



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ
ΜΕΣΩ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ**

Διπλωματική Εργασία

ΖΩΗΣ ΓΚΑΡΤΖΩΝΗΣ

Επιβλέπων Καθηγητής:

Δημήτριος Μπαργιώτας

Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Θ

Συνεπιβλέπων Καθηγητής:

Ελευθέριος Τσουκαλάς

Καθηγητής Π.Θ

Βόλος 2019



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ
ΜΕΣΩ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ**

Διπλωματική Εργασία

ΖΩΗΣ ΓΚΑΡΤΖΩΝΗΣ

Επιβλέπων Καθηγητής:

Δημήτριος Μπαργιώτας

Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Θ

Συνεπιβλέπων Καθηγητής:

Ελευθέριος Τσουκαλάς

Καθηγητής Π.Θ



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

**INVESTIGATION OF ENERGY UPGRADING OF A
BUILDING THROUGH AUTOMATION USING SOFTWARE**

DIPLOMA THESIS

ZOIS GKARTZONIS

Supervisor: Dimitrios Bargiotas
Associate Professor UTH

Co-supervisor: Eleutherios Tsoukalas
Professor UTH

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με αφορμή την παρούσα διπλωματική εργασία, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Μπαργιώτα Δημήτριο τόσο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, όσο και για τις πολύτιμες γνώσεις που αποκόμισα από τα μαθήματα του τα τελευταία δύο χρόνια και για την εν γένει επίδραση του στην ακαδημαϊκή μου πορεία. Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τον κ. Τσουκαλά Ελευθέριο ως συνεπιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες απευθύνω στον κ. Ζημέρη Δημήτριο για την καθοριστική και πολύτιμη βοήθεια του, ο οποίος στάθηκε σημαντικός αρωγός στην προσπάθειά μου και με υποστήριξε σε κάθε φάση της διπλωματικής μου εργασίας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης την κ. Ντέλιου Ελευθερία ως διδάσκουσα του μαθήματος της τεχνικής και ακαδημαϊκής γραφής, όπου μας έμαθε πώς να συντάσσουμε σωστά ένα επιστημονικό έργο.

Αφιερώνω την παρούσα διπλωματική εργασία στους φίλους μου και προπαντός στην οικογένειά μου και ιδιαίτερα στους γονείς μου Δημήτριο και Χρυσούλα, που με τεράστιες θυσίες με υποστήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Γκαρτζώνης Ζώης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση ενεργειακής αναβάθμισης ενός κτηρίου μέσω συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου με χρήση λογισμικού κατάταξης ενεργειακής αποδοτικότητας. Αρχικά θα γίνει η εισαγωγή στα συστήματα διαχείρισης κτηρίου (BMS) και η ανάλυση των συστατικών στοιχείων που τα αποτελούν. Ως συστήματα ενεργειακής διαχείρισης ορίζονται τα συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου (BACS) ,ή BMS όπως είχαν αρχικά προσδιοριστεί, που επιτηρούν και ελέγχουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα, αλλά και το φωτισμό και τη σκίαση στο εσωτερικό του κτηρίου δίνοντας βαρύτητα στην κατά το δυνατόν ορθολογική χρήση της ενέργειας μέσω του ακριβούς ελέγχου των επιτηρούμενων εγκαταστάσεων. Πιο συγκεκριμένα, θα οριστούν τα στάδια που αποτελούν τη λειτουργία ενός συστήματος BMS, η δομή και η αρχιτεκτονική ενός συστήματος BMS, καθώς και μία ανάλυση ενδεικτικών σημείων ελέγχου κεντρικού συστήματος διαχείρισης BMS. Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά στην ευρωπαϊκή νομοθεσία που περιβάλλει τους κτηριακούς αυτοματισμούς και πιο συγκεκριμένα το πρότυπο EN 15232, το οποίο έχει ενσωματωθεί στον Ελληνικό Ενεργειακό Κανονισμό (Κ.Ε.Ν.Α.Κ). Επιπλέον θα διερευνηθεί μέσω της χρήσης λογισμικού κατάταξης ενεργειακής αποδοτικότητας συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου η ενεργειακή αναβάθμιση κατηγορίας C στην κατηγορία B και κατηγορίας B στην κατηγορία A και θα γίνει η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων ενεργειακής αναβάθμισης με βάση την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται και για τις δύο περιπτώσεις. Τέλος, θα γίνει μία συνολική εκτίμηση της ενεργειακής αναβάθμισης των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου με βάση την αρχική κατάσταση και την τελική κατάσταση αναβάθμισης των επιμέρους συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου.

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is to investigate the energy upgrading of a building through automation and control systems using energy efficiency classification software. Initially, BMS will be introduced and the analysis of the constituent components. Energy management systems are defined as BACS or BMS as originally identified to monitor and control the conditions of thermal comfort and air quality, as well as lighting and shading inside the building, giving weight to as much as possible rational use of energy through precise control of supervised installations. In particular, the stages that are the function of a BMS system, the structure and architecture of a BMS system, as well as an analysis of indicative control points of a BMS management system will be defined. Then reference will be made to the European legislation surrounding building automation, and in particular the EN 15232 standard, which has been incorporated into the Greek Energy Regulation (K.E.N.A.K). In addition, energy efficiency classifications for automation and control systems will be explored by the energy upgrade of category C in category B and category B in category A and the evaluation of energy upgrading results based on the energy savings achieved in both cases. Finally, an overall assessment of the energy upgrading of the automation and control systems will be made based on the initial state and the final state of upgrading of the individual automation and control system.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	v
ABSTRACT	vi
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ BMS	5
2.1 Σκοπός εφαρμογής συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης κτηρίων	5
2.2 Διαδικασία επιλογής κατάλληλου συστήματος BMS	7
2.3 Πλεονεκτήματα των συστημάτων BMS	8
2.4 Τεχνική περιγραφή συστήματος BMS	10
2.4.1 Κέντρο διαχείρισης συστήματος ελέγχου και χειρισμού εγκαταστάσεων (ΚΣΕ)..	13
2.4.2 Απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου (ΑΚΕ).....	14
2.4.3 Προγραμματιζόμενοι ελεγκτές (controllers) – στοιχεία εισόδων/εξόδων.....	16
2.5 Αρχιτεκτονική συστήματος ελέγχου και χειρισμού εγκαταστάσεων	17
2.6 Ανάλυση ενδεικτικών σημείων ελέγχου κεντρικού συστήματος διαχείρισης BMS .	19
3. ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ EN 15232	23
3.1 Εισαγωγή στο πρότυπο EN 15232	23
3.2 Κλάσεις ενεργειακής απόδοσης συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου κτηρίων	24
3.3 Υπολογισμός της επίδρασης των συστημάτων BACS και των λειτουργιών TBM στην ενεργειακή αποδοτικότητα των κτηρίων	26
3.3.1 Αναλυτική Μέθοδος Υπολογισμού	30
3.3.2 Απλοποιημένη Μέθοδος Υπολογισμού	31
4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ	35
4.1 Περιγραφή του υπό μελέτη κτηρίου	35
4.2 Εισαγωγή στο λογισμικό	38
4.3 Αναβάθμιση κλάσης ενεργειακής απόδοσης C σε κλάση ενεργειακής απόδοσης B	39
4.3.1 Έλεγχος θέρμανσης	39
4.3.2 Έλεγχος παροχής ζεστών νερών χρήσης.....	45
4.3.3 Έλεγχος ψύξης.....	48
4.3.4 Έλεγχος αερισμού και κλιματισμού	54

4.3.5 Έλεγχος φωτισμού.....	68
4.3.6 Έλεγχος περσίδων	71
4.3.7 Αυτοματισμός διαχείρισης κτηρίου	73
4.4 Αναβάθμιση κλάσης ενεργειακής απόδοσης B σε κλάση ενεργειακής απόδοσης A	80
4.4.1 Έλεγχος θέρμανσης	80
4.4.2 Έλεγχος παροχής ζεστών νερών χρήσης.....	84
4.4.3 Έλεγχος ψύξης.....	85
4.4.4 Έλεγχος αερισμού και κλιματισμού	88
4.4.5 Έλεγχος φωτισμού.....	94
4.4.6 Έλεγχος περσίδων	96
4.4.7 Αυτοματισμός διαχείρισης κτηρίου	96
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ ΜΕΣΩ ΚΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ	99
5.1 Αποτελέσματα αναβάθμισης από την κατηγορία ενεργειακής κλάσης C στην κατηγορία ενεργειακής κλάσης B	99
5.1.1 Επισκόπηση αποτελεσμάτων.....	99
5.1.2 Λεπτομέρειες για εξοικονόμηση ενέργειας.....	100
5.1.3 Οικονομικά στοιχεία.....	103
5.2 Αποτελέσματα αναβάθμισης από την κατηγορία ενεργειακής κλάσης B στην κατηγορία ενεργειακής κλάσης A	106
5.2.1 Επισκόπηση αποτελεσμάτων.....	106
5.2.2 Λεπτομέρειες για εξοικονόμηση ενέργειας.....	107
5.2.3 Οικονομικά στοιχεία.....	110
5.3 Σύγκριση αποτελεσμάτων ενεργειακής αναβάθμισης κτηρίου	112
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	115
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	117

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τεχνολογική επανάσταση που συντελείται στις μέρες μας δεν θα μπορούσε να μην επηρεάσει τον κτηριακό τομέα. Πιο συγκεκριμένα, η έννοια του ευφυούς σπιτιού (smart home) και της ευφυούς πόλης (smart city) έχει πλέον διαδοθεί τις τελευταίες δεκαετίες [1, pp. 1190-1193]. Οι δύο αυτές έννοιες αποτελούν απόρροια της ανάγκης της κοινωνίας μας για αντιμετώπιση της ολοένα και αυξανόμενης ρύπανσης του περιβάλλοντος από τη χρήση των ορυκτών καυσίμων ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπρόσθετα το γεγονός ότι η συμβολή των κτηρίων στην κατανάλωση ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα, τόσο των κτηρίων εμπορικής χρήσης όσο και των κατοικιών, αυξάνεται συνεχώς φθάνοντας στα επίπεδα του 20% έως και 40% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στις ανεπτυγμένες χώρες [2]. Επομένως, είναι ευρέως διαδεδομένο ότι τα κτήρια συνήθως καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια από αυτή που είχε προβλεφθεί κατά τον σχεδιασμό τους. [3] [4] [5]. Ως αποτέλεσμα αυτής της κατάστασης είναι ότι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτήρια αποτελεί πρωταρχικής σημασίας στόχο για την ερευνητική και επαγγελματική δραστηριότητα, μέσω της εφαρμογής στρατηγικών διαχείρισης της ενέργειας τόσο στην προσφορά όσο και στη ζήτηση ενέργειας. Στο πλαίσιο αυτό, ο πρωταρχικός στόχος για τα κτήρια υψηλής ενεργειακής απόδοσης είναι η εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και η αποτελεσματική διαχείριση της λειτουργίας του κτηρίου [6]. Η ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου δεν εξαρτάται μόνο από θερμικούς παράγοντες, αλλά και από τη διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας, όπως α) η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας(ΑΠΕ) , β) η παρουσία συστημάτων συνδυασμένης θερμότητας -Combined Heat and Power Systems (CHP), καθώς και γ) συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου του κτηρίου – Building Automation and Control Systems (BACS) και τεχνικής διαχείρισης του κτηρίου – Technical Building Management (TBM). Η τελευταία κατηγορία συστημάτων αποτελεί τον επαναπροσδιορισμό του

αρχικού όρου που αναφέρεται σε συστήματα διαχείρισης του κτηρίου – Building Management Systems (BMS) ο οποίος πρωτοεμφανίστηκε τη δεκαετία του 1980 στην προσπάθεια ελέγχου των εγκαταστάσεων ενός κτηρίου με σκοπό την ορθολογικότερη χρήση της ενέργειας. Ενώ τις τελευταίες δεκαετίες οι ευρωπαϊκές πολιτικές για την πράσινη ενέργεια και για την εξοικονόμηση της ενέργειας έχουν επικεντρωθεί κυρίως στην προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αυτή η πραγματικότητα τείνει να διαφοροποιηθεί τα τελευταία χρόνια [7] [8]. Οι κύριες κατευθύνσεις αυτής της αλλαγής καθορίζονται από την τρέχουσα έκδοση της ευρωπαϊκής οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων (EPBD) 2010/31/EU [9]. Η συγκεκριμένη ευρωπαϊκή οδηγία δίνει μεγαλύτερη σημασία στα συστήματα αυτοματισμού, ελέγχου και παρακολούθησης σε σύγκριση με την προηγούμενη οδηγία EPBD του 2002, ενθαρρύνοντας την εισαγωγή έξυπνων μετρητών (smart meters) καθώς και τη χρήση συστημάτων ενεργούς ελέγχου – Active Control Systems με σκοπό την εξοικονόμηση της ηλεκτρικής ενέργειας στα κτήρια. Επιπλέον η οδηγία 2012/27/ΕΕ [10] που θεσπίστηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση τον Ιούνιο του 2009, ορίζει ένα κοινό πλαίσιο μέτρων για την προώθηση πολιτικών που θα επιφέρουν βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, προκειμένου να διασφαλιστεί η επίτευξη του πρωταρχικού στόχου του 20% αναφορικά με την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων μέχρι το 2020, καθώς και να συμβάλει στην προετοιμασία μέτρων για περαιτέρω βελτίωση στην ενεργειακή απόδοση. Αναφέρεται επίσης στα συστήματα αυτοματισμού ως εργαλείο για την επίτευξη των στόχων αυτών μέσω της εφαρμογής πολιτικών απόκρισης/ζήτησης – demand/response policies και την εφαρμογής συστημάτων έξυπνων μετρητών – Smart Meters [7] [11]. Το γεγονός αυτό είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη περισσότερων από σαράντα προτύπων EN για την εναρμόνιση των μεθόδων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και του υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων στην Ευρώπη. Ένα από αυτά τα πρότυπα είναι το πρότυπο EN 15232 που εισήχθη το 2007 και αναθεωρήθηκε το 2012 [12]. Στη χώρα μας το πρότυπο EN 15232:2007 πέρασε στην ελληνική νομοθεσία ως ΕΛΟΤ-DIN 15232:2007 και αποτελεί συστατικό κριτήριο της ενεργειακής ανάλυσης του κτηρίου

με στόχο την ενεργειακή αποδοτικότητα. Με βάση αυτό το πρότυπο δημιουργείται κατηγοριοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων ανάλογα με την ύπαρξη και την ποιότητα των συστημάτων BACS. Η κατηγοριοποίηση γίνεται με την εισαγωγή συντελεστών ταξινόμησης του κτηρίου. Ουσιαστικά παρέχει μία λίστα λειτουργιών των συστημάτων BACS που μπορούν να επηρεάσουν την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων και εισάγονται ταυτόχρονα συγκεκριμένες κατευθύνσεις για τον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να υλοποιηθούν οι λειτουργίες αυτές ώστε να ενσωματωθούν και να υλοποιηθούν για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτηρίων [7] [13] [14]. Συγκεκριμένα το πρότυπο EN 15232 εισάγει τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες/κλάσεις αποδοτικότητας συστημάτων BACS: 1)Κατηγορία A: Συστήματα BACS και TBM υψηλής απόδοσης, 2)Κατηγορία B: Προηγμένα συστήματα BACS και TBM, γ) Κατηγορία C: Τυπικό BACS και δ) Κατηγορία D: Μη ενεργειακά αποδοτικό σύστημα BACS. Θα πρέπει να επισημανθεί πως η ταξινόμηση των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου για ένα κτήριο επηρεάζει τη συνολική ενεργειακή απόδοση του κτηρίου σύμφωνα με τον ελληνικό ενεργειακό κανονισμό (ΚΕΝΑΚ). Για κάθε νεόδμητο κτήριο θεωρείται ως κατηγορία αναφοράς η κατηγορία C. Για καθεμία από αυτές τις κατηγορίες παρέχονται παράγοντες αποτελεσματικότητας των συστημάτων, οι οποίοι εξαρτώνται άμεσα από τις λειτουργίες των συστημάτων BACS και TBM, πλην όμως δεν αναφέρονται στο κτήριο στο σύνολό του, αλλά μόνο στα εγκατεστημένα συστήματα BACS και TBM [14] [15]. Από τεχνικής άποψης τα συστήματα BACS και TBM προσφέρουν πολλές λειτουργίες ελέγχου και παρακολούθησης. Επιπλέον για διαφορετικά κτήρια και τμήματα κτηρίων, λ.χ. αίθουσες, υπάρχουν διαφορετικές λειτουργικές απαιτήσεις. Αυτές οι απαιτήσεις αποτελούν πρόκληση για τους μελετητές μηχανικούς, τους σχεδιαστές και τους κατασκευαστές των κτηρίων, τόσο στην εκπόνηση κατάλληλων προδιαγραφών των λειτουργιών που εκτελεί το σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου BACS, όσο και στον λεπτομερή σχεδιασμό της ροής δεδομένων εντός του συστήματος BACS. [15] [16]. Οι λειτουργικές απαιτήσεις περιγράφονται σε μια τυποποιημένη μορφή που ονομάζεται αφηρημένη σχεδίαση (abstract design) στο VDI 3813 [17] . Το abstract design είναι ένα γράφημα ροής δεδομένων υψηλού

επιπέδου που διαμορφώνει τη ροή πληροφοριών μεταξύ των ατομικών σημασιολογικών λειτουργιών στο BACS. Αυτή η προσέγγιση είναι ανεξάρτητη από την τεχνολογία και τον πάροχο της και δεν περιορίζει τον τρόπο εφαρμογής των λειτουργιών BACS και TBM [18]. Με βάση το VDI 3813 είναι δυνατή η παρουσίαση της οργάνωσης των λειτουργιών ελέγχου και παρακολούθησης των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου BACS και TBM με χρήση γραφημάτων ροής δεδομένων σε συνδυασμό με συστήματα αισθητήρων (sensors), ελεγκτών (controllers) και ενεργοποιητών (actuators).

Το αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι η διερεύνηση ενεργειακής αναβάθμισης ενός κτηρίου μέσω της αναβάθμισης των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου του. Η αξία αυτής της διπλωματικής έγκειται στο γεγονός ότι στις μελέτες για ενεργειακές αναβαθμίσεις κτηρίων σύμφωνα με τα πρότυπα του Κ.Ε.Ν.Α.Κ, το επίπεδο δήλωσης των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου των κτηρίων αφορά μία περιγραφή των συστημάτων που είναι εγκατεστημένα στο κτήριο. Για παράδειγμα, όταν δηλώνεται στο κτήριο ότι θα εγκατασταθεί ένα σύστημα BMS κατηγορίας A, αυτό σημαίνει πως το σύστημα BMS κατηγορίας A θα ελέγχει τον κλιματισμό και τα υπόλοιπα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα με τον τρόπο που δηλώνεται στην περιγραφή του Κ.Ε.Ν.Α.Κ. Αυτό που διαπιστώθηκε μετά από συζητήσεις με έμπειρους μελετητές μηχανικούς είναι πως η περιγραφή που αναφέρεται σε κάθε κατηγορία ενεργειακής απόδοσης συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου δεν είχε αναλυθεί σε τι ακριβώς αντιστοιχεί αναφορικά με το πρακτικό κομμάτι του αυτοματισμού και ελέγχου των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων των κτηρίων. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να αναλύσει επακριβώς τις περιγραφές που αναφέρονται στον Κ.Ε.Ν.Α.Κ για τα συστήματα αυτοματισμού μέσω της χρήσης του λογισμικού, εξηγώντας το τι ενέργειες απαιτούνται για την ενεργειακή αναβάθμιση κατηγορίας C σε κατηγορία B αρχικά και στη συνέχεια κατηγορίας B σε κατηγορία A. Τέλος, θα αναλυθεί με χρήση διαγραμμάτων και εικόνων οι εξοικονομήσεις που επιτυγχάνονται βάση των ενεργειακών αναβαθμίσεων σε πολλούς παράγοντες όπως η εξοικονόμηση ενέργειας, κόστους και εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

2.ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ BMS

2.1 Σκοπός εφαρμογής συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης κτηρίων

Η εφαρμογή ενός συστήματος διαχείρισης κτηρίου (BMS) σε ένα κτιριακό συγκρότημα αποτελεί ένα από τα μέτρα που μπορούν να επιφέρουν σημαντική εξοικονόμηση της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται στο κτιριακό συγκρότημα. Η επιτυχής εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος μπορεί να αποφέρει εξοικονόμηση ενέργειας από 20 έως και 50%. Αποτελεί βασικό συστατικό της ενεργειακής παρακολούθησης και θέσπισης ενεργειακών στόχων (Monitoring and Targeting), ειδικά σε κτήρια όπου η χρήση της ενέργειας ελέγχεται από αρκετά σημεία ελέγχου [19]. Το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης έχει σκοπό τη διαρκή επιτήρηση και έλεγχο των ενεργειακών συστημάτων ενός κτηρίου ή συγκροτήματος κτηρίων ώστε αφενός να αποτελούν αυτά ένα συντονισμένο σύνολο υψηλού βαθμού αξιοπιστίας και αφετέρου να υπάρχει δυνατότητα καταγραφής της καταναλισκόμενης ενέργειας και των παραμέτρων άνετης ανθρώπινης διαβίωσης, έγκαιρων επεμβάσεων εκτάκτου ανάγκης καθώς και μείωσης του λειτουργικού κόστους για τη συντήρηση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Ουσιαστικά η ορθή διαχείριση ενός κτηρίου έχει ως απώτερο σκοπό να εξασφαλίσει τις κατάλληλες συνθήκες διαβίωσης των χρηστών του κτηρίου, καταναλώνοντας όσο το δυνατό λιγότερη ενέργεια και χρησιμοποιώντας παράλληλα όλες τις δυνατότητες που προσφέρει ένα σύστημα διαχείρισης, οι οποίες συνοψίζονται σε τέσσερα στάδια:

- Ανίχνευση: Σε αυτό το πρώτο στάδιο ανιχνεύονται ή μετρούνται με τη βοήθεια αισθητηρίων οι παράμετροι που καθορίζουν ή επηρεάζουν τις συνθήκες του εσωτερικού περιβάλλοντος των κτηρίων όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η παροχή αέρα μέσω της χρήσης κατάλληλων αισθητηρίων είτε ψηφιακών είτε αναλογικών.

- Έλεγχος: Στο στάδιο του ελέγχου ανάλογα με τις τιμές των παραμέτρων που μετριοούνται ή ανιχνεύονται αλλά και ανάλογα και με τη στρατηγικού ελέγχου όπως έχει ορισθεί στο σύστημα μέσω προγραμματισμού, γίνονται οι κατάλληλες διορθωτικές και ρυθμιστικές ενέργειες.
- Επίβλεψη: Σε αυτό το στάδιο καταγράφονται οι εφαρμοζόμενες στρατηγικές ελέγχου και οι αποδόσεις τους ώστε να είναι εφικτή η αξιολόγηση και η βελτιστοποίησή τους.
- Συμμετοχή του Χρήστη: Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα παρέμβασης στη στρατηγική ελέγχου ώστε να λαμβάνονται οι ανάλογες αποφάσεις για τη διαφοροποίηση της λειτουργίας του συστήματος καθώς και για τη συντήρηση και αναβάθμιση του.

Αξίζει να σημειωθεί πως σε επίπεδο ασφαλείας υπάρχει η δυνατότητα άμεσου χειρισμού παρακάμπτοντας τον προγραμματισμό σε περίπτωση δυσλειτουργίας του συστήματος. Με βάση λοιπόν ότι αναφέρθηκε προηγουμένως, μπορούμε να πούμε πως ο σκοπός της εφαρμογής συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων είναι:

- Η εξοικονόμηση ενέργειας που αποβλέπει στη μείωση των λειτουργικών δραστηριοτήτων ενός κτηρίου
- Η μείωση του κόστους ενέργειας που έχει σαν αποτέλεσμα την εξοικονόμηση χρημάτων
- Η διατήρηση ή βελτίωση της ασφάλειας και ποιότητας ζωής και παροχής υπηρεσιών στα κτίρια.
- Ο σεβασμός απέναντι στο περιβάλλον
- Ο έλεγχος του συνολικού λειτουργικού ενεργειακού κόστους και όχι απλά της θερμικής ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο) που καταναλώνεται.

Εν κατακλείδι, η σωστή διαχείριση της ενέργειας μειώνει τα λειτουργικά κόστη ενός κτηρίου και συντελεί στην άνετη διαβίωση εντός των κτηρίων. Με άρτιο σχεδιασμό μπορούμε να υλοποιήσουμε ένα σύστημα παρακολούθησης των κτιρίων και να εκμεταλλευτούμε στο έπακρον τις δυνατότητες αυτού κάνοντας σωστή χρήση και

συντήρηση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, αποβλέποντας με αυτό τον τρόπο στη μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται.

2.2 Διαδικασία επιλογής κατάλληλου συστήματος BMS

Παρατίθενται συνοπτικά τα βασικότερα στάδια για την επιλογή ενός εξειδικευμένου συστήματος διαχείρισης κτηρίου, που είναι απαραίτητα ώστε να μας παρέχουν ένα λειτουργικό και αποδοτικό BMS [19]:

- Η εκπόνηση ολοκληρωμένης τεχνικής μελέτης που θα απαρτίζεται από την περιγραφή και τις απαιτήσεις του συστήματος.
- Η εκπόνηση τεchnοοικονομικής μελέτης που θα σχετίζεται με το κόστος και το ενεργειακό όφελος που θα αποκομίσουμε από ένα τέτοιο σύστημα.
- Η ανάπτυξη ενός δομημένου προγράμματος ενεργειακής διαχείρισης.
- Η αποσαφήνιση και δομή του BMS ως εργαλείο εξοικονόμησης ενέργειας, συσχετισμένο με τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης.
- Η σχετική αγορά εργασίας ώστε να είμαστε ενήμεροι για αυτά τα αυτοματοποιημένα συστήματα και να γνωρίσουμε τις εταιρίες που παίζουν στρατηγικό ρόλο στο χώρο πώλησης τέτοιων συστημάτων.
- Η πρόσκληση εκδήλωσης ενδιαφέροντος για διαγωνισμό ανάληψης του έργου από εταιρίες προμηθευτών – εγκαταστατών του συστήματος.
- Η αξιολόγηση των προσφορών αυτών και η επιλογή του καταλληλότερου προμηθευτή.
- Η εγκατάσταση και η δοκιμή λειτουργίας του BMS που έχει τελικά επιλεγεί.
- Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση πιθανών σεναρίων λειτουργίας με στόχο την εύρυθμη λειτουργία των εγκαταστάσεων.

2.3 Πλεονεκτήματα των συστημάτων BMS

Το σύστημα Monitoring & Targeting (M&T) αυτοματοποιείται σε μέγιστο βαθμό από ένα σύστημα BMS όταν εφαρμόζεται σε ένα μεγάλο κτίριο ή σε ένα κτιριακό συγκρότημα, έχοντας τα ακόλουθα βασικά πλεονεκτήματα:

- Ταχύτητα μηχανογράφησης και αυξημένη συχνότητα ενεργειακών αναφορών προς τα αρμόδια τμήματα.
- Αυτόματη περικοπή φορτίων που επιβαρύνουν το ενεργειακό κόστος.
- Εξαγωγή σε πραγματικό χρόνο ενεργειακών δεδομένων και γρήγορη επεξεργασία αυτών.
- Πρόβλεψη ενεργειακής ζήτησης, ακρίβεια υπολογισμών.
- Αδιάλειπτη εποπτεία ενεργειακών παραμέτρων με αναφορά σχετικού ιστορικού.
- Συνεχής ενημέρωση των διαχειριστών του συστήματος για τη λήψη κρίσιμων αποφάσεων, συνδεδεμένων άμεσα με την άρτια λειτουργία και απόδοση ελεγχόμενων συστημάτων.
- Ορθή διαχείριση πολλών διαφορετικών λειτουργιών των συστημάτων ελέγχου αλλά και επεμβάσεων συντήρησης και αποκατάστασης βλαβών τους.
- Άμεση πρόσβαση σε οποιοδήποτε απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου (ΑΚΕ) από ένα εξωτερικό κεντρικό σταθμό ελέγχου, όταν δεν υπάρχει δυνατότητα χειρισμού από το κεντρικό σύστημα μέσω δικτύων επικοινωνίας.

Σε συνεργασία με το σύστημα SCADA [20], σύμφωνα με τις προδιαγραφές λειτουργίας του, ένα σύστημα BMS μπορεί να προσφέρει ένα πλήθος δυνατοτήτων, όπως:

- Καταγραφή αναλογικών και ψηφιακών μεγεθών συναρτήσει του χρόνου (trending). Τα σήματα εισόδου (μετρήσεις) και εξόδου (έλεγχος, ενεργοποίηση) ανάλογα με τα μεγέθη και τις παραμέτρους που εμπλέκονται διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες:
 - Ψηφιακές εισοδοί – ψηφιακές έξοδοι
 - Αναλογικές εισοδοί – αναλογικές έξοδοι

Ψηφιακά θεωρούνται τα σήματα που δέχονται τιμές 0 και 1 (ή αλλιώς ανοιχτό – κλειστό, on-off, κλπ.). Επομένως τα μεγέθη αυτά ανταποκρίνονται με σήματα δύο μόνο καταστάσεων. Αναλογικά θεωρούνται τα σήματα που μετρούνται με τιμές ηλεκτρικού ρεύματος στην περιοχή τιμών 0 – 10V DC, 0-20 mA. Είναι δηλαδή μεγέθη που μετριοούνται σε πραγματική κατάσταση από το αισθητήριο που τα ανιχνεύει και μετατρέπει την τιμή μέτρησης σε ηλεκτρικού μέγεθος (ρεύμα, τάση) που απεικονίζει τη μέτρηση. Επομένως με βάση τα προαναφερόμενα σήματα μπορούν να ανιχνευθούν πληθώρα φυσικών μεγεθών που με τη σειρά τους να ελέγξουν πληθώρα άλλων μεγεθών που επιδέχονται διόρθωση της τιμής τους.

- Χρονομέτρηση λειτουργίας μηχανών και προσδιορισμός χρόνου συντήρησης.
- Ανάλυση της εξέλιξης βλαβών χρονικά, αναλύοντας την αλληλουχία των συμβάντων που οδήγησαν στη βλάβη.
- Εξακρίβωση της αναγνώρισης (acknowledge) των βλαβών σε συνάρτηση με κρίσιμες βλάβες και τον καταμερισμό ευθυνών.

Με βάση τα προαναφερόμενα, ίσως το σημαντικότερο από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει ένα σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου ενός κτιρίου είναι η συνεχής παρακολούθηση της εγκατάστασης και η δυνατότητα ανάλυσης και επεξεργασίας των ενεργειακών δεδομένων που σχετίζονται με αυτήν. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στα αρμόδια όργανα που έχουν σχέση με τη διαχείριση να «γνωρίσουν» καλύτερα τα κτίρια και τις εγκαταστάσεις, δημιουργώντας έτσι τις κατάλληλες συνθήκες για την επίτευξη του στόχου της βέλτιστης εξοικονόμησης ενέργειας. Η εξοικονόμηση

αυτή μπορεί να επιτευχθεί, επειδή τα συστήματα BMS μπορούν να παρακολουθούν και να καταγράφουν τα δεδομένα από μετρητές καυσίμων και ηλεκτρικού ρεύματος, κλιματιστικών μονάδων, φωτισμού και όλων των άλλων ενεργοβόρων δραστηριοτήτων που συντελούνται σε ένα συγκρότημα κτηρίων.

Επίσης σημαντικό είναι το γεγονός ότι τα διάφορα δεδομένα μπορούν να ελεγχθούν από απομακρυσμένες εγκαταστάσεις, εφόσον ο έλεγχος από τον κεντρικό σταθμό είναι ανέφικτος. Έτσι εξοικονομείται σημαντικός χρόνος σε περίπτωση κάποιου συναγερμού, δίνοντας τη δυνατότητα στο προσωπικό να επέμβει άμεσα, ευρισκόμενοι ίσως κοντύτερα στο σημείο που εμφανίζεται το πρόβλημα.

2.4 Τεχνική περιγραφή συστήματος BMS

Το σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου του κτιρίου (BMS) αποτελείται από:

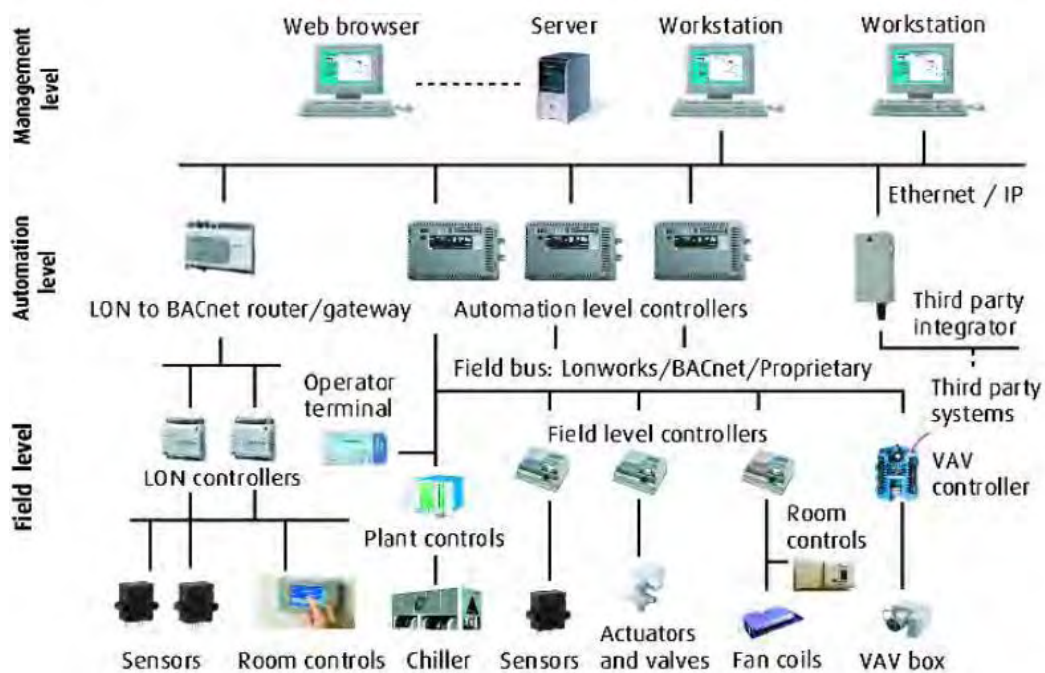
- Τον Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου (ΚΣΕ), ή την Κεντρική Μονάδα Ελέγχου, η οποία είναι το σημείο παρακολούθησης του ελέγχου του συστήματος από τους χειριστές.
- Τα Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου (ΑΚΕ), τα οποία είναι οι σταθμοί συλλογής και επεξεργασίας των σημάτων των αισθητηρίων και οργάνων ελέγχου.
- Το δίκτυο Περιφερειακών Μονάδων Ελέγχου, οι οποίες είναι πλήρως προγραμματιζόμενες μονάδες ψηφιακού ελέγχου και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι των ΑΚΕ.
- Τα δίκτυα των συστημάτων και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας
- Τα όργανα λήψεως πληροφοριών (αισθητήρες, βοηθητικές επαφές κλπ.) ή εκτέλεσης εντολών (βαλβίδες, ρελέ εκκίνησης κλπ.) που είναι οι συσκευές που ενημερώνουν με τις τιμές ή καταστάσεις των επιτηρούμενων εγκαταστάσεων τις περιφερειακές μονάδες ελέγχου, ή οδηγούνται

κατάλληλα από αυτές έτσι ώστε να υλοποιηθούν οι προγραμματισμένες στρατηγικές ελέγχου.

Επομένως το Σύστημα Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων θα αναπτύσσεται σε τρία διακριτά λειτουργικά επίπεδα:

- Επίπεδο Διαχείρισης: Αποτελείται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές με εγκατεστημένο το λογισμικό διαχείρισης καθώς και κεντρικές μονάδες επεξεργασίας και δικτύου.
- Επίπεδο Αυτοματισμού Εγκαταστάσεων: Αποτελείται από προγραμματιζόμενους ελεγκτές που ρυθμίζουν τις λειτουργίες των εγκαταστάσεων βάση συγκεκριμένων σεναρίων και χρονοπρογραμμάτων, δημιουργούν αναφορές βλαβών, εκτελούν υπολογισμούς, καταγραφές, κλπ.
- Επίπεδο Αυτοματισμού Συσκευών: Αποτελείται από προγραμματιζόμενους ελεγκτές που εκτελούν τις τυποποιημένες λειτουργίες των συσκευών και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων (όπως τοπικών κλιματιστικών μονάδων, λεβήτων, ψηκτρών νερού, φωτιστικών σωμάτων, κλπ.).

Τα τρία αυτά λειτουργικά επίπεδα και οι συσκευές που τα αποτελούν αναπαρίστανται στην Εικόνα 1 που ακολουθεί:



Εικόνα 1: Επίπεδα Υλοποίησης Συστήματος Διαχείρισης Κτιρίων (BMS) [21]

Με βάση την Εικόνα 1, τα όργανα και οι συσκευές του Συστήματος Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων θα είναι συνδεδεμένα σε δίκτυο, θα ανταλλάσσουν τις πληροφορίες μεταξύ τους σε πραγματικό χρόνο (επικοινωνία τύπου point-to-point). Οι ηλεκτρονικές συσκευές και το λογισμικό που θα σχηματίζουν το επίπεδο διαχείρισης θα αποτελούν τους Κεντρικούς Σταθμούς Ελέγχου (ΚΣΕ) του Συστήματος Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων.

Οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές του λειτουργικού επιπέδου αυτοματισμού εγκαταστάσεων θα αποτελούνται από μεταλλικούς ηλεκτρικούς πίνακες μαζί με τις απαραίτητες διατάξεις ηλεκτρικής τροφοδοσίας, προστασίας, ηλεκτρικών συνδέσεων και δικτυακής επικοινωνίας. Οι ηλεκτρικοί πίνακες θα αποτελούν τα Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου (ΑΚΕ). Τα ΑΚΕ θα έχουν δικτυακή επικοινωνία μεταξύ τους, θα συνδεθούν με αισθητήρια, με περιφερειακά όργανα ή συσκευές ελέγχου και με τον εξοπλισμό των διαχειριζόμενων ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Η τοπολογία του δικτύου των ΑΚΕ θα είναι ελεύθερη, δηλαδή θα

επιτρέπεται η σύνδεση τους σε σειρά, αξονικά, ή σε συνδυασμό των παραπάνω. Σε περίπτωση οποιασδήποτε διακοπής του καλωδίου του δικτύου επικοινωνίας, το κάθε ένα ΑΚΕ θα πρέπει να συνεχίζει να λειτουργεί αυτόνομα και να ανταλλάσσει πληροφορίες με τα ΑΚΕ του εναπομείναντος δικτύου. Το δίκτυο των ΑΚΕ θα συνδεθεί με κεντρικές μονάδες επεξεργασίας του Συστήματος Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων.

Οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές του λειτουργικού επιπέδου αυτοματισμού συσκευών / επιπέδου πεδίου θα πρέπει να λειτουργούν αυτόνομα και θα έχουν δικτυακή επικοινωνία μεταξύ τους. Θα συνδεθούν με αισθητήρια, με χειριστήρια και με τα όργανα των συσκευών που θα ελέγχουν. Η τοπολογία του δικτύου τους θα είναι ελεύθερη, δηλαδή θα επιτρέπεται η σύνδεση τους σε σειρά, αξονικά, ή σε συνδυασμό των παραπάνω. Επίσης το δίκτυο τους θα επικοινωνεί είτε απευθείας, είτε μέσω των κατάλληλων μεταφραστών πρωτοκόλλων επικοινωνίας με το δίκτυο των ΑΚΕ.

2.4.1 Κέντρο διαχείρισης συστήματος ελέγχου και χειρισμού εγκαταστάσεων (ΚΣΕ)

Το κάθε Κέντρο Διαχείρισης του Συστήματος Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων θα περιλαμβάνει τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, το λειτουργικό σύστημα και το λογισμικό λειτουργίας καθώς και τα μέσα επικοινωνίας με το διαδίκτυο. Θα συνδέεται με το δίκτυο του Συστήματος Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων σε οποιοδήποτε σημείο του. Στο ίδιο δίκτυο θα μπορούν να συνδεθούν περισσότερα από ένα Κέντρα Διαχείρισης, ώστε να γίνεται ο έλεγχος της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου παράλληλα από πολλά σημεία. Το λογισμικό του Κέντρου Διαχείρισης θα έχει τις παρακάτω βασικές λειτουργίες:

- Εμφάνιση συνοπτικών αναφορών βλαβών λειτουργίας των εγκαταστάσεων του κτιρίου, ταξινομημένων σε τρεις ομάδες ανάλογα με τη σημαντικότητα της βλάβης.

- Αποστολή αναφορών βλαβών λειτουργίας των εγκαταστάσεων του κτιρίου στον εκτυπωτή, στο φαξ, στο κινητό τηλέφωνο, στο σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή προς άλλη προγραμματισμένη συσκευή ανάγνωσης μηνυμάτων.
- Προστασία πρόσβασης.
- Διαφορετικά επίπεδα πρόσβασης, ανάλογα με τον κωδικό του χειριστή.
- Αυτόματη εκτέλεση προγραμματισμένων διεργασιών.
- Πραγματοποίηση και διακοπή σύνδεσης με το σύστημα Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων.
- Ταυτόχρονη σύνδεση με Συστήματα Ελέγχου Εγκαταστάσεων άλλων κτιρίων.
- Δυναμική γραφική απεικόνιση και γραφικό περιβάλλον ελέγχου των εγκαταστάσεων του κτιρίου.
- Εμφάνιση των διαφορετικών εγκαταστάσεων του κτιρίου υπό μορφή δέντρου δεδομένων και εύκολη περιήγηση ανάμεσα σε αυτές.
- Αρχείο καταγραφής των βλαβών λειτουργίας των εγκαταστάσεων του κτιρίου, των συνδέσεων με το Σύστημα Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων, των χειριστών του Κέντρου Διαχείρισης και των αντίστοιχων χειρισμών που αυτοί πραγματοποίησαν.
- Ημερολόγιο για τον προγραμματισμό και τον χειρισμό των χρονικών προγραμμάτων λειτουργίας των εγκαταστάσεων του κτιρίου.
- Απομακρυσμένος έλεγχος του Κέντρου Διαχείρισης καθώς και δυνατότητα δημιουργίας και απεικόνισης γραφικών για απομακρυσμένο έλεγχο μέσω διαδικτύου ή μέσω οθονών αφής (Touch Panels).

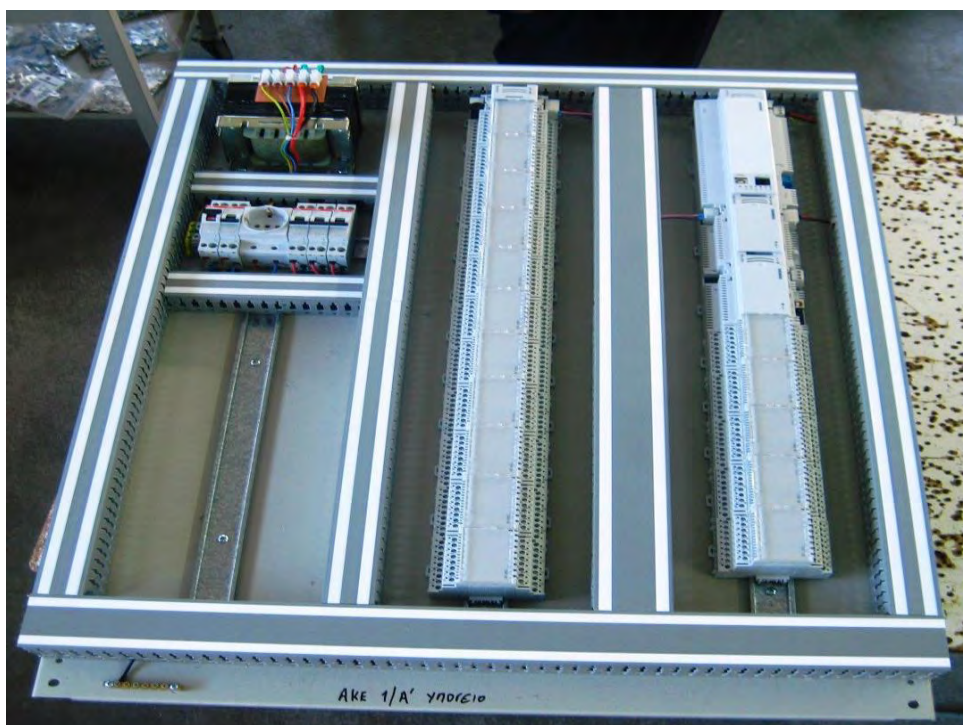
2.4.2 Απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου (ΑΚΕ)

Τα Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου (ΑΚΕ) θα είναι μεταλλικοί ηλεκτρικοί πίνακες που περιλαμβάνουν όλα τα διασυνδεδεμένα τοπικά σημεία ελέγχου. Αποτελούνται από το σύνολο των ψηφιακών και αναλογικών εισόδων – εξόδων καθώς επίσης και

από τον ελεγκτή, έτσι ώστε το σύνολο να ανταποκρίνεται και να εκτελεί κατ' ελάχιστο τις παρακάτω λειτουργίες:

- Αποκωδικοποίηση των τεχνικών διευθύνσεων του συστήματος
- Συνεχής παρακολούθηση όλων των σημείων ελέγχου.
- Συνεχής έλεγχος μέσω προγραμμάτων, των διαδικασιών λειτουργίας της εγκατάστασης.
- Συνεχής αυτοδιαγνωστικός έλεγχος όλων των εξαρτημάτων που αποτελούν τον πίνακα.

Στην Εικόνα 2 αναπαρίσταται ένα παράδειγμα τυπικού Απομακρυσμένου Κέντρου Ελέγχου. Ανάλογα με τις απαιτήσεις, μία ή περισσότερες μονάδες ελέγχου συνδυάζονται για τον σχηματισμό ενός περιφερειακού πίνακα ελέγχου ο οποίος τοποθετείται κοντά στην ή στις ελεγχόμενες εγκαταστάσεις. Στη συνέχεια οι περιφερειακοί πίνακες συνδέονται σε ένα κοινό δίκτυο επικοινωνίας στον οποίο μπορούν να συνδεθούν και ηλεκτρονικοί υπολογιστές με σκοπό των έλεγχου τους.



Εικόνα 2: Απομακρυσμένο Κέντρο Ελέγχου BMS (Α.Κ.Ε)

2.4.3 Προγραμματιζόμενοι ελεγκτές (controllers) – στοιχεία εισόδων/εξόδων

Οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές διακρίνονται σε δύο τύπους απόλυτα συμβατούς μεταξύ τους: α) τις modular προγραμματιζόμενες μονάδες ελέγχου και β) τις compact μονάδες. Τα στοιχεία εισόδων – εξόδων (modules) είναι ηλεκτρονικές κάρτες που τοποθετούνται στα Α.Κ.Ε ανάλογα με τις απαιτήσεις της εγκατάστασης. Υπάρχουν οι παρακάτω 3 βασικές κατηγορίες modules: α) Στοιχείο ψηφιακής εισόδου, β) Στοιχείο ψηφιακής εξόδου, γ) Στοιχείο προγραμματιζόμενων εισόδων-εξόδων. Σαν σήματα αναλογικών εισόδων και εξόδων μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλα τα γνωστά σήματα (0-10V DC, RTD resistors, 4-20mA, κ.λπ.). Ο κάθε ένας ελεγκτής θα πρέπει κατ' ελάχιστο να πραγματοποιεί τα παρακάτω:

- Έλεγχο διαδικασιών και μανδαλώσεων.
- Αναφορές συναγερμών εσφαλμένης λειτουργίας.

- Προκαθορισμένα σενάρια λειτουργίας και χρονοπρογράμματα.
- Απαρίθμηση πραγματικού χρόνου.
- Βέλτιστη στάση – εκκίνηση των εγκαταστάσεων.
- Υπολογισμούς και διαχείριση ενέργειας.
- Καταγραφή μετρούμενων φυσικών μεγεθών.
- Αυτόνομη λειτουργία, χωρίς να απαιτούνται τα Κέντρα Διαχείρισης.
- Αποθήκευση πληροφοριών και εφαρμογών ελέγχου.
- Σύνδεση με τερματική μονάδα χειρός, με την οποία θα μπορούν να γίνονται οι αλλαγές στις παραμέτρους λειτουργίας, χωρίς να απαιτείται η χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Στην Εικόνα 3 απεικονίζεται ένα στοιχείο εισόδου/εξόδου (module) που χρησιμοποιείται για μέτρηση, παρακολούθηση, χειρισμό, διαμόρφωση.



Εικόνα 3: Ηλεκτρονική Κάρτα Εισόδου/Εξόδου (module)

2.5 Αρχιτεκτονική συστήματος ελέγχου και χειρισμού εγκαταστάσεων

Ένα σύστημα διαχείρισης και ελέγχου ενός κτηρίου πρέπει απαραίτητα να ελέγχει τις ακόλουθες εγκαταστάσεις: α) Τις θερμοκρασίες παραγωγής και διανομής του νερού για τη θέρμανση των διάφορων χώρων με την έννοια των θερμικών ζωνών ενός κτηρίου, β) τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία, την πίεση και την παροχή του αέρα για τον κλιματισμό και τον αερισμό των διαφόρων χώρων, γ) τη λειτουργία του συστήματος τεχνητού φωτισμού καθώς και δ) τη λειτουργία των διατάξεων σκίασης

και προστασίας από τον ήλιο. Ενδεικτικά, το σύστημα B.M.S δύναται να επιτηρεί ή και να ελέγχει τα ακόλουθα:

- Κλιματισμός: Έλεγχος και επιτήρηση βλαβών στις κλιματιστικές μονάδες. Επιτήρηση φίλτρων, μέτρηση θερμοκρασίας προσαγωγής και επιστροφής, μέτρηση υγρασίας επιστροφής, έλεγχος ανεμιστήρα προσαγωγής και επιστροφής, έλεγχος ηλεκτρομαγνητικής βάνας ύγρανσης, ρύθμιση βαλβίδων των στοιχείων, ανάλογα με τον τύπο των κλιματιστικών μονάδων και τα στοιχεία που τις αποτελούν με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας.
- Ανεμιστήρες: Έλεγχος της λειτουργίας των ανεμιστήρων, ένδειξη βλάβης και επιβεβαίωση λειτουργίας.
- Λέβητες: Έλεγχος της λειτουργίας των λεβήτων. Επιτήρηση λειτουργίας, βλαβών, στάθμης δεξαμενής καυσίμου καθώς και μέτρηση θερμοκρασίας στην προσαγωγή και την επιστροφή λεβήτων καθώς και των συλλεκτών προσαγωγής και επιστροφής. Στους συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής μετριέται επίσης και η πίεση.
- Ψύκτης: Έλεγχος της λειτουργίας του ψύκτη. Επιτήρηση λειτουργίας και βλαβών καθώς και μέτρηση θερμοκρασίας στην προσαγωγή και την επιστροφή του ψύκτη.
- Αντλίες: Έλεγχος της λειτουργίας των αντλιών. Επιτήρηση λειτουργίας και βλαβών.
- Boiler: Έλεγχος της λειτουργίας του boiler, μέτρηση θερμοκρασίας, ρύθμιση θέσης τρίοδης βαλβίδας ανακυκλοφορίας.

2.6 Ανάλυση ενδεικτικών σημείων ελέγχου κεντρικού συστήματος διαχείρισης BMS

Στους Πίνακες 1,2,3 και 4 γίνεται η ανάλυση ενδεικτικών σημείων ελέγχου εντός μίας εγκατάστασης από ένα σύστημα ενεργειακής διαχείρισης με σκοπό τον έλεγχο συγκεκριμένων εγκαταστάσεων προς την κατεύθυνση της εξοικονόμησης ενέργειας. Τα είδη των σημείων ελέγχου είναι τέσσερα:

- Αναλογική Είσοδος (AI): Θεωρείται κάθε συνεχές ηλεκτρικό σήμα όπως τάση 0-5V DC, 0-10V DC και ένταση ρεύματος 0-20 mA, 4-20 mA. Στις αναλογικές εισόδους συνδέονται τα αισθητήρια όργανα θερμοκρασίας, υγρασίας, πίεσης, τάσης ή έντασης ρεύματος, φωτεινότητας και ποιότητας.
- Ψηφιακή/Δυαδική Είσοδος (DI): Θεωρούνται τα ψηφιακά σήματα 0 ή 5V DC. Στις ψηφιακές εισόδους συνδέονται τα αισθητήρια όργανα τύπου θερμοστάτες, πρεσοστάτες, διακόπτες ροής αλλά και μετρητές παλμών μέχρι και 4Hz.
- Αναλογική Έξοδος: Θεωρείται ηλεκτρικό σήμα 0-10V DC ή σήμα έντασης 0-20mA. Στις αναλογικές εξόδους συνδέονται οι κινητήρες των τριόδων βαλβίδων αναλογικής λειτουργίας, οι κινητήρες διαφραγμάτων και οι ρυθμιστές στροφών (inverter) των ανεμιστήρων και αντλιών.
- Ψηφιακή/Δυαδική Έξοδος: Θεωρείται εντολή ρελέ η οποία είναι ικανή να οδηγήσει φορτία μέχρι 5A στα 24V AC για τους αυτόνομους ρυθμιστές και 5A στα 240V AC για τους ρυθμιστές δικτύου. Οι έξοδοι διαθέτουν διακόπτη

τριών θέσεων A-O-X πάνω στη μονάδα ελέγχου για αυτόματη ή χειροκίνητη λειτουργία. Μέσω λογισμικού παρακολουθείται η θέση του διακόπτη για σήμανση στον ΚΣΕ. Για κάθε έξοδο θα υπάρχει ενδεικτική λυχνία LED για την ένδειξη κατάστασης της εξόδου (on-off).

Πίνακας 1: Ενδεικτικά σημεία ελέγχου κεντρικού συστήματος διαχείρισης [22]

ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΝΔΕΙΚΤΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ BMS								
ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ								
A/A	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΕΛΕΓΧΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ	DI	DO	AIP	AIA	AO
1	ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ	ΛΕΒΗΤΑΣ		1			
2		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΛΕΒΗΤΑΣ	1				
3		ΕΝΔΕΙΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΛΕΒΗΤΑΣ	1				
4		ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ MIN-MAX-LOW	3				
5		ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ				1	
6		ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ				1	
7		ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ ΛΕΒΗΤΑ				1	
8		ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ ΛΕΒΗΤΑ				1	
9		ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ	ΑΝΤΛΙΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ			2		
10		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΘΕΡΜΙΚΟ ΑΝΤΛΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	2				
11		ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ ΕΠΑΦΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	2				
12		ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΡΟΗΣ	2				
13		ΕΝΔΕΙΞΗ Η-Ο-Α	ΑΝΤΛΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	2				
14		ΨΥΧΡΟΣΤΑΣΙΟ	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ				1
15	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ		ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ				1	
16	ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ		ΨΥΚΤΗ	1				
17	ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ		ΨΥΚΤΗ	1				
18	ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ		ΨΥΚΤΗ			1		
19	ΕΝΔΕΙΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		Β.Ε ΑΝΤΛΙΑΣ ΨΥΚΤΗ	1				
20	ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ		ΘΕΡΜΙΚΟ ΑΝΤΛΙΑΣ ΨΥΚΤΗ	1				
21	ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		ΕΝΔΕΙΞΗ ΡΟΗΣ	1				
22	ΕΝΔΕΙΞΗ Η-Ο-Α		ΑΝΤΛΙΑ ΨΥΚΤΗ	1				
23	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ		ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ ΨΥΚΤΗ				1	
24	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΨΥΚΤΗ				1		

Πίνακας 2: Ενδεικτικά σημεία ελέγχου κεντρικού συστήματος διαχείρισης [22]

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΒΜΣ						
ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ						
Α/Α	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΕΛΕΓΧΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ	DI	DO	AI/AI/AI/AO
25	ΚΚΜ	ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ	ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ		1	
26		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΑΠΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΑΝΡΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ	1		
27		ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	Β.Ε. ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ	1		
28		ΕΝΔΕΙΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ	1		
29		ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΡΟΦΩΝ	ΙΝΥ. ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ			1
30		ΕΝΔΕΙΞΗ ΣΤΡΟΦΩΝ	ΙΝΥ. ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ			1
31		ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ	ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ		1	
32		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΑΠΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΑΝΡΑ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ	1		
33		ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	Β.Ε. ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ	1		
34		ΕΝΔΕΙΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ	1		
35		ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΡΟΦΩΝ	ΙΝΥ. ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ			1
36		ΕΝΔΕΙΞΗ ΣΤΡΟΦΩΝ	ΙΝΥ. ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ			1
37		ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΦΙΛΤΡΟ	1		
38		ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΣΑΚΚΟΦΙΛΤΡΟ	1		
39		ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΠΟΛΥΤΟ ΦΙΛΤΡΟ	1		
40		ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ			1
			ΜΕΤΡΗΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ		1
41		ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΥΓΡΑΣΙΑΣ	ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ			2
42		ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΕΡΑ	ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ			1
43		ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ	Η/Μ ΒΑΝΑ ΥΓΡΑΝΣΗΣ		1	
44		ΡΥΘΜΙΣΗ ΘΕΣΗΣ	3-ΟΔΟΣ ΒΑΛΒΙΔΑ ΘΕΡΜΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ			1
45		ΡΥΘΜΙΣΗ ΘΕΣΗΣ	3-ΟΔΟΣ ΒΑΛΒΙΔΑ ΨΥΧΡΟΥΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ			1
46		ΡΥΘΜΙΣΗ ΘΕΣΗΣ	DAMPER ΚΙΒΩΤΙΟΥ ΜΙΕΗΣ			1
47		ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	BOILER			1
48		ΡΥΘΜΙΣΗ ΘΕΣΗΣ	3-ΟΔΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ BOILER			1
49		ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	1		
50		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΘΕΡΜΙΚΟ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	1		
51		ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	Β.Ε. ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	1		
52		ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΡΟΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΝΑΚΥΚΛ.	1		
53		ΕΝΔΕΙΞΗ Η-Ο-Α	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	1		

Πίνακας 3: Ενδεικτικά σημεία ελέγχου κεντρικού συστήματος διαχείρισης [22]

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΒΜΣ						
ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ						
Α/Α	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΕΛΕΓΧΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ	DI	DO	AI/AI/AI/AO
78	ΥΔΡΕΥΣΗ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΜΙΝ ΣΤΑΘΜΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ	1		
79		ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΙΕΣΗΣ	ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ			1
80		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΑΝΤΛΙΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ	2		
81	ΕΞΩΤ. ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΥΓΡΑΣΙΑΣ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ			2
82		ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ ΚΛΕΙΣΤΟ ΑΠΟΖΕΥΚΤΩΝ	2		
83	ΖΩΝΗ FCU	ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ	ΖΩΝΗ FCU		1	
84		ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΖΩΝΗ FCU	1		
85		ΕΝΔΕΙΞΗ Η-Ο-Α	ΖΩΝΗ FCU	1		
86	ΜΟΝΑΔΑ FCU	ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ	ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ		1	
87		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΘΕΡΜΙΚΟ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ	1		
88		ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟ ΔΙΑΦΟΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ	1		
89		ΕΝΔΕΙΞΗ Η-Ο-Α	ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ	1		
90	ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ FCU			1
91		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ ΑΤΟΜΩΝ	1		
92	Μ/Σ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ	ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ ΑΤΟΜΩΝ	1		
93		ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ALARM Μ/Σ	1		
94		ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	PRE-ALARM Μ/Σ	1		
95		ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΧΩΡΟΣ Μ/Σ			1
96	Η/Ζ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΜΙΝ ΣΤΑΘΜΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	1		
97		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΜΑΧ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	1		
98		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΜΙΝ ΠΙΕΣΗ ΛΑΔΙΟΥ	1		
99		ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΑΣΗΣ	ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ			1
100		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΓΕΝΙΚΗ Η/Ζ	1		
101		ΕΝΔΕΙΞΗ ΘΕΣΗΣ	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ ΔΕΗ/Ζ	1		

Πίνακας 4: Ενδεικτικά σημεία ελέγχου κεντρικού συστήματος διαχείρισης [22]

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΒΜΣ								
ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ								
Α/Α	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΕΛΕΓΧΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ	ΔΙ	ΔΟ	ΑΙΡ	ΑΙΑ	ΑΟ
103	UPS	ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΑΣΗΣ	ΣΥΣΣΩΣΕΥΤΕΣ				1	
104		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	UPS	1				
105	Γ.Π.Χ.Τ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ ΚΛΕΙΣΤΟ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΔΙΑΚ.	2				
106		ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ ΚΛΕΙΣΤΟ ΔΙΑΚ. ΣΥΝΔ. ΜΠΑΡΩΝ	1				
107	ΜΕΤΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ	ΜΕΤΡΗΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ	ΑΝΑ ΦΑΣΗ				1 INT	
108		ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΑΣΗΣ	ΑΝΑ ΦΑΣΗ				1 INT	
109		ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ					1 INT	
110		ΕΝΔΕΙΞΗ COSΦ					1 INT	
111		ΕΝΔΕΙΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ					1 INT	
112		ΕΝΔΕΙΞΗ ΙΣΧΥΟΣ					1 INT	
113	ΑΠΟΣΚΛΗΡΥΝΤΗΣ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΣΚΛΗΡΥΝΤΗ	1				
114		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΣΚΛΗΡΥΝΤΗ	1				
115	ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		1				
116		ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΣ	1				
117		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ		1				
118	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		1				
119		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ		1				
120	ACCESS CONTROL	ΕΝΔΕΙΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		1				
121		ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ		1				
122	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΑΦΗ/ΣΒΕΣΗ	ΠΙΝΑΚΑΣ ΖΩΝΗΣ		1			
123		ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ ΕΠΑΦΗ ΖΩΝΗΣ	1				
124		ΕΝΔΕΙΞΗ Η-Ο-Α	ΠΙΝΑΚΑΣ ΖΩΝΗΣ	1				
125	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΘΕΡΜΙΚΟ ΑΝΤΛΙΑΣ	1				
126		ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΜΑΧ ΣΤΑΘΜΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ	1				
127	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΟΜΒΡΙΩΝ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΘΕΡΜΙΚΟ ΑΝΤΛΙΑΣ	1				
128		ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΜΑΧ ΣΤΑΘΜΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ	1				
129	ΛΟΙΠΕΣ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	1				
130	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΡΟΛΟΓΙΑ	1				

3. ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ EN 15232

3.1 Εισαγωγή στο πρότυπο EN 15232

Το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 15232 “Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων – Ο αντίκτυπος του κτιριακού αυτοματισμού, του ελέγχου και της διαχείρισης κτιρίων” [12] αποτελεί ένα πρότυπο που εντάσσεται σε ένα σύνολο προτύπων CEN που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο ενός σχεδίου προτυποποίησης που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα, σκοπός του οποίου είναι η υποστήριξη της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (EPBD) για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Καθορίζει μεθόδους για την αξιολόγηση της επίδρασης των λειτουργιών των Συστημάτων Αυτοματισμού και Ελέγχου (BACS) και Τεχνικής Διαχείρισης Κτιρίων (TBM) στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και μια μέθοδο για τον καθορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων των λειτουργιών αυτών που εφαρμόζονται σε κτίρια διαφορετικής πολυπλοκότητας ως ακολούθως:

- Μια δομημένη λίστα λειτουργιών ελέγχου, αυτοματισμού, και τεχνικής διαχείρισης κτιρίων που επηρεάζουν ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.
- Μία μέθοδος καθορισμού ελάχιστων απαιτήσεων όσον αφορά τις λειτουργίες ελέγχου, αυτοματισμού και τεχνικής διαχείρισης των κτιρίων που πρέπει να υλοποιηθούν σε κτίρια διαφορετικής πολυπλοκότητας.
- Αναλυτικές μέθοδοι για την αξιολόγηση της επίδρασης αυτών των λειτουργιών στην ενεργειακή απόδοση ενός συγκεκριμένου κτιρίου. Αυτοί οι μέθοδοι επιτρέπουν την εισαγωγή αυτών των λειτουργιών στους υπολογισμούς των δεικτών ενεργειακής απόδοσης από τα σχετικά πρότυπα.

- Μία απλοποιημένη μέθοδο για να γίνει μία πρώτη εκτίμηση των επιπτώσεων αυτών των λειτουργιών στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

3.2 Κλάσεις ενεργειακής απόδοσης συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου κτηρίων

Το πρότυπο EN 15232 ορίζει τέσσερις διαφορετικές κλάσεις / κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης συστημάτων κτιριακού αυτοματισμού και ελέγχου: τις κλάσεις A, B, C και D αντίστοιχα. Παρακάτω παρατίθενται η περιγραφή της εκάστοτε κατηγορίας σύμφωνα με το συγκεκριμένο πρότυπο, καθώς και σε μορφή διαγράμματος η απεικόνιση αυτών των κατηγοριών, όσο αναφορά την ενεργειακή απόδοση της κάθε κατηγορίας.

Κλάσεις ενεργειακής απόδοσης BACS



BACS – Building Automation and Controls System
TBM – Technical Building Management Systems

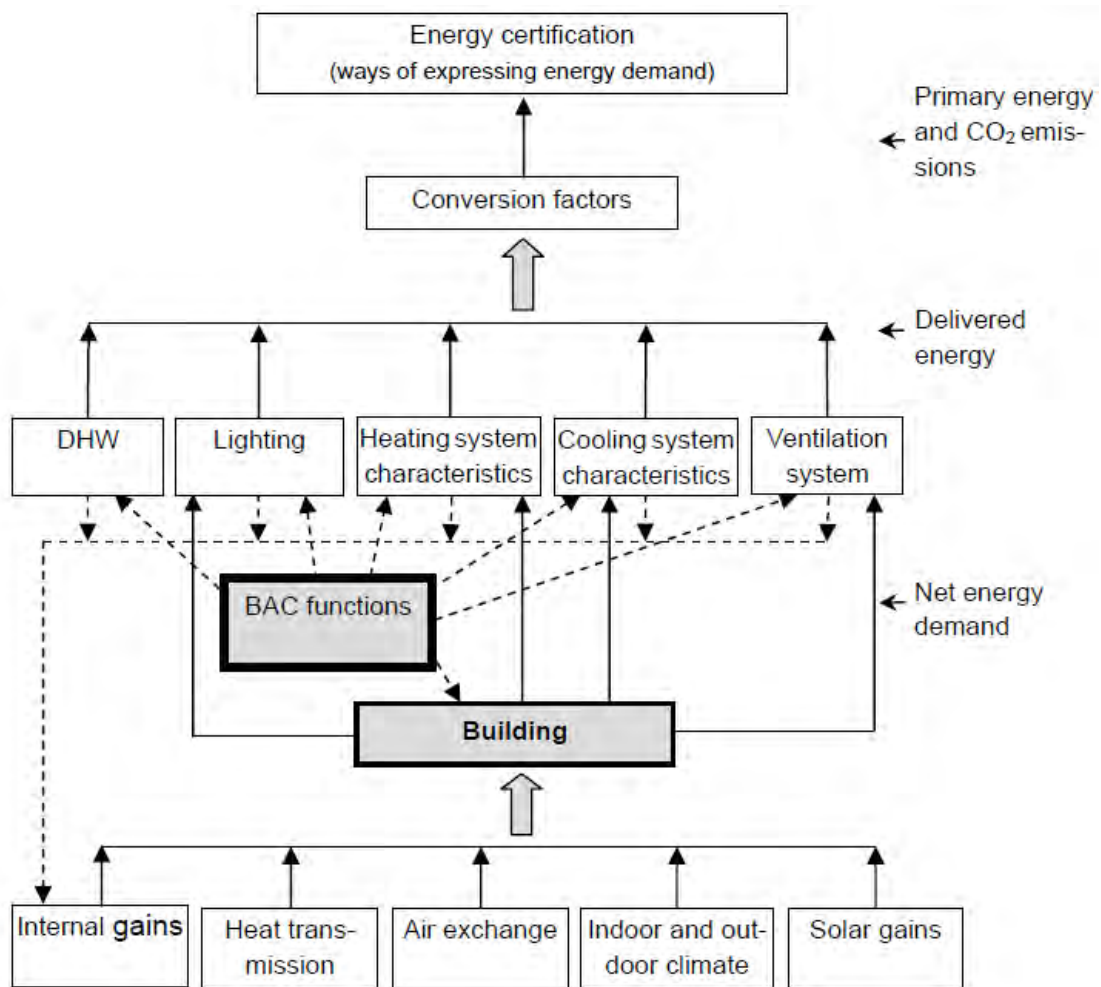
Εικόνα 4: Κατηγοριοποίηση Ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων σύμφωνα με το πρότυπο EN 15232 [12]

Πίνακας 5: Περιγραφή των κλάσεων ενεργειακής απόδοσης σύμφωνα με το πρότυπο EN 15232 [12]

Κλάσεις	Ενεργειακή Αποδοτικότητα
A	<p>Αναφέρεται σε συστήματα BACS και TBM υψηλής ενεργειακής απόδοσης.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Διασυνδεδεμένος σε δίκτυο αυτοματισμός χώρου με αυτόματο έλεγχο ζήτησης • Προγραμματιζόμενη συντήρηση • Ενεργειακός έλεγχος • Βελτιστοποίηση βιώσιμης / αειφόρου ενέργειας
B	<p>Αναφέρεται σε προηγμένα συστήματα BACS και σε μερικές συγκεκριμένες λειτουργίες TBM.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Διασυνδεδεμένος σε δίκτυο αυτοματισμός χώρου χωρίς αυτόματο έλεγχο ζήτησης • Ενεργειακός Έλεγχος
C	<p>Αναφέρεται σε τυπικά συστήματα BACS.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Διασυνδεδεμένος σε δίκτυο κτιριακός αυτοματισμός των κύριων μονάδων παραγωγής ενέργειας • Απουσία ηλεκτρονικού αυτοματισμού χώρων, θερμοστατικές βαλβίδες για τα σώματα εκπομπής θερμότητας (πχ FCU's) • Απουσία ενεργειακού ελέγχου
D	<p>Αναφέρεται σε μη αποδοτικά ενεργειακά συστήματα BACS. Αναφέρεται σε υπάρχοντα κτίρια, καθώς τα νεόδμητα κτήρια δεν πρέπει να εξοπλίζονται με τέτοιου είδους συστήματα.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Απουσία λειτουργιών διασυνδεδεμένου σε δίκτυο κτιριακού αυτοματισμού. • Απουσία ηλεκτρονικού αυτοματισμού χώρου • Απουσία ενεργειακού ελέγχου

3.3 Υπολογισμός της επίδρασης των συστημάτων BACS και των λειτουργιών TBM στην ενεργειακή αποδοτικότητα των κτηρίων

Πριν γίνει η ανάλυση των υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου του κτιρίου, θα προηγηθεί η περιγραφή της ακολουθίας των μεμονωμένων βημάτων υπολογισμού τους στην Εικόνα 5 που ακολουθεί. Η Εικόνα 5 δείχνει το πώς γίνεται η σύνδεση των ροών της ενέργειας. Η κάτω σειρά υποδεικνύει τα δεδομένα εισόδου, στα οποία περιλαμβάνονται τα χαρακτηριστικά του κτηρίου, η χρήση του κτηρίου καθώς και κλιματολογικές παράμετροι. Επιπλέον παρατηρείται το γεγονός ότι οι ανακτώμενες απώλειες από τα συστήματα συμβάλλουν στα θερμικά κέρδη, καθώς και ότι ο υπολογισμός αρχίζει από την πλευρά των καταναλωτών και καταλήγει στην πρωτογενή παραγωγή της ενέργειας, δηλαδή στην αντίθετη κατεύθυνση της παρεχόμενης ροής της ενέργειας.

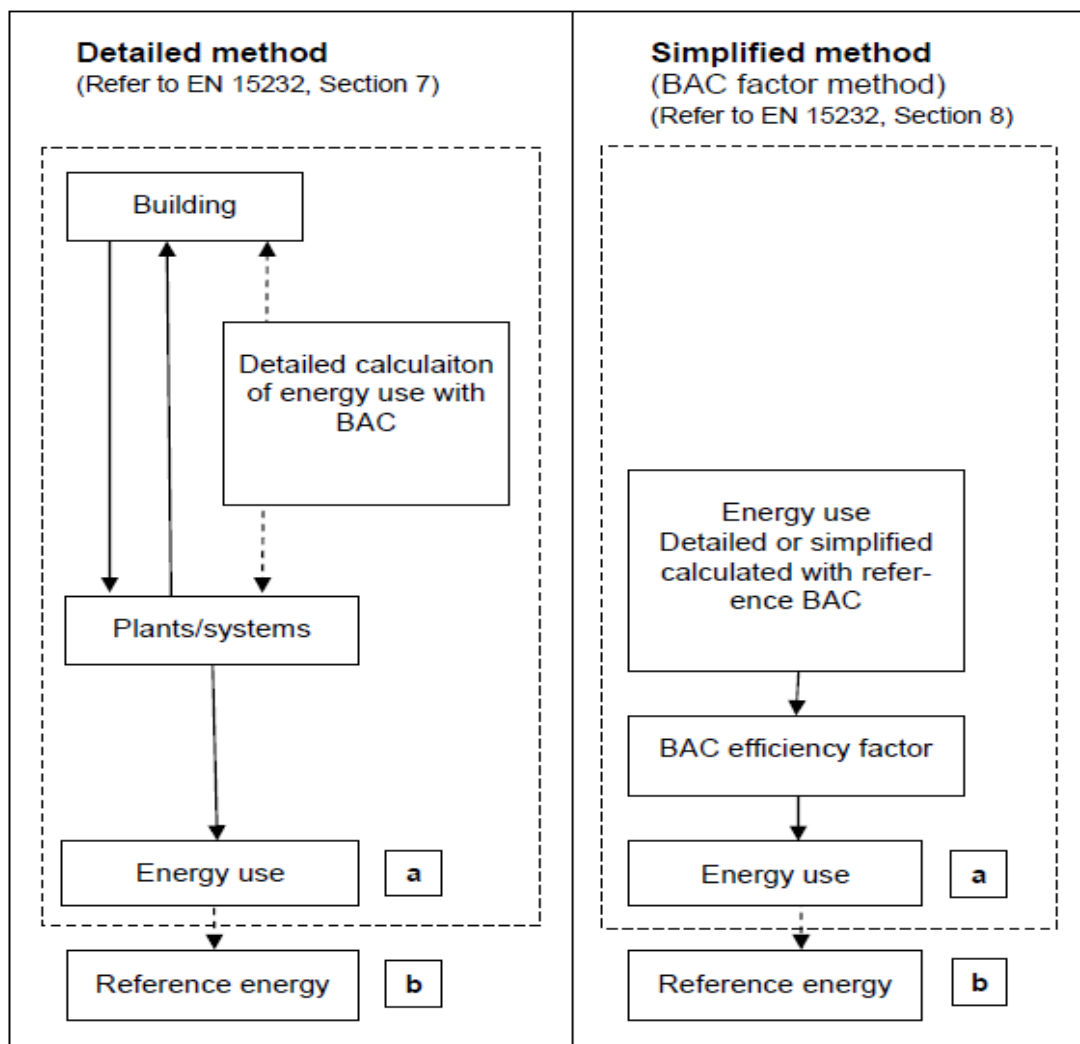


Εικόνα 5: Διάγραμμα ροής ενέργειας ενός κτηρίου σύμφωνα με το πρότυπο EN 15232 [23]

Στη συνέχεια θα γίνει η ανάλυση της διαδικασίας υπολογισμού της επίδρασης των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου στην ενεργειακή απόδοση των κτηρίων. Υπάρχουν δύο κυρίαρχα στοιχεία που αποτελούν τη βάση για τους υπολογισμούς ζήτησης της ενέργειας στα κτήρια, τα οποία είναι:

- Το Διάγραμμα Ροής Ενέργειας που παρουσιάστηκε προηγουμένως
- Οι Διαδικασίες σε κάθε πρότυπο για συγκεκριμένα συστήματα εντός του κτηρίου και συγκεκριμένες κλιματιστικές μονάδες.

