



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Μελέτη αξιοποίησης παθητικών και ενεργητικών συστημάτων στα κτίρια με βάση τα πράσινα πρότυπα»

Του Μεταπτυχιακού Φοιτητή

Δελακά Άγγελου

Επιβλέπων

Ψαρράς Ιωάννης , Καθηγητής
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ	1
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών	1
«Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας»	1
Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
SUMMARY	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	8
ΕΝΕΡΓΕΙΑ, ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ	8
1.1 Ενέργεια και Κοινωνία	8
1.2 Η ενεργειακή πολιτική στην Ευρώπη	8
1.3 Κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια στην Ευρώπη και την Ελλάδα	10
1.4 Ανάλυση κτιριακού αποθέματος στην Ελλάδα	15
1.5 Παράμετροι που καθορίζουν την κατανάλωση Ενέργειας στα Κτίρια	19
1.5.1 Κτιριακό κέλυφος	19
1.5.2 Ηλεκτρομηχανολογικά Συστήματα (H/M)	19
1.6 Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια	22
1.6.1 Παθητικά συστήματα εξοικονόμησης	23
1.6.2 Ενεργητικά συστήματα εξοικονόμησης	27
1.7 Ενδεικτικές παρεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας	37
1.8 Μελέτες περιπτώσεων από εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια οικιακού/δημόσιου τομέα	40
1.8.1 Case study 1 : Το συγκρότημα κατοικιών ELLINICON 3	40
1.8.2 Case study 2 : Το παράδειγμα της Ουκρανικής πόλης Lviv	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	48
ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ – ΕΞΥΠΝΟ ΚΤΙΡΙΟ	48
2.1 Βιοκλιματικός Σχεδιασμός	48
2.1.1 Περιβαλλοντικές παράμετροι	49
2.1.2 Το κτίριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης	49
2.1.3 Το κτίριο ως παγίδα θερμότητας	50
2.1.4 Το κτίριο ως αποδέκτης και αποθήκη φυσικής ψύξης	50
2.1.5 Χρώμα και υφή εξωτερικών επιφανειών	51
2.1.6 Επάρκεια θερμικής μάζας	51
2.2 Θερμική Άνεση	51
2.3 Έξυπνο κτίριο	54
2.3.1 Αυτοματισμοί συστημάτων φωτισμού	55
2.3.2 Αυτοματισμοί συστημάτων θέρμανσης και ψύξης	55
2.3.3 Έξυπνο Κτίριο και εξοικονόμηση	56
2.3.4 Συστήματα ΒΕΜΣ – Τρόπος λειτουργίας	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	58
ΚΟΙΝΟΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ, ΚΕΝΑΚ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ	58
3.1 Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου	58

3.2 Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου	59
(αναδιατύπωση της 2002/91/ΕΚ- Ν.4122/2013-ΦΕΚ 42/Α'/19-2-2013)	59
3.3 Οδηγία 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου	60
3.4 Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση	62
3.5 Ενεργειακή κλάση και κτίριο αναφοράς	64
3.6 ΚΕΝΑΚ και απαιτήσεις θερμομονωτικής επάρκειας	65
3.6.1 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων - απαιτήσεις	67
3.6.2 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου	68
3.7 Κτίριο Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης (nZEB)	69
3.7.1 Απαιτήσεις ΚΣΜΚΕ και ορισμοί	70
3.7.2 Απαιτήσεις κελύφους και γεωμετρία του ΚΣΜΚΕ (NZEB)	72
3.7.3. Απαιτήσεις Συστημάτων του ΚΣΜΚΕ (NZEB)	72
3.7.4 Απαιτήσεις συστημάτων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ στα ΚΣΜΚΕ	73
3.7.5 Γενικές παρατηρήσεις για τα Zero Emission Buildings	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	75
ΚΤΙΡΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	75
4.1 Διώροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων	75
4.2 Κτίριο παλιάς μονοκατοικίας	80
4.3 Κτίριο μονοκατοικίας κατά ΚΕΝΑΚ (Μεζονέτα)	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	90
ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΥΤΩΝ	90
5.1. Διώροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων	90
5.1.1 Σενάριο εξοικονόμησης 1	90
5.1.2 Σενάριο εξοικονόμησης 2	93
5.1.3 Σενάριο εξοικονόμησης 3	95
5.1.4 Συμπεράσματα - Σύγκριση σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας	99
5.2. Κτίριο παλιάς Μονοκατοικίας	102
5.2.1 Σενάριο εξοικονόμησης 1	102
5.2.2 Σενάριο εξοικονόμησης 2	105
5.2.3 Σενάριο εξοικονόμησης 3	108
5.2.4 Συμπεράσματα – Σύγκριση σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας	111
5.3. Κτίριο μονοκατοικίας (Μεζονέτα κατά ΚΕΝΑΚ)	115
5.3.1 Σενάριο εξοικονόμησης 1	115
5.3.2 Σενάριο εξοικονόμησης 2	118
5.3.3 Συμπεράσματα – Σύγκριση σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας	121
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	125
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ	125
6.1 Γενικά για την Αξιολόγηση Επενδύσεων	125
6.1.1 Μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ)	126
6.1.2 Μέθοδος της Περιόδου Επανείσπραξης Κεφαλαίου (ΠΕΚ)	127
6.2 Αξιολόγηση επενδύσεων εξοικονόμησης στα Κτίρια Μελέτης	129
6.2.1 Κτίριο Καταστημάτων-Γραφείων	129
6.2.2 Κτίριο παλιάς Μονοκατοικίας	133
6.2.3 Κτίριο Μονοκατοικίας κατά ΚΕΝΑΚ	138
6.3 Γενικά συμπεράσματα – Ανακεφαλαίωση	141
Βιβλιογραφία:	145

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Θέμα:

Μελέτη αξιοποίησης παθητικών και ενεργητικών συστημάτων στα κτίρια με βάση τα πράσινα πρότυπα.

Περίληψη:

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει σκοπό να αναδείξει την σημασία της εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια, τόσο του οικιακού όσο και του τριτογενή τομέα. Το συγκεκριμένο κομμάτι αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες στο συνολικότερο ενεργειακό πρόβλημα του πλανήτη, καθώς στον κτιριακό τομέα αντιστοιχεί το 40% της συνολικής παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας και το 36% των εκπομπών CO₂.

Από το 1990 οπότε και ξεκίνησε η ευαισθητοποίηση της παγκόσμιας κοινότητας και αναδείχθηκε η ανάγκη της οικολογικής διαχείρισης της ενέργειας, έως και σήμερα που οι έννοιες της αειφορίας και της πράσινης ενέργειας έχουν υιοθετηθεί από τους θεσμικούς φορείς, σχεδόν καθολικά, τα δεδομένα δεν είναι τα ίδια.

Ειδικότερα, στην Ευρωπαϊκή Ένωση, το ήδη επιβαρυνμένο περιβάλλον και οι υψηλοί δείκτες εκπομπών CO₂ έχουν οδηγήσει σε ένα όλο και πιο αυστηρό νομοθετικό πλαίσιο το οποίο ενημερώνεται συνεχώς με νέες οδηγίες. Παράλληλα, όλες οι χώρες έχουν δεσμευτεί και σαν μονάδες αλλά και συλλογικά, για την επίτευξη στόχων μείωσης των εκπομπών τους και την εφαρμογή συγκεκριμένων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε διάφορους τομείς, με αυτόν του κτιριακού τομέα να έχει πρωταγωνιστικό ρόλο. Βελτιώνοντας την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων θα οδηγηθούμε σε μείωση 5-6% στην κατανάλωση ενέργειας στην Ε.Ε. και 5% σε μείωση εκπομπών CO₂. Χαρακτηριστικό είναι ότι από τις 31/12/2020 και μετά όλα τα νέα κτίρια πρέπει να ανήκουν στην κατηγορία κτιρίων μηδενικών εκπομπών (zero emission buildings).

Η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα, και ειδικότερα στην Ελλάδα, λόγω συγκεκριμένων ιδιαιτεροτήτων του κτιριακού της αποθέματος, δημιουργεί την ανάγκη ανάπτυξης πληθώρας μεθόδων εξοικονόμησης. Αυτές θα μπορούσαν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες:

- Τα ενεργητικά συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και τις μόνιμες κατασκευαστικές διορθώσεις, αυτές δηλαδή που αφορούν τον ίδιο τον κορμό του σπιτιού και το συμμορφώνουν στις σύγχρονες προδιαγραφές για την κατασκευή κτιρίων (π.χ. θερμομονώσεις, αντικατάσταση Η/Μ εξοπλισμού).
- Τα παθητικά συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και ο βιοκλιματικός σχεδιασμός του κτιρίου που εκμεταλλεύονται τις περιβαλλοντικές συνθήκες τις εκάστοτε περιοχής με σκοπό την επίτευξη των εσωτερικών συνθηκών θερμικής άνεσης με όσο το δυνατόν λιγότερη κατανάλωση ενέργειας.

Συμπληρωματικά με τα παραπάνω, αλλά και ανεξάρτητα, έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια ολοκληρωμένα κεντρικά συστήματα ελέγχου των εγκαταστάσεων και αυτοματισμοί για όλες τις λειτουργίες ενός κτιρίου, συμβάλλοντας στην δημιουργία του λεγόμενου «έξυπνου» σπιτιού. Η γενική ιδέα βασίζεται στην ανάπτυξη συγκεκριμένων συστημάτων ελέγχου, που να μπορούν αυτόματα να καθορίζουν τη λειτουργία τους ανάλογα με την αλλαγή του περιβάλλοντος και γενικά των εξωτερικών συνθηκών, αλλά και να δικτυώνονται μεταξύ τους.

Στην παρούσα διπλωματική αναπτύσσονται τρία χαρακτηριστικά είδη κτιρίων που συναντώνται κατά κόρον στην Ελληνική πραγματικότητα:

1. Κτίρια γραφείων κατασκευασμένα την δεκαετία του 1980
2. Μονοκατοικία κατασκευασμένη την δεκαετία του 1990
3. Μεζονέτα ελαχίστων απαιτήσεων κατά ΚΕΝΑΚ

Μελετώνται διάφορα σενάρια εφαρμογής μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε αυτά με την βοήθεια του λογισμικού του ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ και παρουσιάζεται η ενεργειακή αναβάθμιση που επιτεύχθηκε με την εφαρμογή αυτών μέχρι τελικά να φτάσουν στην μέγιστη ενεργειακή κλάση A+.

Τέλος, είναι απαραίτητη και η χρηματοοικονομική ανάλυση κάθε τέτοιου σεναρίου εφαρμογής μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, έτσι ώστε αφ' ενός να αξιολογηθεί η βιωσιμότητά του, αφ' ετέρου να εξεταστούν η δυναμική και η προοπτική για αποπληρωμή της επένδυσης.

SUMMARY

Thesis:

Study of development and exploitation of active and passive energy saving systems, based on the green standards and practises.

Summary:

This post-graduate diploma thesis aims to emphasize the importance of saving energy in buildings, both in residential and tertiary sector. This section constitutes one of the major factors of the global energy management issue, due to the fact that buildings are responsible for 40% of energy consumption and 36% of CO₂ emissions in the EU.

Since 1990 when global environmental awareness began to enhance and the need for ecological handling of energy emerged, till now where the concepts of sustainability and green energy production have been fully endorsed by the institutional actors, things have changed.

More specifically, in the European Union, the already contaminated environment and the high index of CO₂ emissions, have led to the establishment of a strict legislative framework, continually updated with new directives. Moreover, all countries -members of the EU have fully committed to accomplish targets of CO₂ emission reduction and to apply energy saving measures in many different domains, with the building sector being leading among them. By improving the energy efficiency of buildings, we could reduce total EU energy consumption by 5-6% and lower CO₂ emissions by about 5%. It is remarkable that from 31/12/2020 and on, all new buildings have obligatory to fit in the category of zero emission buildings.

The increased energy consumption of the buildings, especially in Greece due to specific characteristics of the country's building stock, has underscored the need for the development of various saving energy methods, which can be divided in two categories:

The active energy saving systems and the permanent structural interventions in the buildings that target to comply the older buildings with the moderns standards and specifications (for example, thermal insulation standards, replacement of electromechanical equipment).

The passive energy saving systems and the bioclimatic architecture design of the buildings that take advantage of the outer environmental conditions in order to accomplish the internal house's condition and comfort levels of temperature and air characteristics with the minimum use of energy.

Complementary to the above mentioned systems, but also independently, main control systems and increased use of automation for all building's functions have been developed the last years, tending to create what is called the "smart" house. The concept is based on the development of particular, networked together, control systems that can determine and adjust their function in relevance with the changes of the outer environmental conditions to accomplish high energy efficiency.

In the current diploma thesis, we study three buildings with characteristics such as the year of construction and the energy efficiency grade, that are widely met in the Greek building stock:

1. Building in use of offices and shops built in the decade of 80s
2. Individual house built in the decade of 90s
3. Terraced house that meets the minimum standards of KENAK law

For each case, different scenarios of energy saving systems applied are grown. With the use of the software of TEE KENAK we calculate the energy efficiency enhancement that has been achieved with the use of the methods applied in each scenario. In every case, there is a scenario that upgrades the building to the A+ grade, the maximum scale for energy efficiency in buildings.

Finally, every above scenario is passing through a financial cost-benefit analysis in order to evaluate its economic viability and the perspective for the depreciation of the initial investment.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΝΕΡΓΕΙΑ, ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ

1.1 Ενέργεια και Κοινωνία

Από τις πρώιμες ανθρώπινες προ-πολιτισμικές κοινωνίες με τη χρήση της φωτιάς για την κάλυψη της ανάγκης για θέρμανση, μέχρι τις σύγχρονες κοινωνίες του 21^{ου} αιώνα και τις τεράστιες ανάγκες για κατανάλωση ενέργειας, η ευημερία των ατόμων της εκάστοτε κοινωνίας σχετίζεται άμεσα με τις δυνατότητες παραγωγής και τις ανάγκες κατανάλωσής της. Ανήκει στα βασικότερα αγαθά που εξυπηρετούν κοινωνικές και αναπτυξιακές ανάγκες, παρουσιάζοντας γενικότερα σε παγκόσμιο επίπεδο συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση με ταχύτατους ρυθμούς, προκαλώντας ταυτόχρονα σημαντικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον.

Ποσοστό μεγαλύτερο του 80% των αναγκών της ανθρωπότητας σε ενέργεια προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων, δηλαδή γαιανθράκων, αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου[1]. Εκτός της επιβάρυνσης του φυσικού περιβάλλοντος, η εξάρτηση της κοινωνίας σε τόσο μεγάλο βαθμό από τα ορυκτά καύσιμα που αποτελούν μια πεπερασμένη πηγή ενέργειας, πιθανόν να αποτελέσει τροχοπέδη για μελλοντική ανάπτυξη.

Αποτελεί λοιπόν, ανάγκη για την ανθρωπότητα η σταδιακή απεμπλοκή από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων σε τόσο μεγάλο ποσοστό και η εισχώρηση στο ενεργειακό μείγμα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές είναι ανεξάντλητες και ταυτόχρονα πολύ πιο φιλικές για το φυσικό περιβάλλον, αποτελώντας βάση για ένα πιο ευοίωνο και σταθερό μέλλον για την ανάπτυξη της κοινωνίας και την ευημερία.

Ταυτόχρονα, με την εύρεση και την αξιοποίηση πηγών ανανεώσιμου χαρακτήρα είναι εξίσου σημαντική η εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της μείωσης της κατανάλωσης, χωρίς την μείωση όμως της ανθρώπινης δραστηριότητας. Δηλαδή, μέσω της εκμετάλλευσης διαδεδομένων ή και νέων τεχνολογικών εφαρμογών και δυνατοτήτων, που μας δίνει η εξέλιξη της επιστήμης και των υλικών για την επίτευξη όσο το δυνατόν μεγαλύτερης ενεργειακής απόδοσης.

1.2 Η ενεργειακή πολιτική στην Ευρώπη

Η ενεργειακή απόδοση βρίσκεται υψηλά στις προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) και δύναται να συμβάλει στην αντιμετώπιση της τριπλής πρόκλησης, η οποία συνίσταται από την τρέχουσα οικονομική ύφεση, την ενεργειακή εξάρτηση και την κλιματική αλλαγή. Από το 1990 οπότε και καθορίστηκαν οι βασικοί στόχοι και μέχρι το 2020 οπότε και ολοκληρώνεται το ενεργειακό πλάνο της 30-ετίας, επίκεντρο της Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής ήταν ο στόχος του πακέτου << 20-20-20>>, δηλαδή: 20% εξοικονόμηση ενέργειας, 20% μείωση των

εκλυόμενων ρύπων καθώς και παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε ποσοστό 20% επί της συνολικής.



Εικόνα 1.1: Βασικοί άξονες της Ε.Ε. στον τομέα της ενέργειας

Μέχρι το 2030 οι ηγέτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης συμφώνησαν στους εξής στόχους: Η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου θα πρέπει να ανέλθει στο 40% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, δέσμευση την οποία πρέπει να εκπληρώσει κάθε κράτος ξεχωριστά και όλη η ένωση συνολικά. Στο συνολικό ενεργειακό μείγμα που καταναλώνεται θα πρέπει οι ανανεώσιμες πηγές να αποτελούν τουλάχιστον το 27% για το σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Επίσης, η συνολική ενέργεια που θα καταναλώνεται θα πρέπει να έχει μειωθεί κατά 27% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Τέλος, έχουν τεθεί και μεγαλύτεροι στόχοι που αφορούν το 2050 σαν γενικές οδηγίες για τον καθορισμό της πολιτικής απέναντι στην ενέργεια και την ενεργειακή αποδοτικότητα [2].

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης θα συμβάλει σημαντικά στην επίτευξη των στόχων που τίθενται σε εθνικό επίπεδο για τις διάφορες χώρες καθώς και την Ελλάδα και αναφέρεται σε μέτρα και επενδύσεις ενεργειακής απόδοσης στον κτιριακό τομέα, τη βιομηχανία και τις μεταφορές. Τα μέτρα αυτά στο σύνολο τους επιτυγχάνουν συγκριτικά την πιο γρήγορη απόσβεση σε σχέση με άλλα μέτρα μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης και εμφανίζουν τον καλύτερο δείκτη που εκφράζει την επιτευχθείσα εξοικονόμηση ενέργειας ανά μονάδα επένδυσης, λαμβάνοντας υπόψη και το συνολικό κόστος κύκλου ζωής των παρεμβάσεων. Σημαντικό πλεονέκτημα αυτών των τεχνολογικών παρεμβάσεων αποτελεί και το γεγονός ότι μια ενδεχόμενη μελλοντική αύξηση του κόστους των συμβατικών καυσίμων απορροφάται από τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και επομένως δεν έχει αντίκτυπο στον προϋπολογισμό του τελικού χρήστη.

Κύρια κατεύθυνση της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Στρατηγικής, όπως διαμορφώνεται σήμερα, είναι ο «εξευρωπαϊσμός» της ενεργειακής πολιτικής μέσω της αντιμετώπισης σημαντικών προκλήσεων, όπως η ενεργειακή ασφάλεια, η κλιματική αλλαγή, οι διεθνείς οικονομικές εξελίξεις. Οι εισαγωγές της Ε.Ε. αυξάνονται σταθερά, ενώ η παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου μειώνεται συνεχώς. Οι ενεργειακές πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα και τεχνολογίες εξελίσσονται όμως με αργό ρυθμό.

Οι τιμές ενέργειας παρουσιάζουν διακυμάνσεις και επηρεάζονται από την οικονομική αβεβαιότητα, τις τεχνολογικές εξελίξεις και την πολιτική αστάθεια, ενώ παράλληλα επηρεάζουν όλους τους τομείς της οικονομίας. Το γεγονός ότι οι αναπτυσσόμενες χώρες απορροφούν όλο και μεγαλύτερο ποσοστό των παγκόσμιων αποθεμάτων σε ορυκτά καύσιμα οδηγεί την Ευρώπη

να στραφεί προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και σε πιο «καθαρά» καύσιμα. Η χρηματοοικονομική κρίση και τα προβλήματα των ευρωπαϊκών οικονομιών θέτουν σε κίνδυνο νέες επενδύσεις και τεχνολογικές αγορές, όπου πρέπει να παρακολουθούνται οι επιπτώσεις ώστε να λαμβάνονται έγκαιρα διορθωτικά-αντισταθμιστικά μέτρα. Δίνεται έμφαση, ιδιαίτερα στα κράτη της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης, στις επενδύσεις σε νέες υποδομές. Οι ανάγκες σε νέα δίκτυα, ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου, απαιτούν τεράστιες επενδύσεις με κρίσιμο το ερώτημα ποιος αναλαμβάνει το τελικό κόστος για αυτές.

Τέλος, η απελευθέρωση των εσωτερικών αγορών ενέργειας (ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου) είναι από τα θεμέλια της ενεργειακής πολιτικής που έχει υιοθετηθεί από την ΕΕ. Η Ένωση έχει θέσει ως κύρια επιδίωξή της τη δημιουργία μίας ενιαίας εσωτερικής αγοράς ενέργειας, η οποία βασίζεται πάνω από όλα στην ύπαρξη ενός ευρωπαϊκού ασφαλούς και συνεκτικού δικτύου ενέργειας. Η εισαγωγή κανόνων ανταγωνισμού είναι σταδιακή και πραγματοποιείται σε πολλά βήματα κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας. Οι οδηγίες 2009/72/EK και 2009/73/EK εντάσσονται στο ενιαίο ρυθμιστικό πλαίσιο της 3ης Ενεργειακής Δέσμης και θέτουν τις βάσεις για την επίτευξη του στόχου αυτού. Ένας από τους βασικούς σκοπούς είναι ο καθορισμός σε ενωσιακό επίπεδο των ρυθμίσεων σχετικά με τον αποτελεσματικό διαχωρισμό των δραστηριοτήτων μεταφοράς και διανομής από τις δραστηριότητες της παραγωγής και της προμήθειας, τόσο στον τομέα ηλεκτρικής ενέργειας όσο και στον τομέα φυσικού αερίου [23].

Επιγραμματικά, οι πέντε βασικοί τομείς που εστιάζει η Ενεργειακή Ένωση είναι οι εξής:

- Ασφάλεια εφοδιασμού
- Ολοκληρωμένη εσωτερική αγορά ενέργειας
- Ενεργειακή αποδοτικότητα
- Μείωση των εκπομπών CO₂
- Έρευνα και καινοτομία.

1.3 Κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια στην Ευρώπη και την Ελλάδα

Στην Ευρωπαϊκή ένωση το ποσοστό συμμετοχής των κτιρίων στην ενεργειακή κατανάλωση είναι σε υψηλά επίπεδα. Σύμφωνα με στοιχεία της Ευρωπαϊκής επιτροπής για το 2016, περίπου το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας προέρχεται από τα κτίρια τα οποία είναι υπεύθυνα για το 36% των συνολικών εκπομπών CO₂ της ΕΕ. Σύμφωνα με τα ίδια στοιχεία, τα καινούργια κτίρια απαιτούν περίπου 3-5 λίτρα πετρελαίου θέρμανσης ανά τετραγωνικό μέτρο για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης όλου του χρόνου, σε αντίθεση με τα παλαιά κτίρια (35% των κτιρίων στην ΕΕ είναι πάνω από 50 χρονών) που απαιτούν κατά μέσο όρο 25 λίτρα ανά τετραγωνικό μέτρο και φτάνουν και ως τα 60 για τα περισσότερο ενεργοβόρα. Βελτιώνοντας την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων σε Ευρωπαϊκό επίπεδο έχει υπολογιστεί μια μείωση της τάξης του 5-6% στην συνολική κατανάλωση ενέργειας και 5% μείωση στις εκπομπές CO₂. [2].

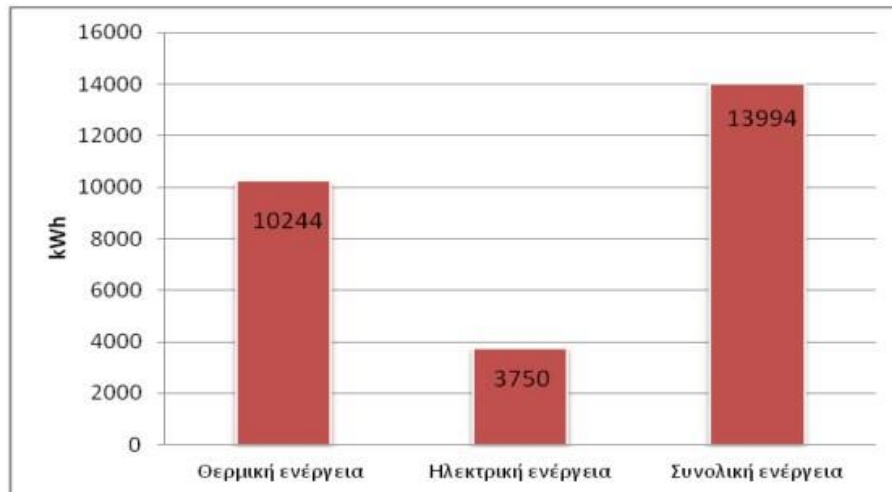
Στην Ελλάδα, πιο συγκεκριμένα, η κατανάλωση ενέργειας από τα κτίρια με βάση στοιχεία του 2007 ανερχόταν στο 34% της συνολικής εγχώριας κατανάλωσης ενώ το 1990 βρισκόταν περίπου στο 26%, ενώ με βάση πιο πρόσφατα στοιχεία σήμερα ανέρχεται σε ποσοστό άνω του 40%. Εάν μάλιστα συνυπολογιστεί με βάση στοιχεία του έτους 2007 πως το 67% της συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα καταναλωνόταν από κτίρια και η οποία κατά πολύ μεγάλο μέρος προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων σε θερμοηλεκτρικά εργοστάσια μπορούμε εύκολα να παρατηρήσουμε πόσο επιζήμια ήταν και είναι η λειτουργία των κτιρίων μας για το φυσικό περιβάλλον.

Με βάση δημοσιευμένα στοιχεία του 2013, η τελική κατανάλωση ενέργειας στα ελληνικά κτίρια είναι περίπου 5,6 εκατ. τόνοι ισοδυνάμου πετρελαίου (ΜΤΙΠ). Το ελληνικό κτιριακό απόθεμα περιλαμβάνει σήμερα περίπου 4,1 εκατομμύρια κτίρια, το 79-80% των οποίων έχουν χρήση κατοικίας. Το μεγαλύτερο ποσοστό των κτιρίων αυτών είναι μεγάλης ηλικίας άνω των 20 ετών, με παλιές εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης και χαμηλές ενεργειακές αποδόσεις [30].



Διάγραμμα 1.1: Τελική Κατανάλωση Ενέργειας στην Ελλάδα ανά τομέα το 2012.

Με βάση στοιχεία του 2012 το 30% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα οφείλεται μόνο στα κτίρια κατοικίας. Κτίρια τα οποία κατασκευάστηκαν κατά κύριο λόγο πριν το 1980, πριν την εφαρμογή του πρώτου κανονισμού θερμομόνωσης κτιρίων και παραμένουν θερμικά απροστάτευτα αποτελώντας ενεργειακά ένα σημαντικό θέμα προς επίλυση για τις σημερινές κυβερνήσεις που σε συνεργασία με την επιστημονική κοινότητα οφείλουν να δώσουν λύσεις και εργαλεία για την δραστική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής τους. Κάθε νοικοκυριό της χώρας καταναλώνει κατά μέσο όρο 13.994 kWh ετησίως για τη κάλυψη των αναγκών του. Το 73% περίπου της συνολικής ενέργειας αφορά θερμική ενέργεια και μόλις το 27% ηλεκτρική.



Διάγραμμα 1.2: Μέση κατανάλωση ενέργειας ανά νοικοκυριό με βάση στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ το έτος 2013.

Πολύ σημαντική παράμετρος για να αξιολογήσουμε ενεργειακά ένα κτίριο είναι η χρήση του, καθώς αυτή είναι που καθορίζει το χρόνο αλλά και τον τρόπο λειτουργίας του. Για παράδειγμα, ένα κτίριο με χρήση σχολείου λειτουργεί συνήθως 9 μήνες το χρόνο και όχι κατά την περίοδο του θέρους, μειώνοντας τις απαιτήσεις σε ψύξη. Επίσης, λειτουργεί κυρίως πρωινές ώρες το χειμώνα οπότε μειώνονται και οι απαιτήσεις σε θέρμανση και φωτισμό. Σε σύγκριση με ένα κτίριο εμπορικής χρήσης που λειτουργεί συνήθως όλες τις εποχές του χρόνου και δημιουργεί άλλες απαιτήσεις λόγω του διαφορετικού ωραρίου του, ή ένα κτίριο κατοικίας όπου τις πρωινές ώρες οι ενεργειακές απαιτήσεις του είναι χαμηλές λόγω της απουσίας των χρηστών του και ο κύριος όγκος των καταναλώσεών του είναι από τις μεσημεριανές ώρες και έπειτα.

Για τη σύγκριση της κατανάλωσης ενέργειας μεταξύ διαφορετικών χρήσεων κτιρίων χρησιμοποιείται ο όρος της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας ο οποίος εκφράζει τη μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου ανηγμένη στην επιφάνειά του (**Kwh/m²**). Έτσι μπορούμε ως ένα βαθμό να εντοπίσουμε τα πλέον ενεργοβόρα κτίρια ανά κατηγορία και χρήση για να προβούμε σε επεμβάσεις βελτίωσής τους. Μπορούμε επίσης να εντοπίσουμε και τα πιο ενεργοβόρα κτίρια με όμοια χρήση και λειτουργία και να αξιολογήσουμε εάν υπάρχει δυνατότητα βελτίωσής τους.



Διάγραμμα 1.3: Ενδεικτική μέση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατοικιών (kwh/m²) με βάση τα ΠΕΑ που είχαν εκδοθεί μέχρι τον Μάιο 2016.

Ο οικιακός τομέας συμβάλλει κατά 65% στην τελική ενεργειακή κατανάλωση του συνόλου των κτιρίων καθώς και κατά 45% στις αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Το υπόλοιπο ποσοστό ανήκει στα κτίρια του τριτογενούς τομέα. Το φορτίο που καταναλώνει το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας στα κτίρια κατοικίας είναι αυτό της θέρμανσης ενώ στα κτίρια τριτογενούς τομέα αυτό του φωτισμού και της ψύξης.



Διάγραμμα 1.4: Ποσοστιαία κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα ανά τομέα

Στην Ελλάδα στα νεότερα κτίρια εμφανίζεται χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση, γεγονός που κυρίως οφείλεται σε εφαρμογές που εντάχθηκαν στην κατασκευή των κτιρίων ως υποχρέωση κυρίως μετά το 1980 και τον κανονισμό θερμομόνωσης κτιρίων αλλά και στην τεχνολογική εξέλιξη των νεότερων συστημάτων παραγωγής θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού που για λόγους οικονομίας έγιναν λιγότερο ενεργοβόρα.

Έχει παρατηρηθεί επίσης ότι σε κτίρια με όμοια χρήση και κατασκευή παρουσιάζεται μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας στον Ελλαδικό χώρο από ότι στον υπόλοιπο Ευρωπαϊκό

χώρο. Αυτό οφείλεται κυρίως στην κακή διαχείριση ενέργειας από τους χρήστες αλλά και στην κατασκευή κτιρίων χωρίς τις απαραίτητες τεχνικές προδιαγραφές με βάση τους κανονισμούς που έχουν θεσπιστεί.

Πριν το 1980 στην Ελλάδα υπήρχε πλήρης απουσία θεσμικού πλαισίου για τον καθορισμό της πολιτικής απέναντι στην κατανάλωση ενέργειας. Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων έγινε νόμος του κράτους το 1980 περιλαμβάνοντας υποχρεώσεις μόνο σχετικές με το κέλυφος του κτιρίου, ενώ το 2000 συντάσσεται ο Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας, χωρίς όμως να επηρεάσει ουσιαστικά την κατασκευή των νέων κτιρίων. Μόνο μετά την Ευρωπαϊκή οδηγία 91/2002 για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων και την υλοποίηση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων στην Ελλάδα το 2010 τέθηκαν οι πρώτες ελάχιστες υποχρεωτικές απαιτήσεις για τη συνολική ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου. Απαιτήσεις που αφορούν τη θερμομονωτική επάρκεια του κτιρίου αλλά και τα μηχανολογικά συστήματά του, με υποχρέωση στην εφαρμογή των ελάχιστων απαιτήσεών του στα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτίρια [5].

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται συνοπτικά η εξέλιξη του θεσμικού πλαισίου για την Ενέργεια στην Ελλάδα [1]:

Θεσμικό πλαίσιο	
	1980: Κανονισμός Θερμομόνωσης
	2000: Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ)
Οδηγία 2002/91 «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» - EPBD	2008: Ν. 3661 2010: Ν. 3951 2010: Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) 2010: Π. Δ. Ενεργειακών Επιθεωρητών
Οδηγία 2006/32 «Ενεργειακές Υπηρεσίες» – ESD	2008: Υ. Α. για τα δημόσια κτίρια 2008: 1 ^ο ΣΔΕΑ 2010: Ν. 3855 2011: Υ. Α. για τις ESCOs 2011: 2 ^ο ΣΔΕΑ
Οδηγία 2010/31 «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» – EPBD (αναδιτύπωση)	2013: Ν. 4122 2016: αναθεώρηση ΚΕΝΑΚ (cost optimal) 2016: καθορισμός nZEB
Οδηγία 2012/27 «Ενεργειακή Απόδοση» – EED	2014: ΕΣΔΕΑ 2015: Ν. 4342 2016: Υ.Α. Ενεργειακών Ελεγκτών (υπό έκδοση)

Εικόνα 1.2: Θεσμικό Πλαίσιο για την Ενέργεια στην Ελλάδα.

Μετά την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ, καθώς και την ένταξη στην νομοθεσία νέων θεσμικών εργαλείων και την ενσωμάτωση των Ευρωπαϊκών τεχνικών οδηγιών για τη βελτιστοποίηση του κόστους ή τα κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης γίνεται πλέον πραγματικότητα και εντάσσεται στο σχεδιασμό των νέων αλλά και κάποιων παλαιότερων κτιρίων μια συνολικά βελτιωμένη διαχείριση στην κατανάλωση της ενέργειας.

Η βελτιωμένη διαχείριση της κατανάλωσης από τους χρήστες των κτιρίων σε συνδυασμό με τις νέες τεχνολογικές εφαρμογές και το νέο νομοθετικό πλαίσιο είναι μια ασφαλής αφετηρία για την μείωση των καταναλώσεων στα κτίρια. Επίσης πρέπει να τονιστεί πως η εισχώρηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στα κτίρια κρίνεται πλέον απαραίτητη για την μείωση των καταναλώσεων από συμβατικά καύσιμα ώστε ταυτόχρονα με την ενεργειακή εξοικονόμηση να επιτευχθεί και δραστική μείωση των ρύπων. Ο εθνικός στόχος συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας είναι 20% μέχρι το 2020 (40% στην ηλεκτροπαραγωγή, 20% σε θέρμανση & ψύξη και 10% στις μεταφορές) [29].

Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας αποτελεί βασικό στόχο της εθνικής ενεργειακής πολιτικής της χώρας. Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση στα πλαίσια εναρμόνισης με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2012/27/ΕΕ, ο στόχος εξοικονόμησης ενέργειας για την περίοδο 2014-2020 είναι συνολικά ~3,3 εκατομμύρια ΤΠΠ. Μεταξύ των διάφορων μέτρων πολιτικής, η εξοικονόμηση στον τομέα των κτιρίων αναμένεται να έχει την πιο σημαντική συμβολή στην επίτευξη του εθνικού στόχου και ιδιαίτερα στις κατοικίες, με σύνολο νέων ετήσιων εξοικονομήσεων ~600 χιλιάδων ΤΠΠ μέχρι το 2020. Οι στόχοι για τις εκπομπές CO₂ στον οικιακό τομέα είναι 5,1 Mt (2020) & 3,8 Mt (2030), από 9,4 Mt το 2012 [2].

Επομένως, μπορούμε με βεβαιότητα να πούμε πως ο κτιριακός τομέας συμμετέχει σε υψηλό επίπεδο και στην κατανάλωση ενέργειας αλλά και στην έκλυση ρύπων. Στόχος λοιπόν για τις κτιριακές κατασκευές μας (υπάρχουσες και νέες) είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και μέσα από αυτήν η μείωση των εκλυόμενων ρύπων καθώς και η αυτοπαραγωγή “πράσινης” φιλικής προς το φυσικό περιβάλλον ενέργειας.

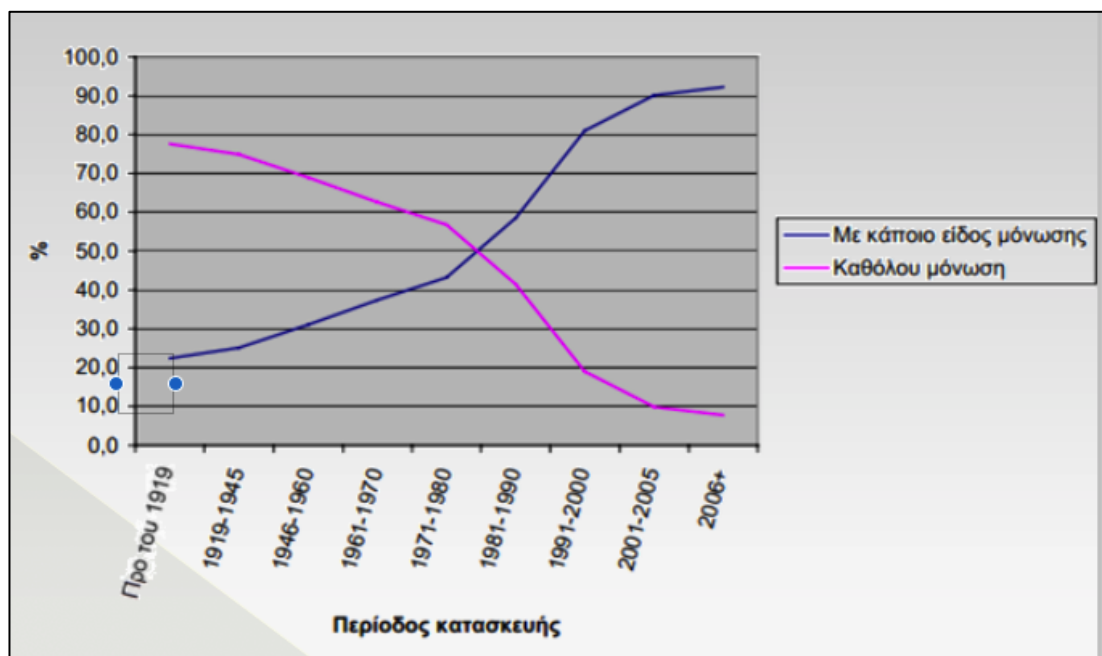
1.4 Ανάλυση κτιριακού αποθέματος στην Ελλάδα

Γενικά, το κτιριακό απόθεμα στην Ελλάδα είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρο. Σε απόλυτους αριθμούς, το 2012 το πλήθος των κτιρίων με χρήση κατοικίας στην Ελλάδα ανερχόταν σε περίπου 3.600.000 κτίρια με το 70% αυτών να είναι θερμικά πλήρως απροστάτευτα καθώς δεν έχουν εφαρμοστεί σε αυτά οι απαιτήσεις του κανονισμού θερμομόνωσης κτιρίων, ενώ στο 20% είχαν εφαρμοστεί με σοβαρές ελλείψεις [3].



Διάγραμμα 1.5: Κατανομή κτιρίων με βάση την ύπαρξη θερμικής μόνωσης με βάση στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ το 2013.

Από το 1980 και μετά, καταγράφεται μια σταδιακή βελτίωση στις κατασκευαστικές προδιαγραφές των κτιρίων που οφείλεται κυρίως στο ότι η ύπαρξη μόνωσης έχει γίνει υποχρεωτική από την νομοθεσία [31].

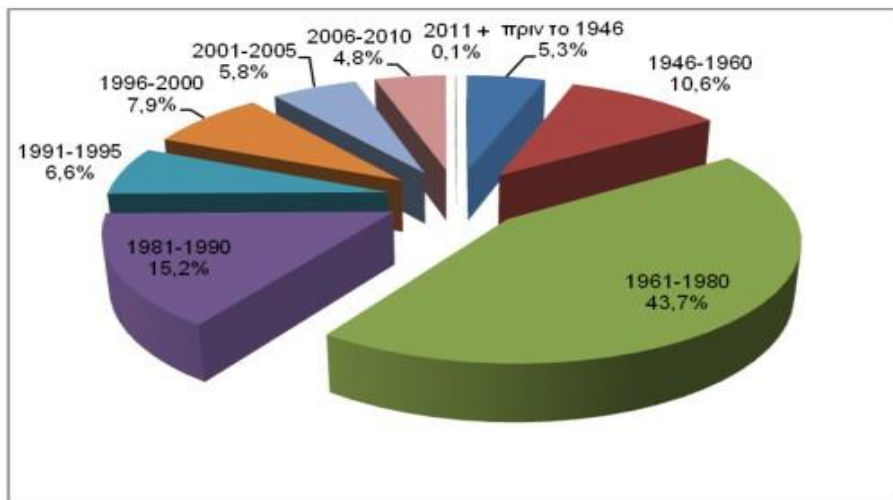


Διάγραμμα 1.6. Ποσοστό κτιρίων με κάποιο είδος μόνωση σε συνάρτηση με την περίοδο κατασκευής του

Πίνακας 1.1: Κατηγοριοποίηση κτιρίων κατοικιών

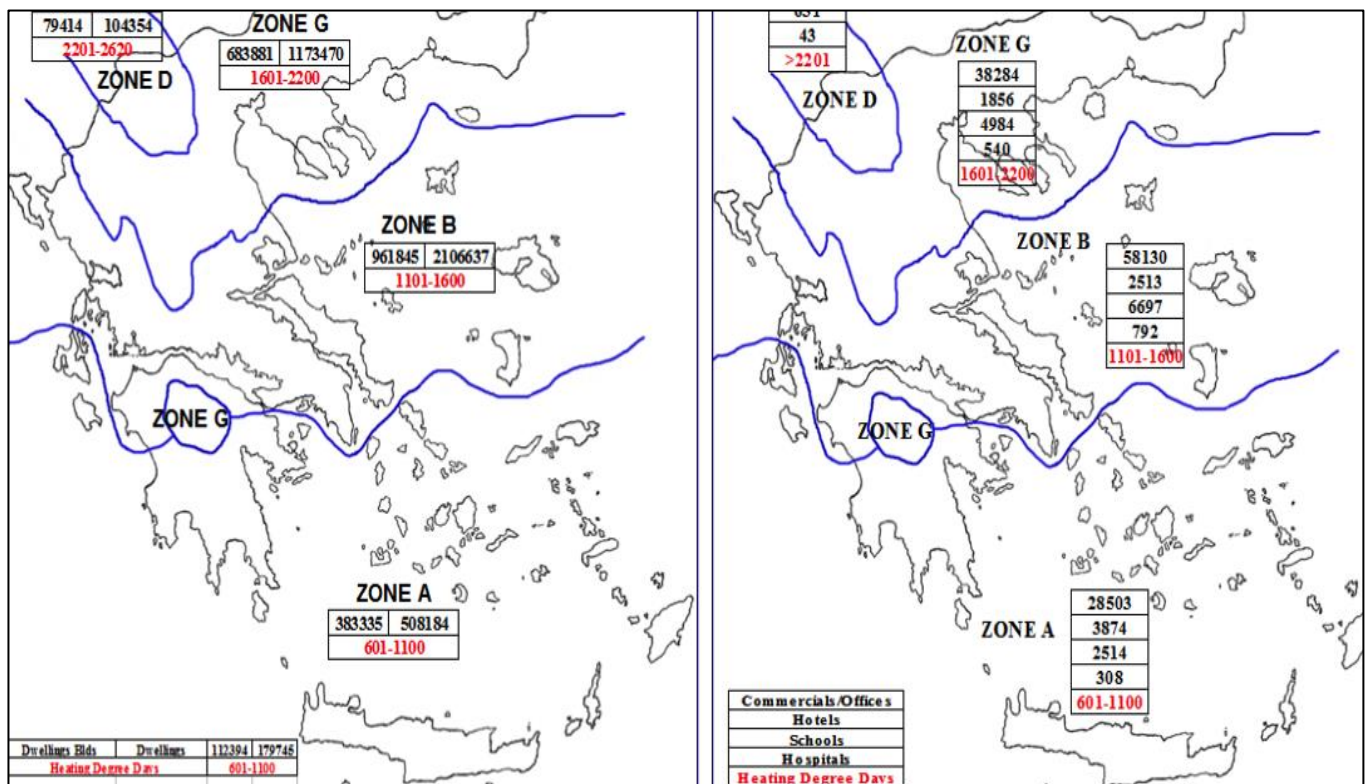
Κατηγορίες	Μονο/οικίες (προ-1980)	Πολύ/οικίες (προ-1980)	Μονο/οικίες (1980-2001)	Πολύ/οικίες (1980-2001)	Μονο/οικίες (2002-2010)	Πολύ/οικίες (2002-2010)
Συνολικός αριθμός κτιρίων κατοικιών	1,371,642	194,667	450,724	91,443	278,351	81,297
Κτίρια χωρίς εξωτερική μόνωση τοίχων	1,371,642	194,667	74,491	12,314	--	--
Κτίρια χωρίς ή με ανεπαρκή μόνωση οροφής	1,056,164	149,894	18,623	3,079	--	--
Κτίρια με σύστημα κεντρικής θέρμανσης	741,979	79,647	436,598	89,981	278,351	81,297
Κτίρια με παλιό σύστημα κεντρικής θέρμανσης	519,385	55,753	17,210	2,932	--	--
Κτίρια χωρίς θερμοστάτη αντιστάθμισης στην κεντρική θέρμανση	519,385	55,753	130,979	26,994	--	--
Κτίρια χωρίς θερμοστάτη χώρων	667,781	71,682	34,421	5,865	--	--
Κτίρια με τοπικά κλιματιστικά	643,100	98,954	214,916	45,172	131,312	40,060
Κτίρια με ηλιακούς συλλέκτες	1,097,314	155,734	289,057	57,944	139,176	40,649
Κτίρια χωρίς σκίαση	321,550	49,477	107,458	22,586	65,656	20,030

Με βάση καταγραφές και στοιχεία της Ελληνικής στατιστικής υπηρεσίας του 2013, το 60% περίπου των κτιρίων στην Ελλάδα έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980.



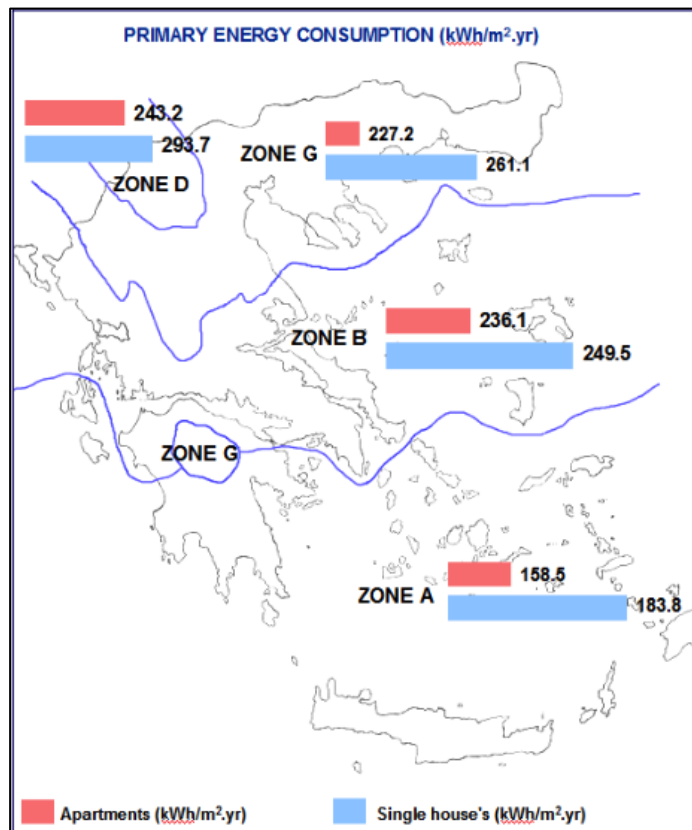
Διάγραμμα 1.7: Ηλικιακό προφίλ του κτιριακού αποθέματος στην Ελλάδα

Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, το μεγαλύτερο ποσοστό των κτιρίων τόσο του οικιακού όσο και του τριτογενή τομέα, ανήκουν στην κλιματική ζώνη Β [10].

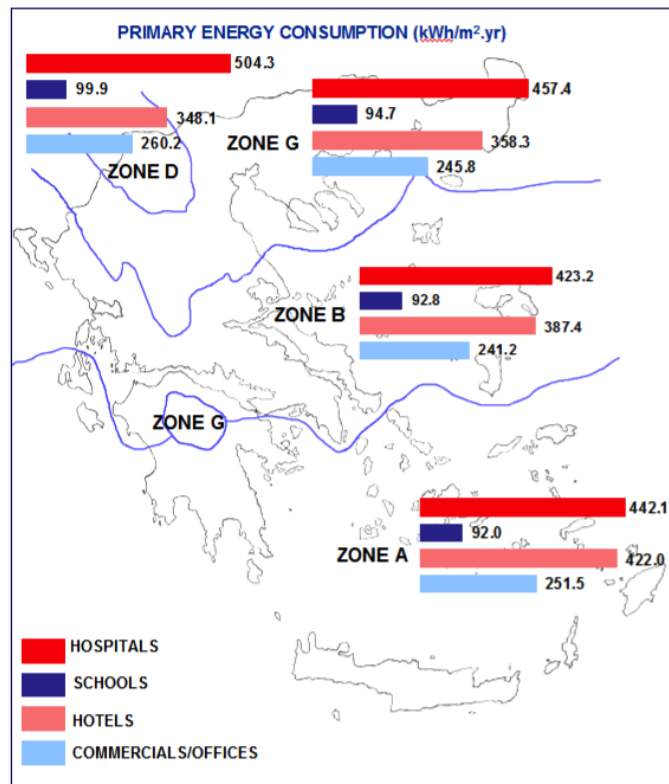


Εικόνα 1.3: Αριθμός κτιρίων ανά κλιματική ζώνη στην Ελλάδα

Η πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας για τα κτίρια οικιακού/τριτογενή τομέα ανά κλιματική ζώνη φαίνονται παρακάτω:



Εικόνα 1.4: Πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα



Εικόνα 1.5: Πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας στον τριτογενή τομέα

1.5 Παράμετροι που καθορίζουν την κατανάλωση Ενέργειας στα Κτίρια

Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, το μέγεθος και την κατασκευή του κτιρίου. Επίσης, από τον τύπο και την κατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και το ωράριο λειτουργίας. Συνεπώς, η θερμική θωράκιση του κτιριακού κελύφους, οι διαθέσιμες τεχνολογίες Η/Μ συστημάτων και τεχνολογιών ΑΠΕ, καθώς και οι τεχνολογίες αυτοματισμών που χρησιμοποιούνται στο εκάστοτε κτίριο, καθορίζουν την κατανάλωση ενέργειάς του και το ενεργειακό του αποτύπωμα [11].

1.5.1 Κτιριακό κέλυφος

Με βάση τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) ο οποίος αποτελεί νόμο του κράτους από το 2013, ως κέλυφος ενός κτιρίου ορίζεται το σύνολο των οριζόντιων και κατακόρυφων δομικών στοιχείων που ορίζουν το κτίριο ή την κτιριακή μονάδα. Τοιχοποιίες, τοιχία, θύρες, παράθυρα, δάπεδα, οροφές οποιουδήποτε υλικού κατασκευής μπορούν να αποτελέσουν μέρη του κελύφους του. Ο ρόλος του κτιριακού κελύφους σε ότι αφορά την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων είναι η διαμόρφωση του θερμικού ισοζυγίου του κτιρίου, το φιλτράρισμα των ενεργειακών ανταλλαγών με το εξωτερικό περιβάλλον καθώς και η διαμόρφωση θερμικής άνεσης για τους χρήστες στο εσωτερικό του [9].

