



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Διπλωματική Εργασία με θέμα :

**Ενεργειακή Απόδοση Δημοσίου Σχολείου
“Δημοτικό Σχολείο Λίμνης Ευβοίας”**



Εκπόνηση Διπλωματικής Εργασίας :
Αλεξίου Κυριακή

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:
Στέγγου-Σαγιά Αθηνά

Αθήνα, Οκτώβριος 2012

.....
Κυριακή Δ. Αλεξίου
Διπλωματούχος Μηχανολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Copyright © Κυριακή Δ. Αλεξίου, 2012.
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved .

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τη συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τη συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Στην οικογένειά μου.....

“Από τον καθένα ανάλογα με τις ικανότητές του, στον καθένα ανάλογα με τις ανάγκες του“
Καρλ Μαρξ

“Το μέλλον ανήκει σε αυτούς που πιστεύουν στην ομορφιά των ονείρων τους”
Έλινορ Ρούσβελτ

Πρόλογος-Ευχαριστίες

Το παρόν τεύχος αποτελεί τη Διπλωματική μου εργασία στη σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου με την οποία ολοκληρώνεται ο κύκλος σπουδών μου στο ίδρυμα.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, την κ. Αθηνά Στέγγου-Σαγιά, για τη δυνατότητα που μου έδωσε να εκπονήσω αυτή την εργασία με θέμα το Δημοτικό Σχολείο του τόπου καταγωγής μου, καθώς και για την αμέριστη βοήθειά της. Επιπλέον, τη Ζωή Σαγιά, για την επιστημονική καθοδήγηση που μου παρείχε. Χωρίς τη βοήθειά της δεν θα ήταν δυνατή η ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους φίλους για τη στήριξη που μου παρείχαν κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας καθώς και για τα αξέχαστα φοιτητικά χρόνια που περάσαμε μαζί.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου και τις ευχαριστίες απο καρδιάς στους γονείς μου Δημήτρη και Ελευθερία και στις αδερφές μου Κατερίνα και Εύα, για τη διαρκή τους υποστήριξη και κατανόηση όλα αυτά τα χρόνια.

Αθήνα, Οκτώβριος 2012

Περίληψη - Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο “Ενεργειακή Απόδοση Δημόσιου Σχολείου – Δημοτικό Σχολείο Λίμνης Ευβοίας” εκπονήθηκε με στόχο την ενεργειακή προσομοίωση και μελέτη του κτιρίου όπου στεγάζεται το Δημοτικό Σχολείο της Λίμνης Ευβοίας. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής αξιολογούνται και τελικά παρουσιάζονται ορισμένες προτάσεις τροποποίησης του κτιρίου με σκοπό την ενεργειακή του αναβάθμιση.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μία στροφή σε διεθνές και εθνικό επίπεδο σε ό,τι αφορά τα θέματα ενεργειακής πολιτικής και σχεδιασμού. Σε αντίθεση με ό,τι συνέβαινε τα προηγούμενα χρόνια, προτεραιότητα έχει πλέον δοθεί στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ο συνδυασμός τους αλλά και η εφαρμογή καθενός ξεχωριστά παρουσιάζει άμεσα πολλαπλά κοινωνικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη.

Στον κτιριακό τομέα παρατηρείται η ίδια αλλαγή πολιτικής, είτε με τη σχεδίαση νέων βιοκλιματικών και ενεργειακά αυτόνομων κτιρίων είτε με την τροποποίηση των ήδη υφιστάμενων με σκοπό την ενεργειακή τους αναβάθμιση. Γνωρίζοντας ότι είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, είναι έκδηλη η ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας σε αυτό τον τομέα.

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η τάση αυτή επικυρώνεται με τις αποφάσεις και οδηγίες που εκδίδει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συνεχώς τα τελευταία χρόνια και που βάζουν σε προτεραιότητα το θέμα της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και τις οποίες τα κράτη – μέλη οφείλουν να εφαρμόσουν.

Έτσι, έχοντας ως κύριο στόχο τη μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων και την εξοικονόμηση ενέργειας, η ενεργειακή μελέτη του κτιρίου κρίνεται απαραίτητη. Αυτή μπορεί να διεξαχθεί με πολλά υπολογιστικά προγράμματα. Τα συμπεράσματα από αυτή την ανάλυση μπορούν αξιολογηθούν και έπειτα να προταθούν λύσεις που θα βελτιώσουν τη συμπεριφορά του κτιρίου.

Στο παρόν τεύχος εξετάζονται τα εξής:

Στο **πρώτο μέρος**, αφού γίνει αναφορά στην κατάσταση που επικρατεί σε Ευρώπη και Ελλάδα σε ό,τι αφορά την παραγωγή, κατανάλωση και κατανομή της ενέργειας, γίνεται προσπάθεια ανάλυσης του θεσμικού πλαισίου που διέπει την διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης των κτιρίων. Παρατίθενται και αναλύονται η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/91/ΕΕ, η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2010/31/ΕΕ, ο νόμος 3661/08 του Ελληνικού κράτους και τέλος ο Κανονισμός Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ). Επιπλέον, δίνονται πληροφορίες σχετικά με την ενεργειακή επιθεώρηση και τον τρόπο που πρέπει να εφαρμόζεται.

Στο **δεύτερο μέρος**, δίνονται τα χαρακτηριστικά της περιοχής όπου βρίσκεται το εξεταζόμενο κτίριο (θερμοκρασία, υγρασία, κ.τ.λ) καθώς και όλες οι πληροφορίες που αφορούν το τελευταίο (δομικά στοιχεία, προσανατολισμοί, πόρτες, παράθυρα, θέρμανση, ψύξη, παρουσία ατόμων, κ.τ.λ.). Αφού παρουσιαστεί σύντομα το λογισμικό TRNSYS (έκδοση 16.1) που θα χρησιμοποιήσουμε για την προσομοίωση, μοντελοποιούμε το κτίριο με τη βοήθεια του TRNBuild (γραφικό περιβάλλον διεπαφής για την εισαγωγή όλων των δεδομένων του κτιρίου). Γνωρίζοντας όλα τα δεδομένα για το κτίριο, δημιουργούμε τα δύο απαιτούμενα αρχεία (για χειμώνα και καλοκαίρι), και προχωράμε στη μοντελοποίηση του συστήματος της κτιριακής εγκατάστασης.

Στο τρίτο και τελευταίο μέρος, παρουσιάζονται, σχολιάζονται και αξιολογούνται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Επιπλέον, προτείνονται κάποιες τροποποιήσεις στο κτίριο που έχουν στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής του συμπεριφοράς. Τα σενάρια αυτά με τις τροποποιήσεις εισάγονται στο TRNSYS Simulation Studio και τα αποτελέσματα που προκύπτουν παρατίθενται προς σχολιασμό. Τελικά, παρουσιάζονται συγκριτικά τα αποτελέσματα που προκύπτουν μετά τις επεμβάσεις και υπολογίζεται η εξοικονόμηση της ενέργειας που επιτυγχάνεται σε σχέση με το αρχικό (χωρίς τροποποιήσεις) κτίριο.

Abstract

This diploma thesis entitled “Energy Efficiency in Public School - Elementary School of Limni Evias” displays the energy simulation and study of the building which houses the Elementary School of Limni Evias. The results are analyzed and finally some proposals are presented for the building's energy upgrade.

The last decade, there has been a change concerning the energy policy and planning both nationally and internationally. Unlike previous years, priority is now given to energy saving and the use of renewable energy. The combination and implementation of the latter provides directly multiple social, environmental and financial benefits.

In the building sector, the same change of policy is observed either by designing new bioclimatic and energy autonomous buildings, or by modifying the already existing ones. The goal is to upgrade the energy behaviour of the buildings. This upgrade is essential, given that the building sector is responsible for the 40% of the total final energy consumption in Greece and Europe.

In Europe, this new policy is validated with the decisions and directives issued by the European Commission over the recent years which prioritize the issue of energy efficiency in buildings. The member-states have to implement these directives.

Therefore the energy study of the buildings is rendered necessary. This can be achieved with many simulation programs. The findings from this analysis are evaluated and solutions are proposed in order to improve the building's energy performance.

In this thesis we examine the followings:

On the *first part*, the institutional framework governing the energy audit of buildings is analyzed, following a reference to the production, consumption and distribution of energy in Europe and Greece. Specifically, the European Directive 2002/91/EU, the European Directive 2010/31/EU, the Law 3661/08 of the Greek State and finally the Buildings' Energy Efficiency Regulations are listed and analyzed. In addition, information is given on the energy audit and how it should be applied.

On the *second part*, we encounter the characteristics of the area where the building is located (temperature, humidity, etc) and all the information relating to the Elementary School (components, doors, windows, orientations, heating, cooling, etc). After the presentation of TRNSYS software (version 16.1), which will be used to simulate the building, the Elementary School is modeled with the help of TRNBuild.

On the third and final part, the results of the simulation are presented, discussed and evaluated. Furthermore, some modifications are proposed in order to improve the building's energy behaviour. The initial files which describe the building are changed and are executed with the TRNSYS Simulation Studio. Finally, all the results are compared and the energy savings are calculated.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**Α' ΜΕΡΟΣ**

1	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ.....	2
1.1	Παραγωγή, Κατανάλωση και Κατανομή Ενέργειας στην Ευρώπη.....	2
1.2	Κτιριακός Τομέας και Ενέργεια στην Ευρώπη.....	5
1.3	Κτίρια και Κατανάλωση Ενέργειας στην Ελλάδα.....	8
1.4	Συμπεράσματα.....	13
2	ΝΟΜΟΙ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ.....	14
2.1	Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/91/ΕΕ.....	14
2.2	Ευρωπαϊκή Οδηγία 2010/31/ΕΕ.....	17
2.3	Εναρμόνιση Ευρωπαϊκών Χωρών με την Οδηγία 2002/91/ΕΕ.....	21
2.4	Εναρμόνιση Ελλάδας με τις Οδηγίες 2002/91/ΕΕ και 2010/31/ΕΕ.....	22
3	Ν.3661/2008 ΚΑΙ ΚΕΝΑΚ.....	24
3.1	Βασικοί Ορισμοί για Ν.3661/2008 και ΚΕΝΑΚ.....	24
3.2	Ν. 3661/2008.....	26
3.3	Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ).....	27
3.4	Ενεργειακή Κατάταξη - Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης.....	29
3.5	Κλιματικές ζώνες.....	31
4	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ.....	32
4.1	Εισαγωγικά.....	32
4.2	Διενέργεια Ενεργειακής Επιθεώρησης.....	34
4.3	Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίου.....	35
4.4	Συμπεράσματα.....	36
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ Α' ΜΕΡΟΥΣ.....	37

Β' ΜΕΡΟΣ

5	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ.....	41
5.1	Λίμνη Ευβοίας.....	41
5.2	Συνθήκες Περιβάλλοντος-Κλιματολογικά Στοιχεία.....	42
5.2.1	Θερμοκρασία.....	42
5.2.2	Βροχόπτωση.....	43
5.2.3	Ένταση Ανέμου.....	43
5.3	Το κτίριο του Δημοτικού Σχολείου.....	44

5.3.1	Γενική Περιγραφή.....	44
5.3.2	Κατασκευαστικά Στοιχεία.....	48
5.3.3	Θέρμανση – Ψύξη.....	48
5.3.4	Αερισμός.....	48
5.3.5	Περιγραφή και Διαστάσεις Αιθουσών.....	49
6	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ TRNSYS 16.1 ΣΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ.....	59
6.1	Συνθήκες Άνεσης.....	59
6.1.1	Θερμοκρασία και Σχετική Υγρασία.....	60
6.1.2	Φωτισμός.....	61
6.1.3	Αερισμός Χώρου.....	62
6.1.4	Θόρυβος.....	63
6.1.5	Σωματική Δραστηριότητα (Μεταβολισμός).....	63
6.1.6	Τύπος Ένδυσης.....	64
6.2	Μοντελοποίηση του Κτιρίου.....	65
6.2.1	Εισαγωγή στο TRNSYS Simulation Studio.....	65
6.2.2	Εφαρμογή του TRNBuild.....	66
6.2.2.1	Καθορισμός Θερμικών Ζωνών.....	67
6.2.2.2	Μοντελοποίηση Τοίχου.....	84
6.2.2.3	Μοντελοποίηση Πόρτας.....	87
6.2.2.4	Καθορισμός Παραθύρων.....	87
6.2.2.5	Συνθήκες Θερμοκρασίας και Υγρασίας.....	87
6.2.2.6	Διείσδυση Αέρα στο Κτίριο.....	88
6.2.2.7	Συστήματα Θέρμανσης και Ψύξης.....	89
6.2.2.8	Σύστημα Εξαερισμού.....	91
6.2.2.9	Ενεργειακά Κέρδη.....	92
6.2.2.10	Συνθήκες Άνεσης.....	94
6.3	Προσομοίωση του Κτιρίου.....	94
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ Β' ΜΕΡΟΥΣ.....	96

Γ' ΜΕΡΟΣ

7	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ.....	99
7.1	Διάγραμμα Θέρμανσης για το Χειμώνα.....	99
7.2	Διάγραμμα Ψύξης για το Καλοκαίρι.....	100
7.3	Πίνακες Τελικών Αποτελεσμάτων.....	101

8	ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ.....	103
8.1	Σενάριο 1 : Αντικατάσταση Υαλοπινάκων.....	104
8.2	Σενάριο 2 : Θερμομόνωση Εξωτερικών Τοίχων.....	107
8.3	Σενάριο 3 : Αντικατάσταση Λαμπτήρων.....	110
8.4	Σενάριο 4 : Συνδυασμός των Παραπάνω Σεναρίων.....	113
8.5	Σύγκριση και Αξιολόγηση των Αποτελεσμάτων.....	116
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ Γ' ΜΕΡΟΥΣ.....	122

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Α' ΜΕΡΟΣ

1	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ.....	2
1.1	Παραγωγή, Κατανάλωση και Κατανομή Ενέργειας στην Ευρώπη.....	2
1.2	Κτιριακός Τομέας και Ενέργεια στην Ευρώπη.....	5
1.3	Κτίρια και Κατανάλωση Ενέργειας στην Ελλάδα.....	8
1.4	Συμπεράσματα.....	13
2	ΝΟΜΟΙ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ.....	14
2.1	Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/91/ΕΕ.....	14
2.2	Ευρωπαϊκή Οδηγία 2010/31/ΕΕ.....	17
2.3	Εναρμόνιση Ευρωπαϊκών Χωρών με την Οδηγία 2002/91/ΕΕ.....	21
2.4	Εναρμόνιση Ελλάδας με τις Οδηγίες 2002/91/ΕΕ και 2010/31/ΕΕ.....	22
3	Ν.3661/2008 ΚΑΙ ΚΕΝΑΚ.....	24
3.1	Βασικοί Ορισμοί για Ν.3661/2008 και ΚΕΝΑΚ.....	24
3.2	Ν. 3661/2008.....	26
3.3	Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ).....	27
3.4	Ενεργειακή Κατάταξη - Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης.....	29
3.5	Κλιματικές ζώνες.....	31
4	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ.....	32
4.1	Εισαγωγικά.....	32
4.2	Διενέργεια Ενεργειακής Επιθεώρησης.....	34
4.3	Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίου.....	35
4.4	Συμπεράσματα.....	36
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ Α' ΜΕΡΟΥΣ.....	37

1. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ

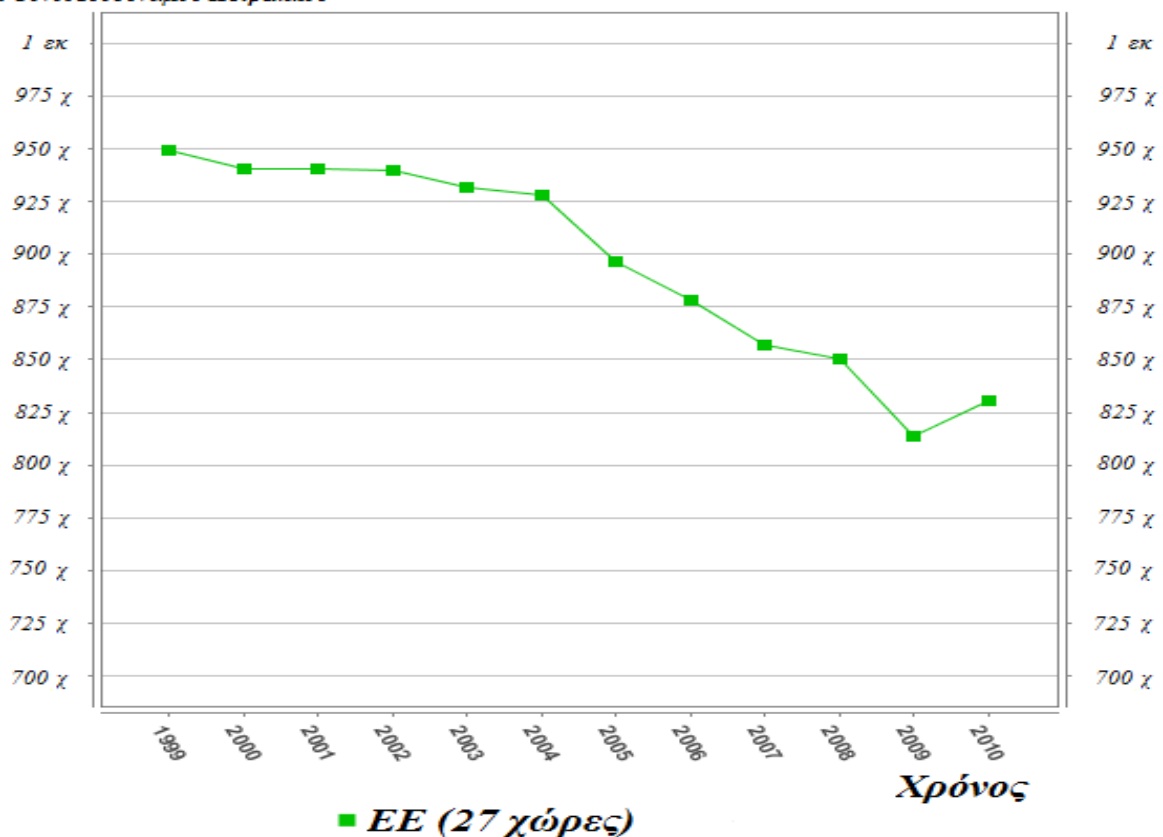
1.1. Παραγωγή, Κατανάλωση και Κατανομή Ενέργειας στην Ευρώπη

Τα στοιχεία που υπάρχουν για την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας στην Ευρώπη και που καταγράφονται από την ευρωπαϊκή στατιστική υπηρεσία (eurostat) φτάνουν μέχρι και το 2010. Με την ανάγνωση των διαγραμμάτων αυτών ^[1], παρατηρούμε ότι η Ευρώπη των 27 καταναλώνει περισσότερη ενέργεια από ό,τι παράγει, δηλαδή το ισοζύγιο ενέργειας δεν είναι ισοσκελισμένο.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν (σχήματα 1,2) δίνονται η συνολική παραγωγή ενέργειας και η συνολική κατανάλωση ενέργειας με το χρόνο (1999-2010). ^[1]

Συνολική Παραγωγή Ενέργειας

1000 Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου



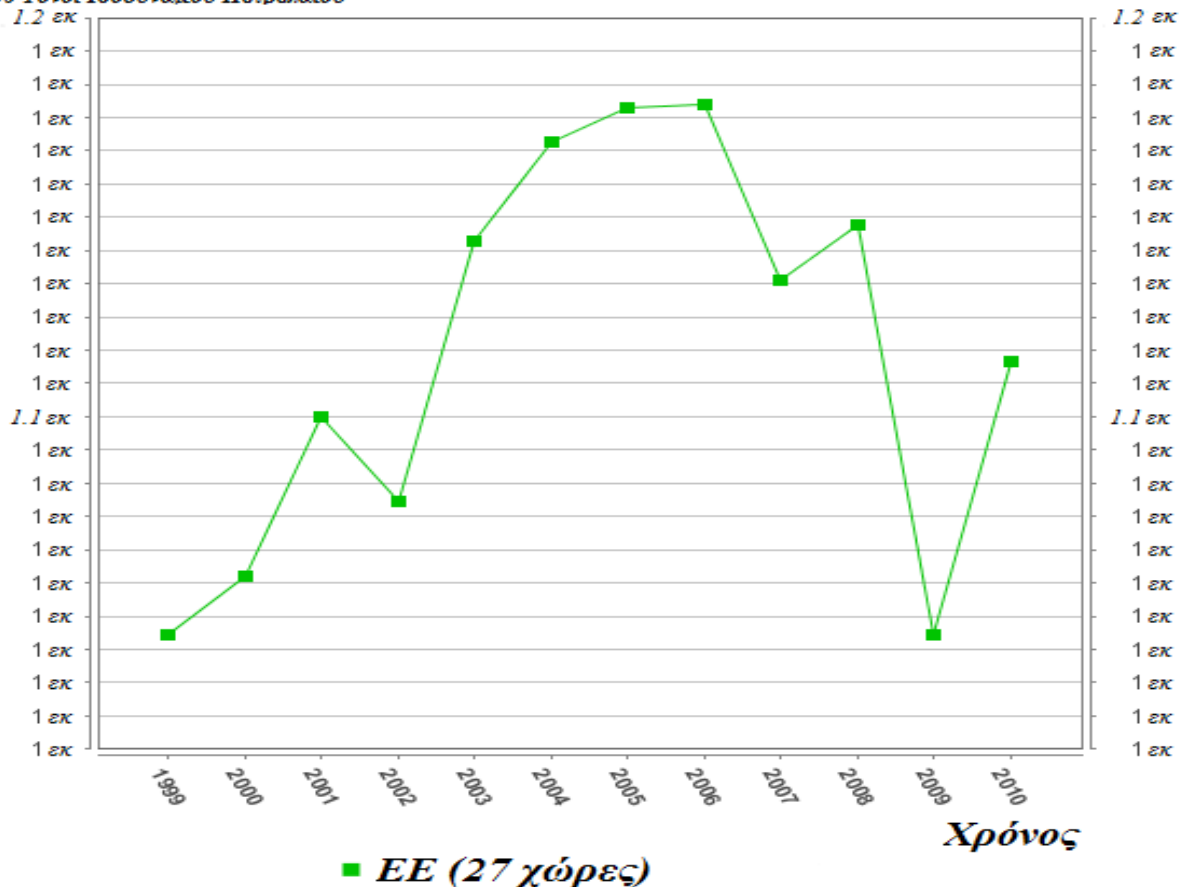
Σχήμα 1: Συνολική Παραγωγή Ενέργειας στην Ευρώπη (27) ^[1]

* 1 τόνος ισοδύναμου πετρελαίου = 41.868 GJ ή 11.63 MWh

Σαν γενική παρατήρηση, διαφαίνεται ξεκάθαρα η πτωτική τάση της συνολικής παραγωγής ενέργειας από το 1999 μέχρι και το 2010, ενώ από την άλλη παρατηρούμε ότι μέχρι και το 2007 η κατανάλωση της ενέργειας ακολουθούσε αυξητική πορεία της τάξης του 1-2% ετησίως. Εξαίρεση αποτελούν τα χρόνια από το 2007 ως και το 2010 όπου εξαιτίας των δυσμενών οικονομικών συνθηκών η κατανάλωση έχει μειωθεί (αυτό το φαινόμενο παρατηρείται μέχρι και σήμερα-2012).

Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας

1000 Τόνοι Ισοδύναμοι Πετρελαίου



Σχήμα 2: Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας στην Ευρώπη (27) ^[1]

Γνωρίζοντας τα αποτελέσματα της αλόγιστης χρήσης της ενέργειας, που ευθύνεται για τη μείωση των ενεργειακών πόρων (μείωση αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων, πετρέλαιο και φυσικό αέριο), τη ραγδαία υποβάθμιση του περιβάλλοντος (φαινόμενο του θερμοκηπίου) καθώς και την επιβάρυνση της ανθρώπινης υγείας, αντιλαμβανόμαστε τα οφέλη στο περιβάλλον από την πτωτική αυτή τάση της παραγωγής και της χρήσης ενέργειας τα τελευταία χρόνια.

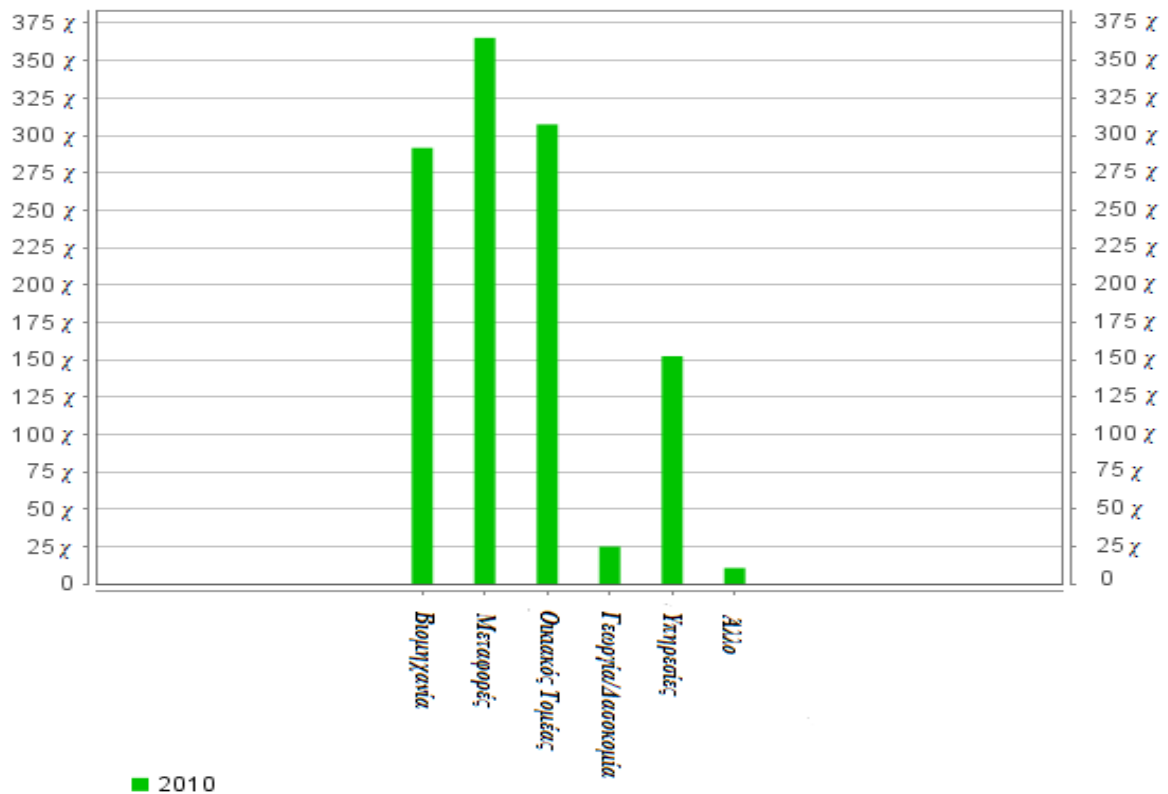
Το φαινόμενο του θερμοκηπίου οφείλεται κυρίως στο CO₂ και σε άλλα αέρια, που προέρχονται από την καύση συμβατικών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας, επιβαρύνοντας έτσι την ανθρώπινη υγεία, απειλώντας το οικοσύστημα του πλανήτη και αυξάνοντας τη θερμοκρασία της γης με καταστρεπτικές συνέπειες για το περιβάλλον και την οικονομία.

Με σκοπό την αποφυγή ή και τον περιορισμό των παραπάνω συνεπειών, οι λύσεις που προκρίνονται αφορούν είτε τη μεγαλύτερη διείσδυση στην παραγωγή ενέργειας των ανανεώσιμων πηγών (ΑΠΕ) είτε στον περιορισμό των απωλειών της ενέργειας (οδηγίες για εξοικονόμηση ενέργειας). Ειδικότερα η χρήση των ΑΠΕ οδηγεί επίσης στην επίτευξη της ενεργειακής επάρκειας, η οποία ενισχύει την ανταγωνιστικότητα της ευρωπαϊκής βιομηχανίας και προστατεύει την ευρωπαϊκή υποδομή από ξαφνικές αλλαγές στην τιμή της ενέργειας.

Στην Ευρώπη των 27 η κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας αφορά τους τομείς της γεωργίας, των υπηρεσιών, της βιομηχανίας, των μεταφορών, των κτιρίων καθώς και άλλους τομείς και φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα (σχήμα 3) ενδεικτικά για το έτος 2010.

Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας ανά Τομέα στην ΕΕ (27)

1000 Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου



Σχήμα 3: Κατανομή Συνολικής Κατανάλωσης Ενέργειας ανά Τομέα ^[1]

Για το έτος 2010, παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας διατίθεται για τις μεταφορές. Ακολουθεί ο κτιριακός τομέας και η βιομηχανία, με σχεδόν ίδια κατανάλωση και με πολύ μικρότερα ποσά συναντάμε τις υπηρεσίες και τη γεωργία.

Το παραπάνω διάγραμμα για το έτος 2010 είναι ενδεικτικό καθώς συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι τις τελευταίες δεκαετίες τα κτίρια, οι βιομηχανίες και οι μεταφορές καταναλώνουν το σύνολο σχεδόν της ενέργειας σε μία χώρα. Επομένως, η ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας είναι πολύ εμφανής στα κτίρια του οικιακού και τριτογενούς τομέα.

1.2. Κτιριακός Τομέας και Ενέργεια στην Ευρώπη

Όπως αναφέρθηκε, ο κτιριακός τομέας καταναλώνει σημαντικό μέρος της συνολικής ενέργειας στην Ευρώπη των 27.

Η κατανομή της χρήσης ενέργειας σε ένα κτίριο αφορά τις ανάγκες για θέρμανση, για ψύξη, για φωτισμό και για ζεστό νερό και σύμφωνα με τα στοιχεία της ευρωπαϊκής στατιστικής αρχής ^[1] αποτελεί περίπου το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης της Ευρώπης.

Πιο συγκεκριμένα, σε ένα κτίριο για τη θέρμανση καταναλώνεται περίπου το 69% των συνολικών ενεργειακών απαιτήσεών του, ενώ ακολουθούν η παραγωγή ζεστού νερού με το ποσοστό στο 15% και οι ηλεκτρικές συσκευές μαζί με τον φωτισμό στο 11%.

Επιπλέον, ο οικιακός αυτός τομέας είναι υπεύθυνος για το 45% των συνολικών εκπομπών CO₂ που προκύπτουν από την παραγωγή και χρήση της ενέργειας.

Σε ό,τι αφορά τη μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια κατοικιών αυτή ποικίλλει μεταξύ 150 και 230 kWh/m². Η διακύμανση εξαρτάται από την τοποθεσία του κτιρίου ανά την Ευρώπη.

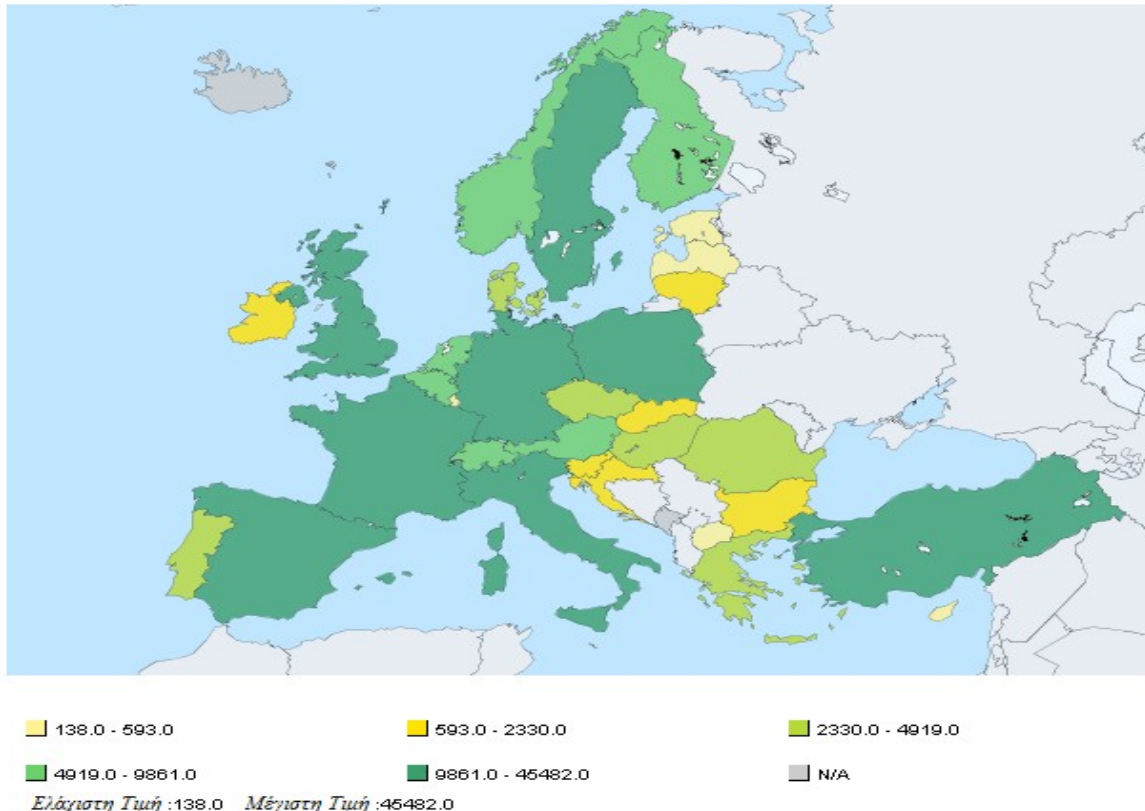
Πιο συγκεκριμένα, στη νότια Ευρώπη ανέρχεται σε 120-150 kWh/m² σε ένα καλά θερμομονωμένο κτίριο, ενώ όσο πιο βόρεια ανεβαίνουμε τόσο μεγαλώνει η τιμή.

Στην ανατολική και κεντρική Ευρώπη η κατανάλωση αυτή κυμαίνεται μεταξύ 200 και 400 kWh/m², που σε σχέση με αυτή στη δυτική Ευρώπη είναι δύο ή και τρεις φορές μεγαλύτερη. ^[2]

Αυτή η γεωγραφική κατανομή της ηλεκτρικής ενέργειας φαίνεται στην παρακάτω εικόνα .

Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Ευρώπη

1000 Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου
2010



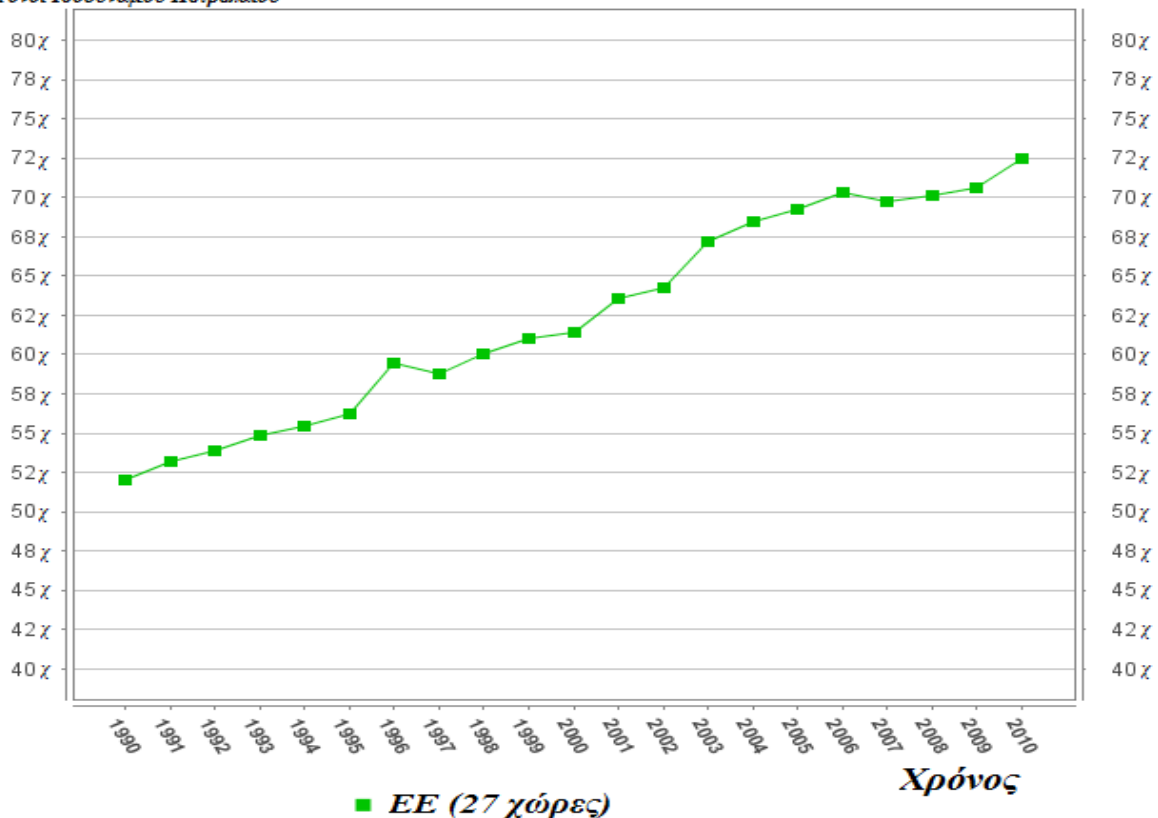
Εικόνα 1: Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Ευρώπη ^[1]

Σε αντίθεση με όσα ειπώθηκαν σχετικά με τη μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρώπη από το 2007, κάτι τέτοιο δεν παρατηρείται στον κτιριακό τομέα. Οι αλλαγές στον τρόπο ζωής των ανθρώπων τις τελευταίες δεκαετίες έχει επιφέρει αύξηση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα κτίρια, τάση που φανερώνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.

Παρατηρούμε δηλαδή ότι σε διάρκεια 20 ετών η κατανάλωση αυτή έχει αυξηθεί κατά 40%.

Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας στα Νοικοκυριά

1000 Τόνοι Ισοδύναμων Πετρελαίου



Σχήμα 4: Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας στον Κτιριακό Τομέα ^[1]

Από την ανάλυση που προηγήθηκε προκύπτει εύκολα η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Τα οφέλη από μία τέτοια κίνηση έχουν περιβαλλοντικό και οικονομικό αντίκτυπο καθώς η εξοικονόμηση μπορεί να φτάσει ως και το 30% της κατανάλωσης.

Κινούμενη προς αυτή την κατεύθυνση, το 2001 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε την Πράσινη Βίβλο ^[3] για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, η οποία αποτελεί μια πλατφόρμα διαλόγου στην οποία τίθενται σε πρώτο πλάνο οι προβληματισμοί για τις ΑΠΕ. Με αυτή προσπαθεί να οδηγήσει τα κράτη-μέλη προς την ανεξάρτησή τους από τις συμβατικές και ρυπογόνες πηγές ενέργειας, που χρησιμοποιούν κατά κόρον, και να τα στρέψει στη συστηματικότερη χρήση των φιλικών προς το περιβάλλον ΑΠΕ.

Για να επιτευχθούν οι στόχοι της Πράσινης Βίβλου, οι οποίοι αναπροσαρμόζονται διαρκώς, η Ε.Ε εξέδωσε κανονισμούς και οδηγίες αναλύοντας τα μέσα, τους τρόπους και τη διαδικασία με την οποία θα γίνει εφικτή η ικανοποίηση των εξής στόχων:

- Διπλασιασμός του ποσοστού χρήσης των ΑΠΕ στο ενεργειακό πλαίσιο της Ε.Ε. μέχρι το 2010 όπου και θα φτάσει το 12%.
- Ενθάρρυνση της συνεργασίας μεταξύ των κρατών - μελών σχετικά με τις ΑΠΕ.
- Ενδυνάμωση των πολιτικών της Ένωσης σχετικά με την πρόοδο και την εξέλιξη των ΑΠΕ.
- Παρακολούθηση της προόδου που συντελείται ως προς την επίτευξη των στόχων που θέτει η Πράσινη Βίβλος σχετικά με τη συστηματικότερη χρήση των ΑΠΕ.

Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά οι κανονισμοί και οι οδηγίες που έχουν ως τώρα εκδοθεί.

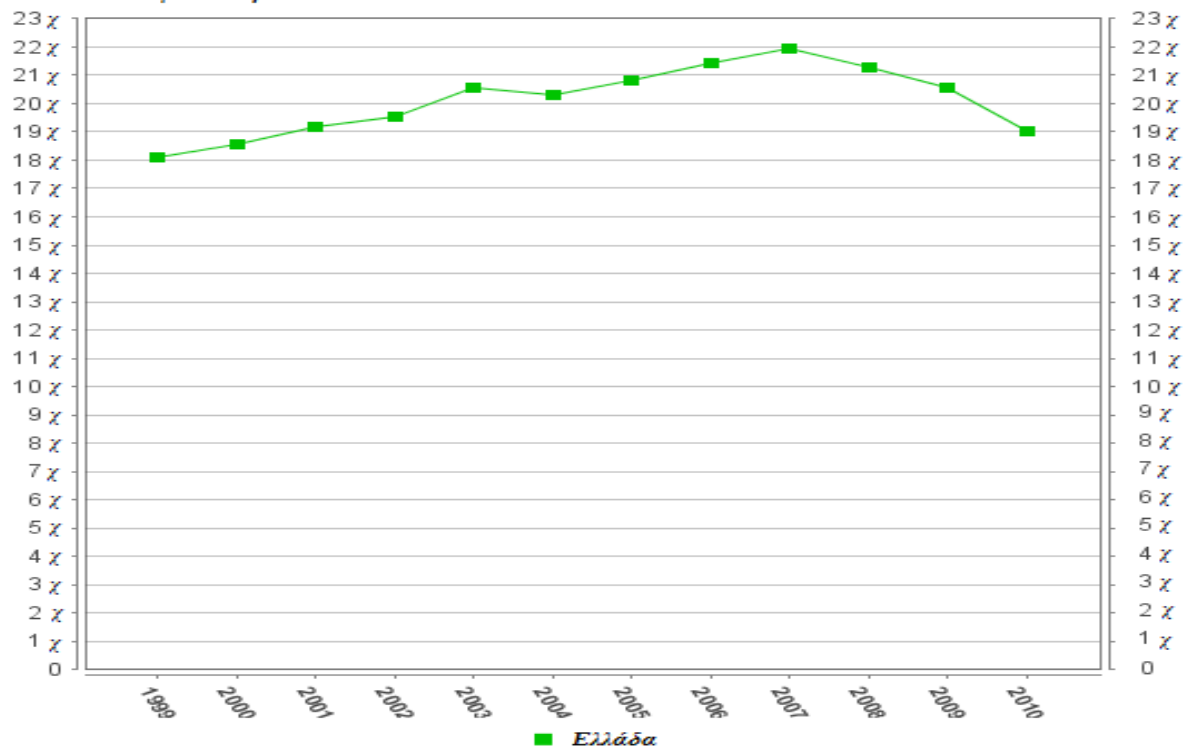
1.3. Κτίρια και Κατανάλωση Ενέργειας στην Ελλάδα

Η συνολική κατανάλωση της ενέργειας στην Ελλάδα ακολουθεί την ευρωπαϊκή ανοδική τάση μέχρι το 2007, ενώ για τα επόμενα τρία χρόνια (μέχρι το 2010) παρατηρείται μία πτώση.

Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει την κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα με τον χρόνο (1999-2010)^[1].

Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας

1000 Τόνοι Ισοδύναμον Πετρελαίου



Σχήμα 5: Κατανάλωση Ενέργειας στην Ελλάδα^[1]

Σε ό,τι αφορά τον κτιριακό τομέα στην Ελλάδα, αυτός θεωρείται από τους πλέον ενεργοβόρους στην Ε.Ε. Σε αυτόν οφείλεται η κατανάλωση του 35% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας της χώρας. Από τα στοιχεία που παίρνουμε από το Υπουργείο Ανάπτυξης^[4] προκύπτει ότι :

Η μέση ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας είναι ίση με 140 kWh/m² στα σπίτια και 96 kWh/m² στα διαμερίσματα που κατασκευάστηκαν πριν το 1980 (πριν την εφαρμογή του κανονισμού της θερμομόνωσης) και αντίστοιχα 92- 123 kWh/m² και 75-94 kWh/m² σε αυτά που κατασκευάστηκαν μετά το 1980.

Ο τομέας αυτός εκτός από τις κατοικίες (οι οποίες αποτελούν το 95 % των κτιρίων) αποτελείται από τα κτίρια γραφείων, τα κτίρια εμπορικής χρήσης, τα εκπαιδευτικά κτίρια, τα ξενοδοχεία και τα νοσοκομεία. Το μη κατοικήσιμο 5 % κατανέμεται ως εξής : το 57% αποτελεί κτίρια γραφείων και εμπορικής χρήσης, το 19% εκπαιδευτικά κτίρια, το 16% ξενοδοχεία και περίπου 8% νοσοκομεία.^[5]

Συγκριτικά με τις άλλες μεσογειακές χώρες τα ελληνικά νοικοκυριά παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας, σχεδόν 30% μεγαλύτερη της Ισπανίας και περίπου διπλάσια της Πορτογαλίας. Ταυτόχρονα, είναι σχεδόν ίση με αυτήν της Ολλανδίας και σημαντικά μεγαλύτερη από χώρες με ψυχρότερο κλίμα όπως το Βέλγιο και η Τσεχία.

Η κατανάλωση ενέργειας στις κατοικίες προορίζεται για την κάλυψη των θερμικών (θέρμανση και

ψύξη χώρων και ζεστό νερό χρήσης) και των ηλεκτρικών φορτίων (μαγειρέμα, φωτισμός, οικιακές συσκευές, ψύξη, κλπ).

Εντύπωση προκαλεί ότι παρόλο τον ήπιο χειμώνα στην χώρα μας περίπου το 60% της καταναλισκόμενης ενέργειας διατίθεται για θέρμανση των κατοικιών. Το 36% του συνόλου των κατοικιών είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες που χρησιμοποιούν πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ηλεκτρικό ρεύμα και καυσόξυλα. Το υπόλοιπο 64% έχει κεντρικό σύστημα θέρμανσης και σαν καύσιμο χρησιμοποιεί αποκλειστικά το πετρέλαιο.^[5]

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των ελληνικών κτιρίων είναι ότι έχουν μεγάλες απώλειες ενέργειας. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ελληνικών κτιρίων (πάνω από το 69% ^[5]) έχει αμόνωτους εξωτερικούς τοίχους, οροφές, δώματα, pilotis και δάπεδα, ενώ τα ανοίγματα έχουν μονούς υαλοπίνακες. Οι περισσότεροι λέβητες είναι παλαιοί και τα συστήματα θέρμανσης χαμηλής απόδοσης, με αποτέλεσμα την αυξημένη ανάγκη σε θέρμανση και ψύξη των χώρων, καθώς και τις φτωχές συνθήκες θερμικής άνεσης.

Παράλληλα, δεν έχει δοθεί ιδιαίτερη μέριμνα στο σχεδιασμό του περιβάλλοντα χώρου, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται ιδιαίτερα αυξημένες αστικές θερμοκρασίες τη θερινή περίοδο, με άμεσο αντίκτυπο στο φορτίο ψύξης.

