχους χώρους. Μία

Αριθμός	Μέτρηση	Περιγραφή	Μονάδες	Ακρίβεια
1	Vln sys	Μέση Τάση	V	0.1
2	Al1	Ρεύμα Φάσης 1	A	0.001
3	Wsys	Ενεργός ισχύς συστήματος	W	0.1
4	VAsys	Φαινόμενη ισχύς συστήματος	VA	0.1
5	Var sys	Άεργος ισχύς συστήματος	var	0.1
6	DMDW sys	Συνολική Ζήτηση Ενέργειας	W	0.1
7	DMDW sys Max	Μέγιστη Ζήτηση Ενέργειας	W	0.1
8	PFsys	Συντελεστής ισχύος συστήματος	PF	0.001
9	Hz	Συχνότητα	Hz	0.1
10	kWhac		kWh	0.1
11	kvarh		kvarh	0.1
12	kWhPar		kWh	0.1
13	kvarhPar		kvarh	0.1
14	kWht1		kWh	0.1
15	kWht2		kWh	0.1
16	kWht		kWh	0.1
17	kWhacn		kvarh	.01

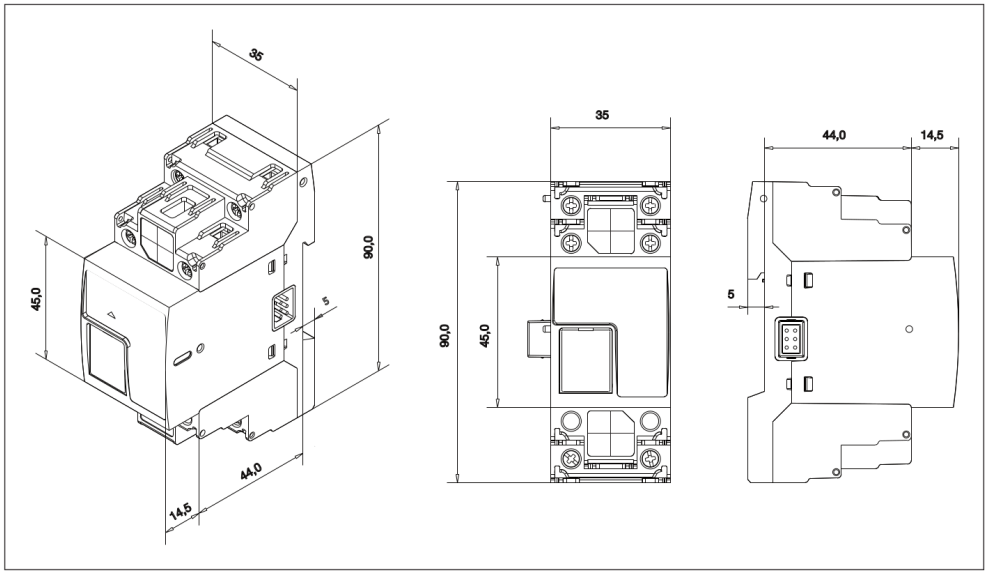
Πίνακας 3.1: Τιμές καταγραφής Μονοφασικού αναλυτή



Σχήμα 3.7: Μονάδα Ελέγχου-Εισόδου

κοινή χρήση τέτοιων μονάδων ελέγχου είναι η απενεργοποίηση του συστήματος φωτισμού σε γραφειακές μονάδες κατά τις βραδινές ώρες, εφόσον προκύπτει από τη χρήση τους ότι δεν συντρέχει λόγος φωτισμού των χώρων αυτών.

Σχήμα 3.8: Πρόσοψη Μονάδας Ελέγχου- Εξόδου



Σχήμα 3.9: Διαστάσεις Μονάδα Ελέγχου-Εξόδου

3.1.6 Αισθητήρας Θερμοκρασίας & Υγρασίας, SHSU

Βασικό δεδομένο κάθε κτιριακού αυτοματισμού είναι η μέτρηση και η καταγραφή της θερμοκρασίας και της υγρασίας των ζωνών. Η θερμοκρασία και η υγρασία κάθε χώρου σε συνδυασμό με τους χάρτες θερμικής άνεσης, μπορούν να βελτιστοποιήσουν τη λειτουργία των ψυκτικών και θερμικών μέσων που αποτελούν σημαντικά φορτία για κάθε κτίριο. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν αισθητήρες θερμοκρασίας και θερμοκρασίασ-υγρασίας. Οι επιτοίχιοι αισθητήρες εσωτερικού χώρου SHSU επιλέχθηκαν για τη συγκεκριμένη εγκατάσταση εξαιτίας του μεγάλου εύρους λειτουργίας που προσφέρουν. Επιπλέον, υποστηρίζουν την επικοινωνία με το πρωτόκολλο Dupline γεγονός που διευκολύνει την υλοποίηση της εγκατά-

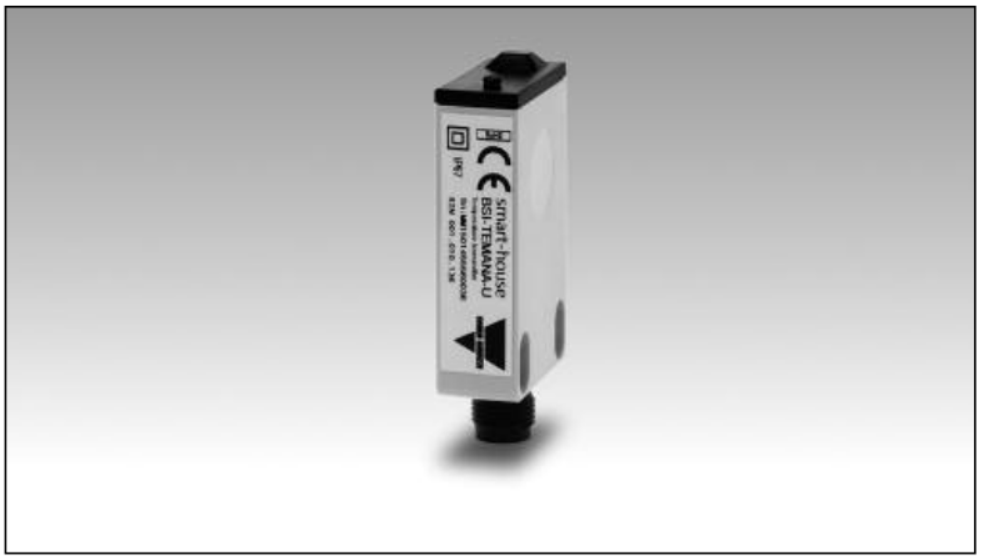
στασης.

Σχήμα 3.10: Πρόσοσψη αισθητήρα Θερμοκρασίας & υγρασίας

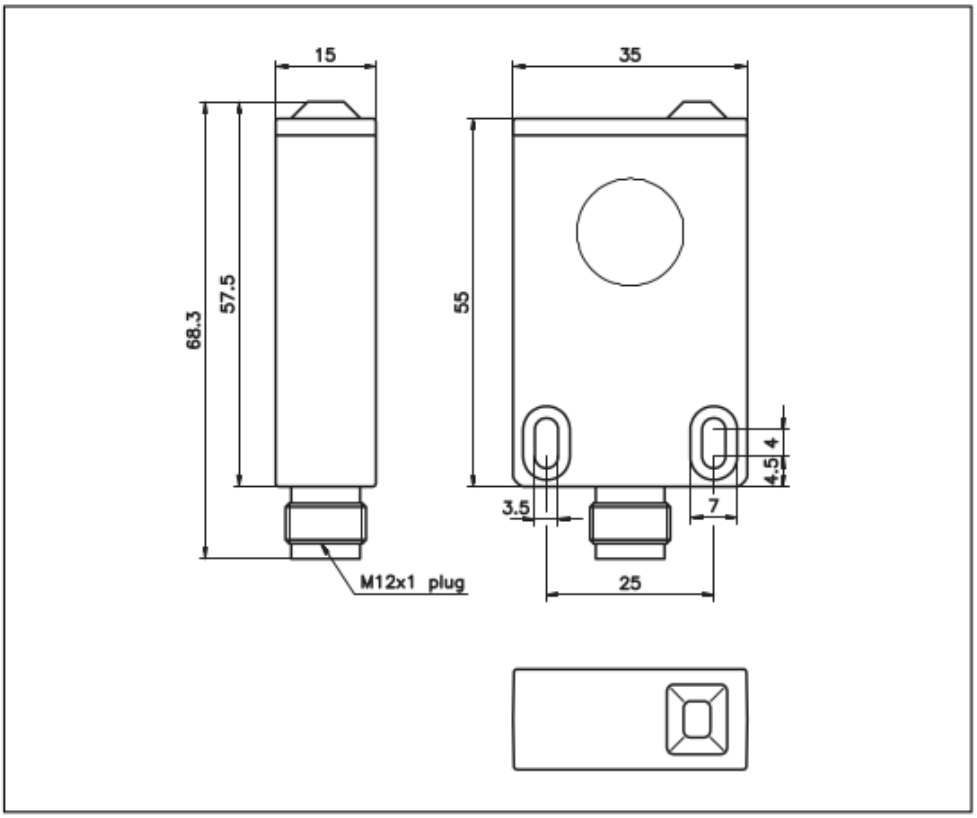
Σχήμα 3.11: Διαστάσεις αισθητήρα Θερμοκρασίας & υγρασίας

3.1.7 Αισθητήρας Θερμοκρασίας, BSI-TEMANB-U

Αντίστοιχα σημαντική είναι και η θερμοκρασία περιβάλλοντος που επιτρέπει τη βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη των θερμικών και ψυκτικών φορτίων. Για την μέτρηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος χρησιμοποιήθηκε ο αισθητήρας εξωτερικού τύπου BSI-TEMANB-U.



Σχήμα 3.12: Πρόσοψη αισθητήρα εξωτερικής Θερμοκρασίας

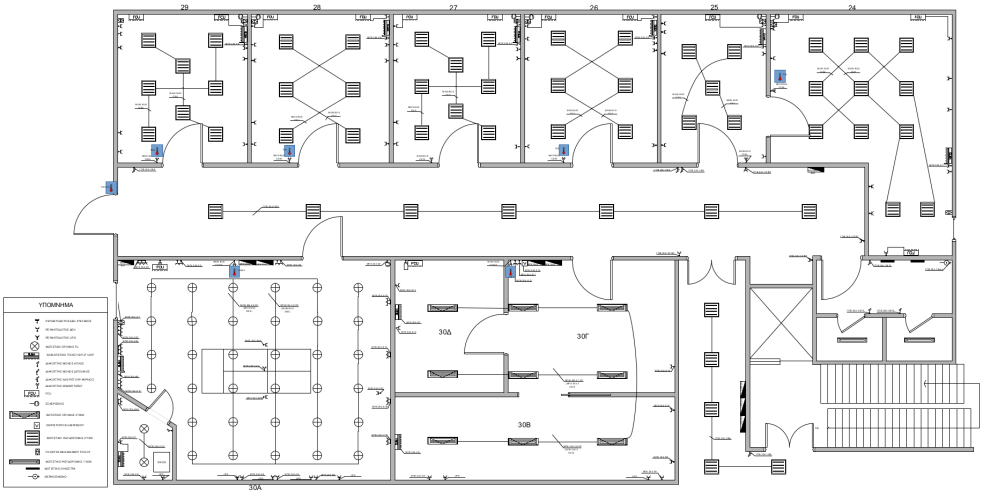


Σχήμα 3.13: Διαστάσεις αισθητήρα εξωτερικής Θερμοκρασίας

3.2 Εγκατάσταση εξοπλισμού

Το Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης αποτελεί μέρος του κτηρίου των Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου.

Για τον λόγο αυτό στην συνέχεια της παρούσας εργασίας χρησιμοποιείται η αρίθμηση των δωματίων και των πινάκων σύμφωνα με τα αρχικά σχέδια της Σχολής ΗΜΜΥ. Στην εικόνα 3.14 φαίνεται η κάτοψη του εργαστηρίου.



Σχήμα 3.14: Κάτοψη Εργαστηρίου

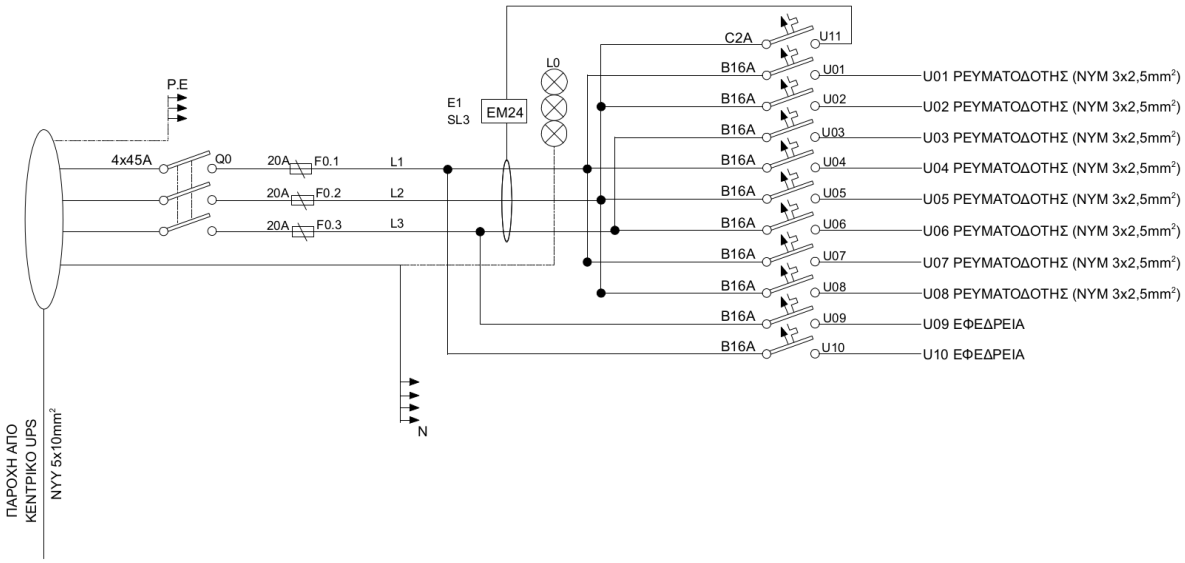
3.2.1 Δωμάτια

Το εργαστήριο αποτελείται από έξι (6) χώρους γραφείων που είναι αριθμημένοι σειριακά με αριθμούς από το 24 έως και το 29, καθένας εκ των οποίων θα αναφέρεται στη συνέχεια της παρούσας εργασίας ως δωμάτιο. Στην συνέχεια υπάρχει το δωμάτιο 30, το οποίο χωρίζεται σε τέσσερεις (4) επιμέρους χώρους που αναφέρονται ως δωμάτια 30Α, 30Β , 30Γ, 30Δ ή αλλιώς δωμάτιο 30Α και δωμάτια 30ΒΓΔ. Το εργαστήριο πλαισιώνεται από τους κοινόχρηστους χώρους των γραφείων που αποτελούν ο διάδρομος και η τουαλέτα.