Ο τύπος κτηρίου που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο προφίλ χρήσης κτηρίου σύμφωνα με το πρότυπο EN 15217 [24] λαμβάνεται υπόψιν κατά τον υπολογισμό της ζήτησης της ενέργειας. Το εξωτερικό κέλυφος του κτηρίου υπόκειται σε προκαθορισμένα εξωτερικά κλιματικά πρότυπα. Ο προσδιορισμός της επίδρασης των λειτουργιών των συστημάτων αυτοματισμού στην ενεργειακή απόδοση του κτηρίου μπορεί να γίνει μέσω σύγκρισης δύο διαφορετικών υπολογισμών ζήτησης ενέργειας, χρησιμοποιώντας διάφορες λειτουργίες αυτοματισμού κτηρίων. Ο υπολογισμός των επιπτώσεων των λειτουργιών αυτοματισμού και ελέγχου κτηρίων και διαχείρισης κτηρίων στην ενεργειακή αποδοτικότητα ενός κτηρίου μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας είτε μια λεπτομερή μέθοδο (detailed method) είτε μια απλοποιημένη (simplified method). Στην Εικόνα 6 απεικονίζεται ο τρόπος χρήσης των δύο αυτών διαφορετικών προσεγγίσεων.



Εικόνα 6: Διαφορές μεταξύ αναλυτικής και απλοποιημένης μεθόδου στο πρότυπο EN 15232 [12]

Κάποιες διευκρινήσεις αναφορικά με την Εικόνα 6 παρατίθενται παρακάτω:

- Χρήση Ενέργειας (Energy Use): Για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, ζεστό νερό χρήσης (DHW) ή φωτισμός.
- Ενέργεια Αναφοράς (Reference Energy): Ορίζεται ως η συνολική ενέργεια, εκφρασμένη ανά φορέα ενέργειας (φυσικό αέριο, πετρέλαιο, ηλεκτρισμός, κοκ). [23]

3.3.1 Αναλυτική Μέθοδος Υπολογισμού

Η αναλυτική μέθοδος υπολογισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο όταν υπάρχει επαρκής γνώση σχετικά με τις λειτουργίες αυτοματισμού, ελέγχου και διαχείρισης που χρησιμοποιούνται στο κτήριο και τα ενεργειακά συστήματα που είναι εγκατεστημένα στο κτήριο. Υπάρχουν πέντε συνήθεις προσεγγίσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψιν στην επίδραση της εκάστοτε λειτουργίας BACS και TBM στην αξιολόγηση των δεικτών ενεργειακής απόδοσης, οι οποίοι καθορίζονται σε άλλα πρότυπα EPBD-CEN. Στο πρότυπο EN 15232, οι αναλυτικές μέθοδοι υπολογισμού περιγράφονται για κάθε μία από τις λειτουργίες BACS και TBM, οι οποίες περιλαμβάνονται στη λίστα λειτουργιών BACS. Συνήθως σε αυτό το πρότυπο δίνεται μόνο μία σύντομη περιγραφή αυτών των λειτουργιών μαζί με τη σύνδεση με άλλα πρότυπα EPBD EN, στα οποία δίνεται μία πιο ολοκληρωμένη περιγραφή αυτών των λειτουργιών.

Η αναλυτική μέθοδος υπολογισμού υπολογίζει την απόλυτη ζήτηση ενέργειας για ένα συγκεκριμένο κτήριο χρησιμοποιώντας όλες τις προγραμματισμένες λειτουργίες αυτοματισμού και ελέγχου κτηρίων. Ο λεπτομερής υπολογισμός της ενεργειακής ζήτησης για ένα κτήριο παρέχει αρκετά ακριβή αποτελέσματα για κάθε μία από αυτές τις λειτουργίες. Η μέθοδος αυτή ωστόσο είναι μια σημαντική προσπάθεια που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εγγυημένες καταναλώσεις ενέργειας στο πλαίσιο έργων απόδοσης επιδόσεων (Performance Contracting Projects), μέσω της χρήσης υπολογιστικών εργαλείων που απαιτούνται για την εκτέλεση υπολογισμών οικονομικής φύσεως.

Μέσω της αναλυτικής μεθόδου θα υπολογιστεί η εξοικονόμηση ενέργειας από τις λειτουργίες αυτοματισμού και ελέγχου. Ένας επιπρόσθετος λεπτομερής υπολογισμός αναφοράς με λειτουργίες κτηριακού αυτοματισμού και ελέγχου, οι οποίες συνήθως αναφέρεται στην κλάση C της κατηγοριοποίησης που έγινε προηγουμένως σύμφωνα με το πρότυπο EN 15232, είναι απαραίτητος για τον προσδιορισμό της ζήτησης σε ενέργεια ενός κτηρίου. Ο αντίκτυπος των λειτουργιών

κτηριακού αυτοματισμού και ελέγχου και τεχνικής διαχείρισης κτηρίου στην ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου προκύπτει από την αναλογία/ λόγο του υπολογισμού σε ενεργειακή ζήτηση που ακολουθεί:

$$\text{Εξοικονόμηση} = 100 \times \left(1 - \frac{\text{Ζήτηση Ενέργειας Λειτουργίας BAC}_{\text{συγκ.κλάσης}}}{\text{Ζήτηση Ενέργειας Λειτουργίας BAC}_{\text{κλάσης C}}} \right) [\%]$$

Εάν η ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου, εξοπλισμένο με λειτουργίες αυτοματισμού και ελέγχου, πρέπει να βελτιωθεί με την επένδυση σε εξοπλισμό με επιπρόσθετες λειτουργίες BAC, η εξοικονόμηση που θα προκύψει από κάθε μία από αυτές τις λειτουργίες δύναται να προσδιοριστεί με χρήση της αναλυτικής μεθόδου υπολογισμού με ενσωματωμένες τις επιπρόσθετες λειτουργίες BAC και μίας μεθόδου υπολογισμού χωρίς την ενσωμάτωση των επιπρόσθετων λειτουργιών BAC. Θα πρέπει να επισημανθεί το γεγονός ότι οι αλλαγές στο εξωτερικό κέλυφος του κτηρίου ή και στην εγκατάσταση των κλιματιστικών μονάδων του κτηρίου ως μέρος των νέων υπολογισμών απόλυτης ζήτησης ενέργειας έχουν ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας σε όλες τις παραμέτρους που συμβάλουν στην κατανάλωση ενέργειας, λ.χ. απώλειες λόγω των κουφωμάτων και των δομικών στοιχείων του κτηρίου, και όχι στην εξοικονόμηση ενέργειας από τον αυτοματισμό και τον έλεγχο του κτηρίου.

3.3.2 Απλοποιημένη Μέθοδος Υπολογισμού

Η απλοποιημένη μέθοδος υπολογισμού βασίζεται σε υπολογισμούς ενεργειακής ζήτησης αντιπροσωπευτικών μοντέλων κτηρίων, οι οποίοι πραγματοποιήθηκαν για όλες τις κλάσεις ενεργειακής απόδοσης A,B,C και D, μέσω της χρήσης αναλυτικών μεθόδων υπολογισμού από το πρότυπο EN 15232. Η επίπτωση των λειτουργιών BAC μίας ενεργειακής κλάσης στην ενεργειακή ζήτηση ενός κτηρίου αποδεικνύεται με τη

βοήθεια των ενεργειακών παραγόντων BAC. Μέσω των συγκεκριμένων υπολογισμών καθορίζονται και οι παράγοντες ενεργειακής απόδοσης BAC (BAC efficiency factors), οι οποίοι είναι συντελεστές διόρθωσης (μείωσης ή αύξησης) της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας βοηθητικών συστημάτων θέρμανσης / ψύξης με χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου. Ο ενεργειακός παράγοντας BAC για όλα τα κτηριακά μοντέλα είναι στην κατηγορία αναφοράς C ίσος με 1, δηλαδή η ενεργειακή ζήτηση ισούται με 100%. Ο υπολογισμός του ενεργειακού παράγοντα για κάθε ενεργειακή κλάση δίδεται ως ακολούθως:

$$\text{Ενεργειακός Παράγοντας BAC} = \frac{\text{Ενεργειακή Ζήτηση BAC}_{\text{συγκεκριμένης κλάσης}}}{\text{Ενεργειακή Ζήτηση BAC}_{\text{κλάσης C}}}$$

Στον Πίνακα 6 παρατίθενται οι ενεργειακοί παράγοντες BAC διόρθωσης (μείωσης ή αύξησης) της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση/ ψύξη καθώς και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας συστημάτων θέρμανσης / ψύξης, με χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου για όλα τα διαφορετικά κτηριακά μοντέλα, σύμφωνα με το πρότυπο EN 15232.

Πίνακας 6: Ενεργειακοί Παράγοντες για όλες τις διαφορετικές κλάσεις κτηρίων

Κλάση	Θερμική ενέργεια				Ηλεκτρική ενέργεια			
	D	C	B	A	D	C	B	A
Γραφεία	1,51	1	0,80	0,70	1,10	1	0,93	0,87
Αίθουσα διαλέξεων	1,24	1	0,75	0,50	1,06	1	0,94	0,89
Σχολεία	1,20	1	0,88	0,80	1,07	1	0,93	0,86
Νοσοκομεία	1,31	1	0,91	0,86	1,05	1	0,98	0,96
Ξενοδοχεία	1,31	1	0,85	0,68	1,07	1	0,95	0,90
Εσπατόρια	1,23	1	0,77	0,68	1,04	1	0,96	0,92
Καταστήματα	1,56	1	0,73	0,60	1,08	1	0,95	0,91
Κατοικίες	1,10	1	0,88	0,81	1,08	1	0,93	0,92

Με βάση τα παραπάνω, θα πρέπει να σημειωθεί πως η ενεργειακή ζήτηση για την κατηγορία ενεργειακής κλάσης C, η οποία αποτελεί την κλάση αναφοράς μας θα πρέπει να είναι γνωστή εκ των προτέρων (υπολογισμένη με τη χρήση της αναλυτικής μεθόδου υπολογισμού, μέσω μετρήσεων ή εκτιμώμενη προσεγγιστικά) ώστε να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας από τις λειτουργίες αυτοματισμού και ελέγχου για την εκάστοτε ενεργειακή κλάση. Στη συνέχεια δίδεται ο τρόπος υπολογισμού της ενεργειακής ζήτησης BAC μιας συγκεκριμένης κλάσης σε σχέση με την ενεργειακή ζήτηση BAC της κλάσης αναφοράς C καθώς και ο τρόπος υπολογισμού της εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται μέσω των λειτουργιών κτιριακού αυτοματισμού και ελέγχου με βάση την απλοποιημένη μέθοδο:

$$\begin{aligned} \text{Ενεργειακή Ζήτηση } BAC_{\text{συγκεκριμ.κλάσης}} &= \\ &= \text{Ενεργειακή Ζήτηση } BAC_{\text{κλάσης C}} \times \text{Ενεργειακός παράγοντας } BAC_{\text{συγκεκριμ.κλάσης}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Εξοικονόμηση} &= 100 \times \text{Ενεργειακή Ζήτηση } BAC_{\text{κλάσης C}} \times \\ &\quad \times (1 - \text{Ενεργειακός παράγοντας } BAC_{\text{συγκ.κλάσης}}) [\%] \end{aligned}$$

Η απλοποιημένη μέθοδος μας επιτρέπει τον καθορισμό της επίδρασης μιας λειτουργίας BAC και TBM στην ενεργειακή απόδοση ενός αριθμού κτηρίων σε ικανοποιητικό βαθμό με μη δαπανηρούς υπολογισμούς. Εξ' ορισμού οι ενεργειακοί παράγοντες BAC μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε δύο βασικούς τύπους:

- Σε άγνωστη ενεργειακή ζήτηση κατηγορίας/ κλάσης C: Σε αυτή την περίπτωση οι ενεργειακοί παράγοντες BAC είναι κλιμακούμενοι. Δηλαδή η ζήτηση ενέργειας σε ένα κτήριο σε μία συγκεκριμένη κλάση καθορίζεται σε σχέση με τη ζήτηση ενέργειας στο κτήριο για την κατηγορία/ κλάση C. Το γεγονός αυτό μας επιτρέπει για έναν επαρκώς ακριβή προσδιορισμό της

εξοικονόμησης ενέργειας σε ποσοστιαία βάση [%] έναντι της κατηγορίας/κλάσης C.

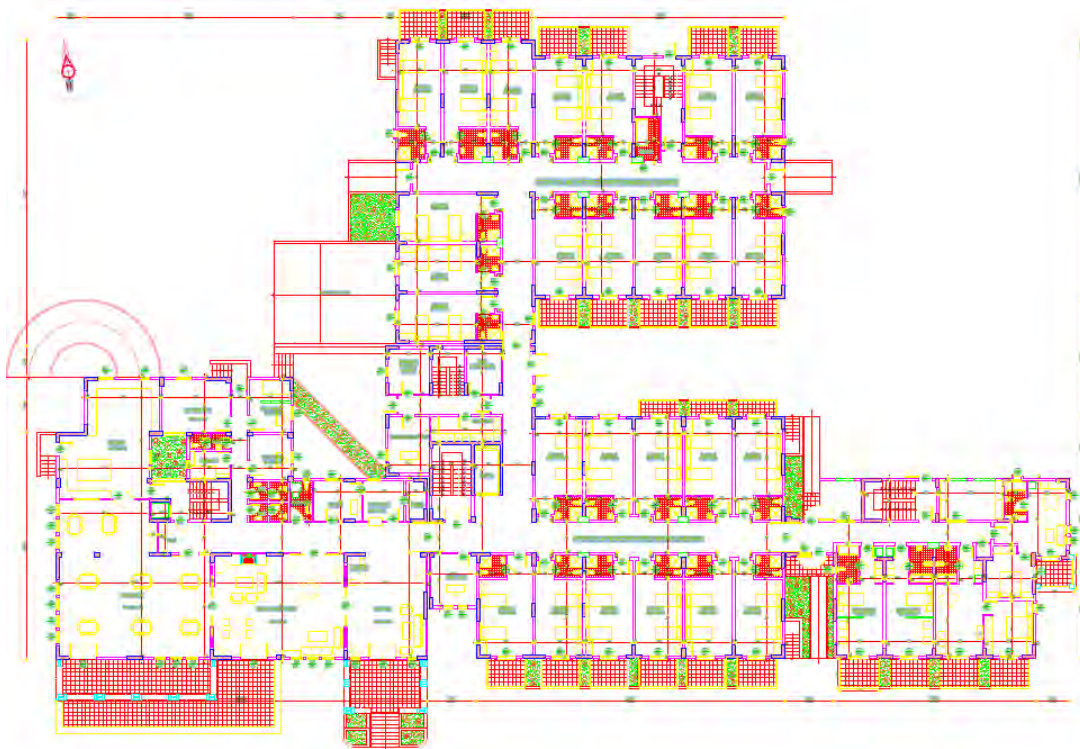
- Σε γνωστή κατανάλωση ενέργειας στην κατηγορία/κλάση C: Όταν η ετήσια απόλυτη ενεργειακή ζήτηση για ένα κτήριο κατηγορίας / κλάσης C είναι γνωστή (πχ η κατανάλωση ενέργειας καταγράφηκε ή μετρήθηκε σε τρία έτη λειτουργίας, ή ο μηχανικός την υπολογίζει επακριβώς ή μέσω εκτίμησής του), μπορούμε εύκολα και με σχετική επάρκεια να καθορίσουμε την απόλυτη εξοικονόμηση ενέργειας πχ σε kWh σε ένα κτήριο για μια συγκεκριμένη κατηγορία/κλάση ενεργειακής απόδοσης σε σχέση με ένα κτήριο κατηγορίας/κλάσης ενεργειακής απόδοσης C.

Εν κατακλείδι, θα πρέπει να επισημανθεί το γεγονός ότι στην τρέχουσα κατάσταση που επικρατεί παγκοσμίως αναφορικά με τις κλιματολογικές συνθήκες και την επίδραση της κατανάλωσης της ενέργειας σε αυτές, η περίοδος απόσβεσης δεν θα πρέπει να είναι το μόνο κριτήριο λήψης αποφάσεων, όταν αποφασίζονται να πραγματοποιηθούν επενδύσεις σε συστήματα κτηριακού αυτοματισμού και ελέγχου. Όσο αναφορά την απλοποιημένη μέθοδο υπολογισμού, αυτή περιορίζεται στις κλάσεις ενεργειακής απόδοσης A,B,C και D. Μία διαφορετική ταξινόμηση των λειτουργιών BAC είναι μη υλοποιήσιμη, κάνοντας χρήση αυτής της μεθόδου.

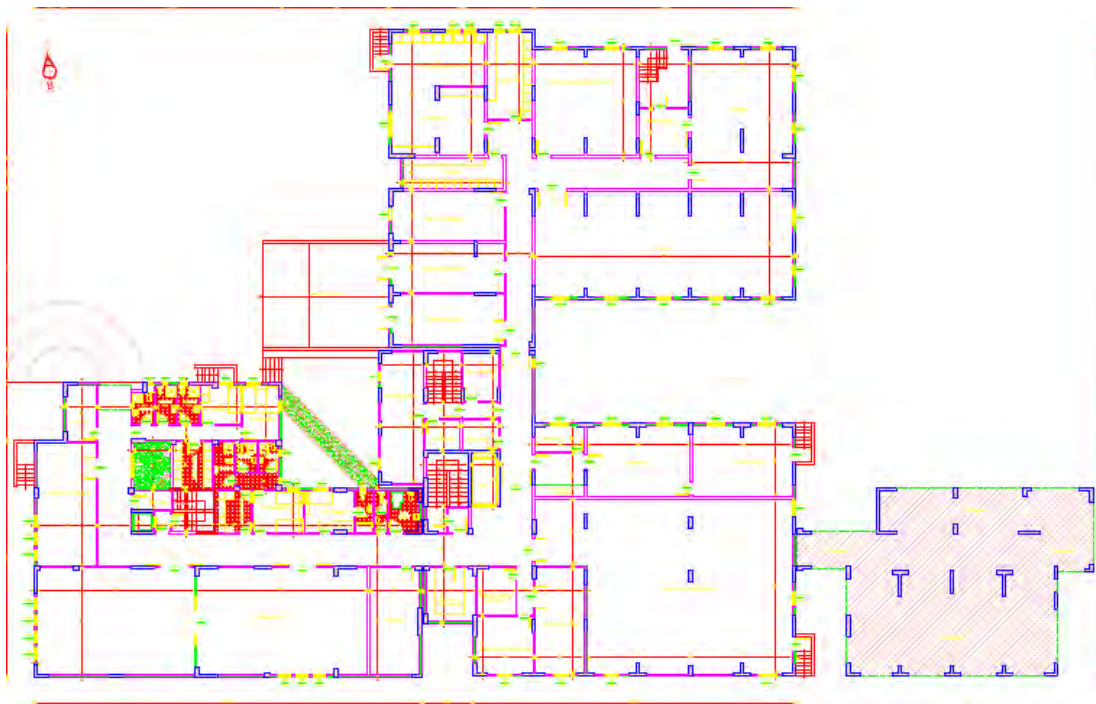
4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ

4.1 Περιγραφή του υπό μελέτη κτηρίου

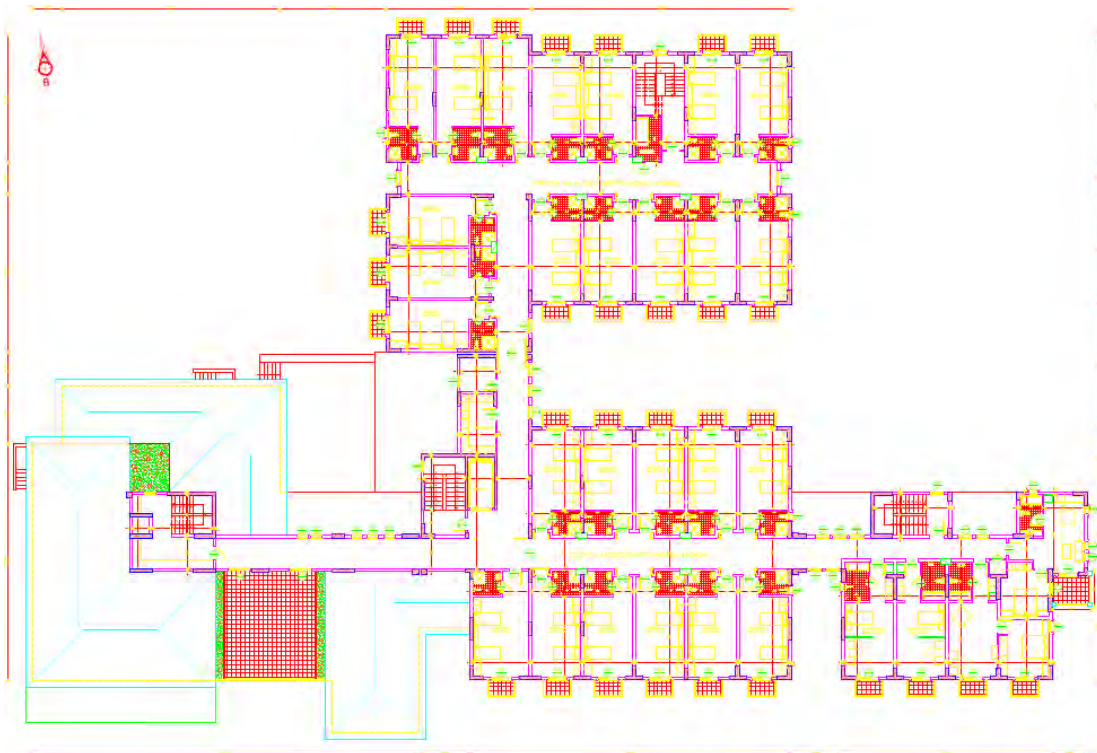
Το κτήριο το οποίο θα μελετηθεί με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση του μέσω της χρήσης συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου βρίσκεται στον νομό Μαγνησίας και συγκεκριμένα στην περιοχή Μαλάκι. Είναι ένας οίκος ευγηρίας δύο ορόφων, ο οποίος έχει τις προδιαγραφές νοσοκομείου και αντιστοιχεί στην κατηγορία Υγείας και Κοινωνικής Πρόνοιας με βάση την ταξινόμηση που πραγματοποιείται από τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Ε.Ν.Α.Κ). Στις Εικόνες 7,8 και 9 απεικονίζονται οι αρχιτεκτονικές κατόψεις του υπό μελέτη κτηρίου μέσω εξαγωγής αρχείου από το λογισμικό σχεδίασης AutoCAD.



Εικόνα 7: Κάτοψη ισογείου του υπό μελέτη κτηρίου μας



Εικόνα 8: Κάτοψη υπογείου του υπό μελέτη κτηρίου μας



Εικόνα 9: Κάτοψη α' ορόφου του υπό μελέτη κτηρίου μας

Στη συνέχεια θα αναφερθούν τα συστήματα κλιματισμού που έχουν εγκατασταθεί στο κτήριο μας. Αρχικά στο κτήριο μας έχουμε πλήρη κλιματισμό. Δηλαδή υφίστανται δύο διακριτά συστήματα κλιματισμού που εξυπηρετούν τα φορτία χώρου και φορτία αερισμού του κτηρίου μας. Έχουμε ένα αερόψυκτο σύστημα κλιματισμού με κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ) εγκατεστημένη στο δώμα μαζί με τον ψύκτη της και έναν λέβητα πετρελαίου, ο οποίος έχει εγκατασταθεί στο υπόγειο του κτηρίου. Η ΚΚΜ εξυπηρετεί τα φορτία χώρου και αερισμού των χώρων του ισογείου, όπου υπάρχουν κοινόχρηστοι χώροι όπως εστιατόριο και καθιστικό. Όλοι οι χώροι του πρώτου ορόφου καλύπτονται από τερματικές μονάδες fan coils (FCU's). Αυτό είναι το στάδιο του κλιματισμού που υπάρχει ήδη. Στις επόμενες ενότητες θα διερευνηθεί μέσω της χρήσης λογισμικού σε ποια κατηγορία ενεργειακής απόδοσης εντάσσεται τα υφιστάμενα συστήματα κλιματισμού και το τι σημαίνει η κάθε ενεργειακή κλάση για διάφορες υποκατηγορίες ελέγχου. Επίσης θα διερευνηθεί το τι ενέργειες πρέπει να γίνουν ώστε να προκύψει αναβάθμιση

ενεργειακής κλάσης των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου και το κατά πόσο προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας από αυτές τις αναβαθμίσεις.

4.2 Εισαγωγή στο λογισμικό

Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής είναι το Energy Performance Classification 2017 Tool (EPC – Tool). Το λογισμικό αυτό αποτελεί ένα εργαλείο που μας επιτρέπει να αξιολογήσουμε την ταξινόμηση της ενεργειακής απόδοσης των συστημάτων BACS του κτηρίου μας. Αυτός ο οδηγός μας επιτρέπει να επιλέξουμε το είδος του εξοπλισμού και της παραγωγής ενέργειας που είναι ή θα εγκατασταθεί στο κτήριο. Το εργαλείο αυτό μπορεί να κάνει δύο αξιολογήσεις:

- 1) Την ταξινόμηση των συστημάτων BACS που έχει το κτήριο σήμερα.
- 2) Την μελλοντική ταξινόμηση, εφόσον γίνουν αναβαθμίσεις εξοπλισμού.

Τέλος, το λογισμικό υπολογίζει πόση ενέργεια και πόσες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) μπορούν να εξοικονομηθούν, εφόσον γίνει η επένδυση σε αναβάθμιση εξοπλισμού, καθώς και την περίοδο αποπληρωμής αυτής της επένδυσης (payback period) μέσω της εξοικονόμησης που θα επιτευχθεί στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και την καθαρή παρούσα οικονομική αξία (financial net present value).

4.3 Αναβάθμιση κλάσης ενεργειακής απόδοσης C σε κλάση ενεργειακής απόδοσης B

Το κτήριο που αποτελεί το αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας, όπως και κάθε νεόδμητο κτήριο στη χώρα μας, κατατάσσεται στην κλάση ενεργειακής απόδοσης C, όσο αναφορά τα συστήματα BACS που διαθέτει. Η ταξινόμηση αυτή αντικατοπτρίζει πολλαπλές λειτουργίες σε διάφορες κατηγορίες ελέγχου στο κομμάτι του αυτοματισμού του κτηρίου. Παρακάτω παρατίθενται κάθε μία από αυτές τις κατηγορίες, στις οποίες θα εξεταστεί πραγματικά το τι σημαίνει κλάση C για κάθε μία από αυτές, δηλαδή το πώς αποδεικνύεται η κλάση C σύμφωνα με τα συστήματα που έχουν ήδη εγκατασταθεί στο υπό μελέτη κτήριο μας. Στη συνέχεια θα διερευνηθούν για κάθε μία από αυτές τις κατηγορίες ελέγχου οι ενέργειες που πρέπει να πραγματοποιηθούν ώστε το κτήριο μας από κατηγορία κλάσης C να αναβαθμιστεί σε κατηγορία κλάσης B.

4.3.1 Έλεγχος θέρμανσης

Στην κατηγορία "Έλεγχος Θέρμανσης" περιλαμβάνονται διάφορες υποκατηγορίες ελέγχου, οι οποίες ελέγχονται ξεχωριστά και αναλύονται στις υποενότητες που ακολουθούν:

1) Έλεγχος Εκπομπής Θέρμανσης

Σε αυτή την υποκατηγορία που αναφέρεται στον έλεγχο εκπομπής θέρμανσης το σύστημα ελέγχου είναι εγκατεστημένο στο μέσο θέρμανσης (εκπομπός) ή στο επίπεδο δωματίου. Στην περίπτωση που το σύστημα ελέγχου εγκαθίσταται στον εκπομπό, το σύστημα μας μπορεί να ελέγξει πολλαπλούς χώρους. Στην περίπτωση του κτηρίου μας αυτό ισχύει καθώς ο έλεγχος αυτός επιλέγουμε να εγκατασταθεί

στην αερόψυκτη κεντρική κλιματιστική μας μονάδα (ΚΚΜ) η οποία καλύπτει τα φορτία χώρου και αερισμού στους κοινόχρηστους χώρους του ισογείου. Στην Εικόνα 10 παρατίθεται ο έλεγχος εκπομπής θέρμανσης με χρήση του λογισμικού:

Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/> Έλεγχος μεμονωμένου χώρου	Έλεγχος μεμονωμένου χώρου μέσω θερμοστατικών βανών ή ηλεκτρονικών ελεγκτών.	Η θερμοκρασία παροχής εξαρτάται από την θερμοκρασία χώρου (=ελεγχόμενη μεταβλητή). Λαμβάνονται υπόψη οι πηγές θερμότητας του χώρου (θερμότητα από ηλιακή ακτινοβολία, ανθρώπους, ζώα, τεχνικός εξοπλισμός). Ο χώρος παραμένει σε συνθήκες άνεσης με λιγότερη ενέργεια. Σχόλιο: Ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός ελέγχου εξασφαλίζει μεγαλύτερη ενεργειακή αποδοτικότητα από τις θερμοστατικές βάνες (μεγαλύτερη ακρίβεια ελέγχου, συντονισμένη ρύθμιση μεταβλητής επενεργεί σε όλες τις βάνες του χώρου.	C
<input type="radio"/> Έλεγχος μεμονωμένου χώρου με επικοινωνία	Μεταξύ ελεγκτών και BACS (πχ χρονοπρογράμματα, ορισμός θερμοκρασίας χώρου).	Ίδια απολόγηση με παραπάνω. Επιπρόσθετα ... <ul style="list-style-type: none"> • κεντρικά χρονοπρογράμματα επιτρέπουν την μείωση παροχής όταν δεν υπάρχει παρουσία • κεντρικές ρυθμίσεις και παρακολούθηση βελτιστοποιούν την λειτουργία της εγκατάστασης 	B

Εικόνα 10: Έλεγχος Εκπομπής Θέρμανσης για κλάσεις/κατηγορίες C και B

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τον έλεγχο εκπομπής θέρμανσης είναι πως για να πετύχουμε αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από C σε B σε αυτή την κατηγορία, θα πρέπει, εκτός από έλεγχο μεμονωμένου χώρου μέσω θερμοστατικών βανών ή ελεγκτών, να υλοποιήσουμε και επικοινωνία μεταξύ των ελεγκτών του χώρου και του συστήματος κτηριακού αυτοματισμού και ελέγχου του κτηρίου μέσω της χρήσης χρονοπρογραμμάτων που θα επιτρέπουν τη μείωση παροχής όταν δεν υπάρχει παρουσία στον χώρο, γεγονός που υλοποιείται μέσω κεντρικών ρυθμίσεων που βελτιστοποιούν τη λειτουργία της εγκατάστασης σε σχέση με την κατηγορία C όπου δεν υφίσταται επικοινωνία μεταξύ των ελεγκτών του χώρου, άρα δεν θα μπορούσαμε να είχαμε μια τέτοιου είδους λειτουργία.

2) Έλεγχος θερμοκρασίας ζεστού νερού στο δίκτυο διανομής (προσαγωγής ή επιστροφής)

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου ελέγχεται η θερμοκρασία ζεστού νερού στο δίκτυο διανομής (προσαγωγής ή επιστροφής). Παρόμοια λειτουργία με αυτή μπορεί να εφαρμοστεί στον έλεγχο των άμεσων ηλεκτρικών δικτύων θέρμανσης. Στην Εικόνα 11 αναπαρίσταται ο έλεγχος θερμοκρασίας ζεστού νερού στο δίκτυο διανομής με χρήση του λογισμικού:

Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/> Χωρίς αυτόματο έλεγχο		Στην διανομή παρέχεται συνεχώς η μέγιστη προγραμματισμένη θερμοκρασία για όλες τις καταναλώσεις, με αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες ενέργειας για συνθήκες μερικού φορτίου.	D
<input checked="" type="radio"/> Έλεγχος με αντιστάθμιση εξωτερικής θερμοκρασίας	Οι εφαρμογές γενικά μειώνουν την θερμοκρασία ροής.	Η θερμοκρασία διανομής ελέγχεται ανάλογα με την εξωτερική (αντίστοιχα στην πιθανή ζήτηση θερμοκρασίας των καταναλωτών). Αυτό μειώνει τις απώλειες ενέργειας για συνθήκες μερικού φορτίου.	C
<input type="radio"/> Έλεγχος βάσει ζήτησης	Πχ βάσει της εσωτερικής θερμοκρασίας; Η εφαρμογή οδηγεί γενικά σε μείωση της θερμοκρασίας ροής.	Η θερμοκρασία διανομής εξαρτάται από την θερμοκρασία χώρου (=ελεγχόμενη μεταβλητή). Λαμβάνονται υπόψη οι πηγές θερμότητας του χώρου (θερμότητα από ηλιακή ακτινοβολία, ανθρώπους, ζώα, τεχνικός εξοπλισμός). Οι απώλειες ενέργειας για συνθήκες μερικού φορτίου διατηρούνται σε βέλτιστο επίπεδο (χαμηλά).	A

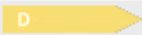


Εικόνα 11: Έλεγχος θερμοκρασίας ζεστού νερού στα δίκτυα διανομής για όλες τις κλάσεις/κατηγορίες

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τον έλεγχο θερμοκρασίας ζεστού νερού στα δίκτυα διανομής είναι πως για να πετύχουμε αναβάθμιση κλάσης από C σε μεγαλύτερα κλάση (εδώ κλάση A) θα πρέπει εκτός από έλεγχο με αντιστάθμιση εξωτερικής θερμοκρασίας που αυτό σημαίνει κλάση C για τη συγκεκριμένη υποκατηγορία ελέγχου, θα πρέπει να ενσωματωθεί στο σύστημα μας και έλεγχος βάσει ζήτησης. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι, ενώ στην κατηγορία C η θερμοκρασία

ροής του ζεστού νερού ελέγχεται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία ή ανάλογα με την πιθανή ζήτηση θερμοκρασίας των καταναλωτών (γεγονός που μειώνει τις απώλειες ενέργειας για συνθήκες μερικού φορτίου), στην κατηγορία A η θερμοκρασία διανομής εξαρτάται από τη θερμοκρασία του χώρου, όπου η θερμοκρασία του χώρου αποτελεί την ελεγχόμενη μεταβλητή στο σύστημά μας. Σε αυτή την περίπτωση λαμβάνονται υπόψη οι πηγές θερμότητας του χώρου, πχ θερμότητα από ηλιακή ακτινοβολία, ανθρώπινη παρουσία, ζώα, τεχνικός εξοπλισμός, παράγοντες που επηρεάζουν τα φορτία χώρου, είτε ψυκτικά είτε θερμικά, στο κτήριο μας. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση θερμοστατικού ελέγχου στον χώρο ο οποίος αποτελεί ένα σημείο ελέγχου αναλογικής εισόδου (AI), ο οποίος θα ενεργοποιεί τον ενεργοποιητή που σε αυτή την περίπτωση είναι ο μηχανισμός εκκίνησης/στάσης του λέβητα και σε συνδυασμό με μία τρίοδη ηλεκτροβάννα θα ελέγχεται η θερμοκρασία προσαγωγής του ζεστού νερού στο δίκτυο διανομής. Αποτέλεσμα αυτού του ελέγχου βάσει ζήτησης είναι ότι οι απώλειες ενέργειας για συνθήκες μερικού φορτίου διατηρούνται σε βέλτιστο επίπεδο (χαμηλά).

3) Έλεγχος αντλιών διανομής σε δίκτυο

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου ελέγχονται οι αντλίες/ κυκλοφορητές διανομής, οι οποίοι μπορούν να εγκατασταθούν σε διαφορετικά επίπεδα στο δίκτυο. Ο έλεγχος των αντλιών διανομής γίνεται για να μειωθεί η απαιτούμενη βοηθητική ενέργεια των κυκλοφορητών. Στην Εικόνα 12 αποτυπώνεται ο έλεγχος των αντλιών διανομής σε δίκτυο με χρήση του λογισμικού:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Χωρίς αυτόματο έλεγχο		Καμία εξοικονόμηση, εφόσον ο κυκλοφορητής της αντλίας τραβάει συνεχώς ισχύ.	
<input checked="" type="radio"/>	On off έλεγχος	Ενεργοποίηση και απενεργοποίηση αυτόματα, οι κυκλοφορητές λειτουργούν χωρίς έλεγχο με τη μέγιστη ταχύτητα.	Ο κυκλοφορητής καταναλώνει ηλεκτρική ισχύ μόνο όταν απαιτείται – π.χ. όταν υπάρχει παρουσία ή σε λειτουργία προστασίας (κίνδυνος παγετού).	
<input type="radio"/>	Έλεγχος πολλών βαθμίδων	Έλεγχος ταχύτητας κυκλοφορητών από ελεγκτή πολλών βαθμίδων.	Η λειτουργία σε χαμηλή ταχύτητα μειώνει την κατανάλωση ρεύματος για τους κυκλοφορητές πολλαπλών ταχυτήτων.	

Εικόνα 12: Έλεγχος αντλιών διανομής σε δίκτυο για τις κατηγορίες/κλάσεις D,C και B

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τον έλεγχο διανομής σε δίκτυο είναι πως για να οδηγηθούμε σε αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από C σε B θα πρέπει εκτός από ενεργοποίηση και απενεργοποίηση αυτόματα των κυκλοφορητών, οι οποίοι λειτουργούν χωρίς έλεγχο με τη μέγιστη ταχύτητα, γεγονός που οδηγεί στην κατανάλωση ηλεκτρικής ισχύος από τον κυκλοφορητή μόνο όταν απαιτείται, δηλαδή όταν υπάρχει παρουσία ή σε λειτουργία προστασίας, θα πρέπει να προστεθεί μέσω αναβάθμισης εξοπλισμού έλεγχος πολλών βαθμίδων. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι θα πρέπει να γίνεται ο έλεγχος της ταχύτητας των κυκλοφορητών από ελεγκτή πολλών βαθμίδων. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της λειτουργίας του κυκλοφορητή σε χαμηλή ταχύτητα, καθώς θα προκύψει μείωση της κατανάλωσης ρεύματος για τους κυκλοφορητές πολλαπλών ταχυτήτων.

