



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Δ.Π.Μ.Σ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ
2^η ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ :ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΡΕΙΝΩΝ
ΠΕΡΙΟΧΩΝ

«ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ. ΤΟ
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟΥ ΜΕΤΣΟΒΟΥ»



Καλλιόπη Μέτσιου
Μηχανικός Υλικών

Επιβλέπων: Δ. Καλιαμπάκος, Καθηγητής Ε.Μ.Π

Επιτροπή παρακολούθησης: Δ.Δαμίγος, Αν.Καθηγητής Ε.Μ.Π., Αθ,
Στέγου-Σαγιά, Καθηγήτρια Ε.Μ.Π

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζεται η δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια τριτογενούς τομέα των ορεινών περιοχών και ειδικότερα, στην περιοχή του Μετσόβου σε ένα κτίριο όπου στεγάζονται οι υπηρεσίες του δήμου καθώς και ένα τραπεζικό κατάστημα.

Λόγω της υφιστάμενης οικονομικής κατάστασης οι ορεινές περιοχές παρουσιάζουν μια τάση επανακατοίκησης, γεγονός που εντείνει το ενεργειακό ήδη υπάρχον πρόβλημα και σε συνδυασμό με την δύσκολη οικονομική κατάσταση γίνεται όλο εντονότερο το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας που αναφέρεται στην δυσκολία των νοικοκυριών στην κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. Έτσι, το ζήτημα της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της βελτίωσης του κτιριακού κελύφους των κατοικιών αποτελεί μέσω εξάλειψης της οικονομικής σπατάλης και εξασφάλισης της θερμικής άνεσης των κατοίκων εντός των κτιρίων.

Αρχικά παρουσιάζονται τα κατασκευαστικά στοιχεία του κτιρίου με σκοπό την ολοκληρωμένη αντίληψη του στοιχείου μελέτης μας. Σε επόμενο στάδιο γίνεται ανάλυση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του υπό μελέτη κτιρίου. Τέλος αφού έγινε καταγραφή όλων των παραπάνω προτάθηκαν σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας όπου αφορούσαν τη βελτίωση του κτιριακού κελύφους, τη βελτίωση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων καθώς και ο συνδυασμός τους.

Συμπερασματικά, η πλειοψηφία των κτιρίων στις ορεινές περιοχές χαρακτηρίζεται από εξαιρετική παλαιότητα και κάθε επέμβαση στο κέλυφος και στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα μπορεί να αποδώσει ιδιαίτερη εξοικονόμηση τόσο από ενεργειακής πλευράς όσο και από οικονομικής με την προϋπόθεση της διατήρησης της παραδοσιακής ταυτότητας των περιοχών αλλά και την όσο το δυνατόν ελάττωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

ABSTRACT

This diploma thesis examines the potential for energy savings in tertiary sector buildings in mountain areas and, in particular, on the area of Metsovo in a building where the municipality's services are housed and a bank branch.

Because of the current economic situation, mountainous regions have a tendency to reside, which intensifies the already existing energy problem and, in combination with the difficult economic situation, the phenomenon of energy poverty is becoming more pronounced, referring to the difficulty of households in meeting their energy needs. Thus, the issue of energy saving by improving the building shell of residences is crucial for eliminating the economic burden and increase the thermal comfort of the residents.

Initially, the components of the building are presented for understanding how the building under study is structured. At a later stage, the electromechanical systems of the building under study are analyzed. Finally, after recording all of the above, energy saving scenarios were proposed for improving of the building shell and the electromechanical systems.

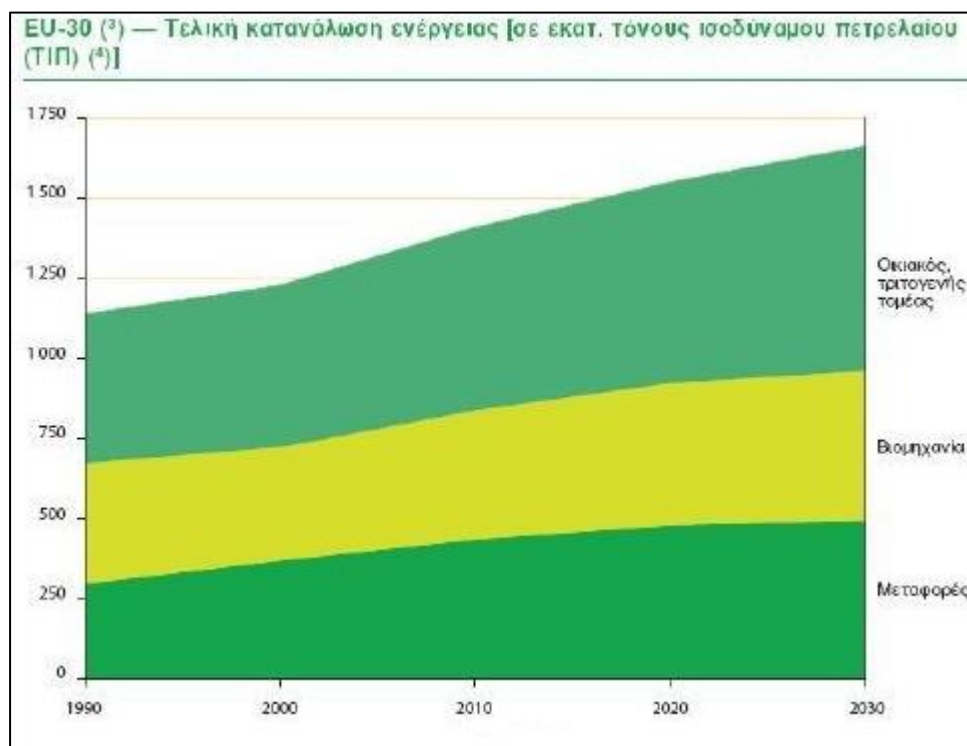
In conclusion, the majority of the buildings in the mountainous areas are old and their energy performance is low. Interventions in the building shell and in the electromechanical systems can provide considerable savings both from the energy and economic point of view, provided that the traditional identity of the areas is maintained.

1.Εισαγωγή

Η ανθρώπινη δραστηριότητα στον πλανήτη είναι εμφανής μέσω της καθημερινής πρόκλησης επιπτώσεων. Η εξάλειψη των φυσικών πόρων της γης και η καταστροφή του περιβάλλοντος καθιστούν αναγκαία την ανθρώπινη ενεργοποίηση με στόχο να σταματήσει αυτή η εξέλιξη. Ο σημαντικότερος παράγοντας μόλυνσης του πλανήτη είναι η παραγωγή ενέργειας μέσω ορυκτών καυσίμων, και ως συνέπεια το κλίμα του πλανήτη μας να γίνεται όλο και θερμότερο. Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC), οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου έχουν ήδη ανεβάσει τη θερμοκρασία κατά 0,6 βαθμούς παγκοσμίως. Εάν δεν ληφθούν μέτρα, θα σημειωθεί αύξηση κατά 1,4 έως 5,8 βαθμούς έως τα τέλη του αιώνα. Όλες οι περιοχές του κόσμου – συμπεριλαμβανομένης της ΕΕ – θα αντιμετωπίσουν σοβαρές συνέπειες, τόσο για τις οικονομίες τους όσο και για τα οικοσυστήματά τους [1].

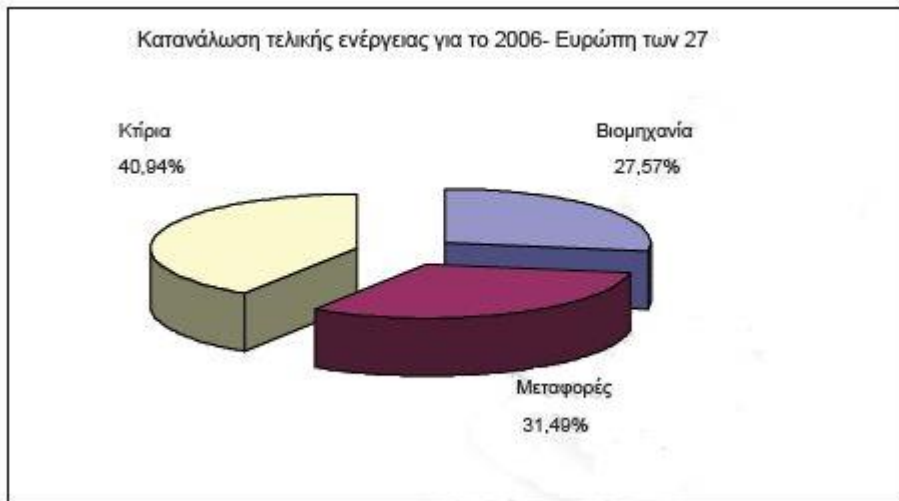
Στόχος της ευρωπαϊκής πολιτικής είναι η μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου κατά 20% μέχρι το 2020, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Για την επίτευξη του παραπάνω κεντρικού στρατηγικού στόχου, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προτείνει την επίτευξη τριών σχετιζόμενων στόχων. Αρχικά, βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20%, στην συνέχεια αύξηση του ποσοστού διείσδυσης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στο ενεργειακό μείγμα στο επίπεδο του 20% μέχρι το 2020 και τέλος αύξηση του ποσοστού των βιοκαυσίμων στις μεταφορές στο 20%. Για την προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και για την εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η στρέψη σε καθαρότερη παραγωγή και μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Οι βασικοί άξονες στους οποίους κινείται η ελληνική ενεργειακή πολιτική είναι η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως και η εξοικονόμηση της τελικής χρήσης ενέργειας. Όπως βλέπουμε στο

γράφημα 1 οι τομείς δραστηριότητας από τους οποίους καταναλώνεται ενέργεια είναι κατά κύριο λόγο τα κτίρια, οι μεταφορές και η βιομηχανία.



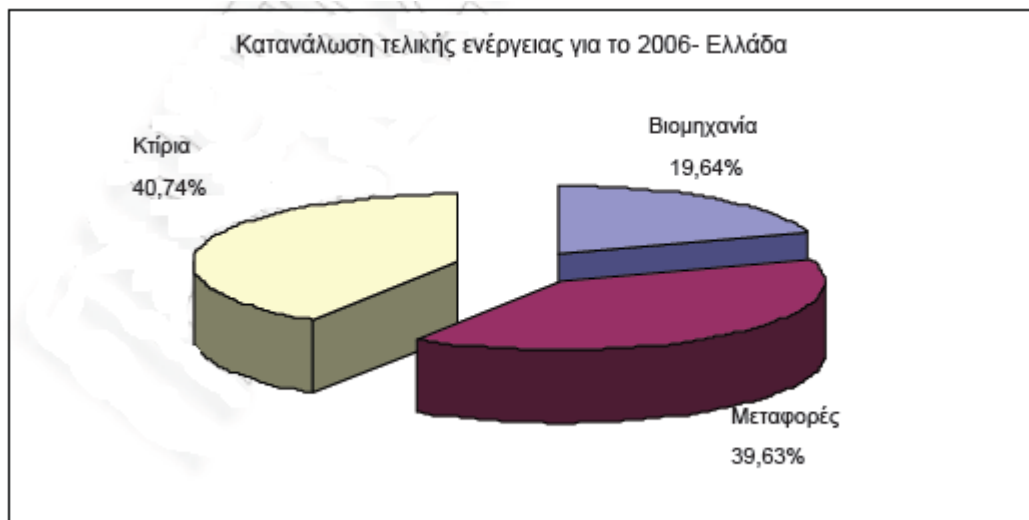
Γράφημα 1: Τελική κατανάλωση σε ΤΙΠ

Ειδικότερα, η λειτουργία των ενεργειακών συστημάτων κτιρίων καταναλώνει περίπου το 40% της ενέργειας και προκαλεί το 40% των συνολικών εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα το οποίο ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου στον πλανήτη. Έτσι, λοιπόν, η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας είναι αναγκαία στα ευρωπαϊκά κτίρια του οικιακού και τριτογενούς τομέα. Όπως βλέπουμε, στο γράφημα 2 σε μικρότερο ποσοστό ακολουθούν οι μεταφορές όπου καταναλώνουν περίπου το 32% , ενώ η βιομηχανία το 28% της ενέργειας σε Ευρωπαϊκό επίπεδο σύμφωνα με πηγή της eurostat για το 2006.



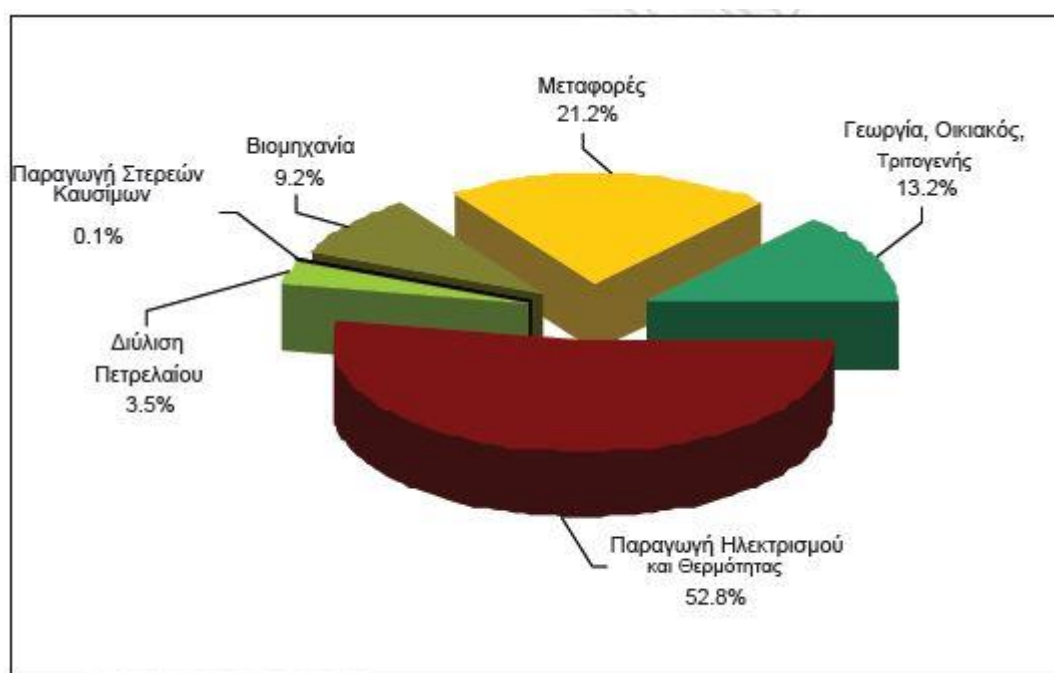
Γράφημα 2: Κατανάλωση τελικής ενέργειας για το 2006

Στην Ελλάδα η κατανάλωση τελικής ενέργειας στα κτίρια κατοικιών και τριτογενούς τομέα είναι περίπου ίδια με την ευρωπαϊκή, 40,74% σύμφωνα με την ίδια πηγή. Σε σύγκριση με τους άλλους τομείς δραστηριότητας όπως παρατηρούμε στο γράφημα 3 ο τομέας των κτιρίων καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό ενώ ακολουθούν οι μεταφορές με περίπου 39,63% και τέλος η βιομηχανία με ποσοστό 19,64%.



Γράφημα 3: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά κατηγορία για το 2006

Στο γράφημα 4 παρουσιάζεται το ποσοστό εκπομπής CO₂ ανάλογα με το είδος των δραστηριοτήτων που συνδέονται με την καύση ορυκτών καυσίμων. Έτσι το 52,8% προέρχεται από την ηλεκτροπαραγωγή, το 21,2% από τις μεταφορές το 13,2% από τα κτίρια και το 3,4% από τα διυλιστήρια.



Γράφημα 4: Ποσοστό εκπομπής CO₂ ανάλογη του είδους δραστηριότητας [2]

Η σωστή διαχείριση της ενέργειας στο στάδιο των τελικών της χρήσεων αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες με σκοπό την βιώσιμη ανάπτυξη από περιβαλλοντική, οικονομική και αναπτυξιακή άποψη, όπως έχει εκφραστεί με την Πράσινη Βίβλο για την Ασφάλεια του Ενεργειακού Εφοδιασμού (2000) αλλά και ειδικότερα με την Πράσινη Βίβλο για την Ενεργειακή Απόδοση (2005). Λαμβάνει ενεργά μέρος, επίσης, στο σχεδιασμό δράσεων, προωθώντας παράλληλα πολιτικές σε συνεργασία και με άλλα κράτη εκτός ΕΕ σε μια προσπάθεια κοινή για τη διατήρηση του περιβάλλοντος και την προστασία του. Η αρχή πραγματοποιήθηκε τον Ιούνιο του 1992 στο Ρίο της Βραζιλίας στη Διάσκεψη για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (UNCED), όπου

υπογράφεται από 178 κράτη μέλη του ΟΗΕ η “Agenda 21”, σε μια προσπάθεια να βρεθούν λύσεις σε αναπτυξιακά και περιβαλλοντικά προβλήματα του 21ου αιώνα. Μέσα στο κείμενο της “Agenda 21” εκτός των άλλων γίνεται λόγος για την αειφόρο δόμηση και την παροχή κατοικίας μέσω υιοθέτησης προτύπων και ρυθμιστικών μέτρων, που θα προωθήσουν την αύξηση της χρήσης των αποδοτικών ενεργειακά σχεδίων και τεχνολογιών.

Ο κτιριακός τομέας στην Ευρώπη αποτελεί τα τελευταία τουλάχιστον χρόνια τη σημαντικότερη πηγή κατανάλωσης ενέργειας αλλά και τη σημαντικότερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Ευθύνεται, λοιπόν, για το 40% περίπου της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και για το 40% των συνολικών εκπομπών CO₂. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχοντας θέσει σε προτεραιότητα την αναγκαιότητα λήψης μέτρων στον κτιριακό τομέα, ήδη από το 1993 με την οδηγία SAVE 93/76/ΕΟΚ, έχει επιτάξει την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στα κράτη-μέλη. Παράλληλα με το πρωτόκολλο του Κιότο (1997) για την Κλιματική Αλλαγή, την Ενέργεια και το Περιβάλλον, η Ευρωπαϊκή Ένωση δεσμεύτηκε εκτός των άλλων να παρουσιάσει για την περίοδο 2008-2012 μείωση κατά 8% των εκπομπών των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου σε σχέση με αυτές του 1990.

Το θέμα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς η αύξηση των τιμών του πετρελαίου και η οικονομική κρίση επαναφέρουν την ανάγκη για απεξάρτηση από συμβατικά καύσιμα, μειώνοντας τις ενεργειακές απαιτήσεις και αυξάνοντας τη συνεισφορά της χρήσης ΑΠΕ. Έτσι η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί απόλυτη προτεραιότητα και ρητή απαίτηση της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Στη συνέχεια ακολουθούν συνοπτικά οι ευρωπαϊκές οδηγίες που έχουν εκδοθεί τα τελευταία χρόνια για την εξοικονόμηση ενέργειας, την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων και γενικότερα οδηγίες με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος.

- Οδηγία 93/76/ΕΟΚ για τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (SAVE).
- Οδηγία 2001/77/ΕΚ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.
- Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.
- Οδηγία 2003/30/ΕΚ σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές.
- Οδηγία 2003/87/ΕΚ σχετικά με τη θέσπιση συστήματος για την εμπορία των δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα και την (τροποποίηση της οδηγίας 96/61/ΕΚ).
- Οδηγία 2004/8/ΕΚ για την προώθηση της χρήσης συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.
- Οδηγία 2006/32/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες (κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ).
- Οδηγία 2009/28/ΕΚ σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (τροποποίηση και συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ).

- Οδηγία 2009/29/EK για τη βελτίωση και την επέκταση του συστήματος εμπορίας διακιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου της κοινότητας (τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/EK).
- Οδηγία 2009/33/EK σχετικά με την προώθηση καθαρών και ενεργειακά αποδοτικών οχημάτων οδικών μεταφορών.
- Οδηγία 2009/125/EK για τον οικολογικό σχεδιασμό (eco-design), όσον αφορά στα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα.
- Οδηγία 2010/30/EE για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας και λοιπών πόρων από τα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα (energy labeling, αναδιατύπωση 92/75/EK).
- Οδηγία 2010/31/EE για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων - αναδιατύπωση της 2002/91/EK (EPBD).
- Οδηγία 2012/27/EE για την ενεργειακή απόδοση (τροποποίηση των οδηγιών 2009/125/EK και 2010/30/EE και την κατάργηση των οδηγιών 2004/8/EK και 2006/32/EK)

Οι οδηγίες της ΕΕ που αφορούν στον κτιριακό τομέα αναλύονται στη συνέχεια:

- Οδηγία 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 13ης Σεπτεμβρίου 1993 για περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (SAVE)

Στόχος της ήταν να διατηρήσει την ανώτερη ποιότητα του περιβάλλοντος και να εξασφαλίσει ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων με λήψη μέτρων προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και να προωθηθεί η ορθολογική χρήση της ενέργειας. Για να επιτευχθεί ο στόχος θεσπίζονται οι ακόλουθες απαιτήσεις από τα κράτη μέλη:

- 1) ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων
- 2) τιμολόγηση των δαπανών θέρμανσης, κλιματισμού και θερμού ύδατος με βάση την πραγματική κατανάλωση
- 3) χρηματοδότηση εκ μέρους τρίτων των επενδύσεων για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στο δημόσιο τομέα
- 4) θερμομόνωση των νέων κτιρίων
- 5) περιοδική επιθεώρηση των λεβήτων
- 6) ενεργειακές επιθεωρήσεις των πολύ ενεργοβόρων επιχειρήσεων.

- Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Δεκεμβρίου 2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Η παραπάνω οδηγία 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.

Η οδηγία έχει ως βάση τα ακόλουθα στοιχεία:

- 1) Μία κοινή μεθοδολογία για τον ολοκληρωμένο υπολογισμό της 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.