Θερμομόνωση Κτιριακού Κελύφους

Για τον καλύτερο έλεγχο των θερμικών εναλλαγών μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού περιβάλλοντος διαμέσου του κελύφους ενός κτιρίου απαιτείται η κατασκευή δομικών στοιχείων χαμηλής θερμοπερατότητας ώστε να επιτρέπεται στο χρήστη με την χρήση τεχνητών και φυσικών μέσων να ρυθμίζει τις εσωτερικές συνθήκες του κτιρίου και να περιορίζει τις επιρροές από τις μεταβολές της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος με το ελάχιστο δυνατό ενεργειακό κόστος. Η τοποθέτηση Θερμομονωτικών υλικών (εξηλασμένη πολυστερίνη, διογκωμένη πολυστερίνη, πετροβάμβακας, ορυκτοβάμβακας κ.α.) στο εσωτερικό ή σε κάποια επιφάνεια των τοίχων του κτιρίου, η τοποθέτηση θερμοπροσόψεων, η κατασκευή διπλών ή τριπλών υαλοστασίων και κουφωμάτων με θερμοδιακοπή, είναι κάποιες από τις διαθέσιμες τεχνολογίες θερμικής μόνωσης, απαραίτητες για την κατασκευή κτιρίων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης.

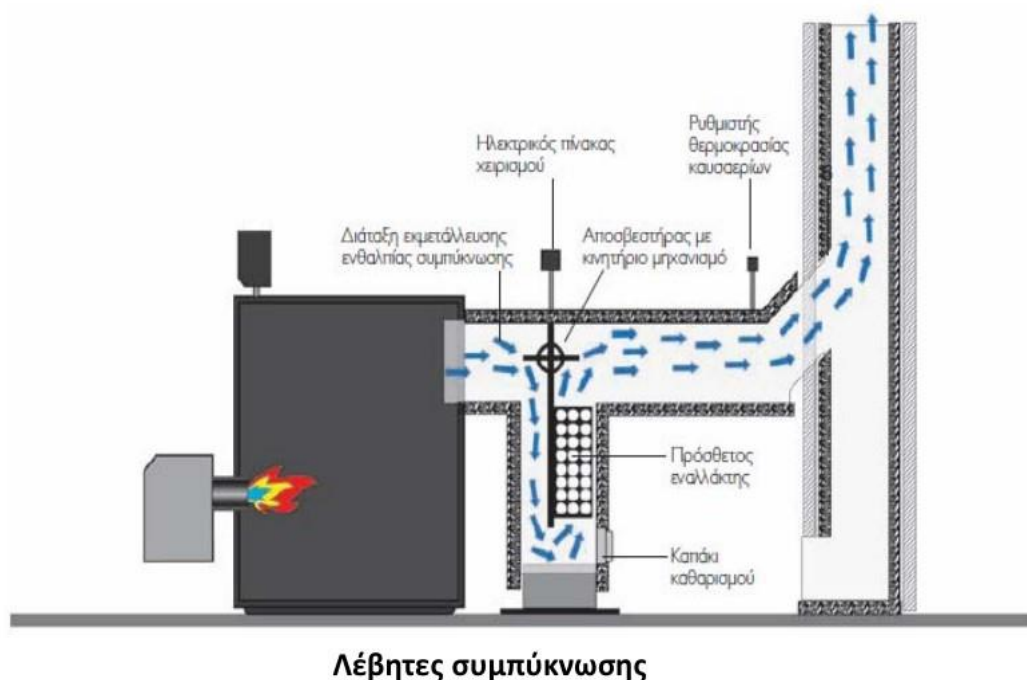
1.5.2 Ηλεκτρομηχανολογικά Συστήματα (Η/Μ)

Ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), είναι ο τεχνικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση, ψύξη, αερισμό, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) και φωτισμό κτιρίου ή κτιριακής μονάδας. Λέβητες, Τζάκια, Αντλίες Θερμότητας, Κλιματιστικές Μονάδες, Ψύκτες, Ηλεκτρικοί Θερμαντήρες, Ηλιακοί συλλέκτες, Φωτοβολταϊκά, Λαμπτήρες, Συστήματα φωτισμού, ανεμιστήρες, Κυκλοφορητές, αποτελούν μερικά από τα Η/Μ συστήματα που μπορούν να εγκατασταθούν σε

ένα κτίριο ή μια κτιριακή μονάδα. Ο ρόλος τους είναι η διαμόρφωση των εσωτερικών συνθηκών, η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης καθώς και ο φωτισμός του κτιρίου ώστε να εξασφαλίζονται οι απαραίτητες συνθήκες άνεσης για τους χρήστες του εκάστοτε κτιρίου. Έως σήμερα σε ότι αφορά τη θέρμανση, την ψύξη, τον φωτισμό, τον εξαερισμό και την παραγωγή ΖΝΧ σε κτίρια κατοικιών καθώς και κτίρια τριτογενούς τομέα, τα πιο διαδεδομένα και σε πολλές περιπτώσεις ενεργοβόρα Η/Μ συστήματα είναι τα ακόλουθα:

- **Λέβητες**

Ο λέβητας είναι μία μεταλλική κατασκευή στην οποία γίνεται η μετάδοση της θερμότητας που παράγεται από την καύση κάποιου καυσίμου, σε ένα ρευστό το οποίο μπορεί να είναι το νερό, ο αέρας, το λάδι, ή ο ατμός. Στη συνέχεια το ρευστό αυτό αξιοποιείται μέσω διαφόρων διατάξεων για τη θέρμανση χώρων ή την παραγωγή ΖΝΧ για την εξυπηρέτηση των αναγκών των χρηστών του κτιρίου. Οι λέβητες διακρίνονται αναλόγως του υλικού κατασκευής τους σε: Χυτοσιδήρους λέβητες, Χαλύβδινους λέβητες, Διμεταλλικούς λέβητες, Χάλκινους λέβητες, Ανοξειδωτους λέβητες. Αναλόγως του καυσίμου που χρησιμοποιούν διακρίνονται επίσης σε: Λέβητες στερεών καυσίμων, Λέβητες αερίων καυσίμων, Λέβητες υγρών καυσίμων, Λέβητες βιομάζας [27].



Εικόνα 1.6: Λέβητας συμπύκνωσης.

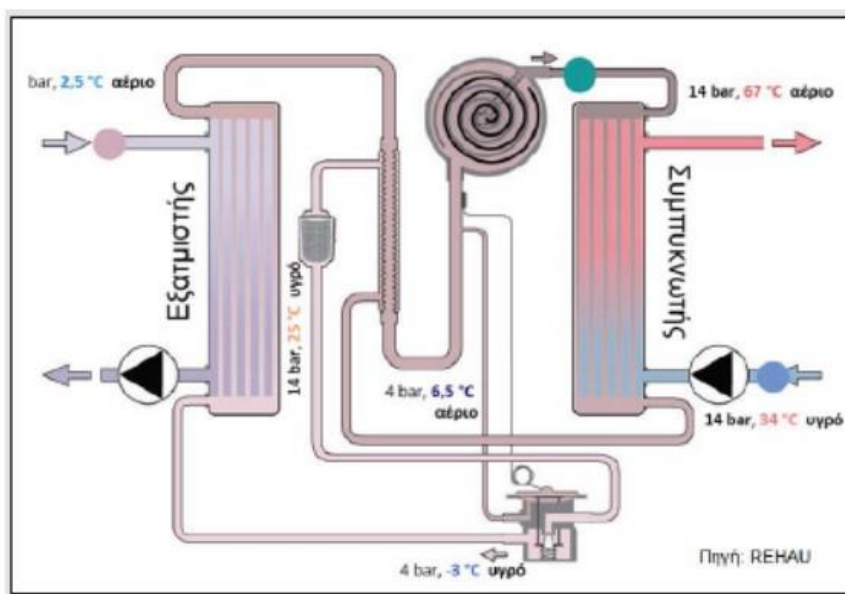
- **Αντλίες Θερμότητας Ψύξης – Θέρμανσης**

Οι Αντλίες Θερμότητας (ΑΘ) είναι μηχανές που παράγουν θέρμανση και ψύξη καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια και λειτουργούν σύμφωνα με τον καλούμενο αντίστροφο θερμοδυναμικό κύκλο. Κατά τη διάρκεια του κύκλου αφαιρείται θερμότητα σε χαμηλή θερμοκρασία, που είναι διαθέσιμη σε μία ψυχρή πηγή, αυξάνει τη θερμοκρασία της με τη συμπίεση και κατόπιν την αποδίδει για τη θέρμανση χώρων. Κατά τη θερινή περίοδο η αντλία θερμότητας μπορεί να

χρησιμοποιηθεί αντίστροφα, δηλαδή για τη μεταφορά θερμότητας από ένα χώρο κατοίκησης (26°C) προς το θερμότερο εξωτερικό αέρα (35°C), με σκοπό την ψύξη του χώρου.

Οι συνηθέστερες ψυχρές πηγές είναι ο εξωτερικός αέρας και το νερό (πηγαδιού, ποταμού, λίμνης), ενώ τα τελευταία χρόνια αυξάνεται η χρήση του εδάφους και της ηλιακής ενέργειας. Η θερμότητα διατίθεται με τη μορφή θερμού αέρα ή θερμού νερού.

Η αντλία θερμότητας είναι συσκευή που έχει τη δυνατότητα αξιοποίησης του κύκλου ψύξης έτσι ώστε να δίνει άλλοτε ζεστό και άλλοτε κρύο αέρα ή νερό, ανάλογα πάντα με τις ανάγκες του χώρου. Η λειτουργία των αντλιών θερμότητας βασίζεται σε ψυκτικούς κύκλους, με επικρατέστερο αυτόν της συμπίεσης ατμών ενός ψυκτικού ρευστού.



Εικόνα 1.7: Αντλία Θερμότητας.

- **Θερμαντικά Σώματα**

Τα θερμαντικά σώματα αποτελούν τις τελικές συσκευές ενός συστήματος εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης μέσω των οποίων η θερμότητα που μεταφέρει το ρευστό μεταδίδεται στους εσωτερικούς χώρους. Τα σώματα είναι συνήθως κατασκευασμένα από χάλυβα ή αλουμίνιο και τοποθετούνται εντός των χώρων του κτιρίου κατόπιν μελέτης από εξειδικευμένο μηχανικό ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες των χρηστών ανά χρήση και χώρο.

- **Ηλεκτρικοί Θερμαντήρες**

Συσκευές οι οποίες είναι πληρωμένες με νερό και χρησιμοποιούν μια ηλεκτρική αντίσταση για παραγωγή ΖΝΧ για τους χρήστες και τις ανάγκες θέρμανσης του κτιρίου. Είναι οι πιο διαδεδομένες συσκευές παραγωγής ΖΝΧ αλλά αρκετά ενεργοβόρες και με υψηλό περιβαλλοντικό κόστος κατά τη χρήση τους στη χώρα μας καθώς καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια μετατρέποντάς την σε θερμική με απόδοση μόλις 1,00. Είναι οικονομικές διατάξεις

συμβατικής τεχνολογίας και παρέχουν ζεστό νερό σχετικά γρήγορα, αλλά η απόδοσή τους είναι πολύ χαμηλή σε σχέση με πιο σύγχρονες διατάξεις όπως οι αντλίες θερμότητας.

- **Συστήματα Φωτισμού**

Συσκευές και λαμπτήρες οι οποίες χρησιμοποιούνται σε όλους τους τύπους κτιρίων για τη δημιουργία τεχνητού φωτισμού για τις νυχτερινές ώρες, είτε για λόγους μη επάρκειας του φυσικού φωτισμού κατά τις πρωινές ώρες. Οι κυριότεροι τύποι λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται στα κτίρια είναι:

- Λαμπτήρες Πυρακτώσεως
- Λαμπτήρες Εκκενώσεως
- Λαμπτήρες LED

με τους πρώτους να θεωρούνται πλέον ιδιαίτερα ενεργοβόροι και να έχουν αποσυρθεί πλέον από την αγορά με βάση τις διατάξεις του ΚΕΝΑΚ.

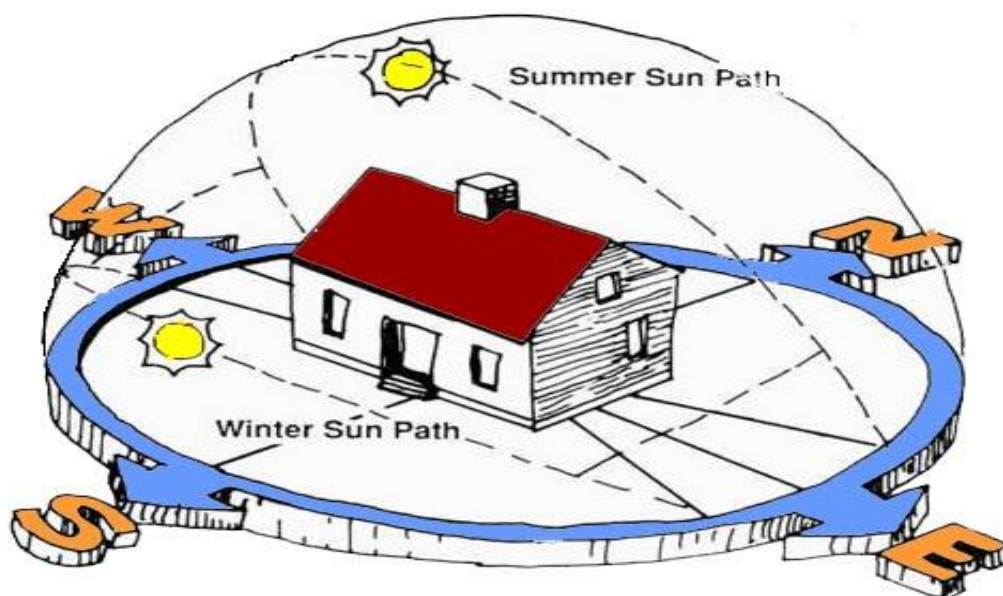
Σε όλα τις παραπάνω διατάξεις, με την εξέλιξη της τεχνολογίας, βελτιώθηκε ο βαθμός απόδοσής τους ώστε να εξοικονομηθεί ενέργεια από τη χρήση τους και μειώθηκε η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα. Παρόλα αυτά τα τελευταία χρόνια υπάρχει πιο έντονη στροφή σε συστήματα ουσιαστικότερης εξοικονόμησης ενέργειας, είτε αφορούν το κέλυφος είτε τα Η/Μ συστήματα που συνδυάζουν παλαιότερες και νέες τεχνολογίες με όσο το δυνατό υψηλότερο βαθμό απόδοσης [28].

1.6 Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια

Οι μέθοδοι και οι τεχνικές για την επίτευξη των στόχων της εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο ποικίλουν και εξαρτώνται από σύνθετες και διαφορετικές παραμέτρους. Σχετίζονται κυρίως με επεμβάσεις στο κέλυφος του καθώς και επεμβάσεις στα Η/Μ συστήματά του. Η χρήση βελτιωμένων υλικών, η εξέλιξη της τεχνολογίας και ο συνδυασμός τους με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού έδωσε χρήσιμα εργαλεία στο σύγχρονο μελετητή-σχεδιαστή κτιρίων ώστε να μπορέσει να πετύχει το στόχο της εξοικονόμησης ενέργειας σε όλο και μεγαλύτερη κλίμακα. Η θερμική λειτουργία του κτιρίου είναι μια δυναμική κατάσταση που άμεσα εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους καθώς και από τις τοπικές συνήθειες των χρηστών του. Κατά τη διαδικασία σχεδιασμού νέων κτιρίων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλες οι θεσμικές και κτιριολογικές παράμετροι οι οποίες καθορίζουν την τελική μορφή και λειτουργία του ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας [25].

1.6.1 Παθητικά συστήματα εξοικονόμησης

Είναι συστήματα και μέτρα που λαμβάνονται κατά την κατασκευή ενός κτιρίου με σκοπό την εκμετάλλευση των περιβαλλοντικών συνθηκών της περιοχής προς όφελος του ενεργειακού σχεδιασμού του κτιρίου. Σχετίζονται με τις βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού για τη δημιουργία συνθηκών άνεσης για το χρήστη του κτιρίου με όσο το δυνατόν μικρότερη σπατάλη ενέργειας. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για άμεση θέρμανση τη χειμερινή περίοδο, η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού, η εκμετάλλευση μεθόδων φυσικού δροσισμού και η αποτροπή υπερθέρμανσης κατά τους θερινούς μήνες είναι μερικά από τα συστήματα που θα αναλυθούν σε αυτήν την παράγραφο.



Εικόνα 1.8: Ηλιασμός κτιρίου στο βόρειο ημισφαίριο.

1.6.1.1 Ηλιακοί τοίχοι

Οι ηλιακοί τοίχοι αποτελούνται από τοιχοποιίες συνδυαζόμενες με υαλοστάσιο, τοποθετημένο εξωτερικά, σε απόσταση 5-15 cm. Η τοιχοποιία μπορεί να είναι είτε αμόνωτος τοίχος μεγάλης θερμικής μάζας, είτε θερμομονωμένη κατασκευή. Το υαλοστάσιο μπορεί να είναι σταθερό ή ανοιγόμενο και να φέρει μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες. Οι ηλιακοί τοίχοι συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και τη μεταδίδουν σε μορφή θερμότητας στους χώρους. Στην Ελλάδα έχουν εφαρμοστεί ηλιακοί τοίχοι κυρίως σε κατοικίες. Από μετρήσεις, ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις βιοκλιματικών κτιρίων σε διάφορες περιοχές της χώρας, προκύπτει ότι μπορούν να συνεισφέρουν σε εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση κατοικιών σε ποσοστό 10-40% (μεγαλύτερη συνεισφορά εξοικονόμησης σε περιοχές με σχετικά ήπιο κλίμα).

Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης κατασκευάζονται με υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας όπως σκυρόδεμα, πέτρα, συμπαγή τούβλα, ή δοχεία που περιέχουν νερό ή άλλο υλικό (υλικό αλλαγής

φάσης). Η εξωτερική τους επιφάνεια είναι σκούρου χρώματος για αύξηση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας. Η απορροφώμενη ακτινοβολία μεταδίδεται με αγωγή, ακτινοβολία και συναγωγή (μεταφορά μέσω του αέρα) στον εσωτερικό χώρο. Διακρίνονται στους τοίχους θερμικής αποθήκευσης και στα θερμοσιφωνικά πάνελα [24]:

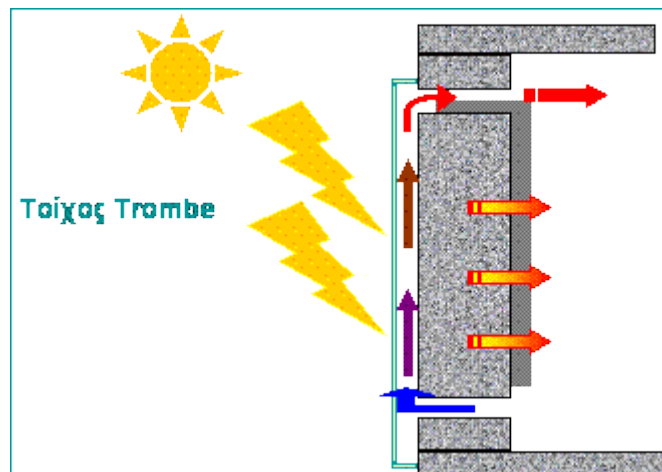
- **Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης**

Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης διακρίνονται είτε σε τοίχους μάζας (μη θερμοσιφωνικής ροής, χωρίς θυρίδες) είτε σε συμπαγούς κατασκευής, ή αποτελούμενοι από δοχεία νερού ή με υλικά αλλαγής φάσης. Ιδιαίτερη περίπτωση αποτελούν οι τοίχοι μάζας θερμοσιφωνικής ροής (Trombe - Michel) Στην περίπτωση του τοίχου Trombe - Michel, μέρος της συλλεγόμενης θερμότητας στο διάκενο μεταξύ τοίχου και υαλοπίνακα μεταφέρεται μέσω θυρίδων στον εσωτερικό χώρο.

Οι θυρίδες του τοίχου βρίσκονται στο άνω και κάτω τμήμα του και κατά τη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα παραμένουν ανοικτές. Έτσι, μέρος της θερμικής ενέργειας που συσσωρεύεται στο διάκενο (μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου) μεταφέρεται με φυσική κυκλοφορία του αέρα από τις θυρίδες στο επάνω μέρος του τοίχου στον εσωτερικό χώρο. Αντίστοιχα, ο ψυχρός αέρας του χώρου μεταφέρεται μέσω των θυρίδων στο κάτω μέρος του τοίχου στο διάκενο, όπου και θερμαίνεται και ανέρχεται, δημιουργώντας συνεχή ροή θερμότητας προς το χώρο. Κατά τη διάρκεια της νύκτας και τις νεφοσκεπείς ημέρες οι θυρίδες στο επάνω μέρος του τοίχου μπορούν να παραμένουν κλειστές, ώστε να εμποδίζεται η αντίστροφη κίνηση του θερμού αέρα από το χώρο προς την εξωτερική ψυχρή επιφάνεια του υαλοπίνακα.

Για όλους τους τοίχους θερμικής αποθήκευσης απαιτείται ηλιοπροστασία της συλλεκτικής επιφάνειας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού με κινητά εξωτερικά πετάσματα. Παράλληλα, συνιστάται κατά τη διάρκεια της νύκτας να ανοίγουν τμήματα του υαλοστασίου, ώστε ο αέρας που βρίσκεται στο διάκενο, να κατευθύνεται προς το εξωτερικό περιβάλλον, παρασύροντας και τον αέρα του εσωτερικού χώρου. Στις περιοχές όπου παρατηρούνται χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη χειμερινή περίοδο συνιστώνται διπλοί υαλοπίνακες στο υαλοστάσιο καθώς και νυχτερινή προστασία με κινητά θερμομονωτικά εσωτερικά (στο διάκενο) ή εξωτερικά πετάσματα.

Στους τοίχους Trombe κατά τη διάρκεια της νύκτας και τις νεφοσκεπείς ημέρες οι θυρίδες στο επάνω μέρος του τοίχου μπορούν να παραμένουν κλειστές, ώστε να εμποδίζεται η αντίστροφη κίνηση του θερμού αέρα από το χώρο προς την εξωτερική ψυχρή επιφάνεια του υαλοπίνακα. Όπως προαναφέραμε, σε όλους τους τοίχους θερμικής αποθήκευσης έτσι και στον τοίχο Trombe απαιτείται ηλιοπροστασία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού με κινητά εξωτερικά πετάσματα [6].



Εικόνα 1.9: Τοίχος Trombe

- **Θερμοσιφωνικό πάνελο**

Αποτελεί σύστημα παρόμοιας κατασκευής και λειτουργίας με τον τοίχο Trombe - Michel , χωρίς την ύπαρξη και λειτουργία της θερμικής μάζας. Η βασική διαφορά από τον τοίχο μάζας θερμοσιφωνικής ροής είναι ότι ο τοίχος του πάνελου απομονώνεται θερμικά από το διάκενο με χρήση θερμομόνωσης και η μεταφορά θερμότητας γίνεται μόνο με συναγωγή (μεταφορά) από τον αέρα του διακένου, ο οποίος μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο μέσω των θυρίδων ή αγωγών. Επί πλέον, το θερμοσιφωνικό πάνελο συνήθως φέρει στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου προς το διάκενο μεταλλική απορροφητική πλάκα για μεγαλύτερη απόδοση.

Έτσι, κατά τη χειμερινή περίοδο, η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στο συλλέκτη (γυάλινη επιφάνεια) μετατρέπεται σε θερμική και μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο μέσω θυρίδων στο άνω τμήμα του πάνελου. Θυρίδες στο κατώτερο τμήμα επιτρέπουν την εισροή αέρα από το εσωτερικό του κτιρίου στο διάκενο του θερμοσιφωνικού πάνελου. Κατά τη θερινή περίοδο, η λειτουργία του αντιστρέφεται. Ανοίγματα στο άνω τμήμα του υαλοστασίου επιτρέπουν την κίνηση του θερμού αέρα προς τον εξωτερικό χώρο με αποτέλεσμα το δροσισμό του κτιρίου.

1.6.1.2 Ηλιακοί χώροι – αίθρια

Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από τον ηλιακό χώρο-θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τους εσωτερικούς τοίχους.

Τα ηλιακά αίθρια είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν επίσης όπως τα θερμοκήπια απορροφώντας και εγκλωβίζοντας θερμότητα και κατόπιν την μεταφέρουν στους γειτονικούς χώρους του κτιρίου. Έχουν συχνή εφαρμογή σε κτίρια κατοικιών αλλά και σε κτίρια του τριτογενούς τομέα ιδιαίτερα σε περιοχές με πιο έντονη την ανάγκη για θέρμανση

1.6.1.3 Σκίαστρα-Συστήματα ηλιοπροστασίας

Η μελέτη και η χρήση συστημάτων ηλιοπροστασίας καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική, καθώς σχετίζεται άμεσα με την εξοικονόμηση ενέργειας και τη σωστή ένταξη του κτιρίου στο περιβάλλον. Παράγοντες που επηρεάζουν την ηλιοπροστασία καθώς και το σύστημα που θα επιλεγεί από το μελετητή αποτελούν: τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της θέσης του κάθε κτιρίου, η ηλιακή γεωμετρία της περιοχής, το κλίμα και ο προσανατολισμός του κτιρίου. Ηλιακή γεωμετρία είναι η πορεία που διαγράφει ο ήλιος πάνω από την περιοχή μελέτης κατά τη διάρκεια του έτους. Στο βόρειο ημισφαίριο, κατά τη χειμερινή περίοδο, ο ήλιος κινείται χαμηλά και η πορεία του είναι μικρότερη από αυτή που διαγράφει το καλοκαίρι. Κατά τη θερινή περίοδο, η ανατολή και η δύση του ήλιου μετατοπίζονται βορειότερα στον ορίζοντα και η πορεία που ακολουθείται είναι ψηλότερη. Τα αντίθετα ακριβώς ισχύουν για το νότιο ημισφαίριο. Η θέση του ηλίου κάθε φορά καθορίζεται από δύο μεγέθη, το αζιμούθιο και το ηλιακό ύψος.

Επομένως η σωστή τοποθέτηση τέτοιων συστημάτων στα κτίρια απαιτεί ξεχωριστή μελέτη των χαρακτηριστικών του εκάστοτε κτιρίου. Θα πρέπει να εξασφαλίζεται όσο το δυνατόν χαμηλότερη στάθμη εισερχόμενης ακτινοβολίας κατά τους θερινούς μήνες ενώ ταυτόχρονα θα πρέπει να εξασφαλίζεται επαρκής φυσικός φωτισμός και αερισμός του κτιρίου. Επίσης δεν θα πρέπει να εμποδίζεται ο απαραίτητος κατά τους χειμερινούς μήνες ηλιασμός.

Για παράδειγμα, στις νότιες όψεις των κτιρίων στο βόρειο ημισφαίριο τοποθετούνται οριζόντια σκίαστρα ώστε να εκμεταλλευτούμε την ηλιοπροστασία κατά τη διάρκεια της ημέρας την περίοδο του θέρους που ο ήλιος βρίσκεται ψηλότερα. Τα ίδια σκίαστρα με τον τρόπο που είναι τοποθετημένα, κατά τη χειμερινή περίοδο επιτρέπουν στην ηλιακή ακτινοβολία να προσπίπτει στους τοίχους και τα υαλοστάσια της όψης του κτιρίου, εξασφαλίζοντας πολύ σημαντικά θερμικά κέρδη κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αντίθετα στις ανατολικές και δυτικές όψεις ενδείκνυται η τοποθέτηση κατακόρυφων σκιάστρων ώστε να αποφεύγεται το φαινόμενο της θάμβωσης κατά τις πρωινές και τις μεσημβρινές ώρες.

1.6.1.4 Βλάστηση

Ιδιαίτερα αποτελεσματική μέθοδος ηλιοπροστασίας κατά τη θερινή περίοδο χωρίς να εμποδίζεται η λήψη ηλιακών κερδών κατά τους χειμερινούς μήνες αποτελεί η χρήση βλάστησης. Είτε μέσω φύτευσης φυλλοβόλων και αειθαλών δέντρων σε κατάλληλες θέσεις κατά περίπτωση, είτε με άλλου τύπου φυτά σε μπαλκόνια και πέργκολες όπως οι θάμνοι και τα αναρριχητικά. Ταυτόχρονα η βλάστηση επηρεάζει τις αέριες μάζες που κυκλοφορούν στην περίμετρο του κτιρίου και μπορεί να συμβάλλει στην αξιοποίησή του για εφαρμογές δροσισμού τους θερινούς μήνες, προστατεύοντάς όμως αντίστοιχα από αυτές κατά τους χειμερινούς μήνες. Παράδειγμα η χρήση φυλλοβόλων δέντρων φυτεμένα σε κάθετη διάταξη ως προς κάποια όψη του κτιρίου, δημιουργώντας αναμεσα τους διάδρομο κίνησης των αερίων μαζών ώστε αυτές να προσπίπτουν στο κτίριο κατά το θέρος και το χειμώνα που ο δροσισμός παύει να είναι επιθυμητός, μόλις τα δέντρα φυλλοβολήσουν το φαινόμενο αναστέλλεται αυτόματα.

1.6.1.5 Φυσικός φωτισμός

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού στοχεύει στην εξασφάλιση οπτικής άνεσης για τους χρήστες του κτιρίου συμβάλλοντας ταυτόχρονα στην εξοικονόμηση ενέργειας από τη μη χρήση τεχνητού φωτισμού για τις ανάγκες του κτιρίου. Επίσης συμβάλλει στην γενικότερη βελτίωση της διαβίωσης εντός των χώρων του κτιρίου συνδυάζοντας το φωτισμό με τη θέα και τη ρύθμιση της εισερχόμενης ακτινοβολίας. Για τη δημιουργία συνθηκών οπτικής άνεσης θα πρέπει να εξασφαλίζεται στο εσωτερικό των χώρων φωτισμός ανάλογης έντασης σε σχέση με τη χρήση του εκάστοτε κτιρίου ενώ ταυτόχρονα επιβάλλεται να υπάρχει ομαλή κατανομή του φωτισμού στο χώρο για την αποφυγή φαινομένων θάμβωσης. Υπάρχει επομένως άμεση εξάρτηση της επάρκειας του φωτισμού και της κατανομής του με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του χώρου καθώς και με τα χαρακτηριστικά των ανοιγμάτων και των μέσων σκίασης που θα επιλεγθούν.

1.6.1.6 Φυσικός αερισμός

Ο φυσικός αερισμός αποτελεί τη σημαντικότερη τεχνική απομάκρυνσης της θερμότητας από ένα κτίριο κατά τους θερμούς μήνες. Μπορεί να επιτευχθεί με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων του εξωτερικού κελύφους αλλά και των εσωτερικών ανοιγμάτων (διαμετρής αερισμός). Επίσης μπορεί να επιτευχθεί αξιοποιώντας το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού. Με κατάλληλα ανοίγματα στα χαμηλότερα σημεία του κτιρίου, με σωστά σχεδιασμένα κλιμακοστάσια και αίθρια και με ανοίγματα στα ψηλότερα σημεία του κτιρίου, ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω δημιουργώντας ρεύμα και απομακρύνοντας τη θερμότητα από το χώρο (κατακόρυφος αερισμός). Ακόμα εκμεταλλεζόμενοι τη χαμηλότερη θερμοκρασία του αέρα κατά τις νυκτερινές ώρες τη θερινή περίοδο ιδιαίτερα τις πολύ θερμές ημέρες συνεισφέρουμε στην αποθήκευση δροσιάς στη μάζα του κτιρίου, σαρώνοντας τις επιφάνειές του με δροσερό νυκτερινό αέρα (νυκτερινός αερισμός). Παράλληλα ο φυσικός αερισμός ανανεώνει το χώρο με φρέσκο αέρα, απαραίτητο για τη δημιουργία άνεσης για τους χρήστες του κτιρίου.

1.6.2 Ενεργητικά συστήματα εξοικονόμησης

Είναι κυρίως συστήματα ικανά είτε να συλλέγουν, είτε να αποθηκεύουν, είτε να μετατρέπουν ενέργεια σε αξιοποιήσιμη μορφή για τους χρήστες του κτιρίου αλλά και συστήματα ικανά να μειώσουν τη σπατάλη σε ενέργεια στο κτίριο κατά τη λειτουργία του.

1.6.2.1 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν μηχανικές κατασκευές ικανές να συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, να τη μετατρέπουν σε αξιοποιήσιμη (θερμική ή ηλεκτρική), να αποθηκεύουν τμήμα αυτής και να τη διανέμουν προς χρήση. Τα πλέον διαδεδομένα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι οι ηλιακοί συλλέκτες για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ή θέρμανσης χώρων και τα φωτοβολταϊκά πλαίσια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χαμηλής ισχύος [4].

- **Φωτοβολταϊκά συστήματα**

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι μετατροπείς της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια. Πιο συγκεκριμένα τα φωτοβολταϊκά συστήματα εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια μετατρέποντάς τη σε ηλεκτρική μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Η θέση της Ελλάδας παρέχει τη δυνατότητα αξιοποίησης στο έπακρον τέτοιου είδους τεχνολογιών. Η ποσότητα της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, την οποία μπορούν να παρέχουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα, εξαρτάται κυρίως από το πόσο προηγμένη τεχνολογία χρησιμοποιούν. Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839 και χρησιμοποιήθηκε για πρακτικούς σκοπούς στα τέλη της δεκαετίας του '50 σε διαστημικές εφαρμογές έως ότου βρήκε αξιοποίηση σχετικά πρόσφατα σε κτιριακές εφαρμογές. Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική [22].



Εικόνα 1.10: Πανελ Φωτοβολταϊκού συστήματος

Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από το Φ/Β πλαίσιο ή ηλιακή γεννήτρια ρεύματος και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη Φ/Β συστοιχία. Για αυτόνομα συστήματα υπάρχει επίσης το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας σε μπαταρίες. Βασικό στοιχείο για την κατασκευή φωτοβολταϊκών είναι το πυρίτιο. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων: το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο. Το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται επίσης σε μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό. Το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα, και κατά τη μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών της εφαρμογής (κατεύθυνση και διάρκεια της ηλιοφάνειας, τυχόν σκιάσεις κλπ.) ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Φ/Β συστημάτων :

A) Πλεονεκτήματα:

- ✓ Παράγουν «δωρεάν» ηλεκτρική ενέργεια από τον ήλιο και δεν καταναλώνουν κάποιο είδος καυσίμου.
- ✓ Δεν έχουν κινούμενα μέρη και λειτουργούν αθόρυβα (μικρές απαιτήσεις συντήρησης).
- ✓ Δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον με αέρια ή άλλα κατάλοιπα.
- ✓ Μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα και αξιόπιστα, χωρίς την παρουσία χειριστή.
- ✓ Μπορούν να εγκατασταθούν και να λειτουργήσουν σε απομονωμένες περιοχές.
- ✓ Μπορούν να λειτουργήσουν παράλληλα με άλλα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- ✓ Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής.
- ✓ Είναι ευέλικτα λειτουργικά, καθώς προσφέρουν επεκτασιμότητα ανάλογα με τις ανάγκες σε φορτίο και δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (σε δίκτυο ή συσσωρευτές).
- ✓ Αποτελούν ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο που δίνει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.
- ✓ Συνεισφέρουν στην αποκέντρωση της ενέργειας σε μικρές τοπικές μονάδες που δεν έχουν τις μεγάλες ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το κυρίως ηλεκτρικό δίκτυο (~12% στην Ελλάδα). Η εφαρμογή τους σε νησιά με αδύναμα δίκτυα είναι ιδιαίτερα σημαντική.
- ✓ Βοηθούν στην αποφυγή black out, εφ' όσον η μέγιστη παραγωγή γίνεται καλοκαίρι και μεσημέρι, ώρες δηλ. που έχουμε τις ημερήσιες αιχμές ζώνης, βοηθώντας στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου (μέχρι και 20%) και τη μείωση του συνολικού κόστους ηλεκτροπαραγωγής από την ΔΕΗ, δεδομένου ότι η κάλυψη των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή.
- ✓ Δίνουν κύρος στον χρήστη τους και βελτιώνουν το «πρόσωπο» των επιχειρήσεων που τα χρησιμοποιούν. Στις πιο ανεπτυγμένες αγορές η εγκατάσταση Φ/Β αποτελεί πλέον τον κανόνα σε κάθε νέα κτιριακή εφαρμογή.
- ✓ Δημιουργούν σήμερα περισσότερες θέσεις εργασίας ανά MW ή /και ανά επενδυμένο € από οποιαδήποτε άλλη ενεργειακή τεχνολογία. Η εγχώρια παραγωγή Φ/Β συνεπάγεται εκατοντάδες θέσεις εργασίας.
- ✓ Συμβάλουν στην περιφερειακή ανάπτυξη και την τοπική απασχόληση, λόγω του αποκεντρωμένου χαρακτήρα της και αποτελούν μέσο εισόδου ξένων επενδύσεων.

B) Μειονεκτήματα:

- ✓ Έχουν ακόμα υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης
- ✓ Απαιτούν σχετικά μεγάλες επιφάνειες εγκατάστασης.
- ✓ Έχουν ακόμη σχετικά μικρό βαθμό απόδοσης.
- ✓ Η λειτουργία τους εξαρτάται από τις συνθήκες νέφωσης και ως εκ τούτου δεν μπορούν να θεωρηθούν αυτόνομα συστήματα συνεχούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος και θα

πρέπει να συνδυάζεται η λειτουργία τους με επιπλέον συστήματα, ώστε να εξασφαλίζεται αδιάλειπτη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

- **Ηλιακοί συλλέκτες**

Οι ηλιακοί συλλέκτες μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα και τη μεταφέρουν σε κάποιο ρευστό (νερό, ηλιακό ρευστό, αέρα). Οι βασικότεροι τύποι ηλιακών συλλεκτών είναι οι ακόλουθοι [22]:

- **Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα:** Είναι απλοί και οικονομικοί. Αποτελούνται από μαύρους πλαστικούς ή μεταλλικούς σωλήνες -χωρίς μόνωση- μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το υγρό. Η μέγιστη θερμοκρασία που επιτυγχάνεται είναι 20ο C πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές θέρμανσης νερού σε πισίνες
- **Επίπεδοι συλλέκτες:** Είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος ηλιακού συλλέκτη. Αποτελείται από επίπεδο μονωμένο πλαίσιο, το οποίο καλύπτεται από τη μια πλευρά με διαφανές κάλυμμα από τζάμι ή πλαστικό. Το πλαίσιο περιέχει μια μαύρη/σκουρόχρωμη πλάκα που απορροφά την ηλιακή ενέργεια. Το ρευστό μεταφοράς θερμότητας κυκλοφορεί μέσα ή πάνω από την απορροφητική πλάκα μεταφέροντας τη θερμότητα. Η θερμοκρασία που παράγεται μπορεί να φτάσει ως 70ο C πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Απαντώνται κυρίως σε κτίρια κατοικίας όλων των τύπων
- **Συλλέκτες κενού:** Αποτελούνται από σειρά γυάλινων σωλήνων κενού. Ο κάθε σωλήνας περιέχει έναν απορροφητή (π.χ. μια μαύρη μεταλλική πλάκα) που απορροφά την ηλιακή ενέργεια. Λόγω της μονωτικής ιδιότητας του κενού η θερμοκρασία που παράγεται φτάνει σε υψηλότερα επίπεδα από έναν απλό επίπεδο ηλιακό συλλέκτη καθώς ελαχιστοποιούνται οι απώλειες και οι θερμικές ανταλλαγές με το περιβάλλον.



Εικόνα 1.11: Ηλιακός συλλέκτης με δοχείο αποθήκευσης

Η τοποθέτηση ενός ηλιακού συλλέκτη μπορεί να είναι:

A) Οριζόντια όταν τοποθετείται σε οροφές ή έδαφος (εκτός συλλεκτών κενού με σωλήνα θερμότητας ξηρής ή υγρής σύνδεσης)

B) Επικλινής για τοποθέτηση σε στέγες, έδαφος, προσόψεις κτιρίων. Οι συλλέκτες γενικά τοποθετούνται με ελάχιστη κλίση 25° . Η βέλτιστη κλίση των συλλεκτών ανάλογα με τη χρήση τους είναι:

- για χρήση όλο το χρόνο συνιστάται η κλίση συλλεκτών να είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.
- για χρήση τους χειμερινούς μήνες: κλίση συλλεκτών = γεωγραφικό πλάτος της περιοχής + 15°
- για χρήση τους καλοκαιρινούς μήνες: κλίση συλλεκτών = γεωγραφικό πλάτος της περιοχής - 15°

Για την εγκατάσταση ενός ενεργητικού ηλιακού θερμικού συστήματος θα πρέπει να προβλεφθεί χώρος για τους συλλέκτες ώστε το κτίριο να έχει ικανοποιητικό χώρο για την εγκατάσταση της απαιτούμενης επιφάνειας τους.

Ενδεικτικά αρκούν 2 m^2 επίπεδων ηλιακών συλλεκτών για να καλυφθούν οι ανάγκες σε ζεστό νερό μιας οικογένειας 2 ατόμων. Για κάθε επιπλέον άτομο απαιτούνται περίπου $0,75 \text{ m}^2$ πρόσθετης συλλεκτικής επιφάνειας. Ο συλλέκτης πρέπει έχει νότιο προσανατολισμό και να μη σκιάζεται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ο χώρος αυτός μπορεί να βρίσκεται είτε στην οροφή του κτιρίου (με την προϋπόθεση ότι ψηλότερα γειτονικά κτίρια δεν προκαλούν σκίαση) ή σε κάποιο άλλο ανοιχτό χώρο. Ωφέλιμος χώρος για τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό (αντλίες, εναλλάκτες θερμότητας και δεξαμενές αποθήκευσης): Πρέπει να είναι προστατευμένος από τις καιρικές συνθήκες, π.χ. μπορεί να τοποθετηθεί είτε στο υπάρχον λεβητοστάσιο ή σε κάποιον άλλο κλειστό χώρο (στην περίπτωση των θερμοσιφωνικών συστημάτων δεν απαιτείται επιπλέον χώρος). Σε ότι αφορά τις συνδέσεις των διατάξεων οι συλλέκτες, οι δεξαμενές αποθήκευσης, η παροχή κρύου νερού και το δίκτυο ζεστού νερού πρέπει να συνδεθούν υδραυλικά. Οι σωληνώσεις πρέπει να είναι επισκέψιμες για επισκευή πιθανών βλαβών. Επίσης, ο γενικός πίνακας του κτιρίου πρέπει να αντέχει πρόσθετα φορτία, τα οποία όμως για την περίπτωση των ηλιακών ως 100°C πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, είναι μικρά.



Εικόνα 1.12: Ηλιακοί συλλέκτες σε στέγη κτιρίου

1.6.2.2 Γεωθερμία – Γεωθερμικοί εναλλάκτες – Γεωθερμική αντλία θερμότητας

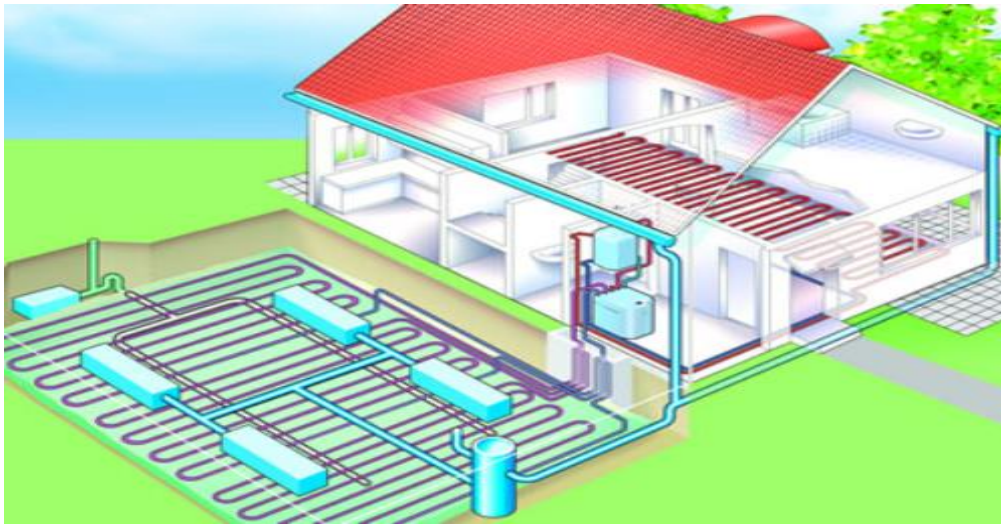
Ως γεωθερμία ορίζεται η εκμετάλλευση της ενέργειας από το εσωτερικό της γης από όπου με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας επιτρέπεται η μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος για παραγωγή ψύξης, θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης για οικιακές αλλά και ευρύτερης κλίμακας εφαρμογές σε κτίρια του τριτογενούς τομέα.

Συνήθως χρησιμοποιούνται σωλήνες πληρωμένες με νερό τοποθετημένες οριζόντια σε όλη την έκταση του οικοπέδου του κτιρίου εντός του εδάφους σε βάθος περίπου 2 μέτρων (τους οριζόντιους γεω-εναλλάκτες) ή σωλήνες κατακόρυφους σε δύο ή τρεις σειρές που εκτείνονται σε βάθος κάποιων δεκάδων μέτρων (κατακόρυφους γεω-εναλλάκτες). Το νερό που κυκλοφορεί στους γεω-εναλλάκτες, εναλλάσσει τη θερμοκρασία του με κάποιο ρευστό στο δοχείο αποθήκευσης που είναι συνδεδεμένη η αντλία θερμότητας. Είναι πιο αποδοτική από την συνηθισμένη αντλία θερμότητας καθώς χρησιμοποιεί σαν δοχείο απόρριψης ρευστό το οποίο βρίσκεται σε σταθερή σχετικά θερμοκρασία 16-19 βαθμούς κελσίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους σε αντίθεση με το δοχείο απόρριψης των κλασικών αντλιών θερμότητας που είτε είναι κάποιο υγρό είτε ο ατμοσφαιρικός αέρας, ακολουθεί τις μεταβολές της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος ανάλογα με την εποχή του χρόνου υποχρεώνοντας την αντλία θερμότητας να δαπανά περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια κατά τη λειτουργία της.

Ένα γεωθερμικό σύστημα αξιοποιεί την εντός του εδάφους υπάρχουσα σταθερή θερμοκρασία. Έτσι το χειμώνα, ένα ρευστό που κυκλοφορεί στον γεωθερμικό εναλλάκτη απορροφά τη θερμότητα του εδάφους και μέσω της αντλίας θερμότητας την αποδίδει στο κτήριο. Το θέρος λειτουργώντας αντίστροφα, απάγει τη θερμότητα από το κτήριο και μέσω του γεωθερμικού εναλλάκτη την αποδίδει στο δροσερότερο έδαφος. Με δεδομένο το σταθερό ενεργειακό δυναμικό που παρουσιάζεται, τόσο στα πετρώματα μικρού βάθους, όσο και στα νερά του υδροφόρου ορίζοντα, ο σχεδιασμός και η υλοποίηση τέτοιων συστημάτων εξασφαλίζει οικονομικότερη λειτουργία, έως και 60%, ανάλογα με το αν πρόκειται για θέρμανση ή ψύξη αντίστοιχα.

Ένα σύστημα ΓΑΘ αποτελείται από το σύστημα εναλλαγής θερμότητας εντός του εδάφους, το οποίο είναι είτε γεω-εναλλάκτης θερμότητας είτε υδρογεώτρηση, τη Γεωθερμική αντλία θερμότητας και το σύστημα θέρμανσης/ψύξης χαμηλών θερμοκρασιών εντός του κτηρίου.

Το σύστημα εναλλαγής θερμότητας εντός εδάφους μπορεί να είναι είτε κλειστό είτε ανοικτό. Στο κλειστό κύκλωμα, οι γεω-εναλλάκτες θερμότητας είναι είτε οριζόντιοι, δηλαδή σωλήνες εντός του εδάφους σε οριζόντια διάταξη μέσα σε τάφρους, σε βάθος 1,5-2,5 m, ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες, είτε κατακόρυφοι (Borehole Heat Exchangers - BHEs), δηλαδή σωλήνες εντός του εδάφους σε κατακόρυφη διάταξη μέσα σε γεωτρήσεις (boreholes). Στο ανοικτό κύκλωμα το νερό αντλείται από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα από την παραγωγική γεώτρηση και επανεισάγεται στη γεώτρηση επανεισαγωγής.



Εικόνα 1.13: Σύστημα γεωθερμίας με οριζόντιο γεω-εναλλάκτη

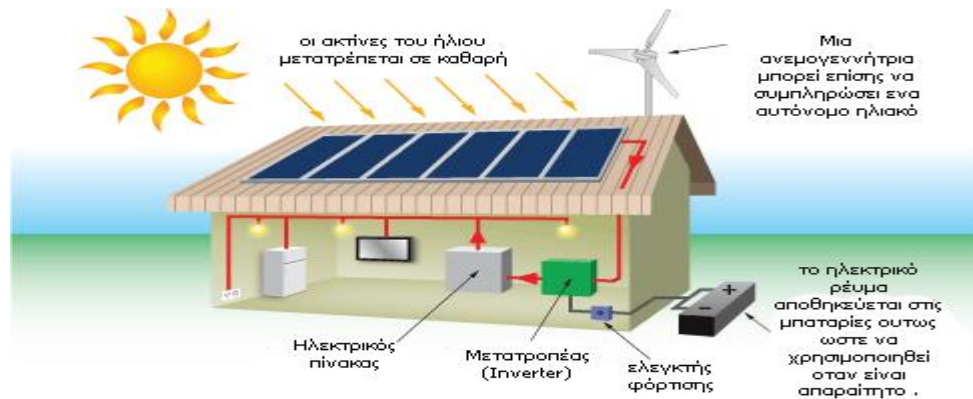
Οι ΓΑΘ είναι αντλίες θερμότητας κυρίως νερού-νερού και χρησιμοποιούνται για την θέρμανση και την ψύξη κτηρίων, όπως επίσης και για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Τα βασικά εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται μια ΓΑΘ είναι ο συμπιεστής, ο συμπυκνωτής, ο ατμοποιητής, η βαλβίδα εκτόνωσης. Τις περισσότερες φορές η ΓΑΘ είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε το ίδιο το μηχάνημα να μπορεί να λειτουργήσει και σε συνθήκες θέρμανσης αλλά και σε συνθήκες ψύξης. Βασικό χαρακτηριστικό για την ορθή λειτουργία μιας ΓΑΘ είναι η επιλογή του ψυκτικού μέσου το οποίο εξαρτάται από τη θερμοκρασιακή περιοχή λειτουργίας του μηχανήματος. Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά είναι να μην είναι τοξικό, διαβρωτικό, εύφλεκτο και να είναι σταθερό στις θερμοκρασίες της εφαρμογής.

1.6.2.3 Ανεμογεννήτριες (Α/Γ) Αστικού περιβάλλοντος

Οι ανεμογεννήτριες έχουν ως σκοπό τους την αποτελεσματική εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας των ανέμων και την μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια την οποία παρέχουν στο δίκτυο ή την αποθηκεύουν σε μπαταρίες. Ανάλογα με το μέγεθός τους διακρίνονται σε micro (ισχύος έως 1kw), μικρές (ισχύος 1-10kw), μικρές/μεσαίες (10-100kw), μεσαίες (100-500kw) και μεγάλες (μεγαλύτερες από 500kw). Ανεμογεννήτριες με ισχύ έως 10 kw μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας στα κτίρια κατοικιών και στα κτίρια τριτογενούς τομέα καθώς μπορούν υπό προϋποθέσεις να εγκατασταθούν εντός του αστικού περιβάλλοντος. Οι δύο κυριότεροι τύποι ανεμογεννητριών είναι οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα και οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα.

Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα μπορούν έχουν ένα, δύο, τρία πτερύγια ή και περισσότερα πτερύγια και η πτερωτή τους μπορεί να τοποθετηθεί είτε σε προσηνεμη, είτε σε υπήνεμη διάταξη. Οι μηχανές αυτές παρουσιάζουν μεγάλο αεροδυναμικό βαθμό απόδοσης. Οι μηχανές κατακόρυφου άξονα εμφανίζουν το πλεονέκτημα της αυτόματη προσαρμογής στη διεύθυνση του ανέμου ενώ αποτελούν πιο μικρές και πιο απλές κατασκευές. Περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα κάθετο στη διεύθυνση του ανέμου και κάθετο στη διεύθυνση του εδάφους. Εμφανίζουν χαμηλότερο αεροδυναμικό βαθμό απόδοσης από τις οριζόντιες (Α/Γ) όμως λόγω του μικρού μεγέθους τους θεωρείται πως εφαρμόζουν καλύτερα εντός του αστικού περιβάλλοντος.

Τα πτερύγια του δρομέα μιας Α/Γ δεσμεύουν μέρος της κινητικής ενέργειας του ανέμου μετατρέποντάς την σε μηχανικό έργο στον άξονα της περωτής και κατόπιν μέσω της ηλεκτρικής γεννήτριας σε ηλεκτρική ισχύ.



Εικόνα 1.14: Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ

1.6.2.4 Συστήματα διαχείρισης και αυτόματου ελέγχου κτιρίου

Η χρήση συστημάτων αυτόματου ελέγχου στις Η/Μ εγκαταστάσεις συμβάλλει στη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας μέσω του ελέγχου και της ρύθμισης της ομαλής λειτουργίας τους. Υπάρχουν συστήματα ελέγχου που απαιτούν σύνδεση με το ηλεκτρολογικό δίκτυο και συστήματα που δεν απαιτούν. Τα συμβατικά συστήματα ελέγχου έχουν χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας και διαχωρίζονται για τα κτίρια σε τρεις βασικές κατηγορίες.

- Αυτοματισμοί εγκαταστάσεων παραγωγής, διανομής και εκπομπής θέρμανσης ή ψύξης.
- Αυτοματισμοί αερισμού.
- Αυτοματισμοί ελέγχου εγκαταστάσεων φωτισμού.

Ο έλεγχος των εγκαταστάσεων θέρμανσης και ψύξης επιτυγχάνεται επεμβαίνοντας με σύστημα χειροκίνητης ή αυτόματης έναυσης και σβέσης μέσω της χρήσης κάποιου κατάλληλου διακόπτη ή θερμοστάτη. Επεμβαίνοντας επίσης στο δίκτυο διανομής και στη λειτουργία του κυκλοφορητή ή στη λειτουργία των τερματικών μονάδων με χρήση θερμοστατικών ή ηλεκτρικών βαλβίδων. Επίσης ένας ιδιαίτερα αποδοτικός τρόπος συμβατικού ελέγχου είναι ο διαχωρισμός των εγκαταστάσεων σε ζώνες και ο θερμοστατικός έλεγχος σε επίπεδο ζώνης ή ιδιοκτησίας με χρήση θερμοστατικών κεφαλών σε κάθε τερματική μονάδα της ζώνης ή διακοπών αυτόματης ρύθμισης όπως στην περίπτωση των Fan Coil Units (FCU).

Αυτοματισμοί εγκατάστασης αερισμού απαιτούνται κυρίως σε κτίρια του τριτογενούς τομέα. Λειτουργία των μονάδων αερισμού με σύστημα αφής – σβέσης ή με χρονοδιακόπτη, έλεγχος της

θερμοκρασίας του αέρα προσαγωγής με βάση την επιθυμητή θερμοκρασία, ύπαρξη ανεξάρτητου συστήματος για νυχτερινό αερισμό.

Οι εγκαταστάσεις αυτοματισμού του φωτισμού περιλαμβάνουν συστήματα αφής / σβέσης. Ο χειρισμός μπορεί να γίνει είτε αυτόματα, είτε χειροκίνητα, είτε με συνδυασμό και των δύο μεθόδων. Επίσης η κατάτμηση των χώρων σε διαφορετικές ζώνες φωτισμού καθώς και ο διαχωρισμός των χώρων σε διαφορετικές ζώνες έντασης φωτισμού.

1.6.2.5 Λαμπτήρες υψηλής πυκνότητας φωτισμού

Ο φωτισμός καταναλώνει παγκοσμίως το 19% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στην Ελλάδα, στα κτίρια του τριτογενούς τομέα συμμετέχει σε ποσοστό περίπου 28% επί της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι επομένως απαραίτητο η επιλογή των λαμπτήρων και των συστημάτων φωτισμού να γίνεται με κριτήριο την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά ταυτόχρονα να συνεισφέρει στην βελτίωση της ποσότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος προς όφελος του χρήστη. Οι δύο κατηγορίες λαμπτήρων με την υψηλότερη απόδοση που ταυτόχρονα εξασφαλίζουν και μια καλού επιπέδου οπτική άνεση είναι οι λαμπτήρες LED και οι λαμπτήρες εκκενώσεως φθορισμού.

- **Λαμπτήρες LED (Φωτοεκπέμπουσες Δίοδοι)**

Αποτελούν συνδυασμό ημιαγωγών που όταν τους εφαρμοσθεί τάση εκπέμπουν ακτινοβολία. Το φως που εκπέμπουν εκτείνεται σε ευρεία περιοχή του φάσματος από χαμηλά μήκη κύματος (ιώδης ακτινοβολία) έως υψηλά μήκη κύματος (υπέρυθρη ακτινοβολία). Η απόδοσή τους έχει ήδη ξεπεράσει τα 120 lumen/watt και συνεχώς βελτιώνεται.

- **Λαμπτήρες Εκκενώσεως Φθορισμού**

Η λειτουργία τους βασίζεται στο φαινόμενο της εκκένωσης κατά την οποία τα άτομα του αερίου ή του υγρού που περιέχουν ιονίζονται. Είναι χαμηλής πίεσης όπου το φως παράγεται κυρίως από φθορίζουσες επιστρώσεις στο τοίχωμα του λαμπτήρα οι οποίες ενεργοποιούνται από την υπεριώδη ακτινοβολία που παράγεται από διεγερμένα άτομα υδραργύρου που βρίσκονται σε υγρή μορφή εντός του λαμπτήρα.

Bulb Type	Light Efficiency <small>Lumen (lm): Light the bulb gives Watt (W): Energy consumed by the bulb</small>	Life Endurance (hour)	Energy Saving Rate <small>(compared to incandescent bulbs)</small>
 LED	100 (lm/W)	50.000 + (hr)	90%
 CFL	60-80 (lm/W)	6.000-20.000 (hr)	80%
 Fluorescent	60-100 (lm/W)	8.000-20.000 (hr)	80%
 Halogen	15-25 (lm/W)	2.000-5.000 (hr)	30%
 Incandescent	10-13 (lm/W)	500-1.000 (hr)	0%

Εικόνα 1.15: Σύγκριση διαφορετικής τεχνολογίας λαμπτήρων φωτισμού

1.6.2.6 Λέβητες συμπίκνωσης Φ.Α. ή Πετρελαίου

Οι λέβητες συμπίκνωσης αναπτύχθηκαν για την εκμετάλλευση της λανθάνουσας θερμότητας ατμοποίησης κατά τη συμπίκνωση του παραγόμενου υδρατμού στο καυσαέριο (ο οποίος προέρχεται από το υδρογόνο του καυσίμου, την υγρασία του καυσίμου και την υγρασία του αέρα καύσης). Τα αέρια καύσιμα έχουν το πλεονέκτημα αυξημένης περιεκτικότητας υδρογόνου, ενώ δεν περιέχουν θείο. Σε ένα λέβητα συμπίκνωσης μπορούμε να εκμεταλλευτούμε περίπου το 50% έως 80% της λανθάνουσας θερμότητας ατμοποίησης του υδρατμού επιτυγχάνοντας υψηλό βαθμό απόδοσης μέχρι 108% περίπου (με αναφορά την κατώτερη θερμογόνο ικανότητα του καυσίμου). Αυτό δεν είναι ένα παράδοξο της επιστήμης που έρχεται σε αντίθεση με το θερμοδυναμικό αξίωμα, αλλά αποτέλεσμα του τρόπου με τον οποίο γίνονται οι μετρήσεις στους λέβητες. Μέχρι σήμερα, ο βαθμός απόδοσης των λεβήτων μετρούσε την ικανότητα του λέβητα να εκμεταλλεύεται την ενέργεια της καύσης και μόνο. Έτσι, όταν λέμε ότι ένας λέβητας επιτυγχάνει βαθμό απόδοσης 93%, εννοούμε ότι εκμεταλλεύεται την ενέργεια της καύσης σε ποσοστό 93% (παρουσιάζει απώλειες της τάξης του 7%) θεωρώντας ότι τα καυσαέρια οδεύουν προς το περιβάλλον σε θερμοκρασίες τέτοιες ώστε να μην συμπυκνώνονται. Η συμπίκνωση όμως των καυσαερίων απελευθερώνει μεγάλα ποσά ενέργειας που βρίσκονται αποθηκευμένα στο καυσαέριο. Η αποθηκευμένη αυτή ενέργεια ονομάζεται "λανθάνουσα ενέργεια" και η εκμετάλλευση της προσθέτει ποσά ενέργειας τα οποία δεν υπολογίζονταν στην μέτρηση του βαθμού απόδοσης μέχρι σήμερα. Έτσι, πέραν του γεγονότος ότι οι λέβητες συμπίκνωσης επιτυγχάνουν έναν έτσι κι αλλιώς μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης (της τάξης του 98%) από τους κοινούς λέβητες, λόγω της ποιότητας κατασκευής τους και του εξελιγμένου συστήματος ελέγχου που διαθέτουν, μας προσφέρουν επιπρόσθετα την λανθάνουσα ενέργεια των καυσαερίων, η οποία όταν προστίθεται στην ενέργεια της καύσης οδηγεί σε βαθμούς απόδοσης άνω του 100%.

Η λανθάνουσα θερμότητα των καυσαερίων ανακτάται μέσω ενός ειδικά σχεδιασμένου εναλλάκτη, στον οποίο πραγματοποιείται η ψύξη και συμπύκνωση των καυσαερίων. Επιπρόσθετα, ο ηλεκτρονικά ελεγχόμενος και μεταβαλλόμενος στροφών ανεμιστήρας του λέβητα συμπύκνωσης οδηγεί σε τέλεια καύση και μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης σε όλο το εύρος ισχύος του λέβητα. Τέλος, οι γενικότερες απώλειες από την καμινάδα και τα τοιχώματα του λέβητα συμπύκνωσης είναι πολύ μικρότερες από εκείνες ενός συμβατικού λέβητα, λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας (45-50°C) που βρίσκονται τα καυσαερίά του. Έτσι, ο λέβητας συμπύκνωσης επιτυγχάνει μια σημαντική μείωση της κατανάλωσης καυσίμου σε σχέση με έναν συμβατικό λέβητα, σε κάθε τύπο εγκατάστασης:

- Έως 15% σε παραδοσιακά συστήματα με θερμαντικά σώματα (υψηλών θερμοκρασιών 70~80°C).
- Έως 20% σε μεικτά συστήματα.
- Έως 35% σε συστήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης (χαμηλών θερμοκρασιών 40~50°C).

Τέλος, πέρα από το βασικό θέμα της οικονομίας στην κατανάλωση, ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των λεβήτων συμπύκνωσης, είναι ότι πλησιάζουν πολύ στο θεωρητικό μοντέλο της «τέλειας» καύσης, κάτι που σημαίνει ότι ελαχιστοποιούνται «επικίνδυνοι» ρύποι όπως το CO (μονοξείδιο του άνθρακα), ή τα NOx (οξειδία του αζώτου), κάτι που από οικολογικής απόψεως τους κάνει ιδανικούς – αν όχι υποχρεωτικούς – για πυκνοκατοικημένες πόλεις.

1.7 Ενδεικτικές παρεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας

1. Παρεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος

- Αντικατάσταση παλαιών κουφωμάτων με νέα υψηλής ενεργειακής απόδοσης
 - a) Αεροστεγανότητα – Θερμοδιακοπή και υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής Low – e)
 - b) Χαμηλός συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος U_w (~1,70 ÷ 2,50 W/m²K)
 - c) Χαμηλός συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του κουφώματος g_w : ~ 0,40)
- Εξωτερική θερμομόνωση τοίχων (Αποφυγή θερμογεφυρών)
- Θερμομόνωση δώματος
- Χρήση ειδικών επιχρισμάτων («ψυχρών» υλικών) σε οροφές και όψεις.
- Εγκατάσταση εξωτερικών σκιάστρων (σταθερών ή/και κινητών) σε προσανατολισμούς με μεγάλη θερμική επιβάρυνση λόγω ηλιασμού.
- Φύτευση δωμαίων/στεγών. Η φύτευση θα πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον 60% της οροφής (πράσινα δώματα)
- Φυσικός / νυχτερινός αερισμός (κατά τους θερινούς μήνες)
- Εγκατάσταση/ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων

2. Παρεμβάσεις αναβάθμισης των Η/Μ εγκαταστάσεων

- Αναβάθμιση του συστήματος κεντρικής Θέρμανσης.

- Αναβάθμιση του συστήματος Κλιματισμού.
- Εγκατάσταση εναλλακτών θερμότητας στους αεραγωγούς απόρριψης και εισαγωγής αέρα, εφόσον αυτοί ευρίσκονται ο ένας πλησίον του άλλου.
- Εγκατάσταση εναλλακτών θερμότητας στις αντλίες θερμότητας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.
- Κυκλοφορητές - Κινητήρες υψηλής απόδοσης (Οδηγία ErP, Πρότυπο EU MEPS, Κινητήρες EC, κριτήρια απόδοσης ηλεκτροκινητήρων IE3)
- Μηχανικός αερισμός (Free Cooling)
- Εγκατάσταση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας
- Εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής

3. Παρεμβάσεις αναβάθμισης φωτισμού

Στόχος της αναβάθμισης του τεχνητού φωτισμού είναι η μείωση της υπερκατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με ταυτόχρονη βελτίωση των συνθηκών οπτικής άνεσης, μέσω των κάτωθι παρεμβάσεων:

- την χρήση ενεργειακά αποδοτικών λαμπτήρων
- την χρήση καταλλήλων φωτιστικών σωμάτων υψηλής απόδοσης
- την χρήση ηλεκτρονικών στραγγαλιστικών διατάξεων
- την εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου, με δυνατότητα σύζευξης τεχνητού/φυσικού φωτισμού

4. Εγκατάσταση Κεντρικού Συστήματος Ελέγχου Εγκαταστάσεων (Building Energy Management System – BEMS)

- Έχει ως σκοπό την επιτήρηση ή και τον αυτόματο έλεγχο των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων ενός κτιρίου, ώστε να είναι δυνατή η ρύθμιση παραμέτρων και η ανάλυση δεδομένων όλων των εγκαταστάσεων από ένα σταθμό ελέγχου.
- Παράλληλα, είναι δυνατή η παρακολούθηση και καταγραφή της ενεργειακής συμπεριφοράς των συστημάτων που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο, καθώς και η δημιουργία αρχείου με στατιστικά στοιχεία.
- Τα σημαντικότερα συστήματα που μπορεί να παρακολουθεί και να ελέγχει ένα σύστημα ενεργειακής διαχείρισης σε ένα κτίριο είναι τα εξής:
 - a) Συστήματα Κλιματισμού (Θέρμανση – Ψύξη – Αερισμός)
 - b) Εγκατάσταση φωτισμού
 - c) Ηλεκτρικές καταναλώσεις
 - d) Ποιότητα αέρα
 - e) Εγκαταστάσεις ασφαλείας
 - f) Παθητικά συστήματα (αίθρια, αερισμός κλπ.)
- Το σύστημα αποτελείται από ένα Κεντρικό Σταθμό Παρακολούθησης και Ελέγχου, τους αισθητήρες, τις συσκευές εκτέλεσης εντολών, καθώς και τις καλωδιώσεις.
- Ο προγραμματισμός και ο χειρισμός του συστήματος γίνεται μέσω του κεντρικού σταθμού ελέγχου.

5. Εγκατάσταση Συστημάτων ΑΠΕ

- Κεντρικά Ηλιοθερμικά Συστήματα για παρασκευή Ζεστού Νερού Χρήσης (συνήθως σχεδιάζονται για κάλυψη ~ 70%)
- Φωτοβολταϊκά Συστήματα – Μικρές Ανεμογεννήτριες (από αυτοπαραγωγούς) - Net Metering επί ετησίας βάσεως

Πίνακας 1.2. Δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης και αναμενόμενο όφελος [7]

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΔΡΑΣΕΩΝ	ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΟ ΟΦΕΛΟΣ
Κτιριακό κέλυφος	
Προσθήκη θερμομόνωσης	10-40% εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση
Αντικατάσταση κουφωμάτων	10-20% εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση
Χρήση ειδικών επιχρισμάτων	τουλάχιστον 10% εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση της εξωτερικής και εσωτερικής θερμοκρασίας δομικών στοιχείων (ανάλογα με την κατασκευή και το χρώμα).
Εγκατάσταση εξωτερικών σκιάστρων	20-30% εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη και σημαντική βελτίωση των εσωκλιματικών συνθηκών κατά τουλάχιστον 5° C
Φύτευση δωματίων / στεγών	20-30% εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη ή και βελτίωση των εσωτερικών θερμοκρασιακών συνθηκών κατά 5° C
Ενσωμάτωση ηλιακών συστημάτων	10-15% εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση
Η/Μ Εγκαταστάσεις (Θέρμανση / Κλιματισμός)	
Λέβητας Φ.Α.	10-15% εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση
Αναβάθμιση συστήματος κλιματισμού Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας	20-40% εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη

Εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής	20-30% εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη Βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης σε αντιστοιχία με 3-4 βαθμούς χαμηλότερη θερμοκρασία.
Φωτισμός (τεχνητός και φυσικός)	Έως και 30% εξοικονόμηση ενέργειας

Πίνακας 1.3: Ενδεικτικό κόστος και διάρκεια ζωής MEE [7]

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

1.8 Μελέτες περιπτώσεων από εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια οικιακού/δημόσιου τομέα

1.8.1 Case study 1 : Το συγκρότημα κατοικιών ELLINICON 3

Το ELLINICON 3 είναι ένα νέο συγκρότημα κατοικιών στην περιοχή του Ελληνικού στην Αττική. Είναι το πρώτο κτίριο στην Ελλάδα, σύμφωνα με τα μητρώα του ΥΠΕΚΑ, το οποίο έχει επιτύχει την μέγιστη ενεργειακή κλάση A+ υιοθετώντας πολλές ενεργειακές και οικολογικές καινοτομίες που ελαχιστοποιούν το κόστος λειτουργίας του κτιρίου. Έλαβε μάλιστα υψηλή τιμητική διάκριση στο διαγωνισμό EUROPEAN PROPERTY AWARDS, για την ανώτατη ενεργειακή κλάση A+ και τον πρωτότυπο σχεδιασμό του, στην κατηγορία πολυκατοικίες, εκπροσωπώντας την Ελλάδα [14].



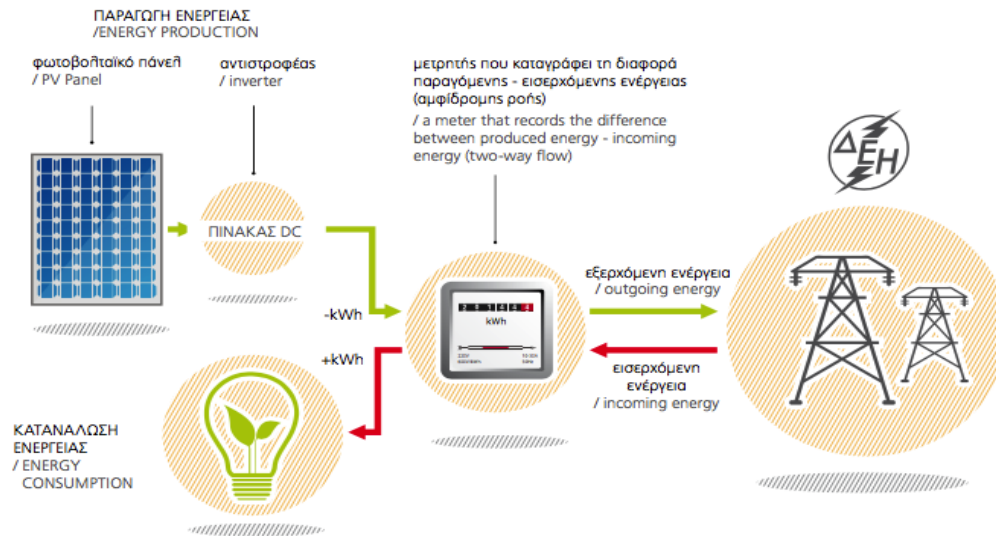
Εικόνα 1.16: Η θέση του κτιρίου από αεροφωτογραφία



Εικόνα 1.17: Φωτορεαλιστική εξωτερική άποψη του κτιρίου

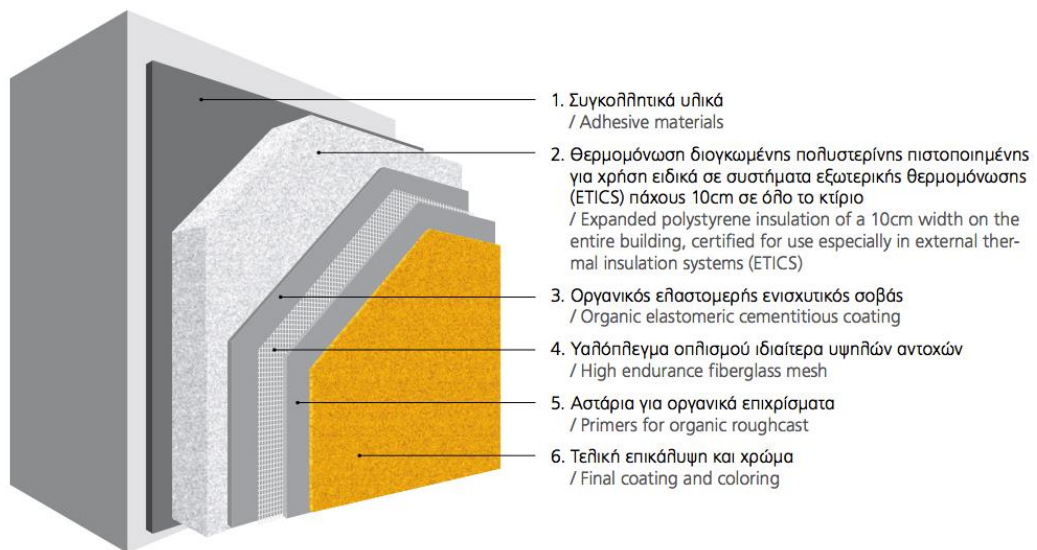
Στο κτίριο “ELLINICON 3”, η κατηγορία A+ επιτυγχάνεται [15]:

- ✓ Με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων παραγωγής ρεύματος δυναμικότητας 5.25kw που θα καλύπτει τις απαιτήσεις όλων των ενοίκων σε ζεστό νερό χρήσης και ακόμη τις κοινόχρηστες απαιτήσεις της πολυκατοικίας σε ηλεκτρικό ρεύμα.



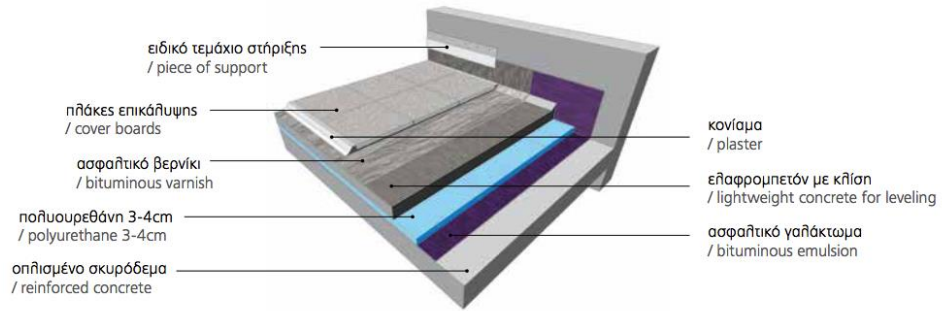
Εικόνα 1.18: Διάγραμμα ροής ηλεκτρικής ενέργειας στο κτίριο ELLINICON3

- ✓ Με την κατασκευή εξωτερικής θερμοπρόσοψης πάχους 10 εκατοστών σε όλο το κέλυφος του κτιρίου. Παράλληλα, έχει σχεδιασθεί ειδική υγραμόνωση για το δώμα από πολυουρεθάνη πάχους 4cm.



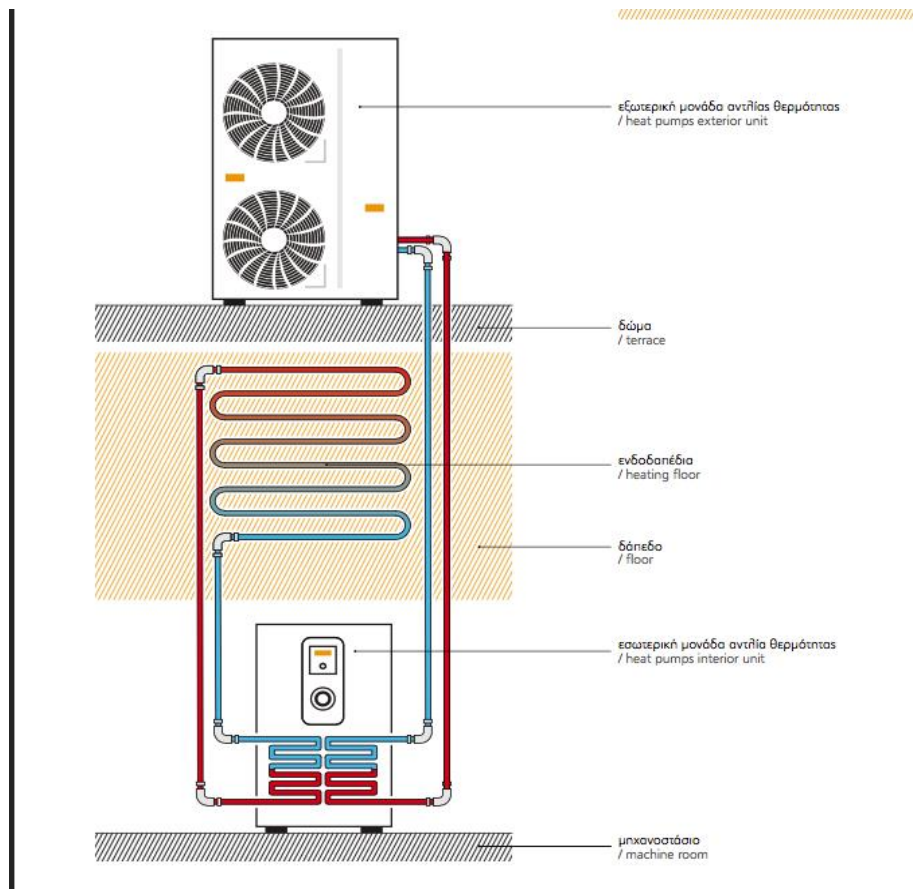
Εικόνα 1.19: Η θερμοπρόσοψη του κτιρίου

Υγρομόνωση Δώματος / Terrace water-insulation



Εικόνα 1.20: Η υγρομόνωση του δώματος

- ✓ Με την τοποθέτηση κουφωμάτων αλουμινίου με θερμοδιακοπή και ενεργειακών υαλοπινάκων με μεμβράνες χαμηλών εκπομπών που διασφαλίζουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας όλων των δομικών στοιχείων του κελύφους, καθώς και υψηλά επίπεδα αεροστεγανότητας των κατοικιών.
- ✓ Με την τοποθέτηση αυτόνομων αντλιών θερμότητας χαμηλών θερμοκρασιών σε συνδυασμό με ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης και δροσισμού των διαμερισμάτων.



Εικόνα 1.21: Το σύστημα θέρμανσης/ψύξης

Πρόσθετα ενεργειακά μέτρα που έχουν προβλεφθεί είναι τα εξής :

- ✓ Κατασκευή Δεξαμενής Όμβριων Υδάτων για την άρδευση των κήπων
- ✓ Παροχή Φόρτισης Ηλεκτρικού Αυτοκινήτου
- ✓ Οικολογικά Τζάκια Βιοαιθανόλης
- ✓ Λαμπτήρες Χαμηλής Κατανάλωσης & Αισθητήρες διέλευσης
- ✓ Ανακύκλωση Υλικών – Επαναφύτευση Φυτών – Κήπος μικρής Υδροφιλίας
- ✓ Κατασκευή κινητών αρχιτεκτονικών στοιχείων σκίασης, στην πρόσοψη του κτιρίου

1.8.2 Case study 2 : Το παράδειγμα της Ουκρανικής πόλης Lviv

Η Ουκρανική πόλη Lviv είναι μια πόλη 760.000 κατοίκων η οποία αποφάσισε στα τέλη του 2006 να εγκαταστήσει ένα λογισμικό πρόγραμμα παρακολούθησης δεδομένων και τοποθέτησης στόχων (Monitoring & Targeting) με σκοπό να μειώσει την ετήσια κατανάλωση ενέργειας στα 530 δημόσια κτίρια της. Τα δεδομένα αφορούν την μηνιαία κατανάλωση για θέρμανση, φυσικό αέριο, ηλεκτρισμό και νερό [13].

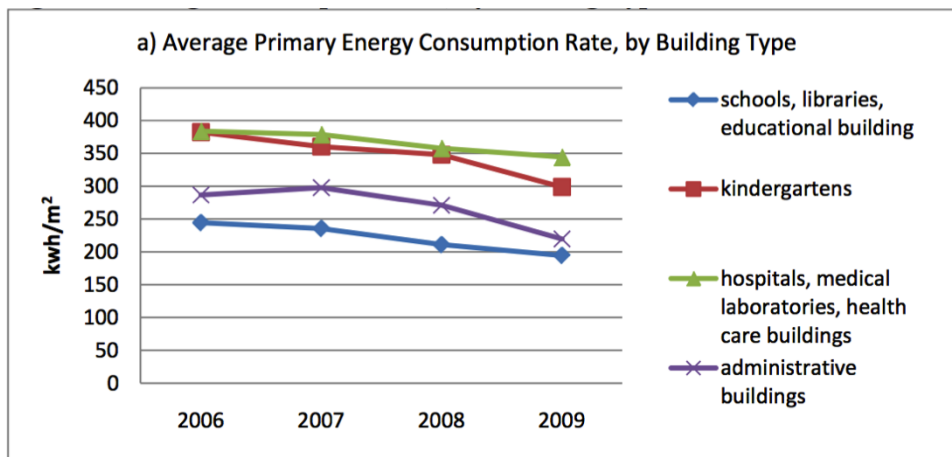
Το Monitoring & Targeting σύστημα της πόλης αποτελείται από τρία στοιχεία :

1. Συνεχής συλλογή πληροφοριών για την κατανάλωση των κτιρίων (monitoring)
2. Καθορισμός του επιπέδου κατανάλωσης κάθε μήνα (targeting)
3. Εξασφάλιση πως οι στόχοι που έχουν τοποθετηθεί θα επιτευχθούν (controlling)

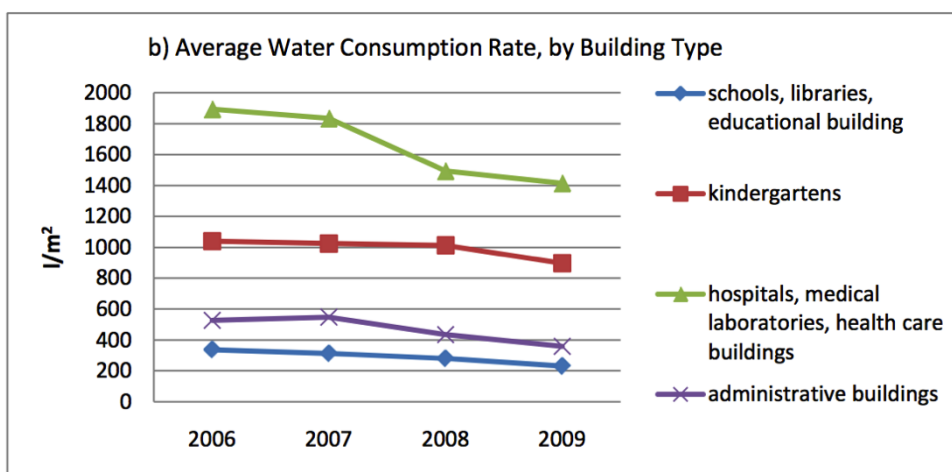
Αυτά τα τρία στοιχεία μαζί, δημιουργούν μια συνεχή κυκλική ροή πληροφοριών που επιτρέπει τον αποτελεσματικό έλεγχο της κατανάλωσης ενέργειας στα δημόσια κτίρια.

Η ανάπτυξη του Monitoring & Targeting συστήματος πήρε διάστημα έξι μηνών για να ολοκληρωθεί καθώς προϋπόθετε την πρόσληψη και εκπαίδευση του κατάλληλου προσωπικού, την διαλογή των απαραίτητων δεδομένων για τα κτίρια και την ανάλυσή τους. Παράλληλα, ο δήμος τοποθέτησε μετρητές στα δημόσια κτίρια που δεν είχαν.

Το πρόγραμμα από τον Μάιο του 2007 που έγινε πλήρως λειτουργικό, μέχρι και το 2010 είχε καταφέρει να επιτύχει μια μείωση της τάξης του 10% στην ετήσια κατανάλωση των κτιρίων καθώς και μια 12% μείωση στην κατανάλωση νερού.

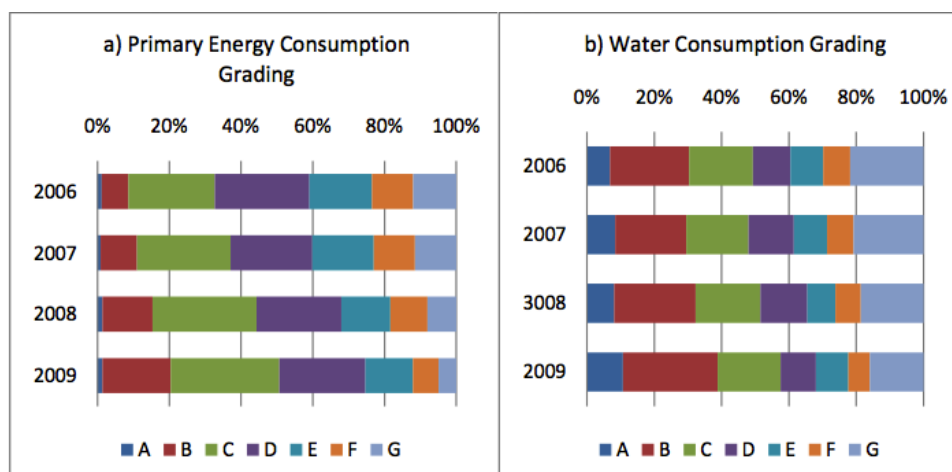


Διάγραμμα 1.8: Μέση πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας ανα τύπο κτιρίου



Διάγραμμα 1.9: Μέση κατανάλωση νερού ανα τύπο κτιρίου

Από το 2006 έως το 2009 υπήρξε μια θετική τάση στην “αναβάθμιση” της ενεργειακής κλάσης των δημόσιων κτιρίων. Η μέση πρωτογενής ενέργεια μειώθηκε κατά 19% από 298 kw/m² το 2006 στο 241 kw/m² το 2009. Η αντίστοιχη μείωση κατανάλωσης νερού το ίδιο διάστημα ήταν από 678 l/m² στα 543 l/m², δηλαδή 20% !



Διάγραμμα 1.10: Βελτίωση της ενεργειακής κλίμακας των κτιρίων

Το αρχικό κόστος κεφαλαίου ήταν 126500\$ και περιλάμβανε τον εξοπλισμό γραφείου, το λογισμικό και το αρχικό κόστος επένδυσης. Μέχρι τα τέλη του 2010 υπολογίζεται πως η πόλη κέρδισε 1.2M \$ από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτεύχθηκε.

	2007	2008	2009	2010
Cost (in current '000 UAH)				
Capital Cost				
Software	40.0			
Computer and devices	47.3			
Training of software users	35.6			
Operational Cost				
Salary (newly employed staff)	171.6	184.8	191.4	198
Office facilities (e.g., rent, utilities and stationary)	44.6	44.6	44.6	44.6
Display posters printing	10.7	10.8	10.9	10.9
Total Cost (in current '000 UAH)	226.9	240.2	246.9	253.5
Savings of Utility Spending (in current '000 UAH)				
Electricity			1,250.7	1,239.4
District heat			3,547.2	1,447.1
Natural gas			1,389.3	1,219.2
Water			413.8	572.8
Total Savings of Utility Spending (in current '000UAH)			6,601.0	4,478.5
Net Savings (in current UAH '000)	-226.9	-240.2	6354.1	4225.0
Net Savings (in 2008 UAH '000)	-238.0	-240.2	6919.9	4788.9
Net present value of M&T program in 2008 (UAH '000)		9489.4		
Net Present Value in 2008 (USD '000)		1186.2		

Εικόνα 1.22: Ανάλυση κόστους και ωφέλειας της επένδυσης

Η φυσική μείωση κατανάλωσης ενέργειας και νερού ευθύνεται στην συντριπτική πλειοψηφία για την εξοικονόμηση χρημάτων που επιτεύχθηκε. Παράλληλα η αύξηση της ταρίφας ανά μονάδα ενέργειας σχεδόν σε όλες τις πηγές ενέργειας, έκανε την μείωση αυτή της κατανάλωσης ακόμα πιο σημαντική.

	Utility Consumption	Physical Unit	Tariff (UAH per unit)
2008			
Electricity	17205.80	thousand kWh	587.83
Heat	92434.00	Giga calorie	270.20
Natural Gas	4186.35	thousand cubic meters	1529.70
Water	656.28	thousand cubic meters	4960.00

2009

Electricity	15451.69	thousand kWh	713.00
Heat	83129.00	Giga calorie	381.22
Natural Gas	3631.57	thousand cubic meters	2504.30
Water	580.08	thousand cubic meters	5430.00

2010

Electricity	15,659.80	thousand kWh	801.70
Heat	89,209.00	Giga calorie	448.70
Natural Gas	3,783.30	thousand cubic meters	3025.00
Water	550.80	thousand cubic meters	5430.00

Source: Lviv City Energy Management Unit

Πίνακας 1.4: Αποτελέσματα κατανάλωσης με την εφαρμογή του προγράμματος

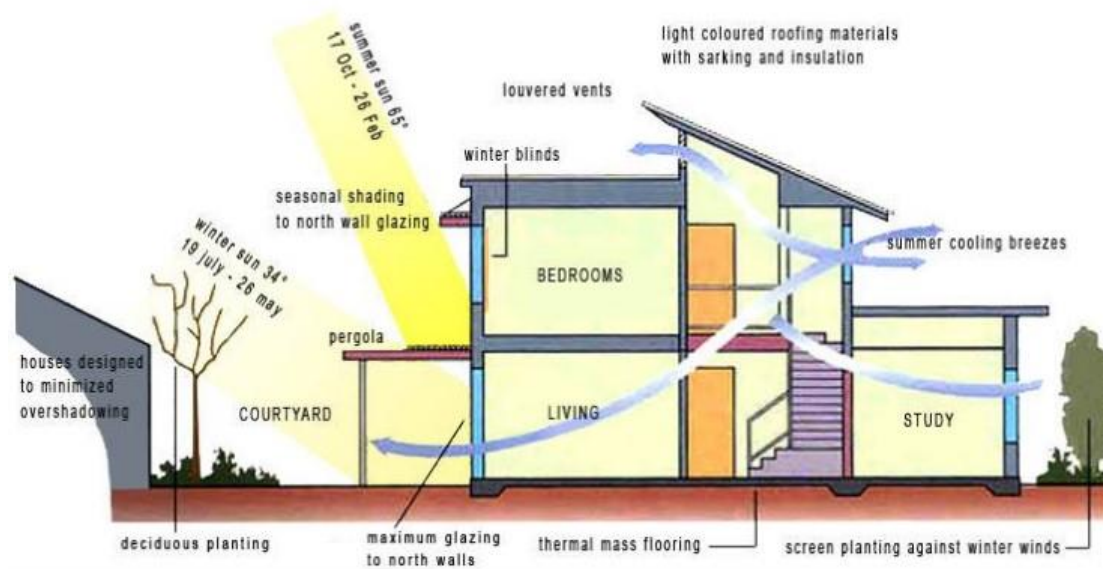
Επιπλέον της εξοικονόμησης χρημάτων για το ταμείο της πόλης, προέκυψαν και άλλα οφέλη από αυτή την δράση με τα κυριότερα να είναι η μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου, η δημιουργία οικολογικής συνείδησης – κουλτούρας στους πολίτες αλλά και η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας [13].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ – ΕΞΥΠΝΟ ΚΤΙΡΙΟ

2.1 Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

Ως βιοκλιματικός σχεδιασμός ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική νοείται ο σχεδιασμός κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) ο οποίος επιδιώκει την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης με τη όσο το δυνατόν πιο εκτεταμένη χρήση παθητικών συστημάτων θέρμανσης και δροσίσιμου. Αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εκμεταλλεύεται τα χαρακτηριστικά του τοπικού κλίματος της εκάστοτε περιοχής, τις ιδιότητες των υλικών δόμησης καθώς και τα ιδιαίτερα αρχιτεκτονικά στοιχεία της θέσης και του προσανατολισμού του κτιρίου. Η βιοκλιματική είναι κλάδος της αρχιτεκτονικής που λαμβάνει υπ' όψη τις επιταγές της οικολογίας και της βιωσιμότητας και αποσκοπεί εκτός των άλλων και στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων [12].



Εικόνα 2.1: Βιοκλιματικός σχεδιασμός.

Η βιοκλιματική αντίληψη για το σχεδιασμό κτιρίων και οικιστικών συνόλων εντάσσεται στην στρατηγική της βιωσιμότητας, μιας ήπιας, συμβιωτικής διαχείρισης του περιβάλλοντος, φυσικού και δομημένου. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αποσκοπεί στην προσαρμογή των κτιρίων στο περιβάλλον και στο τοπικό κλίμα, διασφαλίζοντας παράλληλα συνθήκες θερμικής άνεσης στο εσωτερικό τους. Η υιοθέτηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων εξυπηρετεί τέσσερις βασικούς στόχους:

α. Την απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας και της υποκατάστασής τους από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), άρα την εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας.

β. Την εξοικονόμηση χρήματος. Η χρησιμοποίηση της αδάπανης ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση των κτιρίων ή/και των δροσερών ανέμων για τον δροσισμό τους αποτελούν πρόκληση οικονομική, μια και η προκύπτουσα εξοικονόμηση χρημάτων είναι της τάξης του 50%, ενδεχομένως και μεγαλύτερη.

γ. Την προστασία του περιβάλλοντος, λόγω του περιορισμού στη χρήση συμβατικών καυσίμων και ηλεκτρισμού, συνεπώς τη μείωση των εκλυόμενων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

δ. Τη βελτίωση του εσωτερικού κλίματος των κτιρίων με τη διασφάλιση συνθηκών βιολογικής άνεσης –θερμικής και οπτικής, ποιότητας αέρα– και τη δημιουργία υγιεινών συνθηκών κατοικησιμότητας.

Ουσιαστικά η βιοκλιματική αντίληψη διατυπώνει μια εμπλουτισμένη άποψη για τον σχεδιασμό του δομημένου χώρου, η οποία εμπεριέχει την περιβαλλοντική διάσταση και την αντίστοιχη ευαισθησία. Πρόκειται για μια αρχιτεκτονική φιλική προς το περιβάλλον και τους χρήστες, για μια εναλλακτική θεώρηση της δόμησης του χώρου αναπόφευκτης δραστηριότητας του ανθρώπου η οποία οφείλει να επιφέρει τη μικρότερη δυνατή επιβάρυνση στο φυσικό χώρο, με το μικρότερο δυνατό ενεργειακό και περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η ενεργειακή εξοικονόμηση σε ένα κτίριο συμβαδίζει και επιτυγχάνεται με την εφαρμογή των βασικών κανόνων και επιταγών του βιοκλιματικού σχεδιασμού [12].

2.1.1 Περιβαλλοντικές παράμετροι

Οι παράμετροι του περιβάλλοντος που επηρεάζουν κατά κύριο λόγο το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων είναι το κλίμα του τόπου και το φυσικό περιβάλλον, δηλαδή το ανάγλυφο του εδάφους, η βλάστηση, το τοπίο, η θέα, η γειτνίαση με το νερό [29].

2.1.2 Το κτίριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης

Η χωροθέτηση του νέου κτιρίου στο οικόπεδο οφείλει να διασφαλίζει νότιο προσανατολισμό της μεγαλύτερης όψης του. Επιτρέπονται αποκλίσεις έως $\pm 30^\circ$ ο (ανατολικά ή δυτικά) του νότου. Στην περίπτωση αστικού οικοπέδου με δυσμενή προσανατολισμό, δηλαδή με όψεις ελεύθερες μόνον σε ανατολή και δύση, η δυνατότητα προσανατολισμού προς το νότο μπορεί να επιτευχθεί μέσω προεξοχών του κελύφους, των οποίων η όψη στρέφεται προς το νότο. Ο έλεγχος του ηλιασμού του κτηρίου πραγματοποιείται με την χρήση των ηλιακών χαρτών διαγραμμάτων, βάσει των οποίων καθορίζεται και η απόσταση από τα γειτονικά κτίρια εμπόδια. Ο έλεγχος αυτός καθορίζει την τελική τοποθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο.

Υφίσταται ένας εμπειρικός κανόνας χρήσιμος στη φάση των προσχεδίων για τον έλεγχο του ηλιασμού το χειμώνα, ο οποίος καθορίζει ότι: για νότιο προσανατολισμό η απόσταση ανάμεσα στο χωροθετούμενο κτήριο και το υφιστάμενο εμπόδιο πρέπει να ισούται με $1,5 \times$ το ύψος του

εμποδίου. Αναγκαία η χρήση της τομής του υφιστάμενου εμποδίου και του νέου κτηρίου. Για παράδειγμα, εάν το υφιστάμενο κτήριο-εμπόδιο έχει ύψος 15 μ., η ελάχιστη απόσταση χωροθέτησης του νέου κτηρίου πρέπει να είναι ίση με $1,5 \times 15 \mu. = 22,50 \mu.$, προκειμένου το νέο κτήριο να έχει ήλιο τον χειμώνα.

2.1.3 Το κτίριο ως παγίδα θερμότητας

Για την αποτελεσματική λειτουργία του κτιρίου, ως φυσικού ηλιακού συλλέκτη, είναι ανάγκη η θερμότητα, που προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία, να παγιδεύεται στο εσωτερικό του. Προς τούτο συνιστάται αφενός προστασία του κτιρίου από τους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους και αφετέρου θερμομόνωση του κελύφους του.

Ο πιο αποτελεσματικός «αποθηκευτής» της ηλιακής θερμότητας είναι η ίδια η κατασκευή του κτιρίου, δηλαδή τα δάπεδα, οι τοιχοποιίες, οι οροφές. Τα βαριά υλικά, σκυρόδεμα, πέτρα, τούβλα, άργιλος έχουν μεγάλη πυκνότητα και ειδική θερμοχωρητικότητα, συνεπώς μεγάλη θερμοχωρητικότητα, άρα και ικανότητα αποθήκευσης της θερμότητας. Η απορρόφηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται άμεσα από το δάπεδο και τους παρακείμενους τοίχους και έμμεσα από την οροφή με την κίνηση του θερμού αέρα προς τα πάνω (όντας ελαφρύτερος).

Όσο περισσότερη μάζα διαθέτει το κτίριο στο εσωτερικό του, τόσο μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας αποθηκεύει, διατηρώντας τη θερμοκρασία του χώρου σταθερή, σε επίπεδα θερμικής άνεσης για πολλές ώρες, ενώ παράλληλα περιορίζεται η λειτουργία της βοηθητικής θέρμανσης το χειμώνα, αλλά και της ψύξης το καλοκαίρι. Οι συνήθεις κατασκευές με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιίες από οπτόπλινθους παρέχουν την αναγκαία θερμική μάζα και την αντίστοιχη θερμοχωρητικότητα για την αποθήκευση των ηλιακών απολαβών, υπό την προϋπόθεση ότι η θερμομόνωση βρίσκεται στην εξωτερική παρειά των φερόντων στοιχείων. Οι τοίχοι πλήρωσης από διπλή οπτοπλινθοδομή με θερμομόνωση στον πυρήνα εξασφαλίζουν επίσης επαρκή θερμική μάζα.

2.1.4 Το κτίριο ως αποδέκτης και αποθήκη φυσικής ψύξης

Το καλοκαίρι η έντονη ηλιακή ακτινοβολία και οι υψηλές θερμοκρασίες επιβαρύνουν το κτίριο, με αποτέλεσμα να προκαλείται κίνδυνος υπερθέρμανσης στους εσωτερικούς χώρους και να απαιτείται μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για την ψύξη-δροσισμό του κτιρίου στα συμβατικά κτίρια. Για την επίτευξη του φυσικού δροσισμού απαιτείται τόσο η προστασία του κτιρίου από τον ήλιο, ιδιαίτερα των ανοιγμάτων του, όσο και η μεταφορά της περίσσειας θερμότητας προς το ύπαιθρο, με φυσικό αερισμό καθώς και άλλες τεχνικές.

Η φύτευση φυλλοβόλων δέντρων ή βλάστησης, σε κατάλληλες θέσεις, στην περίπτωση χαμηλής δόμησης ή μεμονωμένων κτιρίων αποτελεί μια φυσική, πολύ παλιά και αποδοτική μέθοδο ηλιοπροστασίας για τους θερινούς μήνες χωρίς να εμποδίζει τα θερμικά ηλιακά κέρδη κατά τη χειμερινή περίοδο. Επίσης μπορεί να οδηγήσει το φυσικό αέρα με κατάλληλο τρόπο απευθείας στις εξωτερικές επιφάνειες του κελύφους που τον έχουν ανάγκη.

Για το σκιασμό των ανοιγμάτων, τοποθέτηση σκιάστρων ή προεξοχών του ίδιου του κτιρίου, των οποίων η γεωμετρία και η θέση τους εξαρτώνται από τον προσανατολισμό τους είναι απαραίτητη: για ανοίγματα με νότιο προσανατολισμό τα πιο κατάλληλα συστήματα σκίασης είναι τα οριζόντια, σταθερά ή κινητά. Το βάθος της προεξοχής καθορίζεται από το ύψος του ανοίγματος και το ύψος του ήλιου, δηλαδή από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου. Για ανοίγματα με προσανατολισμό ανατολικό και δυτικό κατάλληλα είναι τα κατακόρυφα συστήματα σκίασης, κάθετα στην όψη του κτιρίου ή υπό κλίση. Για νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό προσανατολισμό, τα συστήματα σκίασης πρέπει να είναι συνδυασμός οριζόντιων και κατακόρυφων στοιχείων.

2.1.5 Χρώμα και υφή εξωτερικών επιφανειών

Η μέγιστη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας τη θερινή περίοδο συμβαίνει στα δώματα, με αποτέλεσμα οι τελευταίοι όροφοι των κτιρίων να είναι περισσότερο επιβαρυνμένοι. Επομένως συνιστώνται δώματα ανοιχτού χρώματος ή με ανακλαστική επιφάνεια ή με φύτευση (φυτεμένα δώματα), Εξωτερικοί τοίχοι ανοιχτού χρώματος, κυρίως οι δυτικού προσανατολισμού καθώς και φυτεμένοι τοίχοι με αναρριχητικά φυτά ή κατακόρυφοι κήποι.

2.1.6 Επάρκεια θερμικής μάζας

Τα υλικά της κατασκευής του κτιρίου, εφόσον είναι βαριά, συνιστούν την αναγκαία θερμική μάζα για την παραλαβή της αυξημένης θερμότητας το καλοκαίρι. Τα κτήρια που ανήκουν στις κλιματικές ζώνες (Α) και (Β) έχουν ανάγκη μεγαλύτερης θερμικής μάζας, προκειμένου να λειτουργήσουν αποτελεσματικά και να περιορίζεται η χρήση κλιματισμού.

