



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Διερεύνηση προδιαγραφών παρακολούθησης και στοχοθέτησης
ενεργειακών καταναλώσεων στον κτιριακό τομέα και ενσωμάτωση
σε υπάρχοντα συστήματα κτιριακής αποτύπωσης**

Διπλωματική Εργασία

Γεώργιος Α. Βασιλείου

Επιβλέπων: Χάρης Δούκας

Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, 3 Οκτωβρίου 2017



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Διερεύνηση προδιαγραφών παρακολούθησης και στοχοθέτησης
ενεργειακών καταναλώσεων στον κτιριακό τομέα και ενσωμάτωση
σε υπάρχοντα συστήματα κτιριακής αποτύπωσης**

Διπλωματική Εργασία

Γεώργιος Α. Βασιλείου

Επιβλέπων: Χάρης Δούκας

Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 3^η Οκτωβρίου 2017 .

.....
Χάρης Δούκας,

Επ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ιωάννης Ψαρράς,

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δημήτριος Ασκούνης,

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, 3 Οκτωβρίου 2017

.....
Γεώργιος Βασιλείου

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

Copyright © Γεώργιος Βασιλείου, 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.

Περίληψη

Η ζήτηση ενέργειας και η εκπομπή ρύπων αυξήθηκαν ραγδαία σε παγκόσμια κλίμακα κατά το πρόσφατο παρελθόν ως αποτέλεσμα της οικονομικής άνθησης, της τεχνολογικής προόδου, της αύξησης του πληθυσμού και της έντονης αστικοποίησης. Ιδιαίτερα υψηλή εμφανίζεται η συμμετοχή του κτιριακού τομέα επί του συνόλου της καταναλισκόμενης ενέργειας και των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου, τόσο σε ανεπτυγμένες όσο και αναπτυσσόμενες χώρες, με αμφότερες να επικεντρώνονται επί των κτιριακών καταναλώσεων στα πλαίσια της ενεργειακής τους πολιτικής. Ως εκ τούτου η Ευρωπαϊκή Ένωση, επιδιώκοντας ιθύνοντα ρόλο στις πολιτικές διαχείρισης των κτιριακών καταναλώσεων, προβαίνει στη λήψη σειράς μέτρων, τα οποία αφορούν άμεσα και την Ελλάδα ως κράτος-μέλος. Παράλληλα, η Ελλάδα εμφανίζεται ως ένα αξιοσημείωτα ενεργοβόρο κράτος με υψηλό δυναμικό εξοικονόμησης, καθώς το κτιριακό της απόθεμα αποτελείται κατά κύριο λόγο από παλαιά κτίρια, πλημμελώς μονωμένα. Συνεπώς, δοθείσης της τρέχουσας συγκυρίας, καθίσταται ζωτικής σημασίας η δυνατότητα επαρκούς επίπτωσης των κτιριακών καταναλώσεων.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει το ζήτημα των απαιτούμενων προδιαγραφών αναφορικά με την παρακολούθηση και διαχείριση των ενεργειακών καταναλώσεων στον κτιριακό τομέα σε συνδυασμό με την ενδεχόμενη εισαγωγή τους σε υπάρχοντα συστήματα κτιριακής αποτύπωσης (Building Energy Management Systems - BEMS). Αφενός, διερευνώνται τα προαπαιτούμενα χαρακτηριστικά που δύνανται να εγγυηθούν μία ακριβή, ολοκληρωμένη και αξιόπιστη εποπτεία της κτιριακής κατανάλωσης, ικανή να υποστηρίξει τη λήψη αποφάσεων για μελλοντικές παρεμβάσεις ενεργειακής διαχείρισης. Αφετέρου, παρουσιάζονται και αναλύονται οι δυνατότητες των σύγχρονων συστημάτων κτιριακής αποτύπωσης, ως αρωγών στη χάραξη ενεργειακής πολιτικής, καθώς και τα οφέλη ενός ενδεχόμενου εμπλουτισμού αυτών μέσω ενσωμάτωσης των ανωτέρω προδιαγραφών.

Λέξεις Κλειδιά: ενεργειακή πολιτική, ενεργειακή διαχείριση κτιρίων, συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων, δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας, ενεργειακή αποδοτικότητα, έξυπνες πόλεις, κτιριακός τομέας

Abstract

The energy demand and the greenhouse gas emissions met a rapid ascension during the recent past, as a result of the economic prosperity, the technological advancement, the population growth and the intense urbanization. The building sector in particular, reveals a considerably high contribution in the total amount of the consumed energy and emitted greenhouse gases, both in developed and developing countries, thence leading them to emphasize their energy policies on the building consumption. Accordingly, the European Union, aiming at a leading role among the energy consumption management policies, is taking a host of contiguous measures, which also directly affect Greece as a member-state. In parallel, Greece turns out to be a noticeably energy intensive state with a high energy saving potential, for its building stock mainly consists of old, inadequately insulated buildings. Hence, given the current conjuncture, it is of vital significance that the building consumption can be efficiently supervised.

The herein diploma thesis dwells on the prerequisite standards concerning the surveillance and management of building energy consumption in combination to their potential insertion in current Building Energy Management Systems (BEMS). On the one hand, it examines the required features, which can guarantee an accurate, fledged and reliable building consumption stewardship, able to support decisions affecting forthcoming energy management interventions. On the other hand, it presents and analyzes the abilities of up to date BEMS, as energy policy planning helpers, as well as the benefits of their contingent enrichment through an integration of the aforementioned standards.

Key Words: energy policy, building energy management, building energy management systems, energy saving measures, energy efficiency, smart cities, building sector

Πρόλογος

Η προκείμενη διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους 2016-2017.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω προσωπικά τον κ. Χάρη Δούκα, επίκουρο καθηγητή Ε.Μ.Π., για την ευκαιρία εκπόνησης της παρούσας εργασίας, αλλά και για την υποστήριξή του σε όλα τα στάδια ολοκλήρωσής της. Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ιωάννη Γεώργιζα, καθώς και σύσσωμο το ανθρώπινο δυναμικό της εταιρείας Datagrid, για την πολύτιμη βοήθεια και το ευχάριστο κλίμα συνεργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς τα πρόσωπα του οικογενειακού και φιλικού μου περιβάλλοντος για τη διαρκή στήριξή τους.

Γ. Α. Βασιλείου,
Οκτώβριος 2017

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
Abstract.....	7
Πρόλογος.....	9
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	13
1.1 Σκοπός και αντικείμενο.....	15
1.2 Δομή.....	16
Κεφάλαιο 2: Η σημασία του κτιριακού τομέα στην ενεργειακή κατανάλωση.....	17
2.1 Επισκόπηση της επικρατούσας κατάστασης σε διεθνές επίπεδο.....	19
2.2 Η κατάσταση στην Ευρώπη.....	26
2.3 Η κατάσταση στην Ελλάδα.....	31
2.4 Νομοθετικά πλαίσια και μελλοντικοί στόχοι.....	36
Κεφάλαιο 3: Προδιαγραφές για φόρμες καταχώρησης ενεργειακών δεδομένων κτιρίων.....	43
3.1 Εισαγωγή.....	45
3.2 Προδιαγραφές.....	46
3.3 Παράδειγμα.....	60
Κεφάλαιο 4: Προδιαγραφές για φόρμες υπολογισμού ετήσιων ενεργειακών καταναλώσεων κτιρίων.....	67
4.1 Εισαγωγή.....	69
4.2 Προδιαγραφές.....	73
4.3 Παράδειγμα.....	83
Κεφάλαιο 5: Δυνατότητα ενσωμάτωσης σε υπάρχον σύστημα κτιριακών αποτυπώσεων.....	91
5.1 Εισαγωγή.....	93
5.2 Χαρακτηριστικά και λειτουργίες των συστημάτων κτιριακής αποτύπωσης (BEMS).....	95
5.3 Τα οφέλη των συστημάτων κτιριακής αποτύπωσης.....	102
5.4 Επισκόπηση των κυριότερων εργαλείων κτιριακής αποτύπωσης.....	104
5.5 Παρουσίαση του εργαλείου Databuild και σχολιασμός των δυνατοτήτων ενσωμάτωσης.....	118
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα και προοπτικές.....	147
6.1 Συμπεράσματα.....	149
6.2 Προοπτικές.....	150
Βιβλιογραφία.....	151

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

1.1 Σκοπός και αντικείμενο

Η αλματώδης τεχνολογική πρόοδος σε συνδυασμό με τους ταχείς ρυθμούς ανάπτυξης που επιτεύχθηκαν κατά τις παρελθούσες δεκαετίες οδήγησαν σε εξίσου ανοδική πορεία την συνολική κατανάλωση ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα. Η συνεχιζόμενη ραγδαία αστικοποίηση αναμένεται να επιτείνει έτι περαιτέρω την προκείμενη δυσμενή για τον άνθρωπο αλλά και το περιβάλλον συγκυρία, καθώς προβλέπεται κατά τις προσεχείς δεκαετίες να καταστήσει τις αναπτυσσόμενες οικονομίες εξίσου ενεργοβόρες με τις ανεπτυγμένες.

Δοθέντος του παρόντος κοινωνικο-οικονομικού περιβάλλοντος ο κτιριακός τομέας αποδεικνύεται πως διαδραματίζει πρωτεύοντα ρόλο, όντας υπεύθυνος κατά προσέγγιση για το 1/3 της ενεργειακής ζήτησης και των εκπεμπόμενων ρύπων, με την συνεισφορά του στην κατανάλωση πόσιμου νερού και την παραγωγή αποβλήτων να κρίνεται εξ ίσου καθοριστική. Η σημασία του κτιριακού τομέα αποτελεί φυσικό επακόλουθο των προαναφερθεισών εξελίξεων, εάν λάβει κανείς υπ' όψιν τόσο τις ιδιαιτερότητες του αστικού περιβάλλοντος όσο και την κυριαρχία της βιομηχανίας και της παροχής υπηρεσιών στη σύγχρονη οικονομία. Ως εκ τούτου, η έκβαση των προσπαθειών ενεργειακής εξοικονόμησης θα επηρεασθεί σημαντικά σε κάθε περίπτωση από την διαχείριση των κτιριακών καταναλώσεων, προς την κατεύθυνση των οποίων είναι ήδη προσανατολισμένες οι ενεργειακές πολιτικές ουκ ολίγων κρατών ανά τον κόσμο.

Εντός των ανωτέρω πλαισίων, η Ευρώπη, με τον κτιριακό τομέα της να έχει αποκτήσει ανάλογη βαρύτητα, φιλοδοξεί όχι απλά να συμμετέχει στις προσπάθειες ενεργειακής εξοικονόμησης, αλλά να ηγηθεί αυτών, προβαίνοντας σε μακροπρόθεσμους σχεδιασμούς και στοχοθετήσεις, αναφορικά τόσο με την ανέγερση ενεργειακά αποδοτικότερων και φιλικότερων προς το περιβάλλον νέων κτιρίων, όσο και με την αναβάθμιση του ήδη υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος. Συνεπακόλουθα διανοίγεται εντός του ευρωπαϊκού περιβάλλοντος πλήθος δυνατοτήτων και για την Ελλάδα, καθώς αποτελεί ένα ιδιαίτερα ενεργοβόρο μέλος της Ε.Ε., όπως θα καταδειχθεί εκτενέστερα στη συνέχεια.

Για την αποδοτικότερη υλοποίηση των ανωτέρω στόχων κρίνεται ζωτική η δυνατότητα παρεμβάσεων σε κάθε επιμέρους κτιριακή εγκατάσταση, κινητοποιώντας παράλληλα τους χρήστες των κτιρίων, ούτως ώστε να αναλάβουν ενεργό ρόλο τροποποιώντας κατάλληλα τις συνήθειές τους ως καταναλωτές ενέργειας. Κομβική αναδεικνύεται εν προκειμένω η συνεισφορά των συστημάτων κτιριακής αποτύπωσης, η οποία αποτελεί και αντικείμενο της παρούσας μελέτης, καθώς ενσωματώνοντας καινοτόμες λειτουργίες και τεχνολογίες καθιστούν δυνατή την πλήρη παρακολούθηση της ενεργειακής κατανάλωσης και του ανθρακικού αποτυπώματος των κτιρίων αλλά και το σύνολο των παραμέτρων από τις οποίες εξαρτώνται. Ως αποτέλεσμα, η χάραξη ενεργειακής πολιτικής αποβαίνει πιο εύστοχη και πιο αποτελεσματική, επ' ωφελεία τόσο των χρηστών όσο και των κρατών.

Σκοπό της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση των απαραίτητων προδιαγραφών που θα συντελέσουν στην αποτελεσματικότερη καταγραφή και διαχείριση των κτιριακών καταναλώσεων, αλλά και οι δυνατότητες ενσωμάτωσης σε τρέχουσες εφαρμογές κτιριακής παρακολούθησης. Αναγκαία προϋπόθεση για μια πιο εύστοχη διαχείριση αποτελεί αναμφίβολα μια διεξοδικότερη παρακολούθηση.

1.2 Δομή

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Αρχικά, παρουσιάζεται ο σκοπός και το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ενώ στην προκείμενη υποενότητα συνοψίζεται η διάρθρωσή της.

Κεφάλαιο 2: Η σημασία του κτιριακού τομέα

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο αναλύεται κατά την έναρξή του η τρέχουσα συγκυρία των κτιριακών καταναλώσεων σε διεθνές επίπεδο με έμφαση στις ενεργοβόρες ανεπτυγμένες (π.χ. Η.Π.Α., Ιαπωνία) και αναπτυσσόμενες χώρες (π.χ. Ινδία, Κίνα), με έμφαση στους ρυθμούς ανάπτυξής τους, καθώς και σε σχετικές μελλοντικές εκτιμήσεις. Εν συνεχεία η εν λόγω ανάλυση διενεργείται και σε ευρωπαϊκό επίπεδο, για να εστιαστεί καταληκτικά στην Ελλάδα. Τέλος, παρατίθενται οι μελλοντικοί ενεργειακοί στόχοι της Ε.Ε., συνοδευόμενοι από τις σχετικές νομοθετικές πρωτοβουλίες.

Κεφάλαιο 3: Προδιαγραφές για φόρμες καταχώρησης ενεργειακών δεδομένων κτιρίων

Στο παρόν κεφάλαιο αποδελτιώνεται το σύνολο των ενδεικνύμενων προδιαγραφών που προτείνονται ως είσοδοι της διαδικασίας παρακολούθησης των κτιριακών καταναλώσεων, ενώ το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με ένα σχετικό παράδειγμα καταχώρησης των ενεργειακών δεδομένων.

Κεφάλαιο 4: Προδιαγραφές για φόρμες υπολογισμού ετήσιων ενεργειακών καταναλώσεων κτιρίων

Στο προκείμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται το σύνολο των παραμέτρων που προτείνονται ως ενδεικνύμενα υπολογιστικά αποτελέσματα (π.χ. καταναλώσεις ανά τελική χρήση και τύπο καυσίμου, εκπομπές ρύπων, δείκτες ενεργειακής απόδοσης), εξαγόμενα από τις εισόδους που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, καθώς και σχετικό παράδειγμα υπολογισμού.

Κεφάλαιο 5: Δυνατότητα ενσωμάτωσης σε υπάρχον σύστημα κτιριακών αποτυπώσεων

Στο εν λόγω κεφάλαιο παρουσιάζονται οι λειτουργικές δυνατότητες των συστημάτων παρακολούθησης κτιριακών καταναλώσεων, καθώς και τα συνεπαγόμενα οφέλη. Στη συνέχεια παρατίθενται συνοπτικά τα χαρακτηριστικά των κυριοτέρων εξ αυτών. Τέλος, διενεργείται παρουσίαση του εργαλείου Databuild και διερεύνηση των δυνατοτήτων ενσωμάτωσης σε αυτό των προδιαγραφών που παρουσιάστηκαν στα Κεφάλαια 3 και 4.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα και προοπτικές

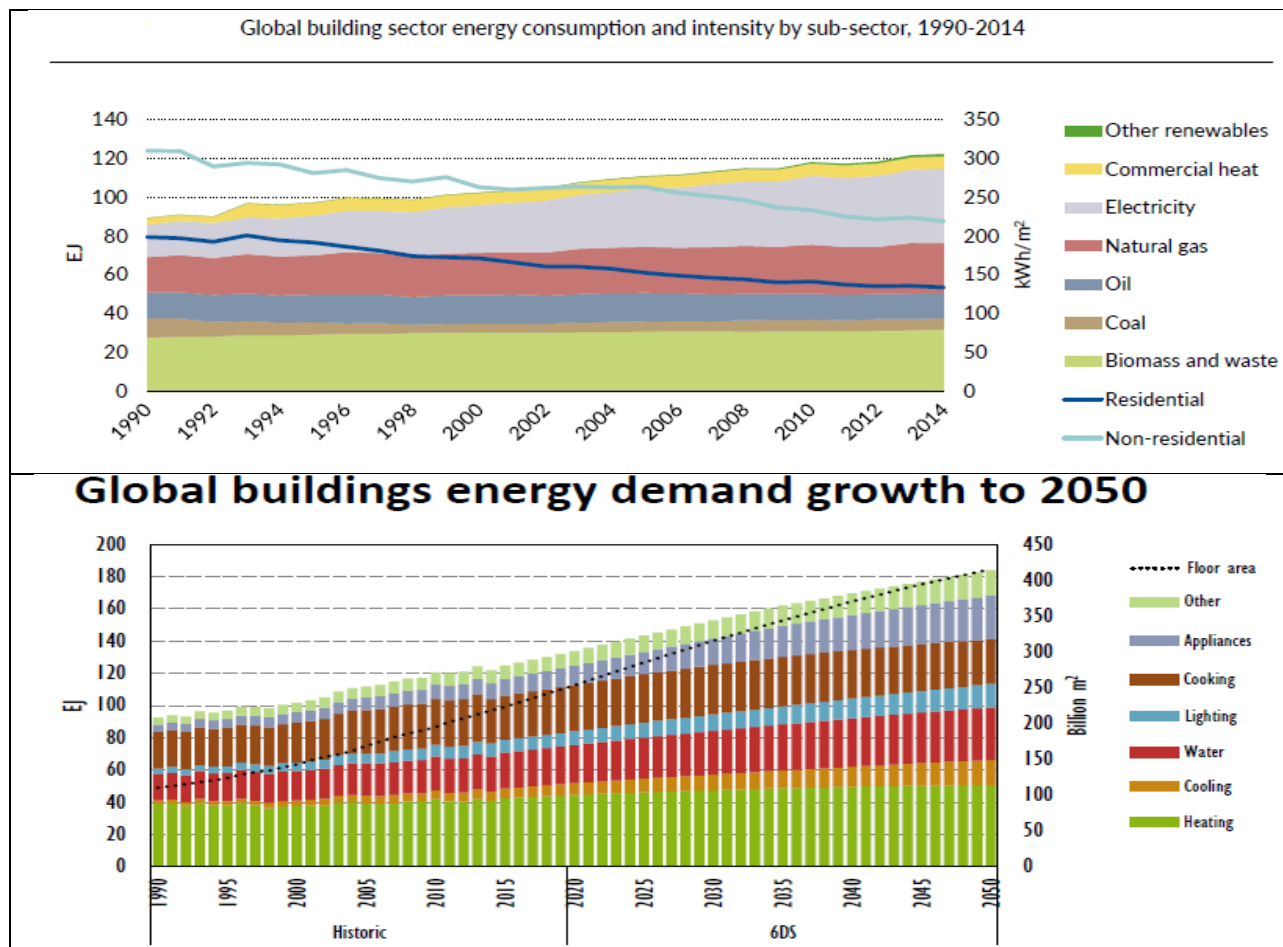
Κλείνοντας, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα συναχθέντα συμπεράσματα αναφορικά με τις προδιαγραφές παρακολούθησης και στοχοθέτησης κτιριακής κατανάλωσης ως προς την ενσωμάτωσή τους σε συστήματα κτιριακής παρακολούθησης, καθώς επίσης υποδεικνύονται άξονες μελλοντικής έρευνας και περαιτέρω ανάπτυξης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η σημασία του κτιριακού τομέα στην ενεργειακή κατανάλωση

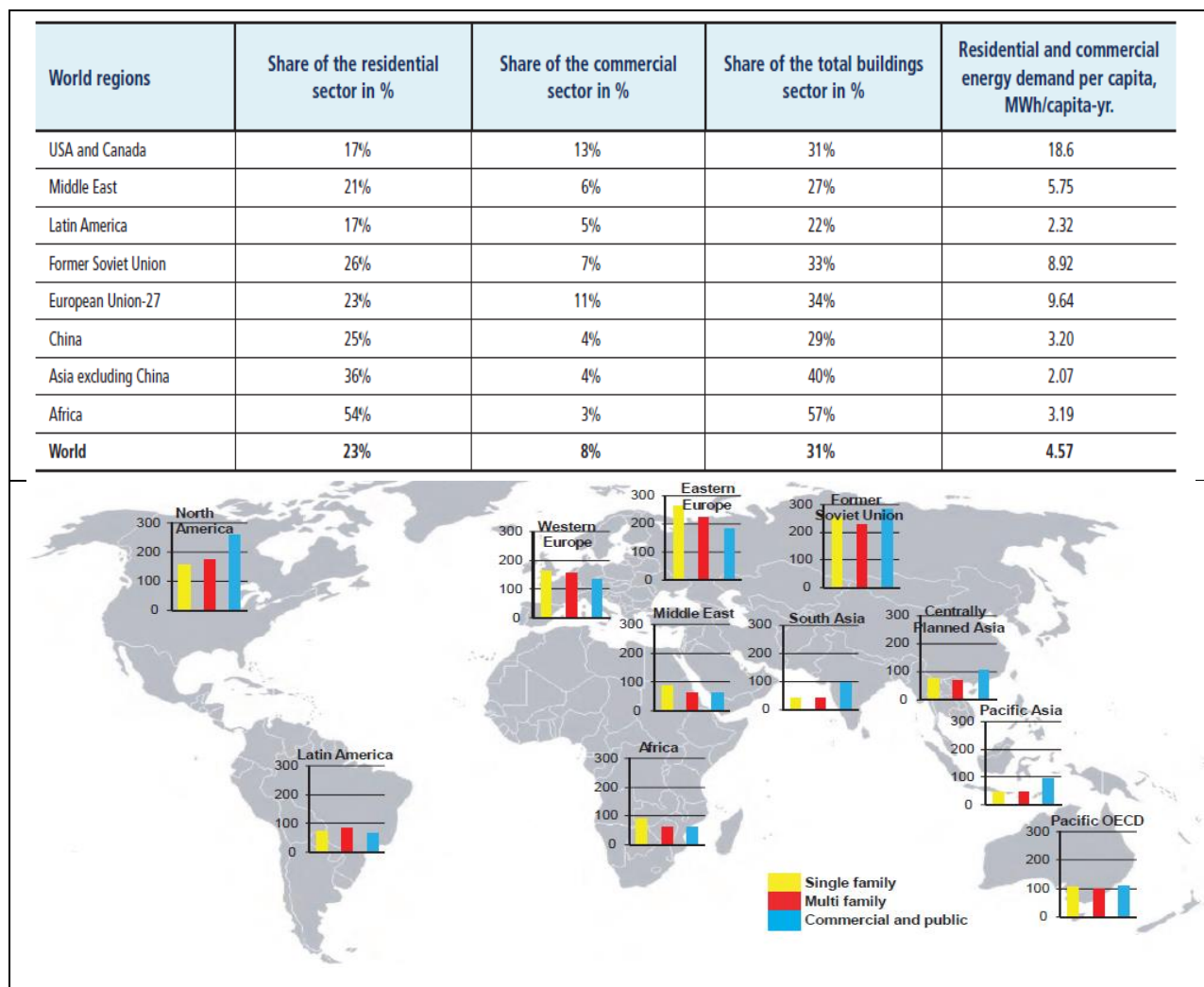
2.1 Επισκόπηση της επικρατούσας κατάστασης σε διεθνές επίπεδο

Στη διάρκεια των προηγούμενων δεκαετιών η παγκόσμια κοινότητα κατέστη μάρτυρας μιας πρωτόγνωρης οικονομικής και πληθυσμιακής ανάπτυξης. Εξίσου εμφανής κρίνεται εκ του αποτελέσματος και η στενή συσχέτιση της ενεργειακής ζήτησης με τους ανωτέρω παράγοντες. Οι ανάγκες του παγκόσμιου εμπορίου, η τεχνολογική πρόοδος, η αστυφιλία, η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου μετέβαλαν άρδην την ανθρωπογεωγραφία της ενεργειακής ζήτησης σε παγκόσμια κλίμακα, εγείροντας παράλληλα έντονες ανησυχίες για τις μακροχρόνιες επιπτώσεις της καλπάζουσας ενεργειακής κατανάλωσης τόσο επί του φυσικού περιβάλλοντος, όσο και επί των κοινωνιών καθεαυτών, στο βαθμό που θα παραμείνουν ενεργοβόρες. Στο εγγύς μέλλον αναμένεται να τεθεί υπό έντονη αμφισβήτηση η ίδια η βιωσιμότητα του σύγχρονου κοινωνικο-οικονομικού περιβάλλοντος, Ήδη κατά την εικοσαετία 1984-2004 η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και οι εκπεμπόμενοι ρύποι αυξήθηκαν κατά 49% και 43% αντίστοιχα, με τους ετήσιους ρυθμούς αύξησης να κυμαίνονται περί το 2% σε αμφότερες τις περιπτώσεις [1]. Σε κάθε περίπτωση, τα διαθέσιμα στοιχεία αδυνατούν να αποτυπώσουν παράγοντες (γεωγραφικούς, κλιματολογικούς ή πολιτισμικούς) που ευθύνονται για τυχόν κατά τόπους διαφοροποιήσεις.



Εικόνα 1: Η ανιούσα πορεία των κτιριακών καταναλώσεων παγκοσμίως [2,3]

Οι αυξητικές αυτές τάσεις προβλέπεται ότι θα διατηρηθούν ή ακόμη και θα ενταθούν τις επερχόμενες δεκαετίες. Σημαίνων ο ρόλος εν προκειμένω των αναδυόμενων οικονομιών (Εγγύς Ανατολή, Λατινική Αμερική, Νοτιοανατολική Ασία, Αφρική), οι οποίες λόγω των υψηλών ρυθμών ανάπτυξης αναμένεται σύντομα να συμβαδίσουν με τις περισσότερες ανεπτυγμένες οικονομικά χώρες. Συνυπολογίζοντας ότι η άνοδος του παγκόσμιου ΑΕΠ υπερσκελίζει την αντίστοιχη άνοδο του πληθυσμού, υψηλότερα κατά κεφαλήν εισοδήματα επιτείνουν το πρόβλημα της υψηλής ζήτησης. Παράλληλα, η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη άνοδο του βιοτικού επιπέδου συντελούν στην ανάδειξη του κτιριακού τομέα σε καθοριστικό παράγοντα για τη συνολική ενεργειακή κατανάλωση και μάλιστα εφάμιλλο, αν όχι υπέρτερο, των έτερων κυρίαρχων τομέων, ήτοι της βιομηχανίας και των μεταφορών [4].

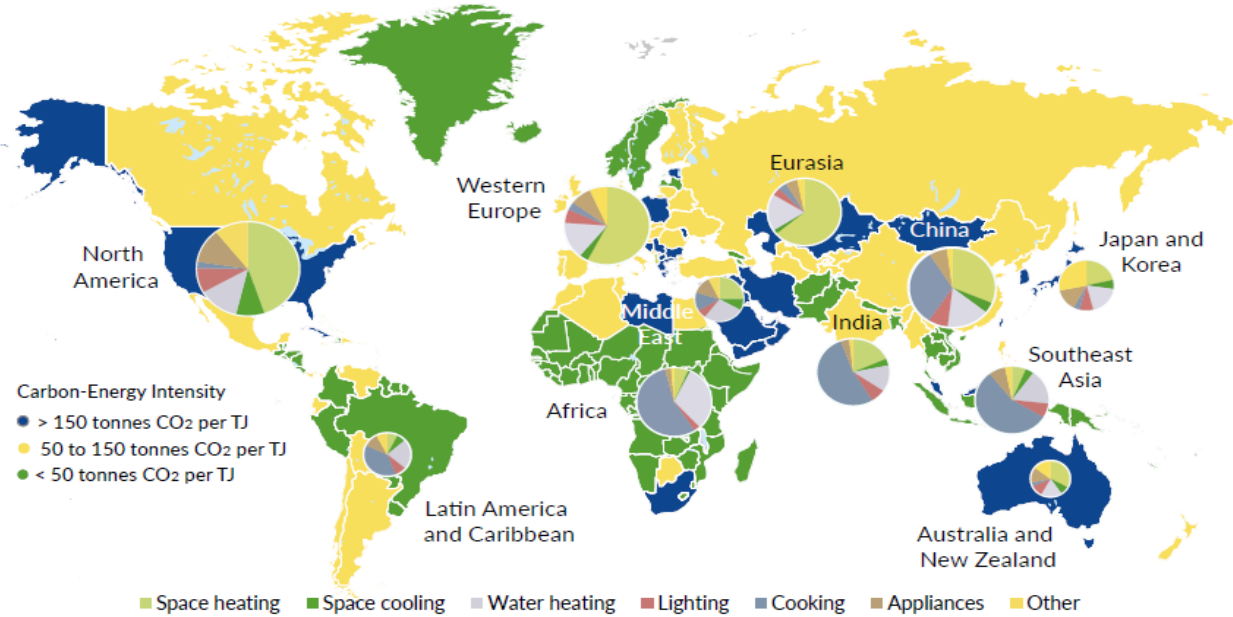


Εικόνα 2: Η βαρύτητα των κτιριακών καταναλώσεων σε παγκόσμια κλίμακα [5]

Η ποσότητα της καταναλισκόμενης ενέργειας ενός κτιρίου, αλλά και ο τρόπος κατά τον οποίο κατανέμεται, επηρεάζονται από πλήθος τεχνολογικών, εισοδηματικών και συμπεριφορικών παραμέτρων. Ελλείψει συστηματικής διερεύνησης των επιμέρους διαφορών και βάσει των μέχρι τώρα διαθέσιμων συγκεντρωτικών στοιχείων, διαπιστώνεται ότι η καταναλισκόμενη σε κτίρια ενέργεια διοχετεύεται κατά προτεραιότητα στους ακόλουθους τομείς: κλιματισμός, φωτισμός,

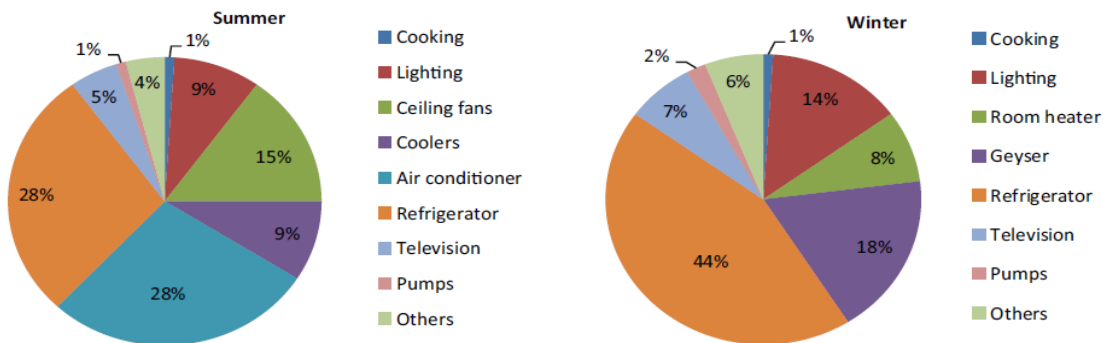
καθαριότητα και υγιεινή, τηλεπικοινωνίες και ψυχαγωγία, συντήρηση και παρασκευή τροφής. Ήσσονος επιρροής καταναλώσεις οφείλονται συνήθως στη χρήση συσκευών.

Building energy-carbon intensities by country and building sector energy consumption by sub-sector, 2014



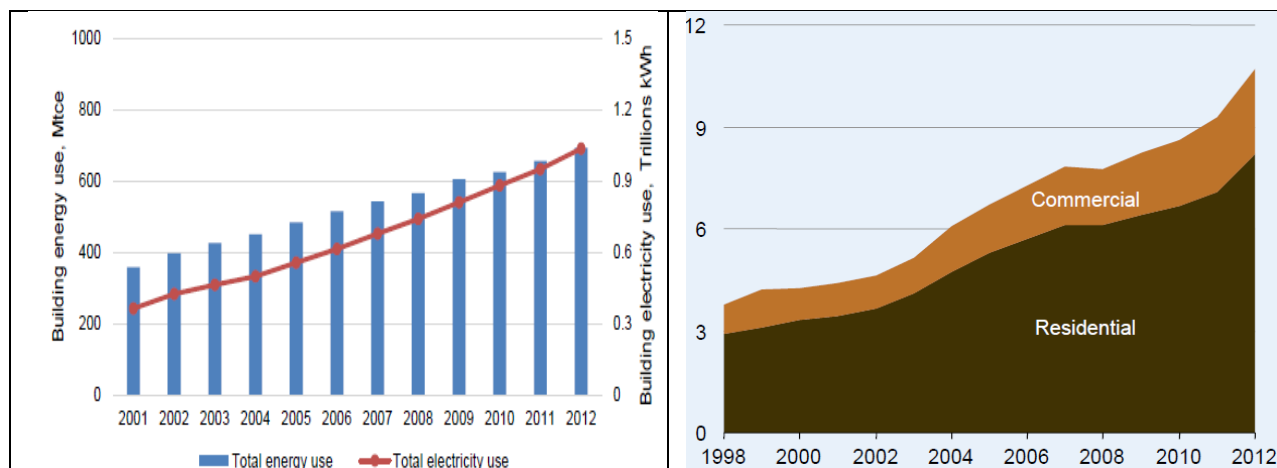
Εικόνα 3: Εκπομές CO₂ οφειλόμενες στις κτιριακές καταναλώσεις παγκοσμίως [2]

Στην ομάδα των αναπτυσσόμενων χωρών, η Ινδία και η Κίνα αποτελούν τους κυρίαρχους παίκτες, δεδομένης της γεωγραφικής τους έκτασης και της αλματώδους πληθυσμιακής αύξησης. Καθοριστικό παράγοντα για την Ινδία συνιστά σε κάθε περίπτωση η έντονη δραστηριότητα που εμφανίζει στον κατασκευαστικό τομέα και η οποία πρόκειται να ενταθεί περαιτέρω μέχρι το 2050. Ο κτιριακός τομέας συγκεντρώνει σήμερα το 35% της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας, ενώ ο ετήσιος ρυθμός αύξησης της ενεργειακής ζήτησής του ανέρχεται σε 8%. Συνεπώς, πολιτικές μείωσης του ανθρακικού αποτυπώματος των κτιρίων αναμένεται να έχουν πενιχρά αποτελέσματα. Παρ'όλα αυτά, πρόκειται για μία χώρα με έντονη ποικιλομορφία ως προς τα σχετικά στοιχεία, τα οποία διαφοροποιούνται σημαντικά με βάση το κλίμα ή το εισόδημα [5,6].



Εικόνα 4: Κτιριακές καταναλώσεις στην Ινδία [5]

Όσον αφορά στην Κίνα, παρατηρούμε επί του παρόντος κυριαρχία τως αγροτικών περιοχών ως προς την κατανάλωση ενέργειας, όμως στο μέλλον οι συσχετισμοί αναμένεται να ανατραπούν δεδομένης της οικονομικής ανάπτυξης και της συνεπαγόμενης αύξησης της αστικοποίησης και της ανόδου του βιοτικού επιπέδου [5,7]. Συνολικά, οι κτιριακές καταναλώσεις της Κίνας ισοδυναμούν με τις συνολικές ενεργειακές καταναλώσεις των χωρών της Μ. Ανατολής, υπερβαίνουν κατά πολύ τις αντίστοιχες σε Κορέα, Ιαπωνία και Αφρική, ενώ προβλέπεται ότι τις επόμενες δεκαετίες θα αυξηθούν έτι περαιτέρω [7,8].

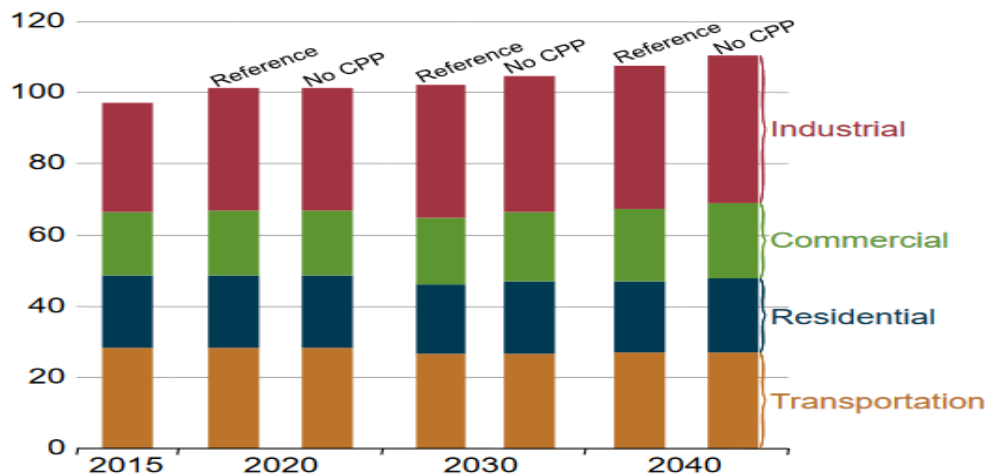


Εικόνα 5: Η ραγδαία αύξηση των κτιριακών καταναλώσεων της Κίνας [9,10]

Σε αντίθεση με τις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου οι ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων ικανοποιούνται επί το πλείστον μέσω της κατανάλωσης βιομάζας και γαιανθράκων, στην περίπτωση των προηγμένων οικονομικά κρατών τα κτίρια καταναλώνουν πρωτίστως ηλεκτρική ενέργεια και δευτερευόντως φυσικό αέριο. Οι διαφορές αυτές οφείλονται κατά κανόνα στα χαμηλά ποσοστά αστικοποίησης των αναδυόμενων οικονομιών, καθώς οι επικρατούσες επί του συνόλου αγροτικές περιοχές χαρακτηρίζονται από εύκολη πρόσβαση σε πηγές βιομάζας και μη ανεπτυγμένο σύστημα ηλεκτροδότησης.

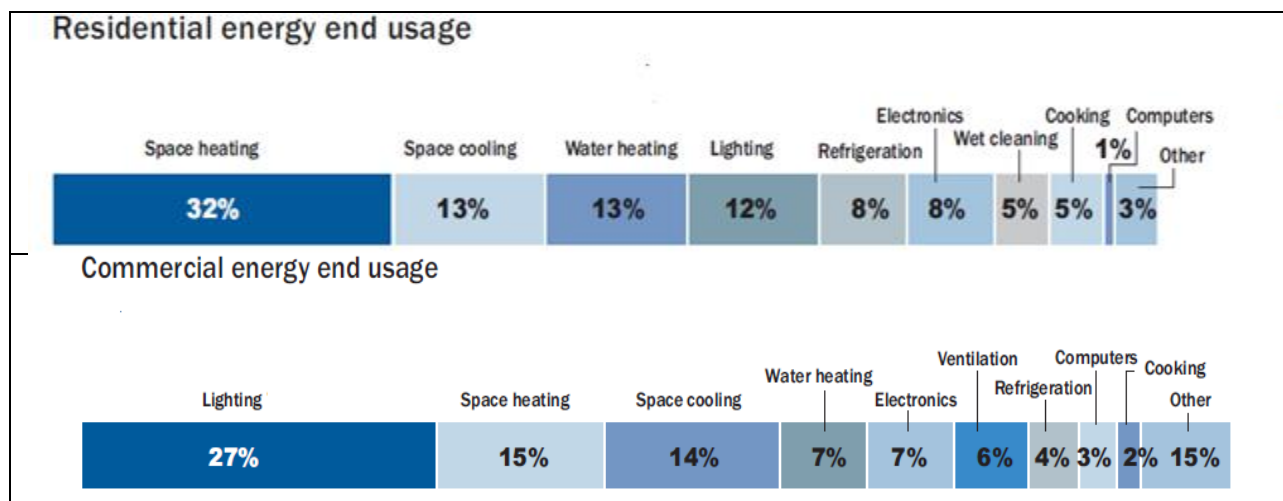
	China annual energy per household in the North China (kWh)						
	Year 2000		Year 2020		Ratio as percent		
	Rural	Urban	Rural	Urban	Urban/Rural 2000	Urban/Rural 2020	2020 Urban/ 2000 Rural
Space heating	631	4990	4638	9027	791%	195%	1431%
Water heating	1108	1001	1499	1579	90%	105%	143%
Lighting	155	189	220	488	122%	222%	315%
Cooking	277	250	375	395	90%	105%	143%
Other	50	100	150	420	200%	280%	840%
TOTAL	2221	6530	6882	11909	294%	173%	536%

Εικόνα 6: Το μέλλον των κτιριακών καταναλώσεων της Κίνας [5]



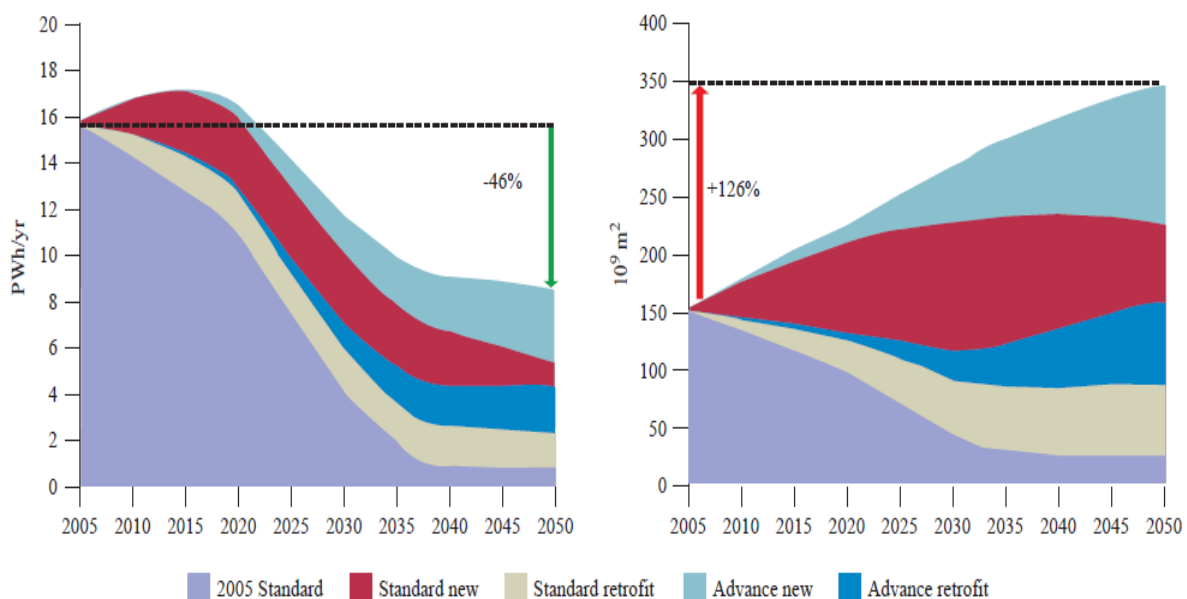
Εικόνα 7: Καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας στις Η.Π.Α. ανά τομέα [11]

Στις Η.Π.Α. παρατηρείται επίσης ανοδική τάση στις καταναλώσεις του κτιριακού τομέα, παράλληλα με τις διαφοροποιήσεις που οφείλονται στα είδη της χρήσης. Οι κτιριακές καταναλώσεις των Η.Π.Α. ευθύνονται για το 72% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία παράγεται κυρίως από την καύση άνθρακα. Επιπλέον, αντιπροσωπεύουν το 39% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, το 38% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, 40% των χρησιμοποιούμενων πρώτων υλών, 14% του καταναλισκόμενου πόσιμου νερού και το 30% των παραγόμενων αποβλήτων [12,13]. Η εφαρμογή πολιτικών ενεργειακής διαχείρισης ωφέλησε τα νοικοκυριά, αυξάνοντας την ενεργειακή τους αποδοτικότητα ως προς καίριες τελικές χρήσεις, όπως η θέρμανση και η ψύξη, αλλά και το περιβάλλον, συντελώντας στην περιστολή της συνολικής κτιριακής κατανάλωσης κατά τα έτη 1985-2004. Ενδεικτικά, οι ετήσιες κτιριακές καταναλώσεις της California διατηρήθηκαν σταθερές από τη δεκαετία του '70 χάρη στην υλοποίηση μακροχρόνιων ενεργειακών στρατηγικών σχεδιασμών, ενώ ο εθνικός μέσος όρος αυξήθηκε κατά 4000 kWh/ έτος [<http://www.bigeen.net/en/policy/guide/buildings/package/15/>]. Το συνολικό δυναμικό εξοικονόμησης του κτιριακού τομέα των Η.Π.Α. εκτιμάται σε 24-50% στην κατανάλωση ενέργειας, 33-39% στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, 40% στη χρήση νερού και 70% στην παραγωγή αποβλήτων [14,15].



Εικόνα 8: Τελικές καταναλώσεις σε κατοικίες και κτίρια εμπορικής χρήσης των Η.Π.Α. [14]

Συνοψίζοντας, ο κτιριακός τομέας αναμένεται να αποτελέσει σε παγκόσμια κλίμακα βαρόμετρο για την επίλυση προβλημάτων ενεργειακής εξοικονόμησης και βιωσιμότητας. Τα κτίρια ευθύνονται παγκοσμίως για το 1/3 της καταναλισκόμενης ενέργειας και των εκπεμπόμενων ρύπων. Παράλληλα οι συναφείς καταναλώσεις σχετίζονται άμεσα με παραμέτρους θεμελιώδεις για την υγεία και την ποιότητα ζωής των χρηστών, όπως π.χ. ο κλιματισμός και η θέρμανση. Συνεπώς, καίριες παρεμβάσεις με στόχο την αναβάθμιση της ενεργειακής αποδοτικότητας δύνανται να συμβάλουν στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος αλλά και στην βελτίωση του βιοτικού επιπέδου. Βάσει των δυνατοτήτων που προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία και τεχνογνωσία καθίσταται εφικτός στόχος ο περιορισμός των ενεργειακών καταναλώσεων για ψύξη και θέρμανση σε ποσοστό 10-40%, ενώ βελτιώνοντας με ολοκληρωμένο τρόπο το σύνολο των χαρακτηριστικών που υπεισέρχονται στον καθορισμό της αποδοτικότητας του κτιρίου μπορούμε να επιτύχουμε συνολική εξοικονόμηση μέχρι και 50-90%, εξασφαλίζοντας συνάμα ικανοποιητικές προοπτικές απόσβεσης των σχετικών παρεμβάσεων [5].



Εικόνα 9: Σενάριο μείωσης των παγκόσμιων κτιριακών καταναλώσεων ψύξης-θέρμανσης κατά 46% ως το 2050 [5]

Στο μέλλον αναμένεται εντατικοποίηση των προσπάθειών υλοποίησης προγραμμάτων ενεργειακής εξοικονόμησης και μείωσης του ανθρακικού αποτυπώματος μέσω της κατασκευής αποδοτικότερων κτιρίων και παρεμβάσεων στα ήδη υπάρχοντα προς εξορθολογισμό των ενεργειακών τους καταναλώσεων. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα αποτελούν τόσο η Σιγκαπούρη όσο και η Τυνησία. Στην περίπτωση της Σιγκαπούρης αποτελούσε επιτακτική ανάγκη η μείωση των αναγκών της σε ενέργεια λόγω της εξάρτησής της από εισαγωγές, καθότι νησιωτικό κράτος. Οι προσπάθειες επικεντρώθηκαν στις καταναλώσεις του κτιριακού τομέα και τα πρώτα απτά αποτελέσματα ήταν εμφανή ήδη από τις αρχές της παρούσας δεκαετίας. Το συνολικό δυναμικό εξοικονόμησης εκτιμάται σε 600 εκατ. ευρώ ετησίως εάν επιτευχθεί ο στόχος χαρακτηρισμού του 80% των υφιστάμενων κτιρίων ως “πράσινα” έως το 2030 [<http://www.bigee.net/en/policy/guide/buildings/package/17/>]. Από την άλλη μεριά, η Τυνησία καταβάλλει προσπάθειες μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού τομέα κατά 3%

ετησίως, αυξάνοντας παράλληλα τη συνεισφορά των ΑΠΕ κατά 4%. Μέχρι το 2007 είχε επιτευχθεί εξοικονόμηση κατά 700.000 τικ ετησίως ήτοι κατά 8%, ενώ 540 εκατ. ευρώ σχεδιάζεται να διατεθούν για την υλοποίηση στόχων περαιτέρω μείωσης [<http://www.bigeenet/en/policy/guide/buildings/package/9/>].

2.2 Η κατάσταση στην Ευρώπη

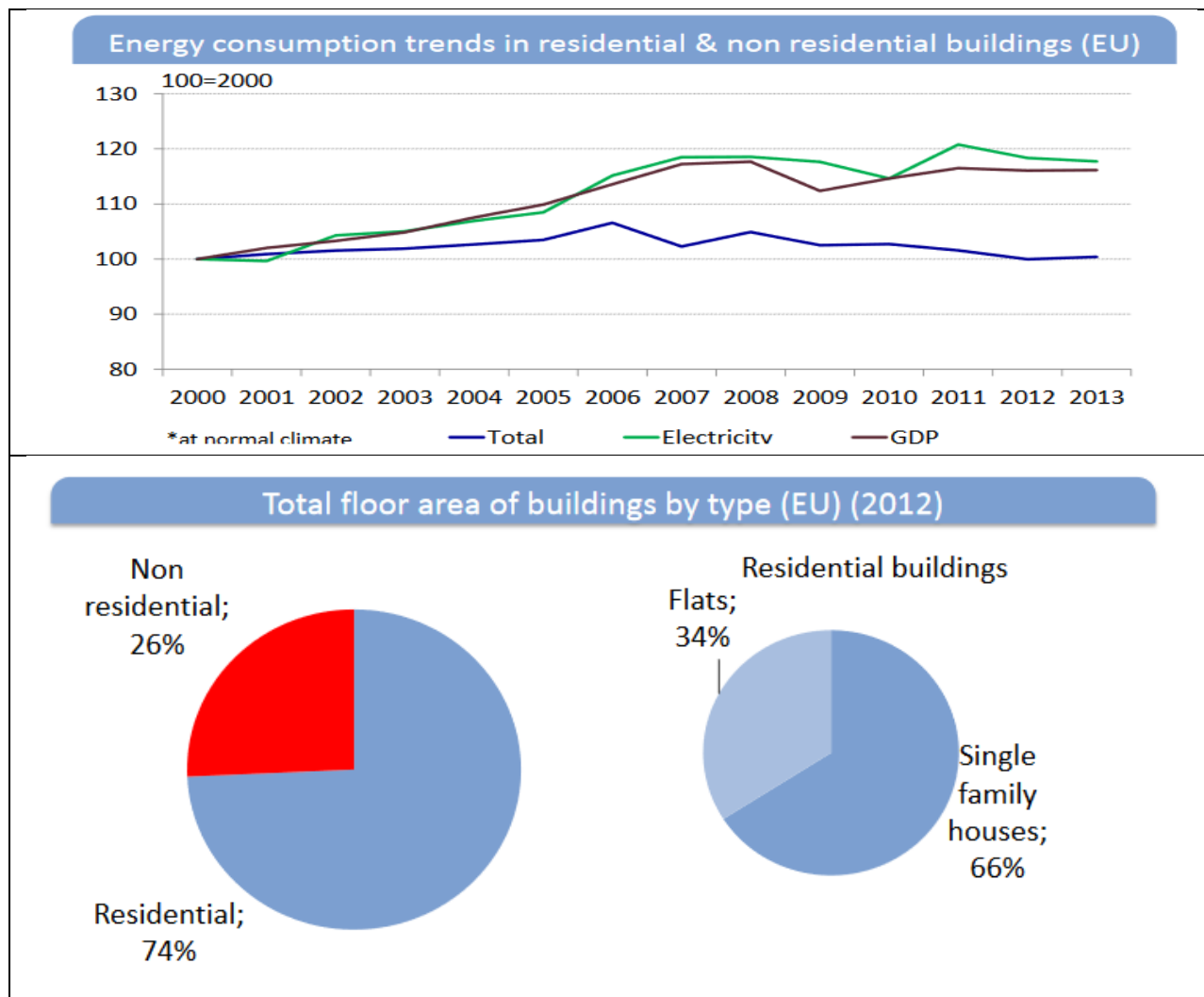
Σχεδόν το 40% των κτιρίων ανά την ευρωπαϊκή επικράτεια ανηγέρθη προ του 1960, δηλαδή σε περιόδους κατά τις οποίες τα κριτήρια που είχαν τεθεί αναφορικά με την ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιριακού τομέα υπήρξαν ιδιαίτερος ελαστικά εν συγκρίσει με τα σημερινά. Μόνο κατόπιν των πετρελαϊκών κρίσεων του 1970 ανεδείχθη η αναγκαιότητα λήψης μέτρων σχετικά με τα ενεργοβόρα κτίρια. Έκτοτε, τα ευρωπαϊκά κράτη έχουν κατά συντριπτική πλειοψηφία προχωρήσει στην λήψη πρωτοβουλιών περιορισμού της ενεργειακής ζήτησης του κτιριακού τομέα, θεσπίζοντας τα κατάλληλα ελάχιστα όρια για την απόδοση του κτιριακού εξοπλισμού και επιδιώκοντας παράλληλα τη διασφάλιση των απαιτούμενων ανέσεων για τους χρήστες των κτιρίων μέσω της τυποποίησης των αντίστοιχων ελάχιστων απαιτήσεων ανά τελική χρήση. Ως αποτέλεσμα, η νέα γενιά κατοικιών στην Ευρώπη καταναλώνει κατά μέσο όρο 60% λιγότερη ενέργεια συγκριτικά με κτίρια ανεγερθέντα προ του 1970 [16].