2) Καθορισμός ελάχιστων ορίων ενεργειακής απόδοσης για νέα κτίρια και υφιστάμενα κτίρια, σε περίπτωση που υποβάλλονται σε μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση.

3) Θέσπιση συστημάτων πιστοποίησης ενεργειακής απόδοσης για νέα και υφιστάμενα κτίρια και, σε δημόσια κτίρια, τοιχοκόλληση των πιστοποιητικών και άλλων σχετικών πληροφοριών.

4) 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 παραπάνω οδηγία, τα πιστοποιητικά θα 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 σε ζεστό νερό χρήσης 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 αφενός σχετικά με την αλλαγή του κλίματος (υποχρεώσεις βάσει του Πρωτοκόλλου του Κιότο) και αφετέρου με την ασφάλεια του εφοδιασμού

(Πράσινη Βίβλος για την ασφάλεια του εφοδιασμού). Η Κοινότητα εξαρτάται με αυξανόμενο ρυθμό από εξωτερικές πηγές ενέργειας και έτσι 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.

- Οδηγία 2006/32/ΕΕ της 5ης Απριλίου 2006 για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες (κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ)

Η οδηγία αυτή ακυρώνει την προηγούμενη (93/76/ΕΟΚ) με σκοπό να ενισχυθεί η οικονομικά αποτελεσματική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση στα κράτη μέλη με τους παρακάτω τρόπους:

1) Θέτει μέτρα, κίνητρα, οικονομικά και νομικά πλαίσια έτσι ώστε να καταργηθούν τα εμπόδια και οι ατέλειες που εμποδίζουν την αποτελεσματική χρήση της ενέργειας.

2) Δημιουργεί συνθήκες προς ανάπτυξη και προώθηση των υπηρεσιών ενέργειας, με σκοπό την εφαρμογή προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας και άλλων μέτρων που συντελούν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

Η οδηγία θεσπίζει για τα κράτη μέλη, μεταξύ άλλων και τις εξής απαιτήσεις:

1. Λήψη μέτρων με στόχο την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας 9% για το ένατο έτος εφαρμογής της εφαρμογής της οδηγίας
2. Σύσταση ανεξάρτητων δημόσιων οργανισμών, οι οποίοι θα είναι υπεύθυνοι για την παρακολούθηση της προόδου.
3. Βελτίωση ενεργειακής απόδοσης στο δημόσιο τομέα με τα αποδοτικότερα μέσα στο συντομότερο δυνατό χρόνο, ώστε να ρόλος του να είναι υποδειγματικός.
4. Εξασφάλιση ότι η χρέωση στο λογαριασμό των καταναλωτών θα γίνεται με βάση την πραγματική κατανάλωση ενέργειας, ενώ θα περιλαμβάνονται σε αυτόν όλες οι απαραίτητες πληροφορίες ώστε να έχουν πλήρη εικόνα του ενεργειακού τους κόστους.
5. Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19ης Μαΐου 2010, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση της 2002/91/ΕΚ)

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

1) 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 χρήσης, τις εγκαταστάσεις φωτισμού, τις εσωτερικές κλιματικές συνθήκες, τη θετική επίδραση της ηλιοφάνειας, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΣΗΘ κ.ά.

2) 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.

Αξίζει να σημειωθεί ότι 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.

3) Κατάρτιση εθνικών σχεδίων που θα περιλαμβάνουν 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.

4) 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 και εμφανή για το κοινό θέση.

5) Τακτική επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού των κτιρίων.

6) Θέσπιση ανεξάρτητων συστημάτων ελέγχου για τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης και τις εκθέσεις επιθεώρησης.

Ένας πολύ σημαντικός στόχος της οδηγίας αυτής είναι τα κτίρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης. Από τις 31 Δεκεμβρίου 2020 και μετά, όλα τα νέα κτίρια πρέπει να έχουν σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας συμβατικών ενεργειακών πηγών, ενώ τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους πρέπει να πληρούν τα ίδια κριτήρια από τις 31 Δεκεμβρίου 2018.

- Οδηγία 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 22 Νοεμβρίου 2012, για την ενεργειακή απόδοση.

Η πιο πρόσφατη αυτή οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενεργειακή απόδοση θέτει ένα κοινό πλαίσιο μέτρων για την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης εντός της Κοινότητας, ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της εξοικονόμησης κατά 20% μέχρι το 2020 και η κατανάλωση της ενέργειας να μην υπερβαίνει τους 1.474 εκατομμύρια Ισοδύναμους Τόνους Πετρελαίου πρωτογενούς ενέργειας ή τους 1.078 εκατομμύρια Ισοδύναμους Τόνους Πετρελαίου τελικής ενέργειας.

Δηλαδή μεταξύ άλλων τα κράτη-μέλη αναλαμβάνουν τις παρακάτω δεσμεύσεις:

1. Δημοσίευση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την ανακαίνιση του εθνικού κτιριακού αποθέματος, η οποία να περιλαμβάνει αρχικά ανασκόπηση του εθνικού κτιριακού αποθέματος (βάσει στατιστικής δειγματοληψίας) έπειτα εξεύρεση οικονομικώς αποδοτικών προσεγγίσεων για τις ανακαινίσεις ανάλογα με το είδος κτιρίου και την κλιματική ζώνη και τέλος πολιτικές και μέτρα για την τόνωση οικονομικώς αποδοτικών ριζικών ανακαινίσεων κτιρίων και εκτίμηση της αναμενόμενης εξοικονόμησης ενέργειας.
2. Ανακαίνιση των δημοσίων κτιρίων που έχουν επιφάνεια άνω των 500 m² σε ποσοστό τουλάχιστον 3% της συνολικής τους επιφάνειας.
3. Προώθηση ενεργειακών ελέγχων, οι οποίοι θα διενεργούνται από ειδικευμένους ανεξάρτητους εμπειρογνώμονες
4. Εγκατάσταση μετρητών ενέργειας (ηλεκτρισμού, φυσικού αερίου, τηλεθέρμανσης και ζεστού νερού) που θα αντικατοπτρίζουν την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση.
5. Διασφάλιση ακριβούς πληροφόρησης τιμολόγησης σε όλα τα στάδια (διανομείς, διαχειριστές διανομής και εταιρείες λιανικής πώλησης ενέργειας).
6. Προώθηση μέτρων για την αποδοτική χρήση ενέργειας από τους καταναλωτές, όπως φορολογικά κίνητρα, χρηματοδότηση, δανεισμός, επιδοτήσεις κ.ά.

1.1 Νομοθεσία σε εθνικό επίπεδο

Η αρχή της έννοιας ενεργειακή οικονομία έγινε πρώτη φορά με το νόμο-πλαίσιο Ν.40/75 περί «Λήψεως μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας».

Ανάλογο θέμα δεν υπήρξε ποτέ ξανά στην ελληνική νομοθεσία και ως εκ τούτου καμία νομοθετική ρύθμιση δε μπορούσε να την «επικαλεστεί». Στη διάρκεια των ετών που ακολούθησαν θεσπίστηκε μια σειρά νόμων και κανονισμών με κατεύθυνση την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος όπως παρουσιάζονται χρονολογικά στην συνέχεια:

- 1975 – Ν.40/75 (Νόμος-Πλαίσιο) περί «Λήψεως μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας»
- 1979 – «Κανονισμός για τη Θερμομόνωση των Κτιρίων» (ΚΘΚ)
- 1985 – Άρθρο 26 του Ν.1577/85 «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός» (ΓΟΚ-2000)
- 1985 - Άρθρο 26 του Ν.1577/85 «Κίνητρα Εξοικονόμησης Ενέργειας»
- 1986 - Νόμος 1650/86 για την προστασία του περιβάλλοντος
- 1989 – Υ.Α. 3046/304 «Κτιριοδομικός Κανονισμός»
- 1992 – Ν.2052/92 περί «Μέτρων για την καταπολέμηση του αστικού νέφους»
- 1993 – Οδηγία 93/76/ΕΟΚ (SAVE) για τον «Περιορισμό των εκπομπών CO₂ μέσω της βελτίωσης Ενεργειακής Απόδοσης»
- 1995 – Σχέδιο Δράσης «Ενέργεια 2001» του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- 1995 – «Κανονισμός Κατανομής Δαπανών Θέρμανσης»
- 1998 – Εναρμόνιση Κοινοτικής Οδηγίας SAVE (21475/4707 ΚΥΑ-ΦΕΚ880B/19-8-98) για τον «Περιορισμό των εκπομπών CO₂ με το

καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων» - Άρθρο 4: Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.

- 1999 – Υ.Α. 11038 «ΔΑΚ Κανονισμός Ενεργειακών Επιθεωρήσεων»
- 2001 – Στρατηγική Εξοικονόμησης στα κτίρια: Σχέδιο Δράσης «Ενέργεια 2001»
- 2001 – Ν.2831/00 – Τροποποίηση του ΓΟΚ (Ν.1577/85)- ΕΞΕ/ΑΠΕ
- 2002 – Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων»
- 2005-2006 – Επιτροπή εμπειρογνομόνων ΥΠΑΝ (Απόρριψη σχεδίου ΚΟΧΕΕ και αντικατάσταση με ΚΕΝΑΚ, Σχέδιο Μητρώου Ενεργειακών Επιθεωρητών)
- Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων

Η πρώτη συγκροτημένη προσπάθεια της Ελλάδας για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα εμφανίστηκε το 1979 με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (ΦΕΚ 362Δ/1979). Πρόκειται για έναν κανονισμό που εφαρμοζόταν υποχρεωτικά από το 1979 μέχρι το 2010, χωρίς καμία απολύτως τροποποίηση, οπότε και αντικαταστάθηκε από τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ). Από τότε και μετά η θερμική προστασία των κατασκευών έγινε απαραίτητη για μελετητές και κατασκευαστές και η μελέτη θερμομόνωσης αποτελούσε αναπόσπαστο κομμάτι κάθε οικοδομικής άδειας.

Ο κανονισμός καθόριζε τις απαιτήσεις για τη μόνωση του κτιρίων και όριζε:

- Τις θερμοκρασιακές τιμές του εσωτερικού χώρου και προτεινόμενες τιμές ανά είδος κτιρίου,
- το ανώτερο όριο του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας για τα δομικά στοιχεία του κτιρίου,
- τα ανώτερα όρια των θερμικών απωλειών λόγω αερισμού,
- υποδείξεις με σκοπό τη βέλτιστη εφαρμογή της θερμομόνωσης εξωτερικά των δομικών στοιχείων για εκμετάλλευση της θερμικής τους μάζας σε στην περίπτωση των κτιρίων που χρησιμοποιούνται συνεχώς, και εσωτερικά των δομικών στοιχείων στην περίπτωση των κτιρίων που χρησιμοποιούνται προσωρινά και στα οποία η χρήση τους απαιτούσε γρήγορη θέρμανση ή ψύξη του χώρου,
- υποδείξεις για την αποφυγή σχηματισμού υδρατμών και υγρασίας στα δομικά στοιχεία δηλαδή αποφυγή θερμογεφυρών.

Ο κανονισμός εφαρμοζόταν για κάθε οικοδομή προοριζόμενη για κατοικία ή παραμονή ατόμων προς άσκηση οποιασδήποτε δραστηριότητας εξαιρούμενων των κτιρίων για χρήση αποθήκης, ενώ δεν διατύπωνε απαιτήσεις για τα υφιστάμενα κτίρια. Κύριος στόχος του κανονισμού ήταν η μείωση των απωλειών θερμότητας από το κτιριακό κέλυφος, έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι απαιτήσεις θέρμανσης του κτιρίου και να εξασφαλίζεται:

- Υγιεινή και ευχάριστη διαμονή των ενοίκων
- Ορθολογική κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση και τον κλιματισμό των χώρων
- Οικονομία στις δαπάνες κατασκευής της εγκατάστασης θέρμανσης
- Μικρότερη ρύπανση του περιβάλλοντος από τα καυσαέρια

1.2 Κανονισμός ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας (ΚΟΧΕΕ)

Η συνέχεια, στα πλαίσια της εθνικής νομοθεσίας για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια και σε συμμόρφωση με την Οδηγία SAVE 93/76/ΕΟΚ, δόθηκε με την έκδοση της Κοινής Υπουργικής Απόφασης 21475/4707/98 (ΦΕΚ 880Β) σχετικά με «τον περιορισμό των εκπομπών CO₂ με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων», και ειδικότερα, με το Άρθρο 4 της ΚΥ, όπου θεσπίστηκε νέος Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ).

Ο ΚΟΧΕΕ, ο οποίος δεν εφαρμόστηκε ποτέ, είχε ως πεδίο εφαρμογής όλα τα νεοανεγερμένα κτίρια για την μελέτη και κατασκευή τους, και τα υφιστάμενα κτίρια για τη μελέτη των αναγκαίων επεμβάσεων για την βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης. Επέβαλε αρχικά την ενεργειακή μελέτη του κτιρίου, η οποία θα εξέταζε με πρότυπη μέθοδο τις ενεργειακές ανάγκες ενός κτιρίου για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας δεν έπρεπε να υπερβαίνει ανώτατα επιτρεπόμενα όρια ανά περιοχή και ανά κτιριακή χρήση, με κριτήριο την θερμική και οπτική άνεση των κατοίκων. Επίσης, η ενεργειακή μελέτη θα μπορούσε να υποδεικνύει τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης ΑΠΕ για το υπό μελέτη κτίριο. Στην συνέχεια περιέγραφε τον τρόπο διενέργειας της Ενεργειακής Επιθεώρησης, μια διαδικασία καταγραφής της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός υφιστάμενου κτιρίου για την πιστοποίηση της ενεργειακής του απόδοσης, ενώ παράλληλα αναλύονταν οι παράγοντες που την επηρεάζουν και προτεινόταν μέτρα για τη βελτίωση της. Έπειτα τα αποτελέσματα της

ενεργειακής μελέτης, οι δείκτες ενεργειακής απόδοσης και τα λοιπά ενεργειακά χαρακτηριστικά του κτιρίου θα παρουσιάζονταν σε ειδικό έντυπο, το Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας (ΔΕΤΑ). Το ΔΕΤΑ θα αποτελούσε αναπόσπαστο στοιχείο της οικοδομικής άδειας του κτιρίου και θα ήταν απαραίτητο σε όλες τις δικαιοπραξίες που καταρτίζονται για το ακίνητο. Τέλος, με βάση το έντυπο ΔΕΤΑ και την ενεργειακή πιστοποίηση θα γινόταν η ενεργειακή βαθμονόμηση του κτιρίου, δηλαδή η κατάταξη του σε μια ενεργειακή κατηγορία ανάλογα με την ενεργειακή του απόδοση.

Οι στόχοι του ΚΟΧΕΕ ήταν:

α) Η εξοικονόμηση της συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης, με συγκεκριμένους κανόνες και διατάξεις που περιορίζουν τις ενεργειακές ανάγκες.

β) Η αντικατάσταση της συμβατικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την κάλυψη μέρους ή ακόμη καλύτερα του συνόλου των αναγκών σε ενέργεια στα κτίρια σε συνδυασμό με εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

γ) Η εξασφάλιση υγιεινής και άνετης διαβίωσης των ενοίκων του κτιρίου με διατήρηση των επιπέδων θερμικής και οπτικής άνεσης, καθώς και καλής ποιότητας του εσωτερικού αέρα.

δ) Η οικονομία στο κόστος κατασκευής και λειτουργίας των εγκαταστάσεων θέρμανσης - κλιματισμού.

Το Υπουργείο Ανάπτυξης μαζί με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είχαν ολοκληρώσει από το 2002 τον ΚΟΧΕΕ, με σκοπό τη χρήση του για αντικατάσταση το 2006 του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων του 1979, που ίσχυε μέχρι τότε. Σε συνδυασμό με τα παραπάνω

μέτρα κατατέθηκε στις 19 Μαΐου 2008 στην Ελληνική Βουλή το σχέδιο νόμου (Ν.3661/2008) «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων».

1.2.1 Νόμος 3661/2008 (ΦΕΚ 89/Α/2010) "Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις"

Η Ελλάδα ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης συμμετέχει και αυτή στην αναβάθμιση του κτιριακού τομέα με σκοπό τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης. Ο Νόμος 3661/2008 (ΦΕΚ 89/Α/2010) για τα "Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις" αποτελεί το βασικό θεσμικό πλαίσιο για τη μεταφορά της Οδηγίας 2002/91/ΕΚ για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων σε εθνικό επίπεδο. Ενσωματώνει όλες τις διατάξεις της Οδηγίας και προβλέπει την έκδοση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων.

Σύμφωνα με τον νόμο 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις» (Φ.Ε.Κ. Α 89), όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με το άρθρο 10 του νόμου 3851/2010, η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική για όλα τα νέα ή ριζικώς ανακαινιζόμενα κτίρια. Από την υποχρέωση εκπόνησης μελέτης ενεργειακής απόδοσης όμως εξαιρούνται οι ακόλουθες κατηγορίες κτιρίων:

- Κτίρια καθώς και μνημεία προστατευόμενα από το νόμο ως μέρος συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή προστατευόμενα λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής σημασίας τους, μόνο αν η συμμόρφωση προς τις απαιτήσεις του παρόντος νόμου θα αλλοίωνε, το χαρακτήρα ή την εμφάνισή τους. Σύμφωνα με την εγκύκλιο 2279/22.12.2010, ως κτίρια και μνημεία που προστατεύονται από το νόμο ως μέρος συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή λόγω της ιδιαίτερης

αρχιτεκτονικής ή ιστορικής τους αξίας νοούνται και τα διατηρητέα κτίρια. Στην περίπτωση παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης των άνω κτιρίων, αυτές πρέπει να γίνονται κατόπιν έγκρισης του αρμόδιου φορέα προστασίας τους και εφαρμόζονται οι διατάξεις του Κ.Εν.Α.Κ. στο βαθμό που δεν παραβιάζονται οι ειδικοί όροι και οι μορφολογικοί περιορισμοί που διέπουν το προστατευόμενο κτίριο ή περιοχή και τους οποίους επιβάλλουν οι διοικητικές πράξεις προστασίας.

- Κτίρια χρησιμοποιούμενα ως χώροι λατρείας ή θρησκευτικών δραστηριοτήτων. Εξακολουθεί, όμως, να ισχύει η υποχρέωση ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. και των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. στην περίπτωση που σε κτίρια αυτής της κατηγορίας υπάρχουν λειτουργικά ανεξάρτητοι και αυτόνομοι χώροι με επιφάνεια μεγαλύτερη των 50m², ενταγμένοι ή μη στην κτιριακή μονάδα, οι οποίοι έχουν χρήση που δεν εξαιρείται από την εφαρμογή του κανονισμού, όπως χώροι γραφείων, συνάθροισης κοινού, εμπορίου κ.τ.λ., τότε εκπονείται υποχρεωτικά μελέτη ενεργειακής απόδοσης μόνο για τους συγκεκριμένους χώρους.
- Μη μόνιμα κτίρια των οποίων η διάρκεια της χρήσης τους, με βάση το σχεδιασμό τους, δεν υπερβαίνει τα δύο (2) έτη.
- Κτίρια βιομηχανικών και βιοτεχνικών εγκαταστάσεων, εργαστήρια, αποθήκες, χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων, πρατήρια υγρών καυσίμων, κτίρια αγροτικών χρήσεων εξαιρούμενων των κατοικιών με χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις, τα οποία χρησιμοποιούνται από τομέα καλυπτόμενο από σχετική εθνική συμφωνία που αφορά στην ενεργειακή απόδοση κτιρίων. Στην περίπτωση όμως που σε κτίρια

αυτής της κατηγορίας υπάρχουν λειτουργικά ανεξάρτητοι και αυτόνομοι χώροι, ενταγμένοι ή μη στην κτιριακή μονάδα, οι οποίοι έχουν χρήση που δεν εξαιρείται από την εφαρμογή του κανονισμού, όπως χώροι γραφείων, συνάθροισης κοινού, εμπορίου, κ.τ.λ., τότε εκπονείται υποχρεωτικά μελέτης ενεργειακής απόδοσης μόνο για τους συγκεκριμένους χώρους [3].

1.3 Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ)

Με σκοπό τον ολοκληρωμένο ενεργειακά σχεδιασμό των κτιρίων ήρθε στο προσκήνιο η ανάγκη για βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης τους με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος. Έτσι λοιπόν ξεκίνησε η θεσμοθέτηση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), 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 Κ.Εν.Α.Κ. είναι η πρώτη ολοκληρωμένη προσπάθεια από ελληνικής πλευράς με σκοπό τον καθορισμό όλων των παραμέτρων που επιδρούν στην ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου.

Στόχος της εγκυκλίου είναι η μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό, φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης με την ταυτόχρονη διασφάλιση συνθηκών άνεσης στους εσωτερικού χώρους των κτιρίων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του ενεργειακού σχεδιασμού του κελύφους, της χρήσης ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.