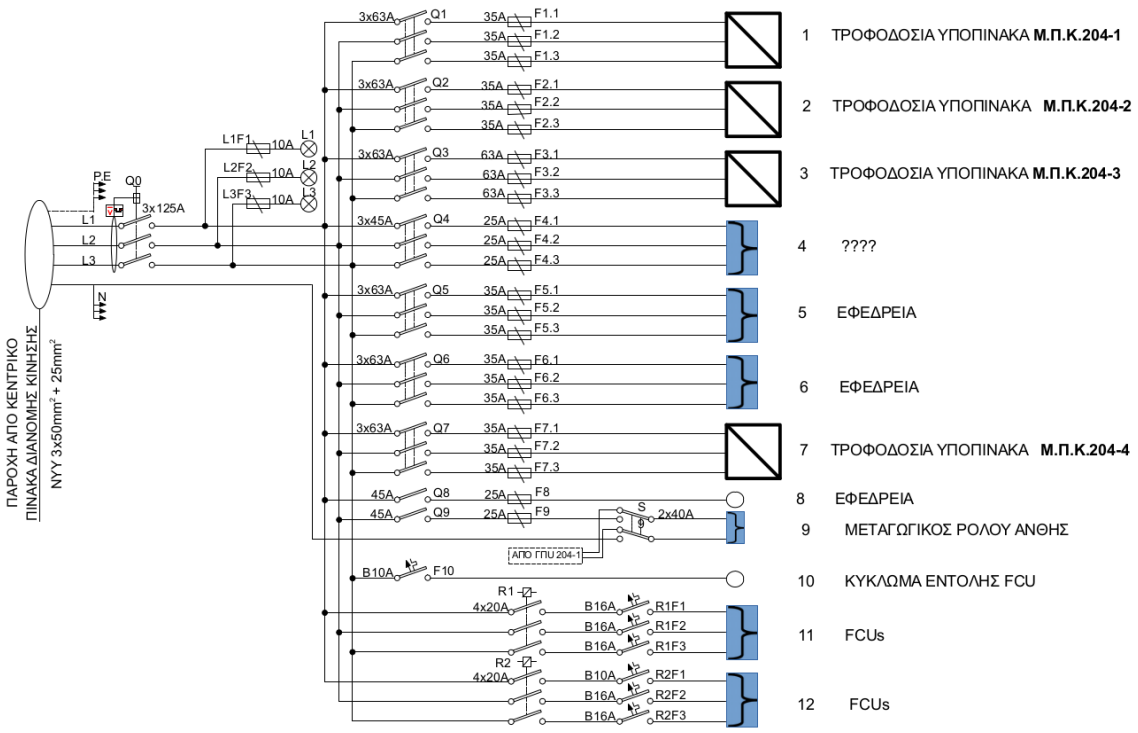
3.2.2 Πίνακες

Η υποδομή του εργαστηρίου τροφοδοτείται από έναν κεντρικό πίνακα παροχής , Γ.Π.Κ.204-1. Από τον συγκεκριμένο πίνακα τροφοδοτούνται όλοι οι υποπίνακες του εργαστηρίου καθώς και το κεντρικό σύστημα κλιματισμού του κτηρίου των Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών. Στον βοηθητικό πίνακα Γ.Π.Υ.204-1 συνδέονται όλα τα φορτία που απαιτούν αδιάκοπη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Ο πίνακας Γ.Π.Υ.204-1 βρίσκεται συνδεδεμένος με τα εφεδρικά συστήματα τροφοδοσίας του κτηρίου και εξασφαλίζει την αδιάλειπτη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας ακόμα και όταν η παροχή από το δημόσιο δίκτυο δεν είναι εφικτή. Ο πίνακας Γ.Π.Φ.204-1 τροφοδοτεί τους υποπίνακες φωτισμού Μ.Π.Φ.204-4, Μ.Π.Φ.204-3, τους ρευματοδότες των δωματίων 24-29, τον φωτισμό των κοινόχρηστων χώρων καθώς και όλους τους ρευματοδότες στον διάδρομο του εργαστηρίου.

Ο υποπίνακας Μ.Π.Κ.204-3 τροφοδοτεί τους ρευματοδότες των δωματίων 30Β, 30Γ, 30Δ ενώ παρέχει τροφοδοσία και στις κλιματιστικές μονάδες των δωματίων 24-29, 30Β, 30Γ, 30Δ. Ο υποπίνακας Μ.Π.Κ.204-3 τροφοδοτεί τον φωτισμό των δωματίων 30Β, 30Γ, 30Δ.

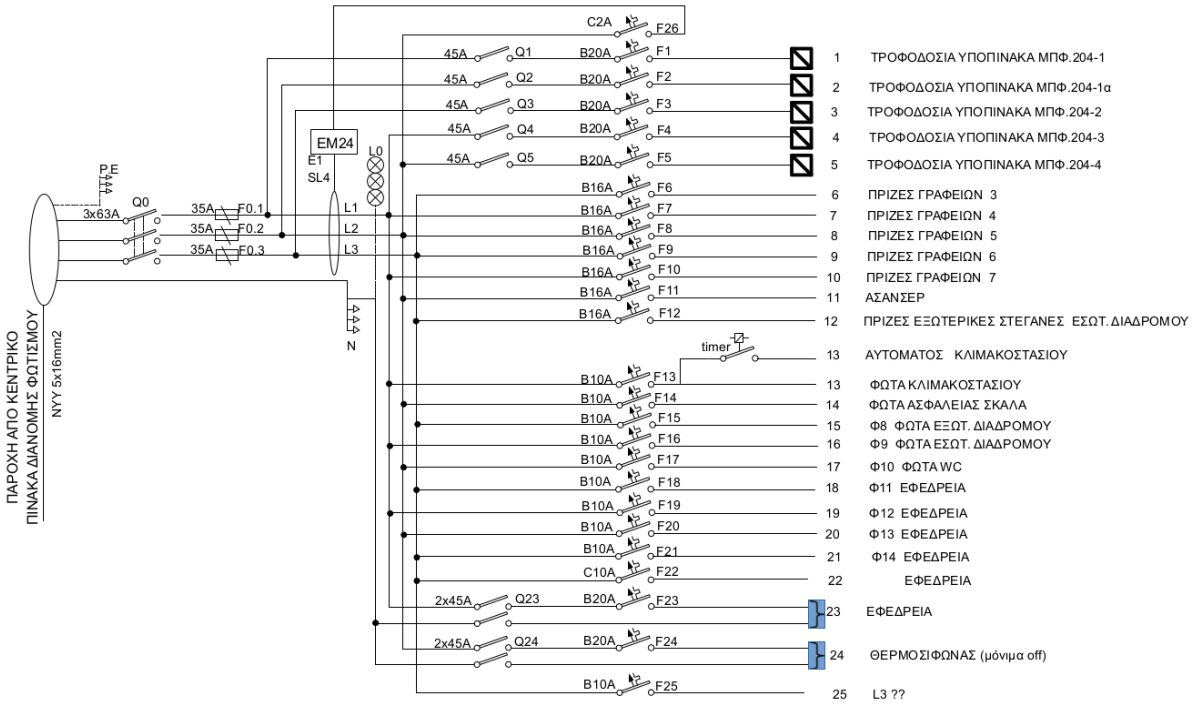


Σχήμα 3.15: Μονογραμμικό σχέδιο γενικού πίνακα Γ.Π.Υ.204-1

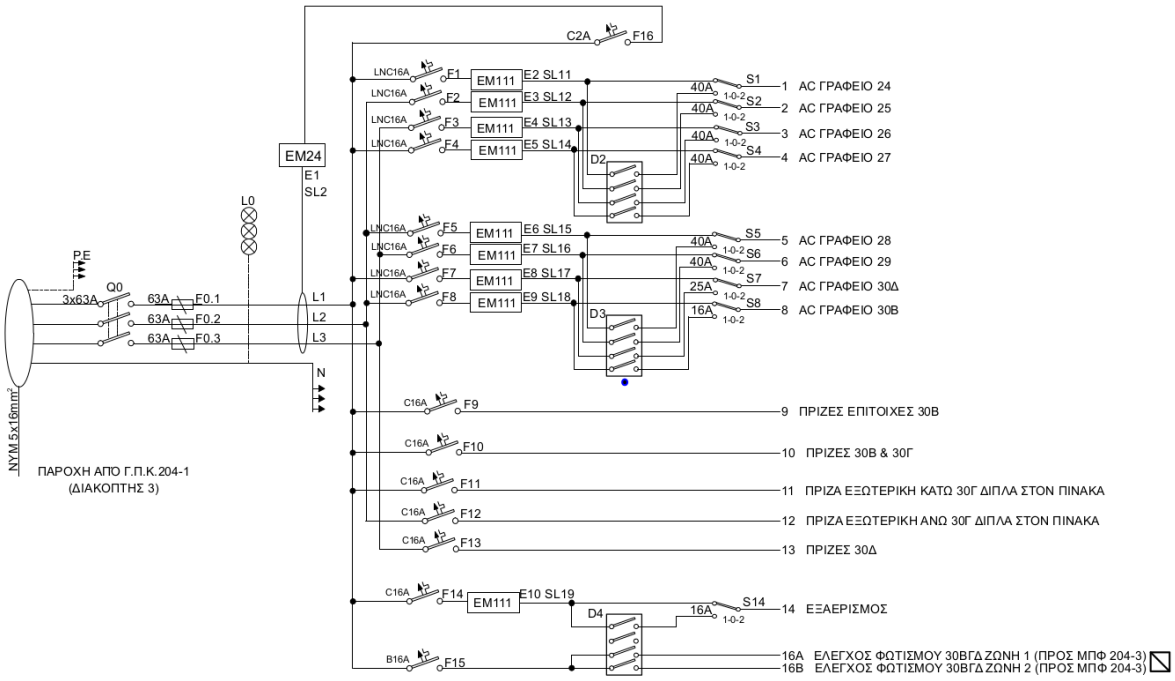


Σχήμα 3.16: Μονογραμμικό σχέδιο γενικού πίνακα Γ.Π.Κ.204-1

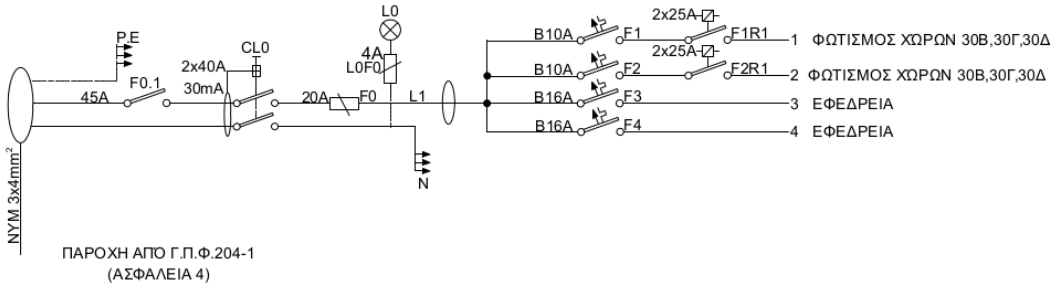
Ο Μ.Π.Κ.204-4 τροφοδοτεί τους ρευματοδότες του δωματίου 30Α ενώ παρέχει τροφοδοσία και στην κλιματιστική μονάδα του δωμάτιου 30Α και του διακομιστή που βρίσκεται στο



Σχήμα 3.17: Μονογραμμικό σχέδιο γενικού πίνακα φωτισμού Γ.Π.Φ.204-1

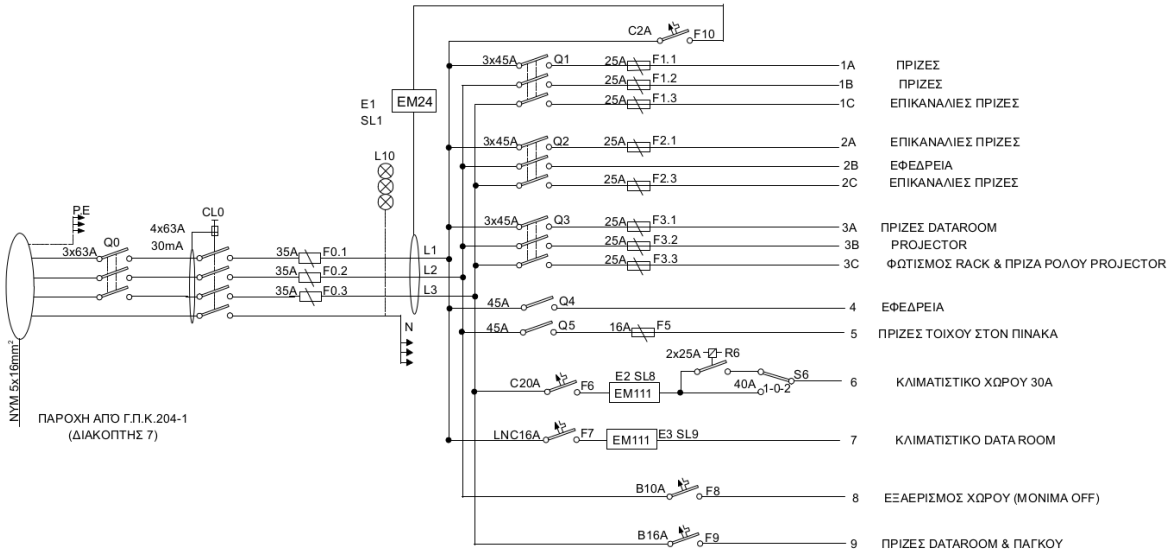


Σχήμα 3.18: Μονογραμμικό σχέδιο υποπίνακα Μ.Π.Κ.204-3



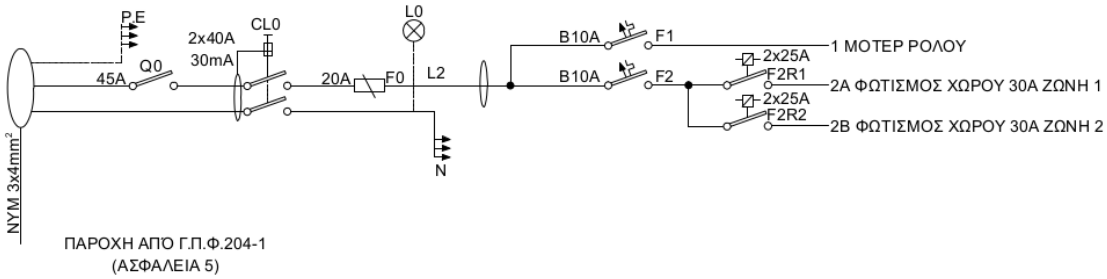
Σχήμα 3.19: Μονογραμμικό σχέδιο υποπίνακα Μ.Π.Φ.204-3

προσκείμενο δωμάτιο. Ο υποπίνακας Μ.Π.Κ.204-4 τροφοδοτεί τον φωτισμό και τον εξαερισμό του δωματίου 30Α.



