



**ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΒΑΣΕΙ ΤΟΥ ΚΕΝΑΚ**

**Αράπης Θεόδωρος**

**ΑΜ: 2016/0096**

**Αργυρούδης Στέφανος**

**ΑΜ: 2016/0115**

**Επιβλέπων Καθηγητής**  
**Δρ. Χρυσανίδης Θεόδωρος**

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ**

**ΙΟΥΝΙΟΣ 2022**

## Περίληψη

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται με την ποιότητα των ενεργειακών συστημάτων και την ορθή ενεργειακή διαχείριση, που περιλαμβάνει πολλές δραστηριότητες. Το πρώτο και σημαντικότερο βήμα για την εξασφάλιση των παραπάνω αποτελεί η μελέτη ενεργειακής απόδοσης, η οποία μας επιτρέπει να αποκτήσουμε επαρκή γνώση για την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου. Χωρίς αυτήν είναι αδύνατη η εξασφάλιση των στόχων της ενεργειακής διαχείρισης, η επιλογή και εφαρμογή κατάλληλων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.

Τα κεφάλαια της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι οχτώ. Το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει δεδομένα που αφορούν την ενέργεια. Πιο συγκεκριμένα το ενεργειακό σύστημα της Ευρώπης και της Ελλάδας, διάφορες μορφές ενέργειας καθώς και ενεργειακούς χάρτες. Επίσης, περιλαμβάνει πληροφορίες για την ενέργεια σε σχέση με την οικονομική ανάπτυξη, την ποιότητα ζωής και το περιβάλλον. Τέλος, κλείνει με το ενεργειακό πρόβλημα που υπάρχει και την σημαντικότητα του να γίνουν άμεσα ενέργειες διόρθωσης και βελτίωσης της κατάστασης που επικρατεί.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται οι εθνικές προδιαγραφές για όλες τις παραμέτρους που απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και αναλύονται οι μεθοδολογίες υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται εν συντομία το πρόγραμμα TEE-KENAK και ο Κανονισμός θερμομόνωσης κτηρίων. Το TEE-KENAK αποτελεί το εργαλείο-λογισμικό των μηχανικών για την εκπόνηση των ενεργειακών μελετών, καθώς και ο τρόπος χρήσης και λειτουργίας του. Ο Κανονισμός θερμομόνωσης κτηρίων αν και υπήρξε για την εποχή του ένα σημαντικό εργαλείο, δεν μπορεί πλέον να ανταποκριθεί στις σύγχρονες ενεργειακές απαιτήσεις.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα συστήματα θέρμανσης, καθώς και ανάλυση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων των πιο συχνών και διαδεδομένων συστημάτων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύονται τα κριτήρια διάκρισης, η χρήση, το κόστος καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των διάφορων ειδών των κουφωμάτων.

Στο έκτο και έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία της μελέτης ενεργειακής επιθεώρησης και της έκδοσης πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης για ένα διαμέρισμα και ένα κατάστημα αντίστοιχα.

Τέλος, στο όγδοο κεφάλαιο περιέχονται τα συμπεράσματα τα οποία διαμορφώθηκαν κατά την διατριβή και συγγραφή για την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

## **Abstract**

A construction's energy saving is ensured by the quality of the energy systems and the correct energy management, that includes many activities. The first and most important step to secure all of the above is the analysis of energy efficiency, which allows us to obtain enough knowledge about the construction's consumption. Without it it's impossible to ensure the goals of energy management, the selection and application of the suitable measures for the energy saving and energy rating of the construction.

This thesis consist of eight chapters. The first chapter includes data about energy. More specifically Europe and Greece's energy system, various forms of energy and energy maps. Furthermore, it includes information about energy concerning financial development, the quality of life and environment. Finally, it concludes with the energy problem that exists and the importance of actions that must immediately occur for the correction and improvement of the current state.

In the second chapter are mentioned the national specifications for all the parameters required to apply the energy efficiency calculation methodology of constructions and the methodologies for calculating the energy efficiency of buildings are analyzed.

In the third chapter, the TEE-KENAK program and the Building Thermal Insulation Regulation are briefly presented. TEE-KENAK is the tool-software of engineers for the preparation of energy studies, as well as the way of its use and operation. The Building Thermal Insulation Regulation, although it was an important tool for its time, can no longer meet modern energy requirements.

In the fourth chapter, reference is made to heating systems, as well as an analysis of the advantages and disadvantages of the most common and widespread systems.

In the fifth chapter, the distinction criteria, the use, the cost, as well as the advantages and disadvantages of the various types of frames are analyzed.

The sixth and seventh chapters present the process of the energy inspection study and the issuance of an energy efficiency certificate for an apartment and a shop respectively.

Finally, the eighth chapter contains the conclusions that were formed during the studying and writing for the preparation of this thesis.

# Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Abstract	3
Περιεχόμενα	4
Κατάλογος Πινάκων	10
Κατάλογος Σχημάτων	11
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
1.1 Ενέργεια	13
1.1.1 Ενεργειακό σύστημα	13
1.1.1.1 Διάφορες μορφές ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ΑΠΕ κτλ.)	14
1.1.1.2 Ενεργειακό σύστημα Ελλάδας	17
1.1.1.3 Λιγνίτης	18
1.1.2 Ενέργεια, πικονομία, ποιότητα ζωής, περιβάλλον	20
1.1.2.1 Οικονομική ανάπτυξη και χρήση ενέργειας	21
1.1.2.2 Ενέργεια και περιβάλλον	22
1.1.3 Ενεργειακά προβλήματα	25
2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ	27
2.1 Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου	27
2.2 Ενεργειακή απόδοση	28
2.2.1 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου	28
2.2.2 Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης	30
2.3 Κτίριο αναφοράς	32
2.4 Κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα	33
2.5 Θερμικές ζώνες κτιρίου	36
2.6 Κέλυφος	37
2.6.1 Γραμμικές διαστάσεις δομικού στοιχείου	37
2.6.2 Γεωμετρικά στοιχεία των επιφανειών των δομικών στοιχείων	40
2.6.3 Όγκος του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης	40

2.7	Θερμικά χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων κτιρίου	39
2.7.1	Ελάχιστες απαιτήσεις και προδιαγραφές κτιρίου αναφοράς	44
2.7.2	Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων	44
2.7.3	Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	52
2.7.4	Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος	52
2.7.5	Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους	59
2.7.6	Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη	60
2.7.7	Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με όμορο κτίριο	60
2.7.8	Υπολογισμός των θερμογεφυρών	60
3.	ΤΕΕ – ΚΕΝΑΚ ΚΑΙ ΚΘΚ	66
3.1	Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίου (ΚΕΝΑΚ)	66
3.1.1	Το νομικό πλαίσιο του ΚΕΝΑΚ	67
3.1.2	Λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ	69
3.1.3	ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ ενεργειακή μελέτη κτιρίων	69
3.2	Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων (ΚΘΚ)	70
4.	ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	71
4.1	Γενικά για το σύστημα	71
4.2	Σύστημα παραγωγής θερμικής ενέργειας	71
4.2.1	Αντλίες θερμότητας για θέρμανση/ψύξη	71
4.2.1.1	Εφαρμογές και πλεονεκτήματα Αντλίας θερμότητας	71
4.2.2	Λέβητες υγραερίου ή φυσικού αερίου	73
4.2.2.1	Επίτοιχοι λέβητες αερίου	73
4.2.2.2	Πως λειτουργούν οι λέβητες συμπύκνωσης	73
4.2.2.3	Πλεονεκτήματα λεβητών συμπύκνωσης	74
4.2.3	Λέβητες πετρελαίου	75
4.2.4	Ηλιοθερμικά συστήματα	76
4.2.4.1	Πλεονεκτήματα ηλιοθερμίας	77
4.2.4.2	Εφαρμογές της ηλιοθερμίας	77

4.2.5 Υβριδικά συστήματα θέρμανσης - ψύξης	78
4.3 Συστήματα μετάδοσης θερμικής ενέργειας	78
4.3.1 Σώματα καλοριφέρ	80
4.3.1.1 Περιγραφή	80
4.3.1.2 Λειτουργία	80
4.3.2 Μονάδες fan coil για θέρμανση/ψύξη	81
4.3.2.1 Πλεονεκτήματα χρήσης fan coils	81
4.3.2.2 Εφαρμογές fan coils	82
4.3.3 Συστήματα ενδοπέδιας θέρμανσης και δροσισμού	82
4.3.3.1 Εξοικονόμηση ενέργειας	83
4.3.3.2 Υψηλό επίπεδο υγιεινής	83
4.3.3.3 Ψύξη δαπέδου	84
4.3.3.4 Απόλυτη ελευθερία στην διαμόρφωση χώρων	84
4.4 Σύγκριση εναλλακτικών τρόπων θέρμανσης (υπέρυθρα πάνελ, ηλεκτρική, ΚΛΠ.) ασφάλεια, ακτινοβολίες, μειονεκτήματα, πλεονεκτήματα	85
4.4.1 Μειονεκτήματα - πλεονεκτήματα	85
4.4.2 Θέρμανση με ρεύμα (ηλεκτρική)	86
4.4.2.1 Ηλεκτρική θέρμανση και ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες	86
4.4.2.2 Τοπικά υψηλές εκπομπές	86
4.4.2.3 Υψηλότερα μαγνητικά πεδία παντού	87
4.4.2.4 Βρώμικος ηλεκτρισμός	87
4.4.2.5 Είναι η ηλεκτρική θέρμανση πιο οικολογική;	88
4.4.2.6 Ηλεκτρικά καλοριφέρ, κονβεκτορ, θερμοπομποί, θερμαντικά πάνελ	88
4.4.2.7 Θερμαστές – κάτοπτρα με λυχνίες αλογόνου, χαλάζια υπέρυθρης	89
4.4.2.8 Αερόθερμα, κλιματιστικά, Fancoil	89
4.4.2.9 Ηλεκτρικοί λέβητες	89
4.4.2.10 Ηλεκτρικοί λέβητες ιόντων	89
4.4.2.11 Ενδοδαπέδια θέρμανση με ηλεκτρικές αντιστάσεις	90

4.4.2.11	Θερμοσυσσωρευτές	90
4.4.2.12	Θερμαντικά πάνελ υπέρυθρης ακτινοβολίας	91
4.4.3	Θέρμανση με καύση	92
4.4.3.1	Καυστήρες – λέβητες πετρελαίου	93
4.4.3.2	Καυστήρες – λέβητες φυσικού αερίου	93
4.4.3.3	Καυστήρες – λέβητες βιομάζας (ξύλο, pellets κλπ)	93
4.4.3.4	Τζάκια και σόμπες βιομάζας (ξύλου, pellets, βιοαιθανόλης)	94
4.4.3.5	Σόμπες πετρελαίου, κηροζίνης, φυσικού αερίου, ξύλο, πέλετς κλπ)	95
4.4.3.6	Απλά τζάκια (ανοιχτή εστία)	95
4.4.3.7	Ενεργειακά – θερμοδυναμικά τζάκια / σομπες	95
4.4.3.8	Τζάκια βιοαιθανόλης	96
4.4.3.9	Τζάκια καλοριφέρ	96
4.4.3.10	Τζάκια μεγάλης θερμικής μάζας	96
4.4.4	Θέρμανση Με αντλίες θερμότητας	97
4.4.4.1	Αντλίες αέρα	98
4.4.4.2	Γεωθερμικές αντλίες	99
4.4.5	Θέρμανση από τον ήλιο	99
4.4.5.1	Θερμομόνωση: η καλύτερη λύση για την μείωση των εξόδων θέρμανσης	100
4.5	Γενικές πληροφορίες για τα συστήματα θέρμανσης	101
4.5.1	Σύστημα θέρμανσης χώρων	101
4.5.2	Σύστημα ψύξης χώρων	101
4.5.3	Κεντρικές κλιματικές μονάδες	102
4.5.4	Σύστημα ύγρανσης	102
4.5.5	Εγκαταστάσεις ζεστού νερού χρήσης (ζ.ν.χ.)	103
4.5.6	Θερμικά ηλιακά συστήματα	104
4.5.7	Εγκαταστάσεις φωτισμού	104
5.	ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ	105
5.1	Ορισμός	105