Τα βασικά στοιχεία του Κ.Εν.Α.Κ. παρουσιάζονται στην συνέχεια:

- Καθορίζεται η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Ορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις της ενεργειακή απόδοση και οι κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.
- Καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού των κτιρίων, των θερμικών χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων του κελύφους και των προδιαγραφών των Η/Μ εγκαταστάσεων.
- Ορίζεται το ακριβές περιεχόμενο της μελέτης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Καθορίζεται αυστηρά η μορφή του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, καθώς και τα στοιχεία που περιλαμβάνει.
- Καθορίζεται, τέλος, η διαδικασία ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, καθώς και η διαδικασία επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

1.3.1 Νόμος 3851/2010 για την «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις»

Με το Άρθρο 10 του νόμου αυτού τροποποιήθηκαν τα άρθρα του νόμου 3661/2008 σχετικά με την εφαρμογή των ΑΠΕ στα κτίρια και θεσπίζονται οι νέες απαιτήσεις για την κάλυψη των αναγκών με χρήση συστημάτων ΑΠΕ σε νέα και υφιστάμενα κτίρια. Για τα νέα κτίρια, πρέπει να εκπονείται μελέτη η οποία πρέπει να περιλαμβάνει την τεχνική, την περιβαλλοντική και την οικονομική σκοπιμότητα εγκατάστασης τουλάχιστον ενός από τα εναλλακτικά συστήματα παροχής ενέργειας, όπως για παράδειγμα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που

βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, είτε συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, είτε συστήματα θέρμανσης ή ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς επίσης και αντλίες θερμότητας. Το αργότερο έως τις 31.12.2019, θα πρέπει να καλύπτουν το σύνολο της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσής τους με τα παραπάνω συστήματα. Τέλος, καθίσταται υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε ποσοστό 60%. Για τα υφιστάμενα κτίρια, σε περίπτωση που υπόκεινται σε ριζική ανακαίνιση, η ενεργειακή απόδοσή τους αναβαθμίζεται, στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό, ώστε να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, όπως αυτές καθορίζονται στον ΚΕνΑΚ. Καθορίζονται τακτικές επιθεωρήσεις στους λέβητες και στις εγκαταστάσεις θέρμανσης/κλιματισμού. Προκηρύσσονται προγράμματα για παρεμβάσεις με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των οικιών με χρηματοδότηση από το Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων, ενώ καθορίζονται και οι λεπτομέρειες των προγραμμάτων αυτών.

1.3.2 Νόμος 3855/2010 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις»

Αποτελεί ουσιαστικά ενσωμάτωση της οδηγίας 2006/32/EK στο εθνικό δίκαιο και σκοπός της είναι η εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της ανταγωνιστικότητας της οικονομίας, της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού και της προστασίας του περιβάλλοντος. Ρυθμίζει δηλαδή την αγορά των επιχειρήσεων ενεργειακών υπηρεσιών ενώ επιπλέον διαμορφώνει το πλαίσιο για την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο τομέα, προβλέποντας αρχικά τον καθορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης για τις προμήθειες του δημοσίου και των φορέων του ευρύτερου δημόσιου τομέα, και επιπλέον προβλέπει τη χρήση

μεθοδολογιών ελαχιστοποίησης του κόστους κύκλου ζωής των προμηθευόμενων ειδών ή συναφών μεθόδων, ώστε να διασφαλίζεται η οικονομική αποτελεσματικότητά τους.

Με σκοπό την πλήρη εφαρμογή του Κ.ΕΝ.Α.Κ εγκρίθηκαν και ορίστηκαν υποχρεωτικές οι παρακάτω Τεχνικές Οδηγίες του Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Οι τεχνικές οδηγίες αυτές εγκρίθηκαν από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με την Αριθ. Οικ 17178/ΦΕΚ Β 1387-2010. Έτσι κρίνονται υποχρεωτικά εφαρμογή που ορίζεται ως: [4]

- Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.-20701-1/2010): Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων για την έκδοση των πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης.
- Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.-20701-2/2010): Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίων.
- Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.-20701-3/2010): Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών.
- Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.-20701-4/2010): Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού.
- Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.-20701-5/2010): Συμπαγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας & ψύξης : Εγκαταστάσεις σε κτίρια.[5]

1.4 Στόχοι και προοπτικές για το 2030

Είναι γεγονός ότι πολλά έχουν επιτευχθεί από το 2008 που η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε το πρώτο πακέτο μέτρων για το κλίμα και την ενέργεια. Σημαντικές όμως παραμένουν οι βελτιώσεις που έχουν γίνει στη διαχείριση της ενέργειας, λόγω των πιο αποδοτικών κτιρίων, προϊόντων και παραγωγικών διαδικασιών, ως εκ τούτου η Ένωση είναι πια σε καλό δρόμο για την επίτευξη των στόχων που έχει θέσει για το 2020, δηλαδή :

- 20% μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα,
- 20% της παραγόμενης ενέργειας να είναι από ΑΠΕ,
- 20% εξοικονόμηση ενέργειας,

σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Οι στόχοι αυτοί αποτελούν σημαντική προϋπόθεση στην ανάπτυξη αλλά και στη διατήρηση 4,2 εκατομμυρίων θέσεων εργασίας στις βιομηχανίες γύρω από την ενέργεια, βάσει στοιχείων της Eurostat. Η υιοθέτηση της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενέργεια και το κλίμα, και οι στόχοι που έχει θέσει για το 2020, έχουν επιφέρει σταδιακή πρόοδο και τα βήματα που έχουν επιτευχθεί παρουσιάζονται στην συνέχεια:

1. Μειώθηκαν οι εκπομπές CO₂ κατά 18% το 2012 σε σχέση με το 1990, ενώ αναμένεται περαιτέρω μείωση κατά 24% έως και κατά 32% ως το 2020 και το 2030 αντίστοιχα, βάσει της τρέχουσας πολιτικής.
2. Ως το 2012 το ποσοστό της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ έφτασε το 13% της συνολικής ενέργειας και αναμένεται να αυξηθεί σε ποσοστό 21% το 2020 και σε ποσοστό 24% το 2030.
3. Σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είχε ήδη εγκατασταθεί ως το τέλος του 2012 περίπου το 44% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ.

4. Η κατανάλωση ενέργειας στην ευρωπαϊκή οικονομία έχει μειωθεί κατά 24 % από το 1995 ως το 2011, και αξίζει να σημειωθεί ότι το 30% της μείωσης αυτής οφείλεται στη βιομηχανία.

5. Η χρήση του άνθρακα στην ευρωπαϊκή οικονομία έχει μειωθεί σε ποσοστό 28% από το 1995 ως το 2010.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει σημειώσει ιδιαίτερα ικανοποιητική πρόοδο προς την επίτευξη των κλιματικών και ενεργειακών στόχων για το 2020. Λαμβάνοντας όμως υπόψη τις μακροπρόθεσμες προοπτικές που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ο ουσιαστικός μακροπρόθεσμος στόχος είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 80-95% κάτω από τα επίπεδα του 1990 έως το 2050. Από το 2008, όμως, έχουν αλλάξει αρκετά δεδομένα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με κυριότερο όλων την οικονομική κρίση που έχει επηρεάσει δυσμενώς την οικονομική κατάσταση των κρατών-μελών της. Δυστυχώς η εξάρτηση της Ευρώπης από ξένα ορυκτά καύσιμα συνεχίζεται αμείωτη παρόλο που οι τιμές των ορυκτών καυσίμων παραμένουν υψηλές, με αποτέλεσμα να απαιτούνται μεγάλα ποσά για την εισαγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου, ενδεικτικά, το 2012 το κόστος ήταν 400 δισεκατομμύρια ευρώ ή αλλιώς το 3.1% του ΑΕΠ της ΕΕ, ενώ προβληματισμός υπάρχει στα νοικοκυριά και στις βιομηχανίες για το υψηλό κόστος της ενέργειας. Το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπής (ΣΕΔΕ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεν έχει λειτουργήσει και πολύ ικανοποιητικά, με σκοπό να οδηγήσει στην εφαρμογή τεχνολογιών με χαμηλές εκπομπές άνθρακα. Επιπλέον, οι τεχνολογίες ΑΠΕ έχουν πια ωριμάσει και τα κόστη έχουν μειωθεί σημαντικά και η ραγδαία ανάπτυξη τους θέτει νέες προοπτικές για την συμμετοχή τους στο ενεργειακό σύστημα.

Στον δρόμο προς επίτευξη μιας παγκόσμιας συμφωνίας με σκοπό την συνέχιση του Πρωτοκόλλου του Κιότο, η ΕΕ υποχρεούται να καθορίσει ένα επίπεδο της φιλοδοξίας για τους κλιματικούς στόχους για το 2030, ώστε να συμμετάσχει ενεργά στις διεθνείς διαπραγματεύσεις προς μια νέα παγκόσμια συμφωνία για το κλίμα που θα πρέπει να τεθεί σε ισχύ το 2020 μέχρι το 2030. Έτσι, κρίθηκε αναγκαίος ο ορισμός ενός στρατηγικού πλαισίου με ορίζοντα το 2030 σχετικά με τους στόχους και τις πολιτικές της ΕΕ για την αλλαγή του κλίματος και την ενέργεια. Οι στόχοι παρουσιάστηκαν τον Ιανουάριο του 2014 και, σκοπό έχουν τη συνεχή εξέλιξη προς μια οικονομία χαμηλής σε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, την ανταγωνιστικότητα του κλάδου και την αύξηση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού της Ευρώπης, ώστε η ενέργεια να είναι οικονομικά προσιτή σε όλους τους καταναλωτές. Επίσης, βασικό μέλημα είναι η μείωση της εξάρτησης από τις εισαγωγές ενέργειας, καθώς και η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

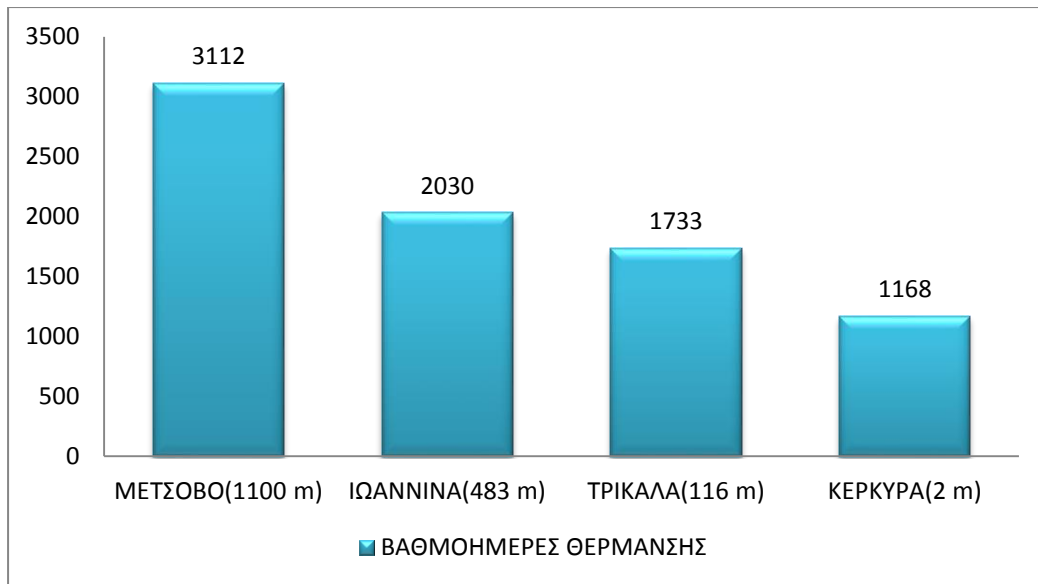
Βασικό στοιχείο του πλαισίου αποτελεί ότι η επιτροπή προτείνει να αποτελεί επίκεντρο της πολιτικής για την ενέργεια και το κλίμα ένας δεσμευτικός ευρωπαϊκός στόχος για τη μείωση των εγχώριων εκπομπών CO₂ σε ποσοστό 40% σε σχέση με το 1990. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, ορίζεται ένας πανευρωπαϊκός στόχος προς αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα κατά 27% σε σχέση με το 1990, ενώ δεν επιβάλλονται δεσμευτικοί στόχοι για τα κράτη-μέλη μεμονωμένα και τους παρέχεται η ευελιξία να θέσουν τους δικούς τους εθνικούς στόχους. Η Επιτροπή από την άλλη πλευρά έχει καθυστερήσει την απόφαση για έναν στόχο εξοικονόμησης ενέργειας μέχρι την αναθεώρηση της υφιστάμενης νομοθεσίας και εκτιμάται ότι ο στόχος για μείωση των εκπομπών κατά 40% απαιτεί αύξηση στα επίπεδα εξοικονόμησης ενέργειας κατά 25% το 2030. Τέλος, δεν αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση να θεσπιστούν νέοι

στόχοι σε επιμέρους τομείς, όπως οι μεταφορές ή τα κτίρια μετά το 2020, καθώς ακολουθείται μια πιο ολιστική προσέγγιση στην εξοικονόμησης ενέργειας στην ΕΕ.

Όσον αφορά τα εθνικά σχέδια για την ενέργεια, τα κράτη-μέλη χρειάζονται ευελιξία για να επιλέξουν τα μέτρα τα οποία ταιριάζουν καλύτερα στο ενεργειακό τους μείγμα, η ευελιξία όμως αυτή θα πρέπει να είναι συμβατή με τους ευρωπαϊκούς στόχους για το κλίμα και την ενέργεια. Η πολιτική της Ε.Ε. και οι εθνικές πολιτικές θα πρέπει να ασκούνται σε συμπληρωματικό βαθμό αλλά και ανεξάρτητα η μία από την άλλη. Για αυτό η επιτροπή προτείνει την κατάρτιση εθνικών σχεδίων για την ανταγωνιστικότητα, την ασφάλεια και τη βιωσιμότητα της ενέργειας, με κατεύθυνση την ικανοποίηση των απαιτήσεων της ΕΕ. Πιο συγκεκριμένα, τα εθνικά σχέδια θα πρέπει να περιγράφουν σε μεγάλο βαθμό τα μέτρα που θα υποχρεούται να λάβει το κάθε κράτος-μέλος ώστε να πετύχει την απαραίτητη μείωση στις εκπομπές CO₂, αλλά και να δηλώνονται τα ποσά ενέργειας που πρόκειται να επιτευχθούν από τη χρήση ΑΠΕ και από τεχνικές εξοικονόμησης, να καταρτιστούν επιπλέον μέσα από μια δημοκρατική διαδικασία μεταξύ των γειτονικών κρατών-μελών, ώστε το κάθε μέλος να επωφελείται από ευρύτερες λύσεις στον τομέα της ενέργειας (επάρκεια παραγωγής ενέργειας κ.ά.), να αξιολογηθούν έπειτα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ώστε να εξεταστεί η επάρκεια των μέτρων και των δεσμεύσεων προς την επίτευξη των ευρωπαϊκών στόχων, και στην περίπτωση που κριθούν ανεπαρκή, να ενισχυθεί το περιεχόμενό τους, τέλος να έχουν καταρτιστεί πριν το 2020 ώστε τα μέτρα να εφαρμοστούν εγκαίρως από το 2020 ως το 2030 και να ενθαρρυνθεί η εφαρμογή τους [6].

Η Ελλάδα είναι μια ορεινή χώρα στο σύνολο της αφού το ποσοστό του ορεινού εδάφους της καλύπτει περισσότερο του 70% της συνολικής

έκτασής της. Στις ορεινές περιοχές το μέγεθος της ενεργειακής ζήτησης στα κτίρια είναι ιδιαίτερα υψηλό λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών που επικρατούν. Στην πλειοψηφία τους οι κατοικίες στους ορεινούς όγκους είναι παλιάς κατασκευής με απουσία μόνωσης και ως αποτέλεσμα η ποιότητα ζωής των χρηστών να γίνεται δύσκολη σε περιόδους έντονου ψύχους. Επιπλέον, οι υφιστάμενες κατοικίες είναι μη ενεργειακά αποδοτικές και ως εκ τούτου να γίνεται δύσκολη η οικονομική συντήρησή τους. Αξίζει να σημειωθεί το μέγεθος που αποτυπώνει την ενεργειακή ζήτηση είναι οι βαθμομέρες θέρμανσης οι οποίες είναι το μέτρο υπολογισμού της δριμύτητας του κλίματος εξαρτώμενο με την εξωτερική θερμοκρασία. Επίσης, οι βαθμομέρες είναι ανάλογες της θερμικής ζήτησης με την προϋπόθεση ότι είναι γνωστά τα κτιριακά χαρακτηριστικά του κελύφους και του συστήματος θέρμανσης που χρησιμοποιείται και έτσι μπορεί να γίνει ο υπολογισμός της κατανάλωσης ενέργειας με αρκετά μεγάλη ακρίβεια. Αν πραγματοποιηθεί σύγκριση της κατανάλωσης ενέργειας συναρτήσει των βαθμομερών σε περιοχές χαμηλότερου υψομέτρου αλλά παραπλήσιου γεωγραφικού πλάτους τα αποτελέσματα θα παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Όπως παρουσιάζεται και στο διάγραμμα 1 οι βαθμομέρες θέρμανσης στο Μέτσοβο είναι σχεδόν διπλάσιες σε σχέση με την γειτονική πόλη των Ιωαννίνων και κατά 160% μεγαλύτερες σε σχέση με το νησί της Κέρκυρας .

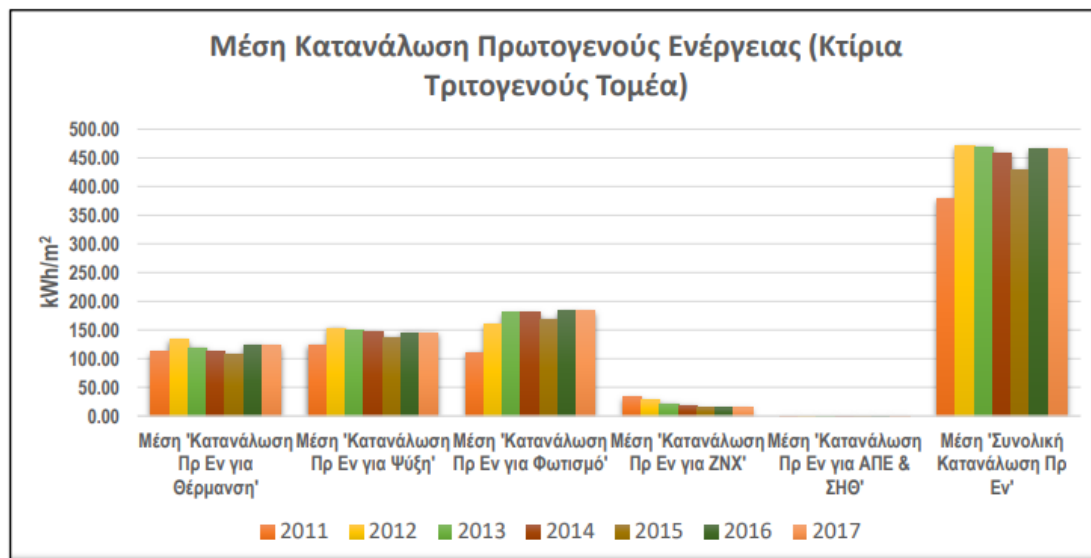


Διάγραμμα 1: Βαθμοημέρες θέρμανσης στο Μέτσοβο, τα Ιωάννινα, τα Τρίκαλα και την Κέρκυρα [7]

Για τους παραπάνω λόγους σε συνδυασμό με την οικονομική κρίση που λαμβάνει χώρα αλλά και με την αύξηση της τιμής των καυσίμων είναι ιδιαίτερα σημαντική η προτάσεις για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων [7].

Συνοψίζοντας, με την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων έχουμε αφενός εξοικονόμηση πόρων, αφού απαιτείται λιγότερη κατανάλωση ενέργειας με σκοπό την κάλυψη των αναγκών. Επιπλέον, τα νοικοκυριά αλλά και οι επιχειρήσεις ανακουφίζονται εξαιτίας του γεγονότος ότι ο προϋπολογισμός των εξόδων τους μειώνεται και ως αποτέλεσμα αυξάνεται και η ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων.

Όπως παρατηρούμε, τέλος, στο διάγραμμα 2 τα κτίρια του τριτογενούς τομέα είναι εξαιρετικά ενεργοβόρα με μια μέση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 450 kWh/m² ένα εξαιρετικά μεγάλο ποσοστό. Αυτό είναι άμεσο αποτέλεσμα του κακού κτιριακού δυναμικού, αφού χαρακτηρίζεται από υψηλές θερμικές απώλειες κελύφους άρα απαιτείται υψηλή κατανάλωση ενέργειας για την κάλυψη των θερμικών αναγκών.



Διάγραμμα 2 : Στατιστικά αποτελέσματα μέσης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας στα κτίρια τριτογενούς ενέργειας [8].

Στο τέλος του 20ου αιώνα, λόγω της συνεχούς βελτίωσης των συνθηκών στους ορεινούς οικισμούς σε συνδυασμό με την αύξηση του βιοτικού επιπέδου, αναπτύσσεται μια τάση επανακατοίκησης του ελληνικού ορεινού χώρου. Οι ορεινές περιοχές συνεχίζουν να υποφέρουν από μεγάλες ελλείψεις στις κοινωνικές υποδομές, η αντιμετώπιση τους όμως δυσχεραίνεται ακόμη περισσότερο και από την οικονομική κρίση, με σημαντικότερα πρόβλημα να καταγράφονται στ ότι αφορά τα ενεργειακά θέματα όπου βρίσκονται στην πρώτη θέση επίλυσης των προβλημάτων των ορεινών περιοχών. Χωρίς μια βάση επιπέδου στην ενεργειακή κατανάλωση δεν μπορούν να εξασφαλιστούν συνθήκες άνετης διαβίωσης. Λόγω της υφιστάμενης οικονομικής κρίσης οι τιμές στα καύσιμα παρουσιάζουν αύξουσα πορεία και σε συνδυασμό με την υψηλή φορολογία οι κάτοικοι των ορεινών όγκων έρχονται αντιμέτωποι με δυσκολίες στην κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών με στόχο την ευχάριστη διαβίωση τους. Συνεπώς, έρχεται στο προσκήνιο ο όρος «ενεργειακή φτώχεια» όπου παρουσιάζει την δυσχέρεια των ορεινών

πληθυσμών στην κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών εξαιτίας της υψηλής τιμής των ενεργειακών απαιτούμενων προϊόντων. Έτσι λοιπόν, η ορεινή Ελλάδα δεν πρέπει να μείνει αδιάφορη απέναντι στα ενεργειακά ζητήματα. Βασικά ζητήματα που είναι απαραίτητο να εξεταστούν με σκοπό την επιτυχή αντιμετώπιση των ενεργειακών ζητημάτων στις ορεινές περιοχές είναι καταρχήν η καταγραφή των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών την ενεργειακής ταυτότητας των ορεινών περιοχών και έπειτα η βελτιστοποίηση της χρήσης των ενεργειακών τους πόρων. Επιπλέον, ένα ακόμη ζήτημα που συνδέεται με την ενεργειακή κατανάλωση είναι και το σοβαρό πρόβλημα της ανεργίας των ορεινών περιοχών καθώς είναι ήδη αυξημένη λόγω των περιορισμένων οικονομικών δραστηριοτήτων. Είναι προφανές ότι με την εγκατάσταση ΑΠΕ και με την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων πρόκειται να δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας. Έτσι λοιπόν οι παραπάνω δράσεις είναι ικανές να τονώσουν τις ορεινές περιοχές μέσω την ενίσχυσης απασχόλησης.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η θέρμανση της κατοικίας, προκειμένου να υπάρχει αίσθημα άνεσης, θα πρέπει να γίνεται με τρόπους ασφαλείς για την υγεία των ενοίκων και το περιβάλλον. Η ενεργειακή φτώχεια είναι ένα ιδιαίτερα εκτεταμένο φαινόμενο, το οποίο θεωρείται ότι πλήττει το ένα τρίτο του παγκόσμιου πληθυσμού [9].