2.2 Θερμική Άνεση

Η βιολογική και ψυχολογική ισορροπία του ανθρώπου εξασφαλίζεται από την επιτυχή προσαρμογή του στο φυσικό περιβάλλον. Παράμετροι όπως, το κλίμα, το φως, ο θόρυβος, η βλάστηση, οι ζωντανοί οργανισμοί, η μόλυνση της ατμόσφαιρας, συσχετιζόμενοι μεταξύ τους συνθέτουν το φυσικό περιβάλλον και επηρεάζουν την υγεία και την παραγωγικότητα του ατόμου.

Η θερμική άνεση είναι μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους που επηρεάζουν την ευεξία του ανθρώπου και εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το κέλυφος του κτιρίου και τα συστήματα ελέγχου του εσωκλίματος. Συνδέεται άμεσα με τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή των κανόνων του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε ένα κτίριο. Ο βαθμός ανταπόκρισης του κελύφους και των συστημάτων ελέγχου στις απαιτήσεις για την εξασφάλιση άνεσης, είναι κριτήριο αξιολόγησης του σχεδιασμού του κτιρίου. Επίτευξη φυσικού δροσισμού, προστασία από την υπερθέρμανση κ.α.

Το αίσθημα της θερμικής άνεσης δημιουργείται όταν καταναλώνεται η ελάχιστη ενέργεια από τον οργανισμό για την εξασφάλιση των θερμορυθμιστικών λειτουργιών στο ανθρώπινο σώμα, ώστε να διατηρηθεί το θερμικό ισοζύγιο του ατόμου.

Όταν οι κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος είναι ευνοϊκές, το σώμα αποβάλλει την πλεονάζουσα θερμότητα με την ακτινοβολία, την αγωγιμότητα, την κυκλοφορία του αέρα, την εξάτμιση του ιδρώτα και την αναπνοή. Το θερμορυθμιστικό σύστημα λειτουργεί με το ελάχιστο έργο και το άτομο αισθάνεται “θερμικά άνετα”. Σε δυσμενείς όμως συνθήκες το σώμα χάνει πολύ περισσότερη από όση θα έπρεπε θερμότητα ή αντίστοιχα αδυνατεί να αποβάλει το πλεόνασμα της παραγόμενης θερμότητας, και τότε δεν υφίσταται “θερμική άνεση”.

Το κέλυφος των κτιρίων αποτελεί το ρυθμιστικό παράγοντα για τη δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο, με το να αξιοποιεί τα θετικά κατά περίπτωση κλιματικά στοιχεία και να αποτρέπει τα επιζήμια. Παράδειγμα η αποτροπή της υπερθέρμανσης του κτιρίου τους θερινούς μήνες κατά τις ώρες της ημέρας και η εκμετάλλευση του φυσικού δροσισμού κατά τις ώρες της νύχτας.

Οι παράγοντες που προσδιορίζουν το εσωτερικό κλίμα ενός κτιρίου είναι: ^[1]_[2]^[3]_[4]

- **Η θερμοκρασία του αέρα και των επιφανειών του**

Η εσωτερική θερμοκρασία είναι η βασικότερη παράμετρος διαμόρφωσης της θερμικής άνεσης σε ένα χώρο. Είναι σαφές ότι, δεδομένης της υποκειμενικότητας του επιπέδου θερμικής άνεσης και των επιλογών του εκάστοτε χρήστη, η επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικών χώρων μπορεί να ποικίλλει. Ωστόσο, για τις ανάγκες της εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου πρέπει να καθοριστούν σε εθνικό επίπεδο τα επιθυμητά όρια εσωτερικής θερμοκρασίας ανά χρήση. Αυτό πρέπει να γίνει στη βάση της επίτευξης της θερμικής άνεσης με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Με βάση τις συνιστώμενες τιμές στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15251:2007 καθορίζονται και δίνονται για όλες τις κατηγορίες των κτιρίων οι τιμές θερμοκρασίας εσωτερικών χώρων για τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, που θα λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων με διακοπτόμενη λειτουργία, στις περιόδους εκτός τυπικού ωραρίου λειτουργίας του κτηρίου, η θερμοκρασία εσωτερικών χώρων λαμβάνεται ίση με την μέση εξωτερική μηνιαία θερμοκρασία για κάθε μήνα.

- **Η σχετική υγρασία**

Για το βέλτιστο έλεγχο των εσωτερικών συνθηκών στα κτήρια, εγκαθίστανται συστήματα κλιματισμού, στα οποία εκτός της θερμοκρασίας του αέρα, ελέγχεται και ρυθμίζεται και η σχετική του υγρασία. Εξαιρέση αποτελούν τα τοπικά και ημικεντρικά συστήματα κλιματισμού (αντλίες θερμότητας άμεσης εξάτμισης, διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου, τοπικές και ημικεντρικές), που συνήθως χρησιμοποιούνται σε κατοικίες και σε μικρές σχετικά κλίμακας εφαρμογές. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο έλεγχος των τιμών της σχετικής υγρασίας είναι δυνατός μόνο σε λειτουργία ψύξης.

- **Η ταχύτητα του αέρα – ποιότητα αέρα**

Για την εξασφάλιση συνθηκών υγιεινής στο εσωτερικό κάθε κτηρίου και κάθε ανεξάρτητου τμήματος κτηρίου απαιτείται η ανανέωση του αέρα, δηλαδή η

αντικατάσταση μέρους του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος. Οι απαιτήσεις νωπού αέρα καθορίζονται ανάλογα με:

- ✓ τη χρήση του κτιρίου
- ✓ τον πληθυσμό των χρηστών
- ✓ την παραγωγή ρύπων λόγω χρήσης του κτιρίου, που σε γενική προσέγγιση είναι αντίστοιχη της χρήσης του κτιρίου.

- **Το επίπεδο φωτισμού**

Σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την εκτέλεση εργασιών, χωρίς φαινόμενα που δημιουργούν οπτική δυσφορία ή/και κόπωση.

- **Η συγκέντρωση σωματιδίων και ρύπων στον αέρα**

- **Το επίπεδο θορύβου**

Η θερμοκρασία του αέρα είναι η βάση για την αξιολόγηση της θερμικής άνεσης. Κατά την ASHRAE το 80% των ατόμων αισθάνεται θερμικά άνετα, όταν η θερμοκρασία του αέρα κυμαίνεται μεταξύ 21.5 και 25°C (με σχετική υγρασία 50%). Σημαντικό θέμα για τους χρήστες είναι η πιθανή διαστρωμάτωση της θερμοκρασίας σε ένα χώρο που μπορεί να οφείλεται στη διαφορά της πυκνότητας του θερμού και ψυχρού αέρα. Το φαινόμενο αυτό βελτιώνεται ή γίνεται δυσμενέστερο, ανάλογα με το μέγεθος και το σχήμα του χώρου, την κατασκευή του περιβλήματος, τον τύπο του θερμαντικού συστήματος που χρησιμοποιείται και από τη μέση θερμοκρασία που ακτινοβολείται από τις περιβάλλουσες το χώρο επιφάνειες.



Εικόνα 2.2: Οι επιθυμητοί στόχοι σε ένα κτίριο

2.3 Έξυπνο κτίριο

Η βασική ιδέα πίσω από το έξυπνο κτίριο και τον κτιριακό αυτοματισμό γενικότερα, είναι η παροχή θερμότητας, κλιματισμού, φωτισμού και άλλων υπηρεσιών μέσω συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμών. Προσαρμόζοντας περαιτέρω τους μηχανισμούς του κτιρίου στις ανάγκες των χρηστών του. Σε πλήρη ανάπτυξη της παραπάνω ιδέας μπορούμε να έχουμε ένα κτίριο όπου τα διάφορα συστήματα είναι διασυνδεδεμένα μεταξύ τους και με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού και ειδικών χειριστηρίων για τον έλεγχο τους διαμορφώνονται οι απαιτούμενες από τους χρήστες εσωτερικές συνθήκες.



Εικόνα 2.3: Έξυπνο Κτίριο.

Είναι ένας χώρος φυσικός, ο οποίος διαθέτει τεχνητή νοημοσύνη, ελέγχει, συγκρίνει, εκτελεί, απορρίπτει, ενημερώνει, ενημερώνεται, λειτουργεί εντελώς αυτόματα ή κατά βούληση του ιδιοκτήτη, ημιαυτόματα ή χειροκίνητα. Σε πιο απλή περίπτωση χρησιμοποιεί διάφορους επιμέρους αυτοματισμούς ώστε να ελαττώσει την άσκοπη σπατάλη ενέργειας για την κάλυψη φορτίων του κτιρίου σε ώρες ή διαστήματα που ο χρήστης είτε απουσιάζει είτε δεν έχει ανάγκη τη χρήση τους. Αυτοματισμοί που αφορούν τα συστήματα φωτισμού, ψύξης και θέρμανσης είναι οι πιο διαδεδομένοι στα κτίρια που στόχο έχουν την υψηλότερη δυνατή ενεργειακή εξοικονόμηση.

Η επιλογή ενός συστήματος αυτοματισμού θα πρέπει να συνδυάζει τη δυνατότητα εφαρμογών πολύπλοκων σεναρίων και τον εντοπισμό οποιασδήποτε βλάβης με την απλότητα στη συντήρηση χωρίς απαραίτητα πάντοτε την παρέμβαση κάποιου ειδικού. Οι αυτοματισμοί

ενισχύουν την ενεργειακή αποδοτικότητα ενός κτιρίου και άρα εξοικονομούν ενέργεια για τον χρήστη και μειώνουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα του κτιρίου.

2.3.1 Αυτοματισμοί συστημάτων φωτισμού

Ανεξάρτητα από τον τύπο των λαμπτήρων που είναι εγκατεστημένοι στο κτίριο, ένα σύστημα αυτοματισμού ρυθμίζει το επίπεδο φωτισμού στην επιθυμητή τάση ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν διατηρώντας έτσι τον συνδυασμό άνεσης και οικονομίας σε υψηλό επίπεδο. Το σύστημα μπορεί να ρυθμίζει την ένταση ανάλογα με την ύπαρξη ή μη φυσικού φωτισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας ώστε να κρατάει σε σταθερά επίπεδα την στάθμη φωτοβολίας για τον υποψήφιο χρήστη του κτιρίου (Day-light control). Επίσης μπορεί να φροντίζει για την αυτόματη σβέση ή και έναυση ανάλογα με την παρουσία των ατόμων στους διάφορους χώρους.

Συνοπτικά, οι βασικές δυνατότητες που μπορεί να έχει ένα σύστημα ελέγχου φωτισμού είναι οι εξής:

- Άνοιγμα και κλείσιμο οποιασδήποτε πηγής φωτισμού σε προγραμματισμένα διαστήματα και σε καθορισμένες ώρες και μέρες, σύμφωνα με την ύπαρξη συγκεκριμένων συνθηκών ή τυχαία.
- Ρύθμιση της έντασης του φωτισμού στα κατάλληλα σημεία ανάλογα με τις ανάγκες και την παρουσία των χρηστών (dimming).
- Για λόγους ασφάλειας προσημείωση της ανθρώπινης παρουσίας όταν οι χρήστες λείπουν από το κτίριο για την πρόληψη παραβίασης.
- Προσομοίωση της κίνησης των χρηστών ανά χώρο του κτιρίου και αυτόματη σβέση και έναυση στους χώρους αυτούς.

2.3.2 Αυτοματισμοί συστημάτων θέρμανσης και ψύξης

Το έξυπνο κτίριο έχει τη δυνατότητα για έλεγχο σχεδόν οποιουδήποτε ηλεκτρολογικού ή μηχανολογικού εξοπλισμού και την ενεργοποίηση σεναρίων για την επιλογή συγκεκριμένων λειτουργιών και προγραμμάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού ώστε να εξασφαλίζει τις απαιτούμενες συνθήκες διαβίωσης από τους χρήστες.

Δινητικά μπορεί να σκέφτεται και να φροντίζει έξυπνα να προ-κλιματίζει τον εσωτερικό χώρο, γνωρίζοντας τις εξωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας-υγρασίας, ανέμου ή βροχής, οπότε εξοικονομεί ενέργεια αφού θέτει για λιγότερο χρόνο τον κλιματισμό σε λειτουργία και φροντίζει να ανανεώνει τον αέρα με φρέσκο όταν αυτό επιβάλλεται. Το ίδιο φροντίζει και τις πιθανές θερμές μέρες του χειμώνα ώστε η θέρμανση λειτουργεί όσο απαιτείται.

Δίνεται η δυνατότητα να ελέγχεται η θερμοκρασία σε κάθε χώρο ή δωμάτιο ανεξάρτητα, ανάλογα με την ώρα της ημέρας και την παρουσία ατόμων. Όρια θερμοκρασιών μπορούν να καθοριστούν για κάθε χώρο ανεξάρτητα ενώ οι θερμοκρασίες μπορούν να παρακολουθούνται από έναν κεντρικό σταθμό ελέγχου η τοπικά.

Αν ο χρήστης εξέλθει από ένα χώρο φροντίζει για την αυτόματη σβέση του αντίστοιχου συστήματος θέρμανσης ή ψύξης ώστε να αποφεύγεται η άσκοπη σπατάλη ενέργειας. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει παρουσία στους διάφορους χώρους για αρκετή ώρα, μπορεί η θερμοκρασία να χαμηλώνει αυτόματα το χειμώνα μέχρι τους 18°C ή να αυξάνεται τους θερινούς μήνες μέχρι τους 28°C, ώστε όταν υπάρξει εκ νέου φυσική παρουσία, σε σύντομο χρονικό διάστημα, ο χώρος ν' αποκτήσει πάλι την επιθυμητή θερμοκρασία άνεσης για το χρήστη ενώ κατά το στάδιο αναμονής του συστήματος να επιτυγχάνονται χαμηλές καταναλώσεις ενέργειας.

2.3.3 Έξυπνο Κτίριο και εξοικονόμηση

Οι εφαρμογές των συστημάτων των έξυπνων κτιρίων μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην ενεργειακή εξοικονόμηση αρκεί ο χρήστης να λαμβάνει σωστές αποφάσεις κατά την παρουσία του στο κτίριο αλλά και κατά την απουσία του από αυτό μέσω ειδικών ρυθμίσεων. Η κατασκευή ενός έξυπνου κτιρίου δεν οδηγεί αυτόματα και στην κατασκευή ενός ενεργειακά αποδοτικού κτιρίου. Ανάλογα με το φυσικό περιβάλλον όπου βρίσκεται το κτίριο, τις εξωτερικές συνθήκες της περιοχής, το αν υπάρχει πυκνή ή αραιή δόμηση στην περιοχή, το είδος της χρήσης του κτιρίου και άλλους παράγοντες, θα πρέπει να επιλέγονται εκείνοι οι αυτοματισμοί στα εκάστοτε συστήματα, που θα μειώνουν όσο το δυνατό τις καταναλώσεις από τα φορτία θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού.

Ιδιαίτερα η χρήση του κτιρίου διαδραματίζει ίσως τον πιο σημαντικό ρόλο στην επιλογή των «έξυπνων εφαρμογών» διαχείρισης του κτιρίου. Σε ένα κτίριο κατοικίας θα πρέπει να δοθεί έμφαση στο σύστημα θέρμανσης που αποτελεί και το σημαντικότερο συνήθως φορτίο, με τοποθέτηση θερμοστατών και ρύθμιση των συνθηκών του ανά χώρο. Σε ένα κτίριο του τριτογενούς τομέα με υψηλή ενεργειακή αποδοτικότητα, το σύστημα ρύθμισης του φωτισμού αποτελεί συνήθως την πρώτη επιλογή για εφαρμογή τεχνολογιών αυτόματου ελέγχου με πιο συνηθισμένες τις εφαρμογές τύπου KNX και BEMS λόγω και του μεγέθους αυτών των κτιρίων.



Εικόνα 2.4: Έξυπνο κτίριο και εξοικονόμηση.

2.3.4 Συστήματα BEMS – Τρόπος λειτουργίας

Το σύστημα BEMS χαρακτηρίζει ένα κτίριο ως “έξυπνο”. Αποτελείται κυρίως (και στις περισσότερες των περιπτώσεων) από τα εξής τμήματα [7]:

1. Κεντρικό Σταθμό Παρακολούθησης και Ελέγχου
2. Αισθητήρια όργανα τα οποία μετρούν τις τιμές των παραμέτρων ελέγχου
3. Συσκευές εκτέλεσης εντολών οι οποίες μεταβάλλουν τον τρόπο λειτουργίας των διαφόρων εγκαταστάσεων
4. Ελεγκτές που καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας και συντονίζουν όλες τις εγκαταστάσεις
5. Διατάξεις επικοινωνίας – διασύνδεσης συστημάτων.
6. Χειριστήρια.

Το σύστημα λειτουργεί με την ακόλουθη διαδικασία:

- Με την ενεργοποίηση του τίθενται σε λειτουργία τα αισθητήρια και τα μετρητικά όργανα, τα οποία ελέγχουν τις ισχύουσες παραμέτρους και μεταβλητές (π.χ. θερμοκρασία χώρου και θερμοκρασία περιβάλλοντος).
- Ανάλογα με τα αποτελέσματα αυτών των μετρήσεων και ελέγχων γίνονται οι απαιτούμενες διορθωτικές ενέργειες (π.χ. μειώνεται η ένταση φωτισμού από τους λαμπτήρες όταν υπάρχει φυσικό φως).
- Μετά την εκτέλεση αυτών των ενεργειών γίνεται επίβλεψη των εγκαταστάσεων και έλεγχος της κατανάλωσης ενέργειας, ενώ ανάλογα με τα αποτελέσματα των συνεχών ρυθμίσεων γίνονται παρεμβάσεις από το σύστημα ώστε να επικρατούν οι συνθήκες άνεσης και λειτουργίας που έχουν οριστεί.

Παρατηρήσεις για τα BEMS και τον τρόπο λειτουργίας τους:

- Το σύστημα BEMS αποτελεί τη βέλτιστη λύση όσον αφορά στην ορθολογική λειτουργία όλων των εγκαταστάσεων σε κτίρια μεσαίου και μεγάλου μεγέθους, κυρίως στον τριτογενή τομέα.
- Για τα μικρού μεγέθους κτίρια καθώς και για κτίρια του οικιακού τομέα η εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων γενικά δεν είναι συχνή, δεδομένου του σημαντικού κόστους που παρουσιάζει. Αντίθετα στον οικιακό τομέα και στα μικρού μεγέθους κτίρια τοποθετούνται τοπικές διατάξεις ελέγχου.
- Η εγκατάστασή του έχει νόημα μόνον εφ’ όσον έχουν προηγηθεί όλες οι απαραίτητες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας όπως, για παράδειγμα, θερμομόνωση, διπλοί θερμομονωτικοί υαλοπίνακες, συσκευές υψηλής ενεργειακής απόδοσης κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΚΟΙΝΟΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ, ΚΕΝΑΚ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

3.1 Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου

Η οδηγία αυτή αποτελεί το νομικό εργαλείο της Ευρωπαϊκής Κοινότητας για την ορθολογική χρήση της ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Οι διατάξεις καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση χώρων, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, ψύξης, αερισμού και φωτισμού, για νέα αλλά και υφιστάμενα κτίρια. Η οδηγία δεν καθορίζει τα επίπεδα και τη νομοθεσία για το κάθε μέλος της, αλλά τα κράτη μέλη οφείλουν να θεσπίσουν τους αντίστοιχους μηχανισμούς και τις απαιτήσεις λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές κλιματολογικές, οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες [16].

Η οδηγία βασίζεται στα ακόλουθα βασικά στοιχεία:

- Κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Στη μεθοδολογία αυτή, εκτός από τη θερμομόνωση, θα πρέπει να συνυπολογίζονται παράγοντες όπως οι εγκαταστάσεις θέρμανσης/κλιματισμού, η εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ο προσανατολισμός του κτιρίου κ.ά.
- Καθορισμός ελάχιστων ορίων ενεργειακής απόδοσης για νέα κτίρια και υφιστάμενα κτίρια, σε περίπτωση που υποβάλλονται σε μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση
- Θέσπιση συστημάτων πιστοποίησης ενεργειακής απόδοσης για νέα και υφιστάμενα κτίρια και, σε δημόσια κτίρια, τοιχοκόλληση των πιστοποιητικών και άλλων σχετικών πληροφοριών
- Τακτική επιθεώρηση των λεβήτων και των κεντρικών εγκαταστάσεων κλιματισμού στα κτίρια και, επιπλέον, αξιολόγηση της εγκατάστασης θέρμανσης όταν οι λέβητες είναι παλαιότεροι των 15 ετών.

Η οδηγία αφορά τον τομέα της κατοικίας και τον τριτογενή τομέα (γραφεία, δημόσια κτίρια κ.λπ.). Ωστόσο, από το πεδίο εφαρμογής των διατάξεων σχετικά με την πιστοποίηση εξαιρούνται τα ιστορικά κτίρια, τα βιομηχανικά κτίρια, κτίρια μικρότερα από 50 m² και κτίρια που δεν αποτελούν μόνιμες κατοικίες. Σύμφωνα με την οδηγία, τα πιστοποιητικά πρέπει να είναι διαθέσιμα κατά την κατασκευή, την πώληση ή την ενοικίαση των κτιρίων. Επίσης, προβλέπεται ότι οι χρήστες των κτιρίων πρέπει να ρυθμίζουν την κατανάλωσή ενέργειας σε θέρμανση και ζεστό νερό με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι οικονομικά συμφέρουσα. Τα κράτη μέλη υποχρεούνται να εξασφαλίζουν ότι η πιστοποίηση και η επιθεώρηση των κτιρίων θα διεξάγονται από εξειδικευμένο και ανεξάρτητο προσωπικό.

Η οδηγία αυτή εντάσσεται στο πλαίσιο των πρωτοβουλιών της Κοινότητας σχετικά με την αλλαγή του κλίματος (υποχρεώσεις βάσει του Πρωτοκόλλου του Κιότο) και την ασφάλεια του εφοδιασμού (Πράσινη Βίβλος για την ασφάλεια του εφοδιασμού). Αφενός, η Κοινότητα

εξαρτάται με αυξανόμενο ρυθμό από εξωτερικές πηγές ενέργειας και, αφετέρου, αυξάνονται οι εκπομπές αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η Κοινότητα έχει πολύ περιορισμένη δυνατότητα να μεταστρέψει τον ενεργειακό εφοδιασμό, αλλά μπορεί να επηρεάσει τη ζήτηση. Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, αποτελεί επομένως μία από τις πιθανές λύσεις γι' αυτά τα δύο προβλήματα. Η παρούσα πρόταση αποτελεί συνέχεια των μέτρων σχετικά με τους λέβητες (92/42/ΕΟΚ), τα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών (89/106/ΕΟΚ) και των διατάξεων του προγράμματος SAVE σχετικά με τα κτίρια [18].

3.2 Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (αναδιατύπωση της 2002/91/ΕΚ- Ν.4122/2013-ΦΕΚ 42/Α'19-2-2013)

Με την οδηγία αυτή, η οποία αποτελεί αναθεώρηση της προηγούμενης, θεσπίζονται οι ακόλουθες απαιτήσεις από τα κράτη μέλη [17]:

- Υιοθέτηση, σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο, μιας κοινής μεθοδολογίας υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, η οποία να λαμβάνει υπόψη τα θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, τις εγκαταστάσεις θέρμανσης/κλιματισμού και παροχής ζεστού νερού, τις εγκαταστάσεις φωτισμού, τις εσωτερικές κλιματικές συνθήκες, τη θετική επίδραση της ηλιοφάνειας, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΣΗΘ κ.ά.
- Καθορισμός των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης που πρέπει να εμφανίζει ένα κτίριο ώστε να επιτευχθούν τα βέλτιστα από πλευράς κόστους επίπεδα. Το επίπεδο αυτών των απαιτήσεων αναθεωρείται κάθε πέντε χρόνια, ενώ δίνεται στα κράτη μέλη το δικαίωμα να διαφοροποιούν τα ελάχιστα όρια ανάλογα με το αν τα κτίρια είναι υφιστάμενα ή καινούρια, καθώς και ανάλογα με τη λειτουργία του κτιρίου. Από την εφαρμογή των ελάχιστων απαιτήσεων μπορούν να εξαιρεθούν τα προστατευόμενα κτίρια (όπως κτίρια ιστορικής αξίας), κτίρια χρησιμοποιούμενα ως χώροι λατρείας, προσωρινά κτίρια, κτίρια κατοικίας που χρησιμοποιούνται για περιορισμένο χρονικό διάστημα κάθε χρόνο και μεμονωμένα κτίρια με συνολική ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη από 50 m²
- Κατάρτιση εθνικών σχεδίων που θα περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων, την πρακτική εφαρμογή του ορισμού του όρου Zero Energy Building με βάση τις εθνικές, περιφερειακές ή τοπικές συνθήκες, τους ενδιάμεσους στόχους για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των νέων κτιρίων έως το 2015 και πληροφορίες σχετικά με τις πολιτικές και τα οικονομικά μέτρα που λαμβάνονται υπέρ της προώθησης των κτιρίων με σχεδόν μηδενική ενεργειακή κατανάλωση συμβατικών ενεργειακών πηγών
- Θέσπιση συστήματος πιστοποίησης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνει την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, τιμές αναφοράς ώστε να διευκολύνεται η σύγκριση και αξιολόγησή της, πρόσθετες πληροφορίες όπως επί παραδείγματι το ποσοστό της ενέργειας που καλύπτεται από ΑΠΕ, αλλά και συστάσεις για συμφέρουσες οικονομικά βελτιώσεις. Ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης οφείλει να περιλαμβάνεται σε όλες τις διαφημίσεις πώλησης ή εκμίσθωσης του κτιρίου, ενώ το πιστοποιητικό θα πρέπει να επιδεικνύεται στον υποψήφιο και να παραδίδεται στον τελικό ενοικιαστή ή αγοραστή. Επιπλέον, όταν πρόκειται για κτίρια

έκτασης μεγαλύτερης των 500m², που χρησιμοποιούνται από δημόσια αρχή ή έχουν μεγάλη επισκεψιμότητα, το πιστοποιητικό θα πρέπει να αναρτάται σε περίοπτη για το κοινό θέση

- Καθορισμός ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης, λαμβάνοντας υπ' όψη τα βέλτιστα από πλευράς κόστους επίπεδα (Cost Optimal).
- Κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας :
 1. Μετά τις 31-12-2020 όλα τα νέα κτίρια να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας
 2. Μετά τις 31-12-2018 τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας
- Έκδοση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ-Άρθρο 12):
 1. Για κτίρια που κατασκευάζονται, πωλούνται ή εκμισθώνονται σε νέο ενοικιαστή
 2. Για κτίρια στα οποία συνολική επιφάνεια άνω των 500m² χρησιμοποιείται από δημόσια αρχή και τα οποία επισκέπτεται συχνά το κοινό
 3. Από τις 9-7-2015 το κατώτατο όριο μειώθηκε σε 250m²
 4. Ανάρτηση του ΠΕΑ σε περίοπτη για το κοινό θέση
 5. Διενέργεια αρχικών Επιθεωρήσεων Συστημάτων Θέρμανσης και Κλιματισμού έως τον Φεβρουάριο του 2017 (Άρθρα 14, 15 και 16).

3.3 Οδηγία 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου

Η ευρωπαϊκή οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση (Energy Efficiency Directive – EED) καταγράφει κάποιες τροποποιήσεις των οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ, και καταργεί τις οδηγίες 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ. Η οδηγία η οποία τέθηκε σε ισχύ τον Δεκέμβριο του 2012, απαιτεί από τα κράτη μέλη να ορίζουν ενδεικτικούς εθνικούς στόχους ενεργειακής απόδοσης, διασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο ότι η ΕΕ θα επιτύχει τον πρωταρχικό στόχο της περί μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας κατά 20% έως το 2020. Τα κράτη μέλη είναι ελεύθερα να καθιστούν τις ελάχιστες αυτές απαιτήσεις πιο αυστηρές, στην προσπάθειά τους να εξοικονομηθεί ενέργεια. Η οδηγία εισάγει επίσης μια δεσμευτική δέσμη μέτρων, ώστε να βοηθήσει τα κράτη μέλη να επιτύχουν τον εν λόγω στόχο, ενώ επίσης ορίζει νομικά δεσμευτικούς κανόνες για τους τελικούς χρήστες και τους προμηθευτές ενέργειας. Η Ελληνική νομοθεσία εναρμονίστηκε με την οδηγία με τον νόμο Ν.4342/2015 (ΦΕΚ Α 143).

Στο άρθρο 3 της εν λόγω οδηγίας ορίζεται ότι κάθε κράτος μέλος θεσπίζει έναν ενδεικτικό εθνικό στόχο ενεργειακής απόδοσης, βασιζόμενο είτε στην πρωτογενή ή στην τελική κατανάλωση ενέργειας, είτε στην εξοικονόμηση πρωτογενούς ή τελικής ενέργειας, είτε στην ενεργειακή ένταση. Εν συνεχεία, στο άρθρο 7 της οδηγίας ορίζεται στόχος εξοικονόμησης ενέργειας στην τελική χρήση. Ο στόχος αυτός ισοδυναμεί τουλάχιστον με την πραγματοποίηση νέων εξοικονομήσεων κάθε χρόνο, από την 1η Ιανουαρίου 2014 έως τις 31η Δεκεμβρίου 2020, ίσων με το 1,5% των κατ' όγκο ετήσιων πωλήσεων ενέργειας στους τελικούς καταναλωτές όλων των διανομέων ενέργειας ή όλων των εταιρειών λιανικής πώλησης ενέργειας, σε σχέση με τον μέσο όρο των τριών τελευταίων ετών πριν από την 1η Ιανουαρίου 2013, με τη δυνατότητα

εξαιρέσης των κατ' όγκο πωλήσεων ενέργειας που χρησιμοποιείται στις μεταφορές. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, κάθε κράτος μέλος δύναται είτε να εφαρμόσει εναλλακτικά μέτρα πολιτικής, είτε να σχεδιάσει καθεστώτα επιβολής, μετακυλώντας το στόχο στους διανομείς ενέργειας ή/και τις εταιρείες λιανικής πώλησης ενέργειας, είτε να προβεί στο συνδυασμό και των δύο.

Οι κυριότερες διατάξεις της συγκεκριμένης οδηγίας που σχετίζονται με τον κτιριακό τομέα είναι οι εξής [19]:

- Τα κράτη μέλη θεσπίζουν μια μακροπρόθεσμη στρατηγική για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση του εθνικού κτιριακού αποθέματος
- Κάθε κράτος μέλος μεριμνά, ώστε από την 1η Ιανουαρίου 2014 να ανακαινίζεται κάθε χρόνο το 3% του συνολικού εμβαδού δαπέδου θερμαινόμενων ή/και ψυχομένων κτιρίων, που είναι ιδιόκτητα και καταλαμβάνονται από την κεντρική δημόσια διοίκησή τους
- Τα κράτη μέλη παροτρύνουν τους δημοσίους φορείς να εγκρίνουν σχέδιο ενεργειακής απόδοσης (ΣΔΕΑ), να καθιερώσουν σύστημα διαχείρισης ενέργειας (ΣΔΕ) και να χρησιμοποιούν, ενδεχομένως, εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών (ΕΕΥ) και συμβάσεις ενεργειακής απόδοσης (ΣΕΑ) για να χρηματοδοτούν ανακαινίσεις και να εφαρμόζουν σχέδια για τη διατήρηση ή τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης μακροπρόθεσμα
- Τα κράτη μέλη μεριμνούν, ώστε οι επιχειρήσεις που δεν είναι μικρομεσαίες να υποβάλλονται σε επαναλαμβανόμενο ενεργειακό έλεγχο κάθε τέσσερα χρόνια ή, εναλλακτικά, να εφαρμόζουν πιστοποιημένο σύστημα ενεργειακής ή περιβαλλοντικής διαχείρισης
- Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι, εφόσον είναι τεχνικώς εφικτό, οικονομικώς εύλογο και ανάλογο προς τη δυνητική εξοικονόμηση ενέργειας, παρέχονται σε ανταγωνιστική τιμή στους τελικούς καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου, τηλεθέρμανσης ή τηλεψύξης και ζεστού νερού για οικιακή κατανάλωση ατομικοί μετρητές, που να αντικατοπτρίζουν επακριβώς την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του τελικού καταναλωτή και να παρέχουν πληροφορίες όσον αφορά τον πραγματικό χρόνο χρήσης
- Σε πολυκατοικίες και κτίρια πολλαπλών χρήσεων, όπου η θέρμανση/ψύξη παρέχεται από κεντρική πηγή ή δίκτυο τηλεθέρμανσης ή από κεντρικό σημείο παραγωγής που εξυπηρετεί πολλαπλά κτίρια, εγκαθίστανται επίσης ατομικοί μετρητές κατανάλωσης έως την 31η Δεκεμβρίου 2016 για τη μέτρηση της κατανάλωσης για θέρμανση ή ψύξη ή για ζεστό νερό σε κάθε μονάδα, εφόσον αυτό είναι τεχνικά εφικτό και οικονομικώς αποδοτικό
- Οι δημόσιοι φορείς να αγοράζουν ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, προϊόντα και υπηρεσίες.
- Οι επιχειρήσεις κοινής ωφελείας του ενεργειακού τομέα να ενθαρρύνουν τους τελικούς χρήστες να μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας μέσω βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης, π.χ. φροντίζοντας για τη θερμομόνωση των κατοικιών
- Οι μεγάλες επιχειρήσεις θα υπόκεινται σε ενεργειακό έλεγχο κάθε 3 χρόνια
- Υποβολή της μελέτης ελάχιστου κόστους σύμφωνα με τον Κανονισμό 244/2012
- Υποβολή των απαιτήσεων για τα κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB)

	2007	2009	2011	2020 (Εθνικός ενδεικτικός στόχος στο πλαίσιο της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ)
Ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας (Mtoe)	31,5	30,5	27,8	25,4
Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (Mtoe)	30,7	29,6	26,9	24,7
Συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας (Mtoe)	22,1	20,5	18,9	18,4
Ενεργειακή ένταση πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας (koe/€)	0,137	0,128	0,129	0,109
Ενεργειακή ένταση τελικής κατανάλωσης ενέργειας (koe/€)	0,099	0,089	0,091	0,081

Πίνακας 3.1: Εξέλιξη ενεργειακών μεγεθών και εθνικός ενδεικτικός στόχος

3.4 Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση

Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση (ΕΣΔΕΑ) αποτελεί έκθεση κατά την οποία γίνεται η σύνδεση της προηγούμενης Οδηγίας 2006/32/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες με τη νέα Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση. Ως αποτέλεσμα, στην έκθεση γίνεται εκτενής παρουσίαση τόσο της εξοικονόμησης ενέργειας που αναμένεται από την εφαρμογή της Οδηγίας 2006/32/ΕΚ, όσο και των απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση που απορρέουν από τη νέα Οδηγία 2012/27/ΕΕ.

Ειδικότερα, παρέχονται πληροφορίες για μέτρα που ήδη εφαρμόζονται, καθώς και για μέτρα που πρόσφατα έχουν εγκριθεί ή προβλέπεται να εγκριθούν ενόψει των απαιτήσεων που προκύπτουν από την εφαρμογή της Οδηγίας. Επιπρόσθετα, παρουσιάζονται τα μέτρα που εμπίπτουν στο πλαίσιο του υφιστάμενου θεσμικού και κανονιστικού πλαισίου, ώστε με αυτό τον τρόπο να υιοθετηθούν πολιτικές, υποχρεώσεις και στρατηγικές σε όλους τους τομείς τελικής και πρωτογενούς κατανάλωσης με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

Ο αρχικός καθορισμός του εθνικού στόχου ενεργειακής απόδοσης πραγματοποιήθηκε μέσω της ετήσιας έκθεσης για την εφαρμογή της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ, η οποία υποβλήθηκε τον Απρίλιο του 2013. Ωστόσο, στο πλαίσιο του τελευταίου ΕΣΔΕΑ, ο συγκεκριμένος στόχος επικαιροποιήθηκε ώστε να συνάδει με την πρόσφατα αναθεωρημένη εθνική ενεργειακή στρατηγική της χώρας έως το 2030.

Πιο συγκεκριμένα, ως στόχος ενεργειακής απόδοσης για το 2020 τίθεται η επίτευξη τελικής κατανάλωσης ενέργειας στα επίπεδα των 18,4 Mtoe. Ο καθορισμός του στόχου επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί βάσει της τελικής κατανάλωσης ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη ότι αυτή καθορίζει τις απαιτήσεις και τη ζήτηση ενέργειας, ενώ παράλληλα για την πρόβλεψη εξέλιξης του ενεργειακού συστήματος τα μοντέλα υπολογισμού που χρησιμοποιήθηκαν προσομοιώνουν αποτελεσματικότερα την τελική κατανάλωση ενέργειας.

Επιπρόσθετα, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας το 2020 θα ανέρχεται σε 24,7 Mtoe, ενώ η ενεργειακή ένταση πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας και η ενεργειακή ένταση τελικής κατανάλωσης ενέργειας της ελληνικής οικονομίας το 2020 θα ισούνται αντίστοιχα με 0,109 και 0,081 koe/€. Ο στόχος που προκύπτει για το 2020, είναι αποτέλεσμα των εκτιμήσεων εξέλιξης τόσο των μεγεθών της Ελληνικής οικονομίας, όσο και της εφαρμογής μέτρων, δράσεων και προγραμμάτων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, διείσδυσης των ΑΠΕ και επίτευξης εξοικονόμησης ενέργειας στην τελική κατανάλωση και στην πρωτογενή παραγωγή ενέργειας.

Παράλληλα, στο πλαίσιο του Άρθρου 7 της Οδηγίας αναφορικά με την υιοθέτηση καθεστώτων επιβολής της υποχρέωσης ενεργειακής απόδοσης, υπολογίστηκε ο στόχος εξοικονόμησης ενέργειας για την περίοδο 2014-2020, ο οποίος διαμορφώνεται συσσωρευτικά σε 3.332,7 ktoe (38,8 TWh) εκ των οποίων το σύνολο των νέων ετήσιων εξοικονομήσεων ισούται με 902,1 ktoe (10,5 TWh). Ως ενδιαμέσοι περίοδοι για την παρακολούθηση της πορείας επίτευξης του συνολικού στόχου εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και των νέων εξοικονομήσεων ορίστηκαν:

- a) η περίοδος 2014 έως 2015 με ενδιαμέσο συνολικό στόχο εξοικονόμησης ενέργειας 300,7 ktoe (3,5TWh)
- b) η περίοδος 2016 έως 2018 με ενδιαμέσο συνολικό στόχο εξοικονόμησης ενέργειας 1.678,9ktoe (19,5 TWh)

Για την εκπλήρωση του στόχου εξοικονόμησης ενέργειας επιλέχθηκε αποκλειστικά η υιοθέτηση κατάλληλων ισοδύναμων μέτρων πολιτικής για την εξασφάλιση εξοικονόμησης ενέργειας στους τελικούς καταναλωτές χωρίς τη θέσπιση καθεστώτος επιβολής υποχρέωσης ενεργειακής απόδοσης σε υπόχρεα μέρη (εταιρείες λιανικής πώλησης ενέργειας και διανομείς ενέργειας). Τελικά, προβλέφθηκαν 18 μέτρα πολιτικής με σκοπό την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας στους τελικούς καταναλωτές, ενώ φορείς υλοποίησης των συγκεκριμένων μέτρων είναι οι αρμόδιες δημόσιες αρχές και τελικοί αποδέκτες αυτών είναι ο στενός και ευρύτερος δημόσιος τομέας, οι επιχειρήσεις του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, καθώς και οι τελικοί καταναλωτές.

Στο πλαίσιο του Άρθρου 5 σχετικά με τον υποδειγματικό ρόλο κτιρίων που ανήκουν σε δημόσιους φορείς, αποφασίστηκε η ανακαίνιση του 3% του συνολικού εμβαδού δαπέδου θερμαινόμενων ή/και ψυχόμενων κτιρίων που είναι ιδιόκτητα και καταλαμβάνονται από την κεντρική δημόσια διοίκηση να πραγματοποιηθεί χωρίς την εφαρμογή της εναλλακτικής προσέγγισης. Επίσης, δημοσιοποιήθηκε ο κατάλογος θερμαινόμενων ή/και ψυχόμενων κτιρίων της κεντρικής δημόσιας διοίκησης με συνολικό ωφέλιμο εμβαδό δαπέδου πάνω από 500m².

Τέλος, στο πλαίσιο του Άρθρου 14 αναφορικά με το δυναμικό υλοποίησης της συμπαραγωγής υψηλής απόδοσης και αποδοτικής τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης ορίστηκαν ποιές εγκαταστάσεις δύνανται να εξαιρεθούν από την υποχρέωση εκπόνησης ανάλυσης κόστους-οφέλους [21].

A/A	Μέτρο πολιτικής για εξοικονόμηση ενέργειας	Αριθμός παρεμβάσεων	Διάρκεια υλοποίησης μέτρου	Διάρκεια ζωής μέτρου	Υπολογιζόμενη εξοικονόμηση τελικής ενέργειας (ktoe)
M1	Πρόγραμμα «Εξοικονόμηση Κατ' Οίκον»	70.000 κατοικίες	2011-2015	2014-2024+	83,8
M2	Πρόγραμμα «Εξοικονομώ» στους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης	104 δήμοι	2011-2015	2014-2024+	3,7
M3	Πρόγραμμα «Εξοικονομώ II» στους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης	139 δήμοι	2011-2015	2014-2024+	8,3
M4	Ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών	200.000 κατοικίες	2015-2020	2014-2024+	239,5
M5	Ενεργειακή αναβάθμιση δημοσίων κτιρίων	280 δημόσια κτίρια	2015-2020	2014-2024+	12,8
M6	Ενεργειακή αναβάθμιση σε κτίρια επαγγελματικής χρήσης	3.500 κτίρια	2015-2020	2014-2024+	31,6
M7	Εφαρμογή συστήματος ενεργειακής διαχείρισης με βάση το πρότυπο ISO 50001 σε φορείς του Δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα	4.000 κτίρια	2015-2020	2014-2024+	28,1
M8	Ενεργειακή αναβάθμιση σε κτίρια επαγγελματικής χρήσης μέσω Επιχειρήσεων Ενεργειακών Υπηρεσιών	3.000 κτίρια	2015-2020	2014-2024+	50,8
M9	Δράσεις εκπαίδευσης και επιμόρφωσης σε στελέχη του τριτογενούς τομέα	40.000 άτομα	2015-2020	2014-2024+	76,8
M10	Ανάπτυξη ευφώνων συστημάτων μέτρησης ενέργειας	60.000 μετρητές	2014-2015	2014-2024+	96,8
		160.000 μετρητές	2014-2016		
		5.540.000 μετρητές	2016-2020		
M11	Αντικατάσταση παλαιών ελαφριών φορτηγών δημοσίου και ιδιωτικού τομέα	10.000 οχήματα	2015-2020	2014-2024+	11,3
M12	Αντικατάσταση παλαιών επιβατικών	50.000 οχήματα	2011-2015	2014-2024+	22,7

οχημάτων ιδιωτικού τομέα					
M13	Πρώθηση αεριοκίνησης-υγραεριοκίνησης επιβατικών οχημάτων ιδιωτικού τομέα	35.000 οχήματα	2015-2020	2014-2024+	10,4
M14	Πράξεις ΕΠΠΕΡΑΑ		2011-2015	2014-2024+	14,2
M15	Ανάπτυξη μετρό Θεσσαλονίκης		2017-2020	2017-2024+	21,4
M16	Επέκταση μετρό Αθήνας		2013-2020	2013-2024+	29,3
M17	Συμφιψισμός προστίμων αυθαιρέτων με εργασίες ενεργειακής αναβάθμισης	90.000 κατοικίες	2014-2020	2014-2024+	107,8
M18	Ενεργειακοί υπεύθυνοι σε κτίρια του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα	15.000 κτίρια	2014-2020	2014-2024+	52,6
Συνολική ποσότητα τελικής ενέργειας που εξοικονομείται από τα μέτρα πολιτικής (ktoe)					902,1

Πίνακας 3.2: Τα 18 μέτρα του ΕΣΔΕΑ για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας

3.5 Ενεργειακή κλάση και κτίριο αναφοράς

Ο καθορισμός των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης ($\text{kWh/m}^2/\text{έτος}$) ενός κτιρίου με βάση την Ευρωπαϊκή οδηγία 91/2002 και τον Νόμο 3661/2008 μπορεί να γίνει με δύο μεθόδους:

- Μέσω τιμών αναφοράς
- Μέσω του Κτιρίου Αναφοράς

Και στις δύο μεθόδους οι ενεργειακές κατηγορίες που μπορεί να λάβει ένα κτίριο είναι A+, A, B+, B, Γ, Δ, E, Z, H. Στην περίπτωση των τιμών αναφοράς οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης καθορίζονται από ένα εύρος τιμών τελικής κατανάλωσης ενέργειας ($\text{kWh/m}^2/\text{έτος}$) για κάθε χρήση κτιρίου και κλιματική ζώνη. Στην Περίπτωση του κτιρίου αναφοράς το υπό εξέταση κτίριο συγκρίνεται με το κτίριο αναφοράς το οποίο λαμβάνει τη θέση B οπότε η κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς σε ($\text{kWh/m}^2/\text{έτος}$) καθορίζει τη θέση B και όλες οι υπόλοιπες κατηγορίες σχηματίζονται ως ποσοστά αυτής.

Στους υπολογισμούς αυτής της εργασίας, ο καθορισμός της ενεργειακής κλάσης του κτιρίου και ο υπολογισμός της τελικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας έγινε με βάση τη μέθοδο του κτιρίου αναφοράς. Το κτίριο αναφοράς έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, την ίδια θέση, τον ίδιο προσανατολισμό, τα ίδια χαρακτηριστικά λειτουργίας καθώς και την ίδια χρήση με το υπό εξέταση κτίριο. Πληροί τις προϋποθέσεις του ΚΕΝΑΚ και έχει καθορισμένες προϋποθέσεις σε ότι αφορά τα εξωτερικά δομικά στοιχεία του αλλά και τις Η/Μ εγκαταστάσεις του. Σαν μέθοδος ενεργειακής αξιολόγησης των κτιρίων εφαρμόζεται σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες με διάφορες παραλλαγές.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ		
Κατηγορία	Όριο κατηγορίας	Όριο κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
Ε	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Ζ	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
Η	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

Εικόνα 3.1: Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης

3.6 ΚΕΝΑΚ και απαιτήσεις θερμομονωτικής επάρκειας

Η ανάγκη για ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης, την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος, οδήγησε στην θεσμοθέτηση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ.), όπως προβλέπεται στο Άρθρο 3 του νόμου 3661/2008 που εκδόθηκε με σκοπό την εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την οδηγία 2002/91/ΕΚ. Ο ΚΕΝΑΚ είναι η πρώτη ολοκληρωμένη προσπάθεια από ελληνικής πλευράς όσον αφορά τον καθορισμό όλων των παραμέτρων που επιδρούν στην ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου.

Τα βασικά στοιχεία του ΚΕΝΑΚ. είναι τα παρακάτω [20]:

- Ορίζεται μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Καθορίζονται ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.
- Καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των κτιρίων, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κελύφους και οι προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων.
- Ορίζεται το περιεχόμενο της μελέτης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

- Καθορίζεται η μορφή του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, καθώς και τα στοιχεία που περιλαμβάνει.
- Καθορίζεται η διαδικασία ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, καθώς και η διαδικασία επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

Σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του παρακάτω πίνακα [8]:

Πίνακας 3.3: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² ·K)]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U _R	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _T	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτές)	U _{FA}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U _{TU}	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U _{TB}	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U _{FU}	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U _{FB}	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	U _w	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	U _{GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του επόμενου πίνακα:

Πίνακας 3.4: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κτιρίου, ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του

Λόγος A/V [m ⁻¹]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U _m [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78

0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

1. Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 3.3.
2. Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου U_m και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 3.4.

3.6.1 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων - απαιτήσεις

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτιρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 [9].

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_\alpha} \quad (3.1)$$

όπου:

- d_j το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j ,
- λ_j ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j ,
- R_i και R_α οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου,
- R_δ η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w υπολογίζεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \quad (3.2)$$

όπου:

- U_f ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος
- U_g ο συντελεστής θερμοπερατότητας του τζαμιού του κουφώματος
- A_f το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος

A_g το εμβαδό επιφάνειας του τζαμιού του κουφώματος

l_g το μήκος της θερμογέφυρας του τζαμιού του κουφώματος

Ψ_g ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του τζαμιού του κουφώματος

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:

$$U \leq U_{\delta,\sigma,\max} \quad (3.3)$$

όπου:

U ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων [3.1] ή [3.2]

$U_{\delta,\sigma,\max}$ η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο (πίνακας 3.4.).

3.6.2 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα 3.3, απαιτείται και το κτίριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου δίνεται από τη σχέση:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^v l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad (3.4)$$

όπου:

A_j το εμβαδό δομικού στοιχείου j

U_j ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j

Ψ_i ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας i

l_i το μήκος της θερμογέφυρας i

b μειωτικός συντελεστής

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

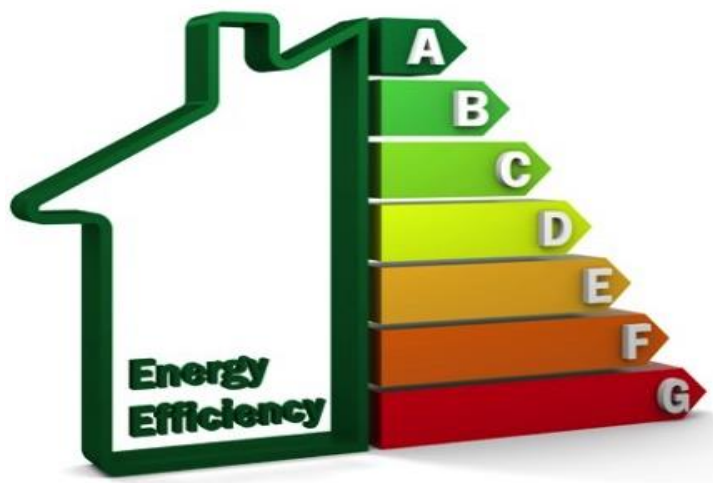
$$U_m \leq U_{m,\max} \quad (3.5)$$

όπου $U_{m,\max}$ είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου και δίνεται στον πίνακα 3.3.

Σε περίπτωση που $U_m > U_{m,\max}$ ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει μία εκ των τριών παρακάτω επιλογών ή συνδυασμό τους και να αρχίσει εκ νέου τον υπολογισμό:

- να βελτιώσει την θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,

- να βελτιώσει την θερμική προστασία των διαφανών δομικών στοιχείων,
- να μειώσει την δημιουργία θερμογεφυρών στο κτιριακό κέλυφος, τροποποιώντας τον σχεδιασμό των δομικών στοιχείων στα οποία οφείλονται αυτές.

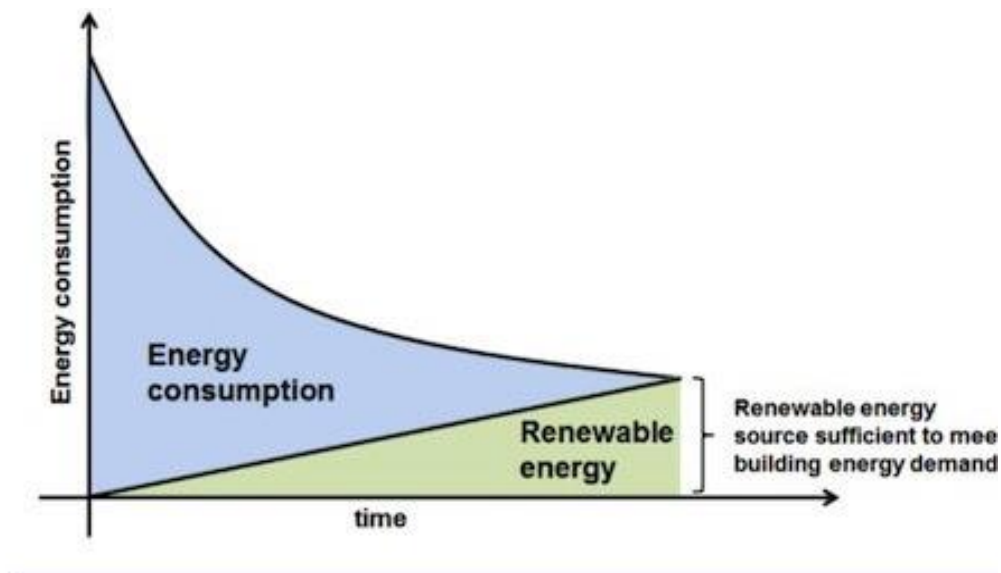


Εικόνα 3.2: Ενεργειακές κλάσεις κτιρίων

3.7 Κτίριο Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης (nZEB)

Η έννοια του κτιρίου μηδενικής ενέργειας ή μηδενικών εκπομπών δεν είναι καινούρια. Έχει εμφανιστεί στη βιβλιογραφία ήδη από τις δεκαετίες του 1970. Ωστόσο μετά το 2000 το παγκόσμιο ενδιαφέρον στράφηκε στα ZEB και αναπτύχθηκαν πολλά εθνικά και διεθνή προγράμματα για τη μελέτη και την εφαρμογή τους. Ως κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (ΚΣΜΚΕ) νοείται ένα κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, προσδιορισμένη σύμφωνα με τη μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου και του οποίου η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται, καλύπτεται σε πολύ μεγάλο βαθμό με ενέργεια που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές [26].