Σχήμα 3.20: Μονογραμμικό σχέδιο υποπίνακα Μ.Π.Κ.204-4

Για την ολοκληρωμένη εγκατάσταση του συστήματος καταγραφής και αυτοματισμού του εργαστηρίου τοποθετήθηκαν δύο επιπλέον πίνακες. Ο πίνακας BUS sub τοποθετήθηκε στον εσωτερικό διάδρομο του εργαστηρίου για τη στέγαση του απαραίτητου εξοπλισμού καταγραφής των καταναλώσεων φωτισμού του διαδρόμου και της τουαλέτας καθώς και των ρευματοδοτών που βρίσκονται τοποθετημένοι στον διάδρομο. Τέλος ο πίνακας BUS MASTER στεγάζει την κεντρική μονάδα αυτοματισμού στην οποία καταλήγουν όλες οι συνδέσεις με τους μετρητές



Σχήμα 3.21: Μονογραμμικό σχέδιο υποπίνακα Μ.Π.Φ.204-4

που βρίσκονται εγκατεστημένοι σε όλο το εργαστήριο. Επιπλέον στο συγκεκριμένο πίνακα στεγάζονται οι βοηθητικές μονάδες της κεντρικής μονάδας που αποτελούνται από την εφεδρική μπαταρία και την μονάδα σύνδεσης στο διαδίκτυο για την απομακρυσμένη πρόσβαση.

Πίνακας	Θέση	Παροχή
Γ.Π.Υ.204-1	Είσοδος του εργαστηρίου	Εφεδρικές μονάδες τροφοδοσίας, Τριφασική παροχή
Γ.Π.Κ.204-1	Είσοδος του εργαστηρίου	Τριφασική Παροχή δικτύου
Γ.Π.Φ.204-1	Είσοδος του εργαστηρίου	Τριφασική Παροχή δικτύου
Μ.Π.Κ.204-3	Δωμάτιο 30Γ	Πίνακας Γ.Π.Κ.204-1, Τριφασική Παροχή
Μ.Π.Φ.204-3	Δωμάτιο 30Γ	Πίνακας Γ.Π.Φ.204-1, Μονοφασική Παροχή
Μ.Π.Κ.204-4	Δωμάτιο 30Α	Πίνακας Γ.Π.Κ.204-1, Τριφασική Παροχή
Μ.Π.Φ.204-4	Δωμάτιο 30Α	Πίνακας Γ.Π.Φ.204-1, Μονοφασική Παροχή
BUS MASTER	Δωμάτιο 30Α	
BUS sub		

Πίνακας 3.2: Θέσεις και παροχές πινάκων και υποπινάκων

3.3 Εγκατάσταση Εξοπλισμού

Κάθε εφαρμογή αυτοματισμού και ενεργειακής παρακολούθησης βελτιώνεται με το πλήθος των δεδομένων που συγκεντρώνονται. Αυτό δίνει την δυνατότητα να εντοπιστεί κάθε κατανάλωση σε κάθε συσκευή. Αυτό όμως πρακτικά δεν είναι εφικτό καθώς τίθενται οικονομοτεχνικοί παράγοντες. Είναι δηλαδή απαραίτητο να γίνει η εγκατάσταση του εξοπλισμού με τρόπο τέτοιο, ο οποίος να εξασφαλίζει μια καλή ανάλυση των καταναλώσεων αλλά να μην

ξεπερνά σε κόστος τα εν δυνάμει οφέλη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εγκατάσταση ενός μετρητή για την καταγραφή καταναλώσεων που δεν ξεπερνά ετησίως τις λίγες kWh.

Για το λόγο αυτό σύμφωνα με τη χρήση του χώρου αναγνωρίστηκαν οι σημαντικότερες καταναλώσεις και επιλέχθηκε ο κατάλληλος εξοπλισμός για την παρακολούθηση του. Σε κάθε περίπτωση επιλέχθηκε να εγκατασταθούν αναλυτές ενέργειας σε κάθε πίνακα και υποπίνακα της εγκατάστασης. Στην συνέχεια επιλέχθηκε να εγκατασταθούν μονοφασικοί αναλυτές ενέργειας για την καταγραφή της κατανάλωσης κάθε μονάδας κλιματισμού. Σε κάθε χώρο γραφείων δεν υπάρχουν φορτία που να καταναλώνουν σημαντικά ποσά ενέργειας, συνήθως συναντώνται ηλεκτρονικές συσκευές και υπολογιστές μικρής ονομαστικής και μέσης ισχύος. Για τον λόγο αυτό οι καταναλώσεις των γραφείων μετρούνται από τους αντίστοιχους υποπίνακες τροφοδοσίας. Οι χώροι του εργαστηρίου χωρίζονται νοητά σε 5 ξεχωριστές ζώνες μετρήσεων και παρακολούθησης ώστε να είναι οικονομοτεχνικά συμφέρουσα η εγκατάσταση μετρητών.

- Ζώνη 1, Κοινόχρηστοι χώροι, (Διάδρομος και W.C.) : Στη συγκεκριμένη ζώνη έχουν εγκατασταθεί μονοφασικοί αναλυτές ενέργειας για την καταγραφή των καταναλώσεων από τους ρευματοδότες και το σύστημα φωτισμού του διαδρόμου και του μπάνιου (W.C.). Επιπλέον έχουν εγκατασταθεί μονάδες ελέγχου για την παρακολούθηση της κατάστασης φωτισμού των χώρων. Λόγω της φύσης των χώρων επιλέχθηκε να μην εγκατασταθούν μονάδες απομακρυσμένου χειρισμού, καθώς εγείρονται θέματα ασφαλείας για τον φωτισμό των διαδρόμων και σποραδικής χρήσης για τον φωτισμό των W.C.

- Ζώνη 2, Δωμάτια 24,25,26: Σε κάθε δωμάτιο υπάρχει εγκατεστημένη ανεξάρτητη μονάδα κλιματισμού που αποτελεί την κύρια κατανάλωση και η κατανάλωση τους καταγράφεται από ανεξάρτητο μονοφασικό αναλυτή ενέργειας. Σε κάθε δωμάτιο υπάρχουν δύο ζώνες φωτισμού, για τις οποίες έχουν εγκατασταθεί οι αντίστοιχες μονάδες ελέγχου και χειρισμού. Η κατανάλωση των φωτιστικών καταγράφεται συνολικά από ανεξάρτητο μονοφασικό αναλυτή ενέργειας. Επιπλέον έχουν τοποθετηθεί αισθητήρες θερμοκρασίας στα δωμάτια 24 και 26 για τον υπολογισμό και την παρακολούθηση της θερμικής άνεσης.

- Ζώνη 3, Δωμάτια 27,28,29: Κατά αντιστοιχία με την προηγούμενη ζώνη εγκαταστάθηκε ο ίδιος εξοπλισμός. Μονοφασικοί αναλυτές ενέργειας για την καταγραφή της κατανάλωσης του συστήματος φωτισμού των δωματίων και των μονάδων κλιματισμού ανεξάρτητα. Τέλος έχουν τοποθετηθεί αισθητήρες θερμοκρασίας στα δωμάτια 28 και 29 για τον υπολογισμό και την παρακολούθηση της θερμικής άνεσης.

- Ζώνη 4, Δωμάτια 30Β, 30Γ, 30Δ: Κατά αντιστοιχία με τα προηγούμενα δωμάτια γραφείων, για την κατανάλωση της μονάδας κλιματισμού υπάρχει εγκατεστημένος μονοφασικός αναλυτής ενέργειας. Για το σύστημα φωτισμού, εγκαταστάθηκε ξεχωριστός αναλυτής ενέργειας καθώς και μονάδες ελέγχου και χειρισμού. Τέλος στην συγκεκριμένη ζώνη εγκαταστάθηκε αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας. Η ένδειξη της υγρασίας θεωρείται ενδεικτική για όλο των χώρο του εργαστηρίου.

- Ζώνη 5, Δωμάτια 30Α: Για την κατανάλωση της μονάδας κλιματισμού υπάρχει εγκατεστημένος μονοφασικός αναλυτής ενέργειας. Για το σύστημα φωτισμού, υπάρχει ξεχωριστός αναλυτής ενέργειας καθώς και μονάδες ελέγχου και χειρισμού. Τέλος έχει τοποθετηθεί αισθητήρας θερμοκρασίας για τον υπολογισμό της θερμικής άνεσης.

- Βοηθητικές μονάδες: Συμπληρωματικά των τεσσάρων ζωνών υπάρχουν επικουρικοί αισθητήρες. Εξωτερικά του εργαστηρίου έχει τοποθετηθεί αισθητήρας θερμοκρασίας για την καταγραφή της εξωτερικής θερμοκρασίας. Επιπλέον στην κεντρική παροχή του συστήματος κλιματισμού του κτηρίου των Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών έχει τοποθετηθεί μονάδα ελέγχου που καταγράφει τη λειτουργία του.

Τριφασικοί αναλυτές ενέργειας

- Πίνακας Μ.Π.Κ. 204-4
- Πίνακας Μ.Π.Κ.. 204-3
- Πίνακας Γ.Π.Υ. 204-1
- Πίνακας Γ.Π.Φ. 204-1

Μονάδα	Αριθμός μονάδων
Κεντρική Μονάδα Ελέγχου	1
Μονοφασικοί Αναλυτές Ενέργειας	18
Τριφασικοί Αναλυτές Ενέργειας	4
Αισθητήρας Θερμοκρασίας	5
Αισθητήρας Θερμοκρασίασ-Υγρασίας	1
Αισθητήρας Θερμοκρασίας εξωτερικής χρήσης	1
Μονάδα ελέγχου εισόδου	7
Μονάδα ελέγχου εξόδου	9

Πίνακας 3.3: Συγκεντρωτικός πίνακας εγκατεστημένων μονάδων

Περιβαντολογικοί Αισθητήρες

1. Δωμάτιο 24
2. Δωμάτιο 26
3. Δωμάτιο 28
4. Δωμάτιο 29
5. Δωμάτιο 30Α

Φωτισμός δωματίων 27,28,29	Κλιματιστική μονάδα Δωματίου 27
Φωτισμός δωματίου 30Α	Κλιματιστική μονάδα Δωματίου 28
Φωτισμός δωματίων 30Β, 30Γ, 30Δ	Κλιματιστική μονάδα Δωματίου 29
Φωτισμός Διαδρόμου	Κλιματιστική μονάδα Δωματίου 30Α
Φωτισμός W.C.	Κλιματιστική μονάδα Δωματίου 30Β
Κλιματιστική μονάδα Δωματίου 24	Κλιματιστική μονάδα Δωματίου 30Δ
Κλιματιστική μονάδα Δωματίου 25	Κλιματιστική μονάδα Δωματίου Data room
Κλιματιστική μονάδα Δωματίου 26	Ρευματοδότες Διαδρόμου
Φωτισμός δωματίων 24,25,26	

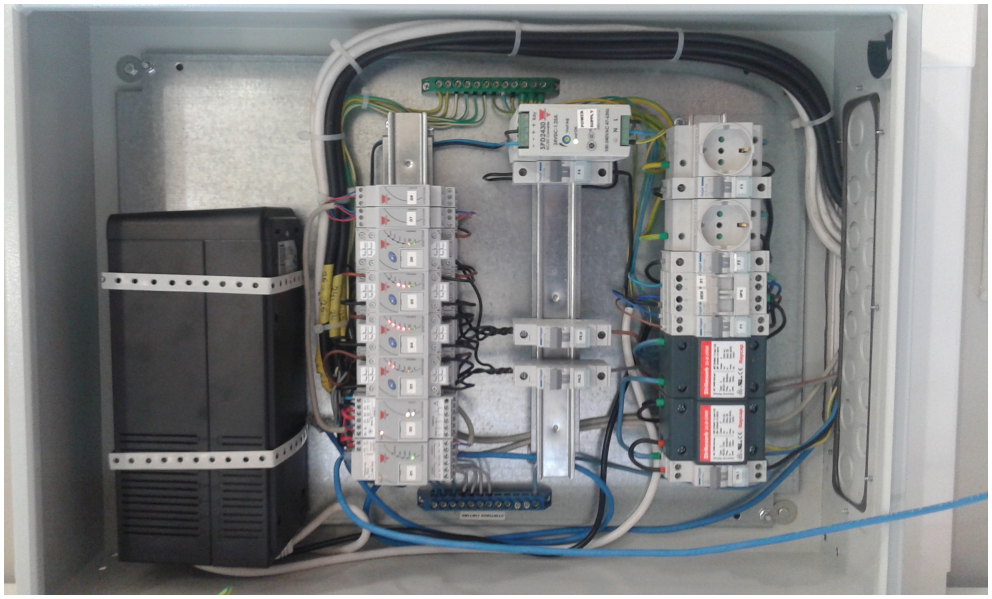
Πίνακας 3.4: Συγκεντρωτικός μονοφασικών αναλυτών ενέργειας