Τα μέλη των νοικοκυριών που έρχονται αντιμέτωπα με το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας, παρουσιάζουν προβλήματα τόσο στην υγεία αλλά όσο και στη κοινωνική τους ευημερία. Μειώνοντας λοιπόν τις ώρες θέρμανσης και ψύξης, εντός της κατοικίας αλλά και προσπαθώντας να έχουν μειωμένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό, προκαλείται δυσφορία ως προς την διαβίωση καθώς διατηρούνται οι θερμοκρασίες σε ακραία επίπεδα (κρύο ή ζέστη). Ο κακός αερισμός επιπλέον ενισχύει προβλήματα μούχλας και υγρασίας, με αποτέλεσμα να

επιβαρύνεται το περιβάλλον διαβίωσης. Τέλος, ο ανεπαρκής φωτισμός προκαλεί και πρακτικά και ψυχολογικά προβλήματα στους ενοίκους των κατοικιών. Οι διαμένοντες σε μια κατοικία με έλλειψη των κριτηρίων θερμικής άνεσης, υπάρχει πιθανότητα να εμφανίσουν προβλήματα υγείας όπως καρδιαγγειακές ασθένειες και χρόνια αναπνευστικά προβλήματα (πχ άσθμα). Στις περιοχές με θερμό κλίμα, η ενεργειακή φτώχεια συνδέεται με την χρήση του κλιματισμού στα κτίρια και την αποτελεσματική ψύξη των κατοικιών. Έτσι, τα νοικοκυριά που αντιμετωπίζουν ενεργειακή φτώχεια, έχουν αρκετά υψηλές θερμοκρασίες στο εσωτερικό τους. Στην Ελλάδα τα τελευταία τουλάχιστον πέντε χρόνια έχει οξυνθεί το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας με αποτέλεσμα να ορίζονται από το μηδέν οι μέχρι τώρα ατομικές και συλλογικές πρακτικές των νοικοκυριών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ελάττωση της χρήσης κεντρικής θέρμανσης σε διάφορες πολυκατοικίες, η οποία συνοδεύεται και από άλλα προβλήματα, όπως μη αρμονική συμβίωση των ενοίκων. Τα μέλη των νοικοκυριών που έρχονται αντιμέτωπα με την ενεργειακή φτώχεια, συχνά έχουν αυξημένο άγχος, το οποίο οδηγεί σε υποβάθμιση της ποιότητας ζωής τους και συνοδεύεται από μειωμένη, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η νοσηρότητα και θνησιμότητα.

Σε κοινωνικό επίπεδο, η ενεργειακή φτώχεια αντιστοιχεί σε υποβάθμιση της ποιότητας ζωής των ασθενέστερων κοινωνικά ομάδων, ακόμα και στην μείωση του προσδόκιμου ζωής του γενικού πληθυσμού. Επιπλέον, η ενεργειακή φτώχεια οδηγεί ένα σημαντικό κομμάτι του πληθυσμού σε παράνομες συμπεριφορές, όπως για παράδειγμα ρευματοκλοπή, αγορά καυσίμων χωρίς παραστατικά, αύξηση λαθροϋλοτομίας κ.α. Η αδυναμία ανταπόκρισης στις πληρωμές των λογαριασμών ενέργειας δημιουργεί ένα καθεστώς αποφυγής πληρωμών και το αποτέλεσμα του παραπάνω είναι η παύση της εμπιστοσύνης μεταξύ πολιτών και κράτους. Τέλος, ένα

σημαντικό πρόβλημα που έκανε την εμφάνιση του μετά από χρόνια ως αποτέλεσμα της ενεργειακής φτώχειας είναι η αιθαλομίχλη. Μεγάλο μέρος των νοικοκυριών, σε αδυναμία να εξασφαλίσουν καύσιμα για την θέρμανση του, οδηγούνται σε καύση ακατάλληλης ξυλείας, που προέρχεται από παλιά έπιπλα, μοριοσανίδες, κουφώματα, ακόμα και σκουπίδια, με αποτέλεσμα να αυξάνονται τα σωματίδια στα αστικά κέντρα και να επιβαρύνεται η υγεία των πολιτών. Μελέτες έχουν εξετάσει τη συσχέτιση μεταξύ ενεργειακής φτώχειας των καυσίμων και των επιπτώσεων στην υγεία, όπως:

- Εσωτερικό κρύο και θνησιμότητα
- Υγρασία εσωτερικού χώρου, προβλήματα μούχλας και επιπτώσεις στην υγεία
- Ποιότητα στέγασης και ψυχικής υγείας, καθώς ένα ποιοτικό κτίριο με καλύτερες συνθήκες στέγασης, προφανώς παρέχουν καλύτερη ψυχική υγεία στους ενοίκους.

1.5 Οικονομικές επιπτώσεις της ενεργειακής φτώχειας

Μέχρι τώρα η αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας στην Ελλάδα, στηρίζεται κυρίως στην χορήγηση επιδομάτων. Το χρονικό διάστημα 2012-2014, το κράτος δαπάνησε συνολικά 650.000.000€ για επιδόματα θέρμανσης, τα οποία μπορεί να βοήθησαν τα νοικοκυριά τα οποία τα έλαβαν, ωστόσο δεν συνέβαλλαν στην μελλοντική αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας. Η εξάπλωση της ενεργειακής φτώχειας τα τελευταία χρόνια, σε όλο και περισσότερα νοικοκυριά, κάνει την είσπραξη των φορολογικών και τραπεζικών υποχρεώσεων δύσκολη, καθώς το εισόδημα των νοικοκυριών πολύ συχνά δεν επαρκεί για να καλύψουν τις οφειλές τους. Στην Ελλάδα, σήμερα οι ληξιπρόθεσμες οφειλές προς το Δημόσιο ξεπερνούν τα 90 δις ευρώ και μάλιστα παρουσιάζουν αυξανόμενο

ρυθμό, ενώ οι οφειλές προς την Δ.Ε.Η. ξεπερνούσαν τα 2,7 δις ευρώ τον Ιούνιο του 2016, παρά τα προγράμματα ευνοϊκών διακανονισμών που εισήγαγε η Δ.Ε.Η. το τελευταίο χρονικό διάστημα. Το 50% περίπου των χρεών προς τη Δ.Ε.Η. προέρχονται από νοικοκυριά και μπορεί να συσχετιστεί σε μεγάλο βαθμό με την ενεργειακή φτώχεια.

Η μείωση των εσόδων του κράτους με χαμηλή είσπραξη του Φ.Π.Α. σχετίζεται και με το ζήτημα της ενεργειακής φτώχειας. Τα τελευταία χρόνια παρατηρούνται αποκλίσεις μεταξύ δηλωθέντων εισοδημάτων Ελλήνων πολιτών και Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος, γεγονός που υποδηλώνει το εύρος του φαινομένου της φοροδιαφυγής που κοστίζει στο κράτος αρκετά δις € σε ετήσια βάση.

1.6 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της ενεργειακής φτώχειας

Τα Ελληνικά κτίρια συμπεριλαμβανομένου των κατοικιών, έχουν χαμηλή ενεργειακή απόδοση. Τα νοικοκυριά που πλήττονται από ενεργειακή φτώχεια οδηγούνται αναγκαστικά σε αύξηση χρήσης ορυκτών καυσίμων, αυξάνοντας έτσι τις εκπομπές CO₂. Η χρήση ακατάλληλων ενεργειακών πηγών, όπως για παράδειγμα βιομάζα με υψηλό περιεχόμενο σε άνθρακα, μοριοσανίδες, έπιπλα, ξυλεία εμποτισμένη ή χρωματισμένη με επικίνδυνες ουσίες, πλαστικά, σκουπίδια κλπ., επιβαρύνει το ατμοσφαιρικό περιβάλλον με επικίνδυνους αέριους ρύπους καύσεων (VOCs, PMx).

Μετά την αλλαγή που συντελέστηκε στον ειδικό φόρο κατανάλωσης του πετρελαίου θέρμανσης, τον χειμώνα του 2012-2013, αυξήθηκε η τιμή του με αποτέλεσμα πολλά νοικοκυριά στράφηκαν σε εναλλακτικές μεθόδους θέρμανσης όπως τζάκια και σόμπες πολλές φορές καίγοντας ακατάλληλα και φθηνά υλικά. Τέλος, ενδεικτικό του σοβαρού προβλήματος που δημιουργήθηκε ήταν η επανεμφάνιση της αιθαλομίχλης, καθώς και η αύξηση κατά 30% περίπου των αιρούμενων σωματιδίων, ενώ οι

συγκεντρώσεις οργανικών ενώσεων, είναι υπαίτιες για πρόκληση καρκίνου, αναπνευστικών και καρδιακών προβλημάτων, σχεδόν πενταπλασιάστηκαν [10].

Στο σημείο αυτό θα ήταν φρόνιμο να επικεντρωθούμε στην ευρύτερη περιοχή μελέτης μας που είναι εκείνη του Μετσόβου. Το Μέτσοβο αποτελεί κομμάτι της οροσειράς της Πίνδου σε υψόμετρο περίπου 1.160 m. Η πλαγιά στην οποία βρίσκεται χαρακτηρίζεται από μια εξαιρετικά έντονη κλίση, γεγονός που επιβεβαιώνεται με την έντονη διακύμανση υψομέτρου όπου μπορεί να φτάσει έως τα 1.250 m. Η περιοχή παρόλο που κατοικείται από τον 2^ο αιώνα μ.Χ. άνθηση παρουσίασε κατά τον 17^ο έως τον 19^ο αιώνα. Αξίζει να σημειωθεί ότι το Μέτσοβο είναι από τους μοναδικούς πληθυσμούς που κατά τον 20^ο αιώνα διατήρησε τον πληθυσμό του σε αντίθεση με αρκετούς άλλους στον ελλαδικό χώρο [12]. Η διαρκής κατοίκηση του Μετσόβου έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη υψηλού αριθμού παλαιών κτιρίων. Ο οικισμός όμως είναι χαρακτηρισμένος ως παραδοσιακός ως εκ τούτου υπάρχουν αυστηροί κανόνες δόμησης, όπως απαγόρευση εγκατάστασης ηλιακών συστημάτων στα κτίρια. Στο Μέτσοβο η οικονομική δραστηριότητα είναι σε πολύ καλό επίπεδο σε σχέση με την πλειονότητα των ορεινών οικισμών της Ελλάδας. Η συνεχώς αναπτυσσόμενη τουριστική δραστηριότητα στην περιοχή οδηγεί στην αύξηση του τριτογενούς τομέα. Υπάρχει δηλαδή έντονη μεταποιητική δραστηριότητα στο τομέα της παραγωγής τροφίμων και προϊόντων ξύλου. Το κλίμα του Μετσόβου κατά Köppen περιγράφεται ως εξής: «Κλίμα εύκρατο βροχερό με μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα του έτους έως 22ο C και του ψυχρότερου κάτω των 18ο C. Η μέση μηνιαία θερμοκρασία τουλάχιστον 4 μηνών είναι πάνω από 10ο C. Στην ξηρή περίοδο, μετά το θερινό ηλιοστάσιο, ο ξηρότερος μήνας δέχεται βροχή μεγαλύτερη των 40mm.»

Σύμφωνα με δεδομένα του σταθμού της ΕΜΥ αλλά και του σταθμού του ΕΘΙΑΓΕ προκύπτει ότι η περιοχή του Μετσόβου χαρακτηρίζεται για τις ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες της. Συγκεκριμένα από το Νοέμβριο μέχρι και το Μάρτιο η μέση θερμοκρασία παραμένει χαμηλότερη των 10° C. Επιπλέον, η μέση ετήσια θερμοκρασία στην περιοχή ανέρχεται σε 10° C μια τιμή ιδιαίτερα χαμηλή για τον ελλαδικό χώρο. Η επίδραση του υψομέτρου και της θέσης του Μετσόβου δικαιολογούν την διαμόρφωση αυτών ιδιαίτερα ψυχρών συνθηκών.

Οι βροχοπτώσεις είναι εξαιρετικά άφθονες στην περιοχή του Μετσόβου γεγονός που οφείλεται στην ορειγραφική κατακρήμνιση. Οι υδρατμοί που παράγονται στο Ιόνιο το πρώτο εμπόδιο που συναντούν είναι αυτό της Πίνδου με αποτέλεσμα να συμπυκνώνονται και να δίνουν μεγάλα βροχομετρικά ύψη. Το μέσο ετήσιο βροχομετρικό ύψος στο Μέτσοβο με βάση την βροχόπτωση 52 ετών ανέρχεται στο ποσό των 1453 mm. Αξίζει να σημειωθεί ότι περιοχές ανατολικά της Πίνδου, όπως η Λάρισα, παρουσιάζουν δεδομένα βροχόπτωσης που δεν ξεπερνούν τα 423 mm.

Τέλος, στο Μέτσοβο υπάρχει πλούσιο δυναμικό Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Όσον αφορά το αιολικό δυναμικό, η μέση ταχύτητα αέρα στην περιοχή του Μετσόβου ανέρχεται σε 7,3 m/sec, γεγονός που ευνοεί την χωροθέτηση αιολικών συστημάτων. Το ηλιακό δυναμικό της περιοχής του Μετσόβου μπορεί επίσης να εκμεταλλευτεί αφού σύμφωνα με μελέτη του PVGIS η μέση ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε επίπεδο υπό βέλτιστη κλίση 31° για την περιοχή του Μετσόβου είναι 4.560 Wh/m². Όσον αφορά το υδροηλεκτρικό δυναμικό της περιοχής του Μετσόβου μπορεί να εκμεταλλευτεί ο Μετσοβίτικος ποταμός όπου βρίσκεται σε άμεση γειτνίαση με τον οικισμό και στην λεκάνη απορροής του Άνω Αώου έχει ήδη αναπτυχθεί το μεγάλο υδροηλεκτρικό έργο των

πηγών Αώου. Θα μπορούσε επίσης να αξιοποιηθεί και το δυναμικό βιομάζας της περιοχής όπου απαντώνται οι εξής κατηγορίες:

- Δασική βιομάζα
- Υπολείμματα πριονιδίου από εργαστήρια
- Αγροτικά υπολείμματα
- Κτηνοτροφικά υπολείμματα
- Οργανικά υπολείμματα δραστηριοτήτων
- Οργανικό κλάσμα αποβλήτων [11]

Βάσει λοιπόν στις ενεργειακές καταναλώσεις και το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας στην περιοχή του Μετσόβου η παρούσα διπλωματική εστιάζει στο τριτογενή τομέα και συγκεκριμένα στο κτίριο του δημαρχείου όπου στο ισόγειο στεγάζεται τραπεζικό κατάστημα.



Εικόνα 1: Κτίριο Δημαρχείου

Το κτίριο του δημαρχείου αποτελεί ένα από τα πιο ιστορικά κτίρια του Δήμου Μετσόβου. Το 1852 από ο Μετσοβίτης ευεργέτης Τριαντάφυλλος Κ. Τσιουμάγκας στη διαθήκη του πρόσταζε η πατρική του οικία να λειτουργήσει ως Γηροκομείο με μια αίθουσα του να αποτελεί Παρθεναγωγείο, δυο αίθουσες φαρμακείο και οι υπόλοιπες αίθουσες ως εφορεία και γραφεία [12].

Ο Μετσοβίτης Τριαντάφυλλος Κ. Τσιουμάγκας πρώτος ιδιοκτήτης του κτιρίου πορεύτηκε σύμφωνα με την πλειοψηφία των Ηπειρωτών. Μετανάστευσε στη Μόσχα της Ρωσίας εργαζόταν ως έμπορος και επέστρεψε στον τόπο του έχοντας αποκτήσει μεγάλη περιουσία. Στηριζόμενος στις αρχές της ευποιίας, της φιλαλληλίας και της ευεργεσίας έδωσε σημασία κατά την επιστροφή του στο κοινό καλό πραγματοποιώντας δωρεές στο υφιστάμενο Δημαρχείο του Μετσόβου. Ωστόσο, οι κύριες ευεργεσίες του αποδόθηκαν στον τόπο μετά τον θάνατο του και απέρρεαν από τη διαθήκη του στην οποία στην μέχρι πρόσταζε την ίδρυση Γηροκομείου το 1852, από το οποίο μια αίθουσα θα χρησιμοποιούνταν ως παρθεναγωγείο με εσωτερικό κανονισμό λειτουργίας σύμφωνα με την ισχύουσα τότε νομοθεσία [12]. Από το 1852 έως και το 1914 το κτίριο άλλαζε συνέχεια χρήσεις. Ενδεικτικά χρησιμοποιούνταν ως εφορία κληροδοτημάτων, φαρμακείο, γραφεία κοινότητας, ιατρείο, γυμνάσιο, λύκειο και ως σήμερα στεγάζονται οι υπηρεσίες του δήμου [13].

Το κτίριο είναι τριώροφο με συνολικό εμβαδό 982,08 m². Η κατασκευή βάσει την υλικών κατασκευής μπορεί να θεωρηθεί ενιαία. Τα τοιχώματα είναι κατασκευασμένα με πέτρα, χώμα και ξυλοδεσιές. Η κεραμοσκεπή του δημαρχείου συνάδει κατασκευαστικά και αισθητικά με την αρχιτεκτονική του Μετσόβου ενώ τα κουφώματα είναι ξύλινα,

ανοιγόμενα, με διπλό υαλοπίνακα, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σημαντικές θερμικές απώλειες.



Εικόνα 2: Τυπική διάταξη ανοιγόμενου κουφώματος

Κανένας από τους εξωτερικούς τοίχους των τριών ορόφων δεν έχει στρώση θερμομονωτικής προστασίας. Τα δάπεδα σε επαφή με το έδαφος έχουν επίστρωση με μάρμαρο ενώ μεταξύ των ορόφων πέτρινες πλάκες.

Το κτίριο λόγω της χρήσης του χωρίζεται σε δύο ζώνες. Η πρώτη ζώνη αναφέρεται στο τραπεζικό κατάστημα ενώ η δεύτερη ζώνη στο υπηρεσίες του δήμου. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να αναφερθεί η αναγκαιότητα επέμβασης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας συνολικά. Είναι ένα αρκετά παλιό κτίριο γύρω στα 170 χρόνια ζωής, σε ένα απολύτως κεντρικό σημείο του Μετσόβου. Χρησιμοποιείται ακόμη και στις μέρες μας έντονα και επί καθημερινής βάσεις. Έτσι λοιπόν, για το λόγο ότι πρέπει να υπάρχει αίσθημα θερμικής και οπτικής άνεσης στους εργαζομένους αλλά και στους επισκέπτες καταναλώνονται μεγάλα ποσά ενέργειας, γεγονός που στις μέρες μας με την ισχύουσα οικονομική κατάσταση είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Συνεπώς, με σκοπό την μείωση άσκοπης σπατάλης ενέργειας και την αποφυγή μετακόμισης των υπηρεσιών σε άλλο κτίριο λιγότερο ενεργοβόρο και ως συνέπεια ερήμωσης του υφιστάμενου κτιρίου είναι κρίσιμη και επιτακτική εκπόνησης μελέτης εξοικονόμησης ενέργειας.

2. Μεθοδολογία

Αφού έγινε ανάθεση του κτιρίου μελέτης, αρχικά αναζητήθηκαν τα αρχιτεκτονικά σχέδια του έτσι ώστε να υπάρχει μια συνολική εικόνα των όψεων του κτιρίου με σκοπό τον υπολογισμό της συνολικής επιφάνειας των οριζόντιων και κατακόρυφων δομικών στοιχείων έτσι ώστε να εξαχθεί μια συνολική μελέτη εξοικονόμησης ενέργειας. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία είναι ίδια με την μεθοδολογία για την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων όπως αυτή ορίζεται στις Τεχνικές

Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.). Για να υπολογιστεί λοιπόν η ενεργειακή απόδοση και οι ενεργειακές καταναλώσεις του υπό μελέτη κτιρίου βασιζόμαστε στην σχετική Τεχνική νομοθεσία η οποία ορίζει του τεχνικούς κανόνες απόδοσης κτιρίων και τις προδιαγραφές για να εφαρμοστεί ο νόμος. Όλοι οι κανόνες και όλες οι προδιαγραφές προσδιορίζονται από την Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και αφού συλλέχθηκαν όλα τα παραπάνω με σκοπό να εξαχθεί η μελέτη εξοικονόμησης ενέργειας όλα τα δεδομένα εισήχθησαν στο λογισμικό TEE-KENAN έκδοσης 2010 όπου προέκυψαν αποτελέσματα όπως ενεργειακές καταναλώσεις φωτισμού και θέρμανσης, ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου όπως επίσης και οικονομική βιωσιμότητα των πιθανών παρεμβάσεων στο κέλυφος ή στα συστήματα του κτιρίου.