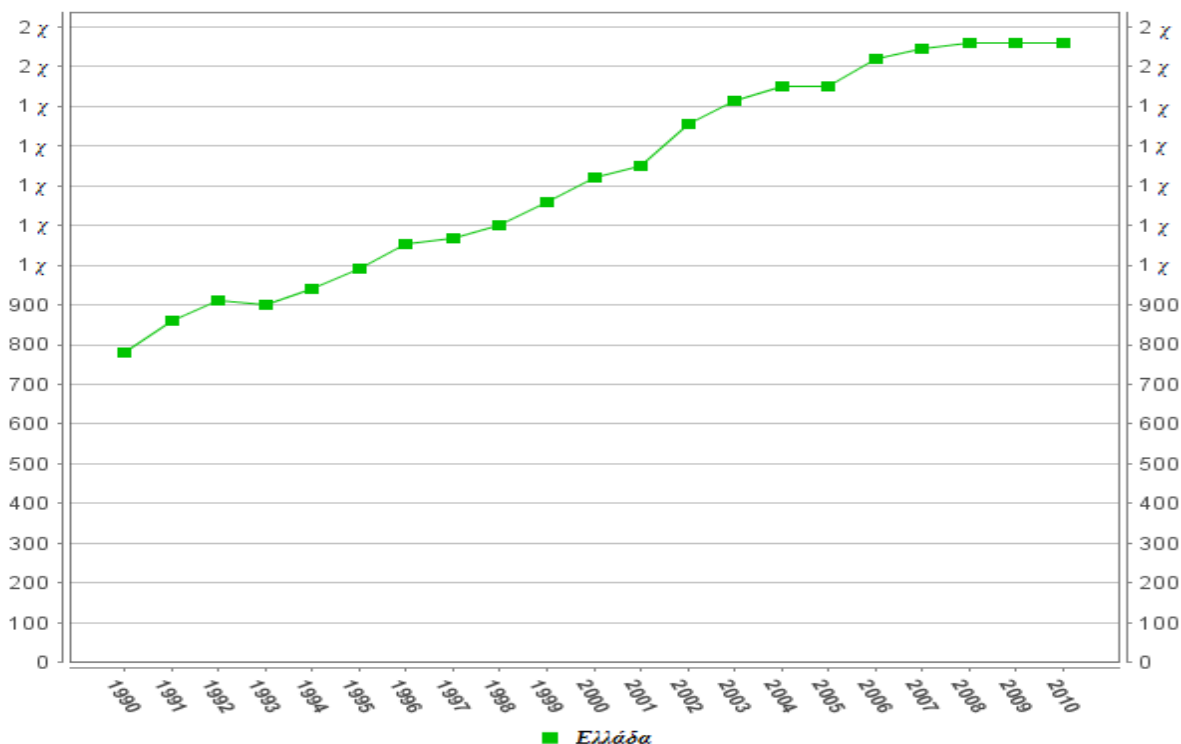
Αποτέλεσμα είναι η απώλεια πολύτιμης ενέργειας και χρημάτων. Επίσης, αύξηση παρουσιάζει η εκπομπή των ρύπων που ευθύνονται για το “φαινόμενο του θερμοκηπίου” και οι οποίοι αποτελούν το 45% των εκπομπών CO₂ της χώρας.

Όπως και στην Ε.Ε., στην χώρα μας η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια παρουσιάζει αυξητική τάση με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 7% (ποσοστό μεγαλύτερο από αυτό στην Ευρώπη).

Η τάση αυτή δίνεται στο παρακάτω διάγραμμα .

Ηλεκτρική Κατανάλωση στα Νοικοκυριά

1000 Τόνοι Ισοδύναμον Πετρελαίου



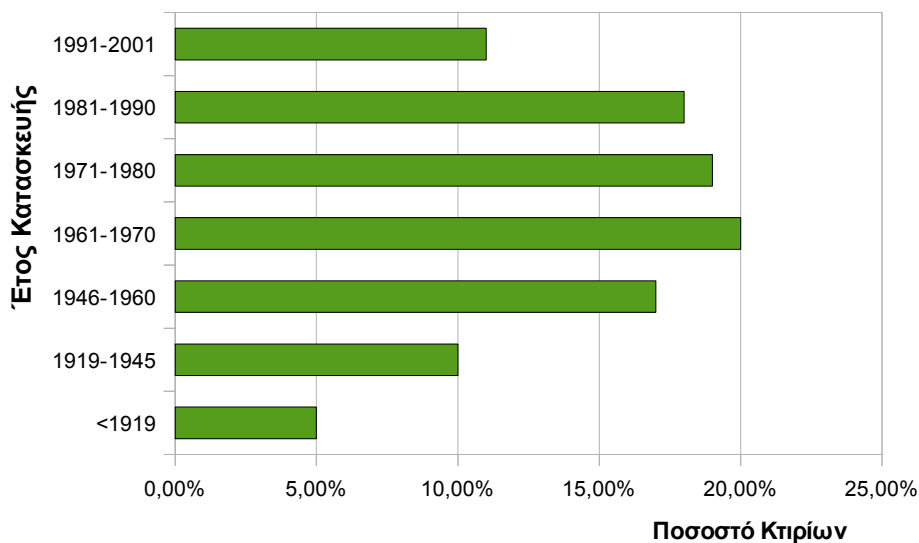
Σχήμα 6: Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας σε Κτίρια στην Ελλάδα ^[1]

Ο κυριότερος παράγοντας, όπως αναφέρθηκε, για την απώλεια ενέργειας στα κτίρια είναι η παλαιότητά τους και ιδιαίτερα η ύπαρξη ή όχι μόνωσης.

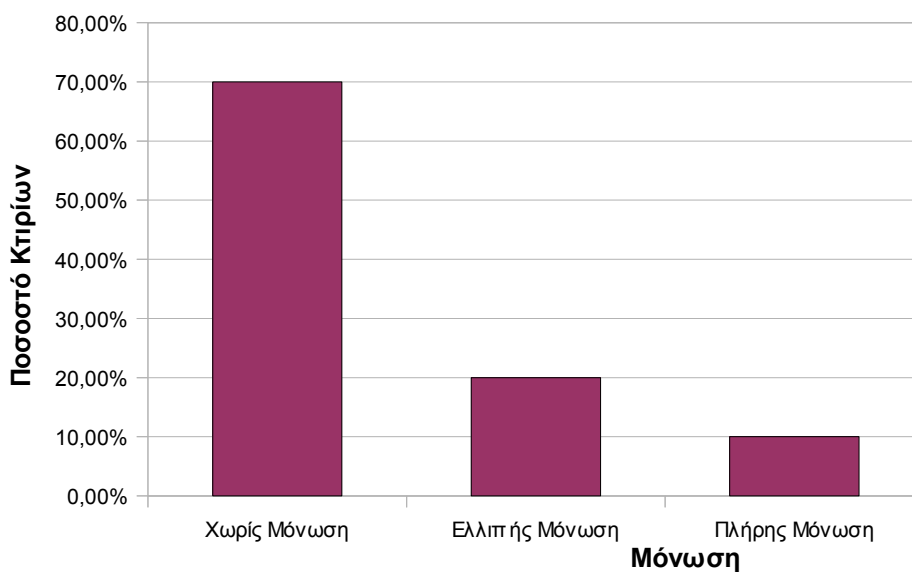
Σύμφωνα με στοιχεία της ελληνικής στατιστικής αρχής ^[5] στην Ελλάδα το 70% των κτιρίων μέχρι το 2001 δεν είχαν μόνωση και μόνο το 29% του συνόλου έχει κτιστεί μετά το 1981.

Επομένως, οι δυνατότητες εξοικονόμησης είναι πολλές αν λάβει κανείς υπόψη του ότι σύμφωνα με στοιχεία μέχρι το 2001 από το σύνολο των κτιρίων:

- 2,1% έχουν διπλά τζάμια
- 30,4% έχουν μόνωση δώματος
- 12,7% έχουν μόνωση πυλωτής
- 1,5% έχουν μόνωση δαπέδου
- 4,2% έχουν μόνωση σωληνώσεων στην εγκατάσταση θέρμανσης
- 20% έχουν μόνωση εξωτερικών τοίχων



Σχήμα 7: Κατανομή Ελληνικών Κτιρίων με βάση το Έτος Κατασκευής τους ^[5]



Σχήμα 8: Κατανομή Ελληνικών Κτιρίων με βάση τη Μόνωσή τους ^[5]

Επίσης, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και την αναβάθμιση των κτιρίων, εκτός από την παλαιότητά τους πολύ σημαντικό είναι να γνωρίζουμε το είδος του κτιρίου, δηλαδή αν το κτίριο ανήκει στον οικιακό ή τριτογενή τομέα (ξενοδοχεία, γραφεία, νοσοκομεία, σχολεία κ.τ.λ).

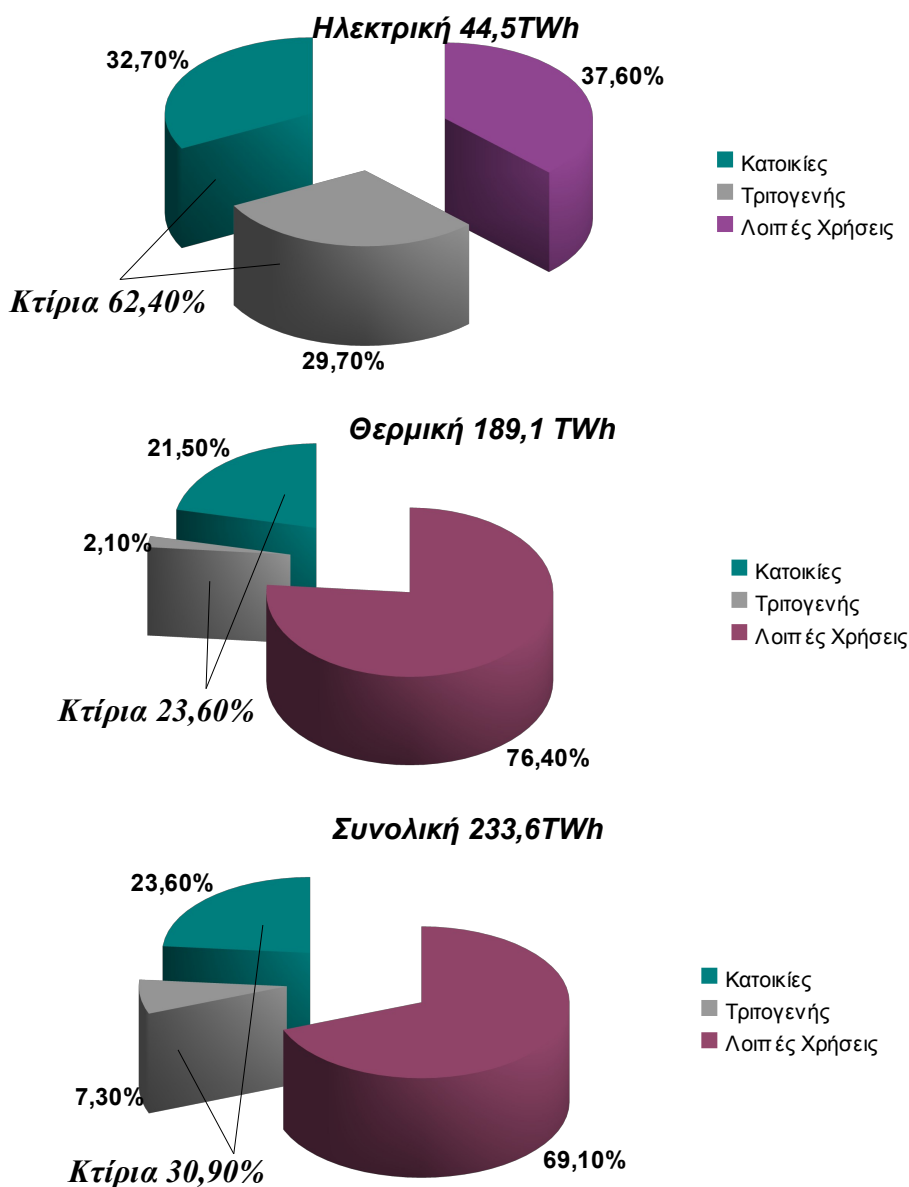
Έτσι κρίνεται απαραίτητος ο παρακάτω διαχωρισμός.

- Κατοικίες

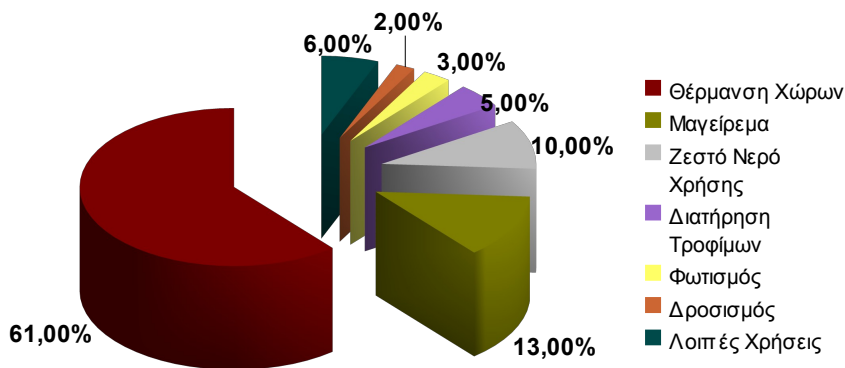
Τα κτίρια οικιακής χρήσης ευθύνονται για το 23,6% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και καταναλώνουν το 32,7% της ολικής ηλεκτρικής παραγωγής καθώς και το 21,5% της ολικής θερμικής ενέργειας.

Η συνολική ενεργειακή κατανάλωση στις κατοικίες αποτελεί το 73,6% της ολικής κατανάλωσης των κτιρίων.

Στα παρακάτω σχήματα δίνεται η κατανομή της κατανάλωσης της ενέργειας (θερμικής και ηλεκτρικής) στον οικιακό τομέα καθώς και η κατανομή της ενέργειας ανά χρήση στις κατοικίες. ^[4]



Σχήμα 9: Κατανομή Κατανάλωσης Ενέργειας^[4]



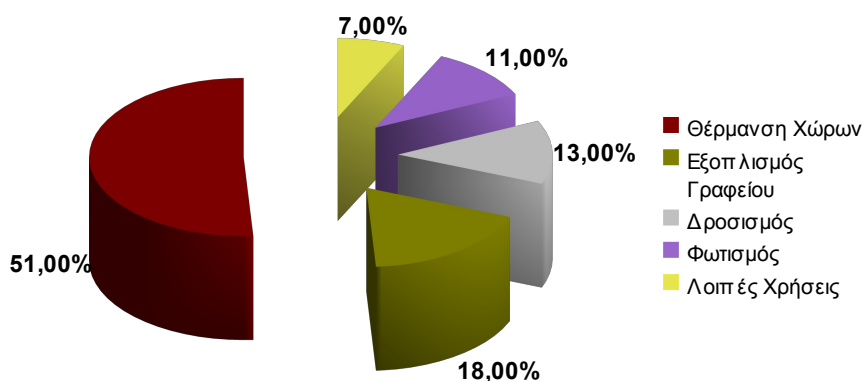
Σχήμα 10: Κατανομή Ενέργειας ανά Χρήση στις Κατοικίες ^[4]

Με βάση τα παραπάνω, παρατηρούμε ότι η θέρμανση αποτελεί το βασικότερο τομέα κατανάλωσης αφού συνιστά το 61% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται. Χαρακτηριστικό είναι επίσης ότι ο δροσισμός αποτελεί μόλις 2% της συνολικής κατανάλωσης.

- Τριτογενής τομέας

Η συνολική ενεργειακή κατανάλωση στον τριτογενή τομέα αποτελεί το 26,4% της ολικής κατανάλωσης των κτιρίων.

Ο τριτογενής τομέας αποτελείται από γραφεία, γυμναστήρια, ξενοδοχεία, σχολεία και νοσοκομεία. Από το παρακάτω σχήμα βλέπουμε ότι έχουμε μικρότερες ανάγκες για θέρμανση σε σχέση με τις κατοικίες αλλά μεγαλύτερες ανάγκες για δροσισμό. ^[4]



Σχήμα 11: Κατανομή Ενέργειας ανά Χρήση στον Τριτογενή Τομέα ^[4]

1.4. Συμπεράσματα

Από την εκτενή ανάλυση που προηγήθηκε προκύπτει η ανάγκη εξοικονόμησης της ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Με σωστό σχεδιασμό και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη που θα προκύψουν μπορεί να ανέλθουν έως και 30% της κατανάλωσης.

Επιπλέον, με την εφαρμογή και μόνο του κανονισμού της θερμομόνωσης σε όλα τα κτίρια της χώρας θα μπορούσαμε να πετύχουμε εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 1,025 TWh . Για παράδειγμα τα κτίρια που κατασκευάστηκαν πριν το 1980 και δεν έχουν θερμομόνωση, χρειάζονται κατά μέσο όρο 150kWh ανά τ.μ σε ετήσια βάση ενώ σε περίπτωση που εφαρμόζονταν ο κανονισμός θα δαπανούσαν μόνο 80kWh ανά τ.μ. .^[6]

Πιο συγκεκριμένα, ο αριθμός των κτιρίων όπου μπορούν να γίνουν επεμβάσεις είναι μεγάλος και αφορά σχεδόν όλα τα κτίρια στην Ελλάδα. Το 89% των κτιρίων κατασκευάστηκαν πριν από το 1980, ημερομηνία ισχύος του Κανονισμού Θερμομόνωσης.

Αυτό σημαίνει ότι γύρω στα 3.700.000 κτίρια είναι θερμικά απροστάτευτα, άρα και ενεργοβόρα. Μόνο με τη θερμομόνωση των παλαιών κτιρίων μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια ως και 42%.

Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια ^[7]:

- Θερμομόνωση του κελύφους (δάματος, εξωτερικών τοίχων, υπογείου κλπ).
- Εφαρμογή βιοκλιματικών πρακτικών (προσανατολισμός του κτιρίου, φυλλοβόλα δέντρα προς το νότο, παθητικά ηλιακά συστήματα, τέντες, πέργκολες κλπ).
- Εγκατάσταση αυτοματισμών για εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση του κτιρίου κυρίως σε ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις (θερμοστάτες αντιστάθμισης/χώρων κ.τ.λ).
- Εγκατάσταση ενεργειακών λαμπτήρων.
- Παραγωγή ενέργειας (φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες, ηλιακοί θερμοσίφωνες κ.ά.).
- Επιλογή εναλλακτικών και οικολογικών τρόπων για τη θέρμανση ή το δροσισμό του κτιρίου (ενεργειακά τζάκια, pellets, ανεμιστήρες οροφής, εξωτερικός σκιασμός κλπ).
- Εγκατάσταση διπλών υαλοπινάκων.
- Συντήρηση κεντρικών θερμάνσεων.
- Αντικατάσταση παλαιών λεβήτων με λέβητες φυσικού αερίου και λέβητες pellet.
- Αντικατάσταση παλαιών κλιματιστικών.

Τελικά, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η ενεργειακή επιθεώρηση που έχει σκοπό την καταγραφή της κατάστασης των κτιρίων και τη βελτίωση της ώστε να είναι ενεργειακά αποδοτική είναι απαραίτητη καθώς τα ενεργειακά οφέλη της είναι τεράστια.

2. ΝΟΜΟΙ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

2.1. Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/91/ΕΕ ¹⁸¹

Στις 16 Δεκεμβρίου του 2002, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της Ε.Ε με στόχο την εφαρμογή του ενεργειακού/βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων, εξέδωσαν την οδηγία 2002/91/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Τα κράτη-μέλη της Ε.Ε έπρεπε να συμμορφωθούν με αυτή μέχρι τον Ιανουάριο του 2006.

Η οδηγία αυτή αποτελεί ισχυρό εργαλείο για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, καθώς αποτελείται από μέτρα που αποσκοπούν στην ορθολογική χρήση ορυκτών καυσίμων (προϊόντα πετρελαίου, φυσικό αέριο και στερεά καύσιμα) και στον έλεγχο της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων με ταυτόχρονη έκδοση ενεργειακού πιστοποιητικού.

Η Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων αποτελεί συνέχεια των μέτρων σχετικά με τους λέβητες (92/42/ΕΟΚ), τα δομικά προϊόντα (89/106/ΕΟΚ) και της Οδηγίας SAVE 93/6/ΕΟΚ διατάξεις για τα κτίρια και θεσπίστηκε στα πλαίσια ικανοποίησης των δεσμεύσεων που εισήχθησαν στη Συνθήκη του Ρίο (1992) και στο Πρωτοκόλλο του Κιότο (1997) για την Κλιματική Αλλαγή, την Ενέργεια και το Περιβάλλον.

Πιο αναλυτικά, η οδηγία περιλαμβάνει τις παρακάτω γενικές αρχές:

- Θέσπιση κοινής μεθοδολογίας για τον υπολογισμό της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Η μέθοδος αυτή πρέπει να λαμβάνει υπόψη τους ακόλουθους παράγοντες (άρθρο 3):
 - Τα θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (κέλυφος, εσωτερικούς χώρους κ.τ.λ) τα οποία μπορούν να συμπεριλαμβάνουν και την αεροστεγανότητα.
 - Την εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσίας ζεστού νερού χρήσης, συμπεριλαμβανομένων των χαρακτηριστικών των μονώσεων.
 - Την εγκατάσταση κλιματισμού.
 - Τον αερισμό.
 - Την ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού (κυρίως στον τομέα που δεν αφορά την κατοικία).
 - Τη θέση και τον προσανατολισμό των κτιρίων.
 - Τα παθητικά ηλιακά συστήματα και την ηλιακή προστασία .
- Καθορισμός ελάχιστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση όλων των νέων κτιρίων (συνολικής ωφέλιμης επιφάνειας μεγαλύτερης των 50 m²) καθώς και των μεγάλων υφιστάμενων κτιρίων (άνω των 1000 m²) τα οποία υποβάλλονται σε μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση (άνω του 25%). Ειδικά για τα νέα κτίρια συνολικής ωφέλιμης επιφάνειας άνω των 1000m² μελετάται η σκοπιμότητα εγκατάστασης εναλλακτικών συστημάτων (π.χ αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές, αντλίες θερμότητας και συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας). (άρθρο 4)
- Ανάπτυξη την ενεργειακής πιστοποίησης νέων και υφιστάμενων κτιρίων (άρθρα 10,11,12). Καθορίζεται η μορφή του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης, καθώς και τα στοιχεία που αυτό θα περιλαμβάνει.

- Καθορισμός διαδικασίας επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού. (άρθρα 13,14).

Επιθεώρηση λεβήτων :

- Ετήσια σε λέβητες ονομαστικής ισχύος 20-100kW.
- Κάθε διετία σε λέβητες ονομαστικής ισχύος > 100kW.
- Κάθε τετραετία για λέβητες φυσικού αερίου.
- Γενική επιθεώρηση εγκατάστασης και συστάσεις για μετατροπές ή αντικατάσταση σε λέβητες παλαιότητας μεγαλύτερης των 15 ετών .

Εγκαταστάσεις κλιματισμού :

- Τακτική επιθεώρηση συστημάτων κλιματισμού (αξιολόγηση του βαθμού απόδοσης του συστήματος κλιματισμού και διαστασιολόγηση του σε σύγκριση με τις ανάγκες ψύξης του κτιρίου). Ετήσια σε συστήματα ονομαστικής ισχύος > 12 kW.

- Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίων (νέων και υφιστάμενων) καθώς και τοιχοκόλληση των πιστοποιητικών και άλλων σχετικών πληροφοριών σε δημόσια κτίρια. (άρθρο 7)

Στον υπολογισμό αυτό θα πρέπει να συνεκτιμάται, κατά περίπτωση, η θετική επίδραση:

- Των ενεργών ηλιακών συστημάτων, άλλων συστημάτων θέρμανσης και ηλεκτρικών συστημάτων βασιζόμενων σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Της ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης με συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΠΗΘ).
- Των συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου.
- Των συστημάτων φωτισμού.

Η οδηγία αφορά τόσο τον τομέα της κατοικίας όσο και τον τριτογενή τομέα και σχετίζεται με όλες τις πλευρές της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ώστε το αποτέλεσμα που θα εξαχθεί να είναι ολοκληρωμένο.

Παρόλα αυτά υπάρχουν κτίρια που εξαιρούνται από τη διάταξη σχετικά με την πιστοποίηση, όπως τα ιστορικά και ορισμένα βιομηχανικά κτίρια.

Πιο αναλυτικά το πεδίο που η οδηγία έχει υποχρεωτική εφαρμογή αφορά :

- Στην ανέγερση νέων κτιρίων κατοικίας, προσωρινής διαμονής, συνάθροισης κοινού, εκπαίδευσης, υγείας και κοινωνικής πρόνοιας, σωφρονισμού, εμπορίου, γραφείων, βιοτεχνιών και βιομηχανιών.
- Στην επέκταση κτιρίων.
- Στην ανακαίνιση υφιστάμενων κτιρίων, αποκατάσταση όψεων, αλλαγή χρήσης και αναβάθμιση εγκαταστάσεων.
- Στην εφαρμογή επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης υφιστάμενων κτιρίων.

Εξαιρούνται της υποχρεωτικής εφαρμογής τα ακόλουθα είδη κτιρίων:

- Τα ανοιχτά κτίρια, δηλαδή κτίρια αποτελούμενα κατά μεγάλο ποσοστό από ημιυπαίθριους χώρους και κτίρια στα οποία δεν προβλέπεται μόνιμη ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση θέρμανσης ή ψύξης (θερινές εξοχικές κατοικίες, αποθήκες, κτίρια στάθμευσης, αγροτικοί οικισμοί).
- Τα θρησκευτικά κτίρια.
- Τα κτίρια χαρακτηρισμένα ως διατηρητέα για τα οποία η εφαρμογή της οδηγίας θα επέφερε αλλοίωση της φυσιογνωμίας τους.
- Οι νέες μικρές κατοικίες με ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη των 50m².
- Οι προσθήκες σε υφιστάμενα κτίρια με εμβαδόν προσθήκης μικρότερο των 30m².
- Τα κτίρια βιοτεχνιών ή βιομηχανιών που θερμαίνονται ή ψύχονται αποκλειστικά μέσω δικτύων των παραγωγικών τους διαδικασιών.
- Τα κτίρια εξειδικευμένης χρήσης τα οποία υπόκεινται σε ειδικές προδιαγραφές που επιβάλλονται από ειδική νομοθεσία, όπως χειρουργεία, χώροι μνημείων, νοσοκομεία και ειδικοί χώροι συνάθροισης.

Στόχος της οδηγίας είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων εντός της Ένωσης. Υπόψη λαμβάνονται οι εξωτερικές κλιματολογικές και τοπικές συνθήκες, οι κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων, τα θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, οι εγκαταστάσεις θέρμανσης και κλιματισμού, ο αερισμός, τα συστήματα σκίασης και ηλιακής προστασίας καθώς και οικονομικά κριτήρια που εξαρτώνται από τη σχέση κόστους-οφέλους.

Επομένως, οι στόχοι που αναμένεται να επιτευχθούν με την εφαρμογή της οδηγίας 2002/91/ΕΕ είναι :

- Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων εντός της Ένωσης, δηλαδή η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, εξαερισμό και φωτισμό.
- Η ορθολογικότερη χρήση και σωστή κατανομή της ενέργειας.
- Η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για τη θέρμανση, την ψύξη, τον φυσικό φωτισμό και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.
- Η μείωση των εκπομπών ρύπων που συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος.
- Η χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον τα οποία δεν εκπέμπουν τοξικές ουσίες στον κύκλο ζωής τους και δεν απαιτούν μεγάλη ποσότητα ενέργειας για την παραγωγή τους.

2.2. Ευρωπαϊκή Οδηγία 2010/31/ΕΕ ^[9]

Η οδηγία 2002/91/ΕΕ αποτελεί το βασικό νομοθετικό όργανο σε επίπεδο ΕΕ για την επίτευξη της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Όπως αναλύθηκε πιο πάνω με βάση την οδηγία αυτή, τα κράτη μέλη οφείλουν να εφαρμόζουν ελάχιστες απαιτήσεις όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση των νέων και υφιστάμενων κτιρίων. Επιπλέον, πρέπει να εξασφαλίζουν την πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσής τους και να απαιτούν την τακτική επιθεώρηση των λεβήτων και συστημάτων κλιματισμού στα κτίρια.

Η οδηγία όμως αυτή περιείχε κάποια κενά και έτσι στις 19 Μαΐου του 2010 εκδόθηκε μια αναδιατύπωση της (οδηγία 2010/31/ΕΕ). Η οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου αφορά στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων [Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων – Αναθεώρηση] .

Σκοπός της νέας αυτής οδηγίας είναι να καλύψει κάποια κενά και να αποσαφηνίσει κάποιες έννοιες καθώς επίσης να ενισχύσει τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης και να απλουστεύσει ορισμένες διατάξεις. Επιπρόσθετα, επιδιώκει την απόδοση ηγετικού ρόλου στο δημόσιο τομέα ώστε να καταστεί ευκολότερη η μεταφορά της Οδηγίας στο εθνικό δίκαιο και η εφαρμογή της.

Οι ενστάσεις που εμφανίστηκαν σχετικά με την προηγούμενη οδηγία αφορούν :

- Την κατάργηση του ορίου των 1000 m² .
Σύμφωνα με την οδηγία 2002/91 τα κτίρια που θα έπρεπε να ανακαινιστούν είναι μόνο αυτά που η επιφάνεια τους είναι μεγαλύτερη από 1000 m². Η πλειοψηφία όμως των κτιρίων έχουν επιφάνεια μικρότερη από 1000 m² και σε αυτά οφείλεται ένα μεγάλο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης.
- Τα κατώτερα όρια σε τεχνικές εγκαταστάσεις, όπως σε λέβητες και κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, που πρέπει να θέσουν τα κράτη-μέλη.
- Η νέα οδηγία επίσης αναφέρεται και σε προϊόντα και ηλεκτρικές συσκευές που πρόκειται να προωθηθούν στην αγορά. Στην νέα οδηγία υπάρχει η σύσταση μέτρων για την ενεργειακή απόδοση των συσκευών.

Τα άρθρα που έχουν προστεθεί σε σχέση με την οδηγία 2002/91 είναι τα 5,9,16,17.

Πιο κάτω παρατίθενται τα κυριότερα σημεία της οδηγίας.

Οι απαιτήσεις που περιέχονται στην οδηγία 2010/31 αφορούν^[9]:

- Το κοινό γενικό πλαίσιο για τη μεθοδολογία υπολογισμού της συνολικής ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και κτιριακών μονάδων. Η μεθοδολογία αυτή θεσπίζεται σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο. (άρθρο 3)
- Την εφαρμογή ελάχιστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση (άρθρα 4,7,8):
 - Υφισταμένων κτιρίων, κτιριακών μονάδων και κτιριακών στοιχείων τα οποία υποβάλλονται σε μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση.
Τα κράτη-μέλη οφείλουν να λάβουν όλα τα απαραίτητα μέτρα ώστε να εφαρμοστούν οι ελάχιστες αυτές απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης (στο σύνολο του ανακαινισμένου κτιρίου ή της ανακαινισμένης κτιριακής μονάδας) που έχουν θεσπιστεί στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό όπως επίσης και να να μεριμνούν ώστε να λαμβάνονται υπόψη εναλλακτικά συστήματα υψηλής απόδοσης.

- Δομικών στοιχείων που αποτελούν τμήμα του κελύφους του κτιρίου και έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην ενεργειακή απόδοση του κελύφους, όταν τοποθετούνται εκ των υστέρων ή αντικαθίστανται, στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό.
- Τεχνικών συστημάτων κτιρίων, σε περίπτωση εγκατάστασης νέου, αντικατάστασης ή αναβάθμισης, στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό.
Οι απαιτήσεις αφορούν (μεμονωμένα ή και σε συνδυασμό):
 - Τα συστήματα θέρμανσης.
 - Τα συστήματα παραγωγής ζεστού νερού.
 - Τα συστήματα κλιματισμού.
 - Τα συστήματα εξαερισμού μεγάλης κλίμακας.

Και αναφέρονται στη συνολική ενεργειακή απόδοση, την ορθή εγκατάσταση και τη σωστή διαστασιολόγηση, ρύθμιση και έλεγχο των συστημάτων αυτών.

Επιπλέον, τα κράτη-μέλη οφείλουν να ενθαρρύνουν την εισαγωγή ευφών συστημάτων μέτρησης (π.χ. συστήματα ελέγχου και παρακολούθησης) σε καινούργια ή υφιστάμενα κτίρια που ανακαινίζονται, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας.

- Τον καθορισμό ελάχιστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων και νέων κτιριακών μονάδων (άρθρα 5,6) (Νέα προσθήκη άρθρου 5).
Πριν την έναρξη κατασκευής των νέων αυτών κτιρίων, η εγκατάσταση εναλλακτικών συστημάτων υψηλής απόδοσης πρέπει να έχει μελετηθεί από τεχνικής, περιβαλλοντικής και οικονομικής άποψης. Τέτοια είναι :
 - Τα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές.
 - Τα συστήματα συμπαραγωγής.
 - Τα συστήματα τηλεθέρμανσης ή τηλεψύξης ή συστήματα θέρμανσης/ψύξης σε κλίμακα οικοδομικού τετραγώνου, ιδίως όταν βασίζονται πλήρως ή εν μέρει σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές.
 - Οι αντλίες θερμότητας.

Εξαιρέση στην εφαρμογή των ελάχιστων απαιτήσεων αποτελούν:

- Επισήμως διατηρητέα κτίρια (λόγω αρχιτεκτονικής ή ιστορικής αξίας), όπου η συμμόρφωση σε ελάχιστες απαιτήσεις θα αλλοίωνε τον χαρακτήρα τους.
- Θρησκευτικά κτίρια ή κτίρια-χώροι λατρείας.
- Προσωρινά κτίρια, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, εργαστήρια και αγροτικά κτίρια.
- Μεμονωμένα κτίρια με συνολική ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη από 50 m².
- Κατοικίες οι οποίες είτε χρησιμοποιούνται για λιγότερο από τέσσερις μήνες το χρόνο είτε για περισσότερο με απαίτηση όμως η κατανάλωση ενέργειας να είναι μικρότερη από το 25% εκείνης που θα προέκυπτε από την ετήσια χρήση του.

Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για κτίρια και κτιριακές μονάδες καθορίζονται από τα κράτη-μέλη σύμφωνα με το βέλτιστο από πλευράς κόστους τρόπο και αναθεωρούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα (λιγότερο από πέντε έτη). Στις απαιτήσεις πρέπει να συνυπολογίζονται οι απαιτούμενες συνθήκες εσωτερικών χώρων.

Ένα συγκριτικό μεθοδολογικό πλαίσιο θεσπίζεται από την Επιτροπή με σκοπό τον υπολογισμό των βέλτιστων από πλευράς κόστους επιπέδων για τις ελάχιστες απαιτήσεις της

ενεργειακής απόδοσης κτιρίων ή κτιριακών μονάδων.

Σκοπός είναι η μείωση της κατανάλωσης προς όφελος του καταναλωτή και η σφαιρική εξέταση του θέματος του κόστους της ενέργειας σε εθνικό επίπεδο για την κινητοποίηση μέσω χρηματοδότησης.

Αναγκαία κρίνεται η διάκριση μεταξύ νέων και υφιστάμενων κτιρίων και μεταξύ διαφόρων κατηγοριών κτιρίων, καθώς αποτελεί σημαντικό παράγοντα στον υπολογισμό.

Η Επιτροπή δημοσιεύει έκθεση σχετικά με την πρόοδο που σημειώνουν τα κράτη μέλη όσον αφορά την επίτευξη των βέλτιστων από πλευράς κόστους επιπέδων για τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης.

- Τα εθνικά σχέδια αύξησης του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (άρθρο 9) (Νέα προσθήκη άρθρου).

Ορισμός

Κτίριο Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης : “Κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, προσδιοριζόμενη σύμφωνα με το παράρτημα I. Η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται θα πρέπει να συνίσταται σε πολύ μεγάλο βαθμό σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, περιλαμβανομένης της παραγομένης επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου”^[9]

Η κατάρτιση εθνικών σχεδίων με σαφείς ορισμούς και στόχους για την προώθηση κτιρίων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης (Zero Energy Building), επιβάλλεται πια στα κράτη-μέλη. Σκοπός είναι :

- Η εφαρμογή καθώς και ο ακριβής ορισμός του όρου Zero Energy Building.
- Η δημιουργία ενδιάμεσων στόχων για τη βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης των νέων κτιρίων ως το 2015.
- Η παροχή πληροφοριών για τις πολιτικές καθώς και για τα οικονομικά μέτρα που πρέπει να παρθούν. Τα κράτη μέλη πρέπει να θεσπίσουν μια λίστα με ήδη υπάρχοντες οργανισμούς που να προωθούν τη βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων. Αυτή η λίστα πρέπει να ανανεώνεται κάθε τρία χρόνια.

Ως στόχος ορίζεται η 31^η Δεκεμβρίου του 2020 όπου όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να είναι κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενώ τα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

- Την ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίων ή κτιριακών μονάδων (άρθρα 11,12,13). Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης έχει ισχύ με ανώτατο όριο τα δέκα έτη. Περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την ενεργειακή απόδοση, τη σχέση κόστους-απόδοσης του κτιρίου και τιμές αναφοράς, όπως οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, ώστε να επιτρέπει την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσής του. Είναι δυνατόν να περιλαμβάνει επιπλέον πληροφορίες όπως η ετήσια κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων (πλην κατοικιών), το ποσοστό στη συνολική κατανάλωση ενέργειας που καλύπτουν οι ανανεώσιμες πηγές, πληροφορίες για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις και τα διάφορα κίνητρα χρηματοδοτικού χαρακτήρα. Τέλος, περιλαμβάνει τις πιο οικονομικά συμφέρουσες συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας και τα σχετικά βήματα που πρέπει να γίνουν ώστε να υλοποιηθούν αυτές. και οι οποίες αφορούν :
 - μέτρα που λαμβάνονται σε σχέση με ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας του κελύφους ή των τεχνικών συστημάτων του κτιρίου· και

- ο μέτρα για μεμονωμένα δομικά στοιχεία ανεξάρτητα από ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας του κελύφους ή των τεχνικών συστημάτων του κτιρίου.

Σε ό,τι αφορά την έκδοση της πιστοποίησης, τα κράτη-μέλη οφείλουν να την εξασφαλίσουν για :

- Κτίρια ή κτιριακές μονάδες που κατασκευάζονται, πωλούνται ή εκμισθώνονται σε νέο ενοικιαστή·
- Κτίρια με συνολική επιφάνεια άνω των 500 m² που χρησιμοποιούνται από δημόσια αρχή. Στις 9 Ιουλίου 2015 το όριο θα μειωθεί σε 250 m².

Δεν απαιτείται έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης όταν υπάρχει ήδη έγκυρο πιστοποιητικό που έχει εκδοθεί σύμφωνα με την οδηγία 2002/91/ΕΕ.

Η επίδειξη του πιστοποιητικού είναι αναγκαία κατά την κατασκευή, πώληση ή εκμίσθωση κτιρίων ή κτιριακών μονάδων στον υποψήφιο νέο ενοικιαστή ή αγοραστή και να παραδίδεται στον αγοραστή ή νέο ενοικιαστή.

Για κτίρια τα οποία χρησιμοποιούνται από δημόσιες αρχές και έχουν ωφέλιμη συνολική επιφάνεια άνω των 500 m² (μετά τις 9 Ιουλίου 2015 το όριο θα μειωθεί σε 250 m²) το πιστοποιητικό πρέπει να αναρτάται σε περίοπτη για το κοινό θέση.

- Την τακτική επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού κτιρίων (άρθρα 14,15,16,17) (Νέα προσθήκη άρθρων 16,17).

Η πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και η επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού διεξάγονται με ανεξάρτητο τρόπο από ειδικευμένους ή/και διαπιστευμένους εμπειρογνώμονες. Οι εμπειρογνώμονες αυτοί κατέχουν ειδική διαπίστευση. Η καθιέρωση τακτικών επιθεωρήσεων σε συστήματα ή τμήματα συστημάτων που χρησιμοποιούνται για θέρμανση (π.χ. μονάδες παραγωγής θερμότητας, σύστημα ελέγχου, αντλίες κυκλοφορίας) με λέβητες ονομαστικής ισχύος εξόδου μεγαλύτερης των 20 kW και σε εγκαταστάσεις κλιματισμού κτιρίων ονομαστικής ισχύος εξόδου μεγαλύτερης από 12 kW, αφορούν την αξιολόγηση του βαθμού απόδοσης του λέβητα και του συστήματος κλιματισμού και της εκτίμησης του μεγέθους αυτών σε σύγκριση με τις θερμαντικές και ψυκτικές ανάγκες του κτιρίου.

Για τα συστήματα θέρμανσης με λέβητες ωφέλιμης ονομαστικής ισχύος εξόδου μεγαλύτερης των 100 kW η επιθεώρηση γίνεται τουλάχιστον ανά δύο έτη, ενώ για τους λέβητες αερίου, η περίοδος μπορεί να φτάσει και τα τέσσερα έτη.

Μετά το τέλος της επιθεώρησης συντάσσεται η έκθεση που περιλαμβάνει συστάσεις για την οικονομικώς συμφέρουσα βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του επιθεωρούμενου συστήματος.

Η έκθεση επιδίδεται στον ιδιοκτήτη ή τον ενοικιαστή του κτιρίου.

- Τα ανεξάρτητα συστήματα ελέγχου για τα πιστοποιητικά ενεργειακών επιδόσεων και τις εκθέσεις επιθεώρησης (άρθρο 18).

Τα κράτη-μέλη οφείλουν να θεσπίσουν ανεξάρτητα συστήματα ελέγχου των πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης και των εκθέσεων σχετικά με την επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού.

Η παρούσα οδηγία καταργεί την οδηγία 2002/91/ΕΕ .

2.3. Εναρμόνιση Ευρωπαϊκών Χωρών με την Οδηγία 2002/91/ΕΕ

Στη συνέχεια παρατίθενται εν συντομία οι νόμοι και οι διαδικασίες που ακολούθησαν η Γερμανία, η Γαλλία, η Σουηδία και η Βουλγαρία για την εναρμόνιση τους με την οδηγία αυτή.

Γερμανία

Στη Γερμανία η πλήρης εφαρμογή της Οδηγίας άρχισε το Σεπτέμβριο του 2005. Ήδη όμως από το 1996 είχε θεσπίσει όρια κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων.

Επιπλέον, η Γερμανία τροποποίησε (2002 και 2004) τον ισχύοντα, από το 1976, κανονισμό θερμομόνωσης κτιρίων, ενεργειακής απόδοσης, συντήρησης εγκαταστάσεων και κατανομής δαπανών θέρμανσης θέτοντας αυστηρότερες απαιτήσεις και για φυσικό φωτισμό, δροσισμό καθώς και πιστοποίηση κτιρίων.

Στη βάση των προσπαθειών της βρίσκεται μια πολιτική κινήτρων και επιδοτήσεων για την ενθάρρυνση επενδύσεων ενεργειακής αποδοτικότητας, με έμφαση στη χρήση ΑΠΕ.

Ο νέος Οικοδομικός Κανονισμός της Γερμανίας βασίζεται στη μελέτη και κατασκευή νέων κτιρίων στις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και στη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων, ενώ εφαρμόζει πλήρως την οδηγία SAVE.

Οι πιο πρόσφατες προσπάθειές της αφορούν στην άρση όλων των εμποδίων σχετικά με τη διείσδυση νέων καθαρών τεχνολογιών, ενώ ενσωμάτωσε στη νομοθεσία της όλες τις απαιτήσεις για το σχεδιασμό οικολογικών κτιρίων.

Γαλλία

Η Γαλλία υιοθέτησε το 2000 ένα νέο κανονισμό για τη θέρμανση που ισχύει από το 2001, όπου και καθορίστηκαν αυστηρές προδιαγραφές κατανάλωσης ενέργειας και προωθείται η χρήση κατάλληλων τεχνικών και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας.

Επίσης, ανανέωσε τη στρατηγική της για τον πολεοδομικό σχεδιασμό εντάσσοντας την αειφόρο διάσταση τόσο σε θέματα κινητικότητας, όσο και ποιότητας του αστικού περιβάλλοντος και εστιάζει σε μέτρα για την εξοικονόμηση ενέργειας και νερού, καθώς και στην ποιότητα των κατασκευαστικών υλικών.

Τέλος, ιδιαίτερη μέριμνα έχει ληφθεί για την εξασφάλιση της υγείας των κατοίκων από τον αμίαντο, το ραδόνιο και άλλες επικίνδυνες ουσίες που προέρχονται από τα κατασκευαστικά υλικά.

Σουηδία

Η Σουηδία έχει από το 1999 απαγορεύσει τη χρήση αμιάντου και άλλων επιβλαβών υλικών. Η χώρα έχει από χρόνια επιλύσει ανάλογα προβλήματα και πλέον εστιάζει το ενδιαφέρον της στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα και εφαρμόζει πλέον ισχυρή νομοθεσία για τις εκπομπές από κατασκευαστικά υλικά. Το πρόγραμμα αειφόρων πόλεων της Σουηδίας ήδη αποτελεί πρότυπο για έναν αριθμό νέων πόλεων ή αναβάθμισης πόλεων στην Κίνα, με τεράστια οφέλη για την οικονομία της Σουηδίας.

Τέλος, στα δημόσια κτίρια και στα κτίρια κατοικίας, η πιστοποίηση είναι υποχρεωτική από την 1η Οκτωβρίου του 2006 και από τις 31 Δεκεμβρίου του 2008 αντίστοιχα. Σε όλες τις υπόλοιπες κτιριακές εγκαταστάσεις η υποχρεωτική πιστοποίηση τέθηκε σε ισχύ από το 2009.

Βουλγαρία

Η Βουλγαρία ενσωμάτωσε την Οδηγία το 2004 και την εφαρμόζει από το 2005, θέτοντας υποχρεωτική την ενεργειακή πιστοποίηση των νέων κτιρίων μετά την έκδοση οικοδομικής άδειας και για όλα τα δημόσια κτίρια, ενώ οι επιθεωρήσεις καυστήρων και συστημάτων κλιματισμού εφαρμόζονται από το 2007.

2.4. Εναρμόνιση Ελλάδας με τις Οδηγίες 2002/91/ΕΕ και 2010/31/ΕΕ

Οδηγία 2002/91/ΕΕ

Η Οδηγία 2002/91/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων έπρεπε να είχε εισαχθεί στην Ελληνική νομοθεσία πριν την 4η Ιανουαρίου 2006.

Η Ελλάδα όμως κάνοντας χρήση της 2^{ης} παραγράφου του άρθρου 15 της Οδηγίας ζήτησε πρόσθετη περίοδο 36 μηνών για την εφαρμογή της, δηλαδή μέχρι την 4^η Ιανουαρίου του 2009.

Η εισαγωγή στην έννοια της ενεργειακής οικονομίας έγινε πρώτη φορά με τον νόμο – πλαίσιο του 1975 (Ν40/75) “Περί λήψεως μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας”.

Ανάλογο θέμα δεν υπήρξε ποτέ ξανά στην Ελληνική νομοθεσία και ως εκ τούτου καμία νομοθετική ρύθμιση δεν μπορούσε να την επικαλεστεί. Από τη στιγμή εκείνη και μετά θεσπίστηκε μια σειρά νόμων και κανονισμών στη διάρκεια των ετών που είχε κοινή κατεύθυνση την εξοικονόμηση ενέργειας.