5.2	Είδη κουφωμάτων	106
5.2.1	Διάκριση ανάλογα με τα μονωτικά χαρακτηριστικά	106
5.2.1.1	Ηχομονωτικά	106
5.2.1.2	Θερμομονωτικά	106
5.2.1.2.1	Θερμοδιακοπτόμενα κουφώματα	107
5.2.1.2.2	Εξοικονόμηση ενέργειας	107
5.2.1.2.3	Κόστος θερμοδιακοπόμενων κουφωμάτων	108
5.2.1.3	Αλεξίσφαιρα (αλεξίσφαιροι υαλοπίνακες)	108
5.2.1.3.1	κρούσης	Ενέργεια 108
5.2.1.3.2	Ενεργειακοί υαλοπίνακες	109
5.2.1.3.3	Ενεργειακοί υαλοπίνακες τεσσάρων εποχών	109
5.2.1.3.4	Εξοικονόμηση ενέργειας	111
5.2.1.3.5	Απόσβεση χρήματων	111
5.2.1.3.6	Κόστος ενεργειακών υαλοπινάκων	111
5.2.2	Διάκριση ανάλογα με το υλικό κατασκευής	111
5.2.2.1	Ξύλινα κουφώματα	111
5.2.2.1.1	Πλεονεκτήματα ξύλινων κουφωμάτων	112
5.2.2.1.2	Σύγχρονα ξύλινα κουφώματα	113
5.2.2.1.3	Συντήρηση σύγχρονων ξύλινων κουφωμάτων	113
5.2.2.2	Σιδερένια κουφώματα	113
5.2.2.2.1	Ελατές διατομές χάλυβα	113
5.2.2.2.2	Στραντζαριστες διατομές του χάλυβα	114
5.2.2.3	Συνέθετα κουφώματα η κουφώματα pvc	115
5.2.2.3.1	Πλεονεκτήματα Pvc	115
5.2.2.3.2	Μειονεκτήματα Pvc	116
5.2.2.3.3	Που εφαρμόζουν τα pvc	117
5.2.2.4	Κουφώματα αλουμινίου	118
5.2.2.4.1	Πλεονεκτήματα κουφωμάτων αλουμινίου	119



5.2.2.4.2 Μειονεκτήματα κουφωμάτων αλουμινίου	119
5.2.2.4.3 Που εφαρμόζουν τα κουφώματα αλουμινίου	120
5.2.3 Διάκριση ανάλογα με τη θέση τους στο κτίριο	121
5.2.3.1 Εξωτερικά κουφώματα	121
5.2.3.2 Εσωτερικά κουφώματα	121
5.2.4 Διάκριση ανάλογα με τον τρόπο ανοίγματος	123
5.2.4.1 Σταθερά κουφώματα (Fixed Windows)	123
5.2.4.2 Ανοιγόμενα κουφώματα (Opening Windows)	123
5.2.4.3 Συρόμενα κουφώματα (Sliding Windows)	124
5.2.4.4 Σύνθετα κουφώματα	124
5.3 Αναφορά στο μέγεθος των ανοιγμάτων	124
5.3.1 Κριτήρια επιλογής	125
5.3.2 Η σημασία του μεγέθους για τον φωτισμό	126
5.3.2.1 Προσανατολισμός	127
5.3.2.2 Η θέση του ανοίγματος	128
5.3.3.3 Οι ελάχιστες απαιτήσεις	129
5.4 Κατασκευαστικές λεπτομέρειες κουφωμάτων για βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά	129
6. ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1η)	131
6.1 Εισαγωγή δεδομένων	131
6.2 Σενάριο και αποτέλεσμα σεναρίου	137
6.3 Αποτελέσματα	140
6.4 Φωτογραφία Και σκαρίφημα κάτοψης διαμερίσματος	142
6.5 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης	144
7. ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2η)	146
7.1 Εισαγωγή δεδομένων	146
7.2 Σενάριο και αποτέλεσμα σεναρίου	149

7.3 Αποτελέσματα	151
7.4 Φωτογραφία Και σκαρίφημα κάτοψης καταστήματος	153
7.5 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης	155
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	157
Βιβλιογραφία	158

## Κατάλογος Πινάκων

<b>Πίνακας 1:</b> Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων	29
<b>Πίνακας 2:</b> Συντελεστής αναγωγής της κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια	32
<b>Πίνακας 3:</b> Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς	34
<b>Πίνακας 4:</b> Γωνίες αζιμούθιου επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους	39
<b>Πίνακας 5:</b> Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα	43
<b>Πίνακας 6:</b> Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας $U_m$ κτιρίου για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα	43
<b>Πίνακας 7:</b> Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτίρια, η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979)	46
<b>Πίνακας 8:</b> Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτίρια, η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979)	48
<b>Πίνακας 9:</b> Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων, σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979) για τις τρεις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα	50
<b>Πίνακας 10:</b> Συμβατικός τρόπος θεώρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας και της τιμής των θερμογεφυρών στα επί μέρους δομικά στοιχεία ανά περίοδο έκδοσης οικοδομικής άδειας	51
<b>Πίνακας 11:</b> Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας $U'TB$ [ $W/(m^2K)$ ] κατακόρυφου δομικού στοιχείου ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας $UTB$ [ $W/(m^2K)$ ] που εκτείνεται σε βάθος $z$ [m]	56
<b>Πίνακας 12:</b> Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας $UFB$ [ $W/(m^2K)$ ] πλάκας (οριζόντιου δομικού στοιχείου)	57

## Κατάλογος Σχημάτων

<b>Σχήμα 1:</b> Δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου και σταθμοί φόρτωσης πετρελαίου	18
<b>Σχήμα 2:</b> Τα κοιτάσματα λιγνίτη στην Ελλάδα	19
<b>Σχήμα 3:</b> Εγκαταστάσεις και σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα	20
<b>Σχήμα 4:</b> Οικονομία, Ενέργεια, Περιβάλλον	20
<b>Σχήμα 5:</b> Παράδειγμα πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης	30
<b>Σχήμα 6:</b> Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών στην ελληνική επικράτεια	34
<b>Σχήμα 7:</b> Ορισμός μέτρησης οριζόντιων και κατακόρυφων διαστάσεων	38
<b>Σχήμα 8:</b> Ενδεικτική διατομή κτιρίου για τον προσδιορισμό του βάθους έδρασης πλάκας επί εδάφους με διαφορετικές στάθμες έδρασης λόγω κεκλιμένου εδάφους	54
<b>Σχήμα 9:</b> Ενδεικτική διατομή κτιρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας κατακόρυφου δομικού στοιχείου ευρισκόμενου σε στάθμη χαμηλότερη αυτής της επιφάνειας του εδάφους	55
<b>Σχήμα 10:</b> Ενδεικτική διατομή κτιρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας πλάκας υπερυψωμένης κατά απόσταση $h$ από τη στάθμη του εδάφους	56
<b>Σχήμα 11:</b> Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης θερμογεφυρών οριζόντιας τομής	63
<b>Σχήμα 12:</b> Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης θερμογεφυρών κατακόρυφης τομής	64
<b>Σχήμα 13:</b> Απλοποιημένο σκαρίφημα λέβητα συμπύκνωσης	74
<b>Σχήμα 14:</b> Οι λέβητες συμπύκνωσης αξιοποιούν την ενέργεια που βρίσκεται αποθηκευμένη στους υδρατμούς των καυσαερίων, η οποία σε έναν κοινό λέβητα, θα αποβάλλονταν στο περιβάλλον	74
<b>Σχήμα 15:</b> Ηλιοθερμικό σύστημα	76
<b>Σχήμα 16:</b> Υβριδικό σύστημα με έξυπνο συνδυασμό λέβητα και αντλίας θερμότητας	78
<b>Σχήμα 17:</b> Σώμα καλοριφέρ	80
<b>Σχήμα 18:</b> Fan coil (a)	82
<b>Σχήμα 19:</b> Fan coil (b)	82
<b>Σχήμα 20:</b> Κολώνα ΔΕΗ	87
<b>Σχήμα 21:</b> Υψικάμιννοι	87
<b>Σχήμα 22:</b> Ενδοδαπέδια θέρμανση	89
<b>Σχήμα 23:</b> Θερμοσυσσωρευτής	90
<b>Σχήμα 24:</b> Θερμαντικό πάνελ	91
<b>Σχήμα 25:</b> Καμινάδες	92
<b>Σχήμα 26:</b> Τζάκι βιομάζας	94
<b>Σχήμα 27:</b> Αντλία αέρα	98
<b>Σχήμα 28:</b> Γεωθερμική αντλία θερμότητας	99
<b>Σχήμα 29:</b> Ηλιακό σύστημα θέρμανσης	100

<b>Σχήμα 30:</b> Η σωστή επιλογή κουφωμάτων αποτρέπει απώλειες θερμότητας αλλά και χρημάτων	105
<b>Σχήμα 31:</b> Εικόνα κουφώματος	106
<b>Σχήμα 32:</b> Θερμομονωτικό κούφωμα	107
<b>Σχήμα 33:</b> Αλεξίσφαιρο τζάμι	108
<b>Σχήμα 34:</b> Μόνωση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες	110
<b>Σχήμα 35:</b> Μόνωση κατά τους χειμερινούς μήνες	110
<b>Σχήμα 36:</b> Ξύλινα κούφωματα	112
<b>Σχήμα 37:</b> Μορφοσίδηρος	113
<b>Σχήμα 38:</b> Ραβδοσίδηρος	114
<b>Σχήμα 39:</b> Χαλυβδοσωλήνες	114
<b>Σχήμα 40:</b> Χαλυβδοσωλήνες	115
<b>Σχήμα 41:</b> Παράθυρο PVC	117
<b>Σχήμα 42:</b> Μπαλκονόπορτα PVC	118
<b>Σχήμα 43:</b> Εξωτερική πόρτα PVC	118
<b>Σχήμα 44:</b> Κουφώματα αλουμινίου	120
<b>Σχήμα 45:</b> Ρολά αλουμινίου	121
<b>Σχήμα 46:</b> Μασίφ ξύλινη πόρτα	122
<b>Σχήμα 47:</b> Εσωτερική πρεσαριστή πόρτα	122

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Ενέργεια

Το πιο διαδεδομένο αλλά και από τα πλέον απρόσιτα στις αισθήσεις μας μέγεθος είναι η ενέργεια. Είναι το φυσικό μέγεθος που συνοδεύει απαραίτητα κάθε μεταβολή στο φυσικό μας κόσμο, από την πιο απλή, όπως το ρίξιμο μιας πέτρας, μέχρι τις πιο πολύπλοκες όπως τα διάφορα βιολογικά φαινόμενα. Εν τούτοις είναι ένα μέγεθος "άγνωστο" στις αισθήσεις μας σε σχέση με άλλα, με την έννοια ότι δεν το βλέπουμε, δεν μπορούμε να το πιάσουμε, να το ακούσουμε ή να το γευτούμε. Η ενέργεια όμως παραμονεύει παντού. Η ενέργεια είναι ένα φυσικό μέγεθος που το αντιλαμβανόμαστε κυρίως από τα αποτελέσματά της, που είναι γνωστά σαν έργο. Είναι πολύ καλά κρυμμένη στα διάφορα σώματα και φανερώνεται μόνο όταν τα σώματα αυτά μετέχουν σε διάφορα φυσικά ή χημικά φαινόμενα. Αν και είναι δύσκολος ο ορισμός της μπορούμε να πούμε ότι ενέργεια είναι το φυσικό μέγεθος που προκαλεί τις διάφορες μεταβολές στον υλικό κόσμο.

### 1.1.1 Ενεργειακό σύστημα

Στην καθημερινή μας ζωή, αλλά και στο ευρύτερο κοινωνικό-οικονομικό σύστημα, πρωταρχικής σημασίας είναι η διαθεσιμότητα των απαιτούμενων μορφών ενέργειας (π.χ. μορφή θερμότητας). Είναι απαραίτητο να έχουμε διαθέσιμη την κατάλληλη μορφή ενέργειας για το συγκεκριμένο πάντα σκοπό. Η διαθεσιμότητα της κατάλληλης μορφής ενέργειας στον κατάλληλο τόπο και στον κατάλληλο χρόνο επιτυγχάνεται με τα τεχνικά συστήματα, τα οποία εξασφαλίζουν τόσο την μετατροπή της πρωτογενούς διαθέσιμης ενέργειας στη συγκεκριμένη, χρήσιμη, μορφή της, όσο και τη μεταφορά και ενδεχομένως την αποθήκευσή της.

Βέβαια κατά την μετατροπή μιας διαθέσιμης μορφής ενέργειας σε μιαν άλλη, δεν προκύπτουν μόνο οι επιθυμητές μορφές ενέργειας αλλά πιθανά και άλλες μορφές ενέργειας. Αυτές οι ανεπιθύμητες μορφές ονομάζονται απώλειες ενέργειας.

Οι απώλειες ενέργειας υπολογίζονται κατά κύριο λόγο βάσει των νόμων της φυσικής, αφού ληφθεί υπόψη το γεγονός, ότι ιδανικές μηχανές και ιδανικά συστήματα μετατροπής ενέργειας δεν υπάρχουν στην πραγματικότητα, αλλά πάντα συνδέονται με απώλειες.