Αρχικά, σημαντικό παράγοντα αποτελεί η περιβαλλοντική χωροθέτηση του κτιρίου, δηλαδή σε τι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι μόνιμα εκτεθημένο. Αυτό όπως είναι αντιληπτό μας δίνει την δυνατότητα να εκτιμήσουμε τις απαραίτητες ενεργειακές καταναλώσεις. Η παρούσα μελέτη, λοιπόν, αφορά κτίριο βρισκόμενο στην περιοχή του Μετσόβου, έτσι επιλέγεται ο νόμος ένταξης της περιοχής όπου είναι ο νομός Ιωαννίνων. Σύμφωνα με τον πίνακα 1.4 της τεχνικής οδηγίας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-1/2010 ο νομός Ιωαννίνων εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ, όμως η περιοχή μελέτης μας βρίσκεται σε υψόμετρο άνω των 500 m, άρα σύμφωνα με την οδηγία πρέπει να ενταχθεί στην αμέσως ψυχρότερη ζώνη, συνεπώς η τελική ζώνη ένταξης είναι η ζώνη Δ. Τέλος, επειδή το κτίριο μας βρίσκεται εντός οικισμού επιλέγουμε την ενδιάμεση έκθεση σε ανέμους.

Σε αυτό το σημείο ξεκινάμε να επικεντρωνόμαστε στο κτίριο μελέτης μας. Πρώτο βήμα είναι η εξασφάλιση των κατασκευαστικών σχεδίων του

κτιρίου όπου μέσω αυτών θα προκύψει η συνολική επιφάνεια και όγκος του υπό μελέτη κτιρίου. Έτσι λοιπόν έχουμε μία γενική άποψη του χώρου καθώς και του συνολικού μεγέθους του κτιρίου. Σε ολόκληρο το κτίσμα όμως λαμβάνουν χώρα δυο διαφορετικές, διακριτές και παράλληλες χρήσεις, δηλαδή λειτουργούν παράλληλα δυο χώροι ξεχωριστοί μεταξύ τους όπου ο κάθε ένας έχει διαφορετικές ανάγκες, καταναλώσεις και διαφορετικά Η/Μ συστήματα. Φρόνιμο θα ήταν, λοιπόν, να γίνει διαχωρισμός του συνολικού κτιρίου σε δυο θερμικές ζώνες, έτσι ώστε να μελετηθεί η κάθε ενεργειακή χρήση ξεχωριστά όπου η πρώτη ζώνη αφορά την χρήση ως τραπεζικό κατάστημα και η δεύτερη ζώνη αναφέρεται στις υπηρεσίες του δήμου. Όπως εύκολα αντιλαμβανόμαστε διαφορετικές ενεργειακές συνθήκες επικρατούν στο τραπεζικό κατάστημα και διαφορετικές συνθήκες στις υπηρεσίες του δήμου όπου αποτελείται από χώρους γραφείων.

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου: ΣΗΘ Φωτοβολταϊκά Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελκυστήρες

Περιγραφή:

Χρήση κτιρίου:

Συνολική επιφάνεια (m²): Συνολικός όγκος (m³):

Θερμαινόμενη επιφάνεια (m²): Θερμαινόμενος όγκος (m³):

Ψυχόμενη επιφάνεια (m²): Ψυχόμενος όγκος (m³):

Αριθμός ορόφων: Ύψος τυπικού ορόφου (m): Ύψος ισογείου (m):

Έκθεση κτιρίου:

Αριθμός θερμικών ζωνών:

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: Αριθμός ηλιακών χώρων:

Θερμομόνωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων

	Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ZNX	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
*	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00/00/00 - 01/01/10

Συνθήκες θερμικής άνεσης Συνθήκες ακουστικής άνεσης Συνθήκες οπτικής άνεσης Ποιότητα εσωτερικού αέρα

Εικόνα 3: Γενική περιγραφή του υπό μελέτη κτιρίου

Ξεκινώντας λοιπόν από την καρτέλα Ζώνη 1 και Ζώνη 2 του λογισμικού TEE-KENAK συμπληρώνεται όπως είπαμε και παραπάνω η συνολική επιφάνεια του υπό μελέτη κτιρίου η οποία προκύπτει από τα κατασκευαστικά σχέδια και σκοπός της είναι η κατανόηση του γενικού όγκου του κτιρίου. Στο υπό μελέτη κτίριο οι τοίχοι είναι φέρουσας λιθοδομής, αποτελούμενη με κροκαλολιθοδομή από ασβεστολιθικά πετρώματα προερχόμενα από την Ήπειρο με συνδετικό υλικό ασβεστοκονίαμα και ξυλοδεσιές. Καθ' όλη την εξωτερική έκταση του κτιρίου υπάρχει επίχρισμά με εξαίρεση στις γωνίες όπου υπάρχουν ημιλαξευτοί λίθοι, άρα υπάρχει μια πολύ βαριά κατασκευή συνεπώς σύμφωνα με το πίνακα του λογισμικού TEE-KENAK η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα είναι $370 \text{ kJ/m}^2\text{K}$. Ο έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων και των κυκλοφορητών του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος χωρίς θερμοστάτες χώρου και η μονάδα παραγωγής θέρμανσης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσου προς το δίκτυο διανομής. Συνεπώς, σύμφωνα με τον πίνακα 5.5 της τεχνικής οδηγίας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 η κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών αντιστοιχίζεται στο ΤΥΠΟ Δ. Τα κουφώματα στο κτίριο είναι διπλά αποτελούμενα από ξύλινο πλαίσιο με μονούς υαλοπίνακες. Σύμφωνα με τον πίνακα 3.26 της τεχνικής οδηγίας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 η διείσδυση αέρα από κουφώματα προκύπτει διαιρώντας το εμβαδόν των παραθύρων με το συντελεστή 10,0. Σε συνδυασμό λοιπόν με δεδομένα από την καρτέλα του TEE-KENAK κέλυφος και την υποκατηγορία διαφανείς επιφάνειες προκύπτει η διείσδυση αέρα από τα κουφώματα ποσότητα αέρα $128 \text{ m}^3/\text{h}$ για το τραπεζικό κατάστημα και ποσότητα αέρα $860 \text{ m}^3/\text{h}$ για τα γραφεία υπηρεσιών του Δήμου .

Χρήση: Τράπεζες

Συνολική επιφάνεια (m²): 253.44 Μέση κατανάλωση ZNX (m³/έτος): Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m²): 370

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών: Τύπος Δ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): 128 Αριθμός καμινάδων: 0 Αριθμός θυρίδων εξαερισμού: 0

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Εικόνα 4: Συνολική επιφάνεια, ανηγμένη θερμοχωρητικότητα, κατηγορία διατάξεων και διείσδυση αέρα από κουφώματα Ζώνης 1

Χρήση: Γραφεία

Συνολική επιφάνεια (m²): 728.64 Μέση κατανάλωση ZNX (m³/έτος): Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m²): 370

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών: Τύπος Δ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): 860 Αριθμός καμινάδων: 0 Αριθμός θυρίδων εξαερισμού: 0

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Εικόνα 5: Συνολική επιφάνεια, ανηγμένη θερμοχωρητικότητα, κατηγορία διατάξεων και διείσδυση αέρα από κουφώματα Ζώνης 2

Συνεχίζοντας στην καρτέλα κέλυφος του λογισμικού TEE-KENAK συναντούμε αρχικά τις αδιαφανείς επιφάνειες όπου περιλαμβάνουν τους τοίχους, τις οροφές τα δάπεδα τα οποία βρίσκονται σε επαφή με αέρα ή μη θερμαινόμενους χώρους.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Τοίχος	ανατολικός τοίχος υπόγειο	90	90	52.80	3.85	0.4	0.8						
2	Πόρτα	ανατολική πόρτα υπόγειο	90	90	5.40	3.50	0.2	0.8						
* 3														

Εικόνα 6: Αδιαφανείς επιφάνειες Ζώνης 1

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	Τοίχος	βόρειος τοίχος ισόγειο	0	90	40.91	3.85	0.4	0.8						
2	Τοίχος	ανατολικός τοίχος ισόγειο	90	90	60.80	3.85	0.4	0.8						
3	Τοίχος	νοτιος τοίχος ισόγειο	180	90	38.40	3.85	0.4	0.8						
4	Τοίχος	δυτικός τοίχος ισόγειο	270	90	61.82	3.85	0.4	0.8						
5	Πόρτα	δυτική πόρτα ισόγειο	270	90	2.88	3.50	0.2	0.8						
6	Τοίχος	βόρειος τοίχος ορόφου	0	90	38.35	3.85	0.4	0.8						
7	Τοίχος	ανατολικός τοίχος ορόφου	90	90	60.40	3.85	0.4	0.8						
8	Τοίχος	νοτιος τοίχος ορόφου	180	90	36.80	3.85	0.4	0.8						
9	Τοίχος	δυτικός τοίχος ορόφου	270	90	61.50	3.85	0.4	0.8						
10	Οροφή	κεραμοσκεπή επι ξύλινη		0	389.06	4.25	0.4	0.8						
▶* 11														

Εικόνα 7: Αδιαφανείς επιφάνειες Ζώνης 2

Στην πρώτη και δεύτερη στήλη συμπληρώθηκαν ο τύπος και μια περιγραφή του τύπου της αδιαφανούς επιφάνειας. Στην τρίτη στήλη ο συντελεστής γ (deg) αναφέρεται στον προσανατολισμό της υπό μελέτη επιφάνειας. Σύμφωνα με την τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 ο προσανατολισμός μιας επιφάνειας αντιπροσωπεύει την αζιμούθια απόκλιση της καθέτου στην επιφάνεια προς την κατεύθυνση του βορρά . Συγκεκριμένα λοιπόν σύμφωνα με την παραπάνω οδηγία οι τιμές για τις γωνίες αζιμουθίου παρουσιάζονται στον πίνακα 1:

Πίνακας 1: Τιμές γωνίας αζιμουθίου ανάλογα με τον προσανατολισμό

Προσανατολισμός	Βόρειος	Ανατολικός	Νότιος	Δυτικός
Γωνία αζιμουθίου [°]	0	90	180	270

Τα δεδομένα του προσανατολισμού προέκυψαν από τα κατασκευαστικά σχέδια.

Στην τέταρτη στήλη ο συντελεστής β (deg) αναφέρεται στην κλίση του δομικού στοιχείου ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Σε συνδυασμό με τα κατασκευαστικά σχέδια οι τοίχοι έχουν τιμή $\beta=90^\circ$ και οι οροφή $\beta=0^\circ$.

Η πέμπτη στήλη αναφέρεται στο εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας και η τιμή προκύπτει εξ ολοκλήρου από τα κατασκευαστικά σχέδια. Όπως είναι προφανές όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια τόσο μεγαλύτερες και οι θερμικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος, συνεπώς σε μια μεγάλη επιφάνεια οι εκάστοτε παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας θα έχουν πιο εντυπωσιακά αποτελέσματα. Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας U (w/m²*°C) για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου, δηλαδή οι τοίχοι και η οροφή. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας εκφράζει την ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται μέσω ενός δομικού στοιχείου από την πλευρά του δομικού στοιχείου προς την άλλη. Οι τιμές της θερμοπερατότητας του εκάστοτε δομικού στοιχείου στο υπό μελέτη κτίριο προκύπτουν σύμφωνα με την τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Συγκεκριμένα οι τοίχοι αντιστοιχούν στην κατηγορία αργολιθοδομής επιχρισμένη και από τις δυο όψεις σε επαφή με αέρα χωρίς

θερμονονωτική προστασία ενώ η οροφή στην κατηγορία επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή) κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης στέγης.

Στην συνέχεια οι συντελεστές α και ε αναφέρονται στην ανακλαστικότητα και συντελεστή εκπομπής των επιφανειών αντίστοιχα. Σύμφωνα με την τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, στην τιμή της ανακλαστικότητας για επίχρισμα μέτριας απόχρωσης (γκρί, μπέζ, σκούρη ώχρα, σομόν) λαμβάνεται η τιμή 0,40 όπου η τιμή αυτή αντιστοιχεί στην απόχρωση της τοιχοποιίας, για κερμοσκεπή 0,40 και για καφέ πόρτα 0,20. Το υπό μελέτη κτίριο είναι κατασκευασμένο αρκετά χρόνια πριν. Ως εκ τούτου είναι κατασκευασμένο εξ ολοκλήρου από συνήθη δομικά υλικά και μάλιστα από την ευρύτερη περιοχή του Νομού Ιωαννίνων. Για τον συντελεστή εκπομπής λοιπόν σύμφωνα με την τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για τα συνήθη δομικά υλικά αντιστοιχεί η τιμή 0,80. Τέλος παρατηρείται απουσία του συντελεστή σκίασης F_{hor} από ορίζοντα και παρατηρείται απουσία συντελεστή σκίασης F_{fin} από πλευρικές προεξοχές γιατί το κτίριο είναι πλήρως εκτεθειμένο στον ήλιο.

Το υπό μελέτη κτίριο από την ανατολική πλευρά του παρουσιάζει τρεις ορόφους ενώ από τις βόρεια, νότια και δυτικά παρουσιάζει δυο ορόφους. Συνεπώς προκύπτει ότι υπάρχουν τοίχοι σε άμεση επαφή με το έδαφος. Στην συνέχεια η επόμενη κατηγορία στην καρτέλα του κελύφους ανοίκουν τα δομικά στοιχεία τα οποία είναι σε πλήρη επαφή με το έδαφος. Αυτήν η κατηγορία αναφέρεται μόνο στην ζώνη 1 όπου βρισκόμαστε στο ισόγειο του υπό μελέτη κτιρίου.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο	δάπεδο υπογείου	389.06	3.10	0		64.30
2	Τοίχος	τοιχος υπογείου νότια	86.40	5	0	3	
3	Τοίχος	τοιχος υπογείου βόρεια	135.90	5	0	3	
4	Τοίχος	τοιχος υπογείου δυτικά	169.80	5	0	3	
* 5							

Εικόνα 8: Επιφάνειες σε επαφή με έδαφος Ζώνης 1

Οι τιμές του εμβαδόν και της περιμέτρου όπως είναι προφανές προκύπτουν από τα κατασκευαστικά σχέδια. Οι τιμές του του συντελεστή θερμοπερατότητας $U(w/m^2 \cdot ^\circ C)$ όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως προκύπτουν σύμφωνα με την τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Για το δάπεδο αντιστοιχεί η τιμή της κατηγορίας με επικάλυψη παντός τύπου (ξύλο, μάρμαρο, πλακάκι κ.τ.λ) σε επαφή με έδαφος ενώ οι τοίχοι στην κατηγορία αργολιθοδομής ανεπίχριστη από τη μία ή από τις δυο όψεις σε επαφή με έδαφος. Για τις τιμές του Α.Βάθους και Κ.Βάθους στο ισόγειο έχει γίνει η παραδοχή ότι οι τοίχοι είναι πλήρως καλυμμένοι από χώμα.

Τέλος, η καρτέλα του κελύφους ολοκληρώνεται με την κατηγορία των διαφανών επιφανειών, όπου περιλαμβάνονται τα ανοίγματα και τα κουφώματα του κτιρίου.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m ² K)	g_w (-)
▶ 1	Αναγόμενο κούφωμα	ανατολικά παράθυρα	90	90	12.80	Ξύλινο 20% Διπλό παράθυρο	2.4	0.54
* 2								

Εικόνα 9: Διαφανείς επιφάνειες Ζώνης 1

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m ² K)	g_w (-)
▶ 1	Αναγόμενο κούφωμα	βόρεια παράθυρα ισόγειο	0	90	5.44	Ξύλινο 20% Μονός	5.0	0.62
2	Αναγόμενο κούφωμα	ανατολικά παράθυρα	90	90	16.00	Ξύλινο 20% Μονός	5.0	0.62
3	Αναγόμενο κούφωμα	νοτιο παράθυρα ισόγειο	180	90	4.80	Ξύλινο 20% Μονός	5.0	0.62
4	Αναγόμενο κούφωμα	δυτικά παράθυρα ισόγειο	270	90	11.20	Ξύλινο 20% Μονός	5.0	0.62
5	Αναγόμενο κούφωμα	βόρεια παράθυρα οροφού	0	90	8.00	Ξύλινο 20% Διπλό παράθυρο	2.4	0.54
6	Αναγόμενο κούφωμα	ανατολικά παράθυρα οροφού	90	90	16.40	Ξύλινο 20% Διπλό παράθυρο	2.4	0.54
7	Αναγόμενο κούφωμα	νοτιο παράθυρα οροφού	180	90	6.40	Ξύλινο 20% Διπλό παράθυρο	2.4	0.54
8	Αναγόμενο κούφωμα	δυτικά παράθυρα οροφού	270	90	14.40	Ξύλινο 20% Διπλό παράθυρο	2.4	0.54
* 9								

Εικόνα 10: Διαφανείς επιφάνειες Ζώνης 2

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ο συντελεστής γ (deg) εκφράζει την αζιμούθια απόκλιση της καθέτου στην επιφάνεια προς την κατεύθυνση του Βορρά και υπολογίζεται σύμφωνα με την Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, ο συντελεστής β (deg) εκφράζει την κλίση του δομικού στοιχείου ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Τέλος, το εμβαδόν εκφράζει την επιφάνεια του εκάστοτε αδιαφανούς στοιχείου. Όπως προαναφέρθηκε, οι

τιμές των παραπάνω συντελεστών προκύπτουν εξ ολοκλήρου από τα κατασκευαστικά σχέδια. Ο τύπος του αδιαφανούς στοιχείου είναι σχεδόν ο ίδιος σε όλη την έκταση του κτιρίου με χαρακτηριστικό το ξύλινο πλαίσιο ποσοστού 20% με μονά ή διπλά υαλοστάσια και θέτοντας στο λογισμικό TEE-KENAK τον τύπο του αδιαφανούς στοιχείου αυτομάτως δίνει την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας $U(w/m^2 \cdot ^\circ C)$. Τέλος ο συντελεστής θερμικού κέρδους g_w προκύπτει σύμφωνα με την τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 όπου ανάλογα με το ποσοστό πλαισίου και την περίπτωση των μονών ή διπλών υαλοστασίων προκύπτει η επιθυμητή τιμή.

Σε επόμενο στάδιο στο λογισμικό TEE-KENAK γίνεται επεξεργασία των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων στο υπό μελέτη κτίριο. Στα εν λόγω συστήματα περιλαμβάνονται τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης, μηχανικού αερισμού και φωτισμού.

Ξεκινώντας λοιπόν από την κατηγορία της θέρμανσης αρχικά σημειώνουμε τα δεδομένα του συστήματος παραγωγής.



Εικόνα 11: Διάταξη λέβητα

Ο τύπος είναι ο συνήθης λέβητας πετρελαίου όπου η ισχύς σημειώθηκε κατόπιν αυτοψίας στο λεβητοστάσιο του κτιρίου. Ο βαθμός απόδοσης του συγκεκριμένου συστήματος προέκυψε μέσω μαθηματικών πράξεων σύμφωνα με την τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 υπολογίζοντας

τον συνολικό βαθμό απόδοσης της μονάδας θέρμανσης ngen. Όπως είναι λογικό δεν απαιτείται καθ'ολη την διάρκεια του χρόνου η χρήση του συστήματος θέρμανσης, συνεπώς θα πρέπει στο λογισμικό να εισαχθεί και η συγκεκριμένη παράμετρος. Έτσι, για τους μήνες του χρόνου με πλήρης χρήση αντιστοιχεί ο αριθμός 1 και για τους μήνες που δεν απαιτείται θέρμανση αντιστοιχίζεται ο αριθμός 0. Σύμφωνα με προφορική υπόδειξη του υπεύθυνου στο ζήτημα θέρμανσης για όλο το κτίριο απαιτούνται 8-10 τόνοι πετρελαίου.

Στην συνέχεια για την περίπτωση του δικτύου διανομής με την μέθοδο της αυτοψίας σημειώθηκε ο χώρος διέλευσης του και ο βαθμός απόδοσης του προέκυψε σύμφωνα με την τεχνική οδηγία T.O.T.E.E. 20701-1/2010 όπου ανάλογα με την θερμική ισχύ του λέβητα , της θερμοκρασιακές καταστάσεις παραγωγής και την παρουσία ή απουσία θερμομόνωσης προκύπτουν οι θερμικές απώλειες και κατά συνέπεια ο βαθμός απόδοσης. Η ισχύς του συστήματος ολικά είναι ένα μέγεθος αλληλοεξαρτώμενο, δηλαδή προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της ισχύς παραγωγής του λέβητα με τον βαθμό απόδοσης του. Αφού η παραγωγή ενέργειας ολοκληρωθεί στον λέβητα θα πρέπει κάπου να καταλήξει. Τον ρόλο αυτό λαμβάνουν οι τερματικές μονάδες όπου στην περίπτωση μας είναι τα καλοριφέρ όπου ο βαθμός απόδοσης τους προκύπτει μέσω της τεχνικής οδηγίας T.O.T.E.E. 20701-1/2010 και είναι ανάλογη με την θερμοκρασία θερμικού μέσου.