Συνοπτικά αξίζει να αναφέρουμε:

- 1975 : Ν.40/75 (Νόμος –Πλαίσιο) περί “Λήψης Μέτρων για την Εξοικονόμηση Ενέργειας”
- 1979 : “Κανονισμός για τη Θερμομόνωση των Κτιρίων”
- 1985 : Άρθρο 26 του Ν.1577/85 “Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός”
- 1985 : Άρθρο 6 Ν.1512/85 για “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 “Περιορισμό των εκπομπών CO₂ μέσω της βελτίωσης Ενεργειακής Απόδοσης”
- 1995 : Σχέδιο Δράσης “Ενέργεια 2001” του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε για την “Εξοικονόμηση ενέργειας στον οικιακό, εμπορικό και τριτογενή τομέα”
- 1995 : Κανονισμός Κατανομής Δαπανών Θέρμανσης
- 1998 : Εναρμόνιση Κοινοτικής Οδηγίας SAVE (21475/4707 ΚΥΑ–ΦΕΚ 880Β /19-8-98) για τον “Περιορισμό των εκπομπών CO₂ με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων” - Άρθρο 4 του Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.
- 1999 : ΥΑ 11038 “ΔΑΚ Κανονισμός Ενεργειακών Επιθεωρήσεων”
- 2001 : Ν. 2831/00 – Τροποποίηση/ Εκσυγχρονισμός του Γ.Ο.Κ. (Ν.1577/85) – ΕΞΕ/ΑΠΕ (Θέσπιση κινήτρων για την εφαρμογή επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας για προσθήκη θερμομόνωσης, ενσωμάτωση ενεργητικών και παθητικών ηλιακών συστημάτων, χρήση σκιάστρων και βιοκλιματικά κτίρια)
- 2002 : Οδηγία 2002/91/ΕΕ για την “Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων”
- 2003 : Ολοκλήρωση σχεδίου Κ.Ο.Χ.Ε.Ε (Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας) από Κ.Α.Π.Ε
- 2004 : Δημόσια Διαβούλευση Κ.Ο.Χ.Ε.Ε
- 2005 : Σύσταση νέας επιτροπής από το ΥΠ.ΑΝ. Απόρριψη σχεδίου Κ.Ο.Χ.Ε.Ε και αντικατάσταση με ΚΕΝΑΚ (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων)
- 2005 : Προσχέδιο Νόμου για την εφαρμογή της Οδηγίας και σχέδιο υπουργικής απόφασης για Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών
- 2007 : ΚΥΑ (ΦΕΚ Β 651/27.04.2007) για την προληπτική συντήρηση κλιματιστικών στα δημόσια κτίρια
- 2008 : Καταδίκη της Ελλάδας από το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο για τη μη εναρμόνιση με την Οδηγία

- 2008 : Ψήφιση νόμου του ΥΠ.ΑΝ “Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις” (ΦΕΚ 89/Α 3661-19/5/2008)
- 2008 : ΚΥΑ (ΦΕΚ 1122/Β-17/6/2008) “Μέτρα για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοση απόδοσης την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα”
- 2009 : Έναρξη εφαρμογής νόμου 2008

Με βάση τα παραπάνω μέτρα στις 19 Μαΐου του 2008 κατατέθηκε στην Ελληνική Βουλή το Σχέδιο Νόμου (Ν. 3661/2008) “Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων”.

Με αυτό τον νόμο γίνεται πραγματικότητα ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων.

Οδηγία 2010/31/ΕΕ

Με σκοπό την εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την αναδιατυπωμένη Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την “Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων” του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής προέβη σε δημόσια ηλεκτρονική διαβούλευση σχεδίου νόμου για την “Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων” που κράτησε ως την Παρασκευή 14 Σεπτεμβρίου 2012. ^[10]

Μέχρι την ημερομηνία κατάθεσης της παρούσας διπλωματικής (Οκτώβριος 2012) το τελικό σχέδιο νόμου δεν έχει κατατεθεί για ψήφιση στη Βουλή.

3. Ν. 3661/2008 ΚΑΙ ΚΕΝΑΚ

3.1. Βασικοί Ορισμοί για Ν.3661/2008 και ΚΕΝΑΚ

Πιο κάτω αναφέρονται κάποιοι βασικοί ορισμοί οι οποίοι περιέχονται στον Νόμο 3661/2008 και στον Κανονισμό Ενεργειακής Αποδοτικότητας (ΚΕΝΑΚ) που είναι απαραίτητο να διευκρινιστούν .

- “Ενεργειακή απόδοση κτιρίου” ^[11]
 Η υπολογισθείσα ή μετρούμενη ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται για να ικανοποιηθεί η ενεργειακή ζήτηση που συνδέεται με την τυπική χρήση του κτιρίου, η οποία περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την ενέργεια που χρησιμοποιείται για θέρμανση, ψύξη, εξαερισμό, παραγωγή ζεστού νερού και φωτισμό. Η ποσότητα αυτή εκφράζεται με έναν ή περισσότερους αριθμητικούς δείκτες, οι οποίοι έχουν υπολογισθεί λαμβάνοντας υπόψη τη μόνωση, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, το σχεδιασμό και τη θέση του κτιρίου σε σχέση με κλιματολογικούς παράγοντες, την έκθεση στον ήλιο και την επίδραση γειτονικών κατασκευών, την παραγωγή ενέργειας του ίδιου του κτιρίου και άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή ζήτηση, στους οποίους περιλαμβάνονται και οι κλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό του κτιρίου.
- “Ενεργειακή επιθεώρηση” ^[12]
 Ενεργειακή επιθεώρηση είναι μια τεχνική έρευνα του ελέγχου και της ροής της ενέργειας σε ένα χώρο, κτίριο ή διαδικασία. Στοχεύει στην εύρεση οικονομικών μέτρων για τη μείωση της ενέργειας.
 Οι επιθεωρήσεις μπορεί να ποικίλουν ως προς την έκταση και το βάθος μελέτης αλλά θα μπορούσε να περιλαμβάνουν μερικά ή όλα από τα ακόλουθα στοιχεία:
 - Ανάπτυξη ενός ελέγχου που συμπληρώνεται σε περιεκτική επιθεώρηση με μέτρηση των βασικών ενεργειακών ροών και πραγματοποίηση εκτίμησης της κύριας βιομηχανικής εγκατάστασης, με εξέταση της προμήθειας ενέργειας και των διατάξεων κατανομής.
 - Μελέτη των ατόμων, της χρήσης του οικήματος και των περιβαλλοντικών συνθηκών και απαιτήσεων.
 - Ανάλυση της ενεργειακής συμπεριφοράς σε σχέση με το μέγεθος, τον τύπο, την τοποθεσία του κτιρίου, τα άτομα που το χρησιμοποιούν και το κλίμα με αναφορά σε δείκτες.
 - Εξέταση της ενεργειακής διαχειριστικής πολιτικής και διαδικασιών που περιλαμβάνουν ρυθμίσεις προσωπικού, στόχων, επενδύσεων, σχεδίων και συντήρησης.
 - Διερεύνηση ευκαιριών για εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας με υποδείξεις για πρακτική εφαρμογή.
- “Ενεργειακός επιθεωρητής” ^[10]
 Ενεργειακός Επιθεωρητής είναι κάθε φυσικό ή νομικό πρόσωπο ικανό να διενεργεί ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης ή/και εγκαταστάσεων κλιματισμού.
 Οι άδειες που παρέχονται διαχωρίζονται σε τάξεις ως εξής :
 - Η Άδεια Ενεργειακού Επιθεωρητή Κτιρίου Α' τάξης, αφορά στη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων μόνο σε κτίρια κατοικίας συνολικής επιφάνειας έως 1000m².
 - Η Άδεια Ενεργειακού Επιθεωρητή Κτιρίου Β' τάξης, αφορά στη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων σε κτίρια ανεξαρτήτως επιφάνειας και χρήσης.

- “Κτίριο αναφοράς”^[11]
Κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς πληροί ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν τη ΘΨΚ των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ΖΝΧ και το φωτισμό.
- “Συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου”^[11]
Το άθροισμα των επιμέρους υπολογιζόμενων ενεργειακών καταναλώσεων ενός κτιρίου για τη ΘΨΚ, παραγωγή ΖΝΧ και φωτισμό, εκφραζόμενο σε ενέργεια ανά μονάδα μικτής επιφάνειας των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου το έτος [kWh/m²έτος].
Ειδικά για τα κτίρια κατοικίας στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση δεν συνυπολογίζεται ο φωτισμός.
- “Συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου”^[11]
Το άθροισμα των προαναφερόμενων επιμέρους ενεργειακών καταναλώσεων, μετά από την αναγωγή τους σε μεγέθη πρωτογενούς ενέργειας σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής (πρωτογενής προς τελική ενέργεια).
- “Μελέτη ενεργειακής απόδοσης”^[11]
Η μελέτη που αναλύει και αξιολογεί την απόδοση του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων.

3.2. N. 3661/2008 ^[13]

Η Ελλάδα ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης συμμετέχει στην αναβάθμιση του κτιριακού τομέα με σκοπό τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έκανε σαφές ότι τα κράτη μέλη θα θεσπίσουν τις δικές τους οδηγίες λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές κλιματολογικές, οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες.

Με σκοπό την εναρμόνιση της Ελληνικής νομοθεσίας με την οδηγία 2002/91 συστάθηκε ο Νόμος (Ν. 3661/2008) “Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων” και κατ' επέκταση ο ΚΕΝΑΚ (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων).

Ο Νόμος 3661 ενσωματώνει όλες τις διατάξεις της Οδηγίας και προβλέπει τα εξής:

- Την κατάρτιση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων, ο οποίος θα καθορίζει τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια, καθώς και για παλαιότερα με επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 τ.μ., στις περιπτώσεις που υφίστανται ριζική ανακαίνιση και το κόστος της υπερβαίνει το 25% της αξίας του κτιρίου (άρθρο 3). Επίσης, καθορίζει τη μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης νέων και υφιστάμενων κτιρίων (άρθρα 4, 5).
- Διακρίνει τις εξής βασικές θεματικές ενότητες που αφορούν:
 - Την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (άρθρο 6).
Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής ενός καινούργιου κτιρίου (με επιφάνεια μεγαλύτερη των 50 τ.μ.) ή της ριζικής ανακαίνισης ενός υπάρχοντος είναι υποχρεωτική η έκδοση του ενεργειακού πιστοποιητικού που έχει ισχύ δέκα χρόνων.
 - Τις επιθεωρήσεις των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού (άρθρα 7 και 8).
Προβλέπει τη διεξαγωγή τακτικών επιθεωρήσεων στους λέβητες και στις εγκαταστάσεις κλιματισμού των κτιρίων, προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και να περιορισθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
 - Τη δημιουργία σώματος ειδικευμένων και διαπιστευμένων ενεργειακών επιθεωρητών (άρθρο 9).
Προβλέπει τη δημιουργία σώματος επιθεωρητών ενεργειακής απόδοσης οι οποίοι θα εκδίδουν τα σχετικά πιστοποιητικά.

3.3. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK) ^[11]

Ο ΚΕΝΑΚ εγκρίθηκε με την ΚΥΑ Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΦΕΚ Β' 407).

Ο σκοπός της εγκυκλίου αυτής είναι η διαμόρφωση του πλαισίου και ο καθορισμός των ελάχιστων απαιτήσεων για την αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Αποτελεί υλοποίηση του νόμου 3661/2008 που εκδόθηκε με σκοπό την εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την οδηγία 2002/91/ΕΚ.

Ο ΚΕΝΑΚ είναι η πρώτη ολοκληρωμένη προσπάθεια από ελληνικής πλευράς όσον αφορά τον καθορισμό όλων των παραμέτρων που επιδρούν στην ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου. Ειδικότερα εστιάζεται στη μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ).

Αναφέρεται σε τεχνικές όπως ο ενεργειακός σχεδιασμός του κελύφους, τα αποδοτικά δομικά υλικά που πρέπει να χρησιμοποιούνται, τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, τις ΑΠΕ και τη συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) .

Τα οφέλη από τον ΚΕΝΑΚ είναι οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά.

Τα οικονομικά οφέλη αφορούν κυρίως τον περιορισμό των λειτουργικών εξόδων και εξόδων συντήρησης των κτιρίων, αλλά και στην αναθέρμανση της οικοδομικής δραστηριότητας.

Τα κοινωνικά οφέλη αφορούν τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, ενώ τα περιβαλλοντικά οφέλη αφορούν στον περιορισμό των εκπομπών ρύπων, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα, με σημαντική συμβολή στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Με τον ΚΕΝΑΚ θεσμοθετείται ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, με συγκεκριμένες δράσεις ^[10]:

- Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.
Οι ελάχιστες αυτές προδιαγραφές περιλαμβάνουν :
 - Το σχεδιασμό του κτιρίου.
 - Το κτιριακό κέλυφος.
 - Τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.
- Εφαρμογή ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.
- Εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.
Η μελέτη αυτή είναι απαραίτητη για κάθε νέο κτίριο και για κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά. Αποτελεί διακριτή μελέτη η οποία υποβάλλεται στην αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία για την έκδοση οικοδομικής άδειας.
Για την εκπόνηση κάθε τέτοιας μελέτης είναι απαραίτητη η γνώση :
 - Των χαρακτηριστικών του κτιρίου (γεωμετρία, προσανατολισμός, δομικά υλικά, στοιχεία επιφανειών, εξωτερική σκίαση του κτιρίου).
 - Των μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής και εκτίμηση εξωτερικών συνθηκών σχεδιασμού.
 - Των εσωτερικών συνθηκών σχεδιασμού (θερμοκρασία, ρυθμός ανανέωσης αέρα) καθώς και της λειτουργίας των χώρων.

Επιπλέον, συνυπολογίζονται :

- Η εγκατάσταση θέρμανσης και κλιματισμού.
- Ο φωτισμός και ο εξαερισμός.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα.
- Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και διάφορα άλλα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Τα συστήματα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού.
- Τα συστήματα τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης.

Η μεθοδολογία της εκπόνησης της ενεργειακής μελέτης βασίζεται στην ταυτόχρονη απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών και στην ποσοτική σύγκριση του κτιρίου με κτίριο αναφοράς .

Η κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς αντιστοιχεί στην προαπαιτούμενη από το νόμο μέγιστη δυνατή κατανάλωση (ενεργειακή κατηγορία B).

- Ενεργειακή κατάταξη κτιρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης).
Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται μεθοδολογία υπολογισμού σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα με τη μέθοδο ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος και με βάση την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, ενώ λαμβάνονται υπόψη τα κλιματικά δεδομένα των τεσσάρων κλιματικών ζωνών, στις οποίες διαιρείται πλέον η ελληνική επικράτεια.

Τα αποτελέσματα που θα πάρουμε από την εκπόνηση μιας τέτοιας μελέτης αφορούν τις ενεργειακές απώλειες και τα κέρδη του κτιρίου σαν κέλυφος και των συστημάτων του. Επίσης, παίρνουμε πληροφορίες σχετικά με την ενεργειακή ζήτηση και κατανάλωση που έχει το κτίριο καθώς και τις εκπομπές ρύπων σε ετήσια βάση.

Συνοπτικά μπορούμε να δούμε όλα τα παραπάνω δεδομένα εξόδου στην παρακάτω εικόνα:

Αποτελέσματα Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου															
Χρήση ενέργειας	Απώλειες [kWh/m ² έτος]					Θερμικά κέρδη / φορτία [kWh/m ² έτος]			Επιπλέον ηλεκτρικές καταναλώσεις [kWh/m ² έτος]	Καύσιμο / τύπος ενέργειας	Απόδοση συστήματος	Ενεργειακή ζήτηση [kWh/m ² έτος]	Κατανάλωση ενέργειας [kWh/m ² έτος]	Εκπομπές CO ₂ [kg/m ² έτος]	
	Κέλυφος	Αερισμός	Σύματα κλιματισμού	Σύστημα διανομής	Λέβητας	Παρασιτική ενέργεια	Εσωτερικά κέρδη / φορτία	Ηλιακά κέρδη / φορτία							Ανακτώμενες απώλειες
Κλιματισμός Χώρου	Θέρμανση														
	Ψύξη														
ZNX															
Φωτισμός															
Σύνολο:															

Σημείωση: Τα γκριζα κελιά δεν συμπληρώνονται

Εικόνα 2: Αποτελέσματα Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου

3.4. Ενεργειακή Κατάταξη - Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης ^[11]

Με σκοπό να κατατάξουμε ένα κτίριο (EP) το συγκρίνουμε με το κτίριο αναφορά (R_R). Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (R_R) αποτελεί τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης (αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης B), όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Κτίρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη ενεργειακή απαίτηση κατατάσσονται στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία.

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

Εικόνα 3 : Κατηγορίες Ενεργειακής Απόδοσης ^[11]

Οι δείκτες R_f και R_s αφορούν στο σύνολο των ενεργειακών απαιτήσεων (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης). Και οι δύο δείκτες είναι εκφρασμένοι σε kWh/(m²*έτος).

Ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού αποθέματος είναι ο R_s και ο οποίος αντιστοιχεί στην ενεργειακή κατανάλωση του 50% του κτιριακού αποθέματος.

Ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κανονισμού, δηλαδή της μέγιστης επιτρεπόμενης από τον κανονισμό ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίων, είναι ο R_f.

Επίσης, ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και αποτελεί τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης.

Τα αποτελέσματα της ενεργειακής επιθεώρησης διαφαίνονται στην τελική έκθεση η οποία συντάσσεται με το πέρας της επιθεώρησης.

Η έκθεση αυτή ονομάζεται Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και έχει τη μορφή που φαίνεται στην πιο κάτω εικόνα.

Εκτός από την έκδοση του πιστοποιητικού ο μηχανικός προχωράει και σε κατάθεση ορισμένων προτάσεων (συστάσεις) για επεμβάσεις στο κτίριο με σκοπό την ενεργειακή του αναβάθμιση.

Οι επεμβάσεις που μπορούν να προταθούν διαφέρουν σε κόστος και μέγεθος και διακρίνονται σε:

- Επεμβάσεις νοικοκυρέματος
Αποτελούν ενέργειες στην καθημερινή λειτουργία και συντήρηση του κτιρίου χωρίς ιδιαίτερο κοστολόγιο και χωρίς διακοπή της λειτουργίας του, όπως :
 - Η περιοδική συντήρηση του καυστήρα και ο έλεγχος του βαθμού απόδοσης καθώς και ο καθαρισμός των επιφανειών θερμικής συναλλαγής του λέβητα.
 - Ο έλεγχος και η επισκευή ρωγμών των πλαισίων των ανοιγμάτων, της τοιχοποιίας, των χαλασμένων μηχανισμών και των φθαρμένων στοιχείων θερμομόνωσης.

- Επεμβάσεις χαμηλού κόστους
Συνδέονται με επενδύσεις χαμηλού κόστους και με περιορισμένες διακοπές της λειτουργίας του κτιρίου. Συνήθως περιλαμβάνονται στον υπάρχοντα προϋπολογισμό της διαχείρισης του κτιρίου και έχουν χρόνο απόσβεσης έως 24 μήνες. Τέτοιες είναι :
 - Η κατάργηση περιττών ανοιγμάτων με ταυτόχρονη θερμική προστασία των επιφανειών που καλύπτουν.
 - Η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης.
- Επεμβάσεις ανακατασκευής
Απαιτούν μεγάλο προϋπολογισμό και απαιτούν μεγάλο χρόνο απόσβεσης και χρόνο διακοπής της λειτουργίας του κτιρίου. Παραδείγματα: θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας, οροφής, δαπέδων, πυλωτής, θερμογεφυρών (υποστυλώματα, δοκοί, τοιχία κ.τ.λ.)

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Αρ. Πρωτ.:

ΧΡΗΣΗ: Κτίριο Τμήμα κτιρίου
Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου)

Κλιματική Ζώνη:
Διεύθυνση: Τ.Κ.

Πολη:
Έτος κατασκευής:
Συνολική επιφάνεια (m²): Όνομα ιδιοκτήτη:

(Φωτογραφία κτιρίου)

ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (ως ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς)	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m ² ·έτος)]
A+ ≤ 0,33·RR	
0,33·RR < A ≤ 0,5·RR	
0,5·RR < B+ ≤ 0,75·RR	
0,75·RR < B ≤ 1,0·RR	
1,0·RR < Γ ≤ 1,41·RR	
1,41·RR < Δ ≤ 1,82·RR	
1,82·RR < Ε ≤ 2,27·RR	
2,27·RR < Ζ ≤ 2,73·RR	
2,73·RR ≤ Η	

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΘΟΡΑΣ [kWh/(m²·έτος)]: **B**

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m² θερμανόμενης επιφάνειας [kWh/(m²·έτος)]:

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m² θερμανόμενης επιφάνειας [kgCO₂/(m²·έτος)]:

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m² θερμανόμενης επιφάνειας [kWh/(m²·έτος)]:

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m² θερμανόμενης επιφάνειας [kWh/(m²·έτος)]: με βάση την αξιολόγηση της λειτουργίας

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m² θερμανόμενης επιφάνειας [kgCO₂/(m²·έτος)]:

Αρ. Πρωτ.:

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ με βάση τους υπολογισμούς

Πηγή ενέργειας	Τελική χρήση	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Αερισμός <input type="checkbox"/>	
	Φωτισμός <input type="checkbox"/> Συσκεύς <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>	
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο <input type="checkbox"/> Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>	
	Φυσικό αέριο <input type="checkbox"/> Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>	
Άλλα (προσδιορίστε)	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>	
	
ΑΠΕ	Ηλιακή <input type="checkbox"/> Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/>	
	Βιομάζα <input type="checkbox"/> Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>	
Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>	
	Άλλα (προσδιορίστε) <input type="checkbox"/> Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/>	
Σύνολο		

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m²·έτος)] ανά χρήση με βάση τους υπολογισμούς:

Θέρμανση
Ψύξη
Αερισμός
Φωτισμός
Συσκεύς
Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ)

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

1.
2.
3.

Αριθμός σύστασης	Αρχικό εκτιμώμενο κόστος επένδυσης (€)	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας*		Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [kg/(m ² ·έτος)]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη)
		(kWh/m ² ·έτος)	(%)		
1					
2					
3					

* Η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.

Ημερομηνία έκδοσης Πιστοποιητικού:
Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή:
Α.Μ. Επιθεωρητή:
Υπογραφή: Σφραγίδα:

Εικόνα 4: Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης

3.5. Κλιματικές Ζώνες

Για την εφαρμογή της απόφασης του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες, ενώ ακολουθεί και σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών.

Πίνακας 1: Κλιματικές Ζώνες [11]

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
A	Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Λασιθί, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Ιθάκη
B	Κορινθία, Ηλεία, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Φωκίδα, Βοιωτία, Αττική, Εύβοια, Μαγνησία, Σποράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Άρτα
Γ	Αρκαδία, Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος
Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα



Εικόνα 5: Σχηματική Απεικόνιση Κλιματικών Ζωνών της Ελλάδας [14]

4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ

4.1. Εισαγωγικά

Η ενεργειακή επιθεώρηση είναι μία σημαντική δράση με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας, που έχει εφαρμογή στον κτιριακό τομέα και αφορά όλες τις ενεργειακές τεχνολογίες.

Με τον όρο ενεργειακή επιθεώρηση ορίζεται η διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας σε ένα ενεργειακό σύστημα, των παραγόντων που τις επηρεάζουν καθώς και των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας. ^[7]

Η ενεργειακή επιθεώρηση αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο διάγνωσης της ενεργειακής κατάστασης των υφιστάμενων κτιρίων και των δυνατοτήτων βελτίωσής της, αλλά και της εφαρμογής της νομοθεσίας για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων.

Ο ιδιώτης ενεργειακός επιθεωρητής, που θα ενταχθεί σε Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών του Υ.Π.Ε.Κ.Α, επιθεωρεί το κτίριο και το κατατάσσει σε ενεργειακή κατηγορία, βάσει του λόγου της κατανάλωσης του κτιρίου προς την κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς. ^[10]

Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ ^[11] οι στόχοι μιας ενεργειακής επιθεώρησης αφορούν:

- Την εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση των εκπομπών CO₂.
- Τον προσδιορισμό των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Τη βελτίωση εσωτερικής ποιότητας κτιρίων.
- Τον προσδιορισμό και στην ιεράρχηση των απαιτούμενων επεμβάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.
- Τον έλεγχο της συμμόρφωσης της ενεργειακής απόδοσης των επιμέρους εγκαταστάσεων και μονάδων με βάση προκαθορισμένα κριτήρια.
- Την αύξηση χρόνου ζωής εξοπλισμού και συστημάτων.
- Τον προσδιορισμό του μοντέλου της κατανάλωσης ενέργειας σε μια συγκεκριμένη μονάδα ως συνάρτηση ενός δείκτη παραγωγικής δραστηριότητα .
- Τον έλεγχο των αποτελεσμάτων μίας επένδυσης ή ενός προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας.
- Το μακροπρόθεσμο οικονομικό όφελος.

Πιο συγκεκριμένα, μία ενεργειακή επιθεώρηση περιλαμβάνει τα εξής ^[7]:

- Καταγραφή των ενεργειακών καταναλώσεων και των χαρακτηριστικών τους.
- Εκτέλεση κατάλληλου προγράμματος μετρήσεων σημαντικών ενεργειακών και άλλων μεγεθών.
- Επεξεργασία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων.
- Προσδιορισμό συγκεκριμένων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, με βάση την ανωτέρω ενεργειακή ανάλυση.

Με τη διενέργεια μιας ενεργειακής επιθεώρησης σχηματίζεται σαφής εικόνα για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται η βιομηχανία ή το κτίριο από ενεργειακής άποψης και προτείνονται συγκεκριμένα μέτρα, από την υλοποίηση των οποίων θα προκύψει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και αντίστοιχο οικονομικό όφελος.

Ο τρόπος σύμφωνα με τον οποία πρέπει να διενεργούνται οι Ενεργειακές Επιθεωρήσεις, καθορίζεται με την Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/οικ. 11038, ΦΕΚ 1526/Β/27.07.1999 “Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων”.

Σύμφωνα με την παραπάνω απόφαση ^[15], οι ενεργειακές επιθεωρήσεις χωρίζονται στις παρακάτω δύο κύριες κατηγορίες:

- *Συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση:* Είναι η ενεργειακή επιθεώρηση που εντοπίζει όλες τις επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας πρώτης προτεραιότητας και άμεσης απόδοσης και οριοθετεί τις επεμβάσεις εκείνες, οι οποίες κατ' αρχήν ικανοποιούν τα κριτήρια του φορέα για αυτοχρηματοδότηση επενδύσεων, καθώς και εκείνες οι οποίες χρήζουν αναλυτικής τεκμηρίωσης στα πλαίσια της εκτενούς ενεργειακής επιθεώρησης.
- *Εκτενής ενεργειακή επιθεώρηση:* Είναι η ενεργειακή επιθεώρηση που συνήθως έπεται της συνοπτικής ενεργειακής επιθεώρησης και όπου εκτός από τα ενεργειακά στοιχεία χρειάζονται και μετρήσεις, προκειμένου να καταρτιστούν τα ενεργειακά ισοζύγια στις ενεργοβόρες μονάδες ή εγκαταστάσεις. Με τον τρόπο αυτό προσδιορίζονται επεμβάσεις μεσοπρόθεσμης και μακροπρόθεσμης απόδοσης.

4.2. Διενέργεια Ενεργειακής Επιθεώρησης

Η διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης πραγματοποιείται από τους λεγόμενους “ενεργειακούς επιθεωρητές”, οι οποίοι είναι εξειδικευμένα άτομα σε θέματα κτιριακών εγκαταστάσεων εξοπλισμού θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού, φωτισμού και κάθε άλλης κτιριακής εγκατάστασης. Η ομάδα των επιθεωρητών πρέπει να συλλέξει πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κτιρίου και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού και των συστημάτων για να αποκτήσουν μια πληρέστερη εικόνα του κτιρίου. Ο απαραίτητος αριθμός των επιθεωρητών καθορίζεται από το αντικείμενο και το σκοπό της επιθεώρησης καθώς και από το χρόνο που θα χρειαστεί για την ολοκλήρωση της επιθεώρησης.^[9]

Τα βασικά βήματα για τη διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης παρουσιάζονται παρακάτω :^[9,10]

- Προσδιορισμός αντικειμένου της ενεργειακής επιθεώρησης.
Για τη διεξαγωγή μιας επιθεώρησης πρέπει να προσδιοριστεί αρχικά το ακριβές αντικείμενο της επιθεώρησης καθώς και ο χρόνος και ο προϋπολογισμός της. Θα πρέπει να προσδιοριστούν με ακρίβεια οι περιοχές που πρέπει να επιθεωρηθούν, ο βαθμός ανάλυσης της επιθεώρησης, η αναμενόμενη εξοικονόμηση, η χρήση των αποτελεσμάτων της επιθεώρησης ως βάση για τη βελτίωση της λειτουργίας και της συντήρησης, η ανάγκη για συνέχεια σε επίπεδο εκπαίδευσης και προώθησης των αποτελεσμάτων κ.τ.λ. .
- Δημιουργία ομάδας ενεργειακών επιθεωρητών.
Μια ομάδα ενεργειακής επιθεώρησης δημιουργείται για :
 - Τον καθορισμό των καθηκόντων των μελών της.
 - Τη διοργάνωση συναντήσεων για την ανταλλαγή πληροφοριών και την εξοικείωση μεταξύ των μελών.
- Εκτίμηση χρονοδιαγράμματος και προϋπολογισμού.
Ο προϋπολογισμός και το χρονοδιάγραμμα των εργασιών προσδιορίζονται σύμφωνα με το κόστος και το πλήθος των ωρών επιθεώρησης που απαιτούνται για τη συλλογή των απαιτούμενων πληροφοριών ως και τη συμπλήρωση της έκθεσης της επιθεώρησης.
- Διεξαγωγή επιθεώρησης/μετρήσεων, ανάλυση δεδομένων και τελικές προτάσεις.
Αναλυτικότερες πληροφορίες για τα επιμέρους τμήματα της επιθεώρησης μπορούν να βρεθούν στο σχέδιο του ΚΕΝΑΚ.

4.3. Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίου

Μετά τη διεξαγωγή της επιθεώρησης και την εξαγωγή των αποτελεσμάτων, εκδίδεται σύμφωνα με την οδηγία το ενεργειακό πιστοποιητικό .

Το ενεργειακό αυτό πιστοποιητικό θεωρείται απαραίτητο στοιχείο της οικοδομικής άδειας κάθε κτιρίου και χωρίς αυτό είναι αδύνατη η ολοκλήρωση οποιασδήποτε δικαιοπραξίας που αφορά το κτίριο (πώληση, ενοικίαση, μεταβίβαση κ.τ.λ.) .

Η διαδικασία χορήγησης ενεργειακού πιστοποιητικού διαχωρίζεται για τα νέα και τα ήδη υπάρχοντα κτίρια :

- Για τα νέα κτίρια
Αρχικά θα πρέπει να υπολογίζεται η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και έπειτα ο μηχανικός θα πρέπει να συμπληρώνει το δελτίο ενεργειακής ταυτότητας του κτιρίου (ΔΕΤΑ) το οποίο θα υποβάλλεται μαζί με το φάκελο άδειας στην πολεοδομία. Ένα χρόνο μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής θα γίνεται η ενεργειακή πιστοποίηση του κτιρίου και η οριστική κατάταξή του στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης. Η ενεργειακή πιστοποίηση θα γίνεται με την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου από ειδικευμένο επιστήμονα, τον Ενεργειακό Επιθεωρητή.
- Για τα υφιστάμενα κτίρια θα οριστεί μία περίοδος μερικών ετών για να ελεγχθούν.

ΔΕΛΤΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ (ΔΕΤΑ)		
Αριθμός ΔΕΤΑ:	Τύπος κτιρίου:	
Ημερομηνία έκδοσης:	Διεύθυνση:	
Ισχύει μέχρι:	Έτος κτίσης:	
Επιθεωρητής:	Συνολική επιφάνεια(μ ²):	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ		
ΑΡΙΣΤΗ	ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ	ΜΟΝΙΜΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ
ΚΑΚΙΣΤΗ		
Δείκτης πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ² /έτος)		
Δείκτης κατανάλωσης ενέργειας (kWh/m ² /έτος)		
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ		
ΑΡΙΣΤΗ	ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ	ΜΟΝΙΜΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ
ΚΑΚΙΣΤΗ		
Δείκτης εκπομπών CO ₂ (kg/m ² /έτος)		

Εικόνα 6: Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας Κτιρίου (ΔΕΤΑ)

4.4. Συμπεράσματα

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι ειδικά στη χώρα μας η ανάγκη για ενεργειακή επιθεώρηση στα κτίρια του οικιακού και τριτογενούς τομέα με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας είναι πολύ εμφανής.

Η Ελλάδα λόγω της γρήγορης αύξησης του βιοτικού επιπέδου τις τελευταίες δεκαετίες σε συνδυασμό με τις, μέτριας συχνά ποιότητας, κατασκευαστικές πρακτικές στο κέλυφος και τις εγκαταστάσεις των κτιρίων έχει άμεσα ανάγκη ένα ρεαλιστικό εθνικό πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας.

Επομένως, τα οφέλη που μπορούμε να έχουμε από αυτή τη διαδικασία είναι πολλαπλά.

Η εφαρμογή μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας, σε κτίρια και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, μπορεί να αποδώσει οφέλη στα παρακάτω επίπεδα:

- Οικονομικά οφέλη, τα οποία συμβάλλουν στη μείωση των λειτουργικών εξόδων των κτιριακών εγκαταστάσεων.
- Λειτουργικά οφέλη, τα οποία βοηθούν τη διαχείριση ενός κτιρίου να βελτιώσει τα επίπεδα άνεσης των ενοίκων του κτιρίου .
- Περιβαλλοντικά οφέλη, που αφορούν κυρίως τη μείωση των εκπομπών του CO₂ ή/και άλλων ρύπων (αέρια θερμοκηπίου), τη μείωση των ενεργειακών αναγκών σε εθνικό επίπεδο και τη διατήρηση των φυσικών πόρων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] : Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία : <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
- [2] : “Potential for energy conservation in apartment buildings”, Balaras C.A., Droutsas K., Argiriou A.A. & Asimakopoulos D.N., Energy&Buildings 31(2), 143-154, 2000
- [3] : “Πράσινη Βίβλος- Προς μία ευρωπαϊκή στρατηγική ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού COM(2000) 769, Νοέμβριος 2000” : <http://eur-lex.europa.eu>
- [4] : Υπουργείο Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων : <http://www.yproian.gr>
- [5] : Ελληνική Στατιστική Αρχή : <http://www.statistics.gr>
- [6] : Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών ΑΠΘ
- [7] : Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) : <http://www.cres.gr>
- [8] : “Οδηγία 2002/91/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων”, Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων
- [9] : “Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19^{ης} Μαΐου 2010 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων [Αναδιατύπωση] ”, Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων
- [10] : Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής : <http://www.ypeka.gr>
- [11] : Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)
- [12] : “Διαχείριση Ενέργειας”, Δρ. Αθηνά Στέγγου-Σαγιά, Αθήνα 2007
- [13] : Νόμος 3661 “Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων”, Εφημερίδα της Κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας ΦΕΚ 89/Α 3661-19/5/2008
- [14] : www.aluNet.gr
- [15] : “Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων ”, Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/οικ. 11038, ΦΕΚ 1526/Β/27.07.1999

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**Β' ΜΕΡΟΣ**

5	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ.....	41
5.1	Λίμνη Ευβοίας.....	41
5.2	Συνθήκες Περιβάλλοντος-Κλιματολογικά Στοιχεία.....	42
5.2.1	Θερμοκρασία.....	42
5.2.2	Βροχόπτωση.....	43
5.2.3	Ένταση Ανέμου.....	43
5.3	Το κτίριο του Δημοτικού Σχολείου.....	44
5.3.1	Γενική Περιγραφή.....	44
5.3.2	Κατασκευαστικά Στοιχεία.....	48
5.3.3	Θέρμανση – Ψύξη.....	48
5.3.4	Αερισμός.....	48
5.3.5	Περιγραφή και Διαστάσεις Αιθουσών.....	49
6	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ TRNSYS 16.1 ΣΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ.....	59
6.1	Συνθήκες Άνεσης.....	59
6.1.1	Θερμοκρασία και Σχετική Υγρασία.....	60
6.1.2	Φωτισμός.....	61
6.1.3	Αερισμός Χώρου.....	62
6.1.4	Θόρυβος.....	63
6.1.5	Σωματική Δραστηριότητα (Μεταβολισμός).....	63
6.1.6	Τύπος Ένδυσης.....	64
6.2	Μοντελοποίηση του Κτιρίου.....	65
6.2.1	Εισαγωγή στο TRNSYS Simulation Studio.....	65
6.2.2	Εφαρμογή του TRNBuild.....	66
6.2.2.1	Καθορισμός Θερμικών Ζωνών.....	67
6.2.2.2	Μοντελοποίηση Τοίχου.....	84
6.2.2.3	Μοντελοποίηση Πόρτας.....	87
6.2.2.4	Καθορισμός Παραθύρων.....	87
6.2.2.5	Συνθήκες Θερμοκρασίας και Υγρασίας.....	87
6.2.2.6	Διείσδυση Αέρα στο Κτίριο.....	88
6.2.2.7	Συστήματα Θέρμανσης και Ψύξης.....	89
6.2.2.8	Σύστημα Εξαερισμού.....	91
6.2.2.9	Ενεργειακά Κέρδη.....	92

6.2.2.10	Συνθήκες Άνεσης.....	94
6.3	Προσομοίωση του Κτιρίου.....	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ Β' ΜΕΡΟΥΣ.....		96

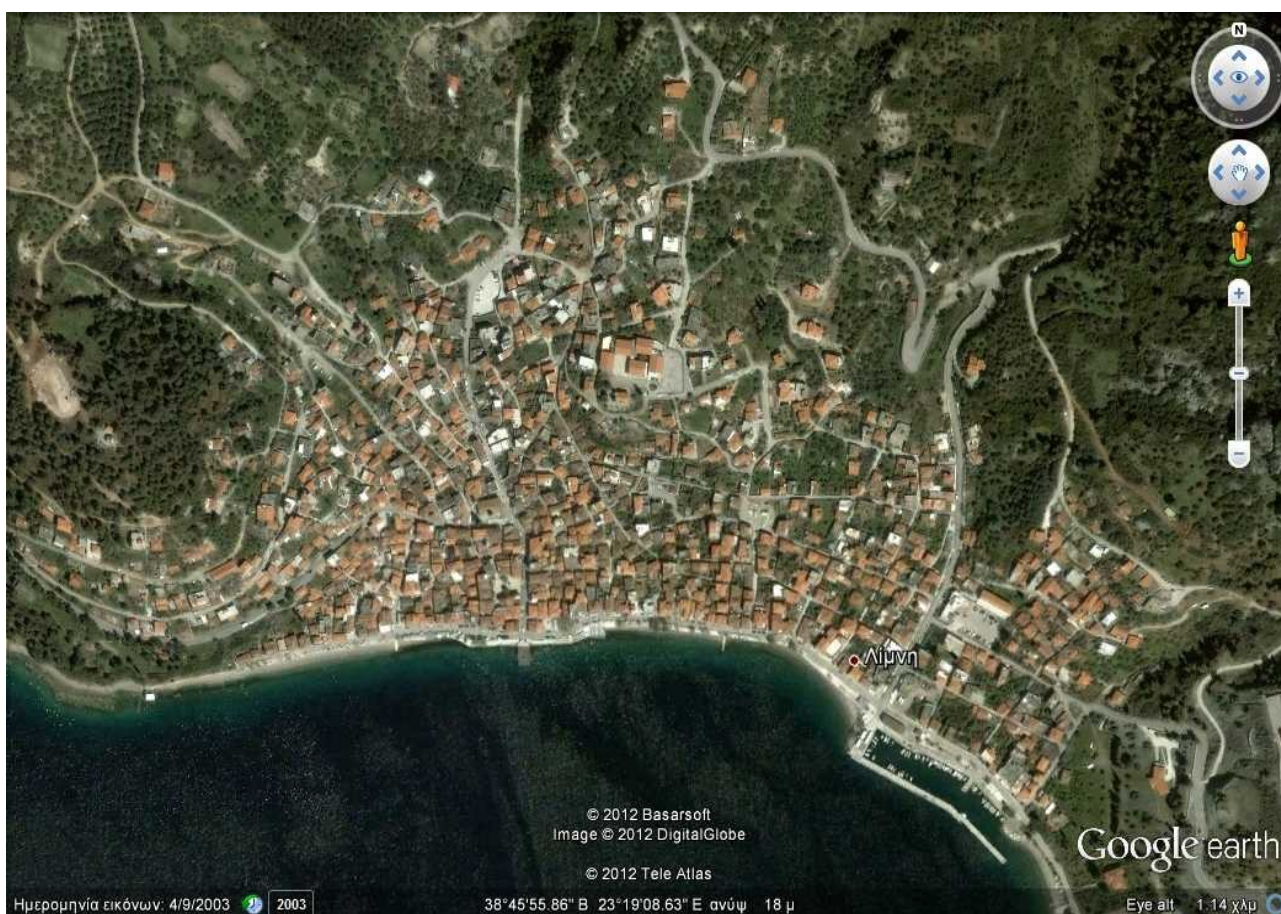
5. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

5.1. Λίμνη Ευβοίας

Η **Λίμνη** είναι κομόπολη της Βόρειας Εύβοιας, 80 χλμ. μακριά από την Χαλκίδα. Βρίσκεται σχεδόν στη μέση του βόρειου Ευβοϊκού κόλπου, στις δυτικές ακτές της βόρειας Εύβοιας και στην απόληξη του μικρού και απόκρημνου βουνού Καντήλι.

Είναι πρωτεύουσα του Δήμου Μαντουδίου-Λίμνης-Αγ. Άννας, ο οποίος σύμφωνα με την απογραφή του 2011 έχει 11.690 κατοίκους ^[1].

Το γεωγραφικό πλάτος της είναι 38° 45' και το γεωγραφικό μήκος 23° 19'.



Εικόνα 7: Λίμνη Ευβοίας ^[2]

5.2. Συνθήκες Περιβάλλοντος - Κλιματολογικά Στοιχεία

Όπως αναφέρθηκε, το σχολείο βρίσκεται στην περιοχή της Β. Εύβοιας (νομός Ευβοίας). Από τη διαίρεση της ελληνικής επικράτειας σε τέσσερις ζώνες, προκύπτει ότι το σχολείο βρίσκεται στην Κλιματική Ζώνη Β.

Επειδή στην περιοχή δεν υπάρχει μετεωρολογικός σταθμός, τα κλιματικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν στη μελέτη θεωρούνται ίδια με αυτά της πιο κοντινής πόλης που διαθέτει σταθμό, δηλαδή της Σκιάθου.

Τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής για το έτος 2011 δίνονται πιο κάτω ^[3]:

Γεωγραφικό Πλάτος : 39° 12'

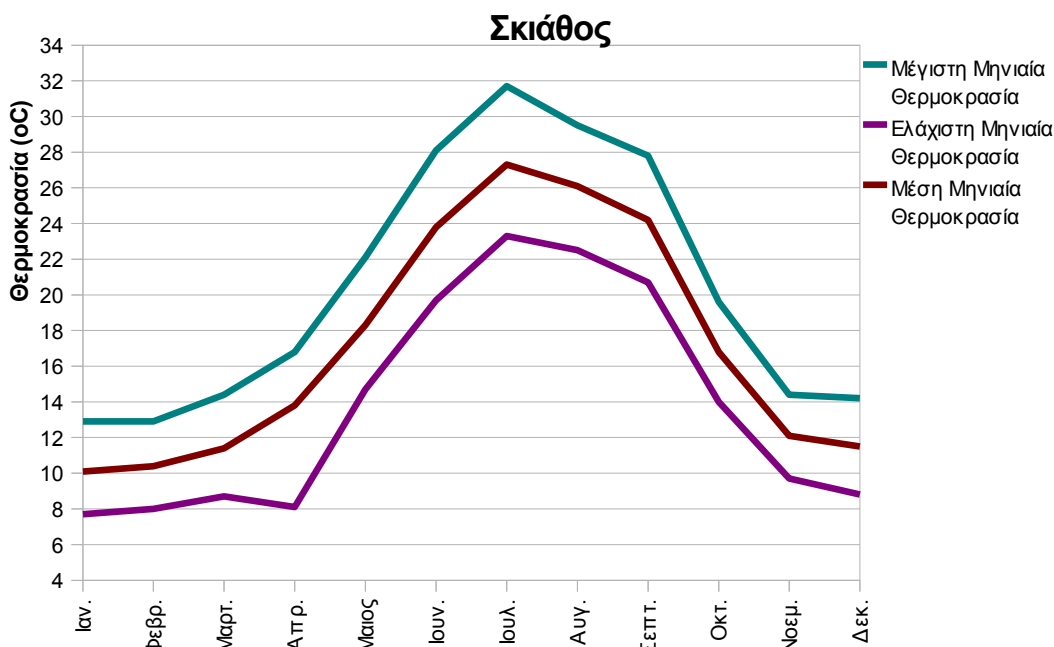
Γεωγραφικό Μήκος : 23° 18'

Υψόμετρο : 18 m

5.2.1. Θερμοκρασία

Πίνακας 2: Τιμές Θερμοκρασίας Σκιάθου

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	7,7	8	8,7	8,1	14,7	19,7	23,3	22,5	20,7	14	9,7	8,8
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	10,1	10,4	11,4	13,8	18,3	23,8	27,3	26,1	24,2	16,8	12,1	11,5
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	12,9	12,9	14,4	16,8	22,1	28,1	31,7	29,5	27,8	19,6	14,4	14,2

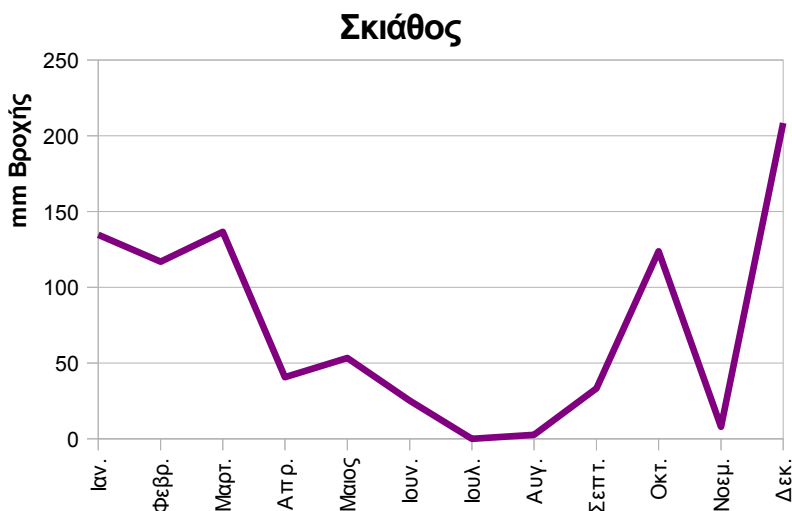


Σχήμα 12: Ελάχιστη, Μέση και Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία

5.2.2. Βροχόπτωση

Πίνακας 3: Τιμές Βροχόπτωσης Σκιάθου

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μηνιαία Βροχόπτωση	134,6	116,8	136,7	40,6	53,4	25,2	0	2,6	33,2	123,8	7,8	208,4
Συνολικές Μέρες Βροχής	19	13	14	11	8	6	0	3	4	8	2	11

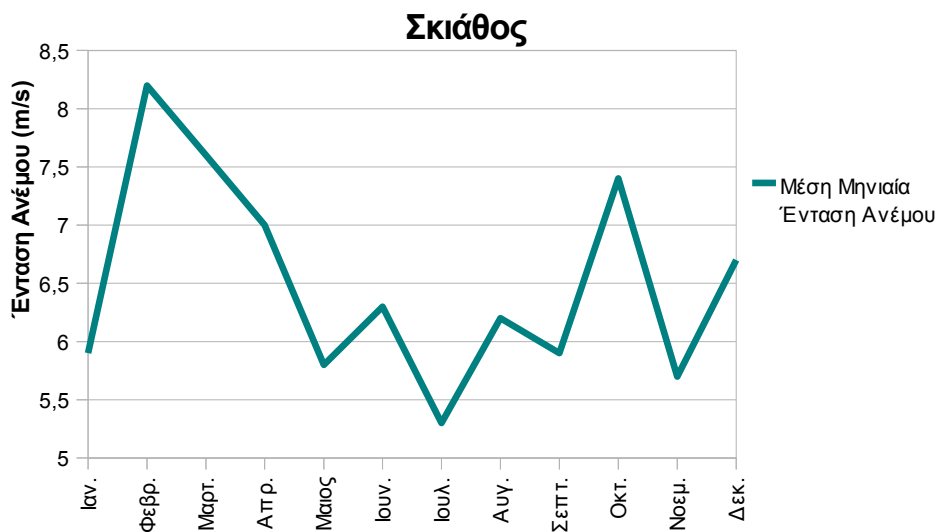


Σχήμα 13: Μηνιαία Βροχόπτωση

5.2.3. Ένταση Ανέμου

Πίνακας 4: Τιμές Έντασης Ανέμου Σκιάθου

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Κατεύθυνση Ανέμων	ΒΔ	ΒΒΑ	ΒΒΑ	ΒΒΑ	ΒΒΑ	ΒΒΑ	ΒΒΑ	ΒΒΑ	ΒΒΑ	ΒΒΑ	ΒΒΑ	ΒΔ
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμων	5,9	8,2	7,6	7	5,8	6,3	5,3	6,2	5,9	7,4	5,7	6,7

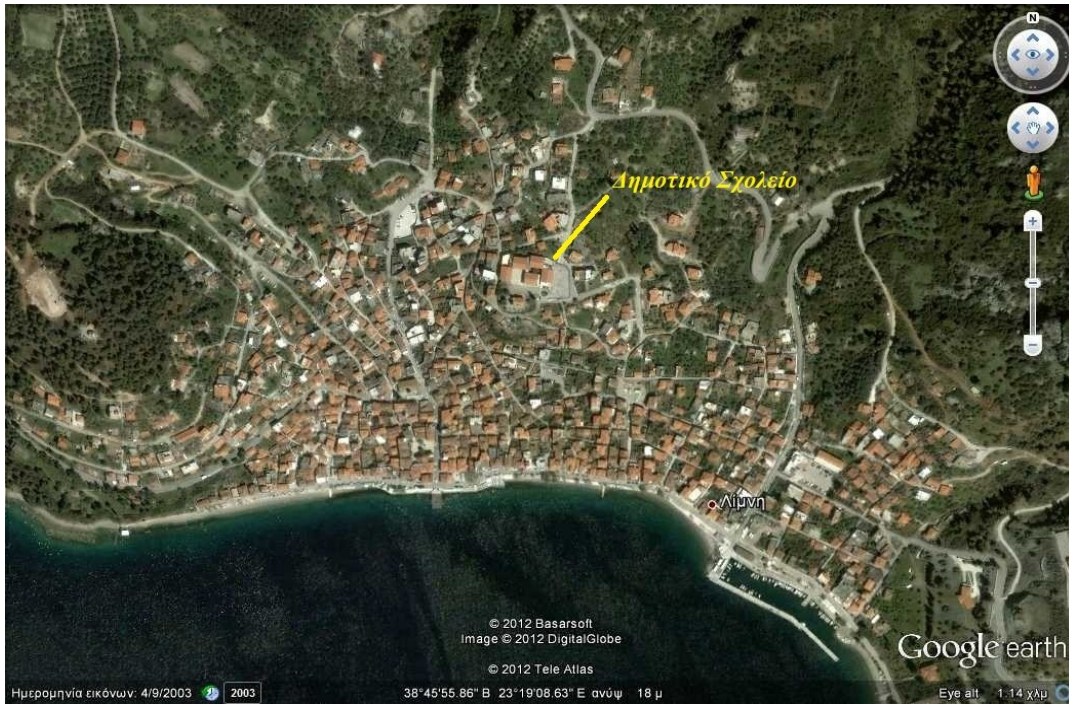


Σχήμα 14: Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμου

5.3. Το κτίριο του Δημοτικού Σχολείου

5.3.1. Γενική Περιγραφή

Το κτίριο του Δημοτικού Σχολείου είναι τοποθετημένο σχεδόν στο κέντρο της Λίμνης όπως φαίνεται και στην πιο κάτω εικόνα.