6. Δωμάτιο 30ΒΓΔ

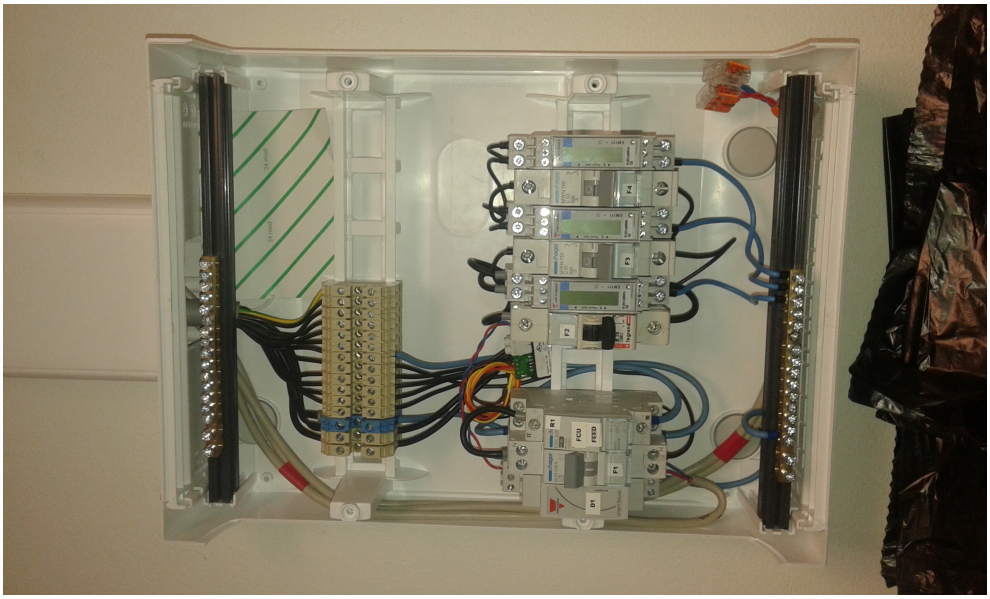
7. Εξωτερική θερμοκρασία

Σχήμα 3.22: Μονοφασικός αναλυτής ενέργειας στον υποπίνακα Μ.Π.Φ.204-3

Σχήμα 3.23: Μονοφασικός αναλυτής ενέργειας στον πίνακα εφεδρειών Μ.Π.U.204-1



Σχήμα 3.24: Κεντρικός πίνακας αυτοματισμού, Main Bus



Σχήμα 3.25: Βοηθητικός υποπίνακας διαδρόμου

Σχήμα 3.26: Αισθητήρας θερμοκρασίας στο δωμάτιο 26

Κεφάλαιο 4

Εργαλεία Ενεργειακής Διαχείρισης

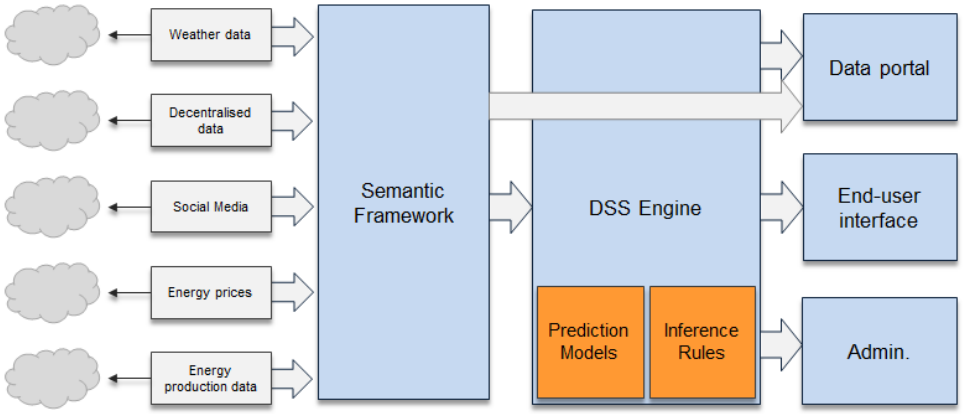
4.1 Επισκόπιση OPTIMUS

Το ευρωπαικό ερευνητικό πρόγραμμα OPTIMUS αποτέλεσε ερευνητική δραστηριότητα του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης του ΕΜΠ. Το ακρωνύμιο προέρχεται από την αγγλική φράση OPTIMising the energy Use in cities with smart decision support system. Το έργο χρηματοδοτήθηκε από το ευρωπαικό πρόγραμμα FP7 (Framework Programme 7) , το οπόιο ξεκίνησε τον Οκτώμβριο του 2013 και ολοκληρώθηκε το Σεπτέμβριο του 2016 [3]. Το OPTIMUS Decision Support System (DSS) είναι ένα από τα βασικά τεχνολογικά αποτελέσματα του έργου. Στόχος είναι η εξαγωγή βραχυπρόθεσμων σχέδιων δράσης για την βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης του εξεταζόμενου κτηρίου. Τα σχέδια δράσης βασίζονται στην ανάλυση πέντε τύπου δεδομένων προερχόμενα από ετερογενείς και δυναμικές πήγες, οι οποίες είναι:

- Οι καιρικές συνθήκες
- Τα κοινωνικά σχόλια
- Τα δεδομένα από συγκεκριμένους αισθητήρες
- Οι τιμές αγοράς ενέργειας
- Και η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

Οι ανωτέρω πηγές δεδομένων ενσωματώνονται με την χρήση σημασιολογικών τεχνολογιών και χρησιμοποιούνται από κοινού, για την εξαγωγή σχέδιων δράσης, τα οποία δίνουν την δυνατότητα σε εξειδικευμένους χρήστες να βελτιστοποιήσουν την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου.

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό από το παραπάνω γράφημα το μίγμα του OPTIMUS DSS περιέχει τα παρακάτω βασικά συστατικά:



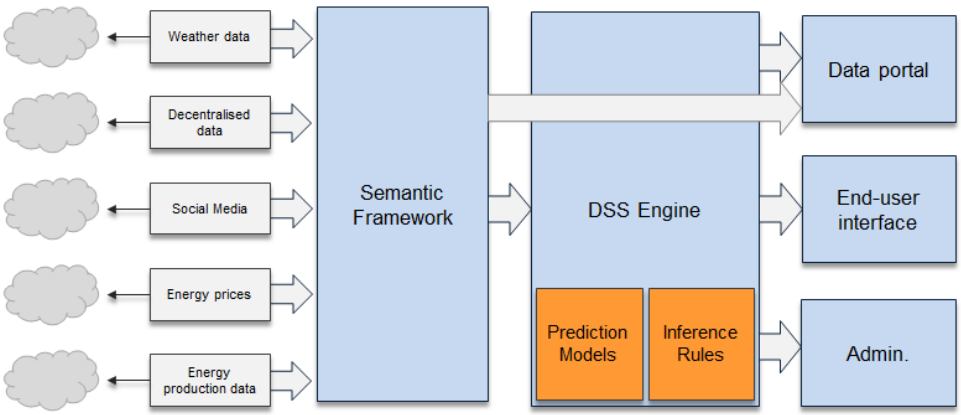
Σχήμα 4.1: Συνιστώσες του OPTIMUS DSS

- Πέντε μοντέλα συλλογής δεδομένων, τα οποία συλλέγουν δεδομένα από διαφορετικές πηγές και τα στέλνουν σε ένα κοινό σημασιολογικό λειτουργικό πλαίσιο. Τα μοντέλα συλλέγουν δεδομένα από τις καιρικές συνθήκες, το ενεργειακό προφίλ του κτηρίου, τα σχόλια των χρηστών, τις ενεργειακές τιμές και την παραγωγή ενέργειας.
- Το σημασιολογικό λειτουργικό πλαίσιο, το οποίο αποτελείται από το σύστημα επικοινωνίας, βασισμένο σε σημασιολογικές διαδικτυακές τεχνολογίες που εξυπηρετουν την μεταφορά δεδομένων από τις μεμονωμένες πηγές και την επακόλουθη ομαδοποίηση των δεδομένων με βάση το περιεχόμενο.
- Η μηχανή DSS, η οποία προτείνει συγκεκριμένα σχέδια δράσης στον τελικό χρήστη. Για τον σκοπό αυτό, ευφυείς κανόνες τροφοδοτούνται με αναμενόμενα, πραγματικού-χρόνου αλλά και στατικά δεδομένα. Η μηχανή DSS αποτελείται από μοντέλα πρόβλεψης, επαγωγικούς κανόνες (inference rules) και μια βάση δεδομένων (MariaDB) για την αποθήκευση των αποτελεσμάτων.
- DSS περιβάλλοντα. Το Optimus DSS διαθέτει τρία διαφορετικά περιβάλλοντα για διαφορετικούς τύπους χρηστών:
  - Περιβάλλον τελικού χρήστη (End-user environment). Απευθύνεται στους ενεργειακούς διαχειριστές των κτηρίων για την παρακολούθηση των δεδομένων και την πορεία των σχεδίων δράσης.
  - Διαχειριστικό περιβάλλον (management environment). Απευθύνεται στους τεχνικούς για την εγκατάσταση του DSS
  - Περιβάλλον εισαγωγής δεδομένων (data portal environment). Απευθύνεται σε πολίτες και σε τρίτους που επιθυμούν να πλοηγηθούν στα δεδομένα.

4.1.1 Ενσωματωμένη Υπηρεσία OPTIMUS

Στόχος της υπηρεσίας OPTIMUS είναι η βελτιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης σε δημοτικά κτήρια, η αλληλεπίδραση της με τα ενεργειακά συστήματα και η μείωση των

εκπομπών CO2 . Λόγω του γενικευμένου χαρακτήρα της μπορεί εύκολα να εφαρμοστεί σε πόλεις με διαφορετικά χαρακτηριστικά.



Σχήμα 4.2: Η ενσωματωμένη υπηρέσια Optimus και τα επιμέρους στοιχεία της

Το πρώτο βήμα κατά την εκτέλεση της υπηρεσίας OPTIMUS είναι η εφαρμογή του πρώτου μέρους του εργαλείου SCEAF (Smart City Energy Assessment Framework). Το εργαλείο αυτό εφοδιάζει τις δημοτικές αρχές με ένα κατάλληλο λειτουργικό περιβάλλον για την αξιολόγηση της ενεργεαικής απόδοσης του/της κτηρίου/πόλης όσον αφορά την βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, την μείωση εκπομπής ρύπων CO2 και την ελαχιστοποίηση του κόστους. Υπάρχουν δύο διαθέσιμες εκδόσεις, η Whole City Level SCEAF για την εφαρμογή του εργαλείου συνολικά για έναν δήμο και η Municipal Building Level SCEAF για ένα μεμονωμένο δημοτικό κτήριο. Το καθένα από αυτά χρησιμοποιεί τους κατάλληλους δείκτες αξιολόγησης της απόδοσης της/του πόλης/κτηρίου με γνώμονα τρείς άξονες: την πολιτική διάσταση της δράσης, το ενεργειακό και διοικητικό προφίλ αλλά και τις σχετικές υποδομές.

Εν συνεχεία έχουμε το OPTIMUS Tracker για την εκτίμηση της πιθανής ενεργειακής βελτιστοποίησης με την εφαρμογή του OPTIMUS DSS. Παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και επιλέγοντας τα κατάλληλα κάθε φορά σχέδια δράσης ,το OPTIMUS Tracker δημιουργεί διαφορετικά σενάρια, τα οποία μπορούν να συγκριθούν με κριτήριο την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, την μείωση εκπομπών CO2 και την αύξηση παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Εκμεταλευόμενο τόσο τα πραγματικού-χρόνου δεδομένα που παρακολουθούνται από μοντέλα συλλογής πληροφοριών όσο και τα προβλεπόμενα από τα αντίστοιχα μοντέλα πρόβλεψης, το OPTIMUS DSS προσφέρει στις δημοτικές αρχές μια σειρά από σχέδια δράσης, βασισμένα σε ένα σύνολο από επαγωγικούς κανόνες. Έτσι προκύπτει ένα σύνολο επτά διαθέσιμων σχέδιων δράσης. Τα σχέδια δράσης αυτά αναφέρονται στην ενεργειακή βελτιστοποίηση σε δημόσια κτήρια, εξετάζοντας το εκάστοτε κτήριο όχι σαν μια ξεχωριστή οντότητα αλλά μέσα στο ενεργειακό πλάισιο του συνόλου του δημοτικού κτηριακού τομέα. Λαμβάνοντας υπόψιν την αλληλεπίδραση τους με τα συστήματα ενέργειας, μπορούν να ενθαρρύνουν την αποτελεσματική διαχείριση των ενεργειακών ροών σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, ενσωματώνοντας σε αυτό την ενεργειακή ζήτηση, την παραγώγη και τις υποδομές (ενέργειας και άλλες).

Ακολουθώντας την εγκατάσταση και τις παραμέτρους του OPTIMUS DSS, τα επιλέγομενα σχέδια δράσης αναμένεται να είναι πλήρως λειτουργικά. Τέλος ακολουθεί η εφαρμογή του τελευταίου τμήματος του εργαλείου OPTIMUS SCEAF , το οποίο επιτρέπει στις δημοτικές αρχες πλήρη εποπτεία των αποτελεσμάτων, όσον αφορά την μείωση τής κατανάλωσης ενέργειας και τις εκπομπές CO2 . Οι δείκτες του εργαλείου θα υπολογιστούν εκ νέου , έτσι ώστε να γίνουν ορατά τα οφέλη από την εγκατάσταση ICTs (Information and Communications Technologies) και την επίτευξη των αρχικών στόχων. Η ανάλυση των νέων δεδομένων αναμένεται να οδηγήσει στην βελτίωση της απόδοσης του συστήματος και να προσδώσει επιπλέον αξία συνολικά στην πόλη.

4.2 Επισκόπηση Εργαλείων διαχείρισης ενέργειας στον κτιριακό τομέα

Ο έλεγχος της ενέργειας αποτελείται από την επιθεώρηση, έρευνα και ανάλυση των ροών ενέργειας, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο, διαδικασία ή σύστημα για να μειωθεί η ποσότητα των εισροών ενέργειας στο σύστημα χωρίς να επηρεάζεται αρνητικά η/οι έξοδος/οι. Σε εμπορικά και βιομηχανικά ακίνητα, ο έλεγχος

της ενέργειας είναι το πρώτο βήμα για τον εντοπισμό ευκαιριών για τη μείωση των δαπανών ενέργειας και του αποτυπώματος άνθρακα. Ενώ πολλές πόλεις στην Ευρώπη και στον κόσμο έχουν εκδώσει πολιτικές για την αλλαγή του κλίματος και έχουν τεθεί στόχοι για τη μείωση των εκπομπών Ό 2 , η εφαρμογή τους στην πολεοδομική πρακτική εξακολουθεί να αποτελεί σημαντική πρόκληση (Σεμανςο, 2016). Ο σχεδιασμός αποτελεσματικών συστημάτων λήψης αποφάσεων που υποστηρίζουν τη μείωση των εκπομπών Ό 2 απαιτεί μια συστημική προσέγγιση που επιτρέπει διάφορους παράγοντες - φορείς χάραξης πολιτικής, σχεδιαστές, μηχανικούς, συμβούλους και κατοίκους - να συσχετίσουν μια ποικιλία προβλημάτων, που εκτείνονται κατά μήκος ξεχωριστών τομέων και γεωγραφικών κλιμάκων.

Για να είναι ολοκληρωμένη η ανάλυση, χρειάζεται να πραγματοποιηθεί επισκόπηση των σχετιζόμενων πρωτοβουλιών που είναι ευρέως γνωστές και διαθέσιμες. Οι υπάρχουσες λύσεις είναι είτε μεμονωμένες, δηλαδή υπάρχουν κάποιες λύσεις που αναφέρονται αποκλειστικά για παράδειγμα στις ηλεκτρικές καταναλώσεις του κτιρίου ή σε συνδυασμό καταναλώσεων του κτιρίου (ηλεκτρική κατανάλωση και κατανάλωση πετρελαίου) αλλά υπάρχουν και κάποιες πλατφόρμες που είναι πιο ολοκληρωμένες. Για παράδειγμα περιλαμβάνουν επιπλέον τη διαχείριση του νερού, τη διαχείριση των αποβλήτων κ.α.