Εικόνα 12: Τερματικές μονάδες

Στην περίπτωση μας είναι στην κατηγορία άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο με θερμοκρασία μέσου 70-50 °C .Τέλος, στις βοηθητικές μονάδες αντιστοιχούν οι κυκλοφορητές όπου η ισχύς τους σύμφωνα με την τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για κτίρια του τριτογενούς τομέα προκύπτει πολλαπλασιάζοντας την εγκατεστημένη ισχύς βοηθητικών συστημάτων όπου λαμβάνει τη τιμή 5 W/m² με το εμβαδόν της εκάστοτε ζώνης.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλεκτικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	151.19	0.81	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	122.46	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.88	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ. (-)
▶ 1	καλοριφέρ	0.89

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	1.27
* 2		1	0

Εικόνα 13: Περιγραφή συστημάτων θέρμανσης Ζώνης 1

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραναση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖHX | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Όκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	151.19	0.81	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	122.46	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.88	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ. (-)
▶ 1	καλοριφέρ	0.89

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	1.945
* 2		1	0

Εικόνα 14: Περιγραφή συστημάτων θέρμανσης Ζώνης 2

Σε όλο το κτίριο δεν υπάρχει ολοκληρωμένο σύστημα ψύξης, συνεπώς με σκοπό την εξαγωγή αποτελεσμάτων ορίζουμε ένα θεωρητικό σύστημα ψύξης κάνοντας κάποιες παραδοχές. Για το σύστημα παραγωγής στον τύπο θεωρούμε αερόψυκτη αντλία θερμότητας με πηγή ενέργειας ηλεκτρισμού βαθμού απόδοσης 1 και ισχύς 0 λόγω του θεωρητικού συστήματος, Επιπλέον, για τους μήνες πλήρους λειτουργίας της αντλίας θερμότητας, δηλαδή τους καλοκαιρινούς, σημειώνουμε την τιμή 1 ενώ για τους υπόλοιπους την τιμή 0. Στο δίκτυο διανομής ο τύπος είναι αεραγωγοί με έναν θεωρητικό χώρο διέλευσης 20% εξωτερικά και βαθμού απόδοσης 1. Ως τερματικές μονάδες θεωρούνται τα κλιματιστικά με έναν τυπικό βαθμό απόδοσης 0,93 και τέλος ως βοηθητικές μονάδες θεωρούνται οι αντλίες και ομοίως με την περίπτωση της θέρμανσης η ισχύς τους προκύπτει πολλαπλασιάζοντας την εγκατεστημένη ισχύς βοηθητικών συστημάτων όπου λαμβάνει τη τιμή 5 W/m² με το εμβαδόν της εκάστοτε ζώνης.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	0	1.0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	0	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Απ. (-)
▶ 1	κλιματιστικά	0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Αντλίες	1	1.27
* 2		1	0

Εικόνα 15: Θεωρητικό σύστημα ψύξης Ζώνης 1

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	0	1.0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	0	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

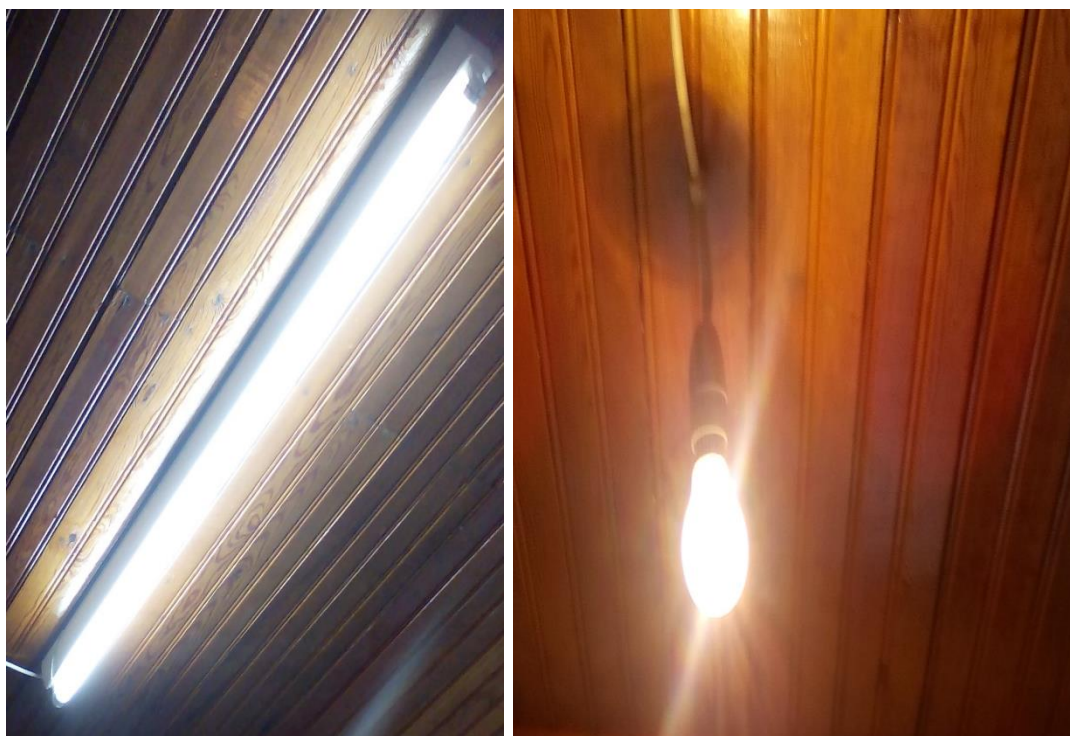
	Τύπος	B. Απ. (-)
▶ 1	κλιματιστικά	0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Αντλίες	1	1.945
* 2		1	0

Εικόνα 16: Θεωρητικό σύστημα ψύξης Ζώνης 2

Στην συνέχεια για την κατηγορία του φωτισμού. Σύμφωνα με επιτόπια καταγραφή οι λαμπτήρες που χρησιμοποιούνται είναι φθορισμού (20 W) ή πυρακτώσεως (60 W) .



Εικόνα 17: Λαμπτήρες φθορισμού και πυρακτώσεως

Συνεπώς αθροίζοντας τις λάμπες ανάλογα με την κατηγορία του και πολλαπλασιάζοντας το με την ισχύ της κάθε κατηγορίας προκύπτει η εγκατεστημένη ισχύ στην κάθε ζώνη. Με προφορική υπόδειξη για όλο το κτίριο απαιτούνται 500-700 kWh μηνιαίως.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ZNX | **Φωτισμός**

Εγκατεστημένη ισχύς (kW):

Περιοχή ΦΦ (%):

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 2. Χειροκίνητος ▾

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης: 1. Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης) ▾

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

Εικόνα 18 : Ισχύς φωτιστικών Ζώνης 1

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | **Φωτισμός**

Εγκατεστημένη ισχύς (kW):

Περιοχή ΦΦ (%):

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ:

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης:

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

Εικόνα 19: Ισχύς φωτιστικών Ζώνης 2

Τέλος για την εξασφάλιση των συνθηκών υγιεινής στο εσωτερικό κάθε κτιρίου καθώς και κάθε τμήματος κτιρίου απαιτείται η ανανέωση του αέρα, δηλαδή η αντικατάσταση μέρους του εσωτερικού αέρα με νωπό αέρα περιβάλλοντος. Στο υπό μελέτη κτίριο δεν υπάρχει τέτοιο σύστημα συνεπώς εισάγουμε ένα θεωρητικό μοντέλο. Σύμφωνα με την τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για κάθε χρήση του κτιρίου υπάρχει συντελεστής ποσότητας νωπού αέρα. Για την ζώνη 1 ο συντελεστής ποσότητας είναι 6,0 ενώ για την ζώνη 2 είναι 3,0 και πολλαπλασιαζόμενοι οι παραπάνω συντελεστές με το εμβαδό της κάθε ζώνης προκύπτει η ποσότητα νωπού αέρα. Η ποσότητα αέρα που πρέπει να ανανεώνεται με νωπό προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό του παραπάνω συντελεστή με το εμβαδόν της κάθε ζώνης.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | **Μηχανικός αερισμός** | ZNX | Φωτισμός

	Τύπος	Τμ. Θερ.	F _h (m ³ /h)	R _h (-)	Q _{r,h} (-)	Τμ. Ψυξ.	F _c (m ³ /h)	R _c (-)	Q _{r,c} (-)	Τμ. Υγρ.	H _r (-)	Φίλτρα	E _{vent} (kW/m ² /s)
▶ 1		<input checked="" type="checkbox"/>	1520.64	0.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	1520.64	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	0.0	<input type="checkbox"/>	1
* 2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

Εικόνα 20: Θεωρητικό μοντέλο μηχανικού αερισμού Ζώνης 1

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | **Μηχανικός αερισμός** | ZNX | Φωτισμός

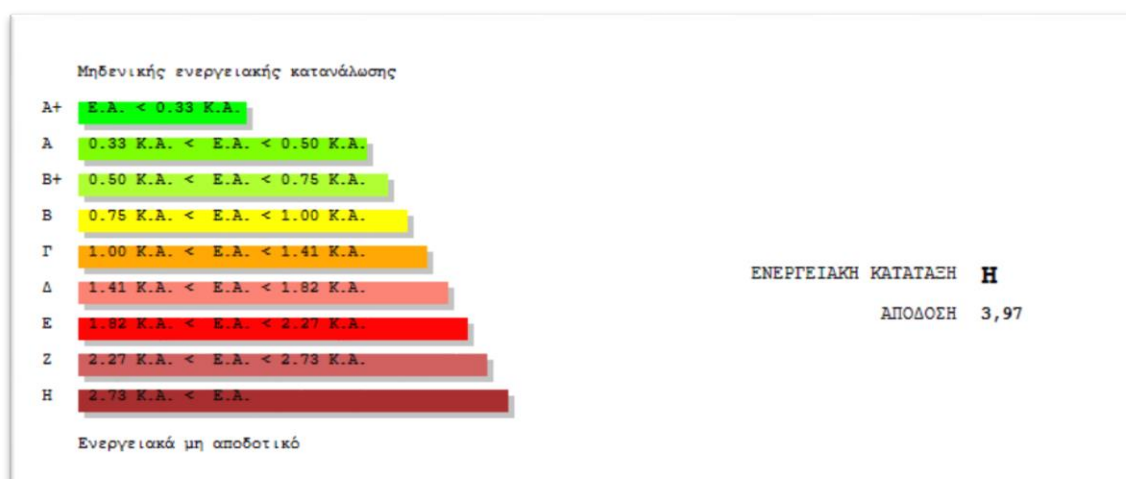
	Τύπος	Τμ. Θερ.	F _h (m ³ /h)	R _h (-)	Q _{r,h} (-)	Τμ. Ψυξ.	F _c (m ³ /h)	R _c (-)	Q _{r,c} (-)	Τμ. Υγρ.	H _r (-)	Φίλτρα	E _{vent} (kW/m ² /s)
▶ 1		<input checked="" type="checkbox"/>	2185.82	0.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	2185.82	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	0.0	<input type="checkbox"/>	1
* 2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

Εικόνα 21: Θεωρητικό μοντέλο μηχανικού αερισμού Ζώνης 2

3. Αποτελέσματα

Αφού έγινε η καταγραφή και η αποτύπωση όλων των χαρακτηριστικών κελύφους καθώς και των Η/Μ συστημάτων επόμενο στάδιο αποτελούν τα προτεινόμενα σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας. Το πρώτο σενάριο αναφέρεται στη θερμομόνωση των τοίχων, δηλαδή στην θερμομόνωση όλων των αδιαφανών επιφανειών κελύφους σε επαφή με τον εξωτερικό ατμοσφαιρικό αέρα. Σκοπός του σεναρίου είναι η μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας. Δεύτερο σενάριο είναι η βελτίωση των Η/Μ συστημάτων. Με αντικατάσταση του παλιού λέβητα πετρελαίου με έναν καινούργιο θα ελαττωθούν σε μεγάλο βαθμό οι θερμικές απώλειες και τρίτο τελευταίο σενάριο είναι ο συνδυασμός των δυο παραπάνω σεναρίων, δηλαδή θερμομόνωση τοίχων και αντικατάσταση λέβητα.

Αρχικά θα ήταν φρόνιμο να γίνει μια ενεργειακή ανασκόπηση του κτιρίου κατανοώντας την υφιστάμενη κατάσταση. Έτσι λοιπόν όπως είπαμε και προηγουμένως το υπό μελέτη κτίριο είναι μια παλιά και βαριά κατασκευή. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του λογισμικού TEE-KENAK η ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου είναι η τελευταία δηλαδή Η, με συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 794 kWh/m². Επιπλέον, η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό ανέρχεται στις 696 kWh/m² ενώ οι ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη είναι 303 kWh/m². Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα μέσω εκπομπών CO₂ είναι 195 kg/m². Τέλος, όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται στον πίνακα 2 που ακολουθεί:



Εικόνα 22: Ενεργειακή κατάταξη στο υπάρχον κτίριο

Πίνακας 2: Κατάσταση υφιστάμενου κτιρίου

Ενεργειακή κατάταξη	Η
Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	794

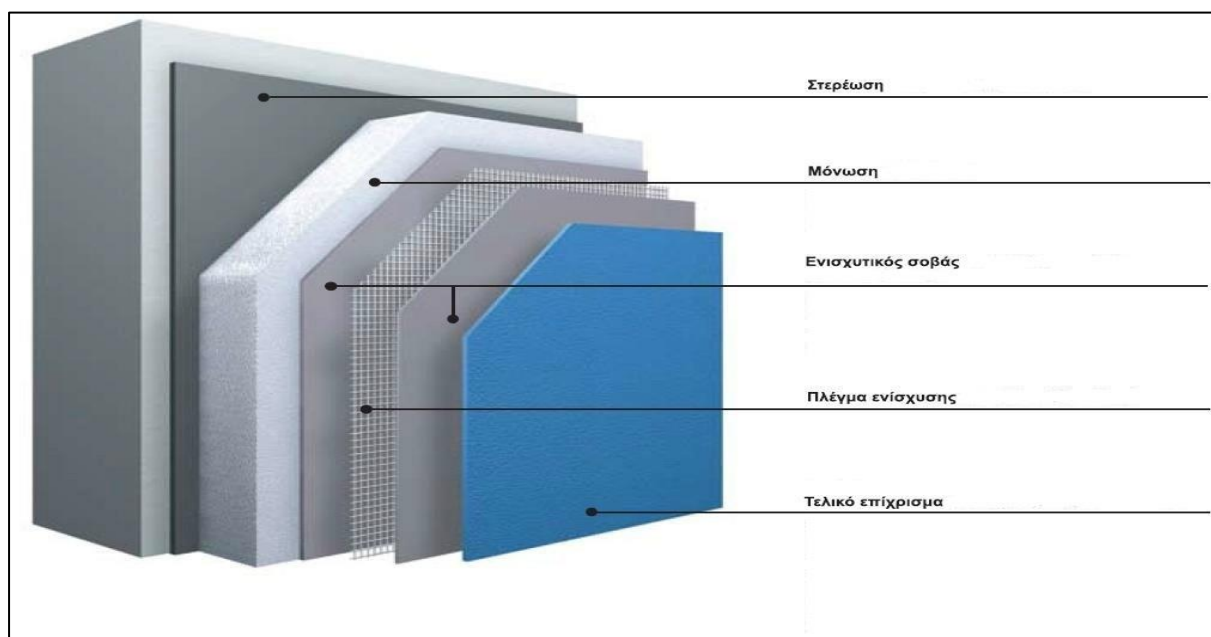
Συνολική ετήσια ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	696
Ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	303
Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)	195

3.1 Προτεινόμενα σενάρια

- Σενάριο 1: Θερμομόνωση τοίχων

Η θερμομόνωση των τοίχων αποτελεί ίσως την πρώτη λύση με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας. Η βασική διαδικασία που πραγματοποιείται είναι η εφαρμογή ενός θερμομονωτικού υλικού με σκοπό την μείωση του ποσοστού θερμότητας που χάνεται διαμέσου των εξωτερικών τοίχων και πραγματοποιείται με δυο τρόπους, είτε εσωτερικά του τοίχου είτε εξωτερικά. Η εξωτερική εφαρμογή θερμομόνωσης περιλαμβάνει την εφαρμογή του μονωτικού υλικού στην εξωτερική πλευρά του τοίχου στην συνέχεια πάνω από αυτό τοποθετείται με κόλλα ένα πλέγμα οπλισμού και στην συνέχεια η κάλυψη του πλέγματος με ειδικό επίχρισμα. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η θερμομόνωση του σκελετού όπου οι χώροι αργούν να θερμανθούν αλλά παραμένουν θερμοί για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά την διακοπή της θέρμανσης. Η εξωτερική θερμομόνωση επίσης αυξάνει την διάρκεια μεταβολής των συνθηκών θερμοκρασίας στους χώρους και γίνεται σε κτίρια συνεχούς χρήσης όπως κατοικίες ενώ μπορεί να προστατεύσει τις προσόψεις από την έκθεση σε ακραίες καιρικές

συνθήκες. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται μια τυπική διάταξη εξωτερικής θερμομόνωσης.



Εικόνα 23: Διάταξη εξωτερικής θερμομόνωσης τοίχου [14].

Όπως αντιλαμβανόμαστε αυτή η μέθοδος θερμομόνωσης αυξάνει το πάχος της εξωτερικής τοιχοποιίας. Λόγω, όμως, της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής στο υπό μελέτη κτίριο μας αυτή η μέθοδος θερμομόνωσης θα μεταβάλει την εξωτερική εικόνα του κτιρίου γεγονός που δεν το επιθυμούμε. Συνεπώς, θα οδηγηθούμε στην εφαρμογή θερμομόνωσης στην εσωτερική πλευρά του τοίχου. Σε αυτήν την περίπτωση το μονωτικό υλικό τοποθετείται στην εσωτερική πλευρά του τοίχου και προστατεύεται από κάποιο στέρεο δομικό υλικό όπως γυψοσανίδα που λειτουργεί όπως το εσωτερικό επίχρισμα. Με τον τρόπο αυτό έχουμε μείωση του ωφέλιμου χώρου, μη θερμομόνωση του σκελετού με σύντομη θέρμανση και ψύξη χώρων. Σε σύγκριση με την εξωτερική θερμομόνωση κοστίζει λιγότερο από την εξωτερική θερμομόνωση αφού δεν απαιτούνται ακριβά υλικά προστασίας από τις εξωτερικές συνθήκες. Τέλος, η εφαρμογή της εσωτερικής θερμομόνωσης μπορεί να γίνει σε όλες τις περιόδους του

Εικόνα 25 : Εφαρμογή σεναρίου 1 στην Ζώνη 1

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

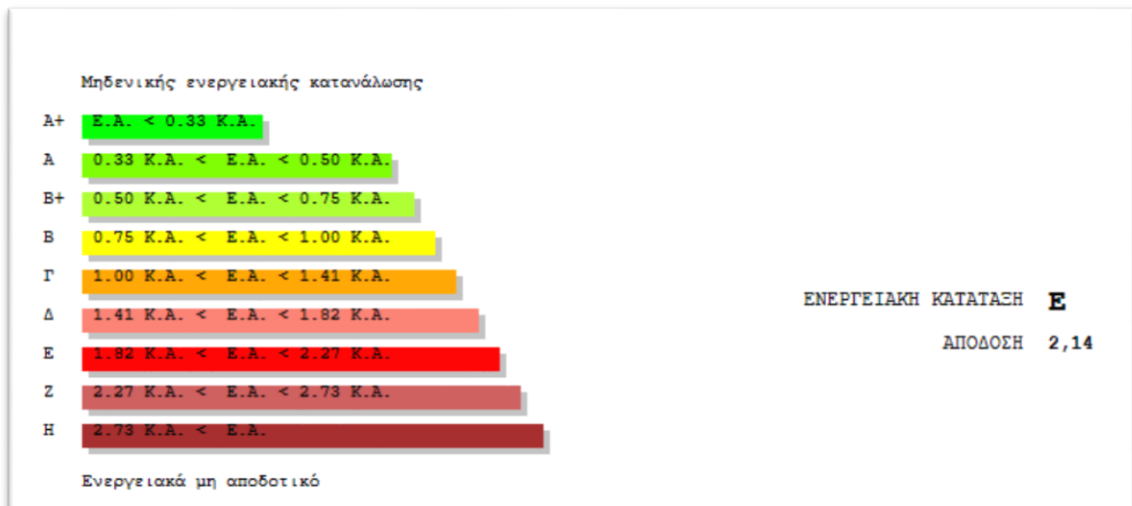
Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)	Κόστος (€/m ²)
▶ 1	Τοίχος	βόρειος τοίχος ισογειου	0	90	40.91	0.7	0.4	0.8							50
2	Τοίχος	ανατολικός τοίχος ισογειου	90	90	60.80	0.7	0.4	0.8							50
3	Τοίχος	νοτιος τοίχος ισογειου	180	90	38.40	0.7	0.4	0.8							50
4	Τοίχος	δυτικός τοίχος ισογειου	270	90	61.82	0.7	0.4	0.8							50
5	Πόρτα	δυτική πορτα ισογειου	270	90	2.88	3.50	0.6	0.8							
6	Τοίχος	βόρειος τοίχος ορόφου	0	90	38.35	0.7	0.4	0.8							50
7	Τοίχος	ανατολικός τοίχος ορόφου	90	90	60.40	0.7	0.4	0.8							50
8	Τοίχος	νοτιος τοίχος ορόφου	180	90	36.80	0.7	0.4	0.8							50
9	Τοίχος	δυτικός τοίχος ορόφου	270	90	61.50	0.7	0.4	0.8							50
10	Οροφή	κεραμοσκεπή επι ξύλινη		0	389.06	4.25	0.6	0.8							
* 11															