Εικόνα 8: Τοποθεσία Δημοτικού Σχολείου ^[2]

Και μια πιο κοντινή άποψη δίνεται στην εικόνα 9.



Εικόνα 9: Δημοτικό Σχολείο ^[2]

Το 8/Θ Δημοτικό σχολείο στεγάζεται σε κτίριο του οποίου η κατασκευή ξεκίνησε περίπου το 1975 ενώ δόθηκε σε λειτουργία το 1980. Στο ίδιο κτίριο στεγάζεται και το Νηπιαγωγείο της περιοχής. Στα σχολεία φοιτούν συνολικά 100 μαθητές και εργάζονται 11 δάσκαλοι.



Εικόνα 10: Άποψη Δημοτικού Σχολείου

Το κτίριο αποτελείται από δύο ορόφους, το ισόγειο και τον πρώτο όροφο, που είναι πανομοιότυποι μεταξύ τους σε ό,τι αφορά το κέλυφος.

Υπάρχει επίσης και ένα υπόγειο, όπου βρίσκονται δύο αποθηκευτικοί χώροι με στάθμες -3 μέτρα. Ο κάθε όροφος έχει μέσο ύψος 3 μέτρα.

Στο ισόγειο υπάρχουν 5 αίθουσες διδασκαλίας, 2 WC, 1 αίθουσα γραφείων, 1 γυμναστήριο, 1 κυλικείο, 2 αποθήκες καθώς και το λεβητοστάσιο.

Στον πρώτο όροφο συναντάμε 5 αίθουσες διδασκαλίας, 1 αίθουσα ηλεκτρονικών υπολογιστών και 1 αίθουσα εκδηλώσεων/πολυχώρος.

Επιπλέον, το σχολείο διαθέτει και μεγάλο προαύλιο, έκτασης 2,5 στρεμμάτων από τα οποία το 1,5 στρέμμα είναι κήπος με γκαζόν και λουλούδια.

Για την εκπόνηση της ενεργειακής προσομοίωσης του κτιρίου είναι απαραίτητα τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου.

Τα σχέδια αυτά δεν υπήρχαν οπότε και έγινε αυτοψία στο χώρο, όπου μετρήθηκαν όλες οι διαστάσεις και αποτυπώθηκαν με τη βοήθεια του Autocad.

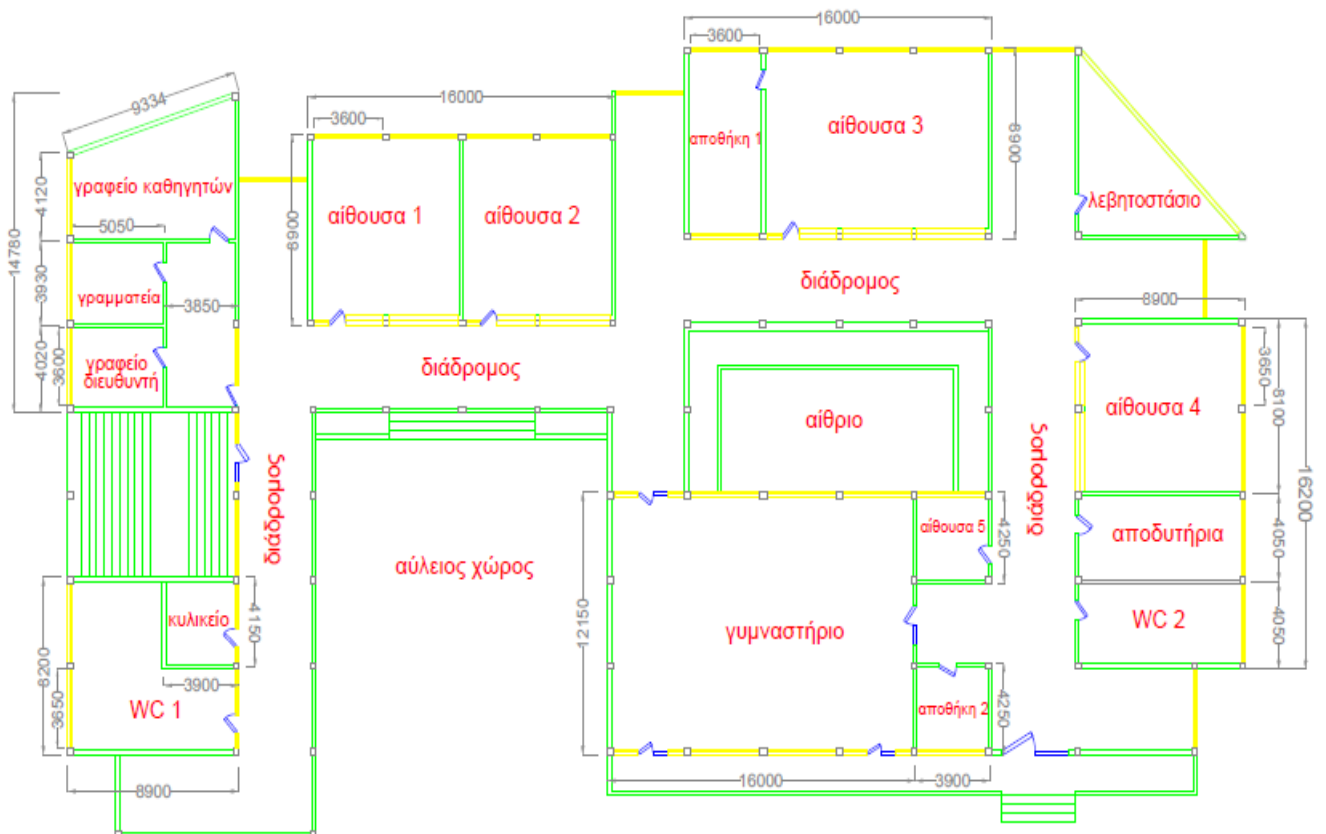
Τα σχέδια που προέκυψαν και δίνονται παρακάτω :

Με πράσινο φαίνονται οι τοίχοι (εξωτερικοί και εσωτερικοί).

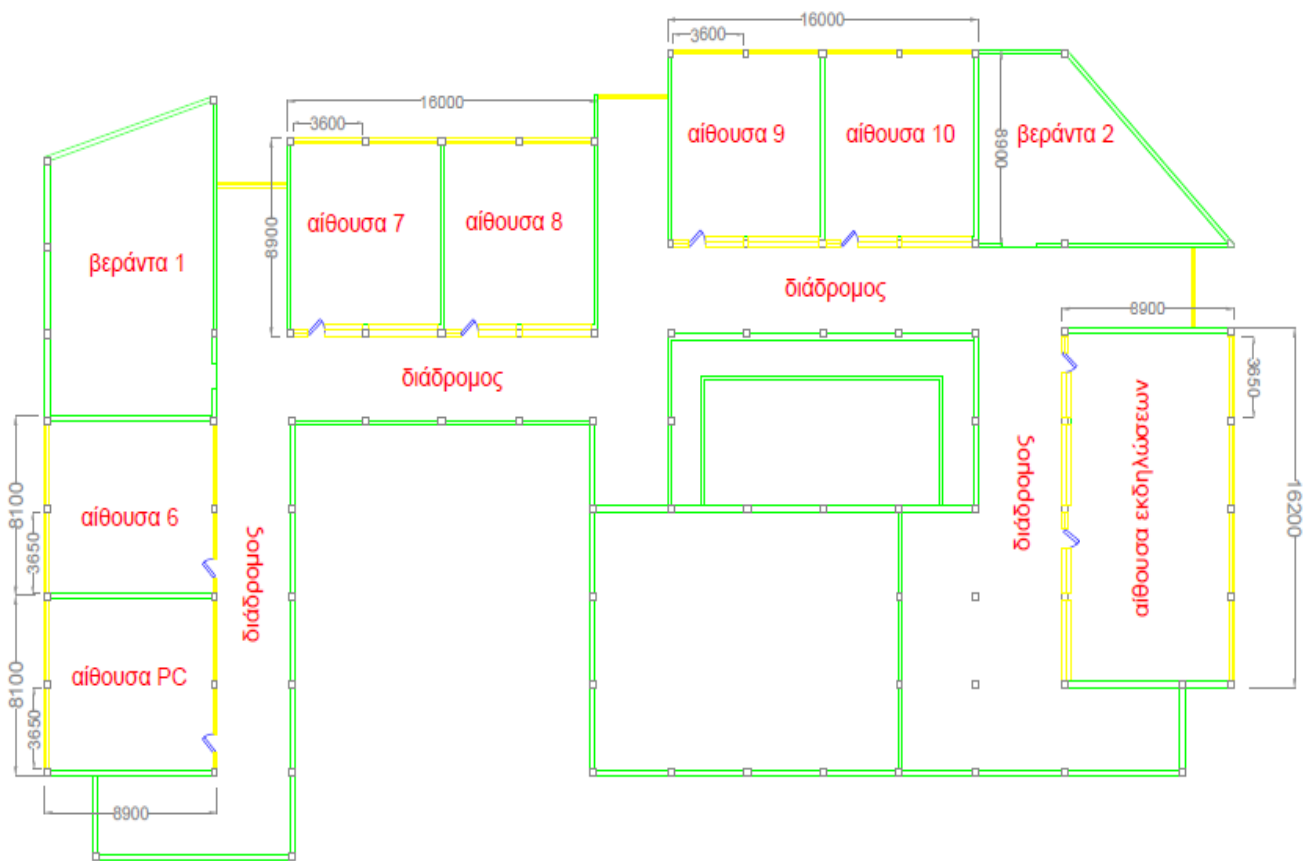
Με κίτρινο φαίνονται τα ανοίγματα.

Με μπλε φαίνονται οι πόρτες.

Με μπεζ φαίνονται οι κολώνες.



Εικόνα 11: Κάτοψη Ισογείου



Εικόνα 12: Κάτοψη Ορόφου

5.3.2. Κατασκευαστικά Στοιχεία

Όπως προαναφέρθηκε, η κατασκευή του κτιρίου ξεκίνησε το 1975 πριν την εφαρμογή του Νόμου για την θερμομόνωση και έχει κτιστεί με τις προδιαγραφές της εποχής, οι οποίες σήμερα κρίνονται ως ελάχιστες και το κτίριο χαρακτηρίζεται ενεργοβόρο.

Πιο συγκεκριμένα:

- Η τοιχοποιία εσωτερικά (χωρίσματα) έχει κατασκευαστεί με μονό τούβλο και εξωτερικά με διπλό, ενώ δεν υπάρχει θερμομόνωση.
- Το δάπεδο σε όλες τις αίθουσες είναι από μωσαϊκό, ενώ μόνο στο γυμναστήριο και στα γραφεία των δασκάλων καλύπτεται από ελαστικό τάπητα.
- Τα εξωτερικά κουφώματα (παράθυρα) φέρουν τα πρώτα συστήματα αλουμινίου της δεκαετίας του '70 τα οποία και αποτελούνταν από απλές διατομές με μικρές ποιοτικές απαιτήσεις.
- Τα εσωτερικά κουφώματα (πόρτες αιθουσών) έχουν αντικατασταθεί πρόσφατα και αποτελούνται από αλουμίνιο.
- Οι τζαμαρίες αποτελούνται από μονά τζάμια.
- Η στέγη του κτιρίου αποτελείται από κόκκινο κεραμίδι.

Επιπλέον, η στέγη του κτιρίου καλύπτει σχεδόν όλη του την επιφάνεια, εκτός από τις δύο βεράντες στον πρώτο όροφο, οι οποίες δεν φέρουν κανένα είδος μόνωσης.

Τέλος, ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι νότιος.

5.3.3. Θέρμανση-Ψύξη

Σε ό,τι αφορά την ενεργειακή του κάλυψη για θέρμανση και ψύξη, αυτή επιτυγχάνεται με τη λειτουργία του καλοριφέρ και του Air condition.

Σώματα καλοριφέρ (παλαιού τύπου-χαλύβδινα) συναντάμε σε όλες τις αίθουσες διδασκαλίας όπως επίσης και air condition.

Τα τελευταία χρησιμοποιούνται συμπληρωματικά ως προς τη θέρμανση των αιθουσών και σπάνια για ψύξη.

5.3.4. (Εξ)Αερισμός

Στο σχολείο δεν χρησιμοποιείται κανένα είδος μηχανικού αερισμού.

Τα αρκετά ανοίγματα καθώς και ο προσανατολισμός του κτιρίου αποτελούν ιδανικές συνθήκες για τη χρήση του φυσικού αερισμού του χώρου.

5.3.5. Περιγραφή και Διαστάσεις Αιθουσών

Στην παράγραφο αυτή δίνονται αναλυτικά οι διαστάσεις όλων των χώρων του σχολείου καθώς και οι διαστάσεις και οι προσανατολισμοί των ανοιγμάτων τους, όπως προέκυψαν μετά τις μετρήσεις.

Οι μετρήσεις που δίνονται αφορούν τις εξωτερικές διαστάσεις των χώρων και των ανοιγμάτων.

Οι αίθουσες είναι διαμπερείς, επομένως ανοίγματα συναντάμε στην πρόσοψη και στην πίσω όψη. Στα σχέδια φαίνονται και οι αντίστοιχοι προσανατολισμοί. Τα ανοίγματα αυτά χωρίζονται από τις κάθετες κολώνες του κτιρίου.

Επιπλέον, τα ανοίγματα της πρόσοψης αποτελούνται από τα άνω και κάτω τμήματα, ενώ αυτά της πίσω όψης έχουν μόνο άνω μέρος.

Στο ισόγειο τα παράθυρα έχουν ορθογώνιο σχήμα, σε αντίθεση με αυτά του πρώτου ορόφου των οποίων το άνω μέρος αυτών της πρόσοψης έχουν τοξοειδή μορφή.

Σε ό,τι αφορά τις πόρτες, το άνοιγμά τους είναι ίσο με 90 cm και το ύψος ισούται με 2,20 m.

Στην εικόνα 13 φαίνονται οι αίθουσες διδασκαλίας 1,2,4 του ισογείου.



Εικόνα 13: Αίθουσες Διδασκαλίας 1,2,4 Ισογείου

- Ισόγειο

Αίθουσες Διδασκαλίας

Αίθουσες 1,2

Οι αίθουσες διδασκαλίας 1 και 2 του ισόγειου είναι όμοιες. Έχουν ίδια χαρακτηριστικά και ίδιους προσανατολισμούς παραθύρων. Πιο συγκεκριμένα:

Μετά τις μετρήσεις προκύπτουν τα εξής:

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά Αιθουσών 1,2

Χαρακτηριστικά Αιθουσών 1, 2							
Μήκος (m)		Πλάτος (m)		Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Εμβαδόν τοίχων (m ²)
7,7		8,2		3	63,14	189,42	95,4
Χαρακτηριστικά Ανοιγμάτων Αιθουσών 1, 2							
Νότια Ανοίγματα					Βόρεια Ανοίγματα		
Άνω τμήμα		Κάτω τμήμα		Εμβαδόν (m ²)			
Ύψος (m)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Μήκος (m)		Ύψος (m)	Μήκος (m)	Εμβαδόν (m ²)
0,55	7,2	1,55	5,65	12,72	0,75	7,2	5,4
Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας Ανοιγμάτων = 18,12 m ²							

Αίθουσα 3

Η αίθουσα 3 διαφέρει από τις προηγούμενες καθώς είναι λίγο πιο μεγάλη. Οι προσανατολισμοί όμως είναι ίδιοι, προκύπτουν δηλαδή τα εξής :

Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά Αίθουσας 3

Χαρακτηριστικά Αίθουσας 3							
Μήκος (m)		Πλάτος (m)		Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Εμβαδόν τοίχων (m ²)
11,6		8,2		3	95,12	285,36	118,8
Χαρακτηριστικά Ανοιγμάτων Αίθουσας 3							
Νότια Ανοίγματα					Βόρεια Ανοίγματα		
Άνω τμήμα		Κάτω τμήμα		Εμβαδόν (m ²)			
Ύψος (m)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Μήκος (m)		Ύψος (m)	Μήκος (m)	Εμβαδόν (m ²)
0,75	10,95	1,35	9,5	21,04	0,75	10,8	8,1
Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας Ανοιγμάτων = 29,14 m ²							

Αίθουσα 4

Η αίθουσα 4 έχει ίδιες διαστάσεις με τις αίθουσες 1 και 2 διαφοροποιείται όμως ως προς τους προσανατολισμούς των τοίχων και των ανοιγμάτων. Δηλαδή :

Πίνακας 7: Χαρακτηριστικά Αίθουσας 4

Χαρακτηριστικά Αίθουσας 4							
Μήκος (m)		Πλάτος (m)		Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Εμβαδόν τοίχων (m ²)
7,7		8,2		3	63,14	189,42	95,4
Χαρακτηριστικά Ανοιγμάτων Αίθουσας 4							
Δυτικά Ανοίγματα				Ανατολικά Ανοίγματα			
Άνω τμήμα		Κάτω τμήμα		Εμβαδόν (m ²)			
Ύψος (m)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Μήκος (m)				
0,55	7,2	1,55	5,65	12,72	0,75	7,2	5,4
Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας Ανοιγμάτων = 18,12 m ²							

Αίθουσα 5

Η αίθουσα 5 έχει μικρότερες διαστάσεις σε σχέση με τις προηγούμενες. Προκύπτουν δηλαδή τα εξής :

Πίνακας 8: Χαρακτηριστικά Αίθουσας 5

Χαρακτηριστικά Αίθουσας 5							
Μήκος (m)		Πλάτος (m)		Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Εμβαδόν τοίχων (m ²)
3,65		3,65		3	13,32	39,96	43,8
Χαρακτηριστικά Βορείων Ανοιγμάτων							
Μήκος (m)				Ύψος (m)			
3,6				1,7			
Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας Ανοιγμάτων = 6,12 m ²							

Γραφεία

Ο συνολικός χώρος των γραφείων αποτελείται από 3 ξεχωριστά γραφεία και ένα διάδρομο.

Πίνακας 9: Χαρακτηριστικά Γραφείων

Συνολικά Χαρακτηριστικά Χώρου Γραφείων					
Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	
15,3 (στη μέγιστη απόσταση)	8,5	3	109,34	328	
Χαρακτηριστικά Γραφείου Διευθυντή					
Διαστάσεις			Δυτικά Ανοίγματα		
Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)
3,8	4,5	17,1	3,6	2,1	7,56
Χαρακτηριστικά Γραμματείας					
Διαστάσεις			Δυτικά Ανοίγματα		
Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)
3,7	4,5	16,65	3,6	2,1	7,56
Χαρακτηριστικά Γραφείου Καθηγητών					
Διαστάσεις			Δυτικά Ανοίγματα		
Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)
7,30 (στη μέγιστη απόσταση) 3,6 (στην ελάχιστη απόσταση)	8,5	46,33	3,6	2,1	7,56
Χαρακτηριστικά Διαδρόμου					
Διαστάσεις			Ανατολικά Ανοίγματα		
Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)
7,7	3,8	29,26	3,8	0,6	2,28

Βοηθητικοί χώροι

Σα βοηθητικοί χώροι ορίζονται οι αποθήκες, τα WC, το κυλικείο και τα αποδυτήρια.

Αποθήκη 1

Η αποθήκη 1 συνορεύει με την αίθουσα διδασκαλίας 3. Για τον αποθηκευτικό αυτό χώρο προκύπτουν τα εξής :

Πίνακας 10: Χαρακτηριστικά Αποθήκης 1

Χαρακτηριστικά Αποθήκης 1							
Μήκος (m)		Πλάτος (m)		Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Εμβαδόν τοίχων (m ²)
3,80		8,2		3	31,16	93,48	72
Χαρακτηριστικά Ανοιγμάτων Αποθήκης 1							
Νότια Ανοίγματα				Βόρεια Ανοίγματα			
Άνω τμήμα		Κάτω τμήμα		Εμβαδόν (m ²)			
Ύψος (m)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Μήκος (m)		Ύψος (m)	Μήκος (m)	Εμβαδόν (m ²)
0,75	3,6	-	-	2,7	0,75	3,6	2,7
Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας Ανοιγμάτων = 5,4 m ²							

WC1

Στη δυτική πλευρά του ισογείου συναντάμε το WC με χαρακτηριστικά :

Πίνακας 11: Χαρακτηριστικά WC1

Χαρακτηριστικά WC1							
Μήκος (m)		Πλάτος (m)		Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Εμβαδόν τοίχων (m ²)
7,70 (στη μέγιστη απόσταση)		8,2		3	49,82	149,45	139,2
3,65 (στην ελάχιστη απόσταση)							
Χαρακτηριστικά Ανοιγμάτων WC1							
Ανατολικά Ανοίγματα				Δυτικά Ανοίγματα			
Άνω τμήμα		Κάτω τμήμα		Εμβαδόν (m ²)			
Ύψος (m)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Μήκος (m)		Ύψος (m)	Μήκος (m)	Εμβαδόν (m ²)
0,75	3,6	-	-	2,7	0,75	7,2	5,4
Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας Ανοιγμάτων = 8,1 m ²							

Κυλικείο

Το κυλικείο βρίσκεται και αυτό στη δυτική πλευρά και συνορεύει με το WC1.

Πίνακας 12: Χαρακτηριστικά Κυλικείου

Χαρακτηριστικά Κυλικείου					
Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Εμβαδόν τοίχων (m ²)
3,65	3,65	3	13,32	39,96	43,8
Χαρακτηριστικά Ανατολικών Ανοιγμάτων					
Άνω τμήμα		Κάτω τμήμα		Εμβαδόν (m ²)	
Ύψος (m)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Μήκος (m)		
0,75	3,6	1,55	1,55	5,1	
Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας Ανοιγμάτων = 5,1 m ²					

Αποδυτήρια, WC2

Οι χώροι των αποδυτηρίων και του WC2 βρίσκονται στην ανατολική μεριά του κτιρίου. Είναι όμοιοι με τα εξής χαρακτηριστικά:

Πίνακας 13: Χαρακτηριστικά WC2 και Αποδυτηρίων

Χαρακτηριστικά WC2, Αποδυτηρίων							
Μήκος (m)		Πλάτος (m)		Ύψος (m)		Εμβαδόν (m ²)	
3,65		8,2		3		29,93	
						89,79	
						71,1	
Χαρακτηριστικά Ανοιγμάτων WC2							
Δυτικά Ανοίγματα				Ανατολικά Ανοίγματα			
Άνω τμήμα		Κάτω τμήμα		Εμβαδόν (m ²)			
Ύψος (m)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Μήκος (m)			Ύψος (m)	Μήκος (m)
-	-	-	-			0,75	3,6
						2,7	
Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας Ανοιγμάτων = 2,7 m ²							

Αποθήκη 2

Η αποθήκη 2 έχει όμοια χαρακτηριστικά με την αίθουσα 5 .Πιο συγκεκριμένα :

Πίνακας 14: Χαρακτηριστικά Αποθήκης 2

Χαρακτηριστικά Αποθήκης 2					
Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Εμβαδόν τοίχων (m ²)
3,65	3,65	3	13,32	39,96	43,8
Χαρακτηριστικά Νότιων Ανοιγμάτων					
Μήκος (m)			Ύψος (m)		
3,6			1,7		
Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας Ανοιγμάτων = 6,12 m ²					

Γυμναστήριο

Ο χώρος του γυμναστηρίου βρίσκεται στο μέσο περίπου του κτίσματος με χαρακτηριστικά:

Πίνακας 15: Χαρακτηριστικά Γυμναστηρίου

Χαρακτηριστικά Γυμναστηρίου											
Μήκος (m)		Πλάτος (m)		Ύψος (m)		Εμβαδόν (m ²)		Όγκος (m ³)		Εμβαδόν τοίχων (m ²)	
16		12		5		192		960		280	
Χαρακτηριστικά Ανοιγμάτων Γυμναστηρίου											
Βόρεια Ανοίγματα					Νότια Ανοίγματα						
Άνω τμήμα		Κάτω τμήμα		Εμβαδόν (m ²)		Άνω τμήμα		Κάτω τμήμα		Εμβαδόν (m ²)	
Ύψος (m)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Μήκος (m)			Ύψος (m)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Μήκος (m)		
0,75	14,6	2,5	1,6	14,95		0,75	14,6	2,5	3,2	18,95	
Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας Ανοιγμάτων = 33,9 m ²											

- Όροφος

Στον όροφο του κτιρίου συναντάμε 5 αίθουσες διδασκαλίας, 1 αίθουσα ηλεκτρονικών υπολογιστών και 1 αίθουσα εκδηλώσεων.

Όλες αυτές οι αίθουσες είναι όμοιες μεταξύ τους σε ό,τι αφορά τις διαστάσεις, εκτός από την αίθουσα των εκδηλώσεων η οποία έχει τις διπλάσιες διαστάσεις από τις άλλες. Οι προσανατολισμοί των τοιχών και των ανοιγμάτων όμως είναι διαφορετικοί.

Σε ό,τι αφορά τα ανοίγματα, όμοια με το ισόγειο, κάθε αίθουσα θεωρούμε ότι αποτελείται από τα ανοίγματα της πρόσοψης και αυτά της πίσω όψης με τους προσανατολισμούς, όπως φαίνονται στα σχέδια.

Τα ανοίγματα της πρόσοψης αποτελούνται από τα άνω και κάτω τμήματα, ενώ όπως ειπώθηκε και προηγουμένως, το άνω μέρος των μπροστινών ανοιγμάτων καθώς και τα πίσω έχουν τοξοειδή μορφή.

Στη φωτογραφία φαίνεται μία αίθουσα διδασκαλίας του πρώτου ορόφου.



Εικόνα 14: Αίθουσες Διδασκαλίας Ορόφου

Στους παρακάτω πίνακες δίνονται αναλυτικά τα στοιχεία για τις διαστάσεις των χώρων και των ανοιγμάτων καθώς και οι προσανατολισμοί τους.

Πιο συγκεκριμένα :

Οι αίθουσες 7,8,9,10 είναι όμοιες, με ίδιες διαστάσεις και με ίδιους προσανατολισμούς ανοιγμάτων.

Πίνακας 16: Χαρακτηριστικά Αίθουσών 7,8,9,10

Χαρακτηριστικά Αίθουσας 7,8,9,10							
Μήκος (m)		Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Εμβαδόν τοίχων (m ²)	
7,7		8,2	3	63,14	189,42	95,4	
Χαρακτηριστικά Ανοιγμάτων Αίθουσας 7,8,9,10							
Νότια Ανοίγματα				Βόρεια Ανοίγματα			
Άνω τμήμα		Κάτω τμήμα		Εμβαδόν (m ²)			
Ύψος (m)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Μήκος (m)		Ύψος (m)	Μήκος (m)	Εμβαδόν (m ²)
0,70 (Μέγιστο ύψος)	7,2	1,55	5,65	12,53	0,75	7,2	5,4
Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας Ανοιγμάτων = 17,93 m ²							

Η αίθουσα 6 και η αίθουσα υπολογιστών διαφοροποιούνται από τις προηγούμενες σε ό,τι αφορά τους προσανατολισμούς των ανοιγμάτων και προκύπτουν τελικά τα εξής :

Πίνακας 17: Χαρακτηριστικά Αίθουσας 6 και Αίθουσας Η/Υ

Χαρακτηριστικά Αίθουσας 6, αίθουσα PC							
Μήκος (m)		Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Εμβαδόν τοίχων (m ²)	
7,7		8,2	3	63,14	189,42	95,4	
Χαρακτηριστικά Ανοιγμάτων Αίθουσας 6 και Αίθουσας Η/Υ							
Ανατολικά Ανοίγματα				Δυτικά Ανοίγματα			
Άνω τμήμα		Κάτω τμήμα		Εμβαδόν (m ²)			
Ύψος (m)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Μήκος (m)		Ύψος (m)	Μήκος (m)	Εμβαδόν (m ²)
0,70 (Μέγιστο ύψος)	7,2	1,55	5,65	12,53	0,75	7,2	5,4
Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας Ανοιγμάτων = 17,93 m ²							

Αίθουσα εκδηλώσεων

Η αίθουσα εκδηλώσεων δημιουργήθηκε μετά την πτώση της μεσοτοιχίας που χώριζε δύο αίθουσες διδασκαλίας που βρίσκονταν στον χώρο. Επομένως, παίρνουμε τα εξής :

Πίνακας 18: Χαρακτηριστικά Αίθουσας Εκδηλώσεων

Χαρακτηριστικά Αίθουσας Εκδηλώσεων							
Μήκος (m)		Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Εμβαδόν τοίχων (m ²)	
15,6		8,2	3	127,92	383,76	142,8	
Χαρακτηριστικά Ανοιγμάτων Αίθουσας Εκδηλώσεων							
Δυτικά Ανοίγματα				Ανατολικά Ανοίγματα			
Άνω τμήμα		Κάτω τμήμα		Εμβαδόν (m ²)			
Ύψος (m)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Μήκος (m)		Ύψος (m)	Μήκος (m)	Εμβαδόν (m ²)
0,70 (Μέγιστο ύψος)	14,4	1,55	11,3	25	0,75	14,4	10,8
Συνολικό Εμβαδόν Επιφάνειας Ανοιγμάτων = 35,80 m ²							

6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ TRNSYS 16.1 ΣΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ

6.1. Συνθήκες Άνεσης

Πριν ξεκινήσει η ενεργειακή μελέτη, κρίνεται σκόπιμο να ορίσουμε της συνθήκες άνεσης που πρέπει να επικρατούν στα εκπαιδευτικά κτίρια.

Οι συνθήκες θερμικής άνεσης αποτελούν καθοριστικό παράγοντα στην αποτελεσματικότητα της μαθησιακής διαδικασίας. Επιπλέον, σε συνδυασμό με τους ρύπους του εσωτερικού χώρου επηρεάζουν άμεσα την ανθρώπινη υγεία.

Υπάρχουν διάφορες παράμετροι που επιδρούν στις συνθήκες ευεξίας με βασικότερες τη θερμοκρασία, την υγρασία και την ταχύτητα κίνησης του αέρα ^[4].

Πίνακας 19: Παράμετροι που Σχετίζονται με τις Συνθήκες Ευεξίας ^[4]

• Φυσικές Παράμετροι
◦ Η θερμοκρασία του αέρα
◦ Η θερμοκρασία των επιφανειών που περιβάλλουν τον χώρο
◦ Η υγρασία του αέρα
◦ Η κίνηση του αέρα
◦ Ο αερισμός του χώρου και η καθαρότητα του αέρα
◦ Ο θόρυβος
◦ Ο φωτισμός
• Οργανικές παράμετροι (π.χ. ηλικία, φύλο και χαρακτηριστικά των ατόμων που βρίσκονται στον χώρο)
• Εξωτερικοί παράμετροι (π.χ. ένταση σωματικής δραστηριότητας-μεταβολισμός, τύπος ένδυσης και κοινωνικές συνθήκες)

Η έκθεση των ατόμων σε συνθήκες που δεν πληρούν κάποιες συγκεκριμένες προδιαγραφές μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία τους. Για το λόγο αυτό, είναι έκδηλη η ανάγκη καθορισμού μέτρων για τον περιορισμό της ανθρώπινης έκθεσης σε αυτούς τους κινδύνους.

Κινούμενη προς αυτή την κατεύθυνση, η επιστημονική κοινότητα εστίασε τις ενέργειες της στην διαμόρφωση γενικών οδηγιών για τη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού κλίματος των χώρων. Τα κράτη οφείλουν να θεσπίσουν τη σχετική νομοθεσία που περιέχει αυτούς τους κανονισμούς.^[4]

Η TOTEE 20701-1/2010^[5] είναι αυτή που ορίζει στην Ελλάδα τους περιορισμούς αυτούς.

Επομένως, με βάση αυτές τις οδηγίες για την περίπτωση μας (κτίριο Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης) επιλέγουμε τα εξής:

6.1.1. Θερμοκρασία και Σχετική Υγρασία

- Θερμοκρασία

Ο ανθρώπινος οργανισμός ενεργοποιεί τους προσαρμοστικούς μηχανισμούς που διαθέτει για να διατηρήσει σταθερή την εσωτερική θερμοκρασία, μετά από έκθεση στο κρύο και στη ζέση.

Όμως οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλές θερμοκρασίες σε ένα χώρο πρέπει να αποφεύγονται μιας και έχουν επιπτώσεις στην υγεία των ατόμων που βρίσκονται στο χώρο.

Πιο συγκεκριμένα, η παραμονή σε κρύο περιβάλλον προκαλεί παθολογικές εκδηλώσεις από το δέρμα (ερυθροκυανώσεις, κρυοπαγήματα) και από το κυκλοφορικό σύστημα σε ευπαθή άτομα. Η συχνή εναλλαγή θερμοκρασιών εκτός από τους κινδύνους του κυκλοφορικού συστήματος, ευθύνεται για την εκδήλωση παθολογικών συνεπειών από το μυϊκό σύστημα (ψύξεις) και για λοιμώξεις του αναπνευστικού.

Από την άλλη, η συνεχής έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να οδηγήσει σε θερμοπληξία οπότε και τα άτομα παρουσιάζουν καταβολή, κράμπες, ορθοστατική υπόταση, ζαλάδες και λιποθυμία.^[6]

- Σχετική Υγρασία

Σχετική υγρασία είναι ο λόγος της ποσότητας ή της μάζας των υδρατμών, που περιέχει ο αέρας, προς εκείνη την ποσότητα ή τη μάζα των υδρατμών τους οποίους μπορεί να συμπεριλάβει (υπό αυτή την θερμοκρασία και πίεση) μέχρι να κορεσθεί. Η σχετική υγρασία εκφράζεται επί τοις εκατό (%).^[7]

Σε περιβάλλον με χαμηλή σχετική υγρασία αισθανόμαστε δυσκολία στην αναπνοή μας.

Επομένως, το χειμώνα όπου έχουμε χαμηλές θερμοκρασίες (και χαμηλή σχετική υγρασία), θα πρέπει ο εισερχόμενος αέρας να θερμαίνεται και να υγραίνεται.

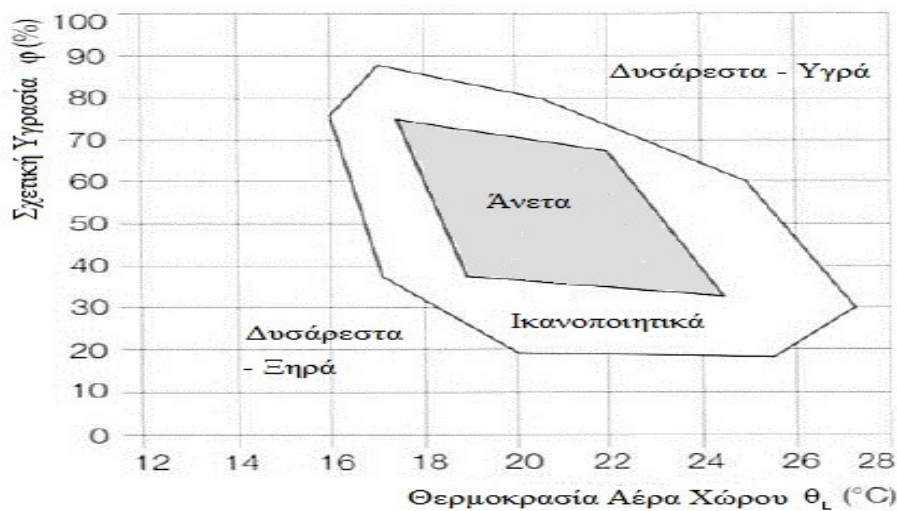
Αντίθετα σε περιβάλλον με υψηλή σχετική υγρασία αισθανόμαστε κουρασμένοι, το σώμα μας πιο “βαρύ” και υπάρχει δυσκολία στις κινήσεις.

Επομένως, το καλοκαίρι θα πρέπει ο εισερχόμενος αέρας να ψύχεται και να αφυγραίνεται αντίστοιχα.

Για να μπορεί ένας άνθρωπος να κινείται χωρίς κόπωση και ενόχληση σε έναν χώρο θα πρέπει η σχετική υγρασία να κυμαίνεται από 35 ως 65% (η τιμή 100% σημαίνει ότι είμαστε σε κατάσταση κορεσμού).

Επομένως, στο ζήτημα της θερμικής άνεσης η θερμοκρασία του αέρα παίζει κρίσιμο ρόλο στον προσδιορισμό της αποδεκτής σχετικής υγρασίας.

Έτσι ορίζονται διαγράμματα θερμικής άνεσης που οριοθετούν το πεδίο θερμικής ευεξίας, όπως το παρακάτω που δείχνει τη σχετική υγρασία σε συνάρτηση της θερμοκρασίας, και προσδιορίζουν το κατάλληλο ζεύγος τιμών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας.



Εικόνα 15: Διάγραμμα Θερμικής Άνεσης ^[8]

Τελικά, σύμφωνα με την οδηγία TOTEE 20701-1/2010 ^[5] και τον Πίνακα 2.2 οι συνιστώμενες συνθήκες για κλιματιζόμενους χώρους το χειμώνα και το καλοκαίρι για κτίρια πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 20: Συνθήκες Θερμοκρασίας και Υγρασίας για Κτίρια Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Χρήση κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία (°C)		Σχετική Υγρασία (%)	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση	20	26	30	35

6.1.2. Φωτισμός

Για το φωτισμό των χώρων επιδιώκουμε μέσω των ανοιγμάτων των τοίχων (παραθύρων) να εκμεταλλευτούμε όσο το δυνατόν τον φυσικό φωτισμό, ενώ ο τεχνητός φωτισμός θα πρέπει να εναρμονίζεται με το διαθέσιμο φως της ημέρας.

Μερικές από τις συνέπειες του ελλιπούς ή κακού φωτισμού είναι ^[6]:

- Η μείωση τη οπτικής οξύτητας
- Οι ενοχλήσεις στα μάτια (π.χ κάψιμο και τσούξιμο)
- Η παραγωγή δακρύων
- Οι κεφαλαλγίες
- Η αϋπνία

Στη συγκεκριμένη μελέτη, ο νότιος προσανατολισμός του κτιρίου κρίνεται ιδανικός για την εκμετάλλευση του φυσικού φωτός, όμως ο τεχνητός είναι αναγκαίος.

Επομένως, από τον Πίν.2.4 της οδηγίας TOTEE 20701-1/2010 ^[5] προκύπτει ότι ο φωτισμός στις αίθουσες του σχολείου πρέπει να είναι ίσος με 300 Lux.

6.1.3. Αερισμός Χώρου

Σκοπός του αερισμού είναι να εμπλουτίσουμε το χώρο όπου εξετάζουμε με καθαρό και φρέσκο αέρα.

Ο αερισμός κατά προτίμηση πρέπει να είναι φυσικός ενώ αν αυτό δεν είναι εφικτό τότε χρησιμοποιούμε τεχνητό αερισμό ανά τακτά διαστήματα και με επαρκή ποσότητα αέρα.

Για κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος (όταν δεν είναι μολυσμένος ο αέρας) προτιμούμε το φυσικό αερισμό, γιατί ο τεχνητός απαιτεί επιπλέον κατανάλωση ενέργεια μιας και είναι απαραίτητο το φιλτράρισμά του.

Κακός ή ελλιπής αερισμός προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα, δύσπνοια μέχρι και ζαλάδες.

Οι απαιτήσεις για αερισμό χώρου εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες όπως :

- Τη χρήση του κτιρίου και την παραγωγή ρύπων
- Την παρουσία ατόμων

Σύμφωνα με την τεχνική οδηγία του TEE (TOTEE 20701-1/2010) ^[5], οι συνιστώμενες συνθήκες για τον αερισμό χώρων για τις αίθουσες εκπαιδευτικών κτιρίων πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 21: Συνθήκες Αερισμού Χώρου για Κτίρια Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Χρήση κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα/100 m ² επιφάνειας δαπέδου	Νωπός αέρας (m ³ /h ανά άτομο)	Νωπός αέρας (m ³ /h ανά m ²)
Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση	50	22	11

Επιπλέον, σημαντική παράμετρος κρίνεται η ταχύτητα του αέρα στο χώρο όπου και σύμφωνα με τις οδηγίες του TEE (TOTEE 2423/86) ^[9], πρέπει να ακολουθεί τους πιο κάτω περιορισμούς :

Για τα εκπαιδευτικά κτίρια μία μέση ταχύτητα ανέμου, χωρίς να προκαλεί ενοχλήσεις, ορίζεται σε 0,125 m/s.

Πίνακας 22: Ενδεικνυόμενες Τιμές Ταχύτητας Αέρα * ^[9]

Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Επίδραση	Συνιστώμενη Χρήση
0-0,08	Παράπονα για έλλειψη κίνησης του αέρα	Καμμία
0,125	Ιδανική κατάσταση	Για όλες τις εφαρμογές
0,125-0,25	Πολύ ικανοποιητική κατάσταση αλλά η ταχύτητα των 0,25 m/s πλησιάζει τη μέγιστη επιτρεπόμενη για άτομα που κάθονται	Για όλες τις εφαρμογές
0,325	Όχι ικανοποιητική για γραφειακούς χώρους. Ο αέρας παρασύρει ελαφριά χαρτιά από τα γραφεία	-
0,375	Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα για άτομα που κινούνται	Εμπορικά καταστήματα
0,375-1,5	Επιτρεπόμενη μόνο για βιομηχανικές εφαρμογές	-

*Οι παραπάνω ταχύτητες αναφέρονται στη ζώνη διαμονής ατόμων κάθε χώρου δηλαδή στη ζώνη που εκτείνεται από το δάπεδο μέχρι ύψους 2 μέτρων (περίπου).

6.1.4. Θόρυβος

Το ηχητικό περιβάλλον χαρακτηρίζεται από τη στάθμη της ηχητικής του πίεσης (db) και από τις συχνότητες του (Hz).

Σε περιπτώσεις όπου έχουμε πηγές θορύβου μεγαλύτερης έντασης από τα επιτρεπόμενα όρια, αυτές μπορεί να επιφέρουν παροδικές ή και μόνιμες βλάβες.

Στην περίπτωση μας δεν υπάρχει τέτοιος κίνδυνος, μιας και η ένταση του ήχου στα σχολεία είναι μέσα στα επιθυμητά επίπεδα.

6.1.5. Σωματική Δραστηριότητα (Μεταβολισμός)

Ο μεταβολισμός αποτελεί το σύνολο των χημικών αντιδράσεων που πραγματοποιούνται στο ανθρώπινο σώμα. Αυτές οι αντιδράσεις πραγματοποιούνται με σκοπό να αντισταθμίσουν τις απώλειες προς το περιβάλλον, μιας και η θερμοκρασία του σώματος είναι υψηλότερη από αυτή του περιβάλλοντα χώρου.

Στόχος είναι το σώμα να διατηρηθεί σε μια εσωτερική θερμοκρασία περίπου ίση με $37 \pm 0,5^\circ C$.

Ο μεταβολισμός εκφράζεται σε μονάδες θερμότητας προς μονάδες συνολικής επιφάνειας ανθρώπινου σώματος ή διαφορετικά σε met ($1 \text{ met} = 58,2 \text{ W/m}^2$).

Σχετίζεται με την ηλικία, το φύλο και το βάρος του σώματος και το επίπεδο της δραστηριότητας.

Με τη βοήθεια του Διεθνούς Οργανισμού Πιστοποίησης (ISO) και πιο συγκεκριμένα από τον Πίνακα Β.1 της ISO 7730 ^[10] παρατηρούμε ότι οι τιμές του μεταβολισμού διαφοροποιούνται για διαφορετικών ειδών εργασίες.

Έτσι, για την περίπτωση του σχολείου προκύπτει :

Πίνακας 23: Μεταβολικοί Ρυθμοί για Ελαφριά Δουλειά και Άθληση

Δραστηριότητα ανθρώπου	Μεταβολικός ρυθμός	
	Watts	met
Καθιστός, ελαφριά δουλειά, ηλεκτρολόγηση	150	2,6
Αθλητισμός	525	9

6.1.6. Τύπος Ένδυσης

Η ένδυση λειτουργεί ως ένα είδος θερμικής αντίστασης στην αποβολή θερμότητας από την επιφάνεια του σώματος προς το περιβάλλον, μπορεί όμως εύκολα να ρυθμιστεί με σκοπό ο κάθε άνθρωπος να αισθάνεται θερμικά άνετα χωρίς να καταναλωθεί κάποια μορφή ενέργειας.