Η ενέργεια είναι για την ανθρώπινη κλίμακα ένας περιορισμένος πόρος, επειδή τα αποθέματα πρωτογενών αρχικών πόρων είναι συγκεκριμένα και περιορισμένα. Ακόμη και οι λεγόμενες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας προέρχονται από άλλες, περιορισμένες και εξαντλήσιμες, πηγές. Για παράδειγμα, η ηλιακή ενέργεια που δέχεται η γη για ένα συγκεκριμένο διάστημα είναι μια πεπερασμένη ποσότητα, επειδή προέρχεται από την ακτινοβολία του ήλιου. Απλώς, στην περίπτωση αυτή, η διάρκεια ζωής του ήλιου είναι τόσες τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη από αυτήν του ανθρώπου, ώστε να θεωρείται για μας ανεξάντλητη. Στα πλαίσια της δουλειάς του

μηχανικού προκύπτει, επομένως, η ανάγκη να υπολογιστεί η «ποιότητα» των ενεργειακών συστημάτων, με την έννοια του προσδιορισμού της ποσότητας και της μορφής της πρωτογενούς μορφής ενέργειας που πρέπει να χρησιμοποιηθεί, ώστε να αποδοθεί στον χρήστη η επιθυμητή, άμεσα εκμεταλλεύσιμη, τελική μορφή ενέργειας κατά τον πλέον αποδοτικό τρόπο.

Για την ολοκληρωμένη μελέτη των ενεργειακών συστημάτων δεν αρκεί, ωστόσο, να υπολογιστούν η ποιότητα της μετατροπής και της μεταφοράς ενέργειας. Απαιτείται ακόμη η γνώση των επιδράσεων στο περιβάλλον καθώς και η ύπαρξη εκτενών αναλύσεων και πληροφοριών για ευρύτερα τεχνολογικά, κοινωνικά και οικονομικά θέματα.

### **1.1.1.1 Διάφορες μορφές ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ΑΠΕ κτλ.)**

#### **A) Πετρέλαιο**

Το πετρέλαιο έχει το σημαντικότερο μερίδιο στην αγορά ενέργειας από κάθε άλλο καύσιμο, μολονότι η αναλογία αυτή μειώνεται. Το πετρέλαιο, ενώ το 1970 αποτελούσε το 60% της βασικής παροχής ενέργειας, το ποσοστό αυτό σήμερα είναι στο 44%. Η ζήτηση πετρελαίου αυξάνεται κυρίως στον τομέα των μεταφορών, καθώς οι μεταφορές εξαρτώνται αποκλειστικά από το πετρέλαιο και αποτελούν τον κυριότερο καταναλωτή του. Γι' αυτό το λόγο μία κρίση στη παροχή πετρελαίου σ' αυτό τον τομέα είναι δυσκολότερο να χαλιναγωγηθεί από οποιαδήποτε άλλη διακοπή παροχής οποιουδήποτε άλλου καυσίμου. Η Ευρώπη έχει ωφεληθεί από την εκμετάλλευση των εγχώριων αποθεμάτων, που ωστόσο είναι λιγότερο ελκυστικά οικονομικά και περιορισμένα (συμπεριλαμβανομένου των αποθεμάτων της Νορβηγίας που αποτελούν λιγότερο από το 2% παγκοσμίως). Η εξάρτηση από εισαγωγές πετρελαίου εξακολουθεί να κυμαίνεται από 60% ως 70% και αναμένεται στο μέλλον αυτή να αυξηθεί εξαιτίας της αύξησης της ζήτησης και της μείωσης των εγχώριων αποθεμάτων. Η διεύρυνση δεν είναι πιθανό να επηρεάσει αυτή την εξέλιξη.

#### **B) Φυσικό αέριο**

Το φυσικό αέριο είναι ένα ιδιαίτερης σημασίας καύσιμο για την ασφάλεια παροχής ενέργειας για τρεις λόγους. Πρώτον αυξάνεται σημαντικά η χρήση του και αποκτάει ιδιαίτερη προτίμηση στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (συμπεριλαμβανομένου της συμπαραγωγής) αντικαθιστώντας σταδιακά το πετρέλαιο και τον άνθρακα. Τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με φυσικό αέριο απαιτούν χαμηλότερο κόστος επένδυσης που σημαίνει σύντομη περίοδο αποπληρωμής και μεγαλύτερη απόδοση. Δεύτερον, λόγω της χημικής του σύστασης το φυσικό αέριο εκπέμπει μικρότερες ποσότητες των αερίων του θερμοκηπίου σε σύγκριση με το πετρέλαιο και τον άνθρακα σε πολλά είδη ενεργειακών εφαρμογών. Τέλος, πλεονεκτεί με το να

είναι εύκολα διαθέσιμο από τα αποθέματα εντός της ΕΕ και κοντά στα σύνορά της (Αλγερία, Ρωσία και Νορβηγία).

### **Γ) Στερεά καύσιμα**

Στα στερεά καύσιμα περιλαμβάνονται ο λιθάνθρακας, ο ασφαλτούχος άνθρακας και ο λιγνίτης. Είναι ελκυστικά διότι παρέχουν ασφάλεια τροφοδοσίας στην ΕΕ λόγω των μεγάλων εγχώριων αποθεμάτων, ιδιαίτερα του λιθάνθρακα. Ωστόσο, η εγχώρια παραγωγή άνθρακα μειώνεται για πολλούς λόγους και συνεπώς αυξάνεται η εξάρτηση της ΕΕ από εισαγωγές, ενώ η προτίμηση στα στερεά καύσιμα σε πολλές περιπτώσεις έχει περιοριστεί λόγω των εκπομπών που παράγονται από τη χρήση τους. Η τεχνολογική πρόοδος θα μπορούσε να κινήσει το ενδιαφέρον ξανά προς τον άνθρακα, με τη μορφή των “καθαρών τεχνολογιών άνθρακα”. Η διεύρυνση της ΕΕ θα επιτείνει αυτή τη τάση. Σε μερικές υποψήφιες χώρες ο άνθρακας αποσύρεται από κάποιους τομείς για περιβαλλοντικούς λόγους. Την ίδια στιγμή η Πολωνία που αποτελεί τον κυριότερο παραγωγό στερεών καυσίμων ανάμεσα στις υποψήφιες χώρες μειώνει την παραγωγή άνθρακα σε τέτοιο βαθμό που σύντομα δεν θα είναι αυτάρκης.

### **Δ) Πυρηνική ενέργεια**

Από ένα μικρό ποσοστό, το 1970, η Ευρωπαϊκή Ένωση σήμερα παράγει το 35% του ηλεκτρισμού από πυρηνική ενέργεια. Η συμβατική πυρηνική ενέργεια βασίζεται στο ουράνιο, οπότε οποιαδήποτε ανάλυση των προοπτικών της πυρηνικής ενέργειας εστιάζεται στη διαθεσιμότητα του ουρανίου. Κάθε ανάλυση στην πυρηνική ενέργεια ανεγείρει διάφορους σχετικούς παράγοντες, κυρίως θέματα που αφορούν στην ασφάλεια των μονάδων, στην επανεπεξεργασία των καυσίμων, στην αποθήκευση και διάθεση των υψηλής επικινδυνότητας αποβλήτων και στη μη εξάπλωσή τους. Αν και αρκετά κράτη-μέλη έχουν λάβει πολιτικές αποφάσεις αποκλεισμού της πυρηνικής ενέργειας, η αντικατάστασή της δεν είναι μια εύκολη και φθηνή διαδικασία όταν αφορά μεγάλες ποσότητες. Μια πρόσθετη δυσκολία σχετίζεται με τις σημαντικά μεγαλύτερες εκπομπές ρυπογόνων αερίων των εναλλακτικών συμβατικών καυσίμων.

Η διεύρυνση δεν πρόκειται να επηρεάσει την παρούσα κατάσταση. Κάποιες υποψήφιες χώρες είναι επίσης σε μεγάλο βαθμό εξαρτώμενες από την πυρηνική ενέργεια για την παραγωγή ηλεκτρισμού, π.χ. η Βουλγαρία για το 40%, η Ουγγαρία για το 40%, η Σλοβακία για το 44%, η Σλοβενία για το 38%, η Λιθουανία για το 77% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Έχει εκτιμηθεί ότι το μερίδιο της πυρηνικής ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρισμού στις υπό ένταξη χώρες συν την Ελβετία και τη Νορβηγία μπορεί να πέσει από περίπου 15% σήμερα στο 8,5% το 2026 (Energy - Economy - Environment Modelling Laboratory [E3MLAB], 2017)



## Ε) Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Από το σύνολο των στοιχείων που παρατέθηκαν ως τώρα προκύπτει αρκετά καθαρά ότι απαιτείται η χάραξη μίας ενεργειακής πολιτικής που να διασφαλίζει μεσοπρόθεσμα την απαραίτητη επάρκεια, να διαφυλάσσει όσο γίνεται περισσότερο τα συμβατικά καύσιμα και να μειώσει στο μέγιστο δυνατό βαθμό - και μάλιστα σύντομα - την περιβαλλοντική επιβάρυνση. Προκύπτει επομένως η επιτακτικότητα της διερεύνησης, καταρχήν, και χάραξης, στη συνέχεια, μίας διαφορετικής ενεργειακής, και όχι μόνο, πολιτικής που να συμπεριλάβει τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς αυτές εξ ορισμού πληρούν τις προϋποθέσεις μίας τέτοιας πολιτικής.

Η πρώτη ολοκληρωμένη πρόταση μίας τέτοιας ενεργειακής πολιτικής παρουσιάστηκε από τον πρωτοπόρο Amory Lovins τον Οκτώβριο του 1976. Ο Lovins την αποκάλεσε "The soft path" ("Ο ήπιος δρόμος") σε αντίθεση με την "Business as usual approach" ("Συμβατική οδό") που εφαρμόζεται συνήθως. Η πολιτική αυτή, όπως την ανέλυσε ο Lovins, θα βασιζόταν στην εξοικονόμηση ενέργειας, στην μεσοπρόθεσμη χρήση πυρηνικής ενέργειας και στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας. Για την εξοικονόμηση ενέργειας δεν μπορεί να υπάρξει, και δεν έχει υπάρξει καμία αντίδραση ως τώρα, παρά μόνο απέναντι σε μερικές ακραίες τοποθετήσεις που διατυπώνονται συνήθως κατά την περίοδο αιχμής κάθε ενεργειακής κρίσης. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όμως, αντιμετωπίστηκαν επί πολλά χρόνια με κάποια χροιά συγκατάβασης ως πεδίο εργασίας ελάχιστα ρεαλιστικών επιστημόνων ή ουτοπία περιθωριακών ομάδων οικολόγων. Στα χρόνια που μεσολάβησαν το κόμματων «Πρασίνων - εναλλακτικών» (που ξεκίνησε ως περιθωριακό κίνημα) αναρριχήθηκε στην κυβέρνηση της Γερμανίας και η «Λευκή Βίβλος για την Ενέργεια» της Ευρωπαϊκής Ένωσης προσδιόρισε υψηλούς στόχους για την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ευρώπη. Υπό αυτήν την έννοια το γενικότερο κλίμα είναι σαφώς θετικό.

Τελείως συνοπτικά ως αναφερθεί στο σημείο αυτό ποιες μορφές ενέργειας ανήκουν στο χώρο των ΑΠΕ, ή ήπιων πηγών ενέργειας. Στις ΑΠΕ συγκαταλέγονται όλες αυτές οι μορφές που θεωρούνται, στα πλαίσια του ανθρώπινου χρονικού ορίζοντα, ανεξάντλητες: η ηλιακή ενέργεια, η αιολική ενέργεια, οι υδατοπτώσεις, η ενέργεια των θαλασσών, η βιομάζα και η γεωθερμία. Υπάρχουν αρκετές δυνατότητες κατάταξής τους σε κατηγορίες, ανάλογα με την προέλευσή τους, την πυκνότητά τους, το φορέα της ενέργειας. Χάριν συντομίας θα αρκεστούμε στην παρατήρηση ότι με εξαίρεση την παλιρροιακή ενέργεια των θαλασσών, που οφείλεται στην περιστροφή της Γης και την έλξη της από τους πλανήτες, όλες οι άλλες μορφές, έμμεσα ή άμεσα, αποτελούν παράγωγα της ηλιακής ενέργειας. Θα πρέπει επίσης να παρατηρήσουμε ότι η γεωθερμία δεν είναι πραγματικά ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (αφού είναι πεπερασμένη), αλλά μπορεί να θεωρηθεί ως τέτοια σε σχέση με τον Ιστορικό χρόνο.

Η προβιομηχανική ανθρώπινη κοινωνία στηρίχτηκε στην αξιοποίηση των πηγών αυτών, μέσω της εμπειρικής κυρίως γνώσης (της "τέχνης"): η βιομάζα εξασφάλιζε θερμότητα, η αιολική ενέργεια μεταφορική ισχύ στα πλοία και μηχανικό έργο στους

μύλους μαζί με το υδάτινο δυναμικό. Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική ήξερε να εκμεταλλεύεται τον ήλιο για τη θέρμανση των οικιών.