Εικόνα 26 : Εφαρμογή σεναρίου 1 στην Ζώνη 2

Για την εφαρμογή ενός σεναρίου εξοικονόμησης σημαντικοί παράγοντες είναι αν με την εφαρμογή του σεναρίου επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας αφενός και χρημάτων αφετέρου και επιπλέον αν μειώνονται οι αέριοι ρύποι προς το περιβάλλον. Με την εφαρμογή, λοιπόν, του σεναρίου θερμομόνωσης των τοίχων η ενεργειακή κατανάλωση θέρμανσης μειώνεται σε ποσοστό 48 % αφού ουσιαστικά εμποδίζεται η ροή θερμότητας γεγονός που αυτομάτως βελτιώνει την ενεργειακή του κατάταξη, μεταβαίνει δηλαδή από την Η στην Ε. Με την εφαρμογή του εν λόγω σεναρίου προκύπτει ότι μετά την εφαρμογή του σεναρίου θερμομόνωσης οδηγεί σε ετήσιο οικονομικό όφελος της τάξης του 48 % που αντιστοιχεί σε χρηματικό ποσό των 29.000 €, ενώ οι αέριες εκπομπές CO₂ αντιστοιχούν σε μειωμένη ποσότητα κατά 88 kg/m² CO₂ ενώ σε συνάρτηση με το εμβαδόν του κτιρίου προκύπτει το ετήσιο περιβαλλοντικό όφελος της εφαρμογής του σεναρίου θερμομόνωσης των τοίχων που αντιστοιχεί σε μείωση εκπομπής 54.000 kg CO₂. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συνολικά στον πίνακα 3:



Εικόνα 27: Ενεργειακή κατάταξη μετά την εφαρμογή σεναρίου 1

Πίνακας 3 : Κατάσταση κτιρίου με εφαρμογή του σεναρίου 1

Ενεργειακή κατάταξη	E
Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	428
Συνολική ετήσια ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	363
Ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	140
Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)	107

Σημαντική παράμετρος για την αξιολόγηση βιωσιμότητας ενός σεναρίου επέμβασης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας είναι η οικονομοτεχνική τους απόδοση, κατά πόσο δηλαδή είναι οικονομικά αποδεκτά και

εφαρμόσιμα. Αρχικά λοιπόν υπολογίστηκε η ετήσια κατανάλωση ενέργειας στο υπό μελέτη κτίριο και σύμφωνα με την υφιστάμενη κατάσταση. Έπειτα έγινε εκ νέου υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης με την εφαρμογή των σεναρίων που έχουν ως αντικείμενο τις παρεμβάσεις στις θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και των ανοιγμάτων με βελτιωτικές παρεμβάσεις στο κέλυφος (θερμομόνωση, αντικατάσταση κουφωμάτων) καθώς και σε βελτιστοποίηση της απόδοσης εγκαταστάσεων θέρμανσης και ψύξης, μέσω αντικατάστασης των υφιστάμενων συστημάτων. Επίσης, εκτιμήθηκε και το ενεργειακό κόστος μετά τις επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας και με τον τρόπο αυτό γίνεται δυνατή η αξιολόγηση των δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση του κτιρίου σύμφωνα με την υφιστάμενη κατάσταση ανέρχεται περίπου στις 696 kWh/m² ενώ με την εφαρμογή του σεναρίου θερμομόνωσης προκύπτει κατανάλωση ενέργειας περίπου 363 kWh/m². Το ετήσιο ενεργειακό όφελος (E.E.O) προκύπτει από τον τύπο ...

$$E.E.O = (E_{\text{αρχ}} - E_{\text{τελ}}) * A$$

Όπου

E_{αρχ}: κατανάλωση ενέργειας υφιστάμενου κτιρίου (kWh/m²)

E_{τελ}: κατανάλωση ενέργειας κτιρίου με εφαρμογή παρέμβασης (kWh/m²)

A: εμβαδόν κτιρίου (m²)

Προκύπτει λοιπόν ετήσιο ενεργειακό όφελος με εφαρμογή σεναρίου θερμομόνωσης περίπου 205.590 kWh.

Βασική πηγή θέρμανσης στο υφιστάμενο κτίριο μας είναι ο λέβητας πετρελαίου. Το υπό μελέτη κτίριο χαρακτηρίζεται από υψηλές θερμικές

απώλειες λόγω της απουσίας θερμομόνωσης τόσο στα δομικά στοιχεία του κτιρίου όσο και στα ανοιγόμενα κουφώματά του. Όπως είναι προφανές με την εφαρμογή θερμομόνωσης πρόκειται να ελαττωθεί η κατανάλωση πετρελαίου αφού θα υπάρχουν λιγότερες θερμικές απώλειες άρα θα επιτυγχάνονται οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος σε λιγότερο χρόνο και με μικρότερο ενεργειακό κόστος. Για να γίνει ο υπολογισμός της εξοικονόμησης καύσης πετρελαίου, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η γνώση της θερμογόνου ικανότητας του. Στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι μια μέση τιμή θερμογόνου ικανότητας πετρελαίου είναι 10,3 kWh/lit ,συνεπώς με εφαρμογή της θερμομόνωσης των δομικών στοιχείων και των ανοιγμάτων του υπό μελέτη κτιρίου μπορεί να επιτευχθεί και εξοικονόμηση της καύσης πετρελαίου η οποία υπολογίζεται από της διαίρεση του ετήσιου ενεργειακού οφέλους με την θερμογόνο ικανότητα του πετρελαίου, άρα υπάρχει εξοικονόμηση 19.960 It/έτος. Κατά την διετία 2017-2018, σύμφωνα με αποτελέσματα από το παρατηρητήριο υγρών καυσίμων του αρμόδιου υπουργείου, μια μέση τιμή πετρελαίου ήταν 0,98 €/lit , άρα επιτυγχάνουμε με την εφαρμογή του σεναρίου θερμομόνωσης εξοικονόμηση 19.560 €/έτος. Κάθε παρέμβαση όμως έχει και ένα περιβαλλοντικό αποτύπωμα όπου βάσει νομοθεσίας πρέπει να λαμβάνεται και αυτό σε κάθε παρέμβαση και υπολογισμό περιβαλλοντικών εκπομπών. Στην περίπτωση καύσης πετρελαίου οι εκπομπές CO₂ , σύμφωνα με βιβλιογραφικές αναφορές, είναι 0,264 kgCO₂ /kWh συνεπώς στη περίπτωση μας με τον πολλαπλασιασμό της παραπάνω τιμής με το ετήσιο ενεργειακό όφελος θα προκύψει η τιμή της ποσότητας μείωσης εκπομπών CO₂ ανά έτος και είναι 54.275 kgCO₂/έτος.

Οικονομική αξιολόγηση σεναρίου 1

Η οικονομική αξιολόγηση του σεναρίου 1 πραγματοποιείται σύμφωνα με την μέθοδο των προεξοφλημένων ταμειακών ροών (Discounted Cash Flow

Method), χρησιμοποιώντας τα πιο συνηθισμένα και αποδεκτά οικονομικά κριτήρια αξιολόγησης, δηλαδή την Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ), τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης (ΕΒΑ) και τον Χρόνο Ανάκτησης Κεφαλαίου (ΧΕΚ).

Η Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value – ΚΠΑ ή NPV) ορίζεται ως η διαφορά της παρούσας αξίας των ετήσιων εισοδημάτων μείον την παρούσα αξία των ετήσιων εξόδων, συμπεριλαμβανομένων των επενδύσεων (Καλιαμπάκος & Δαμίγος, 2008). Στην πράξη και με την προϋπόθεση ότι έχει συμπληρωθεί ο πίνακας ταμειακών ροών, η ΚΠΑ υπολογίζεται ως η διαφορά των χρηματικών εισροών (καθαρών ταμειακών ροών μετά φόρων) μείον το κόστος των επενδύσεων σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο :

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=1}^n \frac{\text{ΚΤΡ}_t}{(1+r)^t} - \text{Κ}_0$$

όπου:

ΚΠΑ= η Καθαρά Παρούσα Αξία του σχεδίου

ΚΤΡ_t = η Καθαρή Ταμειακή Ροή το έτος t

Κ₀ = η αρχική επένδυση σε χρόνο t=0

n = η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου

r= το επιτόκιο προεξόφλησης, το οποίο αντιπροσωπεύει το οριακό κόστος κεφαλαίου, δηλαδή το κόστος άντλησης των κεφαλαίων που είναι απαραίτητα για την χρηματοδότηση της επένδυσης

Η Καθαρή Παρούσα Αξία δείχνει τη σημερινή αξία των χρημάτων που θα κερδίσει ο επενδυτής στο τέλος της επένδυσης. Όταν το ποσό είναι μεγαλύτερο του μηδενός, τότε η επένδυση θεωρείται βιώσιμη. Αν η ΚΠΑ ισούται με το μηδέν τότε η επιχειρηματική απόφαση χαρακτηρίζεται

αδιάφορη, ενώ αν είναι μικρότερη από το μηδέν τότε η επένδυση είναι μη αποδεκτή.

Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (Internal Rate of Return – EBA ή IRR) του κεφαλαίου ορίζεται ως το επιτόκιο προεξόφλησης που μηδενίζει τη χρηματοροή, δηλαδή εκείνο το επιτόκιο που εξισώνει την αρχική επένδυση με την αξία όλων των μελλοντικών ταμειακών ροών (Καλιαμπάκος & Δαμίγος 2008). Η διαφορά μεταξύ του επιτοκίου που δίνεται από τον EBA και του επιτοκίου της προεξόφλησης έγκειται στο γεγονός ότι το πρώτο προσδιορίζεται από τα χαρακτηριστικά του πίνακα των ταμειακών ροών (για το λόγο αυτό καλείται και εσωτερική απόδοση) ενώ το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται εξωγενώς από τον επενδυτικό φορέα. Ο τύπος που δίνει τον EBA είναι ο ακόλουθος :

$$0 = \left[\sum_{t=1}^v \frac{KTP_t}{(1+r)^t} \right] - K_0$$

όπου:

KTP_t = η Καθαρή Ταμειακή Ροή το έτος t

K_0 = η αρχική επένδυση σε χρόνο t=0

v = η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου

EBA = το επιτόκιο προεξόφλησης που καθιστά την ΚΠΑ=0

Όταν ο EBA είναι μεγαλύτερος από το επιτόκιο προεξόφλησης τότε η επένδυση γίνεται αποδεκτή. Αν ο EBA είναι ίσος με το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση θεωρείται οριακή. Τέλος, όταν ο EBA είναι μικρότερος από το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση απορρίπτεται. Το κριτήριο του χρόνου επανείσπραξης του κεφαλαίου (Payback Period) ανήκει στα λεγόμενα ατελή κριτήρια (Τσώλας, 2002) και ορίζεται ως το χρονικό διάστημα που απαιτείται για

να καλυφθεί η δαπάνη της αρχικής επένδυσης από τις ετήσιες ταμειακές ροές μετά φόρων.

Τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης παρουσιάζονται στην συνέχεια με εκτιμώμενη διάρκεια αξιολόγησης της επένδυσης τα 15 έτη και επιτόκιο προεξόφλησης 6 %, δεδομένου του σχετικά χαμηλού ρίσκου της επένδυσης.

Οι ταμειακές ροές της υπό εξέταση επένδυσης εξοικονόμησης ενέργειας παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα 4 και τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης στον πίνακα 5 αντίστοιχα.

Πίνακας 4 :Ταμειακές ροές εξεταζόμενης επένδυσης

Έτη	0	1...15
Κεφάλαιο	42.464	
Όφελος		19.560
Κόστος		1.273,92
ΚΤΡ	-42.464	

Πίνακας 5: Αποτελέσματα οικονομικής αξιολόγησης

ΚΠΑ	127.650,74 €
ΕΒΑ	43 %

Όπως φαίνεται από τον πίνακα ταμειακών ροών η επένδυση σε αυτό το σενάριο δημιουργεί μια ετήσια εξοικονόμηση 19.560 ευρώ το οποίο αντιστοιχεί περίπου σε 1.630 ευρώ το μήνα. Επιπλέον όπως

παρουσιάζεται στον πίνακα 5 η επένδυση είναι οικονομικά συμφέρουσα αφού η εκτιμώμενη ΚΠΑ είναι θετική (περίπου 127.650 ευρώ) και ο ΕΒΑ είναι υψηλότερος του επιτοκίου προεξόφλησης ($\epsilon=6\%$) και μάλιστα αρκετά ικανοποιητικός (περίπου 43%).

- Σενάριο 2: Αντικατάσταση λέβητα

Στο υφιστάμενο κτίριο ο λέβητας πετρελαίου είναι παλιός με χρονολογία κατασκευής 1984, με αποτέλεσμα ο βαθμός απόδοσης του να είναι χαμηλός και να συνοδεύεται με υψηλές απώλειες. Αντικαθιστώντας λοιπόν τον υφιστάμενο λέβητα με έναν καινούργιο λέβητα συμπύκνωσης οδηγούμαστε σε αύξηση του βαθμού απόδοσης όπως αυτό παρουσιάζεται στις εικόνες για κάθε μια από τις δυο θερμικές ζώνες του υπό μελέτη κτιρίου.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Ap. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	151.19	0.95	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3700
* 2				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Ap. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	122.46	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.88	<input type="checkbox"/>	
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

Θερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Ap. (-)	Κόστος (€)
▶ 1	καλοριφέρ	0.89	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Ap. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	1.27
* 2		1	0

Εικόνα 28 : Εφαρμογή σεναρίου 2 στην Ζώνη 1

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός αερισμός Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (-)	COP (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	151.19	0.95	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
* 2				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	122.46	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.88	<input type="checkbox"/>	
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

Τερματικές μονάδες

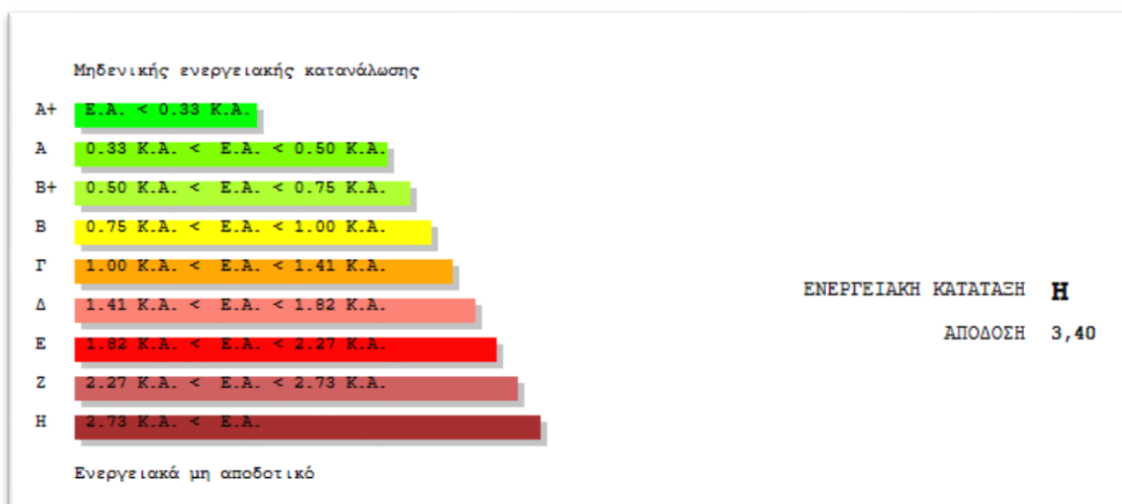
	Τύπος	B. Απ. (-)	Κόστος (€)
▶ 1	καλοριφέρ	0.89	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	1.27
* 2		1	0

Εικόνα 29 : Εφαρμογή σεναρίου 2 στην Ζώνη 2

Μια τυπική αύξηση του βαθμού απόδοσης του λέβητα είναι από 0,81 σε 0,95 και το ολικό κόστος ανέρχεται στο ποσό των 4.500 €. Με την εφαρμογή του εν λόγω σεναρίου έχουμε μείωση στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση κατά 15 % γεγονός που φαίνεται να μην προκαλεί άνοδο στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αφού χωρίς την εφαρμογή του σεναρίου είναι στην κατηγορία Η η οποία και δεν μεταβάλλεται. Με την εφαρμογή του σεναρίου εξοικονόμησης έχουμε ετήσιο οικονομικό όφελός της τάξης του 14%, που αντιστοιχεί σε ποσό των 9.000 €. Σημαντική παράμετρος όμως είναι και η μείωση εκπομπών CO₂ γεγονός που αντικατοπτρίζει την μείωση των αέριων ενεργειακών αποβλήτων, έτσι με εφαρμογή του σεναρίου αντικατάστασης λέβητα υπάρχει μείωση εκπομπών 27 kg/m² CO₂ όπου σε αντιστοιχία με το εμβαδόν του κτιρίου προκύπτει μείωση 16.000 kg CO₂.



Εικόνα 30: Ενεργειακή κατάταξη μετά την εφαρμογή σεναρίου 2

Πίνακας 6: Κατάσταση κτιρίου με εφαρμογή σεναρίου 2

Ενεργειακή κατάταξη	H
Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	681
Συνολική ετήσια ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	595
Ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	302
Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)	168

Όπως είναι λογικό πρέπει και σε αυτό το σενάριο επέμβασης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας να γίνει ο απαραίτητος έλεγχος οικονομικής βιωσιμότητας. Τα αποτελέσματα για το λόγο ότι θα πρέπει να είναι

συγκρίσιμα μεταξύ των σεναρίων θα πρέπει να ακολουθούν την ίδια μεθοδολογία.

Στο σενάριο 2 όπως αναφέρθηκε και παραπάνω αναφέρεται στην αντικατάσταση του παλιού υπάρχοντος ο οποίος χαρακτηρίζεται από υψηλές θερμικές απώλειες με έναν καινούργιο τελευταίας τεχνολογίας. Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση του κτιρίου σύμφωνα με την υφιστάμενη κατάσταση ανέρχεται περίπου στις 696 kWh/m² ενώ με την εφαρμογή του σεναρίου αντικατάστασης λέβητα προκύπτει κατανάλωση ενέργειας περίπου 595 kWh/m². Το ετήσιο ενεργειακό όφελος (E.E.O) προκύπτει από τον τύπο ...

$$E.E.O = (E_{αρχ} - E_{τελ}) * A$$

Όπου

E_{αρχ}: κατανάλωση ενέργειας υφιστάμενου κτιρίου (kWh/m²)

E_{τελ}: κατανάλωση ενέργειας κτιρίου με εφαρμογή παρέμβασης (kWh/m²)

A: εμβαδόν κτιρίου (m²)

Προκύπτει λοιπόν ετήσιο ενεργειακό όφελος με εφαρμογή σεναρίου θερμομόνωσης περίπου 62.580 kWh.

Ο λέβητας πετρελαίου είναι η μοναδική και η βασική πηγή θέρμανσης του κτιρίου. Όπως είναι προφανές σε μία ορεινή περιοχή με υψόμετρο μεγαλύτερο των 1.150 m λαμβάνουν χώρα εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες και αυτές οι περιοχές χαρακτηρίζονται από εξαιρετικά δριμύς χειμώνες. Έτσι λοιπόν το σύστημα θέρμανσης ειδικά σε κτήρια τριτογενούς τομέα καλείται να δώσει λύση με σκοπό την θερμική άνεση των χρηστών, άρα θα πρέπει να είναι γρήγορο, αποτελεσματικό και μη

ενεργοβόρο. Όπως προείπαμε ο λέβητας στο υπό μελέτη κτίριο είναι παλιάς κατασκευής και τεχνολογίας γεγονός που δυσκολεύει τον στόχο της αποδοτικότητας. Ένας καινούργιος λέβητας τελευταίας τεχνολογίας αφενός θα είναι αποδοτικός και αφετέρου εξαιρετικά οικονομικός, γεγονός που παρέχει τις επιθυμητές συνθήκες θερμικής άνεσης με λιγότερη κατανάλωση πόρων. Για να γίνει ο υπολογισμός της εξοικονόμησης καύσης πετρελαίου, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η γνώση της θερμογόνου ικανότητας του. Στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι μια μέση τιμή θερμογόνου ικανότητας πετρελαίου είναι 10,3 kWh/lit ,συνεπώς με αντικατάσταση του λέβητα μπορεί να επιτευχθεί και εξοικονόμηση της καύσης πετρελαίου η οποία υπολογίζεται από της διαίρεση του ετήσιου ενεργειακού οφέλους με την θερμογόνο ικανότητα του πετρελαίου, άρα υπάρχει εξοικονόμηση 6.076 lit/έτος. Κατά την διετία 2017-2018 μια μέση τιμή πετρελαίου ήταν 0,98 €/lit , άρα επιτυγχάνουμε με την εφαρμογή του σεναρίου θερμομόνωσης εξοικονόμηση 5.954 €/έτος. Κάθε παρέμβαση όμως έχει και ένα περιβαλλοντικό αποτύπωμα όπου βάσει νομοθεσίας πρέπει να λαμβάνεται και αυτό σε κάθε παρέμβαση και υπολογισμό περιβαλλοντικών εκπομπών. Στην περίπτωση καύσης πετρελαίου οι εκπομπές CO₂ , σύμφωνα με βιβλιογραφικές αναφορές, είναι 0,264 kgCO₂ /kWh συνεπώς στη περίπτωση μας με τον πολλαπλασιασμό της παραπάνω τιμής με το ετήσιο ενεργειακό όφελος θα προκύψει η τιμή της ποσότητας μείωσης εκπομπών CO₂ ανά έτος και είναι 16.521 kgCO₂/έτος.

Οικονομική αξιολόγηση σεναρίου 2

Τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης παρουσιάζονται στην συνέχεια με εκτιμώμενη διάρκεια αξιολόγησης της επένδυσης τα 15 έτη και επιτόκιο προεξόφλησης 6 %, δεδομένου του σχετικά χαμηλού ρίσκου της επένδυσης.

Οι ταμειακές ροές της υπό εξέταση επένδυσης εξοικονόμησης ενέργειας παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα 7 και τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης στον πίνακα 8 αντίστοιχα.