Τον Απρίλιο του 2010 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε την αναθεώρηση της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (EPBD), σύμφωνα με την οποία όλα τα νέα κτίρια από τις 31 Δεκεμβρίου 2020 πρέπει να είναι Nearly Zero energy buildings, δηλαδή κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, ενώ τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους πρέπει να πληρούν τα ίδια κριτήρια από τις 31 Δεκεμβρίου 2018.



Εικόνα 3.3: Zero Energy Building Concept

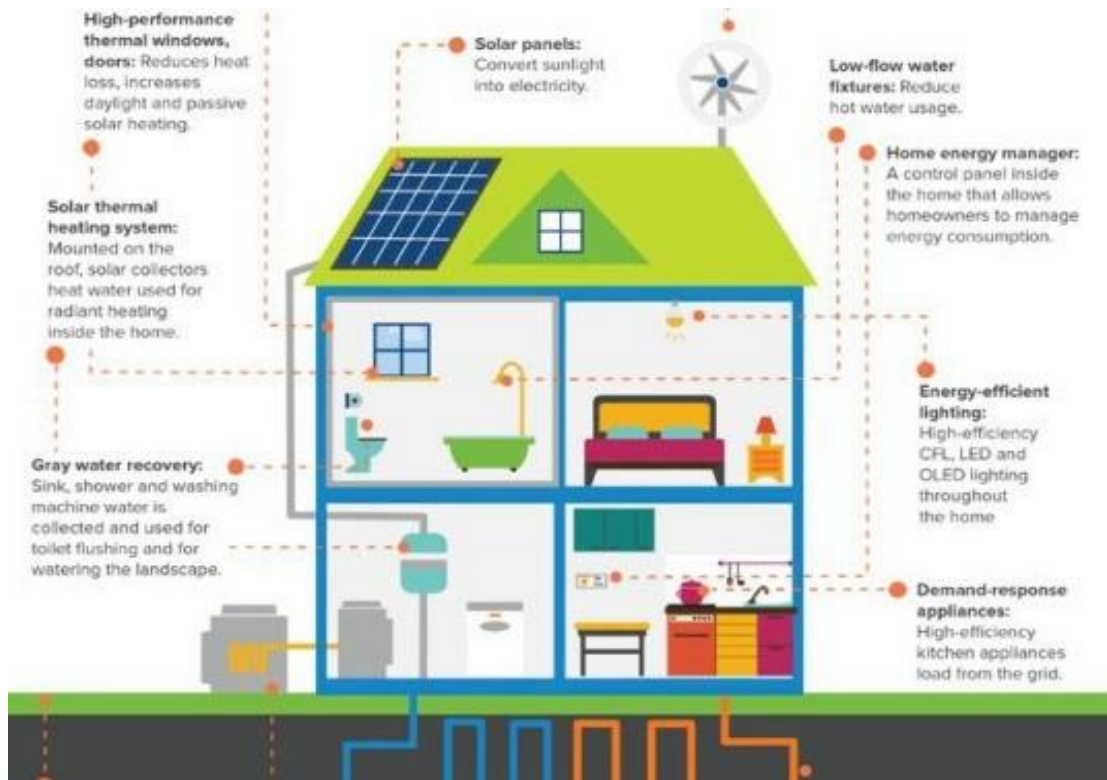
3.7.1 Απαιτήσεις ΚΣΜΚΕ και ορισμοί

Το Διάταγμα περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (Απαιτήσεις και τεχνικά χαρακτηριστικά που πρέπει να πληροί το κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας) του 2014 (Κ.Δ.Π. 366/2014) καθορίζει τις απαιτήσεις που πρέπει να πληροί ένα κτίριο για να μπορεί να χαρακτηριστεί ως ΚΣΜΚΕ.

Στο διάταγμα καθορίζονται πιο αυστηρές απαιτήσεις όσον αφορά τη μέγιστη κατανάλωση ενέργειας και τα επίπεδα θερμομόνωσης σε σχέση με τις απαιτήσεις ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης που ισχύουν σήμερα για νέα κτίρια. Επιπλέον, καθορίζεται ελάχιστο ποσοστό συνεισφοράς των ανανεώσιμων πηγών στην κατανάλωση ενέργειας, ενώ για τα κτίρια που χρησιμοποιούνται ως γραφεία υπάρχει μέγιστη επιτρεπόμενη εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς για κάλυψη των αναγκών σε φωτισμό.

Zero energy building (ZEB) είναι το κτίριο το οποίο είναι κατασκευασμένο έτσι ώστε να εκμεταλλεύεται πλήρως την βιοκλιματική αρχιτεκτονική, να έχει όσο το δυνατόν λιγότερες ενεργειακές απαιτήσεις ενώ η εισερχόμενη ενέργεια από το δίκτυο να είναι με την εξερχόμενη κατά την διάρκεια ενός έτους. Η ενέργεια που εισέρχεται στο ZEB πρέπει να παράγεται από ΑΠΕ.

Nearly Zero energy building (NZEB) είναι το κτίριο το οποίο έχει πολύ καλή ενεργειακή συμπεριφορά και έχει ελαχιστοποιήσει τις ανάγκες για ενεργειακή κατανάλωση. Η μικρή ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται το κτίριο πρέπει να καλύπτεται σε μεγάλο βαθμό από ΑΠΕ που παράγονται επί τόπου ή κοντά στο χώρο που βρίσκεται το κτίριο, σε σταθμούς της περιοχής γύρω από το κτίριο.



Εικόνα 3.4. Net Zero Energy Building.

Για τον όρο ZEB δεν υπάρχει ένας καθολικός ορισμός, καθώς είναι πολλά τα ενδιαφερόμενα μέρη που σχετίζονται με το κτίριο και το καθένα εστιάζει σε διαφορετικά πράγματα. Ο ιδιοκτήτης του κτιρίου ενδιαφέρεται κυρίως για το κόστος της εγκατάστασης και για το χρόνο αποπληρωμής της επένδυσής του στην εξοικονόμηση ενέργειας. Οι κρατικοί οργανισμοί εστιάζουν στα συνολικά εθνικά νούμερα με στόχο να καλύψουν τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο μηχανικός στοχεύει στη μεγαλύτερη δυνατή αυτονομία του κτιρίου τοποθετώντας περισσότερες τεχνολογίες ΑΠΕ πάνω στο κτίριο, ενώ οι οικολογικές οργανώσεις εστιάζουν στην εκπομπή ρύπων.

Έτσι έχουν προταθεί οι ακόλουθοι τέσσερις διαφορετικοί ορισμοί για το ZEB [Torcellini et al,2006]:

Net Zero Site Energy: Ένα site ZEB παράγει τουλάχιστον όση ενέργεια χρειάζεται κατά τη διάρκεια ενός έτους από ΑΠΕ εγκατεστημένες στην τοποθεσία του κτιρίου.

Net Zero Source Energy: Ένα source ZEB παράγει τουλάχιστον όση πρωτογενή ενέργεια χρειάζεται κατά τη διάρκεια ενός έτους. Για να υπολογίσουμε τη συνολική πρωτογενή ενέργεια που χρησιμοποιεί ένα κτίριο αρκεί να πολλαπλασιάσουμε την εισερχόμενη και εξερχόμενη ενέργεια με τους αντίστοιχους συντελεστές μετατροπής της ενέργειας σε πρωτογενή για κάθε μορφή ενέργειας.

Net Zero Energy Costs: Σε ένα cost ZEB, το ποσό των χρημάτων που πληρώνει η εταιρία παραγωγής ενέργειας στον ιδιοκτήτη για την εξερχόμενη από το κτίριο ενέργεια πρέπει να είναι

ίσο με το ποσό που πληρώνει ο ιδιοκτήτης στην εταιρία για την εξυπηρέτηση και για την ενέργεια που αγοράζει όλο το έτος.

Net Zero Energy Emissions: Σε ένα emissions ZEB, η εκπομπή ρύπων από τη χρήση συμβατικών καυσίμων αντισταθμίζεται από τη χρήση ΑΠΕ

3.7.2 Απαιτήσεις κελύφους και γεωμετρία του ΚΣΜΚΕ (NZEB)

Για να επιτευχθεί ο στόχος του NZEB, απαιτείται το κέλυφος του κτιρίου να είναι κατασκευασμένο με τρόπο που να περιορίζει τις απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον και ταυτόχρονα απαιτείται ένας αρχιτεκτονικός σχεδιασμός που να επιτρέπει στον χρήστη του κτιρίου να εκμεταλλεύεται τις τοπικές συνθήκες για σκοπούς δροσισμού, θέρμανσης, ηλιοπροστασίας και φυσικού φωτισμού. Πιο συγκεκριμένα συστήνονται τα ακόλουθα:

1. Ανάλυση τοπικών συνθηκών όπως ο ηλιασμός, ο άνεμος και ο προσανατολισμός.
2. Βελτιστοποίηση της γεωμετρίας, του σχήματος και της διαρρύθμισης των χώρων μέσα στο κτίριο με βάση την ανάλυση των τοπικών συνθηκών.
3. Επαρκής θερμομόνωση και ελαχιστοποίηση των θερμογεφυρών.
4. Τοποθέτηση κουφωμάτων σε συνδυασμό με συστήματα σκίασης που θα μειώνουν τις θερμικές απώλειες αλλά θα επιτρέπουν την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας για σκοπούς θέρμανσης ή/και φυσικού φωτισμού, όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο και αποφεύγοντας την πιθανότητα υπερθέρμανσης.
5. Καλή στεγάνωση του κτιρίου για αποφυγή απωλειών θερμότητας μέσω αέρα που εισέρχεται από τα κουφώματα ή άλλα στοιχεία του κελύφους.

3.7.3. Απαιτήσεις Συστημάτων του ΚΣΜΚΕ (NZEB)

Αφού με βάση την κατασκευή και τον σχεδιασμό η ζήτηση ενέργειας για το κτίριο οφείλει να έχει περιοριστεί σε μεγάλο βαθμό, θα πρέπει να επιλεγθούν τα κατάλληλα τεχνικά συστήματα, όπου αυτά χρειάζονται, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, κλιματισμό, ζεστό νερό χρήσης, φωτισμό και εξαερισμό. Η επιλογή των κατάλληλων τεχνικών συστημάτων σε ένα ΚΣΜΚΕ μπορεί είναι μεγαλύτερη πρόκληση από ότι σε ένα συμβατικό κτίριο, καθώς οι ανάγκες που πρέπει να ικανοποιηθούν είναι σχετικά μικρές, ενώ αυτό πρέπει να γίνει με τον πιο αποδοτικό τρόπο. Πιο συγκεκριμένα συστήνονται τα ακόλουθα:

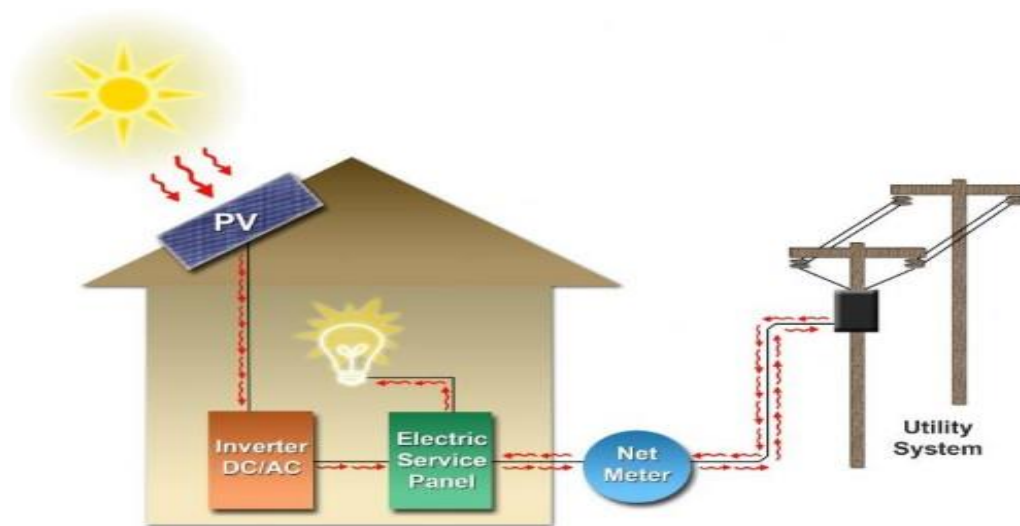
1. Κλιματισμός και θέρμανση: Σε ένα κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας οι ανάγκες για κλιματισμό και θέρμανση θα είναι πολύ περιορισμένες. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη σωστή διαστασιολόγηση των τεχνικών συστημάτων του συστήματος ψύξης - θέρμανσης - εξαερισμού. Ο σχεδιασμός του συστήματος θέρμανσης και του συστήματος κλιματισμού θα πρέπει να έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη δυνατή συνολική ενεργειακή απόδοση του συστήματος. Αυτό επιτυγχάνεται με την επιλογή των πιο αποδοτικών επί μέρους στοιχείων, όπως για παράδειγμα αντλίες θερμότητας και λέβητες υψηλής απόδοσης, με την εφαρμογή των βέλτιστων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, όπως η θερμομόνωση των σωληνώσεων του δικτύου διανομής καθώς και η βέλτιστη διάταξη αυτού.

2. Ζεστό νερό χρήσης: Οι ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης εξαρτώνται αποκλειστικά από τον τρόπο ζωής των χρηστών του κτιρίου. Ωστόσο, η ενέργεια που απαιτείται μπορεί να μειωθεί σημαντικά με την επιλογή και τον σχεδιασμό του κατάλληλου συστήματος παραγωγής ζεστού νερού. Τα ηλιακά θερμικά που χρησιμοποιούνται ευρέως σε κατοικίες, εφόσον εγκατασταθούν στον σωστό προσανατολισμό και κλίση, μπορούν να παράγουν τη μεγαλύτερη ποσότητα ζεστού νερού που χρειάζεται. Επίσης, υπάρχουν τεχνολογίες οι οποίες κατά την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική χρησιμοποιούν τις απώλειες για την παραγωγή ζεστού νερού. Ζεστό νερό μπορεί να παραχθεί και από απορριπτόμενη ενέργεια από τη θέρμανση ή τον κλιματισμό ή άλλες θερμικές διεργασίες που μπορεί να γίνονται στο κτίριο. Όπως και στα συστήματα κλιματισμού και θέρμανσης, είναι σημαντικό κατά τον σχεδιασμό να γίνεται η σωστή διαστασιολόγηση και να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή συνολική ενεργειακή απόδοση του συστήματος παραγωγής ζεστού νερού.

3. Φωτισμός: Ο φωτισμός μπορεί να αποτελεί μεγάλο μέρος της κατανάλωσης ενέργειας για ορισμένους τύπους κτιρίων, όπως τα γραφεία, τα καταστήματα και γενικότερα τα κτίρια του τριτογενούς τομέα. Ο περιορισμός της μπορεί να γίνει με τον σχεδιασμό ενός συστήματος φωτισμού που λαμβάνει υπόψη τη λειτουργία του κτιρίου, τις ανάγκες των χρηστών του και τη συνεισφορά του φυσικού φωτισμού. Οι λαμπτήρες που θα εγκατασταθούν θα πρέπει να έχουν την υψηλότερη δυνατή απόδοση. Πρέπει επίσης να εγκαθίσταται σε κάθε χώρο μόνο η απαιτούμενη ισχύς φωτισμού και να αποφεύγεται η υπερδιαστασιολόγηση. Η εφαρμογή αυτοματισμών μπορεί να συνεισφέρει επιπλέον στην εξοικονόμηση ενέργειας, ωστόσο είναι σημαντικό οι εφαρμογές αυτές να λαμβάνουν υπόψη τον τρόπο χρήσης του κτιρίου.

3.7.4 Απαιτήσεις συστημάτων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ στα ΚΣΜΚΕ

Για να επιτευχθεί όμως ο στόχος του ΚΣΜΚΕ θα πρέπει να εγκατασταθούν επίσης τα καταλληλότερα, ανάλογα με την περίπτωση, συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) που θα καλύψουν σε σημαντικό βαθμό τις εναπομείνουσες ανάγκες. Τα συστήματα ΑΠΕ εγκαθίστανται σε ένα κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση για να παράγουν ολόκληρη ή μεγάλο μέρος της σχετικά μικρής ποσότητας ενέργειας που χρειάζεται το κτίριο. Θα πρέπει να τοποθετούνται με στόχο την μείωση της ποσότητας ενέργειας που απαιτείται να εισαχθεί στο κτίριο από το ηλεκτρικό δίκτυο ή/και από άλλους διανομείς ενέργειας. Με βάση τεχνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά δεδομένα θα πρέπει να αποφασισθεί κατά πόσον το σύστημα ΑΠΕ που θα επιλεγεί θα καλύπτει μέρος της ενέργειας που χρειάζεται για θέρμανση, κλιματισμό, ζεστό νερό χρήσης, ηλεκτρισμό ή συνδυασμό τους. Εφόσον είναι τεχνικά εφικτό, συστήματα που θα παρέχουν ανανεώσιμη ενέργεια στον χρόνο που χρειάζεται να γίνει χρήση της, είναι πιο κατάλληλα καθώς οδηγούν στην ενεργειακή αυτονομία του κτιρίου.



Εικόνα 3.5: Net Metering.

Ίσως το πιο σημαντικό τεχνικό κριτήριο για την επιλογή του πιο κατάλληλου συστήματος ΑΠΕ είναι η ποσότητα της ενέργειας που θα παράγει σε σχέση με τις ανάγκες του κτιρίου. Η αυτοπαραγωγή ενέργειας στα ΚΣΜΚΕ συστήνεται όπως επιδιώκεται στον μέγιστο βαθμό, λαμβάνοντας υπόψη τις ευκαιρίες που δίδονται από την αγορά ηλεκτρισμού και τη σχέση κόστους-οφέλους στον κύκλο ζωής του κτιρίου. Ωστόσο, σε κάθε περίπτωση, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τεχνικοί περιορισμοί που μπορούν να αφορούν το κάθε κτίριο ξεχωριστά, όπως για παράδειγμα η έλλειψη διαθέσιμου χώρου και οι γενικότεροι ρυθμιστικοί περιορισμοί όπως πολεοδομικοί κανόνες και τα καθεστώτα στήριξης των ΑΠΕ [26, 30].

3.7.5 Γενικές παρατηρήσεις για τα Zero Emission Buildings

- Από το 2021 οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα νέα κτίρια θα είναι αυτές του nZEB
- Πλήρης μετατροπή του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος σε nZEBs μπορεί να επιτευχθεί σε προοπτική 2030/2050 ^[11]_[SEP]
- Είναι εφικτή η ομαλή και σταδιακή μετάβαση από τις βέλτιστες από πλευράς κόστους ελάχιστες απαιτήσεις στις απαιτήσεις του nZEB ^[11]_[SEP]
- Οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα nZEB κυμαίνονται από 20 έως 250 kWh/m²/έτος (η οποία περιλαμβάνει τη χρήση της ενέργειας σε συσκευές) ^[11]_[SEP]
- Για τα κτίρια κατοικιών οι μέγιστες τιμές κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας κυμαίνονται από 20 έως 160 kWh/m²/έτος, ενώ πολλές χώρες προτείνουν 45 ή 50 kWh/m²/έτος ^[11]_[SEP]
- Η απαίτηση για τα nZEB να καταναλώνουν κάτω από 30 kWh/m²/έτος πρωτογενούς ενέργειας, τόσο για τον οικιακό όσο και για τον τριτογενή τομέα, φαίνεται να είναι αρκετά φιλόδοξη, ειδικά εάν συμπεριληφθεί και η χρήση ενέργειας από συσκευές ^[11]_[SEP]
- Ορισμένα κράτη μέλη επέλεξαν να συνδέσουν το επίπεδο nZEB με την τάξη ενεργειακής απόδοσης (π.χ. κτίριο κατηγορίας A ++).

^[11]_[SEP]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΚΤΙΡΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Στην παρούσα εργασία όλα τα στοιχεία, τα δομικά μέλη καθώς και το σύνολο των κτιρίων, ελέγχονται ως προς την θερμοπερατότητά τους με βάση τον ΚΕΝΑΚ χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ και το ΑΥΤΟ ΚΕΝΑΚ. Κάθε νέο κτίριο αρχικά μελετήθηκε ενεργειακά ώστε να πληροί της σημερινές, ελάχιστες προϋποθέσεις ως προς την ενεργειακή του κλάση, δηλαδή να εντάσσεται στην κατηγορία Β και άνω. Επίσης το κέλυφος του μελετήθηκε έτσι ώστε να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις με βάση τους κανονισμούς. ($U_m, < U_m, \text{max.}$). Στα κτίρια τα οποία προϋπήρχαν του ΚΕΝΑΚ γίνεται υπολογισμός της ενεργειακής τους απόδοσης στην παρούσα κατάσταση και έπειτα ακολουθούν μελέτες περίπτωσης-σενάρια εξοικονόμησης για κάθε κτίριο.

Γίνεται χρήση κάποιων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και νέων τεχνολογιών των Η/Μ συστημάτων ώστε να ενταχθούν σε υψηλότερες ενεργειακά κατηγορίες. Σε κάθε τύπο κτιρίου υπάρχει σενάριο όπου θα επιτυγχάνει την ενεργειακή κατηγορία Α+. Υπενθυμίζουμε πως το κτίριο αναφοράς εντάσσεται στην κατηγορία Β, ενώ στην κατηγορία Α+ εντάσσεται ένα κτίριο πολύ χαμηλής, σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.

4.1 Διώροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων

Το κτίριο κατασκευής του 1982, αποτελείται από ισόγειο και έναν όροφο . Το ισόγειο καθώς και ο όροφος έχουν την χρήση γραφείων . Η συνολική επιφάνεια του κτιρίου είναι 245,08 τ.μ. . Με βάση των ΚΕΝΑΚ όλοι οι χώροι μπορούν να ενταχθούν σε μια θερμική ζώνη με εμπορική χρήση . Η ζώνη έχει συνοπτικά τα εξής γεωμετρικά χαρακτηριστικά :

- Θερμαινόμενη επιφάνεια 245,08 τ.μ.
- Θερμαινόμενος όγκος 790,40 τ.μ.



Εικόνα 4.1: Κτίριο με χρήση γραφείων

Θεωρούμε ότι το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο, καθώς και ότι δεν σκιάζεται από μακρινά εμπόδια. Βρίσκεται στην Αττική και ανήκει στην κλιματική Ζώνη Β με βάση την κατηγοριοποίηση του ΚΕΝΑΚ .

Κέλυφος του κτιρίου

Στα αδιαφανή κατακόρυφα δομικά μέλη του κελύφους του κτιρίου δεν υπάρχει ενδιάμεση μόνωση, ενώ τα κουφώματα που είναι τοποθετημένα έχουν διπλά υαλοστάσια χωρίς θερμοδιακοπή. Στα δάπεδα και την οροφή του κτιρίου έχουμε επίσης απουσία θερμικής μόνωσης.

Πίνακας 4.1: Εμβαδό και όγκος τμήματος με χρήση: Καταστήματα- Γραφεία

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [μ ²]	Ψυχόμενη επιφάνεια[μ ²]	Θερμαινόμενος όγκος [μ ³]	Ψυχόμενος όγκος[μ ³]
Z001	245,08	245,08	790,40	790,40
ΣΥΝΟΛΟ	245,08	245,08	790,40	790,40

Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίου

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων
- Σύστημα ψύξης χώρων
- Σύστημα φωτισμού χώρων

Στο κτίριο υπάρχει εγκατεστημένη κεντρική θέρμανση με λέβητα πετρελαίου ισχύος 58,00 kw και εσωτερικού βαθμού απόδοσης 0.71. Το δίκτυο διανομής είναι θερμομονωμένο ανεπαρκώς. Οι τερματικές μονάδες στους χώρους του κτιρίου είναι μονάδες τύπου καλοριφέρ . Το σύστημα

ψύξης του κτιρίου αποτελείται από οκτώ (8) κλιματιστικά (split) συνολικής απόδοσης 26,60 kw με ονομαστικό δείκτη αποδοτικότητας (EER) ίσο με 2,46 το οποίο καλύπτει το σύνολο των ψυκτικών αναγκών του κτιρίου .

Η κατανάλωση φωτισμού για χρήσεις επαγγελματικών χώρων, λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της τελικής ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Έχουν εγκατασταθεί λαμπτήρες φθορισμού κατηγορίας T8 συνολικής ισχύος 5,15 kw. Η περιοχή φυσικού φωτισμού του κτιρίου καλύπτει περίπου το 72% της επιφάνειας του. Επίσης υπάρχει φωτισμός ασφαλείας και κανένας πλέον αυτοματισμός φυσικού φωτισμού ή ανίχνευσης κίνησης .

Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.2: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης - ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	8.50	7.0	5.4	0.7	0	0	0	0	0	0	2.5	6.6	30.7
Ψύξη	0	0	0	0	2.9	15.2	33.7	32.3	4.8	0	0	0	89.0

Οι καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.3: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	20.4	16.9	13.0	1.8	0	0	0	0	0	0	6.3	15.9	74.2
Ψύξη	0	0	0	0	1.9	10.1	22.3	21.3	3.2	0	0	0	58.8
Φωτισμός	4.7	4.3	4.7	4.6	4.7	4.6	4.7	4.7	4.6	4.7	4.6	4.7	55.6
Σύνολο	25.1	21.2	17.8	6.3	6.6	14.6	27.0	26.0	7.8	4.7	10.8	20.6	188.6

Οι καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 4.4: Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	121.2
Πετρέλαιο θέρμανσης	67.4
Σύνολο	188.6

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 4.5: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

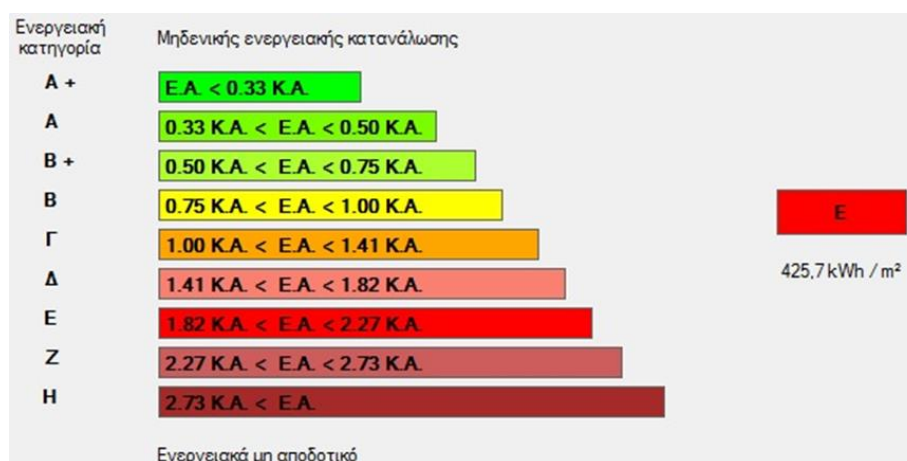
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	13.1	94.0
Ψύξη	64.7	170.4
Φωτισμός	123.5	161.3
Σύνολο	201.2	425.7

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 4.6: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Πετρέλαιο θέρμανσης	121.2	119.9
Ηλεκτρισμός	67.4	17.8
Σύνολο	188.6	137.7

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: E



Εικόνα 4.2: Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου με χρήση γραφείων

Η απουσία μόνωσης στο εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου είναι η βασική αιτία των υψηλών καταναλώσεων σε θέρμανση και ψύξη, καθώς δεν εμποδίζονται ουσιαστικά οι θερμικές ανταλλαγές με το εξωτερικό περιβάλλον.

Το φορτίο θέρμανσης είναι πολύ μεγαλύτερο σε σχέση με αυτό του κτιρίου αναφοράς και λόγω του πολύ χαμηλού βαθμού απόδοσης του εγκατεστημένου λέβητα καθώς και λόγω της υπερδιαστασιολόγησης αυτού.

Το φορτίο της ψύξης αναλογικά δεν είναι τόσο αυξημένο, καθώς οι τοπικές αντλίες θερμότητας που είναι εγκατεστημένες στο κτίριο έχουν έναν μέτριο συντελεστή αποδοτικότητας (EER). Επειδή όμως, το φορτίο της ψύξης είναι από τα σημαντικότερα στον τριτογενή τομέα οι καταναλώσεις ποσοτικά είναι πολύ μεγάλες και σε αυτή την περίπτωση σε σχέση με το κτίριο αναφοράς

Το φορτίο φωτισμού είναι αυξημένο περίπου κατά 30% σε σχέση με αυτό του κτιρίου αναφοράς, καθώς δεν υπάρχουν εγκατεστημένες διατάξεις αυτόματης σβέσης του τεχνητού φωτισμού, όταν αυτός δεν είναι απαραίτητος λόγω της απουσίας των χρηστών του, ενώ πλέον υπάρχουν διαθέσιμοι λαμπτήρες πολύ υψηλότερης απόδοσης σε σχέση με τους T8 φθορισμού που έχουν εγκατασταθεί στο κτίριο. Επίσης, η επιφάνεια φυσικού φωτισμού στο συγκεκριμένο κτίριο η οποία καλύπτει περίπου το 60% της επιφάνειάς αυτού, μένει ουσιαστικά ανεκμετάλλευτη ενεργειακά λόγω της απουσίας αυτοματισμών. Ως γνωστόν, η λειτουργία των εμπορικών κτιρίων είναι κατά το μεγαλύτερο μέρος σε ώρες όπου υπάρχει η συμβολή του φυσικού φωτισμού και η δυνατότητα εκμετάλλευσής του. Παρατηρούμε επίσης, ότι το φορτίο φωτισμού έχει αρκετά μεγαλύτερη συμβολή στις ενεργειακές καταναλώσεις του κτιρίου σε σχέση με τα φορτία θέρμανσης και ψύξης. Το κτίριο εντάσσεται συνολικά στην κατηγορία E και αξιολογείται σαν σχετικά ενεργοβόρο κτίριο.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί αναλύεται η συμπεριφορά του υπάρχοντος κτιρίου σε σχέση με το κτίριο αναφοράς και την κατανάλωση ενέργειας από τα διάφορα φορτία.



Διάγραμμα 4.1: Κατανάλωση Ενέργειας κτιρίου ανά είδος φορτίου.

4.2 Κτίριο παλιάς μονοκατοικίας

Το κτίριο, κατασκευής του 1990, αποτελείται από ισόγειο και έναν όροφο . Το ισόγειο καθώς και ο όροφος έχουν χρήση κατοικίας . Η συνολική επιφάνεια του κτιρίου είναι 114,56 τ.μ. . Με βάση των ΚΕΝΑΚ όλοι οι χώροι μπορούν να ενταχθούν σε μια θερμική ζώνη . Η ζώνη έχει τα εξής χαρακτηριστικά :

- Θερμαινόμενη επιφάνεια 114,56 τ.μ.
- Θερμαινόμενος όγκος 357.93τ.μ.

Θεωρούμε ότι το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο καθώς και ότι δεν σκιάζεται από μακρινά εμπόδια. Βρίσκεται στην Αττική και ανήκει στην κλιματική Ζώνη Β με βάση την κατηγοριοποίηση του ΚΕΝΑΚ .



Εικόνα 4.3: Κτίριο Μονοκατοικίας

Κέλυφος του κτιρίου

Στα αδιαφανή κατακόρυφα δομικά μέλη του κελύφους του κτιρίου δεν υπάρχει ενδιάμεση μόνωση, ενώ τα κουφώματα που είναι τοποθετημένα έχουν διπλά υαλοστάσια χωρίς θερμοδιακοπή. Στα δάπεδα και την οροφή του κτιρίου έχουμε επίσης απουσία θερμικής μόνωσης.

Πίνακας 4.7: Εμβαδό και όγκος τμήματος με χρήση κατοικίας

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [μ2]	Ψυχόμενη επιφάνεια [μ2]	Θερμαινόμενος όγκος [μ3]	Ψυχόμενος όγκος [μ3]
Z001	114,56	57.28	357.93	178.97
ΣΥΝΟΛΟ	114,56	57.28	357.93	178.97

Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίου

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων
- Σύστημα ψύξης χώρων
- Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ZNX)

Στο κτίριο υπάρχει εγκατεστημένη κεντρική θέρμανση με λέβητα πετρελαίου ισχύος 46,00 kw και εσωτερικού βαθμού απόδοσης 0.71. Το δίκτυο διανομής είναι θερμομονωμένο ανεπαρκώς . Οι τερματικές μονάδες στους χώρους του κτιρίου είναι μονάδες τύπου καλοριφέρ . Το σύστημα ψύξης του κτιρίου αποτελείται από τέσσερα (4) κλιματιστικά (split) συνολικής απόδοσης 11,22 kw με ονομαστικό δείκτη αποδοτικότητας (EER) ίσο με 2,60 το οποίο καλύπτει το σύνολο των ψυκτικών αναγκών του κτιρίου .

Επίσης, στο σύστημα θέρμανσης εκτός του λέβητα υπάρχει συμμετοχή και από τα κλιματιστικά συνολικής απόδοσης 13,31 kw με ονομαστικό δείκτη αποδοτικότητας (COP) 2,73 το οποίο καλύπτει ένα ποσοστό της τάξεως του 20% των αναγκών του κτιρίου. Για την παραγωγή ZNX χρησιμοποιείται το σύστημα του τοπικού ηλεκτρικού θερμαντήρα συνολικής απόδοσης 4,0 kw.

Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.8: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης - ψύξης κτιρίου κατοικίας

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	37.4	30.2	24.5	4.1	0	0	0	0	0	0	12.9	28.9	138.1
Ψύξη	0	0	0	0	2.7	18.4	35.1	33.2	4.7	0	0	0	94.1
ZNX	2.4	2.2	2.4	2.1	1.8	1.5	1.4	1.4	1.5	1.8	2.0	2.3	22.7

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.9: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	64.6	52.3	42.6	7.2	0	0	0	0	0	0	22.8	50.0	239.5
Ψύξη	0	0	0	0	0.6	4.2	8.0	7.6	1.1	0	0	0	21.4
ΖΝΧ	2.5	2.3	2.4	2.1	1.9	1.5	1.4	1.4	1.5	1.8	2.1	2.4	23.2
Σύνολο	67.1	54.5	45.0	9.3	2.5	5.7	9.4	8.9	2.6	1.8	24.9	52.4	284.1

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 4.10: Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	63.0
Πετρέλαιο θέρμανσης	221.1
Σύνολο	284.1

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 4.11: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

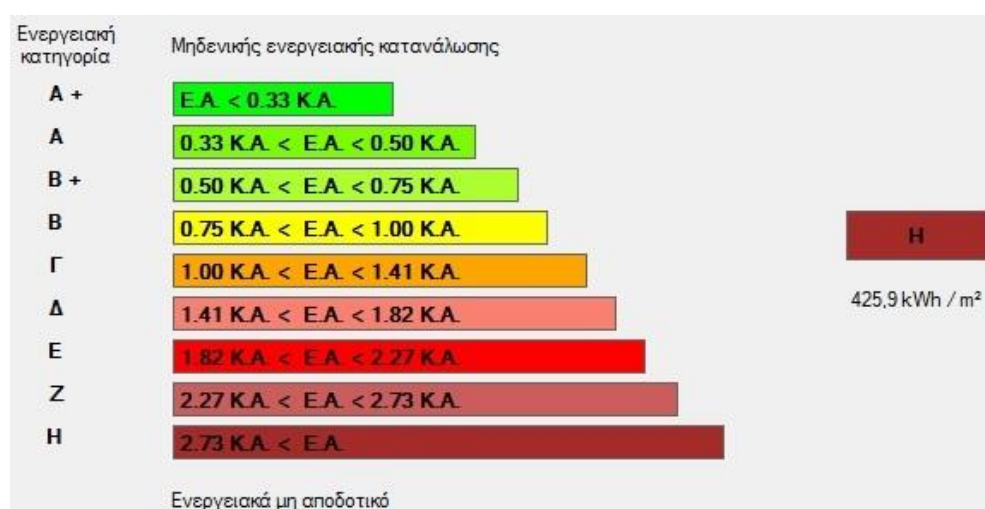
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	55.3	296.6
Ψύξη	30.7	62.0
ΖΝΧ	26.5	67.3
Σύνολο	112.5	425.9

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 4.12: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Πετρέλαιο θέρμανσης	221.1	58.4
Ηλεκτρισμός	63.0	62.3
Σύνολο	284.1	120.7

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Η



Εικόνα 4.4: Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου με χρήση γραφείων

Η απουσία μόνωσης στο εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου είναι η βασική αιτία των υψηλών καταναλώσεων σε θέρμανση και ψύξη καθώς δεν εμποδίζονται ουσιαστικά οι θερμικές ανταλλαγές με το εξωτερικό περιβάλλον. Το κυριότερο φορτίο παρατηρούμε πως είναι αυτό της θέρμανσης κατά τους χειμερινούς μήνες.

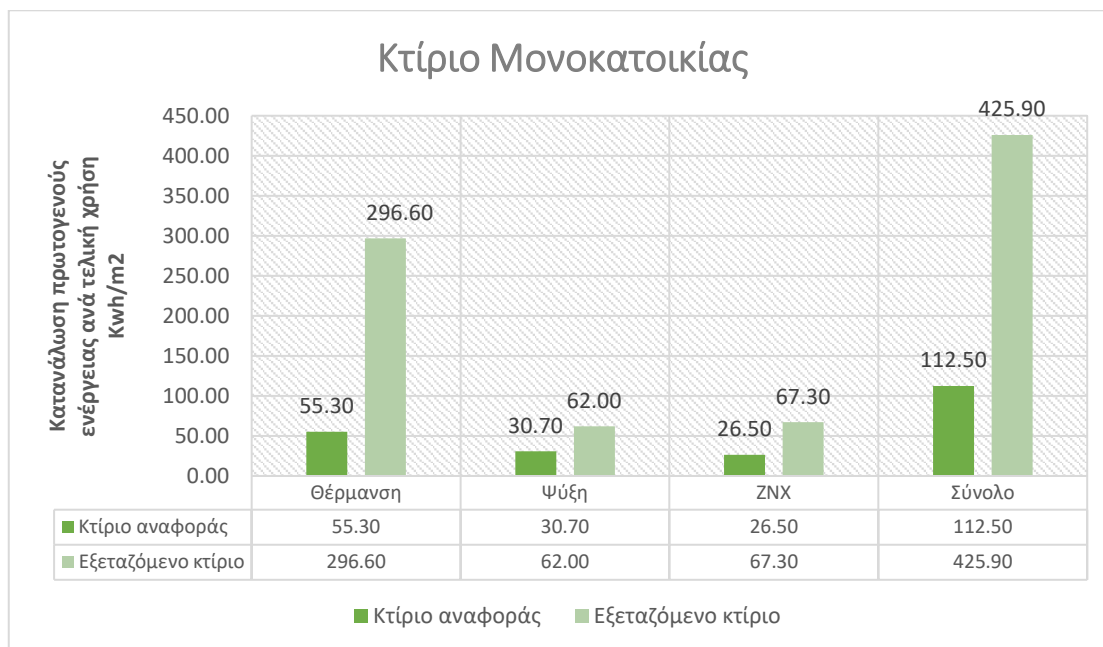
Ταυτόχρονα με την απουσία εξωτερικής μόνωσης, ο πολύ χαμηλός βαθμός απόδοσης του λέβητα ευθύνεται για τις υψηλές καταναλώσεις ενέργειας σε θέρμανση. Σε συνδυασμό με την υπερδιαστασιολόγηση, καθώς για το συγκεκριμένο κτίριο θα επαρκούσε ένας μικρότερος λέβητας, καταλήγουμε σε ένα ιδιαίτερα ενεργοβόρο σύστημα.

Το φορτίο της ψύξης αναλογικά δεν είναι τόσο αυξημένο σε σχέση με το κτίριο αναφοράς καθώς οι τοπικές αντλίες θερμότητας που είναι εγκατεστημένες στο κτίριο έχουν έναν μέτριο συντελεστή αποδοτικότητας (EER). Όπως παρατηρείται και από το γράφημα το φορτίο της ψύξης έχει χαμηλή συνεισφορά στην συνολική κατανάλωση των κατοικιών.

Για την παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX) χρησιμοποιείται ένας τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας. Γενικά, θεωρείται ενεργοβόρο σύστημα γεγονός που γίνεται εμφανές και στο

παρακάτω γράφημα καθώς παρουσιάζεται υπερδιπλάσια κατανάλωση ενέργειας για παραγωγή ZNX σε σύγκριση με το κτίριο αναφοράς.

Στα παρακάτω γραφήματα αναλύεται η συμπεριφορά του υπάρχοντος κτιρίου σε σχέση με το κτίριο αναφοράς και την κατανάλωση ενέργειας από τα διάφορα φορτία:



Διάγραμμα 4.2: Κατανάλωση ενέργειας στο κτίριο μονοκατοικίας ανά είδος φορτίου.

4.3 Κτίριο μονοκατοικίας κατά ΚΕΝΑΚ (Μεζονέτα)

Το κτίριο, κατασκευής του 2013, αποτελείται από ισόγειο και δύο ορόφους . Το ισόγειο καθώς και οι όροφοι έχουν χρήση κατοικίας . Η συνολική επιφάνεια του κτιρίου είναι 168.28 τ.μ. . Με βάση των ΚΕΝΑΚ όλοι οι χώροι μπορούν να ενταχθούν σε μια θερμική ζώνη . Η ζώνη έχει τα εξής χαρακτηριστικά :

- Θερμαινόμενη επιφάνεια 168.28 τ.μ.
- Θερμαινόμενος όγκος 536.20 τ.μ.

Θεωρούμε ότι το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο καθώς και ότι δεν σκιάζεται από μακρινά εμπόδια. Βρίσκεται στην Αττική και ανήκει στην κλιματική Ζώνη Β με βάση την κατηγοριοποίηση του ΚΕΝΑΚ .



Εικόνα 4.5: Κτίριο Μεζονέτας κατά ΚΕΝΑΚ

Κέλυφος του κτιρίου

Στα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά μέλη του κελύφους του κτιρίου, τοποθετείται μόνωση από εξηλασμένη πολυστερίνη, ενώ στα κουφώματα τοποθετούνται διπλά υαλοστάσια με θερμοδιακοπή. Στα δάπεδα και την οροφή του κτιρίου τοποθετείται επίσης μόνωση από εξηλασμένη πολυστερίνη ώστε να πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις θερμομονωτικής επάρκειας για νέο κτίριο με βάση τον ΚΕΝΑΚ. Η τοποθέτηση των στοιχείων του κελύφους έγινε με γνώμονα τη μείωση των θερμικών γεφυρών. Επίσης τοποθετούνται σκιάστρα ώστε να μειώνουν το φορτίο ψύξης κατά τους θερινούς μήνες.

Πίνακας 4.13: Εμβαδό και όγκος μεζονέτας κατά ΚΕΝΑΚ

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [μ ²]	Ψυχόμενη επιφάνεια [μ ²]	Θερμαινόμενος όγκος [μ ³]	Ψυχόμενος όγκος [μ ³]
Z001	168.28	84.14	536.20	268.10
ΣΥΝΟΛΟ	168.28	84.14	536.20	268.10

Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίου

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων
- Σύστημα ψύξης χώρων
- Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ZNX)
- Σύστημα ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Στο κτίριο υπάρχει εγκατεστημένη κεντρική θέρμανση με λέβητα πετρελαίου ισχύος 25,00 kw και εσωτερικού βαθμού απόδοσης 0.95. Το δίκτυο διανομής αποτελείται από σωλήνες μονωμένους με βάση τις απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ. Οι τερματικές μονάδες στους χώρους του κτιρίου είναι μονάδες τύπου καλοριφέρ.

Το σύστημα ψύξης του κτιρίου αποτελείται από πέντε (5) κλιματιστικά (split) συνολικής απόδοσης 17,48 kw με ονομαστικό δείκτη αποδοτικότητας (EER) ίσο με 3,25 το οποίο καλύπτει το σύνολο των ψυκτικών αναγκών του κτιρίου .

Για την παραγωγή ΖΝΧ χρησιμοποιείται το σύστημα του τοπικού ηλεκτρικού θερμαντήρα συνολικής απόδοσης 4,0 kw . Επίσης εγκαθίσταται επιλεκτικός επίπεδος ηλιακός συλλέκτης στο δώμα του κτιρίου για την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ. Η συνολική επιφάνεια επιλεκτικού επίπεδου ηλιακού συλλέκτη είναι 4 m² ώστε να καλύπτει κατά μεγάλο βαθμό τις απαιτήσεις των ενοίκων.

Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.14: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης - ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	6.9	5.3	3.2	0.2	0	0	0	0	0	0	1.0	4.8	21.5
Ψύξη	0	0	0	0	1.8	10.1	14.7	14.3	3.5	0	0	0	44.3
ZNX	1.7	1.5	1.6	1.4	1.3	1.0	0.9	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	15.5

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.15: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	10.2	8.0	5.0	0.4	0	0	0	0	0	0	2.0	7.3	32.8
Ψύξη	0	0	0	0	0.3	1.8	2.7	2.6	0.6	0.0	0.0	0.0	8.1
ZNX	0.9	0.7	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.9	3.8

Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0.9	0.9	1.2	1.3	1.5	1.6	1.7	1.7	1.5	1.3	1.0	0.9	15.3
Σύνολο	11.1	8.7	5.5	0.6	0.3	1.8	2.7	2.6	0.6	0.0	2.5	8.2	44.7

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 4.16: Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m²]	
Ηλεκτρισμός	10.9
Πετρέλαιο θέρμανσης	33.9
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	15.3
Σύνολο	44.7

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 4.17: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

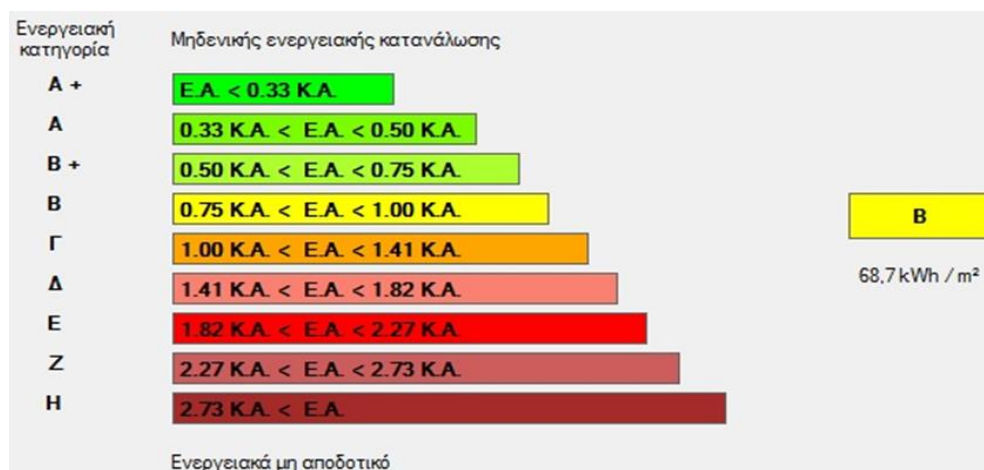
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	47.6	41.0
Ψύξη	23.8	23.4
ZNX	18.0	4.3
Σύνολο	89.5	68.7

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 4.18: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m²]
Πετρέλαιο θέρμανσης	33.9	8.9
Ηλεκτρισμός	10.9	10.8
Σύνολο	44.7	19.7

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B



Εικόνα 4.6: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου μεζονέτας

Στο διάγραμμα που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι καταναλώσεις του εξεταζόμενου κτιρίου σε σύγκριση με τις αντίστοιχες του κτιρίου αναφοράς.

Η τοποθέτηση μόνωσης στο εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου είναι η βασική αιτία των χαμηλών καταναλώσεων σε θέρμανση και ψύξη καθώς εμποδίζονται σημαντικά οι θερμικές ανταλλαγές με το εξωτερικό περιβάλλον.

Παρατηρούμε ότι το φορτίο της θέρμανσης είναι το σημαντικότερο στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου. Στο εξεταζόμενο κτίριο είναι μειωμένο ελάχιστα σε σχέση με το κτίριο αναφοράς λόγω του συστήματος παραγωγής το οποίο έχει υψηλό βαθμό απόδοσης, ελαφρώς καλύτερο αυτού του κτιρίου αναφοράς. Επίσης, το σύστημα διανομής είναι κι αυτό ελαφρώς πιο αποδοτικό.

Το φορτίο ψύξης είναι μειωμένο σε σχέση με το κτίριο αναφοράς λόγω του συντελεστή αποδοτικότητας (EER) των τοπικών αερόψυκτων μονάδων ψύξης του κτιρίου και της μη ύπαρξης απωλειών διανομής λόγω απουσίας δικτύου διανομής ψύξης.



Διάγραμμα 4.3: Κατανάλωση ενέργειας κτιρίου μεζονέτας ανά είδος φορτίου.

Το φορτίο για παραγωγή ZNX είναι μειωμένο περίπου κατά 90% σε σχέση με αυτό του κτιρίου αναφοράς καθώς υπάρχουν εγκατεστημένοι ηλιακοί συλλέκτες στο δώμα του τελευταίου ορόφου για την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και την παραγωγή ZNX.

Το κτίριο εντάσσεται συνολικά στην κατηγορία Β, καθώς καταναλώνει λιγότερη πρωτογενή ενέργεια σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο αναφοράς.

***Παρατήρηση :** Όλοι οι υπολογισμοί έχουν γίνει βάσει του λογισμικού TEE KENAK. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι σε ορισμένες περιπτώσεις στους πίνακες της κατανάλωσης καυσίμων αλλά και στις εκπομπές CO₂, το συνολικό άθροισμα διαφέρει. Αυτό συμβαίνει λόγω της ύπαρξης συντελεστών αναγωγής στον υπολογισμό των συνολικών αθροισμάτων είτε καταναλώσεων ενέργειας διαφορετικής μορφής, είτε των συνολικών εκπομπών από κάθε μορφή ενέργειας .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΥΤΩΝ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας για κάθε ένα από τα τρία κτίρια που μελετήθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο ως βασικά κτίρια. Υπολογίζονται οι καταναλώσεις κάθε σεναρίου σε σύγκριση με το βασικό κτίριο καθώς και η διαφορά στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Θα εγκατασταθούν και θα εφαρμοστούν στα επί μέρους κτίρια που μελετήθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, διάφορα συστήματα εξοικονόμησης και αυτοπαραγωγής ενέργειας με στόχο να μετατραπούν σε κτίρια χαμηλότερων καταναλώσεων ενώ θα υπάρχει για κάθε τύπο βασικού κτιρίου τουλάχιστον ένα σενάριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Επίσης, γίνεται κοστολόγηση κάθε σεναρίου η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση αυτών ως επενδύσεων, στο επόμενο κεφάλαιο.

5.1. Διώροφο κτίριο καταστημάτων – γραφείων

5.1.1 Σενάριο εξοικονόμησης 1

Εγκαταστάσεις και τεχνολογίες για εξοικονόμηση ενέργειας:

- Προσθήκη μόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου (κατακόρυφα στοιχεία και οριζόντια) η οποία θα είναι από εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 7 εκ ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της θερμομονωτικής επάρκειας που έχει θέσει ο ΚΕΝΑΚ.
- Αντικατάσταση των υπαρχόντων λαμπτήρων φθορισμού & προσθήκη λαμπτήρων T8 τύπου LED υψηλής απόδοσης για μείωση του φορτίου φωτισμού του κτιρίου αφού είναι αυτό με τη μεγαλύτερη συμμετοχή ποσοστιαία στο ενεργειακό του ισοζύγιο.

Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 5.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης - ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	5.0	3.5	1.7	0.1	0	0	0	0	0	0	0.6	3.0	14.0

Ψύξη	0	0	0	0	1.6	8.6	17.8	17.3	3.0	0	0	0	48.2
------	---	---	---	---	-----	-----	------	------	-----	---	---	---	------

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 5.2. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	12.3	8.7	4.5	0.4	0	0	0	0	0	0	1.9	7.5	35.3
Ψύξη	0	0	0	0	1.0	5.7	11.7	11.4	2.0	0	0	0	31.8
Φωτισμός	1.3	1.1	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	14.9
Σύνολο	13.5	9.8	5.8	1.7	2.3	6.9	13.0	12.7	3.2	1.3	3.1	8.7	82.0

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	51.1
Πετρέλαιο θέρμανσης	30.8
Σύνολο	82.0

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

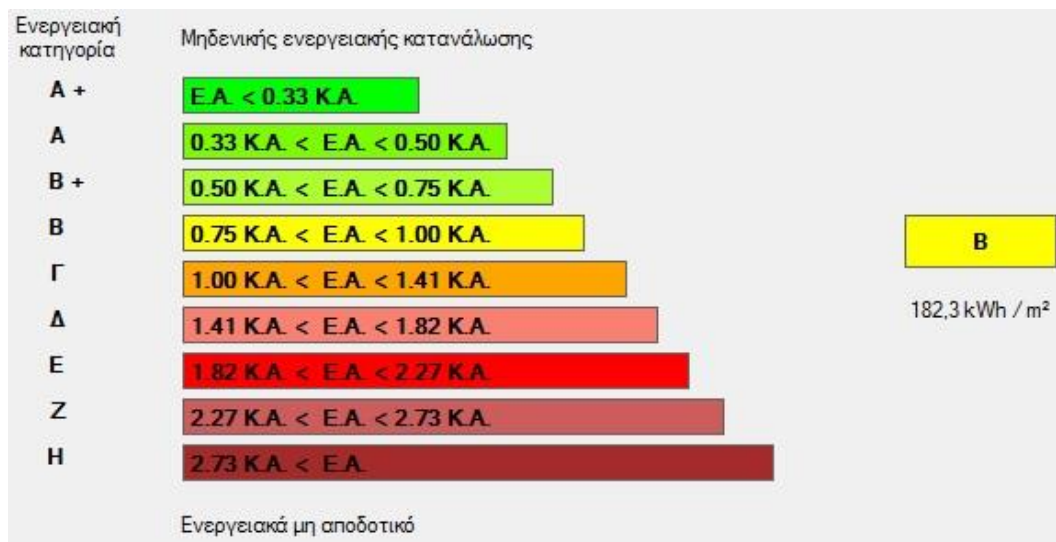
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	13.1	46.9
Ψύξη	64.7	92.2
Φωτισμός	123.5	43.2
Σύνολο	201.2	182.3

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.5. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Πετρέλαιο θέρμανσης	30.8	8.1
Ηλεκτρισμός	51.1	50.5
Σύνολο	82.0	58.7

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: B



Εικόνα 5.1: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου μετά την εφαρμογή του σχεδίου εξοικονόμησης 1

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο:

Πίνακας 5.6: Κόστος επένδυσης σχεδίου εξοικονόμησης 1

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Μόνωση 7εκ.	10990.00
Προσθήκη λαμπτήρων LED	800.00
Σύνολο επένδυσης	11790.00

Πίνακας 5.7: Εξοικονόμηση σε ευρώ σχεδίου εξοικονόμησης 1

Είδος καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m ²	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
Ηλεκτρισμός	121,2	51,1	70,1	17.180,11	0,151	2.594,20
Πετρέλαιο	67,4	30,8	36,6	8.969,93	0,074	663.77

5.1.2 Σενάριο εξοικονόμησης 2

Εγκαταστάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας:

- Προσθήκη μόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου (κατακόρυφα στοιχεία και οριζόντια) η οποία θα είναι από εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 7 εκ για τη βελτίωση της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου.
- Αντικατάσταση των υπαρχόντων λαμπτήρων φθορισμού & προσθήκη λαμπτήρων T8 τύπου LED υψηλής απόδοσης.
- Εγκατάσταση αυτοματισμών στο σύστημα φωτισμού όσον αφορά τον έλεγχο του καθώς και εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού μέσω ανίχνευσης κίνησης για αυτόματη σβέση.
- Τοποθέτηση και εγκατάσταση αερόψυκτης αντλίας θερμότητας για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου με υψηλούς δείκτες COP και EER αντίστοιχα. Σκοπός η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης για να επιτευχθεί το απαιτούμενο ενεργειακό αποτέλεσμα .
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη του μεγαλύτερου μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.

Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 5.8: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης - ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	5.2	3.7	1.8	0.1	0	0	0	0	0	0	0.6	3.1	14.6
Ψύξη	0	0	0	0	1.5	8.5	17.6	17.1	2.9	0	0	0	47.6

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 5.9: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.1	1.5	0.7	0.1	0	0	0	0	0	0	0.3	1.3	6.0

Ψύξη	0	0	0	0	0.6	3.3	6.9	6.7	1.2	0	0	0	18.8
Φωτισμός	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	12.8
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	3.0	3.3	4.4	5.2	6.2	6.6	6.9	6.7	5.5	4.4	3.3	2.8	58.4
Σύνολο	3.2	2.5	1.8	1.1	1.7	4.4	8.0	7.8	2.2	1.1	1.3	2.4	37.5

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.10: Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	0.0
Πετρέλαιο θέρμανσης	0.0
Σύνολο	37.5

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.11: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

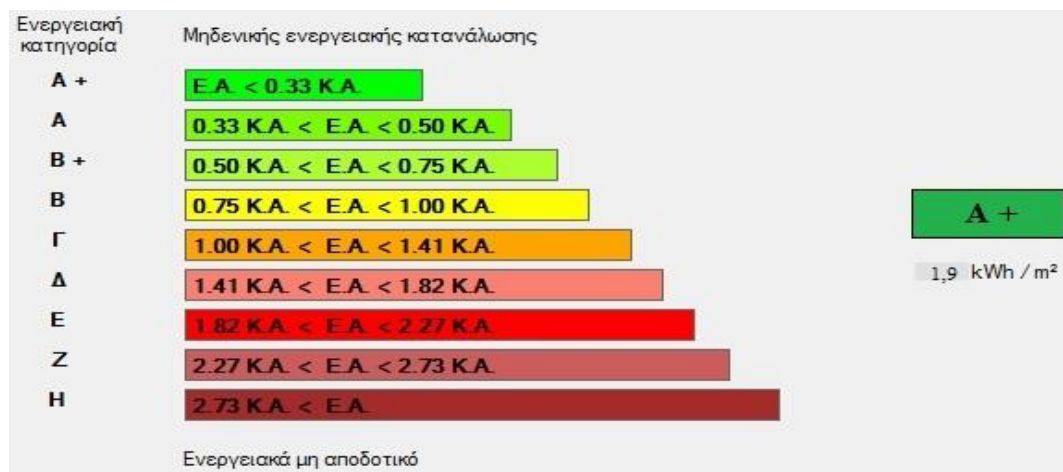
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	13.1	17.4
Ψύξη	64.7	54.4
Φωτισμός	123.5	37.1
ΑΠΕ	0.0	107.0
Σύνολο	201.2	1.9

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.12: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Πετρέλαιο θέρμανσης	0.0	0.0
Ηλεκτρισμός	0.0	0.0
Σύνολο	37.5	0.0

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: A+



Εικόνα 5.2: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου μετά την εφαρμογή του σχεδίου εξοικονόμησης 2

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο:

Πίνακας 5.13: Κόστος επένδυσης σχεδίου εξοικονόμησης 2

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Μόνωση 7εκ.	10990.00
Προσθήκη λαμπτήρων LED	800.00
Φωτοβολταϊκά	13.200
Κεντρική Α.Θ. & τερματικά	13.400
Αυτοματισμοί Φωτισμού	2.000
Σύνολο επένδυσης	40390.00

Πίνακας 5.14. Εξοικονόμηση σε ευρώ σχεδίου εξοικονόμησης 2

Είδος καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m ²	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
Ηλεκτρισμός	121.2	0.0	121.2	29.703,70	0.151	4.485,26
Πετρέλαιο	67.4	0.0	67.4	16.518,39	0.074	1.222,36

5.1.3 Σενάριο εξοικονόμησης 3

Εγκαταστάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας:

- Προσθήκη μόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου (κατακόρυφα στοιχεία και οριζόντια) η οποία θα είναι από εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 7 εκ. ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις θερμομονωτικής επάρκειας με βάση τον ΚΕΝΑΚ.

- Αντικατάσταση των υαρχόντων λαμπτήρων φθορισμού & προσθήκη λαμπτήρων T8 τύπου LED υψηλής απόδοσης λόγω της συμμετοχής του συγκεκριμένου φορτίου στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου.
- Αντικατάσταση του υπάρχοντος λέβητα πετρελαίου με λέβητα συμπυκνώσεως πετρελαίου ονομαστικής ισχύος 30 Kw με βαθμό απόδοσης 0.99 για μείωση του φορτίου της θέρμανσης. Το δίκτυο διανομής έχει μόνωση ίση με ακτίνα σωλήνων .Οι τερματικές μονάδες στους χώρους του κτιρίου παραμένουν τύπου καλοριφέρ .
- Για το σύστημα ψύξης έχουμε αντικατάσταση των τοπικών αντλιών θερμότητας με σύγχρονες συνολικής απόδοσης 30 Kw με ονομαστικό δείκτη αποδοτικότητας (EER) 4.50, το οποίο καλύπτει τις ανάγκες ψύξης του κτιρίου.
- Προσθήκη επιλεκτικού ηλιακού συλλέκτη 8,2 τ.μ. για την ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη Β και ιδιαίτερα στην περιοχή της Αττικής.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Ωστε να επιτευχθεί η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 5.15: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης - ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	5.0	3.5	1.7	0.1	0	0	0	0	0	0	0.6	3.0	14.0
Ψύξη	0	0	0	0	1.6	8.6	17.8	17.3	3.0	0	0	0	48.2

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 5.16: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	9.0	6.2	3.0	0.1	0	0	0	0	0	0	1.0	5.3	24.6
Ψύξη	0	0	0	0	0.6	3.1	6.4	6.2	1.1	0	0	0	17.4

Φωτισμός	1.3	1.1	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	14.9
Ηλιακή εν. για Θέρμανση	0.7	0.7	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.1	1.0	0.8	0.7	11.7
Φωτοβολταϊκά	2.0	2.2	2.9	3.5	4.1	4.4	4.6	4.5	3.7	3.0	2.2	1.9	38.9
Σύνολο	10.3	7.4	4.3	1.3	1.8	4.3	7.7	7.5	2.3	1.3	2.2	6.6	56.9

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.17: Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m²]	
Ηλεκτρισμός	-0.2
Πετρέλαιο	23.4
Ηλιακή	11.7
Σύνολο	56.9

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.18: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

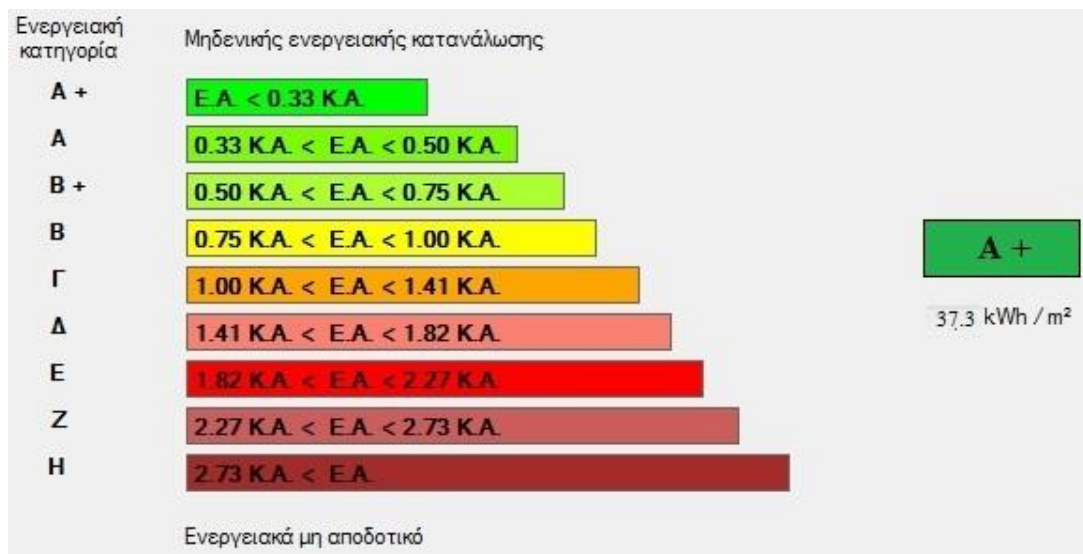
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	13.1	28.1
Ψύξη	64.7	50.4
Φωτισμός	123.5	43.2
ΑΠΕ	0.0	84.4
Σύνολο	201.2	37.3

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.19: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m²]
Πετρέλαιο	23.4	4.6
Ηλεκτρισμός	-0.1	-0.1
Σύνολο	82.0	58.7

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: A+



Εικόνα 5.3: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου μετά την εφαρμογή του σχεδίου εξοικονόμησης 3

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το τρίτο σενάριο:

Πίνακας 5.20: Κόστος επένδυσης σχεδίου εξοικονόμησης 3

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Μόνωση 7εκ.	10990.00
Προσθήκη λαμπτήρων LED	800.00
Φωτοβολταϊκά	8.800
Λέβητας Συμπύκνωσης	1.000
Αντλίες Θερμότητας	4.000
Ηλιακός Συλ.	2.460
Σύνολο επένδυσης	28050.00

Πίνακας 5.21: Εξοικονόμηση σε ευρώ σχεδίου εξοικονόμησης 3

Είδος καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m ²	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
Ηλεκτρισμός	121,2	0,00	121,2	29.703,70	0.151	4.485,26
Πετρέλαιο	67,4	23,4	44,0	10.783,52	0.074	797,98

5.1.4 Συμπεράσματα - Σύγκριση σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας

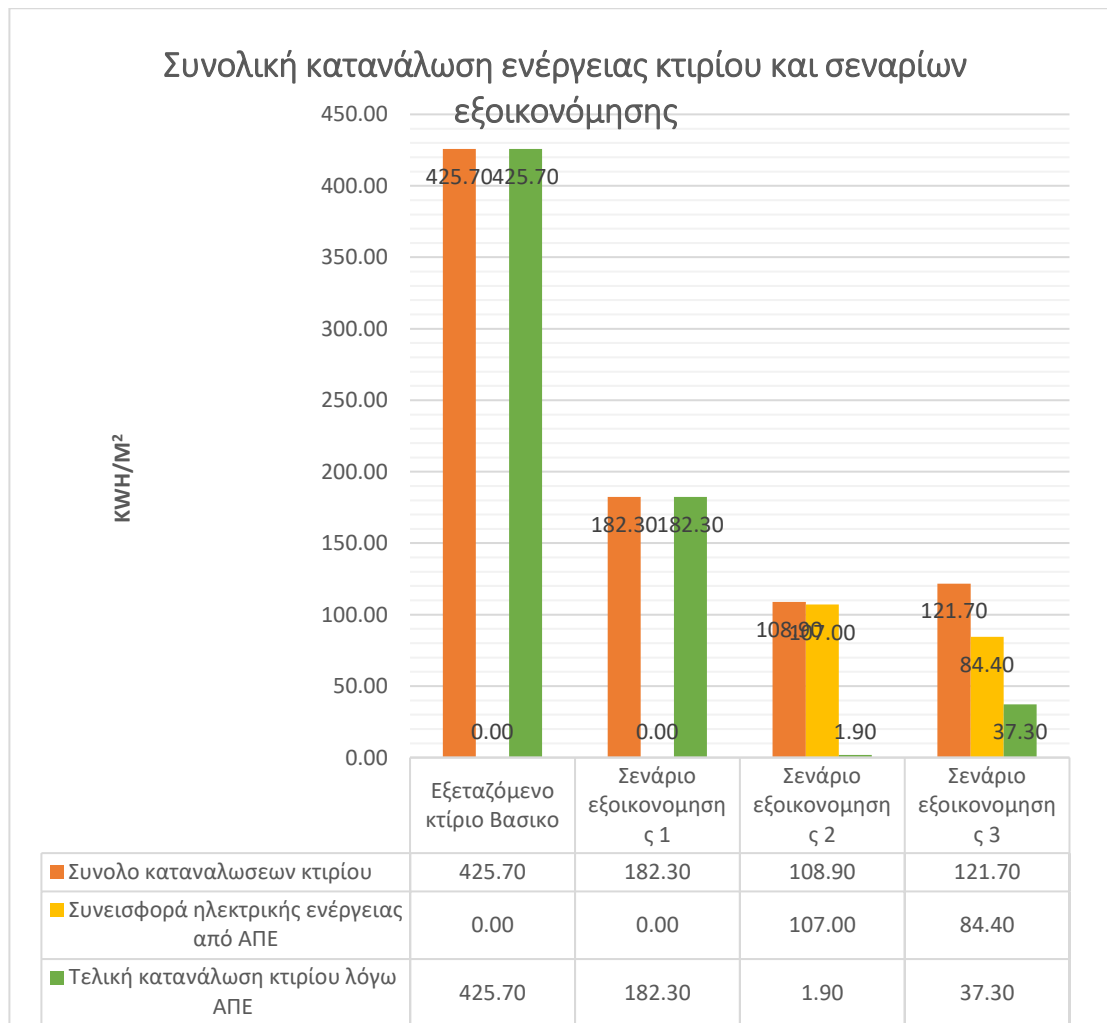
Παρακάτω παρατίθενται συγκεντρωτικά τα σενάρια επεμβάσεων στο βασικό κτίριο καθώς και διαγράμματα με τις καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά είδος φορτίου για το βασικό κτίριο και το κάθε σενάριο. Επίσης παρατίθεται η τελική κατανάλωση ενέργεια ανά σενάριο ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα ως προς τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος, παρουσιάζεται διάγραμμα σχετικά με τα κόστη επενδύσεων κάθε σεναρίου εξοικονόμησης καθώς και η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων από αυτές τις επενδύσεις.

Πίνακας 5.22: Επεμβάσεις συνοπτικά ανά σενάριο εξοικονόμησης

Σενάριο εξοικονόμησης 1	Σενάριο εξοικονόμησης 2	Σενάριο εξοικονόμησης 3
Μόνωση κελύφους	Μόνωση κελύφους	Μόνωση κελύφους
Λάμπες LED	Λάμπες LED	Λάμπες LED
	Φωτοβολταϊκά	Λέβητας συμπύκνωσης
	Αερόψυκτη Α.Θ.	Φωτοβολταϊκά
	Αυτοματισμοί	Νέα κλιματιστικά
		Ηλιακός συλ. για θέρμανση



Διάγραμμα 5.1: Κατανάλωση Ενέργειας ανά είδος φορτίου



Διάγραμμα 5.2: Κατανάλωση ενέργειας βασικού κτιρίου και σεναρίων εξοικονόμησης

Στο σενάριο εξοικονόμησης 1 τοποθετήθηκε μόνωση στο κέλυφος του κτιρίου (κατακόρυφα και οριζόντια δομικά στοιχεία) με αποτέλεσμα τη μείωση του φορτίου ψύξης και θέρμανσης σε σχέση με το βασικό κτίριο που μελετήθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο περίπου κατά 50%. Για την μείωση της κατανάλωσης των συστημάτων φωτισμού, που αποτελούν το σημαντικότερο φορτίο στο βασικό κτίριο, επιλέχθηκε η τοποθέτηση λαμπτήρων LED υψηλής απόδοσης της τάξεως των 95 lum/watt. Σε σχέση με το βασικό κτίριο επέφεραν μείωση στο φορτίο του φωτισμού περίπου κατά 75%. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί πως η εξοικονόμηση στη θέρμανση αν και είναι το μικρότερο φορτίο στο ενεργειακό μείγμα των καταναλώσεων, είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς για την παραγωγή της χρησιμοποιείται σαν καύσιμο το πετρέλαιο, το οποίο δεν μπορεί να αναπληρωθεί από κάποια ανανεώσιμη πηγή.

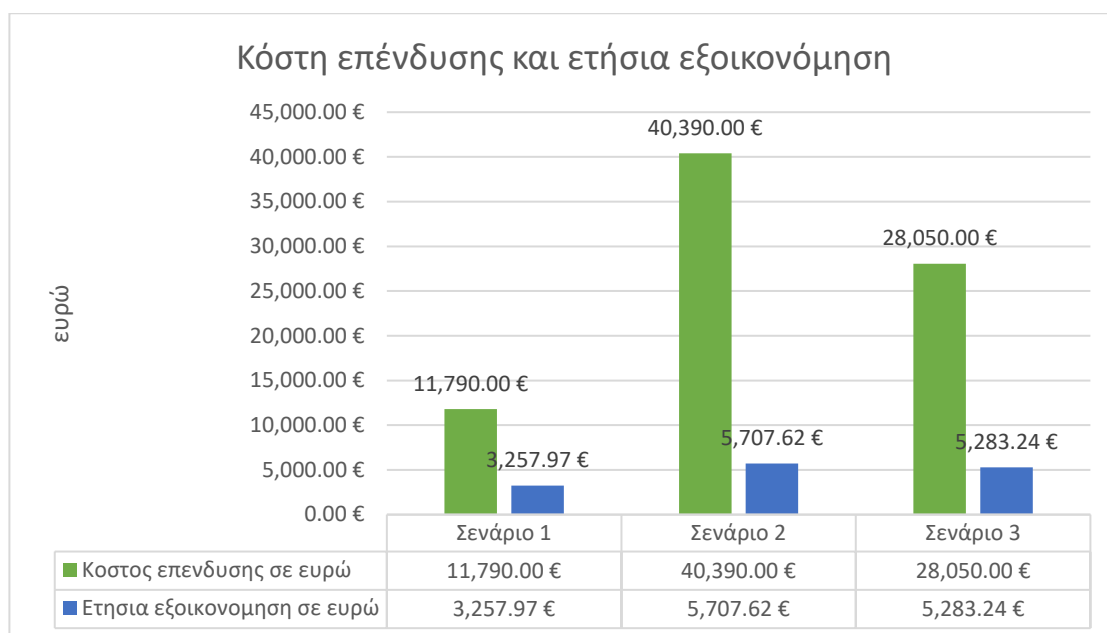
Στο σενάριο εξοικονόμησης 2 τοποθετήθηκε μόνωση στο κέλυφος του κτιρίου (κατακόρυφα και οριζόντια δομικά στοιχεία) η οποία περιόρισε σημαντικά τις θερμικές απώλειες στη θέρμανση και την ψύξη. Επίσης, εγκαταστάθηκαν αντλίες θερμότητας για ψύξη και θέρμανση με υψηλούς συντελεστές αποδοτικότητας όπου στην μεν θέρμανση αντικατέστησαν το λέβητα πετρελαίου ενώ στην ψύξη τις μέτριες σε απόδοση τοπικές αντλίες θερμότητας που είχε αρχικά το κτίριο. Συνολικά στη θέρμανση είχαμε μείωση της τάξης του 70% σε σύγκριση με το βασικό κτίριο ενώ στην ψύξη που αποτελεί πιο σημαντικό ποσοτικά φορτίο είχαμε μείωση της τάξης του 60%.

Η τοποθέτηση λαμπτήρων LED υψηλής απόδοσης περιόρισε πολύ το φορτίο του φωτισμού όπως παρατηρήσαμε είδη στο προηγούμενο σενάριο εξοικονόμησης.

Για ακόμα μεγαλύτερη ενεργειακή εξοικονόμηση επιλέχθηκε η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συλλεκτών για την κάλυψη πρωτίστως του υψηλού φορτίου ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτεί ο φωτισμός του κτιρίου και δευτερευόντως το σύστημα ψύξης και θέρμανσης του. Οι μειωμένες πλέον ανάγκες του κτιρίου στο συγκεκριμένο σενάριο μπορούν έτσι να καλυφθούν κατά μεγάλο μέρος από μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας μέσω αυτοπαραγωγής. Με βάση το διάγραμμα 5.4.2, η τελική συνολική ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου ύστερα και από τη συνεισφορά της αυτοπαραγωγής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά, σχεδόν μηδενίστηκε για το κτίριο κατατάσσοντας το στην κατηγορία A+. Δηλαδή, μέσω των παραπάνω επεμβάσεων το βασικό ενεργοβόρο κτίριο μετατράπηκε σε κτίριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 3 τοποθετήθηκε μόνωση στο κέλυφος του κτιρίου (κατακόρυφα και οριζόντια δομικά στοιχεία) η οποία περιόρισε σημαντικά τις θερμικές απώλειες στη θέρμανση και την ψύξη. Επίσης τοποθετήθηκε λέβητας συμπύκνωσης με υψηλό βαθμό απόδοσης (0,995) με σκοπό τη μείωση της ποσότητας του καυσίμου για την κάλυψη του θερμικού φορτίου σε σύγκριση με συμβατικό υπερδιαστασιοποιημένο λέβητα της αρχικής εγκατάστασης με μέτριο βαθμό απόδοσης. Για την ψύξη του κτιρίου αντικαταστάθηκαν οι παλαιές αντλίες θερμότητας με νέες υψηλού δείκτη αποδοτικότητας. Με τις παραπάνω παρεμβάσεις μειώθηκαν αισθητά τα φορτία θέρμανσης και ψύξης. Με την εγκατάσταση λαμπτήρων υψηλής απόδοσης, καθώς και αυτοματισμών για την έναυση και σβέση του φωτισμού επιτεύχθηκε πολύ σημαντική μείωση του συγκεκριμένου φορτίου.

Για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια του συγκεκριμένου σεναρίου, απαιτείται εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συλλεκτών μικρότερης έκτασης συγκριτικά με το προηγούμενο σενάριο καθώς το σύστημα θέρμανσης καταναλώνει ακόμα πετρέλαιο. Για την ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης και την περεταίρω μείωση του συνολικού φορτίου εγκαθίσταται και ένας ηλιακός επιλεκτικός συλλέκτης. Με την εφαρμογή όλων των ανωτέρω μέτρων η συνολική ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου μετά και τη συνεισφορά των ΑΠΕ είναι μειωμένη κατά 90% σε σύγκριση με το βασικό σενάριο κατατάσσοντάς το στην κατηγορία A+ μετατρέποντας το και σε αυτό το σενάριο εξοικονόμησης σε κτίριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.



Διάγραμμα 5.3: Κόστη επενδύσεων σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας και ετήσια εξοικονόμηση σε χρήματα.

Με βάση το διάγραμμα, παρατηρούμε πως το σενάριο εξοικονόμησης 1 έχει το χαμηλότερο κόστος επεμβάσεων, όμως ταυτόχρονα επιτυγχάνει και τη μικρότερη ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας και χρήματος για έναν υποψήφιο επενδυτή καθώς το αρχικό ενεργοβόρο κτίριο μετατρέπεται σε κτίριο κατηγορίας Β που αποτελεί το κατώτερο όριο ενεργειακά για ένα κτίριο που κατασκευάζεται με βάση τον ΚΕΝΑΚ.

Στο σενάριο 2, η τοποθέτηση των αντλιών θερμότητας για ψύξη και θέρμανση καθώς και των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι ιδιαίτερα κοστοβόρα και ανεβάζουν κατά πολύ το συνολικό κόστος του σεναρίου αυτού. Στο σενάριο 3, επίσης παρατηρούμε αυξημένο κόστος εγκαταστάσεων που αναβαθμίζουν το κτίριο στην ανώτερη κατηγορία Α+.

Γενικά τα σενάρια εξοικονόμησης 2 και 3 παρατηρούμε ότι επιτυγχάνουν σχεδόν τη μέγιστη δυνατή ενεργειακή εξοικονόμηση ετησίως αλλά το αρχικό κόστος υλοποίησής τους ιδιαίτερα στο σενάριο 2 και λιγότερο στο σενάριο 3 είναι ιδιαίτερα αυξημένο, γεγονός που μπορεί να αποτρέψει έναν πιθανό ιδιοκτήτη ή επενδυτή να προχωρήσει στις επεμβάσεις αυτές.

5.2. Κτίριο παλιάς Μονοκατοικίας

5.2.1 Σενάριο εξοικονόμησης 1

Εγκαταστάσεις και τεχνολογίες για εξοικονόμηση ενέργειας:

- Λόγω της απουσίας θερμικής μόνωσης στο αρχικό κτίριο επιλέχθηκε η προσθήκη μόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου (κατακόρυφα στοιχεία και οριζόντια) η οποία θα είναι από εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 7 εκ ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της

θερμομονωτικής επάρκειας που έχει θέσει ο ΚΕΝΑΚ. Στο εξωτερικό κέλυφος η τοποθέτηση έγινε με τη μορφή θερμοπρόσοψης ενώ στην οροφή του κτιρίου τοποθετήθηκε στο δώμα και έγινε εκ νέου και υγρομόνωση του δώματος.

- Προσθήκη ηλιακού συλλέκτη για παραγωγή ΖΝΧ λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη Β ώστε να μειωθεί το ηλεκτρικό φορτίο για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή όπως προέκυψαν από τους υπολογισμούς.

Πίνακας 5.23: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης - ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	14.8	11.9	8.4	1.0	0	0	0	0	0	0	3.7	11.0	50.9
Ψύξη	0	0	0	0	2.0	12.8	20.6	19.7	3.9	0	0	0	58.9
ΖΝΧ	2.4	2.2	2.4	2.1	1.8	1.5	1.4	1.4	1.5	1.8	2.0	2.3	22.7

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 5.24: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	26.1	21.0	15.2	1.9	0	0	0	0	0	0	7.1	19.6	90.9
Ψύξη	0	0	0	0	0.4	2.9	4.7	4.5	0.9	0	0	0	13.4
ΖΝΧ	1.2	0.9	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.1	4.5
Ηλιακή ενέργεια για ΖΝΧ	1.3	1.4	1.7	1.9	2.2	2.3	2.4	2.4	2.2	1.9	1.5	1.3	22.5
Σύνολο	27.3	21.9	15.8	2.1	0.4	2.9	4.7	4.5	0.9	0.0	7.7	20.7	108.8

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.25: Κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	27.3
Πετρέλαιο θέρμανσης	81.5
Σύνολο	108.80

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.26: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

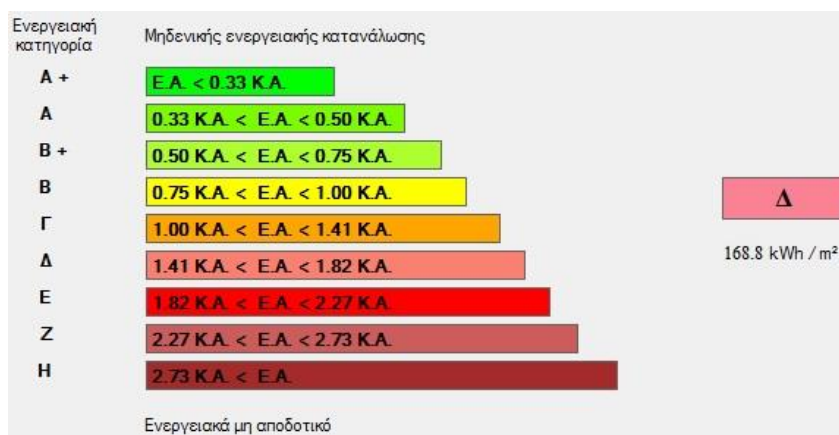
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	55.3	116.8
Ψύξη	30.7	38.8
ΖΝΧ	26.5	13.1
Σύνολο	112.5	168.7

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.27: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Πετρέλαιο θέρμανσης	27.3	27.0
Ηλεκτρισμός	81.5	21.5
Σύνολο	108.8	48.5

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: Δ



Εικόνα 5.4: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου μετά την εφαρμογή του σχεδίου εξοικονόμησης 1

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται συνοπτικά το κόστος της επένδυσης για το σενάριο:

Πίνακας 5.28: Κόστος επένδυσης σχεδίου εξοικονόμησης 1

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Μόνωση 7εκ.	8.090,00
Προσθήκη Ηλιακού συλλέκτη	1.000,00
Σύνολο επένδυσης	9.090,00

Πίνακας 5.29: Εξοικονόμηση σε ευρώ σχεδίου εξοικονόμησης 1

Είδος καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m ²	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
Ηλεκτρισμός	63.0	27.3	35.7	4.089,79	0,151	617,56
Πετρέλαιο	221.1	81.5	139.6	15.992,58	0,074	1.183,45

5.2.2 Σενάριο εξοικονόμησης 2

Εγκαταστάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας:

- Λόγω της απουσίας μόνωσης στο αρχικό κτίριο επιλέχθηκε η προσθήκη μόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου (κατακόρυφα στοιχεία και οριζόντια) η οποία θα είναι από εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 7 εκ για τη βελτίωση της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου με τη μορφή της θερμοπρόσοψης στα κατακόρυφα μέλη και στο επάνω μέρος του δώματος για τα οριζόντια.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος ισχύος 3,0Kw για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του κτιρίου. Για την κάλυψη του μεγαλύτερου μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Προσθήκη επιλεκτικού ηλιακού συλλέκτη 8,0 τ.μ. για την ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης και την παραγωγή ZNX του κτιρίου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη Β και ιδιαίτερα στην περιοχή της Αττικής.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας Β με βάση τον ΚΕΝΑΚ). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας (φώτα αναμμένα στη διάρκεια της ημέρας, θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.).
- Για το σύστημα ψύξης έχουμε αντικατάσταση των τοπικών αερόψυκτων αντλιών θερμότητας με σύγχρονες συνολικής απόδοσης 14 Kw και με ονομαστικό δείκτη αποδοτικότητας (EER) 6.00, το οποίο καλύπτει τις ανάγκες ψύξης του κτιρίου.

Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 5.30: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης - ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	14.8	11.9	8.4	1.0	0	0	0	0	0	0	3.7	11.0	50.9
Ψύξη	0	0	0	0	2.0	12.8	20.6	19.7	3.9	0	0	0	58.9
ZNX	2.4	2.2	2.4	2.1	1.8	1.5	1.4	1.4	1.5	1.8	2.0	2.3	22.7

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 5.31: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	15.2	12.1	8.3	0.5	0	0	0	0	0	0	3.5	11.3	50.9
Ψύξη	0	0	0	0	0.2	1.0	1.6	1.6	0.3	0	0	0	4.7
Ηλιακή εν. για θέρμανση	1.4	1.5	1.9	2.1	2.4	2.5	2.6	2.7	2.3	2.0	1.6	1.4	24.4
ZNX	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ηλιακή εν. για ZNX	2.7	2.8	3.5	3.9	4.4	4.6	4.9	4.9	4.3	3.7	2.9	2.5	45.0
Φωτοβολταϊκά	2.3	2.6	3.4	4.1	4.9	5.2	5.4	5.2	4.3	3.5	2.6	2.2	45.8
Σύνολο	15.2	12.1	8.3	0.5	0.2	1.0	1.6	1.6	0.3	0.0	3.5	11.3	55.6

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.32: Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	0.00
Πετρέλαιο θέρμανσης	47.40
Σύνολο	47.40

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.33: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	55.3	62.3
Ψύξη	30.7	13.5
ΖΝΧ	26.5	0.0
ΑΠΕ	0.0	25.3
Σύνολο	112.5	50.4

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.34: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Πετρέλαιο θέρμανσης	47.4	12.5
Ηλεκτρισμός	0.0	0.0
Σύνολο	47.4	12,5

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: A



Εικόνα 5.6: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου μετά την εφαρμογή του σχεδίου εξοικονόμησης 2

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το δεύτερο σενάριο:

Πίνακας 5.35: Κόστος επένδυσης σχεδίου εξοικονόμησης 2

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Μόνωση 7εκ.	8.090,00
Ηλιακός συλλέκτης	3.200,00
Φωτοβολταϊκα	4.800,00

Κλιματιστικά	2.300,00
Διατάξεις αυτ/του ελέγχου	2.000,00
Λεβ. συμπύκνωσης	1.000,00
Σύνολο επένδυσης	21.390.00

Πίνακας 5.36: Ετήσια Εξοικονόμηση σε ευρώ σχεδίου εξοικονόμησης 2

Είδος καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m ²	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
Ηλεκτρισμός	63.0	0.0	63.0	7.217,28	0.151	1.089,81
Πετρέλαιο	221.1	47.4	173.7	19.899,07	0.074	1.472,53

5.2.3 Σενάριο εξοικονόμησης 3

Εγκαταστάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας:

- Προσθήκη μόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου (κατακόρυφα στοιχεία και οριζόντια) η οποία θα είναι από εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 7 εκ. ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις θερμομονωτικής επάρκειας με βάση τον ΚΕΝΑΚ.
- Τοποθέτηση και εγκατάσταση αερόψυκτης αντλίας θερμότητας για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου με υψηλούς δείκτες COP και EER αντίστοιχα. Σκοπός η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης για να επιτευχθεί το απαιτούμενο ενεργειακό αποτέλεσμα.
- Προσθήκη επιλεκτικού ηλιακού συλλέκτη 4,0 τ.μ. για την παραγωγή ΖΝΧ του κτιρίου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη Β και ιδιαίτερα στην περιοχή της Αττικής.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος ισχύος 6,0 Kw για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου ώστε να επιτευχθεί η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου:

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 5.37: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης - ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	14.8	11.9	8.4	1.0	0	0	0	0	0	0	3.7	11.0	50.9

Ψύξη	0	0	0	0	2.0	12.8	20.6	19.7	3.9	0	0	0	58.9
ZNX	2.4	2.2	2.4	2.1	1.8	1.5	1.4	1.4	1.5	1.8	2.0	2.3	22.7

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 5.38: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	3.6	2.9	2.0	0.2	0	0	0	0	0	0	0.9	2.6	12.2
Ψύξη	0	0	0	0	0.3	2.0	3.2	3.1	0.6	0	0	0	9.3
ZNX	1.2	0.9	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.1	4.5
Ηλιακή εν. για ZNX	1.3	1.4	1.7	1.9	2.2	2.3	2.4	2.4	2.2	1.9	1.5	1.3	22.5
Φωτοβολταϊκά	4.7	5.2	6.9	8.2	9.7	10.3	10.9	10.5	8.7	7.0	5.2	4.4	91.6
Σύνολο	4.7	3.7	2.7	0.4	0.3	2.0	3.2	3.1	0.6	0.0	1.5	3.7	26.1

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.39: Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	0.0
Πετρέλαιο	0.0
Ηλιακή	22.5
Σύνολο	22.5

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.40: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

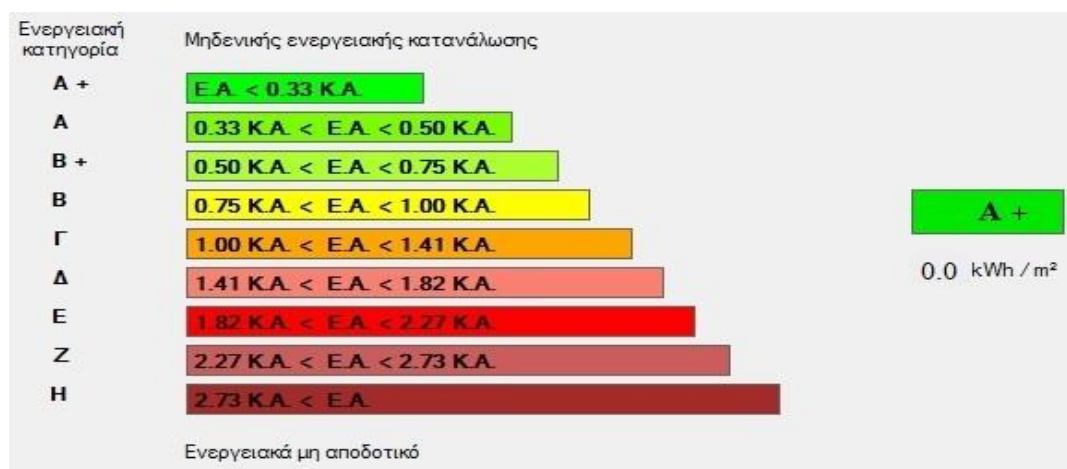
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	55.3	35.5
Ψύξη	30.7	26.9
ZNX	26.5	13.1
ΑΠΕ		78.8
Σύνολο	112.5	0.0

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.41: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Πετρέλαιο	0.0	0.0
Ηλεκτρισμός	0.0	0.0
Ηλιακή	22.5	0.0
Σύνολο	22.5	0.0

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: A+



Εικόνα 5.7: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου μετά την εφαρμογή του σχεδίου εξοικονόμησης 3

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο:

Πίνακας 5.42: Κόστος επένδυσης σχεδίου εξοικονόμησης 3

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Μόνωση 7εκ.	8.090,00
Ηλιακός συλλέκτης	1.000,00
Φωτοβολταϊκα	7.000,00
Κεντρικός κλιματισμός	4.600,00
Διατάξεις αυτ/του ελέγχου	2.000,00
Σύνολο επένδυσης	22.690,00

Πίνακας 5.43: Εξοικονόμηση σε ευρώ σχεδίου εξοικονόμησης 3

Είδος καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m ²	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
Ηλεκτρισμός	63.0	0.0	63.0	7.217,28	0.151	1.089,81

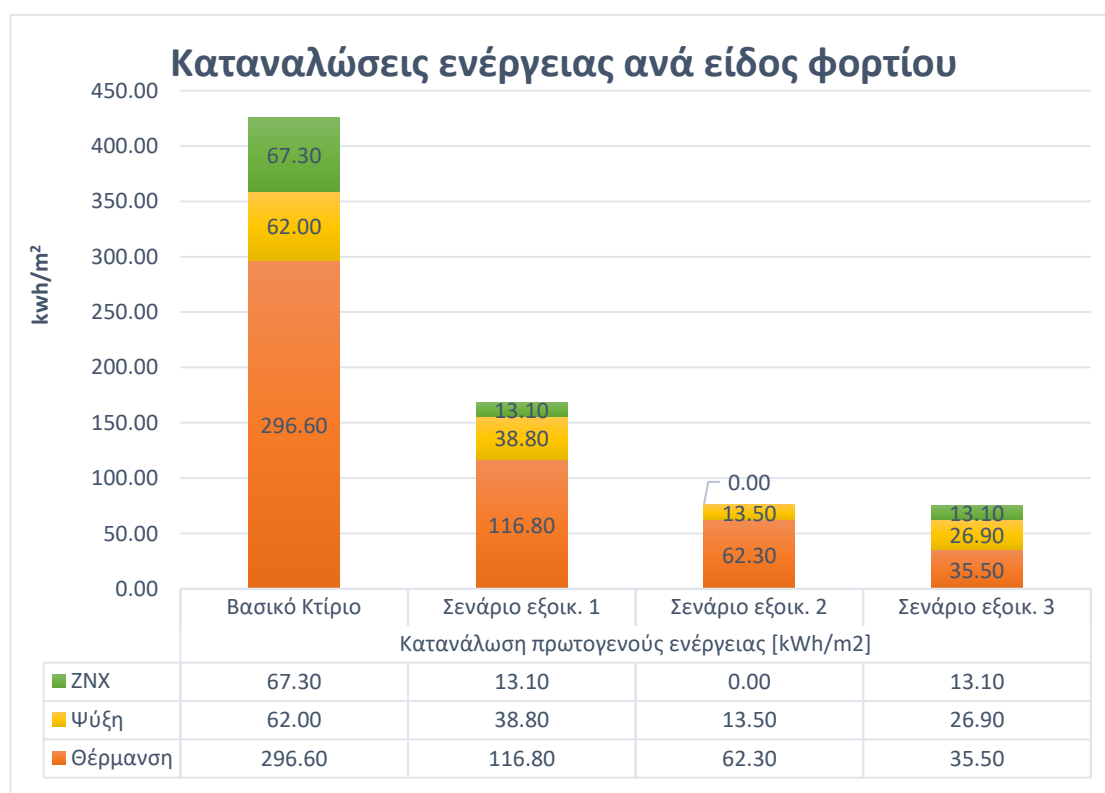
Πετρέλαιο	221.1	0.0	221.1	25.329,22	0.074	1.874,36
-----------	-------	-----	-------	-----------	-------	----------

5.2.4 Συμπεράσματα – Σύγκριση σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας

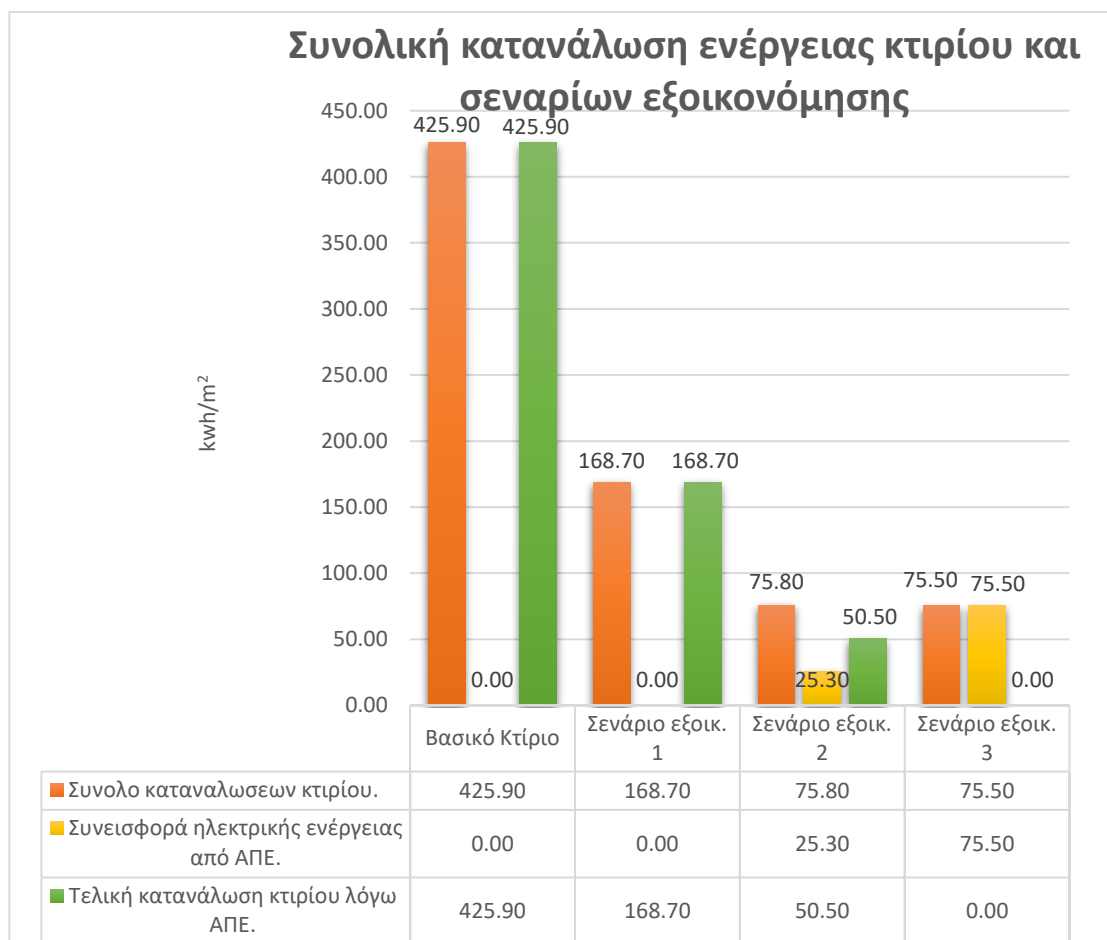
Παρακάτω παρατίθενται συγκεντρωτικά τα σενάρια επεμβάσεων στο βασικό κτίριο καθώς και διαγράμματα με τις καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά είδος φορτίου για το βασικό κτίριο και το κάθε σενάριο. Επίσης, παρατίθεται η τελική κατανάλωση ενέργεια ανά σενάριο ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα ως προς τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος, παρουσιάζεται διάγραμμα σχετικά με τα κόστη επενδύσεων κάθε σεναρίου εξοικονόμησης καθώς και η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων από αυτές τις επενδύσεις.

Πίνακας 5.44: Επεμβάσεις συνοπτικά ανά σενάριο εξοικονόμησης

Σενάριο εξοικονόμησης 1	Σενάριο εξοικονόμησης 2	Σενάριο εξοικονόμησης 3
Μόνωση κελύφους κατά ΚΕΝΑΚ	Μόνωση κελύφους κατά ΚΕΝΑΚ	Μόνωση κελύφους κατά ΚΕΝΑΚ
Ηλιακός Συλλέκτης για ΖΝΧ	Ηλιακός Συλλέκτης για ΖΝΧ και για Θέρμανση	Ηλιακός Συλλέκτης για ΖΝΧ
	Νέες Τοπικές Α.Θ. για Ψύξη	Κεντρική Α.Θ για Ψύξη και Θέρμανση.
	Φωτοβολταϊκά	Φωτοβολταϊκά
	Διατάξεις αυτ/του ελέγχου	Διατάξεις αυτ/του ελέγχου
	Λέβητας Συμπύκνωσης	



Διάγραμμα 5.4: Καταναλώσεις ενέργειας ανά είδος φορτίου



Διάγραμμα 5.5: Κατανάλωση ενέργειας αρχικού κτιρίου και σεναρίων εξοικονόμησης.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 1 τοποθετήθηκε μόνωση στο κέλυφος του κτιρίου (κατακόρυφα και οριζόντια δομικά στοιχεία) με αποτέλεσμα τη δραστική μείωση του φορτίου θέρμανσης σε σχέση με το βασικό κτίριο που μελετήθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο σε ποσοστό της τάξης του 60%. Επίσης, το φορτίο ψύξης μειώθηκε τελικά σε ποσοστό άνω του 35%. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί πως η σημαντική εξοικονόμηση στη θέρμανση που αποτελεί το σημαντικότερο φορτίο στο ενεργειακό μείγμα των καταναλώσεων στις κατοικίες, σημειώθηκε μόνο με την προσθήκη μόνωσης στο κτίριο και χωρίς να υπάρξει επέμβαση στο σύστημα παραγωγής της θέρμανσης, γεγονός που επιβεβαιώνει πως το βασικότερο μέτρο για την ενεργειακή βελτίωση των παλαιότερων κτιρίων κατοικίας, είναι η σωστή θερμομόνωσή τους.