Εικόνα 10: Η ενεργειακή, περιβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική ανατομία του κτιριακού τομέα της Ε.Ε.[17]

Το 80% του συνολικού πληθυσμού της Ε.Ε. συγκεντρώνεται σε αστικά κέντρα, τα οποία με τη σειρά τους καταναλώνουν το 75% της συνολικής ενεργειακής ζήτησης [18]. Ο κτιριακός τομέας της Ευρώπης ευθύνεται για το 40% του συνόλου της ετησίως καταναλισκόμενης ενέργειας, ενώ η αντίστοιχη συμμετοχή στην ετήσια κατανάλωση ηλεκτρισμού αγγίζει το 60%. Μέχρι το 2008, έτος έναρξης της οικονομικής κρίσης, οι κτιριακές καταναλώσεις γνώρισαν σημαντική αύξηση με ετήσιο ρυθμό 2,2%, συμβαδίζοντας με την ταυτόχρονη άνοδο του ΑΕΠ. Έκτοτε, παρατηρούνται πτωτικές τάσεις της τάξης του 0,9% ετησίως, οι οποίες δεν μπορούν να αποδοθούν αποκλειστικά στη συρρίκνωση της ευρωπαϊκής οικονομίας, καθώς η ύφεση ανήλθε σε μόλις 0,3% [19]. Επομένως, αποδεικνύεται ότι οι βελτιώσεις που προήλθαν από την ενεργειακή απόδοση των νεόδμητων κτιρίων έκαναν την εμφάνισή τους σε μικρή κλίμακα, με αποτέλεσμα οι ελπίδες των ειδικών για περαιτέρω μείωση της ζήτησης και των ρύπων να

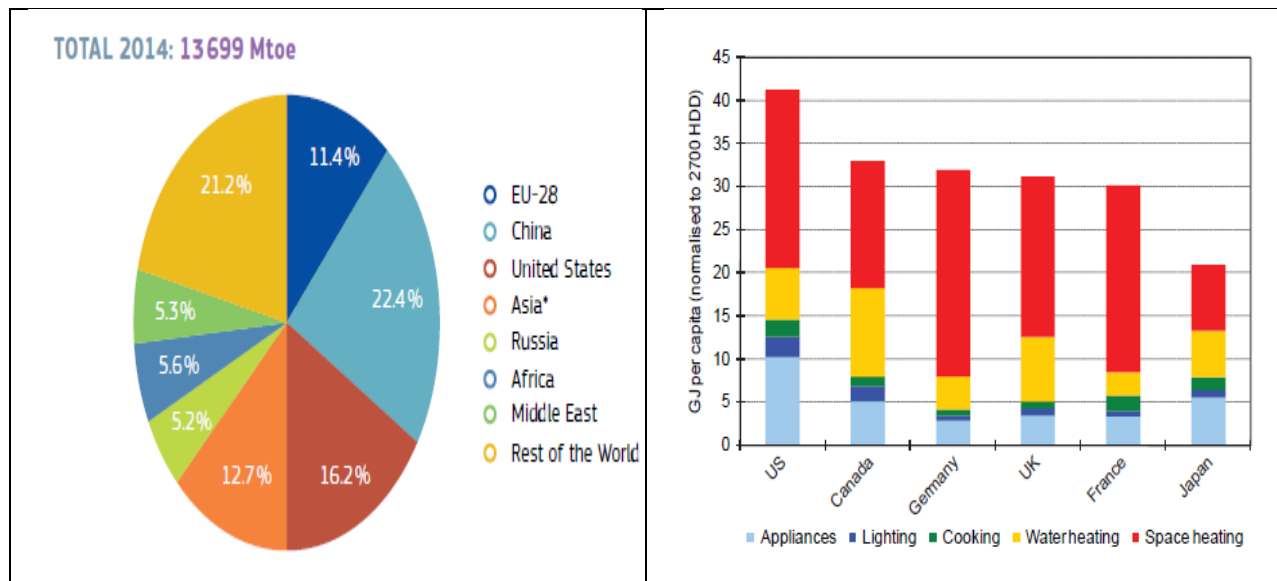
εναποτίθενται σε πολιτικές αναβάθμισης του ήδη υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος [<https://europeanclimate.org/>]. Προς τούτο συνηγορεί και το γεγονός της κυριαρχίας των κατοικιών επί των κτιρίων εμπορικής χρήσης ως προς τις παρατηρούμενες αυξήσεις της συνολικής ζήτησης, όπως αποτυπώνεται και στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 11: Κτιριακές καταναλώσεις στην Ε.Ε. συνολικά και ανά τύπο χρήσης [19]

Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση του Ηνωμένου Βασιλείου οι ετήσιοι ρυθμοί αύξησης των κτιριακών καταναλώσεων ανέρχονται σε 0,5%, υστερώντας κατά μία ποσοστιαία μονάδα έναντι του ευρωπαϊκού μέσου όρου, ο οποίος αντίθετα υπερβαίνεται κατά πολύ όσον αφορά στον κτιριακό τομέα της Ισπανίας, όπου ο αντίστοιχος ρυθμός αγγίζει το εντυπωσιακό 4,9%, ως αποτέλεσμα της οικονομικής ανάπτυξης και της άνθησης του κατασκευαστικού τομέα. Με βάση σχετικά στοιχεία του 2004, οι κτιριακές καταναλώσεις ανεδείχθησαν ως κύριος τομέας της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας στην Ευρώπη με ποσοστό 37%, υπερσκελίζοντας τόσο τη βιομηχανία με ποσοστό 28% όσο και τον τομέα των μεταφορών με 32%. Ακόμη

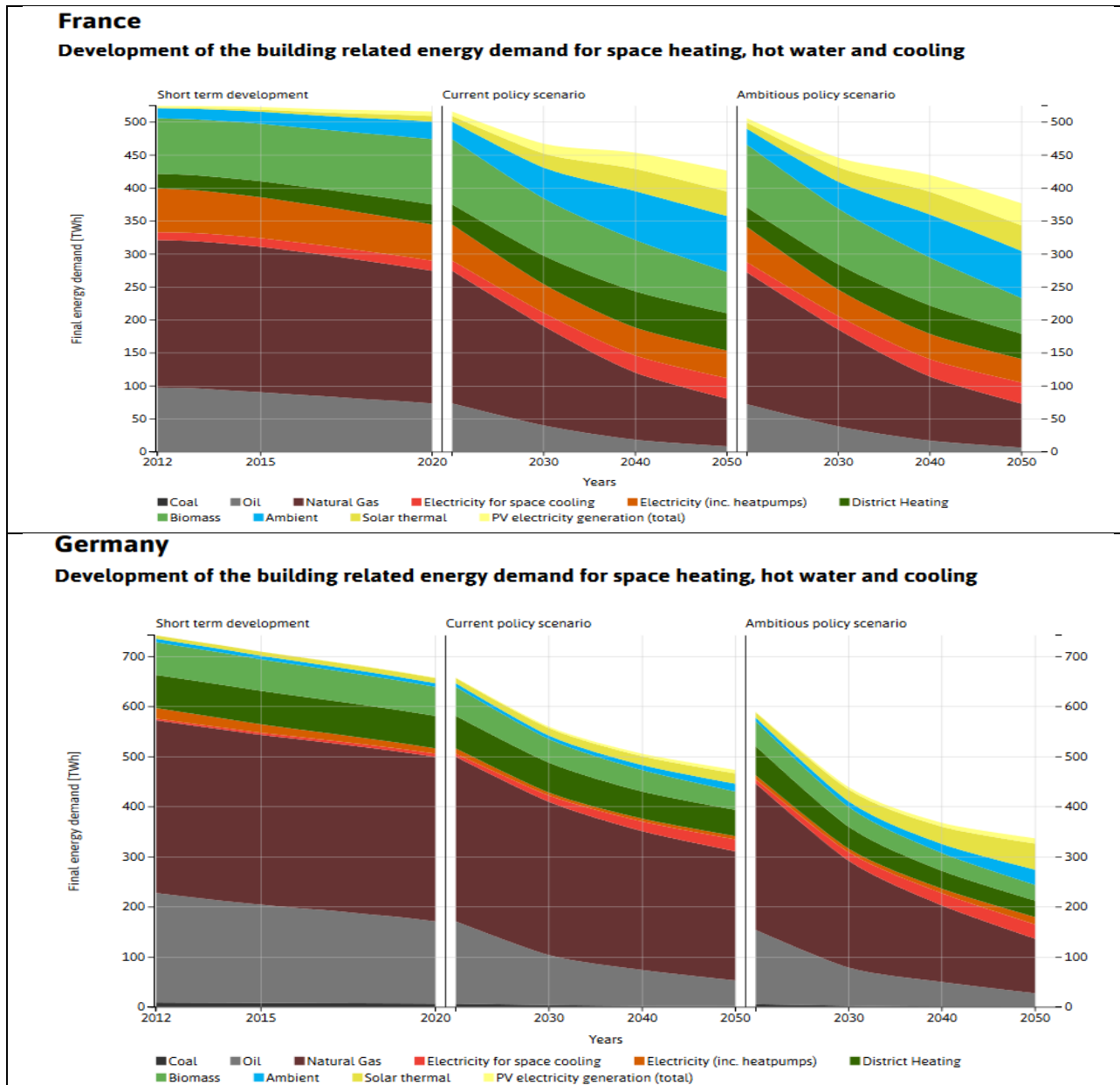
σημαντικότερη συμβολή των κτιριακών καταναλώσεων επί του συνόλου παρατηρείται στο Ηνωμένο Βασίλειο, με το σχετικό ποσοστό να ανέρχεται σε 39%, ξεπερνώντας τον ευρωπαϊκό μέσο όρο, λόγω μεταστροφής της Βρετανικής οικονομίας από τη βαριά βιομηχανία προς την παροχή υπηρεσιών. Αντίθετα, τα σχετικά ποσοστά στην Ισπανία βρίσκονται μόλις στο 23%, ποσοστό όμως που πρόκειται να αυξηθεί ραγδαία στο μέλλον, δεδομένων των υψηλών ρυθμών ανάπτυξης του κτιριακού τομέα στην εν λόγω χώρα [1].



Εικόνα 12: Σύγκριση των κτιριακών καταναλώσεων της Ευρώπης με άλλες ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες [5,20]

Η πλειοψηφία των χωρών της Ευρώπης εμφανίζει έντονα ανοδικές τάσεις στις κτιριακές καταναλώσεις ψύξης και κλιματισμού, οι οποίες όμως προβλέπεται να ισοσταθμιστούν από τις αναμενόμενες μειώσεις στις καταναλώσεις θέρμανσης μέχρι το έτος 2050. Σύμφωνα με τις ίδιες εκτιμήσεις, η συνολική ενεργειακή κατανάλωση των χωρών της E.E. από κοινού με την Ελβετία, τη Βρετανία και τη Νορβηγία, αναμένεται να υποχωρήσει κατά 3,3% ως το 2050. Χρήζει αναφοράς εν προκειμένω, η έντονη δυσκολία που συναντά κανείς κατά τη διενέργεια εκτιμήσεων για τον κτιριακό τομέα της Ευρώπης εν γένει, λόγω του αντικτύπου των κατά τόπους αποκλίσεων των διαφόρων κρατών από τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο. Έως το 2050 αναμένεται μείωση των κτιριακών καταναλώσεων ηλεκτρισμού κατά 0,5% στη Σκανδιναβία και την Ανατολική Ευρώπη, ενώ παράλληλα αναμένεται σημαντική αύξηση της τάξης του 7% στις αντίστοιχες καταναλώσεις χωρών όπως η Ελλάδα, η Ρουμανία, η Κύπρος, η Μάλτα, η Ισπανία, η Βουλγαρία και η Ιταλία εντός του ίδιου χρονικού ορίζοντα. Ως εκ τούτου, κρίνονται αναγκαίες τυχόν διαφοροποιήσεις των προωθούμενων μέτρων ή ακόμη και εξισορρόπηση των αναγκών σε ηλεκτρισμό μέσω ενός πανευρωπαϊκού δικτύου μεταφοράς. Ακόμη μεγαλύτερες δυσχέρειες προκαλούν οι προαναφερθείσες ενδοευρωπαϊκές διαφοροποιήσεις όσον αφορά στην άσκηση περιβαλλοντικής πολιτικής, καθώς τα ανά τελική χρήση καταναλισκόμενα μίγματα καυσίμων

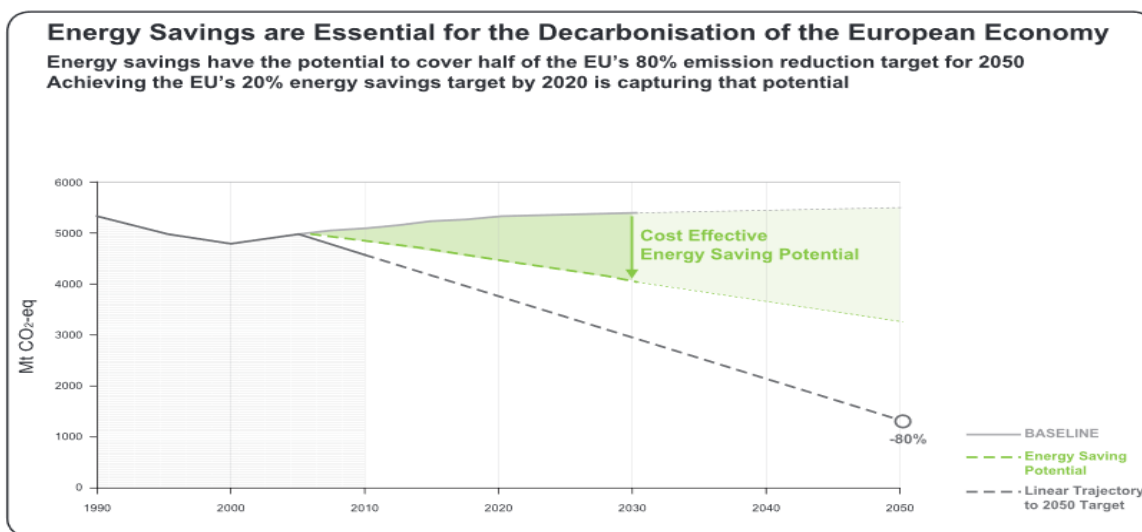
ποικίλουν σημαντικά από χώρα σε χώρα, αποτελώντας τροχοπέδη στις προσπάθειες περιορισμού των εκπεμπόμενων ρύπων αλλά και στη διενέργεια εκτιμήσεων αναφορικά με τις πανευρωπαϊκές καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας. Σε ούκ ολίγες χώρες της Ευρώπης η καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται κατά κανόνα από καύση άνθρακα, με αποτέλεσμα οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα να κινηθούν ανοδικά σε πολλές περιπτώσεις, παρά τις όποιες μειώσεις στη συνολική ζήτηση [5].



Εικόνα 13: Η εξέλιξη των κτιριακών καταναλώσεων Γαλλίας και Γερμανίας [BPIE, <http://eeg.tuwien.ac.at/zebra/>]

Συμπερασματικά, ο τομέας των κτιριακών καταναλώσεων αποκτά χρόνο με το χρόνο βαρύνουσα σημασία αναφορικά με το μέλλον της ενέργειας στην Ευρώπη. Τυχόν εμπόδια αναφορικά με την επιδιωκόμενη επάρκεια και αξιοπιστία των σχετικών στοιχείων θα πρέπει να υπερπηδηθούν τάχιστα με τη συνδρομή όλων των εμπλεκόμενων φορέων προς την κατεύθυνση αναβάθμισης των υφιστάμενων μηχανισμών εποπτείας και ελέγχου των ενεργειακών αναγκών του ευρωπαϊκού κτιριακού τομέα [16,21]. Η άνθηση των συναφών τεχνολογιών σε συνδυασμό με την απαιτούμενη πολιτική βούληση μπορούν να δώσουν εντυπωσιακά αποτελέσματα στην προσπάθεια για αποδοτικότερα και φιλικότερα προς το περιβάλλον κτίρια. Αξιόλογες προσπάθειες ήδη λαμβάνουν χώρα σε μια σειρά από ενεργοβόρες χώρες της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης, με τη Γερμανία και τη Δανία να αποτελούν αντιπροσωπευτικά παραδείγματα. Εθνικό στόχο της Γερμανίας αποτελεί η μείωση των κτιριακών αναγκών σε θέρμανση κατά 20% ως το 2020. Εντός των πλαισίων αυτών οι τοπικές αρχές εστιάζουν την προσοχή τους τόσο στα νέα κτίρια όσο και στο κτιριακό απόθεμα μέσα από μία πλειάδα προγραμμάτων, στα οποία συμπεριλαμβάνονται η θέσπιση μεσομακροπρόθεσμων στόχων ενεργειακής απόδοσης και κατωτάτων ορίων επιτρεπόμενης αποδοτικότητας, προγράμματα κρατικής χρηματοδότησης παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης, πολιτική οικονομικών κινήτρων (π.χ. ευνοϊκοί όροι δανειοδότησης) και η υποστήριξη συναφών ερευνητικών προσπαθειών. Το πρόγραμμα E.E.R.P. (Energy Efficiency Refurbishment Programme) οδήγησε σε μείωση της ετήσιας κατανάλωσης κατά 2,450 GWh το 2010, ενώ το πρόγραμμα E.E.C.P. (Energy Efficiency Construction Programme) κατά 1,341 GWh την πενταετία 2006-2010 [http://www.bigee.net/en/policy/guide/buildings/package/10/].

Η Δανία υπήρξε από τους πρωτοπόρους στην υλοποίηση των προκείμενων προγραμμάτων προχωρώντας στην εφαρμογή συνδυασμένων πολιτικών ενεργειακής αναβάθμισης και παροχής οικονομικών κινήτρων, κινητοποιώντας παράλληλα πλήθος σχετικών φορέων. Ως αποτέλεσμα, η μέση ενεργειακή απόδοση των νοικοκυριών αυξήθηκε κατά 16% την περίοδο 1990-2010 [http://www.bigee.net/en/policy/guide/buildings/package/14/].

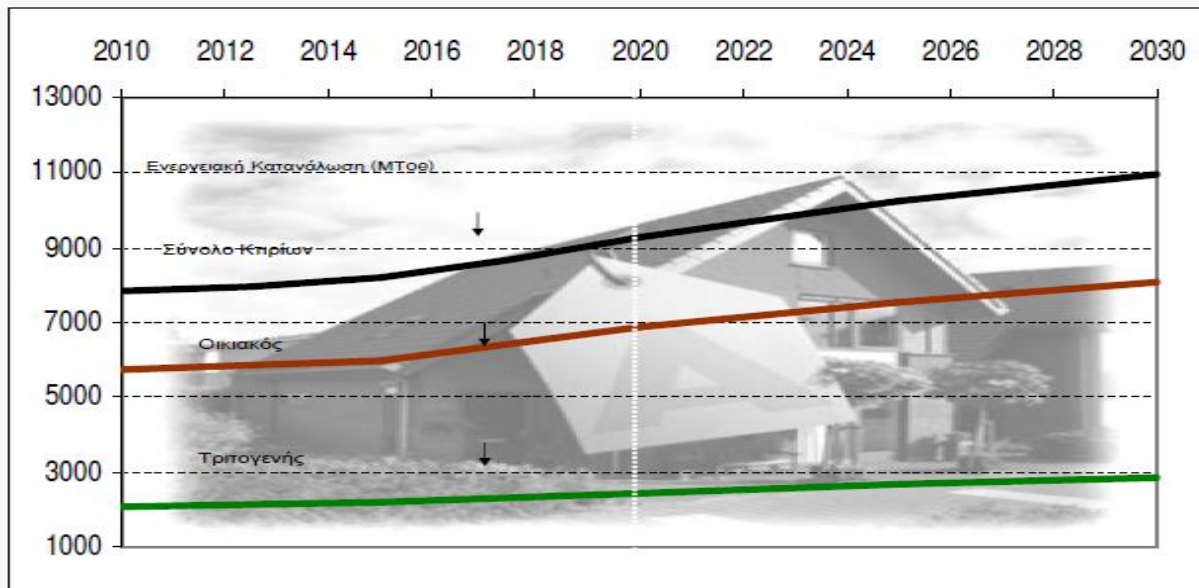


Εικόνα 14: Σενάριο μείωσης των εκπομπών CO₂ της Ευρώπης ως και 80% μέχρι το 2050 [22]

2.3 Η κατάσταση στην Ελλάδα

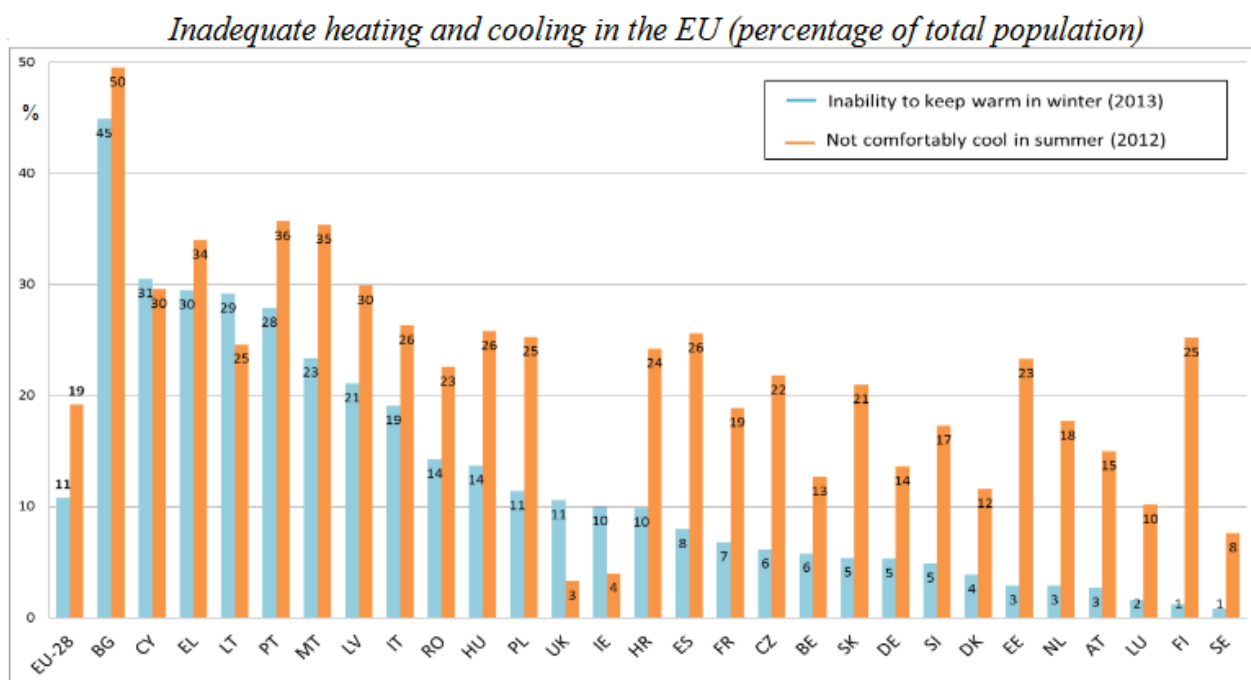
Το ελληνικό κτιριακό απόθεμα χαρακτηρίζεται από υπερκατανάλωση ενέργειας σε σύγκριση με τον ευρωπαϊκό μέσο όρο, ιδίως όσον αφορά σε παλαιά κτίρια, κατασκευασθέντα προ του 1980 και άρα προγενέστερα του Κανονισμού Θερμομόνωσης [18]. Πιο συγκεκριμένα, τα εν λόγω κτίρια αντιπροσωπεύουν το 71% του συνόλου, ενώ το πρόβλημα της χαμηλής τους ενεργειακής απόδοσης επιτείνεται από τον παρωχημένο ηλεκτρομηχανολογικό τους εξοπλισμό [23]. Τα μη χρησιμοποιούμενα ως κατοικίες κτίρια αντιστοιχούν μόλις στο 5% του συνολικού αριθμού των κτιρίων, αλλά καταλαμβάνουν το 26% της συνολικής επιφάνειας του εγχώριου κτιριακού τομέα, επηρεάζοντας σημαντικά το σύνολο της καταναλισκόμενης ενέργειας. Εξ αυτών 57% διατίθεται προς εμπορική χρήση, 19% αποτελούν χώρους εκπαίδευσης, 16% ξενοδοχεία και 8% νοσοκομεία [18]. Το έτος 2001 οι κατοικίες αντιστοιχούσαν στο 77% του συνολικού αριθμού κτιρίων, με το εναπομείναν 23% να αντιστοιχεί στον τριτογενή τομέα [23].

Σύμφωνα με σχετικά στοιχεία του Υπουργείου Ανάπτυξης, ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης των ελληνικών κτιριακών καταναλώσεων κατά την εικοσαετία 1985-2005 άγγιξε το 4,5%, υπερβαίνοντας τους σχετικούς ρυθμούς αύξησης της συνολικής κατανάλωσης, οι οποίοι ανήλθαν σε 3%. Ειδικά την περίοδο 2000-2005 η αύξηση ήταν της τάξης του 24%. Ενδεικτικά, με βάση την ίδια πηγή, το 2005 τα κτίρια στην Ελλάδα κατανάλωσαν το 34% της συνολικής ενέργειας και το 65% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ παράλληλα ευθύνονταν για το 43% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [23,24]. Για την εικοσαετία 1990-2010 ο ρυθμός αύξησης των κτιριακών καταναλώσεων διατηρήθηκε σταθερός, ενώ ο αντίστοιχος ρυθμός αύξησης της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας υποχώρησε κατά 1,3%. Παρ'όλο που την περίοδο 2007-2010 σημειώθηκε μείωση της κατανάλωσης κατά 10%, με βάση τις εκτιμήσεις του Εθνικού Σχεδίου Δράσης προβλέπεται ραγδαία αύξηση των ελληνικών καταναλώσεων κατά 40% μέχρι το 2030 [25,45].



Εικόνα 15: Αναμενόμενες αυξήσεις των ελληνικών κτιριακών καταναλώσεων ως το 2030 [25]

Βάσει των στοιχείων της Ευρωπαϊκής Στατιστικής Υπηρεσίας, οι οικιακές ετήσιες καταναλώσεις της Ελλάδας υπερβαίνουν κατά πολύ τις αντίστοιχες των υπολοίπων μεσογειακών χωρών, ενδεικτικά 30% και 50% υψηλότερες από τις αντίστοιχες καταναλώσεις σε Ισπανία και Πορτογαλία αντίστοιχα. Παράλληλα, οι θερμικές καταναλώσεις ξεπερνούν εκείνες των ενεργοβόρων χωρών του Ευρωπαϊκού Βορρά, όπως η Δανία, η Βρετανία και η Γερμανία. Αντίστοιχη εικόνα επικρατεί και στις εκπομπές ρύπων, όπου η Ελλάδα ξεπερνά τις μεσογειακές χώρες αλλά και βόρειες χώρες, όπως η Νορβηγία, σημειώνοντας ετήσια αύξηση 4%. Παρ'όλο που οι υψηλές κτιριακές καταναλώσεις οφείλονται κυρίως στις αυξημένες ανάγκες για θέρμανση, η διείσδυση του κλιματισμού αυξάνεται συνεχώς, δυσχεραίνοντας τα προβλήματα αιχμής φορτίου και συμπαρασύροντας σε ανοδική πορεία τις δαπάνες επιχειρήσεων και νοικοκυριών [18,26].

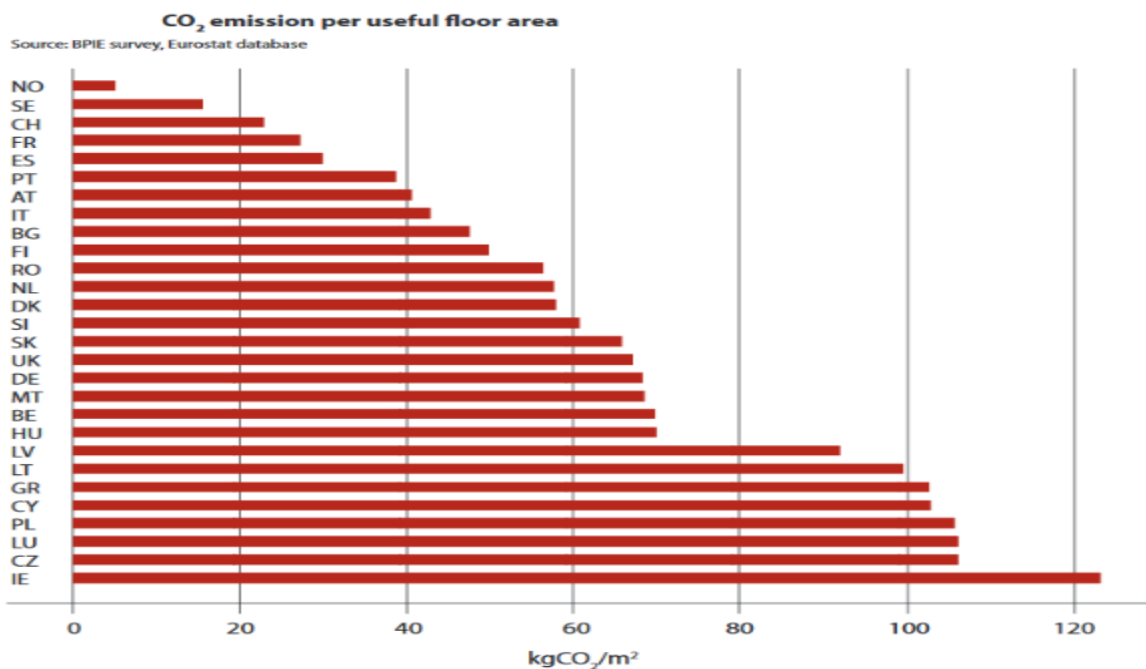


Source: Eurostat

Εικόνα 16: Η ανεπαρκής μόνωση του κτιριακού αποθέματος καθιστά την Ελλάδα ένα από τα πιο ενεργοβόρα κράτη-μέλη της Ε.Ε. [27]

Αναλυτικότερα, τα ελληνικά νοικοκυριά αποδεικνύονται σύμφωνα με στοιχεία της Eusostat τα πιο ενεργοβόρα της Μεσογείου, καταναλώνοντας ίση ενέργεια με αυτά της Ολλανδίας και ξεπερνώντας τις αντίστοιχες καταναλώσεις Βελγίου και Τσεχίας, αν και πρόκειται για χώρες με ψυχρότερο κλίμα. Ως πιο ενεργοβόρα τελική χρήση αναδεικνύεται για τις ελληνικές κατοικίες αυτή της θέρμανσης, με το σχετικό ποσοστό να φτάνει στο 59%, ξεπερνώντας τις θερμικές καταναλώσεις βορειοευρωπαϊκών χωρών, όπως η Βρετανία και η Δανία, με την εν λόγω εικόνα να επαναλαμβάνεται και για τους εκπεμπόμενους ρύπους. Πέραν των κτιρίων που διατίθενται

προς κατοίκηση, ανάλογοι συσχετισμοί εξακολουθούν να ισχύουν μεταξύ της Ελλάδας και της Ευρώπης και για τους υπόλοιπους τύπους κτιρίων. Ταυτόχρονα θα πρέπει να συνυπολογισθεί η επιρροή των κοινωνικο-οικονομικών παραμέτρων που συγκαθορίζουν τις συνολικές καταναλώσεις ενέργειας. Όπως έχει παρατηρηθεί, οι αποκλίσεις από την μέση θερμική κατανάλωση ενισχύονται σημαντικά καθώς προσεγγίζουμε πολύ υψηλά ή πολύ χαμηλά εισοδήματα, με τα τελευταία να επιβαρύνονται και με ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα θερμικών καταναλώσεων ανά χρήστη και μονάδα επιφάνειας, καθιστάμενα έτσι ευάλωτα στις κλιματικές μεταβολές [18].

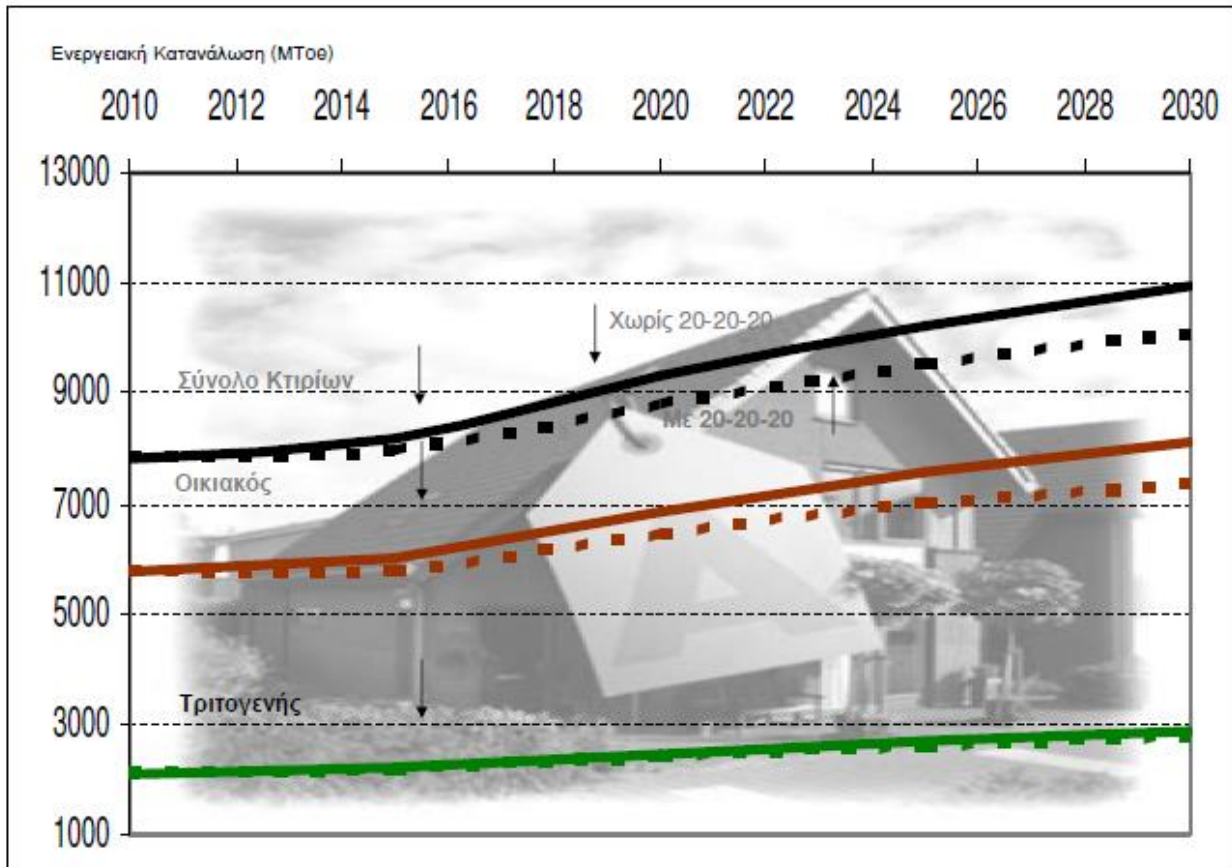


Εικόνα 17: Η Ελλάδα αποδεικνύεται μία από τις πιο ρυπογόνες χώρες της Ε.Ε. [21]

Η πλημμελής μόνωση των κτιρίων κυρίως λόγω της παλαιότητάς τους, η χρήση παρωχημένου κτιριακού εξοπλισμού, η αυξανόμενη διείσδυση των καταναλώσεων κλιματισμού, η αρχιτεκτονική επιπολαιότητα κατά τον σχεδιασμό νέων κτιρίων, η περιφρόνηση των τοπικών κλιματολογικών δεδομένων και η ανεπάρκεια της υφιστάμενης νομοθεσίας συναποτελούν ένα μέρος μόνο των αιτίων που συνδυαζόμενα με τη διογκούμενη ρύπανση διαμορφώνουν ένα εκρηκτικό μίγμα, επικίνδυνο τόσο για τις κοινωνίες όσο και για το φυσικό περιβάλλον, καθιστώντας την Ελλάδα ένα ιδιαίτερος ενεργοβόρο και ρυπογόνο κράτος. Ως αποτέλεσμα, η χώρα μας έρχεται αντιμέτωπη με μία σειρά εμποδίων, όπως:

- διόγκωση των ενεργειακών αναγκών
- συνεπακόλουθη αύξηση του κρατικού ελλείματος
- ασυνέπεια ως προς θεθέντες περιβαλλοντικούς στόχους
- οικονομική επιβάρυνση των πολιτών σε ατομικό και εθνικό επίπεδο [18,24].

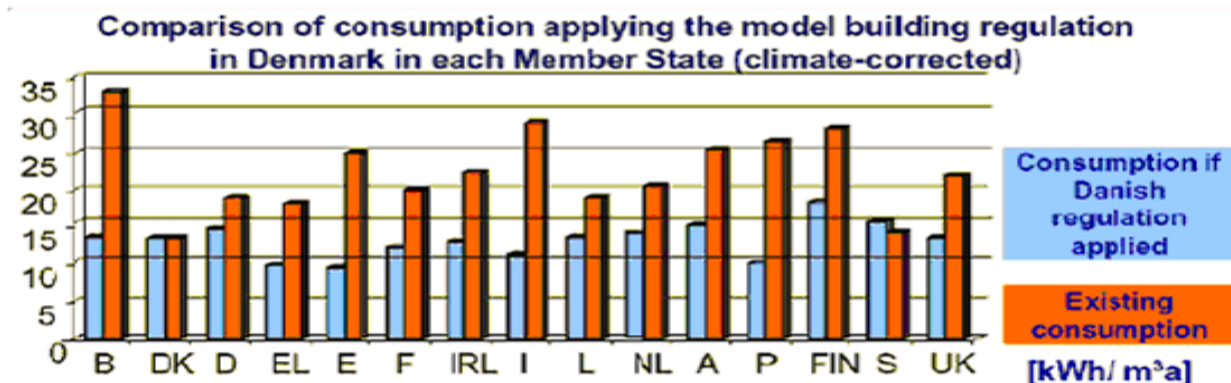
Συνεπώς, καθίσταται επιτακτική η λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας (Μ.Ε.Ε.) σε όλους τους τομείς, με έμφαση στις κτιριακές καταναλώσεις [14].



Εικόνα 18: Προαπαιτούμενες μειώσεις για την επίτευξη του στόχου 20-20-20 εκ μέρους της Ελλάδας [25]

Από την άλλη μεριά, η φυσιογνωμία και η έκταση του προβλήματος καθεαυτές λειτουργούν παράλληλα και ως οδοδείκτες προς την κατεύθυνση των δεουσών πρωτοβουλιών. Εν προκειμένω, οι ανωτέρω περιγραφείσες παθογένειες του ελληνικού κτιριακού τομέα, εκείνες ακριβώς που τον καθιστούν ρυπογόνο και ενεργοβόρο, υποδεικνύουν συνάμα και ένα αξιόλογο δυναμικό ενεργειακής εξοικονόμησης, καθιστώντας τις κτιριακές καταναλώσεις το κατεξοχήν αντικείμενο εξορθολογισμού, στα πλαίσια των πολιτικών εξυγίανσης των ενεργειακών καταναλώσεων της χώρας μας. Ως ιδιαίτερος υποσχόμενα μέτρα προκρίνονται η αναβάθμιση των μονώσεων, ο εκσυγχρονισμός των συστημάτων παραγωγής ενέργειας, φωτισμού, θέρμανσης και δροσισμού, καθώς και η εγκατάσταση συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης (Building Energy Management Systems - BEMS), τα οποία θα αναλυθούν εκτενέστερα στα προσεχή κεφάλαια [23,24]. Τα πρώτα σημάδια που προκύπτουν κατόπιν σχετικών διερευνήσεων μοιάζουν ιδιαίτερος ενθαρρυντικά, καθώς σύμφωνα με έρευνα του Πανεπιστημίου Αθηνών το συνολικό δυναμικό εξοικονόμησης των εγχώριων σχολικών εγκαταστάσεων ανέρχεται σε 45%, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τα χρησιμοποιούμενα στην Ελλάδα ως γραφεία κτίρια αγγίζει βάσει των στοιχείων του Ευρωπαϊκού προγράμματος OFFICE το 65%. Συνολικά για τη Γηραιά

Ήπειρο, το μέσο δυναμικό εξοικονόμησης εκτιμάται σε 45% για το σενάριο υιοθέτησης της Δανέζικης ενεργειακής πολιτικής και από τα υπόλοιπα κράτη [24].



Εικόνα 19: Εκτιμώμενη εξοικονόμηση από την υλοποίηση του μοντέλου της Δανίας από άλλα Ευρωπαϊκά κράτη [24]

Περίοδος αποπληρωμής και μέσο κόστος των ΜΕΕ στα κτίρια			
Αριθμός Μ.Ε.Ε	Διάρκεια ζωής επένδυσης	Μέσο κόστος επένδυσης στον τριτογενή τομέα	Μέσο κόστος επένδυσης στον οικιακό τομέα
#1	Μόνωση: 30 χρόνια.	31.9 €/m ² μόνωσης	33 €/m ² μόνωσης
#2	Μόνωση: 30 χρόνια.	27.1 €/m ² μόνωσης	28 €/m ² μόνωσης
#3	Διπλά τζάμια: 30 χρόνια.	156 €/m ² υαλοστασίου	160 €/m ² υαλοστασίου
#4		170-500 €/κτίριο (για 1000-5000m ²)	110 €
#5	Λέβητας πετρελαίου: 25 χρόνια.	1700-6000 €/κτίριο (για 1000-5000m ²)	1180 €/Μον. 2935 €/Πολ.
#6	Λέβητας Φ.Α: 25 χρόνια.	1300-6000 €/κτίριο (για 500-5000m ²)	1180 €/Μον. 2935 €/Πολ.
#7	Θερμοστάτες αντιστάθμισης: 20 χρόνια.	800-2600 €/κτίριο (για 1000-5000m ²)	880 €/κτίριο
#8	Θερμοστάτες χώρου: 15 χρόνια.	19.3 €/θερμοστάτη	290 €/Μον. 1500 Euro/Πολ.
#9	Εξωτερική σκίαση: 10 χρόνια.	24.2 €/m ² σκιάστρου	20 €/m ² σκιάστρου
#10	Ανεμιστήρα οροφής: 10 χρόνια.	48 €/ανεμιστήρα	20 €/ανεμιστήρα
#11		0.08 €/kWh	
#12	Ηλιακοί συλλέκτες: 10 χρόνια.	290 €/m ² ηλιακό συλλέκτη	740 €/ηλιακό συλλέκτη
#13	Λαμπτήρες υψηλής απόδοσης: 10 χρόνια.	0.6 €/m ² επιφάνειας κτιρίου	1 €/m ² επιφάνειας κτιρίου
#14	BMS: 10 χρόνια.	14.5 €/m ² επιφάνειας κτιρίου	
#15	Αεροστεγάνωση: 2 χρόνια.		20 €/κατοικία
#16	Νέα κλιματιστικά: 10 χρόνια.		700 €/κλιματιστικό

Μείωση ρύπων CO ₂ σε (kt) για τα ΜΕΕ στα ελληνικά κτίρια το 2010					
Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΜΕΕ)	Μείωση ρύπων CO ₂ σε (kt) από τα κτίρια				
	Γραφεία / Καταστήματα	Ξενοδοχεία	Σχολικά κτίρια	Ξενοδοχεία	Κατοικίες
#1. Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων	54.1	48.7	54.0	52.8	3573.6
#2. Θερμομόνωση οροφής	10.9	12.0	9.5	10.5	549.6
#3. Διπλά υαλοστάσια	46.9	21.1	21.6	26.6	1539.2
#4. Συντήρηση κεντρικών θερμάνσεων	137.5	59.5	23.4	34.8	951.4
#5. Αντικατάσταση των παλιών κεντρικών θερμάνσεων με νέες πετρελαίου	49.2	23.1	23.5	29.6	438.6
#6. Αντικατάσταση των παλιών κεντρικών θερμάνσεων με νέες φυσικού αερίου	16.4	5.4	--	18.7	144.0
#7. Θερμοστάτες Αντιστάθμισης	26.0	5.7	9.0	7.5	156.8
#8. Θερμοστάτες Χώρων	18.4	2.6	6.3	5.3	146.9
#9. Εξωτερική σκίαση	49.6	21.1	21.6	26.6	78.2
#10. Ανεμιστήρες οροφής	488.5	292.9	28.3	38.8	93.0
#11. Νυχτερινός αερισμός	53.9	--	--	--	--
#12. Ηλιακοί συλλέκτες για ΖΝΧ	15.3	133.4	1.5	45.9	2709.7
#13. Λαμπτήρες υψηλής ενεργειακής απόδοσης	713.1	369.0	148.2	106.2	817.3
#14. BMS – Σύστημα Διαχείρισης Κτιρίων	815.1	423.5	--	59.7	--
#15. Αεροστεγάνωση Ανοιγμάτων	--	--	--	--	1712.2
#16. Εγκατάσταση νέων κλιματιστικών	--	--	--	--	240.9

Εικόνα 20: Οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της εφαρμογής Μ.Ε.Ε. στον ελληνικό κτιριακό τομέα [23]

2.4 Νομοθετικά πλαίσια και μελλοντικοί στόχοι

Η λήψη μέτρων προσανατολισμένων προς τα νέα κτίρια εκ μέρους πολλών Ευρωπαϊκών χωρών οδήγησε σε ποσοστά εξοικονόμησης έως και 60% σε σύγκριση με τα κτίρια που ανηγέρθησαν προ του 1970 και 28% εν συγκρίσει προς τα ανεγερθέντα εν έτει 1985 [24]. Όμως, παρά τις όποιες πρωτοβουλίες για την κατασκευή ενεργειακά αποδοτικότερων νεόδμητων κτιρίων, ο κτιριακός τομέας της Ευρώπης παραμένει ενεργοβόρος εξαιτίας της κυριαρχίας επί του συνόλου των παλαιών κτιρίων που χαρακτηρίζονται από ελλιπή μόνωση και άρα υψηλές ενεργειακές ανάγκες. Η εφαρμογή μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς των ήδη υφιστάμενων κτιρίων εκτιμάται ότι θα απομειώσει τις συνολικές καταναλώσεις και τους εκπεμπόμενους ρύπους κατά 5%. Προς αυτή την κατεύθυνση η Ευρωπαϊκή Ένωση προσανατολίζεται προς τη θέσπιση οδηγιών αναφορικά με την αναβάθμιση της ενεργειακής αποδοτικότητας και τη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης των κρατών μελών, με έμφαση στον κτιριακό τομέα [28].

Ήδη από το 2002 έχει εκδοθεί η Κοινοτική Οδηγία 2002/91/EK (Energy Performance of Buildings Directive – EPBD) για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων. Το περιεχόμενο της αφορούσε το σύνολο των τελικών χρήσεων (θέρμανση χώρων, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, ψύξη, αερισμό και φωτισμό) τόσο των νέων κτιρίων όσο και του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος. Παράλληλα εισήγαγε το γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο για τον υπολογισμό της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και τον καθορισμό των σχετικών ελαχίστων επιτρεπόμενων ορίων, την ενεργειακή τους πιστοποίηση, αλλά και την τακτική επιθεώρηση των εγκατεστημένων λεβήτων και συστημάτων κλιματισμού. Η παρούσα επικαιροποιήθηκε το 2010 από την Ε.Ε. με την έκδοση της Οδηγίας 2010/31/EE (EPBD recast), μέσω της οποίας εισήλθε στο προσκήνιο η έννοια του κτιρίου σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης (nearly zero energy building - nZEB), συνοδευόμενη από τη δέσμευση των κρατών μελών για κατάθεση εθνικών σχεδίων αύξησης του αριθμού τους. Η σχετική στοχοθέτηση θα λάβει χώρα σε δύο στάδια: όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να εμπίπτουν στην κατηγορία nZEB από τις 31 Δεκεμβρίου 2020, ενώ τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες υπηρεσίες από τις 31 Δεκεμβρίου 2018. Τέλος, εισήγαγε μεθοδολογίες καθορισμού των ελαχίστων απαιτήσεων θεμελιωμένες επί τη βάση του βελτίστου κόστους [26,28].

Η Κοινοτική Οδηγία 2006/32/EK αντικατέστησε την 93/76/EK, περιλαμβάνοντας ενδεικτικά μέτρα, κίνητρα, οικονομικά και νομικά πλαίσια με στόχο την αναπροσαρμογή της αγοράς για την αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας. Παράλληλα, προωθεί την ανάπτυξη μιας αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών προς υποστήριξη των προγραμμάτων ενεργειακής εξοικονόμησης και των μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Τα κράτη μέλη δεσμεύονται για την μείωση κατά 9% της συνολικής κατανάλωσης αλλά και τη σύσταση δημόσιων φορέων, επιφορτισμένων με την παρακολούθηση της προόδου των σχετικών μέτρων. Εντός των πλαισίων αυτών τα κράτη μέλη δεσμεύονται για τη λήψη μιας σειράς συναφών μέτρων, όπως η αγορά λιγότερο ενεργοβόρων οχημάτων και συσκευών, η σύσταση οργάνων οικονομικής υποστήριξης, η αποκλειστική εξάρτηση των λογαριασμών από την εκάστοτε κατανάλωση και η εγκατάσταση προσωπικών μετρητών σε κάθε καταναλωτή [26,28].

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση (Energy Efficiency Directive – EED) αποτελεί συνάμα τροποποίηση των οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και κατάργηση των οδηγιών 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ. Στόχος η θέσπιση ενός κοινού πλαισίου μέτρων προς επίτευξη του στόχου 20-20-20 αλλά και για την προώθηση περαιτέρω βελτιώσεων. Η εν λόγω οδηγία περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- θέσπιση εκ μέρους εκάστου κράτους μέλους ενός ενδεικτικού εθνικού στόχου ενεργειακής απόδοσης, βασισμένου είτε στην πρωτογενή ή τελική κατανάλωση ενέργειας είτε στην εξοικονόμηση πρωτογενούς ή τελικής ενέργειας είτε στην ενεργειακή ένταση
- ορισμός στόχου εξοικονόμησης ενέργειας στην τελική χρήση, τουλάχιστον ισοδύναμου με νέες ετήσιες εξοικονομήσεις από την 1η Ιανουαρίου 2014 έως τις 31 Δεκεμβρίου 2020, της τάξης του 1,5 % των κατ' όγκο ετήσιων πωλήσεων ενέργειας στους τελικούς καταναλωτές όλων των διανομών ενέργειας ή όλων των εταιρειών λιανικής πώλησης ενέργειας, σε σχέση με το μέσο όρο των τριών τελευταίων ετών πριν από την 1η Ιανουαρίου 2013, με τη δυνατότητα εξαίρεσης των κατ' όγκο πωλήσεων ενέργειας που χρησιμοποιείται στις μεταφορές
- δυνατότητα των κρατών μελών να εφαρμόσουν εναλλακτικά μέτρα είτε να σχεδιάσουν καθεστώτα επιβολής μέσω μετάθεσης του στόχου στους διανομείς ενέργειας ή/και στις εταιρείες λιανικής πώλησης ενέργειας
- θέσπιση εκ μέρους των κρατών μελών μακροπρόθεσμης στρατηγικής προσέλκυσης επενδύσεων με στόχο την ανακαίνιση του εθνικού κτιριακού αποθέματος
- κρατική μέριμνα εκάστου μέλους για την ετήσια ανακαίνιση του 3% του συνολικού εμβαδού δαπέδου θερμαινόμενων ή/και ψυχόμενων κτιρίων που είναι ιδιόκτητα και καταλαμβάνονται από την κεντρική δημόσια διοίκησή τους, αρχής γενομένης από την 1η Ιανουαρίου 2014
- παρότρυνση των δημοσίων φορέων εκάστου κράτους μέλους για την καθιέρωση συστήματος διαχείρισης ενέργειας (ΣΔΕ) και ενδεχόμενη χρήση εταιρειών ενεργειακών υπηρεσιών (ΕΕΥ) και συμβάσεων ενεργειακής απόδοσης (ΣΕΑ) για τη χρηματοδότηση ανακαινίσεων και εφαρμογή σχεδίων για τη διατήρηση ή τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης μακροπρόθεσμα
- μέριμνα των κρατών μελών για την υπαγωγή όλων των μη μικρομεσαίων επιχειρήσεων σε προγράμματα επαναλαμβανόμενων ενεργειακών ελέγχων ανά τετραετία ή για εφαρμογή εκ μέρους των πιστοποιημένου συστήματος ενεργειακής ή περιβαλλοντικής διαχείρισης
- παροχή κατάλληλων ατομικών μετρητών σε ανταγωνιστική τιμή, όπου το επιτρέπει η οικονομική και τεχνική συγκυρία, στους τελικούς καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου, τηλεθέρμανσης ή τηλεψύξης και ζεστού νερού για οικιακή κατανάλωση, για την αποτελεσματική παρακολούθηση της πραγματικής ενεργειακής κατανάλωσης και του πραγματικού χρόνου χρήσης

- εγκατάσταση ατομικών μετρητών έως την 31^η Δεκεμβρίου 2016 για τη μέτρηση της κατανάλωσης για θέρμανση ή ψύξη ή για ζεστό νερό σε κάθε μονάδα, εφόσον αυτό είναι τεχνικά εφικτό και οικονομικώς αποδοτικό, σε πολυκατοικίες και κτίρια πολλαπλών χρήσεων όπου η θέρμανση/ψύξη παρέχεται από κεντρική πηγή ή δίκτυο τηλεθέρμανσης ή από κεντρικό σημείο παραγωγής που εξυπηρετεί πολλαπλά κτίρια [28].

Στις 30 Νοεμβρίου 2016 παρουσιάστηκε από την Ε.Ε. το πακέτο προτάσεων “Καθαρή Ενέργεια για όλους του Ευρωπαίους” με στόχο την διατήρηση της ανταγωνιστικότητας της Ε.Ε. αλλά και τη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια. Προς αυτή την κατεύθυνση η Ε.Ε έχει δεσμευθεί για την περικοπή των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 40% ως το 2030 και τον εκσυγχρονισμό της οικονομίας της. Το εν λόγω πακέτο αποσκοπεί στην ανάδειξη της ενεργειακής αποδοτικότητας σε βασική προτεραιότητα, την εξασφάλιση παγκόσμιου ηγετικού ρόλου στον τομέα των ΑΠΕ και την παροχή δίκαιων συμφωνιών στους καταναλωτές. Τα νέα μέτρα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής εστιάζουν στον καθορισμό πλαισίου για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων, τον οικολογικό σχεδιασμό των προϊόντων, τις σημάνσεις ενεργειακής απόδοσης και τις προτάσεις χρηματοδότησης για έξυπνα κτίρια. Οι νομοθετικές προτάσεις του πακέτου περιλαμβάνουν την ενεργειακή αποδοτικότητα, το σχεδιασμό της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, την ασφάλεια του εφοδιασμού ηλεκτρισμού και κανόνες διακυβέρνησης για την ΕΕ [28].