Με τη Βιομηχανική Επανάσταση, και τη διαθεσιμότητα της συγκεντρωμένης ισχύος των υδρογονανθράκων, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παραμελήθηκαν, μένοντας πεδίο εργασίας μερικών επιστημόνων μετά το 1945, όπως ο Karl Boer, ο Fred Dubin, ο Felix Trombe, ο E.R.G. Eckert κ.α. Όταν μία ομάδα μηχανικών του MIT κατασκεύασε και παρουσίασε το πρώτο σύγχρονο ηλιακό σπίτι, στα μέσα της δεκαετίας του 1950 κανείς δεν το πρόσεξε. Το φάσμα της έλλειψης πετρελαίου το χειμώνα του 1973 επανέφερε στο φως της δημοσιότητας τις πηγές αυτές της ενέργειας και τους ανθρώπους που ασχολούνταν με αυτές.

### **1.1.1.2 Ενεργειακό σύστημα Ελλάδας**

Το Ελληνικό ενεργειακό σύστημα βρίσκεται σε φάση σημαντικών αλλαγών. Η διείσδυση του φυσικού αερίου, η κατασκευή των διευρωπαϊκών δικτύων, η προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της εξοικονόμησης ενέργειας και τέλος η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν τα νέα δεδομένα του. Σημαντικές είναι οι επιπτώσεις των νέων αυτών δεδομένων στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας, στην μείωση της εξάρτησης της από το εισαγόμενο πετρέλαιο, με όλα τα συνεπαγόμενα οφέλη στην εθνική οικονομία, στην εξοικονόμηση μη ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων, στην αύξηση της αποδοτικότητας των διαδικασιών παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας, στην προστασία του περιβάλλοντος και τέλος στην βελτίωση των παρεχομένων υπηρεσιών στους καταναλωτές. Τα σημαντικότερα στοιχεία του ενεργειακού συστήματος της χώρας που σχετίζονται με την υποδομή του, το μέγεθος και τη σύνθεση των επιμέρους τομέων του καθώς και το είδος και τη χρήση των διαφόρων ενεργειακών μορφών σ' αυτό είναι τα εξής:

- Πετρέλαιο
- Φυσικό αέριο
- Λιγνίτης
- ΑΠΕ

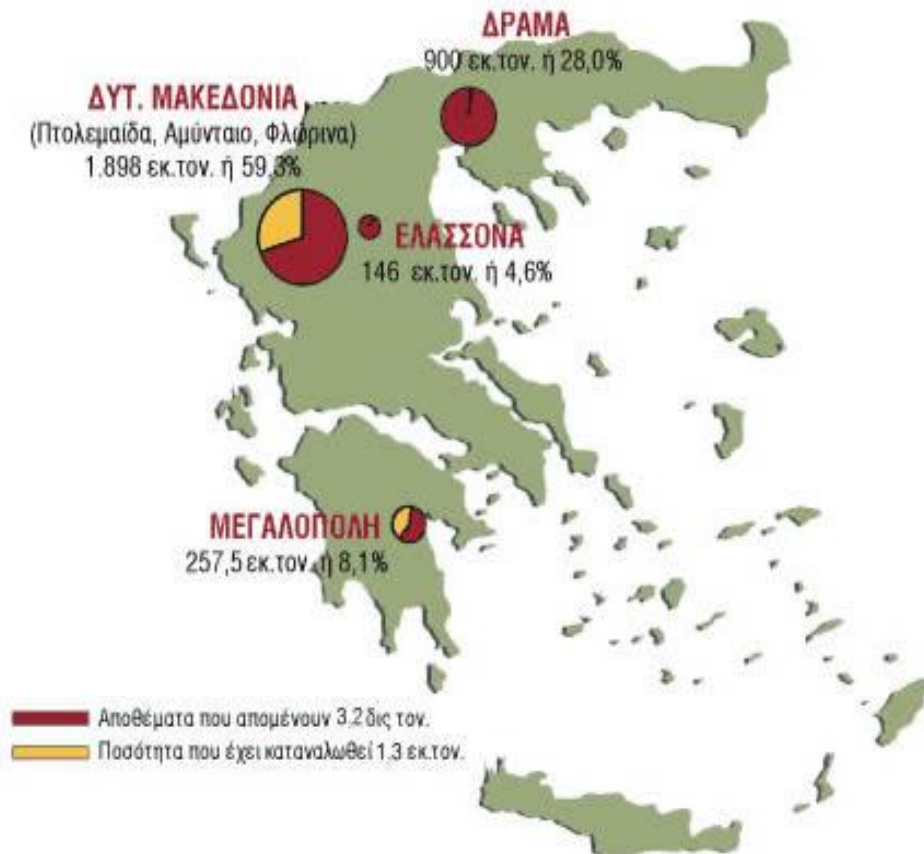


Σχήμα 6: Δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου και σταθμοί φόρτωσης πετρελαίου (Πυροβολάκης, 2014)

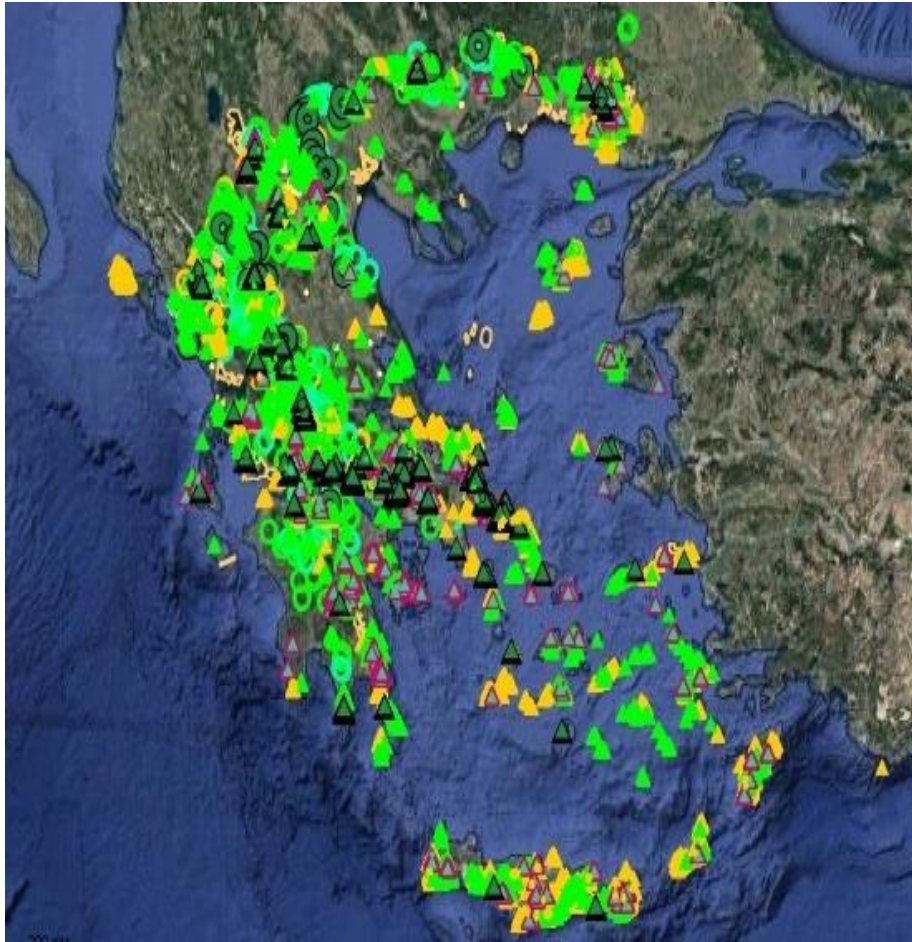
### 1.1.1.3 Λιγνίτης

Η πρωτογενής ενέργεια που χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ο λιγνίτης. Το ηλεκτρικό σύστημα της Ελλάδας διακρίνεται στο Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα (Ε.Δ.Σ.) και στο Νησιωτικό Σύστημα. Οι λιγνίτες ανήκουν στις στερεές ορυκτές καύσιμες ύλες με τη γενική ονομασία γαιάνθρακες και προήλθαν από φυτικά υπολείμματα μέσω μιας σειράς διεργασιών ενανθράκωσης. Οι διεργασίες αυτές είχαν ως αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό των φυτικών υπολειμμάτων σε άνθρακα. Η μετατροπή των φυτών σε τύρφη και η μετάβαση από την τύρφη, στο αρχικό στάδιο της ενανθράκωσης, στον ανθρακίτη στο τελικό στάδιο ενανθράκωσης, είναι συνάρτηση της επίδρασης του χρόνου, της θερμοκρασίας και της πίεσης. Η αύξηση του βαθμού ενανθράκωσης επηρεάζει τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των γαιανθράκων.

Οι λιγνίτες σχηματίστηκαν κατά τα πρώτα στάδια της ενανθράκωσης αμέσως μετά την τύρφη. Για το σχηματισμό ενός κυβικού μέτρου λιγνίτη, έχει υπολογισθεί ότι απαιτείται χρονικό διάστημα 1000 έως 4000 ετών. Η θερμογόνο ισχύς των λιγνιτών είναι από 3 έως 7 φορές χαμηλότερη από αυτήν του λιθάνθρακα και 5 έως 10 φορές μικρότερη από αυτήν του πετρελαίου.



Σχήμα 7: Τα κοιτάσματα λιγνίτη στην Ελλάδα (The analyst, 2021)



**Σχήμα 8:** Εγκαταστάσεις και σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα (Κωνσταντινίδης, 2018)

### 1.1.2 Ενέργεια, οικονομία, ποιότητα ζωής, περιβάλλον



**Σχήμα 9:** Οικονομία, Ενέργεια, Περιβάλλον (Earthday, 2022)

### 1.1.2.1 Οικονομική ανάπτυξη και χρήση ενέργειας

Το μέγεθος της κατανάλωσης της ενέργειας αποτελεί έκφραση της ποιότητας ζωής καθώς και δείκτη της οικονομικής προόδου.

Η κατανάλωση της ενέργειας επηρεάζεται ισχυρά από την ύπαρξη ή μη διαθέσιμης ενέργειας σε «προσιτό» κόστος, με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας να αποτελεί την πιο χαρακτηριστική ένδειξη της ανόδου του βιοτικού επιπέδου και των οικονομικών, αλλά και κοινωνικών, εξελίξεων. Κι αυτό, επειδή η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί τις υψηλότερες επενδύσεις από κάθε άλλη ενεργειακή μορφή. Από την άλλη, ενώ για την ικανοποίηση των αναγκών σε υγρά καύσιμα δεν υπάρχει, προς το παρόν εναλλακτική λύση, για την παραγωγή ηλεκτρισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν αρκετές διαφορετικές πρωτογενείς πηγές ενέργειας, επιτρέποντας την διαμόρφωση εναλλακτικών στρατηγικών.

Η μείωση της σημασίας, της παραδοσιακής βιομηχανίας, που χρησιμοποιούσε τον άνθρακα και το πετρέλαιο, και η μετάβαση σε μία οικονομία του φυσικού αερίου και της ηλεκτρικής ενέργειας συνδυάζονται με την απελευθέρωση της παραγωγής, διανομής και πώλησης αυτών των ενεργειακών πόρων, και δημιουργούν ένα καινούριο περιβάλλον.

Η ραγδαία μείωση της συμβολής του άνθρακα, που υποκαθίσταται κυρίως από το φυσικό αέριο, αποτελεί χαρακτηριστική ένδειξη των όσων συμβαίνουν την τελευταία τριακονταετία. Η κατακόρυφη άνοδος του επιπέδου ζωής στην Ευρώπη μετά το 1945 βασίστηκε στην βιομηχανική ανάπτυξη χάρις στην διάδοση της χρήσης "ενεργοβόρων" καταναλωτικών, βιομηχανικών αγαθών από το σύνολο των κοινωνικών τάξεων του δυτικού κόσμου, αλλά και την υιοθέτηση ενός τρόπου ζωής πολύ πιο "εξυπηρετικού για τον χρήστη" απ' ότι στις αρχές του αιώνα. Η βελτίωση του επιπέδου της ποιότητας ζωής, πέρα από τη φιλοσοφική έννοια που μπορεί να έχει ο όρος, οφείλεται στην δυνατότητα απόκτησης και χρήσης καταναλωτικών συσκευών. Επίσης, οφείλεται στη δυνατότητα μεταφοράς, συντήρησης και διάθεσης αγαθών. Οφείλεται, τέλος, στην ευκολία μετακίνησης και στο υψηλότερο επίπεδο διαβίωσης, τόσο στην κατοικία όσο και στο χώρο εργασίας. Το σύνολο αυτών των αλλαγών βασίστηκε, μεταξύ άλλων, στην παρουσία ενέργειας σε ποσότητες μεγαλύτερες από ποτέ, και μάλιστα συγκεκριμένης μορφής. Η διατήρηση αυτού του τρόπου ζωής εξακολουθεί να βασίζεται στην ενεργειακή επάρκεια, συνδυαζόμενη με την ανάγκη επίτευξης του χαμηλού κόστους της ενέργειας, αλλά και της μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη χρήση της.