Για την παραγωγή ZNX από ανανεώσιμη πηγή και την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιρίου με σχετικά χαμηλό κόστος επιλέχθηκε η εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη επιφάνειας 4,0 m². Το ηλεκτρικό φορτίο για την παραγωγή ζεστού νερού μειώθηκε κατά 80% μειώνοντας σημαντικά την συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο κτίριο.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 2 τοποθετήθηκε μόνωση στο κέλυφος του κτιρίου (κατακόρυφα και οριζόντια δομικά στοιχεία) η οποία περιόρισε σημαντικά τις θερμικές απώλειες στη θέρμανση και την ψύξη όπως και στο σενάριο εξοικονόμησης 1. Επίσης, εγκαταστάθηκαν τοπικές αντλίες

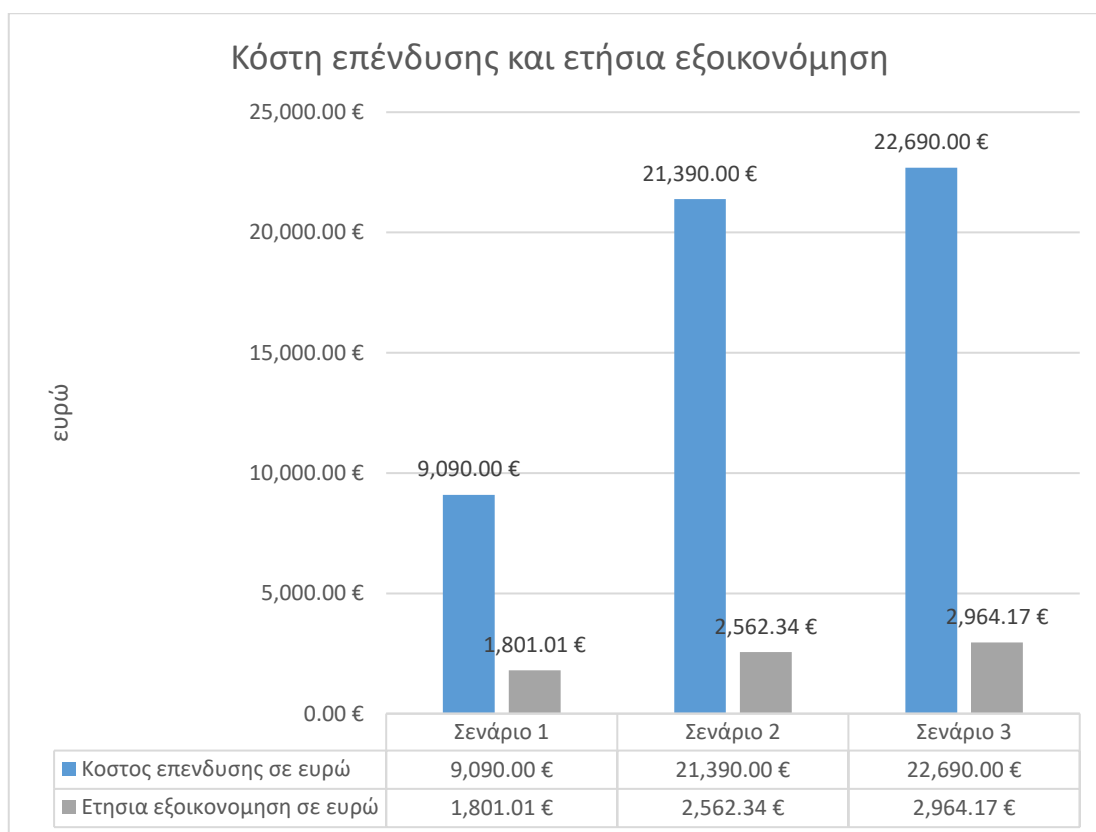
θερμότητας για με υψηλούς συντελεστές αποδοτικότητας και αυτοματισμού στην έναυση και σβέση για την μείωση του φορτίου ψύξης του κτιρίου και σε συνδυασμό με την προσθήκη θερμομόνωσης οδήγησαν σε εξοικονόμηση σε ποσοστό άνω του 75% στο συγκεκριμένο φορτίο.

Στη θέρμανση έγινε αντικατάσταση του συμβατικού λέβητα πετρελαίου με νέο λέβητα συμπύκνωσης υψηλού βαθμού απόδοσης. Επίσης, εγκαταστάθηκε ηλιακός συλλέκτης επιφάνειας 8,0 m² για την ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης και παραγωγή ZNX για ακόμα μεγαλύτερη μείωση των απαιτήσεων σε πετρέλαιο θέρμανσης και εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Ακόμα, η εγκατάσταση θερμοστατών ρύθμισης της θερμοκρασίας ανά χώρο και αυτοματισμών για την έναυση και σβέση του συστήματος συνέβαλλε στην περεταίρω μείωση του συγκεκριμένου φορτίου. Συνολικά, στη θέρμανση, που όπως προαναφέραμε αποτελεί και το σημαντικότερο φορτίο στις κατοικίες, είχαμε εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 80% σε σύγκριση με το βασικό κτίριο.

Μέσω του ηλιακού συλλέκτη που εγκαταστάθηκε εκτός από την ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης, παρατηρούμε ότι το ηλεκτρικό φορτίο για παραγωγή ZNX σχεδόν εκμηδενίστηκε.

Για ακόμα μεγαλύτερη ενεργειακή εξοικονόμηση, επιλέχθηκε η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συλλεκτών για την κάλυψη φορτίου ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτεί το κτίριο. Οι μειωμένες πλέον ανάγκες του κτιρίου στο συγκεκριμένο σενάριο λόγω των βελτιωμένων συστημάτων μπορούν έτσι να καλυφθούν κατά μεγάλο μέρος από μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας μέσω αυτοπαραγωγής. Η τελική συνολική ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου ύστερα και από τη συνεισφορά της αυτοπαραγωγής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά μειώθηκε κατά 90% συνολικά για το κτίριο, κατατάσσοντας το στην κατηγορία A+, δηλαδή μέσω των παραπάνω επεμβάσεων, το βασικό ενεργοβόρο κτίριο μετατράπηκε σε κτίριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 3 τοποθετήθηκε μόνωση στο κέλυφος του κτιρίου (κατακόρυφα και οριζόντια δομικά στοιχεία) η οποία περιόρισε σημαντικά τις θερμικές απώλειες στη θέρμανση και την ψύξη όπως αντίστοιχα και στα σενάρια 1 και 2. Εγκαταστάθηκε νέα κεντρική αντλία θερμότητας και την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου με υψηλούς συντελεστές αποδοτικότητας καθώς και αυτοματισμοί για τον έλεγχο των τερματικών μονάδων απόδοσης ανά χώρο για την περεταίρω μείωση των συγκεκριμένων φορτίων. Το φορτίο της θέρμανσης μειώθηκε κατά 90% και το φορτίο της ψύξης κατά 60%. Σημαντικό επίσης είναι πως για κανένα φορτίο στο κτίριο δεν καταναλώνεται πλέον πετρέλαιο θέρμανσης που αποτελεί μη ανανεώσιμο καύσιμο. Η εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη για παραγωγή ZNX μείωσε το φορτίο αυτό κατά 80%.



Διάγραμμα 5.6: Κόστη Επενδύσεων και ετήσια εξοικονόμηση

Με βάση το παραπάνω διάγραμμα, παρατηρούμε πως το σενάριο εξοικονόμησης 1 έχει το χαμηλότερο κόστος επεμβάσεων, όμως ταυτόχρονα επιτυγχάνει και τη μικρότερη ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας και χρήματος για έναν υποψήφιο επενδυτή καθώς το αρχικό ενεργοβόρο κτίριο μετατρέπεται σε κτίριο κατηγορίας B που αποτελεί το κατώτερο όριο ενεργειακά για ένα κτίριο που κατασκευάζεται με βάση τον ΚΕΝΑΚ.

Στα σενάρια 2 και 3, η τοποθέτηση των νέων συστημάτων για ψύξη και θέρμανση καθώς και των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι ιδιαίτερα κοστοβόρα και ανεβάζουν κατά πολύ το συνολικό κόστος των σεναρίων αυτών. Ταυτόχρονα όμως, αναβαθμίζουν το κτίριο στην ανώτερη κατηγορία A+ εκμηδενίζοντας τα συνολικά φορτία και μειώνοντας στο ελάχιστο το ενεργειακό αποτύπωμα του κτιρίου.

Γενικά, τα σενάρια εξοικονόμησης 2 και 3 παρατηρούμε ότι επιτυγχάνουν σχεδόν τη μέγιστη δυνατή ενεργειακή εξοικονόμηση ετησίως αλλά το αρχικό κόστος υλοποίησής τους είναι ιδιαίτερα αυξημένο, γεγονός που μπορεί να αποτρέψει έναν πιθανό ιδιοκτήτη ή επενδυτή να προχωρήσει στις παραπάνω επεμβάσεις.

5.3. Κτίριο μονοκατοικίας (Μεζονέτα κατά ΚΕΝΑΚ)

5.3.1 Σενάριο εξοικονόμησης 1

Εγκαταστάσεις και τεχνολογίες για εξοικονόμηση ενέργειας:

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση λέβητα συμπύκνωσης πετρελαίου με υψηλό βαθμό απόδοσης (0,99) με σκοπό τη μείωση της ποσότητας του καυσίμου για την κάλυψη του θερμικού φορτίου σε σύγκριση με συμβατικό λέβητα απόδοσης 0,950.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος ισχύος 3,00 Κwhγια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δώμα του τελευταίου ορόφου. Για την κάλυψη του μεγαλύτερου μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού ανά ιδιοκτησία και ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας Β). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας (φώτα αναμμένα στη διάρκεια της ημέρας, θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.)
- Προσθήκη μεγαλύτερου επιλεκτικού ηλιακού συλλέκτη 8,0 τ.μ. για την ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης της πολύωρης ετήσιας ηλιοφάνειας στην κλιματική ζώνη Β και ιδιαίτερα στην περιοχή της Αττικής.

Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 5.45: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης - ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	6.9	5.3	3.2	0.2	0	0	0	0	0	0	1.0	4.8	21.5
Ψύξη	0	0	0	0	1.8	10.1	14.7	14.3	3.5	0	0	0	44.3
ZNX	1.7	1.5	1.6	1.4	1.3	1.0	0.9	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	15.5

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 5.46: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	6.9	5.3	2.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	4.9	20.9
Ψύξη	0	0	0	0	0.3	1.5	2.1	2.1	0.5	0	0	0	6.5
ZNX	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ηλιακή ενέργεια για Θέρμανση	1.0	1.0	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8	1.6	1.4	1.1	0.9	16.6
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.8	1.9	2.4	2.6	3.0	3.1	3.3	3.3	2.9	2.5	2.0	1.7	30.7
Φωτοβολταϊκά	1.6	1.8	2.3	2.8	3.3	3.5	3.7	3.6	3.0	2.4	1.8	1.5	31.2
Σύνολο	6.9	5.3	2.9	0.1	0.3	1.5	2.1	2.1	0.5	0.0	0.8	4.9	27.4

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.47: Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	0.0
Πετρέλαιο	18.6
Ηλιακή	47.3
Σύνολο	27.4

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.48: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

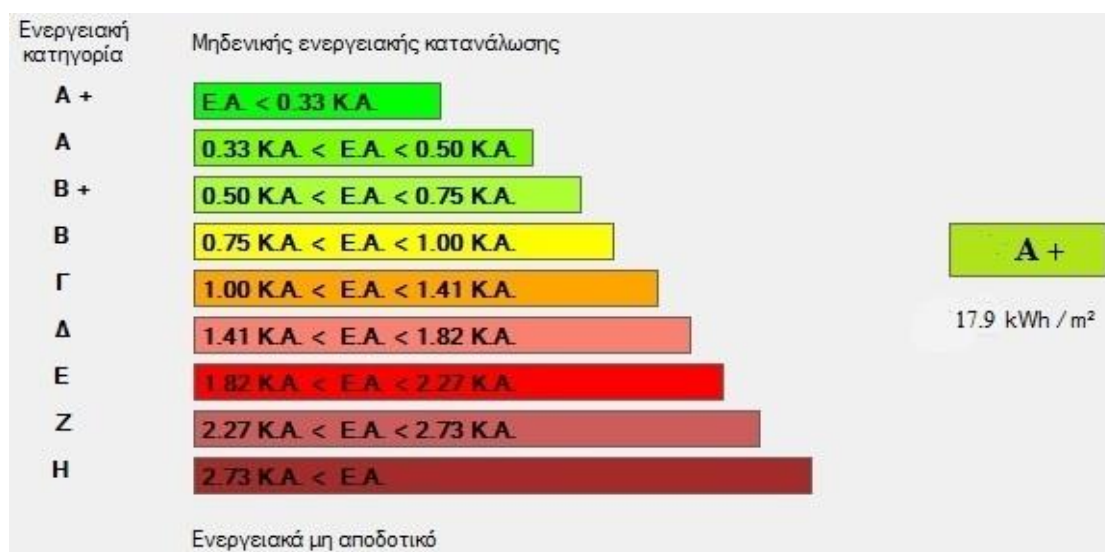
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	47.6	27.3
Ψύξη	23.8	18.7
ZNX	18.0	0.0
Συνεισφορά ΑΠΕ	0.0	28.1
Σύνολο	89.5	17.9

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.49: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Πετρέλαιο θέρμανσης	18.6	4.9
Ηλεκτρισμός	0.0	0.0
Ηλιακή	47.3	0.0
Σύνολο	27.4	4.9

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: A+



Εικόνα 5.7: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου μετά την εφαρμογή του σχεδίου εξοικονόμησης 1

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το παρόν σενάριο:

Πίνακας 5.50: Κόστος επένδυσης σχεδίου εξοικονόμησης 1

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Λέβητας συμπύκνωσης	1.000,0
Φωτοβολταϊκά	4.840,0
Αυτοματισμοί	1.500,0
Ηλιακός συλλέκτης	1.500,0
Σύνολο επένδυσης	8.840,0

Πίνακας 5.51: Εξοικονόμηση σε ευρώ σχεδίου εξοικονόμησης 1

Είδος καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m ²	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
Ηλεκτρισμός	10.9	0.0	10.9	1.834.25	0,151	276.97
Πετρέλαιο	33.9	18.6	15.3	2.574.68	0,074	190.53

5.3.2 Σενάριο εξοικονόμησης 2

Εγκαταστάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας:

- Τοποθέτηση και εγκατάσταση κεντρικής αερόψυκτης αντλίας θερμότητας για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου με υψηλούς δείκτες COP και EER αντίστοιχα. Σκοπός η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας της εγκατάστασης για να επιτευχθεί το απαιτούμενο ενεργειακό αποτέλεσμα.
- Εγκατάσταση μεγαλύτερου φωτοβολταϊκού συστήματος ισχύος 6,00 Kw για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δάμα του τελευταίου ορόφου, για την κάλυψη του μεγαλύτερου μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή και μηδενισμού μέρους τους ετήσιου κόστους κατανάλωσης ενέργειας.
- Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης ανά χώρο (Διατάξεις αυτόματου ελέγχου κατηγορίας B). Σκοπός είναι η μείωση της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας (φώτα αναμμένα στη διάρκεια της ημέρας, θέρμανση ή ψύξη με ανοιχτά κουφώματα, λειτουργία συστημάτων απουσία του χρήστη, λειτουργία συστήματος σε εύλογα όρια θερμοκρασιών και έντασης κ.α.)

Αποτελέσματα υπολογισμών και κατανάλωσης ενέργειας κτιρίου

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 5.52: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης - ψύξης κτιρίου

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	6.9	5.3	3.2	0.2	0	0	0	0	0	0	1.0	4.8	21.5
Ψύξη	0	0	0	0	1.8	10.1	14.7	14.3	3.5	0	0	0	44.3
ZNX	1.7	1.5	1.6	1.4	1.3	1.0	0.9	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	15.5

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 5.53: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	1.7	1.3	0.8	0.0	0	0	0	0	0	0	0.3	1.2	5.2
Ψύξη	0	0	0	0	0.2	1.0	1.4	1.4	0.3	0	0	0	4.3
ZNX	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ηλιακή εν. για ZNX	0.9	0.9	1.2	1.3	1.5	1.6	1.7	1.7	1.5	1.3	1.0	0.9	15.3
Φωτοβολταϊκά	3.3	3.6	4.8	5.7	6.8	7.2	7.6	7.3	6.0	4.9	3.6	3.1	63.8
Σύνολο	1.7	1.3	0.8	0.0	0.2	1.0	1.4	1.4	0.3	0.0	0.3	1.2	9.5

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.54: Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	0.0
Πετρέλαιο θέρμανσης	0.0
Ηλιακή	15.3
Σύνολο	15.3

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.55: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

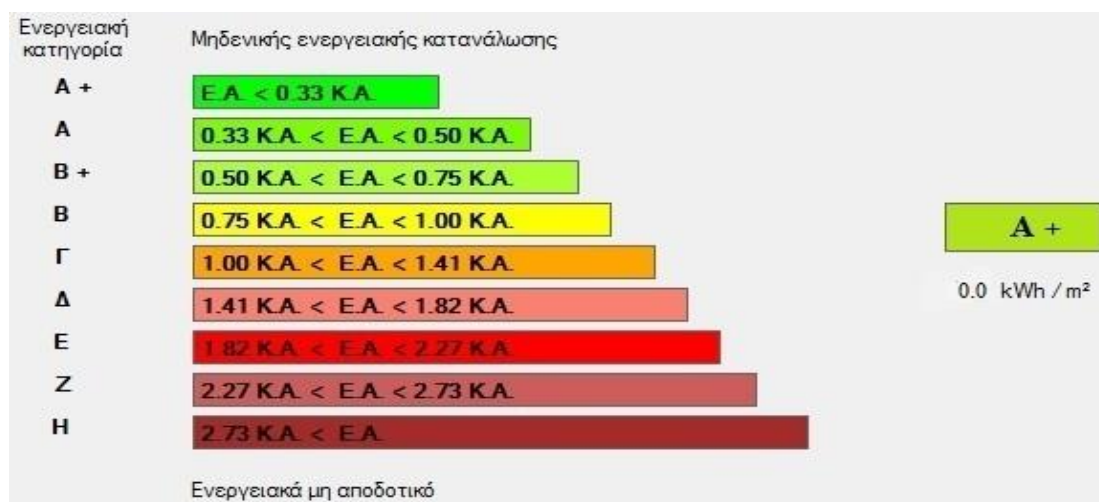
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	47.6	14.9
Ψύξη	23.8	12.4
ZNX	18.0	0.1
ΑΠΕ	0.0	29.0
Σύνολο	89.6	0.0

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 5.56: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Πετρέλαιο θέρμανσης	0.0	0.0
Ηλεκτρισμός	0.0	0.0
Σύνολο	0.0	0.0

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου: A+



Εικόνα 5.8: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου μετά την εφαρμογή του σχεδίου εξοικονόμησης 2

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το κόστος της επένδυσης για το δεύτερο σενάριο:

Πίνακας 5.57: Κόστος επένδυσης σχεδίου εξοικονόμησης 2

Τεχνολογία που εγκαθίσταται	Κόστος σε €
Κεντρική Α.Θ.	4.400,00
Φωτοβολταϊκά	7.200,00
Αυτοματισμοί	1.500,00
Σύνολο επένδυσης	13.100,00

Πίνακας 5.58: Εξοικονόμηση σε ευρώ σχεδίου εξοικονόμησης 2

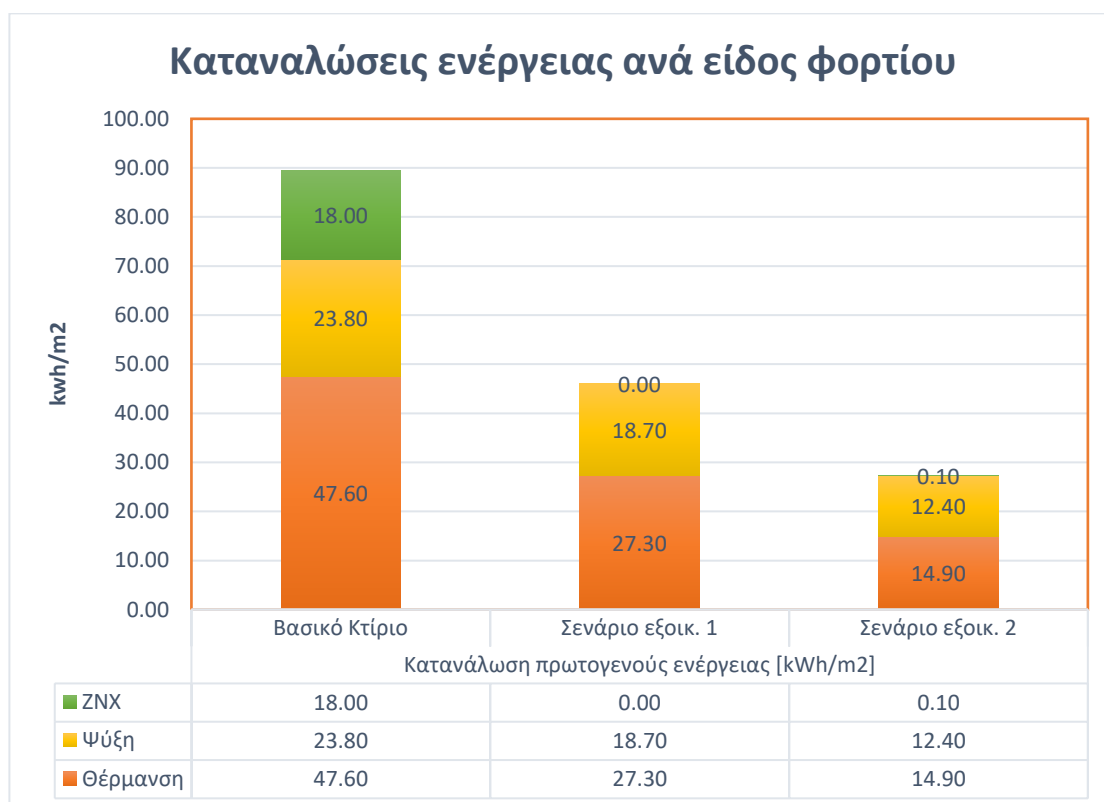
Είδος καυσίμου	Κατανάλωση Αρχικό Κτίριο kwh/m ²	Κατανάλωση Σενάριο εξοικονόμησης kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας kwh/m ²	Εξοικονόμηση ενέργειας Κτίριο kwh	Κόστος Καυσίμου €/kwh	Εξοικονόμηση (€)
Ηλεκτρισμός	10.9	0.0	10.9	1.834,25	0.151	276,97
Πετρέλαιο	33.9	0.0	33.9	5.704,69	0.074	422,15

5.3.3 Συμπεράσματα – Σύγκριση σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας

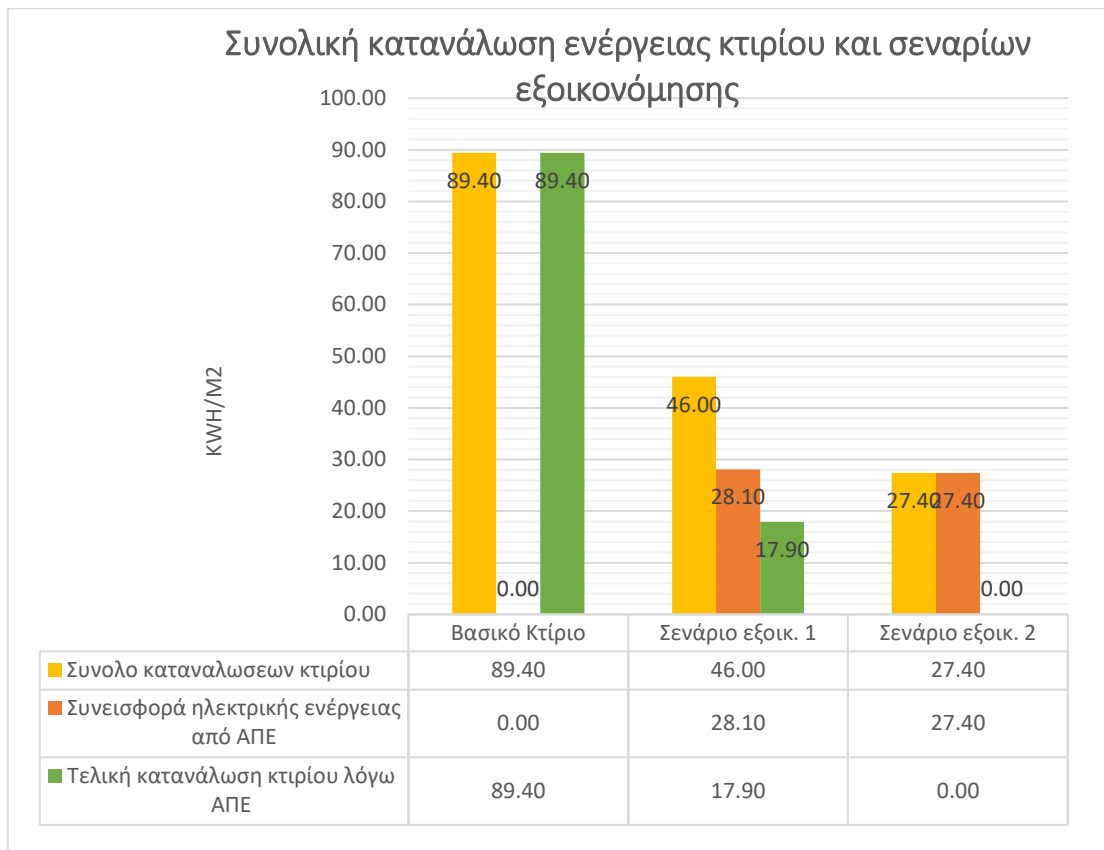
Παρακάτω παρατίθενται συγκεντρωτικά τα σεσάρια επεμβάσεων στο βασικό κτίριο καθώς και διαγράμματα με τις καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά είδος φορτίου για το βασικό κτίριο και το κάθε σεσάριο. Επίσης παρατίθεται η τελική κατανάλωση ενέργεια ανά σεσάριο ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα ως προς τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος, παρουσιάζεται διάγραμμα σχετικά με τα κόστη επενδύσεων κάθε σεσαρίου εξοικονόμησης καθώς και η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων από αυτές τις επενδύσεις.

Πίνακας 5.59: Επεμβάσεις συνοπτικά ανά σεσάριο εξοικονόμησης

Σεσάριο εξοικονόμησης 1	Σεσάριο εξοικονόμησης 2
Λέβητας Συμπύκνωσης	Κεντρική Α.Θ.
Διατάξεις αυτ/του ελέγχου	Διατάξεις αυτ/του ελέγχου
Φωτοβολταϊκά	Φωτοβολταϊκά
Ηλιακός συλλέκτης 8.0 τ.μ.	



Διάγραμμα 5.7: Καταναλώσεις ενέργειας ανά είδος φορτίου



Διάγραμμα 5.8: Κατανάλωση ενέργειας αρχικού κτιρίου και σεναρίων εξοικονόμησης

Στο σενάριο εξοικονόμησης 1, έγινε αντικατάσταση του συμβατικού λέβητα πετρελαίου με νέο λέβητα συμπύκνωσης υψηλού εσωτερικού βαθμού απόδοσης (0,99). Επίσης, εγκαταστάθηκε ηλιακός συλλέκτης επιφάνειας 8,0 m² για την ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης και παραγωγή ΖΝΧ για ακόμα μεγαλύτερη μείωση των απαιτήσεων σε πετρέλαιο θέρμανσης και εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Ακόμα, η εγκατάσταση θερμοστατών ρύθμισης της θερμοκρασίας ανά χώρο και αυτοματισμών για την έναυση και σβέση του συστήματος συνέβαλλε στην περαιτέρω μείωση του συγκεκριμένου φορτίου. Συνολικά στη θέρμανση που όπως προαναφέραμε αποτελεί και το σημαντικότερο φορτίο στις κατοικίες, είχαμε εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 40% σε σύγκριση με το βασικό κτίριο. Υψηλό ποσοστό αν συνυπολογίσουμε ότι το βασικό κτίριο πληρούσε είδη τις απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ.

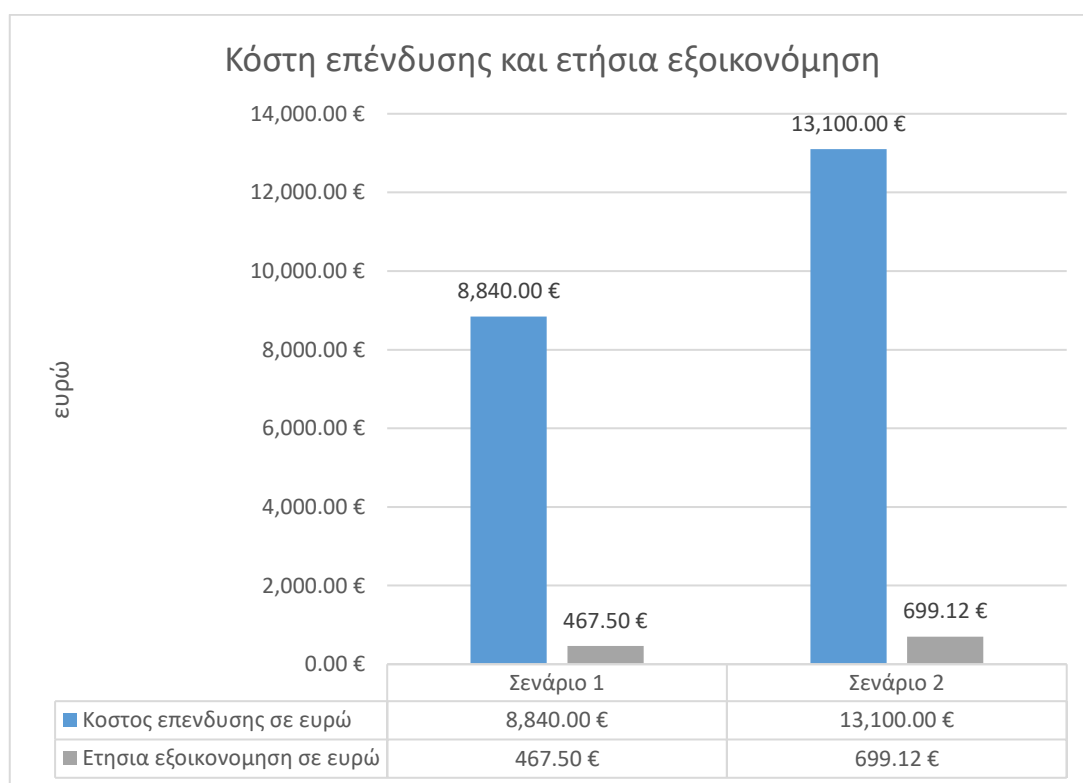
Η εγκατάσταση αυτοματισμών ελέγχου της ψύξης ανά χώρο συνέβαλλε στον περιορισμό του ηλεκτρικού φορτίου που καταναλώνεται. Μέσω του ηλιακού συλλέκτη που εγκαταστάθηκε, εκτός από την ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης, παρατηρούμε ότι το ηλεκτρικό φορτίο για παραγωγή ΖΝΧ σχεδόν εκμηδενίστηκε καθώς καλύπτονται πλήρως οι ανάγκες των χρηστών του κτιρίου πλέον.

Για ακόμα μεγαλύτερη ενεργειακή εξοικονόμηση επιλέχθηκε η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συλλεκτών για την κάλυψη φορτίου ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτεί το κτίριο. Οι μειωμένες πλέον ανάγκες του κτιρίου στο συγκεκριμένο σενάριο λόγω των βελτιωμένων συστημάτων καλύπτονται από μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας μέσω αυτοπαραγωγής. Η τελική συνολική ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου ύστερα και από τη συνεισφορά της αυτοπαραγωγής

ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά μειώθηκε κατά 80% συνολικά για το κτίριο, κατατάσσοντας το στην κατηγορία A+. Δηλαδή μέσω των παραπάνω επεμβάσεων το βασικό κτίριο που πληρούσε τις απαιτήσεις του KENAK, μετατράπηκε σε κτίριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.

Στο σενάριο εξοικονόμησης 2, εγκαταστάθηκε νέα κεντρική αντλία θερμότητας και την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου με υψηλούς συντελεστές αποδοτικότητας καθώς και αυτοματισμοί για τον έλεγχο των τερματικών μονάδων απόδοσης ανά χώρο για την περαιτέρω μείωση των συγκεκριμένων φορτίων. Το φορτίο της θέρμανσης μειώθηκε κατά 70% και το φορτίο της ψύξης κατά 50%. Σημαντικό επίσης είναι πως για κανένα φορτίο στο κτίριο δεν καταναλώνεται πλέον πετρέλαιο θέρμανσης που αποτελεί μη ανανεώσιμο καύσιμο. Η συμβολή του ηλιακού συλλέκτη μετά την απομάκρυνση του λέβητα πετρελαίου που συνέβαλλε τους χειμερινούς μήνες για παραγωγή ΖΝΧ σχεδόν μηδένισε το συγκεκριμένο φορτίο.

Για ακόμα μεγαλύτερη ενεργειακή εξοικονόμηση, επιλέχθηκε η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συλλεκτών για την κάλυψη του φορτίου ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτεί το κτίριο. Οι μειωμένες πλέον ανάγκες του κτιρίου στο συγκεκριμένο σενάριο λόγω των βελτιωμένων συστημάτων μπορούν έτσι να καλυφθούν εξ ολοκλήρου μέσω αυτοπαραγωγής. Η τελική συνολική ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου, ύστερα και από τη συνεισφορά της αυτοπαραγωγής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά, ουσιαστικά μηδενίστηκε, καθώς η ηλεκτρική ενέργεια που εγχέεται στο δίκτυο από το κτίριο ετησίως είναι μεγαλύτερη από αυτή που καταναλώνει, κατατάσσοντας πλέον το στην κατηγορία A+, δηλαδή μέσω των παραπάνω επεμβάσεων το βασικό κτίριο μετατράπηκε σε κτίριο μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.



Διάγραμμα 5.9: Κόστη επενδύσεων σεναρίων και ετήσια εξοικονόμηση

Παρατηρούμε πως το σενάριο εξοικονόμησης 1 έχει χαμηλότερο κόστος επεμβάσεων, όμως ταυτόχρονα επιτυγχάνει μικρότερη ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας και χρήματος για έναν υποψήφιο επενδυτή.

Στο σενάριο 2, η τοποθέτηση της κεντρικής αντλίας θερμότητας για ψύξη και θέρμανση καθώς και των φωτοβολταϊκών συστημάτων ανεβάζουν κατά πολύ το συνολικό κόστος. Ταυτόχρονα όμως αναβαθμίζουν το κτίριο στην ανώτερη κατηγορία A+ εκμηδενίζοντας τα συνολικά φορτία και μειώνοντας στο ελάχιστο το ενεργειακό αποτύπωμα του κτιρίου αφού το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο καλύπτεται πλέον από αυτοπαραγωγή.

Γενικά και δύο τα σενάρια εξοικονόμησης παρατηρούμε ότι επιτυγχάνουν σχεδόν τη μέγιστη δυνατή ενεργειακή εξοικονόμηση ετησίως, αλλά το αρχικό κόστος υλοποίησής τους είναι ιδιαίτερα αυξημένο σε σχέση με την ετήσια εξοικονόμηση σε χρήματα, γεγονός που μπορεί να αποτρέψει έναν πιθανό ιδιοκτήτη ή επενδυτή να προχωρήσει στις παραπάνω επεμβάσεις. Ανασταλτικό παράγοντα μπορεί επίσης να αποτελέσει ότι το αρχικό κτίριο πληροί είδη τις ελάχιστες απαιτήσεις του KENAK.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο δίνονται σε μορφή πινάκων τα αποτελέσματα για κάθε κτίριο, για όλα τα σενάρια εξοικονόμησης ενώ γίνεται σύγκριση της ετήσιας εξοικονόμησης χρημάτων από τη χρήση του κάθε κτιρίου σε σχέση με το αρχικό κόστος επένδυσης. Εφαρμόζουμε μία περίπτωση επένδυσης. Ο επενδυτής χρηματοδοτεί τις επεμβάσεις με ίδια κεφάλαια. Σε κάθε περίπτωση υπολογίζεται το κόστος κεφαλαίου και ανάγεται η αξία της επένδυσης σε καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ) ώστε να αξιολογηθεί αν είναι συμφέρουσα η πραγματοποίησή της. Επίσης υπολογίζεται ο χρόνος αποπληρωμής της κάθε επένδυσης. Στο τελευταίο μέρος παρουσιάζονται συγκεντρωτικά για κάθε κτίριο τα αποτελέσματα από τα διάφορα σενάρια εξοικονόμησης ώστε να έχουμε μια πιο γενική συγκριτική εικόνα.

6.1 Γενικά για την Αξιολόγηση Επενδύσεων

Η διαδικασία προγραμματισμού και αξιολόγησης των επενδυτικών προτάσεων για μακροπρόθεσμες παραγωγικές επενδύσεις (capital budgeting) είναι περίπλοκη, όχι μόνο για τον προσδιορισμό του αρχικού κόστους της επενδυτικής πρότασης αλλά κυρίως για την εκτίμηση των αυξημένων ή πρόσθετων ταμειακών ροών που θα προκύψουν κατά την ωφέλιμη ζωή της επενδυτικής πρότασης, αλλά και της τελικής ταμειακής ροής που θα διαμορφωθεί στο τέλος της ωφέλιμης ζωής της.

Βασική κατευθυντήρια αρχή για τον προσδιορισμό των ΚΤΡ (καθαρών ταμειακών ροών) από χρηματοοικονομικής πλευράς είναι αυτή του οριακού (incremental, marginal) οφέλους ή κόστους που προκύπτουν ως συνέπεια της επενδυτικής πρότασης.

Οι βασικές μέθοδοι οι οποίες χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των επενδύσεων είναι κυρίως οι εξής:

1. Περίοδος επανάκτησης του κεφαλαίου (Payback period)
2. Μέση ετήσια απόδοση της επένδυσης (Average annual rate of Return ή Accounting rate of Return).
3. Καθαρά παρούσα αξία (Net Present Value)
4. Επανάκτηση του κεφαλαίου σε συνδυασμό με την Παρούσα Αξία (Discounted Payback period)
5. Δείκτης Αποδοτικότητας (Profitability Index)
6. Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (Internal Rate of Return)

Από τις παραπάνω μεθόδους χρησιμοποιούνται συνήθως οι μέθοδοι της ΚΠΑ, του ΕΒΑ και η περίοδος επανάκτησης κεφαλαίου. Όταν τα σενάρια είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, τόσο ο ΕΒΑ

όσο και η ΚΠΑ οδηγούν σε ασφαλή συμπεράσματα. Όταν τα σενάρια είναι αμοιβαία αποκλειόμενα τότε η μέθοδος της ΚΠΑ είναι αυτή που προτιμάται.

Στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ΚΠΑ, μιας και σε κάθε περίπτωση αυτή οδηγεί σε πιο ασφαλή συμπεράσματα. Συνδυαστικά χρησιμοποιήθηκε και η μέθοδος της επανείσπραξης του κεφαλαίου, με σκοπό να υπολογιστεί το χρονικό διάστημα στο οποίο θα έχει γίνει απόσβεση του κόστους της επένδυσης.

6.1.1 Μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ)

Με τον όρο ΚΠΑ εννοούμε την αξία που προκύπτει, αν προεξοφλήσουμε στο παρόν (=παρούσα αξία), για κάθε έτος χωριστά, τη διαφορά μεταξύ όλων των μελλοντικών χρηματικών (ταμειακών) (α) εισροών ή εσόδων και (β) εκροών ή εξόδων για ολόκληρο το χρόνο ζωής του σχεδίου επένδυσης, με βάση ένα συντελεστή προεξόφλησης.

$$ΚΠΑ = \sum_{t=1}^N \frac{\text{Ταμειακές Εισροές}}{(1+r)^t} - \text{Αρχική Επένδυση}$$

t = Χρονική περίοδος
N = Χρονική διάρκεια της επένδυσης
r = Προεξοφλητικό επιτόκιο

Εικόνα 6.1. Ορισμός της ΚΠΑ

Η έννοια της παρούσας αξίας έχει ιδιαίτερη σημασία, γιατί αντιπροσωπεύει και εκφράζει όλες τις ροές του σχεδίου επένδυσης στην τωρινή αξία τους, δηλαδή σ' αυτή που ισχύει τη στιγμή που ο επενδυτής παίρνει την απόφαση.

Για να υπολογίσουμε την ΚΠΑ, ακολουθούμε τα εξής στάδια:

- α. Καταγράφουμε τα αρχικά μεγέθη των ταμειακών ή χρηματικών ροών (εισροών και εκροών) και υπολογίζουμε την "Καθαρή Ταμιακή Ροή" (διαφορά μεταξύ εισροών και εκροών).
- β. Επιλέγουμε το κατάλληλο επιτόκιο προεξόφλησης σύμφωνα με τις τρέχουσες συνθήκες της τραπεζικής αγοράς (πληροφορία από τις τράπεζες) ή της κεφαλαιαγορά (πληροφορία από τα Χρηματιστήρια).
- γ. Με βάση αυτό υπολογίζουμε την παρούσα αξία των χρηματικών εισροών (ταμειακές εισροές) και την παρούσα αξία των χρηματικών εκροών (ταμειακές εκροές) για όλη την περίοδο ζωής του σχεδίου επένδυσης (οι συντελεστές προεξόφλησης δίνονται στους αντίστοιχους πίνακες αναγωγής).

Προκειμένου να αξιολογήσουμε αν μία επένδυση είναι συμφέρουσα ακολουθείται η διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω και βρίσκουμε την τιμή της ΚΠΑ.

Σε γενικές γραμμές ισχύουν τα ακόλουθα:

- α. Αν ΚΠΑ είναι θετική (+), η αποδοτικότητα είναι πάνω από το επιτόκιο προεξόφλησης και το σχέδιο επένδυσης γίνεται αποδεκτό.
- β. Αν η ΚΠΑ είναι αρνητική (-), η αποδοτικότητα είναι κάτω από το επιτόκιο προεξόφλησης και το επενδυτικό σχέδιο απορρίπτεται.
- γ. Αν η ΚΠΑ είναι ίση με το μηδέν (0), η αποδοτικότητα είναι ίση με το επιτόκιο προεξόφλησης και το σχέδιο επένδυσης γίνεται αποδεκτό, αν δεν υπάρχει καλύτερη εναλλακτική επένδυση.

Πλεονεκτήματα:

1. Η μέθοδος της ΚΠΑ λαμβάνει υπόψη της τη διαχρονική αξία του χρήματος και μετατρέπει τις μελλοντικές ροές αξιών του σχεδίου επένδυσης σε παρούσες αξίες. Έτσι εκφράζει τη γενικότερη προτίμηση για το παρόν ή το "τώρα".
2. Η μέθοδος της ΚΠΑ προεξοφλεί τις καθαρές ταμειακές ροές με το μέσο σταθμικό κόστος κεφαλαίου της επιχείρησης, το οποίο παρέχει μια σαφή αναγνώριση του κόστους χρηματοδότησης και της αποδοτικότητας που απαιτούν οι μέτοχοι.
3. Η μέθοδος της ΚΠΑ εκφράζεται σε απόλυτα χρηματικά ποσά και όχι σε ποσοστά.
4. Οι καθαρές παρούσες αξίες των διάφορων προτάσεων επενδύσεων μπορούν να προστεθούν, έτσι μπορούμε να υπολογίσουμε εύκολα την ΚΠΑ ενός αριθμού προτάσεων επενδύσεων.
5. Οι καθαρές ταμειακές ροές της ΚΠΑ, τροποποιούμενες μπορούν να ενσωματώσουν τον κίνδυνο της επένδυσης.

Μειονεκτήματα:

Παράλληλα με τα πλεονεκτήματα που εμφανίζει η ΚΠΑ, υπάρχουν ορισμένες περιπτώσεις στις οποίες εμφανίζει μειονεκτήματα και θα έπρεπε να εξετάζονται πιο εξονυχιστικά:

1. Η μέθοδος της ΚΠΑ υποθέτει ότι τα κεφάλαια που αποδεδυμένα από την επένδυση έχουν δυνατότητα επανεπένδυσης με αποδοτικότητα ίση με το μέσο σταθμικό κόστος κεφαλαίου. Όμως, η πραγματική αποδοτικότητα επανεπένδυσης μπορεί να διαφέρει από το μέσο σταθμικό κόστος κεφαλαίου, γεγονός που καταλήγει σε λανθασμένο υπολογισμό ΚΠΑ.
2. Η μέθοδος της ΚΠΑ υποθέτει ότι το μέσο σταθμικό κόστος κεφαλαίου παραμένει σταθερό σε όλη τη διάρκεια της επένδυσης, πράγμα που δεν είναι πάντοτε εφικτό.
3. Η μέθοδος της ΚΠΑ ερμηνεύεται δύσκολα, όταν οι προτάσεις επενδύσεων έχουν σημαντικά διαφορετικό κόστος αρχικής επένδυσης.

6.1.2 Μέθοδος της Περιόδου Επανείσπραξης Κεφαλαίου (ΠΕΚ)

Η μέθοδος αυτή, που καλείται και περίοδος αποπληρωμής κεφαλαίου (recoupment period) ή επανείσπραξη της επένδυσης (Payback period), είναι απλή και υπολογίζει τον αριθμό των ετών που απαιτούνται, ώστε οι καθαρές εισπράξεις ή εισροές (έσοδα) να καλύπτουν το ύψος του επενδύμενου κεφαλαίου (επένδυση).

Χρόνος αποπληρωμής (έτη) = Επένδυση / Μέσο ύψος καθαρών ετήσιων εσόδων (εισροές μείον εκροές)
(Payback Period= Capital / Net cash flow outlay)

Αν οι ετήσιες εισροές (έσοδα) δεν είναι σταθερές από έτος σε έτος, η περίοδος αποπληρωμής του κεφαλαίου υπολογίζεται, αφού προστεθούν οι εισπράξεις που προβλέπονται να πραγματοποιηθούν στη διάρκεια ζωής του σχεδίου επένδυσης, έως ότου το σύνολο τους καλύψει (αποπληρώσει) την αρχική επένδυση.

Πλεονεκτήματα:

1. Ως μέθοδος είναι πολύ απλή.
2. Δείχνει για πόσο χρόνο βρίσκονται τα χρήματα της επιχείρησης σε κίνδυνο.
3. Είναι χρήσιμη όταν υπάρχουν προβλήματα ρευστότητας και είναι επιθυμητή η γρήγορη επανείσπραξη.
4. Σε περιόδους μεγάλης αβεβαιότητας για την οικονομική συγκυρία, ή περιόδους ταχείας τεχνολογικής προόδου, που δημιουργεί ανάγκες για ταχεία αντικατάσταση του μηχανολογικού εξοπλισμού είναι χρήσιμο κριτήριο αξιολόγησης, επειδή δίνει έμφαση στις εισροές του αμέσου μέλλοντος.

Μειονεκτήματα:

1. Επειδή εξετάζονται μόνο ο χρόνος επανείσπραξης της επένδυσης, αγνοούνται οι ταμιακές ή χρηματικές ροές που πραγματοποιούνται μετά την ημερομηνία επανάκτησης του επενδυόμενου κεφαλαίου.
2. Δεν εκτιμά την αποδοτικότητα του επενδυόμενου κεφαλαίου, αλλά την ικανότητα αποπληρωμής σε μετρητά.
3. Αγνοείται το μέγεθος και ο χρόνος πραγματοποίησης των ταμειακών ροών κατά τη διάρκεια της περιόδου επανείσπραξης της αρχικής εκροής, δηλαδή αγνοείται η διαχρονική αξία του χρήματος.

Γενικά η συγκεκριμένη μέθοδος στρέφει το επενδυτικό ενδιαφέρον στο "σίγουρο και γρήγορο κέρδος" και μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα συμπεράσματα για την αξιολόγηση μιας επένδυσης αν χρησιμοποιηθεί μεμονωμένα, παρόλα αυτά χρησιμοποιείται αρκετά συχνά. Πιθανό σε περιπτώσεις που απαιτείται ρευστότητα να είναι χρήσιμη, ως ένας επιπλέον περιορισμός στην αξιολόγηση των αποφάσεων σύμφωνα όμως και με άλλα κριτήρια που δίνουν την αναγκαία βαρύτητα στη διάσταση χρόνος και στην αποδοτικότητα της επένδυσης. Για τους παραπάνω λόγους το κριτήριο αυτό χρησιμοποιείται γενικά ως συμπληρωματικός δείκτης αποδοτικότητας.

Στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιήθηκε η συγκεκριμένη μέθοδος ως συμπληρωματικό κριτήριο με σκοπό να φανεί πόσο καιρό βρίσκονται τα χρήματα της κάθε επένδυσης σε κίνδυνο, μιας και οι οικονομικές συγκυρίες οδηγούν σε περίοδο υψηλής αβεβαιότητας.

6.2 Αξιολόγηση επενδύσεων εξοικονόμησης στα Κτίρια Μελέτης

Γενικά, για κάθε επενδυτικό σενάριο – σενάριο εξοικονόμησης θεωρήθηκε ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 5%. Έτος έναρξης της περιόδου αποπληρωμής της κάθε επένδυσης θεωρείται το 2017 και ο χρόνος ζωής της επένδυσης τα 20 έτη καθώς πρόκειται για επενδύσεις μικρού αρχικού κεφαλαίου. Υπολογίστηκε η καθαρή παρούσα αξία των ταμειακών ροών σε κάθε έτος. Η ετήσια εξοικονόμηση θεωρήθηκε σταθερή για κάθε έτος όπως προέκυψε στα προηγούμενα κεφάλαια με την παραδοχή ότι τα κόστη καυσίμων θα παραμείνουν γενικά σε σταθερή τιμή.

6.2.1 Κτίριο Καταστημάτων-Γραφείων

Σενάριο Εξοικονόμησης 1

ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 5%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2017

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 5%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	
0		11.790,00	-11.790,00	1,00	-11.790,00	-11.790,00
1	3.257,97	0,00	3.257,97	0,95	3.102,83	-8.532,03
2	3.257,97	0,00	3.257,97	0,91	2.955,07	-5.274,06
3	3.257,97	0,00	3.257,97	0,86	2.814,36	-2.016,09
4	3.257,97	0,00	3.257,97	0,82	2.680,34	1.241,88
5	3.257,97	0,00	3.257,97	0,78	2.552,70	4.499,85
6	3.257,97	0,00	3.257,97	0,75	2.431,15	7.757,82
7	3.257,97	0,00	3.257,97	0,71	2.315,38	11.015,79
8	3.257,97	0,00	3.257,97	0,68	2.205,12	14.273,76
9	3.257,97	0,00	3.257,97	0,64	2.100,12	17.531,73
10	3.257,97	0,00	3.257,97	0,61	2.000,11	20.789,70
11	3.257,97	0,00	3.257,97	0,58	1.904,87	24.047,67
12	3.257,97	0,00	3.257,97	0,56	1.814,16	27.305,64
13	3.257,97	0,00	3.257,97	0,53	1.727,77	30.563,61
14	3.257,97	0,00	3.257,97	0,51	1.645,50	33.821,58
15	3.257,97	0,00	3.257,97	0,48	1.567,14	37.079,55
16	3.257,97	0,00	3.257,97	0,46	1.492,51	40.337,52
17	3.257,97	0,00	3.257,97	0,44	1.421,44	43.595,49
18	3.257,97	0,00	3.257,97	0,42	1.353,75	46.853,46
19	3.257,97	0,00	3.257,97	0,40	1.289,29	50.111,43
20	3.257,97	0,00	3.257,97	0,38	1.227,89	53.369,40
ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ					28.811,51	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίησή της. Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 3,62 έτη.

Σενάριο Εξοικονόμησης 2

ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 5%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2017

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 5%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	
0		40.390,00	-40.390,00	1,00	-40.390,00	-40.390,00
1	5.707,62	0,00	5.707,62	0,95	5.435,83	-34.682,38
2	5.707,62	0,00	5.707,62	0,91	5.176,98	-28.974,76
3	5.707,62	0,00	5.707,62	0,86	4.930,46	-23.267,14
4	5.707,62	0,00	5.707,62	0,82	4.695,67	-17.559,52
5	5.707,62	0,00	5.707,62	0,78	4.472,07	-11.851,90
6	5.707,62	0,00	5.707,62	0,75	4.259,11	-6.144,28
7	5.707,62	0,00	5.707,62	0,71	4.056,30	-436,66
8	5.707,62	0,00	5.707,62	0,68	3.863,14	5.270,96
9	5.707,62	0,00	5.707,62	0,64	3.679,18	10.978,58
10	5.707,62	0,00	5.707,62	0,61	3.503,98	16.686,20
11	5.707,62	0,00	5.707,62	0,58	3.337,13	22.393,82
12	5.707,62	0,00	5.707,62	0,56	3.178,22	28.101,44
13	5.707,62	0,00	5.707,62	0,53	3.026,87	33.809,06
14	5.707,62	0,00	5.707,62	0,51	2.882,74	39.516,68
15	5.707,62	0,00	5.707,62	0,48	2.745,46	45.224,30
16	5.707,62	0,00	5.707,62	0,46	2.614,73	50.931,92
17	5.707,62	0,00	5.707,62	0,44	2.490,22	56.639,54
18	5.707,62	0,00	5.707,62	0,42	2.371,63	62.347,16
19	5.707,62	0,00	5.707,62	0,40	2.258,70	68.054,78
20	5.707,62	0,00	5.707,62	0,38	2.151,14	73.762,40
ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ					30.739,56	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίησή της. Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 7,08 έτη.