Υπάρχει πληθώρα εργαλείων που έχουν ήδη υλοποιηθεί και το κάθε ένα είναι διαφορετικό. Ακολουθεί σύντομη ανάλυση αυτών.

4.2.1 ΑττυνεΤΜ Αδισορψ Σεριςες

Οι Συμβουλευτικές Υπηρεσίες Αττυνε ΤΜ είναι μια πλήρης σουίτα υπηρεσιών διαχείρισης κτιρίου. Έχει σχεδιαστεί για να παρακολουθεί την ενεργειακή και λειτουργική αποδοτικότητα, και να βελτιστοποιεί τη δεδομένη εγκατάσταση. Περιλαμβάνει υποστήριξη από το παγκόσμιο

δίκτυο εμπειρογνωμόνων ενέργειας αυτοματισμού που υποστηρίζονται από την προηγμένη τεχνολογία για ανάλυση στοιχείων που χρειάζεται για να μεγιστοποιηθεί η εξοικονόμηση της ενέργειας.

Η σουίτα προσφέρει τρία επίπεδα υπηρεσίας - Ενημέρωση, Βελτίωση και Βελτιστοποίηση, με προγράμματα που εστιάζονται είτε στην ενέργεια ή στη λειτουργική αποδοτικότητα.

Το επίπεδο Ενημέρωσης περιλαμβάνει:

- ένα εργαλείο που συλλέγει ενεργειακές πληροφορίες από την εκάστοτε τοποθεσία και τις παρουσιάζει σε απλή μορφή,
- ένα εργαλείο που παρουσιάζει ενεργειακά δεδομένα και πραγματοποιεί συγκρίσεις - παρακινώντας τους χρήστες να μεταβάλλουν θετικά τη συμπεριφορά και επιτρέπει την επίδειξη των αποτελεσμάτων των ενεργειακών προγραμμάτων,
- ένα προηγμένο, διαδικτυακό σύστημα παρακολούθησης και αντιμετώπισης προβλημάτων που ελέγχει σε 24-ωρη βάση το σύστημα διαχείρισης του κτιρίου.

Το επίπεδο Βελτίωσης περιλαμβάνει:

- τις συμβουλές από τους εμπειρογνώμονες ενέργειας και αυτοματισμού, έτσι ώστε να υπάρχουν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις επιλογές και τα αποτελέσματα των συνιστώμενων αναβαθμίσεων και αντικαταστάσεων.

Το επίπεδο Βελτιστοποίησης περιλαμβάνει:

- τη βελτιστοποίηση της εγκατάστασης και την μείωση της ενέργειας μέσω της ανάλυσης των ενεργειακών αξιολογήσεων, της αναγνώρισης του προβλήματος, της αναβάθμισης του εξοπλισμού και της συνεχούς παρακολούθησης, μέτρησης και επαλήθευσης.
- τη συνεργασία των ειδικών με τους πελάτες για τη μείωση του κόστους και των πρόσθετων ενεργειακών δαπανών, και τη βοήθεια στο σχεδιασμό των προϋπολογισμών σχετικά με τον κύκλο ζωής του εξοπλισμού.

Επιπλέον, η σουίτα αξιοποιεί μια ποικιλία από διαδικτυακές τεχνολογίες, που βοηθούν στις απαραίτητες συνδέσεις, διατηρώντας το κόστος χαμηλά, χωρίς όμως να χάνει σε επιδόσεις και ασφάλεια.

4.2.2 Energy Manager

Το Ενεργψ Μαναγερ της ΑΒΒ είναι ένα βιομηχανικό και εταιρικό λογισμικό διαχείρισης ενέργειας. Βασίζεται σε δεδομένα πραγματικού χρόνου από τα συστήματα παρακολούθησης, συστήματα αυτοματισμού, σε συνδυασμό με τις διαθέσιμες πληροφορίες από τους παρόχους ενέργειας.

Βοηθά τους πελάτες σε όλους τους κλάδους να παρακολουθούν, να διαχειρίζονται και να βελτιστοποιούν της ενεργειακής τους χρήση για μέγιστη αποδοτικότητα και εξοικονόμηση. Παράγει ακριβή σχέδια ενεργειακής ζήτησης και τα αξιοποιεί τα στο σχεδιασμό και στη

βελτιστοποίηση της παροχής ενέργειας. Σχεδιάζει με ακρίβεια τις ενεργειακές απαιτήσεις παρέχοντας σημαντικά οικονομικά πλεονεκτήματα. Συνάμα, περιλαμβάνει εργαλεία παροχής και ανάλυσης στοιχείων από όλες τις διαδικασίες και εντοπίζει τομείς προς βελτίωση. Επίσης, υποδεικνύει το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας και παρέχει υποστήριξη για να προγραμματιστεί η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τις ώρες εκτός αιχμής.

Είναι πλήρως επεκτάσιμο, αφού η αρθρωτή(μοδυλαρ) λύση έχει τη δυνατότητα να ξεκινήσει με βασική ενεργειακή παρακολούθηση και την υποβολή εκθέσεων σε μια εγκατάσταση, και αργότερα να επεκταθεί ώστε να συμπεριλάβει περισσότερες εγκαταστάσεις, ή να εφαρμοστεί σε ολόκληρη την εταιρεία για τη βελτιστοποίηση της χρήσης της ενέργειας και τη διαχείριση του κόστους του ενεργειακού εφοδιασμού. ΜΆ αυτόν τον τρόπο είναι δυνατό να επιτευχθεί συνολική μείωση του κόστους 2 έως 5 τοις εκατό του συνολικού κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας.

4.2.3 Enterprise Buildings Integrator (EBI)

ο Εντερπρισε Βυιλδινγ Ιντεγρατορ είναι μια ολοκληρωμένη, διαδικτυακή λύση για τον ευφυή αυτοματισμό κτιρίων και τη διαχείριση των επιχειρήσεων. Το EBI ενσωματώνει τα υπάρχοντα συστήματα για τα κτίρια για τον εξορθολογισμό των διαδικασιών και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης του κτιρίου.

Το EBI ενσωματώνει τις παρακάτω λύσεις:

Building Manager: Αλληλεπιδρά με σύγχρονες λύσεις συστημάτων για να παρέχει παρακολούθηση και έλεγχο των συστημάτων θέρμανσης εξαερισμού και κλιματισμού ΗΆΑ, διαχείριση συντήρησης, φωτισμού κλπ.

Energy Manager: Συλλέγει, αναλύει και δρα σε δεδομένα με σκοπό να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας, το κόστος και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε ολόκληρη την εγκατάσταση, και παρακολουθεί, επαληθεύει και βελτιστοποιεί τη χρήση της ενέργειας για να βοηθήσει το περιβάλλον και να εξοικονομήσει χρήματα.

Security Manager: Είναι υπεύθυνο για την προστασία των δεδομένων, των περιουσιακών στοιχείων και της πνευματικής ιδιοκτησίας μέσω της παρακολούθησης της ασφάλειας και του ελέγχου πρόσβασης των συσκευών παρακολούθησης .

4.2.4 LEAP - Long-range Energy Alternatives Planning System

Το LEAP είναι ένα ολοκληρωμένο εργαλείο μοντελοποίησης ενέργειας και περιβάλλοντος βασισμένο σε σενάρια που είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθησης της κατανάλωσης και της παραγωγής ενέργειας παρέχοντας τη δυνατότητα στους υπεύθυνους ένα φάσμα εναλλακτικών επιλογών. Με το LEAP οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα επίσης να δημιουργήσουν οικονομετρικά, προσομοιωτικά βελτιστοποιητικά μοντέλα.

Οι χρήστες είναι σε θέση να συνδυάσουν αυτές τις μεθοδολογίες. Για παράδειγμα, ένας χρήστης έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει τις προβλέψεις της ζήτησης ενέργειας σε έναν τομέα που βασίζεται σε μερικούς μακροοικονομικούς δείκτες (τιμές, ΑΕΠ), δημιουργώντας παράλληλα μια αναλυτική πρόγνωση με βάση την ανάλυση της τελικής χρήσης σε άλλους

τομείς. Το LEAP υποστηρίζει μια σειρά από μεθόδους προσομοίωσης και βελτιστοποίησης για τη μοντελοποίηση τόσο της επέκτασης της παραγωγικής ικανότητας και της αποστολής από το εργοστάσιο. Το LEAP περιλαμβάνει μία ενσωματωμένη βάση δεδομένων Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος (ΤΕΔ) που περιέχει δεδομένα σχετικά με τους παράγοντες κόστους, απόδοσης και εκπομπών για πάνω από 1000 ενεργειακές τεχνολογίες.

4.2.5 MODEST - Model for Optimisation of Dynamic Energy Systems with Time

Το MODEST είναι ένα μοντέλο που βασίζεται στο γραμμικό προγραμματισμό που χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση ενεργειακών συστημάτων. Το πρόγραμμα βελτιστοποιεί το σύστημα ενέργειας, προκειμένου να ανταποκριθεί στις τρεις τύπους των απαιτήσεων εντός της περιοχής: θέρμανσης, ψύξης και ηλεκτρικής ενέργειας. Το αποτέλεσμα της βελτιστοποίησης δίνει τον πιο οικονομικά αποδοτικό συνδυασμό του εξοπλισμού και των καυσίμων για όλη τη χρονιά για να ικανοποιηθεί η ενεργειακή ζήτηση.

Το λογισμικό έχει τη δυνατότητα να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε σύστημα ενέργειας που είναι δυνατό να περιγραφεί από γραμμικές σχέσεις. Έχει χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση και βελτιστοποίηση των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας και τηλεθέρμανσης σε πολλούς σουηδικούς δήμους. Ένα μοντέλο ενεργειακού συστήματος είναι χτισμένο ως ένα δίκτυο εξαρτημάτων που αντιπροσωπεύεται από κόμβους και ροές ενέργειας. Το μοντέλο περιγράφει το σύνολο των συστημάτων, συμπεριλαμβανομένων των εργοστασίων ΗΠ (συμπαραγωγής), των συστημάτων μετατροπής, της προμήθειας καυσίμων και της ενεργειακής ζήτησης και των πωλήσεων.

4.2.6 Open Source energy MODeling SYStem (OSeMOSYS)

Το ανοιχτού κώδικα σύστημα μοντελοποίησης ενέργειας, είναι ένα απλό και ισχυρό σύστημα μοντελοποίησης που είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για τη μοντελοποίηση και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης της ενέργειας. Βασίζεται στη Εργαλειοθήκη GNU Γραμμικού Προγραμματισμού , μία ανοιχτού κώδικα γλώσσα προγραμματισμού. Έχει δημιουργηθεί από μια κοινοπραξία οργανισμών της οποίας ηγούνται το KTH, το Royal Institute of Technology στη Σουηδία και συμπεριλαμβάνονται τα SEI, UNIDO, IAEA, και το Κέντρο Ενεργειακής Έρευνας του Ηνωμένου Βασιλείου. Το OSeMOSYS παρέχεται ως ένα απλό αρχείο κειμένου γραμμένο στη γλώσσα GLPK και είναι επίσης ενσωματωμένο μέσα στο ενεργειακό σύστημα μοντελοποίησης LEAP που περιγράφηκε παραπάνω.

4.2.7 REAP - Resources and Energy Analysis Programme

Το ΡΕΑΠ παρέχει μοντελοποίηση δεδομένων και σεναρίων των οικολογικών αποτυπωμάτων του άνθρακα και των αερίων του θερμοκηπίου για τις περιφέρειες και τις τοπικές αρχές του Ηνωμένου Βασιλείου. Το εργαλείο παρέχει, μεταξύ άλλων λειτουργιών, τα ακόλουθα:

- Αποτύπωμα δεδομένων ανά τομέα παραγωγής

- Αποτύπωμα ανά κατηγορία κατανάλωσης των νοικοκυριών.
- Ένα εργαλείο σύγκρισης για σύγκριση των δεδομένων σε διαφορετικέσγεωγραφικές περιοχές.
- Μία σύνθετη λειτουργία περιοχής για συμμετοχή των τοπικών αρχών ή περιοχών.
- Μελλοντική δημιουργία σεναρίων και ανάλυση.
- Αξιολόγηση των σεναρίων και παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Οι λειτουργίες σεναρίων στο ΡΕΑΠ επιτρέπουν στις τοπικές αρχές να γνωρίζουν τον πιθανό αντίκτυπο της πολιτικής τους στο περιβάλλον, βοηθώντας στη διαμόρφωση των στρατηγικών τους. Τα σενάρια είναι δυνατό να δημιουργηθούν σε όλους τους τομείς της κατανάλωσης, επιτρέποντας στο χρήστη να δει τις επιδράσεις των αλλαγών στην κατανάλωση, όπως η ενεργειακή ζήτηση, τα ταξίδια ή τα τρόφιμα, στο αποτύπωμα στην τοπική περιοχή με την πάροδο του χρόνου. Όλοι αυτοί οι τομείς κατανάλωσης γίνεται να αλλάξουν μεμονωμένα ή ως ομάδα, επιτρέποντας στα σενάρια να είναι τόσο απλά ή σύνθετα, όπως απαιτείται.

4.2.8 StruxureWare Energy Operation EMIS Portfolio

Το StruxureWare είναι ένα διαδικτυακό λογισμικό που παρέχει τη δυνατότητα στους ενεργειακούς διαχειριστές να βελτιστοποιήσουν τη χρήση της ενέργειας. Η Ενεργειακή Λειτουργία είναι μια εφαρμογή του ΣτρυξυρεΩαρε που προσφέρει δυνατότητα ΕΜΙΣ πρόσβασης σε δεδομένα μεταξύ διαφορετικών συστημάτων. Αυτό επιτρέπει στους ιθύνοντες να εντοπίσουν τους τομείς που είναι δυνατό να μειώσουν τα λειτουργικά έξοδα. Η εφαρμογή παρέχει:

- Παρουσίαση των ενεργειακών δεδομένων - Πρόσβαση στα δεδομένα σχετικά με τη χρήση και την απόδοση της ενέργειας.
- Συγκριτική αξιολόγηση και ανάλυση KPI (key performance indicators) - Σύγκριση των εγκαταστάσεων για τον εντοπισμό χαμηλών επιδόσεων.
- Υπολογισμούς ενεργειακής αποδοτικότητας ; Σύγκριση ενεργειακών σεναρίων πριν και μετά και οικονομική ανάλυση για λήψη καλύτερων αποφάσεων σε μελλοντικές πρωτοβουλίες.