Στα πλαίσια αναθεώρησης της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση προωθείται επίσης η επέκταση των εξοικονομήσεων ενέργειας με στόχο τη μακροπρόθεσμη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, τη μείωση του κόστους και την αύξηση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού. Ο επιδιωκόμενος εκσυγχρονισμός υποστηρίζεται με την εισαγωγή εναλλακτικών μέτρων εξοικονόμησης χάρη στα Καθεστώτα Επιβολής της Υποχρέωσης Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Efficiency Obligation Schemes). Οι προβλέψεις για τη μέτρηση και την τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας θα συγκεντρώνονται εφεξής κάτω από την νομοθεσία της εσωτερικής αγοράς (Internal Market Legislation), ενώ αναμένεται διασαφήνιση των προηγούμενων προβλέψεων για θέρμανση, ψύξη και ZNX, που προέρχονται από συγκεντρωτικά συστήματα, αλλά και ενδυνάμωση των δικαιωμάτων των καταναλωτών για ξεκάθαρη και συχνή πληροφόρηση [28].

Η αναθεώρηση της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων επιδιώκει την προώθηση της χρήσης των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών αλλά και των έξυπνων τεχνολογιών για την αποδοτική λειτουργία των κτιρίων στο χρόνο, εκσυγχρονίζοντας παράλληλα τις υπάρχουσες προβλέψεις μέσω διαγραφής όσων δεν απέφεραν το προσδοκώμενο αποτέλεσμα και ενισχύοντας τη σύνδεση μεταξύ της επίτευξης υψηλότερων ρυθμών ανακαίνισης, χρηματοδότησης και ενεργειακών πιστοποιητικών. Αναλυτικότερα, οι σχετικές τροποποιήσεις αφορούν την ενσωμάτωση προβλέψεων για μακροπρόθεσμες στρατηγικές ανακαίνισης με στόχο την επίτευξη ενός κτιριακού αποθέματος σχεδόν μηδενικών ρύπων έως το 2050, την παροχή σαφέστερων προδιαγραφών σχετικά με μελέτες σκοπιμότητας πριν την λειτουργική παραλαβή των κτιρίων, τον εκσυγχρονισμό των προβλέψεων για επιθεωρήσεις των συστημάτων θέρμανσης και

κλιματισμού, την προώθηση συστημάτων e-mobility για την εγκατάσταση σημείων επαναφόρτισης για τα ηλεκτρικά οχήματα σε σημεία που είναι απαραίτητο, ορισμό του έξυπνου κτιρίου μέσω εισαγωγής κατάλληλων δεικτών ευφυίας για την αξιολόγηση της δυνατότητας του κτιρίου να αλληλεπιδρά με τους χρήστες και το δίκτυο, συγκερασμό ενεργειακής πολιτικής και χρηματοδότησης μέσω της χρήσης των πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης, καθώς και διάθεση πολυπληθέστερων και ουσιαδέστερων κτιριακών δεδομένων στους παράγοντες της αγοράς μέσω της ακριβέστερης καταγραφής των ετήσιων καταναλώσεων και της ενίσχυσης των πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης [28].

Επιδιώκοντας να διαδραματίσει πρωταγωνιστικό ρόλο στις προσπάθειες εξοικονόμησης, η Ευρωπαϊκή Ένωση προχώρησε σε έγκυρες στοχοθετήσεις αναφορικά με κρίσιμους τομείς της ενεργειακής κατανάλωσης. Με ορίζοντα ως το 2020 η Ε.Ε. στοχεύει στην μείωση των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, στην αύξηση της διείσδυσης των ΑΠΕ σε επίπεδα της τάξης του 20% και στη μείωση της καταναλισκόμενης πρωτογενούς ενέργειας επίσης κατά 20% [29].

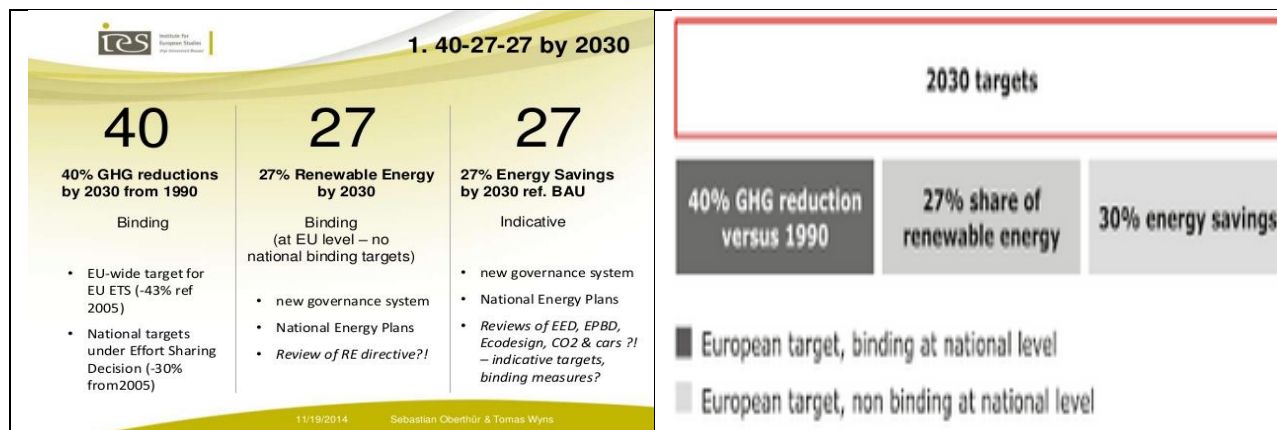


Εικόνα 21: Σύνοψη του πλάνου εξοικονόμησης 20-20-20

[<https://www.slideshare.net/FortumLietuva/the-combined-heat-and>]

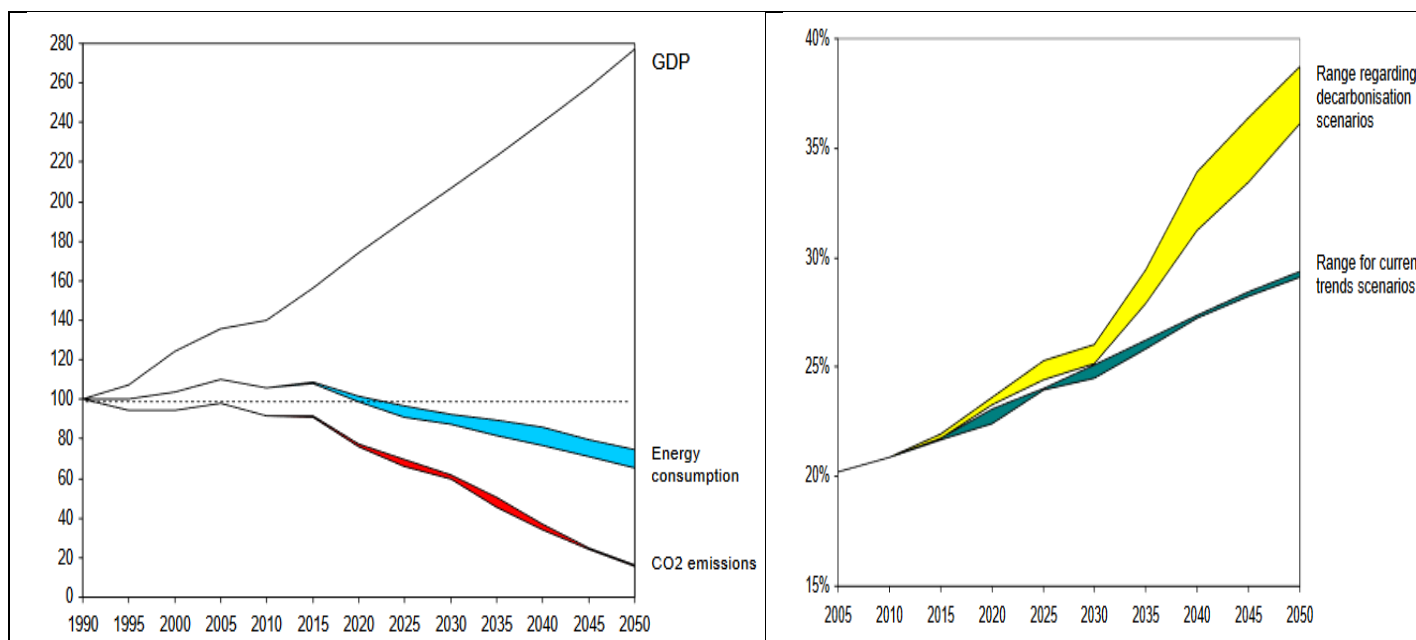
Η περαιτέρω μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων στο 40% των επιπέδων του 1990 αποτελεί στόχο για το 2030, από κοινού με την διεύρυνση της διείσδυσης ΑΠΕ στο καταναλισκόμενο ενεργειακό μίγμα σε ποσοστό 27% σε σύγκριση με το 1990 και την ενίσχυση των μέτρων για την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Εκτιμάται ότι για την επίτευξη των ανωτέρω στόχων προαπαιτείται επίσης η αύξηση των επιπέδων εξοικονόμησης ενέργειας μέχρι και 25% ως το 2030. Εν προκειμένω, τα κράτη μέλη δεν περιορίζονται από μεμονωμένες δεσμεύσεις, διατηρώντας έτσι την ευελιξία τους κατά τον καθορισμό των εκάστοτε εθνικών στόχων [30]. Στις 30 Νοεμβρίου 2016, ο στόχος για την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας αναπροσαρμόστηκε σε 30% βάσει του πακέτου “Clean Energy for All Europeans” (Winter Package)[<https://www.carbonbrief.org/eu-energy-package-what-it-means-coal-renewables-efficiency>].

Ταυτόχρονα, εξίσου σκόπιμη κρίνεται και η κατάρτιση ακόμη πιο μακροπρόθεσμων στρατηγικών, όπως αποδεικνύεται στην περίπτωση του σχεδίου εξοικονόμησης για το 2050, που

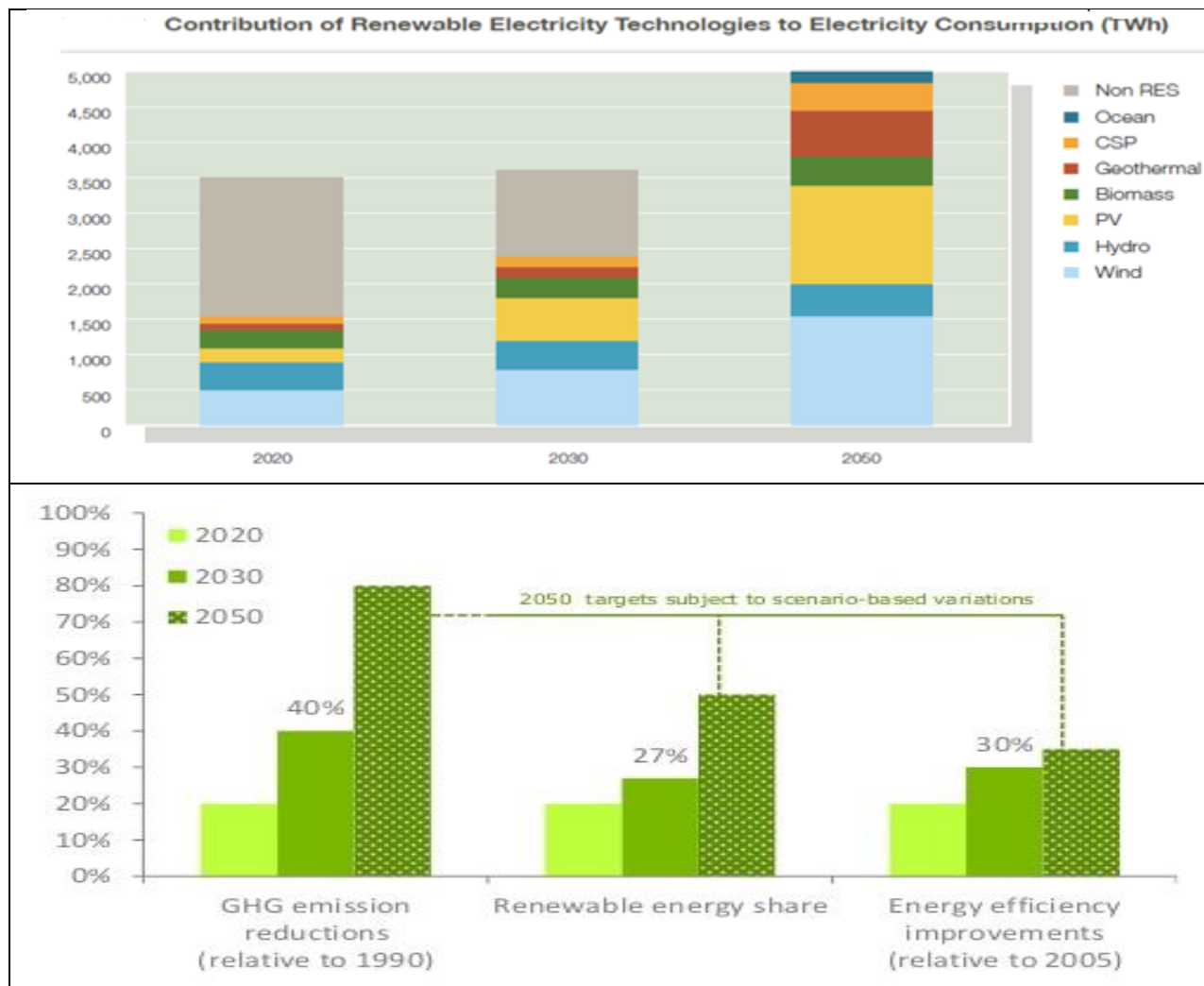


Εικόνα 22: Στόχοι για το έτος 2030 πριν και μετά την επικαιροποίηση
[\[https://www.slideshare.net/TomasWyns/ep-19-november-2014-ies\]](https://www.slideshare.net/TomasWyns/ep-19-november-2014-ies)
[\[http://annualreport.edprenovaveis.pt/2016/supportive-policy-instruments/\]](http://annualreport.edprenovaveis.pt/2016/supportive-policy-instruments/)

αποσκοπεί στην απομείωση των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου κατά 80-95% συγκριτικά με τα επίπεδα του 1990. Για την σταδιακή και αποτελεσματικότερη υλοποίηση του προκείμενου προγράμματος η Ευρωπαϊκή Ένωση προσανατολίζεται στην θέσπιση ενδιάμεσων στόχων (40% ως το 2030 και 60% ως το 2040) αλλά και στην προσέλκυση επενδύσεων για τη διάθεση κεφαλαίων σε ενεργειακά καθαρότερες τεχνολογίες. Η επιζητούμενη αντιστάθμιση των προαναφερθέντων δαπανών θα προέλθει από την περιστολή της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων. Τα συνεπαγόμενα οφέλη αναμένεται ότι θα είναι η θωράκιση της Ε.Ε. έναντι διακυμάνσεων των τιμών των υδρογονανθράκων ένεκα γεωπολιτικών ζυμώσεων, καθώς και ο σημαντικός περιορισμός της ρύπανσης [31].



Εικόνα 23: Εκτιμήσεις για το έτος 2050 [32]



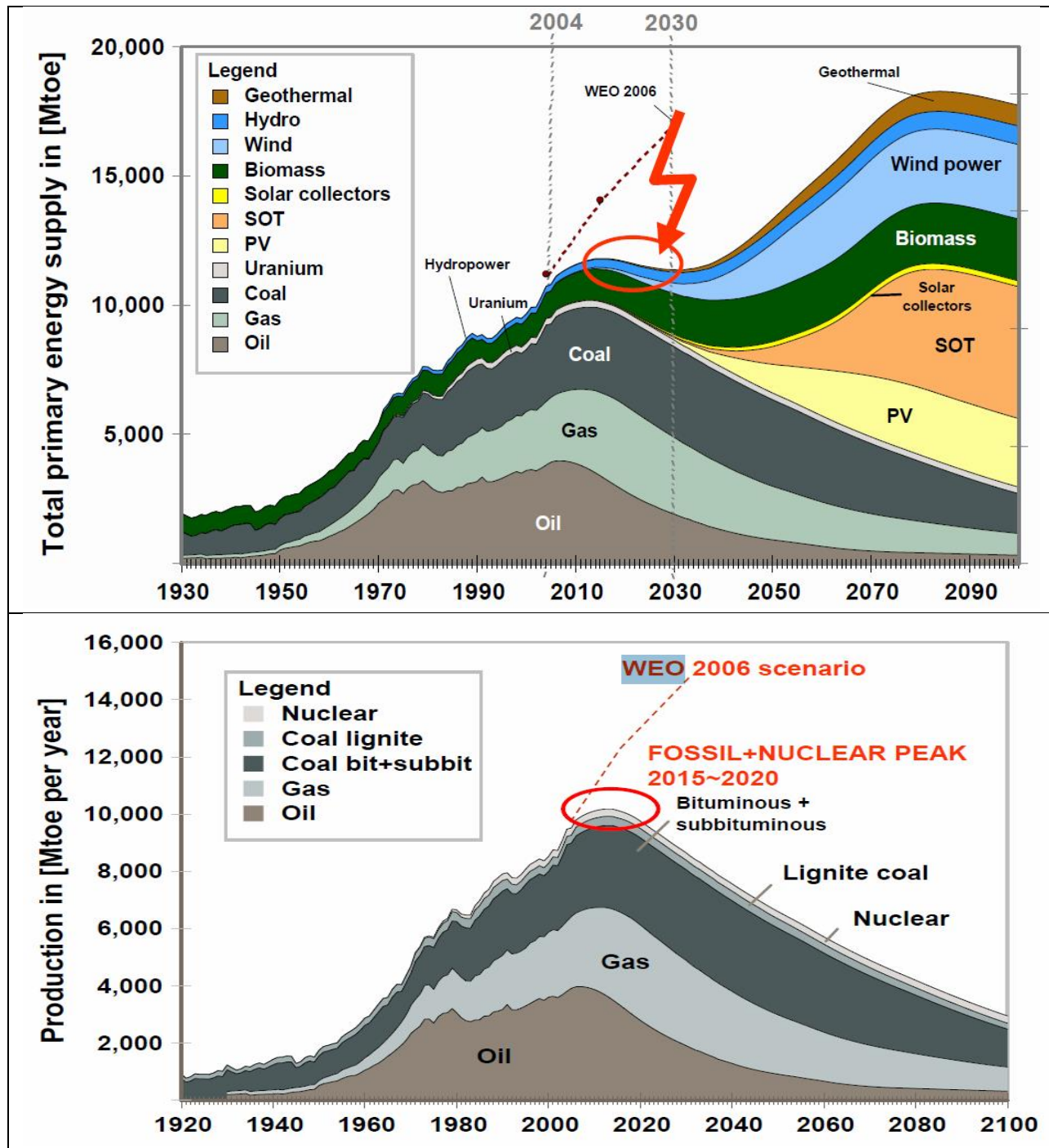
Εικόνα 24: Συγκριτική παραβολή των τριών στόχων

[<https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-12-19/eu-pivots-away-from-distorted-energy-markets-toward-natural-gas>]

[<https://www.slideshare.net/Ecofys/investigating-the-2030-framework-and-looking-ahead-towards-phase-iv>]

Όπως προαναφέρθηκε, παρά την υψηλή ζήτηση ενέργειας που χαρακτηρίζει την Ε.Ε., η ίδια δεν διαθέτει επαρκή αποθέματα, ούσα ευάλωτη σε τυχόν εφοδιαστικές διαταραχές. Ως εκ τούτου, επιδιώκεται η μεταστροφή προς καθαρότερες μορφές ενέργειας με στόχο την μείωση των εισαγόμενων ορυκτών καυσίμων σε συνδυασμό με τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας. Σε πολλές περιπτώσεις τα εθνικά δίκτυα διανομής ηλεκτρισμού ή φυσικού αερίου δεν προσφέρουν επαρκή διασυνοριακή σύνδεση, ενώ συχνά είναι αναγκαία η υπερωκεάνια ή υποθαλάσσια μεταφορά μέρους της καταναλισκόμενης ενέργειας. Συνεπώς, κρίνεται αναγκαία η λήψη πρωτοβουλιών προς την κατεύθυνση εγκαθίδρυσης μιας πανευρωπαϊκής αγοράς ενέργειας, ενός πανευρωπαϊκού δικτύου τεχνολογικά προηγμένων εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και ενός πανευρωπαϊκού δικτύου διανομής για τη βελτίωση των διακρατικών

συνδέσεων. Προς τούτο, η Ε.Ε. προχωρά σε στρατηγικούς σχεδιασμούς για την οικοδόμηση της ενεργειακής ένωσης, ούτως ώστε να διασφαλιστεί η ποιότητα του εφοδιασμού, η αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, η μείωση των εκπομπών και η επέκταση της εσωτερικής αγοράς [33].



Εικόνα 25: Σχεδιασμοί της LBST GmbH με προσανατολισμό επέκεινα του έτους 2050

[<http://www.via-azul.eu/>]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Προδιαγραφές για φόρμες καταχώρησης ενεργειακών δεδομένων κτιρίων

3.1 Εισαγωγή

Η μέθοδος παρουσίασης και ανάλυσης της προκείμενης διαδικασίας αποδελτίωσης και παρακολούθησης κτιριακής ενεργειακής κατανάλωσης θεμελιώνεται επί της ομαδοποίησης των δεδομένων με κριτήριο την μεταβλητότητά τους. Εκκινώντας από την Φόρμα Ενεργειακής Καταγραφής (Δ6/Β/4826/2008 υπουργική απόφαση-ΦΕΚ 1122 Β), ακολουθεί η παράθεση των αμετάβλητων (“Βασικά Πεδία”) και μεταβαλλόμενων -ετησίως παρακολουθούμενων- (“Ετήσια Δεδομένα”) παραμέτρων, συμπεριλαμβανομένων και των εκάστοτε αναγκαίων προσθηκών ή βελτιώσεων, όπως αυτές υπαγορεύονται από τον ανωτέρω περιγραφέντα προσανατολισμό της διερεύνησης. Στα πλαίσια της επιδιωκόμενης φιλικότητας προς τους χρήστες οι εισαγόμενες παράμετροι θα περιορίζονται αυστηρά στη λειτουργία της κτιριακής εγκατάστασης και τις ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις και χρεώσεις.

Εναρκτήριο βασικό πεδίο αποτελεί το έτος της καταχώρησης, ούτως ώστε να καθίσταται δυνατή η παρατήρηση της εξελικτικής πορείας των κτιριακών καταναλώσεων σε μακροχρόνια κλίμακα, καθώς και ο προσδιορισμός σχετικών παραμέτρων, όπως λ.χ. η γήρανση των συστημάτων της εκάστοτε παρακολουθούμενης κτιριακής εγκατάστασης. Η επόμενη ομάδα βασικών πεδίων (B2-B10) αναφέρεται στα στοιχεία του ενεργειακού υπευθύνου, ενώ ακολουθούν τα πεδία των γενικών στοιχείων του κτιρίου (B11-B28), στα οποία ενσωματώνονται και τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ), εφόσον έχουν εκδοθεί. Ακολουθεί η περιγραφή των στοιχείων της ηλεκτρικής κατανάλωσης (B29-B31), ενώ η ομάδα των βασικών πεδίων ολοκληρώνεται με την αναλυτική περιγραφή των επιμέρους εγκατεστημένων συστημάτων ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης, αερισμός, φωτισμός). Στην εν λόγω ομάδα (B32-B69) συμπεριλαμβάνονται ο τύπος του συστήματος, το καύσιμο και τα χαρακτηριστικά μεγέθη του, το πλήθος των συστημάτων, καθώς και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά τους.

Στα ετήσια δεδομένα περιλαμβάνονται οι ετησίως καταγραφόμενες παράμετροι που υπεισέρχονται στην εξαγωγή των υπολογιστικών αποτελεσμάτων. Η συνολική επιφάνεια του κτιρίου (E1) και ο αριθμός των χρηστών (E2) εξυπηρετούν τον υπολογισμό των δεικτών ενεργειακής απόδοσης, όπως θα δειχθεί κατωτέρω (κεφ. 4). Στην ομάδα E3-E12 συγκεντρώνονται τα εισαγόμενα από τους ενεργειακούς υπευθύνους ετήσια δεδομένα αναφορικά με τα εγκατεστημένα συστήματα, κατανεμημένα ανά τελική χρήση. Πιο συγκεκριμένα, καταγράφονται οι εκτιμώμενες ώρες λειτουργίες και τα ετήσια κόστη συντήρησης. Κατ’εξάιρεση στην περίπτωση των συστημάτων θέρμανσης καταγράφεται και ο πραγματικός βαθμός απόδοσης, όπως αναγράφεται στα φύλλα συντήρησης, εφόσον έχουν παρασχεθεί υπηρεσίες συντήρησης. Η συλλογή των ετήσιων δεδομένων ολοκληρώνεται με την καταγραφή των ετήσιων καταναλώσεων ανά τύπο καυσίμου (E13-E150). Η συνολική κατανάλωση του εκάστοτε καυσίμου, καθώς και οι συνεπαγόμενες χρεώσεις, λαμβάνονται απευθείας από τα αντίστοιχα τιμολόγια. Αντίθετα, οι επιμέρους καταναλώσεις κάθε είδους καυσίμου ανά τελική χρήση εισάγονται στο σύστημα παρακολούθησης καταναλώσεων από τις ενδείξεις έξυπνων μετρητών, εφόσον είναι εγκατεστημένοι. Σε αυτήν την περίπτωση, τα αποτελέσματα των υπολογισμών προκύπτουν άμεσα, παρακάμπτοντας τις εκτιμήσεις ωρών λειτουργίας της αμέσως προηγούμενης ομάδας ετήσιων δεδομένων.

3.2 Προδιαγραφές

Στην παρούσα ενότητα αποτυπώνεται το σύνολο των στοιχείων της φόρμας ενεργειακής καταγραφής, διαχωρισμένων σε Βασικά Πεδία (B) και Ετήσια Δεδομένα (E).

A) Βασικά Πεδία:

B1	Έτος καταχώρησης
Στοιχεία Ενεργειακού Υπευθύνου	
B2	Όνομα
B3	Επώνυμο
B4	Πατρώνυμο
B5	Αριθμός Δελτίου Ταυτότητας
B6	Επίπεδο Σπουδών*
B7	Ειδικότητα**
B8	Τηλέφωνο Επικοινωνίας 1
B9	Τηλέφωνο Επικοινωνίας 2
B10	e-mail

* Λίστα τιμών: -, Υποχρεωτική, Δευτεροβάθμια, Τριτοβάθμια, Μεταπτυχιακό, Διδακτορικό

**Λίστα τιμών: Πολιτικός Μηχανικός, Αρχιτέκτονας Μηχανικός, Μηχανολόγος Μηχανικός, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Μηχανολόγος/ Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Αγρονόμος/ Τοπογράφος Μηχανικός, Χημικός Μηχανικός, Μεταλλειολόγος – Μετα/γός Μηχανικός, Ναυπηγός Μηχανικός, Ναυπηγός – Μηχανολόγος Μηχανικός, Ηλεκτρονικός Μηχανικός, Μηχανικός Χωροταξίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Μηχανικός Περιβάλλοντος, Μηχανικός Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων, Μηχανικός Παραγωγής και Διοίκησης, Μηχανικός Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων, Μηχανικός Οικονομίας και Διοίκησης, Πτυχιούχος Πολιτικός Μηχανικός Δομικών Έργων, Πτυχιούχος Πολιτικός Μηχανικός Έργων Υποδομής, Πτυχιούχος Τοπογράφος Μηχανικός, Άλλη Πολυτεχνική Σχολή, Άλλη Ανώτατη Σχολή, Άλλη Ειδικότητα

Γενικά Στοιχεία Κτιρίου	
B11	Αρμόδιος Φορέας
B12	Φορέας/Φορείς Χρήσης
B13	Τύπος Χρήσης*
B14	Χρήση
B15	Όνομα Ιδιοκτήτη
B16	Τύπος Ιδιοκτησίας**

* Λίστα τιμών: Μικτή Χρήση, Αποκλειστική Χρήση

** Λίστα τιμών: Ιδιόκτητο, Μισθωμένο, Παραχωρημένο, Μερικώς Ιδιόκτητο

B17	Διεύθυνση
B18	T.K.
B19	Πόλη
B20	Έτος Κατασκευής
B21	Αριθμός Ορόφων
B22	Συνολική Επιφάνεια (τ.μ.)
B23	Θερμαινόμενη Επιφάνεια (τ.μ.)
B24	Ενεργειακή Κατηγορία
B25	Αριθμός ΠΕΑ
B26	Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς (KWh/τ.μ.)
B27	Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/τ.μ.)
B28	Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ (kg/τ.μ.)
Περιγραφή Ηλεκτρικής Κατανάλωσης	
B29	Πάροχος Ηλεκτρικής Ενέργειας
B30	Αριθμός Παροχής Ρεύματος
B31	Είδος τιμολογίου ΔΕΗ

Συστήματα Θέρμανσης	
Στοιχεία Συστήματος (πολλαπλό set)	
B32	Τύπος*
B33	Καύσιμο**
B34	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια
B35	Συντελεστής εκπομπής ρύπων (kgCO ₂ /kWh)
B36	Έτη λειτουργίας
B37	Πλήθος
B38	Ονομαστική Ισχύς (Ηλεκτρική) (kWe)
B39	Ονομαστική Ισχύς (Θερμική) (kWth)
B40	Ονομαστικός Βαθμός Απόδοσης (COP) (0<COP<1)
B41	Πραγματικός Βαθμός Απόδοσης (0<BA<1)]

* Λίστα τιμών: Λέβητας/ Καυστήρας, Αντλία Θερμότητας, Άλλο Σύστημα

** Λίστα τιμών: Πετρέλαιο, Φυσικό Αέριο, Βιομάζα, Ηλεκτρισμός, Τηλεθέρμανση, Άλλο

Συστήματα Ψύξης	
Στοιχεία Συστήματος (πολλαπλό set)	
B42	Τύπος*
B43	Καύσιμο**
B44	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια
B45	Συντελεστής εκπομπής ρύπων (kgCO ₂ /kWh)
B46	Έτη λειτουργίας
B47	Πλήθος
B48	Ονομαστική Ισχύς (Ηλεκτρική) (kWe)
B49	Ονομαστική Ισχύς (Ψυκτική) (kWcool)
B50	Ονομαστικός Βαθμός Απόδοσης (EER)

* Λίστα τιμών: Κεντρικό-Αερόψυκτο, Κεντρικό-Υδρόψυκτο, Freon-Κεντρικό, Freon-Ημικεντρικό, Freon-Split Units, Άλλο Σύστημα

** Λίστα τιμών: Ηλεκτρισμός, Άλλο

Συστήματα Αερισμού	
Στοιχεία Συστήματος (πολλαπλό set)	
B51	Τύπος*
B52	Καύσιμο**
B53	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια
B54	Συντελεστής εκπομπής ρύπων (kgCO ₂ /kWh)
B55	Έτη λειτουργίας
B56	Πλήθος
B57	Παροχή αέρα (m ³ /h)
B58	Ονομαστική Ισχύς (Ηλεκτρική) (kWe)
B59	Ονομαστική Ισχύς (Ψυκτική/Θερμική) (kWcool/th)

* Λίστα τιμών: Ολικού Αέρα ΚΚΜ-Κεντρικό, Προκλιματισμένου Αέρα ΚΚΜ-Κεντρικό, Προκλιματισμένου Αέρα ΚΚΜ-Ημικεντρικό, Τοπικές Λήψεις Φρέσκου Αέρα (VAM, FCUs,...), Ανεμιστήρες, Άλλο Σύστημα

** Λίστα τιμών: Ηλεκτρισμός, Άλλο

Συστήματα Ζεστού Νερού Χρήσης	
Στοιχεία Συστήματος (πολλαπλό set)	
B60	Τύπος*
B61	Καύσιμο**
B62	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια
B63	Συντελεστής εκπομπής ρύπων (kgCO ₂ /kWh)
B64	Έτη λειτουργίας
B65	Ονομαστική Ισχύς (Ηλεκτρική) (kWe)
B66	Ονομαστικός Βαθμός Απόδοσης (0<BA<1)

* Λίστα τιμών: Ηλιακός Συλλέκτης, Ηλεκτρικός Θερμοσίφωνα, Μέσω Κεντρικής Μονάδας Θέρμανσης, Αντλία Θερμότητας, Άλλο

** Λίστα τιμών: Πετρέλαιο, Φυσικό Αέριο, Βιομάζα, Ηλεκτρισμός, Τηλεθέρμανση, ΑΠΕ, Άλλο

Συστήματα Φωτισμού	
Στοιχεία Συστήματος (πολλαπλό set)	
B67	Είδος Συσκευής
B68	Ποσότητα
B69	Ισχύς (kW)]

B) Ετήσια Δεδομένα:

E1	Συνολική επιφάνεια κτιρίου (τ.μ.)
E2	Αριθμός Χρηστών
Συστήματα Θέρμανσης	
Στοιχεία Συστήματος (πολλαπλό set)	
E3	Σύνολο ωρών λειτουργίας
E4	Ετήσιο κόστος συντήρησης (ευρώ)
E5	Πραγματικός βαθμός Απόδοσης ($0 < BA < 1$)
Συστήματα Ψύξης	
Στοιχεία Συστήματος (πολλαπλό set)	
E6	Σύνολο ωρών λειτουργίας
E7	Ετήσιο κόστος συντήρησης (ευρώ)
Συστήματα Αερισμού	
Στοιχεία Συστήματος (πολλαπλό set)	
E8	Σύνολο ωρών λειτουργίας
E9	Ετήσιο κόστος συντήρησης (ευρώ)
Συστήματα Ζεστού Νερού Χρήσης	
Στοιχεία Συστήματος (πολλαπλό set)	
E10	Σύνολο ωρών λειτουργίας
E11	Ετήσιο κόστος συντήρησης (ευρώ)
Συστήματα Φωτισμού	
Στοιχεία Συστήματος (πολλαπλό set)	
E12	Σύνολο ωρών λειτουργίας

Γ) Ετήσιες Καταναλώσεις/Χρεώσεις

Αρχικά καταγράφονται οι ετήσιες καταναλώσεις και χρεώσεις ηλεκτρισμού, εν τω συνόλω αλλά και αναλυτικά ανά τελική χρήση.

Ηλεκτρική Ενέργεια	
Θέρμανση	
E13	N/O
E14	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E15	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Ψύξη	
E16	N/O
E17	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E18	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Αερισμός	
E19	N/O
E20	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E21	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Φωτισμός	
E22	N/O
E23	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E24	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Συσκευές	
E25	N/O
E26	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E27	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
ZNX	
E28	N/O
E29	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E30	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Data Center	
E31	N/O
E32	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E33	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)

Ανελκυστήρες	
E34	N/O
E35	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E36	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Απώλειες	
E37	N/O
E38	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E39	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Άλλο	
E40	N/O
E41	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E42	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Σύνολο	
E43	Συνολική Κατανάλωση (kWh)
E44	Συνολικό Κόστος (ευρώ)

Ακολουθεί η αντίστοιχη καταγραφή για τους διαφόρους τύπους ορυκτών καυσίμων:

Ορυκτά Καύσιμα	
Πετρέλαιο	
Θέρμανση	
E45	N/O
E46	Ετήσια Κατανάλωση (τόνοι)
E47	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Ψύξη	
E48	N/O
E49	Ετήσια Κατανάλωση (τόνοι)
E50	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
ZNX	
E51	N/O
E52	Ετήσια Κατανάλωση (τόνοι)
E53	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Σύνολο	
E54	Συνολική Κατανάλωση (τόνοι)
E55	Συνολικό Κόστος (ευρώ)

Φυσικό Αέριο	
Θέρμανση	
E56	N/O
E57	Ετήσια Κατανάλωση (κυβικά μέτρα)
E58	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Ψύξη	
E59	N/O
E60	Ετήσια Κατανάλωση (κυβικά μέτρα)
E61	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
ZNX	
E62	N/O
E63	Ετήσια Κατανάλωση (κυβικά μέτρα)
E64	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Σύνολο	
E65	Συνολική Κατανάλωση (κυβικά μέτρα)
E66	Συνολικό Κόστος (ευρώ)

Άλλο (επαναλαμβανόμενο set)	
E67	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια
E68	Συντελεστής εκπομπής ρύπων (kgCO ₂ /kWh)
E69	Θερμογόνος δύναμη (kWh/?)
Θέρμανση	
E70	N/O
E71	Ετήσια Κατανάλωση (?)
E72	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Ψύξη	
E73	N/O
E74	Ετήσια Κατανάλωση (?)
E75	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
ZNX	
E76	N/O
E77	Ετήσια Κατανάλωση (?)
E78	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Σύνολο	
E79	Συνολική Κατανάλωση (?)
E80	Συνολικό Κόστος (ευρώ)

Τέλος, η διαδικασία ολοκληρώνεται με την καταγραφή των Α.Π.Ε.:

ΑΠΕ	
Ηλιακή Ενέργεια	
Θέρμανση	
E81	N/O
E82	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E83	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Ψύξη	
E84	N/O
E85	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E86	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
ZNX	
E87	N/O
E88	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E89	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Σύνολο	
E90	Συνολική Κατανάλωση (kWh)
E91	Συνολικό Κόστος (ευρώ)
Βιομάζα	
Θέρμανση	
E92	N/O
E93	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E94	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Ψύξη	
E95	N/O
E96	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E97	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
ZNX	
E98	N/O
E99	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E100	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Σύνολο	
E101	Συνολική Κατανάλωση (kWh)
E102	Συνολικό Κόστος (ευρώ)

Γεωθερμία	
Θέρμανση	
E103	N/O
E104	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E105	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Ψύξη	
E106	N/O
E107	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E108	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
ZNX	
E109	N/O
E110	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E111	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Σύνολο	
E112	Συνολική Κατανάλωση (kWh)
E113	Συνολικό Κόστος (ευρώ)

Φ/Β	
Θέρμανση	
E114	N/O
E115	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E116	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Ψύξη	
E117	N/O
E118	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E119	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Φωτισμός	
E120	N/O
E121	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E122	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Συσκευές	
E123	N/O
E124	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E125	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
ZNX	
E126	N/O
E127	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E128	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Σύνολο	
E129	Συνολική Κατανάλωση (kWh)
E130	Συνολικό Κόστος (ευρώ)

Άλλο (επαναλαμβανόμενο set)	
Θέρμανση	
E131	N/O
E132	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E133	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Ψύξη	
E134	N/O
E135	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E136	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Αερισμός	
E137	N/O
E138	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E139	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Φωτισμός	
E140	N/O
E141	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E142	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Συσκευές	
E143	N/O
E144	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E145	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
ZNX	
E146	N/O
E147	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E148	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Σύνολο	
E149	Συνολική Κατανάλωση (kWh)
E150	Συνολικό Κόστος (ευρώ)

3.3 Παράδειγμα

Στις σελίδες που ακολουθούν παρατίθεται και αναλύεται ένα πλήρες παράδειγμα εφαρμογής του εργαλείου παρακολούθησης κτιριακών δεδομένων ενεργειακής κατανάλωσης, βασισμένο σε πραγματικά στοιχεία. Όπως διαφαίνεται και στην κατωτέρω εικόνα (Εικ.00), στην εναρκτήρια καρτέλα της φόρμας καταγραφής αποδελτιώνονται τα γενικά στοιχεία της καταχώρησης και της παρακολουθούμενης κτιριακής εγκατάστασης, δηλαδή η χρονολογία κατά την οποία διενεργήθηκε η καταχώρηση, καθώς και τα στοιχεία του Ενεργειακού Υπευθύνου και του δοθέντος κτιρίου.

Βασικά Πεδία	
B1 Έτος καταχώρησης	2017
Στοιχεία Ενεργειακού Υπευθύνου	
B2 Όνομα	Γεώργιος
B3 Επώνυμο	Βασιλείου
B4 Πατρώνυμο	Αντώνιος
B5 Αριθμός Δελτίου Ταυτότητας	123456789
B6 Επίπεδο Σπουδών	Τριτοβάθμια
B7 Ειδικότητα	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
B8 Τηλέφωνο Επικοινωνίας 1	21012345678
B9 Τηλέφωνο Επικοινωνίας 2	
B10 e-mail	
Γενικά Στοιχεία Κτιρίου	
B11 Αρμόδιος Φορέας	Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
B12 Φορέας/Φορείς Χρήσης	Γενική Γραμματεία Ενέργειας
B13 Τύπος Χρήσης	Μικτή Χρήση
B14 Χρήση	Γραφείου
B15 Όνομα Ιδιοκτήτη	
B16 Τύπος Ιδιοκτησίας	Ιδιόκτητο
B17 Διεύθυνση	Μεσογείων 131
B18 Τ.Κ.	12345
B19 Πόλη	Αθήνα
B20 Έτος Κατασκευής	2005
B21 Αριθμός Ορόφων	3
B22 Συνολική Επιφάνεια (τ.μ.)	700
B23 Θερμανόμενη Επιφάνεια (τ.μ.)	420
B24 Ενεργειακή Κατηγορία	Γ
B25 Αριθμός ΠΕΑ	30801/2014
B26 Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς(KWh/τ.μ.)	3,530
B27 Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/τ.μ.)	4,900.40
B28 Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO2 (kg/τ.μ.)	642.3

Εικόνα 26: Έναρξη Βασικών Πεδίων/ Καταχώρηση Γενικών Στοιχείων

Στη συνέχεια (Εικ.01) απεικονίζεται το δεύτερο φύλλο της αποδελτίωσης, στο οποίο συγκεντρώνονται τα δεδομένα της ηλεκτρικής κατανάλωσης, ενώ ακολουθεί αναλυτική αποτύπωση του συνόλου των εγκατεστημένων στο κτίριο συστημάτων, κατηγοριοποιημένων ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός). Η προκειμένη καταγραφή, με την οποία ολοκληρώνεται η ομάδα των βασικών πεδίων, αφορά στο σύνολο των τεχνικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών των χρησιμοποιούμενων συσκευών. Για τη θέρμανση του

Περιγραφή Ηλεκτρικής Κατανάλωσης	
B29	Πάροχος Ηλεκτρικής Ενέργειας ΔΕΗ
B30	Αριθμός Παροχής Ρεύματος
B31	Είδος τιμολογίου ΔΕΗ ΒΓ
Σύστημα Θέρμανσης Νο1	
B32	Τύπος Λέβητας/ Καυστήρας
B33	Καύσιμο Φυσικό Αέριο
B34	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια 1.05
B35	Συντελεστής εκπομπής ρύπων (kgCO2/kWh) 0.196
B36	Έτη λειτουργίας 4
B37	Πλήθος 3
B38	Ονομαστική Ισχύς (Ηλεκτρική) (kWe) 0.565
B39	Ονομαστική Ισχύς (Θερμική) (kWth) 543
B40	Ονομαστικός Βαθμός Απόδοσης (COP) (0<COP<1) 0.92
B41	Πραγματικός Βαθμός Απόδοσης (0<BA<1) 0.9
Σύστημα Ψύξης Νο1	
B42	Τύπος Κεντρικό-Αερόψυκτο
B43	Καύσιμο Ηλεκτρισμός
B44	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια 2.9
B45	Συντελεστής εκπομπής ρύπων (kgCO2/kWh) 0.989
B46	Έτη λειτουργίας 3
B47	Πλήθος 2
B48	Ονομαστική Ισχύς (Ηλεκτρική) (kWe) 141
B49	Ονομαστική Ισχύς (Ψυκτική) (kWcool) 451
B50	Ονομαστικός Βαθμός Απόδοσης (EER) 3.2
Σύστημα Αερισμού Νο1	
B51	Τύπος Προκλιματισμένου αέρα ΚΚΜ - Κεντρικό
B52	Καύσιμο Ηλεκτρισμός
B53	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια 2.9
B54	Συντελεστής εκπομπής ρύπων (kgCO2/kWh) 0.989
B55	Έτη λειτουργίας 3
B56	Πλήθος 1
B57	Παροχή αέρα (m ³ /h) 16,335
B58	Ονομαστική Ισχύς (Ηλεκτρική) (kWe) 17.8
B59	Ονομαστική Ισχύς (Ψυκτική/Θερμική) (kWcool/th) 148.75kWcool / 238.96kWh
Σύστημα Αερισμού Νο2	
B51*	Τύπος Ανεμιστήρας
B52*	Καύσιμο Ηλεκτρισμός
B53*	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια 2.9
B54*	Συντελεστής εκπομπής ρύπων (kgCO2/kWh) 0.989
B55*	Έτη λειτουργίας 3
B56*	Πλήθος 3
B57*	Παροχή αέρα (m ³ /h) 36,000
B58*	Ονομαστική Ισχύς (Ηλεκτρική) (kWe) 15
B59*	Ονομαστική Ισχύς (Ψυκτική/Θερμική) (kWcool/th)
Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης Νο1	
B60	Τύπος Ηλεκτρικός Θερμοσίφωνας
B61	Καύσιμο Ηλεκτρισμός
B62	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια 2.9
B63	Συντελεστής εκπομπής ρύπων (kgCO2/kWh) 0.989
B64	Έτη λειτουργίας 5
B65	Ονομαστική Ισχύς (Ηλεκτρική) (kWe) 90
B66	Ονομαστικός Βαθμός Απόδοσης (0<BA<1)
Σύστημα Φωτισμού Νο1	
B67	Είδος Συσκευής Τ5
B68	Ποσότητα 11
B69	Ισχύς (kW) 0.035
Σύστημα Φωτισμού Νο2	
B67*	Είδος Συσκευής Προβολέας
B68*	Ποσότητα 12
B69*	Ισχύς (kW) 0.4
Σύστημα Φωτισμού Νο3	
B67*	Είδος Συσκευής Φθορισμού 1 x 6
B68*	Ποσότητα 20
B69*	Ισχύς (kW) 0.21

Εικόνα 27: Τέλος Βασικών Πεδίων/ Περιγραφή ηλεκτρικής κατανάλωσης και καταχώρηση συστημάτων

Ετήσια Δεδομένα		
E1	Συνολική επιφάνεια κτιρίου (τ.μ.)	749
E2	Αριθμός Χρηστών	47
Σύστημα Θέρμανσης Νο1		
E3	Σύνολο ωρών λειτουργίας	1400
E4	Ετήσιο κόστος συντήρησης (ευρώ)	500
E5	Πραγματικός βαθμός Απόδοσης ($0 < BA < 1$)	0.9
Σύστημα Ψύξης Νο1		
E6	Σύνολο ωρών λειτουργίας	1250
E7	Ετήσιο κόστος συντήρησης (ευρώ)	
Σύστημα Αερισμού Νο1		
E8	Σύνολο ωρών λειτουργίας	3360
E9	Ετήσιο κόστος συντήρησης (ευρώ)	
Σύστημα Αερισμού Νο2		
E8*	Σύνολο ωρών λειτουργίας	1200
E9*	Ετήσιο κόστος συντήρησης (ευρώ)	
Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης Νο1		
E10	Σύνολο ωρών λειτουργίας	200
E11	Ετήσιο κόστος συντήρησης (ευρώ)	300
Σύστημα Φωτισμού Νο1		
E12	Σύνολο ωρών λειτουργίας	3405
Σύστημα Φωτισμού Νο2		
E12*	Σύνολο ωρών λειτουργίας	2722
Σύστημα Φωτισμού Νο3		
E12*	Σύνολο ωρών λειτουργίας	1906

Εικόνα 28: Έναρξη ετήσιων δεδομένων/ Εισαγωγή στοιχείων από τον Ενεργειακό Υπεύθυνο

κτιρίου καταναλώνεται φυσικό αέριο, ενώ οι ανάγκες του σε ψύξη, αερισμό, ΖΝΧ και φωτισμό καλύπτονται από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Ακολουθώς, απεικονίζεται η αποτύπωση των ετήσιων δεδομένων, εκκινώντας από τα στοιχεία που εισάγει στη φόρμα καταγραφής ο εκάστοτε Ενεργειακός Υπεύθυνος (Εικ.02). Τα πεδία E1, E2 εξυπηρετούν τον υπολογισμό δεικτών ενεργειακής απόδοσης και ανανεώνονται μόνο κατόπιν παρεμβάσεων στο κτίριο, ενώ τα πεδία που έπονται (E3-E12) καλύπτουν τον τομέα των ετήσιων καταναλώσεων μέσω της εισαγωγής των εκτιμώμενων ωρών λειτουργίας εκάστου καταγραφέντος συστήματος, παρέχοντας παράλληλα πληροφορίες για τυχόν παρασχεθείσες υπηρεσίες συντήρησης (πραγματικοί βαθμοί απόδοσης, κόστη συντήρησης). Η ένδειξη (*) αφορά στις περιπτώσεις ύπαρξης πολλαπλών πεδίων, δηλαδή σε τελικές χρήσεις περιλαμβάνουσες περισσότερα του ενός συστήματα.

Ετήσιες Καταναλώσεις/Χρεώσεις		
Ηλεκτρική Ενέργεια		
Θέρμανση		
E13	N/O	OXI
E14	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E15	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Ψύξη		
E16	N/O	NAI
E17	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	327,680
E18	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Αερισμός		
E19	N/O	NAI
E20	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	110,202
E21	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Φωτισμός		
E22	N/O	NAI
E23	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	1,561
E24	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Συσκευές		
E25	N/O	OXI
E26	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E27	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
ZNX		
E28	N/O	NAI
E29	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	18,360
E30	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Data Center		
E31	N/O	OXI
E32	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E33	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Ανελκυστήρες		
E34	N/O	OXI
E35	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E36	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Απώλειες		
E37	N/O	OXI
E38	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E39	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Άλλο		
E40	N/O	OXI
E41	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E42	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Σύνολο		
E43	Συνολική Κατανάλωση (kWh)	457,803
E44	Συνολικό Κόστος (ευρώ)	73,630.71

Εικόνα 29: Συνέχεια Ετήσιων Δεδομένων/ Καταχώρηση καταναλώσεων και χρεώσεων ηλεκτρισμού

Η επόμενη ομάδα ετήσιων πεδίων (Εικ.03) αποτυπώνει την αναλυτική περιγραφή των ετήσιων καταναλώσεων ηλεκτρισμού. Οι συνολικές καταναλώσεις-χρεώσεις προέρχονται από τα αντίστοιχα τιμολόγια, ενώ τα επιμέρους στοιχεία ανά τελική χρήση εισάγονται με τη βοήθεια έξυπνων μετρητών, εφόσον είναι εγκατεστημένοι. Τυχόν διαθεσιμότητα έξυπνων μετρητών εγγυάται βελτίωση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας, παρέχοντας την δυνατότητα παράκαμψης των εκτιμώμενων ωρών λειτουργίας ανά σύστημα. Καταχρηστικά και χάριν πληρότητας, στο

προκείμενο παράδειγμα παρατίθενται αμφότερες (ενδείξεις μετρητών και εκτιμήσεις Ενεργειακού Υπευθύνου), με στόχο την πλήρη παρουσίαση των μεθόδων εξαγωγής υπολογιστικών αποτελεσμάτων, όπως θα καταδειχθεί διεξοδικά και στο προσεχές κεφάλαιο. Εν συνεχεία (Εικ.04) παρατίθεται η αντιστοίχως διαρθρωμένη καταγραφή των καταναλώσεων ορυκτών καυσίμων τόσο εν συνόλω, όσο και ανά τελική χρήση:

Πετρέλαιο		
Θέρμανση		
E45	N/O	OXI
E46	Ετήσια Κατανάλωση (τόνοι)	
E47	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Ψύξη		
E48	N/O	OXI
E49	Ετήσια Κατανάλωση (τόνοι)	
E50	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
ZNX		
E51	N/O	OXI
E52	Ετήσια Κατανάλωση (τόνοι)	
E53	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Σύνολο		
E54	Συνολική Κατανάλωση (τόνοι)	OXI
E55	Συνολικό Κόστος (ευρώ)	
Φυσικό Αέριο		
Θέρμανση		
E56	N/O	NAI
E57	Ετήσια Κατανάλωση (κυβικά μέτρα)	237,880
E58	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Ψύξη		
E59	N/O	OXI
E60	Ετήσια Κατανάλωση (κυβικά μέτρα)	
E61	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
ZNX		
E62	N/O	OXI
E63	Ετήσια Κατανάλωση (κυβικά μέτρα)	
E64	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Σύνολο		
E65	Συνολική Κατανάλωση (κυβικά μέτρα)	237,880
E66	Συνολικό Κόστος (ευρώ)	15,300.36
Άλλο		
E67	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	
E68	Συντελεστής εκπομπής ρύπων (kgCO ₂ /kWh)	
E69	Θερμογόνος δύναμη (kWh/?)	
Θέρμανση		
E70	N/O	OXI
E71	Ετήσια Κατανάλωση (?)	
E72	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Ψύξη		
E73	N/O	OXI
E74	Ετήσια Κατανάλωση (?)	
E75	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
ZNX		
E76	N/O	OXI
E77	Ετήσια Κατανάλωση (?)	
E78	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Σύνολο		
E79	Συνολική Κατανάλωση (?)	
E80	Συνολικό Κόστος (ευρώ)	

Εικόνα 30: Συνέχεια Ετήσιων Δεδομένων/ Καταχώρηση καταναλώσεων και χρεώσεων ορυκτών καυσίμων

ΑΠΕ		
Ηλιακή Ενέργεια		
Θέρμανση		
E81	N/O	OXI
E82	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E83	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Ψύξη		
E84	N/O	OXI
E85	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E86	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
ZNX		
E87	N/O	OXI
E88	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E89	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Σύνολο		
E90	Συνολική Κατανάλωση (kWh)	
E91	Συνολικό Κόστος (ευρώ)	
Βιομάζα		
Θέρμανση		
E92	N/O	OXI
E93	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E94	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Ψύξη		
E95	N/O	OXI
E96	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E97	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
ZNX		
E98	N/O	OXI
E99	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E100	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Σύνολο		
E101	Συνολική Κατανάλωση (kWh)	
E102	Συνολικό Κόστος (ευρώ)	
Γεωθερμία		
Θέρμανση		
E103	N/O	OXI
E104	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E105	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Ψύξη		
E106	N/O	OXI
E107	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E108	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
ZNX		
E109	N/O	OXI
E110	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E111	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Σύνολο		
E112	Συνολική Κατανάλωση (kWh)	
E113	Συνολικό Κόστος (ευρώ)	

Εικόνα 31: Συνέχεια Ετήσιων Δεδομένων/ Καταχώρηση ΑΠΕ

Η καταγραφή των ετήσιων καταναλώσεων ολοκληρώνεται με την αποδελτίωση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), όπως αποτυπώνονται στις εικόνες 5 και 6. Τα στοιχεία καταναλώσεων ομαδοποιούνται ανά τύπο ΑΠΕ και τελική χρήση, καθιστώντας προσβάσιμες τόσο τις συνολικές, όσο και τις επιμέρους συνεισφορές κάθε διακριτού τύπου ΑΠΕ.