Σενάριο Εξοικονόμησης 3

ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 5%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2017

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 5%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		28.050,00	-28.050,00	1,00	-28.050,00	-28.050,00
1	5.283,23	0,00	5.283,23	0,95	5.031,65	-22.766,77
2	5.283,23	0,00	5.283,23	0,91	4.792,05	-17.483,54
3	5.283,23	0,00	5.283,23	0,86	4.563,85	-12.200,31
4	5.283,23	0,00	5.283,23	0,82	4.346,53	-6.917,08
5	5.283,23	0,00	5.283,23	0,78	4.139,55	-1.633,85
6	5.283,23	0,00	5.283,23	0,75	3.942,43	3.649,38
7	5.283,23	0,00	5.283,23	0,71	3.754,69	8.932,61
8	5.283,23	0,00	5.283,23	0,68	3.575,90	14.215,84
9	5.283,23	0,00	5.283,23	0,64	3.405,62	19.499,07
10	5.283,23	0,00	5.283,23	0,61	3.243,44	24.782,30
11	5.283,23	0,00	5.283,23	0,58	3.089,00	30.065,53
12	5.283,23	0,00	5.283,23	0,56	2.941,90	35.348,76
13	5.283,23	0,00	5.283,23	0,53	2.801,81	40.631,99
14	5.283,23	0,00	5.283,23	0,51	2.668,39	45.915,22
15	5.283,23	0,00	5.283,23	0,48	2.541,32	51.198,45
16	5.283,23	0,00	5.283,23	0,46	2.420,31	56.481,68
17	5.283,23	0,00	5.283,23	0,44	2.305,06	61.764,91
18	5.283,23	0,00	5.283,23	0,42	2.195,29	67.048,14
19	5.283,23	0,00	5.283,23	0,40	2.090,75	72.331,37
20	5.283,23	0,00	5.283,23	0,38	1.991,19	77.614,60
ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ					37.790,72	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίησή της. Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 5,31 έτη.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν γίνεται σύγκριση των σεναρίων εξοικονόμησης για το συγκεκριμένο κτίριο ως επενδύσεις:



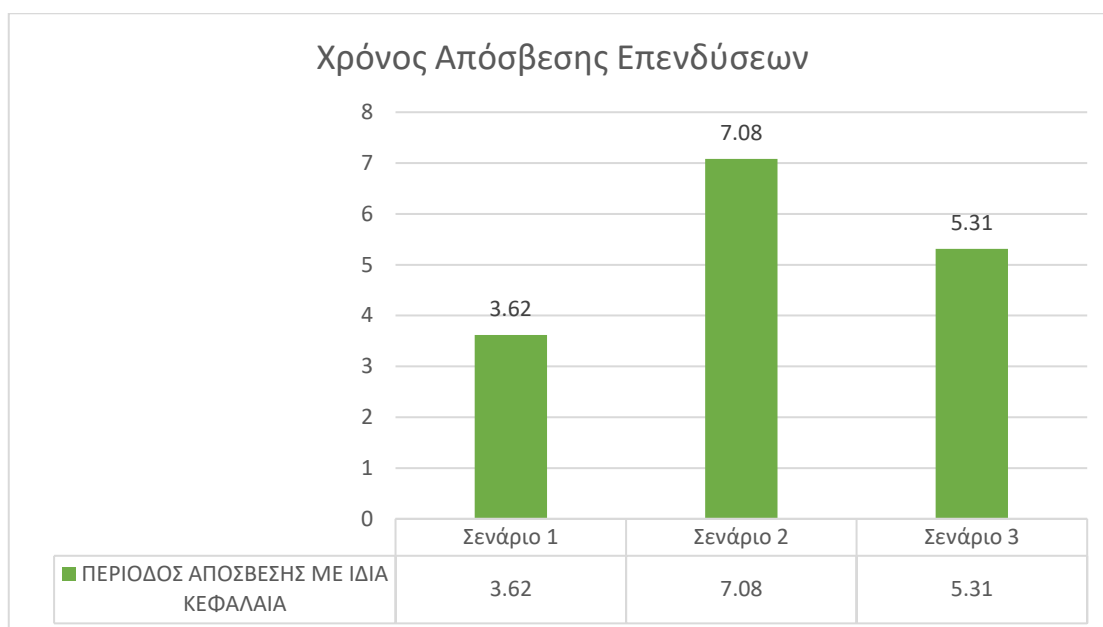
Διάγραμμα 6.1: Σύγκριση σεναρίων εξοικονόμησης κτιρίου καταστημάτων – γραφείου

Με βάση το κριτήριο της ΚΠΑ παρατηρούμε ότι το Σενάριο εξοικονόμησης 3 με την τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κέλυφος, την εγκατάσταση τοπικών αντλιών θερμότητας, εγκατάσταση λέβητα συμπύκνωσης, αλλαγή λαμπτήρων φωτισμού και εγκατάσταση αυτοματισμών στις διατάξεις ελέγχου των φορτίων μαζί με φωτοβολταϊκό για αυτοπαραγωγή, δείχνει να είναι το πιο συμφέρον σε σχέση με τα άλλα σενάρια ως καθαρή επένδυση. Το σενάριο εξοικονόμησης 2 με την τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κέλυφος, τη χρήση αυτοματισμών, νέων λαμπτήρων φωτισμού, κεντρικής αντλίας θερμότητας για ψύξη και θέρμανση και φωτοβολταϊκών για αυτοπαραγωγή δείχνει επίσης συμφέρον για έναν υποψήφιο επενδυτή παρόλο που έχει μεγαλύτερο αρχικό κόστος. Από ενεργειακή άποψη να μην ξεχνάμε πως είναι το σενάριο που μηδενίζει τις συνολικές καταναλώσεις του κτιρίου και το ενεργειακό αποτύπωμά του.

Παρατηρούμε επίσης, πως και το σενάριο εξοικονόμησης 1 που αναβαθμίζει το κτίριο στο βαθμό που να καλύπτονται οι ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ με χαμηλό κόστος αρχικής επένδυσης, είναι με βάση τη μέθοδο της ΚΠΑ συμφέρον σενάριο για έναν υποψήφιο επενδυτή μεν, λιγότερο όμως σε σχέση με τα άλλα σενάρια για το εξεταζόμενο κτίριο δε. Με βάση όμως το κριτήριο του χρόνου απόσβεσης της επένδυσης που φαίνεται στο συγκριτικό διάγραμμα 6.2.1.2 δείχνει να είναι αυτό με την ταχύτερη αποπληρωμή του αρχικού κεφαλαίου σε χρόνο λιγότερο από 4 έτη.

Στο εξεταζόμενο κτίριο λοιπόν όλα τα σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας που εφαρμόστηκαν δείχνουν να συμφέρουν ως επενδύσεις με βάση την ετήσια εξοικονόμηση σε χρήμα και την ΚΠΑ ανοιγμένη στο σήμερα ως επενδύσεις αφού σε όλες τις περιπτώσεις είναι θετική. Ταυτόχρονα ο χρόνος αποπληρωμής τους σε όλες τις περιπτώσεις δεν ξεπέρασε τα 8 έτη. Επομένως ο υποψήφιος επενδυτής - ιδιοκτήτης έχει να επιλέξει ανάμεσα σε μία επένδυση με χαμηλό αρχικό κόστος και μικρή περίοδο επανείσπραξης κεφαλαίου και ανάμεσα σε δύο άλλες

περιπτώσεις με υψηλότερο κόστος αρχικής επένδυσης που οδηγούν μακροπρόθεσμα σε μεγαλύτερη εξοικονόμηση σε χρήμα και ενέργεια, ενώ μετατρέπουν το αρχικό ενεργοβόρο κτίριο σε κτίριο με σχεδόν μηδενικές ενεργειακές καταναλώσεις.



Διάγραμμα 6.2: Χρόνος απόσβεσης επενδύσεων στο κτίριο καταστημάτων – γραφείων

6.2.2 Κτίριο παλιάς Μονοκατοικίας

Σενάριο εξοικονόμησης 1.

ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 5%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2017

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 5%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		9.090,00	-9.090,00	1,00	-9.090,00	-9.090,00
1	1.801,01	0,00	1.801,01	0,95	1.715,25	-7.288,99
2	1.801,01	0,00	1.801,01	0,91	1.633,57	-5.487,98
3	1.801,01	0,00	1.801,01	0,86	1.555,78	-3.686,97
4	1.801,01	0,00	1.801,01	0,82	1.481,70	-1.885,96
5	1.801,01	0,00	1.801,01	0,78	1.411,14	-84,95
6	1.801,01	0,00	1.801,01	0,75	1.343,94	1.716,06
7	1.801,01	0,00	1.801,01	0,71	1.279,94	3.517,07
8	1.801,01	0,00	1.801,01	0,68	1.218,99	5.318,08
9	1.801,01	0,00	1.801,01	0,64	1.160,95	7.119,09

10	1.801,01	0,00	1.801,01	0,61	1.105,66	8.920,10
11	1.801,01	0,00	1.801,01	0,58	1.053,01	10.721,11
12	1.801,01	0,00	1.801,01	0,56	1.002,87	12.522,12
13	1.801,01	0,00	1.801,01	0,53	955,11	14.323,13
14	1.801,01	0,00	1.801,01	0,51	909,63	16.124,14
15	1.801,01	0,00	1.801,01	0,48	866,32	17.925,15
16	1.801,01	0,00	1.801,01	0,46	825,06	19.726,16
17	1.801,01	0,00	1.801,01	0,44	785,77	21.527,17
18	1.801,01	0,00	1.801,01	0,42	748,36	23.328,18
19	1.801,01	0,00	1.801,01	0,40	712,72	25.129,19
20	1.801,01	0,00	1.801,01	0,38	678,78	26.930,20
ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ					13.354,57	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίησή της. Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυση/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 5,05 έτη.

Σενάριο Εξοικονόμησης 2

ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 5%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2017

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 5%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		21.390,00	-21.390,00	1,00	-21.390,00	-21.390,00
1	2.562,34	0,00	2.562,34	0,95	2.440,32	-18.827,66
2	2.562,34	0,00	2.562,34	0,91	2.324,12	-16.265,32
3	2.562,34	0,00	2.562,34	0,86	2.213,45	-13.702,98
4	2.562,34	0,00	2.562,34	0,82	2.108,04	-11.140,64
5	2.562,34	0,00	2.562,34	0,78	2.007,66	-8.578,30
6	2.562,34	0,00	2.562,34	0,75	1.912,06	-6.015,96
7	2.562,34	0,00	2.562,34	0,71	1.821,01	-3.453,62
8	2.562,34	0,00	2.562,34	0,68	1.734,29	-891,28
9	2.562,34	0,00	2.562,34	0,64	1.651,71	1.671,06
10	2.562,34	0,00	2.562,34	0,61	1.573,05	4.233,40
11	2.562,34	0,00	2.562,34	0,58	1.498,15	6.795,74
12	2.562,34	0,00	2.562,34	0,56	1.426,81	9.358,08
13	2.562,34	0,00	2.562,34	0,53	1.358,86	11.920,42
14	2.562,34	0,00	2.562,34	0,51	1.294,16	14.482,76
15	2.562,34	0,00	2.562,34	0,48	1.232,53	17.045,10
16	2.562,34	0,00	2.562,34	0,46	1.173,84	19.607,44
17	2.562,34	0,00	2.562,34	0,44	1.117,94	22.169,78

18	2.562,34	0,00	2.562,34	0,42	1.064,71	24.732,12
19	2.562,34	0,00	2.562,34	0,40	1.014,00	27.294,46
20	2.562,34	0,00	2.562,34	0,38	965,72	29.856,80
ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ					10.542,42	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίησή της. Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 8,35 έτη.

Σενάριο Εξοικονόμησης 3.

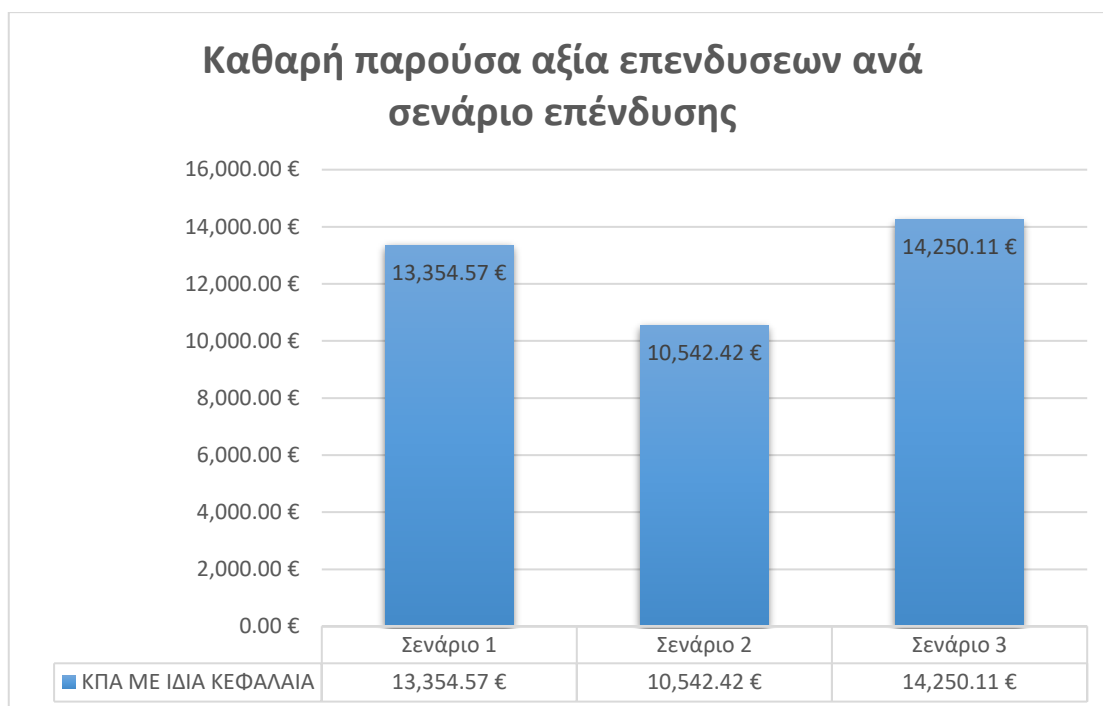
ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 5%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2017

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 5%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		22.690,00	-22.690,00	1,00	-22.690,00	-22.690,00
1	2.964,17	0,00	2.964,17	0,95	2.823,02	-19.725,83
2	2.964,17	0,00	2.964,17	0,91	2.688,59	-16.761,66
3	2.964,17	0,00	2.964,17	0,86	2.560,56	-13.797,49
4	2.964,17	0,00	2.964,17	0,82	2.438,63	-10.833,32
5	2.964,17	0,00	2.964,17	0,78	2.322,50	-7.869,15
6	2.964,17	0,00	2.964,17	0,75	2.211,91	-4.904,98
7	2.964,17	0,00	2.964,17	0,71	2.106,58	-1.940,81
8	2.964,17	0,00	2.964,17	0,68	2.006,27	1.023,36
9	2.964,17	0,00	2.964,17	0,64	1.910,73	3.987,53
10	2.964,17	0,00	2.964,17	0,61	1.819,74	6.951,70
11	2.964,17	0,00	2.964,17	0,58	1.733,09	9.915,87
12	2.964,17	0,00	2.964,17	0,56	1.650,56	12.880,04
13	2.964,17	0,00	2.964,17	0,53	1.571,96	15.844,21
14	2.964,17	0,00	2.964,17	0,51	1.497,11	18.808,38
15	2.964,17	0,00	2.964,17	0,48	1.425,82	21.772,55
16	2.964,17	0,00	2.964,17	0,46	1.357,92	24.736,72
17	2.964,17	0,00	2.964,17	0,44	1.293,26	27.700,89
18	2.964,17	0,00	2.964,17	0,42	1.231,67	30.665,06
19	2.964,17	0,00	2.964,17	0,40	1.173,02	33.629,23
20	2.964,17	0,00	2.964,17	0,38	1.117,16	36.593,40
ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ					14.250,11	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι θετική, αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίησή της. Η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 7,65 έτη.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν γίνεται σύγκριση των σεναρίων εξοικονόμησης για το συγκεκριμένο κτίριο ως επενδύσεις:



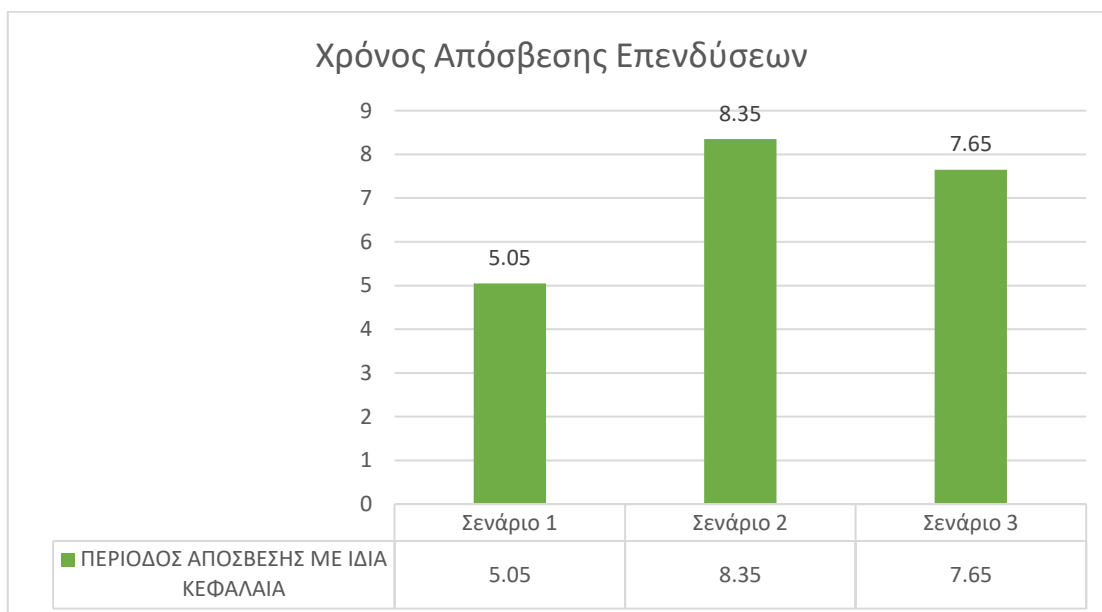
Διάγραμμα 6.3: Σύγκριση σεναρίων εξοικονόμησης κτιρίου παλιάς μονοκατοικίας

Με βάση το κριτήριο της ΚΠΑ παρατηρούμε ότι το σενάριο εξοικονόμησης 3 με τη θερμομόνωση του κελύφους, τη χρήση αυτοματισμών, την τοποθέτηση κεντρικής αντλίας θερμότητας για ψύξη και θέρμανση, την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών για κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια και την προσθήκη ηλιακού συλλέκτη για παραγωγή ΖΝΧ, δείχνει να είναι το πιο συμφέρον σε σχέση με τα άλλα σεναρία για έναν υποψήφιο επενδυτή παρόλο που έχει μεγαλύτερο αρχικό κόστος. Από ενεργειακή άποψη να μην ξεχνάμε πως είναι το σενάριο που μηδενίζει τις συνολικές καταναλώσεις του κτιρίου και το ενεργειακό αποτύπωμά του καθώς τα φορτία της κατοικίας καταναλώνουν πλέον μόνο ηλεκτρική ενέργεια η οποία καλύπτεται με τη χρήση φωτοβολταϊκών. Το σενάριο εξοικονόμησης 2 με την προσθήκη θερμομόνωσης, την εγκατάσταση τοπικών αντλιών θερμότητας, εγκατάσταση λέβητα συμπύκνωσης, εγκατάσταση αυτοματισμών στις διατάξεις ελέγχου των φορτίων μαζί με φωτοβολταϊκό για αυτοπαραγωγή, την εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη για ενίσχυση της θέρμανσης και παραγωγή ΖΝΧ, δείχνει επίσης συμφέρον για έναν υποψήφιο επενδυτή, με χαμηλότερη όμως καθαρή παρούσα αξία καθώς η ετήσια εξοικονόμηση δεν είναι τόσο μεγάλη σε σχέση με το σενάριο 3. Από ενεργειακή άποψη να μην ξεχνάμε όμως πως και αυτό το σενάριο εξοικονόμησης, προσεγγίζει ενεργειακά το κτίριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.

Παρατηρούμε επίσης, πως και το σενάριο εξοικονόμησης 1 που αναβαθμίζει το κτίριο στο βαθμό που να καλύπτονται οι ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ με χαμηλό κόστος αρχικής επένδυσης, είναι με βάση τη μέθοδο της ΚΠΑ είναι συμφέρον σενάριο για έναν υποψήφιο επενδυτή και μάλιστα με υψηλή καθαρή παρούσα αξία παρόλο που το κτίριο ενεργειακά εντάσσεται μετά τις επεμβάσεις μόλις στην κατηγορία Β. Αυτό συμβαίνει γιατί μόνο με τις

απλές επεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου στο σενάριο 1 και την τοποθέτηση ηλιακού συλλέκτη για ZNX, η ετήσια εξοικονόμηση σε ενέργεια και χρήμα είναι σημαντική σε σχέση με το αρχικό κόστος επένδυσης. Με βάση το κριτήριο του χρόνου απόσβεσης της επένδυσης που φαίνεται στο συγκριτικό διάγραμμα 6.2.2.2, το σενάριο εξοικονόμησης 1 δείχνει να είναι επίσης αυτό με την ταχύτερη απόσβεση του αρχικού κεφαλαίου σε χρόνο περίπου 5ετών, κυρίως λόγω του μικρότερου αρχικού κόστους σε σχέση με τα άλλα σενάρια, οδηγώντας όμως το κτίριο σε χαμηλότερη ενεργειακή κλάση (B) σε σχέση με αυτά (A+).

Στο εξεταζόμενο κτίριο κατοικίας λοιπόν, όλα τα σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας που εφαρμόστηκαν δείχνουν να συμφέρουν ως επενδύσεις με βάση την ετήσια εξοικονόμηση σε χρήμα και την ΚΠΑ ανοιγμένη στο σήμερα ως επενδύσεις. Ταυτόχρονα ο χρόνος απόσβεσής τους σε όλες τις περιπτώσεις δεν ξεπερνά τα 9 έτη καθιστώντας τις και από αυτή την άποψη ιδιαίτερα συμφέρουσες. Επομένως ο υποψήφιος επενδυτής - ιδιοκτήτης έχει να επιλέξει ανάμεσα σε μία επένδυση με χαμηλό αρχικό κόστος και μικρή περίοδο επανείσπραξης κεφαλαίου που αναβαθμίζει το κτίριο με βάση τις ελάχιστες σημερινές απαιτήσεις και ανάμεσα σε δύο άλλες περιπτώσεις με υψηλότερο κόστος αρχικής επένδυσης που η μία οδηγεί μακροπρόθεσμα σε μεγαλύτερη εξοικονόμηση σε χρήμα και ενέργεια, ενώ η άλλη μόνο σε ενέργεια και μετατρέπον το αρχικό ενεργοβόρο κτίριο σε κτίριο με σχεδόν μηδενικές ενεργειακές καταναλώσεις (κλάση A+).



Διάγραμμα 6.4: Χρόνος απόσβεσης επενδύσεων στο κτίριο παλαιάς μονοκατοικίας

6.2.3 Κτίριο Μονοκατοικίας κατά ΚΕΝΑΚ

Σενάριο εξοικονόμησης 1.

ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 5%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2017

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 5%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		8.840,00	-8.840,00	1,00	-8.840,00	-8.840,00
1	467,50	0,00	467,50	0,95	445,24	-8.372,50
2	467,50	0,00	467,50	0,91	424,04	-7.905,00
3	467,50	0,00	467,50	0,86	403,84	-7.437,50
4	467,50	0,00	467,50	0,82	384,61	-6.970,00
5	467,50	0,00	467,50	0,78	366,30	-6.502,50
6	467,50	0,00	467,50	0,75	348,86	-6.035,00
7	467,50	0,00	467,50	0,71	332,24	-5.567,50
8	467,50	0,00	467,50	0,68	316,42	-5.100,00
9	467,50	0,00	467,50	0,64	301,35	-4.632,50
10	467,50	0,00	467,50	0,61	287,00	-4.165,00
11	467,50	0,00	467,50	0,58	273,34	-3.697,50
12	467,50	0,00	467,50	0,56	260,32	-3.230,00
13	467,50	0,00	467,50	0,53	247,93	-2.762,50
14	467,50	0,00	467,50	0,51	236,12	-2.295,00
15	467,50	0,00	467,50	0,48	224,88	-1.827,50
16	467,50	0,00	467,50	0,46	214,17	-1.360,00
17	467,50	0,00	467,50	0,44	203,97	-892,50
18	467,50	0,00	467,50	0,42	194,26	-425,00
19	467,50	0,00	467,50	0,40	185,01	42,50
20	467,50	0,00	467,50	0,38	176,20	510,00
ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ					-3.013,92	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, με αυστηρά οικονομικούς όρους, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίησή της. Η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 18,91 έτη.

Σενάριο εξοικονόμησης 2.

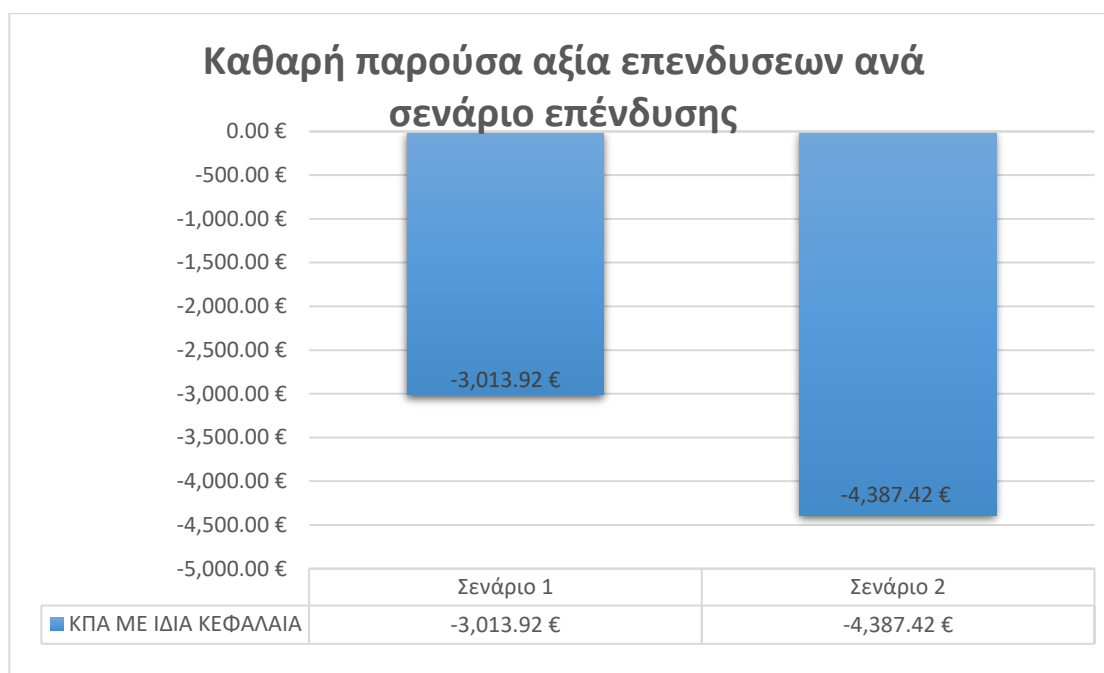
ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. Έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος κεφαλαίου είναι 5%
2. Το έτος 0 αντιστοιχεί στο σημερινό έτος 2017

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ						
ΕΤΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 5%	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ (ΑΘΡΟΙΣΜΑ) ΕΣΟΔΟ/ ΖΗΜΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
0		13.100,00	-13.100,00	1,00	-13.100,00	-13.100,00
1	699,12	0,00	699,12	0,95	665,83	-12.400,88
2	699,12	0,00	699,12	0,91	634,12	-11.701,76
3	699,12	0,00	699,12	0,86	603,93	-11.002,64
4	699,12	0,00	699,12	0,82	575,17	-10.303,52
5	699,12	0,00	699,12	0,78	547,78	-9.604,40
6	699,12	0,00	699,12	0,75	521,69	-8.905,28
7	699,12	0,00	699,12	0,71	496,85	-8.206,16
8	699,12	0,00	699,12	0,68	473,19	-7.507,04
9	699,12	0,00	699,12	0,64	450,66	-6.807,92
10	699,12	0,00	699,12	0,61	429,20	-6.108,80
11	699,12	0,00	699,12	0,58	408,76	-5.409,68
12	699,12	0,00	699,12	0,56	389,30	-4.710,56
13	699,12	0,00	699,12	0,53	370,76	-4.011,44
14	699,12	0,00	699,12	0,51	353,10	-3.312,32
15	699,12	0,00	699,12	0,48	336,29	-2.613,20
16	699,12	0,00	699,12	0,46	320,27	-1.914,08
17	699,12	0,00	699,12	0,44	305,02	-1.214,96
18	699,12	0,00	699,12	0,42	290,50	-515,84
19	699,12	0,00	699,12	0,40	276,67	183,28
20	699,12	0,00	699,12	0,38	263,49	882,40
ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ					-4.387,42	

Εφόσον η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι αρνητική, με αυστηρά οικονομικούς όρους, δεν αξίζει να προχωρήσει ο επενδυτής στην υλοποίησή της. Η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης (Αρχικό κόστος επένδυσης/ετήσια καθαρά κέρδη) ισούται με 18,94 έτη.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν γίνεται σύγκριση των σεναρίων εξοικονόμησης για το συγκεκριμένο κτίριο ως επενδύσεις:

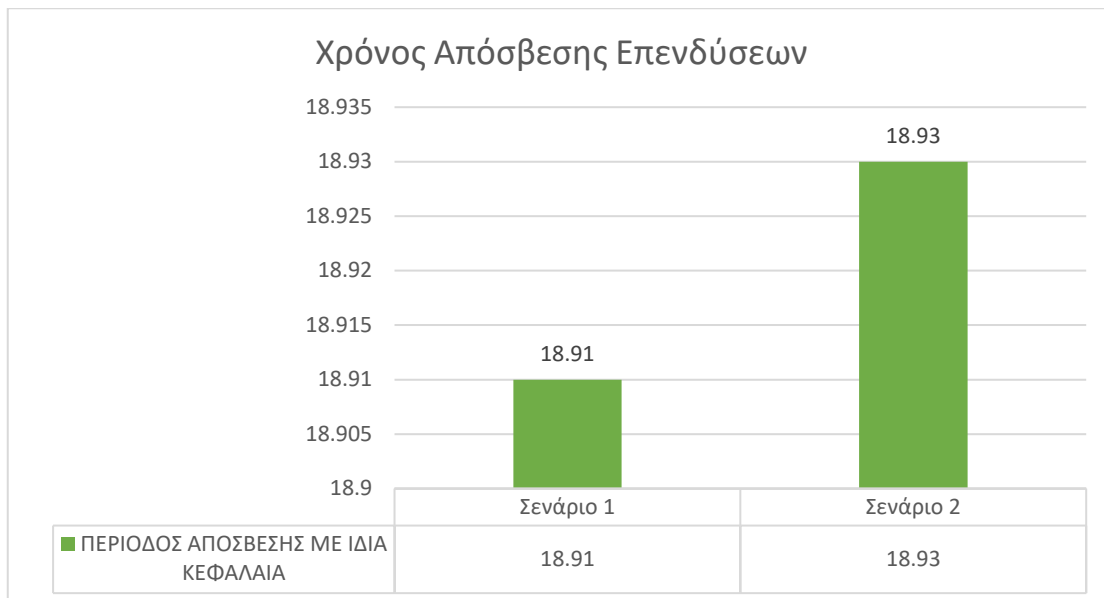


Διάγραμμα 6.5: Σύγκριση σεναρίων εξοικονόμησης μεζονέτας κατα ΚΕΝΑΚ

Με βάση το κριτήριο της ΚΠΑ παρατηρούμε ότι και τα δύο σενάρια εξοικονόμησης, ως επενδύσεις με αυστηρά οικονομικούς όρους δεν μπορούν να χαρακτηριστούν συμφέρουσες αφού η καθαρή παρούσα αξία και των δύο είναι αρνητική. Στην περίπτωση του σύγχρονου κτιρίου μονοκατοικίας που είναι κατασκευασμένο με βάση τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ, (Ενεργειακής κλάσης B) είδη το βασικό κτίριο έχει σχετικά χαμηλές καταναλώσεις για τα διάφορα φορτία, οπότε και τα περιθώρια εξοικονόμησης σε ενέργεια και χρήμα είναι πιο στενά σε σχέση με τα προηγούμενα παραδείγματα που το βασικό κτίριο ήταν ιδιαίτερα ενεργοβόρο.

Σε βάθος 20 ετών που είναι και ο χρόνος εξέτασης για τις επενδύσεις στην εξοικονόμηση, με βάση το διάγραμμα 6.2.3.2 παρατηρούμε πως οι ανωτέρω επενδύσεις οδηγούν σε επανείσπραξη του αρχικού κεφαλαίου οριακά πριν το τέλος του χρόνου των 20 ετών, δηλαδή περίπου στα 18-19 έτη. Παρατηρούμε ότι και στις δύο περιπτώσεις των επενδύσεων παρόλο που η κατοικία προσεγγίζει το κτίριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας και στην περίπτωση του σεναρίου 2 το επιτυγχάνει, το αρχικό κόστος επένδυσης είναι τόσο υψηλό σε σχέση με τα ετήσια κέρδη που καταστούν την επένδυση μεσοπρόθεσμα μη συμφέρουσα με βάση ιδιαίτερα το κριτήριο της ΚΠΑ.

Τα παραπάνω όμως σενάρια εξοικονόμησης επειδή αναφέρονται σε κτίριο μονοκατοικίας όπου στις περισσότερες περιπτώσεις ο υποψήφιος επενδυτής είναι και χρήστης του κτιρίου τα κριτήρια της λήψης απόφασης δεν θα πρέπει να είναι αμιγώς οικονομικά αλλά θα πρέπει να σταθμιστούν και άλλοι παράγοντες όπως η αειφορία, η προστασία του περιβάλλοντος, καθώς και το γεγονός πως το αρχικό κόστος έστω και με αργό ρυθμό θα αποπληρωθεί και ο ίδιος θα επανεισπράξει το αρχικό κεφάλαιο της επένδυσής του, ενώ το κτίριο θα έχει μετατραπεί σε κτίριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (Ενεργειακή κλάση A+).



Διάγραμμα 6.6. Χρόνος απόσβεσης επενδύσεων στο κτίριο μεζονέτας κατα ΚΕΝΑΚ

6.3 Γενικά συμπεράσματα – Ανακεφαλαίωση

Στην παρούσα εργασία έγινε αξιολόγηση επενδυτικών σεναρίων επεμβάσεων για την ενεργειακή αναβάθμιση τριών τύπων κτιρίων, σε υψηλότερης ενεργειακής απόδοσης. Ένα κτίριο παλιάς μονοκατοικίας, ένα κτίριο τριτογενούς τομέα κατασκευασμένο τη δεκαετία του 1990 και ένα σύγχρονο κτίριο κατοικίας κατασκευασμένο με βάση τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ. Τα σεναρία εξοικονόμησης αξιολογήθηκαν με βάση τη μέθοδο της ΚΠΑ και του χρόνου αποπληρωμής του αρχικού κεφαλαίου.

Σε όλων των τύπων τα κτίρια, η πρώτη επέμβαση ήταν η θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους στις περιπτώσεις που στο αρχικό κτίριο απουσίαζε, είτε λόγω παράβλεψης των κανονισμών είτε λόγω της παλαιότητας του καθώς έχει αποδειχθεί ότι είναι η επέμβαση με τη μεγαλύτερη απόδοση ιδιαίτερα στα κτίρια κατοικίας αφού επηρεάζει τα φορτία θέρμανσης και ψύξης που είναι τα σημαντικότερα σε αυτόν τον τύπο κτιρίου. Από τις διαθέσιμες τεχνολογίες στις περιπτώσεις κτιρίων κατοικίας έγινε αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης με λέβητες συμπύκνωσης υψηλού βαθμού απόδοσης και αντλίες θερμότητας υψηλού δείκτη αποδοτικότητας, είτε τοπικές είτε κεντρικές. Για την κάλυψη του φορτίου για παραγωγή ΖΝΧ εγκαταστάθηκαν ηλιακοί συλλέκτες οι οποίοι σε κάποιες περιπτώσεις συνέβαλλαν και στην κάλυψη μέρους του φορτίου θέρμανσης του κτιρίου. Επίσης, εγκαταστάθηκαν αυτοματισμοί ελέγχου των παραπάνω συστημάτων για την βελτίωση της λειτουργίας τους και την υψηλότερη αποδοτικότητα με βάση την παρουσία των χρηστών στους διάφορους χώρους. Στο κτίριο τριτογενούς τομέα εκτός των παραπάνω τεχνολογιών που εφαρμόστηκαν και σε αυτό τον τύπο, έγινε επίσης αλλαγή των υπάρχοντων λαμπτήρων με νέας τεχνολογίας και υψηλής απόδοσης, ενώ οι αυτοματισμοί επεκτάθηκαν και στο σύστημα φωτισμού.

Σε όλα τα σεναρία που προσέγγισαν το κτίριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB), για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια και την αυτοπαραγωγή,

εγκαταστάθηκαν φωτοβολταϊκά συστήματα ανάλογα του μεγέθους των φορτίων και των απαιτήσεων του εκάστοτε τύπου κτιρίου. Για την αξιολόγηση των σεναρίων ως επενδύσεις υπολογίστηκε το ετήσιο κέρδος από την εξοικονόμηση καυσίμου για το εκάστοτε σενάριο και έγινε σύγκριση με το αρχικό κόστος επένδυσης.

Οι επενδύσεις στην κατεύθυνση της εξοικονόμησης γενικότερα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το κόστος των ορυκτών συμβατικών καυσίμων που χρησιμοποιούνται σε παγκόσμιο επίπεδο. Για να μπορέσει η χρήση των ΑΠΕ και γενικότερα των τεχνολογικών εφαρμογών που οδηγούν σε κτίρια υψηλής ενεργειακής απόδοσης ή Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΣΜΚΕ) να εισχωρήσει συνολικά στο σχεδιασμό της κοινωνίας, είτε σε επίπεδο χώρας, είτε σε επίπεδο ενώσεων χωρών θα πρέπει να είναι ανταγωνιστική σε σχέση με την σημερινή αγορά των συμβατικών τεχνολογιών και καυσίμων. Στην περίπτωση των κτιρίων οι επενδύσεις στην εξοικονόμηση έχουν άμεση σχέση με την τιμή του πετρελαίου και του φυσικού αερίου που χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα κατά μεγάλο βαθμό για τη θέρμανσή τους. Επίσης, η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουν τα κτίρια στη χώρα μας προέρχεται κατά μεγάλο ποσοστό από την καύση ορυκτών καυσίμων στα διάφορα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια.

Στην παρούσα εργασία λάβαμε υπ' όψη στους υπολογισμούς του κόστους λειτουργίας των συστημάτων θέρμανσης με πετρέλαιο, την τιμή που διαμορφώθηκε την τελευταία τριετία. Η πτώση της τιμής του πετρελαίου όμως την τελευταία τριετία σε χαμηλά επίπεδα σε σύγκριση με τα προηγούμενα δέκα χρόνια πιθανόν να καθιστά ως ένα βαθμό πολλές συμβατικές εγκαταστάσεις πιο οικονομικές σε σχέση με νέες εγκαταστάσεις εξοικονόμησης με μεγάλο αρχικό κόστος κτήσης. Αυτό φάνηκε στα περισσότερα σενάρια εξοικονόμησης αυτής της εργασίας αφού το βασικό κτίριο χρησιμοποιούσε ως καύσιμο θέρμανσης το πετρέλαιο. Κατά μια έννοια με αυτόν τον τρόπο πριμοδοτήθηκαν ως προς το αποτέλεσμα, εγκαταστάσεις όπως οι συμβατικοί λέβητες και οι λέβητες συμπύκνωσης σε σχέση με τις αντλίες θερμότητας. Ιστορικά πάντως αναμένεται σταδιακή αύξηση της τιμής των ορυκτών καυσίμων τα επόμενα χρόνια γεγονός που θα ευνοήσει τις τεχνολογίες των ανανεώσιμων πηγών και θα γίνουν πιο ανταγωνιστικές στον κτιριακό τομέα.

Από την εφαρμογή των διάφορων διαθέσιμων τεχνολογικών εφαρμογών για την μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων στα σενάρια εξοικονόμησης που των κτίρια μελέτης οδηγηθήκαμε σε συμπεράσματα ως προς την αποδοτικότητα και την οικονομική βιωσιμότητά τους ως επενδύσεις.

Η χρήση των ηλιακών συλλεκτών σε κτίρια κατοικίας για παραγωγή ΖΝΧ σχεδόν εκμηδένισε το αντίστοιχο φορτίο για το εκάστοτε εξεταζόμενο κτίριο με σχετικά χαμηλό κόστος αρχικής επένδυσης καθιστώντας τη συγκεκριμένη επένδυση συμφέρουσα και απαραίτητα για κάθε κτίριο. Σε εφαρμογές όπου χρησιμοποιήθηκαν οι ηλιακοί συλλέκτες επικουρικά και για την κάλυψη φορτίων θέρμανσης έδειξαν να αποτελούν οριακά βιώσιμη λύση λόγω του χαμηλότερου βαθμού απόδοσής στους και του κόστους τους σε σχέση με αυτή την απόδοση.

Η εγκατάσταση λέβητα συμπύκνωσης σε αντίθεση με έναν συμβατικό λέβητα αποτελεί επένδυση συμφέρουσα στις περισσότερες περιπτώσεις μειώνοντας την κατανάλωση στη

θέρμανση με χαμηλό σχετικά αρχικό κόστος. Για να μειωθεί όμως αισθητά περισσότερο και η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων από το λέβητα, χρειάζεται εκτεταμένη χρήση ηλιακών συλλεκτών για ενίσχυση του συστήματος θέρμανσης. Το γεγονός αυτό καθιστά το σενάριο εξοικονόμησης ασύμφορο σε κάποιες περιπτώσεις. Οπότε ο υποψήφιος επενδυτής πιθανόν να προχωρήσει σε μερική βελτίωση της απόδοσης του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου του.

Η εγκατάσταση αντλιών θερμότητας σε μεσαία και μεγαλύτερα κτίρια και κυρίως σε αυτά των καταστημάτων-γραφείων, σε συνδυασμό με δίκτυο διανομής και τερματικές μονάδες τύπου Fan Coil δείχνει να υπερτερεί των εγκαταστάσεων των λεβήτων πετρελαίου. Πάντοτε όμως σε συνδυασμό με τη χρήση κάποιου φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη των απαιτούμενων ηλεκτρικών φορτίων. Αυτό οφείλεται και στο γεγονός ότι η αντλία θερμότητας παρά το αρχικό κόστος της, παράγει ψύξη και θέρμανση και στα κτίρια με εμπορική χρήση το φορτίο ψύξης είναι σημαντικότερο από το φορτίο θέρμανσης. Παρόλα αυτά διαδραματίζει σημαντικό ρόλο και το υπάρχον σύστημα που έχει ένα κτίριο πριν την επέμβαση και κατά πόσο θα πρέπει αυτό να μεταβληθεί από τις επεμβάσεις.

Η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δείχνει συμφέρουσα στις περισσότερες περιπτώσεις παρά το υψηλό αρχικό κόστος της αλλά και απαραίτητη για να προσεγγίσει ένα κτίριο την ενεργειακή κλάση A+. Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης αποπληρώνεται σε περίπτωση ιδιοκατανάλωσης ιδιαίτερα σε κτίρια τριτογενούς τομέα όπου τα ηλεκτρικά φορτία είναι αυξημένα. Ο KENAK με βάση τον οποίο έγιναν οι υπολογισμοί των καταναλώσεων δε λαμβάνει υπ' όψη το φορτίο φωτισμού στις κατοικίες, σε κάποια σενάρια η χρήση φωτοβολταϊκού συστήματος δείχνει να μην συμφέρει ως λύση. Αυτό φάνηκε στο κτίριο κατοικίας που είχε κατασκευαστεί αρχικά κατά KENAK όπου τα περιθώρια εξοικονόμησης ήταν εξ αρχής μειωμένα οπότε μια επένδυση με υψηλό αρχικό κόστος μπορεί να φαινόταν ασύμφορη αν δεν μπορεί να φανεί και να υπολογιστεί η εξοικονόμηση που πετυχαίνει σε φορτία που δεν προσμετρώνται από την ανάλυση (ηλεκτρικές συσκευές-φωτισμός στις κατοικίες). Επομένως, είναι κάτι το οποίο θα πρέπει να ελεγχθεί και να αξιολογηθεί με διαφορετική ανάλυση για τα κτίρια κατοικίας.

Σε κτίρια με μεγάλο φορτίο φωτισμού όπως αυτά των εμπορικών καταστημάτων και γραφείων, η αντικατάσταση συμβατικών λαμπτήρων ή λαμπτήρων φθορισμού με αντίστοιχης έντασης LED υψηλής όμως πυκνότητας φωτισμού, αποτελεί επέμβαση βιώσιμη οικονομικά η οποία αποπληρώνεται σχετικά σύντομα. Επίσης εγκαταστάσεις ρύθμισης της λειτουργίας του φωτισμού καθώς και εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού με ανιχνευτές κίνησης χώρων και άλλα έξυπνα συστήματα δείχνουν οικονομικά βιώσιμες στο χρόνο ζωής του κτιρίου, μειώνοντας κι αυτές σημαντικά το ενεργειακό αποτύπωμά του.

Κατά την αναβάθμιση του κτιρίου κατοικίας που ήταν αρχικά κατασκευασμένο με βάση τις ελάχιστες απαιτήσεις του KENAK σε κτίριο κατηγορίας A+ παρατηρήσαμε ότι τα σενάρια εξοικονόμησης δείχνουν ασύμφορα για έναν υποψήφιο επενδυτή. Σε αυτό το σημείο είναι που ο υποψήφιος επενδυτής θα πρέπει να λάβει υπόψη το χρόνο αποπληρωμής του αρχικού κεφαλαίου για να προχωρήσει σε μια επένδυση καθώς θα μειώσει εκ νέου το ενεργειακό αποτύπωμα της κατοικίας του χωρίς να έχει κάποια απώλεια κεφαλαίου. Το κεφάλαιο που θα επένδυε σε

εξοικονόμηση στην κατοικία του, ή στο κατάστημά του, σε άλλη περίπτωση πιθανόν να λήμναζε ως κατάθεση στην τράπεζα χωρίς να του αποφέρει κάποιο σημαντικό όφελος. Οπότε πιθανόν και να μην δίνει βέβαιη απάντηση για τη χρησιμότητα ή μη μιας τέτοιας επένδυσης η μέθοδος της ΚΠΑ θεωρώντας ως δεδομένο το κόστος κεφαλαίου 5% αλλά να παίζει σημαντικότερο ρόλο για τη λήψη της τελικής απόφασής του ένα σύνολο από παραμέτρους που αφορούν την εξοικονόμηση και τα παράπλευρα κέρδη που επιτυγχάνονται από αυτή και για τον ίδιο αλλά και συνολικά για την κοινωνία.

Τέλος, θα πρέπει να τονιστεί πως οι οικονομικές εξελίξεις πανευρωπαϊκά αλλά και στη χώρα μας, δείχνουν πως οι επενδύσεις στην εξοικονόμηση θα στηριχτούν μελλοντικά πιο έντονα με διάφορα χρηματοδοτικά εργαλεία. Η νομοθεσία που συζητείται και σταδιακά ψηφίζεται θα πριμοδοτήσει από πολλαπλές απόψεις τα κτίρια στα οποία θα εφαρμοστούν μεγάλες επεμβάσεις με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας καθιστώντας τις ανωτέρω επεμβάσεις ακόμα πιο συμφέρουσες προσεχώς.

Βιβλιογραφία:

- [1] Δημήτρης Αθανασίου , “Εθνική Ενεργειακή Πολιτική - Υφιστάμενη κατάσταση και προοπτικές” , ΕΣΔΔ Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2016.
- [2] Αμανατίδης Άνθιμος , “Εξοικονόμηση ενέργειας και κτίρια: Επισκόπηση εξελίξεων για τον τεχνικό κόσμο” , Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας – Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας, 2015.
- [3] Αθηνά Γ. Γαγλία , “Κατανάλωση Ενέργειας & δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας στα Ελληνικά κτίρια” , ASHRAE HELLENIC CHAPTER, 2012.
- [4] “Τεχνολογίες εξοικονόμησης Ενέργειας στα κτίρια” , Κέντρο ανανεώσιμων πηγών και εξοικονόμησης ενέργειας (ΚΑΠΕ), 2014.
- [5] “Εισαγωγή στον Τομέα της ενέργειας” , Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών - Θεματική Ενότητα ΔΕ1, 2012.
- [6] “Τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας” , Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών - Θεματική Ενότητα ΔΕ4, 2012.
- [7] Γεώργιος Παν. Ξυλιάς, “Πρότυπα Επιδεικτικά Έργα Αξιοποίησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Και Δράσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας Σε Σχολικά Κτίρια Του Δήμου Μοσχάτου-Ταύρου” , KGS Development, 2015.
- [8] “Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης” , Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας - Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, 2010.
- [9] “Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων” , Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας - Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, 2010.
- [10] “Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών” , Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας - Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, 2010.
- [11] “Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβητών & εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού” , Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010, 2010.
- [12] “Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων” , Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-5/2010, 2010.
- [13] “Lviv, Ukraine - Energy Management Systems in Public Buildings” , ESMAP EECI Good practices in cities, 2011.
- [14] <https://propertyawards.net/europe-2016/>
- [15] “ E3- Construction of A+ innovative apartments” , AXIACON, 2017.
- [16] Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων, 16 Δεκεμβρίου 2002.

- [17] Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων (αναδιατύπωση), 19 Μαΐου 2010.
- [18] Οδηγία 2006/32/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την Ενεργειακή Απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου, 5 Απριλίου 2006.
- [19] Οδηγία 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την Ενεργειακή Απόδοση, την τροποποίηση των οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και την κατάργηση των οδηγιών 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ, 25 Οκτωβρίου 2012.
- [20] “Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων- Κ.ΕΝ.Α.Κ ”, Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010, 2010.
- [21] “Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης (σύμφωνα με την παρ.2 του άρθρου 24 της οδηγίας 2012/27/ΕΕ)”, Κέντρο ανανεώσιμων πηγών και εξοικονόμησης ενέργειας (ΚΑΠΕ), 2014.
- [22] Duffie A. John, Beckman A. William, «Solar Engineering of Thermal Processes”. John Wiley & Sons, INC., Second edition, 1991.
- [23] Stefan Thomas, Energy efficiency on the international agenda - Driving climate goals, energy transition and national policies? – Renewable Energy & Efficiency Week 2016, Berlin, 2 November 2016.
- [24] N. Good, L. Zhang, A. Navarro-Espinosa, P. Mancarella, «High resolution modelling of multi-energy domestic demand profiles”, Elsevier, 2014
- [25] Αθανάσιος Α. Γραμματικόπουλος, “ Κτίρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης – Τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας – Επενδύσεις Πράσινης Επιχειρηματικότητας”, ΤΕΕ-ΤΚΜ, 2014.
- [26] Amélie Robert, Michaël Kummert, “Designing net-zero energy buildings for the future climate, not for the past”, 2011.
- [27] P. Mancarella, C. Gan, G. Strbac, “Evaluation of the impact of electric heat pumps and distributed CHP on LV networks”, In: IEEE Powertech, 2011.
- [28] Κωνσταντίνος Ελμασίδης , “Περιβαλλοντική Επιστήμη και Μηχανική II”, σημειώσεις μεταπτυχιακού προγράμματος «Περιβάλλον & Συμπεριφορά», Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 2012.
- [29] Κλειώ Ν. Αζαργλή, “Ενεργειακός σχεδιασμός και ενεργειακή απόδοση κτιρίων – Γενικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού”, Σεμινάριο ΤΕΕ «Ενεργειακός σχεδιασμός νέων και υφιστάμενων κτιρίων» , 2006.
- [30]. Σακκά Π. Αγγελική , “Ολιστική ενεργειακή θεώρηση κτιρίων”, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στις Περιβαλλοντικές Επιστήμες, 2014.
- [31] Α. Μοροπούλου , Κ. Λαμπρόπουλος , “Δομικά υλικά και Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια”, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο- Σχολή Χημικών Μηχανικών, 2013.