Έτσι, το καλοκαίρι μπορούμε αφαιρώντας κάποια περιττά ρούχα να προσεγγίσουμε το αίσθημα της άνεσης, ενώ το χειμώνα προσθέτοντας κάποια, χωρίς τελικά να χρειαστεί να χρησιμοποιήσουμε τον κλιματισμό ή τη θέρμανση αντίστοιχα.

Η μονάδα της θερμικής αυτής αντίστασης ονομάζεται clo και εκφράζει τη θερμική μόνωση που παρέχουν τα ενδύματα και το σύνολο του ρουχισμού.

Ισοδυναμεί με : $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \text{ K/Watt}$

Με τη βοήθεια του Διεθνούς Οργανισμού Πιστοποίησης (ISO) και πιο συγκεκριμένα από τους Πίνακες C1 και C2 της ISO 7730 ^[10], παρατίθενται ενδεικτικά κάποιες τιμές της θερμικής αντίστασης για μεμονωμένα ρούχα αλλά και για συνδυασμό ρούχων:

Πίνακας 24: Τιμές Θερμικής Αντίστασης

Ρουχισμός	Θερμική αντίσταση (clo)
Μεμονωμένα ρούχα	
φανελάκι	0,09
παντελόνι μακρύ	0,25
παντελόνι κοντό	0,06
μπλούζα με κοντό μανίκι	0,15
μπλούζα με μακρύ μανίκι	0,25
Συνδυασμός ρούχων	
Καλοκαιρινή ενδυμασία (μπλούζα με κοντό μανίκι και σορτς)	0,3
Χειμερινή ενδυμασία (μπλούζα με μακρύ μανίκι και παντελόνι, φόρεμα)	0,7

Επομένως θεωρούμε ότι η ενδυμασία των ατόμων που βρίσκονται στο σχολείο έχει συντελεστή θερμικής αντίστασης :

το καλοκαίρι : 0,30 clo και

το χειμώνα : 0,70 clo

6.2. Μοντελοποίηση του Κτιρίου

Στην παράγραφο αυτή θα αναλυθεί λεπτομερώς η διαδικασία που θα ακολουθήσουμε με σκοπό να προσομοιάσουμε το κτίριο του Δημοτικού Σχολείου.

Η προσομοίωση αυτή θα γίνει με τη βοήθεια του λογισμικού TRNSYS (έκδοση 16.1.).

6.2.1. Εισαγωγή στο TRNSYS Simulation Studio

Το TRNSYS (TRaNsient SYstems Simulation program) είναι ένα πλήρες υπολογιστικό πακέτο λογισμικού προσομοίωσης το οποίο χρησιμοποιείται για την προσομοίωση, ανάλυση και αξιολόγηση συστημάτων η συμπεριφορά των οποίων αλλάζει με τον χρόνο.

Τα κτίρια ανήκουν στην κατηγορία εκείνη των δυναμικών συστημάτων, επομένως η θερμική συμπεριφορά τους μπορεί να προσομοιωθεί με τη χρήση του TRNSYS.

Το πακέτο χρησιμοποιείται τόσο για τη λεπτομερή περιγραφή της κτιριακής εγκατάστασης όσο και για την προσομοίωση της.

Το TRNSYS αποτελείται από τα ακόλουθα προγράμματα:


- Το στούντιο προσομοίωσης (TRNSYS Simulation Studio) μαζί με το εκτελέσιμο αρχείο του (TRNExe.exe).
- Το γραφικό περιβάλλον διεπαφής κτηρίου, για την εισαγωγή των δεδομένων κτηρίων (TRNBuild.exe) .
- Τον επεξεργαστή με τον οποίο μπορούν να δημιουργηθούν αυτόνομα προγράμματα, γνωστά ως “TRNSED εφαρμογές” (TRNEdit.exe).

Στη συγκεκριμένη μελέτη, για την προσομοίωση του κτιρίου του Δημοτικού σχολείου αρχικά ζητείται η εισαγωγή όλων των δεδομένων στο γραφικό περιβάλλον διεπαφής του κτιρίου (TRNBuild).

Το TRNBuild είναι ένα εργαλείο που αναπτύχθηκε για την εύκολη δημιουργία αρχείων δεδομένων ενός πολυζωνικού κτηρίου.

Με τη βοήθεια αυτού, ο χρήστης μπορεί να καθορίσει λεπτομερώς όλα τα κατασκευαστικά στοιχεία του κτιρίου όπως και τα στοιχεία που επηρεάζουν τη θερμική του συμπεριφορά (π.χ. ιδιότητες των παραθύρων, συστήματα ψύξης και θέρμανσης στο κτίριο...κ.τ.λ.)

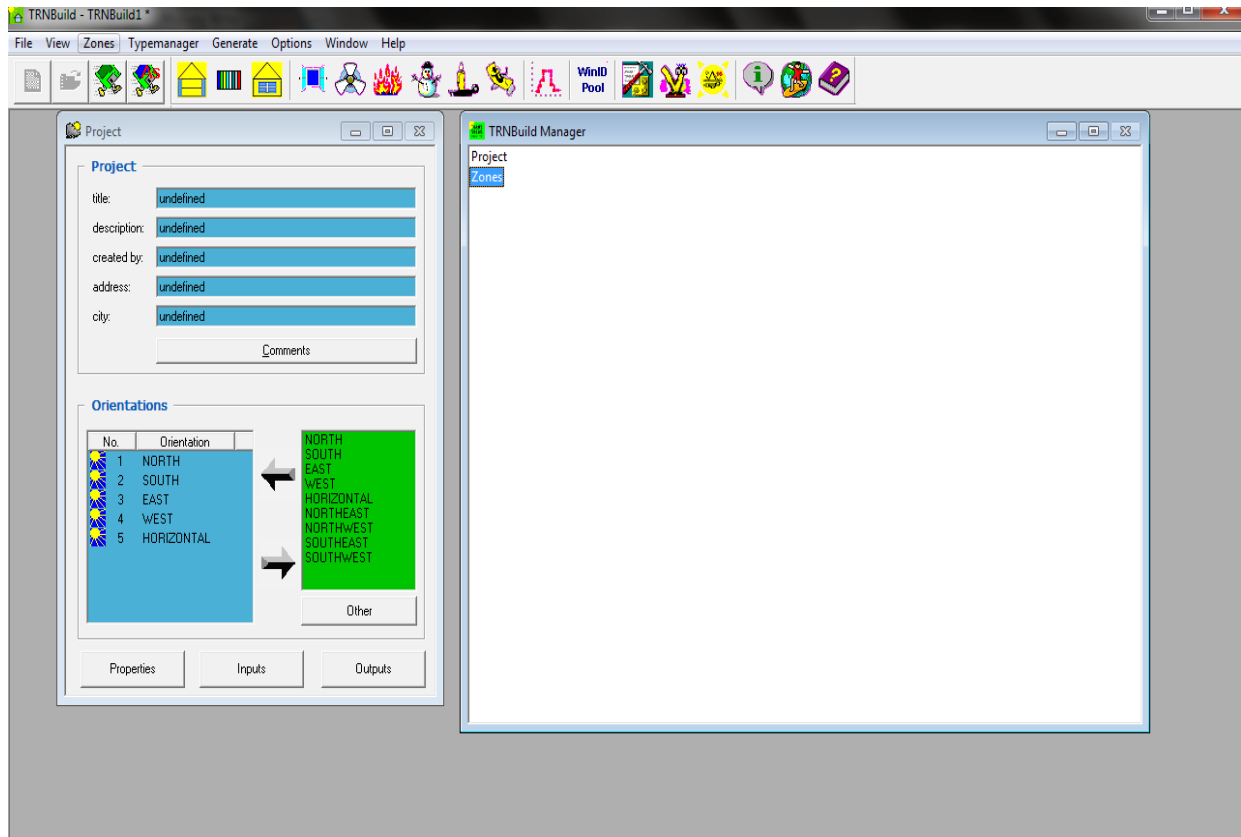
Τα δεδομένα αυτά εισάγονται και το κτίριο μοντελοποιείται με τις παραμέτρους του TYPE 56 .

	Building	<p><u>Type 56</u> Με το σύμβολο αυτό περιγράφεται η θερμική συμπεριφορά του κτιρίου. Με αυτό συνδέονται όλες οι ρυθμίσεις και μπορεί να έχει ως και 25 θερμικές ζώνες. Η επιλογή των χαρακτηριστικών του περιγράφεται από μία λεπτομερή διαδικασία. Μπορούμε να έχουμε σε εξωτερικά αρχεία συγκεντρωτικά δεδομένα ανά μήνα ή ώρα.</p>
---	----------	---

Τελικά, δημιουργείται ένα ειδικό αρχείο περιγραφής της κτιριακής εγκατάστασης (*.bui) το οποίο και εισάγεται όπως και άλλα types έπειτα στο simulation studio όπου και δημιουργείται το ακριβές σύστημα που επηρεάζει τη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου.

6.2.2. Εφαρμογή του TRNBuild

Μετά την εκκίνηση του TRNBuild, δημιουργούμε ένα νέο project πατώντας το εικονίδιο new πάνω αριστερά του παραθύρου. Το αρχικό περιβάλλον που συναντάμε στην οθόνη φαίνεται στην παρακάτω εικόνα .



Εικόνα 16: Αρχικό Παράθυρο TRNBuild

Αρχικά εισάγουμε τις γενικές πληροφορίες του project και τους προσανατολισμούς των εξωτερικών τοίχων και των υαλοπινάκων.

Στοιχεία project

Πίνακας 25: Στοιχεία Project

title	PROSOMOIWSI DIMOTIKO SXOLEIO
description	DIMOTIIKO SXOLEIO
created by	KYRIAKI ALEXIOU
address	LIMNI EVOIAS
city	LIMNI EVOIAS

Προσανατολισμοί (Orientations)

Οι βασικοί προσανατολισμοί των τοίχων και των υαλοπινάκων του κτιρίου είναι 6 και οι αντίστοιχοι παράγοντες διόρθωσης ισούνται με:

- βόρειος, με παράγοντα διόρθωσης (view fac. to sky) : 0,5
- νότιος, με παράγοντα διόρθωσης (view fac. to sky) : 0,5
- ανατολικός, με παράγοντα διόρθωσης (view fac. to sky) : 0,5
- δυτικός, με παράγοντα διόρθωσης (view fac. to sky) : 0,5
- οριζόντιος, με παράγοντα διόρθωσης (view fac. to sky) : 1
- βορειοδυτικός, με παράγοντα διόρθωσης (view fac. to sky): 0,4

Μετά την εισαγωγή των παραπάνω δεδομένων και με σκοπό να προχωρήσουμε στην προσομοίωση είναι αναγκαίο να γνωρίζουμε όλα τα στοιχεία της κτιριακής μας εγκατάστασης όπως, θερμικές ζώνες, τοίχοι, παράθυρα, συστήματα θέρμανσης και αερισμού, αερισμός, εσωτερικές πηγές ενέργειας και φωτισμός κ.ά τα οποία και δίνονται αναλυτικά στις επόμενες παραγράφους.

6.2.2.1. Καθορισμός Θερμικών Ζωνών

Αρχικά καθορίζουμε τις ζώνες από τις οποίες αποτελείται το κτίριο, με βάση τα κριτήρια που ορίζει ο KENAK και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009, και δίνουμε τα χαρακτηριστικά τους.

Έτσι, ο καθορισμός των θερμικών ζωνών πρέπει να καλύπτει τους εξής περιορισμούς ^[11]:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία θέρμανσης στους εσωτερικούς χώρους να διαφέρει περισσότερο από 4 Κ.
- Οι χώροι ψύχονται μηχανικά και η επιθυμητή θερμοκρασία να διαφέρει κατά 4 Κ.
- Να υπάρχουν διαφορετικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης για διαφορετικές περιοχές του κλιματιζόμενου χώρου.
- Να υπάρχουν χώροι όπου εμφανίζονται μεγάλες διαφορές σε σχέση με κέρδη / απώλειες (π.χ. παθητικά ηλιακά συστήματα, ή χώροι με μεγάλη συγκέντρωση ατόμων κοντά σε χώρους με πολύ μικρή συγκέντρωση).
- Οι χώροι να έχουν διαφορετικό προφίλ λειτουργίας.

* Η προσομοίωση που γίνεται με το TRNSYS 16.1 έχει μια βασική διαφορά σε σχέση με την αντίστοιχη προσομοίωση με το λογισμικό TEE KENAK. Στο δεύτερο, αγνοείται η συναλλαγή ενέργειας μεταξύ των θερμικών ζωνών, ενώ στο TRNSYS 16.1 όχι.

Με τη βοήθεια των σχεδίων του κτιρίου παρατηρούμε ότι ο διάδρομος που υπάρχει είναι εκτεθειμένος στο εξωτερικό περιβάλλον και επομένως έχει τις ίδιες συνθήκες με αυτό.

Για το λόγο αυτό, δε συνυπολογίζουμε τους διαδρόμους στη μελέτη και θεωρούμε ότι το κτίριο αποτελείται μόνο από αίθουσες οι οποίες βρίσκονται σε άμεση επαφή με το περιβάλλον.

Κάθε ζώνη αποτελείται από τους κάθετους εξωτερικούς τοίχους, το δάπεδο (που έρχεται σε επαφή με συννοριακές συνθήκες), την οροφή, τα ανοίγματα και τις πόρτες.

Αυτοί οι τοίχοι μπορεί να είναι είτε σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (external), είτε να έρχονται σε επαφή με κάποια άλλη ζώνη (adjacent) και τέλος είτε να έρχονται σε επαφή με οριακές συνθήκες (boundary).

Τελικά προκύπτουν 17 ζώνες :

Πίνακας 26: Θερμικές Ζώνες

ΖΩΝΗ	ΑΙΘΟΥΣΕΣ
1	1,2,7,8
2	3,9,10 και αποθήκη 1
3	4 και αίθουσα εκδηλώσεων
4	Γυμναστήριο
5	6 και αίθουσα υπολογιστών
6	Γραφείο δασκάλων, γραφείο διευθυντή, γραμματεία και διάδρομος
7	WC1
8	Κυλικείο
9	WC2
10	Αποδυτήρια
11	Αίθουσα 5
12	Αποθήκη 2
13	Στέγη 1
14	Στέγη 2
15	Στέγη 3
16	Στέγη 4
17	Στέγη 5

Παρακάτω δίνονται αναλυτικά τα στοιχεία για κάθε μία ζώνη.

Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι σε όλους τους υπολογισμούς γίνεται χρήση μόνο των εξωτερικών διαστάσεων για όλα τα δομικά στοιχεία.

Έτσι, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στους υπολογισμούς της τοιχοποιίας, μιας και αποτελεί βασικό δεδομένο για την εξαγωγή των λοιπών στοιχείων.

Από τις μετρήσεις που έγιναν γνωρίζουμε ότι το ύψος των αιθουσών ισούται με 3m. Αυτή η τιμή μας δίνει την απόσταση από το μωσαικό της κάθε αίθουσας μέχρι το ταβάνι.

Για να υπολογίσουμε όμως τις εξωτερικές διαστάσεις πρέπει να λάβουμε υπόψιν και το πάχος της πλάκας του δαπέδου και του ταβανιού.

Έτσι, θεωρήθηκαν τα εξής :

Πάχος πλάκας δαπέδου = 0,17 m

Πάχος πλάκας οροφής = 0,18 m

Πάχος πλάκας στέγης = 0,18 m

ΖΩΝΕΣ

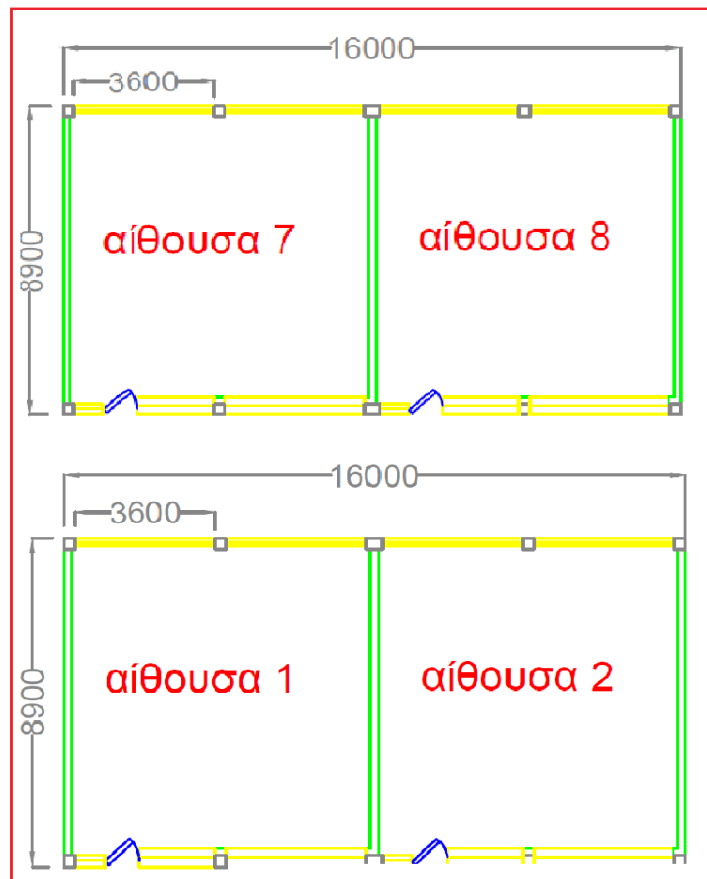
Ζώνη 1 : Αίθουσες 1,2,7, 8

Πίνακας 27: Χαρακτηριστικά Ζώνης 1

Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Προσανατολισμός (m ²)								
		Τοίχοι				Ανοίγματα				Πόρτα
		Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Νότος
284,8	854,4	56,69	101,92	56,69	94	0	21,6	0	50,5	7,92
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)		Εμβαδόν οροφής (m ²)								
142,4		142,4								

Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με συνοριακές συνθήκες (boundary).

Η οροφή (ταβάνι) θεωρείται ότι συνορεύει με τη ζώνη 13 (στέγη 1) (adjacent to 13).



Εικόνα 17: Ζώνη 1

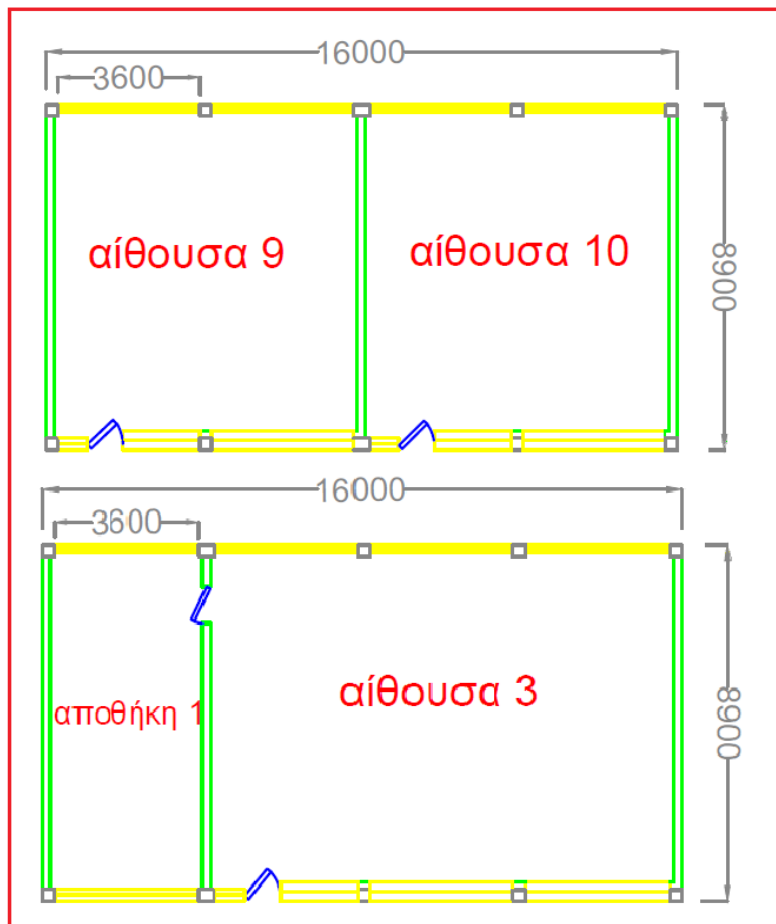
Ζώνη 2 : Αίθουσες 3,9,10 και αποθήκη 1

Πίνακας 28: Χαρακτηριστικά Ζώνης 2

Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Προσανατολισμός (m ²)								
		Τοίχοι				Ανοίγματα				Πόρτα
		Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Νότος
284,8	854,4	56,69	101,92	56,69	94	0	21,6	0	48,8	5,94
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)		Εμβαδόν οροφής (m ²)								
142,4		142,4								

Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με συνοριακές συνθήκες (boundary).

Η οροφή (ταβάνι) θεωρείται ότι συνορεύει με τη ζώνη 14 (στέγη 2) (adjacent to 14).



Εικόνα 18: Ζώνη 2

Ζώνη 3 : Αίθουσα 4 και αίθουσα εκδηλώσεων

Πίνακας 29: Χαρακτηριστικά Ζώνης 3

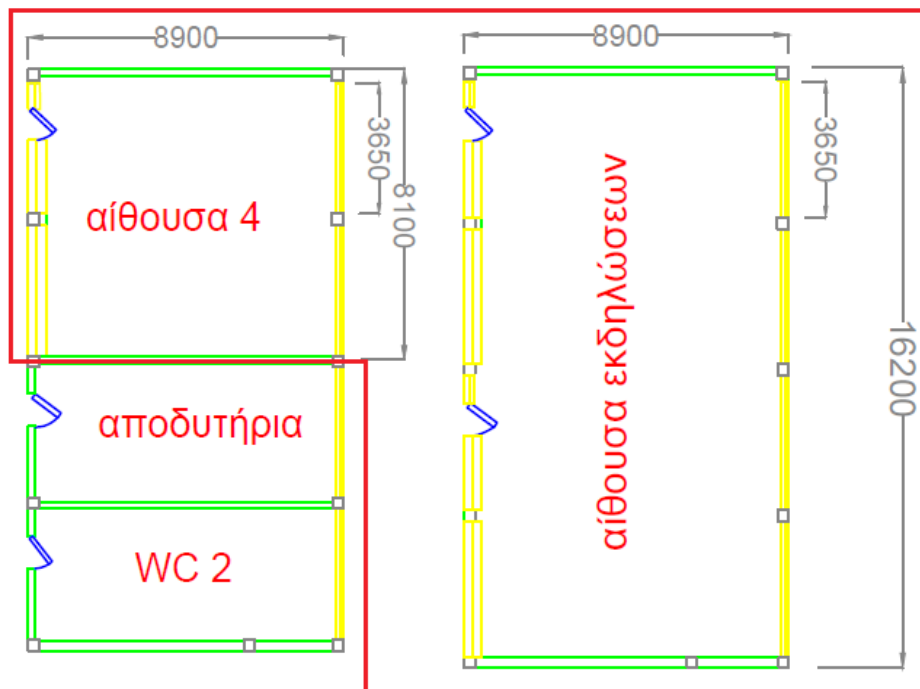
Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Προσανατολισμός (m ²)								
		Τοίχοι				Ανοίγματα				Πόρτα
		Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Δύση
216,27	648,81	71,58	56,69	77,52	56,69	37,72	0	16,2	0	5,94
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)		Εμβαδόν οροφής (m ²)								
142,4		142,4								

Από τα 56,69 m² του νότιου τοίχου, τα 8,9*3 m² = 26,7 m² συνορεύουν με τα αποδυτήρια (ζώνη 10) (adjacent to 10).

Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με συνοριακές συνθήκες (boundary).

Όμως ένα τμήμα του δαπέδου συνορεύει με τα αποδυτήρια και το WC2, δηλαδή 36,05 m², συνορεύουν με τα αποδυτήρια (ζώνη 10) (adjacent to 10) και 36,05 m² με το WC2 (ζώνη 9) (adjacent to 9).

Η οροφή (ταβάνι) θεωρείται ότι συνορεύει με τη ζώνη 15 (στέγη 3) (adjacent to 15).



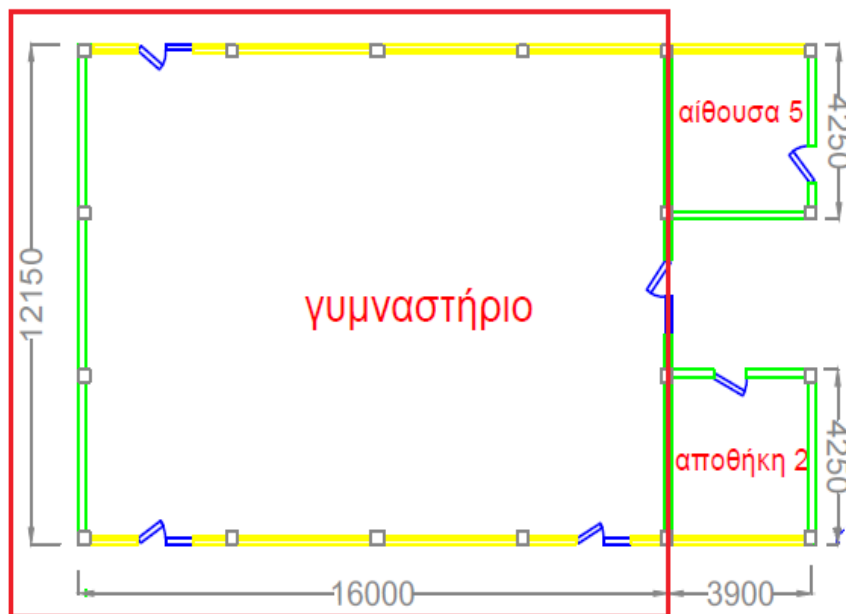
Εικόνα 19: Ζώνη 3

Ζώνη 4 : Γυμναστήριο

Πίνακας 30: Χαρακτηριστικά Ζώνης 4

Εμβαδόν (m ²)				Όγκος (m ³)							
194,4				972							
Προσανατολισμός (m ²)											
Τοίχοι				Ανοίγματα				Πόρτα			
Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος
74,97	80,74	77,84	78,76	0	14,95	0	18,95	-	1,98	1,98	3,96
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)						Εμβαδόν οροφής (m ²)					
194,4						194,4					

Από τα 77,84 m² του ανατολικού τοίχου, τα 4,25*3 m²=12,75 m² συνορεύουν με την αίθουσα 5 (ζώνη 11) καθώς και τα 4,25*3 m²=12,75 m² συνορεύουν με την αποθήκη 2 (ζώνη 12). Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με συνοριακές συνθήκες (boundary). Η οροφή (ταβάνι) θεωρείται ότι συνορεύει με τη ζώνη 16 (στέγη4) (adjacent to 16).



Εικόνα 20: Ζώνη 4

Ζώνη 5 : Αίθουσα υπολογιστών και αίθουσα 6

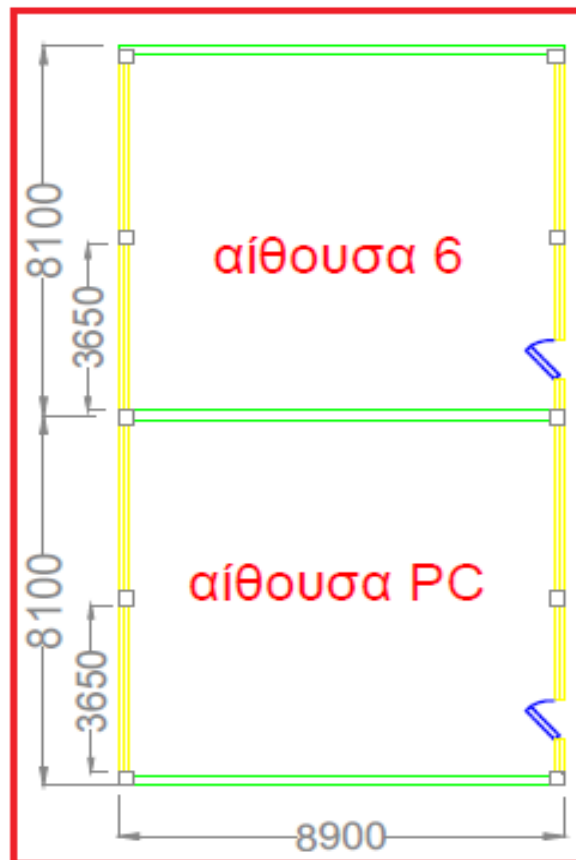
Πίνακας 31: Χαρακτηριστικά Ζώνης 5

Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Προσανατολισμός (m ²)								
		Τοίχοι				Ανοίγματα				Πόρτα
		Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Ανατολή
144,18	432,54	51,84	28,48	47,88	28,48	10,8	0	25,06	0	3,96
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)		Εμβαδόν οροφής (m ²)								
144,18		144,18								

Το δάπεδο όμως, συνορεύει με το WC1, το κυλικείο και ένα τμήμα του θεωρείται εξωτερικός τοίχος.

Δηλαδή 56,3 m² συνορεύουν με το WC1 (ζώνη 7) (adjacent to 7), 15,8 m² συνορεύουν με το κυλικείο (ζώνη 8)(adjacent to 8) και 72,09 m² θεωρούνται εξωτερικός τοίχος (external).

Η οροφή (ταβάνι) θεωρείται ότι συνορεύει με τη ζώνη 17 (στέγη5) (adjacent to 17).



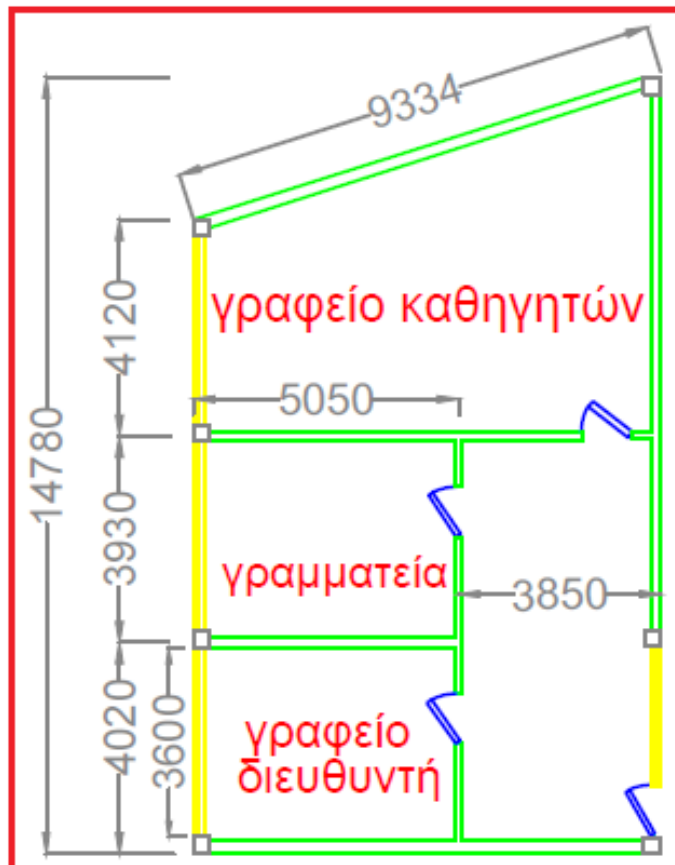
Εικόνα 21: Ζώνη 5

Ζώνη 6 : Γραφείο δασκάλων, γραφείο διευθυντή, γραμματεία και διάδρομος

Πίνακας 32: Χαρακτηριστικά Ζώνης 6

Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Προσανατολισμός (m ²)								
		Τοίχοι				Ανοίγματα				Πόρτα
		Δύση	Βορειοδυτικός	Ανατολή	Νότος	Δύση	Βορειοδυτικός	Ανατολή	Νότος	Ανατολή
119,48	358,45	38,26	29,61	44,87	28,21	22,68	0	2,28	0	1,98
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)		Εμβαδόν οροφής (m ²)								
121,57		121,57								

Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με συνοριακές συνθήκες (boundary).
 Η οροφή θεωρείται εξωτερικός τοίχος (external).



Εικόνα 22: Ζώνη 6

Ζώνη 7 : WC1

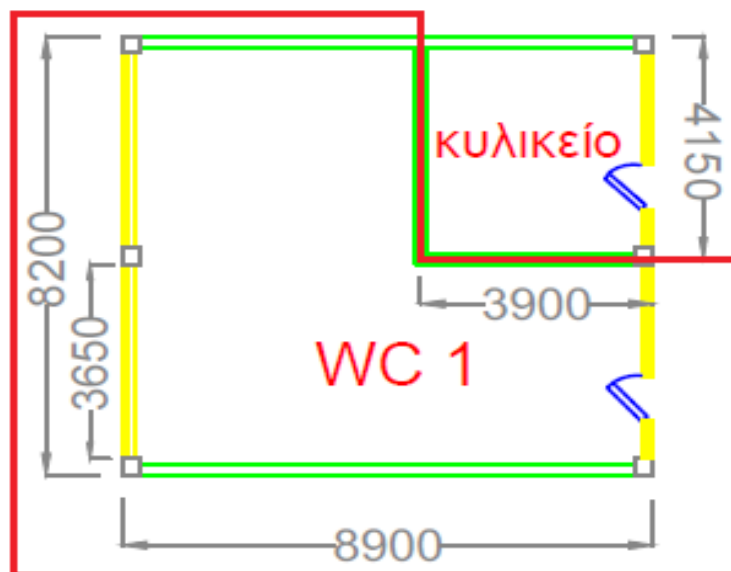
Πίνακας 33: Χαρακτηριστικά Ζώνης 7

Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Προσανατολισμός (m ²)								
		Τοίχοι				Ανοίγματα				Πόρτα
		Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Ανατολή
56,3	168,89	25,99	15,85	11,18	28,21	5,4	0	2,7	0	1,98
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)					Εμβαδόν οροφής (m ²)					
56,3					56,3					

Υπάρχουν όμως $(3,9+4,15)*3 \text{ m}^2=24,15 \text{ m}^2$ που συνορεύουν με το κυλικείο (adjacent to 8).

Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με συνοριακές συνθήκες (boundary).

Η οροφή συνορεύει με την ζώνη 5, δηλαδή $56,3 \text{ m}^2$ συνορεύουν με την αίθουσα υπολογιστών και την αίθουσα 6 (ζώνη 5) (adjacent to 5)



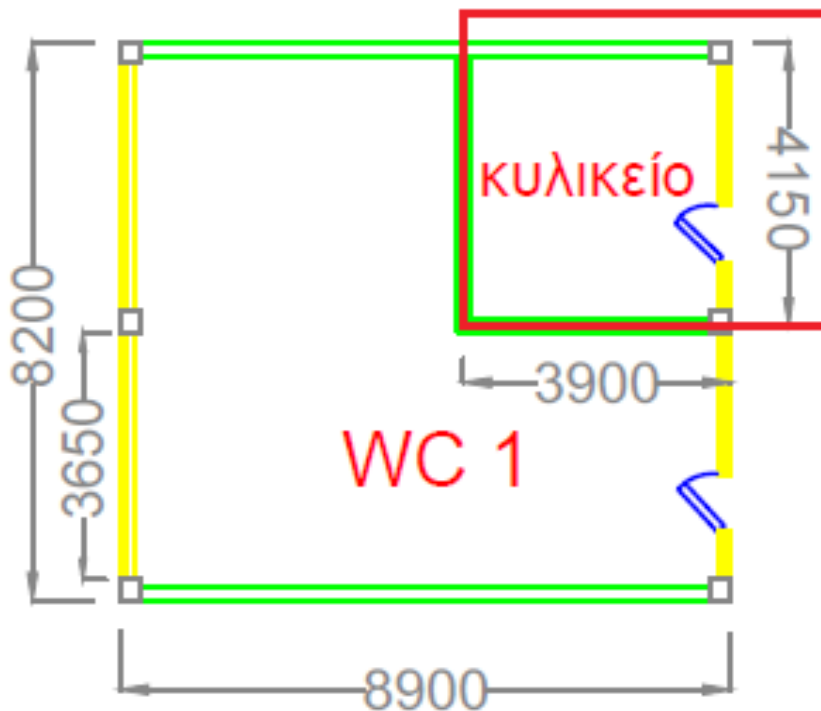
Εικόνα 23: Ζώνη 7

Ζώνη 8 : Κυλικείο

Πίνακας 34: Χαρακτηριστικά Ζώνης 8

Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Προσανατολισμός (m ²)								
		Τοίχοι				Ανοίγματα				Πόρτα
		Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Ανατολή
16,19	48,56	13,16	12,36	11,18	12,36	0	0	5,1	0	1,98
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)		Εμβαδόν οροφής (m ²)								
15,8		15,8								

Υπάρχουν όμως $(3,9+4,15)*3 \text{ m}^2=24,15 \text{ m}^2$ που συνορεύουν με το WC1 (ζώνη 7) .
 Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με συνοριακές συνθήκες (boundary).
 Τα 15,8 m² της οροφής συνορεύουν με την αίθουσα υπολογιστών (ζώνη 5) (adjacent to 5).



Εικόνα 24: Ζώνη 8

Ζώνη 9 : WC2

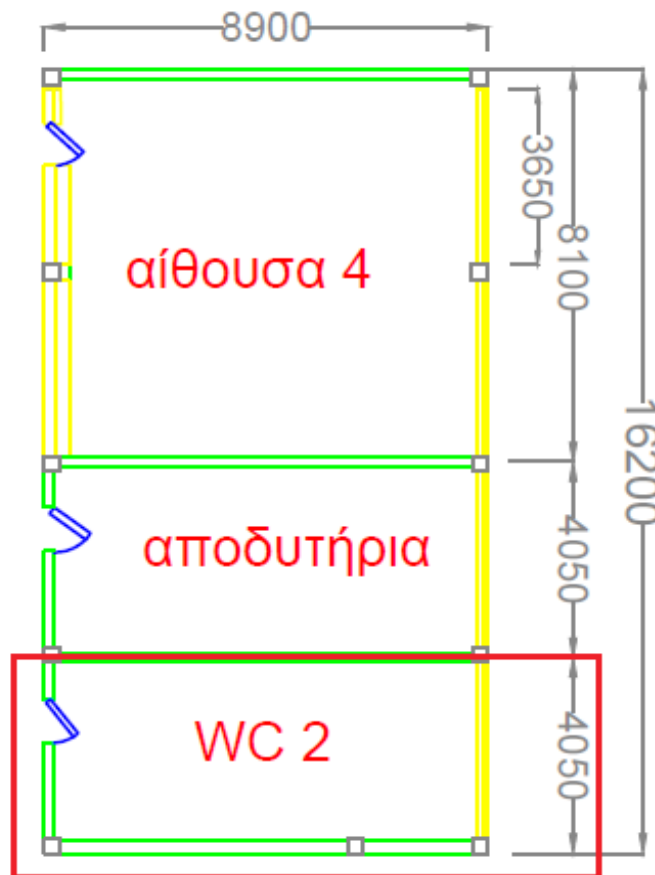
Πίνακας 35: Χαρακτηριστικά Ζώνης 9

Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Προσανατολισμός (m ²)								
		Τοίχοι				Ανοίγματα				Πόρτα
		Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Δύση
36,05	108,14	10,86	28,21	12,84	28,21	0	0	2,7	0	1,98
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)					Εμβαδόν οροφής (m ²)					
36,05					36,05					

Απο τα 28,21 m², που αποτελούν τον βόρειο τοίχο, τα 8,90*3 m² =26,7 m² συνορεύουν με τα αποδυτήρια (ζώνη 10).

Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με συνοριακές συνθήκες (boundary).

Τα 36,05 m² της οροφής συνορεύουν με την αίθουσα εκδηλώσεων (ζώνη 3) (adjacent to 3) .



Εικόνα 25: Ζώνη 9

Ζώνη 10 : Αποδυτήρια

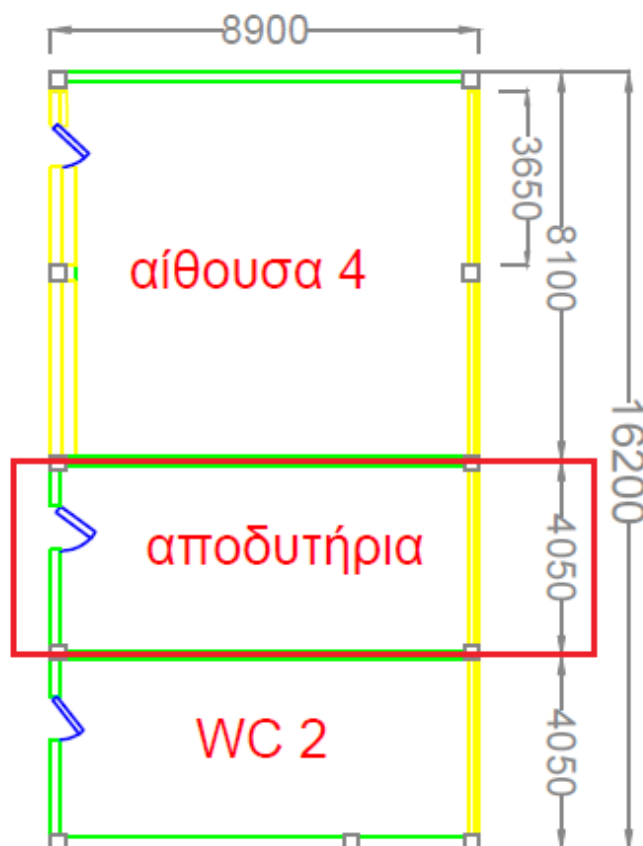
Πίνακας 36: Χαρακτηριστικά Ζώνης 10

Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Προσανατολισμός (m ²)								
		Τοίχοι				Ανοίγματα				Πόρτα
		Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Δύση
36,05	108,14	10,86	28,21	12,84	28,21	0	0	2,7	0	1,98
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)					Εμβαδόν οροφής (m ²)					
36,05					36,05					

Απο τα 28,21 m², που αποτελούν το νότιο τοίχο, τα 8,90*3 m²=26,7 m² συνορεύουν με το WC2 (ζώνη 9).

Απο τα 28,21 m², που αποτελούν το βόρειο τοίχο, τα 8,90*3 m²=26,7 m² συνορεύουν με τη ζώνη 3. Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με συνοριακές συνθήκες (boundary).

Τα 36,05 m² της οροφής συνορεύουν με την αίθουσα εκδηλώσεων (ζώνη 3) (adjacent to 3) .



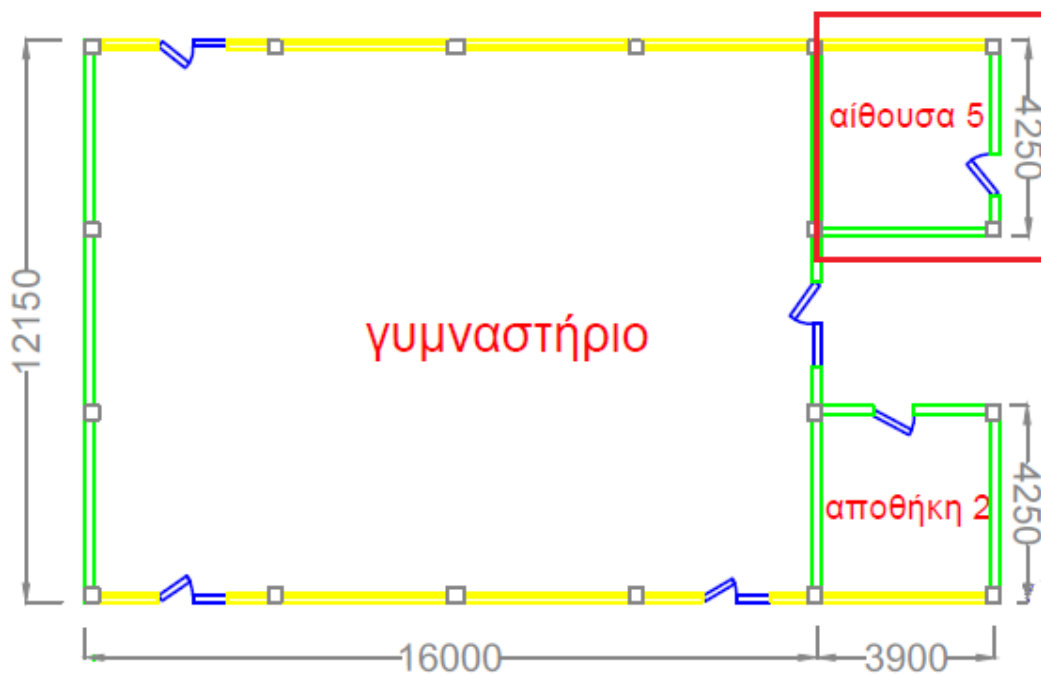
Εικόνα 26: Ζώνη 10

Ζώνη 11 : Αίθουσα 5

Πίνακας 37: Χαρακτηριστικά Ζώνης 11

Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Προσανατολισμός (m ²)								
		Τοίχοι				Ανοίγματα				Πόρτα
		Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Ανατολή
16,58	49,73	13,47	12,36	11,49	12,36	0	6,12	0	0	1,98
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)					Εμβαδόν οροφής (m ²)					
16,58					16,58					

Υπάρχουν $4,25 \times 3 \text{ m}^2 = 12,75 \text{ m}^2$ που συνορεύουν με το γυμναστήριο (ζώνη 4)
 Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με συνοριακές συνθήκες (boundary).
 Η οροφή θεωρείται εξωτερικός τοίχος (external).



Εικόνα 27: Ζώνη 11

Ζώνη 12 : Αποθήκη 2

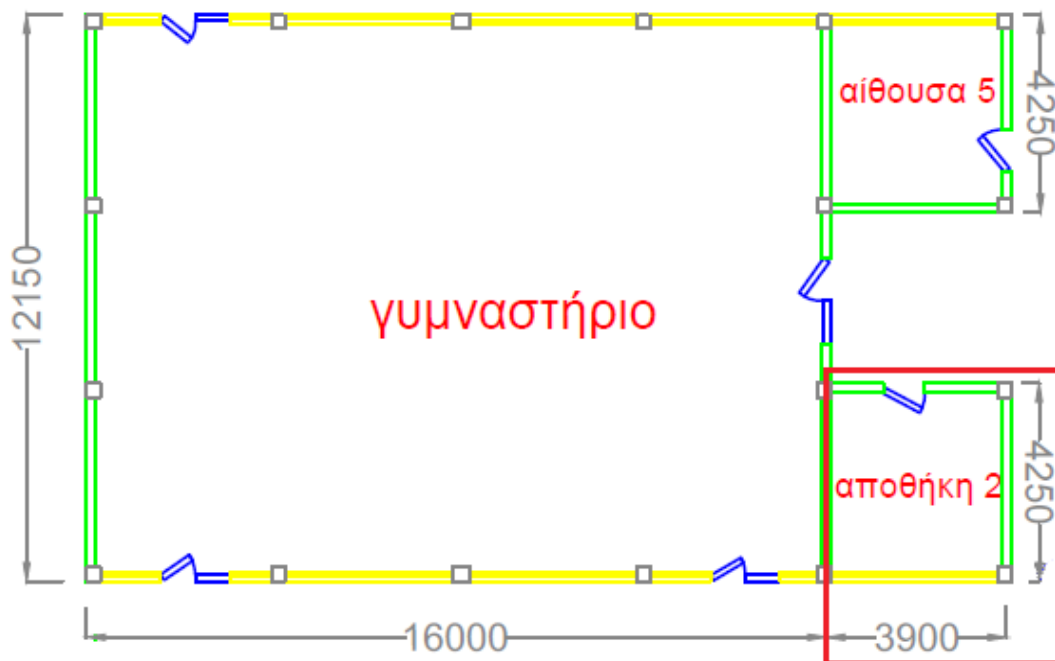
Πίνακας 38: Χαρακτηριστικά Ζώνης 12

Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)	Προσανατολισμός (m ²)								
		Τοίχοι				Ανοίγματα				Πόρτα
		Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος	Βορράς
16,58	49,73	13,47	10,38	13,47	12,36	0	0	0	6,12	1,98
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)		Εμβαδόν οροφής (m ²)								
16,58		16,58								

Υπάρχουν $4,25 \cdot 3 \text{ m}^2 = 12,75 \text{ m}^2$ που συνορεύουν με το γυμναστήριο (ζώνη 4)

Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με συνοριακές συνθήκες (boundary).