Φ/Β		
Θέρμανση		
E114	N/O	OXI
E115	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E116	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Ψύξη		
E117	N/O	OXI
E118	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E119	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Φωτισμός		
E120	N/O	OXI
E121	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E122	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Συσκευές		
E123	N/O	OXI
E124	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E125	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
ΖΝΧ		
E126	N/O	OXI
E127	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E128	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Σύνολο		
E129	Συνολική Κατανάλωση (kWh)	
E130	Συνολικό Κόστος (ευρώ)	
Άλλο		
Θέρμανση		
E131	N/O	OXI
E132	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E133	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Ψύξη		
E134	N/O	OXI
E135	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E136	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Αερισμός		
E137	N/O	OXI
E138	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E139	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Φωτισμός		
E140	N/O	OXI
E141	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E142	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Συσκευές		
E143	N/O	OXI
E144	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E145	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
ΖΝΧ		
E146	N/O	OXI
E147	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	
E148	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)	
Σύνολο		
E149	Συνολική Κατανάλωση (kWh)	
E150	Συνολικό Κόστος (ευρώ)	

Εικόνα 32: Τέλος Ετήσιων Δεδομένων/ Καταχώρηση ΑΠΕ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Προδιαγραφές για φόρμες υπολογισμού ετήσιων ενεργειακών καταναλώσεων κτιρίων

4.1 Εισαγωγή

Χάρη στην προηγηθείσα διαδικασία συλλογής και καταγραφής των βασικών και ετήσιων δεδομένων, έχει επιτευχθεί η διαθεσιμότητα όλων των προς επεξεργασία στοιχείων, με τελικό στόχο τον αναλυτικό υπολογισμό των παραμέτρων που σχετίζονται με τις ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις του κτιρίου, αλλά και τις συνεπαγόμενες οικονομικές δαπάνες. Τα εξαχθέντα υπολογιστικά αποτελέσματα καθιστούν δυνατή όχι μόνο την παρακολούθηση της ετήσιας κατανάλωσης του κτιρίου, αλλά και των μεταβολών αυτής κατά την πάροδο των ετών. Με τον τρόπο αυτό καταδεικνύεται η αναγκαιότητα τυχόν μελλοντικών παρεμβάσεων με στόχο την αναβάθμιση της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιρίου, καθώς επίσης και η πρόοδος αναφορικά με ήδη διενεργηθείσες παρεμβάσεις και παρελθόντες στόχους ενεργειακής εξοικονόμησης.

Η διαδικασία υπολογισμού εκκινεί με την συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου (Y1), δηλαδή το άθροισμα όλων των ανά τύπο καυσίμου ετήσιων καταναλώσεων. Λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι η ετήσια κατανάλωση πετρελαίου καταχωρείται σε τόνους και η ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου σε κυβικά μέτρα, έχουμε:

$Y1 = (\text{Συνολική Κατανάλωση Ηλεκτρισμού}) + (\text{Συνολική Κατανάλωση Πετρελαίου}) + (\text{Συνολική Κατανάλωση Φυσικού Αερίου}) + (\text{Συνολική Κατανάλωση Άλλου}) + (\text{Συνολική Κατανάλωση ΑΠΕ}),$ όπου:

Συνολική Κατανάλωση Πετρελαίου [kWh]= (Συνολική Κατανάλωση Πετρελαίου[τόνοι]) *1000 * (Θερμογόνο Δύναμη Πετρελαίου[kWh/kg])

και

Συνολική Κατανάλωση Φυσικού Αερίου [kWh]= (Συνολική Κατανάλωση Φυσικού Αερίου[m³]) * (Θερμογόνο Δύναμη Φυσικού Αερίου[kWh/ m³])

Τα ακόλουθα πεδία (Y2-Y10) αφορούν στις ετήσιες καταναλώσεις εκάστου τύπου καυσίμου ή ΑΠΕ, συνεπώς λαμβάνονται αυτούσια από τα αντίστοιχα πεδία ετήσιων δεδομένων, όπου βρίσκονται καταγεγραμμένα.

Στη συνέχεια ακολουθεί ο υπολογισμός της εκατοστιαίας συνεισφοράς εκάστου τύπου καυσίμου στο ισοζύγιο της ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης (Y11-Y14). Ο υπολογισμός ακολουθεί την κάτωθι γενική μορφή:

Συνεισφορά καυσίμου X στο ενεργειακό ισοζύγιο(%)= 100% * (Συνολική Κατανάλωση X)/ (Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας)

Η συνολική ετήσια κατανάλωση του καυσίμου, καταχωρημένη ως ετήσιο δεδομένο, έχει ήδη ενσωματωθεί στα πεδία (Y2-Y10), ενώ η συνολική κατανάλωση ενέργειας ήδη έχει υπολογιστεί στο πεδίο Y1.

Τέλος, ο υπολογισμός των εκατοστιαίων συνεισφορών ολοκληρώνεται με παρόμοιο τρόπο και για τους διάφορους τύπους ΑΠΕ (Y14-Y19).

Η παρακολούθηση των ετήσιων συνολικών καταναλώσεων ανά τύπο καυσίμου μας παρέχει μια πρώτη αποτύπωση του ενεργειακού προφίλ του κτιρίου, αλλά η επίτευξη μιας διεξοδικότερης προσέγγισης της ενεργειακής απόδοσης προαπαιτεί και την ανάλυση των ετήσιων καταναλώσεων με γνώμονα την κατανομή τους στις διάφορες τελικές χρήσεις (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός) είτε σε επίπεδο τελικών καταναλώσεων είτε σε ισοδύναμη πρωτογενή ενέργεια. Ως αποτέλεσμα, αποτελεί ζωτική ανάγκη η διασφάλιση όσο το δυνατόν ακριβέστερων προσεγγίσεων αναφορικά με τις εκάστοτε επιμέρους ανά εγκατεστημένο σύστημα καταναλώσεις. Εντός των πλαισίων αυτών κρίνεται σε κάθε περίπτωση προτιμητέα η εισαγωγή στο σύστημα κτιριακής αποτύπωσης δεδομένων προερχομένων από έξυπνους μετρητές, όπου αυτό είναι δυνατόν. Σε αντίθετη περίπτωση, τα αντίστοιχα αποτελέσματα εξάγονται έμμεσα λαμβάνοντας υπ' όψιν τις εισαγόμενες από τον Ενεργειακό Υπεύθυνο εκτιμώμενες ώρες λειτουργίας των δηλωθέντων συστημάτων, καθώς και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά αυτών. Αναμφίβολα, θα πρέπει εν προκειμένω να αναμένονται περιορισμοί στην ακρίβεια των αποτελεσμάτων, οφειλόμενοι τόσο σε τυχόν αστοχίες των Ενεργειακών Υπευθύνων κατά την εκτίμηση των ωρών λειτουργίας, όσο και στις αναπόφευκτες μεταβολές των λειτουργικών χαρακτηριστικών των διαφόρων συστημάτων, τα οποία προϊόντος του χρόνου θα αποκλίνουν από τις ονομαστικές τους τιμές λόγω γήρανσης των συσκευών. Συνεπώς, κατά την παρουσίαση της διαδικασίας των υπολογισμών θα διακριθούν αντίστοιχα δύο περιπτώσεις ως προς την προέλευση των εισαγόμενων στοιχείων (διαθεσιμότητα ή μη δεδομένων από έξυπνους μετρητές), όπως θα καταδειχθεί αναλυτικότερα και στη συνέχεια.

Ειδικότερα, σε περίπτωση μη ύπαρξης έξυπνων μετρητών, οπότε και τα υπολογιστικά αποτελέσματα θα εξάγονται έμμεσα από τα στοιχεία των Ενεργειακών Υπευθύνων, θα λαμβάνει χώρα ένας επιπρόσθετος έλεγχος με στόχο τη διερεύνηση της αξιοπιστίας των εν λόγω εκτιμήσεων. Πιο συγκεκριμένα, θα αθροίζονται οι υπολογιζόμενες καταναλώσεις όλων των συστημάτων που αντιστοιχούν σε ένα συγκεκριμένο τύπο καυσίμου και θα συγκρίνονται με την πραγματική ετήσια κατανάλωση του εν λόγω καυσίμου. Τυχόν αποκλίσεις που θα υπερβαίνουν το 10% θα χαρακτηρίζονται ως μη αποδεκτές.

Για τον υπολογισμό της συνολικής ενέργειας που καταναλώθηκε για θέρμανση, εφόσον έχουν εγκατασταθεί έξυπνοι μετρητές, αρκεί η άθροιση των ετήσιων καταναλώσεων για θέρμανση, όπως αυτές έχουν αποτυπωθεί στους αντίστοιχους τύπους καυσίμων στην ομάδα (E13-E80) των ετήσιων δεδομένων, επομένως:

Συνολικές Καταναλώσεις Θέρμανσης = (κατανάλωση ηλεκτρισμού για θέρμανση) + (κατανάλωση πετρελαίου για θέρμανση) + (κατανάλωση ΦΑ για θέρμανση) + (κατανάλωση «άλλου» για θέρμανση)

Σε αντίθετη περίπτωση, θα αθροίζονται οι καταναλώσεις των διαφόρων δηλωθέντων συστημάτων θέρμανσης, όπου για την κατανάλωση εκάστου συστήματος ισχύει:

Κατανάλωση συστήματος = (πλήθος)*(ώρες λειτουργίας)*(kWth/BA)

Το πλήθος και η ονομαστική θερμική ισχύς θα λαμβάνονται από τα βασικά πεδία (B37, B39), ενώ οι ώρες λειτουργίας και ο πραγματικός βαθμός απόδοσης από τα ετήσια δεδομένα (E3, E5). Ομοίως για την ψύξη σε περίπτωση διαθεσιμότητας έξυπνων μετρητών θα είναι:

Συνολικές Καταναλώσεις Ψύξης =(κατανάλωση ηλεκτρισμού για ψύξη) + (κατανάλωση ΦΑ για ψύξη) + (κατανάλωση «άλλου» για ψύξη)

Εναλλακτικά, θα αθροίζονται οι επιμέρους καταναλώσεις των συστημάτων ψύξης, αφού πρώτα υπολογισθούν ως ακολούθως:

Κατανάλωση συστήματος = (πλήθος)*(ώρες λειτουργίας)*(kWcool/BA)

Εν προκειμένω, μόνο οι ώρες λειτουργίας θα λαμβάνονται από τα ετήσια δεδομένα (E6), ενώ τα υπόλοιπα στοιχεία από τα βασικά πεδία (B47, B49, B50).

Με παρόμοιο τρόπο για τα συστήματα αερισμού θα ισχύει για την περίπτωση ύπαρξης έξυπνων μετρητών:

Συνολικές Καταναλώσεις Αερισμού = (κατανάλωση ηλεκτρισμού για αερισμό)

Διαφορετικά, θα αθροίζονται οι καταναλώσεις των συστημάτων αερισμού, υπολογισμένες ως εξής:

Κατανάλωση συστήματος = (ώρες λειτουργίας)*(ον. ισχύς)*(πλήθος),
με τις ώρες λειτουργίας να λαμβάνονται από τα ετήσια δεδομένα (E8) και τα λοιπά στοιχεία από τα βασικά πεδία (B56, B58).

Αντιστοίχως, για το Ζεστό Νερό Χρήσης θα ισχύει σε περίπτωση ύπαρξης έξυπνων μετρητών:

Συνολικές Καταναλώσεις ZNX =(κατανάλωση ηλεκτρισμού για ZNX) + (κατανάλωση πετρελαίου για ZNX)+(κατανάλωση ΦΑ για ZNX) + (κατανάλωση «άλλου» για ZNX),
με τα στοιχεία να λαμβάνονται από τα ετήσια πεδία, ενώ σε αντίθετη περίπτωση θα αθροίζονται οι επιμέρους καταναλώσεις των διαφόρων συστημάτων ZNX, οι οποίες θα προκύπτουν ως ακολούθως:

Κατανάλωση συστήματος = (ώρες λειτουργίας)*(ον. ισχύς)

Οι εκτιμώμενες ώρες θα λαμβάνονται από τα ετήσια δεδομένα (E10), ενώ η ονομαστική ισχύς από τα βασικά πεδία (B65).

Ο υπολογισμός των ετήσιων καταναλώσεων ανά τελική χρήση ολοκληρώνεται με το φωτισμό, για τον οποίο θα ισχύουν αντίστοιχα οι σχέσεις:

Συνολικές Καταναλώσεις Φωτισμού =(συνολική ετήσια κατανάλωση ηλ. ενέργειας για φωτισμό)

και:

Κατανάλωση συστήματος = (ποσότητα)*(Ον. Ισχύς)*(ώρες λειτουργίας),
όπου ποσότητα και ονομαστική ισχύς θα λαμβάνονται από τα βασικά πεδία (B68, B69), ενώ οι εκτιμώμενες ώρες λειτουργίας από τα ετήσια δεδομένα (E12).

Σε πλήρη αντιστοιχία με τα παραπάνω, για τον υπολογισμό της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση, κρίνεται επίσης αναγκαία η διάκριση δύο περιπτώσεων αναφορικά με την ύπαρξη ή μη έξυπνων μετρητών. Οι εν λόγω καταναλώσεις παρέχουν ιδιαίτερα χρήσιμες πληροφορίες για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, αλλά και για τη φιλικότητά του προς το περιβάλλον, καθώς αντιπροσωπεύουν το ενεργειακό περιεχόμενο των εκάστοτε φορέων ενέργειας άνευ μετατροπών ή μεταποιήσεων. Η μέθοδος υπολογισμού τους θα επαναλάβει την ανωτέρω παρατεθείσα τυποποίηση σχετικά με τις ετήσιες καταναλώσεις ανά τελική χρήση, με μοναδική προσθήκη τους αντίστοιχους συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια του εκάστοτε καυσίμου. Στην πρώτη περίπτωση, οι ετήσιες καταναλώσεις που θα λαμβάνονται από τους μετρητές θα πολλαπλασιάζονται με τον συντελεστή μετατροπής εκάστου χρησιμοποιούμενου καυσίμου. Εναλλακτικά, η κατανάλωση εκάστου συστήματος θα πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή μετατροπής που αντιστοιχεί στο καύσιμο του συστήματος. Τέλος, οι συνολικές καταναλώσεις ΑΠΕ και πρωτογενούς ενέργειας προκύπτουν ως άθροισμα των επιμέρους ανά τύπο καυσίμου ή ΑΠΕ.

Οι ετήσιες εκπομπές ρύπων θα προκύψουν ως το άθροισμα των εκπομπών ανά τύπο καταναλισκόμενου καυσίμου, επομένως:

Συνολικές εκπομπές CO₂ = (συν. κατ. Ηλεκτρικής ενέργειας * συντ. εκπομπών)+ (συν. κατ. πετρελαίου * συντ. εκπομπών)+ (συν. κατ. Φυσικού αερίου * συντ. εκπομπών)+ (συν. κατ. «άλλου» * συντ. εκπομπών),

ενώ οι συνολικές δαπάνες θα προκύπτουν ως άθροισμα των δαπανών συντήρησης και κατανάλωσης, άρα:

Κόστος = (ετήσιο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας) + (ετήσιο κόστος πετρελαίου)+(ετήσιο κόστος φυσικού αερίου)+(ετήσιο κόστος «άλλου») + (ετήσιο κόστος συντήρησης συστ. θέρμανσης) + (ετήσιο κόστος συντήρησης συστ. ψύξης) + (ετήσιο κόστος συντήρησης συστ. αερισμού) + (ετήσιο κόστος συντήρησης συστ. ZNX)

Στην κατά το δυνατόν πληρέστερη αποτύπωση της ανατομίας των καταναλώσεων μίας δοθείσης κτιριακής εγκατάστασης συμβάλλουν σημαντικά και οι δείκτες ενεργειακής απόδοσης (Energy Performance Indicators-EnPIs). Οι δείκτες που επιλέχθηκαν είναι οι ακόλουθοι:

- Καταναλισκόμενη Ενέργεια/Χρήστη (kWh/ χρήστη)
- Εκπομπές CO₂/Χρήστη (kgCO₂/ χρήστη)
- Εκπομπές CO₂/μονάδα επιφανείας (kgCO₂/ m²)
- Κόστος/ μονάδα επιφάνειας (Ευρώ/ m²)
- Κόστος/ Χρήστη (ευρώ/ χρήστη)
- Κόστος/ Καταναλισκόμενη Ενέργεια (ευρώ/ kWh)
- Καταναλισκόμενη ενέργεια/ Μονάδα επιφανείας (kWh/ m²)

4.2 Προδιαγραφές

Στην παρούσα ενότητα παρατίθεται συνοπτικά το σύνολο των υπολογιζόμενων μεγεθών. Οι ενδείξεις «i» αναφέρονται σε πολλαπλά πεδία.

Υπολογιζόμενα Μεγέθη:

- ✓ Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας (kWh)

$$Y1 = E43 + (E54 * 1000 * 11.92) + (E65 * 10.12) + \sum (E69i * E79i) + E90 + E101 + E112 + E129 + \sum E149i$$

- ✓ Συνολική Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (kWh)

$$Y2 = E43$$

- ✓ Συνολική Κατανάλωση Πετρελαίου (kWh)

$$Y3 = E54 * 1000 * 11.92$$

- ✓ Συνολική Κατανάλωση Φυσικού Αερίου (kWh)

$$Y4 = E65 * 10.12$$

- ✓ Συνολική Κατανάλωση Άλλου (επαναλαμβανόμενο πεδίο) (kWh)

$$Y5i = E69i * E79i$$

- ✓ ΑΠΕ

i) Συνολική Κατανάλωση Ηλιακής Ενέργειας (kWh)

$$Y6 = E90$$

ii) Συνολική Κατανάλωση Βιομάζας (kWh)

$$Y7 = E101$$

iii) Συνολική Κατανάλωση Γεωθερμίας (kWh)

$$Y8 = E112$$

iv) Συνολική Κατανάλωση Φ/Β (kWh)

$$Y9 = E129$$

v) Συνολική Κατανάλωση Άλλου (επαναλαμβανόμενο πεδίο) (kWh)

$$Y10i = E149i$$

✓ Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο (%)

i) Ηλεκτρική Ενέργεια

$Y_{11} = (\text{συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας}) * 100 / (\text{άθροισμα συνολικών καταναλώσεων}), \text{ άρα:}$

$$Y_{11} = Y_2 * 100 / Y_1$$

Ορυκτά καύσιμα

ii) Πετρέλαιο

$Y_{12} = (\text{συνολική κατανάλωση πετρελαίου}) * (\text{θερμογόνος δύναμη}) * 100 / (\text{άθροισμα συνολικών καταναλώσεων}), \text{ άρα:}$

$$Y_{12} = Y_3 * 100 / Y_1$$

iii) Φυσικό Αέριο

$Y_{13} = (\text{συνολική κατανάλωση φυσικού αερίου}) * (\text{θερμογόνος δύναμη}) * 100 / (\text{άθροισμα συνολικών καταναλώσεων}), \text{ άρα:}$

$$Y_{13} = Y_4 * 100 / Y_1$$

iv) Άλλο (επαναλαμβανόμενο πεδίο)

$Y_{14i} = (\text{συνολική κατανάλωση «άλλου» καυσίμου}) * (\text{θερμογόνος δύναμη}) * 100 / (\text{άθροισμα συνολικών καταναλώσεων}), \text{ άρα:}$

$$Y_{14i} = Y_{5i} * 100 / Y_1$$

✓ ΑΠΕ

i) Ηλιακή Ενέργεια

$Y_{15} = (\text{συνολική κατανάλωση ηλιακής ενέργειας}) * 100 / (\text{άθροισμα συνολικών καταναλώσεων}), \text{ άρα:}$

$$Y_{15} = Y_6 * 100 / Y_1$$

ii) Βιομάζα

$Y16 = (\text{συνολική κατανάλωση βιομάζας}) * 100 / (\text{άθροισμα συνολικών καταναλώσεων})$, άρα:

$$Y16 = Y7 * 100 / Y1$$

iii) Γεωθερμία

$Y17 = (\text{συνολική κατανάλωση γεωθερμίας}) * 100 / (\text{άθροισμα συνολικών καταναλώσεων})$, άρα:

$$Y17 = Y8 * 100 / Y1$$

iv) Φ/Β

$Y18 = (\text{συνολική κατανάλωση φ/β}) * 100 / (\text{άθροισμα συνολικών καταναλώσεων})$, άρα:

$$Y18 = Y9 * 100 / Y1$$

v) Άλλο

$Y19i = (\text{συνολική κατανάλωση «άλλου»}) * 100 / (\text{άθροισμα συνολικών καταναλώσεων})$, άρα:

$$Y19i = Y10i * 100 / Y1$$

- ✓ Ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh: θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός)

Σημείωση: Στα πεδία Y20-Y24 θα διακρίνουμε δύο περιπτώσεις. Στην περίπτωση 1 υπάρχουν διαθέσιμες μετρήσεις από έξυπνους μετρητές, ενώ στην περίπτωση 2 όχι.

i) Θέρμανση

- Περίπτωση 1:

$Y20 = (\text{κατανάλωση ηλεκτρισμού για θέρμανση}) + (\text{κατανάλωση πετρελαίου για θέρμανση}) + (\text{κατανάλωση ΦΑ για θέρμανση}) + (\text{κατανάλωση «άλλου» για θέρμανση})$, άρα:

$$Y20 = E14 + (E46 * 1000 * 11.92) + (E57 * 10.12) + \sum (E69i * E71i)$$

- Περίπτωση 2:

$Y20 = (\text{κατανάλωση συστημάτων θέρμανσης})$, όπου:

Κατανάλωση=(πλήθος)*(ώρες λειτουργίας)*(kWth/BA)

Επομένως:

Κατανάλωση συστ.= $B37i \cdot E3i \cdot (B39i/E5i)$

Τελικά:

$Y20 = \sum B37i \cdot E3i \cdot (B39i/E5i)$

ii) Ψύξη

- Περίπτωση 1:

$Y21 = (\text{κατανάλωση ηλεκτρισμού για ψύξη}) + (\text{κατανάλωση ΦΑ για ψύξη}) + (\text{κατανάλωση «άλλου» για ψύξη})$, άρα:

$Y21 = E17 + (E60 \cdot 10.12) + \sum (E69i \cdot E74i)$

- Περίπτωση 2:

$Y21 = (\text{κατανάλωση συστημάτων ψύξης})$, όπου:

Κατανάλωση=(πλήθος)*(ώρες λειτουργίας)*(kWcool/BA)

Επομένως:

Κατανάλωση συστ. = $B47i \cdot E6i \cdot (B49i/B50i)$

Τελικά:

$Y21 = \sum B47i \cdot E6i \cdot (B49i/B50i)$

iii) Αερισμός

- Περίπτωση 1:

$Y22 = (\text{κατανάλωση ηλεκτρισμού για αερισμό})$, άρα:

$Y22 = E20$

- Περίπτωση 2:

$Y22 = (\text{κατανάλωση συστημάτων αερισμού})$, όπου:

Κατανάλωση= (ώρες λειτουργίας)*(ον. ισχύς)*(πλήθος)

Επομένως:

Κατανάλωση συστ. = $E8i \cdot B58i \cdot B56i$

Τελικά:

$Y22 = (\sum E8i \cdot B58i \cdot B56i)$

iv) ZNX

- Περίπτωση 1:

$Y_{23} = (\text{κατανάλωση ηλεκτρισμού για ZNX}) + (\text{κατανάλωση πετρελαίου για ZNX}) + (\text{κατανάλωση ΦΑ για ZNX}) + (\text{κατανάλωση «άλλου» για ZNX})$, άρα:

$$Y_{23} = E_{29} + (E_{52} * 1000 * 11.92) + (E_{63} * 10.12) + \sum (E_{69i} * E_{77i})$$

- Περίπτωση 2:

$Y_{23} = (\text{κατανάλωση συστημάτων ZNX})$, όπου:
Κατανάλωση = (ώρες λειτουργίας) * (ον. ισχύς)

Επομένως:

Κατανάλωση συστ. = $E_{10i} * B_{65i}$

Τελικά:

$$Y_{23} = (\sum E_{10i} * B_{65i})$$

v) Φωτισμός

- Περίπτωση 1:

$Y_{24} = (\text{συνολική ετήσια κατανάλωση ηλ. ενέργειας για φωτισμό})$, άρα:

$$Y_{24} = E_{23}$$

- Περίπτωση 2:

$Y_{24} = (\text{κατανάλωση συστημάτων φωτισμού})$, όπου:

Κατανάλωση = (ποσότητα) * (Ον. Ισχύς) * (ώρες λειτουργίας)

Επομένως:

Κατανάλωση συστ. = $B_{68i} * B_{69i} * E_{12i}$

Τελικά:

$$Y_{24} = \sum B_{68i} * B_{69i} * E_{12i}$$

- ✓ Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2 : θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός)

Σημείωση: Στα πεδία Y_{25} - Y_{29} θα διακρίνουμε δύο περιπτώσεις. Στην περίπτωση 1 υπάρχουν διαθέσιμες μετρήσεις από έξυπνους μετρητές, ενώ στην περίπτωση 2 όχι.

i) Θέρμανση

- Περίπτωση 1:

$Y_{25} = [(κατανάλωση \text{ ηλεκτρισμού για θέρμανση}) * (\text{συντελεστή ηλεκτρισμού}) + (κατανάλωση \text{ πετρελαίου για θέρμανση}) * (\text{συντελεστή πετρελαίου}) + (κατανάλωση \text{ ΦΑ για θέρμανση}) * (\text{συντελεστή ΦΑ}) + (κατανάλωση \text{ «άλλου» για θέρμανση}) * (\text{συντελεστή «άλλου»})] / (\text{συνολική επιφάνεια κτιρίου}), \text{ άρα:}$

$$Y_{25} = [(E_{14} * 2.9) + (E_{46} * 1000 * 11.92 * 1.1) + (E_{57} * 10.12 * 1.05) + \sum (E_{69i} * E_{71i} * E_{67i})] / E_1$$

- Περίπτωση 2:

$Y_{25} = (\text{κατανάλωση συστημάτων θέρμανσης}) / (\text{συνολική επιφάνεια κτιρίου}), \text{ όπου:}$

$\text{Κατανάλωση} = (\text{πλήθος}) * (\text{ώρες λειτουργίας}) * (\text{kWth/BA}) * (\text{συντελεστής μετατροπής καυσίμου σε πρωτογενή ενέργεια})$

Επομένως:

$\text{Κατανάλωση συστ.} = B_{37i} * E_{3i} * (B_{39i} / E_{5i}) * B_{34i}$

Τελικά:

$$Y_{25} = [\sum B_{37i} * E_{3i} * (B_{39i} / E_{5i}) * B_{34i}] / E_1$$

ii) Ψύξη

- Περίπτωση 1:

$Y_{26} = [(κατανάλωση \text{ ηλεκτρισμού για ψύξη}) * (\text{συντελεστή ηλεκτρισμού}) + (κατανάλωση \text{ ΦΑ για ψύξη}) * (\text{συντελεστή ΦΑ}) + (κατανάλωση \text{ «άλλου» για ψύξη}) * (\text{συντελεστή «άλλου»})] / (\text{συνολική επιφάνεια κτιρίου}), \text{ άρα:}$

$$Y_{26} = [(E_{17} * 2.9) + (E_{60} * 10.12 * 1.05) + \sum (E_{67i} * E_{69i} * E_{74i})] / E_1$$

- Περίπτωση 2:

$Y_{26} = (\text{κατανάλωση συστημάτων ψύξης}) / (\text{συνολική επιφάνεια κτιρίου}), \text{ όπου:}$

$\text{Κατανάλωση} = (\text{πλήθος}) * (\text{ώρες λειτουργίας}) * (\text{kWcool/BA}) * (\text{συντελεστής μετατροπής καυσίμου σε πρωτογενή ενέργεια})$

Επομένως:

$\text{Κατανάλωση συστ.} = B_{47i} * E_{6i} * (B_{49i} / B_{50i}) * B_{44i}$

Τελικά:

$$Y_{26} = [\sum B_{47i} * E_{6i} * (B_{49i} / B_{50i}) * B_{44i}] / E_1$$

iii) Αερισμός

- Περίπτωση 1:

$Y_{27} = [(\text{κατανάλωση ηλεκτρισμού για αερισμό}) * (\text{συντελεστή ηλεκτρισμού})] / (\text{συνολική επιφάνεια κτιρίου}), \text{ άρα:}$

$$Y_{27} = (E_{20} * 2.9) / E_1$$

- Περίπτωση 2:

$Y_{27} = (\text{κατανάλωση συστημάτων αερισμού}) / (\text{συνολική επιφάνεια κτιρίου}), \text{ όπου:}$
Κατανάλωση = (ώρες λειτουργίας) * (ον. ισχύς) * (πλήθος) * (συντελεστής μετατροπής ηλεκτρισμού σε πρωτογενή ενέργεια)

Επομένως:

Κατανάλωση συστ. = $E_{8i} * B_{58i} * B_{56i}$

Τελικά:

$$Y_{27} = (\sum E_{8i} * B_{58i} * B_{56i} * 2.9) / E_1$$

iv) ZNX

- Περίπτωση 1:

$Y_{28} = [(\text{κατανάλωση ηλεκτρισμού για ZNX}) * (\text{συντελεστή ηλεκτρισμού}) + (\text{κατανάλωση πετρελαίου για ZNX}) * (\text{συντελεστή πετρελαίου}) + (\text{κατανάλωση ΦΑ για ZNX}) * (\text{συντελεστή ΦΑ}) + (\text{κατανάλωση «άλλου» για ZNX}) * (\text{συντελεστή «άλλου»})] / (\text{συνολική επιφάνεια κτιρίου}), \text{ άρα:}$

$$Y_{28} = [(E_{29} * 2.9) + (E_{52} * 1000 * 11.92 * 1.1) + (E_{63} * 10.12 * 1.05) + \sum (E_{67i} * E_{69i} * E_{77i})] / E_1$$

- Περίπτωση 2:

$Y_{28} = (\text{κατανάλωση συστημάτων ZNX}) / (\text{συνολική επιφάνεια κτιρίου}), \text{ όπου:}$
Κατανάλωση = (ώρες λειτουργίας) * (ον. ισχύς) * (συντελεστής μετατροπής καυσίμου σε πρωτογενή ενέργεια)

Επομένως:

Κατανάλωση συστ. = $E_{10i} * B_{65i} * B_{62i}$

Τελικά:

$$Y_{28} = (\sum E_{10i} * B_{65i} * B_{62i}) / E_1$$

ν) Φωτισμός

- Περίπτωση 1:

$Y_{29} = (\text{συνολική ετήσια κατανάλωση ηλ. ενέργειας για φωτισμό}) \cdot (\text{συντ. μετατροπής ηλεκτρισμού σε πρωτογενή ενέργεια}) / (\text{συνολική επιφάνεια κτιρίου}), \text{ άρα:}$

$$Y_{29} = E_{23} \cdot 2.9 / E_1$$

- Περίπτωση 2:

$Y_{29} = (\text{κατανάλωση συστημάτων φωτισμού}) / E_1, \text{ όπου:}$

$\text{Κατανάλωση} = (\text{ποσότητα}) \cdot (\text{Ον. Ισχύς}) \cdot (\text{ώρες λειτουργίας}) \cdot (\text{συντελεστής μετατροπής ηλεκτρισμού σε πρωτογενή ενέργεια})$

Επομένως:

$$\text{Κατανάλωση συστ.} = B_{68i} \cdot B_{69i} \cdot E_{12i} \cdot 2.9$$

Τελικά:

$$Y_{29} = [(\sum B_{68i} \cdot B_{68i} \cdot E_{12i}) \cdot 2.9] / E_1$$

- ✓ Συνολική κατανάλωση ΑΠΕ (kWh/m²)

$Y_{30} = [(\text{συνολική κατ. Ηλιακής ενέργειας}) + (\text{συν. κατ. Βιομάζας}) + (\text{συν. κατ. Γεωθερμίας}) + (\text{συν. κατ. Φ/Β}) + (\text{συν. κατ. «άλλου»})] / (\text{συν. επιφάνεια κτιρίου})$

Άρα:

$$Y_{30} = (E_{90} + E_{101} + E_{112} + E_{129} + \sum E_{149i}) / E_1$$

- ✓ Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²)

$$Y_{31} = (E_{43} \cdot 2.9) + (E_{54} \cdot 1000 \cdot 11.92 \cdot 1.1) + (E_{65} \cdot 10.12 \cdot 1.05) + \sum (E_{67i} \cdot E_{69i} \cdot E_{79i})$$

- ✓ Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO₂ (kg)

$Y_{32} = (\text{συν. κατ. Ηλεκτρικής ενέργειας} \cdot \text{συντ. εκπομπών}) + (\text{συν. κατ. πετρελαίου} \cdot \text{συντ. εκπομπών}) + (\text{συν. κατ. Φυσικού αερίου} \cdot \text{συντ. εκπομπών}) + (\text{συν. κατ. «άλλου»} \cdot \text{συντ. εκπομπών}), \text{ άρα:}$

$$Y_{32} = (E_{43} \cdot 0.989) + (E_{54} \cdot 1000 \cdot 11.92 \cdot 0.264) + (E_{65} \cdot 10.12 \cdot 0.196) + (\sum E_{68i} \cdot E_{69i} \cdot E_{79i})$$

- ✓ Συνολικό Κόστος (Ευρώ)

Κόστος = (ετήσιο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας) + (ετήσιο κόστος πετρελαίου)+(ετήσιο κόστος φυσικού αερίου)+(ετήσιο κόστος «άλλου») + (ετήσιο κόστος συντήρησης συστ. θέρμανσης) + (ετήσιο κόστος συντήρησης συστ. ψύξης) + (ετήσιο κόστος συντήρησης συστ. αερισμού) + (ετήσιο κόστος συντήρησης συστ. ΖΝΧ)

Τελικά:

$$Y33= E44 + E55 + E66 + \sum E80i + \sum(E4i*B37i) + \sum(E7i*B47i) + \sum(E9i*B56i) + \sum E11i$$

- ✓ Υπολογισμός Ενεργειακών Δεικτών

Καταναλισκόμενη Ενέργεια/Χρήστη (kWh/ χρήστη)

$$Y34= [(E54 * 1000 * 11.92) + (E65 * 10.12) + \sum (E69i * E79i) + E43 + E90 + E101 + E112 + E129 + \sum E149i]/E2$$

(για καταναλισκόμενη ενέργεια βλ. Y1)

- ✓ Εκπομπές CO₂/Χρήστη (kgCO₂/ χρήστη)

$$Y35= Y32/E2$$

- ✓ Εκπομπές CO₂/μονάδα επιφανείας (kgCO₂/ m²)

$$Y36= Y32/E1$$

- ✓ Κόστος/ μονάδα επιφάνειας (Ευρώ/ m²)

$$Y37= Y33/E1$$

- ✓ Κόστος/ Χρήστη (ευρώ/ χρήστη)

$$Y38= Y33/E2$$

- ✓ Κόστος/ Καταναλισκόμενη Ενέργεια (ευρώ/ kWh)

$$Y39= Y33/Y1$$

- ✓ Καταναλισκόμενη ενέργεια/ Μονάδα επιφανείας (kWh/ m²)

$$Y40= Y1/ E1$$

- ✓ Έλεγχος απόκλισης από τις πραγματικές καταναλώσεις των τιμολογίων

Σε κάθε σύστημα θα αντιστοιχίζεται μέσω λογικής συνάρτησης η τιμή που αντιστοιχεί στο χρησιμοποιούμενο καύσιμο (1 για ηλεκτρισμό, 2 για πετρέλαιο, 3 για φυσικό αέριο κ.ο.κ. για κάθε τύπο άλλου καυσίμου). Στη συνέχεια, για κάθε τύπο καυσίμου θα αθροίζονται όλες οι καταναλώσεις των συστημάτων που έχουν επισημανθεί με τον αντίστοιχο αριθμό και το προκύπτον άθροισμα θα συγκρίνεται με τη συνολική κατανάλωση του τιμολογίου, ως εξής:

$$|A-T| \leq T/10$$

όπου A το άθροισμα των εκτιμώμενων καταναλώσεων για το εκάστοτε καύσιμο και T η συνολική κατανάλωση, όπως αναγράφεται στο τιμολόγιο του εν λόγω καυσίμου.

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας [kgCO ₂ /kWh]	Θερμογόνος Δύναμη
Φυσικό αέριο	1,05	0,196	10.12 kWh/m ³
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264	11.92 kWh/kg
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989	-

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά μεγέθη των βασικών χρησιμοποιούμενων καυσίμων

4.3 Παράδειγμα

Στην προκείμενη ενότητα παρατίθεται και αναλύεται ένα πλήρες παράδειγμα υπολογισμού των ετήσιων ενεργειακών καταναλώσεων και δαπανών δοθείσης κτιριακής εγκατάστασης, καθώς και των συνεπακόλουθων δεικτών ενεργειακής απόδοσης. Ως είσοδοι στην παρούσα διαδικασία υπολογισμού λογίζονται τα βασικά πεδία και ετήσια δεδομένα που παρουσιάστηκαν στο παράδειγμα του Κεφαλαίου 3. Κατά την ανάλυση του ακόλουθου παραδείγματος θα διενεργηθεί η αναγκαία διάκριση ξεχωριστών περιπτώσεων, αναφορικά με την προέλευση των ετήσιων δεδομένων των δηλωθέντων συστημάτων. Στην πρώτη περίπτωση τα δεδομένα των καταναλώσεων ανά τελική χρήση θα προέρχονται από εγκατεστημένους έξυπνους μετρητές, ενώ στη δεύτερη περίπτωση από εκτιμήσεις των ενεργειακών υπευθύνων.

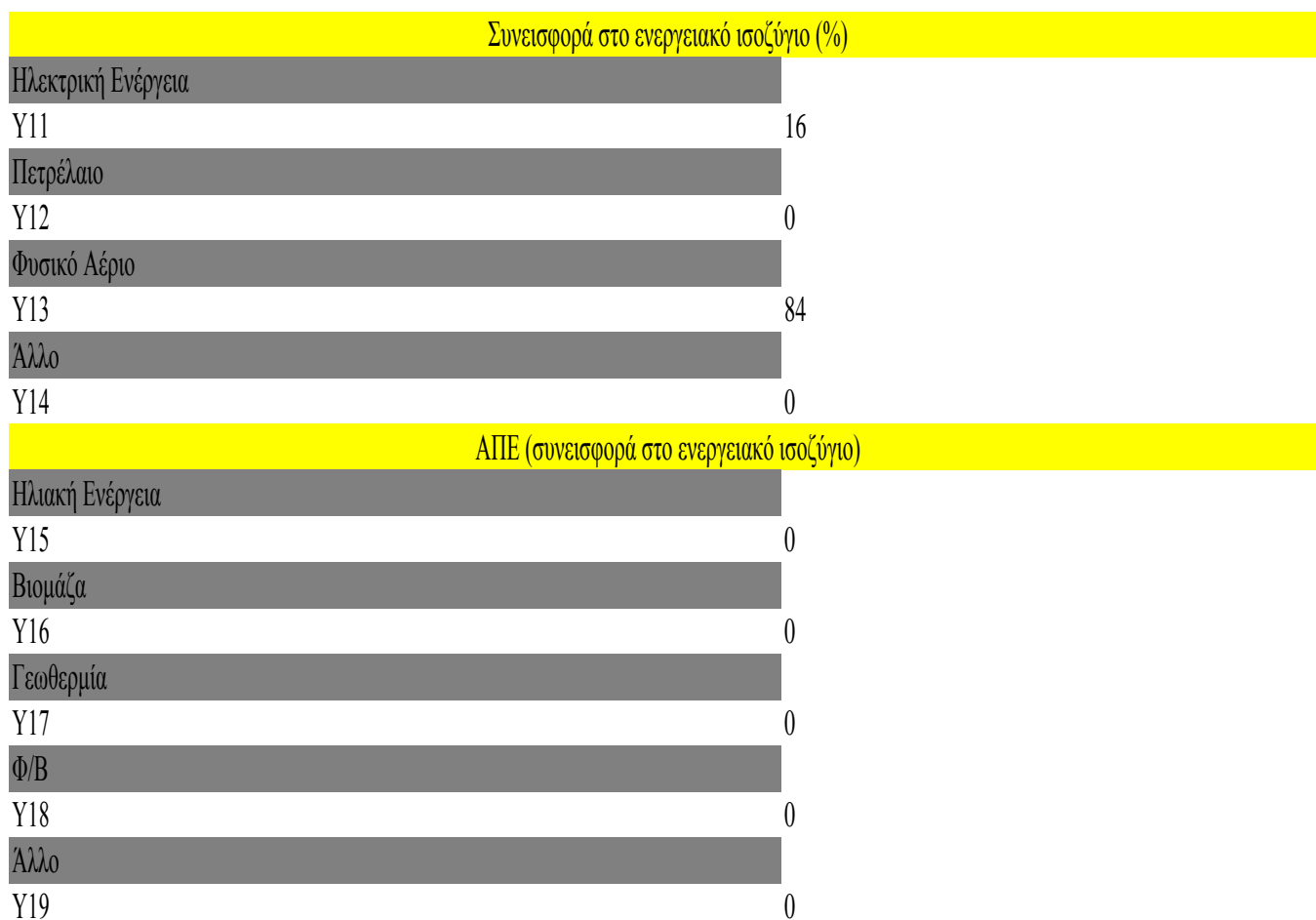
A) 1^η Περίπτωση:

Υπολογιζόμενα Μεγέθη	
Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας (kWh)	
Y1	2,856,148.60
Συνολική Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (kWh)	
Y2	457,803
Συνολική Κατανάλωση Πετρελαίου (kWh)	
Y3	0
Συνολική Κατανάλωση Φυσικού Αερίου (kWh)	
Y4	2,407,345.60
Συνολική Κατανάλωση Άλλου (kWh)	
Y5	0
ΑΠΕ (συνολικές καταναλώσεις)	
Συνολική Κατανάλωση Ηλιακής Ενέργειας (kWh)	
Y6	0
Συνολική Κατανάλωση Βιομάζας (kWh)	
Y7	0
Συνολική Κατανάλωση Γεωθερμίας (kWh)	
Y8	0
Συνολική Κατανάλωση Φ/Β (kWh)	
Y9	0
Συνολική Κατανάλωση Άλλου (kWh)	
Y10	0

Εικόνα 33: Συνολικές Καταναλώσεις

Στην πρώτη εικόνα παρατίθενται οι συνολικές καταναλώσεις του κτιρίου, καθώς επίσης αποδελτιώνονται αναλυτικά οι ετήσιες καταναλώσεις εκάστου τύπου συμβατικών καυσίμων και ΑΠΕ. Εν προκειμένω παρατηρούμε πως το κτίριο δεν διαθέτει εγκατεστημένα συστήματα ΑΠΕ, ενώ στην περίπτωση των συμβατικών καυσίμων το φυσικό αέριο αποτελεί το μοναδικό καταναλισκόμενο ορυκτό καύσιμο και ενώ όλες οι υπόλοιπες καταναλώσεις πλην της θέρμανσης προέρχονται από ηλεκτρικά συστήματα.

Στη συνέχεια, λαμβάνει χώρα ο υπολογισμός των εκατοστιαίων συνεισφορών στο ετήσιο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου. Παρατηρούμε ότι κυριαρχεί το φυσικό αέριο με 84% λόγω των υψηλών αναγκών θέρμανσης του κτιρίου, όπως θα δειχθεί στη συνέχεια.



Εικόνα 34: Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο

Η επόμενη ομάδα υπολογιζόμενων μεγεθών αφορά στις ετήσιες καταναλώσεις ανα τελική χρήση, όπως παρατίθενται στην κάτωθι εικόνα:

Ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh: θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός)	
Θέρμανση	
Y20	2,407,345.60
Ψύξη	
Y21	327,680
Αερισμός	
Y22	110,202
ZNX	
Y23	18,360
Φωτισμός	
Y24	1,561
Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ² : θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός)	
Θέρμανση	
Y25	3,374.78
Ψύξη	
Y26	1,268.72
Αερισμός	
Y27	426.68
ZNX	
Y28	71.09
Φωτισμός	
Y29	6.04
Συνολική κατανάλωση ΑΠΕ (kWh/m ²)	
Y30	0
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
Y31	5,147.31

Εικόνα 35: Ετήσιες Καταναλώσεις ανά τελική χρήση

Η παρουσίαση της πρώτης περίπτωσης ολοκληρώνεται με τον υπολογισμό των μεγεθών που ακολουθούν (Εικ.03). Το τελευταίο φύλλο υπολογισμών περιλαμβάνει τις συνολικές εκπομπές CO₂, το συνολικό κόστος και τους δείκτες ενεργειακής απόδοσης.

Εκπομπές ρύπων και συνολικές δαπάνες	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ (kg)	
Y32	514,606.91
Συνολικό Κόστος (Ευρώ)	
Y33	89,731.07
Υπολογισμός Ενεργειακών Δεικτών	
Καταναλισκόμενη Ενέργεια/Χρήστη (kWh/ χρήστη)	
Y34	60,769.12
Εκπομπές CO ₂ /Χρήστη (kgCO ₂ / χρήστη)	
Y35	10,949.08
Εκπομπές CO ₂ /μονάδα επιφάνειας (kgCO ₂ / m ²)	
Y36	687.06
Κόστος/ μονάδα επιφάνειας (Ευρώ/ m ²)	
Y37	119.8
Κόστος/ Χρήστη (ευρώ/ χρήστη)	
Y38	1,909.17
Κόστος/ Καταναλισκόμενη Ενέργεια (ευρώ/ kWh)	
Y39	0.03
Καταναλισκόμενη ενέργεια/ Μονάδα επιφάνειας (kWh/ m ²)	
Y40	3,813.28

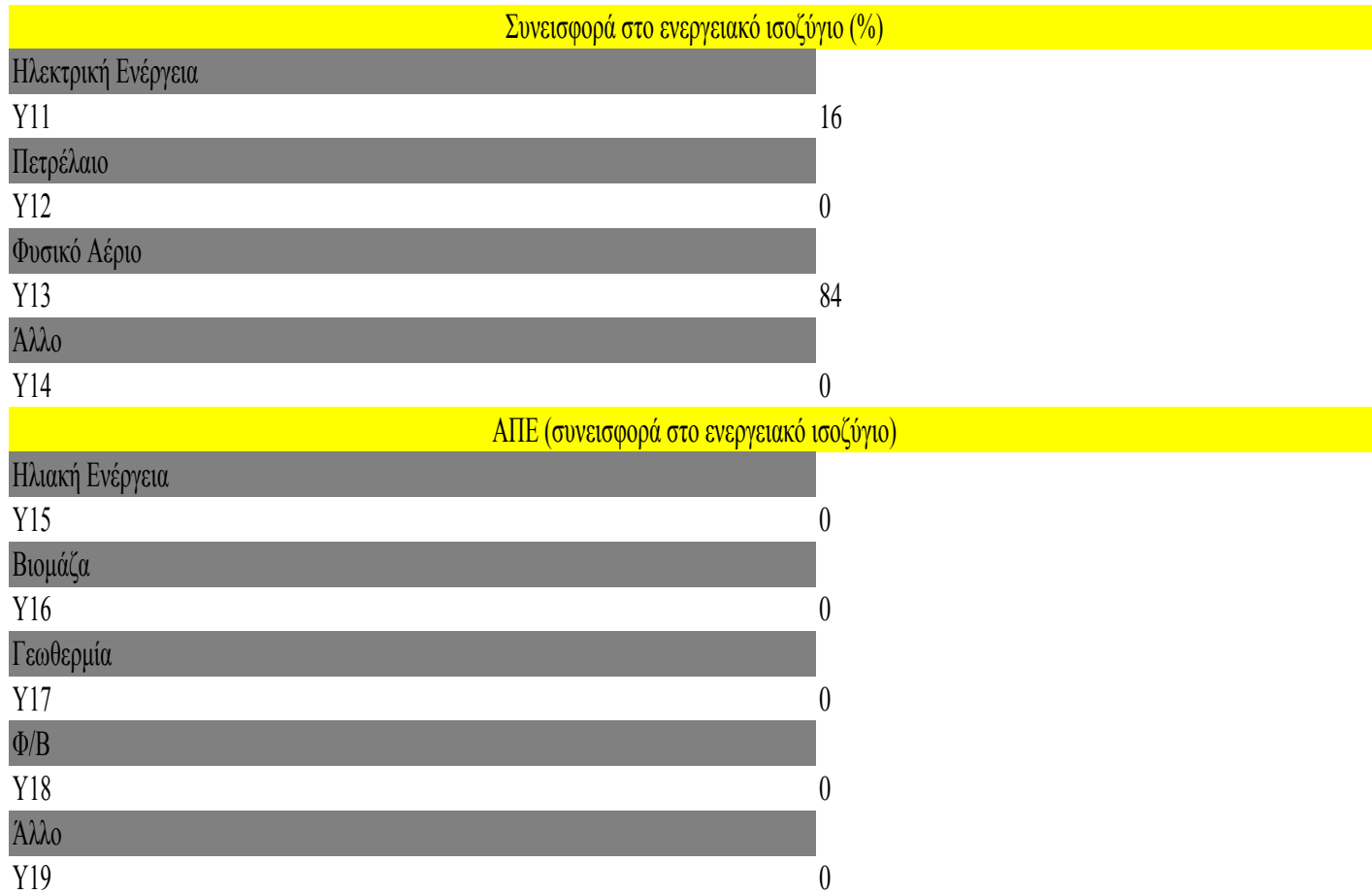
Εικόνα 36: Εκπομπές ρύπων, συνολικά κόστη και ενεργειακοί δείκτες

B) 2^η Περίπτωση:

Στις σελίδες που ακολουθούν η διαδικασία υπολογισμών επαναλαμβάνεται υπό την προϋπόθεση μη ύπαρξης έξυπνων μετρητών. Ως αποτέλεσμα, οι ετήσιες καταναλώσεις ανά τελική χρήση δεν είναι άμεσα προσπελάσιμες και απαιτείται η έμμεση προσέγγισή τους με τη βοήθεια των εκτιμήσεων του Ενεργειακού Υπευθύνου ως προς τις ώρες λειτουργίας, αλλά και τα ονομαστικά μεγέθη των συσκευών. Συνεπώς, οι δύο περιπτώσεις που παρουσιάζονται θα διαφοροποιούνται μόνο στον υπολογισμό των ετήσιων καταναλώσεων ανά τελική χρήση και στις ετήσιες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση. Το παρόν παράδειγμα φτάνει στο πέρας του με την παράθεση των αποτελεσμάτων του ελέγχου αποκλίσεων. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρατίθενται στις εικόνες που ακολουθούν.

Υπολογιζόμενα Μεγέθη	
Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας (kWh)	
Y1	2,856,148.60
Συνολική Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (kWh)	
Y2	457,803
Συνολική Κατανάλωση Πετρελαίου (kWh)	
Y3	0
Συνολική Κατανάλωση Φυσικού Αερίου (kWh)	
Y4	2,407,345.60
Συνολική Κατανάλωση Άλλου (kWh)	
Y5	0
ΑΠΕ (συνολικές καταναλώσεις)	
Συνολική Κατανάλωση Ηλιακής Ενέργειας (kWh)	
Y6	0
Συνολική Κατανάλωση Βιομάζας (kWh)	
Y7	0
Συνολική Κατανάλωση Γεωθερμίας (kWh)	
Y8	0
Συνολική Κατανάλωση Φ/Β (kWh)	
Y9	0
Συνολική Κατανάλωση Άλλου (kWh)	
Y10	0

Εικόνα 37: Συνολικές Καταναλώσεις



Εικόνα 38: Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο

Ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh: θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός)	
Θέρμανση	
Y20	2,534,000
Ψύξη	
Y21	352,343.75
Αερισμός	
Y22	113,808
ZNX	
Y23	18,000
Φωτισμός	
Y24	1,608.81
Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ² : θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός)	
Θέρμανση	
Y25	3,552.34
Ψύξη	
Y26	1,364.21
Αερισμός	
Y27	440.65
ZNX	
Y28	69.69
Φωτισμός	
Y29	6.23
Συνολική κατανάλωση ΑΠΕ (kWh/m ²)	
Y30	0
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
Y31	5,433.12

Εικόνα 39: Ετήσιες Καταναλώσεις ανά τελική χρήση

Εκπομπές ρύπων και συνολικές δαπάνες	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ (kg)	
Y32	514,606.91
Συνολικό Κόστος (Ευρώ)	
Y33	89,731.07
Υπολογισμός Ενεργειακών Δεικτών	
Καταναλισκόμενη Ενέργεια/Χρήστη (kWh/ χρήστη)	
Y34	60,769.12
Εκπομπές CO ₂ /Χρήστη (kgCO ₂ / χρήστη)	
Y35	10,949.08
Εκπομπές CO ₂ /μονάδα επιφάνειας (kgCO ₂ / m ²)	
Y36	687.06
Κόστος/ μονάδα επιφάνειας (Ευρώ/ m ²)	
Y37	119.8
Κόστος/ Χρήστη (ευρώ/ χρήστη)	
Y38	1,909.17
Κόστος/ Καταναλισκόμενη Ενέργεια (ευρώ/ kWh)	
Y39	0.03
Καταναλισκόμενη ενέργεια/ Μονάδα επιφάνειας (kWh/ m ²)	
Y40	3,813.28
Έλεγχος Αποκλίσεων (%)	
Ηλεκτρική Ενέργεια	
Y41	6.1 (Αποδεκτή)
Πετρέλαιο	
Y42	
Φυσικό Αέριο	
Y43	5.3 (Αποδεκτή)
Άλλο	
Y44	

Εικόνα 40: Εκπομπές ρύπων, συνολικά κόστη, ενεργειακοί δείκτες και έλεγχος αποκλίσεων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

**Δυνατότητα ενσωμάτωσης σε υπάρχον
σύστημα κτιριακών αποτυπώσεων**

5.1 Εισαγωγή

Οι υψηλοί ρυθμοί οικονομικής ανάπτυξης σε συνδυασμό με τη συνεπαγόμενη ραγδαία άνοδο του βιοτικού επιπέδου συνετέλεσαν στη σημαντική αύξηση της ενεργειακής ζήτησης και κατανάλωσης στο σύνολο των χωρών του ανεπτυγμένου κόσμου κατά τις παρελθούσες δεκαετίες. Στις καταβαλλόμενες προσπάθειες με στόχο τη διατήρηση της καθεστηκυίας κατάστασης ποιοτικής διαβίωσης παρουσιάζονται ως τροχοπέδη τόσο η συνεχής επιβάρυνση του φυσικού περιβάλλοντος, οφειλόμενη στην διογκούμενη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων, όσο και η προϊούσα συρρίκνωση των αποθεμάτων φυσικών πόρων [34,35]. Ως εκ τούτου, καθίσταται ζωτική ανάγκη η μεταστροφή σε πιο φειδωλές ενεργειακές καταναλώσεις, με τον κτιριακό τομέα να διαδραματίζει πρωτεύοντα ρόλο, λαμβάνοντας υπ' όψη τη συμμετοχή του στο σύνολο της ενεργειακής ζήτησης. Ενδεικτικές είναι οι εκτιμήσεις της Υπηρεσίας Προστασίας Περιβάλλοντος των Η.Π.Α. (U.S. Environmental Protection Agency), βάσει των οποίων ο μέσος Αμερικανός πολίτης δαπανά ημερησίως περί το 90% του χρόνου του στο εσωτερικό κτιρίων. Ειδικότερα, τα εμπορικά κτίρια καταναλώνουν σχεδόν 20% της ενέργειας που παράγεται στις ΗΠΑ, καθώς επίσης σε συνδυασμό με τις κατοικίες ευθύνονται για το 38% των εκπομπών ρύπων. Εν προκειμένω, ο κτιριακός τομέας εν των συνόλων απορροφά το 70% του συνόλου της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας [34]. Συμπερασματικά, η εξασφάλιση οικονομικά αποδοτικότερων κτιρίων αναμένεται να αποτελέσει βαρόμετρο για τον εξορθολογισμό της ενεργειακής ζήτησης των ανεπτυγμένων χωρών, με τα συστήματα κτιριακών αποτυπώσεων να αποτελούν την αιχμή του δόρατος στην παρούσα προσπάθεια.