4) Διακοπτόμενος έλεγχος εκπομπής και/ή διανομής

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου έχουμε διακοπτόμενο έλεγχο εκπομπής ή/και διανομής, όπου μας δίνεται η δυνατότητα μέσω ενός ελεγκτή να ελέγχουμε διαφορετικούς χώρους/ ζώνες που έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά χρήσης. Για παράδειγμα στο ισόγειο του κτηρίου μας έχουμε κοινόχρηστους χώρους χρήσης, όπως καθιστικό και εστιατόριο, οι οποίοι καλύπτονται από κλιματιστικές μονάδες. Εκεί λοιπόν μέσω ενός ελεγκτή θα μας δίνεται η δυνατότητα διακοπτόμενου ελέγχου

εκπομπής, ο οποίος σύμφωνα με το λογισμικό γίνεται όπως περιγράφεται στην Εικόνα 13:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Χωρίς αυτόματο έλεγχο		Καμία εξοικονόμηση, η εκπομπή και/ή διανομή είναι μόνιμα σε λειτουργία.	D
<input checked="" type="radio"/>	Αυτόματος έλεγχος με σταθερό χρονοπρόγραμμα	Για μείωση του χρόνου λειτουργίας.	Εξοικονόμηση σε εκπομπή και/ή διανομή εκτός των ωρών ονομαστικής λειτουργίας.	C
<input type="radio"/>	Αυτόματος έλεγχος με βέλτιστη εκκίνηση / στάση	Για μείωση του χρόνου λειτουργίας.	Πρόσθετη εξοικονόμηση σε εκπομπή ή / και διανομή με την συνεχή βελτιστοποίηση των ωρών λειτουργίας των εγκαταστάσεων στους χρόνους που έχουμε παρουσία ατόμων.	B

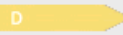

Εικόνα 13: Διακοπτόμενος Έλεγχος Εκπομπής και/ή διανομής για τις κατηγορίες D,C και B.

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τον συγκεκριμένο έλεγχο είναι πως εφόσον πραγματοποιούμε αυτόματο έλεγχο με τη χρήση σταθερού χρονοπρογράμματος για την επίτευξη μείωσης στο χρόνο λειτουργίας της Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδας (ΚΚΜ) το σύστημα αυτοματισμού μας κατατάσσεται στην κατηγορία C. Μέσω της παραπάνω στρατηγικής ελέγχου επιτυγχάνεται η εξοικονόμηση ενέργειας σε εκπομπή ή και διανομή θερμότητας σε ώρες εκτός ονομαστικής λειτουργίας. Εφόσον επιθυμούμε την αναβάθμιση της κλάσης ενεργειακής αποδοτικότητας του συστήματος μας, θα πρέπει να εφαρμόσουμε αυτόματο έλεγχο με λειτουργία βέλτιστης εκκίνησης/στάσης. Μέσω της λειτουργίας βέλτιστης εκκίνησης/στάσης θα μπορούσαμε να επιτύχουμε μείωση του χρόνου λειτουργίας και μεγαλύτερη εξοικονόμηση σε εκπομπή ή και διανομή με τη συνεχή βελτιστοποίηση των ωρών λειτουργίας των εγκαταστάσεων στους χρόνους που έχουμε παρουσία ατόμων.

5) Έλεγχος παραγωγής θέρμανσης (εξωτερική μονάδα)

Σε αυτήν την υποκατηγορία ελέγχου πραγματοποιείται έλεγχος παραγωγής θέρμανσης στην εξωτερική μονάδα παραγωγής θέρμανσης που στην περίπτωση του υπό μελέτη κτηρίου μας είναι ο λέβητας που βρίσκεται στο υπόγειο. Ο στόχος αυτού

του ελέγχου είναι η επίτευξη της μέγιστης αποδοτικότητας κατά την παραγωγή θέρμανσης και γίνεται με χρήση του λογισμικού σύμφωνα με την Εικόνα 14:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	On/Off-Έλεγχος παραγωγής θέρμανσης		Η θερμότητα που προσδίδεται από την παραγωγή μπορεί να προσαρμοσθεί σε μεγάλο βαθμό στις ανάγκες των καταναλωτών. Η ρύθμιση συμβαίνει κυρίως με την αλλαγή της συχνότητας μεταγωγής. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μειωμένη απόδοση της παραγωγής.	D 
<input checked="" type="radio"/>	Έλεγχος πολλαπλών βαθμίδων παραγωγής θερμότητας ανάλογα με το φορτίο ή τη ζήτηση	Π.χ on/off πολλών συμπιεστών.	Η προσδιδόμενη θερμότητα μπορεί να προσαρμοστεί καλύτερα στις ανάγκες των καταναλωτών, ενεργοποιώντας διάφορα στάδια. Με αυτόν τον τρόπο βελτώνεται η απόδοση της παραγωγής θέρμανσης	B 

Εικόνα 14: Έλεγχος παραγωγής θέρμανσης(εξωτερική μονάδα) για τις κατηγορίες D και B



Τα συμπεράσματα που προκύπτουν με βάση τη διεξαγωγή αυτής της στρατηγικής ελέγχου είναι πως για να επιτύχουμε την κατάταξη του συστήματος αυτοματισμού στην ενεργειακή κλάση B, θα πρέπει να εφαρμόσουμε έλεγχο πολλαπλών βαθμίδων παραγωγής θερμότητας ανάλογα με το φορτίο ή τη ζήτηση. Αυτό μπορεί να συμβεί λόγω χάρη μέσω της λειτουργίας on/off πολλών συμπιεστών, οπότε θα χρειαστεί να γίνει επένδυση σε έναν λέβητα, ο οποίος να συμβαδίζει η τεχνολογία του με αυτές τις προδιαγραφές. Μέσω αυτής της λειτουργίας η προσδιδόμενη θερμότητα μπορεί να προσαρμοστεί καλύτερα στις ανάγκες των καταναλωτών, ενεργοποιώντας διάφορα στάδια. Με αυτόν τον τρόπο θα υπάρξει βελτίωση της απόδοσης της παραγωγής θέρμανσης.

4.3.2 Έλεγχος παροχής ζεστών νερών χρήσης

Αντικείμενο αυτής της κατηγορίας ελέγχου είναι ο έλεγχος της παροχής ζεστών νερών χρήσης (ZNX). Σύμφωνα με το υπό μελέτη κτήριο και τα συστήματα που έχουν εγκατασταθεί ήδη εκεί, τα ζεστά νερά χρήσης θα παράγονται αποκλειστικά από τον

λέβητα που βρίσκεται στο υπόγειο του κτηρίου. Στις υποκατηγορίες ελέγχου που ακολουθούν θα γίνει η ανάλυση των ελέγχων που πρέπει να γίνουν, έτσι ώστε να οδηγηθούμε σε αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης, από κλάση C που βρίσκεται αυτή τη στιγμή το κτήριο μας σε κλάση B.

1) Έλεγχος θερμοκρασίας αποθήκευσης ZNX με χρήση πηγής παραγωγής θέρμανσης
 Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου πραγματοποιείται έλεγχος θερμοκρασίας αποθήκευσης ζεστών νερών χρήσης με χρήση πηγής παραγωγής θέρμανσης, που γίνεται μέσω του λέβητα μας. Ο συγκεκριμένος έλεγχος μέσω του λογισμικού πραγματοποιείται όπως δείχνει η Εικόνα 15:

Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/> Αυτόματος έλεγχος on / off και ενεργοποίηση χρονοπρογράμματος φόρτισης		Η εκκίνηση φόρτισης από χρονοπρόγραμμα επιδρά θετικά στην εξοικονόμηση ενέργειας αποτρέποντας τις συχνές εκκινήσεις φόρτισης (απώλειες από το δοχείο αποθήκευσης). Αν η θερμοκρασία του ZNX πέσει κάτω από συγκεκριμένη μειωμένη τιμή, η φόρτιση εκκινεί και ας είναι εκτός της περιόδου του χρονοπρογράμματος.	C 
<input type="radio"/> Αυτόματος έλεγχος on / off, ενεργοποίηση χρονοπρογράμματος φόρτισης και έλεγχος βάσει ζήτησης ή διαχείριση αποθήκευσης με πολλαπλά αισθητήρια		Ο έλεγχος θερμοκρασίας παραγωγής βάσει ζήτησης μειώνει τις απώλειες θέρμανσης κατά την παραγωγή και τη διανομή. Η θερμοκρασία παραγωγής μπορεί να είναι ίδια με τη θερμοκρασία του δοχείου ZNX και να αυξάνεται όσο χρειάζεται. Μοιράζοντας τα φορτία στο χρόνο (π.χ. κυκλώματα θέρμανσης) μειώνεται η μέγιστη έξοδος της παραγωγής. Η παραγωγή λειτουργεί στο βέλπστο εύρος φορτίων και αποδοτικά.	A 

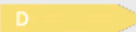

Εικόνα 15: Έλεγχος θερμοκρασίας παραγωγής ZNX με χρήση πηγής παραγωγής θέρμανσης

Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση αυτής της υποκατηγορίας ελέγχου προκύπτει ότι η ενεργειακή κλάση C που αυτή τη στιγμή το σύστημα αυτοματισμού μας κατατάσσεται αναφέρεται σε αυτόματο έλεγχο on/off και ενεργοποίηση χρονοπρογράμματος φόρτισης. Μέσω αυτού του ελέγχου προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας με την έννοια ότι η εκκίνηση φόρτισης από

χρονοπρόγραμμα επιδρά θετικά στην εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς αποτρέπονται οι συχνές εκκινήσεις φόρτισης, οι οποίες συμβάλλουν στις απώλειες από το δοχείο αποθήκευσης. Επιπρόσθετα αν η θερμοκρασία του ZNX πέσει κάτω από συγκεκριμένη μειωμένη τιμή, η φόρτιση εκκινεί και ας είναι εκτός της περιόδου του χρονοπρογράμματος. Για να επιτύχουμε αναβάθμιση κλάσης ενεργειακής απόδοσης από την κατηγορία C στην κατηγορία A σε αυτήν την περίπτωση θα πρέπει να εφαρμόσουμε αυτόματος έλεγχος on / off, ενεργοποίηση χρονοπρογράμματος φόρτισης και έλεγχος βάσει ζήτησης ή διαχείριση αποθήκευσης με πολλαπλά αισθητήρια. Μέσω αυτού του ελέγχου θα επιτύχουμε εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς ο έλεγχος θερμοκρασίας προσαγωγής βάσει ζήτησης μειώνει τις απώλειες θέρμανσης κατά την παραγωγή και τη διανομή. Η θερμοκρασία προσαγωγής μπορεί να είναι ίδια με τη θερμοκρασία του δοχείου ZNX και να αυξάνεται όσο χρειάζεται. Μοιράζοντας τα φορτία στο χρόνο (π.χ. κυκλώματα θέρμανσης) μειώνεται η μέγιστη έξοδος της παραγωγής, καθώς η παραγωγή λειτουργεί στο βέλτιστο εύρος φορτίων με αποδοτικό τρόπο.

2) Έλεγχος κυκλοφορητή ανακυκλοφορίας ZNX

Σε αυτή την κατηγορία ελέγχου γίνεται έλεγχος του κυκλοφορητή ανακυκλοφορίας ζεστών νερών χρήσης. Ο έλεγχος του κυκλοφορητή μπορεί να γίνει με σύμφωνα με το λογισμικό με τις στρατηγικές ελέγχου που περιγράφονται στην Εικόνα 16:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Χωρίς έλεγχο, συνεχής λειτουργία		Η ανακυκλοφορία ζεστού νερού, προκαλεί περιττές απώλειες θερμότητας που έχουν αντίκτυπο στη συνολική απόδοση της θέρμανσης ZNX	D 
<input checked="" type="radio"/>	Με χρονοπρόγραμμα		Οι απώλειες θερμότητας κατά την ανακυκλοφορία ζεστού νερού περιορίζονται στις κύριες περιόδους πληρότητας.	A 

Εικόνα 16: Έλεγχος κυκλοφορητή ανακυκλοφορίας ZNX για τις ενεργειακές κλάσεις D, A



Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση αυτής της κατηγορίας ελέγχου παρατηρείται πως εάν εφαρμόσουμε έλεγχο στον κυκλοφορητή με χρήση χρονοπρογράμματος, θα επιτύχουμε εξοικονόμηση ενέργειας από τον περιορισμό στις απώλειες θερμότητας μόνον στις κύριες περιόδους ελέγχου. Αυτή η στρατηγική ελέγχου κατατάσσει το σύστημα μας στην κατηγορία ενεργειακής απόδοσης Α.

4.3.3 Έλεγχος ψύξης

Στην κατηγορία “Έλεγχος Ψύξης” περιλαμβάνονται διάφορες υποκατηγορίες ελέγχου, οι οποίες ελέγχονται ξεχωριστά και αναλύονται στις υποενότητες που ακολουθούν:

1) Έλεγχος εκπομπής ψύξης

Σε αυτή την κατηγορία ελέγχου το σύστημα ελέγχου εκπομπής ψύξης εγκαθίσταται τόσο στον εκπομπό θέρμανσης σε επίπεδο δωματίου, που στην δική μας περίπτωση είναι τα fan coils (FCU’s) που βρίσκονται σε κάθε δωμάτιο ξεχωριστά του υπό μελέτη κτηρίου μας, όσο και στην ΚΚΜ που καλύπτει τα φορτία χώρου και αερισμού των κοινοχρήστων χώρων του ισογείου. Στην Εικόνα 17 απεικονίζονται οι στρατηγικές ελέγχου αυτής της υποκατηγορίας για τις ενεργειακές κλάσεις C και B:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/>	Αυτόματος έλεγχος μεμονωμένων χώρων	Αυτόματος έλεγχος μεμονωμένων χώρων με θερμοστατικές βάνες ή ηλεκτρονικό ελεγκτή	Παροχή βάσει θερμοκρασίας χώρου (= ελεγχόμενη μεταβλητή). Λαμβάνεται υπόψη και η θερμότητα στο χώρο (ηλιακή ακτινοβολία, άνθρωποι, ζώα, τεχνικός εξοπλισμός). Συνθήκες άνεσης χώρου διαμορφώνονται ώστε να καλύπτουν τις μεμονωμένες ανάγκες.	C 
<input type="radio"/>	Έλεγχος μεμονωμένου χώρου με επικοινωνία	Μεταξύ των ελεγκτών και των συστημάτων BACS (πχ χρονοπρόγραμμα, επιθυμητή θερμοκρασία χώρου).	Ίδια απολόγηση με παραπάνω. Επιπρόσθετα : <ul style="list-style-type: none"> • κεντρικά χρονοπρόγραμμα επιτρέπουν τη μείωση παροχής κατά την διάρκεια που δεν έχουμε παρουσία • κεντρικές διαδικασίες επτοπτείας και διαχείρισης βελτιστοποιούν περαιτέρω τη λειτουργία 	B 

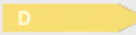


Εικόνα 17: Έλεγχος εκπομπής ψύξης για τις κατηγορίες C και B

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού προκύπτει πως στην κατηγορία C που ανήκει αυτή τη στιγμή το υπό μελέτη κτήριο μας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος μεμονωμένων χώρων με χρήση θερμοστατικών βανών ή ηλεκτρονικού ελεγκτή. Μέσω αυτής της στρατηγικής ελέγχου η παροχή ρυθμίζεται βάσει της θερμοκρασίας χώρου, η οποία είναι η ελεγχόμενη μεταβλητή του συστήματος μας. Επιπλέον λαμβάνεται υπόψη και η θερμότητα στο χώρο (ηλιακή ακτινοβολία, άνθρωποι, ζώα, τεχνικός εξοπλισμός). Επομένως οι συνθήκες άνεσης χώρου διαμορφώνονται ώστε να καλύπτουν τις μεμονωμένες ανάγκες των χρηστών.

2) Έλεγχος δικτύων διανομής κρύου νερού (προσαγωγή ή επιστροφή)

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου γίνεται έλεγχος δικτύων διανομής κρύου νερού είτε στην περίπτωση προσαγωγής είτε στην περίπτωση επιστροφής του νερού. Παρόμοια λειτουργία μπορεί να εφαρμοστεί και για τον έλεγχο απευθείας ηλεκτρικής ψύξης (πχ στις περιπτώσεις συμπαγών μονάδων ψύξης, split units) για μεμονωμένους χώρους, όπως στην περίπτωση των δωματίων όπου τα FCU's είναι

υπεύθυνα για την ψύξη των χώρων. Ο συγκεκριμένος έλεγχος μέσω της χρήσης του λογισμικού γίνεται όπως φαίνεται στην Εικόνα 18:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Έλεγχος σταθερής θερμοκρασίας		Μια σταθερή, χαμηλή θερμοκρασία από όλους τους καταναλωτές παρέχεται συνεχώς στην διανομή, με αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες ενέργειας για συνθήκες με μερικό φορτίο.	
<input checked="" type="radio"/>	Έλεγχος με αντιστάθμιση εξωτερικής θερμοκρασίας	Διαδικασία αύξησης της μέσης θερμοκρασίας ροής	Η θερμοκρασία διανομής ελέγχεται από την εξωτερική θερμοκρασία (αντίστοιχα στην πιθανή θερμοκρασία ζήτησης από τους καταναλωτές), μειώνοντας σημαντικά τις απώλειες ενέργειας.	
<input type="radio"/>	Έλεγχος βάσει ζήτησης	Π.χ. εσωτερική θερμοκρασία. Η διαδικασία γενικά οδηγεί στην μείωση της θερμοκρασίας προσαγωγής.	Η θερμοκρασία διανομής εξαρτάται από την θερμοκρασία χώρου (=ελεγχόμενη μεταβλητή). Λαμβάνεται υπόψη το κέρδος θερμότητας του χώρου (θερμότητα από ηλιακή ακτινοβολία, ανθρώπους, ζώα, τεχνικός εξοπλισμός). Οι απώλειες ενέργειας για συνθήκες μερικού φορτίου διατηρούνται σε βέλπστο επίπεδο (χαμηλά)	

Εικόνα 18: Έλεγχος δικτύων διανομής κρύου νερού για τις κλάσεις D,C και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη χρήση του λογισμικού προκύπτει πως σε αυτή την κατηγορία ελέγχου ο έλεγχος με αντιστάθμιση εξωτερικής θερμοκρασίας, δηλαδή μέσω της διαδικασίας αύξησης της μέσης θερμοκρασίας ροής αντιστοιχεί στην κατηγορία C. Σε αυτή την περίπτωση η θερμοκρασία διανομής ελέγχεται από την εξωτερική θερμοκρασία, αντίστοιχα στην πιθανή θερμοκρασία ζήτησης από τους καταναλωτές, μειώνοντας σημαντικά τις απώλειες ενέργειας. Εφαρμόζοντας στρατηγική ελέγχου βάσει ζήτησης, δηλαδή μέσω της εσωτερικής θερμοκρασίας του χώρου, η οποία διαδικασία οδηγεί στην μείωση της θερμοκρασίας προσαγωγής, οδηγούμαστε σε αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία C σε κατηγορία κλάσης A. Με αυτό τον τρόπο προκύπτει μεγαλύτερη εξοικονόμηση από την αντίστοιχη της κατηγορίας C καθώς η θερμοκρασία διανομής εξαρτάται από την θερμοκρασία χώρου, η οποία είναι η ελεγχόμενη μεταβλητή του συστήματος αυτοματισμού μας. Επίσης λαμβάνεται υπόψη το κέρδος θερμότητας του χώρου (θερμότητα από ηλιακή ακτινοβολία, ανθρώπους, ζώα, τεχνικός

εξοπλισμός). Έτσι οι απώλειες ενέργειας για συνθήκες μερικού φορτίου διατηρούνται σε βέλτιστο επίπεδο (χαμηλά).

3) Έλεγχος κυκλοφορητών δικτύου

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου πραγματοποιείται έλεγχος στους κυκλοφορητές του δικτύου, οι οποίοι μπορούν να εγκατασταθούν σε διαφορετικά επίπεδα στο δίκτυο. Με χρήση του λογισμικού ο συγκεκριμένος έλεγχος γίνεται όπως φαίνεται στην Εικόνα 19:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Χωρίς αυτόματο έλεγχο		Καμία εξοικονόμηση, καθώς καταναλώνεται συνεχώς ενέργεια για τους κυκλοφορητές.	D
<input checked="" type="radio"/>	On off έλεγχος	Για μείωση της βοηθητικής ενέργειας που απαιτείται στους κυκλοφορητές	Ηλεκτρική ισχύς καταναλώνεται στους κυκλοφορητές μόνο όταν απαιτείται – π.χ όταν υπάρχει κατάληψη ή σε κατάσταση προστασίας (κίνδυνος υπερθέρμανσης).	C
<input type="radio"/>	Έλεγχος πολλών βαθμίδων	Για μείωση της βοηθητικής ενέργειας που απαιτείται στους κυκλοφορητές	Λειτουργία σε χαμηλότερες στροφές μειώνει την κατανάλωση ρεύματος των κυκλοφορητών πολλαπλών ταχυτήτων.	B

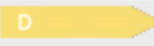
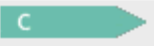
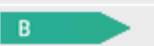
Εικόνα 19: Έλεγχος κυκλοφορητών δικτύου για τις κατηγορίες D,C και B

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν με βάση τη στρατηγική ελέγχου που εφαρμόζουμε στην κατηγορία C δείχνουν πως σε αυτή την κατηγορία εφαρμόζεται έλεγχος on/off για μείωση της βοηθητικής ενέργειας που απαιτείται στους κυκλοφορητές. Μέσω αυτού του τρόπου ελέγχου η ηλεκτρική ισχύς καταναλώνεται στους κυκλοφορητές μόνο όταν απαιτείται, πχ όταν υπάρχει κατάληψη ή σε κατάσταση προστασίας (κίνδυνος υπερθέρμανσης). Για να γίνει η αναβάθμιση της συγκεκριμένης υποκατηγορίας ελέγχου από κατηγορία C σε κατηγορία B θα πρέπει να εφαρμόσουμε έλεγχο πολλών βαθμίδων, ο οποίος αφενός θα μειώσει τη βοηθητική ενέργεια που απαιτείται στους κυκλοφορητές, αφετέρου θα προκύψει μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με την κατηγορία C καθώς η

λειτουργία σε χαμηλότερες στροφές μειώνει την κατανάλωση ρεύματος των κυκλοφορητών πολλαπλών ταχυτήτων.

4) Διακοπτόμενος έλεγχος εκπομπής και/ή διανομής

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου αναφερόμαστε σε διακοπτόμενο έλεγχο εκπομπής ή και διανομής ο οποίος έλεγχος γίνεται μέσω ελεγκτή ο οποίος μπορεί να ελέγξει διαφορετικούς χώρους ή ζώνες που έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά χρήσης. Με βάση τη χρήση του λογισμικού ο συγκεκριμένος έλεγχος γίνεται όπως φαίνεται στην Εικόνα 20:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Χωρίς αυτόματο έλεγχο		Καμία εξοικονόμηση αφού η εκπομπή και / ή διανομή είναι μόνιμα σε λειτουργία.	
<input checked="" type="radio"/>	Αυτόματος έλεγχος με σταθερό χρονοπρόγραμμα	Για μείωση του χρόνου λειτουργίας.	Εξοικονόμηση κατά την εκπομπή και / ή διανομή για τις ώρες εκτός ονομαστικής λειτουργίας.	
<input type="radio"/>	Αυτόματος έλεγχος με βέλτιστη εκκίνηση / στάση	Για μείωση του χρόνου λειτουργίας.	Επιπρόσθετη εξοικονόμηση στην εκπομπή και / ή διανομή με συνεχή βελτίωση των ωρών λειτουργίας της εγκατάστασης στις ώρες πτηρότητας.	

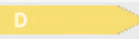

Εικόνα 20: Διακοπτόμενος έλεγχος εκπομπής για τις κατηγορίες D,C και B.

Με βάση τα αποτελέσματα του ελέγχου προκύπτει πως η κατηγορία C για το συγκεκριμένο είδος ελέγχου αναφέρεται σε αυτόματο έλεγχο με σταθερό χρονοπρόγραμμα, ο οποίος έλεγχος οδηγεί σε μείωση του χρόνου λειτουργίας και προσφέρει εξοικονόμηση κατά την εκπομπή και ή διανομή για τις ώρες εκτός ονομαστικής λειτουργίας. Για να οδηγηθούμε σε αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία C στην κατηγορία B θα πρέπει να εφαρμοστεί στρατηγική ελέγχου με αυτόματο έλεγχο για βέλτιστη εκκίνηση/ στάση. Η συγκεκριμένη στρατηγική θα προσφέρει μείωση του χρόνου λειτουργίας και επιπρόσθετη

εξοικονόμηση στην εκπομπή και/ ή στη διανομή με συνεχή βελτίωση των ωρών λειτουργίας της εγκατάστασης στις ώρες πληρότητας.

5) Μανδάλωση μεταξύ ελέγχου εκπομπής και/ή διανομής θέρμανσης και ψύξης

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου γίνεται έλεγχος στη μανδάλωση μεταξύ ελέγχου εκπομπής και/ή διανομής θέρμανσης και ψύξης για να αποφευχθεί ταυτόχρονη θέρμανση και ψύξη στον ίδιο χώρο βάσει των προτεραιοτήτων του συστήματος (π.χ. ψυκτικό πάνελ / θερμαντήρας, TABS / αερισμός, αρκετές εσωτερικές μονάδες). Με βάση τη χρήση του λογισμικού ο συγκεκριμένος έλεγχος γίνεται όπως φαίνεται στην Εικόνα 21:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Χωρίς μανδάλωση	Τα δύο συστήματα ελέγχονται ανεξάρτητα και μπορούν να παρέχουν ταυτόχρονα θέρμανση και ψύξη.	Είναι πιθανή η ταυτόχρονη θέρμανση και ψύξη. Η επιπρόσθετη ενέργεια που παρέχεται χάνεται.	D 
<input checked="" type="radio"/>	Μερική μανδάλωση (εξαρτάται από το σύστημα HVAC)	Η λειτουργία του ελέγχου έχει προγραμματιστεί έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα ταυτόχρονης θέρμανσης και ψύξης. Αυτό γενικά γίνεται με καθορισμό κλιμακωτής ρύθμισης της επιθυμητής τιμής θερμοκρασίας προσαγωγής από το κεντρικό σύστημα ελέγχου.	Παραγωγή/διανομή στο HVAC σύστημα: Η εξάρτηση των τιμών ρύθμισης παραγωγής θέρμανσης και ψύξης από την εξωτερική θερμοκρασία εμποδίζει – σε κάποιο βαθμό – όποιες ελεγκτές θερμοκρασίας χώρου που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τις θερμακτικές μονάδες θα κάνουν διόρθωση θερμοκρασίας το καλοκαίρι (θέρμανση) ή τον χειμώνα (ψύξη). Όσο μεγαλύτερη απόσταση έχουν οι επιθυμητές τιμές των επιμέρους ελεγκτών χώρων για λειτουργία θέρμανσης και λειτουργία ψύξης (μεγάλη ουδέτερη ζώνη), τόσο αποτελεσματικότερη πρόβλεψη μπορεί να εγγραφεί.	B 

Εικόνα 21: Μανδάλωση μεταξύ ελέγχου εκπομπής και/ή διανομής θέρμανσης και ψύξης για τις κατηγορίες D και B.

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού παρατηρείται πως το σύστημα ελέγχου μας εφαρμόζοντας στρατηγική ελέγχου

μερικής μανδάλωσης τόσο για την ΚΚΜ όσο και για τα FCU's κατατάσσεται στην κατηγορία Β. Η συγκεκριμένη λειτουργία ελέγχου έχει προγραμματιστεί έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα ταυτόχρονης θέρμανσης και ψύξης. Αυτό γενικά γίνεται με καθορισμό κλιμακωτής ρύθμισης της επιθυμητής τιμής θερμοκρασίας παραγωγής από το κεντρικό σύστημα ελέγχου. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς στην παραγωγή ή και τη διανομή στα HVAC συστήματα η εξάρτηση των τιμών ρύθμισης παραγωγής θέρμανσης και ψύξης από την εξωτερική θερμοκρασία εμποδίζει—σε κάποιο βαθμό—ότι οι ελεγκτές θερμοκρασίας χώρου που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τις τερματικές μονάδες, είτε αυτές είναι οι τα στόμια της ΚΚΜ στους κοινόχρηστους χώρους του ισόγειου, είτε τα fan coils των δωματίων, θα κάνουν διόρθωση θερμοκρασίας το καλοκαίρι (θέρμανση) ή τον χειμώνα(ψύξη). Όσο μεγαλύτερη απόσταση έχουν οι επιθυμητές τιμές των επιμέρους ελεγκτών χώρων για λειτουργία θέρμανσης και λειτουργία ψύξη (μεγάλη ουδέτερη ζώνη), τόσο αποτελεσματικότερη πρόβλεψη μπορεί να εγγραφεί.

4.3.4 Έλεγχος αερισμού και κλιματισμού

Σε αυτή την κατηγορία ελέγχου πραγματοποιείται ο έλεγχος αερισμού και κλιματισμού στις κλιματιστικές μονάδες που περιλαμβάνονται στο υπό μελέτη κτήριο. Στην δική μας περίπτωση έχουμε μια Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ) στο ισόγειο του κτηρίου, η οποία εξυπηρετεί τους κοινόχρηστους χώρους που βρίσκονται στο ισόγειο, και τα fan coils (FCU's) τα οποία καλύπτουν τα φορτία χώρου και αερισμού των δωματίων του πρώτου ορόφου. Μέσω αυτού του ελέγχου θα ελέγξουμε ποικίλους παράγοντες που επηρεάζουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης και αερισμού των επιμέρους χώρους. Στην ανάλυση που θα ακολουθήσει θα αναλυθούν ξεχωριστά διάφορες υποκατηγορίες ελέγχων και θα διερευνηθεί πώς και με ποιόν τρόπο θα προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από κατηγορία C που βρίσκονται αυτή τη στιγμή το σύστημα αυτοματισμού μας σε κατηγορία Β.

1) Έλεγχος προσαγωγής αέρα σε επίπεδο χώρου

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου γίνεται ο έλεγχος προσαγωγής του αέρα σε επίπεδο χώρου μέσω ανεμιστήρα με λειτουργία on/off , ο οποίος έλεγχος σχετίζεται με την πληρότητα, δηλαδή με τη διαθεσιμότητα της προσαγωγής του αέρα μέσω ελέγχου ενεργοποίησης ή απενεργοποίησης του ανεμιστήρα. Αυτός ο έλεγχος μπορεί να εφαρμοστεί στο επίπεδο των δωματίων στους ανεμιστήρες των fan coils (FCU's) . Μέσω της χρήσης του λογισμικού ο συγκεκριμένος έλεγχος γίνεται όπως φαίνεται στην Εικόνα 22:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Χωρίς αυτόματο έλεγχο	Το σύστημα λειτουργεί συνεχώς (πχ χειροκίνητος διακόπτης)	Συνεχής σταθερή (υψηλή) προσαγωγή αέρα στο χώρο, παρόλο που αυτό δεν είναι απαραίτητο από άποψη άνεσης (π.χ. ποιότητα αέρα). Με τη χειροκίνητη εναλλαγή, τέτοιες εγκαταστάσεις συχνά απενεργοποιούνται πολύ αργά ή καθόλου - όπως δείχνει η εμπειρία. Αυτό οδηγεί σε περιττή υψηλή κατανάλωση ενέργειας στη μονάδα διαχείρισης αέρα και επίσης στη διανομή αέρα.	D
<input checked="" type="radio"/>	Χρονοπρόγραμμα	Το σύστημα λειτουργεί σύμφωνα με συγκεκριμένο χρονοπρόγραμμα.	Συνεχής σταθερή (υψηλή) ροή αέρα στο χώρο, αλλά βάσει χρονοπρογράμματος. Εάν ο εξαερισμός γίνεται μόνο όταν απαιτείται από άποψη άνεσης, εξαρτάται από την ποιότητα του χρονοπρογράμματος και από τη δυνατότητα προσαρμογής του. Όπως δείχνει η εμπειρία, αυτή η προσέγγιση συχνά οδηγεί επίσης σε περιττό αερισμό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα περιττή υψηλή κατανάλωση ενέργειας στη μονάδα αερισμού και επίσης στη διανομή αέρα.	B



Εικόνα 22: Έλεγχος προσαγωγής αέρα σε επίπεδο χώρου για τις κατηγορίες D και C

Με βάση τα αποτελέσματα από τη χρήση του λογισμικού προκύπτει πως ο έλεγχος προσαγωγής αέρα σε επίπεδο χώρου με τη χρήση χρονοπρογράμματος κατατάσσει το σύστημα αυτοματισμού μας για την επιμέρους υποκατηγορία ελέγχου στην κατηγορία ενεργειακής απόδοσης B. Μέσω αυτού του ελέγχου το σύστημα μας λειτουργεί με συγκεκριμένο χρονοπρόγραμμα τόσο στο επίπεδο της ΚΚΜ όσο και στο επίπεδο των FCU's. Μέσω αυτής της στρατηγικής ελέγχου έχουμε σταθερά υψηλή ροή αέρα στο χώρο, βάσει χρονοπρογράμματος το οποίο επιτυγχάνει

εξοικονόμηση ενέργειας. Εάν ο εξαερισμός γίνεται μόνο όταν απαιτείται από άποψη άνεσης, εξαρτάται από την ποιότητα του χρονοπρογράμματος και από τη δυνατότητα προσαρμογής του. Όπως δείχνει η εμπειρία, αυτή η προσέγγιση συχνά οδηγεί επίσης σε περιττό αερισμό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα περιττή υψηλή κατανάλωση ενέργειας στη μονάδα αερισμού και επίσης στη διανομή αέρα.

2) Έλεγχος θερμοκρασίας αέρα χώρου από το σύστημα εξαερισμού (για συστήματα αέρα)

Σε αυτή την υποκατηγορία γίνεται έλεγχος θερμοκρασίας αέρα χώρου από το σύστημα εξαερισμού. Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται σε συστήματα αέρα, όπως η ΚΚΜ που υπάρχει στο κτήριο μας, είτε σε αυτόνομη λειτουργία είτε σε συνδυασμό με άλλα στατικά συστήματα όπως ψύξη οροφής θερμαντικά σώματα κλπ. Η θερμοκρασία του χώρου εξαρτάται από τη ροή αέρα καθώς και από την θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής. Αυτή η λειτουργία σχετίζεται με έναν ελεγκτή κλειστού βρόχου για τη θερμοκρασία του αέρα χώρου που επενεργεί στη ροή του αέρα ή στη θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής. Μπορεί να λειτουργήσει με ή χωρίς πρόσθετο στατικό σύστημα θέρμανσης ή θερμαντικό σώμα. Σύμφωνα με το λογισμικό ο παραπάνω έλεγχος πραγματοποιείται όπως φαίνεται στην Εικόνα 23:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/>	Συνεχής έλεγχος	Είτε η παροχή αέρα είτε η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής στο επίπεδο χώρου μπορούν να μεταβάλλονται συνεχώς. Τα σημεία ρύθμισης θερμοκρασίας χώρου επιλέγονται χωριστά.	Η ροή αέρα ή η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής θα ρυθμίζονται βάσει θερμοκρασίας χώρου. Κατά τη ρύθμιση της ροής αέρα, πρέπει να λειτουργεί σε ανώτερη στάθμη μια λογική θερμοκρασία αέρα (4.9). Κατά τον έλεγχο της προσαγωγής στο επίπεδο του χώρου η ροή του αέρα είναι σταθερή. Αυτό αντίστοιχα οδηγεί σε υψηλή μεταφορά ενέργειας.	C 
<input type="radio"/>	Βελτιστοποιημένος έλεγχος	Ελάχιστη ζήτηση ενέργειας μέσω βελτιστοποιημένου ελέγχου. Τόσο ο ρυθμός ροής αέρα όσο και η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής σε επίπεδο χώρου ελέγχονται ανάλογα με το φορτίο θέρμανσης / ψύξης.	Με την ελάχιστη απαιτούμενη ροή αέρα μπορεί να παρέχεται όσο το δυνατόν περισσότερος όγκος. Μόνο εάν δεν είναι πλέον εφικτό να παρέχετε επαρκής ισχύ θέρμανσης / ψύξης στο χώρο τότε ροή αέρα θα αυξηθεί. Με αυτόν τον τρόπο θα βελτιστοποιηθεί η κατανάλωση ενέργειας για την προσαγωγή αλλά και για τον κλιματισμό	A 



Εικόνα 23: Έλεγχος θερμοκρασίας αέρα χώρου από το σύστημα εξαερισμού για τις κατηγορίες C και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού προκύπτει πως η κατηγορία C για αυτή την υποκατηγορία ελέγχου αναφέρεται σε συνεχή έλεγχο της θερμοκρασίας του αέρα χώρου. Αυτό σημαίνει πως είτε η παροχή αέρα είτε η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής στο επίπεδο χώρου μπορούν να μεταβάλλονται συνεχώς. Επίσης τα σημεία ρύθμισης θερμοκρασίας επιλέγονται χωριστά. Με βάση αυτή τη στρατηγική ελέγχου επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας καθώς η ροή του αέρα ή η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής θα ρυθμίζονται βάσει θερμοκρασίας χώρου. Κατά τη ρύθμιση της ροής αέρα, μια λογική θερμοκρασία αέρα πρέπει να λειτουργεί σε ανώτερη στάθμη. Κατά τον έλεγχο της προσαγωγής στο επίπεδο του χώρου η ροή του αέρα είναι σταθερή, γεγονός που αντίστοιχα οδηγεί σε υψηλή μεταφορά ενέργειας. Για να υπάρξει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης και αντίστοιχα μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας θα πρέπει να πραγματοποιηθεί βελτιστοποιημένος έλεγχος. Δηλαδή θα πρέπει να αποτιμηθεί η ελάχιστη ζήτηση ενέργειας μέσω βελτιστοποιημένου

ελέγχου. Σε αυτή την περίπτωση τόσο ο ρυθμός ροής αέρα όσο και η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής σε επίπεδο χώρου ελέγχονται ανάλογα με το φορτίο θέρμανσης / ψύξης. Η συγκεκριμένη στρατηγική ελέγχου αντιστοιχεί στην ενεργειακή κλάση A για το σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου της εγκατάστασης μας. Επιτυγχάνεται μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας από την κατηγορία C, καθώς με την ελάχιστη απαιτούμενη ροή αέρα μπορεί να παρέχεται όσο το δυνατόν περισσότερος όγκος. Μόνο εάν δεν είναι πλέον εφικτό να παρέχεται επαρκής ισχύ θέρμανσης / ψύξης στο χώρο, τότε ροή αέρα θα αυξηθεί. Με αυτόν τον τρόπο θα βελτιστοποιηθεί η κατανάλωση ενέργειας για την προσαγωγή αλλά και για τον κλιματισμό.