Η οροφή θεωρείται εξωτερικός τοίχος (external).



Εικόνα 28: Ζώνη 12

Ζώνη 13 , 14, 15, 16, 17 : Στέγη 1 , 2, 3, 4, 5

Οι στέγες 1,2,3,5 είναι γεωμετρικά όμοιες και σχηματίζουν ένα ορθό πρίσμα.

Η βάση του πρίσματος αυτού αποτελεί ένα τρίγωνο διαστάσεων :

βάση τριγώνου = 8,9 m

ύψος τριγώνου = 1,5 m

Και το ύψος του πρίσματος ισούται με:

ύψος πρίσματος = 16,2 m

Άρα ο όγκος της κάθε ζώνης ισούται με :

Όγκος = 108,14 m³

Με σκοπό να προσομοιάσουμε αυτές τις ζώνες, θεωρούμε ότι ο όγκος αυτός αντιστοιχεί σε ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο με :

Βάση = 142,4 m² (είναι ίση με το εμβαδόν της οροφής που έρχεται σε επαφή-ίδια για όλες τις ζώνες)

Ύψος = (108,14 / 142,4) m = 0,76 m

Επομένως θεωρούμε το ύψος του παραλληλεπιπέδου ίσο με: $h_1 = 0,76$ m

Αντίστοιχα προκύπτει για τη στέγη η οποία βρίσκεται πάνω από το γυμναστήριο (στέγη 4).

Ο όγκος της ισούται με :

Όγκος = 145,8 m³

Και το ύψος του ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου ισούται με : $h_2 = (145,8 / 194,4) \text{ m} = 0,75$ m

Η τοποθεσία των σκεπών φαίνεται στην παρακάτω εικόνα :



Εικόνα 29: Ζώνες 13,14,15,16,17

Έτσι αναλυτικά προκύπτουν τα εξής :

Ζώνη 13 : Στέγη 1*Πίνακας 39: Χαρακτηριστικά Ζώνης 13*

Όγκος (m ³)	Προσανατολισμός τοίχων (m ²)			
	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος
108,14	9,97	17,92	9,97	17,92
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)	Εμβαδόν οροφής (m ²)			
142,4	142,4			

Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με τη ζώνη 1 (adjacent to 1).

Η οροφή θεωρείται εξωτερικός τοίχος (external).

Ζώνη 14 : Στέγη 2*Πίνακας 40: Χαρακτηριστικά Ζώνης 14*

Όγκος(m ³)	Προσανατολισμός τοίχων(m ²)			
	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος
108,14	9,97	17,92	9,97	17,92
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)	Εμβαδόν οροφής (m ²)			
142,4	142,4			

Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με τη ζώνη 2 (adjacent to 2).

Η οροφή θεωρείται εξωτερικός τοίχος (external).

Ζώνη 15 : Στέγη 3*Πίνακας 41: Χαρακτηριστικά Ζώνης 15*

Όγκος(m ³)	Προσανατολισμός τοίχων(m ²)			
	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος
108,14	17,92	9,97	17,92	9,97
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)	Εμβαδόν οροφής (m ²)			
142,4	142,4			

Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με τη ζώνη 3 (adjacent to 3).

Η οροφή θεωρείται εξωτερικός τοίχος (external).

Ζώνη 16 : Στέγη 4*Πίνακας 42: Χαρακτηριστικά Ζώνης 16*

Όγκος(m ³)	Προσανατολισμός τοίχων(m ²)			
145,8	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος
	13,61	17,92	13,61	17,92
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)				
194,4	Εμβαδόν οροφής (m ²)			
	194,4			

Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με τη ζώνη 4 (adjacent to 4).

Η οροφή θεωρείται εξωτερικός τοίχος (external).

Ζώνη 17 : Στέγη 5*Πίνακας 43: Χαρακτηριστικά Ζώνης 17*

Όγκος(m ³)	Προσανατολισμός τοίχων(m ²)			
108,14	Δύση	Βορράς	Ανατολή	Νότος
	17,92	9,97	17,92	9,97
Εμβαδόν δαπέδου (m ²)				
142,4	Εμβαδόν οροφής (m ²)			
	142,4			

Το δάπεδο έρχεται σε επαφή με τη ζώνη 5 (adjacent to 5).

Η οροφή θεωρείται εξωτερικός τοίχος (external).

Η συνολική επιφάνεια του εξεταζόμενου κτιρίου ισούται με :

Επιφάνεια = 1.422 m²

Ο πλήρης καθορισμός των θερμικών ζωνών όμως προϋποθέτει πληροφορίες σχετικά με τους τοίχους και τα παράθυρα.

6.2.2.2. Μοντελοποίηση Τοίχου

Οι αποθηκευμένοι τοίχοι που υπάρχουν στις βιβλιοθήκες του προγράμματος δεν έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτούς του κτιρίου, οπότε καθορίζουμε νέου τύπου τοίχους.

Για να γίνει αυτό, πρέπει να ορίσουμε τα υλικά από τα οποία αποτελούνται οι τοίχοι και να βρούμε τις ιδιότητές τους.

Υπάρχουν πέντε τύποι τοίχων : ο εξωτερικός, ο εσωτερικός, το δάπεδο, το ταβάνι και η στέγη.

Θεωρώντας ότι η περιγραφή των στρωμάτων του τοίχου αρχίζει από την εσωτερική προς την εξωτερική του πλευρά, παίρνουμε :

Ο εξωτερικός τοίχος αποτελείται από τα παρακάτω στρώματα :

Πίνακας 44: Στρώματα-Υλικά Εξωτερικού Τοίχου

Στρώμα	Υλικό - Περιγραφή	Πάχος
1	Λεπτός και χονδρός σοβάς	0,03 m
2	2 τούβλα των 9 cm + 1cm λάσπη	0,19 m
3	Λεπτός και χονδρός σοβάς	0,03 m

Τον τελικό τοίχο τον ονομάζουμε EXTEWALL.

Το δάπεδο αποτελείται από τα παρακάτω στρώματα :

Πίνακας 45: Στρώματα-Υλικά Δαπέδου

Στρώμα	Υλικό - Περιγραφή	Πάχος
1	Επίστρωση από μωσαικό	0,02 m
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,15 m

Τον τελικό τοίχο τον ονομάζουμε FLOOR.

Το ταβάνι (οροφή) από :

Πίνακας 46: Στρώματα-Υλικά Οροφής

Στρώμα	Υλικό - Περιγραφή	Πάχος
1	Λεπτός και χονδρός σοβάς	0,03 m
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,15 m

Τον τελικό τοίχο τον ονομάζουμε CEILING.

Τέλος, η στέγη αποτελείται από :

Πίνακας 47: Στρώματα-Υλικά Στέγης

Στρώμα	Υλικό - Περιγραφή	Πάχος
1	Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,15 m
2	Κεραμίδια	0,03 m

Τον τελικό τοίχο τον ονομάζουμε STEGI.

Από την TOTEE 20701-2/2010 ^[12], παίρνουμε τις θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών αυτών και έτσι δημιουργούμε τα στρώματα και τελικά τους τοίχους.

Επομένως, προκύπτουν οι παρακάτω τιμές :

Πίνακας 48: Θερμοφυσικές Ιδιότητες Υλικών

Υλικά	Πυκνότητα (kg/m ³)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (W/mK)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (kJ/hmK)	Ειδική θερμοχωρητικότητα (J/kgK)	Ειδική θερμοχωρητικότητα (kJ/kgK)
Σοβάς (Ασβεστοκονίαμα)	1800	0,87	3,13	1000	1
Τούβλο (Οπτόπλινθοι συμπαγείς)	1990	0,8	2,88	1000	1
Οπλισμένο σκυρόδεμα (1% σίδηρος)	2300	2,3	8,28	1000	1
Επίστρωση από μωσαϊκό	1900	1,2	4,32	-	-
Κεραμίδια επιστέγασης	2000	1	3,6	800	0,8

Επιπλέον, για να δημιουργούμε τους τοίχους με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, χρειαζόμαστε στοιχεία για την απορροφητικότητα και για το συντελεστή συναγωγιμότητας.

- Ηλιακή Απορροφητικότητα

Έτσι, σε ό,τι αφορά την ηλιακή απορροφητικότητα των τοίχων, αυτή εξαρτάται από το αν ο τοίχος είναι κάθετος ή οριζόντιος καθώς και από το χρώμα που είναι βαμμένος.

Γνωρίζουμε ότι οι τοίχοι του σχολείου είναι βαμμένοι με ανοιχτόχρωμο επίχρισμα (κίτρινο χρώμα) καθώς και ότι η οροφή φέρει κόκκινο κεραμίδι.

Επομένως από τον Πίνακα 3.14 της TOTEE 20701-1/2010 ^[5] προκύπτει :

Πίνακας 49: Τιμές Ηλιακής Απορροφητικότητας Επιφανειών

Περιγραφή επιφάνειας	Ανακλαστικότητα	Απορροφητικότητα
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία		
Επίχρισμα ανοιχτόχρωμο	0,6	0,4
Οριζόντια δομικά στοιχεία (οροφές)		
Κόκκινο κεραμίδι	0,4	0,6

- Συντελεστής Συναγωγιμότητας

Όμοια, με χρήση του Πίνακα 3β της TOTEE 20701-2/2010^[12] παίρνουμε για το συντελεστή συναγωγιμότητας:

Πίνακας 50: Τιμές Συντελεστή Συναγωγιμότητας Δομικών Στοιχείων

Δομικό στοιχείο	Συντελεστής θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
	$1/R_i$	$1/R_a$	R_i	R_a
	W/m^2K	W/m^2K	m^2K/W	m^2K/W
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα	7,7	25	0,13	0,04
Δάπεδο σε επαφή με έδαφος	5,88	-	0,17	0,04
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	10	10	0,1	0,1

Όπου:

a_i : ο συντελεστής συναγωγής της εσωτερικής πλευράς και R_i : η θερμική αντίσταση συναγωγής της εσωτερικής πλευράς

a_a : ο συντελεστής συναγωγής της εξωτερικής πλευράς και R_a : η θερμική αντίσταση συναγωγής της εξωτερικής πλευράς

Τελικά, εισάγουμε τα παραπάνω δεδομένα στο TRNBuild και προκύπτει:

- Για τον εξωτερικό τοίχο :

Το συνολικό πάχος του τοίχου ισούται με 0,25 m

και ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι ίσος με : U-value= 2,099 W/m²K

- Για το δάπεδο :

Το συνολικό πάχος του δαπέδου ισούται με 0,17 m

και ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι ίσος με : U-value= 3,970 W/m²K

- Για το ταβάνι :

Το συνολικό πάχος της οροφής ισούται με 0,18 m

και ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι ίσος με : U-value= 3,708 W/m²K

- Για τη στέγη:

Το συνολικό πάχος της οροφής ισούται με 0,20 m

και ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι ίσος με : U-value= 3,506 W/m²K

6.2.2.3. Μοντελοποίηση Πόρτας

Εκτός από τους τοίχους πρέπει να δημιουργήσουμε και τον τύπο της πόρτας που συναντάμε στο κτίριο.

Γνωρίζουμε ότι όλες οι πόρτες του σχολείου αποτελούνται από αλουμίνιο πάχους 4 cm και με βάση τον Πίνακα 2 της ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 ^[12] για τις θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών, παίρνουμε :

Πίνακας 51: Θερμοφυσικές Ιδιότητες (Κράματος) Αλουμινίου

Υλικά	Πυκνότητα (kg/m ³)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (W/mK)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (kJ/hmK)	Ειδική θερμοχωρητικότητα (J/kgK)	Ειδική θερμοχωρητικότητα (kJ/kgK)
Αλουμίνιο, κράμα αλουμινίου	2800	16	0,58	880	0,88

Γνωρίζοντας τις πληροφορίες για την ηλιακή απορροφητικότητα και το συντελεστή θερμικής συναγωγής τελικά εισάγουμε τα δεδομένα και προκύπτει ότι :

ο συντελεστής θερμοπερατότητας της πόρτας είναι ίσος με : U-value= 2,381 W/m²K

6.2.2.4. Καθορισμός Παραθύρων

Επιπλέον σε ό,τι αφορά τα παράθυρα αυτά είναι μονού τζαμιού, χωρίς καμία μόνωση, και αποτελούνται από παλαιού τύπου αλουμίνιου.

Αντίθετα με τους τοίχους, για τα παράθυρα υπάρχει κατηγορία στη βιβλιοθήκη του προγράμματος και τελικά επιλέγουμε την κατηγορία single για την περιγραφή των ιδιοτήτων των ανοιγμάτων του σχολείου.

Το πλαίσιο αποτελεί το 15% της συνολικής επιφάνειας του παραθύρου.

Επίσης, από την τεχνική οδηγία 20701-1/2010 ^[5] του ΤΕΕ και τον Πιν.3.10, προκύπτει ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας ισούται με :
U-value= 7 W/m²K = 25,2 kJ/h m²K

Τα στοιχεία για το συντελεστή ηλιακής απορροφητικότητας και το συντελεστή συναγωγιμότητας έχουν δοθεί προηγουμένως.

6.2.2.5. Συνθήκες Θερμοκρασίας και Υγρασίας

Το σχολείο λειτουργεί από 1 Σεπτέμβρη μέχρι 30 Ιούνη, επομένως οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας αλλάζουν με την εποχή.

Όπως ειπώθηκε και στην παράγραφο 7.1. :

Τον χειμώνα επιδιώκονται οι συνθήκες να είναι ίσες με :

θερμοκρασία = 20°C

υγρασία = 30 %

Ενώ το καλοκαίρι το σχολείο πρέπει να επικρατούν :
 θερμοκρασία = 26°C
 υγρασία = 35 %

Η ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 ^[5] στην παράγραφο 2.3 μας πληροφορεί ότι για την κλιματική ζώνη Β (στην οποία εντάσσεται ο Νομός Ευβοίας) λαμβάνεται :
 Περίοδος θέρμανσης : 1^η Νοέμβριου – 15 Απριλίου
 Περίοδος ψύξης : 15 Μαΐου – 15 Σεπτεμβρίου

Επομένως , θεωρούμε δύο περιόδους λειτουργίας του σχολείου :

Πίνακας 52: Περίοδοι Λειτουργίας Σχολείου

	Μήνες	Θερμοκρασία	Υγρασία
Περίοδος 1	Νοέμβριος-15 Απριλίου	20°C	30 %
Περίοδος 2	15 Μαΐου – 15 Σεπτεμβρίου	26°C	35%

6.2.2.6. Διείδυση Αέρα στο Κτίριο

Τα κουφώματα του σχολείου που αποτελούνται από μονό υαλοπίνακα και οι πόρτες (κουφώματα χωρίς υαλοπίνακα) είναι μη αεροστεγή.

Έτσι, από τις χαραμάδες αυτές δημιουργείται μια κίνηση αέρα προς το κτίριο, η οποία όμως εξαρτάται από τη μεταβολή της ταχύτητας του αέρα και της θερμοκρασίας.

Από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 ^[5] υπολογίζουμε τη διείδυση αέρα σε κάθε ζώνη του κτιρίου με τη βοήθεια του Πίνακα 3.26 της ίδιας οδηγίας :

Πίνακας 53: Διείδυση Αέρα λόγω Ανοιγμάτων

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες)	Διείδυση αέρα	
	Πόρτα	Παράθυρο
	m ³ /h/m ²	m ³ /h/m ²
Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα , μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο	7,4	8,7
Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα		

Η τιμή που ζητείται να εισάγουμε στο TRNBuild για τη διείδυση του αέρα, δείχνει πόσες φορές άλλαξε ο αέρας του χώρου με νωπό κατά τη διάρκεια μιας ώρας.

Η μονάδα μέτρησης της διείδυσης του αέρα είναι οι αλλαγές αέρα την ώρα (air change per hour).

Επομένως, φτιάχνουμε τον παρακάτω πίνακα, που δείχνει συγκεντρωτικά τις επιφάνειες των κουφωμάτων για όλες τις ζώνες :

Πίνακας 54: Διείσδυση Αέρα στις Ζώνες

ΖΩΝΗ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Επιφάνεια πόρτας (m ²)	7,92	5,94	5,94	7,92	3,96	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98
Επιφάνεια παραθύρων (m ²)	72,1	70,4	53,92	33,9	35,86	24,96	8,1	5,1	2,7	2,7	6,12	6,12
ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ (m ³ /h)												
Λόγω Πόρτας	58,61	43,96	43,96	58,61	29,3	14,65	14,65	14,65	14,65	14,65	14,65	14,65
Λόγω Παραθύρων	627,23	612,46	469,11	294,93	311,99	217,15	70,47	44,39	23,49	23,49	53,24	53,24
Συνολικά	685,84	656,42	513,06	353,54	341,29	231,8	85,12	59,04	38,14	38,14	67,9	67,9
ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ (1/h)												
Τελικά	0,8	0,77	0,79	0,36	0,79	0,65	0,5	1,22	0,35	0,35	1,37	1,37

6.2.2.7. Συστήματα Θέρμανσης και Ψύξης

- Σύστημα Θέρμανσης

Για την θέρμανση του κτιρίου χρησιμοποιείται σύστημα καυστήρα-καλοριφέρ.

Ο καυστήρας δουλεύει πέντε μέρες τη βδομάδα (Δευτέρα-Παρασκευή) από τις 7:00 μέχρι τις 13:00.

Το Σαββατοκύριακο ο καυστήρας δεν είναι ανοιχτός.

Η χρήση του καλοριφέρ γίνεται μόνο κατά την περίοδο 1.

Στην περίοδο 2 δεν έχουμε θέρμανση.

Η τιμή της θερμοκρασίας στην τάξη ισούται με 20 °C και της υγρασίας 30%.

Πρέπει εδώ να τονιστεί ότι το κυλικείο (ζώνη 8), η αποθήκη 2 (ζώνη 12) και τα αποδυτήρια (ζώνη 10) δεν έχουν κεντρική θέρμανση.

Το γυμναστήριο δε θερμαίνεται κεντρικά αλλά με την χρήση ηλεκτρικών θερμαντήρων.

Επειδή όμως η θέρμανση είναι ελλιπής στο κτίριο, λειτουργούν κλιματιστικά σαν βοηθητικό σύστημα θέρμανσης. Η χρήση των κλιματιστικών είναι ταυτόχρονη με αυτή των καλοριφέρ.

Επομένως, με σκοπό να μοντελοποιήσουμε το ωράριο θέρμανσης, δημιουργούμε ένα νέο τύπο που τον ονομάζουμε DAILYH (Δευτέρα – Παρασκευή).

Με τον ίδιο τρόπο για το Σάββατο και την Κυριακή, δημιουργούμε τον τύπο WEEKENDH, όπου επικρατούν τιμές θερμοκρασίας περιβάλλοντος (υποθέτουμε 12 °C).

- Σύστημα Ψύξης

Σε ό,τι αφορά την ψύξη του κτιρίου, έχει ήδη ειπωθεί ότι αν και υπάρχουν κλιματιστικά σώματα, αυτά δε λειτουργούν με σκοπό το δροσισμό των χώρων.

Για το σκοπό της προσομοίωσης όμως, όπου θα υπολογίσουμε τα απαραίτητα ψυκτικά φορτία του κτιρίου, θεωρούμε ότι τα κλιματιστικά αυτά τίθενται σε λειτουργία κατά την περίοδο 2 (καλοκαίρι) με στόχο να δημιουργήσουν συνθήκες θερμοκρασίας 26 °C και υγρασίας 35%. Κλιματιστικά συναντάμε στις ζώνες 1,2,3,5,6.

Επομένως, με σκοπό να μοντελοποιήσουμε το ωράριο ψύξης, δημιουργούμε ένα νέο τύπο που τον ονομάζουμε DAILYPS (Δευτέρα – Παρασκευή). Θεωρούμε ότι τα κλιματιστικά δουλεύουν πέντε μέρες τη βδομάδα (Δευτέρα-Παρασκευή) από τις 12:00 μέχρι τις 14:00. Το Σαββατοκύριακο τα κλιματιστικά δεν είναι ανοιχτά. Με τον ίδιο τρόπο για το Σάββατο και την Κυριακή, δημιουργούμε τον τύπο WEEKENDPS, όπου επικρατούν τιμές θερμοκρασίας περιβάλλοντος (υποθέτουμε 32 °C).

Τα εβδομαδιαία χρονοδιαγράμματα θέρμανσης και ψύξης του σχολείου (WEEKH,PSUXI) φαίνονται πιο κάτω:

Πίνακας 55: Εβδομαδιαίο Χρονοδιάγραμμα Θέρμανσης

Θέρμανση-HEAT (WEEKH)			
Μέρες	Τύπος		
Δευτέρα-Παρασκευή	DAILYH	Ώρες	Τιμή (°C)
		00:00-07:00	12
		07:00-13:00	20
		13:00-24:00	12
Σάββατο-Κυριακή	WEEKENDH	Ώρες	Τιμή (°C)
		00:00-12:00	12

Πίνακας 56: Εβδομαδιαίο Χρονοδιάγραμμα Ψύξης

Κλιματισμός-Cooling (PSUXI)			
Μέρες	Τύπος		
Δευτέρα-Παρασκευή	DAILYPS	Ώρες	Τιμή (°C)
		00:00-12:00	32
		12:00-14:00	26
		14:00-24:00	32
Σάββατο-Κυριακή	WEEKENDH	Ώρες	Τιμή (°C)
		00:00-24:00	32

Τα χρονοδιάγραμμα αυτά ισχύουν για τις ζώνες 1,2,3,4,5,6,11 κατά την περίοδο 1 και για τις ζώνες 1,2,3,5,6 κατά την περίοδο 2 .

6.2.2.8. Συστήματα Εξαερισμού

Στο σχολείο δε συναντάμε κάποιο τεχνητό σύστημα εξαερισμού. Το κτίριο έχει μόνο φυσικό αερισμό, με τις συνθήκες του αέρα ίσες με αυτές του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Η μονάδα μέτρησης του αερισμού είναι οι αλλαγές αέρα την ώρα.

Εξαιτίας του ανοίγματος της πόρτας και των παραθύρων υπάρχει είσοδος αέρα στο χώρο.

Από την TOTEE 20701-1/2010 ^[5] υπολογίζουμε τις εναλλαγές του αέρα σε κάθε ζώνη του κτιρίου.

Η οδηγία αυτή μας πληροφορεί ότι :

Πίνακας 57: Εναλλαγές Αέρα ανά Ώρα για Διάφορους Χώρους

Χρήση Κτιρίων	Νωπός Αέρας (m ³ /h/m ²)
Αίθουσες Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης	11
Γραφεία	3
Κονόχρηστο Λουτρό	6
Γυμναστήριο	33,75

Έτσι, φτιάχνουμε τον παρακάτω πίνακα που δίνει συγκεντρωτικά τις εναλλαγές αέρα ανά ώρα :

Πίνακας 58: Εναλλαγές Αέρα ανά Ώρα για Κάθε Ζώνη

ΖΩΝΗ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Επιφάνεια ζώνης (m ²)	284,8	284,8	216,27	194,4	144,18	119,48	56,8	16,19	36,05	36,05	16,58	16,58
Νωπός Αέρας (m ³ /h/m ²)	11	11	11	33,75	11	3	6	3	6	6	11	11
Εναλλαγές αέρα ανά ώρα (air change per hour)	3,67	3,67	3,67	6,75	3,67	1	2	1	2	2	3,67	3,67

Ο παραπάνω αερισμός των θερμικών ζωνών μοντελοποιείται με ένα εβδομαδιαίο πρόγραμμα (VNET), όπως φαίνεται και πιο κάτω :

Πίνακας 59: Εβδομαδιαίο Πρόγραμμα Αερισμού

Αερισμός - VENT			
Μέρες	Τύπος		
Δευτέρα-Παρασκευή	DAILYVENT	Ώρες	Τιμή (εναλλαγές αέρα ανά ώρα)
		24:00-08:00	0
		08:00-14:00	Πίνακας 58
		14:00-24:00	0
Σάββατο-Κυριακή	WEEKENDVENT	Ώρες	Τιμή
		00:00-24:00	0

6.2.2.9. Ενεργειακά Κέρδη

Τα ενεργειακά κέρδη οφείλονται σε τρεις παράγοντες :

- Στην ύπαρξη ατόμων στον χώρο
- Στην ύπαρξη ηλεκτρονικών υπολογιστών
- Στην ύπαρξη φωτισμού

Σε όλες τις ζώνες τα ενεργειακά κέρδη οφείλονται στον πρώτο και τρίτο παράγοντα, ενώ στη ζώνη 5 (αίθουσα 6 και αίθουσα ηλεκτρονικών υπολογιστών) και στη ζώνη 6 (γραφεία) στα κέρδη συνεισφέρει και ο δεύτερος παράγοντας.

Επομένως, πιο αναλυτικά :

- Άτομα

Η παρουσία των ατόμων στο χώρο γίνεται κατά τις ώρες λειτουργίας του σχολείου, δηλαδή Δευτέρα-Παρασκευή από τις 8:00 μέχρι τις 14:00.

Κατά μέσο όρο, σε κάθε αίθουσα διδασκαλίας βρίσκονται 10 άτομα και 1 δάσκαλος.

Τέλος, από τους μεταβολικούς πίνακες του ISO 7730 ^[10] που υπάρχουν στη βιβλιοθήκη του TRNBuild επιλέγουμε :

Για τις αίθουσες διδασκαλίας το κάθε άτομο παράγει 150 Watts (seated , light work, typing) και

Για το γυμναστήριο το κάθε άτομο παράγει 525 Watts (heavy work, athletics).

Για κάθε ζώνη η παρουσία των ατόμων και οι ώρες κατάληψης του χώρου φαίνονται πιο κάτω :

Πίνακας 60: Παρουσία Ατόμων και Μεταβολικοί Ρυθμοί σε Κάθε Ζώνη

Ζώνη	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Άτομα	44	33	11	4	23	8	6	0,7	6	4	3	0,15
Ωρες παρουσίας	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Μεταβολικοί ρυθμοί (Watts)												
	150	150	150	525	150	150	150	150	150	150	150	150

Σε ό,τι αφορά την χρήση των WC, του γυμναστηρίου και του κυλικείου η παρουσία των ατόμων υπολογίστηκε προσεγγιστικά.

Για το WC θεωρήθηκε ότι το χρησιμοποιούν 6 άτομα την ώρα.

Για το γυμναστήριο και για τα αποδυτήρια θεωρήθηκε ότι τα χρησιμοποιεί μία τάξη (με 10 άτομα) για δύο ώρες.

Για το κυλικείο θεωρήθηκε ότι είναι ανοιχτό για δύο ώρες και υπάρχουν 2 άτομα στο χώρο.

- Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές

Ηλεκτρονικούς υπολογιστές συναντάμε μόνο στις ζώνες 5 και 6.

Στη ζώνη 5 (αίθουσα 6 και αίθουσα ηλεκτρονικών υπολογιστών) υπάρχουν 10 υπολογιστές ενώ στη ζώνη 6 (γραφεία) υπάρχουν 3 υπολογιστές.

Οι υπολογιστές αυτοί έχουν έγχρωμες οθόνες και έχουν ισχύ 230 Watt.

- Φωτισμός

Σε όλες τις ζώνες του κτιρίου, ο τεχνητός φωτισμός είναι σε λειτουργία για 6 ώρες κάθε μέρα (8:00-14:00), πέντε μέρες τη βδομάδα (Δευτέρα-Παρασκευή). Εκεί συναντάμε λάμπες πυρακτώσεως με πυκνότητα εγκατεστημένου φωτισμού 10 W/m^2 ενώ το ποσοστό θερμότητας που μεταδίδεται με συναγωγή ανέρχεται στο 10 %.

Το βράδυ όπως και τα σαββατοκύριακα δεν λειτουργεί φωτισμός.

Επομένως το εβδομαδιαίο πρόγραμμα φωτισμού έχει ως εξής :

Πίνακας 61: Εβδομαδιαίο Πρόγραμμα Φωτισμού

Φωτισμός-Lighting			
Μέρες	Τύπος		
Δευτέρα-Παρασκευή	DAILYL	Ώρες	Τιμή
		24:00-07:00	0
		08:00-14:00	1
		14:00-24:00	0
Σάββατο-Κυριακή	WEEKENDL	Ώρες	Τιμή
		00:00-24:00	0

6.2.2.10. Συνθήκες Άνεσης

Σε ό,τι αφορά τις συνθήκες άνεσης αυτές τις εισάγουμε με τη βοήθεια του ISO 7730^[10], όπως αναλυτικά δόθηκαν στις παράγραφους 6.1.5 και 6.1.6 .

Το πρόγραμμα μας ζητάει στοιχεία για τον τύπο ένδυσης, το μεταβολικό ρυθμό, την εξωτερική δουλειά καθώς και τη σχετική ταχύτητα του αέρα.

Για την περίοδο 1 ισχύουν :

Πίνακας 62: Συνθήκες Άνεσης για την Περίοδο 1

	Ζώνες 1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12	Ζώνη 4 (γυμναστήριο)
	ANESIPERIODOS1	GYMPERIODOS1
Τύπος Ένδυσης	0,70 clo	0,70 clo
Μεταβολικός ρυθμός	2,6 met	9 met
Εξωτερική Δουλειά	0 met	0 met
Σχετική ταχύτητα αέρα	0,125 m/s	0,125 m/s

Για την περίοδο 2 ισχύουν :

Πίνακας 63: Συνθήκες Άνεσης για την Περίοδο 2

	Ζώνες 1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12	Ζώνη 4 (γυμναστήριο)
	ANESIPERIODOS2	GYMPERIODOS2
Τύπος Ένδυσης	0,30 clo	0,30 clo
Μεταβολικός ρυθμός	2,6 met	9 met
Εξωτερική Δουλειά	0 met	0 met
Σχετική ταχύτητα αέρα	0,125 m/s	0,125 m/s

6.3. Προσομοίωση του Κτιρίου

Έχοντας εισάγει όλα τα παραπάνω δεδομένα στο TRNBuild, το τελευταίο βήμα είναι να ορίσουμε τις εξόδους του προγράμματος (outputs).

Στη συγκεκριμένη εφαρμογή ορίζουμε ως outputs τα NTYPES 32, 33.

Το NTYPE 32 με την ονομασία SQHEAT (sum of sensible heating demand for group of zones) εκφράζει το άθροισμα των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση για όλες τις ζώνες . Έχει μονάδα μέτρησης το kJ/h και λαμβάνει μόνο θετικές τιμές.

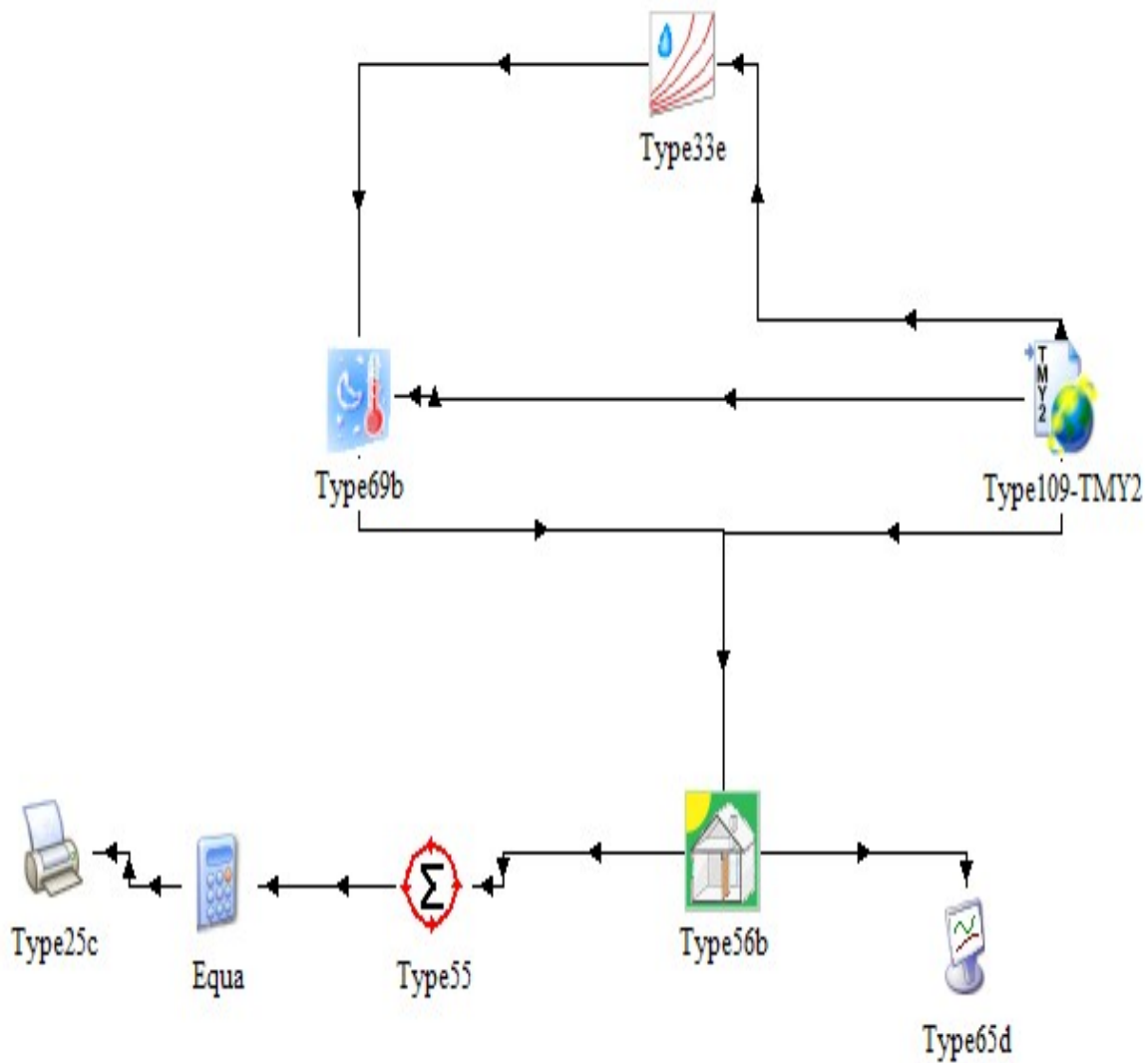
Το NTYPE 33 με την ονομασία SQCOOL (sum of sensible cooling demand for group of zones) εκφράζει το άθροισμα των ενεργειακών απαιτήσεων για ψύξη για όλες τις ζώνες . Έχει μονάδα μέτρησης το kJ/h και λαμβάνει μόνο θετικές τιμές.

TRNSYS Simulation Studio

Η προσομοίωση του κτιρίου γίνεται με τη χρήση του TRNSYS 16.1. .

Στην προηγούμενη παράγραφο αναλύσαμε εκτενώς τη διαδικασία που ακολουθείται ώστε να δημιουργηθούν τα αρχεία .bui (ένα για κάθε περίοδο λειτουργίας) τα οποία και περιέχουν όλες τις πληροφορίες της κτιριακής εγκατάστασης. Τα δεδομένα αυτά αποθηκεύονται στο type 56.

Για την προσομοίωση, χρησιμοποιούμε τα types που φαίνονται στην παρακάτω εικόνα και τα οποία συνδέουμε κατάλληλα μεταξύ τους.



Εικόνα 30: Σύστημα Προσομοίωσης Δημοτικού Σχολείου

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] : Ελληνική Στατιστική Αρχή : www.statistics.gr
- [2] : Πρόγραμμα γραφικής απεικόνισης της Γης, Goggle Earth
- [3] : Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών : www.meteo.gr
- [4] : “Ποιότητα εσωτερικού αέρα σε εκπαιδευτικά κτίρια”, Αγίς Παπαδόπουλος και Αριστοτέλης Αυγελής Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΑΠΘ.
- [5] : Τεχνικές οδηγίες ΤΕΕ, ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 : “Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης” : www.portal.tee.gr
- [6] : www.health.in.gr
- [7] : Βικιπαίδεια : <http://el.wikipedia.org/wiki>
- [8] : EDUCATE (Environmental Design in University Curricula and Architectural Training in Europe) : <https://www.educate-sustainability.eu/home>
- [9] : Τεχνικές οδηγίες ΤΕΕ, ΤΟΤΕΕ 2423/86 : “Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Κλιματισμός κτιριακών χώρων” : <http://opac.tee.gr>
- [10] : Διεθνής Οργανισμός Πιστοποίησης : www.iso.org , ISO 7730
- [11] : Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)
- [12] : Τεχνικές οδηγίες ΤΕΕ, ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 : “ Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων” : <http://opac.tee.gr>

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**Γ' ΜΕΡΟΣ**

7	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ.....	99
7.1	Διάγραμμα Θέρμανσης για το Χειμώνα.....	99
7.2	Διάγραμμα Ψύξης για το Καλοκαίρι.....	100
7.3	Πίνακες Τελικών Αποτελεσμάτων.....	101
8	ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ.....	103
8.1	Σενάριο 1 : Αντικατάσταση Υαλοπινάκων.....	104
8.2	Σενάριο 2 : Θερμομόνωση Εξωτερικών Τοίχων.....	107
8.3	Σενάριο 3 : Αντικατάσταση Λαμπτήρων.....	110
8.4	Σενάριο 4 : Συνδυασμός των Παραπάνω Σεναρίων.....	113
8.5	Σύγκριση και Αξιολόγηση των Αποτελεσμάτων.....	116
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ Γ' ΜΕΡΟΥΣ.....	122

7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

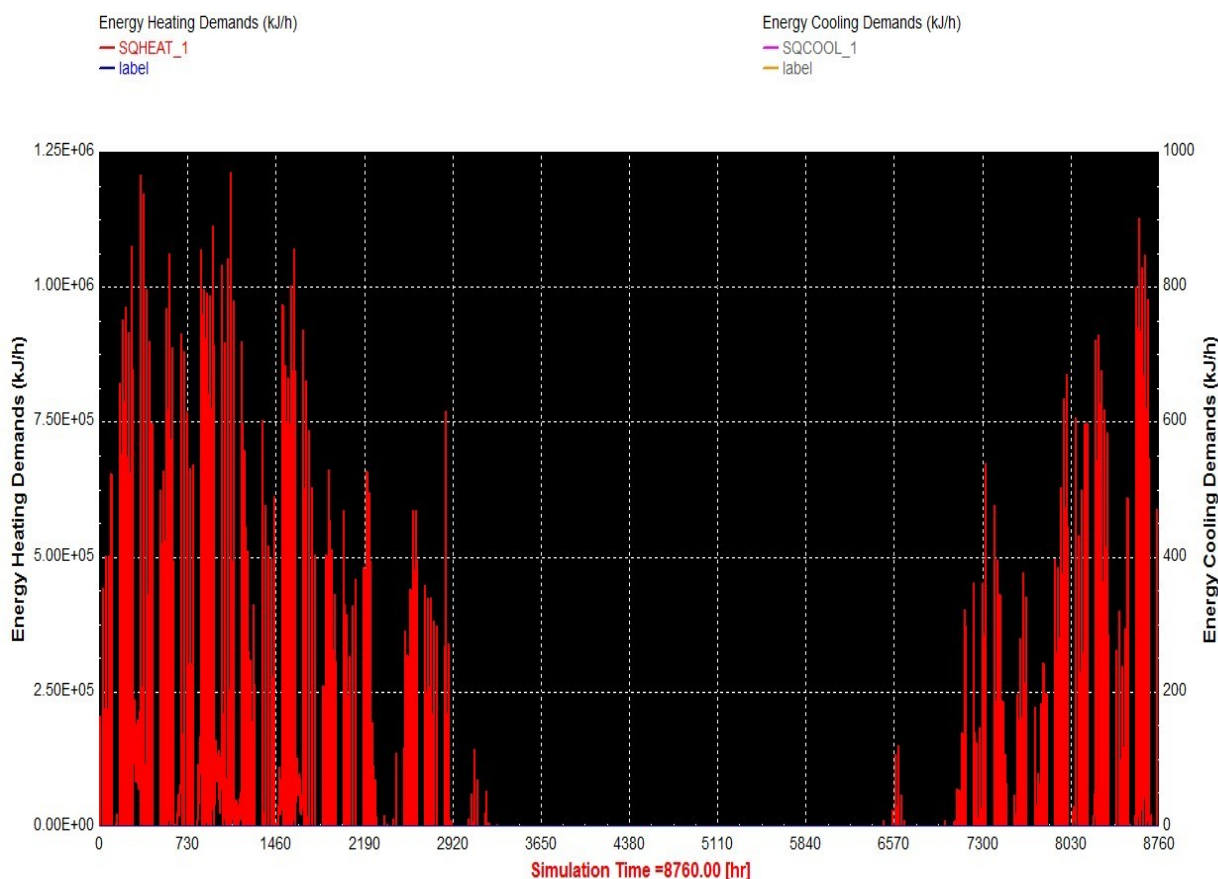
Η προσομοίωση πραγματοποιείται με χρονικό βήμα τη 1 ώρα. Σκοπός είναι η εξαγωγή αποτελεσμάτων για τις θερμικές (χειμώνας) και ψυκτικές (καλοκαίρι) απαιτήσεις του κτιρίου τα οποία και προκύπτουν μετά από περίπου μισό λεπτό από την εκκίνηση της προσομοίωσης.

Αρχικά παίρνουμε τα αποτελέσματα για τις μηνιαίες ανάγκες θέρμανσης και ψύξης για όλες τις ζώνες του κτιρίου.

Έπειτα, με τη βοήθεια του περιοδικού ολοκληρωτή (type 55) προκύπτουν οι μέσες ωριαίες θερμικές και ψυκτικές ανάγκες του σχολείου για τους 12 μήνες. Επίσης, υπολογίζονται οι μέγιστες τιμές της ενέργειας καθώς και οι ώρες που εμφανίζονται.

7.1. Διάγραμμα Θέρμανσης για το Χειμώνα

Το παρακάτω διάγραμμα που προέκυψε δείχνει τις ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του κτιρίου του Δημοτικού Σχολείου για όλη τη διάρκεια του χρόνου.



Σχήμα 15: Ενεργειακές Ανάγκες Θέρμανσης Δημοτικού Σχολείου

Το μέγιστο θερμικό φορτίο εμφανίζεται τις ώρες :

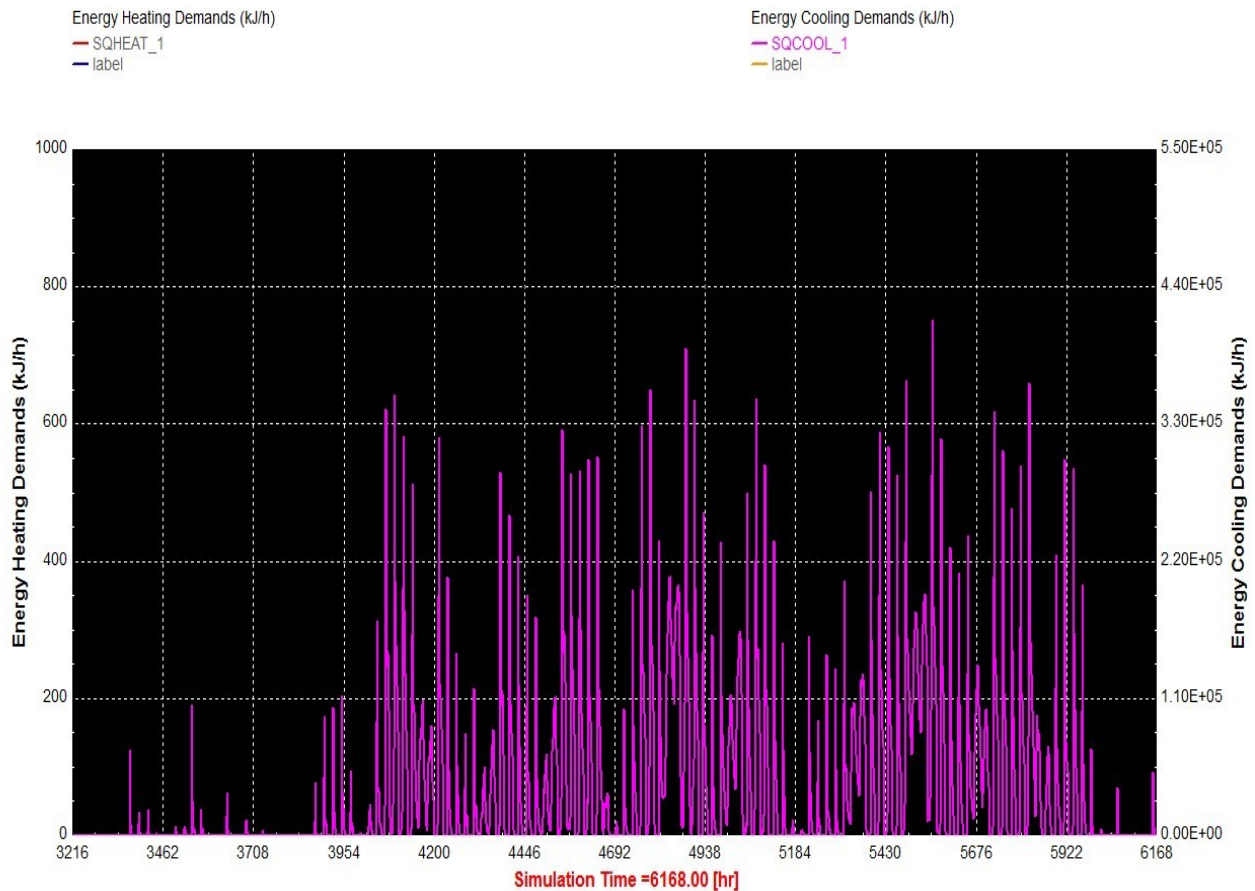
$T_1=347$ h, δηλαδή τον Ιανουάριο

$T_2=1091$ h, δηλαδή το Φεβρουάριο

και παίρνει την τιμή $1,21 \cdot 10^6$ kJ/h

7.2. Διάγραμμα Ψύξης για το Καλοκαίρι

Αντίστοιχα προκύπτει και το παρακάτω διάγραμμα που φανερώνει τις ενεργειακές ανάγκες για ψύξη του κτιρίου.



Σχήμα 16: Ενεργειακές Ανάγκες Ψύξης Δημοτικού Σχολείου

Παρατηρούμε ότι η μέγιστη τιμή φορτίου ψύξης εμφανίζεται τη χρονική στιγμή:
 $T_3=5580$ h, δηλαδή τον Αύγουστο,
 με τιμή : $4,13 \cdot 10^5$ kJ/h

*Παρατήρηση

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να τονιστεί ότι όλα τα αποτελέσματα που προκύπτουν και παρατίθενται στις επόμενες παραγράφους, συμπεριλαμβάνουν και τις ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου το Σαββατοκύριακο.