Η διάδοση του φυσικού αερίου, που είναι υπό αυτήν την έννοια ένα «σύγχρονο» καύσιμο, αποτελεί το λογικό αποτέλεσμα. Ταυτόχρονα, όμως, παρατηρείται και μία αύξηση της συμμετοχής της ηλεκτρικής ενέργειας ως τελική μορφή ενέργειας, που με δεδομένη την ξεχωριστή αναφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) εξηγείται με την αύξηση της συμμετοχής των αιολικών και υδροηλεκτρικών συστημάτων, αλλά και της χρήσης των πυρηνικών σταθμών.



Η ανθρώπινη κοινωνία των τελευταίων αιώνων έχει συνδέσει τον τρόπο ζωής της με μία συγκεκριμένη πηγή, τα υγρά καύσιμα, σε βαθμό που ποτέ στο παρελθόν δεν είχε συμβεί κάτι τέτοιο, και δεν έχει ανακαλύψει ακόμη μία εναλλακτική ενεργειακή λύση που να μην απαιτεί ριζικές αλλαγές στις συνθήκες διαβίωσης. Τα υγρά καύσιμα αποτελούν την κινητήρια δύναμη, όχι μόνο της πλειοψηφίας των μεταφορικών μέσων, αλλά κυρίως της οικονομίας. Μία απότομη αύξηση του κόστους τους αρκούσε για την εμφάνιση αποσταθεροποιητικών τάσεων σε μία πληθώρα τομέων, όπως φάνηκε. Η ελληνική αγορά, που παραμένει ιδιαίτερα εξαρτημένη από το πετρέλαιο, αποτελεί το αρνητικό παράδειγμα με τις έντονες επιπτώσεις που είχε η απότομη αύξηση της τιμής στη λειτουργία της οικονομίας.

### **1.1.2.2 Ενέργεια και περιβάλλον**

Ως τώρα έγινε αναφορά στην επάρκεια της ενέργειας και στον συσχετισμό της με την οικονομία, επισημαίνοντας τις υφιστάμενες, βαθιές, αμοιβαίες επιδράσεις των δύο αυτών εννοιών. Αυτό αποτελεί ωστόσο τη μία μόνο όψη του προβλήματος. Η άλλη αναφέρεται στο συσχετισμό μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλεί η κατανάλωση αυτή. Όπως η έλλειψη ενέργειας έτσι και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση της αποτελούν φαινόμενα 21ου αιώνα.

Σχεδόν η κάθε ανθρώπινη, εκμηχανισμένη, δραστηριότητα συνεπάγεται και μία μορφή ρύπανσης, όπως είναι η χημική, η θερμική, η ραδιενεργός και η παραγωγή στερεών και υγρών αποβλήτων. Η καύση των στερεών και υγρών καυσίμων οδηγεί αναπόφευκτα στην παραγωγή όλων αυτών των κατηγοριών ρύπων, πλην των ραδιενεργών. Οι επιπτώσεις της "αλόγιστης" ενεργειακής, αλλά και οικονομικής, ευμάρειας των δεκαετιών του 1950 και 1960, και η ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος, άρχισαν να γίνονται κοινή συνείδηση με αφορμή συμβάντα όπως η εμφάνιση της αιθαλομίχλης στο Λονδίνο της δεκαετίας του 1950 και του φωτοχημικού νέφους στο Λος Άντζελες στη δεκαετία του 1970. Η ευρύτερη συνειδητοποίηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων συνέπεσε με τις δύο ενεργειακές κρίσεις στην δεκαετία του '70.

Ως συνέπεια των πρώτων έντονων φαινομένων περιβαλλοντικής ρύπανσης θεσπίστηκαν τα πρώτα νομοθετικά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών ρύπων, κυρίως του μονοξειδίου του άνθρακα και της αιθάλης, το "London's smog act" και το "State of California environmental protection law". Τα μέτρα αυτά αποτέλεσαν τα πρώτα συγκεκριμένα, θετικά βήματα προς την κατεύθυνση της προστασίας του περιβάλλοντος και υποχρέωσαν και τις υπόλοιπες χώρες να ακολουθήσουν.

Στις δεκαετίες που είχαν προηγηθεί τα πρόβλημα της καύσης υδρογονανθράκων αντιμετωπίστηκε ως θέμα βελτιστοποίησής της. Στο βαθμό που αντιμετωπιζόταν το θέμα του περιορισμού των εκπομπών ρύπων, στόχος ήταν η ελαχιστοποίηση της παραγωγής του μονοξειδίου του άνθρακα με την περαιτέρω οξειδωσή του σε διοξείδιο, ο περιορισμός της εκπομπής αιθάλης και οξειδίων του αζώτου και βέβαια

η αύξηση του βαθμού απόδοσης της εκάστοτε συντελούμενης διεργασίας. Στη δεκαετία του 1980, ωστόσο, επήλθε μία σημαντική ποιοτική διαφοροποίηση του προβλήματος, με τη συνειδητοποίηση της καταστροφής των δασών και των μνημείων από την "όξινη βροχή", του "φαινομένου του θερμοκηπίου" και της "τρύπας του όζοντος". Η Ακαδημία των Επιστημών των Η.Π.Α. (US National Academy of Science) διαπίστωσε, ήδη από το 1977, ότι "ο βασικός περιοριστικός παράγοντας της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων (φυσικού αερίου, πετρελαίου και άνθρακα) στους επόμενους αιώνες θα είναι η επιρροή της παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα στις κλιματικές συνθήκες".

Η δεκαετία 1980-90 χαρακτηρίζεται αναμφίβολα από την ευρεία εξάπλωση των περιβαλλοντολογικών ανησυχιών, κινήματων και συζητήσεων στις χώρες της Δυτικής Ευρώπης και στις Η.Π.Α.. Η έννοια της προστασίας του περιβάλλοντος έπαψε να αποτελεί πεδίο δραστηριότητας μεμονωμένων ατόμων και μικρών, συχνά περιθωριακών, ομάδων και εξελίχθηκε σε έναν σημαντικό παράγοντα στη λήψη αποφάσεων στο χώρο της βιομηχανίας, της οικονομίας και της πολιτικής.

Ταυτόχρονα, το άνοιγμα των συνόρων προς τις χώρες-μέλη της πρώην ΚΟΜΕΚΟΝ αποκάλυψε ιδιαίτερα μεγάλου μεγέθους περιβαλλοντικά προβλήματα, που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Στο τέλος του 20ου αιώνα έχει γίνει αντιληπτό, ότι η επιβάρυνση του περιβάλλοντος εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων γίνεται σε μεγάλη κλίμακα, κατά πολλούς και περίπλοκους τρόπους και με μακρόχρονες, βαθιές και δύσκολα προβλέψιμες συνέπειες.

Η μετάβαση από το πετρέλαιο στην πυρηνική ενέργεια και η επιστροφή στον άνθρακα μπορεί να μειώνουν την εξάρτηση από τη μία αυτή πηγή, προκαλούν όμως σοβαρές περιβαλλοντολογικές ανησυχίες. Έχει γίνει πλέον αντιληπτό ότι το, καταρχήν, ακίνδυνο διοξείδιο του άνθρακα (ως το βέλτιστο προϊόν της καύσης των υδρογονανθράκων) αλλά και τα συμπαραγόμενα οξείδια του αζώτου συντελούν αποφασιστικά στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου, με συνέπειες ενδεχομένως δραματικές. Τα οξείδια του θείου κρίθηκαν υπαίτια του θανάτου των δασών στη δυτική και κεντρική Ευρώπη και της καταστροφής των μνημείων στη νότιο Ευρώπη. Το ατύχημα του Τσερνομπίλ στην Ε.Σ.Σ.Δ., και μία σειρά από μικρότερα ατυχήματα όπως του Three Mile Island στις Η.Π.Α. και του Sellafield στη Μ. Βρετανία, κατέστησαν απτούς τους κινδύνους της χρήσης της πυρηνικής ενέργειας, υπογραμμίζοντας τον κίνδυνο αυτής της εναλλακτικής λύσης. Η παρατήρηση αυτών των φαινομένων οδήγησε σε μία σειρά από διαπιστώσεις και ανάλογους φόβους, σχετικά με τις πιθανές μελλοντικές κλιματικές και περιβαλλοντικές εξελίξεις. Το πρόβλημα δεν τίθεται πλέον μόνο στη βελτιστοποίηση των διεργασιών καύσης, αλλά και στον περιορισμό τους.

Η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα από την καύση στερεών και υγρών υδρογονανθράκων (πετρελαιοειδή, άνθρακας, φυσικό αέριο) θεωρείτο επί δεκαετίες ως το "μικρότερο κακό", καθώς αποτελεί, ως προϊόν τέλει καύσης, τη λιγότερο τοξική επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Η ανακοίνωση της Ακαδημίας Επιστημών των Η.Π.Α., που αναφέρθηκε και προηγουμένως, σηματοδότησε την αρχή σοβαρών



προβλημάτων, συζητήσεων και επιστημονικών δραστηριοτήτων που εστιάζονται στην επιρροή του συσσωρευόμενου διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, και κατά συνέπεια στις κλιματικές συνθήκες.

Πρέπει να σημειωθεί εξ αρχής ότι συναντώνται πολλά, διαφορετικά και συχνά αντιφατικά σενάρια για τις πιθανές αυτές επιπτώσεις, γεγονός αναμενόμενο στην πραγματεία ενός πολύπλοκου και μεγάλης κλίμακας φαινομένου. Οι συσχετίσεις του διοξειδίου του άνθρακα και του κλίματος, της ικανότητας των ωκεανών και της βιομάζας να το απορροφούν και της εικόνας μίας θερμότερης Γης εμπεριέχουν έναν μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας και πιθανολογίας. Για το λόγο αυτό και τα σενάρια καλό είναι να αντιμετωπίζονται με επιφύλαξη, αναμφισβήτητη, όμως, διαπίστωση όλων των ερευνητών είναι ότι το φαινόμενο αποτελεί μία ανησυχητική και δυσάρεστη εξέλιξη, που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τη χάραξη των ενεργειακών πολιτικών.

Αναμφισβήτητο γεγονός αποτελεί, επίσης, η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα, καταρχήν και περισσότερο του Βορείου ημισφαιρίου, εν συνεχεία όμως και συνολικά. Όπως και επίσης αναμφισβήτητο γεγονός, αποτελεί η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Η αυξητική αυτή τάση είναι βέβαια σημαντική, ειδικά επειδή συμπίπτει με το ρυθμό της παγκόσμιας αύξησης των βιομηχανικών δραστηριοτήτων, που συγκεντρώνονται κυρίως στο Βόρειο ημισφαίριο.

Ο συσχετισμός των δύο αυτών μεγεθών αμφισβητήθηκε στη δεκαετία 1970-1980, σήμερα όμως είναι καθολικά αποδεκτός.

Τα αποτελέσματα αυτής της ανόδου της θερμοκρασίας έχουν αρχίσει ήδη να γίνονται ορατά. Οι υδάτινες μάζες έχουν αρχίσει να διαστέλλονται και οι παγετώνες να λιώνουν, με αποτέλεσμα η μέση στάθμη των θαλασσών να έχει ανέβει κατά 0,15m στο διάστημα 1850-1995. Είναι βέβαια δύσκολο να αποτιμηθεί η συμβολή του κάθε μεμονωμένου παράγοντα στην εξέλιξη αυτή, καθώς συμμετέχουν το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, τα οξείδια του αζώτου και οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's). Χωρίς την λεπτομερέστερη ανάλυση του προβλήματος μπορούμε να συνοψίσουμε τα συμπεράσματα στα οποία συγκλίνει το σύνολο σχεδόν της επιστημονικής κοινότητας:

- η συνέχιση της σημερινής πορείας στον τομέα της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων, πέρα από την σύντομη εξάντλησή τους, θα επιφέρει σοβαρότατες κλιματικές μεταβολές με ανεπιθύμητες συνέπειες
- η θέρμανση της ατμόσφαιρας και η άνοδος της στάθμης των θαλασσών φαίνονται βραχυπρόθεσμα αναπόφευκτες, ακόμη κι αν σταματούσε αμέσως η καύση των τροπικών δασών και μηδενιζόταν η αύξηση της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων
- οι συνέπειες αυτής της ανόδου, παρ' ότι δύσκολα μπορούν να προβλεφθούν με ακρίβεια, θα είναι σημαντικές για όλον τον πλανήτη και αρνητικές.