3) Έλεγχος προσαγωγής νωπού αέρα

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου πραγματοποιείται έλεγχος προσαγωγής νωπού αέρα σε συστήματα αέρα όπως είναι η Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ) στο υπό μελέτη κτήριο μας. Αυτή η λειτουργία ελέγχου εφαρμόζεται στα συστήματα εξαερισμού που επιτρέπουν την μεταβολή της αναλογίας νωπού ή της προσαγωγής νωπού αντιστοίχως. Με χρήση του λογισμικού ο συγκεκριμένος έλεγχος γίνεται όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 24:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/>	Σταθερή (χαμηλή / υψηλή) αναλογία νωπού / προσαγωγής νωπού	Βάσει συγκεκριμένου χρονοπρογράμματος	Ο ρυθμός προσαγωγής εξωτερικού αέρα θα ρυθμιστεί σταδιακά (π.χ. χρονοδιάγραμμα θα μειώνει τον ρυθμό εξωτερικού αέρα κατά τη διάρκεια του γεύματος, αργά το απόγευμα ...). Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται ανάλογα η κατανάλωση ενέργειας. Εάν η προσαγωγή είναι κατάλληλη σε σχέση με τις ανάγκες του χώρου/ την πληρότητα, εξαρτάται από την ποιότητα του χρονοδιαγράμματος και την ευελιξία προσαρμογής του.	C 
<input type="radio"/>	Σταθερή (χαμηλή / υψηλή) αναλογία νωπού / προσαγωγής νωπού	Βάσει πληρότητας χώρου, πχ διακόπτης φωτισμού, αισθητήρια υπερέυθρων κλπ	Βάσει ανίχνευσης παρουσίας θα υπάρχει υψηλός ρυθμός προσαγωγής εξωτερικού αέρα εάν οι χώροι είναι κατειλημμένοι. Με αυτόν τον τρόπο εξαλείφονται τα μειονεκτήματα ενός προκαθορισμένου χρονοδιαγράμματος και η κατανάλωση ενέργειας για τον κλιματισμό θα μειωθεί. Ο ρυθμός προσαγωγής εξωτερικού αέρα είναι συχνά πολύ υψηλός σε σύγκριση με τη ζήτηση.	B 



Εικόνα 24: Έλεγχος προσαγωγής νωπού αέρα για τις κατηγορίες C και B

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού προκύπτει πως η κατηγορία C σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου αναφέρεται σε στρατηγική ελέγχου σταθερής (χαμηλής ή υψηλής) αναλογίας νωπού/ προσαγωγής νωπού αέρα, βάσει συγκεκριμένου χρονοπρογράμματος. Με αυτή τη στρατηγική ελέγχου επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς ο ρυθμός προσαγωγής εξωτερικού αέρα θα ρυθμιστεί σταδιακά (π.χ. ένα χρονοδιάγραμμα θα μειώνει τον ρυθμό εξωτερικού αέρα κατά τη διάρκεια του γεύματος, ή αργά το απόγευμα). Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται ανάλογα η κατανάλωση ενέργειας. Αυτή η στρατηγική ελέγχου δεν καθιστά αναγκαία την παρουσία αισθητηρίων, καθώς βασίζεται στη λειτουργία του χρονοπρογράμματος, με βάση το οποίο ο νωπός αέρας προσάγεται συγκεκριμένες ώρες. Εάν η προσαγωγή είναι κατάλληλη σε σχέση με τις ανάγκες του χώρου ή την πληρότητα, εξαρτάται από την ποιότητα του χρονοδιαγράμματος και την ευελιξία προσαρμογής του. Για να οδηγηθούμε σε αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία C στην κατηγορία B θα πρέπει να εφαρμοστεί η ίδια στρατηγική ελέγχου με σταθερή (χαμηλή ή υψηλή) αναλογία νωπού/ προσαγωγής νωπού αέρα, πλην όμως θα γίνεται με βάση την πληρότητα του χώρου, δηλαδή

μέσω διακοπών φωτισμού ή με τη χρήση αισθητηρίων υπέρυθρων θα ελέγχεται η πληρότητα του χώρου. Ένα σενάριο λειτουργίας αυτής της στρατηγικής ελέγχου μπορεί να είναι η ύπαρξη αισθητηρίου παρουσίας στον χώρο το οποίο να έχει σαν σημείο ελέγχου μια ψηφιακή είσοδο/ digital input (DI), η οποία να δίνει 0 αν δεν ανιχνεύει παρουσία στο χώρο και 1 αν ανιχνεύει παρουσία στον χώρο. Στη συνέχεια αυτό το σήμα να πηγαίνει από τον αισθητήρα στον ελεγκτή (controller), ο οποίος στη συνέχεια στέλνει σήμα ελέγχου στον ενεργοποιητή (actuator) ο οποίος σε αυτή την περίπτωση της προσαγωγής νωπού αέρα μπορεί να είναι ο σερβοκινητήρας των διαφραγμάτων(dampers) της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας(KKM), ο οποίος θα προσάγει των νωπό αέρα στο κιβώτιο μίξης της ΚΚΜ δεχόμενος ένα σήμα ψηφιακής εξόδου/digital output (DO) από τον ελεγκτή της ΚΚΜ. Με βάση αυτή την αλλαγή στη στρατηγική ελέγχου θα προκύψει μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς βάσει ανίχνευσης παρουσίας θα υπάρχει υψηλός ρυθμός προσαγωγής εξωτερικού αέρα εάν οι χώροι είναι κατειλημμένοι. Με αυτόν τον τρόπο εξοικονομούνται τα μειονεκτήματα ενός προκαθορισμένου χρονοδιαγράμματος και η κατανάλωση ενέργειας για τον κλιματισμό θα μειωθεί. Ο ρυθμός προσαγωγής εξωτερικού αέρα είναι συχνά πολύ υψηλός σε σύγκριση με τη ζήτηση.

4) Έλεγχος προσαγωγής αέρα ή πίεσης στο επίπεδο κλιματιστικής μονάδας

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου πραγματοποιείται έλεγχος προσαγωγής αέρα ή πίεσης στο επίπεδο κλιματιστικής μονάδας. Με βάση το λογισμικό, ο συγκεκριμένος έλεγχος γίνεται όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 25:

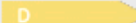

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/>	On off χρονοπρόγραμμα	Συνεχής προσαγωγή αέρα για μέγιστο φορτίο σε όλους τους χώρους για το διάστημα που έχουμε παρουσία.	Η κεντρική κλιματιστική μονάδα θα λειτουργεί σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα και πάντα θα ρυθμίζεται και θα μεταφέρεται η μέγιστη προσαγωγή αέρα που οδηγεί σε αντίστοιχα υψηλή κατανάλωση ενέργειας.	C 
<input type="radio"/>	Έλεγχος πολλαπλών βαθμίδων	Για τη μείωση ζήτησης βοηθητικής ενέργειας του ανεμιστήρα.	Όπως συμβαίνει και με On off έλεγχο, αλλά με την προσαγωγή ρυθμισμένη σε βαθμίδες (π.χ. το χρονοδιάγραμμα μειώνει το επίπεδο λειτουργίας κατά το μεσημεριανό γεύμα, αργά το απόγευμα ...). Η λειτουργία του ανεμιστήρα σε μειωμένη βαθμίδα οδηγεί αντίστοιχα σε μειωμένη κατανάλωση ενέργειας (βλέπε προτεινόμενους νόμους).	B 

Εικόνα 25: Έλεγχος προσαγωγής αέρα ή πίεσης στο επίπεδο κλιματιστικής για τις κατηγορίες C και B

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού, παρατηρούμε πως η κατηγορία C για αυτή την κατηγορία ελέγχου αναφέρεται σε στρατηγική ελέγχου μέσω χρήσης χρονοπρογράμματος on/off. Αυτό σημαίνει πως πραγματοποιείται συνεχής προσαγωγή αέρα για μέγιστο φορτίο σε όλους τους χώρους για το διάστημα που έχουμε παρουσία. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας καθώς η κεντρική κλιματιστική μονάδα θα λειτουργεί σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα και πάντα θα ρυθμίζεται και θα μεταφέρεται η μέγιστη προσαγωγή αέρα που οδηγεί όμως σε αντίστοιχα υψηλή κατανάλωση ενέργειας. Για να αποφευχθεί αυτό θα πρέπει να γίνει αλλαγή στη στρατηγική ελέγχου και αν οδηγηθούμε σε έλεγχο πολλαπλών βαθμίδων για να μειωθεί η ζήτηση βοηθητικής ενέργειας του ανεμιστήρα. Αυτή η στρατηγική ελέγχου αντιστοιχεί στην κλάση B για το σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου μας σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου. Όπως συμβαίνει και με on/off έλεγχο, αλλά με την προσαγωγή ρυθμισμένη σε βαθμίδες (π.χ. το χρονοδιάγραμμα μειώνει το επίπεδο λειτουργίας κατά το μεσημεριανό γεύμα, ή αργά το απόγευμα). Η λειτουργία του ανεμιστήρα σε μειωμένη βαθμίδα οδηγεί αντίστοιχα σε μειωμένη κατανάλωση ενέργειας.

5) Έλεγχος ανάκτησης θερμότητας (αντιπαγετική προστασία)

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου πραγματοποιείται έλεγχος ανάκτησης θερμότητας. Αυτή η λειτουργία ελέγχου γίνεται για την αποφυγή παγετού στη μονάδα ανάκτησης θερμότητας. Με βάση το λογισμικό ο συγκεκριμένος έλεγχος γίνεται όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 26:

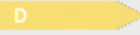

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Χωρίς έλεγχο αντιπαγετικής προστασίας	Δεν υπάρχει συγκεκριμένη λειτουργία για την αποφυγή παγετού στη μονάδα ανάκτησης θερμότητας	Μόλις η υγρασία του αέρα απαγωγής ανεβαίνει στον εναλλάκτη θερμότητας (οι χώροι αερισμού γεμίζουν με πάγο), η ισχύς του ανεμιστήρα εξαγωγής αέρα πρέπει να αυξηθεί για να διασφαλιστεί η ροή αέρα στο χώρο.	D 
<input checked="" type="radio"/>	Με έλεγχο αντιπαγετικής προστασίας	Βρόχος ελέγχου καθορίζει ότι η θερμοκρασία του αέρα εξόδου που εξέρχεται από τον εναλλάκτη θερμότητας δεν είναι πολύ χαμηλή για να αποφευχθεί ο πάγος.	Η ισχύς του ανεμιστήρα απαγωγής αέρα δεν χρειάζεται να αυξηθεί με τον έλεγχο αντιπαγετικής προστασίας.	A 

Εικόνα 26: Έλεγχος ανάκτησης θερμότητας για αντιπαγετική προστασία στις κλάσεις D και A.

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού προκύπτει πως ο έλεγχος ανάκτησης θερμότητας με έλεγχο αντιπαγετικής προστασίας αντιστοιχεί στην ενεργειακή κλάση A. Με χρήση ενός βρόχου ελέγχου καθορίζεται ότι η θερμοκρασία του αέρα εξόδου που εξέρχεται από τον εναλλάκτη θερμότητας δεν είναι πολύ χαμηλή και έτσι με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται ο πάγος.

6) Έλεγχος ανάκτησης θερμότητας (πρόληψη υπερθέρμανσης)

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου γίνεται έλεγχος ανάκτησης θερμότητας για την αποφυγή της υπερθέρμανσης της μονάδας ανάκτησης θερμότητας. Με βάση το λογισμικό ο συγκεκριμένος έλεγχος γίνεται όπως φαίνεται στην Εικόνα 27:



	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Χωρίς έλεγχο υπερθέρμανσης	Δεν υπάρχει συγκεκριμένη λειτουργία για την αποφυγή υπερθέρμανσης	Η ανάκτηση θερμότητας είναι πάντα στο 100% και μπορεί να υπερθεμάνει τον αέρα προσαγωγής, απαιτώντας πρόσθετη ενέργεια για ψύξη.	
<input checked="" type="radio"/>	Με έλεγχο υπερθέρμανσης	Κατά τη διάρκεια περιόδων όπου η επίδραση του εναλλάκτη θερμότητας δεν θα είναι πλέον θετική, ένας βρόχος ελέγχου "σταματά" και "ρυθμίζει" ή παρακάμπτει τον εναλλάκτη θερμότητας.	Ο έλεγχος θερμοκρασίας κατά την ανάκτηση θερμότητας εμποδίζει την περιττή ψύξη αέρα προσαγωγής.	

Εικόνα 27: Έλεγχος ανάκτησης θερμότητας (πρόληψη υπερθέρμανσης) για τις κατηγορίες D και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού η λειτουργία με έλεγχο υπερθέρμανσης αντιστοιχεί στην κατηγορία A. Κατά τη διάρκεια περιόδων όπου η επίδραση του εναλλάκτη θερμότητας δεν θα είναι πλέον θετική, ένας βρόχος ελέγχου "σταματά" και "ρυθμίζει" ή παρακάμπτει τον εναλλάκτη θερμότητας. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας καθώς ο έλεγχος θερμοκρασίας κατά την ανάκτηση θερμότητας εμποδίζει την περιττή ψύξη αέρα προσαγωγής.

6) Free mechanical Cooling

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου γίνεται λόγος για το free mechanical cooling που είναι εφικτό με τη χρήση του συστήματος κλιματισμού που υπάρχει στο κτήριο. Με βάση τη χρήση του λογισμικού ο συγκεκριμένος έλεγχος γίνεται όπως φαίνεται στην Εικόνα 28:

Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/> Νυχτερινός δροσισμός	Ο όγκος του εξωτερικού αέρα είναι ρυθμισμένος στο μέγιστο κατά τη διάρκεια της περιόδου που δεν έχουμε παρουσία στο χώρο, εφόσον: <ol style="list-style-type: none"> 1. η θερμοκρασία χώρου είναι πάνω από το σημείο ρύθμισης για την περίοδο άνεσης 2. η θερμοκρασία χώρου και η εξωτερική θερμοκρασία είναι πάνω από ένα δεδομένο όριο. Εάν ο νυχτερινός δροσισμός πραγματοποιηθεί με αυτόματο άνοιγμα παραθύρων, δεν υπάρχει έλεγχος ροής αέρα. 	Νυχτερινός δροσισμός (παθητική ψύξη): Κατά τη διάρκεια της νύχτας, η θερμότητα που αποθηκεύεται στη μάζα του κτηρίου απομακρύνεται από δροσερό εξωτερικό αέρα μέχρι να επιτευχθεί το κατώτερο όριο άνεσης, μειώνοντας την απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας για ψύξη κατά τη διάρκεια της ημέρας.	C 
<input type="radio"/> Free cooling	Τόσο η ποσότητα εξωτερικού αέρα όσο και ο αέρας ανακυκλοφορίας, ρυθμίζονται σε όλες τις χρονικές περιόδους ώστε να ελαχιστοποιηθεί η απαίτηση μηχανικής ψύξης. Ο υπολογισμός πραγματοποιείται με βάση τις θερμοκρασίες.	Μειώνει τη ζήτηση ενέργειας κατά την ψύξη του αέρα προσαγωγής: Μέγιστη οικονομική εναλλαγή (MECH): Η ανάκτηση θερμότητας ξεκινά κάθε φορά που η θερμοκρασία του αέρα απαγωγής είναι χαμηλότερη από την εξωτερική θερμοκρασία. Παραγωγή ψυχρού νερού με εξωτερικό αέρα: (από τον αέρα προσαγωγής μέσω των ψυκτικών πηνίων και του ψυκτικού υγρού απευθείας στον πύργο ψύξης). Έχει προτεραιότητα (ευνοϊκή τιμή ενέργειας) όσο η εξωτερική θερμοκρασία επαρκεί για ψύξη.	B 

Εικόνα 28: Free mechanical cooling για τις κατηγορίες C και B

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού παρατηρείται πως η λειτουργία νυχτερινού δροσισμού αντιστοιχεί στην ενεργειακή κλάση C. Σε αυτή τη λειτουργία ελέγχου ο όγκος του εξωτερικού αέρα είναι ρυθμισμένος στο μέγιστο κατά τη διάρκεια της περιόδου που δεν έχουμε παρουσία στο χώρο, εφόσον: α) η θερμοκρασία χώρου είναι πάνω από το σημείο ρύθμισης για την περίοδο άνεσης και β) η θερμοκρασία χώρου και η εξωτερική θερμοκρασία είναι πάνω από ένα δεδομένο όριο. Εάν ο νυχτερινός δροσισμός πραγματοποιηθεί με αυτόματο άνοιγμα παραθύρων, δεν υπάρχει έλεγχος ροής αέρα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας καθώς με νυχτερινό δροσισμό (παθητική ψύξη) η θερμότητα που αποθηκεύεται στη μάζα του κτηρίου, κατά τη διάρκεια της νύχτας, απομακρύνεται από δροσερό εξωτερικό αέρα μέχρι να επιτευχθεί το κατώτερο όριο άνεσης, μειώνοντας την απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας για ψύξη κατά τη διάρκεια της ημέρας. Για να οδηγηθούμε σε αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από κλάση C σε κλάση B θα πρέπει να εφαρμόσουμε λειτουργία ελέγχου free cooling. Δηλαδή τόσο η ποσότητα εξωτερικού αέρα όσο και ο αέρας ανακυκλοφορίας, ρυθμίζονται σε όλες τις χρονικές περιόδους ώστε να ελαχιστοποιηθεί η απαίτηση μηχανικής ψύξης. Μέσω αυτής της λειτουργίας ελέγχου μειώνεται η ζήτηση ενέργειας κατά την ψύξη του αέρα προσαγωγής. Σε αυτή τη στρατηγική ελέγχου γίνεται λόγος για δύο βασικές έννοιες που

διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο. α) Μέγιστη οικονομική εναλλαγή (MECH): Η ανάκτηση θερμότητας ξεκινά κάθε φορά που η θερμοκρασία του αέρα απαγωγής είναι χαμηλότερη από την εξωτερική θερμοκρασία. β) Παραγωγή ψυχρού νερού με εξωτερικό αέρα: Από τον αέρα προσαγωγής μέσω των ψυκτικών πηνίων και του ψυκτικού υγρού απευθείας στον πύργο ψύξης. Έχει προτεραιότητα (ευνοϊκή τιμή ενέργειας) όσο η εξωτερική θερμοκρασία επαρκεί για ψύξη.

7) Έλεγχος θερμοκρασίας προσαγωγής στο επίπεδο της ΚΚΜ

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου πραγματοποιείται έλεγχος θερμοκρασίας προσαγωγής στο επίπεδο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας (ΚΚΜ). Σε ένα σύστημα κλιματισμού μπορεί να υπάρχουν αρκετές θερμοκρασίες προσαγωγής: α) η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής στην έξοδο της ΚΚΜ, η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής στην έξοδο της κεντρικής αναθέρμανσης καθώς και η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής στο επίπεδο του χώρου (τερματικά κουτιά με αντίσταση). Αυτή η λειτουργία ελέγχου αφορά τον τρόπο καθορισμού της επιθυμητής θερμοκρασίας αέρα προσαγωγής σε επίπεδο χειρισμού αέρα. Με χρήση του λογισμικού ο συγκεκριμένος έλεγχος γίνεται όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 29:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/>	Σταθερό σημείο ρύθμισης	Η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής ελέγχεται μέσω αντίστοιχου βρόχου. Το σημείο ρύθμισης είναι σταθερό και μπορεί να τροποποιηθεί μόνο χειροκίνητα.	Η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής ρυθμίζεται χειροκίνητα. Ο αέρας προσάγεται στους χώρους ή προβλέπεται για επανεπεξεργασία. Η θερμοκρασία αυξάνεται χειροκίνητα ανάλογα με τις ανάγκες, αλλά συχνά δεν μειώνεται στα σωστά επίπεδα. Η λειτουργία δεν είναι η βέλτιστη.	C
<input type="radio"/>	Μεταβλητό σημείο ρύθμισης με αντιστάθμιση βάσει εξωτερικής θερμοκρασίας	Η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής ελέγχεται μέσω αντίστοιχου βρόχου. Η ρύθμιση είναι μια απλή λειτουργία της εξωτερικής θερμοκρασίας (π.χ. γραμμική λειτουργία).	Η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής ελέγχεται βάσει εξωτερικής θερμοκρασίας (που αντιστοιχεί στην πιθανή ζήτηση των μεμονωμένων χώρων). Ωστόσο, δεν λαμβάνεται υπόψη το ατομικό φορτίο σε κάθε χώρο. Ως αποτέλεσμα, δεν υπάρχει τρόπος να επιδράσουμε στους ελεγκτές θερμοκρασίας χώρου που κάνουν αναθέρμανση το καλοκαίρι ή ψύξη τον χειμώνα.	B

Εικόνα 29: Έλεγχος θερμοκρασίας προσαγωγής στο επίπεδο της ΚΚΜ για τις κατηγορίες C και B

Με βάσει τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού προκύπτει πως η κατηγορίας C αντιστοιχεί σε στρατηγική ελέγχου με σταθερό σημείο ρύθμισης. Δηλαδή η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής ελέγχεται μέσω αντίστοιχου βρόχου και ρυθμίζεται χειροκίνητα. Ο αέρας προσάγεται στους χώρους ή προβλέπεται για επανεπεξεργασία. Η θερμοκρασία αυξάνεται χειροκίνητα ανάλογα με τις ανάγκες, αλλά συχνά δεν μειώνεται στα σωστά επίπεδα, άρα η λειτουργία δεν είναι η βέλτιστη καθώς το σημείο ρύθμισης είναι σταθερό και μπορεί να τροποποιηθεί μόνο χειροκίνητα. Για να προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από C σε B θα πρέπει η στρατηγική ελέγχου να γίνεται με μεταβλητό σημείο ρύθμισης με αντιστάθμιση βάσει εξωτερικής θερμοκρασίας. Μέσω αυτού του ελέγχου η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής ελέγχεται μέσω αντίστοιχου βρόχου. Η ρύθμιση είναι μια απλή λειτουργία της εξωτερικής θερμοκρασίας (π.χ. γραμμική λειτουργία). Η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής ελέγχεται βάσει εξωτερικής θερμοκρασίας (που αντιστοιχεί στην πιθανή ζήτηση των μεμονωμένων χώρων).

Ωστόσο, δεν λαμβάνεται υπόψη το ατομικό φορτίο σε κάθε χώρο. Ως αποτέλεσμα, δεν υπάρχει τρόπος να επιδράσουμε στους ελεγκτές θερμοκρασίας χώρου που κάνουν αναθέρμανση το καλοκαίρι ή ψύξη τον χειμώνα.

8) Έλεγχος υγρασίας

Σε αυτή την κατηγορία ελέγχου γίνεται έλεγχος υγρασίας, ο οποίος μπορεί να περιλαμβάνει ύγρανση ή / και αφύγρανση. Οι ελεγκτές που θα χρησιμοποιούν για την εφαρμογή αυτού του ελέγχου μπορεί να χρησιμοποιηθούν για "έλεγχο περιορισμού υγρασίας" ή "συνεχής έλεγχος". Με χρήση του λογισμικού ο συγκεκριμένος έλεγχος γίνεται όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 30:

<input checked="" type="radio"/>	Έλεγχος σημείου δρόσου	Ο αέρας προσαγωγής ή η υγρασία του χώρου αντιπροσωπεύει τη θερμοκρασία σημείου δρόσου και την αναθέρμανση του αέρα προσαγωγής για να φτάσει η σχετική υγρασία σε σημείο ρύθμισης.	Ο έλεγχος σημείου δρόσου απαιτεί πρόσθετη ενέργεια για να εξασφαλιστεί η απαιτούμενη θερμοκρασία εισόδου.	C
<input type="radio"/>	Απευθείας έλεγχος υγρασίας	Αέρας προσαγωγής ή υγρασία αέρα χώρου : ένας βρόχος ελέγχου διατηρεί την προσαγωγή ή την υγρασία χώρου σε δεδομένη επιθυμητή τιμή. Το σημείο ρύθμισης είναι είτε σταθερό και προκαθορισμένο από τον χρήστη είτε κυμαινόμενο σε βέλπστη τιμή για ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας αλλά σε όρια min / max για τις συνθήκες κλιματισμού χώρου.	Υγρανση ή αφύγρανση (ψύξη και αναθέρμανση) μόνο στο βαθμό που απαιτείται, με αποτέλεσμα χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας.	A

Εικόνα 30: Έλεγχος υγρασίας για τις κατηγορίες C και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού, η κατηγορία C για αυτή την υποκατηγορία ελέγχου αντιστοιχεί στον έλεγχο σημείου δρόσου. Δηλαδή ο αέρας προσαγωγής ή η υγρασία του χώρου αντιπροσωπεύει τη θερμοκρασία σημείου δρόσου και την αναθέρμανση του αέρα προσαγωγής για να φτάσει η σχετική υγρασία σε σημείο ρύθμισης. Ο συγκεκριμένος έλεγχος απαιτεί πρόσθετη ενέργεια για να εξασφαλιστεί η απαιτούμενη θερμοκρασία εισόδου. Για



να οδηγηθούμε σε αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης σε αυτή την κατηγορία ελέγχου θα πρέπει να πραγματοποιηθεί απευθείας έλεγχος υγρασίας που αντιστοιχεί στην κατηγορία A. Δηλαδή στον αέρα προσαγωγής ή στην υγρασία αέρα χώρου ένας βρόχος ελέγχου διατηρεί την προσαγωγή ή την υγρασία χώρου σε δεδομένη επιθυμητή τιμή. Το σημείο ρύθμισης είναι είτε σταθερό και προκαθορισμένο από τον χρήστη είτε κυμαινόμενο σε βέλτιστη τιμή για ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας αλλά σε όρια min / max για τις συνθήκες κλιματισμού χώρου. Με αυτόν τον τρόπο η ύγρανση ή η αφύγρανση (ψύξη και αναθέρμανση) θα είναι μόνο στον βαθμό που απαιτείται με αποτέλεσμα την χαμηλότερη εξοικονόμηση ενέργειας.

4.3.5 Έλεγχος φωτισμού

Σε αυτήν την κατηγορία ελέγχου γίνεται ο έλεγχος φωτισμού του υπό μελέτη κτηρίου μας. Σε αυτήν την κατηγορία ελέγχου περιλαμβάνονται δύο υποκατηγορίες ελέγχου οι οποίες αντίστοιχα αναφέρονται σε έλεγχο παρουσίας και σε έλεγχο επιπέδου φωτισμού/ ηλιοφάνειας. Μέσω αυτών των υποκατηγοριών ελέγχου θα διερευνηθεί η ενεργειακή αναβάθμιση των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου της εγκατάστασης μέσω ανάλυσης των στρατηγικών ελέγχου για τις συγκεκριμένες υποκατηγορίες ελέγχου από την ενεργειακή κλάση C στην ενεργειακή κλάση B.

1) Έλεγχος παρουσίας

Σε αυτήν την υποκατηγορία ελέγχου πραγματοποιείται έλεγχος παρουσίας στους επιμέρους χώρους του υπό μελέτη κτηρίου μας. Μέσω της χρήσης του λογισμικού ο συγκεκριμένος έλεγχος πραγματοποιείται όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 31:

Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/> Χειροκίνητο άνοιγμα/κλείσιμο + πρόσθετο σήμα αυτόματου σβησίματος	<p>Το φως ανάβει και σβήνει με χειροκίνητο διακόπτη εντός του δωματίου. Επιπροσθέτως, ένα ψηφιακό σήμα σβήνει αυτόματα τα φώτα τουλάχιστον μια φορά την ημέρα, συνήθως το βράδυ για αποφυγή άσκοπης λειτουργίας.</p>	<p>Για τα κτήρια που δεν είναι κατοικίες, εξασφαλίζεται ότι τα φώτα θα είναι σβηστά (πχ την νύχτα και τα σαββατοκύριακα).</p>	<p>C </p>
<input type="radio"/> Αυτόματη ανίχνευση	<p>Auto On / Dimmed Off: Auto On/Dimmed Off: Το σύστημα ελέγχου ανάβει αυτόματα τα φώτα οποτεδήποτε η φωτιζόμενη περιοχή καταλαμβάνεται από ανθρώπινη παρουσία και τα θέτει σε στάθμη χαμηλής κατανάλωσης (όχι μεγαλύτερη του 30% της πλήρους έναυσης) όχι αργότερα από 10 λεπτά μετά την τελευταία ανίχνευση ανθρώπινης παρουσίας στην φωτιζόμενη περιοχή. Επιπροσθέτως, όχι αργότερα από 20 λεπτά μετά την ανίχνευση ανθρώπινης παρουσίας εντός του δωματίου συνολικά, τα φώτα αυτομάτως σβήνουν. Auto On / Auto Off: Το σύστημα ελέγχου ανάβει αυτόματα τα φώτα οποτεδήποτε η φωτιζόμενη περιοχή καταλαμβάνεται από ανθρώπινη παρουσία και τα σβήνει εντελώς όχι αργότερα από 10 λεπτά μετά την τελευταία ανίχνευση ανθρώπινης παρουσίας στην φωτιζόμενη περιοχή.</p>	<p>Auto On/Dimmed Off Η τρέχουσα ανθρώπινη παρουσία καταγράφεται σε κάθε χώρο, σε μεγάλα δωμάτια, προβαλόμενοι κλπ. Στην συνέχεια, ο αυτόματος έλεγχος φωτισμού... 1. ανάβει τα φώτα σε έναν χώρο με την έναρξη της ανθρώπινης παρουσίας, 2. μειώνει την φωτεινότητα στον χώρο το πολύ μέχρι 20% μετά την άρση παρουσίας, 3. σβήνει τα φώτα στον χώρο 5 λεπτά μετά την άρση παρουσίας. Auto On/Auto Off Ο πραγματικός χρόνος ανθρώπινης παρουσίας καταγράφεται σε κάθε δωμάτιο ή χώρο. Στην συνέχεια ο αυτόματος έλεγχος φωτισμού ανάβει τα φώτα στον χώρο κατά την έναρξη παρουσίας και τα σβήνει μετά από το πολύ 5 λεπτά από την άρση ανθρώπινης παρουσίας.</p>	<p>B </p>

Εικόνα 31: Έλεγχος παρουσίας για τις κατηγορίες C και B

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού προκύπτει πως η κατηγορία C σε αυτή την περίπτωση αντιστοιχεί σε χειροκίνητο άνοιγμα/κλείσιμο και πρόσθετο σήμα αυτόματου σβησίματος. Δηλαδή το φως ανάβει και σβήνει με χειροκίνητο διακόπτη εντός του δωματίου. Επιπροσθέτως, ένα ψηφιακό σήμα σβήνει αυτόματα τα φώτα τουλάχιστον μια φορά την ημέρα, συνήθως το βράδυ για αποφυγή άσκοπης λειτουργίας. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας καθώς για τα κτήρια που δεν είναι κατοικίες, εξασφαλίζεται ότι τα φώτα θα είναι σβηστά (πχ την νύχτα και τα σαββατοκύριακα). Για να οδηγηθούμε σε αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία C στην κατηγορία B θα πρέπει να εφαρμόσουμε αυτόματη ανίχνευση. Στην αυτόματη ανίχνευση περιλαμβάνονται δύο διαφορετικές λειτουργίες: α) λειτουργία auto on/dimmed off και β) λειτουργία auto on / auto off. Στη λειτουργία auto on/dimmed off, το σύστημα ελέγχου σε αυτή την περίπτωση ανάβει αυτόματα τα φώτα οποτεδήποτε η φωτιζόμενη περιοχή καταλαμβάνεται από ανθρώπινη παρουσία και τα θέτει σε στάθμη χαμηλής κατανάλωσης (όχι μεγαλύτερη του 30% της πλήρους έναυσης) όχι αργότερα από 10 λεπτά μετά την τελευταία ανίχνευση ανθρώπινης παρουσίας στην φωτιζόμενη περιοχή. Επιπροσθέτως, όχι αργότερα από 20 λεπτά μετά την ανίχνευση ανθρώπινης παρουσίας εντός του δωματίου συνολικά, τα φώτα

αυτομάτως σβήνουν. Στη λειτουργία auto on/ auto off το σύστημα ελέγχου ανάβει αυτόματα τα φώτα οποτεδήποτε η φωτιζόμενη περιοχή καταλαμβάνεται από ανθρώπινη παρουσία και τα σβήνει εντελώς όχι αργότερα από 10 λεπτά μετά την τελευταία ανίχνευση ανθρώπινης παρουσίας στην φωτιζόμενη περιοχή.

2) Επίπεδο φωτισμού / έλεγχος ηλιοφάνειας (συγκομιδή ηλιοφάνειας)

Σε αυτήν την υποκατηγορία ελέγχου γίνεται έλεγχος ηλιοφάνειας (συγκομιδή ηλιοφάνειας) στο επίπεδο φωτισμού. Με βάση τη χρήση του λογισμικού ο συγκεκριμένος έλεγχος γίνεται όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 32:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/>	Χειροκίνητος κεντρικός χειρισμός	Τα φώτα ελέγχονται κεντρικά, δεν υπάρχει τοπικός διακόπτης χειρισμού εντός δωματίου/ζώνης.	Τα φώτα θα προσαρμόζονται χειροκίνητα από ένα κεντρικό σημείο όταν το επίπεδο φυσικού φωτός γίνει πολύ χαμηλό. Εντούτοις, τα φώτα συχνά δεν θα χαμηλώνουν όταν το επίπεδο φυσικού φωτός είναι ικανοποιητικό (μερικός βέλτιστος έλεγχος).	C
<input type="radio"/>	Χειροκίνητος χειρισμός	Τα φώτα μπορούν να ελεγχθούν από τοπικό διακόπτη χειρισμού εντός δωματίου.	Σαν κεντρικός χειροκίνητος έλεγχος, επιπροσθέτως τα φώτα μπορούν να σβήσουν σε κάθε δωμάτιο (αυξημένη τοπική δυνατότητα παρέμβασης). Εντούτοις, επίσης με αυτήν την διαμόρφωση, τα φώτα συχνά δεν θα σβήνουν όταν το επίπεδο φυσικού φωτός είναι ικανοποιητικό (μερικός βέλτιστος έλεγχος).	C
<input type="radio"/>	Αυτόματη έναυση/σβέση	Τα φώτα σβήνουν αυτόματα όταν υπάρχει στον χώρο ικανοποιητικός φυσικός φωτισμός έτσι ώστε να διατηρείται η ελάχιστη επιθυμητή τιμή φωτεινότητας και ανάβουν όταν δεν υπάρχει αρκετός.	Όταν υπάρχει στον χώρο ικανοποιητικός φυσικός φωτισμός τα φώτα θα σβήσουν εξαλείφοντας τα μειονεκτήματα του χειροκίνητου και κεντρικού χειροκίνητου ελέγχου. Η αυτόματη έναυση/σβέση εξασφαλίζει ικανοποιητικό επίπεδο φωτισμού	B

Εικόνα 32: Επίπεδο φωτισμού / έλεγχος ηλιοφάνειας για τις κατηγορίες C και B

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού, παρατηρούμε πως η κατηγορία C αντιστοιχεί είτε σε χειροκίνητο κεντρικό χειρισμό, δηλαδή ο έλεγχος των φώτων γίνεται κεντρικά χωρίς να υπάρχει κεντρικός διακόπτης χειρισμού εντός δωματίου/ ζώνης, είτε σε χειροκίνητο χειρισμό μέσω ελέγχου από τοπικό διακόπτη χειρισμού εντός δωματίου. Για να οδηγηθούμε σε

αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία C στην κατηγορία B θα πρέπει να εφαρμοστεί λειτουργία αυτόματης έναυσης/ σβέσης. Μέσω αυτής της λειτουργίας τα φώτα σβήνουν αυτόματα όταν υπάρχει στον χώρο ικανοποιητικός φυσικός φωτισμός έτσι ώστε να διατηρείται η ελάχιστη επιθυμητή τιμή φωτεινότητας και ανάβουν όταν δεν υπάρχει αρκετός. Οι συσκευές ελέγχου ρύθμισης έντασης φωτισμού (dimming) μέσω επαφών διασύνδεσης 1 έως 10V δηλαδή μέσω αναλογικού σήματος ελέγχου σε συνδυασμό με αισθητήρια μέτρησης της φωτεινότητας στον χώρο είναι ένα σενάριο λειτουργίας που αντιστοιχεί σε αυτήν την υποκατηγορία ελέγχου. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας καθώς όταν υπάρχει στον χώρο ικανοποιητικός φυσικός φωτισμός τα φώτα θα σβήσουν εξαλείφοντας τα μειονεκτήματα του χειροκίνητου και κεντρικού χειροκίνητου ελέγχου και η αυτόματη έναυση/σβέση εξασφαλίζει ικανοποιητικό επίπεδο φωτισμού.