Πίνακας 7: Ταμειακές ροές εξεταζόμενης επένδυσης

Έτη	0	1...15
Κεφάλαιο	5.400	
Όφελος		5.954
Κόστος		250
ΚΤΡ	-5.400	

Πίνακας 8: Αποτελέσματα οικονομικής αξιολόγησης

ΚΠΑ	47.168,55 €
EBA	106 %

Όπως φαίνεται από τον πίνακα ταμειακών ροών η επένδυση σε αυτό το σενάριο δημιουργεί μια ετήσια εξοικονόμηση 5.954 ευρώ το οποίο αντιστοιχεί περίπου σε 496 ευρώ το μήνα. Επιπλέον όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 8 η επένδυση είναι οικονομικά συμφέρουσα αφού η εκτιμώμενη ΚΠΑ είναι θετική (περίπου 47.168 ευρώ) και ο EBA είναι υψηλότερος του επιτοκίου προεξόφλησης ($\epsilon=6\%$) και μάλιστα πολύ ικανοποιητικός (περίπου 106 %).

- Σενάριο 3: Θερμομόνωση τοίχων και αντικατάσταση λέβητα

Σε αυτό το σενάριο γίνεται ο συνδυασμός των δυο παραπάνω σεναρίων. Είναι προφανές ότι με τον συνδυασμό των σεναρίων θα προκύψει καλύτερη ενεργειακή αναβάθμιση και κατάταξη. Προκύπτει λοιπόν ότι από τον συνδυασμό των δύο σεναρίων έχουμε αφενός μείωση στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση σε ποσοστό 55 % και αφετέρου άνοδο στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου από Η σε Ε. Το ετήσιο οικονομικό όφελος από τον συνδυασμό της θερμομόνωσης των εξωτερικών τοίχων και της αντικατάστασης του λέβητα ανέρχεται σε ποσοστό 55% που αντιστοιχεί σε χρηματικό ποσό ύψους 34.000 €. Τέλος, όπως είπαμε και προηγουμένως σημαντική παράμετρος στην λήψη αποφάσεων και στην υλοποίηση δράσεων αποτελεί το περιβαλλοντικό αποτύπωμα κάθε κίνησης και παρέμβασης στον περιβαλλοντικό χώρο. Έτσι η δράση του παραπάνω σεναρίου οδηγεί σε μια μείωση εκπομπών ρύπων CO₂ κατά 101 kg/m² CO₂ όπου σε συνάρτηση με το εμβαδόν του υπό μελέτη κτιρίου αντικατοπτρίζει το ετήσιο περιβαλλοντικό όφελος της παραπάνω δράσης που είναι μείωση της τάξης των 62.000 kg CO₂.



Εικόνα 31: Ενεργειακή κατάταξη μετά την εφαρμογή σεναρίου 3

Πίνακας 9: Κατάσταση κτιρίου με εφαρμογή σεναρίου 3

Ενεργειακή κατάσταση	E
Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	372
Συνολική ετήσια ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	312
Ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	141
Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)	94

Σημαντική παράμετρος για την αξιολόγηση βιωσιμότητας ενός σεναρίου επέμβασης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας είναι η οικονομοτεχνική τους απόδοση, κατά πόσο δηλαδή είναι οικονομικά αποδεκτά και εφαρμόσιμα. Αρχικά λοιπόν υπολογίστηκε η ετήσια κατανάλωση ενέργειας στο υπό μελέτη κτίριο και σύμφωνα με την υφιστάμενη κατάσταση. Έπειτα έγινε εκ νέου υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης με την εφαρμογή των σεναρίων που έχουν ως αντικείμενο τις παρεμβάσεις στις θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και των ανοιγμάτων με βελτιωτικές παρεμβάσεις στο κέλυφος (θερμομόνωση, αντικατάσταση κουφωμάτων) καθώς και σε βελτιστοποίηση της απόδοσης εγκαταστάσεων θέρμανσης και ψύξης, μέσω αντικατάστασης των υφιστάμενων συστημάτων. Επίσης, εκτιμήθηκε και το ενεργειακό κόστος μετά τις επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας και με τον τρόπο αυτό γίνεται δυνατή η αξιολόγηση των δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση του κτιρίου σύμφωνα με την υφιστάμενη κατάσταση ανέρχεται

περίπου στις 696 kWh/m² ενώ με την εφαρμογή των σεναρίων θερμομόνωσης και αντικατάστασης λέβητα προκύπτει κατανάλωση ενέργειας περίπου 312 kWh/m². Το ετήσιο ενεργειακό όφελος (E.E.O) προκύπτει από τον τύπο:

$$E.E.O = (E_{αρχ} - E_{τελ}) * A$$

Όπου

E_{αρχ}: κατανάλωση ενέργειας υφιστάμενου κτιρίου (kWh/m²)

E_{τελ}: κατανάλωση ενέργειας κτιρίου με εφαρμογή παρέμβασης (kWh/m²)

A: εμβαδόν κτιρίου (m²)

Προκύπτει λοιπόν ετήσιο ενεργειακό όφελος με εφαρμογή σεναρίου θερμομόνωσης και αντικατάστασης λέβητα περίπου 237.220 kWh.

Βασική πηγή θέρμανσης στο υφιστάμενο κτίριο μας είναι ο λέβητας πετρελαίου. Το υπό μελέτη κτίριο χαρακτηρίζεται από υψηλές θερμικές απώλειες λόγω της απουσίας θερμομόνωσης τόσο στα δομικά στοιχεία του κτιρίου όσο και στα ανοιγώμενα κουφώματά του όπως επίσης και εξαιτίας του παλιού συστήματος θέρμανσης. Όπως είναι προφανές με την εφαρμογή θερμομόνωσης πρόκειται να ελαττωθεί η κατανάλωση πετρελαίου αφού θα υπάρχουν λιγότερες θερμικές απώλειες άρα θα επιτυγχάνονται οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος σε λιγότερο χρόνο και με μικρότερο ενεργειακό κόστος, όπως επίσης με την αντικατάσταση του παλιού λέβητα με έναν καινούργιο τελευταίας τεχνολογίας θα υπάρχουν όχι μόνο λιγότερες θερμικές αλλά και ενεργειακές απώλειες. Για να γίνει ο υπολογισμός της εξοικονόμησης καύσης πετρελαίου, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η γνώση της θερμογόνου ικανότητας του. Στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι μια μέση τιμή θερμογόνου ικανότητας πετρελαίου είναι 10,3 kWh/lit ,συνεπώς με

εφαρμογή της θερμομόνωσης των δομικών στοιχείων και των ανοιγμάτων καθώς και μέσω αντικατάστασης του παλιού λέβητα με έναν καινούργιο πιο σύγχρονης τεχνολογίας στο υπό μελέτη κτίριο μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση της καύσης πετρελαίου η οποία υπολογίζεται από της διαίρεση του ετήσιου ενεργειακού οφέλους με την θερμογόνο ικανότητα του πετρελαίου, άρα υπάρχει εξοικονόμηση 23.031 lt/έτος. Κατά την διετία 2017-2018, σύμφωνα με αποτελέσματα από το παρατηρητήριο υγρών καυσίμων του αρμόδιου υπουργείου, μια μέση τιμή πετρελαίου ήταν 0,98 €/lt , άρα επιτυγχάνουμε με την εφαρμογή του σεναρίου θερμομόνωσης και αντικατάσταση λέβητα εξοικονόμηση 22.570 €/έτος. Κάθε παρέμβαση όμως έχει και ένα περιβαλλοντικό αποτύπωμα όπου βάσει νομοθεσίας πρέπει να λαμβάνεται και αυτό σε κάθε παρέμβαση και υπολογισμό περιβαλλοντικών εκπομπών. Στην περίπτωση καύσης πετρελαίου οι εκπομπές CO₂ , σύμφωνα με βιβλιογραφικές αναφορές, είναι 0,264 kgCO₂ /kWh συνεπώς στη περίπτωση μας με τον πολλαπλασιασμό της παραπάνω τιμής με το ετήσιο ενεργειακό όφελος θα προκύψει η τιμή της ποσότητας μείωσης εκπομπών CO₂ ανά έτος και είναι 62.626 kgCO₂/έτος.

Οικονομική αξιολόγηση σεναρίου 3

Τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης παρουσιάζονται στην συνέχεια με εκτιμώμενη διάρκεια αξιολόγησης της επένδυσης τα 15 έτη και επιτόκιο προεξόφλησης 6 %, δεδομένου του σχετικά χαμηλού ρίσκου της επένδυσης.

Οι ταμειακές ροές της υπό εξέταση επένδυσης εξοικονόμησης ενέργειας παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα 10 και τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης στον πίνακα 11 αντίστοιχα.

Πίνακας 10: Ταμειακές ροές εξεταζόμενης επένδυσης

Έτη	0	1...15
Κεφάλαιο	47.864	
Όφελος		25.532
Κόστος		1.524
ΚΤΡ	-47.864	

Πίνακας 11: Αποτελέσματα οικονομικής αξιολόγησης

ΚΠΑ	174.819,29 €
EBA	50 %

Όπως φαίνεται από τον πίνακα ταμειακών ροών η επένδυση σε αυτό το σενάριο δημιουργεί μια ετήσια 25.532 ευρώ το οποίο αντιστοιχεί περίπου σε 2.127 ευρώ το μήνα. Επιπλέον όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 11 η επένδυση είναι οικονομικά συμφέρουσα αφού η εκτιμώμενη ΚΠΑ είναι θετική (περίπου 174.819 ευρώ) και ο EBA είναι υψηλότερος του επιτοκίου προεξόφλησης ($\epsilon=6\%$) και μάλιστα αρκετά ικανοποιητικός (περίπου 50 %).

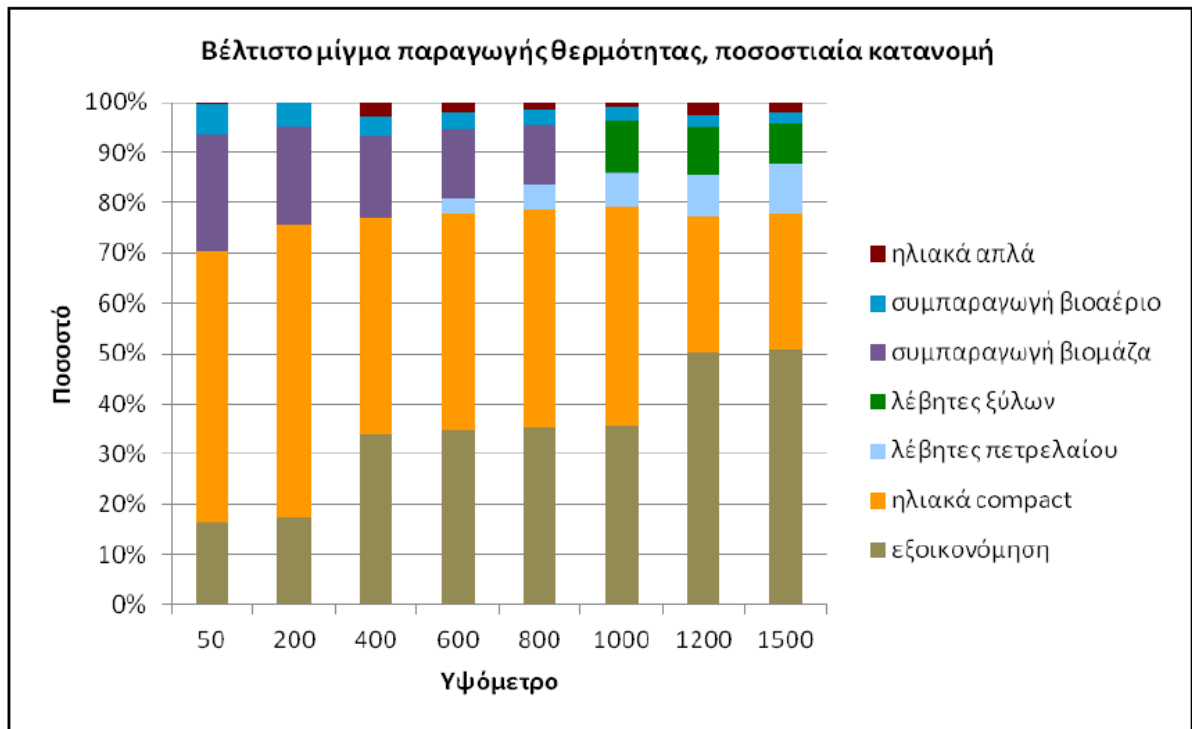
4.Συμπεράσματα

Το υπό μελέτη κτίριο μας χαρακτηρίζεται από εξαιρετικής παλαιότητας, συνεπώς κάθε επέμβαση εξοικονόμησης θα παρουσιάζει πολύ καλή συμπεριφορά. Συγκεκριμένα, με επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που αφορούν την θερμομόνωση των αδιαφανών στοιχείων καθώς και επεμβάσεις αντικατάστασης του λέβητα μπορούν να προσδώσουν σημαντικά αποτελέσματα μείωσης λειτουργικού κόστους λειτουργίας του

υπό μελέτη κτιρίου. Συγκεκριμένα, με συνδυασμό των παραπάνω σεναρίων μπορεί να γίνει μείωση της ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης κατά 238.000 kWh περίπου, γεγονός που αντιστοιχίζεται σε οικονομικό κέρδος περίπου 23.000 €/έτος. Όλες αυτές οι δράσεις έχουν άμεση απελευθέρωση οικονομικών πόρων για το Δήμο, γεγονός που είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε δύσκολες οικονομικές εποχές που ζούμε. Όπως είναι λογικό θα πρέπει κάθε επεμβατική δράση που πραγματοποιούμε στο περιβάλλον, και στην περίπτωση μας, μέσω επεμβάσεων στα κτίρια θα λαμβάνουμε υπόψη και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των δράσεων μας. Μέσω των επεμβάσεων θερμομόνωσης των αδιαφανών δομικών στοιχείων αλλά και μέσω αντικατάστασης λέβητα έχουμε μείωση των εκπομπών CO₂ ανά έτος περίπου 63.000 kgCO₂/έτος. Γεγονός που επιβεβαιώνει και το εξαιρετικά υψηλό περιβαλλοντικό όφελος των παραπάνω δράσεων.

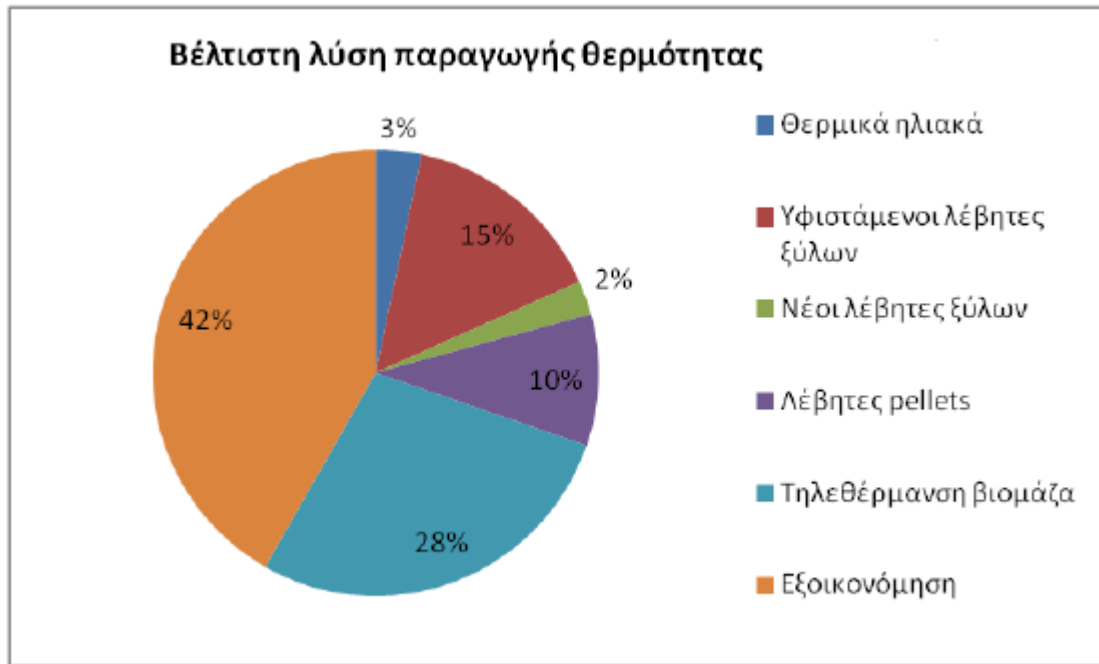
Τα παλιά κτίρια όπως είναι λογικό παρουσιάζουν χαμηλή ενεργειακή απόδοση. Επιπλέον, όταν τα παλιά κτίρια χωροθετούνται σε ορεινούς όγκους και σε συνδυασμό με τις ιδιαίτερα ψυχρές κλιματικές συνθήκες που τους χαρακτηρίζουν παρουσιάζουν πολύ υψηλή οικονομική απόδοση όσον αφορά στις επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Σύμφωνα με μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί έχουν αποδείξει ότι με σκοπό την παραγωγή θερμότητας, η συμμετοχή των τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας σε θεωρητικό βέλτιστο ενεργειακό μείγμα αυξάνεται σε μεγαλύτερα υψόμετρα. Συγκεκριμένα, όπως παρουσιάζεται στην εικόνα παρακάτω με αύξηση του υψομέτρου παρουσιάζεται να είναι περισσότερο αποδεκτή η επιλογή των δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας έναντι των δράσεων μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά και συμβατών συστημάτων παραγωγής ενέργειας.



Εικόνα 32 : Ποσοστιαία κατανομή ενεργειακών πηγών στο βέλτιστο μίγμα παραγωγής θερμότητας συναρτήσει του υψομέτρου.[17]

Επιπλέον, σε ποσοστό 42 % η εξοικονόμηση ενέργειας είναι η βέλτιστη λύση στο μίγμα θέρμανσης έναντι της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως παρουσιάζεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 33 : Ποσοστιαία κατανομή πηγών παραγωγής θερμότητας.[9]

Γενικά, λοιπόν, αυξανόμενου του υψομέτρου οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας με σκοπό την ενεργειακή κατανάλωση αλλά και ως μέσο παραγωγής θερμότητας παρουσιάζουν ιδιαίτερα ικανοποιητικά απόκριση.

Κλείνοντας, θα πρέπει να προωθηθεί ως βασικό τμήμα μιας πολιτικής για την ολοκληρωμένη ανάπτυξη των ορεινών περιοχών η εξοικονόμηση ενέργειας ώστε να ταιριάζει στο ενεργειακό προφίλ τους, να έχουν υψηλή ενεργειακή απόδοση και τέλος κάθε δράση να έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

5. Βιβλιογραφία

[1] Πράσινη Βίβλος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής , της 8^{ης} Μαρτίου 2006, «Ευρωπαϊκή στρατηγική για αειφόρο, ανταγωνιστική και ασφαλή ενέργεια».

[2] Κομπελίτου, Μ., 2009., *Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε ξενοδοχειακή μονάδα.*, Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης & Τεχνολογίας.

[3] Χιωτάκης, Σ., 2017., *Ενεργειακή Μελέτη Κτιρίου (κατοικίας) στα Χανιά Κρήτης με βάση τον Κανονισμό Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (KENAK) και με την χρήση εξειδικευμένων λογισμικών πακέτων .Συγκρίσεις , συμπεράσματα.*, Πτυχιακή εργασία, Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών-Τμήμα Μηχανολογίας.

[4] Καραφάγκα, Χ., 2015., *Αξιολόγηση της Συμβολής των Θερμογεφυρών στις Θερμικές Ροές από το Κέλυφος με Χρήση Δυναμικής Προσομοίωσης.*, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

[5] Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου [Online].Available:<http://www.ktiriatriki.gr/el/downloads/category/10-totee.html> [Accessed Νοέμβριος 2017].

[6] Σακκά, Α., 2014., *Ολιστική Ενεργειακή Θεώρηση Κτιρίων.*, Μεταπτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Βιολογίας.

[7] Θεοδώρου, Α., 2012., *Ανάπτυξη Μεθοδολογίας για την Εκτίμηση του Δυναμικού Εξοικονόμησης Ενέργειας στις Ορεινές Περιοχές, Η περίπτωση*

του Μετσόβου., Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών.

[8] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας [Online]. Available : <http://www.ypeka.gr/> [Accessed Απρίλιος 2018]

[9] Κατσουλάκος, Ν., 2013., *Βέλτιστη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις ορεινές περιοχές. Η περίπτωση του Μετσόβου.*, Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών.

[10] Μίχου, Ε., Μ., 2017., *Το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας σε μειονεκτούσες περιοχές – Η περίπτωση της Δυτικής Μακεδονίας.*, Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών.

[11] Γιαννακοπούλου Στ. (2012). *Αποτίμηση της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής των ορεινών περιοχών με μεθόδους περιβαλλοντικής οικονομίας.* Διδακτορική Διατριβή. ΕΜΠ Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών. Επιβλέπων καθ. Δ. Καλιαμπάκος .

[12] Σκαφιδάς, Β., 2016., *Ιστορία του Μετσόβου.*, Εκδόσεις Παπαζήσης

[13] Πλατάρη- Τζίμα, Γ., 2004., *Κώδικας Διαθηκών, Μείζονες και Ελάσσονες Ευεργέτες.*, Τόμος Α, Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Ιωαννίνων.

[14] Κατασκευές Ενεργειακών Κτιρίων TRIEDRASI. Available : http://www.triedrasi.gr/index.php/exwteriki_thermomonosi.html [Accessed Ιανουάριος 2018]

[15] Θερμομονώσεις AriTherm. Available: <http://aritherm.gr/insulation> [Accessed Ιανουάριος 2018]

[16] Θερμομόνωση Σπιτιού, At your service, Available : <https://atyourservice.com.cy/blog/posts/thermomonosi-spitiou> [Accessed Νοέμβριος 2017]

[17] Katsoulakos N., Kaliampakos D., 2016., *Mountainous areas and decentralized energy planning : Insights from Greece.*, *Energy Policy* 91, 174-188