7.3. Πίνακες Αποτελεσμάτων

Τελικά, στους παρακάτω πίνακες φαίνονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα για τη μέση ωριαία απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης και ψύξης για κάθε μήνα, καθώς και οι μηνιαίες απαιτήσεις :

Πίνακας 64: Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου

Μήνας	Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης (kW)	Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης (kW)
Ιανουάριος	131,08	0
Φεβρουάριος	125,61	0
Μάρτιος	93,78	0
Απρίλιος	47,25	0
Μάιος	3,39	2,83
Ιούνιος	0	21,82
Ιούλιος	0	49,08
Αύγουστος	0	49,28
Σεπτέμβριος	0,02	18,17
Οκτώβριος	9,92	0
Νοέμβριος	57,54	0
Δεκέμβριος	103,42	0

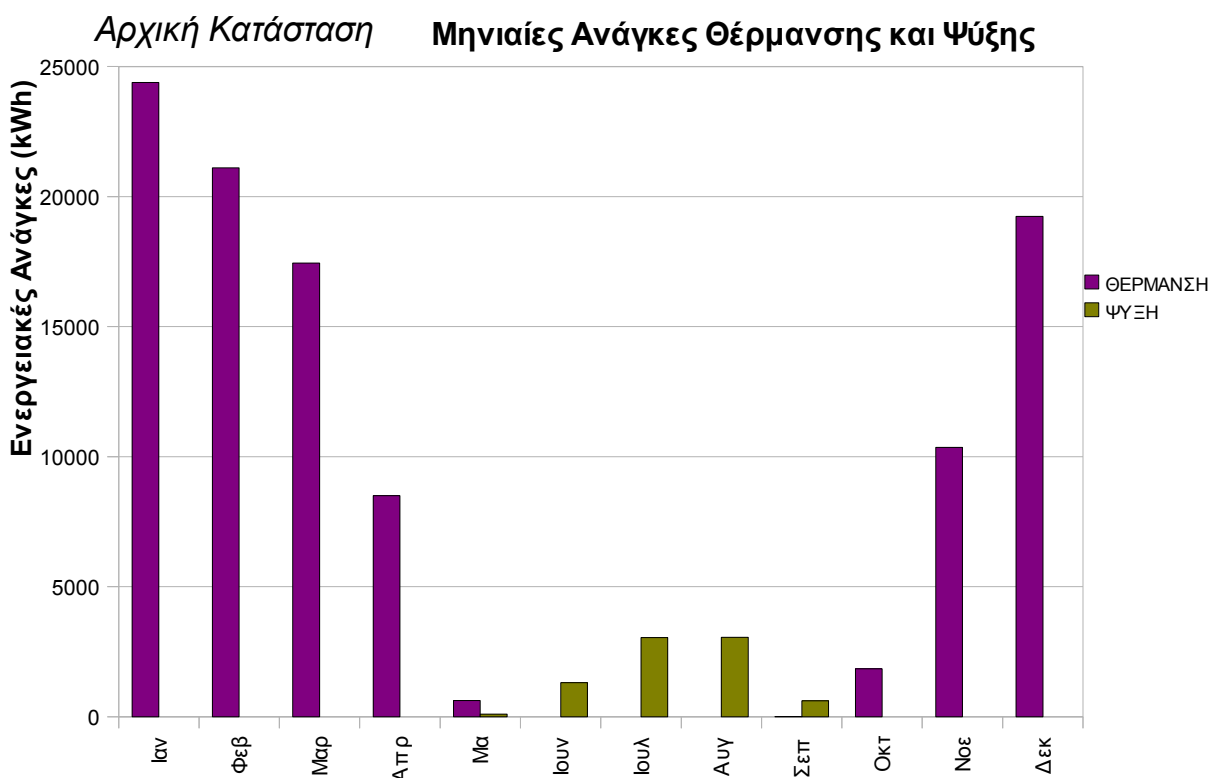
Πίνακας 65: Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου

Μήνας	Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης (kWh)	Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης (kWh)
Ιανουάριος	24.381	0
Φεβρουάριος	21.103	0
Μάρτιος	17.444	0
Απρίλιος	8.504	0
Μάιος	630,26	96,49
Ιούνιος	0	1.310
Ιούλιος	0	3.043
Αύγουστος	0	3.055
Σεπτέμβριος	3,69	618
Οκτώβριος	1.846	0
Νοέμβριος	10.357	0
Δεκέμβριος	19.237	0
ΣΥΝΟΛΙΚΑ	103.505,95	8.122,49

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, προκύπτει ότι οι μήνες Ιανουάριος και Φεβρουάριος είναι αυτοί με τις μεγαλύτερες ανάγκες σε θέρμανση. Μηνιαία χρειάζονται 24.381 kWh και 21.103 kWh αντίστοιχα, ή 131 kW και 126 kW ωριαίας θερμικής ισχύος.

Από την άλλη, ο Ιούλιος και ο Αύγουστος είναι οι μήνες με περίπου ίδιες ανάγκες για ψύξη, που ανέρχονται περίπου στις 3.000 kWh.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί, δίνονται μαζί, για καλύτερη εποπτεία, οι μηνιαίες ανάγκες θέρμανσης και ψύξης για το κτίριο που μελετήσαμε (χωρίς αυτό να έχει υποστεί καμία αλλαγή, όπως θα δούμε στο κεφάλαιο 8 – αρχική κατάσταση).



Σχήμα 17: Αρχική Κατάσταση - Μηνιαίες Ανάγκες Θέρμανσης και Ψύξης

Τελικά, προκύπτει ότι για όλο τον χρόνο χρειάζονται 103.506 kWh=103,506 MWh για να καλύψουν τις συνολικές θερμικές ανάγκες του κτιρίου και 8.122 kWh=8,122 MWh για τις αντίστοιχες ψυκτικές.

Με σκοπό να εξοικονομήσουμε ενέργεια και να περιορίσουμε τις ανάγκες του κτιρίου, προτείνουμε κάποιες επεμβάσεις μικρού κόστους οι οποίες οδηγούν προς αυτή την κατεύθυνση. Στο επόμενο κεφάλαιο τις παρουσιάζουμε αναλυτικά.

8. ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι ανάγκες του κτιρίου για θέρμανση και για ψύξη του είναι μεγάλες.

Για το λόγο αυτό, στο παρόν κεφάλαιο προτείνουμε κάποιες παρεμβάσεις οι οποίες είναι εύκολα υλοποιήσιμες και όχι ιδιαίτερα δαπανηρές. Έτσι δημιουργούμε τέσσερα σενάρια και “τρέχουμε” και πάλι την προσομοίωση.

Σκοπός είναι να παρατηρήσουμε τυχόν αλλαγές στη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου.

Τα σενάρια αυτά είναι τα εξής :

- Σενάριο 1 : Αντικατάσταση Υαλοπινάκων

Η αλλαγή των υαλοπινάκων αποτελεί συνήθως το πρώτο βήμα σε μια ανακαίνιση κτιρίου μιας και οι απώλειες από τα κουφώματα και τις πόρτες είναι πολύ μεγάλες. Ιδιαίτερα σε κτίρια όπου φέρουν μονούς υαλοπίνακες, η αντικατάστασή τους από διπλούς μπορεί να περιορίσει τις ενεργειακές απώλειες ως και το μισό.

- Σενάριο 2 : Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων

Η τοιχοποιία δε φέρει καμία θερμομόνωση, καθώς το κτίριο κατασκευάστηκε πριν την εφαρμογή του κανονισμού για τη θερμομόνωση.

Η μετέπειτα χρήση θερμομονωτικών υλικών για περιορισμό των απωλειών, αν και είναι πιο δαπανηρή, ωστόσο είναι πιο αποτελεσματική από την αντικατάσταση των υαλοστασίων.

- Σενάριο 3 : Αντικατάσταση λαμπτήρων

Μαζί με τις άλλες οδηγίες που έχουν ως στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει εκδόσει την 2005/32/EK και τον αντίστοιχο κανονισμό στις 18/03/2008 σχετικά με τις απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού για τα προϊόντα που παράγουν ενέργεια. Αυτός ορίζει ότι από την 01/09/2009 οι λαμπτήρες πυρακτώσεως των 100Watt και άνω σταματούν να παράγονται και να διατίθενται στην αγορά. Μέχρι και το 2012 πρέπει να ακολουθήσουν όλοι οι λαμπτήρες πυρακτώσεως κάτω των 100Watt, οι λαμπτήρες αλογόνου και οι λαμπτήρες φθορισμού.^[1]

Σε ό,τι αφορά τους λαμπτήρες πυράκτωσης, αυτοί αποσύρονται από την αγορά μιας και είναι αποδοτικοί μόνο κατά 5% (δηλαδή το 95% της ενέργειας που καταναλώνουν πάει χαμένο).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εκτιμά ότι με την εφαρμογή της οδηγίας, η Ευρωπαϊκή Ένωση θα εξοικονομεί 39 τεραβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας το χρόνο έως το 2020.

- Σενάριο 4 : Συνδυασμός των σεναρίων 1,2,3

Σε αυτό το σενάριο, αν και είναι το πιο δαπανηρό από όλα, αναμένεται να έχουμε τις μικρότερες απαιτήσεις ενέργειας σε σχέση με κάθε ένα από τα προηγούμενα, αλλά και με τις αρχικές απαιτήσεις του κτιρίου.

8.1. Σενάριο 1 : Αντικατάσταση Υαλοπινάκων

Οι υαλοπίνακες που συναντάμε στο κτίριο αποτελούνται από απλό υαλοπίνακα. Επιπλέον, τα κουφώματα είναι από παλαιού τύπου αλουμίνιου.

Αντικαθιστούμε τους υπάρχοντες υαλοπίνακες με άλλους από διπλό τζάμι. Από τη βιβλιοθήκη του TRNBuild επιλέγουμε τον τύπο του τζαμιού με :

U-value= 1,4 W/m²K και g-value=0,622

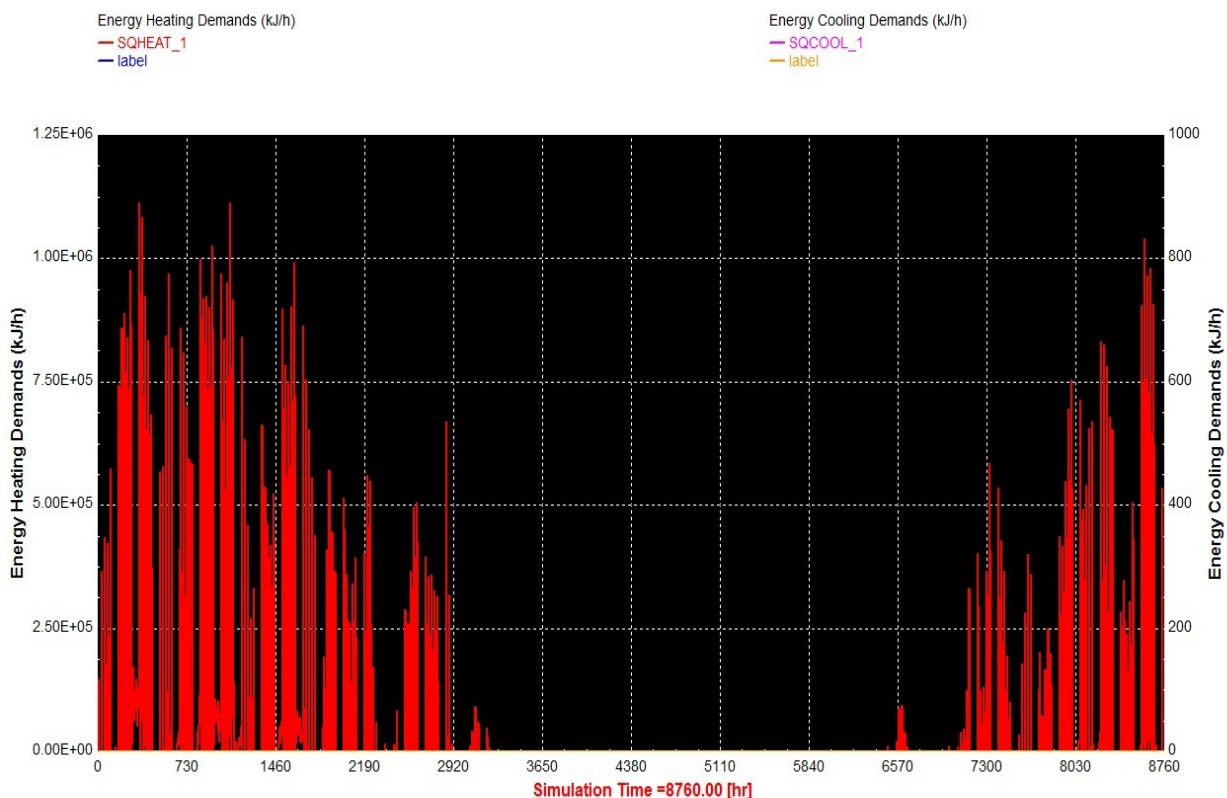
Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (U-value) των διπλών υαλοπινάκων είναι αρκετά μικρότερος σε σχέση με τον αρχικό (5,88 W/m²K) αλλά μειώνει την τιμή του ηλιακού συντελεστή από 0,855 σε 0,622.

Το πλαίσιο αποτελεί το 15% της συνολικής επιφάνειας του παραθύρου.

Επίσης, από την τεχνική οδηγία 20701-1/2010 ^[2] του TEE και τον Πιν.3.10 προκύπτει ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας ισούται με :

U-value=7 W/m²K=25,2 kJ/h m²K

Για το συντελεστή ηλιακής απορροφητικότητας και το συντελεστή συναγωγιμότητας ισχύουν οι τιμές που έχουν δοθεί στην παράγραφο 6.2.2.2.

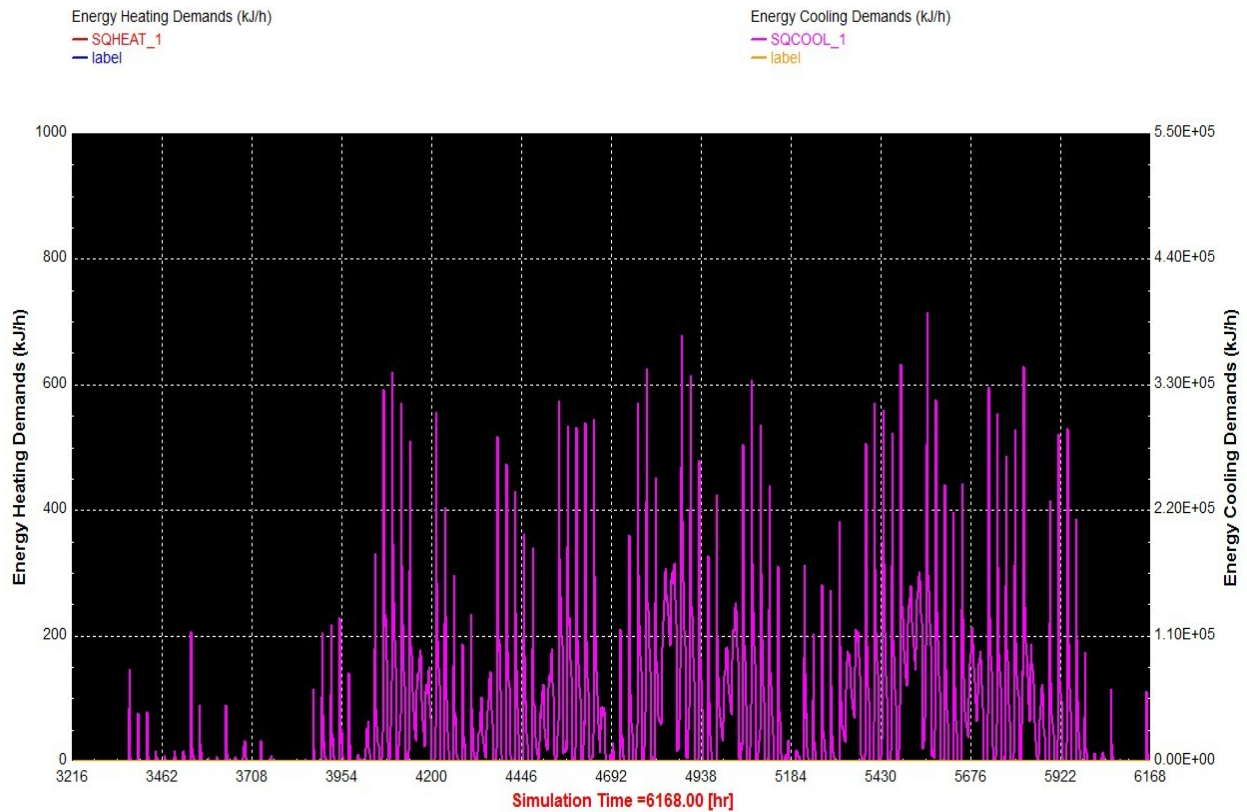


Σχήμα 18: Σενάριο 1 - Ενεργειακές Ανάγκες Θέρμανσης

Παρατηρούμε ότι το μέγιστο θερμικό φορτίο παίρνει την τιμή $1,12 \cdot 10^6$ kJ/h και εμφανίζεται δύο φορές το χρόνο, τις ώρες :

T₁=345 h, δηλαδή τον Ιανουάριο

T₂=1089 h, δηλαδή τον Φεβρουάριο



Σχήμα 19: Σενάριο 1 - Ενεργειακές Ανάγκες Ψύξης

Αντίστοιχα, η μέγιστη τιμή του φορτίου ψύξης ισούται με $3,92 \cdot 10^5$ kJ/h και εμφανίζεται τη χρονική στιγμή: $T_3=5558$ h, δηλαδή τον Αύγουστο

Τα αποτελέσματα δίνονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 66 και 67):

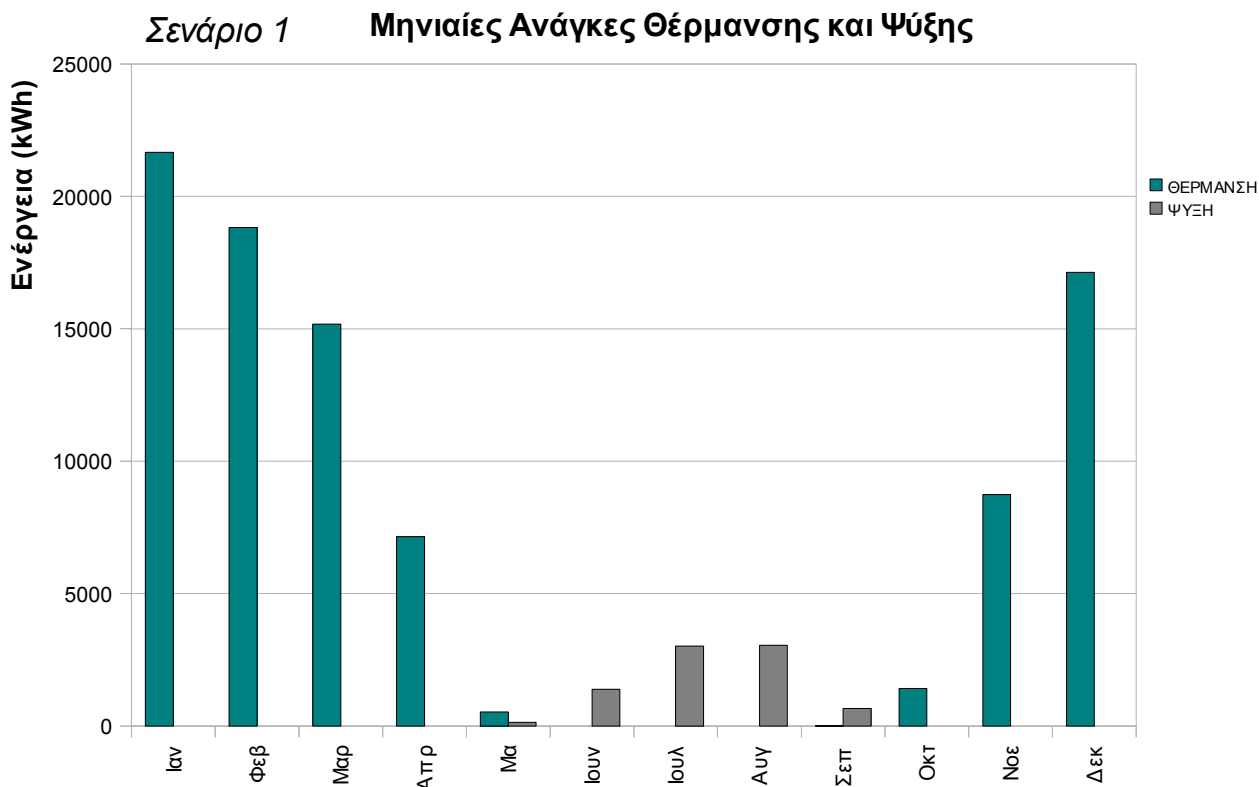
Πίνακας 66: Σενάριο 1 - Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου

Μήνας	Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης (kW)	Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης (kW)
Ιανουάριος	116,51	0
Φεβρουάριος	112,04	0
Μάρτιος	81,62	0
Απρίλιος	39,74	0
Μάιος	2,85	4,19
Ιούνιος	0	23,13
Ιούλιος	0	48,69
Αύγουστος	0	49,12
Σεπτέμβριος	0,018	19,52
Οκτώβριος	7,61	0
Νοέμβριος	48,58	0
Δεκέμβριος	92,10	0

Πίνακας 67: Σενάριο 1 - Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου

Μήνας	Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης (kWh)	Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης (kWh)
Ιανουάριος	21.670	0
Φεβρουάριος	18.822	0
Μάρτιος	15.180	0
Απρίλιος	7.152	0
Μάιος	531	142,55
Ιούνιος	0	1.388
Ιούλιος	0	3.019
Αύγουστος	0	3.046
Σεπτέμβριος	3,28	663,89
Οκτώβριος	1.415	0
Νοέμβριος	8.745	0
Δεκέμβριος	17.131	0
ΣΥΝΟΛΙΚΑ	90.649,28	8.259,44

Στο ραβδόγραμμα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά οι μηνιαίες ανάγκες θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου που έχει υποστεί τις αλλαγές που ορίζει το Σενάριο 1.



Σχήμα 20: Σενάριο 1 - Μηνιαίες Ανάγκες Θέρμανσης και Ψύξης

8.2. Σενάριο 2 : Θερμομόνωση Εξωτερικών Τοίχων

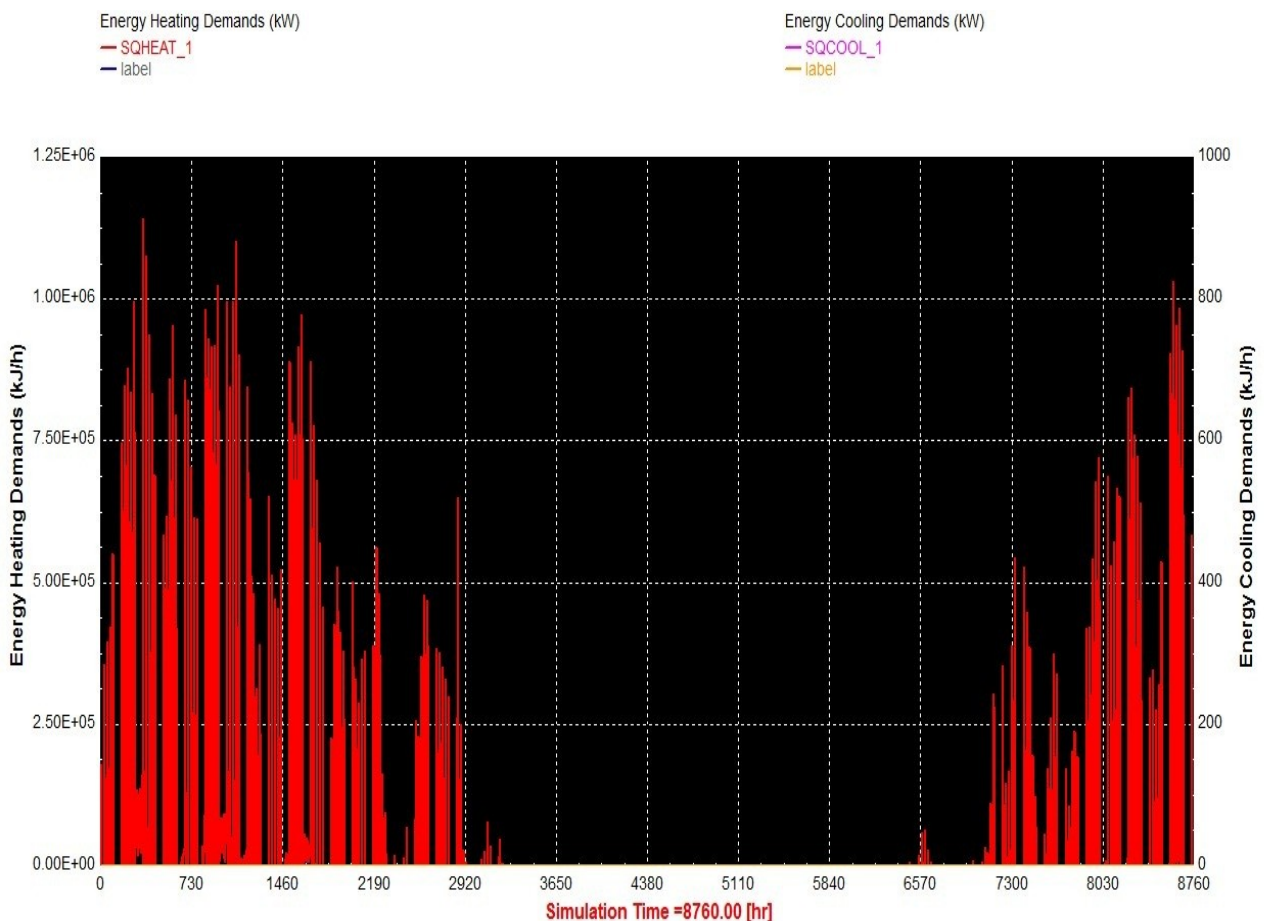
Στην παράγραφο 6.2.2.2 έχουν οριστεί αναλυτικά οι τοίχοι οι οποίοι αποτελούν το κτίριο. Κανένας όμως από αυτούς (εσωτερικός, εξωτερικός και στέγη) δε φέρει μόνωση.

Για το λόγο αυτό, στο σενάριο 2 εισάγουμε ένα είδος θερμομόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους από την εξωτερική τους πλευρά. Τη στέγη δεν την τροποποιούμε.

Ως μονωτικό υλικό επιλέγεται το κυψελωτό αφρώδες γυαλί (cellular glass) χαμηλής πυκνότητας το οποίο και υπάρχει στη βιβλιοθήκη του TRNBuild. Το πάχος της μόνωσης λαμβάνεται ίσο με 5 cm.

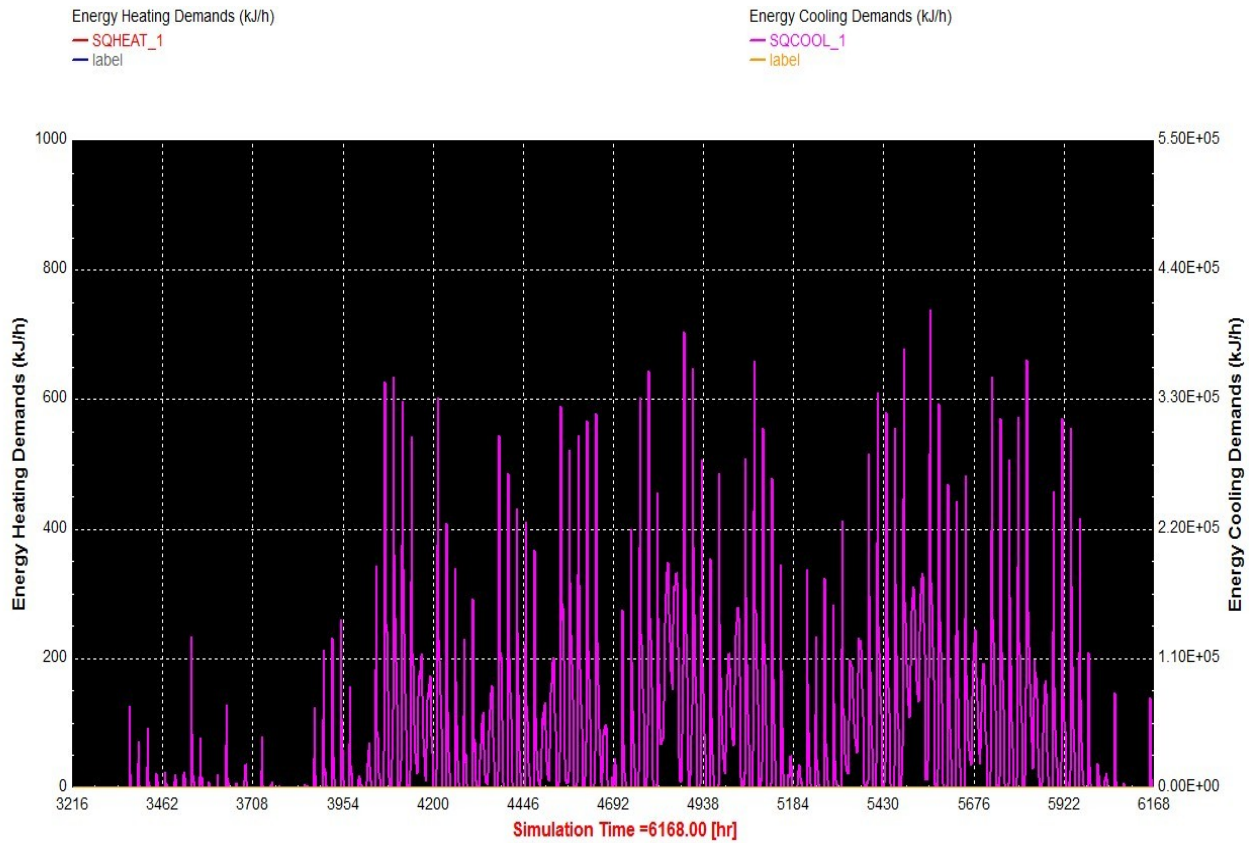
Το κυψελωτό γυαλί είναι ένα ελαφρύ και άκαμπτο μονωτικό υλικό που αποτελείται από εκατομμύρια μικρές κυψέλες απόλυτα σφραγισμένες και ανεξάρτητες μεταξύ τους. Το βασικό υλικό του είναι η καθαρή άμμος και παρασκευάζεται με θερμική διεργασία αλεσμένου γυαλιού αναμειγμένου με άνθρακα. Αποτελεί το μοναδικό θερμομονωτικό υλικό με πρακτικά μηδενική υδατοπερατότητα. Επιπλέον, είναι άκαυστο και εμποδίζει τη μετάδοση της φωτιάς.

Μετά την προσθήκη της θερμομόνωσης, προσομοιώνουμε το κτίριο και προκύπτουν τα παρακάτω διαγράμματα :



Σχήμα 21: Σενάριο 2 - Ενεργειακές Ανάγκες Θέρμανσης

Το μέγιστο φορτίο θέρμανσης παρουσιάζεται τη χρονική στιγμή T=345 h, δηλαδή τον Ιανουάριο, και η τιμή που παίρνει ισούται με $1,14 \cdot 10^6$ kJ/h.



Σχήμα 22: Σενάριο 2 - Ενεργειακές Ανάγκες Ψύξης

Αντίστοιχα, το μέγιστο φορτίο ψύξης παρατηρείται την 5486^η ώρα (Αύγουστος) και έχει τιμή ίση με $3,73 \cdot 10^5$ kJ/h.

Τα αποτελέσματα δίνονται αναλυτικά στους Πίνακες 68 και 69 :

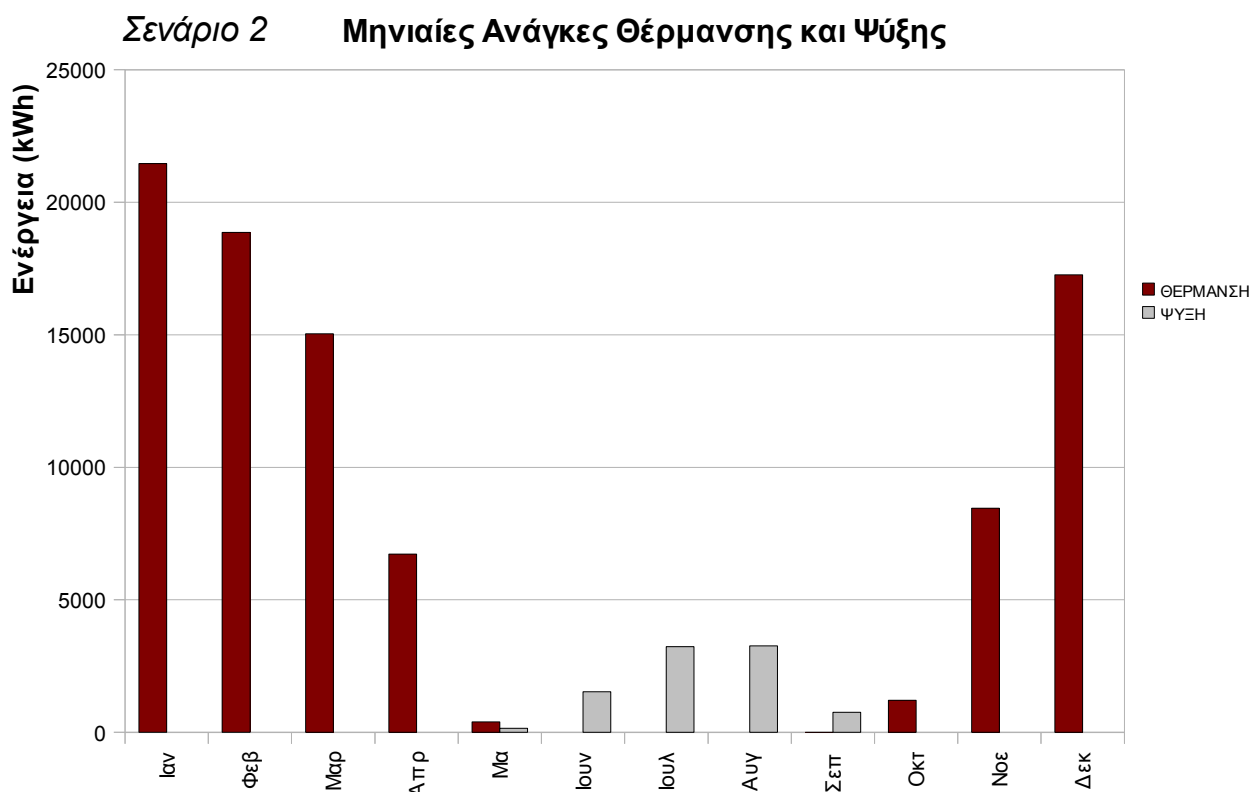
Πίνακας 68: Σενάριο 2 - Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου

Μήνας	Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης (kW)	Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης (kW)
Ιανουάριος	115,35	0
Φεβρουάριος	112,29	0
Μάρτιος	80,86	0
Απρίλιος	37,37	0
Μάιος	2,12	4,39
Ιούνιος	0	25,51
Ιούλιος	0	52,05
Αύγουστος	0	52,64
Σεπτέμβριος	0,012	22,29
Οκτώβριος	6,49	0
Νοέμβριος	46,97	0
Δεκέμβριος	92,80	0

Πίνακας 69: Σενάριο 2 - Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου

Μήνας	Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης (kWh)	Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης (kWh)
Ιανουάριος	21.454	0
Φεβρουάριος	18.865	0
Μάρτιος	15.040	0
Απρίλιος	6.726	0
Μάιος	393,58	149,37
Ιούνιος	0	1.530
Ιούλιος	0	3.227
Αύγουστος	0	3.263
Σεπτέμβριος	2,19	757,89
Οκτώβριος	1.208	0
Νοέμβριος	8.454	0
Δεκέμβριος	17.260	0
ΣΥΝΟΛΙΚΑ	89.402,77	8.927,26

Οι τιμές του Πίνακα 69 δίνονται παραστατικά παρακάτω και με τη μορφή ραβδογράμματος :

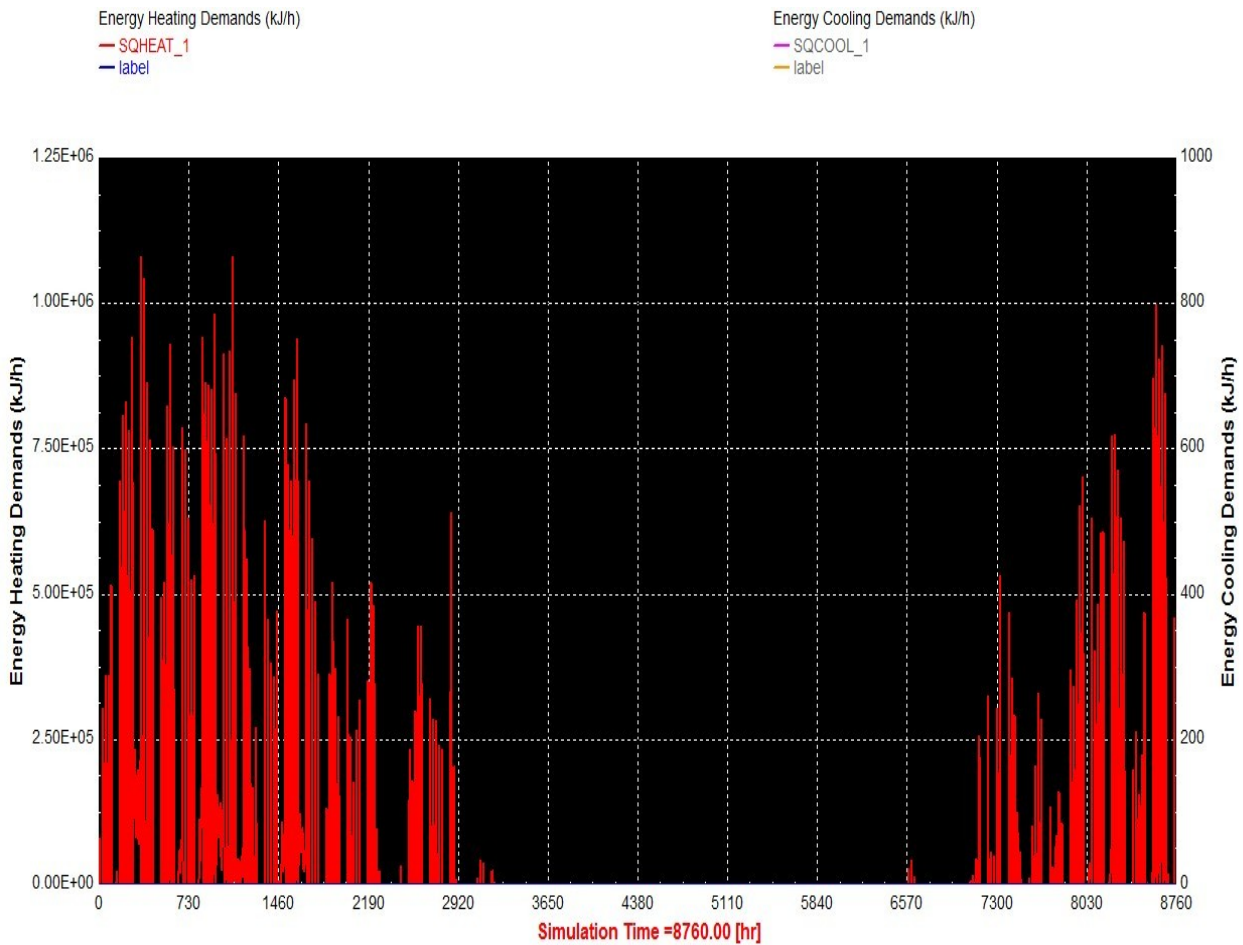


Σχήμα 23: Σενάριο 2 - Μηνιαίες Ανάγκες Θέρμανσης και Ψύξης

8.3. Σενάριο 3 : Αντικατάσταση Λαμπτήρων

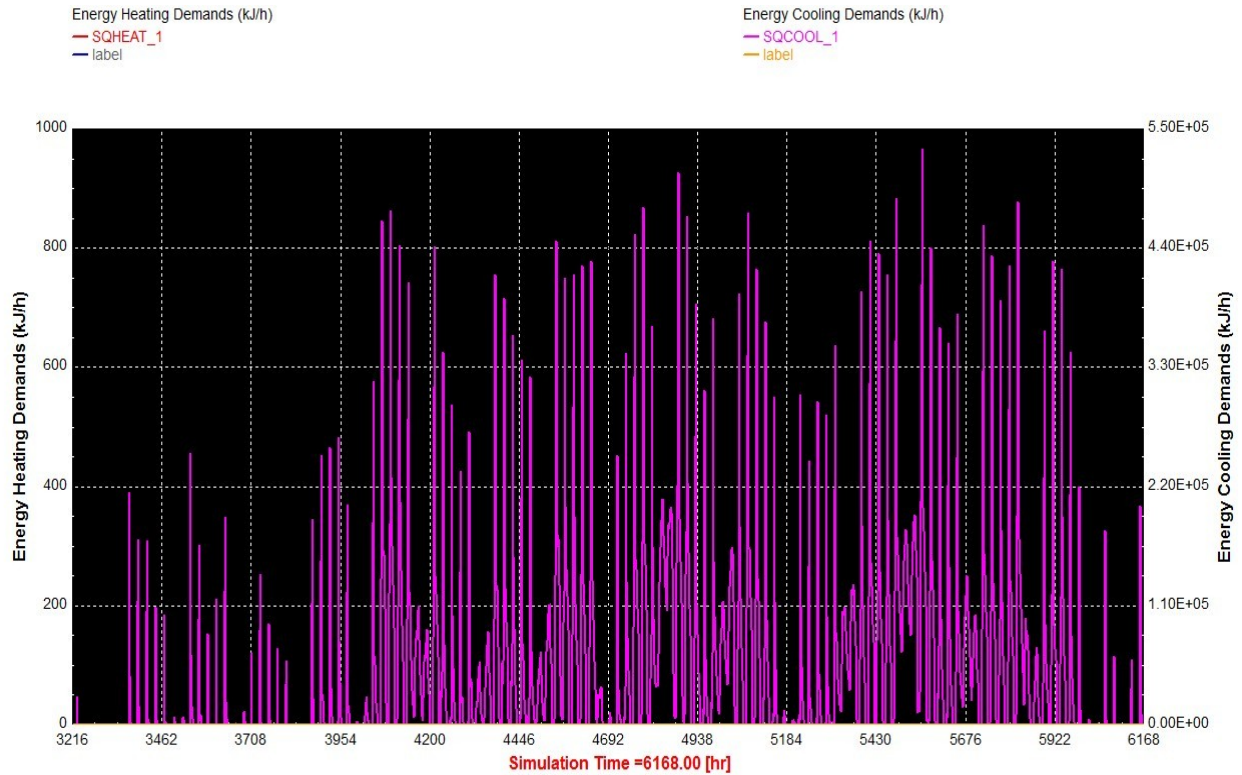
Αντικαθιστούμε τους υπάρχοντες λαμπτήρες πυρακτώσεως με ενεργειακούς λαμπτήρες αλογόνου με πυκνότητα εγκατεστημένου φωτισμού 55 W/m². Το ποσοστό θερμότητας που μεταδίδεται με συναγωγή ανέρχεται στο 40 %.

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνονται οι ανάγκες θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου μετά τις επεμβάσεις του Σεναρίου 3 :



Σχήμα 24: Σενάριο 3 - Ενεργειακές Ανάγκες Θέρμανσης

Η μέγιστη τιμή των $1,082 \cdot 10^6$ kJ/h συναντάται δύο φορές το χρόνο στις χρονικές στιγμές :
 $T_1=345$ h, δηλαδή τον Ιανουάριο
 $T_2=1089$ h, δηλαδή τον Φεβρουάριο



Σχήμα 25: Σενάριο 3 - Ενεργειακές Ανάγκες Ψύξης

Αντίστοιχα, το μέγιστο φορτίο ψύξης συναντάται τη χρονική στιγμή T=5486h (Αύγουστος) και η τιμή του ανέρχεται στα $4,87 \cdot 10^5$ kJ/h.