4.2.9 CitInES - City and Industry Energy Strategy

Η πρωτοβουλία CitInES (Σχεδιασμός ενός εργαλείου υποστήριξης αποφάσεων για βιώσιμες, αξιόπιστες και οικονομικά αποτελεσματικές στρατηγικές ενέργειας σε πόλεις και βιομηχανικά συγκροτήματα) στοχεύει στο σχεδιασμό καινοτόμου μοντελοποίησης ενεργειακού συστήματος και αλγορίθμων βελτιστοποίησης που να επιτρέπει στους τελικούς χρήστες να βελτιστοποιήσουν την ενεργειακή τους στρατηγική χρησιμοποιώντας ως πηγές δεδομένων την τοπική ενεργειακή παραγωγή, την αποθήκευση, τη μεταφορά, τη διανομή και τη ζήτηση, συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογιών που συνδέονται με τα έξυπνα δίκτυα. Το CitInES

ενσωματώνει πληροφορίες σχετικά με τις τοπικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την ενοποίηση με τα έξυπνα δίκτυα και τη διαχείριση από την πλευρά της ζήτησης, καθώς και την αβεβαιότητα των τιμών των καυσίμων.

Το CitInES ανέπτυξε δύο εργαλεία λογισμικού υποστήριξης αποφάσεων: το Crystal City που είναι αφιερωμένο στη βοήθεια των τοπικών αρχών για το σχεδιασμό και την παρακολούθηση του ενεργειακού σχεδίου δράσης και το Crystal Industry που βελτιστοποιεί την αξία των επενδύσεων και την επιχειρησιακή ευελιξία για πολύπλοκες βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

4.2.10 INTENSE ? From Estonia till Croatia: Intelligent Energy Saving Measures for Municipal housing in Central and Eastern European Countries

Το INTENSE αποσκοπεί στη μεταφορά ευφυών μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας για τη δημοτική στέγαση από «παλαιά» κράτη μέλη της ΕΕ σε «νέα» κράτη μέλη και σε υπό ένταξη χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης. Το έργο υλοποιείται σε 12 χώρες από 28 εταίρους. Είναι βασισμένο σε μια ολιστική προσέγγιση για το σχεδιασμό βελτιστοποιημένης ενέργειας κατοικιών και περιλαμβάνει την ανάλυση των νομικών προϋποθέσεων, την ανταλλαγή εμπειριών με τα παραδείγματα βέλτιστων πρακτικών, την ανάπτυξη και την υλοποίηση των προγραμμάτων κατάρτισης, πιλοτικές δραστηριότητες σχεδιασμού σε συνεργατικούς δήμους και ευαισθητοποίηση του κοινού. Η αύξηση των ικανοτήτων των τοπικών αρχών θα είναι μια επένδυση στο μέλλον για τον επηρεασμό νέας οικιστικής ανάπτυξης σε νομοθετικό, τεχνικό και σχεδιαστικό επίπεδο, καθώς και για την καθοδήγηση της συμπεριφοράς των καταναλωτών προς την κατεύθυνση της αποδοτικής χρήσης της ενέργειας.

4.2.11 TRACE - Tool for Rapid Assessment of City Energy

Το εργαλείο για την ταχεία αξιολόγηση της ενέργειας της πόλης (TRACE - Tool for Rapid Assessment of City Energy) είναι ένα εργαλείο υποστήριξης της λήψης αποφάσεων με σκοπό να βοηθήσει τις πόλεις να εντοπίζουν γρήγορα τομείς που δεν αποδίδουν επαρκώς, να αξιολογούν την προοπτική βελτίωσης και εξοικονόμησης κόστους, και να δίνει προτεραιότητα στους τομείς και στις δράσεις παρέμβασης για την ενεργειακή αποδοτικότητα. Καλύπτει έξι δημοτικούς τομείς: μεταφορές επιβατών, δημοτικά κτίρια, νερό και λύματα, δημόσιο φωτισμό, στερεά απόβλητα και ενέργεια και θερμότητα. Το TRACE αποτελείται από τρεις ενότητες: μία ενότητα ενεργειακής συγκριτικής αξιολόγησης που συγκρίνει βασικούς δείκτες απόδοσης (KPI - key performance indicators) μεταξύ των πόλεων, μία ενότητα ιεράρχησης τομέα, η οποία προσδιορίζει τους τομείς που προσφέρουν τις μεγαλύτερες δυνατότητες σε σχέση με την εξοικονόμηση ενέργειας - κόστους, και μία ενότητα επιλογής παρέμβασης η οποία προτείνει δοκιμασμένα μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας και βοηθά στην επιλογή τοπικά κατάλληλων παρεμβάσεων.

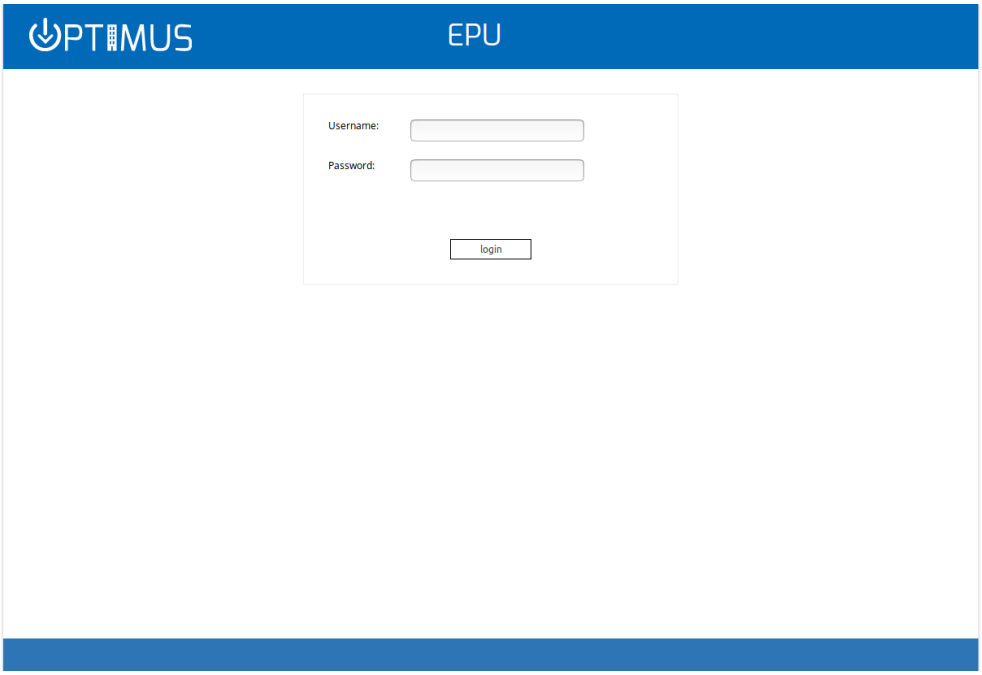
Κεφάλαιο 5

Περιβάλλον Διαδικτυακής πλατφόρμας Optimus

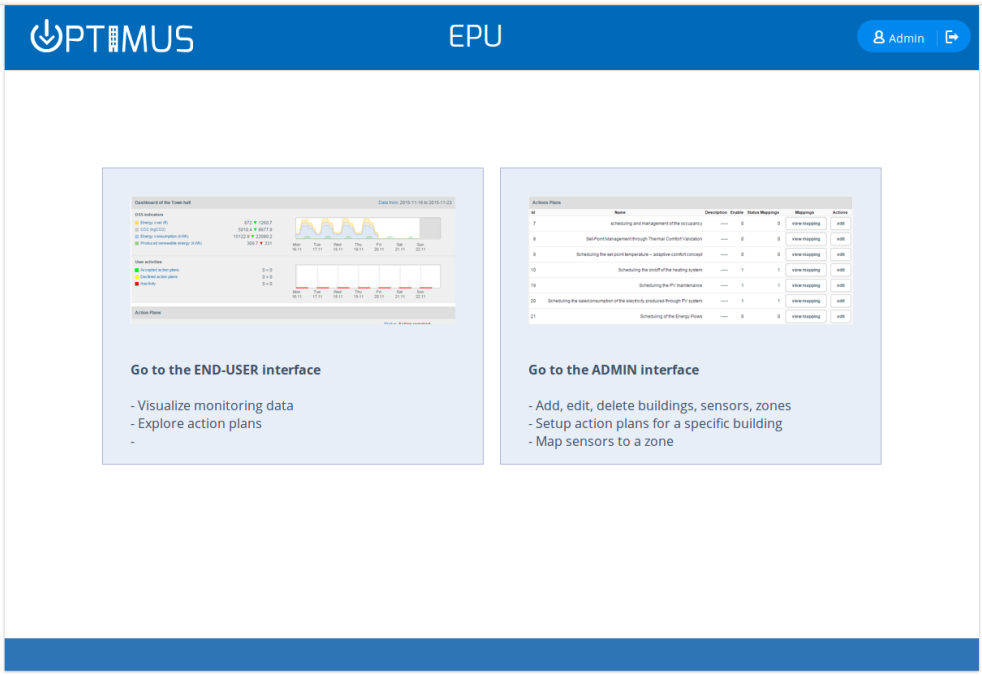
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η διαδικτυακή εφαρμογή Optimus η οποία περιγράφτηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Η είσοδος της πλατφόρμας φαίνεται στην 5.1. Στην οθόνη αυτή ο χρήστης καλείται να εισάγει τα πιστοποιητικά του για την εισαγωγή στην εφαρμογή. Δεδομένου ότι οι καταγραφούμενες τιμές μπορούν να αποκαλύψουν τις συνήθειες των χρηστών η ασφάλεια αποτελεί σημαντικό κομμάτι της εφαρμογής.

Στην συνέχεια δίνεται η δυνατότητα επιλογής τύπου χρήστη 5.2. Υπάρχουν δύο διαθέσιμοι τύποι, ο διαχειριστής που είναι υπέυθυνος για την διαχείριση και σύνδεση των κατάληλλων μετρητών και ο τελικός χρήστης που μπορεί να έχει πρόσβαση στις καταγραφούμενες τιμές.



Σχήμα 5.1: Κεντρική σελίδα εισόδου στην εφαρμογή



Σχήμα 5.2: Επιλογή τύπου χρήστη της εφαρμογής

5.1 Περιβάλλον απλού χρήστη

Οι απλοί χρήστες του συστήματος έχουν την δυνατότητα να παρακολουθούν τις καταναλώσεις και τις μετρούμενες τιμές στο κτήριο. Η βασική σελίδα για τον χρήστη δίνει τα συγκεντρωτικά δεδομένα των τελευταίων εφτά ημερών καθώς και κάποιους βασικούς δείκτες καταναλώσεις. Αυτοί οι δείκτες είναι η συνολική κατανάλωση ενέργειας, οι εκπομπές ρύπων διοξειδίου του άνθρακα, το κόστος την ηλεκτρικής ενέργειας και η ενέργεια που παράχθηκε στο σύστημα από ΑΠΕ. Παράλληλα είναι εφικτή η σύγκριση των τιμών με τις αντίστοιχες τιμές της προηγούμενης εβδομάδος.

Επιλέγοντας την επιθυμητή ζώνη ο χρήστης αποκτά πρόσβαση σε όλες τις μετρήσεις καθώς και το διάγραμμα με την ωριαία μεταβολή των στοιχείων5.4.

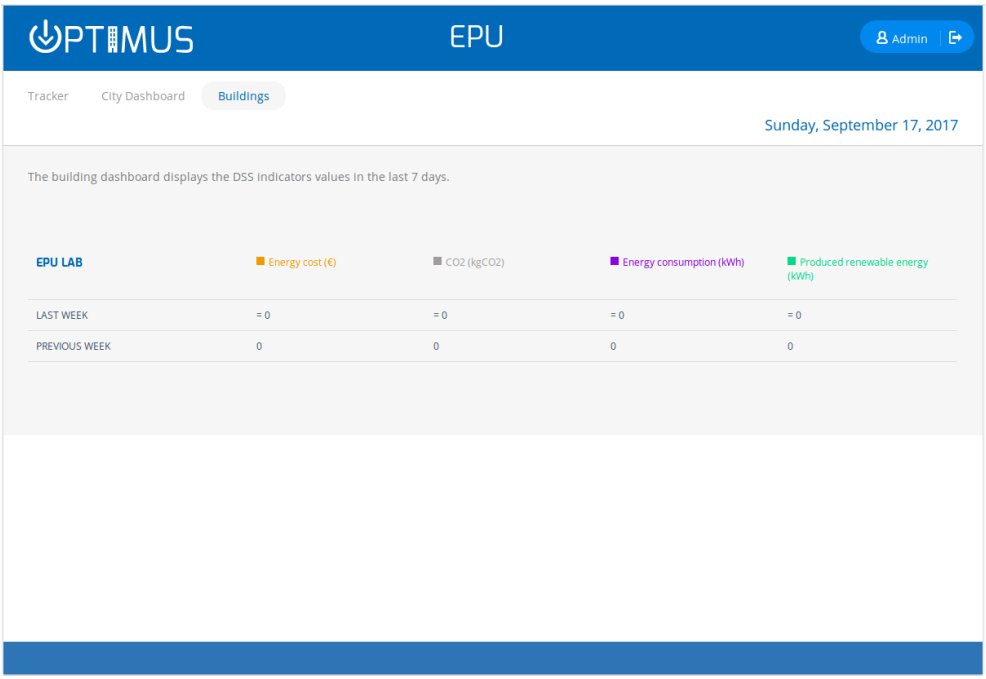
Στην συγκεκριμένη περίπτωση οι μετρήσεις έχουν συμπεριληφθεί σε μία ζώνη. Για τον λόγο αυτό επιλέγεται η ζώνη EPU LAB.

Παράλληλα δίνεται η δυνατότητα για την προβολή της κατανάλωσης του χώρου σε κάποια προγενέστερη χρονική περίοδο. Σε κάθε περίπτωση τα δεδομένα προβάλλονται ανα βδομάδα.