4.3.6 Έλεγχος περσίδων

Σε αυτήν την κατηγορία ελέγχου πραγματοποιείται έλεγχος των περσίδων. Με βάση τη χρήση του λογισμικού ο συγκεκριμένος έλεγχος γίνεται όπως φαίνεται στην Εικόνα 33:

Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/> Μηχανική λειτουργία με αυτόματο έλεγχο	Αυτόματα ελεγχόμενη σκίαση για την μείωση της απαιτούμενης ενέργειας για ψύξη	Η μηχανική υποστήριξη απαιτείται για αυτόματο έλεγχο. Ο στόχος των λειτουργιών αυτόματου ελέγχου των συστημάτων σκίασης για την προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία είναι η μείωση της εισερχόμενη θερμότητας οπότε και εξοικονόμηση ενέργειας που απαιτείται για ψύξη. Η χειροκίνητη λειτουργία από τον χρήστη πρέπει να είναι δυνατή σε κάθε περίπτωση, επιτρέποντας στο χρήστη να επιτύχει προστασία από αντανάκλαση ανεξάρτητα από τον αυτόματο έλεγχο της ηλιακής προστασίας για την εξοικονόμηση ενέργειας.	C
<input type="radio"/> Συνδυασμένος έλεγχος φωτισμού/περσίδων/HVAC	Για την βελτιστοποίηση της ενέργειας που χρησιμοποιείται για HVAC, σκίαση και φωτισμό σε χώρους ανάλογα με την ανθρώπινη παρουσία ή όχι.	Αυτή η λειτουργία λαμβάνει υπόψη όλες τις απαιτούμενες παραμέτρους για να καλύψει τις ανάγκες σε ενέργεια και να βελτιστοποιήσει την κατανάλωση (κατά προτεραιότητα λαμβάνοντας υπόψη την παρουσία και απουσία στους χώρους).	A

Εικόνα 33: Έλεγχος περσίδων για τις κατηγορίες C και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού προκύπτει πως η κατηγορία C αντιστοιχεί σε μηχανική λειτουργία με αυτόματο έλεγχο. Δηλαδή πρέπει να υπάρξει αυτόματη ελεγχόμενη σκίαση για την μείωση της απαιτούμενης ενέργειας για ψύξη. Η μηχανική υποστήριξη απαιτείται για αυτόματο έλεγχο. Ο στόχος των λειτουργιών αυτόματου ελέγχου των συστημάτων σκίασης για την προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία είναι η μείωση της εισερχόμενη θερμότητας οπότε και εξοικονόμηση ενέργειας που απαιτείται για ψύξη. Παρόλα αυτά, η χειροκίνητη λειτουργία από τον χρήστη πρέπει να είναι δυνατή σε κάθε περίπτωση, επιτρέποντας στο χρήστη να επιτύχει προστασία από αντανάκλαση ανεξάρτητα από τον αυτόματο έλεγχο της ηλιακής προστασίας για την εξοικονόμηση ενέργειας. Για να προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία C σε υψηλότερη κλάση, εδώ στην κλάση A, θα πρέπει να εφαρμοστεί συνδυασμένος έλεγχος φωτισμού/περσίδων/HVAC. Δηλαδή για την βελτιστοποίηση της ενέργειας που χρησιμοποιείται για HVAC, σκίαση και φωτισμό σε χώρους ανάλογα με την ανθρώπινη παρουσία ή όχι. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς αυτή η λειτουργία λαμβάνει υπόψη όλες τις απαιτούμενες παραμέτρους για να καλύψει τις ανάγκες σε ενέργεια και να βελτιστοποιήσει την

κατανάλωση (κατά προτεραιότητα λαμβάνοντας υπόψη την παρουσία και απουσία στους χώρους).

4.3.7 Αυτοματισμός διαχείρισης κτηρίου

Σε αυτή την κατηγορία ελέγχου γίνεται αναφορά στο σύστημα διαχείρισης του κτηρίου, τα επιμέρους τμήματα που το αποτελούν και η διαχείριση των διαφόρων λειτουργιών που εντάσσονται στο σύστημα. Η τεχνική διαχείριση μιας κατοικίας ή ενός επαγγελματικού κτιρίου επιτρέπει την εύκολη προσαρμογή της λειτουργίας του στις ανάγκες του χρήστη. Θα πρέπει ανά τακτικά χρονικά διαστήματα να ελέγχεται ότι τα προγράμματα λειτουργίας θέρμανσης, ψύξης, αερισμού και φωτισμού είναι καλώς προσαρμοσμένα στα πραγματικά εν χρήσει προγράμματα και ότι όλες οι επιθυμητές τιμές είναι επίσης προσαρμοσμένες στις ανάγκες του χρήστη.



- Προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην ρύθμιση όλων των ελεγκτών συμπεριλαμβανομένων των επιθυμητών τιμών και των παραμέτρων ελέγχου όπως πχ οι συντελεστές PI ελέγχου.
- Οι επιθυμητές τιμές ψύξης/θέρμανσης των ελεγκτών δωματίων θα πρέπει να ελέγχονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Οι χρήστες συχνά αλλάζουν αυτές τις επιθυμητές τιμές. Ένα κεντρικό σύστημα επιτρέπει την ανίχνευση και διόρθωση πιθανών ακραίων επιθυμητών τιμών.
- Εάν η μανδάλωση μεταξύ της εκπομπής ψύξης/θέρμανσης και της διανομής είναι μόνο μερικώς μανδαλωμένη. Η επιθυμητή τιμή θα προσαρμόζεται συνεχώς για την ελαχιστοποίηση της ταυτόχρονης ζήτησης ψύξης/θέρμανσης.
- Οι λειτουργίες σφαλμάτων και παρακολούθησης θα υποστηρίζουν την προσαρμογή της λειτουργίας στις ανάγκες του χρήστη και την βελτιστοποίηση του συντονισμού των διαφορετικών ελεγκτών. Κάτι τέτοιο θα πραγματοποιείται με την παροχή εύκολων εργαλείων ανίχνευσης της αντικανονικής λειτουργίας (λειτουργίες σφαλμάτων) και με την παροχή

εύκολων τρόπων για την καταγραφή και απεικόνιση της πληροφορίας (λειτουργίες παρακολούθησης).

Στις επιμέρους κατηγορίες ελέγχου θα αναλυθούν διεξοδικά τα επιμέρους τμήματα και το πώς αυτά συνδυάζονται για να επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα που είναι η ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου μας στο κομμάτι των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου.

1) Διαχείριση επιθυμητής τιμής

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου γίνεται η διαχείριση, επαναπροσδιορισμός και προσαρμογή των BAC επιθυμητών τιμών σύμφωνα με την κατάσταση λειτουργίας των δωματίων/ζωνών. Με βάση τη χρήση του λογισμικού ο συγκεκριμένος έλεγχος γίνεται όπως φαίνεται στην Εικόνα 34:

Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/> Προσαρμογή από κατανεμημένες / αποκεντρωμένες εγκαταστάσεις χώρου μόνο		Τα επιθυμητά σημεία ρύθμισης μπορούν να οριστούν από χώρο εγκατάστασης που βρίσκεται απομακρυσμένα. Για να οριστούν/ μηδενιστούν τα επιθυμητά ρύθμισης, ένας χειριστής θα έπρεπε να μεταβεί στον αντίστοιχο χώρο, το οποίο δεν είναι ευέλικτο και ως εκ τούτου αρκετά συχνά δεν γίνεται όπως απαιτείται. Αυτό οδηγεί σε περιττή κατανάλωση ενέργειας λόγω ακατάλληλων ρυθμίσεων που παραμένουν για ορισμένο χρόνο.	C 
<input type="radio"/> Προσαρμογή από κεντρικό χώρο	Π.χ σταθμός εργασίας, λειτουργία web, οι μονάδες χώρου εξαιρούνται.	Τα επιθυμητά σημεία ρύθμισης μπορούν να οριστούν από μια κεντρική θέση που είναι κοντά στους διάφορους χώρους (π.χ. μια επιλογή σε κάθε όροφο ...). Για το σκοπό αυτό απαιτείται οι τοπικές ρυθμίσεις να μην γίνονται με σταθερές μονάδες χώρου. Έτσι είναι πιθανότερο να γίνονται οι ρυθμίσεις / αλλαγές ρυθμίσεων, πράγμα που μειώνει την κατανάλωση ενέργειας	B 

Εικόνα 34: Διαχείριση επιθυμητής τιμής για τις κατηγορίες C και B

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού παρατηρούμε πως η ενεργειακή κλάση C για αυτήν την κατηγορία ελέγχου αναφέρεται σε προσαρμογή από κατανεμημένες/ αποκεντρωμένες εγκαταστάσεις χώρου μόνο. Με αυτόν τον τρόπο τα επιθυμητά σημεία ρύθμισης μπορούν να οριστούν από χώρο εγκατάστασης που βρίσκεται απομακρυσμένα. Για να οριστούν/

μηδενιστούν τα επιθυμητά ρύθμισης, ένας χειριστής θα έπρεπε να μεταβεί στον αντίστοιχο χώρο, το οποίο δεν είναι ευέλικτο και ως εκ τούτου αρκετά συχνά δεν γίνεται όπως απαιτείται. Αυτό οδηγεί σε περιττή κατανάλωση ενέργειας λόγω ακατάλληλων ρυθμίσεων που παραμένουν για ορισμένο χρόνο. Για να προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία C στην κατηγορία B θα πρέπει να υπάρξει προσαρμογή από κεντρικό χώρο, πχ από έναν κεντρικό σταθμό εργασίας ή μέσω διαδικτυακής εφαρμογής. Με αυτόν τον τρόπο τα επιθυμητά σημεία ρύθμισης μπορούν να οριστούν από μια κεντρική θέση που είναι κοντά στους διάφορους χώρους (π.χ. μια επιλογή σε κάθε όροφο). Για το σκοπό αυτό απαιτείται οι τοπικές ρυθμίσεις να μην γίνονται με σταθερές μονάδες χώρου. Έτσι είναι πιθανότερο να γίνονται οι ρυθμίσεις / αλλαγές ρυθμίσεων, πράγμα που μειώνει την κατανάλωση ενέργειας.

2) Διαχείριση χρόνου λειτουργίας

Σε αυτή την υποκατηγορία ελέγχου γίνεται λόγος για διαχείριση του χρόνου λειτουργίας, δηλαδή προσαρμογή των ωρών λειτουργίας του συστήματος / εγκατάστασης σύμφωνα με συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα ή / και ημερολόγιο. Με βάση το λογισμικό ο συγκεκριμένος έλεγχος γίνεται όπως φαίνεται στην Εικόνα 35:



	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Χειροκίνητη ρύθμιση (ενεργοποίηση εγκατάστασης)		Συχνά, τέτοιες εγκαταστάσεις ενεργοποιούνται σε εύλογο χρονικό διάστημα, αλλά συχνά λειτουργούν άσκοπα μεγάλο χρονικό διάστημα, επειδή δεν έχουν απενεργοποιηθεί βάσει της ζήτησης. Αυτό οδηγεί σε περαιτέρω κατανάλωση ενέργειας.	D
<input checked="" type="radio"/>	Μεμονωμένη ρύθμιση σύμφωνα με προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα, συμπεριλαμβανομένων καθορισμένων φάσεων προετοιμασίας			C
<input type="radio"/>	Μεμονωμένη ρύθμιση σύμφωνα με προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα, ρύθμιση από έναν κεντρικό χώρο	Π.χ σταθμός εργασίας, λειτουργία web, οι μονάδες χώρου εξαιρούνται, μεταβλητές φάσεις προετοιμασίας.	Με αυτόν τον τρόπο θα επιτευχθεί καλύτερη προσαρμογή στην κατάσταση ζήτησης και η μονάδα θα λειτουργήσει ως επί το πλείστον μόνο εάν απαιτείται.	A

Εικόνα 35: Διαχείριση χρόνου λειτουργίας για τις κατηγορίες D,C και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το λογισμικό, η κατηγορία C αντιστοιχεί σε μεμονωμένη ρύθμιση σύμφωνα με προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα, συμπεριλαμβανομένων καθορισμένων φάσεων προετοιμασίας. Για να γίνει η αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από C στην κλάση A θα πρέπει να εφαρμοστεί μεμονωμένη ρύθμιση σύμφωνα με προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα, ρύθμιση από έναν κεντρικό χώρο, πχ από σταθμό εργασίας, μέσω διαδικτυακής εφαρμογής με μεταβλητές φάσεις προετοιμασίας. Με αυτόν τον τρόπο θα επιτευχθεί καλύτερη προσαρμογή στην κατάσταση ζήτησης και η μονάδα θα λειτουργήσει ως επί το πλείστον μόνο εάν απαιτείται.

3) Ανίχνευση βλαβών τεχνικών συστημάτων κτηρίου και υποστήριξη για τη διάγνωση τους

Αυτή η λειτουργία του συστήματος αυτοματισμού και διαχείρισης του κτηρίου μας αναφέρεται σε ανίχνευση βλαβών τεχνικών συστημάτων κτηρίου και υποστήριξη για τη διάγνωσή τους. Με βάση τη χρήση του λογισμικού, η ανάλυση αυτής της λειτουργίας ελεγχόμενα απεικονίζεται στην Εικόνα 36:



	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/>	Κεντρική ένδειξη βλαβών και συναγερμών		Τα σφάλματα και οι συναγερμοί θα εμφανίζονται σε κεντρικό σημείο. Η διάγνωση εξαρτάται από τις δυνατότητες / διαθεσιμότητες του τεχνικού προσωπικού. Αυτό συχνά οδηγεί σε καθυστερήσεις στην αναγνώριση τους και έτσι σε περιττή υψηλή κατανάλωση ενέργειας έως ότου η κατάσταση σφάλματος σταθεροποιηθεί.	C 
<input type="radio"/>	Κεντρική ανίχνευση βλαβών και συναγερμών και υποστήριξη για τη διάγνωση τους		Σφάλματα και συναγερμοί θα υποδεικνύονται σε κεντρική θέση και το τεχνικό προσωπικό θα έχει οδηγίες αναγνώρισης για γρήγορη αποκατάστασή τους. Αυτό βοηθά στην άμεση και έγκαιρη ανταπόκριση και αποτρέπει την περιττή κατανάλωση ενέργειας.	A 

Εικόνα 36: Ανίχνευση βλαβών τεχνικών συστημάτων κτηρίου για τις κατηγορίες C και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση μέσω του λογισμικού η ενεργειακή κλάση C αντιστοιχεί σε κεντρική ένδειξη βλαβών και συναγερμών. Τα σφάλματα και οι συναγερμοί θα εμφανίζονται σε κεντρικό σημείο. Η διάγνωση εξαρτάται από τις δυνατότητες / διαθεσιμότητες του τεχνικού προσωπικού, γεγονός που συχνά οδηγεί σε καθυστερήσεις στην αναγνώριση τους και έτσι σε περιττή υψηλή κατανάλωση ενέργειας έως ότου η κατάσταση σφάλματος σταθεροποιηθεί. Για να προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από τη C στην αμέσως υψηλότερη που γι' αυτή την περίπτωση είναι η A, θα πρέπει να υποστηριχθεί η κεντρική ανίχνευση βλαβών και συναγερμών και υποστήριξη για τη διάγνωση τους. Δηλαδή τα σφάλματα και οι συναγερμοί θα υποδεικνύονται σε κεντρική θέση και το τεχνικό προσωπικό θα έχει οδηγίες αναγνώρισης για γρήγορη αποκατάστασή τους. Αυτό βοηθά στην άμεση και έγκαιρη ανταπόκριση και αποτρέπει την περιττή κατανάλωση ενέργειας.

4) Αναφορές σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και τις συνθήκες εσωτερικού χώρου

Αυτή η λειτουργία του συστήματος διαχείρισης αναφέρεται στις αναφορές που θα παράγονται από το σύστημα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας, τις συνθήκες εσωτερικού χώρου. Στην Εικόνα 37 γίνεται η ανάλυση αυτής της λειτουργίας με βάση το λογισμικό:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/>	Ένδειξη μόνο των πραγματικών τιμών	Π.χ θερμοκρασίες, τιμές από μετρητές	Οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες αλλά χωρίς εύχρηστα εργαλεία, οπότε συχνά δεν χρησιμοποιούνται. Έτσι η αύξηση κατανάλωσης ενέργειας δεν εντοπίζονται (νωρίς).	C 
<input type="radio"/>	Αναπροσαρμογή λειτουργιών και προσδιορισμός κατανάλωσης		Τα δεδομένα κατανάλωσης και οι πληροφορίες από καταγραφές για ιστορικά στοιχεία επιτρέπουν την έγκαιρη ανίχνευση αλλαγών. Εάν δύναται να αποφευχθεί η αύξηση κατανάλωσης ενέργειας με βάση αυτές τις πληροφορίες εξαρτάται από τις δυνατότητες του τεχνικού προσωπικού.	B 



Εικόνα 37: Λειτουργία αναφορών σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και τις συνθήκες εσωτερικού χώρου για τις κατηγορίες C και B

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση που κάνει το λογισμικό, η κατηγορία C αναφέρεται σε ένδειξη μόνο των πραγματικών τιμών, λχ θερμοκρασίες, τιμές από μετρητές. Αυτές οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες αλλά χωρίς εύχρηστα εργαλεία, οπότε συχνά δεν χρησιμοποιούνται. Έτσι η αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας δεν εντοπίζεται νωρίς. Για να προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία C σε υψηλότερη ενεργειακή κλάση, στην B, θα πρέπει να εφαρμοστεί αναπροσαρμογή λειτουργιών και προσδιορισμός της κατανάλωσης ενέργειας. Μέσω αυτής της λειτουργίας τα δεδομένα κατανάλωσης και οι πληροφορίες από καταγραφές για ιστορικά στοιχεία επιτρέπουν την έγκαιρη

ανίχνευση αλλαγών. Εάν δύναται να αποφευχθεί η αύξηση κατανάλωσης ενέργειας με βάση αυτές τις πληροφορίες εξαρτάται από τις δυνατότητες του τεχνικού προσωπικού.

5) Ανάκτηση θερμότητας και μετατόπιση θερμότητας

Αυτή η λειτουργία του συστήματος αυτοματισμού και διαχείρισης αναφέρεται σε ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας καθώς και μετατόπιση θερμότητας. Με βάση το λογισμικό η ανάλυση αυτής της λειτουργίας γίνεται όπως φαίνεται στην Εικόνα 38:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Στιγμασία χρήση απορριπτόμενης θερμότητας ή μετατόπισης θερμότητας		Η αξιοποίηση της απορριπτόμενης θερμότητας και η μετατόπιση θερμότητας γίνονται μόνο όταν είναι άμεσα εφικτό. Με αυτόν τον τρόπο δεν αξιοποιείται κάποιο δυναμικό.	
<input checked="" type="radio"/>	Διαχείριση χρήσης απορριπτόμενης θερμότητας ή μετατόπισης θερμότητας (συμπεριλαμβανομένης φόρτισης / εκφόρτισης TES)		Με αυτό τον τρόπο το χρονικό διάστημα που έχουμε κενά μεταξύ χρήσης και διαθεσιμότητας της απορριπτόμενης θερμότητας λαμβάνεται υπόψη και αυξάνει και βελτιστοποιεί την αξιοποίηση της θερμότητας.	

Εικόνα 38: Ανάκτηση θερμότητας και μετατόπιση θερμότητας για τις κατηγορίες D και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση μέσω της χρήσης του λογισμικού προκύπτει πως η ύπαρξη διαχείρισης χρήσης απορριπτόμενης θερμότητας ή μετατόπισης θερμότητας αντιστοιχεί σε ενεργειακή κλάση A. Με αυτόν τον τρόπο το χρονικό διάστημα που έχουμε κενά μεταξύ χρήσης και διαθεσιμότητας της απορριπτόμενης θερμότητας λαμβάνεται υπόψη και αυξάνει και βελτιστοποιεί την αξιοποίηση της θερμότητας.

4.4 Αναβάθμιση κλάσης ενεργειακής απόδοσης B σε κλάση ενεργειακής απόδοσης A

Σε αυτή την ενότητα θα διερευνηθούν για κάθε μία από τις κατηγορίες ελέγχου οι ενέργειες που πρέπει να πραγματοποιηθούν ώστε το κτήριο μας από κατηγορία κλάσης B να αναβαθμιστεί σε κατηγορία κλάσης A. Ήδη από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε για αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από C σε B ορισμένες από τις υποκατηγορίες ελέγχου έχουν αναβαθμιστεί σε κατηγορία ενεργειακής κλάσης A, οπότε αυτές θα παραλειφθούν σκόπιμα στην ανάλυση που θα ακολουθήσει και θα αναφερθούν μόνο οι υποκατηγορίες ελέγχου οι οποίες από ενεργειακή κλάση B θα αναβαθμιστούν σε ενεργειακή κλάση A.

4.4.1 Έλεγχος θέρμανσης

1) Έλεγχος εκπομπής θέρμανσης

Στην Εικόνα 39 απεικονίζεται ο έλεγχος εκπομπής θέρμανσης για τις κατηγορίες B και A.



Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
○ Έλεγχος μεμονωμένου χώρου με επικοινωνία	Μεταξύ ελεγκτών και BACS (πχ χρονοπρογράμματα, ορισμός θερμοκρασίας χώρου).	Ίδια απολόγηση με παραπάνω. Επιπρόσθετα ... <ul style="list-style-type: none"> • κεντρικά χρονοπρογράμματα επιτρέπουν την μείωση παροχής όταν δεν υπάρχει παρουσία • κεντρικές ρυθμίσεις και παρακολούθηση βελτιστοποιούν την λειτουργία της εγκατάστασης 	B
○ Έλεγχος μεμονωμένου χώρου με επικοινωνία	Ίδιο με παραπάνω, επιπρόσθετα: Για την περίπτωση συστημάτων με αδράνεια στην εκπομπή θερμότητας όπως πχ ενδοδαπέδια θέρμανση ή θέρμανση τοίχου, κλπ η λειτουργία 1.1.3 κατατάσσεται σε BAC βαθμίδα A	Ίδιος λόγος όπως παραπάνω. Με το τρόπο αυτό μπορεί να επιτευχθεί παρόμοια ενεργειακά αποδοτική λειτουργία για ενσωματωμένα συστήματα με αδράνεια, όπως με τη λειτουργία 1.1.4.	A
○ Έλεγχος μεμονωμένου χώρου και ανίχνευση παρουσίας	Μεταξύ ελεγκτών και BACS; Έλεγχος βάσει ζήτησης / ανίχνευσης παρουσίας (αυτό το επίπεδο λειτουργίας συνήθως δεν είναι διαθέσιμο για σύστημα θέρμανσης με αδράνεια πχ ενδοδαπέδια θέρμανση, ή θέρμανση επιπόχια).	Ίδιος λόγος όπως παραπάνω. Επιπρόσθετα: : <ul style="list-style-type: none"> • Ο έλεγχος πληρότητας οδηγεί σε πρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας χώρου για συνθήκες μερικού φορτίου • Ο έλεγχος προσαγωγής βάσει ζήτησης (παραγωγή ενέργειας) ελαχιστοποιεί τις απώλειες κατά την παροχή και διανομή 	A

Εικόνα 39: Έλεγχος εκπομπής θέρμανσης για τις κατηγορίες B και A

Για να προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από B σε A θα πρέπει να εφαρμοστεί έλεγχος μεμονωμένου χώρου με επικοινωνία ή και ανίχνευση παρουσίας. Δηλαδή πρέπει να υπάρχει επικοινωνία μεταξύ των ελεγκτών και του συστήματος BAC και έλεγχος βάσει ζήτησης μέσω ανίχνευσης παρουσίας με χρήση αισθητηρίων παρουσίας. Με αυτόν τον τρόπο οδηγούμαστε σε επιπρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας από την αντίστοιχη της κατηγορίας B για συνθήκες μερικού φορτίου και εξίσου προκύπτει ελαχιστοποίηση των απωλειών κατά την παροχή και τη διανομή της θέρμανσης.

2) Έλεγχος αντλιών διανομής σε δίκτυο

Στην Εικόνα 40 που ακολουθεί παρουσιάζεται ο έλεγχος των αντλιών διανομής σε δίκτυο για τις κατηγορίες B και A:



	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Έλεγχος πολλών βαθμίδων	Έλεγχος ταχύτητας κυκλοφορητών από ελεγκτή πολλών βαθμίδων.	Η λειτουργία σε χαμηλή ταχύτητα μειώνει την κατανάλωση ρεύματος για τους κυκλοφορητές πολλαπλών ταχυτήτων.	B 
<input type="radio"/>	Έλεγχος κυκλοφορητή μεταβλητών στροφών	Σταθερό ή μεταβλητό Δρ βάσει υπολογισμού από μονάδα (εσωτερική) του κυκλοφορητή.	<p>a. Με σταθερό Δρ: Η διαφορική πίεση δεν αυξάνεται όταν έχουμε μείωση του φορτίου διατηρώντας σταθερή την διαφορική πίεση κατά μήκος του κυκλοφορητή. Η ταχύτητα του κυκλοφορητή μειώνεται σε συνθήκες μερικού φορτίου οπότε μειώνεται και η κατανάλωση ενέργειας.</p> <p>b. Με αναλογικό Δρ: Η διαφορική πίεση του κυκλοφορητή μειώνεται καθώς μειώνεται το φορτίο. Έτσι έχουμε πρόσθετη μείωση σε ταχύτητα και ηλεκτρική ενέργεια υπό συνθήκες μερικού φορτίου.</p>	A 

Εικόνα 40: Έλεγχος αντλιών διανομής σε δίκτυο για τις κατηγορίες B και A

Για να προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία B στην κατηγορία A θα πρέπει να εφαρμοστεί η λειτουργία ελέγχου κυκλοφορητή μεταβλητών στροφών είτε με σταθερό είτε με μεταβλητό Δρ βάσει υπολογισμού από την εσωτερική μονάδα του κυκλοφορητή. Στην περίπτωση του σταθερού Δρ, η διαφορική πίεση δεν αυξάνεται όταν έχουμε μείωση στο φορτίο και έτσι παραμένει σταθερή, με αποτέλεσμα την μείωση της ταχύτητας του κυκλοφορητή σε συνθήκες μερικού φορτίου, γεγονός που συνεπάγεται την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Στην περίπτωση του μεταβλητού/αναλογικού Δρ, η διαφορική πίεση του κυκλοφορητή μειώνεται καθώς υπάρχει μείωση του φορτίου. Εφόσον μειώνεται η διαφορική πίεση, προκύπτει μείωση σε ταχύτητα και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε συνθήκες μερικού φορτίου.

3) Διακοπτόμενος έλεγχος εκπομπής ή/και διανομής

Στην Εικόνα 41 απεικονίζεται η λειτουργία διακοπτόμενου ελέγχου εκπομπής για τις κατηγορίες B και A:



	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Αυτόματος έλεγχος με βέλπστη εκκίνηση / στάση	Για μείωση του χρόνου λειτουργίας.	Πρόσθετη εξοικονόμηση σε εκπομπή ή / και διανομή με την συνεχή βελτιστοποίηση των ωρών λειτουργίας των εγκαταστάσεων στους χρόνους που έχουμε παρουσία ατόμων.	
<input type="radio"/>	Αυτόματος έλεγχος με αξιολόγηση ζήτησης	Για μείωση του χρόνου λειτουργίας.	Ο χρόνος λειτουργίας και / ή η ρύθμιση επιθυμητής τιμής για την εκπομπή ή / και διανομή καθορίζεται με βάση τη ζήτηση από τους καταναλωτές. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω κατάστασης λειτουργίας Comfort, PreComfort, Economy, Protection.	

Εικόνα 41: Διακοπτόμενος έλεγχος εκπομπής για τις κατηγορίες B και A

Για να οδηγηθούμε σε αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία B στην κατηγορία A θα πρέπει να εφαρμόσουμε λειτουργία αυτομάτου ελέγχου με αξιολόγηση ζήτησης με σκοπό τη μείωση του χρόνου λειτουργίας. Μέσω αυτής της λειτουργίας ο χρόνος λειτουργίας και η ρύθμιση επιθυμητής τιμής για την εκπομπή και τη διανομή καθορίζεται με βάση τη ζήτηση από τους καταναλωτές / χρήστες του κτηρίου. Δηλαδή μέσω καταστάσεων Comfort, PreComfort, Economy, Protection, οι οποίες καταστάσεις ορίζονται κάθε φορά από τους χρήστες του κτηρίου.

4) Έλεγχος παραγωγής θέρμανσης (εξωτερική μονάδα)

Στην Εικόνα 42 απεικονίζεται ο έλεγχος παραγωγής θέρμανσης για την εξωτερική μονάδα παραγωγής (λέβητας) για τις κατηγορίες B και A:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/>	Έλεγχος πολλαπλών βαθμίδων παραγωγής θερμότητας ανάλογα με το φορτίο ή τη ζήτηση	Π.χ on/off πολλών συμπιεστών.	Η προσδιδόμενη θερμότητα μπορεί να προσαρμοστεί καλύτερα στις ανάγκες των καταναλωτών, ενεργοποιώντας διάφορα στάδια. Με αυτόν τον τρόπο βελτώνεται η απόδοση της παραγωγής θέρμανσης	
<input type="radio"/>	Μεταβλητός έλεγχος παραγωγής θέρμανσης βάσει φορτίου ή ζήτησης	Π.χ hot gas bypass (παράκαμψη αερίου), έλεγχος συχνότητας μετατροπέα στροφών	Με τον μεταβλητό έλεγχο παραγωγής θέρμανσης με βάση το φορτίο ή τη ζήτηση, η θερμότητα μπορεί πάντα να παράγεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και η απόδοση μεγιστοποιείται.	

Εικόνα 42: Έλεγχος παραγωγής θέρμανσης (εξωτερική μονάδα) για τις κατηγορίες B και A

Για να προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από κατηγορία B σε κατηγορία A θα πρέπει να εφαρμοστεί μεταβλητός έλεγχος παραγωγής θέρμανσης βάσει φορτίου ή ζήτησης μέσω ελέγχου συχνότητας μετατροπέα στροφών. Μέσω αυτής της λειτουργίας ελέγχου, η θερμότητα μπορεί να παράγεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και η απόδοση μεγιστοποιείται.

4.4.2 Έλεγχος παροχής ζεστών νερών χρήσης

Αυτή η υποκατηγορία ελέγχου έχει ήδη αναβαθμιστεί σε κλάση ενεργειακής απόδοσης A.

4.4.3 Έλεγχος ψύξης

1) Έλεγχος εκπομπής ψύξης

Στην Εικόνα 43 απεικονίζεται ο έλεγχος εκπομπής ψύξης με βάση τη χρήση του λογισμικού για τις κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης B και A:



Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/> Έλεγχος μεμονωμένου χώρου με επικοινωνία	Μεταξύ των ελεγκτών και των συστημάτων BACS (πχ χρονοπρόγραμμα, επιθυμητή θερμοκρασία χώρου).	Ίδια απολόγηση με παραπάνω. Επιπρόσθετα : <ul style="list-style-type: none"> κεντρικά χρονοπρόγραμμα επιπρόσθουν τη μείωση παροχής κατά την διάρκεια που δεν έχουμε παρουσία κεντρικές διαδικασίες εποππίεας και διαχείρισης βελτιστοποιούν πτεραπέρω τη λειτουργία 	B
<input type="radio"/> Έλεγχος μεμονωμένου χώρου με επικοινωνία	Όπως και παραπάνω, επιπλέον: Για την περίπτωση συστημάτων δροσισμού με αδράνια, π.χ. ψύξη οροφής, κ.λπ. η λειτουργία 3.1.3 κατατάσσεται στην κλάση BAC A.	Ο ίδιος λόγος όπως παραπάνω. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να επιτευχθεί παρόμοια ενεργειακά αποδοτική λειτουργία για ολοκληρωμένα συστήματα πρόσδοσης θερμότητας με αδράνια όπως και με τη λειτουργία 3.1.4.	A
<input type="radio"/> Έλεγχος μεμονωμένου χώρου και ανίχνευση παρουσίας	Μεταξύ ελεγκτών και BACS; Έλεγχος βάσει ζήτησης / ανίχνευσης παρουσίας (αυτό το επίπεδο λειτουργίας συνήθως δεν είναι διαθέσιμο για σύστημα ψύξης με αδράνια πχ ενδοδαπέδια ψύξη).	Ο ίδιος λόγος όπως παραπάνω. Επιπλέον: <ul style="list-style-type: none"> ο αποτελεσματικός έλεγχος απόδοσης έχει ως αποτέλεσμα πρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας χώρου υπό συνθήκες μερικού φορτίου. Η παραγωγή ενέργειας βάσει ζήτησης έχει σαν αποτέλεσμα ελάχιστες απώλειες από την παροχή και τη διανομή. 	A

Εικόνα 43: Έλεγχος εκπομπής ψύξης για τις κατηγορίες B και A

Για να προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από κατηγορία B σε κατηγορία A θα πρέπει να εφαρμοστεί έλεγχος μεμονωμένου χώρου με επικοινωνία μεταξύ ελεγκτών και συστήματος αυτοματισμού και διαχείρισης κτηρίου (BACS), καθώς και ανίχνευση παρουσίας. Με βάση αυτή τη στρατηγική ελέγχου θα προκύψει αποτελεσματικός έλεγχος απόδοσης του συστήματος μας, γεγονός που θα επιφέρει μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με την κατηγορία B για συνθήκες μερικού φορτίου. Επιπρόσθετα θα πρέπει να επισημανθεί πως η παραγωγή ενέργειας βάσει ζήτησης έχει ως αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση των απωλειών από την παροχή και τη διανομή της ψύξης.

2) Έλεγχος κυκλοφορητών δικτύου

Στην Εικόνα 44 απεικονίζεται ο έλεγχος των κυκλοφορητών του δικτύου με βάση τη χρήση του λογισμικού για τις κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης B και A:



	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολογία για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Έλεγχος πολλών βαθμίδων	Για μείωση της βοηθητικής ενέργειας που απαιτείται στους κυκλοφορητές	Λειτουργία σε χαμηλότερες στροφές μειώνει την κατανάλωση ρεύματος των κυκλοφορητών πολλαπλών ταχυτήτων.	B 
<input type="radio"/>	Έλεγχος κυκλοφορητή με ρυθμιστή στροφών	Με μεταβλητό Dp και αξιολόγηση της ζήτησης για μείωση της βοηθητικής ενέργειας που απαιτείται στους κυκλοφορητές	Με σταθερό Dp: Η διαφορική πίεση δεν αυξάνεται όταν έχουμε μείωση του φορτίου διατηρώντας σταθερή την διαφορική πίεση κατά μήκος του κυκλοφορητή. Η ταχύτητα του κυκλοφορητή μειώνεται σε συνθήκες μερικού φορτίου οπότε μειώνεται και η κατανάλωση ενέργειας • b) Με αναλογικό Dp: Η διαφορική πίεση του κυκλοφορητή μειώνεται καθώς μειώνεται το φορτίο. Έτσι έχουμε πρόσθετη μείωση σε ταχύτητα και ηλεκτρική ενέργεια υπό συνθήκες μερικού φορτίου.	A 

Εικόνα 44: Έλεγχος κυκλοφορητών δικτύου για τις κατηγορίες B και A

Για να προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία B στην κατηγορία A θα πρέπει να εφαρμοστεί λειτουργία ελέγχου κυκλοφορητή με ρυθμιστή στροφών. Αυτή η στρατηγική ελέγχου με μεταβλητό Δρ θα επιφέρει μείωση της ταχύτητας του κυκλοφορητή καθώς θα μειώνεται η διαφορική πίεση σε συνθήκες μερικού φορτίου. Άρα μέσω αξιολόγησης της ζήτησης φορτίου και μείωσης της βοηθητικής ενέργειας που απαιτείται στους κυκλοφορητές θα έχουμε σημαντική και επιπρόσθετη μείωση στην κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με την κατηγορία B.

3) Διακοπτόμενος έλεγχος εκπομπής και / ή διανομής

Στην Εικόνα 45 απεικονίζεται η υποκατηγορία ελέγχου που αναφέρεται σε διακοπτόμενο έλεγχο εκπομπής και διανομής με βάση τη χρήση του λογισμικού για τις κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης B και A:



	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Αυτόματος έλεγχος με βέλπστη εκκίνηση / στάση	Για μείωση του χρόνου λειτουργίας.	Επιπρόσθετη εξοικονόμηση στην εκπομπή και / ή διανομή με συνεχή βελτίωση των ωρών λειτουργίας της εγκατάστασης στις ώρες πληρότητας.	
<input type="radio"/>	Αυτόματος έλεγχος με αξιολόγηση ζήτησης	Για μείωση του χρόνου λειτουργίας.	Ο χρόνος λειτουργίας και/ή επιθυμητή θερμοκρασία για εκπομπή και/ή διανομή καθορίζονται βάσει ζήτησης από τον καταναλωτή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω κατάστασης λειτουργίας Comfort, PreComfort, Economy, Protection.	