Τα συστήματα κτιριακής αποτύπωσης (Building Energy Management Systems - BEMS) είναι επιφορτισμένα με την παρακολούθηση και τον έλεγχο των καταναλώσεων του συνόλου των συστημάτων αλλά και των τελικών χρήσεων των κτιριακών εγκαταστάσεων (θέρμανση, ψύξη, συσκευές, ζεστό νερό χρήσης, αερισμός, φωτισμός), παρέχοντας ένα ευρύ φάσμα δεδομένων προς υποστήριξη των εκάστοτε Ενεργειακών Υπευθύνων, αναφορικά με τον προσδιορισμό των απαιτούμενων παρεμβάσεων. Οι τεχνολογίες BEMS γνώρισαν ραγδαία πρόοδο τα τελευταία χρόνια, με αποτέλεσμα την ενσωμάτωση νέων λειτουργιών, όπως η λήψη μετρήσεων ακριβείας των καταναλώσεων από αισθητήρες εγκατεστημένους στο κτίριο ή η διασύνδεση με συστήματα αυτοματισμών, όπως οι αυξομειωτές έντασης φωτισμού [35]. Στις θεμελιώδεις λειτουργίες των εν λόγω συστημάτων συγκαταλέγονται όχι μόνο η παρακολούθηση των κτιριακών καταναλώσεων σε πραγματικό χρόνο, αλλά και η καταγραφή και αποθήκευση των σχετικών δεδομένων, ούτως ώστε να καταστούν αντικείμενο επιπρόσθετων αναλύσεων, εφόσον κριθεί απαραίτητο. Παράλληλα, οι τεχνολογίες BEMS επεκτείνονται με στόχο την βελτιστοποίηση της αξιοπιστίας τους, ενσωματώνοντας τη συλλογή επιπρόσθετων δεδομένων, όπως οι μεταβολές των καιρικών συνθηκών και οι τιμολογήσεις, καθώς επίσης την ανάλυση μονοδιάστατων ή πολυδιάστατων μεταβλητών/δεδομένων, την επισήμανση τυχόν αστοχιών και βλαβών, την προειδοποίηση για επικείμενες υπερβάσεις των ορίων κατανάλωσης, αλλά και τη συγκριτική παραβολή των καταναλώσεων κτιρίων ευρισκόμενων υπό παραπλήσιες κλιματικές συνθήκες. Παρ' όλα αυτά, οι προσπάθειες εμπλουτισμού των τεχνολογιών BEMS με καινοτόμες λειτουργίες βρίσκονται αντιμέτωπες με πληθώρα εμποδίων, ευρισκόμενες σε πρώιμο στάδιο

ανάπτυξης, κυρίως σε ό,τι αφορά τις δυνατότητες ενσωμάτωσης σε παλιότερα συστήματα παρακολούθησης, υπολογισμού βαθμομερών και σύγκρισης μεταξύ διαφορετικών κτιρίων [34,35]. Τέλος, όχι λιγότερο κρίσιμος αναδεικνύεται επί του παρόντος και ο ρόλος των Ενεργειακών Υπευθύνων, ως συντονιστών κάθε πρωτοβουλίας αφορώσας στην παρακολούθηση, τον έλεγχο, την επαλήθευση, την πρόβλεψη, την αξιολόγηση ή την περιστολή των ενεργειακών καταναλώσεων των κτιρίων.

5.2 Χαρακτηριστικά και λειτουργίες των συστημάτων κτιριακής αποτύπωσης (BEMS)

Η πρόσφατη άνθηση των τεχνολογιών BEMS οδήγησε παράλληλα σε μεγάλη ποικιλομορφία ως προς τους διάφορους τύπους των εργαλείων ενεργειακής παρακολούθησης κτιρίων, αλλά και τις δυνατότητες που παρέχουν [35,36]. Οι εν λόγω διαφοροποιήσεις μπορούν να σχετίζονται είτε με ζητήματα διασύνδεσης κατά την υλοποίηση των συστημάτων κτιριακής αποτύπωσης είτε με τα χαρακτηριστικά της διαδικασίας συλλογής των δεδομένων καθεαυτής, όπως π.χ. η έκταση των συλλεγόμενων στοιχείων, ο χρονισμός της διαδικασίας συλλογής, το πλήθος των παρακολουθούμενων συστημάτων του κτιρίου, αλλά και τυχόν επεκτάσεις για την παρακολούθηση επιπρόσθετων μεγεθών. Στη συνέχεια παρατίθεται μια σταχυολόγηση των κύριων λειτουργιών που ενσωματώνονται στα συστήματα κτιριακής αποτύπωσης [34].

- Προηγμένη Ανάλυση Κτιριακών Δεδομένων (Advanced Building Analytics):

Η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου καταγράφεται μέσω της παρακολούθησης ενός ευρέως φάσματος δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, προερχομένων από έξυπνους μετρητές, ενσωματωμένους στα διάφορα εγκατεστημένα συστήματα. Συνήθη επιδίωξη αποτελεί η συνδυασμένη λειτουργία με επιπρόσθετα εργαλεία καταγραφής, με στόχο την αποτύπωση επιπρόσθετων ενεργειακών (συντήρηση συσκευών), περιβαλλοντικών (εκπομπές ρύπων), κλιματικών (βαθμομέρες, μετεωρολογικά δεδομένα) ή οικονομοτεχνικών παραμέτρων (επενδυτική βιωσιμότητα τυχόν ενεργειακών παρεμβάσεων στο κτίριο). Εναλλακτικά, προτιμάται και η δειγματοληπτική παρακολούθηση των κτιριακών καταναλώσεων εντός καθορισμένων χρονικών παραθύρων (Advanced Metering Infrastructure - AMI).

- Αυτοματοποιημένος Κτιριακός Έλεγχος (Automated Demand Response/ Automated Building Control):

Η προκείμενη λειτουργία συνίσταται στην ικανότητα του συστήματος κτιριακής αποτύπωσης να αλληλεπιδρά με τα παρακολουθούμενα συστήματα, διαδραματίζοντας ενεργό ρόλο στον έλεγχο των καταναλώσεων, περικόπτοντας την ενεργειακή ζήτηση, όταν αυτή προσεγγίζει τιμές αιχμής. Ο περιορισμός της ζήτησης σε περιπτώσεις αιχμής επιτυγχάνεται είτε με την αποκοπή συστημάτων είτε με την ενεργοποίηση εφεδρικών γεννητριών. Τέλος, μέσω της χρήσης κατάλληλων αλγορίθμων καθίσταται δυνατή η ρύθμιση της ενεργειακής ζήτησης που θα επιτρέπει στο κτίριο να συμβαδίσει με μελλοντικές καιρικές μεταβολές και να τις αξιοποιήσει στο έπακρο.

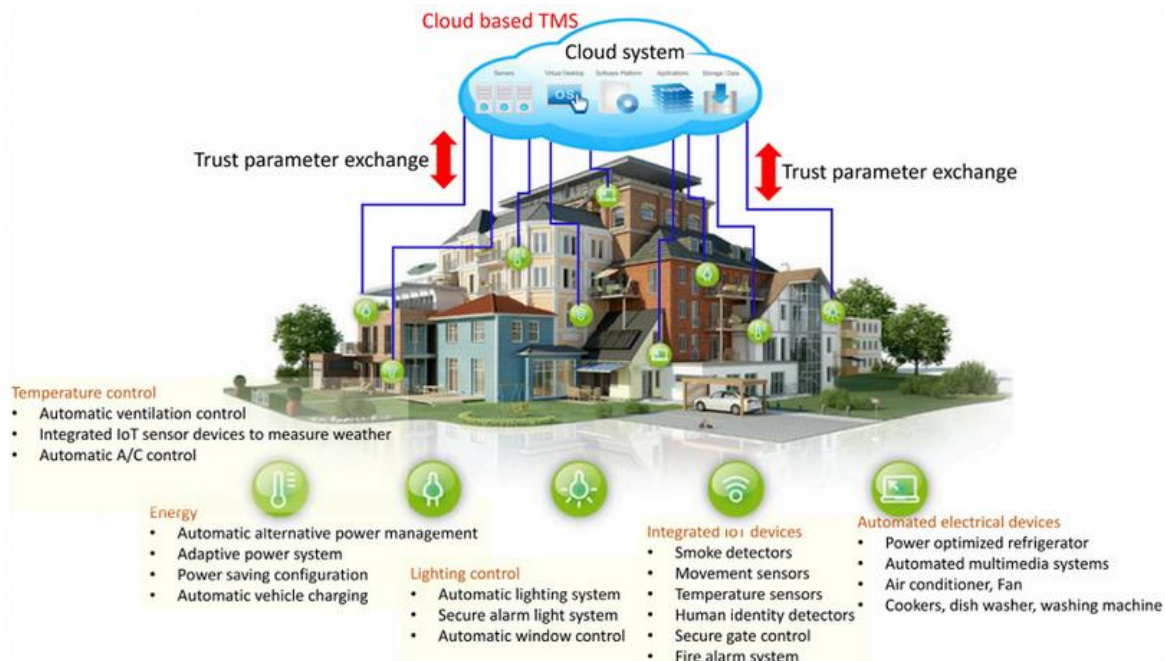
- Βάσεις Δεδομένων Κτιριακής Κατανάλωσης (Basic Energy Information Portal):

Τα δεδομένα των κτιριακών καταναλώσεων συγκομίζονται σε έναν ενιαίο αποθηκευτικό χώρο και παράλληλα εκτίθενται με στόχο τη συνεχή παρακολούθηση. Η σύνοψη των βασικών παραμέτρων που υπεισέρχονται στην κτιριακή κατανάλωση διευκολύνει την διενέργεια εκτιμήσεων σχετικά με το ενεργειακό 'προφίλ' της κτιριακής εγκατάστασης, καθώς επίσης παρέχεται η δυνατότητα αποδελτίωσης του συνόλου των υλοποιούμενων

συστημάτων διαχείρισης στο εκάστοτε κτίριο. Η δυνατότητα τήρησης ιστορικού αναφορικά με τις ενεργειακές καταναλώσεις και τις συνεπαγόμενες οικονομικές δαπάνες επιτρέπει την αξιολόγηση της παρούσας κατάστασης της κτιριακής εγκατάστασης μέσω σχετικών συγκρίσεων, καθώς και την διερεύνηση τυχόν ανωμαλιών στην ενεργειακή ζήτηση. Παρόμοιες τεχνολογίες δύνανται να επεκταθούν σε τοπικό επίπεδο, προσφέροντας αναλυτικές πληροφορίες για το σύνολο των κτιρίων μιας δεδομένης περιοχής.

- Λειτουργίες Συνεχούς Βελτιστοποίησης (Continuous Building Optimization/ Continuous Commissioning):

Οι συγκεκριμένες λειτουργίες εξυπηρετούν τη συνεχή real-time καταγραφή της ενεργειακής ζήτησης με στόχο τη διαρκή αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης μέσω αυτοματοποιημένου ελέγχου και στοχευμένων παρεμβάσεων στις τελικές χρήσεις του κτιρίου. Παράλληλα προωθείται η παρακολούθηση συμπεριφορικών παραμέτρων και η παροχή συμβουλών, ώστε οι χρήστες των κτιρίων να συνεισφέρουν στην ενεργειακή εξοικονόμηση. Περαιτέρω ενίσχυση των προσπαθειών βελτιστοποίησης επιτυγχάνεται μέσω της καταγραφής της απόδοσης των εγκατεστημένων συστημάτων. Τυχόν σημαντικές αποκλίσεις των λειτουργικών χαρακτηριστικών από τις ονομαστικές τιμές ενδέχεται να υποδεικνύουν την αναγκαιότητα προληπτικής συντήρησης των συσκευών, με δεδομένο ότι η αντικατάστασή τους μπορεί να αποβεί περισσότερο κοστοβόρα.



Εικόνα 41: Συγκερασμός τεχνολογιών BEMS και cloud εφαρμογών για αποτελεσματικότερη ενεργειακή διαχείριση [https://www.researchgate.net/figure/282755642_fig2_Figure-2-Smart-home-environment-with-the-trust-management-system-The-IoT-devices-sense]

Συνάμα η ταχεία εξέλιξη των τεχνολογιών ενεργειακής διαχείρισης και η συνεπακόλουθη ποικιλότητα ως προς τα είδη των εργαλείων κτιριακής αποτύπωσης και τις λειτουργίες τους καθιστά πολυπλοκότερη τη διαδικασία επιλογής του κατάλληλου συστήματος BEMS [22]. Η έμφαση εκάστου συστήματος σε συγκεκριμένες πτυχές και παραμέτρους των κτιριακών καταναλώσεων σε συνδυασμό με τις διαφορετικές δυνατότητες διασύνδεσης με άλλα συστήματα θα πρέπει να εξεταστούν διεξοδικά προκειμένου να επιλεγεί με επιτυχία το εργαλείο που προσιδιάζει στην κτιριακή εγκατάσταση του ενδιαφέροντός μας. Οι θεμελιώδεις παράγοντες προς εξέταση συνοψίζονται κάτωθι:

- Στοιχεία της κτιριακής εγκατάστασης:

Ο καθορισμός της χρησιμότητας αλλά και της καταλληλότητας του συστήματος εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από το μέγεθος του εκάστοτε κτιρίου, στο βαθμό που αυτό καθορίζει τόσο το σύνολο της ενεργειακής ζήτησης, όσο και το πλήθος των εγκατεστημένων συσκευών και συστημάτων που απαιτούνται για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου ως προς τις διάφορες τελικές χρήσεις. Σε κάθε περίπτωση, η εγκατάσταση συστημάτων σε κτίρια στα οποία επίκεινται καίριες οικοδομικές παρεμβάσεις θα πρέπει να αναβάλλεται, μέχρις ότου αποσαφηνιστούν η αναγκαιότητα και η βιωσιμότητα της εν λόγω επένδυσης. Ως επί το πλείστον, αύξηση του μεγέθους συνεπάγεται και αύξηση της πολυπλοκότητας των λειτουργιών του προσήκοντος συστήματος [34,35]. Αναμφισβήτητα εξίσου κρίσιμη είναι και η γεωγραφική τοποθεσία του κτιρίου, καθώς σε περιπτώσεις εγκαταστάσεων εκτεθειμένων σε δριμυείς κλιματικές συνθήκες θα πρέπει να επιλέγονται συστήματα εμπλουτισμένα με δυνατότητες παρακολούθησης μετεωρολογικών δεδομένων, επί τη βάση των οποίων θα στοχοθετούνται τυχόν μεταβολές των καταναλώσεων [34]. Παράλληλα, επιβάλλεται να ληφθούν υπ' όψιν η χρήση του κτιρίου και τα χαρακτηριστικά αυτής, με έμφαση στον αριθμό των χρηστών. Πιο συγκεκριμένα, κτίρια εμπορικής ή κοινωφελούς χρήσης αναμένεται να απαιτούν σχολαστικότερη παρακολούθηση των καταναλώσεων και των εκπομπών ρύπων. Υψηλός αριθμός χρηστών ενδέχεται από την άλλη μεριά να οδηγήσει σε ανάγκη για πολυπλοκότερη διαχείριση, καθώς οι δυνατότητες περιστολής των καταναλώσεων περιορίζονται από την παροχή ανέσεων στους χρήστες [34,36]. Τέλος, δεν θα πρέπει να διαλάθει της προσοχής μας κατά την παρούσα ανάλυση ο ιδιαίτερα σημαίνων ρόλος του τύπου της κτιριακής εγκατάστασης όσον αφορά την ηλικία, τη μόνωση και τον εξοπλισμό του κτιρίου, καθώς και της διάταξης και του πλήθους των επιμέρους κτιρίων σε περιπτώσεις παρακολούθησης κτιριακών συγκροτημάτων [34,35].

- Στοιχεία του συστήματος κτιριακής αποτύπωσης:

Πρωταρχικής σημασίας κρίνεται εν προκειμένω η επιδιωκόμενη χρήση του συστήματος κτιριακής αποτύπωσης. Σε περιπτώσεις κατά τις οποίες επιδιώκεται η απλή παρακολούθηση των καταναλώσεων θα πρέπει να προτιμώνται εργαλεία με στοιχειώδεις

λειτουργίες, ενώ πολύπλοκα συστήματα με σύνθετες λειτουργίες κρίνονται απαραίτητα όταν απαιτείται ουσιαστικός έλεγχος επί της ενεργειακής ζήτησης του κτιρίου. Τυχόν απαιτήσεις για συνεχή παροχή ενέργειας προς συγκεκριμένους χώρους ή τελικές χρήσεις καθιστά επιτακτική την ανάγκη διαρκούς και διεξοδικού ελέγχου επί καθορισμένων συστημάτων ή συσκευών [34,37]. Η στοχευμένη επιλογή του αρμόζοντος συστήματος με γνώμονα τις απαιτούμενες δυνατότητες θα συμβάλει στην πλήρη αξιοποίηση των προσφερόμενων υπηρεσιών απομακρύνοντας τον κίνδυνο υπολειτουργίας των εγκατεστημένων εργαλείων ενεργειακής διαχείρισης. Προς αυτήν την κατεύθυνση, συνιστάται η προσέλκυση εξειδικευμένου προσωπικού για τον χειρισμό πολύπλοκων συστημάτων παρακολούθησης των κτιριακών καταναλώσεων [34].

- Οικονομικοί παράγοντες:

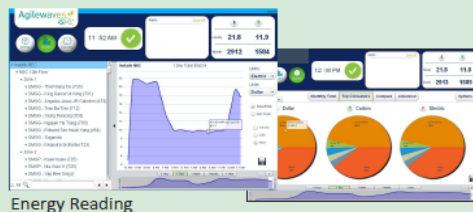
Όταν πρόκειται για την εγκατάσταση του συστήματος, αναπόφευκτα υπεισέρχονται και οικονομικές παράμετροι. Κομβική είναι οπωσδήποτε η σημασία των μηνιαίων και ετήσιων δαπανών του κτιρίου ένεκα των ενεργειακών του καταναλώσεων [35,36,37]. Σε περιπτώσεις μικρών κτιρίων, η χαμηλή ενεργειακή ζήτηση περιορίζει τις δυνατότητες εξοικονόμησης, συνεπώς και τις δυνατότητες απόσβεσης της επένδυσης εγκατάστασης, καθιστώντας την μη βιώσιμη σε πολλές περιπτώσεις. Αντίθετα, μεγάλες ενεργειακές καταναλώσεις ενδέχεται να συνοδεύονται από αυξημένες δυνατότητες ενεργειακής εξοικονόμησης, με αποτέλεσμα η εγκατάσταση προηγμένων και άρα ακριβότερων συστημάτων να αποβαίνουν αποδοτικές μαροπρόθεσμα [34].

NEC Energy Efficiency Tools

EcoMonitor (Agilewaves)

Features:

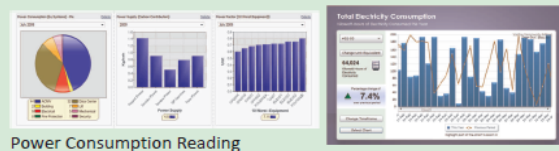
- Monitoring by floor, room, appliance, or utility
- User-configurable alarms and alerts via email or SMS
- Analysis tools for trending and comparison
- Conveniently accessible web-based dashboard



EcoMonitor (Starlight)

Features:

- Minimal cabling
- Compact solution for high level monitoring
- Monitor up to 1,000 points in a single network
- Provide large variety of energy profiling report.



EnePal

Features:

- Measureable savings
- Centralized management
- Autonomous control
- Automatic monitoring of CO2 emissions for individual PCs
- Analyzing behavioural patterns such as regular meetings and lunch schedules and performing automatic power control



Εικόνα 42: Σύνοψη των δυνατοτήτων των εργαλείων κτιριακής αποτύπωσης της εταιρείας NEC

[<http://sg.nec.com/>]

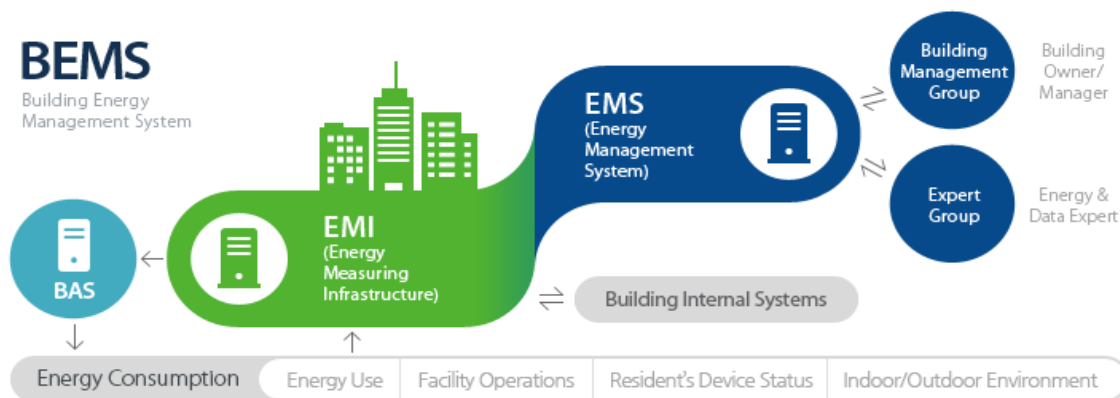
Στους βασικούς σκοπέλους που συναντά η υλοποίηση των τεχνολογιών BEMS συγκαταλέγεται και η ακρίβεια των λαμβανόμενων μετρήσεων [36,37]. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος και την διεύρυνση των γνώσεων αναφορικά με τις κτιριακές καταναλώσεις επιστρατεύεται πλειάδα έξυπνων μετρητών και υπομετρητών, οι οποίοι μπορούν να εγκατασταθούν είτε σε επιμέρους συστήματα παρακολούθησης συγκεκριμένων συστημάτων είτε σε κεντρικά συστήματα μέτρησης, τα οποία είναι επιφορτισμένα με την καταγραφή της συνολικής ζήτησης του κτιρίου [35,36]. Η χρήση προηγμένου κτιριακού εξοπλισμού σε συνδυασμό με την αξιοποίηση τεχνολογιών ‘έξυπνων δικτύων’ διασφαλίζει την παροχή υψηλής ποιότητας και αξιοπιστίας δεδομένων αναφορικά με την ενεργειακή απόδοση του συνόλου της εκάστοτε κτιριακής εγκατάστασης, αλλά και με τη ζήτηση των διαφόρων τελικών καταναλώσεων. Η διαφάνεια ως προς τις ενεργειακές απαιτήσεις των παρακολουθούμενων κτιρίων καθιστά τα συστήματα κτιριακών αποτυπώσεων ικανά να υποστηρίζουν τους εκάστοτε Ενεργειακούς Υπευθύνους κατά την λήψη αποφάσεων σχετικών με τη στοχοθέτηση και το σχεδιασμό της ενεργειακής διαχείρισης. Παράλληλα, στην περαιτέρω αύξηση της αξιοπιστίας τους συμβάλλει σημαντικά η ικανότητα διαμόρφωσης ενεργειακής βάσης, καθώς και η διενέργεια σχετικών συγκρίσεων με άλλα κτίρια [34].



Εικόνα 43: Ενδεικτικές λειτουργίες κτιριακής αποτύπωσης του εργαλείου WiEnergy
[<http://www.wirelessintegrated.com/energy-management-system.html>]

Στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων ο κτιριακός εξοπλισμός, ειδικά στον τομέα της βιομηχανίας, υπολειτουργεί εγγίζοντας το 70-80% της ονομαστικής απόδοσης υπό πλήρες φορτίο, με το εν λόγω ποσοστό να σημειώνει περαιτέρω πτώση (60-70%) υπό χαμηλότερα φορτία. Η συνεπακόλουθη αντιπαραγωγικότητα οδηγεί σε σπατάλη χρηματικών πόρων και βραχύτερο χρόνο ζωής του κτιριακού εξοπλισμού, όπως κινητήρες, αντλίες, συσκευές και συστήματα ψύξης, θέρμανσης ή ζεστού νερού χρήσης [35,36]. Δοθείσης της παρούσας κατάστασης, κρίνεται σκόπιμη η προσπάθεια εξορθολογισμού των καταναλώσεων σε τομείς με υψηλή συνεισφορά επί του συνόλου της ενεργειακής ζήτησης, όπως η θέρμανση, η ψύξη, ο φωτισμός και οι βιομηχανικές καταναλώσεις.

Ως προς τις ανάγκες του κτιριακού τομέα σε θέρμανση και ψύξη, αυτές τελούν αναμφίβολα υπό την επιρροή των καιρικών συνθηκών. Στην προσπάθεια περιστολής των εν λόγω καταναλώσεων θεμελιώδη ρόλο θα διαδραματίσουν οι επεκτάσεις των λειτουργιών των εργαλείων κτιριακών αποτυπώσεων που θα ενσωματώνουν δυνατότητες παρακολούθησης, καταγραφής, αποθήκευσης και επεξεργασίας κλιματολογικών και μετεωρολογικών δεδομένων [34]. Ιδιαίτερα ελπιδοφόρες παρουσιάζονται και οι προοπτικές ενεργειακής εξοικονόμησης στον τομέα του φωτισμού, λόγω της ευκολίας στην παρακολούθηση και στοχοθέτηση της ενεργειακής ζήτησης αλλά και της σημαντικής συμμετοχής του στη συνολική ζήτηση. Ενδεικτικά, στην περίπτωση των εμπορικών κτιρίων αντιπροσωπεύει το 25-40% των συνολικών καταναλώσεων, όπως αποτυπώνεται σε έρευνα του EPA Energy Star Program [34]. Κλείνοντας, δεν είναι λιγότερο σημαντικά και τα περιθώρια ενεργειακής εξοικονόμησης που εντοπίζονται στον βιομηχανικό τομέα [34,36]. Επί συνόλου της ενεργειακής ζήτησης του βιομηχανικού τομέα των Η.Π.Α. οι καταναλώσεις των συσκευών (π.χ. κινητήρες, συστήματα επεξεργασίας πρώτων υλών) καλύπτουν ένα ποσοστό άνω του 60% [17]. Ο ευφυής έλεγχος των ενεργοβόρων αυτών συστημάτων όχι μόνο θα συντελέσει στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των βιομηχανιών, αλλά θα διευκολύνει επίσης και την υλοποίηση προγραμμάτων περιβαλλοντικής πολιτικής μέσω της μείωσης των εκπνεόμενων ρύπων. Παράλληλα, πρόσθετα οφέλη θα πρέπει να αναμένονται από τις βιομηχανίες, όπως αναβάθμιση της παραγωγικότητας και της αξιοπιστίας, επέκταση του χρόνου ζωής των συστημάτων και περικοπή των απαιτούμενων για τη συντήρησή τους δαπανών [22,30].



Εικόνα 44: Σύνοψη της διαδικασίας κτιριακών αποτυπώσεων

[<https://cloudsmallbusinessservice.com/small-business/best-energy-management-ems-software-1718.html>]

Παρ' όλα αυτά, η αλματώδης πρόοδος των αναδύομενων τεχνολογιών κτιριακής αποτύπωσης δεν αρκεί για την επίτευξη των αναγκαίων στόχων ενεργειακής διαχείρισης. Η αφομοίωση της νέας γνώσης και των νέων δυνατοτήτων δεν έχει παρουσιάσει εξίσου αξιοσημείωτη βελτίωση. Δίχως τη μεταστροφή των χρηστών και την υιοθέτηση νέων συνηθειών που θα συνδράμουν στη δημιουργία αποδοτικότερων κτιρίων και λιγότερο ενεργοβόρων πόλεων, η αναμενόμενη πρόοδος θα παραμείνει επί χάρτου. Τα σχετικά στοιχεία είναι ενδεικτικά, καθώς σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες η χρήση των συστημάτων κτιριακής αποτύπωσης αποδεικνύεται σε πολλές περιπτώσεις πλημμελής [34]. Προς την κατεύθυνση μείωσης της ασυνέπειας και διευκόλυνσης της αφομοίωσης των νέων τεχνολογιών συνιστάται τόσο η συμμετοχή εξειδικευμένου προσωπικού για την πλήρη αξιοποίηση της διαθέσιμης τεχνολογίας όσο και η ευκολότερη πρόσβαση του κοινού σε πληροφορίες σχετικές με τα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης, καθώς και σε κυβερνητικά προγράμματα υποστήριξης της συμμετοχής επιχειρήσεων και ιδιωτών σε προγράμματα ενεργειακής διαχείρισης.

5.3 Τα οφέλη των συστημάτων κτιριακής αποτύπωσης

Η επιτυχής έκβαση της ενεργειακής διαχείρισης συνεπάγεται αύξηση της αποδοτικότητας και περιορισμό της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης, αλλά όχι μόνον. Μέσω του εξορθολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης επέρχονται συνάμα οικονομικά οφέλη, καθώς επίσης αναβάθμιση της παραγωγικότητας και της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα αναφορικά με τη χρήση συστημάτων κτιριακής αποτύπωσης έχουν ως ακολούθως:

- Εξοικονόμηση:

Η αγορά των συστημάτων BEMS εμφανίζει ιδιαίτερα έντονη δραστηριότητα και ο αριθμός των αναδυόμενων σύνθετων συστημάτων αυξάνεται διαρκώς. Στα πλαίσια του ανωτέρω ανταγωνιστικού περιβάλλοντος νέες λειτουργίες προστίθενται συνεχώς, επιτρέποντας στα διαθέσιμα εργαλεία κτιριακής αποτύπωσης να υπερβούν το στενό ορίζοντα της παθητικής καταγραφής των καταναλώσεων, μεταβαίνοντας σε ευφυή έλεγχο και ενεργό ρόλο επί της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιρίου. Αναμφίβολα, ο έντονος ανταγωνισμός βαίνει προς όφελος των τελικών χρηστών, οι οποίοι θα πρέπει να αναμένουν όλο και περισσότερο οικονομικά, διαλειτουργικά και εύχρηστα εργαλεία[34,36]. Κατά τα πρώτα χρόνια ανάπτυξης δόθηκε περισσότερη έμφαση στους ιδιώτες και στην ενεργειακή αναβάθμιση των κατοικιών, όπου σήμερα είναι εφικτοί στόχοι εξοικονόμησης μέχρι και 30%. Αντίθετα, στον τομέα των κτιρίων εμπορικής και βιομηχανικής χρήσης η πρόοδος που σημειώθηκε δεν ήταν ανάλογη. Ως κατεξοχήν μελλοντικός στόχος αναδεικνύεται πλέον η εφάμιλλη άνθηση και του συγκεκριμένου τομέα, λαμβάνοντας υπ'όψιν το σύνολο των καταναλώσεων των επιχειρήσεων, συμπεριλαμβάνοντας την διαχείριση των αποβλήτων, τη σύνθεση και αποσύνθεση υλικών, τις αλυσίδες τροφοδοσίας, τον τομέα των μεταφορών και την ασφάλεια [34].

- Προστασία του περιβάλλοντος:

Η σημαντική συμμετοχή του κτιριακού τομέα στο σύνολο της ενεργειακής ζήτησης παρέχει ποικίλες δυνατότητες για την επιτυχή εφαρμογή περιβαλλοντικής πολιτικής σε ευρεία κλίμακα. Ο περιορισμός των εκπεμπόμενων ρύπων μπορεί να επιτευχθεί τόσο μέσω της περιστολής της κατανάλωσης ηλεκτρισμού και ορυκτών καυσίμων, όσο και μέσω της μείωσης των αναγκών σε πρώτες ύλες. Παράλληλα, η μείωση της ενεργειακής ζήτησης συμβάλλει στις προσπάθειες εξοικονόμησης γλυκού νερού. Επί παραδείγματι, στις Η.Π.Α. ευθύνεται για το 38,9% της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, το 70% της συνολικής ζήτησης ηλεκτρισμού, το 38% των εκπεμπόμενων ρύπων, το 40% των χρησιμοποιούμενων πρώτων υλών και το 14% του καταναλισκόμενου πόσιμου νερού. Αντίστοιχα, οι αναμενόμενες μειώσεις μπορούν να αγγίξουν ποσοστά της τάξης του 24-50% για τη συνολική κατανάλωση ενέργειας, 33-39% για τις εκπομπές ρύπων, 15-40% για το πόσιμο νερό, 70% για την παραγωγή αποβλήτων και 12% για τις σχετικές οικονομικές δαπάνες [34].

- Οφέλη για τις επιχειρήσεις:

Ο ιδιαίτερα ενεργοβόρος τομέας των επιχειρήσεων μπορεί να επωφεληθεί σημαντικά από τον εξορθολογισμό της ενεργειακής ζήτησης. Οι δαπάνες που προέρχονται από τις ενεργειακές καταναλώσεις αντιπροσωπεύουν ένα ιδιαίτερος σημαντικό ποσοστό των λειτουργικών εξόδων των επιχειρήσεων [36]. Ως εκ τούτου, σημαντική μείωση της ζήτησης δύναται να οδηγήσει τις επιχειρήσεις σε ιδιαίτερος πλεονεκτική θέση έναντι των ανταγωνιστών τους. Οι παρεμβάσεις των συστημάτων κτιριακής αποτύπωσης στοχεύουν στην αναβάθμιση του συνόλου των τελικών χρήσεων, όπως θέρμανση, ψύξη και αερισμός. Συνεπώς, περαιτέρω βελτίωση της ανταγωνιστικότητας μπορεί να επιτευχθεί μέσω αποδοτικότερου κλιματισμού και φωτισμού, που αποδεδειγμένα συντελεί στη βελτίωση της επίδοσης του προσωπικού, αλλά και στην αύξηση των πωλήσεων [34].

- Οφέλη για τους ιδιώτες:

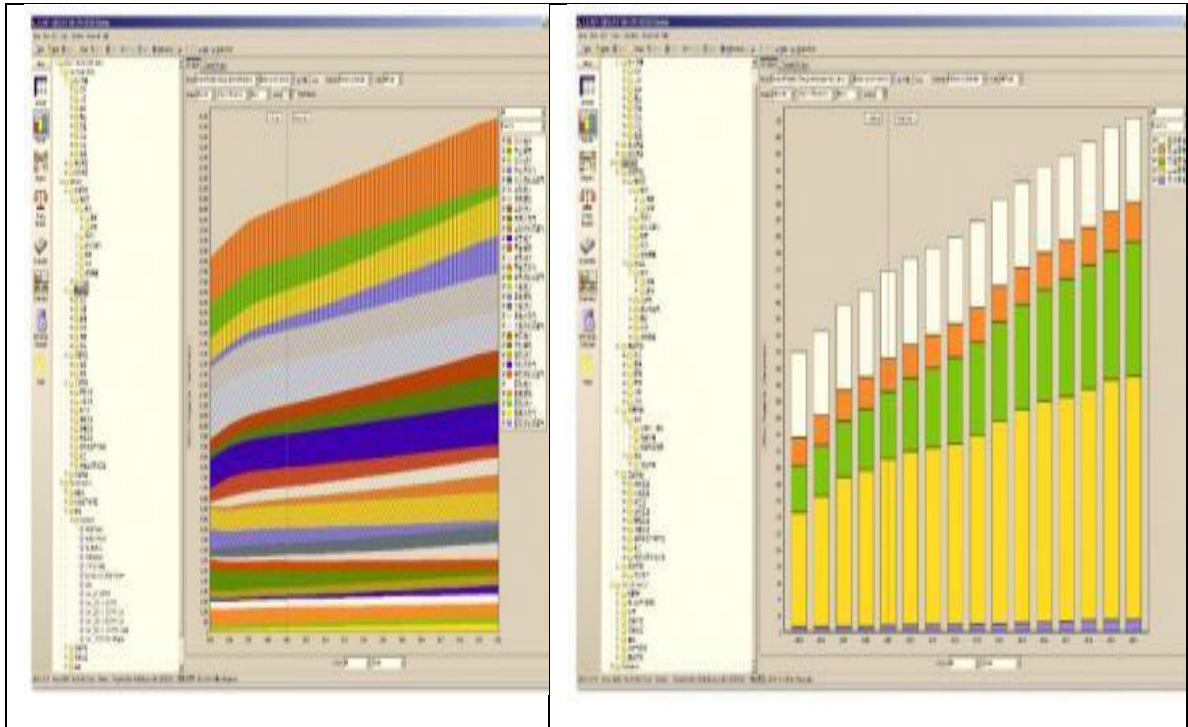
Όπως προαναφέρθηκε (βλ. Ενότητα 5.1) ο μέσος ιδιώτης δαπανά σχεδόν το σύνολο του χρόνου του εντός κτιρίων ημερησίως. Επομένως, η βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων προσφέρει εξίσου σημαντικά οφέλη και στους χρήστες των κατοικιών, τα οποία δεν αφορούν μόνο την περιστολή των εξόδων, αλλά και την αναβάθμιση του βιοτικού τους επιπέδου καθεαυτού, με τα αποτελέσματα να είναι ιδιαίτερα εμφανή σε τομείς όπως η υγεία και οι μαθησιακές επιδόσεις [34].

5.4 Επισκόπηση των κυριότερων εργαλείων κτιριακής αποτύπωσης

Τις τελευταίες δεκαετίες η αγορά ενέργειας έγινε μάρτυρας μίας ραγδαίας και ιδιαίτερα ανταγωνιστικής εξέλιξης των συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης. Η ενσωμάτωση πρωτοκόλλων επικοινωνίας και σύγχρονων επεξεργαστών σύστησε στο κοινό μία νέα γενιά οικονομικότερων και αποδοτικότερων τεχνολογιών BEMS [37]. Ορισμένες εξ αυτών είναι και οι ακόλουθες:

- Green Resources and Energy Analysis Tool (GREAT) [<https://china.lbl.gov/tools/green-resources-energy-analysis-tool-great>] :

Το σύστημα GREAT επικεντρώνεται στις τελικές καταναλώσεις των χρηστών με στόχο την μοντελοποίηση τόσο των ενεργειακών όσο και των οικονομοτεχνικών παραμέτρων. Έχοντας ενσωματώσει καινοτόμες λειτουργίες σε συνδυασμό με το φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον, παρέχει τη δυνατότητα πλήρους καταγραφής της ενεργειακής ζήτησης του κτιριακού τομέα, αλλά και εργαλεία παρακολούθησης των εκπνεόμενων ρύπων. Παράλληλα καθιστά εφικτή την επισκόπηση διαφορετικών σεναρίων μελλοντικών παρεμβάσεων, τη στοχοθέτηση νέων παρεμβάσεων στις συνολικές καταναλώσεις, καθώς και τη δημιουργία ενεργειακής βάσης (energy baseline). Η λειτουργία του βασίζεται στη χρήση του λογισμικού LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System).



Εικόνα 45: Λειτουργίες του εργαλείου GREAT

- Common Carbon Metric (CCM) [38]:

Το προκείμενο εργαλείο, σε αντίθεση με το προαναφερθέν, χαρακτηρίζεται από έναν αμιγώς περιβαλλοντικό προσανατολισμό, αποσκοπώντας στη μείωση των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου. Αντικείμενό του αποτελεί η παρακολούθηση των ετήσιων εκπομπών ρύπων (kgCO₂/m²/year), καθώς και ο υπολογισμός συναφών δεικτών ενεργειακής απόδοσης, όπως η ενεργειακή κατανάλωση ανά χρήστη ή μονάδα επιφάνειας και οι εκπεμπόμενοι ρύποι ανά χρήστη. Η συλλογή των δεδομένων θα έχει ως τελικούς αποδέκτες κυβερνητικούς παράγοντες, με στόχο την υποβοήθησή τους για την αποτελεσματικότερη υλοποίηση των προγραμμάτων περιβαλλοντικής πολιτικής.

- Tool for Rapid Assessment of City Energy (TRACE) [<http://esmap.org/TRACE>] :

Πρόκειται για εργαλείο υποστήριξης λήψης αποφάσεων κατά την ενεργειακή διαχείριση όχι μόνο του κτιριακού, αλλά και πλήθους άλλων τομέων, όπως οι μεταφορές και ο δημόσιος φωτισμός. Παρέχει δυνατότητες παρακολούθησης και καταγραφής της ενεργειακής ζήτησης, καθώς και των δεικτών ενεργειακής απόδοσης, προβαίνοντας και σε σχετικές συγκρίσεις. Τέλος, ενσωματώνει επιπρόσθετες λειτουργίες επιλογής των κατάλληλων παρεμβάσεων.



Εικόνα 46: Υπολογισμός ενεργειακών δεικτών από το σύστημα TRACE

- ENERGYSTAR Portfolio Manager [<https://www.energystar.gov/buildings/tools-and-resources/portfolio-manager-quick-start-guide>] :

Το πρόγραμμα Energy Star αναπτύχθηκε από την Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας των Η.Π.Α. (Environmental Protection Agency-EPA) με στόχο την κινητοποίηση επιχειρήσεων και ιδιωτών, ώστε να είναι ενεργοί συμμετοχοί στην άσκηση περιβαλλοντικής πολιτικής, εξοικονομώντας παράλληλα χρηματικούς πόρους. Στα πλαίσια της εν λόγω προσπάθειας αναπτύχθηκε το λογισμικό Portfolio Manager με στόχο την παρακολούθηση και online καταγραφή της ενεργειακής κατανάλωσης, της χρήσης πόσιμου νερού και της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα.

- Benchmarking and Energy Saving Tool for Low Carbon Cities (BEST) [<https://eaei.lbl.gov/tool/benchmarking-and-energy-saving-tool-low>] :

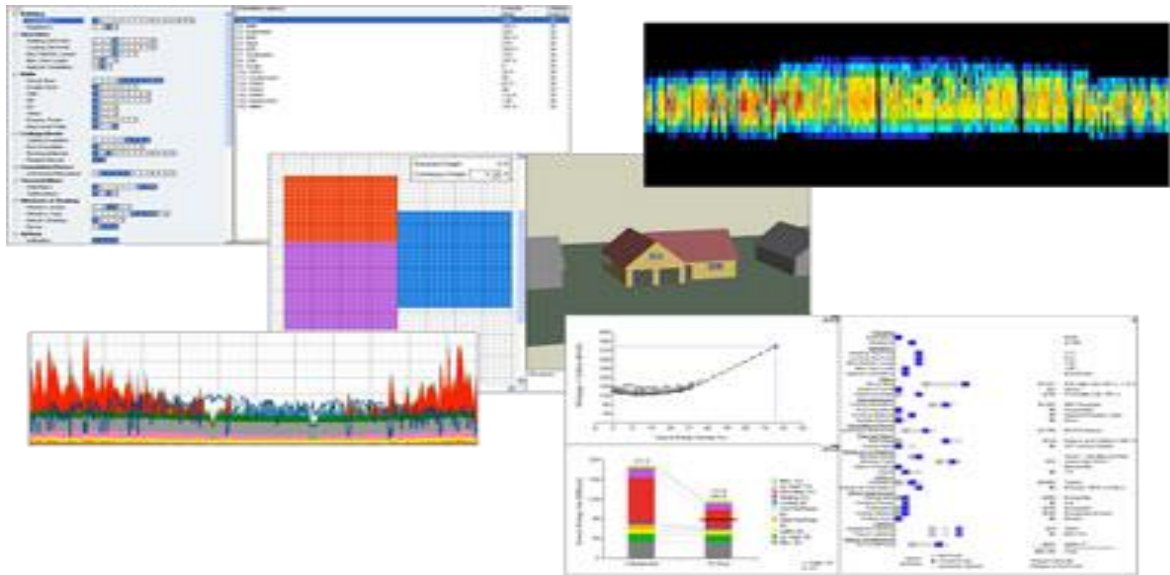
Το παρόν εργαλείο αποσκοπεί στην υποστήριξη της χάραξης πολιτικών ενεργειακής διαχείρισης. Αντικείμενό του αποτελεί η ακριβής καταμέτρηση των ενεργειακών καταναλώσεων και των συνεπαγόμενων εκπομπών μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα.



Εικόνα 47: Άποψη των λειτουργιών του συστήματος BEST

- Building Energy Optimization (BEopt) [<https://beopt.nrel.gov/>] :

Πρόκειται για λογισμικό του οργανισμού NREL (National Renewable Energy Laboratory) στα πλαίσια του προγράμματος Building America για την προώθηση ενεργειακά αποδοτικότερων κτιρίων. Το παρόν εργαλείο επιτρέπει την αξιολόγηση του ενεργειακού σχεδιασμού της κτιριακής εγκατάστασης, προτείνοντας παράλληλα οικονομικά αποδοτικές παρεμβάσεις με στόχο την εξοικονόμηση μέσω της αναπροσαρμογής του συνόλου των ενεργειακών καταναλώσεων του κτιρίου. Παράλληλα προσομοιώνει και αναλύει εξειδικευμένα χαρακτηριστικά των κτιρίων, όπως οι διαστάσεις, η αρχιτεκτονική, η παλαιότητα, το πλήθος των χρηστών, η τοποθεσία και ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός.



Εικόνα 48: Φύλλα προσομοίωσης, παρακολούθησης και υπολογισμών του λογισμικού BEopt

- Commercial Building Analysis Tool for Energy-Efficiency Retrofit (COMBAT) [<https://china.lbl.gov/tools/commercial-building-analysis-tool-energy>] :

Το λογισμικό COMBAT υποστηρίζει τον σχεδιασμό αλλά και την υλοποίηση προγραμμάτων ενεργειακής πολιτικής και εξοικονόμησης εστιάζοντας στον περιορισμό των καταναλώσεων, καθώς και στις τεχνοοικονομικές παραμέτρους των πραγματοποιούμενων παρεμβάσεων, όπως η απόδοση της επένδυσης και ο χρόνος απόσβεσης. Επιπρόσθετες ενσωματωμένες λειτουργίες υποστηρίζουν την αξιολόγηση όλων των παραγόντων που επηρεάζουν την ενεργειακή ζήτηση, όπως η τοποθεσία, η

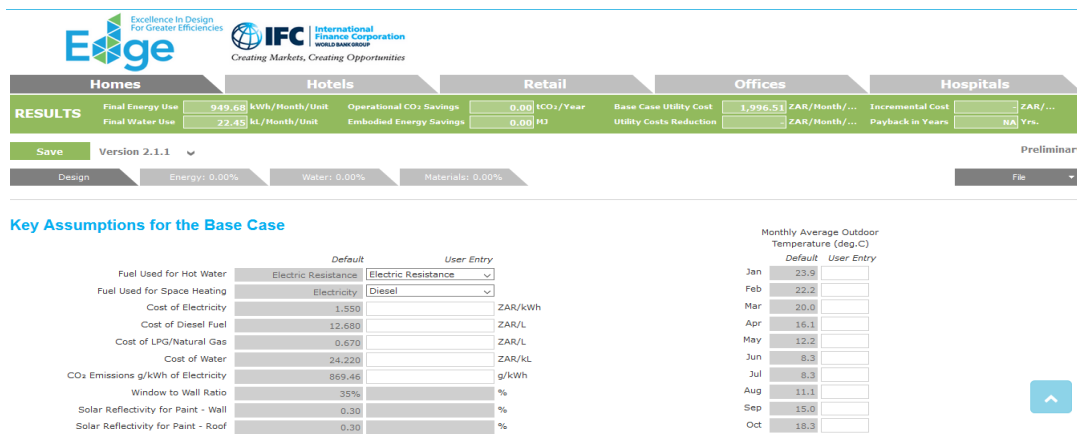
ηλικία, ο τύπος της χρήσης, η μόνωση, αλλά και οι ανάγκες όλων των τελικών χρήσεων (ψύξη, θέρμανση, φωτισμός κ.ο.κ.). Ερευνητικές προσπάθειες για περαιτέρω ανάπτυξη του λογισμικού επικεντρώνονται σε λειτουργίες παρακολούθησης της εξοικονόμησης σε πραγματικό χρόνο και υπόδειξης των οικονομικά αποδοτικότερων παρεμβάσεων ενεργειακής διαχείρισης.



Εικόνα 49: Λειτουργίες του λογισμικού COMBAT

- Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE) [<https://www.edgebuildings.com/software/>] :

Το λογισμικό EDGE αποτυπώνει την εξοικονόμηση ενέργειας επί της συνολικής ζήτησης αλλά και το ποσοστό απομείωσης των εκπομπών ρύπων έχοντας ως αναφορά μία εισαγόμενη βάση (base case). Επιπλέον λειτουργίες επιτρέπουν τη διενέργεια εκτιμήσεων αναφορικά με την κοστολόγηση και το ρυθμό απόσβεσης επικείμενων παρεμβάσεων.



Εικόνα 50: Καρτέλα εισαγωγής base case του λογισμικού EDGE

- Target Finder [<https://www.energystar.gov/buildings/service-providers/design/step-step-process/evaluate-target/epa%E2%80%99s-target-finder-calculator>] :

Πρόκειται για online εργαλείο υποστήριξης κατά την άσκηση ενεργειακής διαχείρισης. Εμπεριέχει τόσο λειτουργίες καταγραφής της τρέχουσας ενεργειακής ζήτησης, όσο και διενέργειας εκτιμήσεων αναφορικά με το σχεδιασμό μελλοντικών παρεμβάσεων. Πέραν της παθητικής αποτυπώσεως των ενεργειακών καταναλώσεων, συνδυάζει και δεδομένα προερχόμενα είτε από τα χαρακτηριστικά των κτιρίων είτε από μετεωρολογικές εκτιμήσεις.

- ClearPath [<http://icleiusa.org/clearpath/>] :

Το παρόν εργαλείο ενσωματώνει τεχνολογία cloud με στόχο τη διενέργεια προβλέψεων. Κατόπιν της συλλογής δεδομένων αναφορικά με την ενεργειακή ζήτηση του κτιρίου, προβαίνει σε εκτιμήσεις αναφορικά με σενάρια εξοικονόμησης, καθώς επίσης προσεγγίζει την συνεπαγόμενη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, αλλά και το σχετικό οικονομικό όφελος.

- DEXMA (DexCell Energy Manager) [<http://www.dexmatech.com/software/#>] :

Το εν λόγω λογισμικό προορίζεται για εταιρική χρήση με στόχο την ενεργειακή εξοικονόμηση, τη μείωση των ρύπων και των δαπανών. Παρέχει εκτιμήσεις ακριβείας για τις συνολικές δυνατότητες εξοικονόμησης, παρακολούθηση της ενεργειακής κατανάλωσης σε πραγματικό χρόνο, καθώς και λειτουργίες ελέγχου.



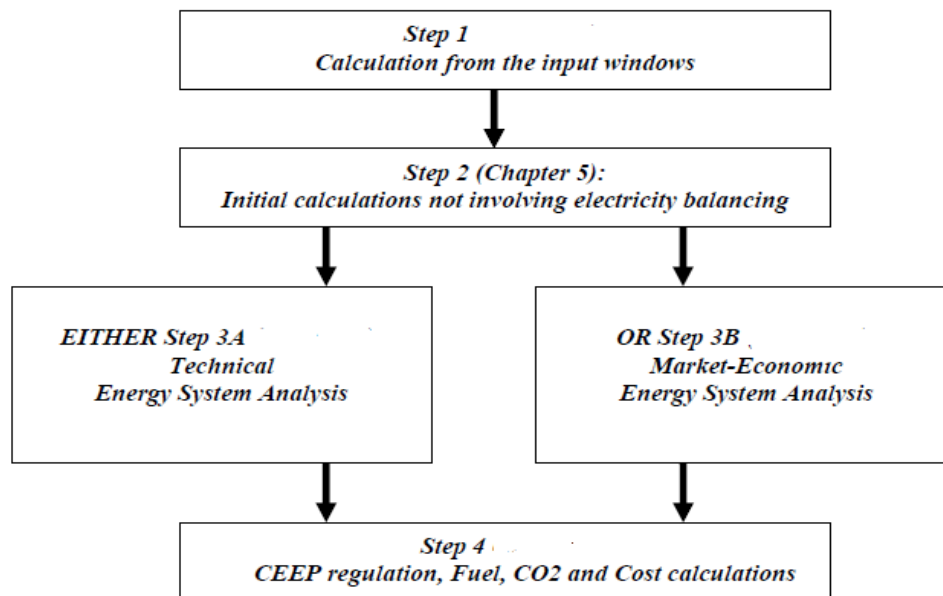
Εικόνα 51: DEXMA/Αποτύπωση εβδομαδιαίων καταναλώσεων

- Ameresco Intelligent Solutions [<http://www.ameresco.com/solution/amesco-intelligent-solutions>] :

Τα εργαλεία Ameresco συνδυαζόμενα δύνανται να προσφέρουν τη δυνατότητα πλήρους παρακολούθησης και διαχείρισης των ενεργειακών αναγκών ενός δεδομένου κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα, το εργαλείο AXIS είναι επιφορτισμένο με την παρακολούθηση των χρεώσεων και την επισήμανση τυχόν αστοχιών ή υπερχρεώσεων. Μέσω του συστήματος διαχείρισης big data Building Dynamics επιτυγχάνεται η συνεχής παρακολούθηση της ενεργειακής κατανάλωσης, καθώς και ο προσδιορισμός των δυνατοτήτων εξοικονόμησης.