### 1.1.3 Ενεργειακά προβλήματα

Τα κτίρια, οι βιομηχανίες και οι μεταφορές απορροφούν το σύνολο σχεδόν της ενέργειας που καταναλώνεται σε μια χώρα. Στην Ελλάδα, το 2005 ο κτιριακός τομέας(οικιακός και τριτογενής), συμμετείχε σε ποσοστό 34% (που σήμερα πλησιάζει το 40%) στο ενεργειακό ισοζύγιο και σε ποσοστό 65% στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Λόγω της υψηλής συμμετοχής των κτιρίων στην κατανάλωση ενέργειας και κυρίως στον ηλεκτρισμό, τα κτίρια συμμετέχουν ετησίως στις εκπομπές ρύπων CO<sub>2</sub>σε ποσοστό άνω του 43%. Ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας στα ελληνικά κτίρια για τη δεκαετία 1995-2005 ανέρχεται στο 5,5%, ενώ ο αντίστοιχος ρυθμός αύξησης για το σύνολο της καταναλισκόμενης ενέργειας στην Ελλάδα είναι περίπου 3%. Παράλληλα, η απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς για την κάλυψη των φορτίων αιχμής κυρίως κατά τους θερινούς μήνες (λόγω κλιματισμού) αυξάνεται συνεχώς με μέσο ετήσιο ρυθμό τα 400 MW, που συνεπάγεται την αναγκαιότητα για έναν επιπλέον σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως .Στη χώρα μας οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα είναι ιδιαίτερα υψηλές και μπορούν να υλοποιηθούν σχετικά εύκολα με την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων. Πρέπει να επισημανθεί ότι το 70% των ελληνικών κτιρίων δεν είναι θερμομονωμένα, ενώ ταυτόχρονα το μεγαλύτερο ποσοστό από αυτά έχουν κακή αεροστεγανότητα και παλιάς τεχνολογίας ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις (θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού κ.ά.). Η σημερινή, υψηλής ενεργειακής απόδοσης τεχνολογία χρήσης και διαχείρισης ενέργειας μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην εξοικονόμηση στα κτίρια, ενώ η χρήση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας(ηλιακών συστημάτων, γεωθερμίας, βιομάζας κ.ά.) είναι πλέον ενεργειακά αποδοτικότερη και τεχνικοοικονομικά βιώσιμη στα κτίρια .Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται με την ποιότητα των ενεργειακών συστημάτων και την ορθή ενεργειακή διαχείριση, που περιλαμβάνει πολλές δραστηριότητες. Το πρώτο και σημαντικότερο βήμα για την εξασφάλιση των παραπάνω αποτελεί η μελέτη ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ, η οποία μας επιτρέπει να αποκτήσουμε επαρκή γνώση για την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου. Χωρίς αυτήν είναι αδύνατη η εξασφάλιση των στόχων της ενεργειακής διαχείρισης, η επιλογή και εφαρμογή κατάλληλων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου. Η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια και βιομηχανίες, μπορεί να αποδώσει οικονομικά, λειτουργικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Τα οικονομικά οφέλη συμβάλλουν στην μείωση των λειτουργικών εξόδων, τα λειτουργικά οφέλη βελτιώνουν τα επίπεδα άνεσης, ασφάλειας και αποδοτικότητας των εργαζομένων μιας βιομηχανίας ή των ενοίκων ενός κτιρίου και τα περιβαλλοντικά οφέλη εξασφαλίζουν την μείωση των εκπομπών των διαφόρων ρύπων και των ενεργειακών αναγκών σε εθνικό επίπεδο. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, μετά την πρώτη ενεργειακή κρίση του 1973, οι συμμετέχουσες χώρες εφάρμοσαν τα πρώτα εθνικά προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας, τα οποία είχαν ως αποτέλεσμα την εντυπωσιακή μείωση της αποκαλούμενης «ειδικής κατανάλωσης ενέργειας» μέχρι και 25%. Μέχρι σήμερα στην Ελλάδα δεν έχει εφαρμοστεί κανένα ολοκληρωμένο εθνικό πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας. Οι

μέχρι τώρα προσπάθειες στη χώρα μας αφορούν κυρίως στην υλοποίηση ανταγωνιστικών κοινοτικών προγραμμάτων. Η καθιέρωση κινήτρων για την εφαρμογή οικονομικά βιώσιμων και ενεργειακά αποδοτικών μέτρων εξοικονόμηση ενέργειας, θα πρέπει να είναι ο κύριος άξονας των προγραμμάτων που θα εφαρμοστούν στον μέλλον. Γι'αυτόν τον λόγο, στις 9 Απριλίου 2010, εκδόθηκε ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων-KENAK (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010), όπως προέβλεπε ο νόμος 3661/2008, που ουσιαστικά εναρμόνισε τη νομοθεσία της χώρας μας προς την κοινοτική οδηγία 91/2000 περί ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

## 2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ

### 2.1 Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου

Η κλιματική αλλαγή, η ενεργειακή απεξάρτηση από τρίτες χώρες και η αναγκαιότητα αναβάθμισης του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος οδήγησαν την Ευρώπη στην έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας 2002/91/ΕΚ περί ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Η Χώρα μας, ως όφειλε απέναντι στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυρίως απέναντι στους Πολίτες της, εναρμόνισε την εθνική μας νομοθεσία με την Κοινοτική Οδηγία, σύμφωνα με τον Νόμο 3661/2008. Προϋπόθεση για την εφαρμογή του Νόμου υπήρξε η έκδοση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) και το Προεδρικό Διάταγμα που θα καθόριζε τις προδιαγραφές και τις διαδικασίες εφαρμογής του συστήματος των Ενεργειακών Επιθεωρητών των Κτιρίων.

Το ΤΕΕ, ως τεχνικός Σύμβουλος της Πολιτείας συνέβαλε καθοριστικά στη σύνταξη του Κ.Εν.Α.Κ. και των Τεχνικών Οδηγιών του ΤΕΕ (ΤΟΤΕΕ), οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στα ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Οι παραπάνω τεχνικές οδηγίες συνέβαλλαν έτσι ώστε τα οφέλη του εγχειρήματος εξοικονόμησης ενέργειας να είναι πολλαπλά, δηλαδή:

- να είναι η ενεργειακή επιθεώρηση μια ουσιαστική επιθεώρηση αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος και όχι μια γραφειοκρατική, τυπική διαδικασία και
- να αλλάξει η μελέτη ενεργειακής απόδοσης τις ως σήμερα διακριτές μελέτες αρχιτεκτονικών, στατικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και να εισαγάγει στην εκπόνηση των μελετών την ουσιαστική συνεργασία και το κοινό σχεδιασμό, τη συμφιλίωση, δηλαδή, της σύγχρονης αρχιτεκτονικής με την τεχνολογία.

Στο κεφάλαιο αυτό καθορίζονται οι εθνικές προδιαγραφές για όλες τις παραμέτρους που απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, όπως αυτή ορίζεται στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων - Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010). Αυτές οι παράμετροι χρησιμοποιούνται τόσο στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, όσο και στην ενεργειακή επιθεώρησή του. Στο πλαίσιο της ενεργειακής μελέτης ο μελετητής αξιολογεί την εφαρμογή εναλλακτικών τεχνολογιών υψηλής απόδοσης στο υπό μελέτη κτίριο, προκειμένου να καθορίσει κατά περίπτωση την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και να μπορέσει να τη βελτιώσει. Οι προδιαγραφές για τις παραμέτρους της μεθοδολογίας ορίζονται σε εθνικό επίπεδο και διαμορφώνονται ανάλογα με τις τεχνολογίες που εφαρμόζονται στην κατασκευή κτιρίων (δομικά υλικά και ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα), το προφίλ λειτουργίας των κτιρίων, τις εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας και τις ειδικές κλιματικές συνθήκες για κάθε περιοχή. Οι παράμετροι υποστηρίζουν την μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, ενώ ταυτόχρονα διευκολύνουν αλλά και καθορίζουν

το πλαίσιο της διαδικασίας επιθεώρησης κτιρίων και συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμό.

Η εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, βασίζεται σε θεωρητικές σχέσεις κάτω από συγκεκριμένες παραδοχές και εκτιμήσεις, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο ανθρώπινος παράγοντας στην πραγματική του διάσταση, ο οποίος στην πράξη διαφοροποιεί την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου ανάλογα με τις δραστηριότητές του. Για κάθε κτίριο ανάλογα με την τελική του χρήση, λαμβάνονται υπόψη συγκεκριμένες παράμετροι που έχουν να κάνουν με τον ανθρώπινο παράγοντα και κυρίως με τα εσωτερικά κέρδη στα οποία συμμετέχει, καθώς επίσης και με τη σωστή χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου, όταν η λειτουργία τους δεν είναι αυτοματοποιημένη. Ο μελετητής επιλέγει τις παραμέτρους, δίνοντας προτεραιότητα στα στοιχεία που θα συλλέξει κατά την ενεργειακή επιθεώρηση ή – στην περίπτωση νέων κτιρίων – σε αυτά που καθορίζονται στη μελέτη εφαρμογής (αρχιτεκτονική, ηλεκτρομηχανολογική κ.ά.), προκειμένου να προσεγγίσει κατά το δυνατόν ακριβέστερα την πραγματική κατάσταση του κτιρίου. Στις περισσότερες περιπτώσεις ενεργειακών επιθεωρήσεων, η συλλογή και προσδιορισμός των απαραίτητων δεδομένων δεν θα είναι δυνατή στο βαθμό που απαιτείται. Γι' αυτό το λόγο παρέχεται η δυνατότητα εκτίμησης αυτών των δεδομένων, που θα χρησιμοποιηθούν για τους υπολογισμούς με βάση την ισχύουσα πρακτική δόμησης που εφαρμόζεται σε εθνικό επίπεδο. Προκειμένου να περιοριστεί η εσφαλμένη εκτίμηση και εισαγωγή δεδομένων κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, ο μελετητής ή ο επιθεωρητής καλείται να επιλέξει, ανάλογα με την περίπτωση και τις ειδικές συνθήκες, τις κατάλληλες παραμέτρους.

Ο μελετητής ή ο επιθεωρητής, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., συντάσσει κατά περίπτωση τεχνική έκθεση, στην οποία αναφέρονται λεπτομερώς τα δεδομένα και οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, καθώς επίσης και οι σχετικές διευκρινήσεις, όπου αυτό απαιτείται. (Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας [Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.], 2017)

## **2.2 Ενεργειακή απόδοση**

### **2.2.1 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου**

Βάσει της τελικής ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια κατανάλωσης του κτιρίου, καθορίζεται και η κατηγορία της ενεργειακής απόδοσής του και εκδίδεται το «πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου - Π.Ε.Α.». Οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης των κτιρίων δίνονται στον πίνακα 1.

**Πίνακας 2:** Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (KENAK, 2010)

Κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση των κτιρίων 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	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

Ο δείκτης  $R_R$  είναι ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Ο λόγος  $T$  είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς ( $R_R$ ) και αποτελεί το κριτήριο για την κατάταξη του κτιρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης.

Η ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης B. Κτίρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία.

Όταν ένα κτίριο είναι μεικτής χρήσης, δηλαδή διαθέτει περισσότερα από ένα τμήματα που ανήκουν σε διαφορετικές βασικές κατηγορίες κύριας χρήσης, τότε κάθε τμήμα από αυτά εξετάζεται μεμονωμένα και αντίστοιχα, εκδίδεται πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης για κάθε βασική κατηγορία κύριας χρήσης του κτιρίου ξεχωριστά (π.χ. στο ισόγειο μιας κατοικίας υπάρχει κατάστημα). (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., 2017)

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ		Α.Π.: [ ] Α.Α.: ΑΚΥΡΟ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ				
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ						
Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση			Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)	
Ορυκτά καύσιμα	Ηλεκτρική	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input checked="" type="checkbox"/>	ZNX <input checked="" type="checkbox"/>	13.01	
	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input checked="" type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	86.99	
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0	
	Άλλο:	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0	
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0	
	Βιομάζα	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0	
	Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0	
	Άλλο:	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.0	
	Σύνολο				0.0	
Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]						
Θέρμανση: 289.5			Ψύξη: 37.6			
Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX) : 72.4			Φωτισμός : 0.0			
ΑΠΕ & ΣΗΘ : (-) 0.0						
ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ						
1. Υπάρχον κτίριο 2. Υπάρχον κτίριο 3.						
Αριθμός σύστασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και τιμή μονάδας*			Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> * [kg/m <sup>2</sup> ]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής* [έτη]
		[kWh/m <sup>2</sup> ]	[%]	[€/kWh]		
1	1.0	230.9	57.8	0.0	63.75	0.0
2	1.0	254.1	63.6	0.0	69.07	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
* Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας 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 ΠΕΑ: ---				Σφραγίδα:		
Όνοματεπώνυμο Επιθεωρητή: ΧΑΤΖΗΛΙΟΝΤΟΣ ΧΡΗΣΤΟΔΟΥΛΟΣ				Υπογραφή:		
Α.Μ. Επιθεωρητή: 16109						

pd4ml evaluation copy. visit <http://pd4ml.com>

Σχήμα 10: Παράδειγμα πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (KENAK, 2010)

### 2.2.2 Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων προσδιορίζεται με βάση τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας. Η μεθοδολογία υπολογισμού θα πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον τα παρακάτω στοιχεία:

- Τη χρήση του κτιρίου, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία και σχετική υγρασία αέρα, αερισμό), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό χρηστών.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία).

- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτιρίου, διαφανείς και μη διαφανείς επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.) σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (χωρίσματα κ.ά.). Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων και υλικών του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης / κλιματισμού χώρων (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενούς τομέα.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, εάν υπάρχουν στο κτίριο.

Επίσης στη μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμάται κατά περίπτωση η θετική επίδραση των ακόλουθων συστημάτων:

- Ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.).
- Ενέργεια παραγόμενη με τεχνολογίες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης (Σ.Η.Θ.).
- Κεντρικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).
- Αξιοποίηση φυσικού φωτισμού.

Για τον υπολογισμό της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας εφαρμόζεται η ίδια μεθοδολογία τόσο στο υπό μελέτη κτίριο, όσο και στο αντίστοιχο κτίριο αναφοράς. Η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου θα επανεξετάζεται κατά τακτά χρονικά διαστήματα, σύμφωνα με την παράγραφο 5 του άρθρου 3 του ν. 3661/08. Η πρώτη επανεξέταση επιβάλλεται να πραγματοποιηθεί δύο (2) έτη από την έναρξη ισχύος του Κ.Εν.Α.Κ. Η αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης καυσίμου σε πρωτογενή γίνεται με τη χρήση των συντελεστών μετατροπής του παρακάτω πίνακα.



**Πίνακας 2:** Συντελεστής αναγωγής της κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια (ΚΕΝΑΚ, 2010)

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347
Τηλεθέρμανση από Α.Π.Ε.	0,50	----

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται ως καύσιμο πετρέλαιο κίνησης (συστήματα συμπαραγωγής, παραγωγής ζεστού νερού χρήσης κ.ά.), ο συντελεστής μετατροπής του σε πρωτογενή ενέργεια είναι ο ίδιος με αυτόν του πετρελαίου θέρμανσης. Επίσης, ο συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια της βιομάζας είναι ο ίδιος τόσο για την ακατέργαστη βιομάζα (καυσόξυλα, κλαδοδέματα κ.ά.) όσο και για την τυποποιημένη βιομάζα όπως τα συσσωματώματα (pellets) κ.α. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., 2017)

### 2.3 Κτίριο αναφοράς

*«Κτίριο»:* Στεγασμένη κατασκευή με τοίχους, για την οποία χρησιμοποιείται ενέργεια προς ρύθμιση των εσωτερικών κλιματικών συνθηκών. Ο όρος «κτίριο» μπορεί να αφορά το κτίριο στο σύνολό του ή σε τμήματα αυτού, τα οποία έχουν μελετηθεί ή έχουν τροποποιηθεί για να χρησιμοποιούνται χωριστά. (ορισμός από την εφημερίδα της κυβέρνησης της ελληνικής δημοκρατίας)

Σύμφωνα με το άρθρο 7 του Κ.Εν.Α.Κ, κάθε νέο κτίριο, καθώς και κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά πρέπει να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης στα άρθρα 4 και 5 του ν. 3661/2008. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης ικανοποιούνται όταν το κτίριο πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές που περιγράφονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ και:

- είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου είναι μικρότερη από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς, όπως αυτό περιγράφεται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ ή ίση με αυτήν.

- είτε το εξεταζόμενο κτίριο έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με το κτίριο αναφοράς τόσο ως προς το κτιριακό κέλυφος, όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις στο σύνολο τους.

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται ο υπολογισμός της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας με την εκπόνηση ενεργειακής μελέτης, σύμφωνα με την μεθοδολογία που αναφέρεται στα άρθρα 4 και 5 του Κ.Εν.Α.Κ, προκειμένου να προσδιοριστεί η ενεργειακή απόδοση και η κατάταξη του κτιρίου.

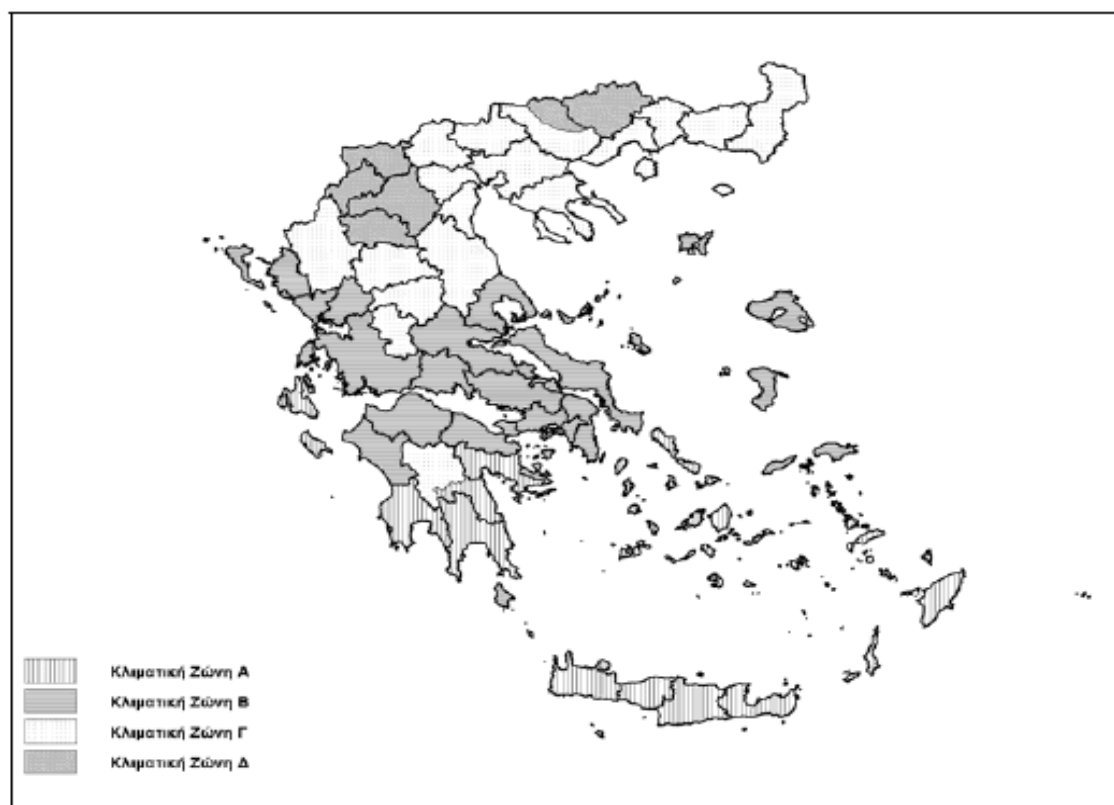
Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ, οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτίρια, αναφέρονται στο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου, στη θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις. Το κτίριο αναφοράς καθορίζεται να είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτίριο. Συγκεκριμένα, θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν στη Θ.Ψ.Κ των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ και στο φωτισμό. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., 2017)

## **2.4 Κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα**

Για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης. Στον πίνακα 3 προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών στην εικόνα 2.1. Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Για την Δ ζώνη όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ. Στο τμήμα του νομού Αρκαδίας που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ και στο τμήμα του νομού Σερρών (ΒΑ τμήμα) που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Δ, περιλαμβάνονται όλες οι περιοχές που έχουν υψόμετρο άνω των 500 μέτρων.

**Πίνακας 3:** Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Εύβοιας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.



**Σχήμα 6:** Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών στην ελληνική επικράτεια (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

## 2.5 Θερμικές ζώνες κτιρίου

Για την εκτίμηση της ενεργειακής του απόδοσης το κτίριο χωρίζεται σε θερμικές ζώνες, δηλαδή σε χώρους με παρόμοια χρήση, το ίδιο προφίλ λειτουργίας ή/και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Για το διαχωρισμό του κτιρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- Ο διαχωρισμός του κτιρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο.
- Κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτιρίου.
- Τμήματα του κτιρίου με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτιρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Για τους υπολογισμούς των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης και ψύξης, το κτίριο θα πρέπει να μελετάται ως μια ενιαία θερμική ζώνη ή να διακριτοποιείται (να διαχωρίζεται) κατά περίπτωση σε περισσότερες θερμικές ζώνες. Εφόσον διακριτοποιηθεί ένα κτίριο σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, υπάρχει η δυνατότητα βάσει των ευρωπαϊκών προτύπων να εκπονηθεί η ενεργειακή μελέτη με ή χωρίς συνυπολογισμό της θερμικής σύζευξης μεταξύ των θερμικών ζωνών. Δεδομένου ότι η θερμική σύζευξη των ζωνών πολλαπλασιάζει σημαντικά τόσο την είσοδο των δεδομένων στο μοντέλο του κτιρίου, όσο και τον υπολογιστικό χρόνο, χωρίς ωστόσο αντίστοιχα να επιτυγχάνει σημαντική βελτίωση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων, για την ενεργειακή μελέτη είναι σκόπιμο να ακολουθείται ο υπολογισμός χωρίς σύζευξη μεταξύ των θερμικών ζωνών.

Ο καθορισμός ανεξάρτητων διαφορετικών θερμικών ζωνών σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ.407/9.4.2010), και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009 επιβάλλεται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4 K (4 °C) σε σχέση με τα άλλα τμήματα του κτιρίου κατά τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία. Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν αίθουσες νοσηλείας, γραφείων, χειρουργείων, ειδικών ιατρικών μηχανημάτων, εργαστήρια κ.ά. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων έχουν συνήθως και διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, νωπό αέρα κ.ά.).

- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο, που εξυπηρετούνται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες (σε σχέση με το υπόλοιπο κτίριο) συναλλαγές ενέργειας (π.χ. εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη, θερμικές απώλειες. Για παράδειγμα, οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτίριο έχουν σημαντικά ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.
- Υπάρχουν χώροι, στους οποίους το σύστημα του μηχανικού αερισμού (παροχής νωπού αέρα ή κλιματισμού) καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

Χώροι που καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% του όγκου του κτιρίου ή/και έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση συγκριτικά με την κατανάλωση στο υπόλοιπο κτίριο, δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αυτόνομες θερμικές ζώνες. Ο διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες εναπόκειται στην ευχέρεια του μελετητή ή του επιθεωρητή και μπορεί να βασιστεί στους εθνικούς κανονισμούς και τις σχετικές τεχνικές οδηγίες. Ωστόσο, για τις ανάγκες της ενεργειακής μελέτης και της ενεργειακής επιθεώρησης η ακρίβεια των υπολογισμών δεν επηρεάζεται σημαντικά από το διαχωρισμό του κτιρίου σε περισσότερες θερμικές ζώνες από αυτές που συστήνεται να επιλέγονται βάσει των παραπάνω κανόνων. Γι' αυτό το λόγο καλό είναι ο διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες να είναι κατά το δυνατόν μικρότερος. Αν το κτίριο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των τμημάτων του, η βέλτιστη προσέγγιση είναι να αντιμετωπιστεί ως μία ενιαία θερμική ζώνη. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., 2017)

## 2.6 Κέλυφος

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου είναι απαραίτητα τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου, καθώς επάνω σε αυτά θα απεικονιστούν οι θερμικές ζώνες του κτιρίου και κατόπιν θα εκτιμηθούν τα γεωμετρικά δεδομένα των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων, που ορίζουν τις επιφάνειες κάθε θερμικής ζώνης. Τα γεωμετρικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για τους υπολογισμούς τόσο της ενεργειακής μελέτης, όσο και της ενεργειακής επιθεώρησης είναι οι επιφάνειες όλων των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων ανά θερμική ζώνη και προσανατολισμό, τα μήκη των θερμογεφυρών που εμφανίζονται, καθώς και ο όγκος του κτιρίου. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., 2017)

### 2.6.1 Γραμμικές διαστάσεις δομικού στοιχείου

Τα γεωμετρικά στοιχεία του κτιρίου προκύπτουν από τα αρχιτεκτονικά σχέδια της μελέτης. Για όλους τους υπολογισμούς γίνεται χρήση μόνον εξωτερικών διαστάσεων για όλα τα δομικά στοιχεία.