Εικόνα 45: Διακοπτόμενος έλεγχος εκπομπής και διανομής για τις κατηγορίες B και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού διαπιστώθηκε ότι για να προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία B στην κατηγορία A θα πρέπει να εφαρμοστεί στρατηγική αυτομάτου ελέγχου με αξιολόγηση ζήτησης. Με αυτόν τον τρόπο ο χρόνος λειτουργίας και η επιθυμητή θερμοκρασία για εκπομπή ή και για διανομή θα καθορίζονται βάσει της ζήτησης από την πλευρά των καταναλωτών μέσω λειτουργιών Comfort, PreComfort, Economy, Protection. Με αυτόν τον τρόπο θα προκύψει μείωση του χρόνου λειτουργίας και σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

4) Μανδάλωση μεταξύ ελέγχου εκπομπής και/ή διανομής θέρμανσης και ψύξης

Στην Εικόνα 46 απεικονίζεται η υποκατηγορία ελέγχου σχετικά με τη μανδάλωση μεταξύ ελέγχου εκπομπής και διανομής θέρμανσης ψύξης για τις κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης B και A:

Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/> Μερική μανδάλωση (εξαρτάται από το σύστημα HVAC)	<p>Η λειτουργία του ελέγχου έχει προγραμματιστεί έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα ταυτόχρονης θέρμανσης και ψύξης. Αυτό γενικά γίνεται με καθορισμό κλιμακωτής ρύθμισης της επιθυμητής τιμής θερμοκρασίας προσαγωγής από το κεντρικό σύστημα ελέγχου.</p>	<p>Παραγωγή/διανομή στο HVAC σύστημα: Η εξάρτηση των τιμών ρύθμισης παραγωγής θέρμανσης και ψύξης από την εξωτερική θερμοκρασία εμποδίζει – σε κάποιο βαθμό – ό,τι οι ελεγκτές θερμοκρασίας χώρου που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τις τερματικές μονάδες θα κάνουν διόρθωση θερμοκρασίας το καλοκαίρι (θέρμανση) ή τον χειμώνα(ψύξη). Όσο μεγαλύτερη απόσταση έχουν οι επιθυμητές τιμές των επιμέρους ελεγκτών χώρων για λειτουργία θέρμανσης και λειτουργία ψύξη (μεγάλη ουδέτερη ζώνη), τόσο αποτελεσματικότερη πρόβλεψη μπορεί να εγγυηθεί.</p>	
<input type="radio"/> Πλήρης μανδάλωση	<p>Η λειτουργία ελέγχου εγγυάται ότι δεν θα υπάρξει ταυτόχρονη θέρμανση και ψύξη.</p>	<p>Εκπομπή στο χώρο: Η πλήρης μανδάλωση (π.χ ένας ελεγκτής αλληλουχίας θερμοκρασίας χώρου) αποτρέπει οποιαδήποτε απορρόφηση ενέργειας σε μεμονωμένο χώρο. Παραγωγή/διανομή στο HVAC σύστημα: Η εξάρτηση των τιμών ρύθμισης παραγωγής θέρμανσης και ψύξης από την ζήτηση εμποδίζει – σε κάποιο βαθμό – ό,τι οι ελεγκτές θερμοκρασίας χώρου που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τις τερματικές μονάδες, θα κάνουν διόρθωση θερμοκρασίας το καλοκαίρι (θέρμανση) ή τον χειμώνα(ψύξη).</p>	



Εικόνα 46: Μανδάλωση μεταξύ ελέγχου εκπομπής και διανομής για θέρμανση και ψύξη

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το λογισμικό, για να οδηγηθούμε σε αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κλάση B στην κλάση A θα πρέπει να εφαρμόσουμε λειτουργία ελέγχου πλήρης μανδάλωσης. Αυτή η λειτουργία εγγυάται πως δεν θα υπάρξει ταυτόχρονη θέρμανση και ψύξη στους χώρους. Αναφορικά με την εκπομπή στο χώρο η πλήρης μανδάλωση πραγματοποιείται με τη χρήση ενός ελεγκτή αλληλουχίας θερμοκρασίας χώρου, ο οποίος αποτρέπει οποιαδήποτε απορρόφηση ενέργειας σε μεμονωμένο χώρο.

4.4.4 Έλεγχος αερισμού και κλιματισμού

1) Έλεγχος προσαγωγής αέρα σε επίπεδο χώρου

Στην Εικόνα 47 απεικονίζεται με χρήση του λογισμικού ο έλεγχος προσαγωγής αέρα σε επίπεδο χώρου για τις κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης A και B:



Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input checked="" type="radio"/> Χρονοπρόγραμμα	Το σύστημα λειτουργεί σύμφωνα με συγκεκριμένο χρονοπρόγραμμα.	Συνεχής σταθερή (υψηλή) ροή αέρα στο χώρο, αλλά βάσει χρονοπρογράμματος. Εάν ο εξαερισμός γίνεται μόνο όταν απαιτείται από άποψη άνεσης, εξαρτάται από την ποιότητα του χρονοπρογράμματος και από τη δυνατότητα προσαρμογής του. Όπως δείχνει η εμπειρία, αυτή η προσέγγιση συχνά οδηγεί επίσης σε περιττό αερισμό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα περιττή υψηλή κατανάλωση ενέργειας στη μονάδα αερισμού και επίσης στη διανομή αέρα.	B 
<input type="radio"/> Έλεγχος παρουσίας	Η λειτουργία τους συστήματος εξαρτάται από παρουσία (διακόπτης φωτισμού, αισθητήρια υπέρυθρων κλπ)	Χρησιμοποιώντας την ανίχνευση παρουσίας, ένας χώρος θα αερίζεται μόνο εάν χρησιμοποιηθεί. Με αυτόν τον τρόπο εξαλείφονται τα μειονεκτήματα ενός προκαθορισμένου χρονοδιαγράμματος και μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας στη μονάδα διαχείρισης και διανομής αέρα. Η προσαγωγή αέρα είναι πάντως σταθερή (υψηλή).	A 

Εικόνα 47: Έλεγχος προσαγωγής αέρα σε επίπεδο χώρου για τις κατηγορίες B και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού για να προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία B στην κατηγορία A θα πρέπει να εφαρμοστεί έλεγχος παρουσίας, δηλαδή η λειτουργία του συστήματος κλιματισμού μας να εξαρτάται από την παρουσία στον εκάστοτε χώρο μέσω της χρήσης διακόπτη φωτισμού ή αισθητηρίων υπέρυθρων. Μέσω της χρησιμοποίησης της λειτουργίας ανίχνευσης παρουσίας, ένας χώρος θα αερίζεται μόνο εάν χρησιμοποιείται. Άρα με αυτόν τον τρόπο θα εξαλείφονται τα μειονεκτήματα ενός προκαθορισμένου χρονοδιαγράμματος, που αντιστοιχεί στην κατηγορία B, γεγονός που οδηγεί σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στη μονάδα διαχείρισης και διανομής του αέρα. Μέσω αυτής της στρατηγικής ελέγχου προκύπτει μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας από την αντίστοιχη στρατηγική ελέγχου με χρήση χρονοπρογράμματος που αντιστοιχεί στην κατηγορία B.

2) Έλεγχος προσαγωγής νωπού αέρα

Στην Εικόνα 48 απεικονίζεται ο έλεγχος προσαγωγής νωπού αέρα με χρήση του λογισμικού για τις κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης B και A:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
○	Σταθερή (χαμηλή / υψηλή) αναλογία νωπού / προσαγωγής νωπού	Βάσει πληρότητας χώρου, πχ διακόπτης φωτισμού, αισθητήρια υπερέυθρων κλπ	Βάσει ανίχνευσης παρουσίας θα υπάρχει υψηλός ρυθμός προσαγωγής εξωτερικού αέρα εάν οι χώροι είναι κατειλημμένοι. Με αυτόν τον τρόπο εξαιρούνται τα μειονεκτήματα ενός προκαθορισμένου χρονοδιαγράμματος και η κατανάλωση ενέργειας για τον κλιματισμό θα μειωθεί. Ο ρυθμός προσαγωγής εξωτερικού αέρα είναι συχνά πολύ υψηλός σε σύγκριση με τη ζήτηση.	B 
○	Μεταβλητός έλεγχος	Το σύστημα ελέγχεται από αισθητήρια που ανιχνεύουν τον αριθμό ατόμων ή παραμέτρους εσωτερικού αέρα ή προσαρμοσμένα κριτήρια (π.χ. αισθητήρια CO ₂ , ποιότητα αέρα ή VOC). Οι χρησιμοποιούμενες παράμετροι πρέπει να προσαρμόζονται στη χρήση του χώρου.	Θα υπάρχει πάντα μόνο τόση προσαγωγή αέρα στην εγκατάσταση όσο απαιτούν οι συνθήκες. Αυτό οδηγεί σε ελάχιστη απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας για τον κλιματισμό από την πλευρά της προσαγωγής εξωτερικού αέρα.	A 

Εικόνα 48: Έλεγχος προσαγωγής νωπού αέρα για τις κατηγορίες B και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση το λογισμικού, για να προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία B στην κατηγορία A για τη συγκεκριμένη υποκατηγορία ελέγχου θα πρέπει να εφαρμοστεί στρατηγική ελέγχου που να αναφέρεται σε μεταβλητό έλεγχο μέσω αισθητηρίων παρουσίας ατόμων ή αισθητηρίων μέτρησης παραμέτρων ποιότητας αέρα όπως αισθητήρια καταμέτρησης επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Με αυτόν τον τρόπο θα υπάρχει μόνο τόση προσαγωγή αέρα στην εγκατάσταση όσο απαιτούν οι συνθήκες. Ένα σενάριο λειτουργίας αυτής της στρατηγικής ελέγχου μπορεί να είναι η ύπαρξη αισθητηρίου παρουσίας στον χώρο το οποίο να έχει σαν σημείο ελέγχου μία αναλογική είσοδο/ analog input (AI), η οποία να δέχεται τιμές ανάλογα με την παρουσία στον χώρο. Στη συνέχεια αυτό το σήμα να πηγαίνει από τον αισθητήρα στον ελεγκτή (controller), ο οποίος στη συνέχεια στέλνει σήμα ελέγχου στον ενεργοποιητή (actuator) ο οποίος σε αυτή την περίπτωση της προσαγωγής νωπού αέρα μπορεί να είναι ο σερβοκινητήρας των διαφραγμάτων(dampers) της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας(KKM), ο οποίος θα προσάγει των νωπό αέρα στο κιβώτιο μίξης της KKM με αναλογικό τρόπο δεχόμενος ένα σήμα αναλογικής εξόδου/analog

output (AO) από τον ελεγκτή της ΚΚΜ. Έτσι οδηγούμαστε στην ελάχιστη απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας για τον κλιματισμό από την πλευρά της προσαγωγής του εξωτερικού (νωπού) αέρα.

3) Έλεγχος προσαγωγής αέρα ή πίεσης στο επίπεδο κλιματιστικής μονάδας

Στην Εικόνα 49 που ακολουθεί απεικονίζεται η υποκατηγορία ελέγχου που αναφέρεται σε έλεγχο προσαγωγής αέρα ή πίεσης στο επίπεδο της κλιματιστικής μονάδας του υπό μελέτη κτηρίου μας για τις κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης B και A:

Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/> Έλεγχος πολλαπλών βαθμίδων	Για τη μείωση ζήτησης βοηθητικής ενέργειας του ανεμιστήρα.	Όπως συμβαίνει και με On off έλεγχο, αλλά με την προσαγωγή ρυθμισμένη σε βαθμίδες (π.χ. το χρονοδιάγραμμα μειώνει το επίπεδο λειτουργίας κατά το μεσημεριανό γεύμα, αργά το απόγευμα ...). Η λειτουργία του ανεμιστήρα σε μειωμένη βαθμίδα οδηγεί αντίστοιχα σε μειωμένη κατανάλωση ενέργειας (βλέπε προτεινόμενους νόμους).	B
<input type="radio"/> Αυτόματη ρύθμιση παροχής ή πίεσης χωρίς επαναφορά πίεσης	Φορτίο προσαγωγής αέρα βάσει ζήτησης από όλους τους συνδεδεμένους χώρους.	Όπως συμβαίνει και κατά τον On off έλεγχο, αλλά επιπλέον η πίεση προσαγωγής θα ελέγχεται σε σταθερό σημείο ρύθμισης ελεγχοντας την ταχύτητα του ανεμιστήρα. Εάν αλλάξει η κατάσταση ροής αέρα στους χώρους, η πίεση των αγωγών και ο ρυθμιστής πίεσης ανιχνεύουν σε αυτήν και η ροή του αέρα θα ρυθμιστεί αναλόγως. Αυτό οδηγεί σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για κλιματισμό και μεταφορά. Η τιμή ρύθμισης πίεσης θα ρυθμιστεί ανάλογα με την πιο κρίσιμη κατάσταση η οποία οδηγεί σε περιπτώ υψηλή πίεση παροχής για λειτουργία μερικού φορτίου.	A

Εικόνα 49: Έλεγχος προσαγωγής αέρα ή πίεσης στο επίπεδος της ΚΚΜ για τις κατηγορίες B και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού για να οδηγηθούμε σε αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία B στην κατηγορία A θα πρέπει να εφαρμοστεί στρατηγική ελέγχου με αυτόματη ρύθμιση παροχής ή πίεσης χωρίς επαναφορά πίεσης. Δηλαδή πρέπει το φορτίο προσαγωγής του αέρα να προσαρμοστεί βάσει της ζήτησης από όλους τους συνδεδεμένους χώρους όπου δρα η ΚΚΜ. Συγκεκριμένα αυτή η λειτουργία συμβαίνει και κατά τον on/off έλεγχο με τη διαφορά ότι η πίεση προσαγωγής θα ελέγχεται σε σταθερό

σημείο ρύθμισης ελέγχοντας την ταχύτητα του ανεμιστήρα. Εάν αλλάξει η κατάσταση ροής αέρα στους χώρους, η πίεση των αγωγών και ο ρυθμιστής πίεσης αντιδρούν σε αυτήν και η ροή του αέρα θα ρυθμιστεί αναλόγως. Η τιμή ρύθμισης της πίεσης θα ρυθμιστεί ανάλογα με την πιο κρίσιμη κατάσταση, η οποία οδηγεί σε περιττή υψηλή πίεση παροχής για λειτουργία μερικού φορτίου. Με αυτόν τον τρόπο οδηγούμαστε σε επιπρόσθετη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για τον κλιματισμό από την αντίστοιχη της κατηγορίας B.

4) Free mechanical cooling

Στην Εικόνα 50 απεικονίζεται με βάση τη χρήση του λογισμικού η υποκατηγορία ελέγχου που αναφέρεται στην έννοια του free mechanical cooling για τις κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης B και A:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Free cooling	Τόσο η ποσότητα εξωτερικού αέρα όσο και ο αέρας ανακυκλοφορίας, ρυθμίζονται σε όλες τις χρονικές περιόδους ώστε να ελαχιστοποιηθεί η απαίτηση μηχανικής ψύξης. Ο υπολογισμός πραγματοποιείται με βάση τις θερμοκρασίες.	Μειώνει τη ζήτηση ενέργειας κατά την ψύξη του αέρα προσαγωγής: Μέγιστη οικονομική εναλλαγή (MECH): Η ανάκτηση θερμότητας ξεκινά κάθε φορά που η θερμοκρασία του αέρα απαγωγής είναι χαμηλότερη από την εξωτερική θερμοκρασία. Παραγωγή ψυχρού νερού με εξωτερικό αέρα: (από τον αέρα προσαγωγής μέσω των ψυκτικών πτηνίων και του ψυκτικού υγρού απευθείας στον πύργο ψύξης). Έχει προτεραιότητα (ευνοϊκή τιμή ενέργειας) όσο η εξωτερική θερμοκρασία επαρκεί για ψύξη.	B
<input type="radio"/>	H,x- απευθείας έλεγχος	Η ποσότητα αέρα προσαγωγής και ανακυκλοφορίας ρυθμίζεται σε όλες τις χρονικές περιόδους ώστε να ελαχιστοποιείται η ποσότητα μηχανικής ψύξης. Ο υπολογισμός πραγματοποιείται βάσει θερμοκρασιών και υγρασίας (ενθαλπία).	Μέγιστη οικονομική εναλλαγή (MECH): Η ανάκτηση θερμότητας ξεκινά κάθε φορά που η ενθαλπία του αέρα απαγωγής είναι χαμηλότερη από την ενθαλπία του εξωτερικού αέρα, μειώνοντας την ενεργειακή ζήτηση κατά την ψύξη του αέρα προσαγωγής.	A



Εικόνα 50: Λειτουργία free mechanical cooling για τις κατηγορίες B και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού για τη συγκεκριμένη υποκατηγορία ελέγχου, για να οδηγηθούμε σε αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης θα πρέπει να εφαρμοστεί απευθείας έλεγχος στον εναλλάκτη θερμότητας - heat exchanger (H,x-). Μέσω αυτού του ελέγχου η ποσότητα αέρα

προσαγωγής και ανακυκλοφορίας ρυθμίζεται σε όλες τις χρονικές περιόδους ώστε να ελαχιστοποιείται η ποσότητα μηχανικής ψύξης. Ο υπολογισμός της ποσότητας του αέρα προσαγωγής πραγματοποιείται βάσει θερμοκρασιών και υγρασίας (ενθαλπία). Μέσω αυτής της στρατηγικής ελέγχου προκύπτει μέγιστη οικονομική εναλλαγή (MECH), διότι η ανάκτηση θερμότητας ξεκινά κάθε φορά που η ενθαλπία του αέρα απαγωγής είναι χαμηλότερη από την ενθαλπία του εξωτερικού αέρα, μειώνοντας την ενεργειακή ζήτηση από την ψύξη του αέρα προσαγωγής.

5) Έλεγχος θερμοκρασίας προσαγωγής στο επίπεδο της ΚΚΜ

Στην Εικόνα 51 απεικονίζεται με βάση τη χρήση του λογισμικού η υποκατηγορία ελέγχου που αναφέρεται σε έλεγχο θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα στο επίπεδο της ΚΚΜ για τις κατηγορίες B και A:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Μεταβλητό σημείο ρύθμισης με αντιστάθμιση βάσει εξωτερικής θερμοκρασίας	Η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής ελέγχεται μέσω αντισταθμιζόμενου βρόχου. Η ρύθμιση είναι μια απλή λειτουργία της εξωτερικής θερμοκρασίας (π.χ. γραμμική λειτουργία).	Η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής ελέγχεται βάσει εξωτερικής θερμοκρασίας (που αντιστοιχεί στην πιθανή ζήτηση των μεμονωμένων χώρων). Ωστόσο, δεν λαμβάνεται υπόψη το ατομικό φορτίο σε κάθε χώρο. Ως αποτέλεσμα, δεν υπάρχει τρόπος να επιδράσουμε στους ελεγκτές θερμοκρασίας χώρου που κάνουν αναθέρμανση το καλοκαίρι ή ψύξη τον χειμώνα.	B 
<input type="radio"/>	Μεταβλητό σημείο ρύθμισης με αντιστάθμιση βάσει φορτίου	Η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής ελέγχεται μέσω αντισταθμιζόμενου βρόχου. Το σημείο ρύθμισης ορίζεται ως συνάρτηση των φορτίων χώρου. Αυτό μπορεί κανονικά να επιτευχθεί μόνο με ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου που επιτρέπει τη συλλογή των θερμοκρασιών ή της θέσης της βάνας στους διαφορετικούς χώρους	Εγκατάσταση μεμονωμένου χώρου με cascading έλεγχο: Η θερμοκρασία προσαγωγής ελέγχεται ανάλογα με το φορτίο χώρου ή του χώρου αναφοράς. Εγκατάσταση πολλαπλών χώρων με αυτοματισμό χώρου: Η θερμοκρασία προσαγωγής ελέγχεται ανάλογα με το μεγαλύτερο φορτίο από τους επιμέρους χώρους. Αυτό μειώνει τον αριθμό των επιμέρους ελεγκτών θερμοκρασίας χώρου που κάνουν αναθέρμανση το καλοκαίρι ή ψύξη το χειμώνα.	A 

Εικόνα 51: Έλεγχος θερμοκρασίας προσαγωγής στο επίπεδο της ΚΚΜ για τις κατηγορίες B και A


Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού προκύπτει το συμπέρασμα ότι για να οδηγηθούμε σε αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία B στην κατηγορία A θα πρέπει να εφαρμοστεί στρατηγική ελέγχου μεταβλητού σημείου ρύθμισης με αντιστάθμιση βάσει φορτίου. Δηλαδή το

σημείο ρύθμισης θα ορίζεται ως συνάρτηση των φορτίων χώρου, γεγονός που μπορεί να επιτευχθεί μόνο με ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου που θα καθιστά δυνατή τη συλλογή των θερμοκρασιών ή της θέσης της βάνας στους χώρους οι οποίοι καλύπτονται από την κεντρική κλιματιστική μονάδα. Στην περίπτωση του υπό μελέτη κτηρίου μας, όπου η κεντρική κλιματιστική μονάδα καλύπτει τα φορτία χώρου και αερισμού πολλαπλών χώρων του ισογείου, η θερμοκρασία προσαγωγής του αέρα θα πρέπει να ελέγχεται ανάλογα με το μεγαλύτερο φορτίο από τους επιμέρους χώρους. Το γεγονός αυτό μειώνει τον αριθμό των επιμέρους ελεγκτών θερμοκρασίας χώρου που κάνουν αναθέρμανση το καλοκαίρι ή ψύξη το χειμώνα. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτει επιπρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας από την αντίστοιχη της κατηγορίας B για αυτήν την υποκατηγορία ελέγχου.

4.4.5 Έλεγχος φωτισμού

1) Έλεγχος παρουσίας

Στην Εικόνα 52 απεικονίζεται με βάση τη χρήση του λογισμικού η υποκατηγορία ελέγχου που αναφέρεται σε έλεγχο παρουσίας για την κατηγορία ενεργειακής απόδοσης A:



Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/> Αυτόματη ανίχνευση	<p>Manual On / Partial Auto On / Dimmed Off: Τα φώτα μπορούν να ανάψουν μόνο μέσω χειροκίνητου διακόπτη ή αυτόματα μέσω αισθητήρα ανίχνευσης παρουσίας εγκατεστημένος πλησίον ή εντός της φωτιζόμενης περιοχής και στην περίπτωση που δεν σβήνουν χειροκίνητα πλένονται σε στάση χαμηλής καταπόλησης (0% μεγαλύτερη του 30% της πλήρους έντασης) όχι αργότερα από 10 λεπτά μετά την τελευταία ανίχνευση ανθρώπινης παρουσίας στην φωτιζόμενη περιοχή. Επιπροσθέτως, όχι αργότερα από 20 λεπτά μετά την τελευταία ανίχνευση ανθρώπινης παρουσίας εντός του δωματίου συνολικά, τα φώτα αυτόματα σβήνουν.</p> <p>Manual On / Partial Auto On / Auto Off: Τα φώτα μπορούν να ανάψουν μόνο μέσω χειροκίνητου διακόπτη ή αυτόματα μέσω αισθητήρα ανίχνευσης παρουσίας εγκατεστημένος πλησίον ή εντός της φωτιζόμενης περιοχής και στην περίπτωση που δεν σβήνουν χειροκίνητα, όχι αργότερα από 20 λεπτά μετά την τελευταία ανίχνευση ανθρώπινης παρουσίας εντός του δωματίου συνολικά, τα φώτα αυτόματα σβήνουν.</p>	<p>Manual On / Partial Auto On / Dimmed Off Ο φωτισμός κάθε περιοχής...</p> <ul style="list-style-type: none"> • μπορεί να ανάψει χειροκίνητα, • μπορεί να αυτοεξοικονομήσει την φωτεινότητα και να σβήσει εντελώς. <p>Η τρέχουσα ανθρώπινη παρουσία καταγράφεται σε κάθε δωμάτιο. Στην συνέχεια ο αυτόματος έλεγχος φωτισμού...</p> <ul style="list-style-type: none"> • μειώνει τον φωτισμό στον χώρο το ποσό μέχρι 20% μετά την άρση παρουσίας, • σβήνει τα φώτα στον χώρο 5 λεπτά μετά την άρση παρουσίας. <p>Manual On / Partial Auto On / Auto Off Ο φωτισμός κάθε περιοχής...</p> <ul style="list-style-type: none"> • μπορεί να ανάψει χειροκίνητα, • μπορεί να σβήσει χειροκίνητα. <p>Η τρέχουσα ανθρώπινη παρουσία καταγράφεται σε κάθε δωμάτιο. Στην συνέχεια ο αυτόματος έλεγχος φωτισμού σβήνει τα φώτα στον χώρο 5 λεπτά μετά από την άρση ανθρώπινης παρουσίας.</p>	

Εικόνα 52: Έλεγχος παρουσίας για την κατηγορία A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού συμπεραίνουμε πως για να προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης στην κατηγορία Α θα πρέπει να εφαρμοστεί η λειτουργία αυτόματης ανίχνευσης στον έλεγχο παρουσίας. Συγκεκριμένα υπάρχουν δύο διακριτές υπολειτουργίες που υπάγονται σε αυτή την λειτουργία: α) Λειτουργία Manual On/ Partial Auto On/ Dimmed off και β) λειτουργία Manual On / Partial Auto On/ Auto Off. Στην πρώτη υπολειτουργία τα φώτα μπορούν να ανάψουν μόνο μέσω χειροκίνητου διακόπτη ή αυτόματα μέσω αισθητήρα ανίχνευσης παρουσίας εντός της φωτιζόμενης περιοχής. Στην περίπτωση που τα φώτα δεν σβήνουν χειροκίνητα, τίθενται σε στάθμη χαμηλής κατανάλωσης (όχι μεγαλύτερη του 30% της πλήρους έναυσης) και όχι αργότερα από δέκα λεπτά μετά την τελευταία ανίχνευση ανθρώπινης παρουσίας στη φωτιζόμενη περιοχή. Ακόμη, όχι αργότερα από είκοσι λεπτά μετά την τελευταία ανίχνευση ανθρώπινης παρουσίας εντός του φωτιζόμενου χώρου, τα φώτα αυτομάτως σβήνουν. Στη δεύτερη υπολειτουργία τα φώτα μπορούν να ανάψουν μόνο μέσω χειροκίνητου διακόπτη ή αυτόματα μέσω αισθητήρα ανίχνευσης παρουσίας, που έχει εγκατασταθεί εντός ή κοντά στη φωτιζόμενη περιοχή. Στην περίπτωση που τα φώτα δεν σβήνουν χειροκίνητα αλλά αυτόματα, καταγράφεται η τελευταία ανίχνευση παρουσίας στο φωτιζόμενο χώρο και όχι αργότερα από είκοσι λεπτά τα φώτα σβήνουν αυτόματα. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις ο αυτόματος έλεγχος φωτισμού σβήνει τα φώτα στον χώρο μετά την τελευταία ανίχνευση παρουσίας, γεγονός που αποφέρει επιπρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με την αντίστοιχη της κατηγορίας Β.

2) Επίπεδο φωτισμού / Έλεγχος Ηλιοφάνειας (συγκομιδή ηλιοφάνειας)

Στην Εικόνα 53 απεικονίζεται ο έλεγχος ηλιοφάνειας (συγκομιδή ηλιοφάνειας) στο επίπεδο φωτισμού για τις κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης Β και Α:

Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/> Αυτόματη έναυση/σβέση	Τα φώτα σβήνουν αυτόματα όταν υπάρχει στον χώρο ικανοποιητικός φυσικός φωτισμός έτσι ώστε να διατηρείται η ελάχιστη επιθυμητή τιμή φωτεινότητας και ανάβουν όταν δεν υπάρχει αρκετός.	Όταν υπάρχει στον χώρο ικανοποιητικός φυσικός φωτισμός τα φώτα θα σβήσουν εξαιρέοντας τα μειονεκτήματα του χειροκίνητου και κεντρικού χειροκίνητου ελέγχου. Η αυτόματη έναυση/σβέση εξασφαλίζει ικανοποιητικό επίπεδο φωτισμού	B 
<input type="radio"/> Αυτόματη ρύθμιση φωτεινότητας (dimming)	Τα φώτα χαμηλώνουν και τελικά σβήνουν εντελώς όταν υπάρχει ικανοποιητικός φυσικός φωτισμός. Τα φώτα θα ανάψουν πάλι μέχρι το κατάλληλο επίπεδο φωτεινότητας όταν το φυσικό φως μειωθεί.	Η αυτόματη ενίσχυση του φυσικού φωτός με τεχνητό συνεχώς εξασφαλίζει βέλτιστο επίπεδο φωτεινότητας με την χαμηλότερη κατανάλωση ρεύματος.	A 

Εικόνα 53: Έλεγχος επιπέδου φωτισμού και έλεγχος ηλιοφάνειας(συγκομιδή ηλιοφάνειας) για τις κατηγορίες B και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού συμπεραίνουμε ότι για να οδηγηθούμε σε αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από την κατηγορία B στην κατηγορία A θα πρέπει να εφαρμόσουμε στρατηγική ελέγχου αυτόματης ρύθμισης φωτεινότητας (dimming). Χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτής της λειτουργίας ελέγχου είναι ότι τα φώτα χαμηλώνουν και τελικά σβήνουν εντελώς όταν υπάρχει φυσικός φωτισμός. Όταν ο φυσικός φωτισμός μειωθεί, τα φώτα θα ανάψουν πάλι μέχρι το κατάλληλο επίπεδο φωτεινότητας. Γενικά η αυτόματη ενίσχυση του φυσικού φωτός με τεχνητό συνεχώς εξασφαλίζει βέλτιστο επίπεδο φωτεινότητας, προσφέροντας χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και επιπρόσθετη εξοικονόμηση σε σχέση με την αντίστοιχη της κατηγορίας B.



4.4.6 Έλεγχος περσίδων

Αυτή η υποκατηγορία ελέγχου έχει ήδη αναβαθμιστεί σε κλάση ενεργειακής απόδοσης A.

4.4.7 Αυτοματισμός διαχείρισης κτηρίου

1) Διαχείριση επιθυμητής τιμής

Στην Εικόνα 54 απεικονίζεται με βάση τη χρήση του λογισμικού η λειτουργία διαχείρισης επιθυμητής τιμής για τις κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης B και A:



	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Προσαρμογή από κεντρικό χώρο	Π.χ σταθμός εργασίας, λειτουργία web, οι μονάδες χώρου εξαιρούνται.	Τα επιθυμητά σημεία ρύθμισης μπορούν να οριστούν από μια κεντρική θέση που είναι κοντά στους διάφορους χώρους (π.χ. μια επιλογή σε κάθε όροφο ...). Για το σκοπό αυτό απαιτείται οι τοπικές ρυθμίσεις να μην γίνονται με σταθερές μονάδες χώρου. Έτσι είναι πιθανότερο να γίνονται οι ρυθμίσεις / αλλαγές ρυθμίσεων, πράγμα που μειώνει την κατανάλωση ενέργειας	B 
<input type="radio"/>	Προσαρμογή από κεντρικό χώρο με συχνή επαναφορά των αλλαγών από χρήστη	Π.χ σταθμός εργασίας, λειτουργία web, οι μονάδες χώρου εξαιρούνται.		A 

Εικόνα 54: Διαχείριση επιθυμητής τιμής για τις κατηγορίες B και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού προκύπτει πως για να οδηγηθούμε σε αναβάθμιση ενεργειακής απόδοσης από την κατηγορία B στην κατηγορία A θα πρέπει να εφαρμοστεί στρατηγική ελέγχου προσαρμογής από κεντρικό χώρο με συχνή επαναφορά των αλλαγών από τον χρήστη. Με χρήση αυτής της στρατηγικής ελέγχου τα επιθυμητά σημεία ρύθμισης μπορούν να οριστούν από ένα κεντρικό σημείο όπως ένας σταθμός εργασίας ή μέσω διαδικτυακής εφαρμογής σε συνδυασμό με τις επιλογές των χρηστών που θα έχουν τη δυνατότητα της παρέμβασης με συχνή επαναφορά των αλλαγών στους εκάστοτε χώρους λειτουργίας. Με αυτόν τον τρόπο θα προκύψει επιπρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με την αντίστοιχη εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται στην κατηγορία B.

2) Αναφορές σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και τις συνθήκες εσωτερικού χώρου

Στην Εικόνα 55 απεικονίζεται με βάση τη χρήση του λογισμικού η λειτουργία δημιουργίας αναφορών σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και τις συνθήκες εσωτερικών χώρων για τις κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης B και A:

	Κατάσταση	Εξήγηση	Απολόγηση για εξοικονόμηση ενέργειας	EE-Class
<input type="radio"/>	Αναπροσαρμογή λειτουργιών και προσδιορισμός κατανάλωσης		Τα δεδομένα κατανάλωσης και οι πληροφορίες από καταγραφές για ιστορικά στοιχεία επιτρέπουν την έγκαιρη ανίχνευση αλλαγών. Εάν δύναται να αποφευχθεί η αύξηση κατανάλωσης ενέργειας με βάση αυτές τις πληροφορίες εξαρτάται από τις δυνατότητες του τεχνικού προσωπικού.	B 
<input type="radio"/>	Ανάλυση, αξιολόγηση απόδοσης, συγκριτική αξιολόγηση εσωτερικού περιβάλλοντος και ενέργειας		Με την ανάλυση την αξιολόγηση και τη συγκριτική αξιολόγηση του εσωτερικού περιβάλλοντος και της κατανάλωσης ενέργειας είναι δυνατόν να αποφευχθεί αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας έγκαιρα και με στοχευμένη προσπάθεια.	A 

Εικόνα 55: Λειτουργία δημιουργίας αναφορών σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και τις συνθήκες εσωτερικού χώρου για τις κατηγορίες B και A

Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού συμπεραίνουμε πως για να προκύψει αναβάθμιση ενεργειακής απόδοσης από την κατηγορία B στην κατηγορία A θα πρέπει να εφαρμοστεί στρατηγική ελέγχου η οποία θα περιλαμβάνει ανάλυση, αξιολόγηση απόδοσης καθώς και συγκριτική αξιολόγηση εσωτερικού περιβάλλοντος και ενέργειας. Μέσω αυτής της στρατηγικής ελέγχου είναι δυνατόν να αποφευχθεί αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας έγκαιρα και με στοχευμένη προσπάθεια, αποφέροντας με αυτόν τον τρόπο επιπρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας από την αντίστοιχη της κατηγορίας B.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ ΜΕΣΩ ΚΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ

Στο κεφάλαιο 5 θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα τις ενεργειακής αναβάθμισης του υπό μελέτη κτηρίου μας για τα δύο σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης που μελετήθηκαν στο κεφάλαιο 4. Αρχικά θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα τις αναβάθμισης σε κατηγορία Β από κατηγορία C του συστήματος αυτοματισμού και ελέγχου της εγκατάστασης μας και στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα τις αναβάθμισης από κατηγορία Β σε κατηγορία Α. Τέλος θα γίνει μία συνολική σύγκριση των αποτελεσμάτων που υπήρχαν πριν την αναβάθμιση, δηλαδή στην αρχική κατηγορία C, σε σχέση με τα αποτελέσματα που προκύπτουν μετά την τελική αναβάθμιση όπου το κτήριο πλέον ανήκει στην κατηγορία Α στο κομμάτι του αυτοματισμού του.

5.1 Αποτελέσματα αναβάθμισης από την κατηγορία ενεργειακής κλάσης C στην κατηγορία ενεργειακής κλάσης B

5.1.1 Επισκόπηση αποτελεσμάτων

Στην Εικόνα 56 απεικονίζεται η επισκόπηση των αποτελεσμάτων της ενεργειακής αναβάθμισης της κλάσης C στην κλάση Β, έχοντας ως παροντική κατάσταση τα αποτελέσματα των λειτουργιών των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου στην ενεργειακή κλάση C και ως μελλοντική κατάσταση τα αποτελέσματα των αντίστοιχων λειτουργιών στην κατηγορία ενεργειακής απόδοσης Β. Το ποσοστό εξοικονόμησης που παρουσιάζεται σε αυτήν την επισκόπηση είναι ενδεικτικό και βασίζεται στην απλοποιημένη μέθοδο υπολογισμού σύμφωνα με το 7^ο κεφάλαιο του ευρωπαϊκού προτύπου EN 15232-1:2017 [12]. Στην πράξη, το πραγματικό

ποσοστό εξοικονόμησης μπορεί να διαφέρει από αυτά τα ποσά και εξαρτάται από τη δομή του κτιρίου, τον εξοπλισμό, τις κλιματικές συνθήκες, τον τρόπο λειτουργίας του κτηρίου.

Λειτουργία	Σήμερα			Μέλλον			Δυνατότητα εξοικονόμησης [%]	
	Βαθμίδα αποδοτικότητας	Συντελεστές Ενεργειακής Αποδοτικότητας		Βαθμίδα αποδοτικότητας	Συντελεστές Ενεργειακής Αποδοτικότητας		θερμική	ηλεκτρική
		θερμική	ηλεκτρική		θερμική	ηλεκτρική		
Εγκατάσταση HVAC								
Θέρμανση	C			B				
Ζεστό νερό χρήσης	C			A				
Ψύξη	C			B				
Αερισμός και κλιματισμός	C			B				
Συνολικά	C			B				
Φωτισμός και περιόδους								
Φωτισμός	C			B				
Έλεγχος περιόδων	C			A				
Συνολικά	C			B				
Διαχείριση κτιρίου	C			B				
Συνολική κατάταξη	A B C D	1,00	1,00	A B C D	0,91	0,98	9	2

Εικόνα 56: Επισκόπηση αποτελεσμάτων ενεργειακής αναβάθμισης από κλάση C σε κλάση B

5.1.2 Λεπτομέρειες για εξοικονόμηση ενέργειας

Σε αυτή την ενότητα θα αναφέρουμε κάποιες λεπτομέρειες σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται βάσει της ενεργειακής αναβάθμισης της κλάσης από C σε B. Αρχικά θα γίνει αναφορά στην κατανάλωση ενέργειας και στην εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται βάσει τυχαίων σεναρίων κατανάλωσης που μπορεί να έχει το κτήριο ανά έτος. Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) καθώς και στην εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται σε αυτές. Τέλος θα γίνει αναφορά στο κόστος ενέργειας και στην εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται σε αυτό στις διάφορες πηγές ενέργειας που έχουμε στο σύστημα μας, δηλαδή στο πετρέλαιο και στον ηλεκτρισμό, και τη σύνδεση των πηγών ενέργειας με εκπομπές CO₂.