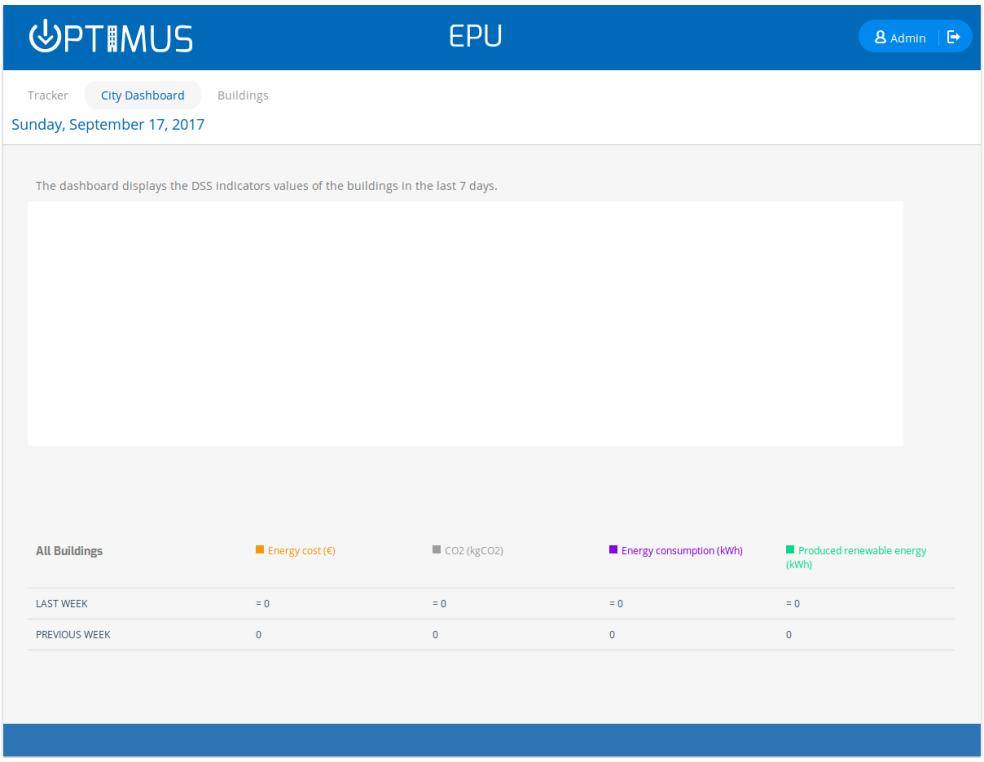
Στην εικόνα 5.6 παρατηρούνται οι χειρισμοί των διακοπτών στα δωμάτια 26 και 27.

Οι καταναλώσεις των βασικών πινάκων φαίνονται στο 5.7. Είναι προφανές από το ύψος της κατανάλωσης του συστήματος φωτισμού ότι αποτελεί ενα σημαντικό κομμάτι της συνολικής κατανάλωσης. Αυτό υποδείχνει ότι μία ενδεχόμενη αναβάθμιση στο σύστημα φωτισμού ενέχει μεγάλα κέρδη.

Στην εικόνα 5.8 φαίνονται οι καταναλώσεις των μονοφασικών αναλυτών. Είναι εμφανές ότι οι καταναλώσεις των κλιματιστικών εντοπίζονται στις εργάσιμες μέρες. Ενώ οι καταναλώσεις

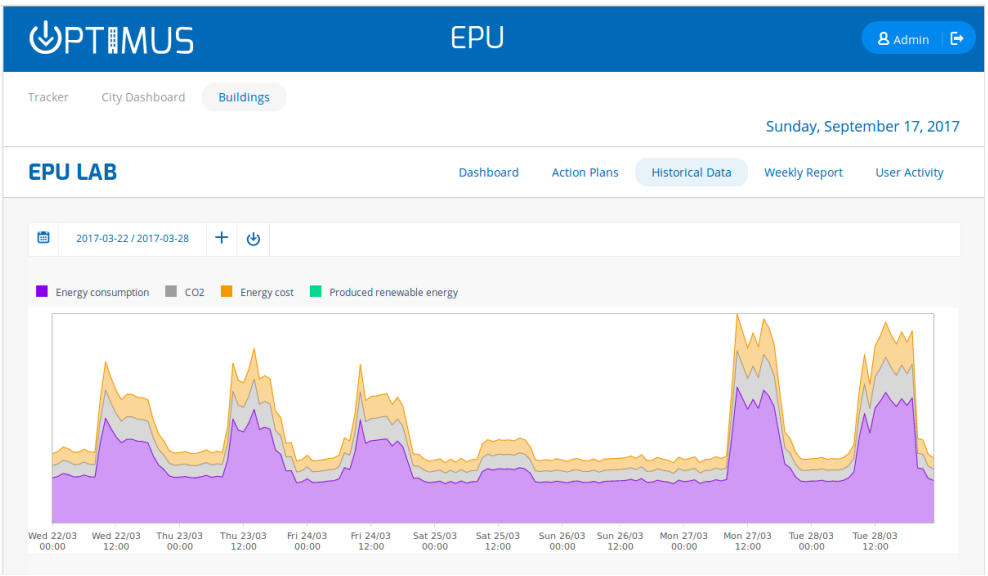


Σχήμα 5.3: Κεντρικός σελίδα τελικού χρήστη

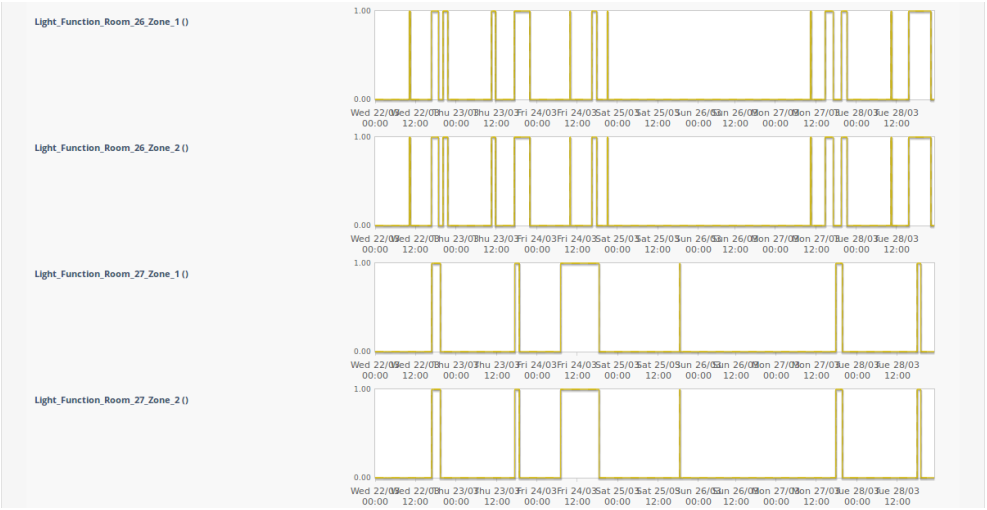


Σχήμα 5.4: Συνοπτική παρουσίαση της τελευταίας εβδομάδας

που περιλαμβάνουν φορτία όπως υπολογιστές και ηλεκτρονικές συσκευές έχουν κυμαινόμενη κατανάλωση.



Σχήμα 5.5: Εμφάνιση Ιστορικών δεδομένων



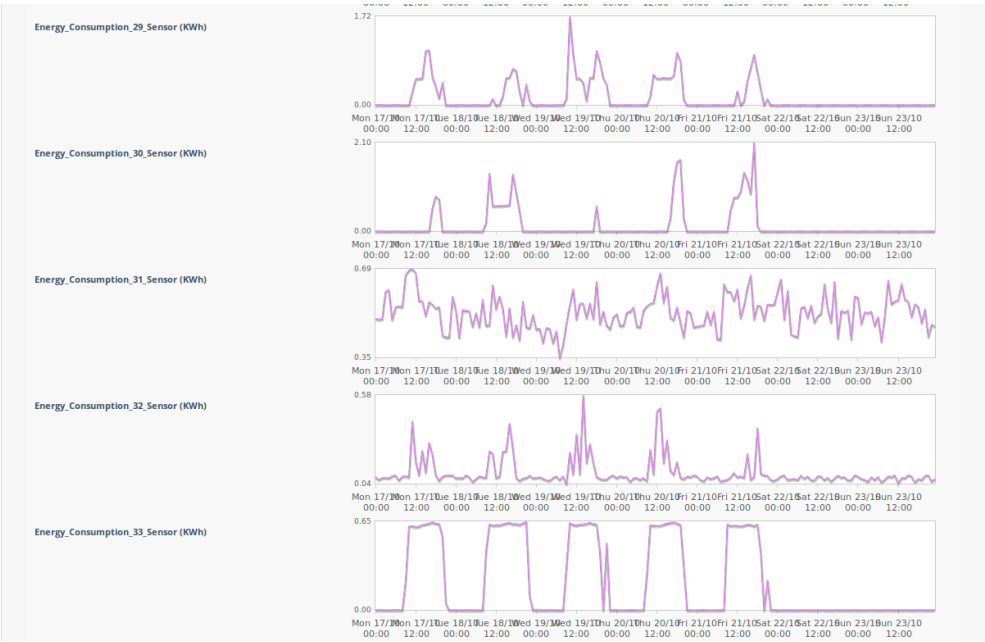
Σχήμα 5.6: Δεδομένα χρήσης συστήματος φωτισμού

Στο κάτω μέρος της σελίδας, εικόνα 5.9, εμφανίζονται οι δείκτες κατανάλωσης με ωριαία ανάλυση. Τέλος οι χρήστες του συστήματος έχουν πρόσβαση στο ιστορικό των αναφορών για κάθε βδομάδα.

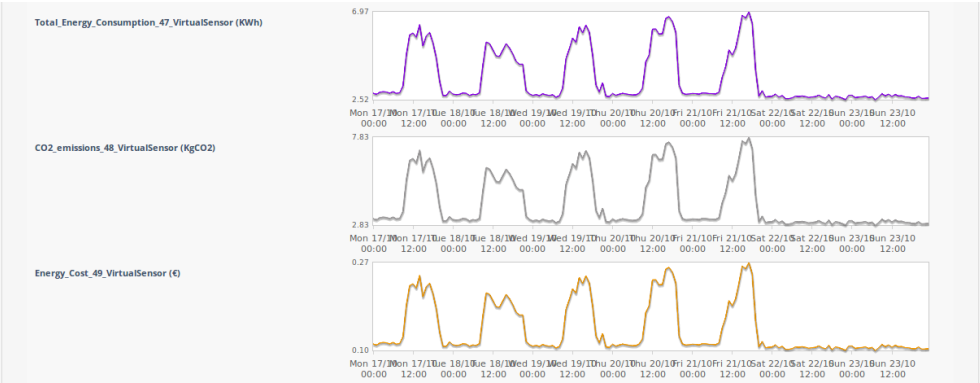
5.2 Διαχειριστής συστήματος

Στην εικόνα 5.11 φαίνεται η κεντρική σελίδα του διαχειριστή του συστήματος. Αυτός έχει την δυνατότητα να επεξεργαστεί τις μετρήσεις που εμφανίζονται στο σύστημα. Επιπλέον μπορεί να διαχωρίσει τις μετρήσεις σε ζώνες και περιοχές προκειμένου να είναι πιο άμεση η σύγκριση μεταξύ των τμημάτων του κτηρίου.

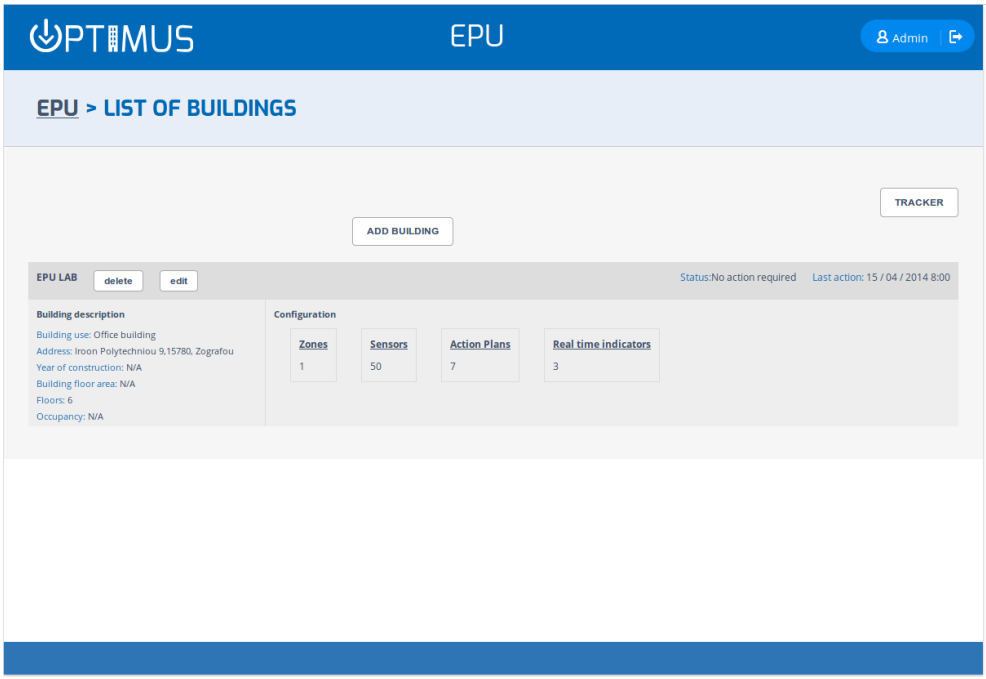
Σχήμα 5.7: Καταναλώσεις ενέργειας τριφασικών αναλυτών



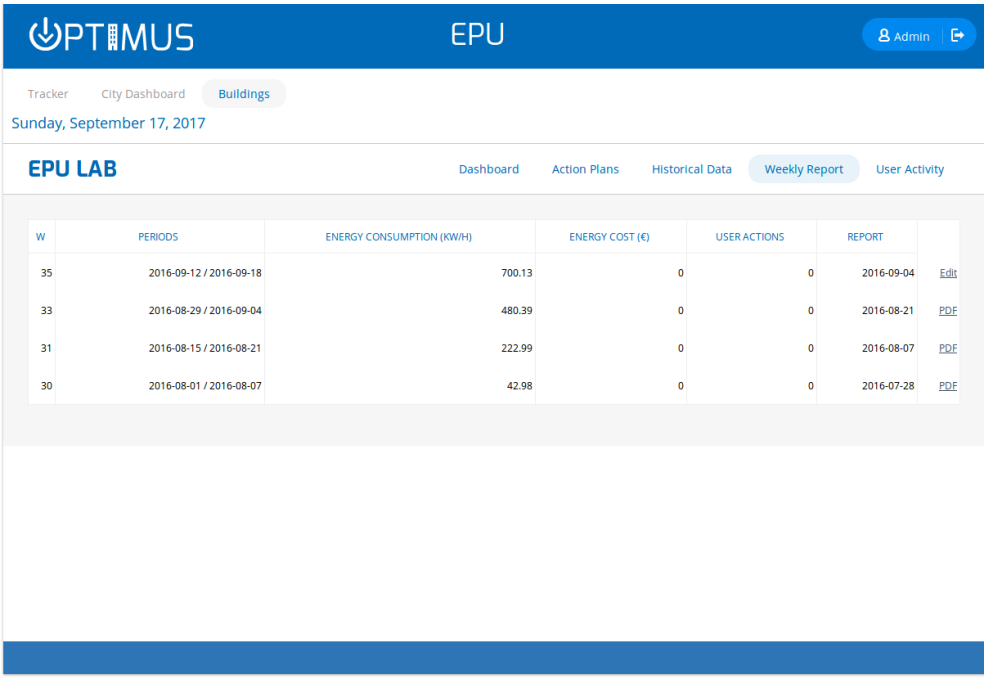
Σχήμα 5.8: Καταναλώσεις μονοφασικών αναλυτών



Σχήμα 5.9: Συγκεντρωτικοί δείκτες καταναλώσεων



Σχήμα 5.10: Κεντρική σελίδα διαχειριστή του συστήματος



W	PERIODS	ENERGY CONSUMPTION (KW/H)	ENERGY COST (€)	USER ACTIONS	REPORT	
35	2016-09-12 / 2016-09-18	700.13	0	0	2016-09-04	Edit
33	2016-08-29 / 2016-09-04	480.39	0	0	2016-08-21	PDF
31	2016-08-15 / 2016-08-21	222.99	0	0	2016-08-07	PDF
30	2016-08-01 / 2016-08-07	42.98	0	0	2016-07-28	PDF

Σχήμα 5.11: Ιστορικό αναφορών συστήματος

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα-Προοπτικές

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μία σύνοψη της συνολικής εργασίας και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα το οποία εξάγονται από την πιλοτική εφαρμογή. Τέλος προτείνονται πιθανές προεκτάσεις της πλατφόρμας.