Στους Πίνακες 70,71 δίνονται οι τιμές των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης :

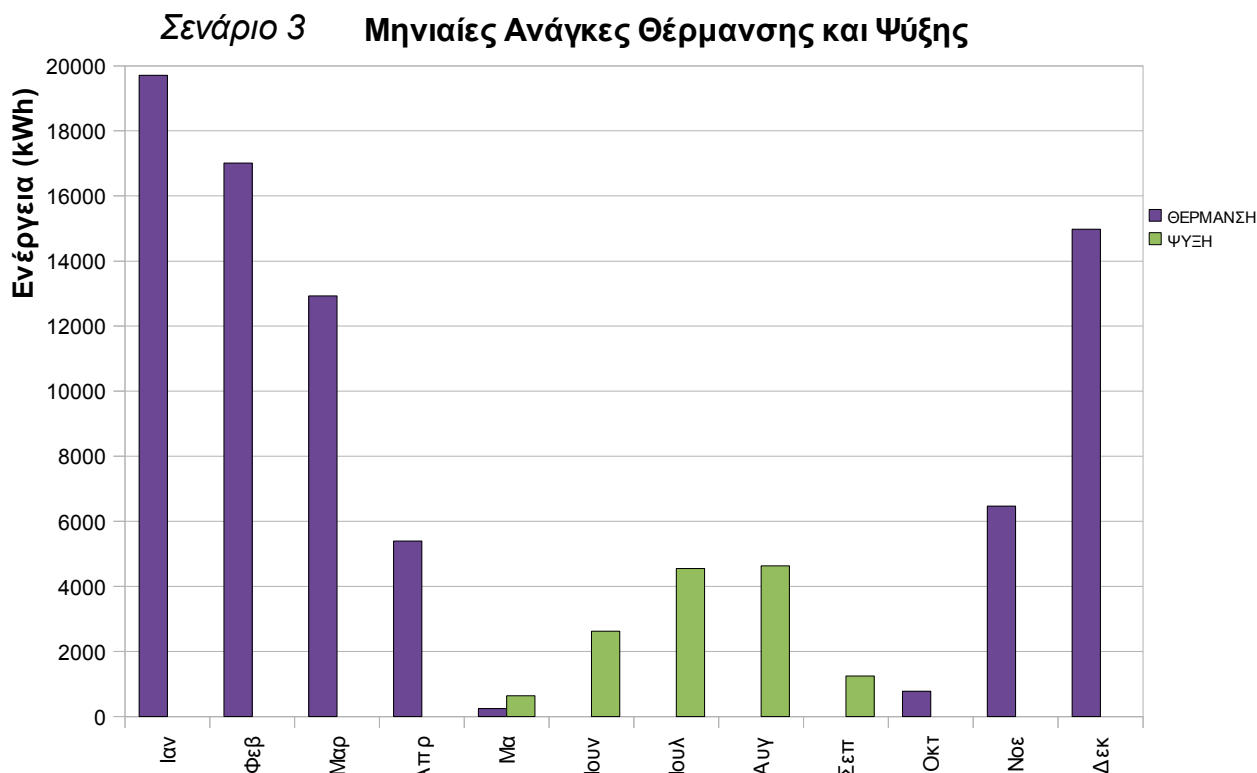
Πίνακας 70: Σενάριο 3 - Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου

Μήνας	Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης (kW)	Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης (kW)
Ιανουάριος	105,96	0
Φεβρουάριος	101,28	0
Μάρτιος	69,50	0
Απρίλιος	30,00	0
Μάιος	1,31	18,86
Ιούνιος	0	43,71
Ιούλιος	0	73,38
Αύγουστος	0	74,91
Σεπτέμβριος	0	36,65
Οκτώβριος	4,19	0
Νοέμβριος	35,92	0
Δεκέμβριος	80,53	0

Πίνακας 71: Σενάριο 3 - Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου

Μήνας	Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης (kWh)	Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης (kWh)
Ιανουάριος	19.709	0
Φεβρουάριος	17.014	0
Μάρτιος	12.927	0
Απρίλιος	5.499	0
Μάιος	244,15	641,26
Ιούνιος	0	2.622
Ιούλιος	0	4.549
Αύγουστος	0	4.633
Σεπτέμβριος	0	1.246
Οκτώβριος	779,89	0
Νοέμβριος	6.466	0
Δεκέμβριος	14.978	0
ΣΥΝΟΛΙΚΑ	77.517,04	13.691,26

Τα αποτελέσματα των μηνιαίων αναγκών θέρμανσης και ψύξης για το κτίριο που έχει υποστεί τις αλλαγές του Σεναρίου 3, δίνονται σε μορφή ραβδογράμματος παρακάτω :



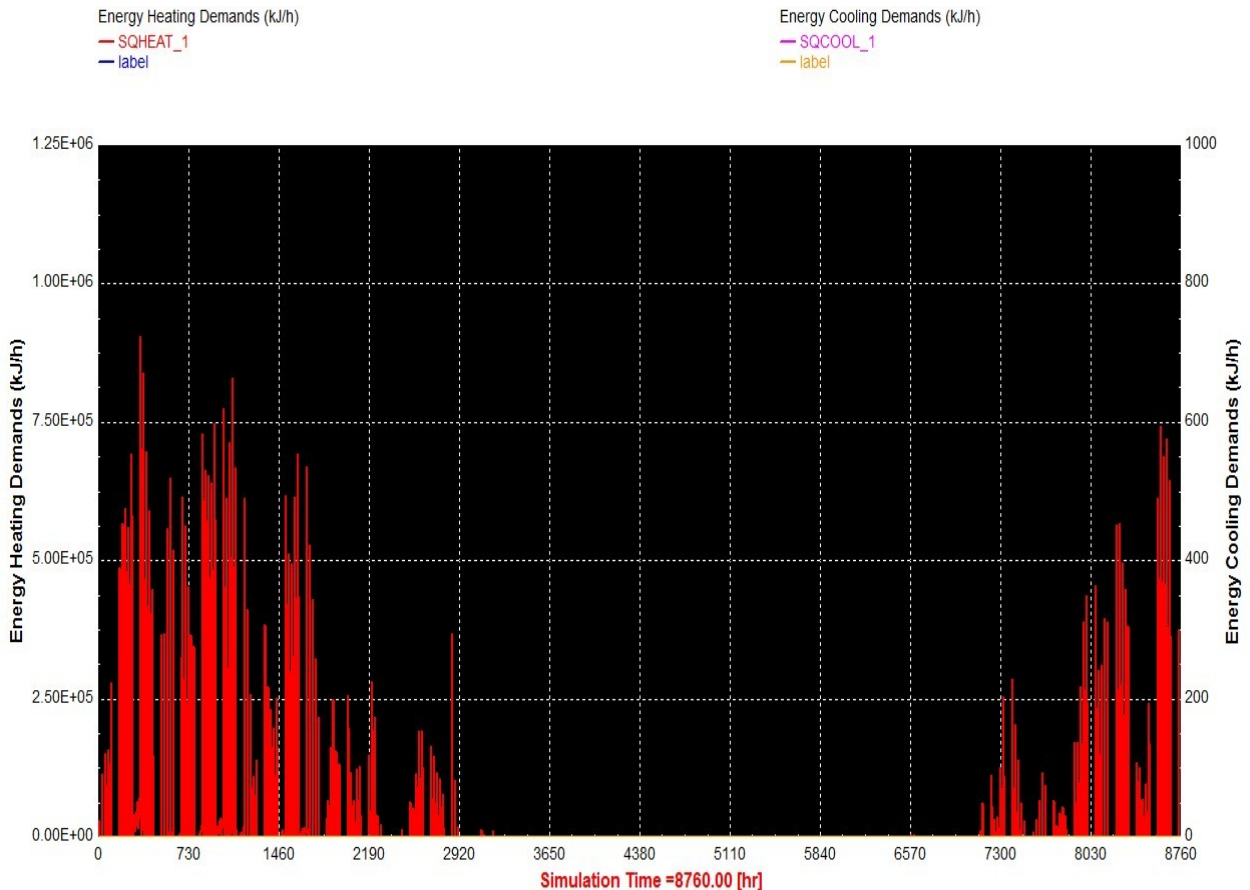
Σχήμα 26: Σενάριο 3 - Μηνιαίες Ανάγκες Θέρμανσης και Ψύξης

8.4. Σενάριο 4 : Συνδυασμός των Παραπάνω Προτάσεων

Το τελικό σενάριο που μελετάμε είναι ο συνδυασμός των παραπάνω προτάσεων (σενάρια 1,2,3). Αναλυτικά εδώ:

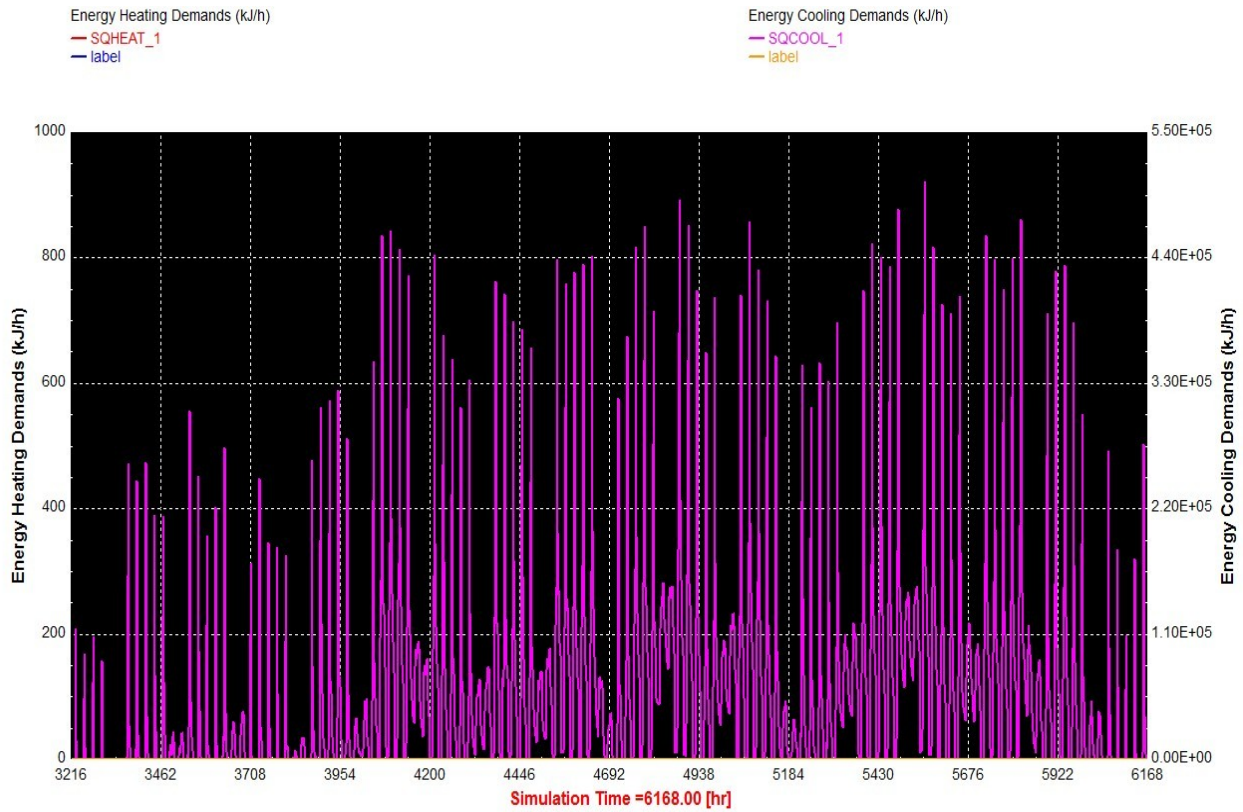
- Αντικαθιστούμε τους παλιούς υαλοπίνακες με άλλους που φέρουν διπλά τζάμια.
- Προσθέτουμε θερμομόνωση στους εξωτερικούς τοίχους.
- Αντικαθιστούμε τους λαμπτήρες πυρακτώσεως με ενεργειακούς.

Τελικά προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα :



Σχήμα 27: Σενάριο 4 - Ενεργειακές Ανάγκες Θέρμανσης

Η τιμή του μέγιστου θερμικού φορτίου ανέρχεται σε $9,08 \cdot 10^5$ kJ/h και τη συναντάμε τη χρονική στιγμή T=345 h, δηλαδή τον Ιανουάριο.



Σχήμα 28: Σενάριο 4 - Ενεργειακές Ανάγκες Ψύξης

Αντίστοιχα, τη χρονική στιγμή T=5558h (Αύγουστος) συναντάμε το μέγιστο φορτίο ψύξης με τιμή $5,05 \cdot 10^5$ kJ/h.

Έτσι εξάγουμε τις παρακάτω πληροφορίες :

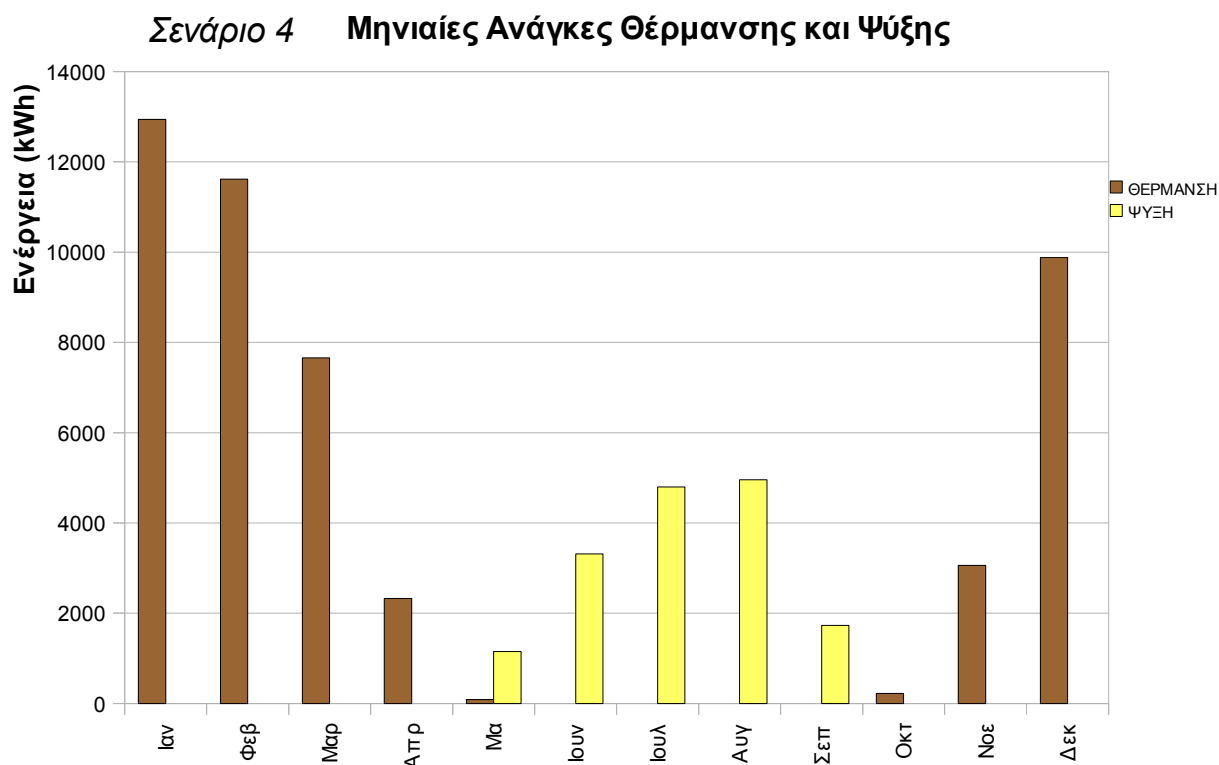
Πίνακας 72: Σενάριο 4 - Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου

Μήνας	Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης (kW)	Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης (kW)
Ιανουάριος	69,55	0
Φεβρουάριος	69,15	0
Μάρτιος	41,17	0
Απρίλιος	12,94	0
Μάιος	0,48	33,90
Ιούνιος	0	55,24
Ιούλιος	0	77,39
Αύγουστος	0	79,94
Σεπτέμβριος	0	50,82
Οκτώβριος	1,19	0
Νοέμβριος	16,99	0
Δεκέμβριος	53,10	0

Πίνακας 73: Σενάριο 4 - Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου

Μήνας	Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης (kWh)	Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης (kWh)
Ιανουάριος	12.937	0
Φεβρουάριος	11.616	0
Μάρτιος	7.657	0
Απρίλιος	2.329	0
Μάιος	90,23	1.153
Ιούνιος	0	3.314
Ιούλιος	0	4.798
Αύγουστος	0	4.956
Σεπτέμβριος	0	1.728
Οκτώβριος	222,50	0
Νοέμβριος	3.059	0
Δεκέμβριος	9.878	0
ΣΥΝΟΛΙΚΑ	47.788,73	15.949

Το διάγραμμα που προκύπτει για τις τιμές του Πίνακα 73 αναφέρεται στις μηνιαίες ανάγκες θέρμανσης και ψύξης για το κτίριο, μετά τις αλλαγές που υποδεικνύει το Σενάριο 4 :



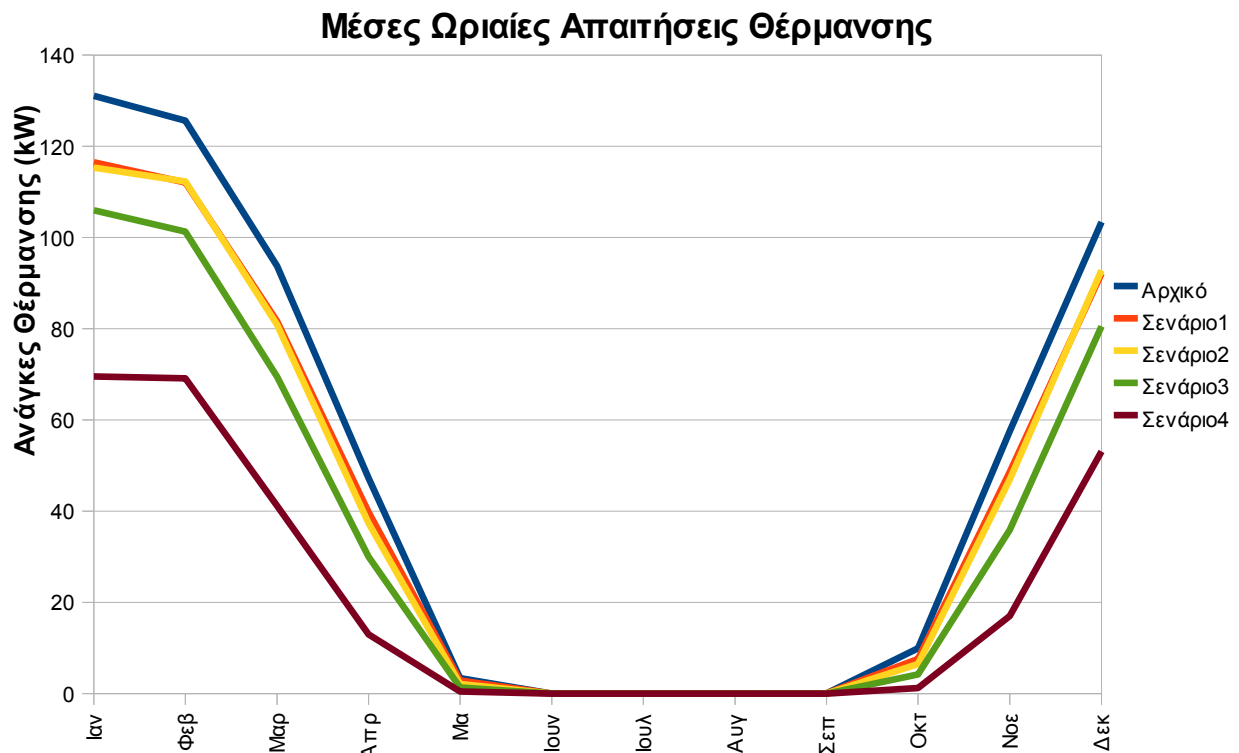
Σχήμα 29: Σενάριο 4 - Μηνιαίες Ανάγκες Θέρμανσης και Ψύξης

8.5. Σύγκριση και Αξιολόγηση των Αποτελεσμάτων

Στην παράγραφο αυτή παρατίθενται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των παραπάνω περιπτώσεων. Επίσης δίνονται διαγράμματα όπου φαίνονται οι μεταβολές στις θερμικές ανάγκες του κτιρίου.

Πίνακας 74: Σύγκριση - Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης

Μήνας	Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης (kW)				
	Αρχικό Κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Ιανουάριος	131,08	116,51	115,35	105,96	69,55
Φεβρουάριος	125,61	112,04	112,29	101,28	69,15
Μάρτιος	93,78	81,62	80,86	69,50	41,17
Απρίλιος	47,25	39,74	37,37	30,00	12,94
Μάιος	3,39	2,85	2,12	1,31	0,48
Ιούνιος	0	0	0	0	0
Ιούλιος	0	0	0	0	0
Αύγουστος	0	0	0	0	0
Σεπτέμβριος	0,02	0,018	0,012	0	0
Οκτώβριος	9,92	7,61	6,49	4,19	1,19
Νοέμβριος	57,54	48,58	46,97	35,92	16,99
Δεκέμβριος	103,42	92,10	92,80	80,53	53,10

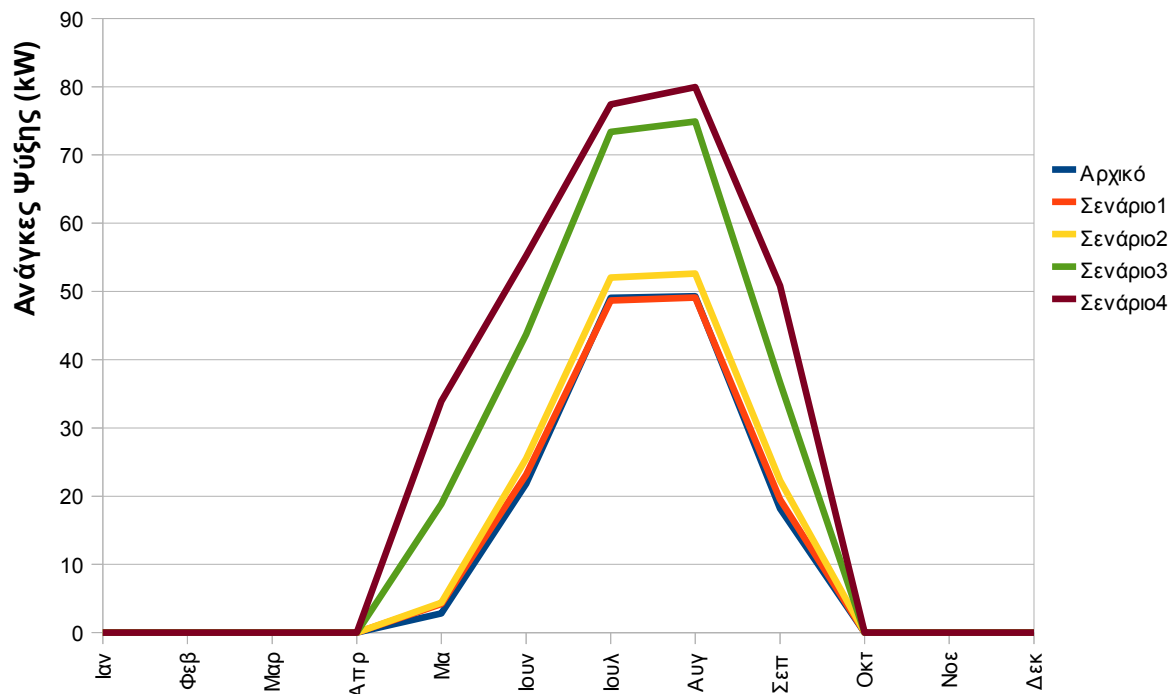


Σχήμα 30: Σύγκριση - Μέσες Ωριαίες Απαιτήσεις Θέρμανσης

Πίνακας 75: Σύγκριση - Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης

Μήνας	Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης (kW)				
	Αρχικό Κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Ιανουάριος	0	0	0	0	0
Φεβρουάριος	0	0	0	0	0
Μάρτιος	0	0	0	0	0
Απρίλιος	0	0	0	0	0
Μάιος	2,83	4,19	4,39	18,86	33,90
Ιούνιος	21,82	23,13	25,51	43,71	55,24
Ιούλιος	49,08	48,69	52,05	73,38	77,39
Αύγουστος	49,28	49,12	52,64	74,91	79,94
Σεπτέμβριος	18,17	19,52	22,29	36,65	50,82
Οκτώβριος	0	0	0	0	0
Νοέμβριος	0	0	0	0	0
Δεκέμβριος	0	0	0	0	0

Μέσες Ωριαίες Απαιτήσεις Ψύξης



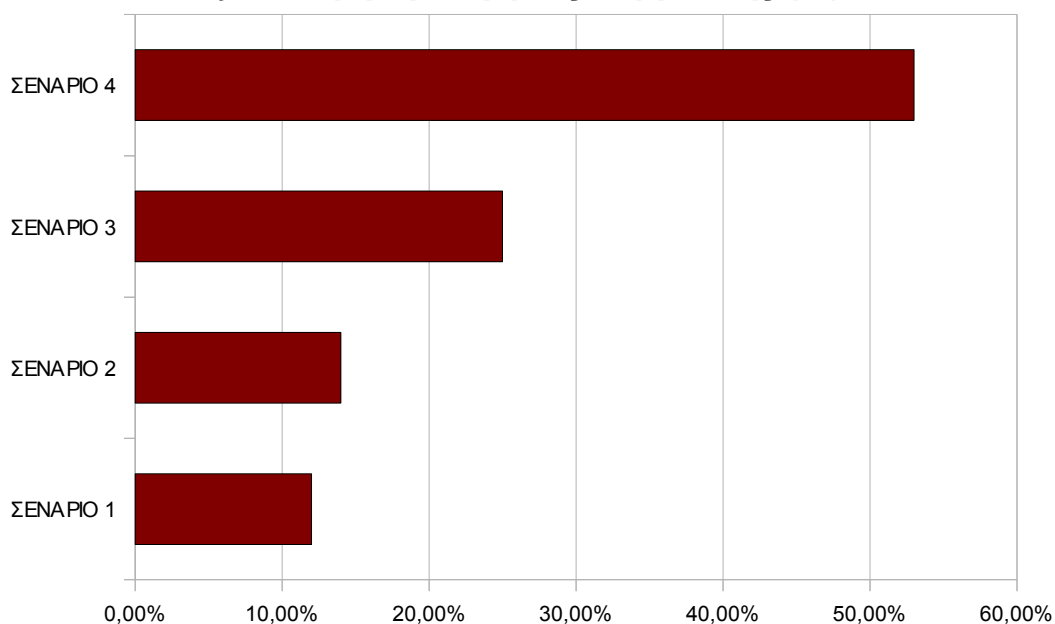
Σχήμα 31: Σύγκριση - Μέσες Ωριαίες Απαιτήσεις Ψύξης

Επιπλέον, δίνονται και οι συγκεντρωτικοί πίνακες για τις μηνιαίες απαιτήσεις θέρμανσης και ψύξης.

Πίνακας 76: Σύγκριση - Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης

Μήνας	Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης (kWh)				
	Αρχικό Κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Ιανουάριος	24.381	21.670	21.454	19.709	12.937
Φεβρουάριος	21.103	18.822	18.865	17.014	11.616
Μάρτιος	17.444	15.180	15.040	12.927	7.657
Απρίλιος	8.504	7.152	6.726	5.499	2.329
Μάιος	630,26	531	393,58	244,15	90,23
Ιούνιος	0	0	0	0	0
Ιούλιος	0	0	0	0	0
Αύγουστος	0	0	0	0	0
Σεπτέμβριος	3,69	3,28	2,19	0	0
Οκτώβριος	1.846	1.415	1.208	779,89	222,50
Νοέμβριος	10.357	8.745	8.454	6.466	3.059
Δεκέμβριος	19.237	17.131	17.260	14.978	9.878
ΣΥΝΟΛΟ	103.505,95	90.649,28	89.402,77	77.517,04	47.788,73
Ποσοστιαία Εξοικονόμηση		12 %	14 %	25 %	53 %

Εξοικονόμηση Ενέργειας Θέρμανσης (%)

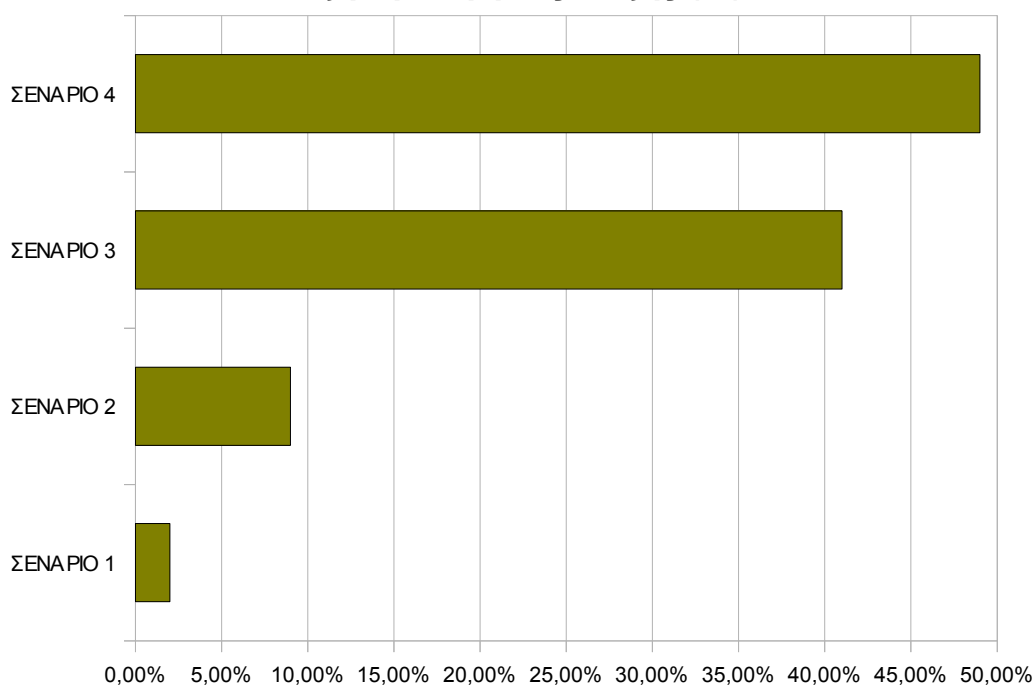


Σχήμα 32: Εξοικονόμηση Ενέργειας Θέρμανσης

Πίνακας 77: Σύγκριση - Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης

Μήνας	Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης (kWh)				
	Αρχικό Κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Ιανουάριος	0	0	0	0	0
Φεβρουάριος	0	0	0	0	0
Μάρτιος	0	0	0	0	0
Απρίλιος	0	0	0	0	0
Μάιος	96,49	142,55	149,37	641,26	1.153
Ιούνιος	1.310	1.388	1.530	2.622	3.314
Ιούλιος	3.043	3.019	3.227	4.549	4.798
Αύγουστος	3.055	3.046	3.263	4.633	4.956
Σεπτέμβριος	618	663,89	757,89	1.246	1.728
Οκτώβριος	0	0	0	0	0
Νοέμβριος	0	0	0	0	0
Δεκέμβριος	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	8.122,49	8.259,44	8.927,26	13.691,26	15.949
Ποσοστιαία Αύξηση Ενέργειας Ψύξης		2 %	9 %	41 %	49 %

Αύξηση Ενέργειας Ψύξης (%)



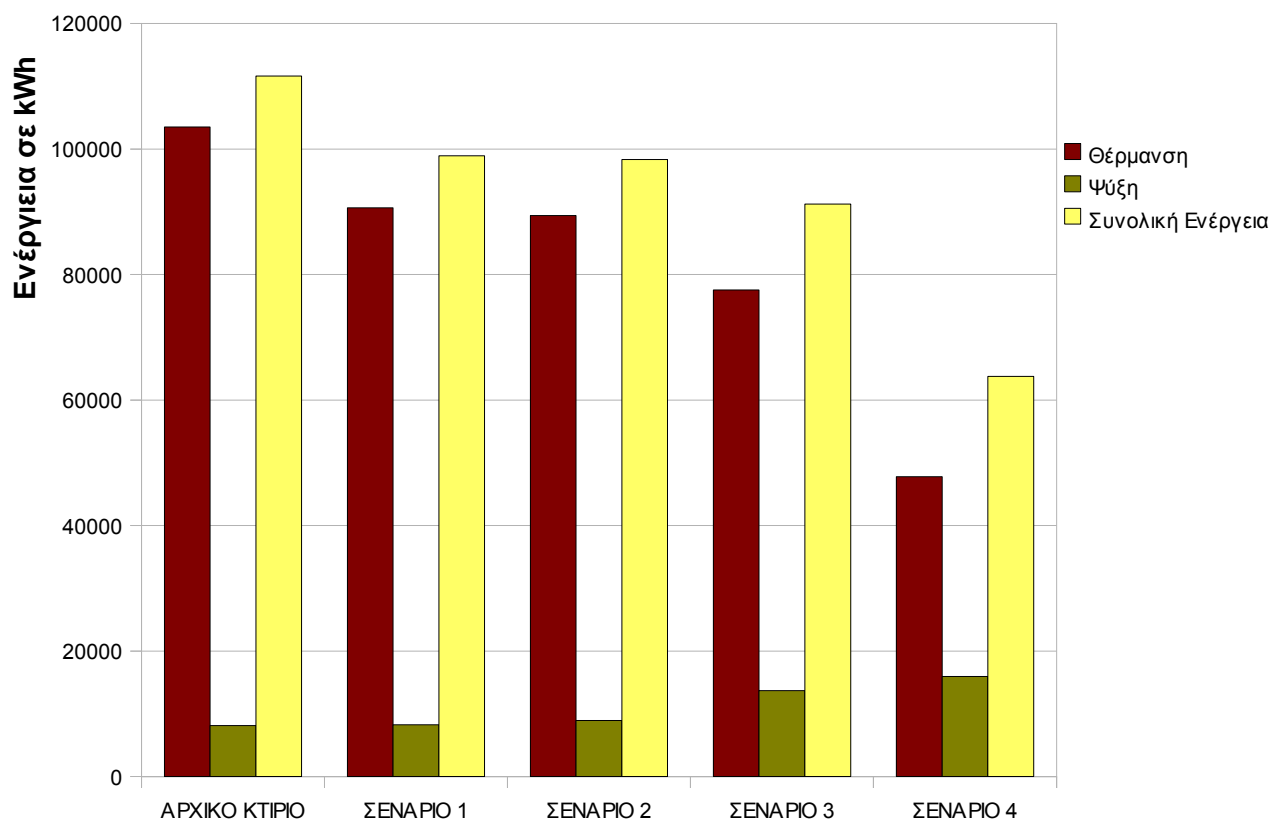
Σχήμα 33: Αύξηση Ενέργειας Ψύξης

Τέλος, για το αρχικό κτίριο και για τα σενάρια που εξετάσαμε, παρουσιάζονται οι ανάγκες θέρμανσης και ψύξης καθώς και οι συνολικές ανάγκες για όλο το χρόνο σε kWh.

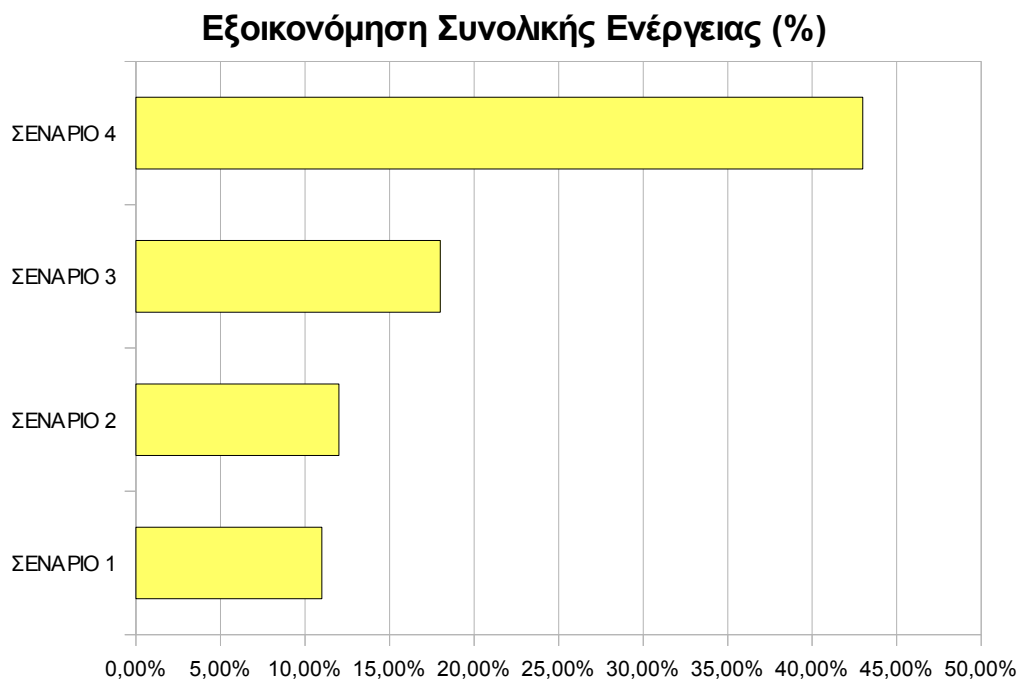
Πίνακας 78: Συνολικές Ανάγκες Θέρμανσης και Ψύξης - Ποσοστιαία Εξοικονόμηση

	Αρχικό Κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Ανάγκες Θέρμανσης (kWh)	103.505,95	90.649,28	89.402,77	77.517,04	47.788,73
Ανάγκες Ψύξης (kWh)	8.122,49	8.259,44	8.927,26	13.691,26	15.949
Συνολικές Ανάγκες (kWh)	111.628,44	98.908,72	98.330,03	91.208,30	63.737,73
Ποσοστιαία Εξοικονόμηση Ενέργειας (%)	-	11	12	18	43

Σύγκριση Αποτελεσμάτων



Σχήμα 34: Σύγκριση Αποτελεσμάτων



Σχήμα 35: Εξοικονόμηση Συνολικής Ενέργειας

Συμπεράσματα

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία συμπεραίνουμε ότι :

1. Σε όλα τα σενάρια που μελετήσαμε αλλά και στο αρχικό (χωρίς επεμβάσεις) κτίριο, ο Ιανουάριος είναι ο μήνας με τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε θέρμανση και ο Αύγουστος αυτός με τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε ψύξη.
2. Το μέγιστο φορτίο θέρμανσης και ψύξης για όλες τις περιπτώσεις που μελετήσαμε, συναντάται τους μήνες Ιανουάριο και Αύγουστο αντίστοιχα. Μάλιστα, οι χρονικές στιγμές όπου παρατηρούμε αυτές τις τιμές είναι σχεδόν ίδιες (με μια μικρή απόκλιση της τάξης των λίγων ωρών) για όλα τα σενάρια, συμπεριλαμβανομένου και του αρχικού.
3. Τελικά, σε όλα τα σενάρια ενώ οι απαιτήσεις ψύξης για το κτίριο αυξάνονται παρατηρούμε ότι η αντίστοιχη μείωση των απαιτήσεων θέρμανσης είναι κατά πολύ μεγαλύτερη ώστε τελικά η διαφορά αυτή υπερκαλύπτεται.
4. Συγκριτικά με την αρχική κατάσταση του κτιρίου, η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται με την πραγματοποίηση του σεναρίου 4 (αντικατάσταση υαλοπινάκων και λαμπτήρων, θερμομόνωση εξωτερικών τοιχών- εξοικονόμηση 43%), όπου οι ενεργειακές απαιτήσεις θέρμανσης σχεδόν υποδιπλασιάζονται (53%) ενώ οι ψυκτικές ανάγκες αυξάνονται κατά 49% (σχεδόν διπλασιάζονται). Ακολουθεί η αντικατάσταση των λαμπτήρων, όπου επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας ίση με 18 %. Τέλος, η θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων και η αντικατάσταση των υαλοπινάκων έχουν περίπου τα ίδια αποτελέσματα στη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου, όπου με την εφαρμογή τους εξοικονομούμε ενέργεια ίση με 12% και 11 % αντίστοιχα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] : “Οδηγία 2005/32/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 6^{ης} Ιουλίου 2005 για θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια και για τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ του Συμβουλίου και των οδηγιών 96/57/EK και 2000/55/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου”, Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης
- [2] : Τεχνικές οδηγίες ΤΕΕ, ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 : “ Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων“ : <http://opac.tee.gr>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

<i>Λίστα Εικόνων</i>	<i>Σελ.</i>
Εικόνα 1 : Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Ευρώπη.....	5
Εικόνα 2 : Αποτελέσματα Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου.....	28
Εικόνα 3 : Κατηγορίες Ενεργειακής Απόδοσης.....	29
Εικόνα 4 : Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης.....	30
Εικόνα 5 : Σχηματική Απεικόνιση Κλιματικών Ζωνών της Ελλάδας.....	31
Εικόνα 6 : Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας Κτιρίου (ΔΕΤΑ).....	35
Εικόνα 7 : Λίμνη Ευβοίας.....	41
Εικόνα 8 : Τοποθεσία Δημοτικού Σχολείου.....	44
Εικόνα 9 : Δημοτικό Σχολείο.....	44
Εικόνα 10 : Άποψη Δημοτικού Σχολείου.....	45
Εικόνα 11 : Κάτοψη Ισογείου.....	46
Εικόνα 12 : Κάτοψη Ορόφου.....	47
Εικόνα 13 : Αίθουσες Διδασκαλίας 1,2,4 Ισογείου.....	49
Εικόνα 14 : Αίθουσες Διδασκαλίας Ορόφου.....	56
Εικόνα 15 : Διάγραμμα Θερμικής Άνεσης.....	61
Εικόνα 16 : Αρχικό Παράθυρο TRNBuild	66
Εικόνα 17 : Ζώνη 1.....	69
Εικόνα 18 : Ζώνη 2.....	70
Εικόνα 19 : Ζώνη 3.....	71
Εικόνα 20 : Ζώνη 4.....	72
Εικόνα 21 : Ζώνη 5.....	73
Εικόνα 22 : Ζώνη 6.....	74
Εικόνα 23 : Ζώνη 7.....	75
Εικόνα 24 : Ζώνη 8.....	76
Εικόνα 25 : Ζώνη 9.....	77
Εικόνα 26 : Ζώνη 10.....	78
Εικόνα 27 : Ζώνη 11.....	79
Εικόνα 28 : Ζώνη 12.....	80
Εικόνα 29 : Ζώνη 13,14,15,16,17.....	81
Εικόνα 30 : Σύστημα Προσομοίωσης Δημοτικού Σχολείου.....	95

<i>Λίστα Πινάκων</i>	<i>Σελ.</i>
Πίνακας 1 : Κλιματικές Ζώνες.....	31
Πίνακας 2 : Τιμές Θερμοκρασίας Σκιάθου.....	42
Πίνακας 3 : Τιμές Βροχόπτωσης Σκιάθου.....	43
Πίνακας 4 : Τιμές Έντασης Ανέμου Σκιάθου.....	43
Πίνακας 5 : Χαρακτηριστικά Αιθουσών 1,2.....	50
Πίνακας 6 : Χαρακτηριστικά Αίθουσας 3.....	50
Πίνακας 7 : Χαρακτηριστικά Αίθουσας 4.....	51
Πίνακας 8 : Χαρακτηριστικά Αίθουσας 5.....	51
Πίνακας 9 : Χαρακτηριστικά Γραφείων.....	52
Πίνακας 10 : Χαρακτηριστικά Αποθήκης 1.....	53
Πίνακας 11 : Χαρακτηριστικά WC1.....	53
Πίνακας 12 : Χαρακτηριστικά Κυλικείου.....	54
Πίνακας 13 : Χαρακτηριστικά WC2 και Αποδυτηρίων.....	54
Πίνακας 14 : Χαρακτηριστικά Αποθήκης 2.....	55
Πίνακας 15 : Χαρακτηριστικά Γυμναστηρίου.....	55
Πίνακας 16 : Χαρακτηριστικά Αιθουσών 7,8,9,10.....	57
Πίνακας 17 : Χαρακτηριστικά Αίθουσας 6 και Αίθουσας Η/Υ.....	57
Πίνακας 18 : Χαρακτηριστικά Αίθουσας Εκδηλώσεων.....	58
Πίνακας 19 : Παράμετροι που Σχετίζονται με τις Συνθήκες Ευεξίας.....	59
Πίνακας 20 : Συνθήκες Θερμοκρασίας και Υγρασίας για Κτίρια Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης.....	61
Πίνακας 21 : Συνθήκες Αερισμού Χώρου για Κτίρια Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης.....	62
Πίνακας 22 : Ενδεικνυόμενες Τιμές Ταχύτητας Αέρα.....	62
Πίνακας 23 : Μεταβολικοί Ρυθμοί για Ελαφριά Δουλειά και Άθληση.....	63
Πίνακας 24 : Τιμές Θερμικής Αντίστασης.....	64
Πίνακας 25 : Στοιχεία Project.....	66
Πίνακας 26 : Θερμικές Ζώνες.....	68
Πίνακας 27 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 1.....	69
Πίνακας 28 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 2.....	70
Πίνακας 29 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 3.....	71
Πίνακας 30 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 4.....	72
Πίνακας 31 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 5.....	73
Πίνακας 32 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 6.....	74
Πίνακας 33 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 7.....	75

Πίνακας 34 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 8.....	76
Πίνακας 35 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 9.....	77
Πίνακας 36 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 10.....	78
Πίνακας 37 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 11.....	79
Πίνακας 38 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 12.....	80
Πίνακας 39 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 13.....	82
Πίνακας 40 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 14.....	82
Πίνακας 41 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 15.....	82
Πίνακας 42 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 16.....	83
Πίνακας 43 : Χαρακτηριστικά Ζώνης 17.....	83
Πίνακας 44 : Στρώματα-Υλικά Εξωτερικού Τοίχου.....	84
Πίνακας 45 : Στρώματα-Υλικά Δαπέδου.....	84
Πίνακας 46 : Στρώματα-Υλικά Οροφής.....	84
Πίνακας 47 : Στρώματα-Υλικά Στέγης.....	84
Πίνακας 48 : Θερμοφυσικές Ιδιότητες Υλικών.....	85
Πίνακας 49 : Τιμές Ηλιακής Απορροφητικότητας Επιφανειών.....	85
Πίνακας 50 : Τιμές Συντελεστή Συναγωγιμότητας Δομικών Στοιχείων.....	86
Πίνακας 51 : Θερμοφυσικές Ιδιότητες (Κράματος) Αλουμινίου.....	87
Πίνακας 52 : Περίοδοι Λειτουργίας Σχολείου.....	88
Πίνακας 53 : Διείσδυση Αέρα λόγω Ανοιγμάτων.....	88
Πίνακας 54 : Διείσδυση Αέρα στις Ζώνες.....	89
Πίνακας 55 : Εβδομαδιαίο Χρονοδιάγραμμα Θέρμανσης.....	90
Πίνακας 56 : Εβδομαδιαίο Χρονοδιάγραμμα Ψύξης.....	90
Πίνακας 57 : Εναλλαγές Αέρα ανά Ώρα για Διάφορους Χώρους.....	91
Πίνακας 58 : Εναλλαγές Αέρα ανά Ώρα για Κάθε Ζώνη.....	91
Πίνακας 59 : Εβδομαδιαίο Πρόγραμμα Αερισμού.....	91
Πίνακας 60 : Παρουσία Ατόμων και Μεταβολικοί Ρυθμοί σε Κάθε Ζώνη.....	92
Πίνακας 61 : Εβδομαδιαίο Πρόγραμμα Φωτισμού.....	93
Πίνακας 62 : Συνθήκες Άνεσης για την Περίοδο 1.....	94
Πίνακας 63 : Συνθήκες Άνεσης για την Περίοδο 2.....	94
Πίνακας 64 : Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου.....	101
Πίνακας 65 : Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου.....	101
Πίνακας 66 : Σενάριο 1 - Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου.....	105
Πίνακας 67 : Σενάριο 1 - Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου.....	105

Πίνακας 68 : Σενάριο 2 - Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου.....	108
Πίνακας 69 : Σενάριο 2 - Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου.....	108
Πίνακας 70 : Σενάριο 3 - Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου.....	111
Πίνακας 71 : Σενάριο 3 - Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου.....	112
Πίνακας 72 : Σενάριο 4 - Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου.....	114
Πίνακας 73 : Σενάριο 4 - Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Κτιρίου.....	115
Πίνακας 74 : Σύγκριση - Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης.....	116
Πίνακας 75 : Σύγκριση - Μέσες Ωριαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης.....	117
Πίνακας 76 : Σύγκριση - Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης.....	118
Πίνακας 77 : Σύγκριση - Μηνιαίες Ενεργειακές Απαιτήσεις Ψύξης.....	119
Πίνακας 78 : Συνολικές Ανάγκες Θέρμανσης και Ψύξης - Ποσοστιαία Εξοικονόμηση.....	120

Λίστα Σχημάτων**Σελ.**

Σχήμα 1 : Συνολική Παραγωγή Ενέργειας στην Ευρώπη (27)	2
Σχήμα 2 : Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας στην Ευρώπη (27).....	3
Σχήμα 3 : Κατανομή Συνολικής Κατανάλωσης Ενέργειας ανά Τομέα.....	4
Σχήμα 4 : Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας στον Κτιριακό Τομέα.....	6
Σχήμα 5 : Κατανάλωση Ενέργειας στην Ελλάδα.....	8
Σχήμα 6 : Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας σε Κτίρια στην Ελλάδα.....	9
Σχήμα 7 : Κατανομή Ελληνικών Κτιρίων με βάση το Έτος Κατασκευής τους.....	10
Σχήμα 8 : Κατανομή Ελληνικών Κτιρίων με βάση τη Μόνωσή τους.....	10
Σχήμα 9 : Κατανομή Κατανάλωσης Ενέργειας.....	11
Σχήμα 10 : Κατανομή Ενέργειας ανά Χρήση στις Κατοικίες.....	12
Σχήμα 11 : Κατανομή Ενέργειας ανά Χρήση στον Τριτογενή Τομέα.....	12
Σχήμα 12 : Ελάχιστη, Μέση και Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία.....	42
Σχήμα 13 : Μηνιαία Βροχόπτωση.....	43
Σχήμα 14 : Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμου.....	43
Σχήμα 15 : Ενεργειακές Ανάγκες Θέρμανσης Δημοτικού Σχολείου.....	99
Σχήμα 16 : Ενεργειακές Ανάγκες Ψύξης Δημοτικού Σχολείου.....	100
Σχήμα 17 : Αρχική Κατάσταση-Μηνιαίες Ανάγκες Θέρμανσης και Ψύξης.....	102
Σχήμα 18 : Σενάριο 1 - Ενεργειακές Ανάγκες Θέρμανσης.....	104
Σχήμα 19 : Σενάριο 1 - Ενεργειακές Ανάγκες Ψύξης.....	105
Σχήμα 20 : Σενάριο 1 - Μηνιαίες Ανάγκες Θέρμανσης και Ψύξης.....	106
Σχήμα 21 : Σενάριο 2 - Ενεργειακές Ανάγκες Θέρμανσης.....	107
Σχήμα 22 : Σενάριο 2 - Ενεργειακές Ανάγκες Ψύξης.....	108
Σχήμα 23 : Σενάριο 2 - Μηνιαίες Ανάγκες Θέρμανσης και Ψύξης.....	109
Σχήμα 24 : Σενάριο 3 - Ενεργειακές Ανάγκες Θέρμανσης.....	110
Σχήμα 25 : Σενάριο 3 - Ενεργειακές Ανάγκες Ψύξης.....	111
Σχήμα 26 : Σενάριο 3 - Μηνιαίες Ανάγκες Θέρμανσης και Ψύξης.....	112
Σχήμα 27 : Σενάριο 4 - Ενεργειακές Ανάγκες Θέρμανσης.....	113
Σχήμα 28 : Σενάριο 4 - Ενεργειακές Ανάγκες Ψύξης.....	114
Σχήμα 29 : Σενάριο 4 - Μηνιαίες Ανάγκες Θέρμανσης και Ψύξης.....	115
Σχήμα 30 : Σύγκριση - Μέσες Ωριαίες Απαιτήσεις Θέρμανσης.....	116
Σχήμα 31 : Σύγκριση - Μέσες Ωριαίες Απαιτήσεις Ψύξης.....	117
Σχήμα 32 : Εξοικονόμηση Ενέργειας Θέρμανσης.....	118
Σχήμα 33 : Αύξηση Ενέργειας Ψύξης.....	119

Σχήμα 34 : Σύγκριση Αποτελεσμάτων.....	120
Σχήμα 35: Εξοικονόμηση Συνολικής Ενέργειας.....	121