1) Κατανάλωση ενέργειας και εξοικονόμηση

Στην Εικόνα 57 απεικονίζεται η κατανάλωση ενέργειας που έχουμε στο κτήριο μας σε ετήσια βάση και η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται στην συγκεκριμένη κατανάλωση με γνώμονα την αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης που πραγματοποιήθηκε:

Λειτουργία	Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση / Έτος	Κόστος [EUR]	Εξοικονόμηση / Έτος	Εξοικονόμηση κόστους [EUR]	Εξοικονόμηση [%]
Θερμική ενέργεια για θέρμανση	Πετρέλαιο	3.000 Λίτρα	3.150	270 Λίτρα	283	9
Θερμική ενέργεια για ζεστά νερά χρήσης	Πετρέλαιο	3.000 Λίτρα	3.150	270 Λίτρα	283	9
Θερμική ενέργεια για ψύξη	Ηλεκτρισμός	600 kWh	60	54 kWh	5	9
Ηλεκτρική ενέργεια για φωτισμό και βοηθητική ενέργεια	Ηλεκτρισμός	0 kWh	0	0 kWh	0	2
Συνολικά			6.360		571	9

Εικόνα 57: Κατανάλωση ενέργειας και εξοικονόμηση

2) Εκπομπές CO₂ και εξοικονόμηση

Στην Εικόνα 58 απεικονίζονται οι εκπομπές CO₂ του συστήματος μας και η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται σε αυτές σε ετήσια βάση:

Πηγή ενέργειας	CO ₂ -Εκπομπή [kg]	CO ₂ -Εξοικονόμηση [kg]	Εξοικονόμηση [%]
Πετρέλαιο	15.840	1.426	9
Ηλεκτρισμός	456	41	9
Συνολικά	16.296	1.467	9

Εικόνα 58: Εκπομπές CO₂ και εξοικονόμηση

3) Πηγές ενέργειας

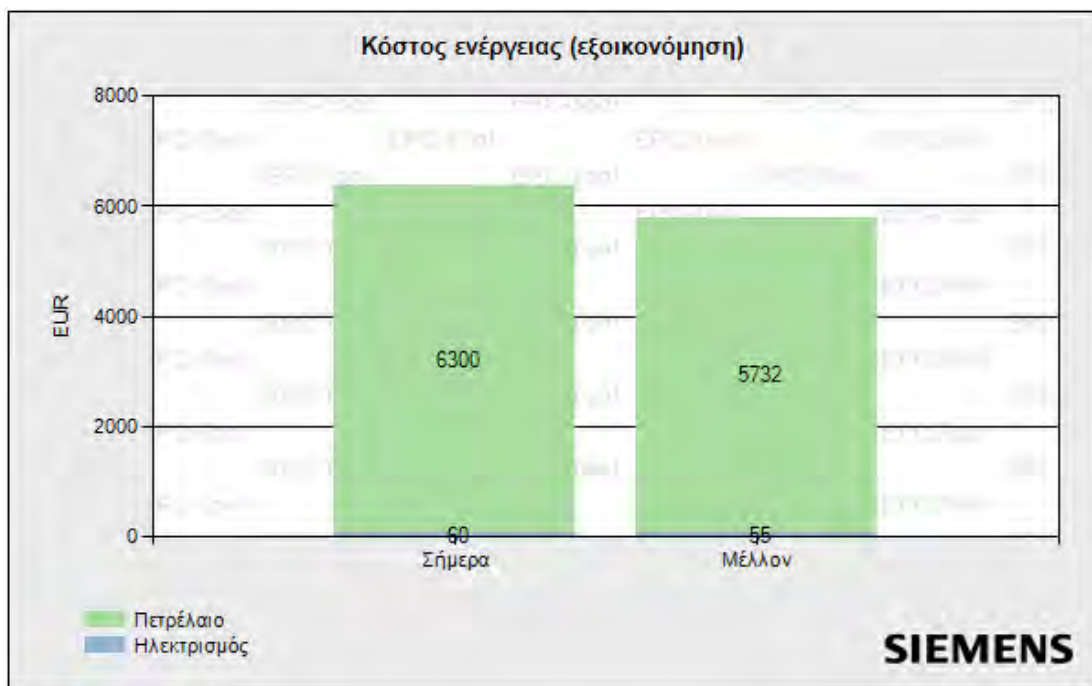
Στην Εικόνα 59 αναγράφονται οι πηγές ενέργειας του συστήματος μας, η τιμή ανά μονάδα σε κάθε πηγή ενέργειας και η συσχέτιση των πηγών ενέργειας με εκπομπές CO₂:

Πηγή ενέργειας	Τιμή ανά μονάδα	CO ₂ -Εκπομπή ανά μονάδα
Πετρέλαιο	1,05 EUR / Λίτρα	2,640 kg / Λίτρα
Ηλεκτρισμός	0,10 EUR / kWh	0,760 kg / kWh

Εικόνα 59: Πηγές ενέργειας και συσχέτιση τους με εκπομπές CO₂

4) Εξοικονόμηση κόστους ενέργειας

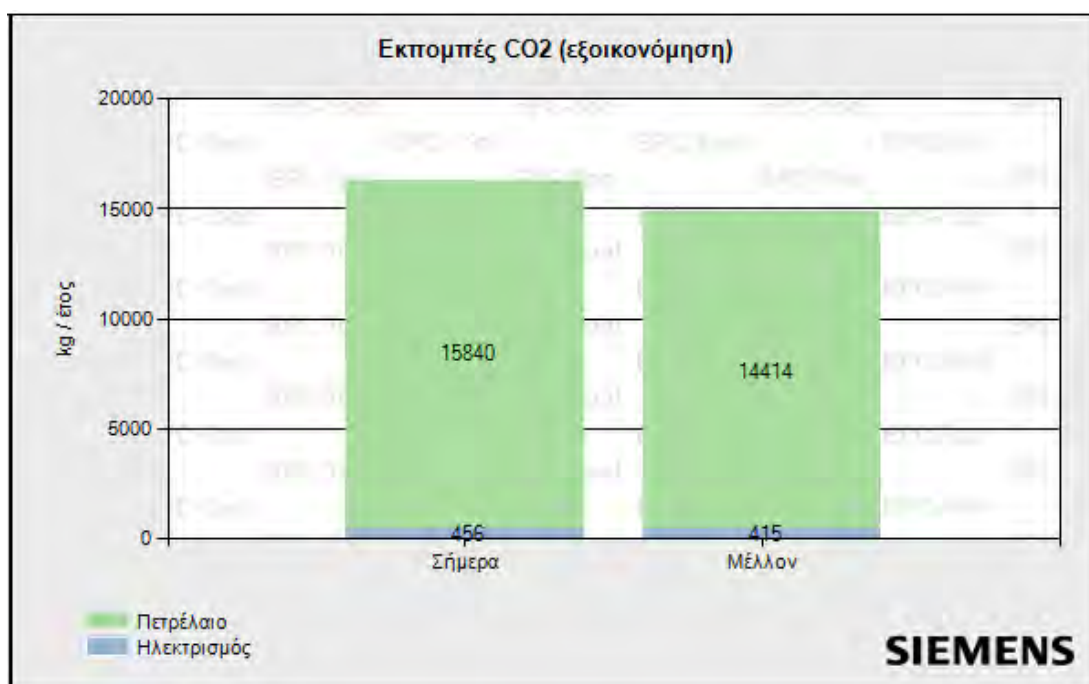
Στην Εικόνα 60 απεικονίζεται γραφική η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται στο κόστος ενέργειας σε ευρώ τόσο για τον ηλεκτρισμό όσο και για το πετρέλαιο με βάση την αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης που γίνεται από κλάση C (σήμερα) σε κλάση B (μέλλον):



Εικόνα 60: Εξοικονόμηση κόστους ενέργειας για σήμερα (κλάση C) και στο μέλλον (κλάση B)

5) Εξοικονόμηση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)

Στην Εικόνα 61 απεικονίζεται η εξοικονόμηση σε κιλά (kg) ανά έτος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα τόσο για το πετρέλαιο όσο και για τον ηλεκτρισμό με βάση την αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από C (σήμερα) σε B (μέλλον):



Εικόνα 61: Εξοικονόμηση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για σήμερα (κλάση C) και στο μέλλον (κλάση B)

5.1.3 Οικονομικά στοιχεία

Σε αυτήν την ενότητα θα παρουσιαστεί ο υπολογισμός που γίνεται με βάση την αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από κατηγορία C σε κατηγορία B, οι παράγοντες που επηρεάζουν την εξοικονόμηση καθώς και η συσσωρευμένη προεξοφλητική ταμειακή ροή για πάνω από 10 χρόνια. Θα πρέπει να επισημανθεί πως ο υπολογισμός της συσσωρευμένης προεξοφλητικής ταμειακής ροής γίνεται με χρήση μίας μεθόδου, στην οποία εμπλέκονται διάφοροι παράγοντες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας. Η μέθοδος υπολογισμού της εξοικονόμησης έχει ως ακολούθως:

$$\text{Εξοικονόμηση 2019} = \text{Εξοικονόμηση με βάση τη σημερινή κατάσταση (2019)}$$

Εξοικονόμηση 2020 =

$$= \text{Εξοικονόμηση 2019} \times \frac{1 + \text{Αλλαγή τιμών ενέργειας [\%]}}{1 + \text{ποσοστό έκπτωσης [\%]}}$$

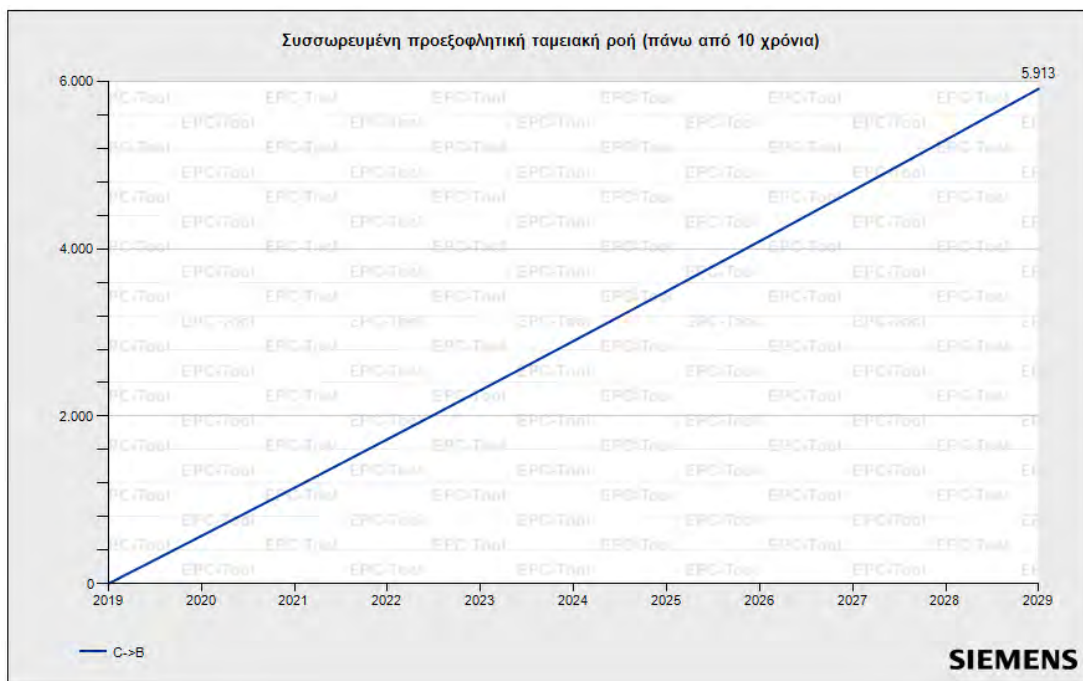
Εξοικονόμηση N έτους =

$$= \text{Εξοικονόμηση } N - 1 \text{ έτους} \times \frac{1 + \text{Αλλαγή τιμών ενέργειας [\%]}}{1 + \text{ποσοστό έκπτωσης [\%]}}$$

Θα πρέπει να επισημανθεί πως τόσο η παράμετρος της αλλαγής τιμών ενέργειας ανά έτος όσο και το ποσοστό έκπτωσης/επιτόκιο ανά έτος καθορίζονται με βάση την κλιματική ζώνη που βρίσκεται το υπό μελέτη κτήριο μας, όσο και από το νόμισμα (ευρώ) για το οποίο υπολογίζεται η εξοικονόμηση. Στην Εικόνα 62 παρουσιάζεται με βάση τη χρήση του λογισμικού ο υπολογισμός των παραμέτρων εξοικονόμηση ενέργειας και στην Εικόνα 63 απεικονίζεται γραφική η συσσωρευμένη προεξοφλητική ταμειακή ροή για πάνω από 10 χρόνια:

	Υπολογισμός 1
Μεταβλητή οικονομικού υπολογισμού	C->B
Εξοικονόμηση κόστους [EUR]	571
χειροκίνητος συντελεστής προσαρμογής	1,00
Συνολική διαφορά κόστους ενέργειας [EUR]	571
Επένδυση για Ενεργειακά Αποδοτική Λειτουργία [EUR]	0
Φορολογικός συντελεστής (μία φορά αρχικά) [%]	24,0
Επιδοτήσεις (μία φορά αρχικά) [%]	0,0
Επένδυση συμπερ. μείωσης φόρου, επιδοτήσεων [EUR]	0
Χρόνος απόσβεσης της επένδυσης [χρόνια]	0,0
Χρηματική αξία / Καθαρή παρούσα αξία (πάνω από 10 χρόνια)	
Επιτόκιο / Ποσοστό έκπτωσης [% ανά έτος]	3,2
Αλλαγή τιμών ενέργειας [% ανά έτος]	4,0
Επιπροσθ. δαπάνες (+), εξοικονομήσεις (-) [EUR ανά έτος]	0
2019	0
2020	571
2021	1.146
2022	1.726
2023	2.311
2024	2.900
2025	3.493
2026	4.091
2027	4.694
2028	5.301
2029	5.913

Εικόνα 62: Υπολογισμός παραμέτρων εξοικονόμησης ενέργειας για την αναβάθμιση από την κατηγορία Β στην κατηγορία C



Εικόνα 63: Συσσωρευμένη προεξοφλητική ταμειακή ροή για πάνω από 10 χρόνια για την αναβάθμιση από την κατηγορία C στην κατηγορία B

5.2 Αποτελέσματα αναβάθμισης από την κατηγορία ενεργειακής κλάσης B στην κατηγορία ενεργειακής κλάσης A

5.2.1 Επισκόπηση αποτελεσμάτων

Στην Εικόνα 64 απεικονίζεται η επισκόπηση των αποτελεσμάτων της ενεργειακής αναβάθμισης της κλάσης B στην κλάση A, έχοντας ως παροντική κατάσταση τα αποτελέσματα των λειτουργιών των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου στην ενεργειακή κλάση B και ως μελλοντική κατάσταση τα αποτελέσματα των αντίστοιχων λειτουργιών στην κατηγορία ενεργειακής απόδοσης A.

Λειτουργία	Σήμερα				Μέλλον				Δυνατότητα εξοικονόμησης	
	Βαθμίδα αποδοκότητας	Συντελεστής Ενεργειακής Αποδοκότητας		Βαθμίδα αποδοκότητας	Συντελεστής Ενεργειακής Αποδοκότητας		[%]		θερμική	ηλεκτρική
		θερμική	ηλεκτρική		θερμική	ηλεκτρική	θερμική	ηλεκτρική		
Εγκατάσταση HVAC										
Θέρμανση	B			A						
Ζεστό νερό χρήσης	A			A						
Ψύξη	B			A						
Αερισμός και κλιματισμός	B			A						
Συνολικά	B			A						
Φωτισμός και περιόδους										
Φωτισμός	B			A						
Έλεγχος περιόδων	A			A						
Συνολικά	B			A						
Διαχείριση κτηρίου	B			A						
Συνολική κατάσταση	A	0,91	0,98	A	0,86	0,96	5	2		

Εικόνα 64: Επισκόπηση αποτελεσμάτων ενεργειακής αναβάθμισης από ενεργειακή κλάση B σε ενεργειακή κλάση A

5.2.2 Λεπτομέρειες για εξοικονόμηση ενέργειας

1) Κατανάλωση ενέργειας και εξοικονόμηση

Στην Εικόνα 65 απεικονίζεται η κατανάλωση ενέργειας που έχουμε στο κτήριο μας σε ετήσια βάση και η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται στην συγκεκριμένη κατανάλωση με γνώμονα την αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης που πραγματοποιήθηκε:

Λειτουργία	Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση / Έτος	Κόστος [EUR]	Εξοικονόμηση / Έτος	Εξοικονόμηση κόστους [EUR]	Εξοικονόμηση [%]
Θερμική ενέργεια για θέρμανση	Πετρέλαιο	3.000 Λίτρα	3.150	165 Λίτρα	173	5
Θερμική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	Πετρέλαιο	3.000 Λίτρα	3.150	165 Λίτρα	173	5
Θερμική ενέργεια για ψύξη	Ηλεκτρισμός	600 kWh	60	33 kWh	3	5
Ηλεκτρική ενέργεια για φωτισμό και βοηθητικά έργα	Ηλεκτρισμός	0 kWh	0	0 kWh	0	2
Συνολικά			6.360		349	5

Εικόνα 65: Κατανάλωση ενέργειας και εξοικονόμηση

2) Εκπομπές CO₂ και εξοικονόμηση

Στην Εικόνα 66 απεικονίζονται οι εκπομπές CO₂ του συστήματος μας και η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται σε αυτές σε ετήσια βάση:

Πηγή ενέργειας	CO ₂ -Εκπομπή [kg]	CO ₂ -Εξοικονόμηση [kg]	Εξοικονόμηση [%]
Πετρέλαιο	15.840	871	5
Ηλεκτρισμός	456	25	5
Συνολικά	16.296	896	5

Εικόνα 66: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και εξοικονόμηση

3) Πηγές ενέργειας

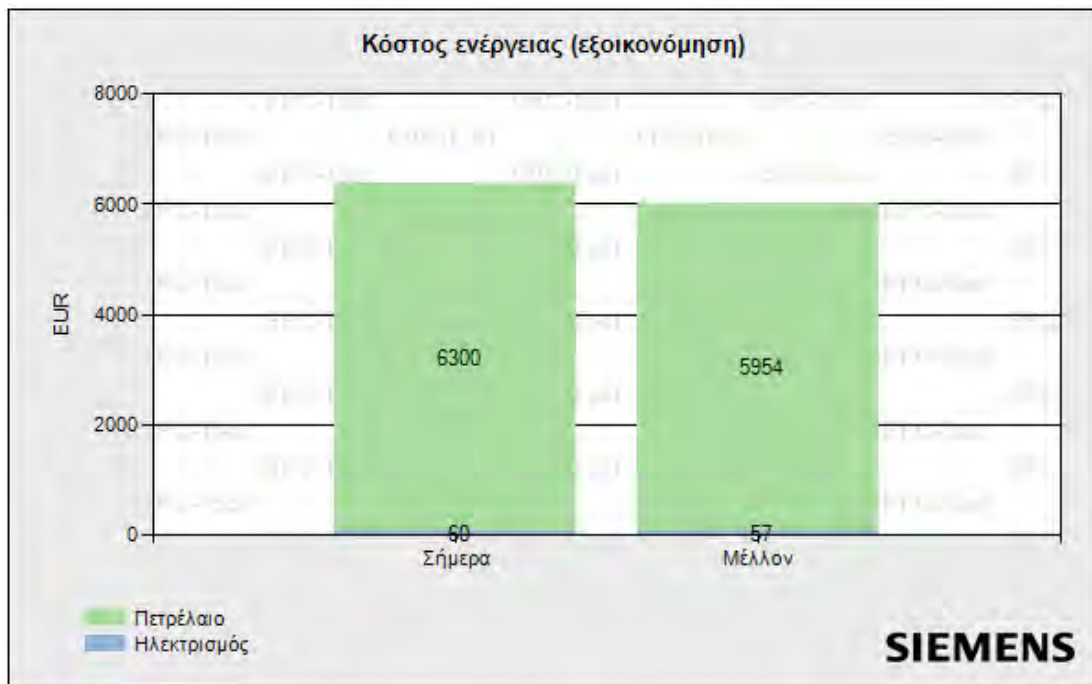
Στην Εικόνα 67 αναγράφονται οι πηγές ενέργειας του συστήματος μας, η τιμή ανά μονάδα σε κάθε πηγή ενέργειας και η συσχέτιση των πηγών ενέργειας με εκπομπές CO₂:

Πηγή ενέργειας	Τιμή ανά μονάδα		CO ₂ -Εκπομπή ανά μονάδα	
Πετρέλαιο	1,05	EUR / Λίτρα	2,640	kg / Λίτρα
Ηλεκτρισμός	0,10	EUR / kWh	0,760	kg / kWh

Εικόνα 67: Πηγές ενέργειας και συσχέτιση τους με εκπομπές CO₂

4) Εξοικονόμηση κόστους ενέργειας

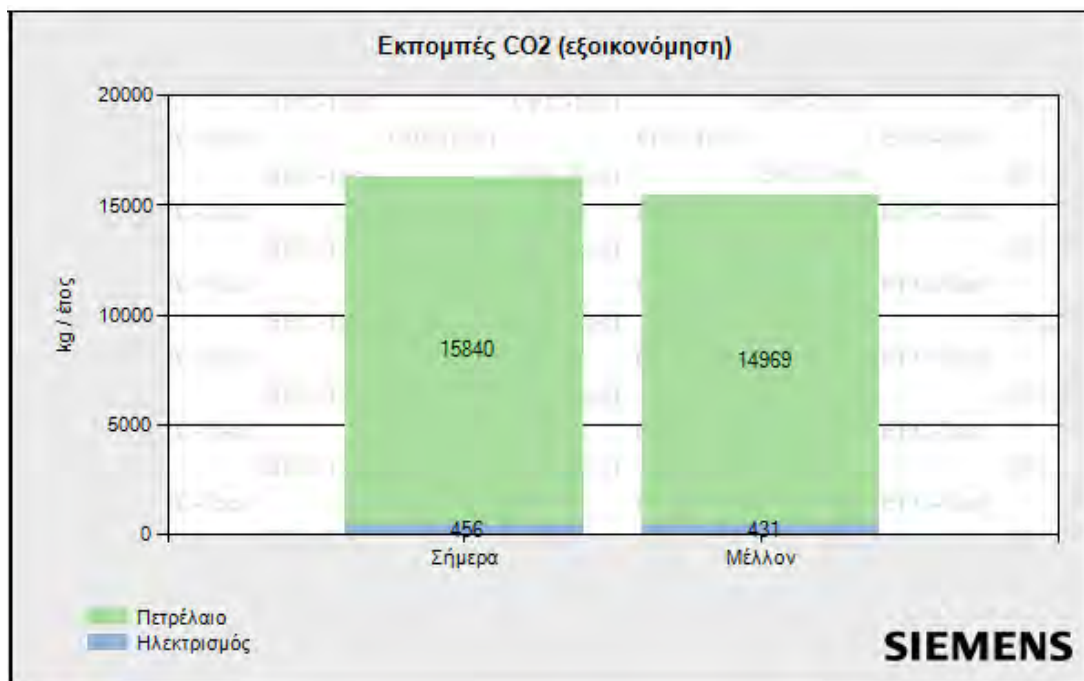
Στην Εικόνα 68 απεικονίζεται γραφική η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται στο κόστος ενέργειας σε ευρώ τόσο για τον ηλεκτρισμό όσο και για το πετρέλαιο με βάση την αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης που γίνεται από κλάση Β (σήμερα) σε κλάση Α (μέλλον):



Εικόνα 68: Εξοικονόμηση κόστους ενέργειας για σήμερα (κλάση B) και στο μέλλον (κλάση A)

5) Εξοικονόμηση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)

Στην Εικόνα 69 απεικονίζεται η εξοικονόμηση σε κιλά (kg) ανά έτος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα τόσο για το πετρέλαιο όσο και για τον ηλεκτρισμό με βάση την αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από B (σήμερα) σε A (μέλλον):



Εικόνα 69: Εξοικονόμηση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για σήμερα (κλάση Β) και στο μέλλον (κλάση Α)

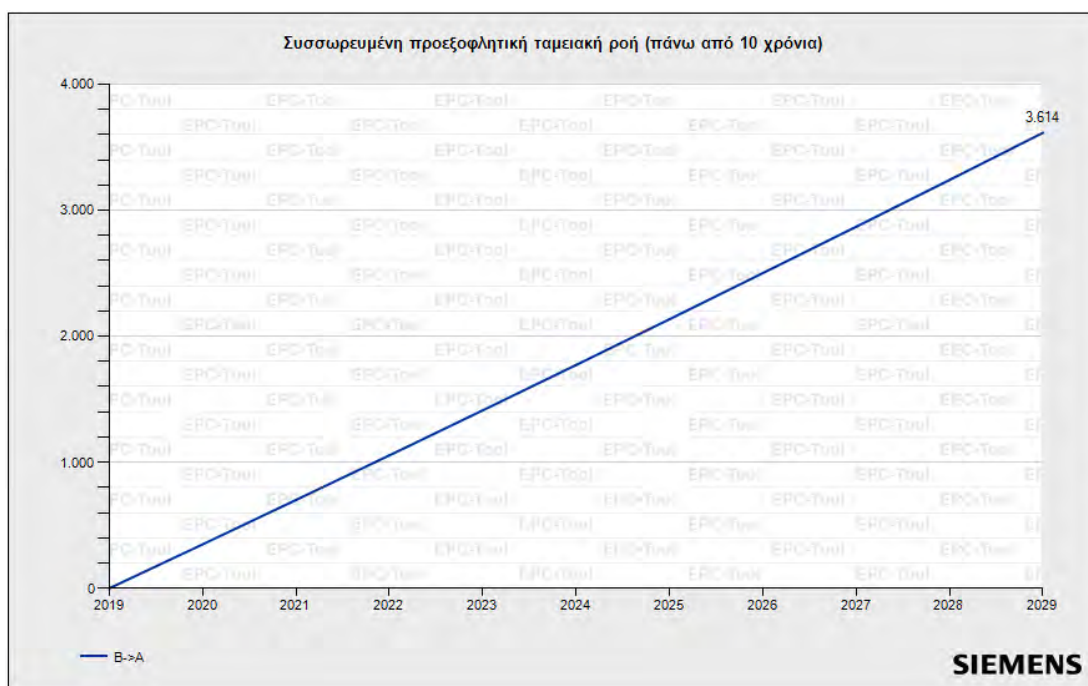
5.2.3 Οικονομικά στοιχεία

Σε αυτήν την ενότητα θα παρουσιαστεί ο υπολογισμός που γίνεται με βάση την αναβάθμιση ενεργειακής κλάσης από κατηγορία C σε κατηγορία B, οι παράγοντες που επηρεάζουν την εξοικονόμηση καθώς και η συσσωρευμένη προεξοφλητική ταμειακή ροή για πάνω από 10 χρόνια. Στις Εικόνες 70 και 71 απεικονίζονται τα παραπάνω στοιχεία:

	Υπολογισμός 1
Μεταβλητή οικονομικού υπολογισμού	B->A
Εξοικονόμηση κόστους [EUR]	349
χειροκίνητος συντελεστής προσαρμογής	1,00
Συνολική διαφορά κόστους ενέργειας [EUR]	349
Επένδυση για Ενεργειακά Αποδοτική Λειτουργία [EUR]	0
Φορολογικός συντελεστής (μία φορά αρχικά) [%]	24,0
Επιδοτήσεις (μία φορά αρχικά) [%]	0,0
Επένδυση συμπερ. μείωσης φόρου, επιδοτήσεων [EUR]	0
Χρόνος απόσβεσης της επένδυσης [χρόνια]	0,0
Χρηματική αξία / Καθαρή παρούσα αξία (πάνω από 10 χρόνια)	
Επιτόκιο / Ποσοστό έκπτωσης [% ανά έτος]	3,2
Αλλαγή τιμών ενέργειας [% ανά έτος]	4,0
Επιπροσθ. δαπάνες (+), εξοικονομήσεις (-) [EUR ανά έτος]	0
2019	0
2020	349
2021	701
2022	1.055
2023	1.412
2024	1.772
2025	2.135
2026	2.501
2027	2.869
2028	3.240
2029	3.614

Εικόνα 70: Υπολογισμός παραμέτρων εξοικονόμησης ενέργειας από την κατηγορία Β στην κατηγορία

A



Εικόνα 71: Συσσωρευμένη προεξοφλητική ταμειακή ροή για πάνω από 10 χρόνια για την αναβάθμιση από την κατηγορία Β στην κατηγορία Α

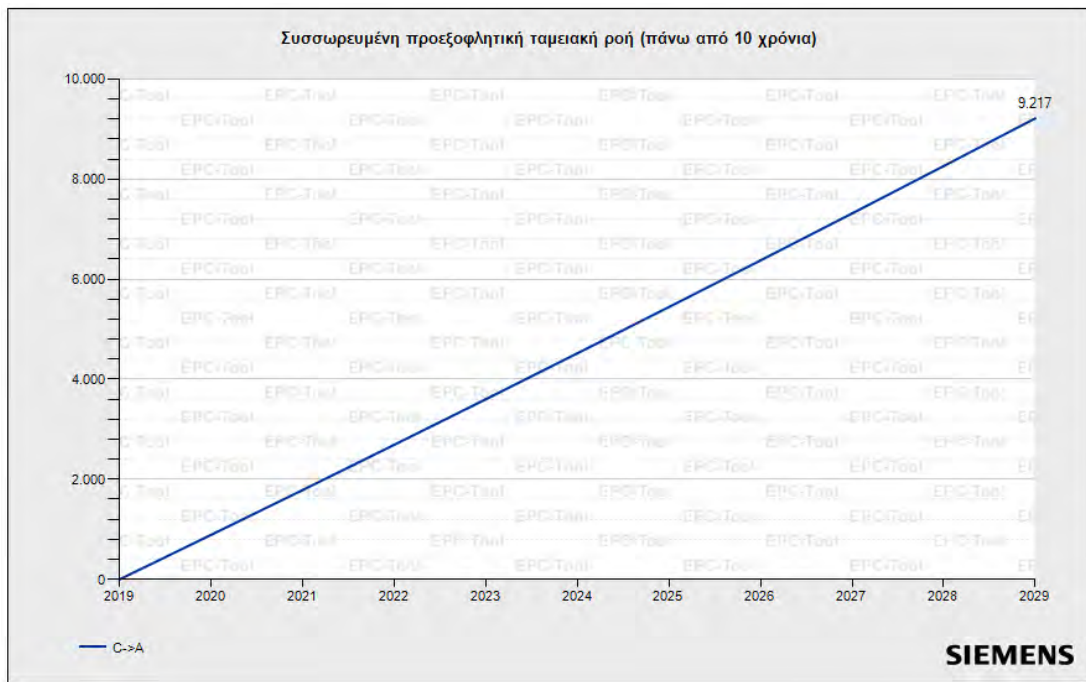
5.3 Σύγκριση αποτελεσμάτων ενεργειακής αναβάθμισης κτηρίου

Με βάση τις δύο αναβαθμίσεις ενεργειακών κλάσεων συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου κτηρίων που πραγματοποιήθηκαν προκύπτει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας σε βάθος δεκαετίας. Στις Εικόνες 72 και 73 απεικονίζονται ο υπολογισμός των παραμέτρων εξοικονόμησης ενέργειας από την αρχική κλάση ενεργειακής απόδοσης C του κτηρίου μας στην τελική κλάση Α που ανήκει πλέον το κτήριο μας, όσο αναφορά το σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου του, καθώς και η συσσωρευμένη προεξοφλητική ταμειακή ροή του.

	Υπολογισμός 1
Μεταβλητή οικονομικού υπολογισμού	C->A
Εξοικονόμηση κόστους [EUR]	890
χειροκίνητος συντελεστής προσαρμογής	1,00
Συνολική διαφορά κόστους ενέργειας [EUR]	890
Επένδυση για Ενεργειακά Αποδοτική Λειτουργία [EUR]	0
Φορολογικός συντελεστής (μία φορά αρχικά) [%]	24,0
Επιδότησεις (μία φορά αρχικά) [%]	0,0
Επένδυση συμπερ. μείωσης φόρου, επιδοτήσεων [EUR]	0
Χρόνος απόσβεσης της επένδυσης [χρόνια]	0,0
Χρηματική αξία / Καθαρή παρούσα αξία (πάνω από 10 χρόνια)	
Επιτόκιο / Ποσοστό έκπτωσης [% ανά έτος]	3,2
Αλλαγή τιμών ενέργειας [% ανά έτος]	4,0
Επιπροσθ. δαπάνες (+), εξοικονομήσεις (-) [EUR ανά έτος]	0
2019	0
2020	890
2021	1.787
2022	2.691
2023	3.602
2024	4.520
2025	5.445
2026	6.377
2027	7.316
2028	8.263
2029	9.217

Εικόνα 72: Υπολογισμός παραμέτρων εξοικονόμησης ενέργειας από την κατηγορία C στην κατηγορία

A



Εικόνα 73: Συσσωρευμένη προεξοφλητική ταμειακή ροή για πάνω από 10 χρόνια για την αναβάθμιση από την κατηγορία C στην κατηγορία A

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αντικείμενο αυτής της διπλωματικής εργασίας αποτελούσε η διερεύνηση ενεργειακής αναβάθμισης κτηρίου μέσω της αναβάθμισης των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου του. Πιο συγκεκριμένα, για τις διάφορες κατηγορίες ελέγχων διερευνήθηκαν αλλαγές στις στρατηγικές ελέγχου των επιμέρους συστημάτων κλιματισμού καθώς και των γενικότερων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων που περιλαμβάνει το υπό μελέτη κτήριο μας. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν μετά την εφαρμογή αυτών των στρατηγικών ελέγχου και μέσω της επισκόπησης των αποτελεσμάτων εξοικονόμησης ενέργειας είναι πως η αναβάθμιση ενεργειακής κατηγορίας C στην ενεργειακή κατηγορία B είναι σαφώς πιο επικερδής από την αντίστοιχη αναβάθμιση της κατηγορίας B στην κατηγορία A. Βάσει αυτής της διαπίστωσης, μία ενδεχόμενη επένδυση σε αναβάθμιση κατηγορίας από κατηγορία C σε κατηγορία B θα οδηγούσε σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, δίχως να είναι αναγκαία η αναβάθμιση των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου σε κατηγορία A. Αυτή η διαπίστωση καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική για ενδεχόμενο επενδυτικό ενδιαφέρον, καθώς απαιτείται σαφώς μικρότερο επενδυτικό κεφάλαιο για την αναβάθμιση κατηγορίας C στην κατηγορία B από το αντίστοιχο κεφάλαιο που απαιτείται για την αναβάθμιση κατηγορίας B στην κατηγορία A, λόγω και της πολυπλοκότητας των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου της κατηγορίας A. Αντικείμενο μελλοντικής έρευνας και ενασχόλησης θα μπορούσε να είναι η ενσωμάτωση σε αυτή τη μελέτη ενός χρηματικού ποσού ως αρχική επένδυση σε αναβάθμιση των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου με τα ίδια σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης κατηγοριών από C σε B και από B σε A με στόχο των υπολογισμό του χρόνου απόσβεσης του αρχικού ποσού επένδυσης καθώς και της συσσωρευμένης προεξοφλητικής ταμειακής ροής σε βάθος δεκαετίας που επιτυγχάνεται. Ως συμπέρασμα αυτής της αναβάθμισης των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου καθίσταται η σημαντική επίδραση των συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου στην ενεργειακή αποδοτικότητα των κτηρίων, καθώς η ταξινόμηση των συστημάτων αυτοματισμού σε κλάσεις ενεργειακής

αποδοτικότητας επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη συνολική ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου, σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα και των ελληνικό ενεργειακό κανονισμό (Κ.Ε.Ν.Α.Κ).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] M. Allam, M. Riaz and M. M. Ali, "A Review of Smart Homes - Past, Present and Future," *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics Part C(Applications and Reviews)*, pp. 1190-1203, 2012.
- [2] L. Pérez-Lombard, J. Ortiz και C. Pout, «A review on buildings energy consumption information,» *Energy Build*, p. 394–398, 2008.
- [3] J. Yuan, , C. Farnham and K. Emura, "Development and application of a simple BEMS to measure energy consumption of buildings," *Energy Build*, pp. 1-11, 2015.
- [4] E. Mills, «Building commissioning: a golden opportunity for reducing energy costs and greenhouse gas emissions in the United States,» *Energy Effic.*, pp. 145-173, 2011.
- [5] A. Ozadowicz και J. Grela, «An event-driven building energy management system enabling active demand side management,» σε *Second International Conference on Event-based Control, Communication, and Signal Processing (EBCCSP)*, 2016.
- [6] R. E. Best, F. Flager και M. D. Lepech, «Modeling and optimization of building mix and energy supply technology for urban districts,» *Appl. Energy*, pp. 161-177, 2015.
- [7] M. G. Ippolito, E. R. Sanseverino και G. Zizzo, «Impact of building automation control systems and technical building management systems on the energy performance class of residential buildings: An Italian case study.,» *Energy Build.*, pp. 33-40, 2014.
- [8] V. Marinakis, C. Karakosta, H. Doukas και S. Androula, «A building automation and control tool for remote and real time monitoring of energy consumption.,» *Sustain. Cities Soc.*, pp. 11-15, 2013.
- [9] European Parliament, «Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency,» Off. J. Eur.Union Dir, 2012.
- [10] E. Parliament, «Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency,» Off. J. Eur.Union Dir, 2012.
- [11] N. O. Kovacs, «Regulations and certificates regarding energy efficiency in buildings,» σε *4th International Youth Conference on Energy (IYCE)*, 2013.
- [12] EN 15232, «Energy performance of buildings - Impact of Building Automation, Controls and Building Management,» 2012.
- [13] P. Schönenberger, «eu.bac System,» *Energy Build*, p. 16–19, 2015.

- [14] E. R. Sanseverino, G. G. Zizzo, D. La Cascia και D. Università, «Economic Impact of BACS and TBM Systems on Residential Buildings,» σε *International Conference on Clean Electrical Power (ICCEP)*, 2013.
- [15] J. Grela και A. Ozadowicz, «Building Automation planning and design tool implementing EN 15 232 BACS efficiency classes,» σε *IEEE 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*, 2016.
- [16] J. Ploennigs, E. Joernploennigsieibmcom και M. Lehman, «Multi-objective Device Selection Approach for Component-based Automation Systems,» σε *ETFA-2014*, 2014.
- [17] VDI 3813, «Gebäudeautomation (GA) - Raumautomation,» 2011.
- [18] J. Ploennigs, E. Joernploennigsieibmcom, M. Lehman, B. Wollschlaeger, T. L. Mai και K. Kabitzsch, «Multi-objective Device Selection Approach for Component-based Automation Systems,» σε *ETFA-2014*, 2014.
- [19] «ΚΑΠΕ - Οδηγός Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίων,» ΚΑΠΕ, 1997.
- [20] T. S. Vivin, «Control of Smart Building Using Advanced SCADA,» University of South Florida Scholar Commons, 2013.
- [21] A. Smith, «<https://www.melbourne.vic.gov.au/SiteCollectionDocuments/bms-the-basics-explained.pdf>,» [Ηλεκτρονικό]. [Πρόσβαση 2 January 2019].
- [22] Δ. Ζημέρης, «ΗΜ363 ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ (2017),» 1 January 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://eclass.uth.gr/eclass/courses/ΜΗΧ363/>. [Πρόσβαση 14 February 2018].
- [23] CEN/BT/TF 173 EPBD, «Explanation of the general relationship between various CEN standards and the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD),» CEN/BT/TF 173 EPBD, Delft, 2006.
- [24] CEN, «EN 15217 Energy performance of buildings - Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings,» CEN, 2007.