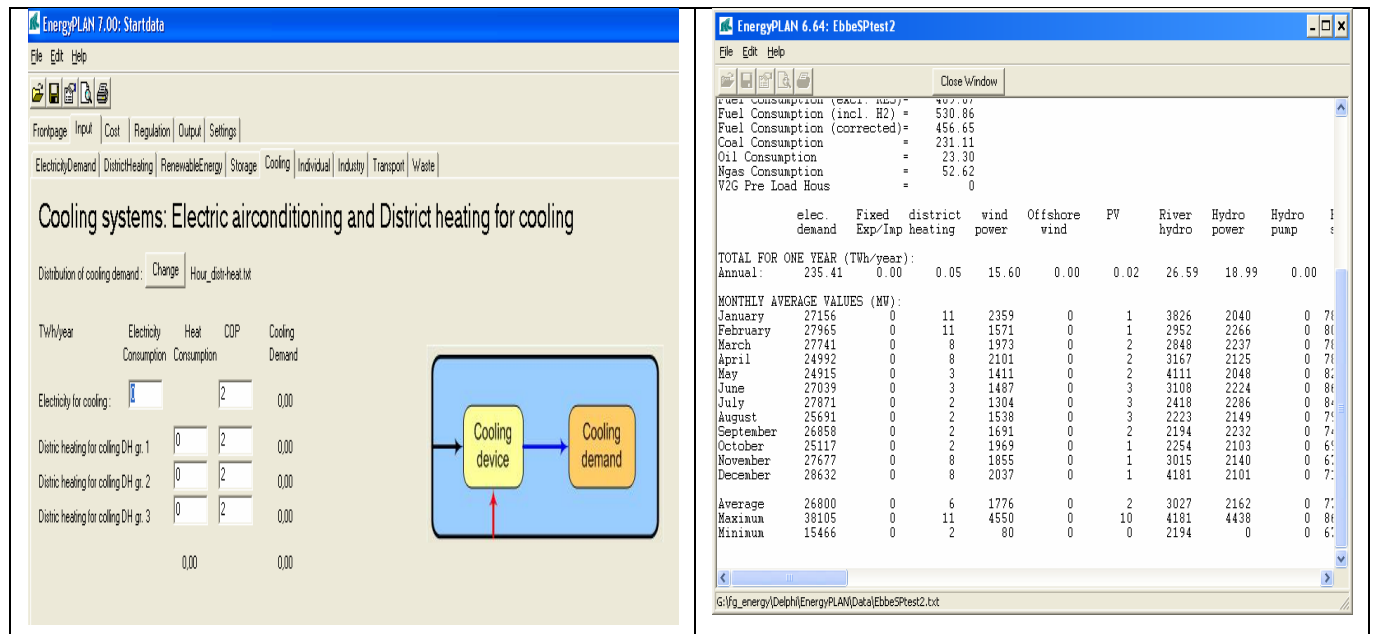
- EnergyPLAN [39]:

Το προκείμενο εργαλείο υποστηρίζει τη χάραξη πολιτικών ενεργειακής διαχείρισης παρέχοντας δεδομένα αναφορικά με τις καταναλώσεις, τους εκπεμπόμενους ρύπους, τις δυνατότητες εξοικονόμησης και τις συνεπαγόμενες οικονομικές παραμέτρους.



Εικόνα 52: Λειτουργίες του εργαλείου EnergyPLAN

Τα δεδομένα εισόδου και οι υπολογιζόμενες έξοδοι αφορούν σε στοιχεία ενεργειακών καταναλώσεων και χρεώσεων, δυνατότητες εξοικονόμησης, καθώς και στοιχεία για τυχόν εγκατεστημένα συστήματα ΑΠΕ.



Εικόνα 53: Ενδεικτικές εισοδοι και έξοδοι του εργαλείου EnergyPLAN

- Sunverge Energy Platform [<http://www.sunverge.com/energy-management/>] :


Το προκείμενο λογισμικό παρέχει απεικόνιση των ετήσιων καταναλώσεων με στόχο την επίτευξη υψηλών ποσοστών εξοικονόμησης, συλλέγοντας παράλληλα δεδομένα αναφορικά με τη διαχείριση της ηλιακής ενέργειας αλλά και τη λειτουργία τυχόν εγκατεστημένων ευφών συστημάτων.



Εικόνα 54: Λειτουργίες του λογισμικού Sunverge Energy Platform

- Athena EcoCalculator [40]:

Πρόκειται για decision-support λογισμικό που αποσκοπεί στην ενεργειακή εξοικονόμηση λαμβάνοντας υπ' όψιν το σύνολο των χαρακτηριστικών του κτιρίου.



TOTAL IMPACTS BY BUILDING COMPONENT		Fossil Fuel Consumption (MJ) TOTAL	GWP (tonnes CO2eq) TOTAL	Acidification Potential (moles of H+ eq) TOTAL	HH Criteria (kg PM10 eq) TOTAL	Eutrophication Potential (g N eq) TOTAL	Ozone Depletion Potential (mg CFC-11 eq) TOTAL	Smog Potential (kg O3 eq) TOTAL
COLUMNS & BEAMS		0	0	0	0	0	0	0
WHOLE BUILDING TOTAL		0	0	0	0	0	0	0

B. COLUMNS AND BEAMS (other assembly tabs at bottom of spreadsheet)
IN THE YELLOW CELLS BELOW, ENTER THE AMOUNT OF SQUARE FOOTAGE THAT EACH ASSEMBLY USES IN YOUR BUILDING

ASSEMBLY TYPE Column / Beam	Square footage	Percentage of total	Fossil Fuel Consumption per ft ² (MJ)	Global Warming Potential per ft ² (kg CO2 eq)	Acidification Potential per ft ² (moles of H+ eq)	HH Criteria per ft ² (g PM10 eq)	Eutrophication Potential per ft ² (mg N eq)	Ozone Depletion Potential per ft ² (mg CFC-11 eq)	Smog Potential per ft ² (g O3 eq)
Average across all column and beam systems:									
			42.26	2.82	0.86	7.23	2010	0.01	109.12
METHOD 1 (ASSUMES NON-LOAD-BEARING EXTERIOR WALL)									
1 Concrete column / Concrete beam	0.0		115.09	9.02	2.55	24.68	5,255.05	0.05	396.78
2 Concrete column / Glulam beam	0.0		57.28	3.94	1.20	13.81	2,602.44	0.01	155.62
3 Concrete column / LVL beam	0.0		56.16	3.86	1.16	10.18	2,643.89	0.01	150.29
4 Concrete column / WF beam	0.0		96.62	5.81	1.85	11.70	5,425.94	0.01	221.59
5 HSS column / Glulam beam	0.0		17.41	1.09	0.37	6.44	476.12	0.00	35.69
6 HSS column / LVL beam	0.0		16.27	1.01	0.33	2.81	517.49	0.00	30.34
7 HSS column / WF beam	0.0		56.64	2.95	1.02	4.33	3,299.20	0.00	101.62
8 Precast Concrete column / Precast Concrete beam	0.0		38.78	3.68	0.94	6.23	1,114.74	0.01	147.67
9 WF column / Glulam beam	0.0		16.10	1.00	0.34	6.31	524.22	0.00	35.63
10 WF column / LVL beam	0.0		14.96	0.92	0.30	2.68	565.59	0.00	30.29
11 WF column / WF beam	0.0		55.33	2.86	0.99	4.20	3,347.30	0.00	101.56
METHOD 1 TOTAL SQUARE FOOTAGE 0.0									
METHOD 2 (Assumes LOAD-BEARING exterior wall)									
12 Concrete column / Concrete beam	0.0		87.68	6.93	1.95	19.05	3,967.31	0.04	306.08
13 Concrete column / Glulam beam	0.0		40.35	2.77	0.85	10.15	1,796.20	0.01	108.73
14 Concrete column / LVL beam	0.0		39.44	2.70	0.81	7.18	1,830.11	0.01	104.37
15 Concrete column / WF beam	0.0		72.54	4.29	1.38	8.43	4,106.04	0.01	162.72
16 HSS column / Glulam beam	0.0		13.65	0.86	0.29	5.22	372.72	0.00	28.44
17 HSS column / LVL beam	0.0		12.71	0.79	0.26	2.25	406.57	0.00	24.07
18 HSS column / WF beam	0.0		45.74	2.38	0.82	3.49	2,682.22	0.00	82.40
19 Precast Concrete column / Precast Concrete beam	0.0		32.02	3.06	0.78	5.21	901.98	0.01	124.01
20 WF column / Glulam beam	0.0		12.77	0.80	0.27	5.13	404.92	0.00	28.40
21 WF column / LVL beam	0.0		11.83	0.73	0.24	2.16	438.77	0.00	24.03
22 WF column / WF beam	0.0		44.87	2.32	0.80	3.41	2,714.42	0.00	82.36
23 Pre-Engineered Building System	0.0		17.79	1.03	0.27	1.25	831.78	0.00	27.10
METHOD 2 TOTAL SQUARE FOOTAGE 0.0									

Εικόνα 55: Δεδομένα εισόδου του Athena EcoCalculator

- Leviton Energy Manager [41]:

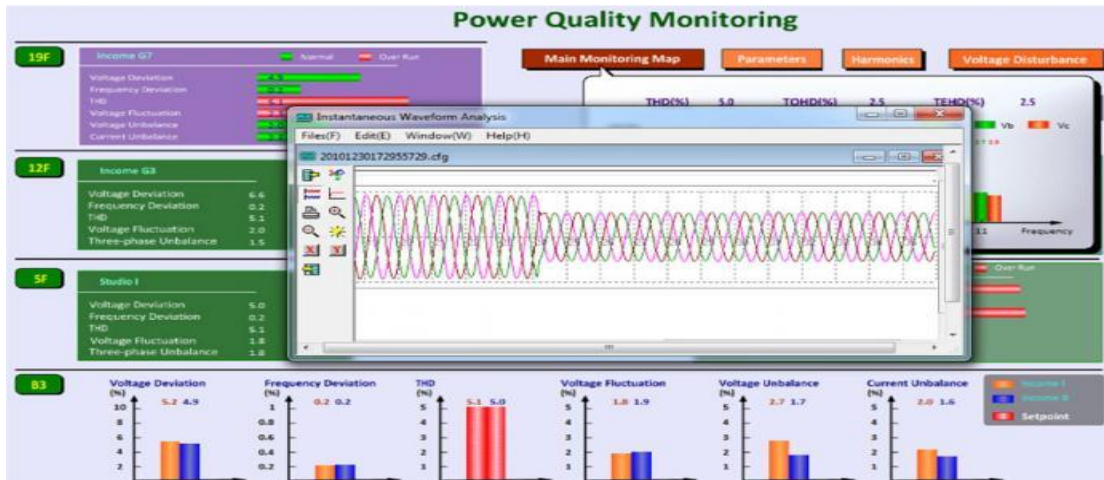
Πρόκειται για λογισμικό ενεργειακής εξοικονόμησης. Παρέχει δυνατότητες καταγραφής των καταναλώσεων και των εκπομπών ρύπων σε ημερήσια, εβδομαδιαία, μηνιαία ή ετήσια βάση, καθώς και σε πραγματικό χρόνο, εκτελώντας παράλληλα υπολογισμούς και συγκρίσεις ως προς την επιτυχία των στρατηγικών εξοικονόμησης.



Εικόνα 56: Λειτουργίες παρακολούθησης και σύγκρισης του λογισμικού Leviton Energy Manager

- PecStar iEMS [<http://www.cetameter.com/products/energy-management-software/pecstar-iems/>]:

Το εν λόγω λογισμικό απευθύνεται πρωτίστως σε κτίρια εμπορικής ή βιομηχανικής χρήσης, εξυπηρετώντας την επίτευξη λειτουργικών και περιβαλλοντικών στόχων. Τα συλλεγόμενα δεδομένα ενεργειακής κατανάλωσης καθίστανται στη συνέχεια αντικείμενο περαιτέρω επεξεργασίας με στόχο την εξαγωγή τεχνοοικονομικών συμπερασμάτων αναφορικά με μελλοντικές παρεμβάσεις στα κτίρια.



Εικόνα 57: Ενδεικτικές λειτουργίες του λογισμικού Iems

- Wattics [42]:

Το συγκεκριμένο σύστημα παρέχει προηγμένες δυνατότητες παρακολούθησης των καταναλώσεων και ενεργειακής διαχείρισης, επιτρέποντας τόσο την λεπτομερή παρακολούθηση συγκεκριμένων συσκευών ή συστημάτων όσο και την επόπτευση κτιριακών συσσωρευμάτων.



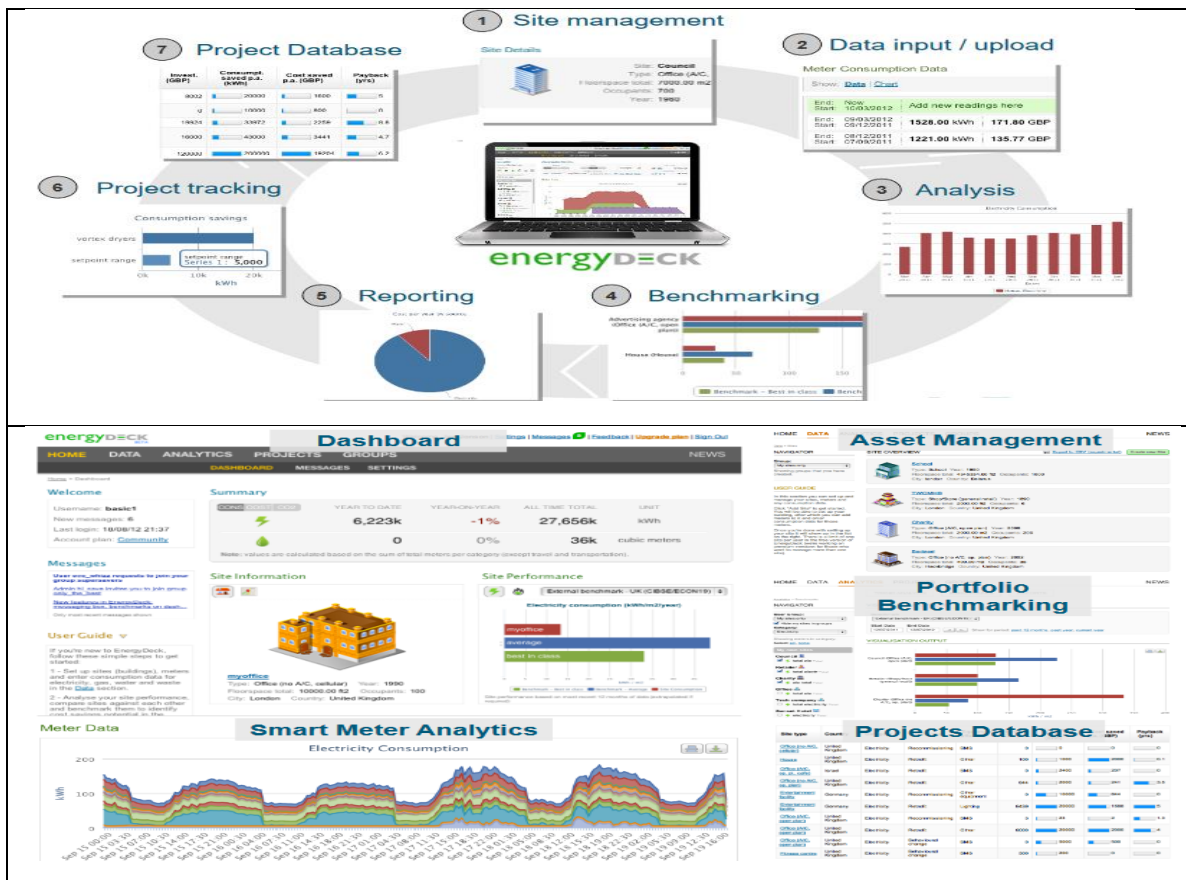
Εικόνα 58: Λειτουργίες του εργαλείου Wattics

- Events2HVAC [<http://www.events2hvac.com/>]:

Το λογισμικό αυτό διεκπεραιώνει την καταγραφή των καταναλώσεων θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού ενός κτιρίου μέσω ενός διευρυμένου interface δικτύου, το οποίο συλλέγει δεδομένα από τους διάφορους χώρους και τα εναποθέτει στο κεντρικό πρόγραμμα. Παρέχει αυξημένες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, μείωσης των εκπεμπόμενων ρύπων και αναβάθμισης του εσωτερικού περιβάλλοντος μέσα από μία πλειάδα λειτουργικών χαρακτηριστικών, όπως λειτουργίες ημερήσιας αναφοράς καταναλώσεων και τήρησης αρχείου, δυνατότητες συγχρονισμού και διασυνδεσιμότητας, αλλά και λειτουργίες pre-start και post-stop για την προστασία του κτιριακού εξοπλισμού.

- energyDECK [43]:

Το συγκεκριμένο λογισμικό παρέχει μία ολοκληρωμένη πλατφόρμα ενεργειακής παρακολούθησης, εξοικονόμησης και διαχείρισης με προηγμένες δυνατότητες ανάλυσης και συγκριτικής αξιολόγησης πλήθους σχετικών παραμέτρων.



Εικόνα 59: Άποψη των λειτουργιών του εργαλείου energyDECK

- EnergyElephant [<https://energyelephant.com/>]:

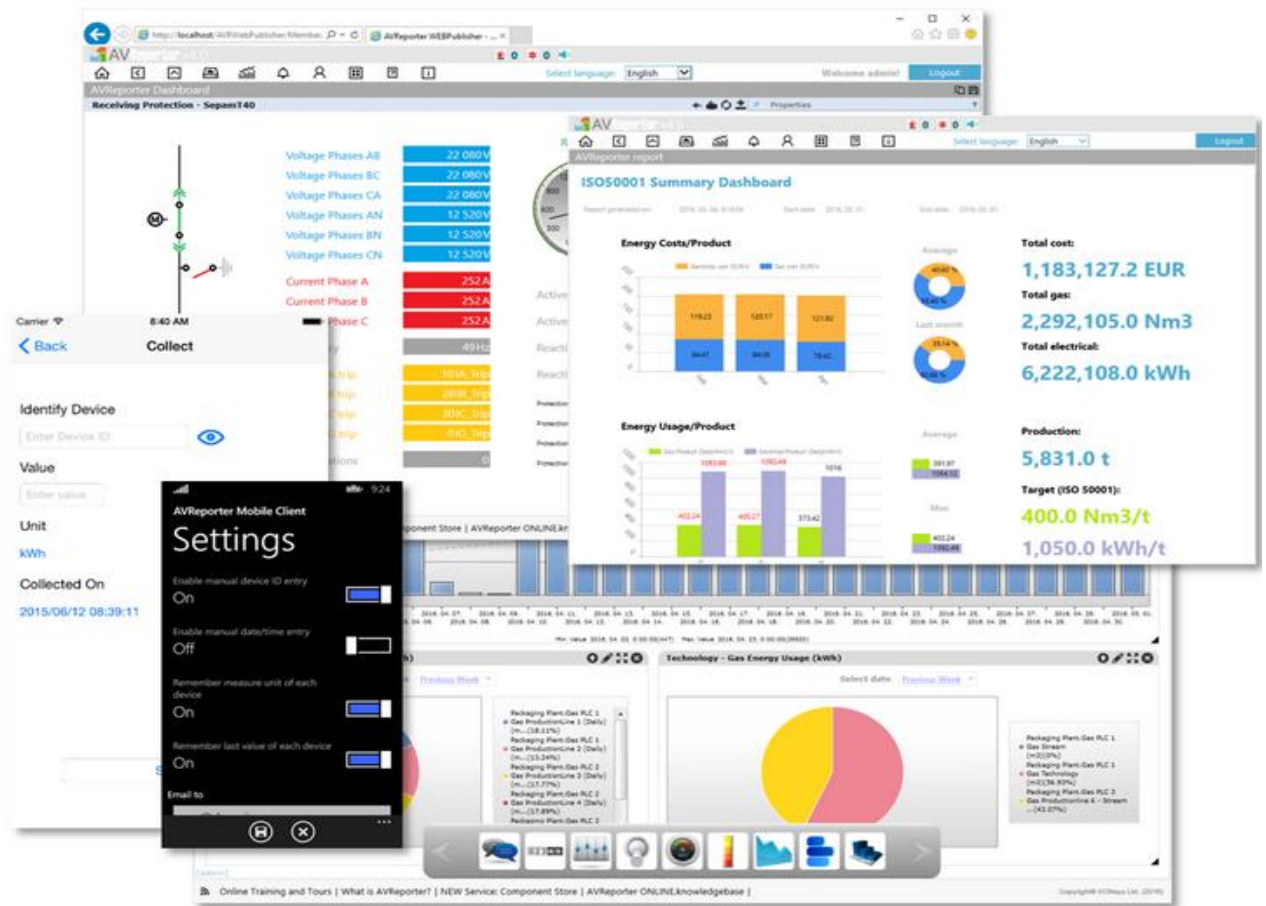
Πρόκειται για λογισμικό παρακολούθησης των λογαριασμών ενεργειακής κατανάλωσης με στόχο την παροχή υπηρεσιών εξοικονόμησης εστιάζοντας σε τυχόν σφάλματα στις χρεώσεις και δυνατότητες μειωμένων χρεώσεων, αλλά και σε δυνατότητες αλλαγής προμηθευτών ή μίγματος καυσίμων. Επιπρόσθετες λειτουργίες αφορούν δυνατότητες παρακολούθησης, ανάλυσης και σύγκρισης των καταναλώσεων, της συνεισφοράς από Α.Π.Ε. και του ανθρακικού αποτυπώματος, καθώς και την εξαγωγή ενεργειακής βάσης (baseline).



Εικόνα 60: Δυνατότητες του λογισμικού EnergyElephant

- AVReporter [<http://www.konsys-international.com/what-is-avreporter->]:

Πρόκειται για εργαλείο λογισμικού, σχεδιασμένο για την υποστήριξη της ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων, δυνάμενο να επιτύχει εξοικονομήσεις της τάξης 5-10%. Μέσω της χρήσης του εγκατεστημένου hardware τα συλλεγόμενα δεδομένα μετατρέπονται κατόπιν κατάλληλης επεξεργασίας σε αναφορές και αναλυτικά στοιχεία αναφορικά με την κτιριακή κατανάλωση και αποδοτικότητα.



Εικόνα 61: Λειτουργίες του λογισμικού AVReporter

- EnergyLogicIQ [<https://www.capterra.cn/software/152120/energylogiciq/>]:

Το εν λόγω λογισμικό διευκολύνει την πρόσληψη και επεξεργασία των δεδομένων κτιριακής κατανάλωσης, εμφανίζοντας παράλληλα υψηλή διασυσχετιστικότητα με ήδη εγκατεστημένους έξυπνους μετρητές. Παρέχει πλήρη εποπτεία των ενεργειακών δεδομένων διερευνώντας παράλληλα τις δυνατότητες απομείωσης των ενεργειακών απωλειών.

- Incenergy [<http://www.incenergy.com/>]:

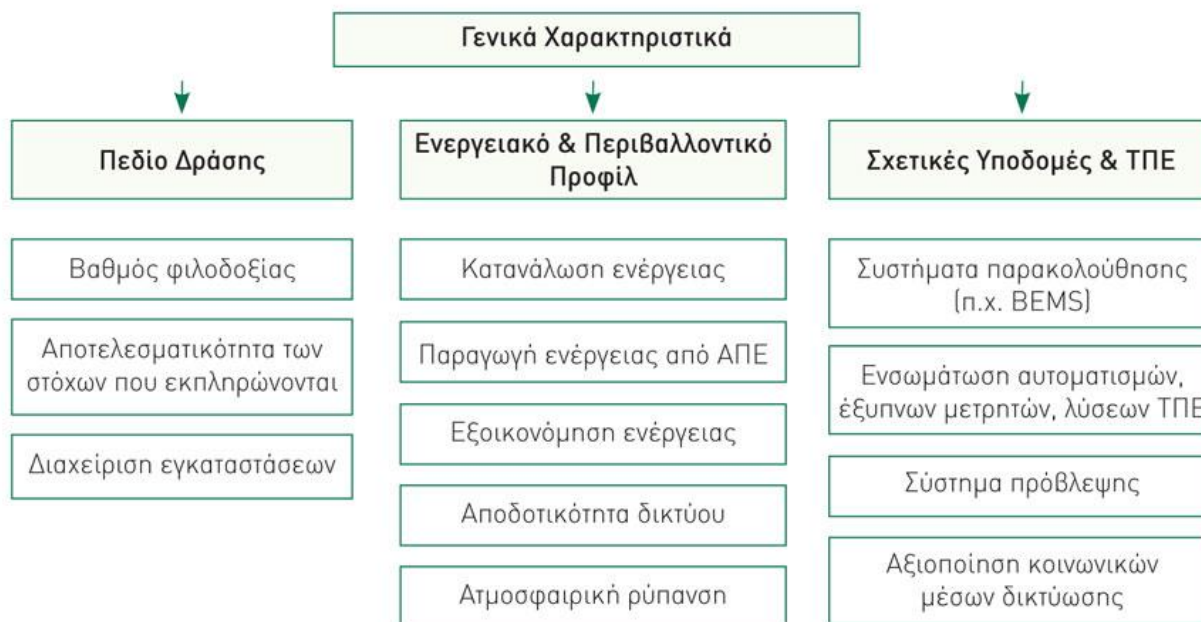
Το παρόν λογισμικό ενεργειακής διαχείρισης εστιάζει στους ακόλουθους τρεις άξονες: μείωση χρεώσεων, μείωση κόστους συντήρησης και αύξηση του χρόνου ζωής του κτιριακού εξοπλισμού. Παρέχει δυνατότητες παρακολούθησης της κατανάλωσης νερού, καθώς και εκάστου τύπου χρησιμοποιούμενου καυσίμου. Παράλληλα οι προσφερόμενες δυνατότητες ελέγχου καλύπτουν όλο το φάσμα των τελικών χρήσεων (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, φωτισμός) μέσω της χρήσης αισθητήρων για τη ρύθμιση όλων των παραμέτρων που υπηρεύονται στην ενεργειακή αποδοτικότητα της κτιριακής εγκατάστασης, όπως χρήση θυρών, αυτοματοποίηση του φωτισμού, παρακολούθηση της κίνησης των χρηστών, της θερμοκρασίας και του εσωτερικού περιβάλλοντος.



Εικόνα 62: Λειτουργίες του λογισμικού Incenergy

5.5 Παρουσίαση του εργαλείου Databuild και σχολιασμός των δυνατοτήτων ενσωμάτωσης

Η ραγδαία αστικοποίηση που έλαβε χώρα κατά τις παρελθούσες δεκαετίες σε συνδυασμό με την ταχεία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού συνετέλεσαν στη συσσώρευση της συντριπτικής πλειοψηφίας των ιδιωτών σε μεγαλουπόλεις. Συνεπακόλουθα τα μεγάλα αστικά κέντρα σήμερα κυριαρχούν όλο και πιο εμφατικά επί του συνόλου της ζήτησης ενέργειας και της εκπομπής ρύπων, με τη μερίδα του λέοντος να ανήκει στον κτιριακό τομέα. Τα κτίρια ευθύνονται επιπροσθέτως για ένα μεγάλο ποσοστό των καταναλισκόμενων πρώτων υλών, καθώς και των παραγόμενων δομικών αποβλήτων. Λαμβάνοντας ως δεδομένο το γεγονός της υπεραντιπροσώπευσης των μικρών κτιρίων στο σύνολο της ενεργειακής ζήτησης που οφείλεται στον κτιριακό τομέα (το σχετικό ποσοστό αγγίζει το 80%), αποτελεί θεμελιώδη εθνική προτεραιότητα η ενεργειακή αναβάθμιση των κατοικιών των πολιτών χαμηλού εισοδήματος και η εφαρμογή προγραμμάτων εξοικονόμησης επί των ενεργοβόρων κτιρίων του δημοσίου τομέα. Αρωγός στις προσπάθειες βελτίωσης του αστικού περιβάλλοντος και εξυγίανσης των ενεργειακών δαπανών δύναται να καταστούν τα συτήματα κτιριακής αποτύπωσης, υποβοηθώντας τόσο την παρακολούθηση των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων όσο και το σχεδιασμό των απαιτούμενων παρεμβάσεων με στόχο τον εξορθολογισμό της ζήτησης ενέργειας.



Εικόνα 63: Βασικοί άξονες χάραξης ενεργειακής πολιτικής [44]

Ούτως εχούσης της συγκυρίας, κομβικό ρόλο δύναται να διαδραματίσει ο δημόσιος τομέας. Τα κτίρια του δημοσίου τομέα παρέχουν πρόσφορο έδαφος προς υλοποίηση πολιτικών ενεργειακής εξοικονόμησης, καθώς σχετικές πρακτικές έχουν γνωρίσει σχετικά μικρή διάδοση στην Ελλάδα. Σε ουκ ολίγες περιπτώσεις, πρόκειται για κτίρια με κύριο χαρακτηριστικό τους την παλαιότητα, δηλαδή κτίρια πλημμελώς μονωμένα με υψηλή ζήτηση για ψύξη ή θέρμανση. Εάν οι Δήμοι δελεασθούν από το ενδεχόμενο ενεργού συμμετοχής σε υπερτοπικές πρωτοβουλίες, θα μπορούσαν να αποτελέσουν παράδειγμα και για τους ιδιώτες ως προς την υιοθέτηση πρακτικών ενεργειακής αναβάθμισης.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα παρουσιαστούν οι δυνατότητες του εργαλείου Databuild της εταιρείας Datagrid (<http://www.datagrid.gr/>) με γνώμονα τη διερεύνηση των δυνατοτήτων ενσωμάτωσης των προδιαγραφών παρακολούθησης και στοχοθέτησης κτιριακών καταναλώσεων που παρατέθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια. Πρόκειται για ένα πλήρες εργαλείο αποδελτίωσης και κωδικοποίησης της ακίνητης περιουσίας των Δήμων, το οποίο διευκολύνει την επόπτευση του συνόλου των σχετικών δεδομένων, όπως η ηλικία, η ακριβής τοποθεσία ή το είδος της χρήσης, θέτοντας παράλληλα στη διάθεση του χρήστη εργαλεία αναζήτησης με πληθώρα κριτηρίων. Επιπλέον δυνατότητες αφορούν στην παρουσίαση των καταχωρημένων στοιχείων σε ποικίλες μορφές, όπως διαδραστικοί χάρτες, καρτέλες και πίνακες, αλλά και στην εξαγωγή στατιστικών αποτελεσμάτων. Κάθε εισαχθέν στο σύστημα καταγραφής κτίριο συνοδεύεται από πρόσθετο υλικό, όπως φωτογραφίες, αρχιτεκτονικά σχέδια και Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης με στόχο τη διευκόλυνση της Τεχνικής Υπηρεσίας εκάστου συμβαλλόμενου Δήμου. Εφαρμογές του εργαλείου Databuild βρίσκονται ήδη σε λειτουργία στους Δήμους Νεμέας και Τριφυλίας και πιλοτικά στο Δήμο Πύλου-Νέστορος.



Εικόνα 64: Databuild Δήμου Τριφυλίας

Ιδιαίτερης μνείας χρήζει ο δυναμικός χαρακτήρας του εργαλείου, το οποίο δύναται να ενσωματώνει νέες λειτουργίες αλλά και δεδομένα σε προσπάθεια να συμβαδίσει με τις τρέχουσες ανάγκες των Δήμων. Σε αυτό το πλαίσιο, οι ανωτέρω διερευνηθείσες προδιαγραφές παρακολούθησης των ενεργειακών καταναλώσεων εμφανίζονται ικανές να επηρεάσουν θετικά τη λειτουργικότητα του συστήματος Databuild. Οι δυνατότητες ενσωμάτωσης είναι ευκρινείς στην περίπτωση πιλοτικής εφαρμογής επί των δημοτικών κτιρίων της Πύλου, καθώς το προκείμενο εργαλείο έχει επεκταθεί με στόχο την εισαγωγή ενεργειακών στοιχείων. Επί του παρόντος, η εν λόγω ενότητα καταχωρεί μόνο τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης των κτιριακών εγκαταστάσεων.



Εικόνα 65: Databuild Δήμου Νεμέας

Εισάγοντας εργαλεία αποτύπωσης των κτιριακών καταναλώσεων και των συνεπαγόμενων χρεώσεων και εκπομπών ρύπων θα προστεθούν στο εργαλείο λειτουργίες ενεργειακής διαχείρισης. Καταγράφοντας τις ετήσιες ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων για τη διαμόρφωση ιστορικού της ζήτησης και συνδυάζοντας τα συλλεχθέντα δεδομένα με την παρακολούθηση των καταναλώσεων σε πραγματικό χρόνο, το παρόν εργαλείο καθίσταται δυνατό να συμβάλει στη χάραξη αποτελεσματικής ενεργειακής πολιτικής και στον καθορισμό των βέλτιστων μακροπρόθεσμων τροποποιήσεων στις κτιριακές εγκαταστάσεις.

Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)

Παρόντι παρατίθεται το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης για τον Δημοτικό Χρόνο Πύλου, όπως ορίστηκε από το ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ κατά την απόφαση (2006)

DATABUILD

DATAGRID
Μολύτιο, Στάθμος Εργασίας Υπηρεσιών Πληροφορικής
Διοίκηση: Α. Τσιμπίρη 25, Πλακάρα 16552
Τηλ: 2104827596
Fax: 212701661
Website: www.datagrid.gr

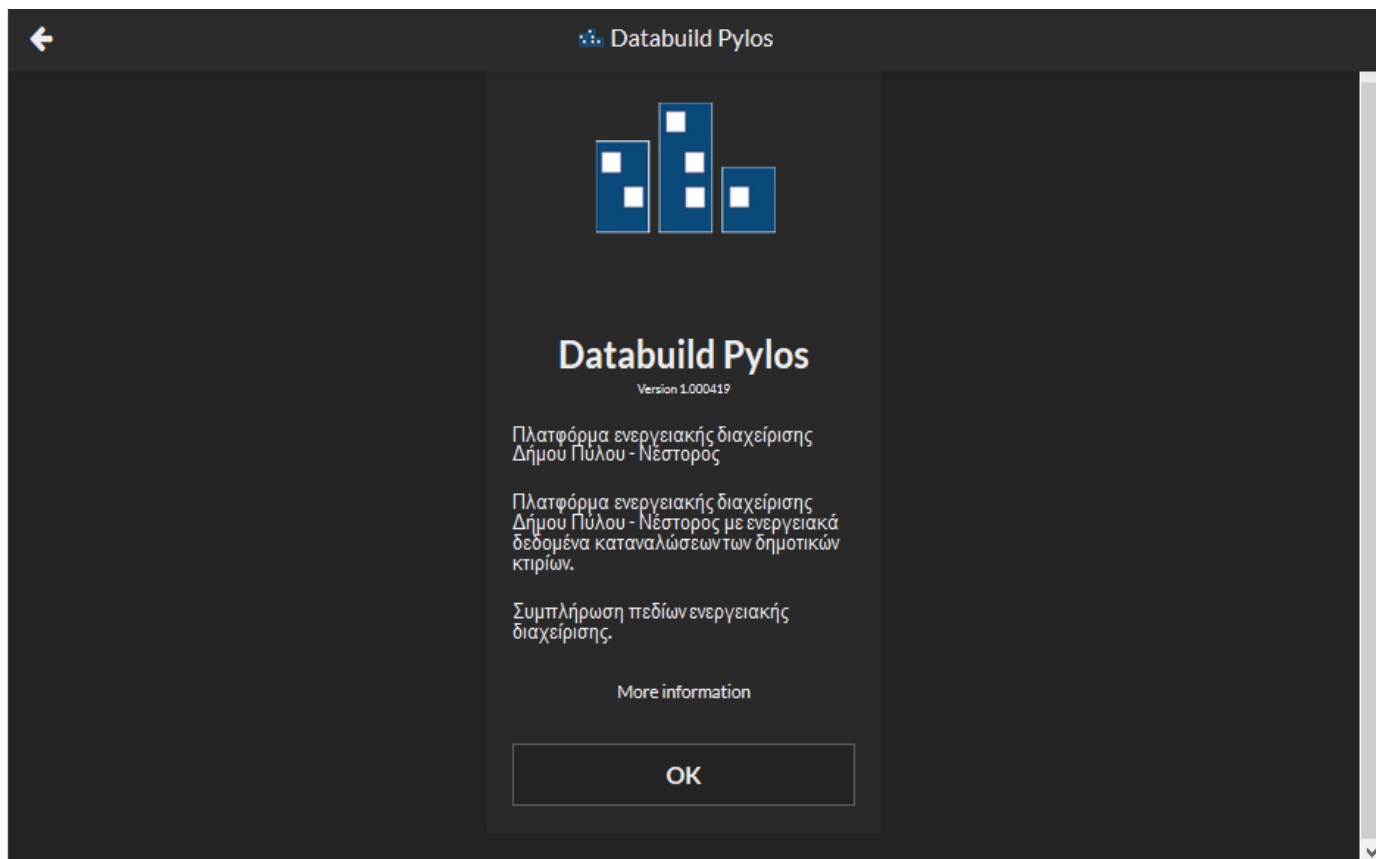
Δήμος Πύλου-Νέστορος
Δεμάσιος, Πλατεία Νέστορος, 24001 Πύλος
Τηλ: 27236-3838, 3835, 28331, 22221
Fax: 27239-2524
Website: www.pylou-nessos.gr
E-mail: pmcc@pylos.gr

Ετήσιες Καταναλώσεις Χρεώσεις	
Ηλεκτρικά Ενέργεια	
Θέρμανση	
E13	NO
E14	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E15	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Ψύξη	
E16	NO
E17	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E18	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Αερισμός	
E19	NO
E20	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E21	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Φωτισμός	
E22	NO
E23	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E24	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)
Συσκευές	
E25	NO
E26	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)
E27	Ετήσιο Κόστος (ευρώ)

Εικόνα 66: Αριστερά: Καρτέλα ενεργειακών στοιχείων Databuild
Δεξιά: Άποψη της παρουσιασθείσας φόρμας καταγραφής στα πλαίσια της επέκτασης

Έχοντας σκιαγραφήσει τη σημασία αλλά και τις βασικές κατευθύνσεις του επιδιωκόμενου εμπλουτισμού, στα πλαίσια της προκειμένης διπλωματικής εργασίας προσχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε η επέκταση των δυνατοτήτων της εφαρμογής Databuild στο Δήμο Πύλου με στόχο την εποπτεία των ενεργειακών δεδομένων των δημοτικών κτιριακών εγκαταστάσεων. Η εν λόγω διεύρυνση του φάσματος των λειτουργιών αποσκοπεί στην υποστήριξη των αρμοδίων

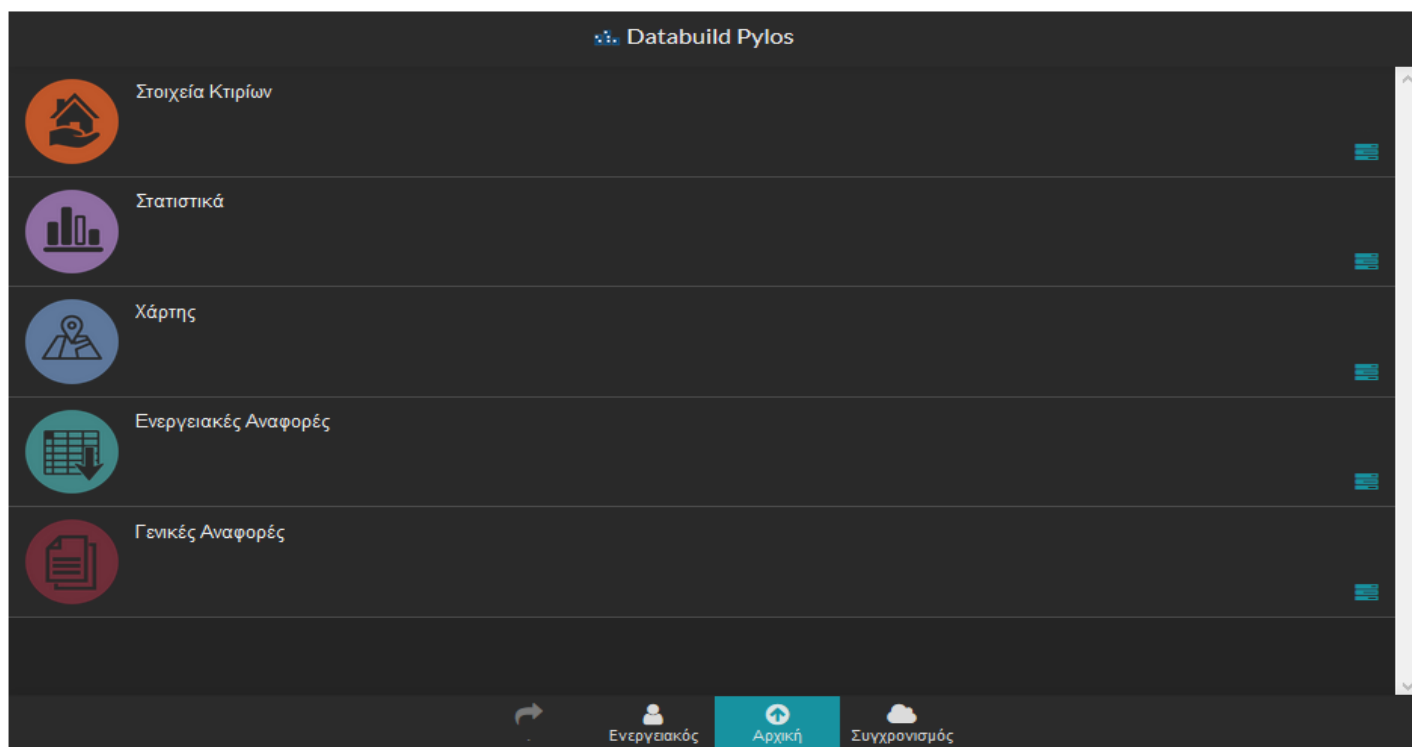
Ενεργειακών Υπευθύνων κατά τη συλλογή και την επεξεργασία των ενεργειακών στοιχείων, μέσα από την αποδελτίωση των προσλαμβανόμενων δεδομένων, την εξαγωγή διαγραμμάτων, υπολογιστικών αποτελεσμάτων, αλλά και τη δυνατότητα συγκριτικής παραβολής, όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο.



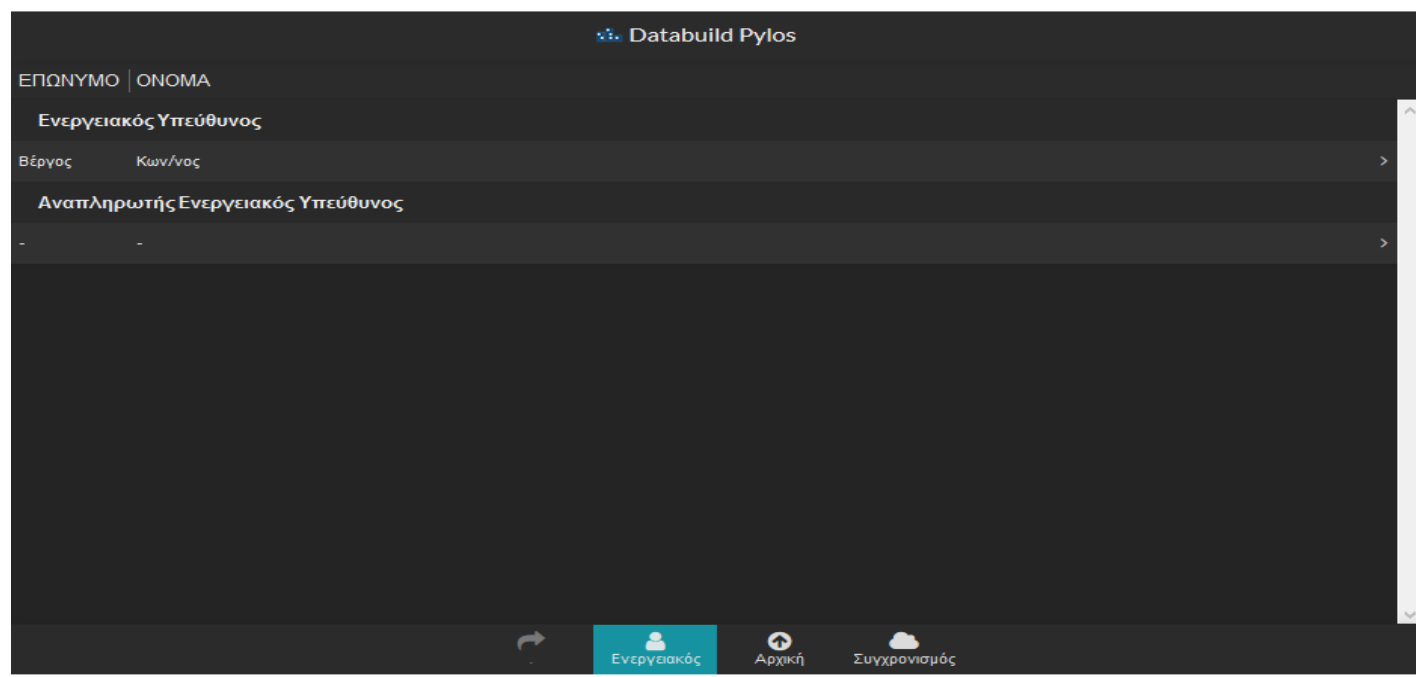
Εικόνα 67: Αρχική σελίδα της πλατφόρμας ενεργειακής διαχείρισης για το Databuild Δήμου Πύλου

Εισαγόμενος στην πλατφόρμα ενεργειακής διαχείρισης, ο Ενεργειακός Υπεύθυνος αποκτά πρόσβαση στο σύνολο των δεδομένων που αφορούν τις παρακολουθούμενες κτιριακές εγκαταστάσεις, εν προκειμένω τις σχολικές εγκαταστάσεις του Δήμου Πύλου. Επιλέγοντας την ενότητα «Στοιχεία Κτιρίων» δύναται να περιηγηθεί στο σύνολο των ενεργειακών στοιχείων ενός δημοτικού κτιρίου της επιλογής του, εποπτεύοντας παράλληλα και στοιχεία όπως σχέδια και οικοδομικές άδειες. Στην ενότητα «Στατιστικά» παρουσιάζονται στοιχεία ενεργειακών καταναλώσεων, εκπεμπόμενων ρύπων, αλλά και χρήσιμοι ενεργειακοί δείκτες υπό μορφή διαγραμμάτων, παρέχοντας παράλληλα πληθώρα δυνατοτήτων σύγκρισης μεταξύ διαφορετικών κτιρίων ή ετών. Στην ενότητα «Χάρτης» παρατίθενται οι τοποθεσίες των καταχωρηθέντων στο σύστημα κτιρίων, ενώ στην ενότητα «Ενεργειακές Αναφορές» αρχειοθετούνται οι υποβληθείσες

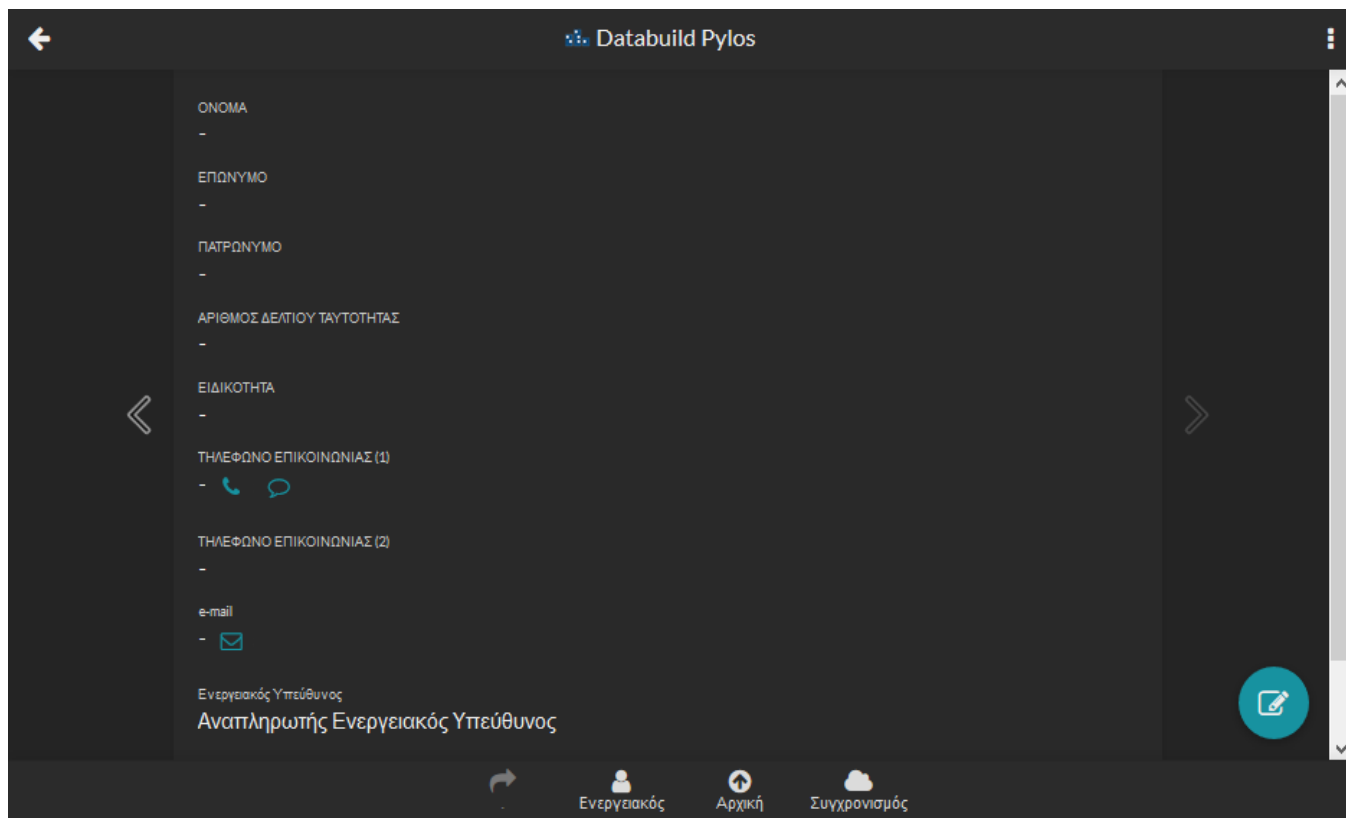
Φόρμες Ενεργειακής Καταγραφής. Τέλος, στην ενότητα «Γενικές Αναφορές» συνοψίζονται τα κτιριακά δεδομένα, τα οποία δεν άπτονται της ενεργειακής διαχείρισης.