6.1 Συμπεράσματα

Η ενεργειακή αποδοτικότητα και η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί σημαντικό στοίχημα για την επίτευξη των στόχων που τίθενται σε παγκόσμιο, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο που αποσκοπούν στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής αλλά και της ενεργειακής απεξάρτησης. Καθημερινά παρατηρούμε διάφορους τομείς να εκσυχρονίζονται και να αναπτύσσουν μακροχρόνια σχέδια με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και την μείωση των εκπομπών ρύπων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η στροφή της αυτοκινητοβιομηχανίας προς την ηλεκτροκίνηση και την αυτόνομη οδήγηση με μοχλό την αξιοποίηση της σύγχρονης τεχνολογίας και το μειωμένο κόστος κατασκευής αισθητήρων και μετρητών.

Ένας τομέας που διαχρονικά αποτελεί πρόκληση ενώ ταυτόχρονα έχει και μεγάλες προοπτικές αποτελεί ο κτιριακός τομέας. Σημείο κλειδί για την ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιριακού τομέα αποτελεί η παροχή κατάλληλης πληροφόρησης προς τους τελικούς χρήστες αλλά και προς φορείς για την εκπόνηση οικονομοτεχνικών μελετών που προσφέρουν αξιόπιστες προβλέψεις για τις πιθανές λύσεις. Η εξέλιξη των πληροφοριακών συστημάτων και η διαρκής μείωση του κόστους του απαραίτητου μετρητικού εξοπλισμού προσφέρει σήμερα την δυνατότητα για την συλλογή των απαραίτητων δεδομένων.

Στο κεφάλαιο 3, παρουσιάστηκε τυποποιημένος και πιστοποιημένος εξοπλισμός σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα που μπορεί να καλύψει το χάσμα πληροφόρησης. Παρά το γεγονός ότι το κόστος του εξοπλισμού βαίνει μειούμενο, σημαντικό κομμάτι αποτελεί η εύλογη επιλογή του απαιτούμενου αριθμού συσκευών. Θεωρητικά όσο μεγαλύτερη και λεπτομερέστερη πληροφόρηση υπάρχει τόσο καλύτερη ενεργειακή διαχείριση μπορεί να γίνει. Η τοποθέτηση πληθώρας μετρητικών συσκευών αυξάνει σημαντικά το συνολικό κόστος και την πολυπλοκότητα της εγκατάστασης του. Παράλληλα αυξάνει σημαντικά την ποσότητα της πληροφορίας που καλείται να διαχειριστεί ο τελικός χρήστης και ενέχει τον κίνδυνο να μην αξιοποιηθεί

πλήρως το δίκτυο των μετρητών. Για τον λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η ομαδοποίηση των καταναλώσεων με κριτήρια την ονομαστική τους ισχύ αλλά και την χρήση των χώρων.

Η ηλεκτρική υποδομή του κτηρίου μπορεί να υπονομεύσει την αξία της εγκατάστασης. Κτίρια των οποίων η ηλεκτρική εγκατάσταση έχει σχεδιαστεί και υλοποιηθεί με παλιά πρότυπα, έχουν περιορισμένη δυνατότητα διαφοροποίησης των φορτίων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το γεγονός ότι στα περισσότερα παλιά κτήρια δεν γίνεται διαχωρισμός μεταξύ γραμμών φωτισμού και γραμμών ρευματοδοτών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα είτε την λήψη περιορισμένων δεδομένων ή την ανάγκη για αναβάθμιση την ηλεκτρικής εγκατάσταση. Συνήθως η δεύτερη λύση κρίνεται οικονομικά και πρακτικά ασύμφορη.

6.2 Προεκτάσεις

Η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία επικεντρώθηκε στην υλοποίηση μίας πιλοτικής εγκατάστασης και την διασύνδεση της με την πλατφόρμα Optimus DSS. Η υλοποίηση αποτελεί την βάση για την επέκταση της πλατφόρμας και ένας τρόπο να γίνουν αντιληπτές οι δυνατότητες που προσφέρουν οι έξυπνοι μετρητές. Κατά την διάρκεια της μεταπτυχιακής εργασίας προέκυψαν πολλές και ενδιαφέρουσες πιθανές ιδέες για την αξιοποίηση της υποδομής. Εν γένη οι πιθανές προεκτάσεις μπορούν να επικεντρωθούν σε δύο περιοχές. Η πρώτη αφορά την περαιτέρω ανάπτυξη της διαδικτυακής εφαρμογής για την ευκολότερη πλοήγηση, ενώ η δεύτερη στην υλοποίηση λειτουργιών και αυτοματισμών. Πρακτικά οι δυο περιοχές μπορούν να επεκταθούν απεριόριστα, στην συνέχεια αναφέρουμε μερικές αντιπροσωπευτικές προεκτάσεις.

Η διαδικτυακή εφαρμογή αποτελεί ένα πρώτο στάδιο για την ποσοτικοποίηση, οπτικοποίηση και ερμηνεία των καταναλώσεων. Η δομή που θα μπορούσε να έχει έγκειται στον σχεδιαστή του συστήματος. Ενδεικτικά αναφέρεται η διαφοροποίηση των ζωνών του κτηρίου ώστε να δύναται η άμεση σύγκριση και ο εντοπισμός των ζωνών που καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια. Ιδανικά η εφαρμογή θα πρέπει να παρέχει την δυνατότητα στον ίδιο τον χρήστη να διαμορφώσει δυναμικά την διάταξη και την κατηγοριοποίηση των μετρητών. Επιπλέον ο σχεδιασμός νέων δεικτών εξοικονόμησης και ποιότητας ισχύος θα μπορούσε να συμβάλει στην αυξημένη χρησιμοποίηση της εφαρμογής. Επιπλέον, η επέκταση την διαδικτυακής εφαρμογής για να υποστηρίζει και τον έλεγχο διαφόρων συσκευών θα αύξανε σημαντικά την χρησιμότητα για τον χρήστη και περαιτέρω την αξιοποίηση της εγκατεστημένης υποδομής. Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι η υποστήριξη φορητών συσκευών θεωρείται υψίστης σημασίας δεδομένου του σύγχρονου τρόπου ζωής.

Η εγκατάσταση των μονάδων ελέγχου εισόδου και εξόδου παρέχει την δυνατότητα για μια πληθώρα αυτοματισμών. Μια απλή και ταυτόχρονα αποδοτική τεχνική που συναντάται συχνά στους κτιριακούς αυτοματισμούς είναι η απενεργοποίηση του συστήματος φωτισμού κατά τις βραδυνές ώρες. Παράλληλα αυτοματισμοί συστημάτων φωτισμού συνεργάζονται άριστα με αισθητήρες παρουσίας και αισθητήρες που μετράνε το επίπεδο φωτισμού. Η περαιτέρω εγκατάσταση τέτοιων αισθητήρων μπορούν να χρησιμεύσουν στον πλήρη αυτοματισμό του συστήματος φωτισμού και να εξασφαλίσουν την ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, ο ήδη εγκατεστήμένος εξοπλισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί με σκοπό την βελτι-

στοποίηση του συστήματος ψύξης θέρμανσης. Οι αισθητήρες θερμοκρασίας στους εσωτερικούς χώρους σε συνδυασμό με την εξωτερική μπορεί να χρησιμοποιηθούν ώστε να ελέγχονται οι κλιματιστικές μονάδες.

Επιπλέον, είναι πλέον εφικτή η δημιουργία σεναρίων που να δίνουν την δυνατότητα αυτοματοποιημένων ενεργειών με σκοπό την αύξηση της ευεξίας των χρηστών του κτηρίου. Ένα πιθανό σενάριο είναι η διασύνδεση του συστήματος ψύξης -θέρμανσης με το ημερολόγιο της αίθουσας συνεδριάσεων, το οποίο δίνει την δυνατότητα στο σύστημα κλιματισμού να ενεργοποιείται με σκοπό να είναι η αίθουσα στην επιθυμητή θερμοκρασία την κατάλληλη ώρα. Τέλος αξίζει να σημειωθεί και η δυνατότητα αξιποίησης των μετρητών και αισθητήρων για την δημιουργία παιχνιδιών και στόχων ενεργειακής κατανάλωσης. Το gamification όπως έχει επικρατήσει στην διεθνή βιβλιογραφία υπόσχεται την προσήλωση των χρηστών στους ενεργειακούς στόχους μέσω διαδραστικών μυνήμάτων και εφαρμογών.

Βιβλιογραφία

[1] Hafedh Chourabi, Taewoo Nam, Shawn Walker, J Ramon Gil-Garcia, Sehl Mellouli, Karine Nahon, Theresa A Pardo και Hans Jochen Scholl. Understanding smart cities: An integrative framework. Στο *System Science (HICSS), 2012 45th Hawaii International Conference on*, σελίδες 2289–2297. IEEE, 2012.

[2] Infosoc. Aeif'oros an'aptuxh. http://www.infosoc.gr/infosoc/el-GR/services/leksiko/323.htm., 2017.

[3] Ilias Papastamatiou, Vangelis Marinakis, Haris Doukas και John Psarras. A decision support framework for smart cities energy assessment and optimization. *Energy Procedia*, 111:800–809, 2017.

[4] Thwink. The Three Pillars of Sustainability. http://www.thwink.org/sustain/glossary/ThreePillarsOfSustainability.htm, 2017.

[5] Thwink. Eurwpak'h strathgik'h gia bi'wsimh an'aptuxh., 2017.

[6] Conference of Parties. OP22 in Marrakech: The COP of Action. http://cop22.ma/en/whatscop/post/165, 2017.

[7] Corfee-Morlot, Jan and Kamal-Chaoui, Lamia and Donovan, Michael G and Cochran, Ian and Robert, Alexis and Teasdale, Pierre-Jonathan. Cities, climate change and multilevel governance. *OECD Environment Working Papers*, (14):0_1, 2009.

[8] Cres. Exoikon'omhsh En'ergeias ston ktiriak'o tom'ea., 2017.

[9] Eu-smartcities. European Context — EIP - Smart Cities and Communities Market Place. https://eu-smartcities.eu/about/europeancontext, 2016.

[10] European Commission. 2050 low-carbon economy - Dr'ash gia tokl'ima. http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_el, 2017.

[11] European Commission. 2nd Report on the State of the Energy Union. https://ec.europa.eu/commission/publications/2nd-report-state-energy-union_en, 2017.

[12] European Commission. Buildings - Energy - European Commission. https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings, 2017.

[13] European Commission. Commission proposes new rules for consumer centred clean energy transition - Energy - European Commission. https://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-proposes-new- rules-consumer-centred-clean-energy-transition., 2017.

[14] European Commission. Energy Efficiency - Energy - European Commission. https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency, 2017.

[15] European Commission. Sq'edio d'hlwshs gia tis kateujunt'hries arq'esths aeif'orou an'aptuxhs, 2017.

[16] Frost. Frost & Sullivan. http://www.frost.com/prod/servlet/cpo/213304107.pdf, 2016.

[17] Greencapacity. Smart Cities. http://greencapacity.ru/information/smart-cities., 2017.

[18] ieee. About - IEEE Smart Cities. Smartcities. http://smartcities.ieee.org/about, 2016.

[19] Padma Priya J. Smart cities, a necessity — mydigitalfc.com. http://www.mydigitalfc.com/views/bpadma-priya-jb-smart-cities-necessity-478., 2016.

[20] Unfccc. OInformation for participants COP23 - Overview. http://unfccc.int/meetings/bonn_nov_2017/items/10068.php, 2017.

[21] Eurwpak'h 'Enwsh. Europa - J'emata ths Eurwpak'hs 'Enwshs-energeia. https://europa.eu/european-union/topics/energy_el., 2017.

[22] Eurwpak'h 'Enwsh. Dias'undesh twn agor'wn hlektrik'hs en'ergeias gia thn asf'aleia tou efodiasmo'u, thn olokl'hrwsh ths agor'as kai thn ektetam'enh axiopo'ihsh twn anane'wsimwn phg'wn en'ergeias. http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-4486_el.htm., 2017.

[23] Eurwpak'h 'Enwsh. Yhfiak'o jematol'ogio gia thn Eur'wph. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0245&from=EL, 2017.

[24] Sumbo'ulio. Ejnik'os Energeiak'os Sqediasm'os, odik'os q'arths gia to 2050. http://www.opengov.gr/minenv/wp-content/uploads/downloads/2012/04/energeiakos-sxediasmos.pdf., 2017.

[25] Eurwpak'o Sumbo'ulio. Energeiak'h 'enwsh: asfal'hs, bi'wsimh, a-ntagwnistik'h kai oikonomik'a prosit'h en'ergeia gia thn Eur'wph. http://www.consilium.europa.eu/el/policies/energy-union/., 2017.

[26] Eurwpak'o Sumbo'ulio. Sumfwn'ia twn Paris'iwn gia thn klimatik'h allag'h. http://www.consilium.europa.eu/el/policies/climate-change/timeline/., 2017.

[27] UPEKA. Upourge'io Perib'allontos En'ergeias kai Klimatik'hs Allag'hs. http://ypeka.gr/, 2017.