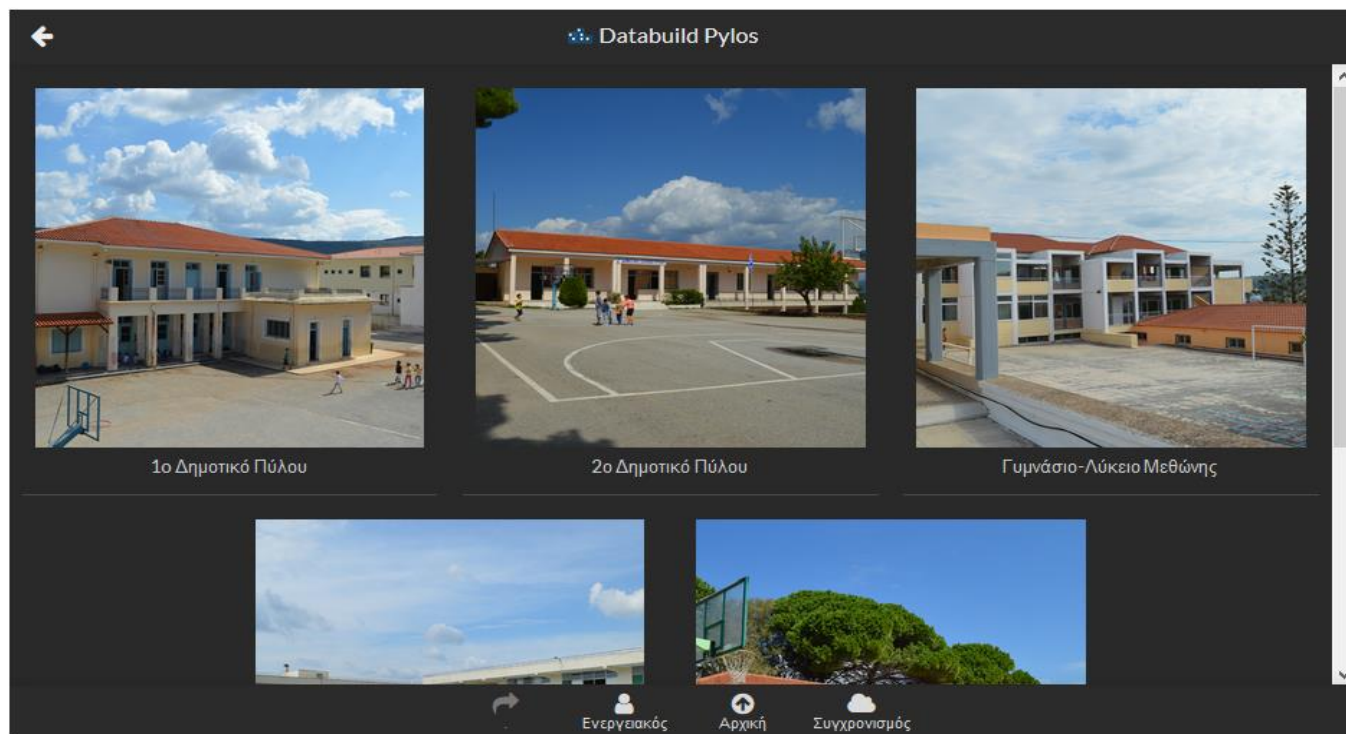
Εικόνα 68: Είσοδος στην πλατφόρμα ενεργειακής διαχείρισης – Αρχικό Menu



Εικόνα 69: Κατάλογος Ενεργειακών Υπευθύνων

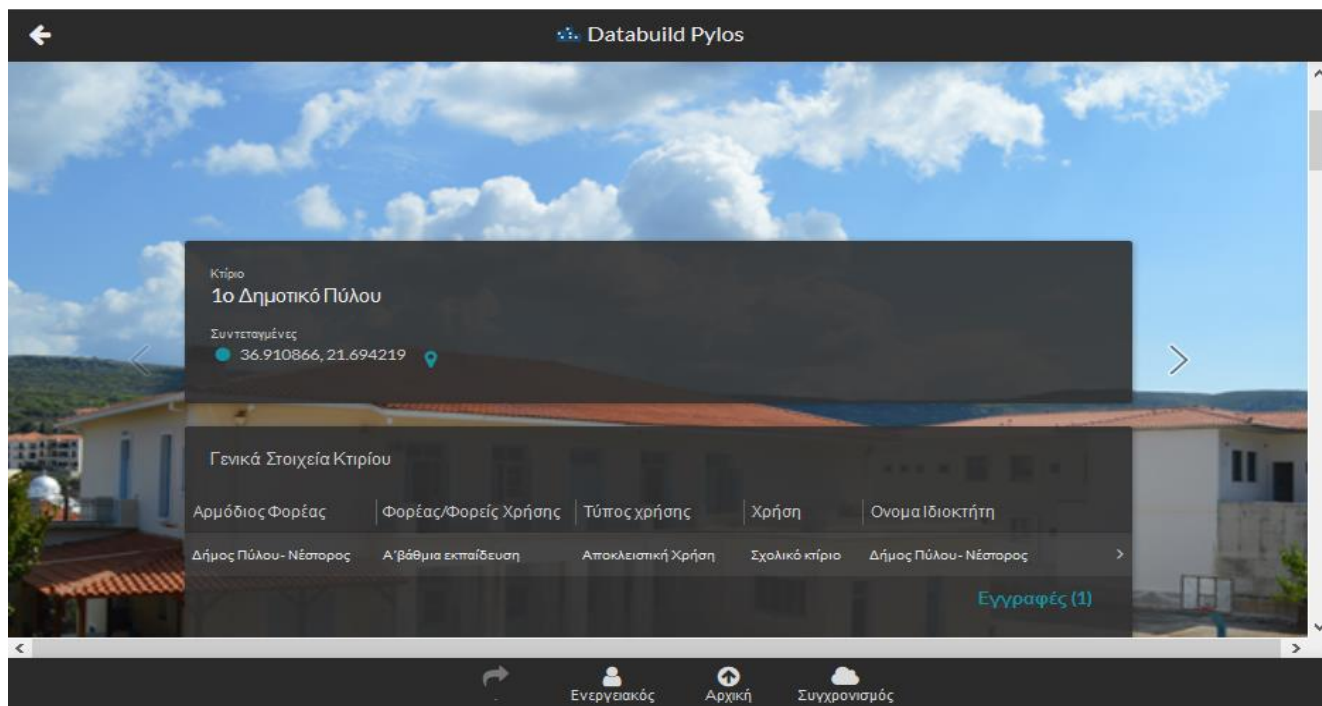


Εικόνα 70: Στοιχεία Ενεργειακού Υπευθύνου



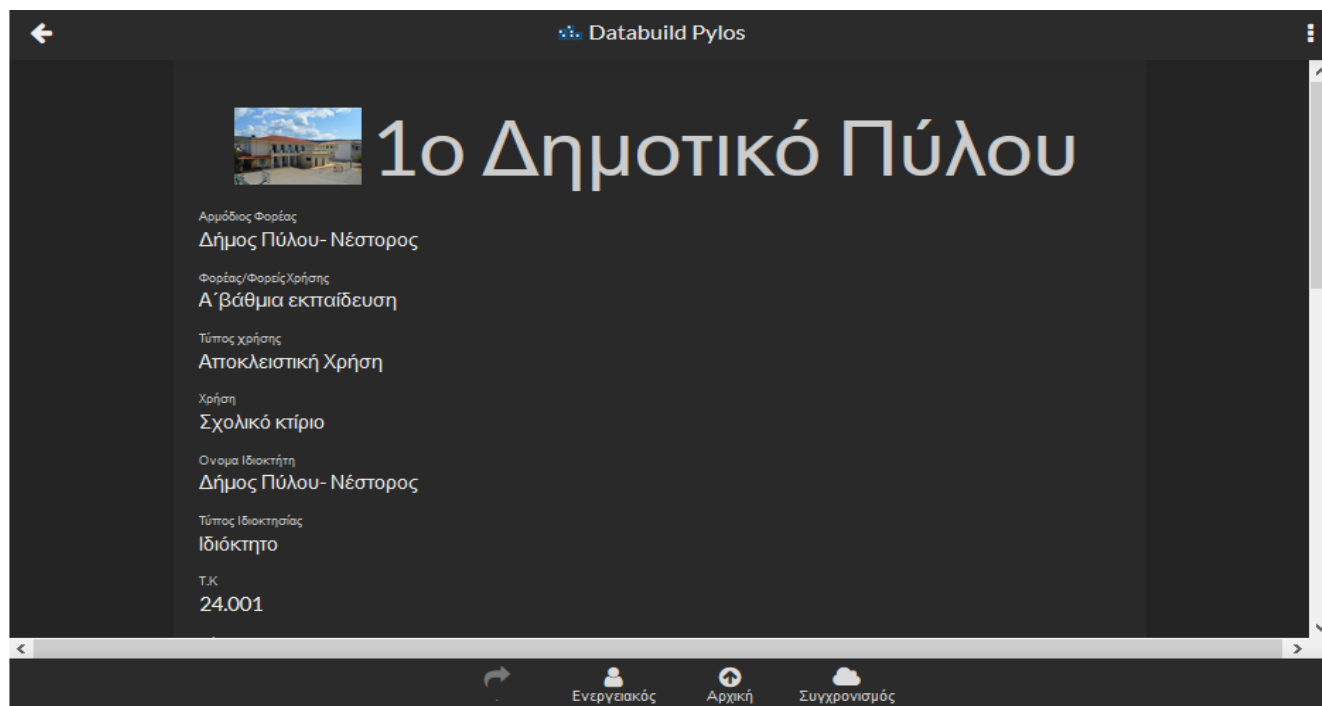
Εικόνα 71: Στοιχεία Κτιρίων – Λίστα Κτιρίων

Ακολουθεί η αναλυτική παράθεση της ενότητας «Στοιχεία Κτιρίων»:

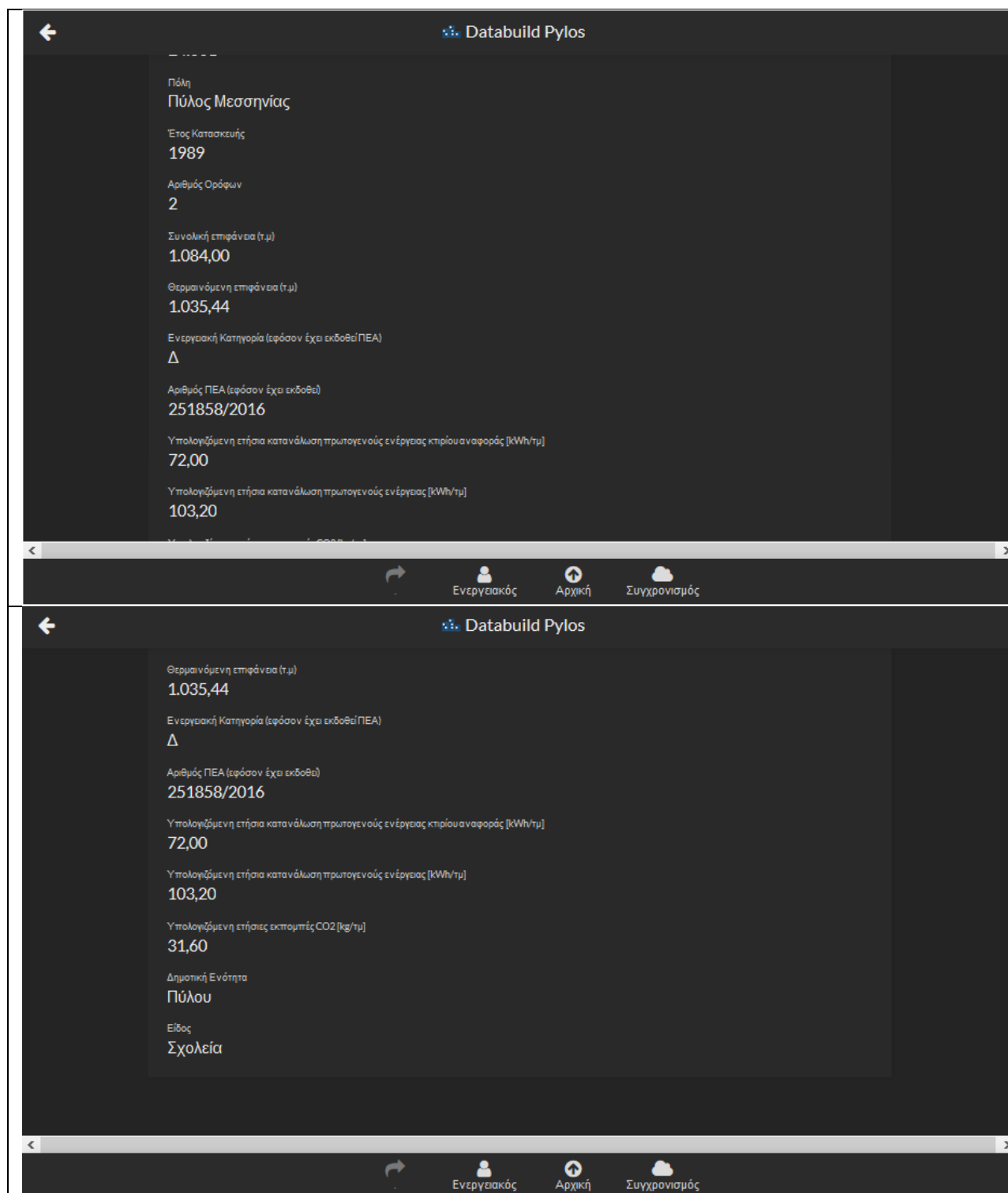


Εικόνα 72: Στοιχεία Κτιρίων (Κτίριο, Γενικά Στοιχεία Κτιρίου)

Αναλυτικότερα, η υποενότητα «Γενικά Στοιχεία Κτιρίου» έχει ως ακολούθως:



Εικόνα 73: Γενικά Στοιχεία Κτιρίου



Εικόνα 74: Γενικά Στοιχεία Κτιρίου (συνέχεια)

Στη συνέχεια ακολουθεί η αποδελτίωση των εγκατεστημένων συστημάτων, ταξινομημένων ανά τελική χρήση, αλλά και η καταγραφή των δεδομένων που αφορούν σε ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις.

The screenshot displays two data tables from the Databuild Pylos application. The first table, titled 'Ηλεκτρική Κατανάλωση' (Electric Consumption), shows data for the years 2016 and 2017. The second table, titled 'Συστήματα Θέρμανσης' (Heating Systems), shows data for the years 2016 and 2017, including details on the system type and fuel used.

Ηλεκτρική Κατανάλωση			
Έτος	Εκπομπή ρύπων (kgCO2/κ...)	Πάροχος Ηλεκτρικής Εν...	Αριθμός Παροχής Ρεύματος
2016	231	ΔΕΗ	1236547899
2017	231	ΔΕΗ	134547867967807

Συστήματα Θέρμανσης						
Έτος	Σύστημα	Τύπος	Καύσιμο	Έτη λειτουργίας	Αριθμός (Πλήθος)	Ονομαστική Ισχύς (Ηλεκ...
2016	1	Λέβητας/ Καυστήρας	Πετρέλαιο	27	1	
2017	1	Λέβητας/ Καυστήρας	Πετρέλαιο	27	1	
2017	2	Λέβητας/ Καυστήρας	Φυσικό Αέριο	27	1	

Εικόνα 75: Στοιχεία Κτιρίων (Ηλεκτρική Κατανάλωση, Συστήματα Θέρμανσης)

The screenshot displays two data tables from the Databuild Pylos application. The first table, titled 'Συστήματα Ψύξης' (Cooling Systems), shows data for the years 2016 and 2017. The second table, titled 'Συστήματα Αερισμού' (Ventilation Systems), shows data for the years 2016 and 2017, including details on the system type and fuel used.

Συστήματα Ψύξης					
Έτος	Εκπομπή ρύπων (από μετρ...	Τύπος	Καύσιμο	Έτη λειτουργίας	Αριθμός (Πλήθος)
2016	0,00				0
2017	0,00				0

Συστήματα Αερισμού					
Έτος	Σύστημα	Εκπομπή ρύπων (από με...	Τύπος	Καύσιμο	Αριθμός (Πλήθος)
2016	1	537,52	Ολικού Αέρα ΚΚΜ-Κεντρικό	Ηλεκτρισμός	1
2017	1	0,00			

Εικόνα 76: Στοιχεία Κτιρίων (Συστήματα Ψύξης, Συστήματα Αερισμού)

Ζεστό Νερό Χρήσης

Έτος	Σύστημα	Εκπομπή ρύπων (από μετ...	Τύπος	Καύσιμο	Έτη λειτουργίας
2016	1	10.091,84	Ηλεκτρικός Θερμοσίφωνας	Ηλεκτρισμός	>
2017	1	0,00			>

[Εγγραφές \(2\)](#)

Περιγραφή Φωτισμού

Έτος	α/α	ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ ΛΕΙΤΟΥ...	ΙΣΧΥΣ (kW)	Συντελεστής μετατροπή...
2016	1	Λάμπα	45	2.000	5	2,90
2016	2	Λαμπτήρας Φθορίου	55	400	6	2,90
2016	3					2,90
2016	4					2,90

Εικόνα 77: Στοιχεία Κτιρίων (Συστήματα ΖΝΧ, Συστήματα Φωτισμού)

Ερωτήσεις

ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΣΥ...	Έτος	ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΣΥ...	ΕΧΟΥΝ ΕΦΑΡ...	ΠΡΟΤΕΙΝΕΤΕ...	ΕΧΟΥΝ ΕΦΑΡ...	ΕΧΕΙ ΕΝΤΑΧΘΕΙ ΣΤΟ Π...
	2016					>
	2017					>

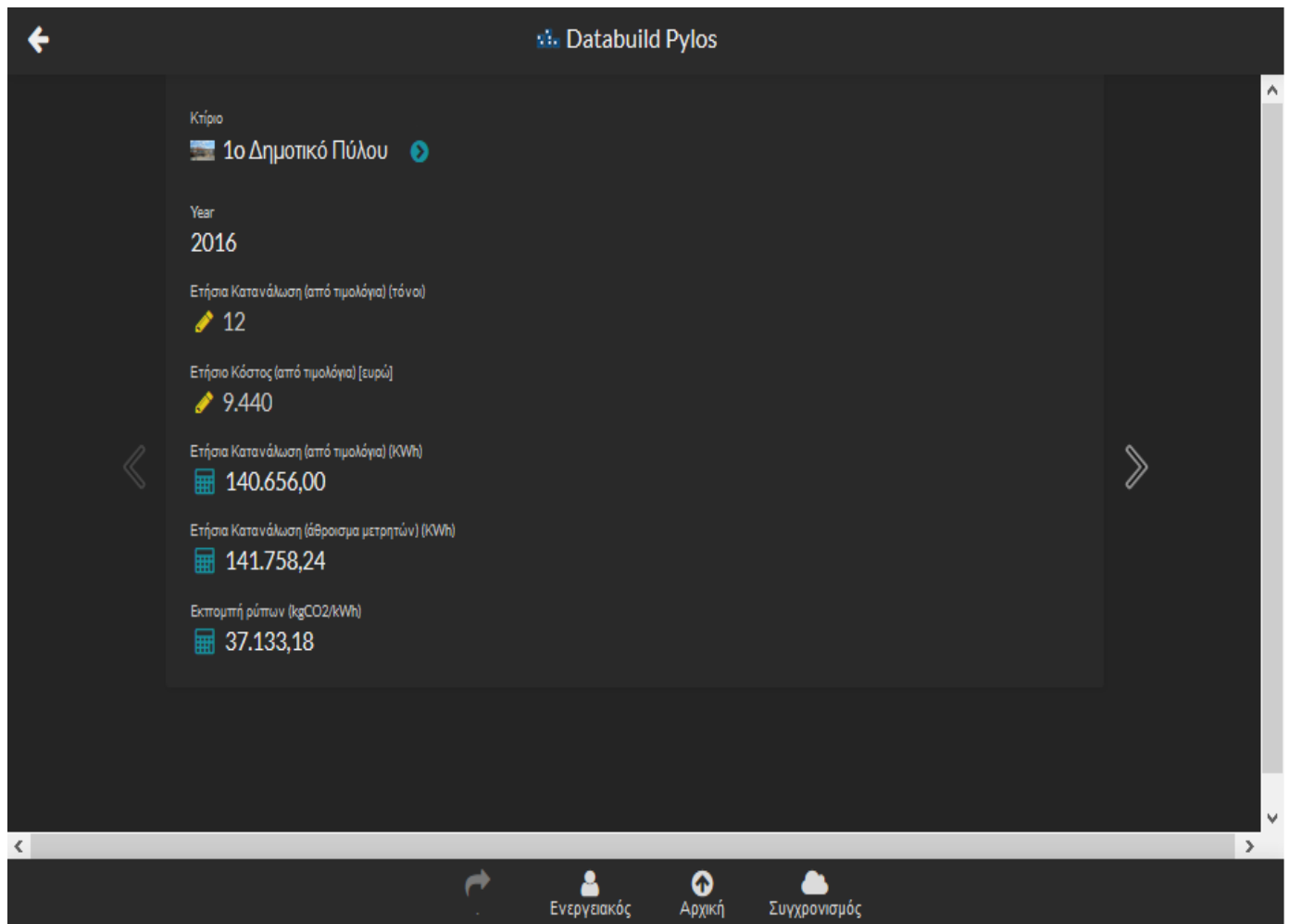
[Εγγραφές \(2\)](#)

Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας Πετρέλαιο

Year	Ετήσια Κατανάλωση (α...	Ετήσιο Κόστος (από τιμολ...	Ετήσια Κατανάλωση (από τ...	Ετήσια Κατανάλωση (άθροισα...
2016	12	9.440	140.656,00	141.758,24
2017	12	9.600	143.040,00	143.333,33

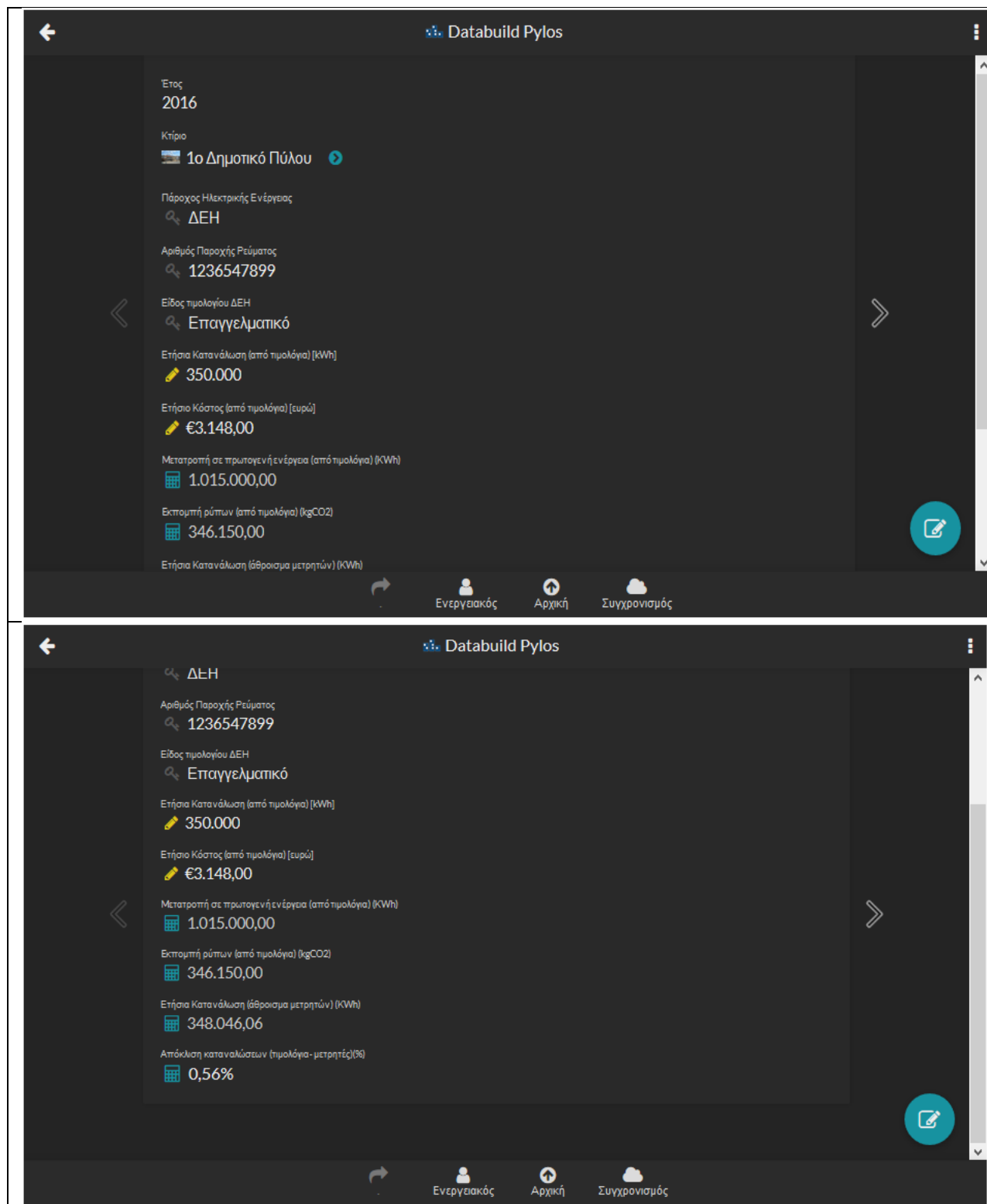
[Εγγραφές \(2\)](#)

Εικόνα 78: Στοιχεία Κτιρίων (Ερωτήσεις, Ετήσια Κατανάλωση Πετρελαίου)

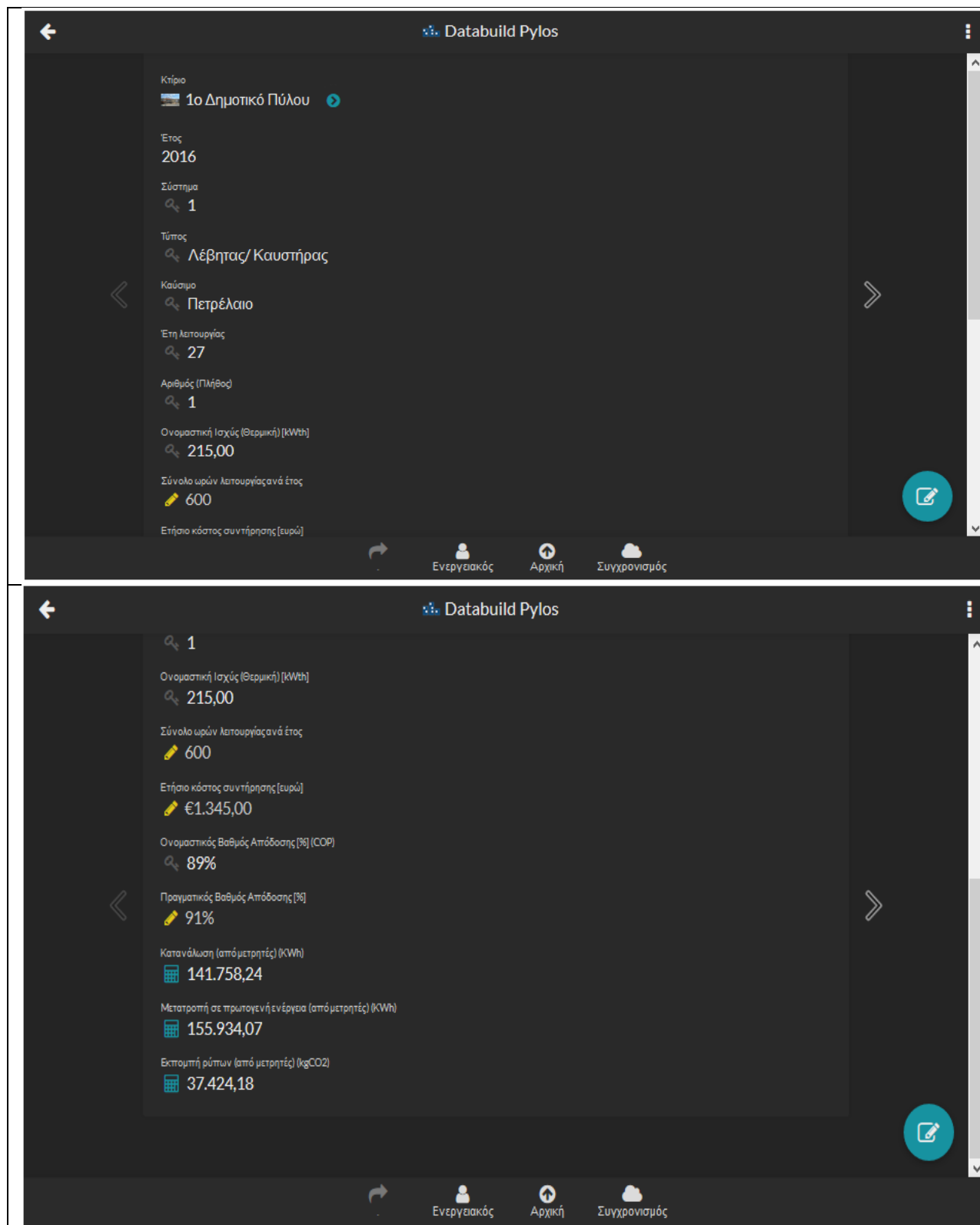


Εικόνα 79: Ετήσια κατανάλωση Ενέργειας – Πετρέλαιο

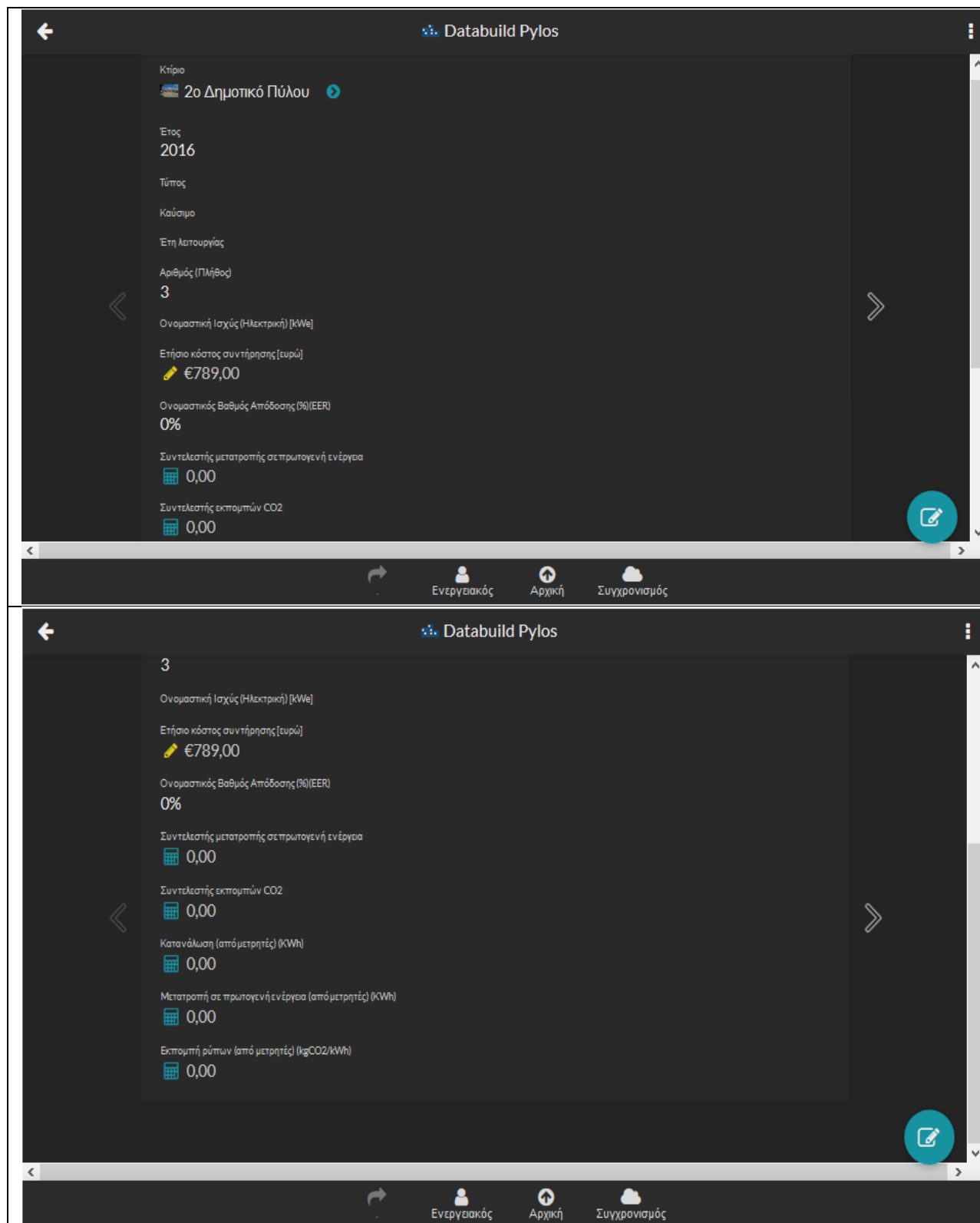
Ως ενδεικτική των δεδομένων ετήσιας κατανάλωσης, παρατίθεται η καρτέλα της ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου. Παρατηρούμε ότι συνοψίζει το σύνολο των στοιχείων των τιμολογίων (τόνοι καυσίμου, kWh, χρεώσεις), καθώς και των ενδείξεων έξυπνων μετρητών, εφόσον είναι εγκατεστημένοι, καθώς επίσης και τις υπολογιζόμενες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Παράλληλα, ως ενδεικτική της αποδελτίωσης των χρησιμοποιούμενων ανά τελική χρήση συστημάτων, παρατίθεται και η καρτέλα των εγκατεστημένων συστημάτων ψύξης. Παρατηρούμε ότι περιλαμβάνει το σύνολο των σταθερών στοιχείων του συστήματος ψύξης (βλ. Κεφ. 3 – «Βασικά Πεδία»), όπως ο τύπος του συστήματος, το είδος του καυσίμου, τα έτη λειτουργίας, το πλήθος των εγκατεστημένων μονάδων, καθώς και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά αυτών (ονομαστικός βαθμός απόδοσης). Στη συνέχεια αποδελτιώνονται τα ετήσια κόστη συντήρησης, τα δεδομένα της ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης, καθώς και τα σχετικά στοιχεία για την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και τους εκπεμπόμενους ρύπους. Σε πλήρη αντιστοιχία με τα προηγούμενα αποτυπώνεται και η Ετήσια Ηλεκτρική Κατανάλωση:



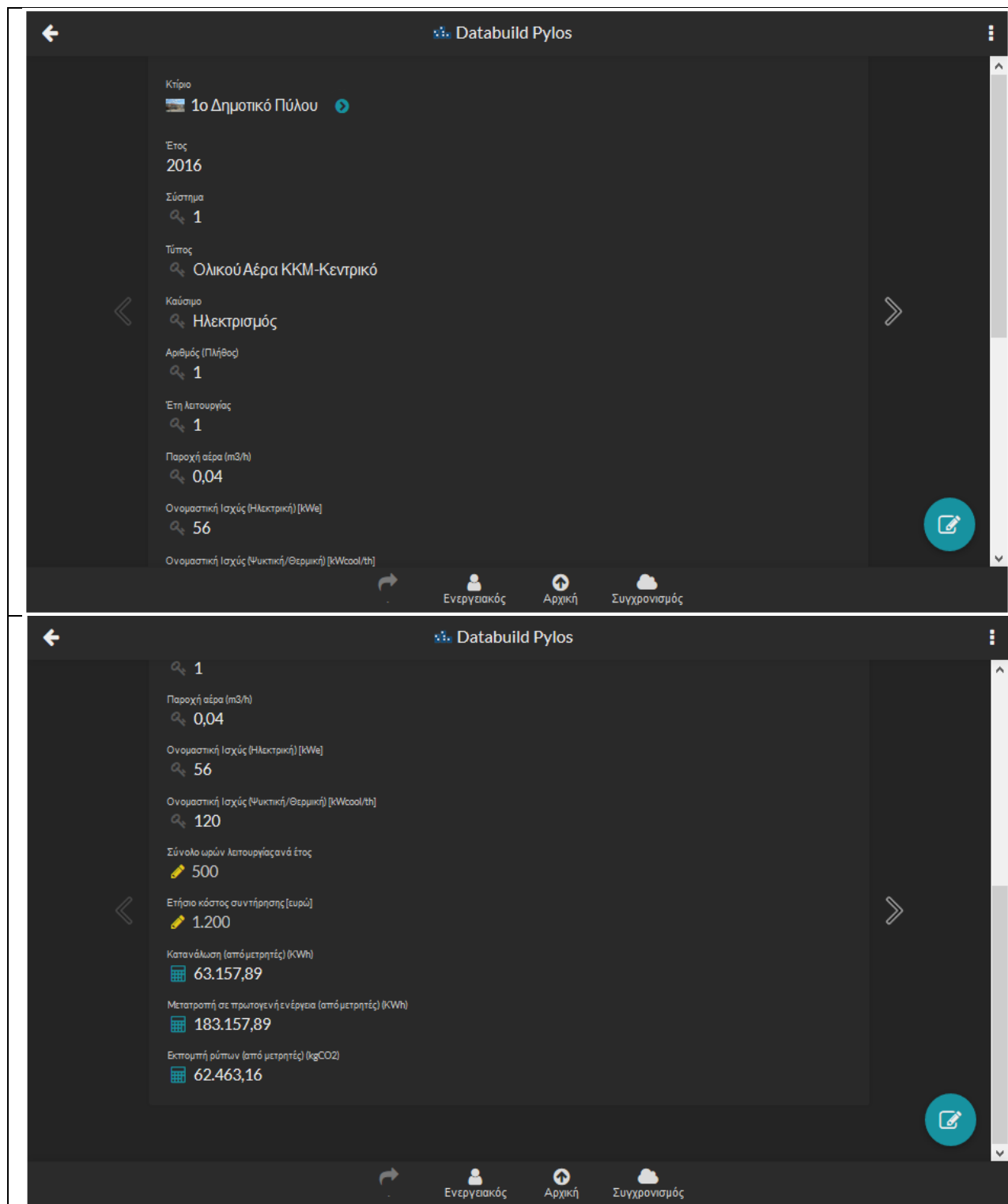
Εικόνα 80: Ετήσια Ηλεκτρική Κατανάλωση



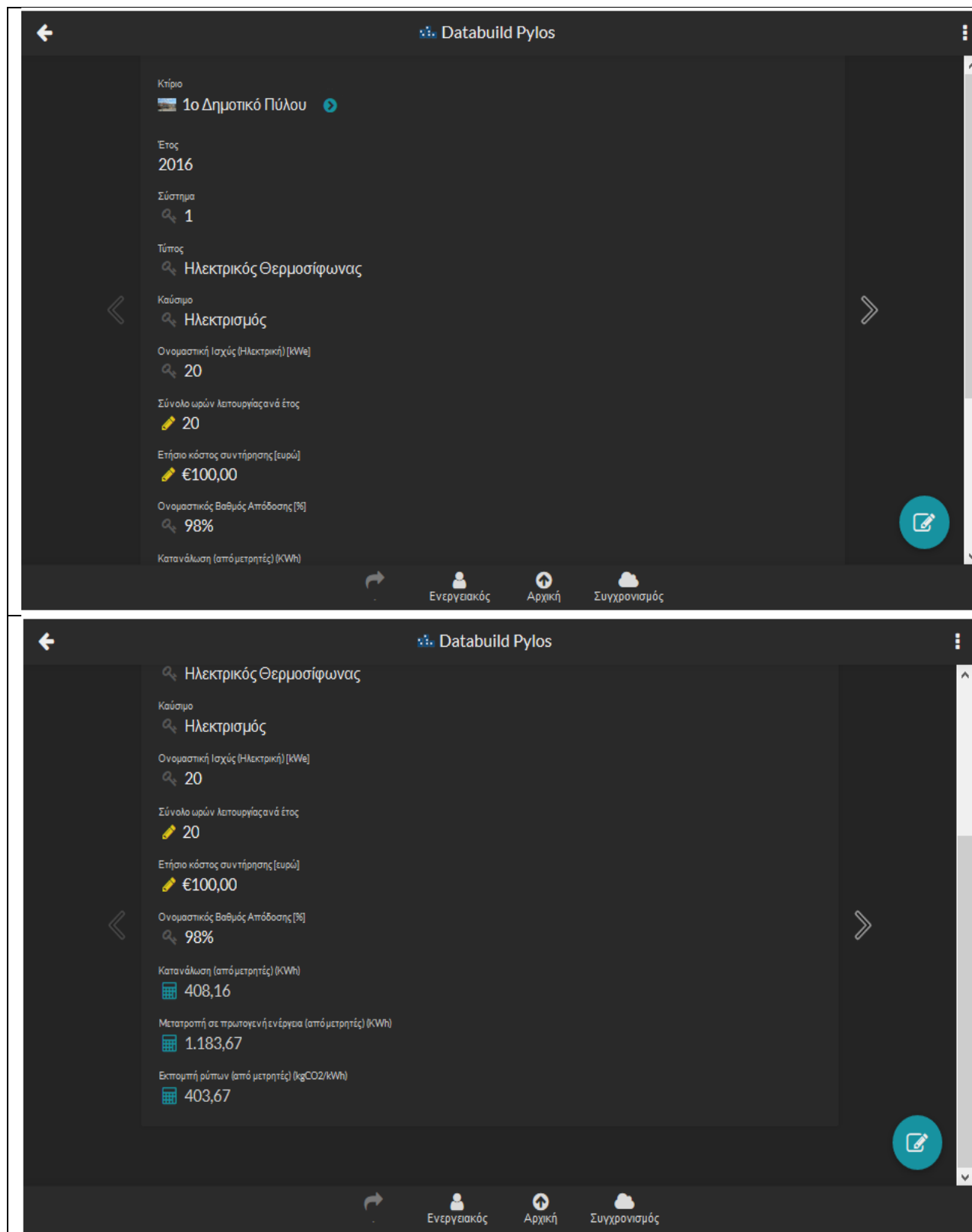
Εικόνα 81: Συστήματα Θέρμανσης



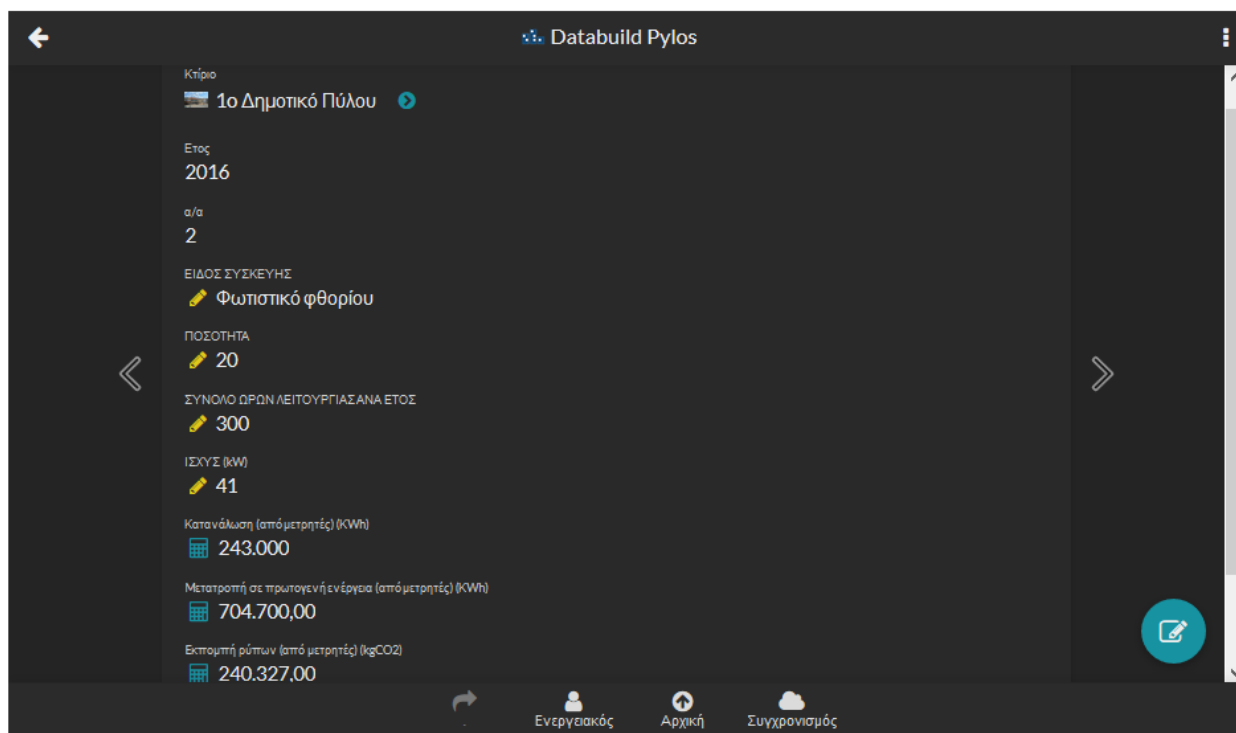
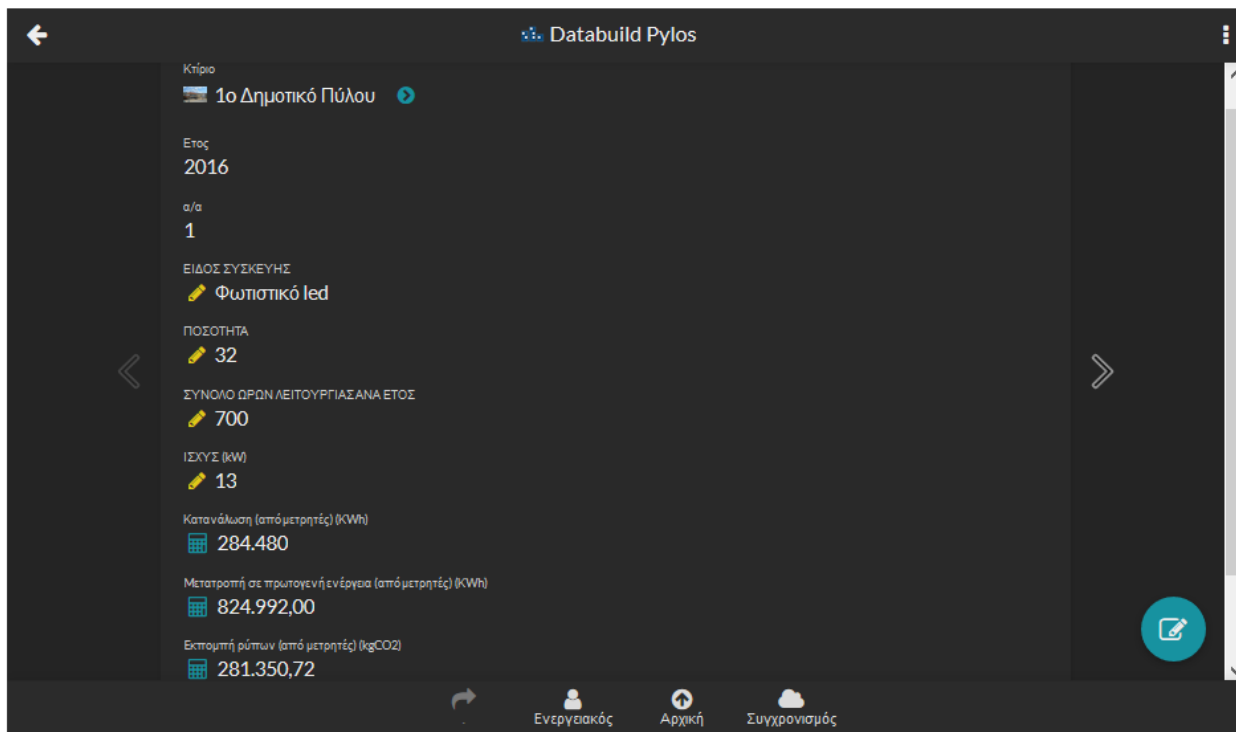
Εικόνα 82: Συστήματα Ψύξης



Εικόνα 83: Συστήματα Αερισμού

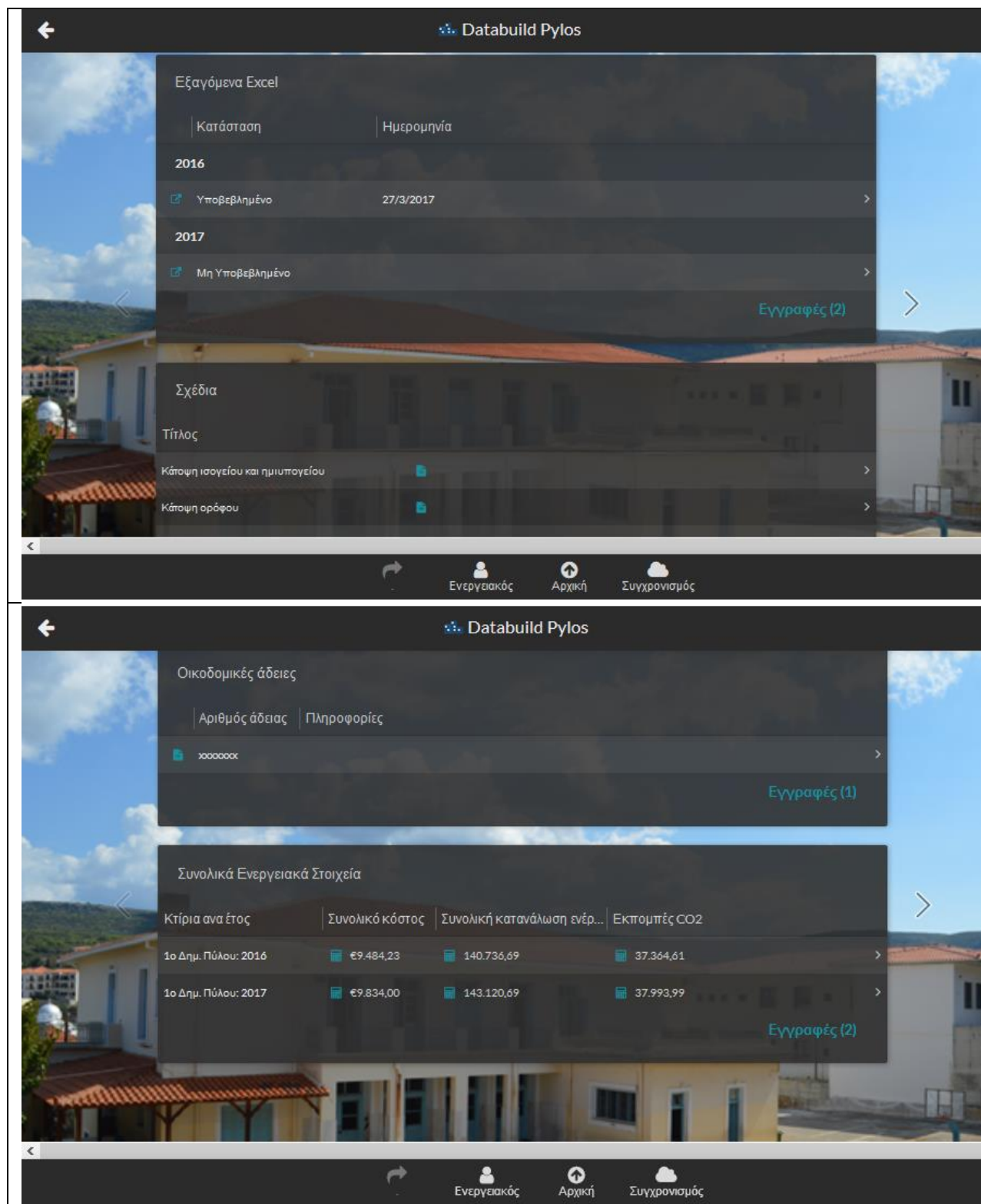


Εικόνα 84: Συστήματα Ζεστού Νερού Χρήσης



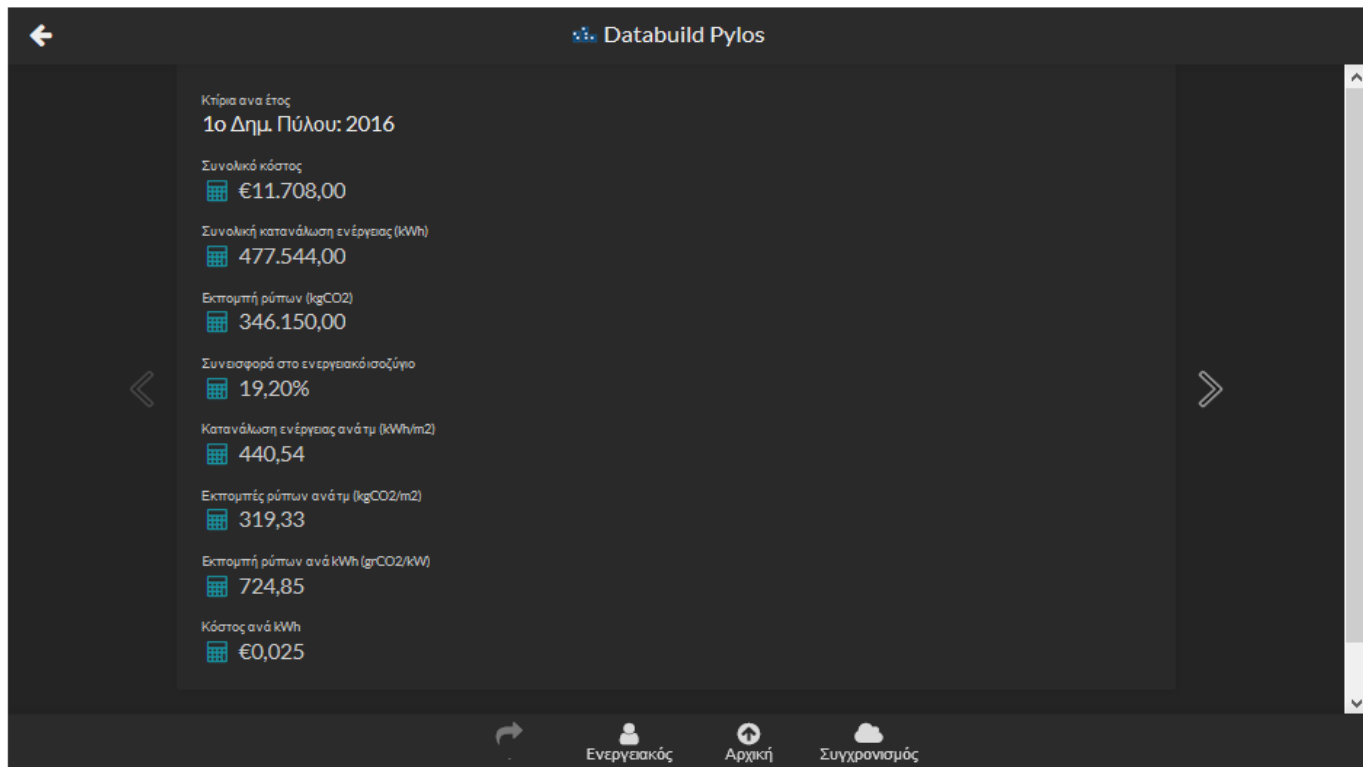
Εικόνα 85: Περιγραφή Φωτισμού

Τελικά, η ενότητα «Στοιχεία Κτιρίων» ολοκληρώνεται με τα ακόλουθα πεδία:

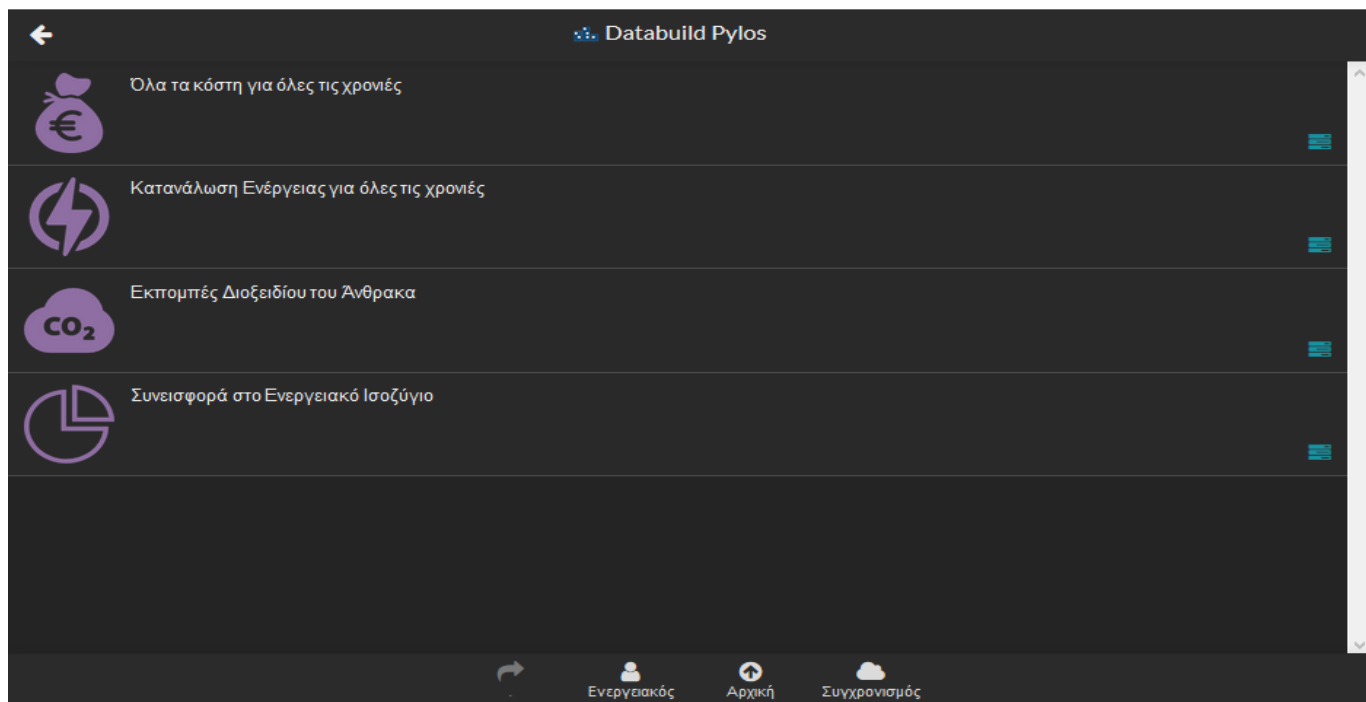


Εικόνα 86: Στοιχεία Κτιρίων (Εξαγόμενα, Σχέδια, Άδειες, Συνολικά Ενεργειακά Στοιχεία)

Ειδικότερα, για την υποενότητα «Συνολικά Ενεργειακά Στοιχεία» έχουμε:



Εικόνα 87: Συνολικά Ενεργειακά Στοιχεία

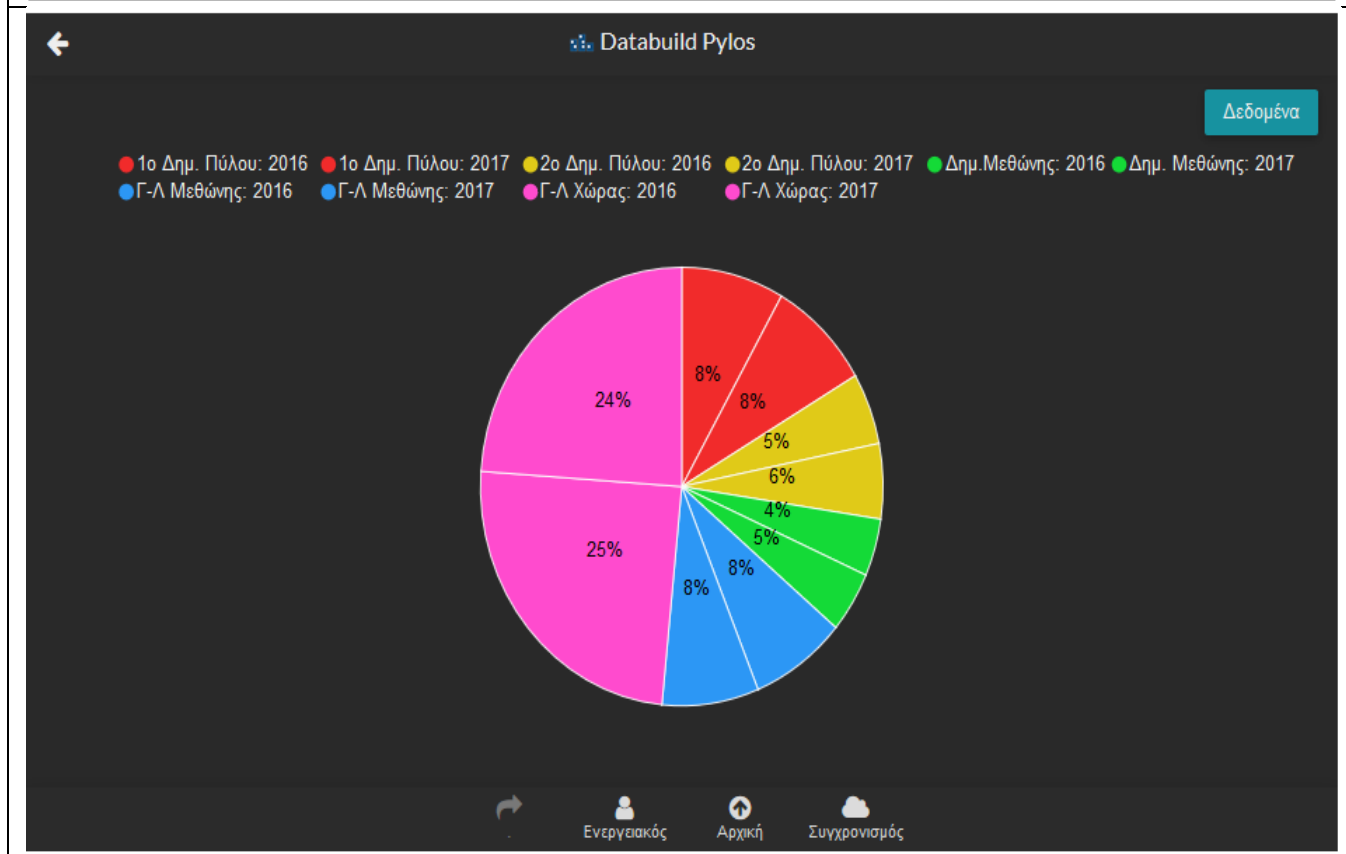
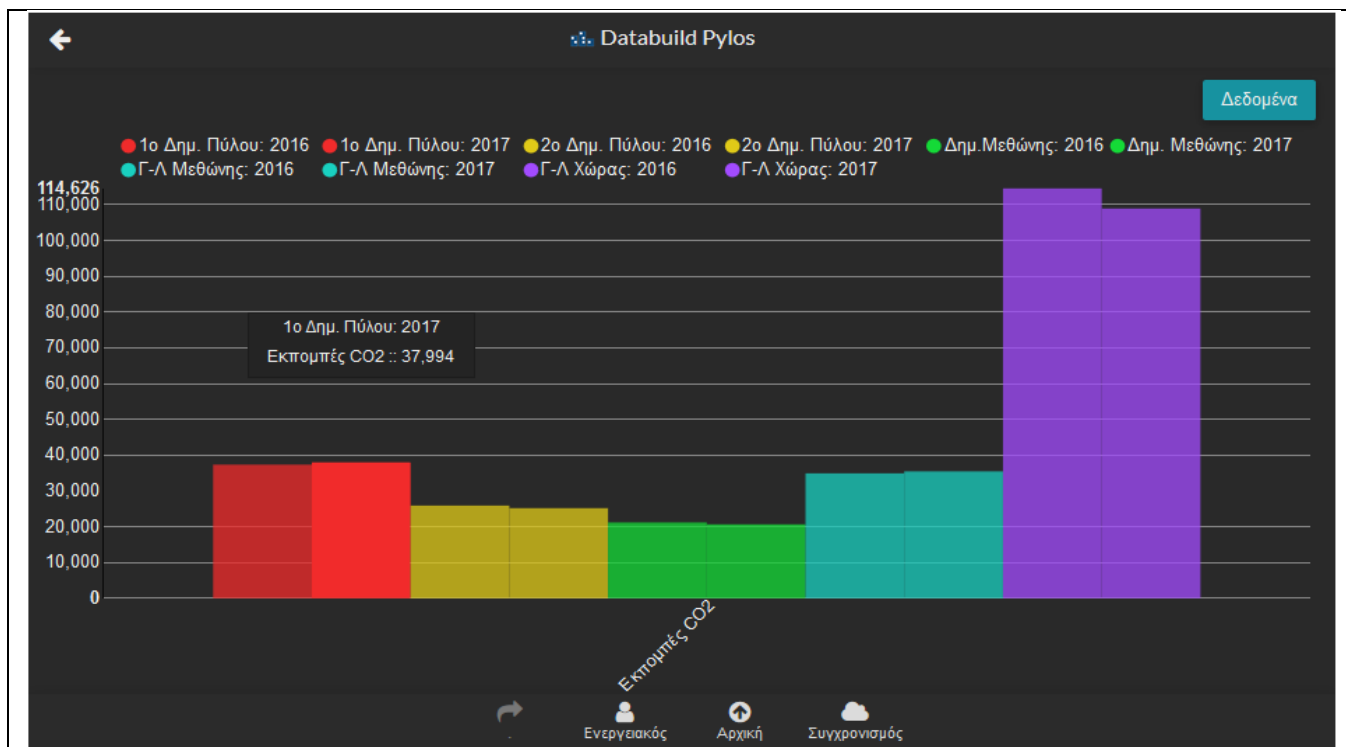


Εικόνα 88: Menu Στατιστικών

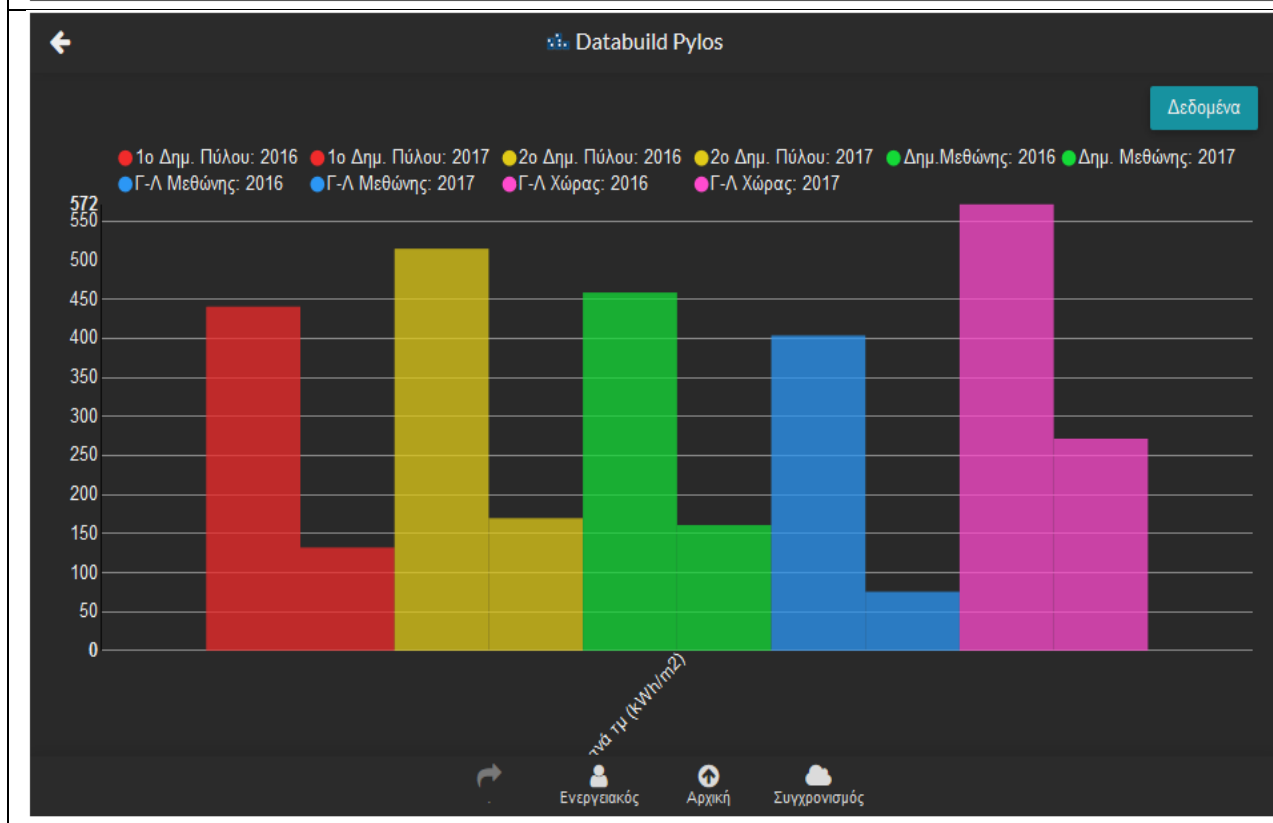
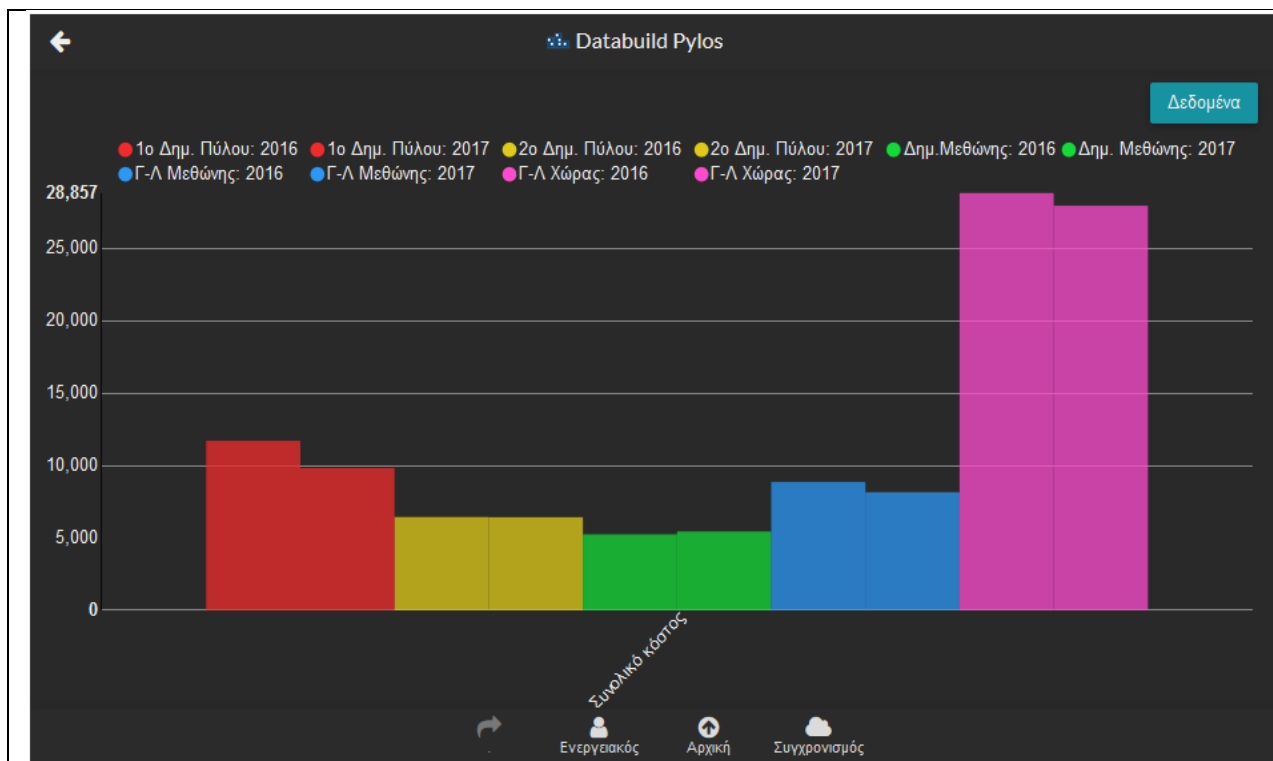
Ακολουθεί η ενότητα «Στατιστικά», όπου παρουσιάζονται γραφήματα εξαγόμενα από τα ανωτέρω περιγραφέντα ενεργειακά στοιχεία. Αναλυτικότερα:



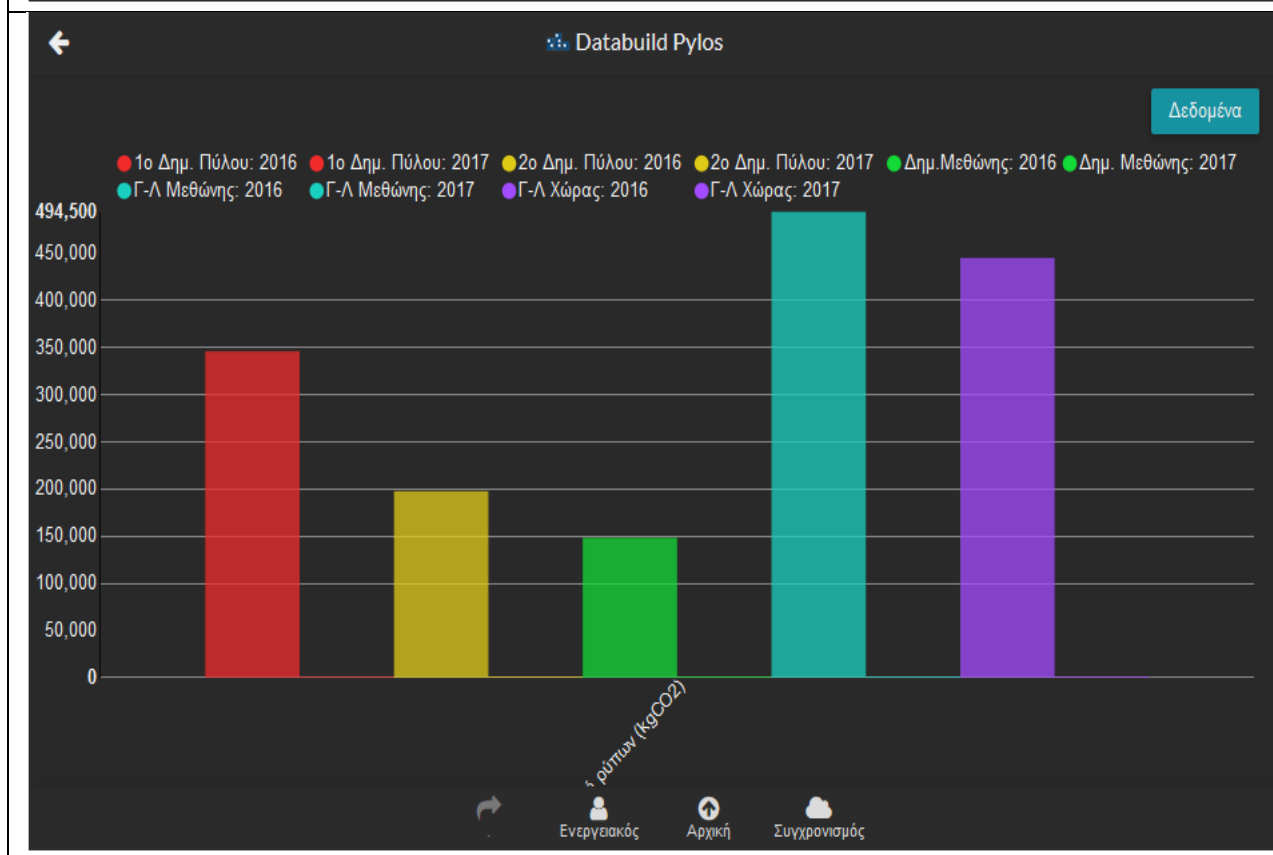
Εικόνα 89: Στατιστικά (Κόστη για όλα τα έτη, Καταναλώσεις για όλα τα έτη)



Εικόνα 90: Στατιστικά (Εκπομπές διοξειδίου για όλα τα έτη, Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο για όλα τα έτη)

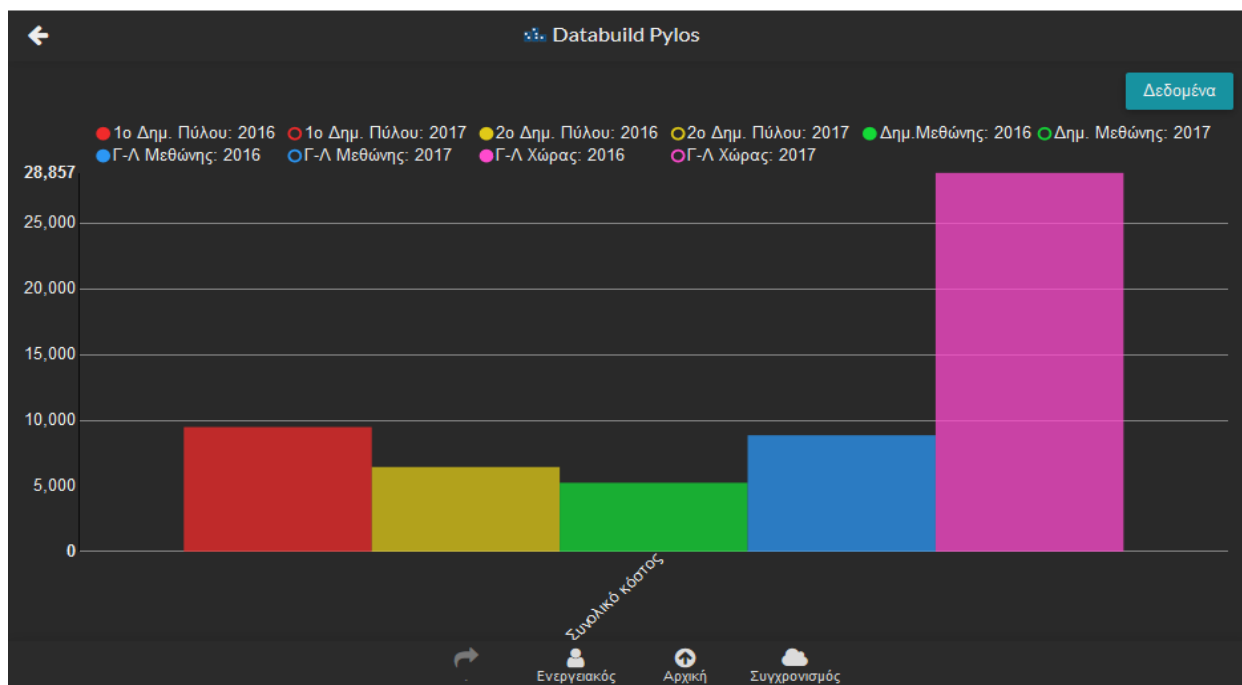


Εικόνα 91: Στατιστικά (Κόστη ανά kWh για όλα τα έτη, Καταναλώσεις ανά m² για όλα τα έτη)

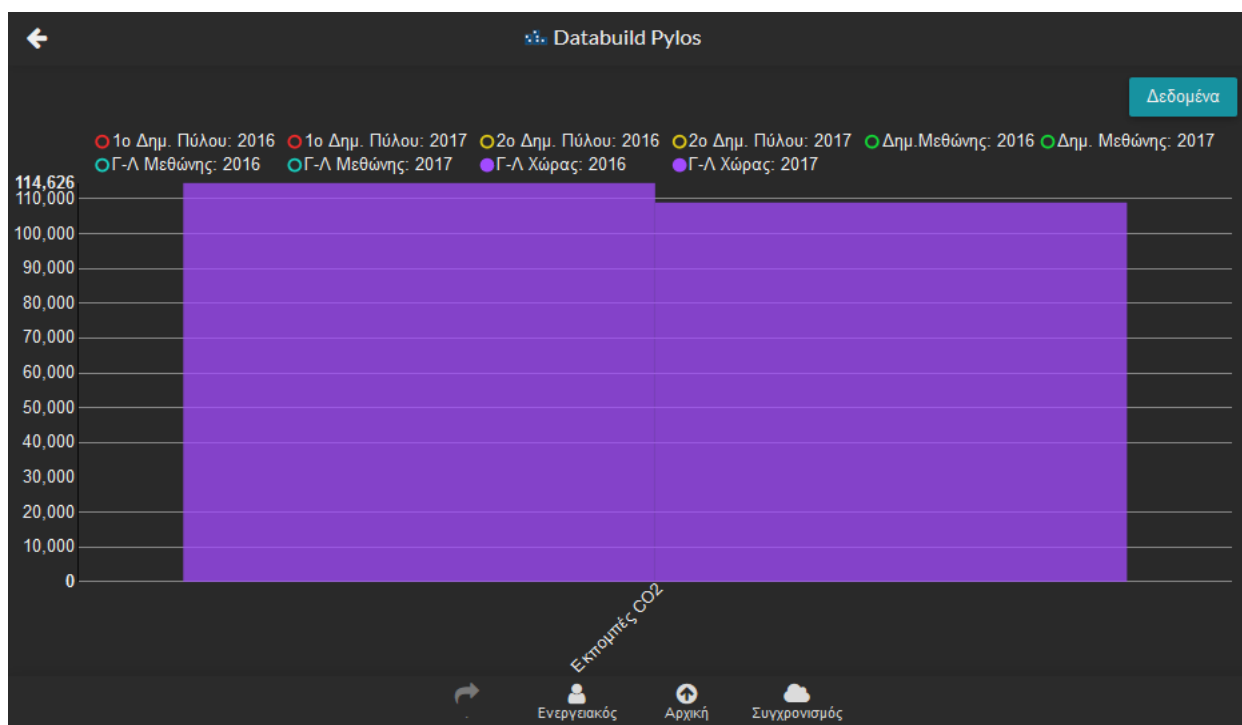


Εικόνα 92: Στατιστικά (Εκπομπές ανά m² για όλα τα έτη, Εκπομπές ανά kWh για όλα τα έτη)

Επιπροσθέτως, η εφαρμογή Databuild παρέχει πληθώρα δυνατοτήτων συγκριτικής παραβολής των εξαγόμενων ενεργειακών δεδομένων μέσα από την ενότητα των Στατιστικών, όπως δεικνύεται στα κάτωθι παραδείγματα:

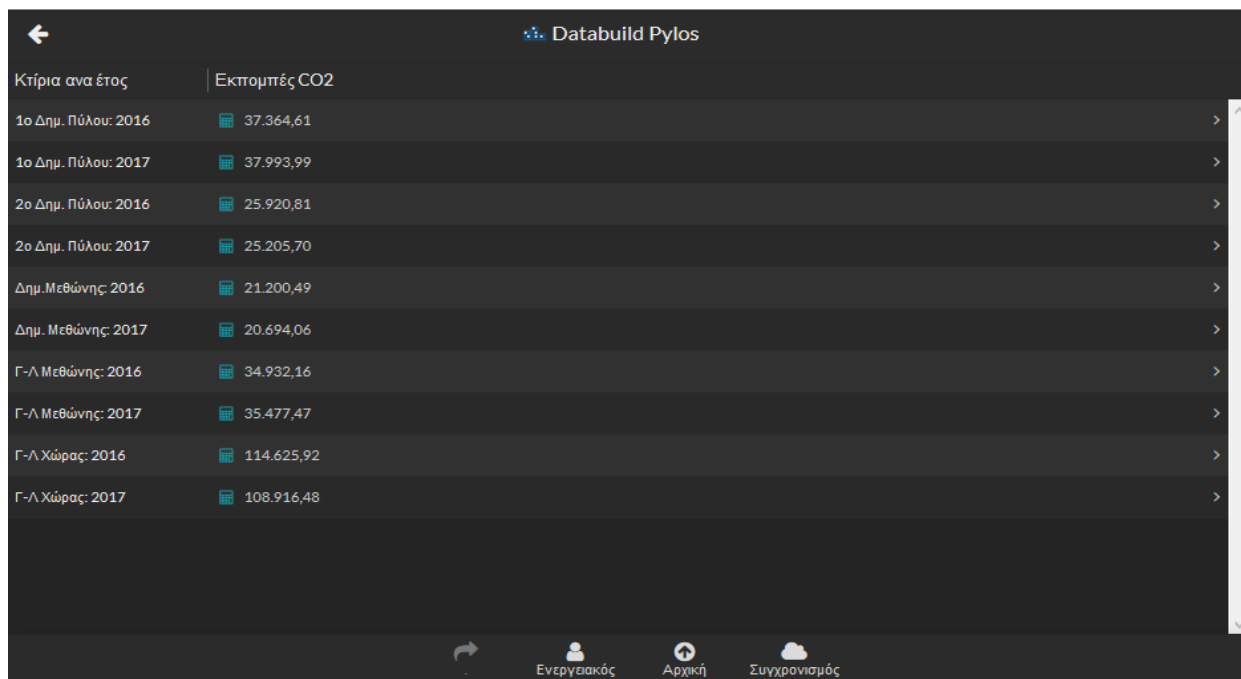


Εικόνα 93: Σύγκριση των ενεργειακών δαπανών του έτους 2016 για όλα τα κτίρια



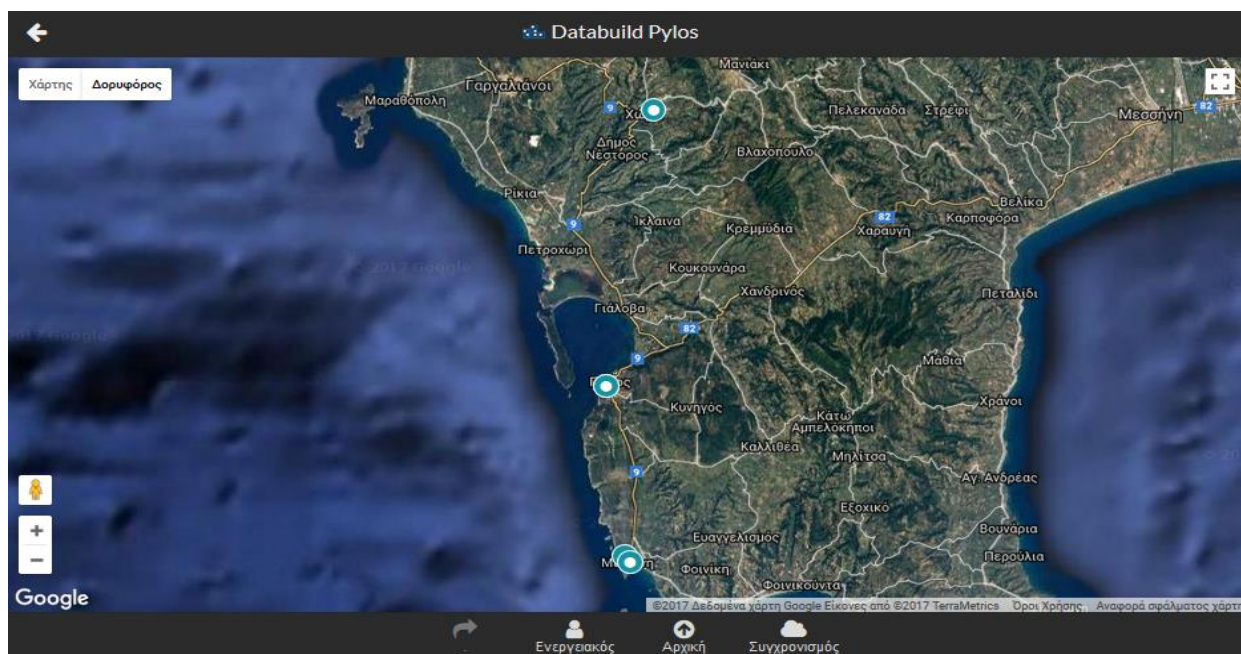
Εικόνα 94: Σύγκριση εκπομπών διοξειδίου του Γυμνασίου – Λυκείου Χώρας για τα έτη 2016-2017

Παράλληλα, η εφαρμογή μέσω της επιλογής «Δεδομένα» πλησίον εκάστου γραφήματος συνοψίζει τα αριθμητικά δεδομένα αυτού.



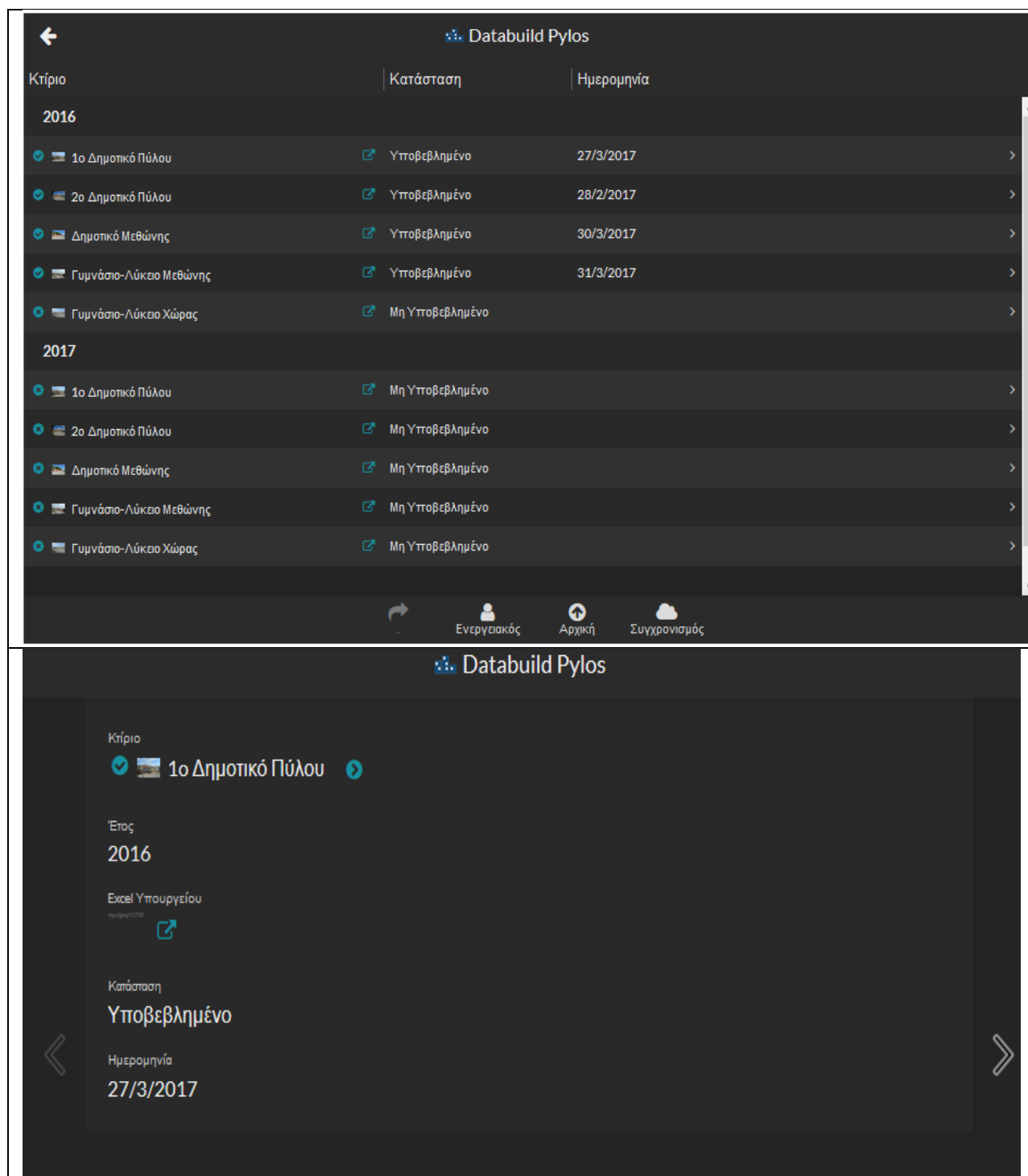
Εικόνα 95: Συγκεντρωτική παράθεση των αριθμητικών δεδομένων του διαγράμματος εκπομπών CO₂

Στην ενότητα «Χάρτης» παρατίθενται τα στοιχεία της γεωγραφικής τοποθεσίας των καταχωρηθέντων δημοτικών κτιρίων:



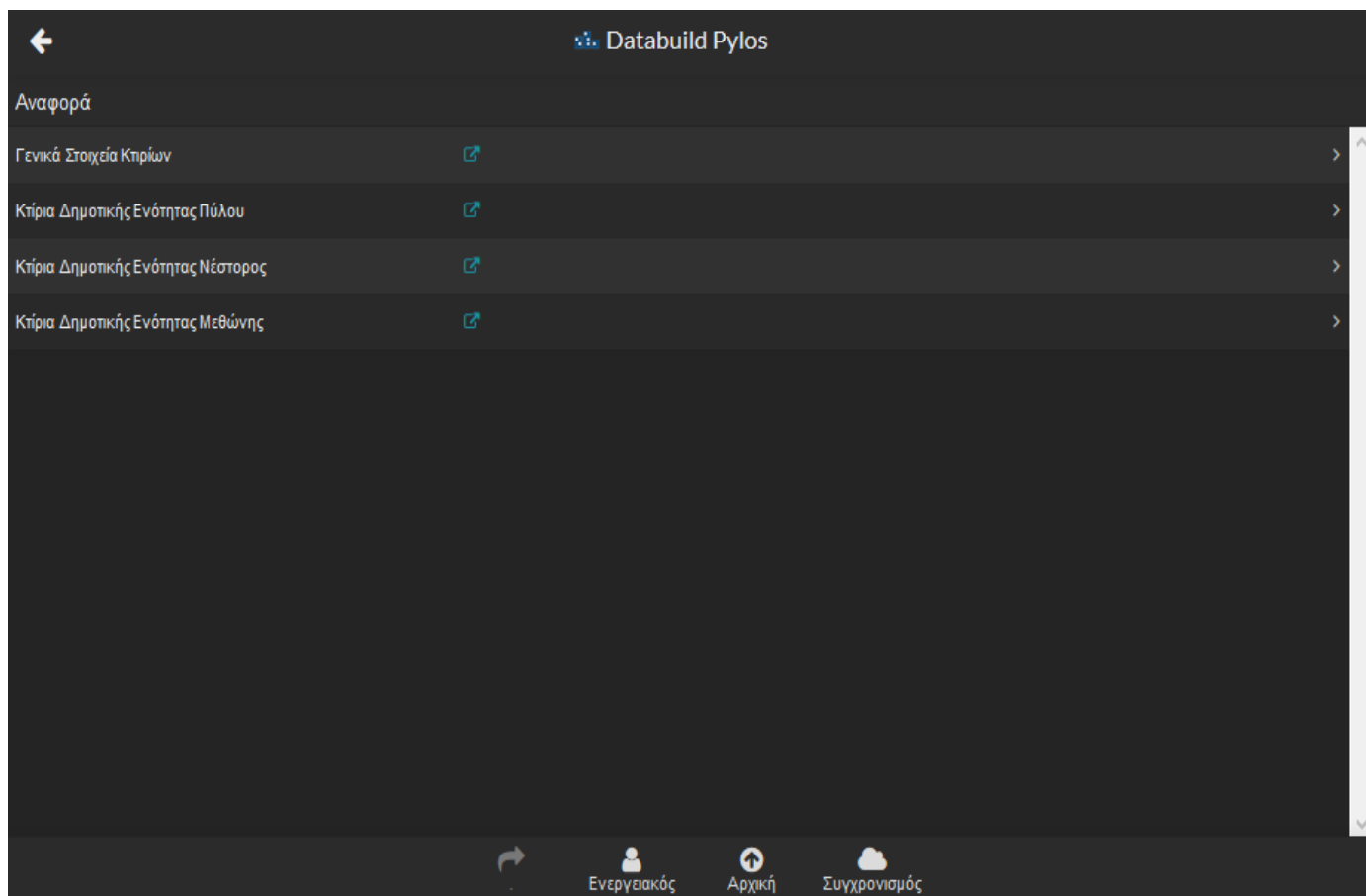
Εικόνα 96: Τοποθεσίες των δημοτικών κτιρίων

Προχωρώντας, στην ενότητα «Ενεργειακές Αναφορές» επιτελείται η αρχειοθέτηση των υποβιβλημένων από τους Ενεργειακούς Υπευθύνους Φορμών Ενεργειακής Καταγραφής για τα διάφορα έτη.



Εικόνα 97: Ενεργειακές Αναφορές

Κλείνοντας, στην ενότητα «Γενικές Αναφορές» αποδελτιώνεται το σύνολο των γενικών στοιχείων, ταξινομημένα ανά Δημοτική Ενότητα.



Εικόνα 98: Γενικές Αναφορές

Ολοκληρώνοντας την παρουσίαση της Ενεργειακής Πλατφόρμας Databuild για το Δήμο Πύλου, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η προκείμενη εκδοχή της έχει προσωρινό-πilotικό χαρακτήρα. Στο μέλλον αναμένεται ο εμπλουτισμός τόσο του περιεχομένου όσο και των λειτουργικών δυνατοτήτων, καθώς και η αναδιαμόρφωση των πεδίων και του τρόπου παρουσίασης, με στόχο τη βέλτιστη δυνατή λειτουργικότητα αλλά και φιλικότητα προς τους χρήστες.

Παράλληλα, με στόχο τη διαρκή αναβάθμιση των παρεχόμενων υπηρεσιών, η Ενεργειακή Πλατφόρμα Databuild ενσωματώνει επιπλέον λειτουργικές δυνατότητες για την επίτευξη διαδραστικότερου χαρακτήρα. Μέσα από την επιλογή «Υποστήριξη» οι χρήστες καλούνται να καταθέσουν τις απόψεις τους, τις παρατηρήσεις τους, καθώς και τυχόν προτάσεις με στόχο τη βελτίωση των υπαρχόντων λειτουργιών ή την προσθήκη νέων.

Προς ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ DATABUILD

Τύπος Ερωτήματος (Type)* Προτεραιότητα (priority)*

Κατηγορία Ερωτήματος (category)*

Επώνυμο (lastname)*

Όνομα (firstname)*

Φορέας (vector)

Διεύθυνση (address)*

Τηλέφωνο (phone)*

Αριθμός FAX

E-mail*

Τίτλος (Title)*

Κείμενο (Question)*

Αποστολή email

Τηλεφωνική επικοινωνία

Αποστολή εγγράφων

Επισυναπτόμενο Αρχείο (έως 1 MB) Δεν επιλέχθηκε αρχείο.
(attachment)

*Τα πεδία με αστερίσκο είναι υποχρεωτικά

Εικόνα 99: Υποστήριξη Databuild

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Συμπεράσματα και προοπτικές

6.1 Συμπεράσματα

Από την προηγηθείσα ανάλυση προκύπτει η βαρύνουσα σημασία των καταναλώσεων του κτιριακού τομέα, καθώς αντιπροσωπεύει σημαντικό ποσοστό της καταναλισκόμενης ενέργειας και των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου. Ως αποτέλεσμα, αναμένεται να αποτελέσει το κέντρο βάρους των προσπαθειών εξοικονόμησης μακροπρόθεσμα, καθώς συνδυασμένες προσπάθειες αναβάθμισης του διαθέσιμου κτιριακού αποθέματος και ανέγερσης ενεργειακά αποδοτικότερων νέων κτιρίων εγγυώνται αξιοσημείωτα δυναμικά εξοικονόμησης. Αρωγοί στις εν λόγω προσπάθειες θα είναι τόσο οι Ενεργειακοί Υπεύθυνοι ως συντονιστές, αλλά και οι ίδιοι οι χρήστες των κτιριακών εγκαταστάσεων, αποτελώντας την παράμετρο-κλειδί για πιο φειδωλές καταναλώσεις.

Προς υποστήριξη αμφοτέρων κρίνεται αναγκαία η διαθεσιμότητα των κατάλληλων μετρήσεων, κατόπιν επεξεργασίας των οποίων θα αναδεικνύονται οι απαιτούμενες παρεμβάσεις για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Οι φόρμες παρακολούθησης/στοχοθέτησης καταναλώσεων δύνανται να διαδραματίσουν εν προκειμένω ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο. Η πληρότητα, η ακρίβεια και η φιλικότητα προς το χρήστη αποτελούν τους θεμελιώδεις άξονες της εν λόγω διαδικασίας. Ως προς την πληρότητα, προϋποτίθεται κατ'ελάχιστο η λήψη μετρήσεων (ή εκτιμήσεων εκ μέρους των Ενεργειακών Υπευθύνων) αναφορικά με το σύνολο των ετήσιων καταναλώσεων και χρεώσεων συνολικά ανά τύπο καταναλισκόμενου καυσίμου, αλλά και ανά τελική χρήση, καθώς επίσης και αναλυτική καταγραφή των δεδομένων που αφορούν το πλήθος καθώς και τα λειτουργικά και τεχνικά χαρακτηριστικά όλων των εγκατεστημένων συστημάτων. Ως προς την ακρίβεια, προτιμώνται σε κάθε περίπτωση τυχόν εγκατεστημένοι μετρητές. Η διενέργεια εκτιμήσεων εκ μέρους των Ενεργειακών Υπευθύνων μειονεκτεί λόγω ανακριβειών στις προσεγγίσεις των ωρών λειτουργίας, αλλά και λόγω της γήρανσης των συστημάτων με αποτέλεσμα οι βαθμοί απόδοσης να αποκλίνουν από τις ονομαστικές τους τιμές. Η δε φιλικότητα προς τους χρήστες διασφαλίζεται από τη μετάθεση του βάρους του υπολογιστικού όγκου στο ίδιο το σύστημα, με αποτέλεσμα τα εισαγόμενα δεδομένα να περιορίζονται σε ώρες λειτουργίας και καταναλώσεις/χρεώσεις. Η επεξεργασία τους προσφέρει μία πλήρη εποπτεία της καταναλισκόμενης ενέργειας, των εκπεμπόμενων ρύπων, αλλά και της ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω του υπολογισμού κατάλληλων ενεργειακών δεικτών.

Οι ως άνω διαδικασίες θα μπορούσαν να συγχωνευθούν με επιπρόσθετες λειτουργίες των συστημάτων κτιριακής αποτύπωσης, προσφέροντας μία ολοκληρωμένη λύση για την παρακολούθηση και στοχοθέτηση της κτιριακής κατανάλωσης. Ιδιαίτερη μνεία έγινε για το εργαλείο Databuild, το οποίο προσφέρει πλήρη καταγραφή της ακίνητης περιουσίας των Δήμων, αλλά και επόπευση όλων των σχετικών δεδομένων με ποικίλες δυνατότητες παρουσίασης. Συνυπολογίζοντας το δυναμικό του χαρακτήρα, οι ανωτέρω προδιαγραφές δύνανται να ενσωματωθούν στις καρτέλες ενεργειακών στοιχείων, αυξάνοντας σημαντικά τη λειτουργικότητα του εργαλείου και καθιστώντας το ικανό να υποστηρίξει τη λήψη αποφάσεων αναφορικά με την αποτελεσματικότητα και τη βιωσιμότητα επικείμενων παρεμβάσεων στα υπό παρακολούθηση κτίρια.

6.2 Προοπτικές

Πέραν της παρούσας μελέτης διανοίγονται δυνατότητες περαιτέρω διερεύνησης αναφορικά με τις υπηρεσίες παρακολούθησης και καταγραφής των κτιριακών καταναλώσεων προς υποστήριξη της χάραξης ενεργειακής πολιτικής. Ειδικότερα, ως βασικοί άξονες κρίνονται τόσο η αναβάθμιση των σχετικών τεχνολογιών όσο και η διάδοσή τους μέσω κατάλληλων στρατηγικών. Πιο συγκεκριμένα, υποδεικνύονται οι κάτωθι κατευθύνσεις:

- i. Για την αναβάθμιση των συστημάτων καταγραφής κρίνεται σκόπιμη η εξέλιξη της διαδικασίας λήψης των μετρήσεων με στόχο την επέκταση των δυνατοτήτων απεικόνισης των καταναλώσεων και των εκπεμπόμενων ρύπων σε πραγματικό χρόνο και όχι αποκλειστικά σε ετήσια βάση, είτε με διαρκή καταγραφή είτε με λήψη μετρήσεων σε καθορισμένα χρονικά παράθυρα. Παράλληλα αναγκαία κρίνεται η επιτυχέστερη διασύνδεση με έξυπνους μετρητές, καθώς και η ενσωμάτωση cloud εφαρμογών για την αποτελεσματικότερη ταξινόμηση των σχετικών στοιχείων προς εξυπηρέτηση αρμόδιων φορέων. Τέλος, ιδιαίτερα χρήσιμη κρίνεται και η ενσωμάτωση λειτουργιών που θα αφορούν την παρακολούθηση επιπρόσθετων συμπεριφορικών και κλιματικών παραμέτρων που υπεισέρχονται στις κτιριακές καταναλώσεις.
- ii. Για την περαιτέρω διάδοση ζωτική κρίνεται η προώθηση συνεργασιών με φορείς της τοπικής αυτοδιοίκησης με στόχο την κινητοποίηση των ιδιωτών για λήψη ενεργού συμμετοχής στις στρατηγικές ενεργειακής αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος. Εξίσου ευεργετικές κρίνονται επιπρόσθετα και ενέργειες για την βελτίωση της προσβασιμότητας του κοινού στις νέες τεχνολογίες κτιριακής αποτύπωσης μέσω διασυνδεσιμότητας με συσκευές όπως smartphones ή tablets.

Βιβλιογραφία

1. Perez-Lombard L., Ortiz J., A review on buildings energy consumption information, *Energy and Buildings* 40 (2008) 394-398
2. UNEP, *Global Status Report 2016*
3. International Energy Agency, Energy efficiency potential in buildings
4. International Energy Agency, *Key World Energy Statistics*, 2006
5. Uerge-Vorsatz D., Eyre N., Graham P., Harvey D., Hertwich E., Jiang Y., Kornevall C., Majumdar M., McMahon J.E., Mirasgedis S., Murakami S., Novikova A., *Energy End-Use: Buildings*, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Germany
6. Yu S., Evans M., Delgado A., *Building Energy Efficiency in India: Compliance Evaluation of Energy Conservation Building Code*, U.S. Department of Energy, March 2014
7. Eom J., Clark L.E., Kim S.H., Kyle P., Patel P.L., *China's Building Energy Use: A Long-Term Perspective based on a Detailed Assessment*, U.S. Department of Energy, January 2012
8. Wei W., Ling-Yun H., China Building Energy Consumption: Definitions and Measures from an Operational Perspective, *Energies* 2017, 10, 582
9. Peng C., Building energy use in China, Current status and conservation roadmap, Center of Science and Technology of Construction, MOHURD, China, 2014
10. U.S. Energy Information Administration, *International Energy Outlook*, May 2016
11. U.S. Energy Information Administration, *Annual Energy Outlook 2016 with projections to 2040*
12. Energy Information Administration, *International Energy Outlook 2006*, U.S. Department of Energy, June 2006
13. Energy Information Administration, *Residential Energy Consumption Survey (RECS)*, U.S. Department of Energy, 2001
14. American Physical Society, *Energy Future: Think Efficiency*, September 2008
15. U.S. Department of Energy, *Energy Efficiency Trends in Residential and Commercial Buildings*, October 2008
16. Economidou M., Energy performance requirements for buildings in Europe, Buildings Performance Institute Europe, Brussels
17. Arcipowska A., Mariottini F., The EU Building Stock Observatory: A New Tool to Support Europe's Building Policies, Buildings Performance Institute Europe, Brussels
18. Κουτρούλης X., Ενεργειακή απόδοση κτιρίων και δημόσιες πολιτικές
19. Lapillone B., Pollier K., Samci N., Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU, Odyssee/Enerdata, May 2015
20. European Commission, *EU energy in figures, Statistical Pocketbook 2016*
21. Economidou M., Atanasiu B., Despret C., Maio J., Nolte I., Rapf O., *Europe's Buildings under the Microscope, A country-by-country review of the energy performance of buildings*, Buildings Performance Institute Europe, Brussels
22. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, *Energy Savings 2020, How to triple the impact of energy policies in Europe*

23. Γαγλία Α., Μπαλαράς Κ.Α., Μοιρασγεντής Σ., Γεωργοπούλου Ε., Σαραφίδης Ι., Λάλας, Δ., Κτιριακό Απόθεμα, Δυναμικό Εξοικονόμησης Ενέργειας και Μείωση Ρύπων στον Οικιακό και Τριτογενή Τομέα στην Ελλάδα-Μέτρα Αντιμετώπισης, Μάρτιος 2009
24. Πανελλήνιος Σύνδεσμος Ανωτόμων Τεχνικών Εταιρειών & Ε.Π.Ε., Ενέργεια και Περιβάλλον στον Κτιριακό Τομέα-Μια πρόκληση για το παρόν και για το μέλλον, Αθήνα, Μάρτιος 2008
25. Σανταμούρης Μ., Εξοικονόμηση Ενέργειας στον Κτιριακό Τομέα στην Ελλάδα- Μύθοι και Πραγματικότητες, ΚΑΠΕ-ΕΚΠΑ
26. Παναγοπούλου Ε., *Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Κτίρια. Πολιτική, προγράμματα και εφαρμογές. Η διεθνής εμπειρία*, Εθνικό Κέντρο Δημόσιας Διοίκησης & Αυτοδιοίκησης, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2011
27. European Commission, *Commission Staff Working Document, Review of available information Accompanying the document Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and social Committee and the Committee of the Regions on an EU Strategy for Heating and Cooling*, Brussels, 2016
28. Δούκας Χ., Μαλαματένιος Χ., Γκόνης Ν., Ευρωπαϊκές πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας και αναβάθμισης κτηρίων
29. European Commission/Directorate-General for Energy, *Energy 2020 A Strategy for competitive, sustainable and secure Energy*, Publications Office of the European Union, Luxemburg, 2011
30. European Council, *Conclusions on 2030 Climate and Energy Policy Framework*, Brussels, 23 October 2014
31. European Commission, *Energy Roadmap 2050*, Publications Office of the European Union, Luxemburg, 2012
32. European Commission, *Impact Assessment accompanying the document Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economical and Social Committee and the Committee of the Regions, Energy roadmap 2050*, Brussels, 2011
33. European Commission, *Energy Union Package, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economical and Social Committee, the Committee of the Regions and the European Investment Bank, A Framework Strategy for a Resilient Energy Union with a Forward-Looking Climate Change Policy*, Brussels, 25.2.2015
34. Machinchik T., *An Introduction to Energy Management Systems*, Custom Content
35. Turner W.C., Doty S., *Energy Management Handbook, Sixth Edition*, The Fairmont Press/CRC Press
36. Organisation for Economic Co-operation and Development, *An Introduction to Energy Management Systems: Energy Savings and Increased Industrial Productivity for the Iron and Steel Sector*, 2015
37. Hatley D.D., Meador R.J., Katipamula S., Brambley M.R., *Energy Management and Control System: Desired Capabilities and Functionality*, Pacific Northwest National Laboratory, April 2005
38. Sustainable Buildings & Climate Initiative (SBCI), *Common Carbon Metric for Measuring Energy Use & Reporting Greenhouse Gas Emissions from Building Operations*, United Nations Environment Program (UNEP)

39. Lund H., *EnergyPLAN, Advanced Energy Systems Analysis Computer Model*, Aalborg University, Denmark, December 2007
40. Athena Sustainable Materials Institute, *Athena EcoCalculator for Commercial and Residential Assemblies: Inner Working Synopsis*, September 2012
41. Leviton, *Energy Manager, Powerful Intuitive Energy Monitoring Software*, April 2011
42. Ruzzelli A., Wattics Smart Metering
43. Kott B., energyDECK An Innovative, Web-Based Platform to Enable Everyone to Save Energy
44. Δούκας Χ., Μαρινάκης Ε., Παπασταματίου Η., Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων διαχείρισης ενέργειας στον κτιριακό τομέα
45. Γαγλία Α., Κατανάλωση Ενέργειας και Δυναμικό Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Ελληνικά Κτίρια, Διεθνές Συνέδριο «Energy in Buildings», 13 Οκτωβρίου 2012
46. Amecke H., Deason J., Hobbs A., Novikova A., Xiu Y., Shengyuan Z., Buildings Energy Efficiency in China, Germany and the United States, Climate Policy Initiative, April 2013
47. Best Practice Programme Energy Consumption Guide 19, Energy Use in Offices, Carbon Trust, December 2000
48. Broin E., *Energy Demands of European Buildings: A Mapping of Available Data, Indicators and Models*, Chalmers University of Technology, Goteborg, Sweden, 2007, Report No.T2007-307
49. Cao X., Dai X., Liu J., Building energy-consumption status worldwide and the state-of-the-art technologies for zero-energy buildings during the past decade, Tianjin Key Lab of Indoor Air Environmental Quality, School of Environmental Science and Engineering, Tianjin University, China
50. Directive 2002/91/CE of the European Parliament and of the Council of 16 2002 on the energy performance of buildings, 2002
51. Energy Information Administration, *Commercial Buildings Energy Consumption Service (CBECS)*, U.S. Department of Energy, 2003
52. European Commission, *EU energy in figures, Statistical Pocketbook 2012*
53. European Commission, *EU energy in figures, Statistical Pocketbook 2013*
54. European Commission, *EU energy in figures, Statistical Pocketbook 2014*
55. European Commission, *EU energy in figures, Statistical Pocketbook 2015*
56. International Energy Agency, *Energy Efficiency Market Report 2016*
57. International Energy Agency, *Key World Energy Statistics 2016*
58. Myllyvirta L., New trends in China energy consumption
59. Quadrennial Technology Review, *An Assessment of Energy Technologies and Research Opportunities, Chapter 5: Increasing Efficiency of Building Systems and Technologies*, September 2015
60. Rapf O., The impact of COP21 on the construction sector, BIM Congress 2017
61. World Energy Council, *World Energy Resources 2016*
62. Xia J., Hong T., Shen Q., Feng W., Yang L., Im P., Lu A., Bhandari M., Comparison of Building Energy Use Data between the United States and China