Συγκεκριμένα, τα μήκη των δομικών στοιχείων (οριζόντιες διαστάσεις) μετρώνται στις κατόψεις των ορόφων ως εξής (σχήμα 7α.):

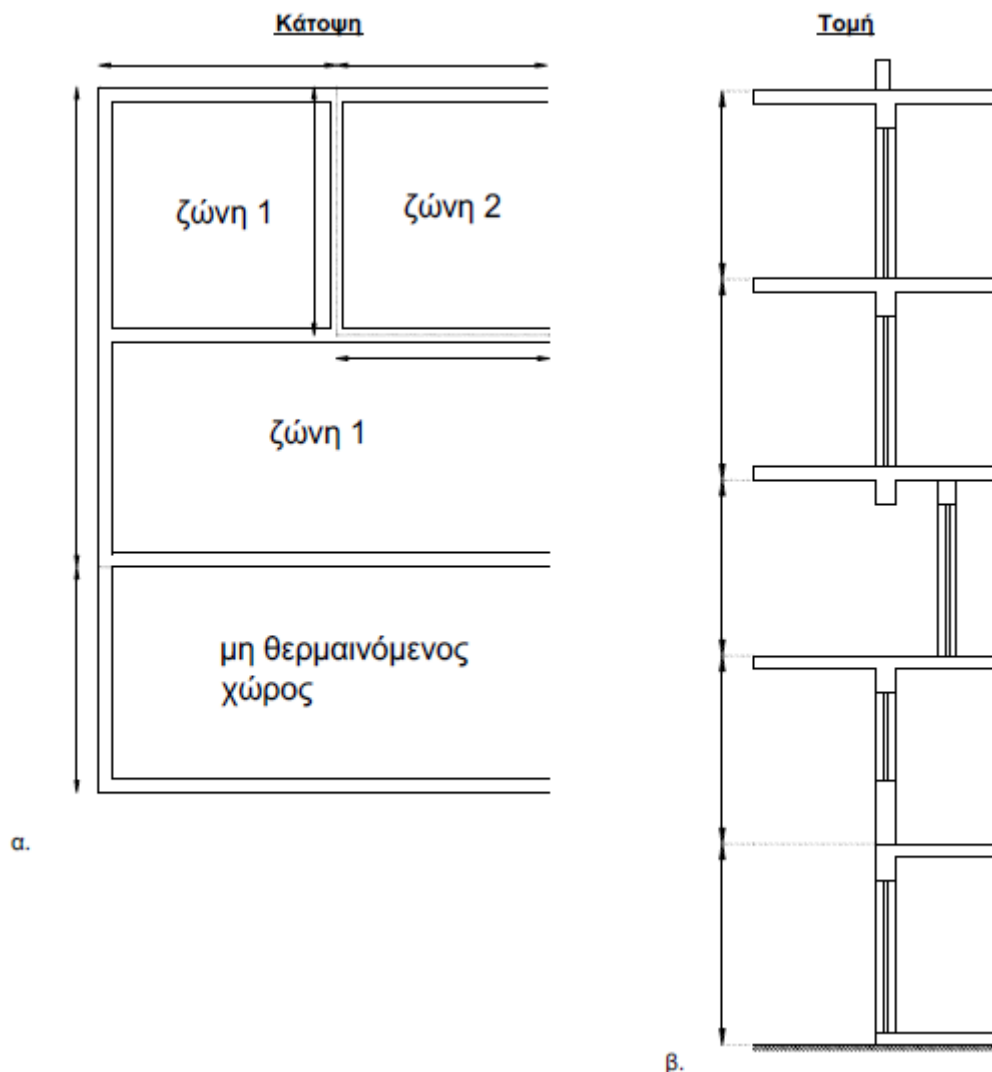
- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία (π.χ. τοιχοποιία) μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (αέρα, έδαφος) λαμβάνονται υπόψη οι διαστάσεις της εξωτερικής επιφάνειας που διαμορφώνεται μετά και την τελική της επίστρωση (Alamanis, 2017).
- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο λαμβάνονται υπόψη οι διαστάσεις της τελικής επιφάνειας που βρίσκεται προς την πλευρά του μη θερμαινόμενου χώρου.
- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη, η οποία είναι θερμαινόμενη, λαμβάνεται υπόψη η αξονική διάσταση του δομικού στοιχείου, ανεξάρτητα από την ύπαρξη θερμομόνωσης.

Οι πλευρικές διαστάσεις των οριζόντιων δομικών στοιχείων ορίζονται με βάση την αφετηρία μέτρησης των κατακόρυφων δομικών στοιχείων που τα ορίζουν.

Το ύψος των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (κατακόρυφες διαστάσεις) μετράται από τα σχέδια των τομών της αρχιτεκτονικής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τα παρακάτω (σχήμα 7β.):

- Στους ενδιάμεσους ορόφους το ύψος ορόφου ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ δύο διαδοχικών σταθμών της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι επιστρώσεις του δαπέδου, ανεξαρτήτως της ύπαρξης θερμομόνωσης.
- Στον τελευταίο όροφο το ύψος ορόφου ορίζεται μεταξύ της στάθμης της άνω επιφάνειας της πλάκας του οπλισμένου σκυροδέματος του ορόφου και της στάθμης που διαμορφώνεται από την τελική επιφάνεια της επιστέγασης που φέρει θερμική προστασία. Στην περίπτωση ύπαρξης οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη, ως ανώτερο όριο για τη μέτρηση του ύψους ορίζεται η τελική διαμορφωμένη στάθμη της οροφής.
- Στον κατώτερο όροφο του κτιρίου το ύψος ορόφου μετράται από τη θέση της στεγανοποίησης και άνω, όταν το δάπεδό του είναι σε επαφή με το έδαφος μέχρι τη στάθμη της άνω επιφάνειας της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος του επόμενου ορόφου. Όταν το δάπεδό του είναι σε επαφή με τον αέρα (π.χ. πυλωτή), με μη θερμαινόμενη ζώνη (π.χ. υπόγειο) ή με άλλη θερμική ζώνη που θερμαίνεται, μετράται από την κάτω τελικώς διαμορφωμένη στάθμη του πατώματος (δηλαδή συμπεριλαμβανομένης της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος και των επιστρώσεων κάτω από αυτήν) μέχρι τη στάθμη της άνω επιφάνειας της πλάκας του οπλισμένου σκυροδέματος του επόμενου ορόφου.

- Σε όροφο του κτιρίου που βρίσκεται σε προεξοχή, το ύψος ορόφου μετράται από την κάτω τελικώς διαμορφωμένη στάθμη του πατώματος που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα μέχρι τη στάθμη της άνω επιφάνειας της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος του επόμενου ορόφου.
- Σε όροφο του κτιρίου που βρίσκεται σε εσοχή το ύψος ορόφου μετράται από την άνω στάθμη της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος του δαπέδου του μέχρι την άνω στάθμη της πλάκας σκυροδέματος (αν ακολουθεί και άλλος όροφος) ή μέχρι την άνω στάθμη της ανώτερης τελικής στρώσης των επικαλύψεων της οροφής (αν πρόκειται για τον τελευταίο όροφο του κτιρίου).



**Σχήμα 7:** Ορισμός μέτρησης οριζόντιων και κατακόρυφων διαστάσεων (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

## 2.6.2 Γεωμετρικά στοιχεία των επιφανειών των δομικών στοιχείων

Η επιφάνεια των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (π.χ. τοιχοποιίες, κατακόρυφα φέροντα δομικά στοιχεία κ.ά.) προσδιορίζεται από τις γραμμικές διαστάσεις τους (μήκος, ύψος), οι οποίες λαμβάνονται από τα αρχιτεκτονικά σχέδια ή από σκαριφήματα με τον τρόπο που αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα, όπως

- Η συνολική μεικτή επιφάνεια δαπέδου ενός κτιρίου ή μιας θερμικής ζώνης προσδιορίζεται από τις πλευρικές διαστάσεις των οριζόντιων δομικών στοιχείων, όπως αυτές ορίστηκαν στην προηγούμενη ενότητα.
- Ο προσανατολισμός μιας επιφάνειας ορίζεται ως η απόκλιση της καθέτου στην επιφάνεια προς την κατεύθυνση του βορρά. Οι γωνίες αζιμούθιου των επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους παρουσιάζονται στον πίνακα 4.

**Πίνακας 4:** Γωνίες αζιμούθιου επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

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

## 2.6.3 Όγκος του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης

Ο μεικτός όγκος του κτιρίου αναφέρεται στον όγκο της εξεταζόμενης θερμικής ζώνης, η οποία περικλείεται από:

- το δάπεδό της, το οποίο μπορεί να έρχεται σε επαφή με τον αέρα, το έδαφος, μη θερμαινόμενους χώρους ή άλλη θερμική ζώνη,
- τις κατακόρυφες πλευρικές επιφάνειές της, οι οποίες μπορεί να είναι σε επαφή με τον αέρα, το έδαφος, μη θερμαινόμενους χώρους ή άλλες θερμικές ζώνες, και
- την επιστέγασή της.

Ως όγκος κτιρίου για τους υπολογισμούς των διαφόρων παραμέτρων (π.χ. αερισμό) ορίζεται ο μεικτός όγκος. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., 2010)

## 2.7 Θερμικά χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων κτιρίου

Η αντίσταση που προβάλλει μία ομογενής στρώση ενός δομικού στοιχείου στη ροή θερμότητας υπολογίζεται από το γενικό τύπο:

Εξίσωση 1

$$R = d / \lambda$$

[m<sup>2</sup>·K/W]



όπου:

- $R [(m^2 \cdot K)/W]$  η αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας η συγκεκριμένη στρώση,
- $d [m]$  το πάχος της στρώσης,
- $\lambda [W/(m \cdot K)]$  ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της στρώσης.

Η συνολική θερμική αντίσταση που προβάλλει ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζεται από το άθροισμα των αντιστάσεων των επί μέρους στρώσεων και των αντιστάσεων του στρώματος αέρα εκατέρωθεν των όψεών του κατά την εξίσωση:

$$\text{Εξίσωση 2} \quad R_{ολ} = R_i + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_a \quad [m^2 \cdot K/W]$$

όπου:

- $R_{ολ} [m^2 \cdot K/W]$  η συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το δομικό στοιχείο,
- $n [-]$  το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
- $R_i [m^2 \cdot K/W]$  η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
- $R_a [m^2 \cdot K/W]$  η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Η σειρά των στρώσεων ενός δομικού στοιχείου πρακτικά δεν επηρεάζει τη ροή θερμότητας μέσω αυτού, επηρεάζει όμως την αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητάς τους.

- Η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση πλησιέστερη προς την εσωτερική επιφάνεια περιορίζει τη θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου, δηλαδή την ικανότητά του να αποθηκεύει θερμότητα στη μάζα του.
- Αντίθετα, η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση πλησιέστερη προς την εξωτερική επιφάνεια επαυξάνει τη θερμοχωρητικότητά του.

Ωστόσο, η θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου επηρεάζεται καθοριστικά από τη μάζα του. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας. Στόχος είναι η αποθηκευόμενη ποσότητα θερμότητας να μπορεί να επαναποδοθεί στο εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου, όταν η θερμοκρασία του χώρου πέφτει σε χαμηλότερα επίπεδα από τη θερμοκρασία της μάζας του.

Οι θερμικές απώλειες μέσω ενός δομικού στοιχείου ορίζονται από το συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U$ ), που δίνει την ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται στη

μονάδα του χρόνου σε σταθερό θερμοκρασιακό πεδίο μέσω της μοναδιαίας επιφάνειας ενός δομικού στοιχείου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα στις δύο όψεις του δομικού στοιχείου ισούται με τη μονάδα.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου ορίζεται από τη σχέση:

$$\text{Εξίσωση 3} \quad U = 1 / R_{o\lambda} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

Με τη θερμομονωτική προστασία των δομικών στοιχείων των κτιριακών κατασκευών επιδιώκεται ο περιορισμός στο ελάχιστο δυνατό των ανταλλαγών θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και η επίτευξη ενός ευχάριστου εσωκλίματος στο εσωτερικό των κτιρίων με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Έτσι, κατά μεν τη χειμερινή (ψυχρή) περίοδο περιορίζονται οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον, κατά δε τη θερινή (θερμή) περίοδο περιορίζεται η υπερθέρμανση λόγω θερμικών προσόδων από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ταυτόχρονα όμως με τη θερμομονωτική προστασία των κτιρίων ελαχιστοποιείται και ο κίνδυνος εκδήλωσης του φαινομένου της επιφανειακής συμπύκνωσης των υδρατμών (δρόσου) και προστατεύονται οι κατασκευές από φαινόμενα υγρασίας του εσωτερικού χώρου.

Σε γενικότερο επίπεδο περιορίζει την απαίτηση για κατανάλωση ενέργειας και κατά συνέπεια μειώνει την κατανάλωση των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων και τη ρύπανση του περιβάλλοντος από την παραγωγή αέριων ρύπων.

Η θερμομονωτική προστασία του κτιρίου αξιολογείται σε δύο στάδια.

Συγκεκριμένα:

- Κατά το πρώτο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια ενός εκάστου των επί μέρους δομικών στοιχείων του κτιρίου. Για να ικανοποιεί ένα δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας του κανονισμού, θα πρέπει η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_{\text{εξεταζ}}$  αυτού του δομικού στοιχείου να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_{\text{max}}$  που ορίζει ο κανονισμός, ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων.

Πρέπει, δηλαδή να ισχύει:

$$U_{\text{εξεταζ}} \leq U_{\text{max}} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

- Κατά το δεύτερο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια του συνόλου του κτιρίου. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου ( $U_m$ ) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτίριο ( $U_{m, \text{max}}$ ), αυτού εντασσόμενου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου. Η μέγιστη

επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_{m, max}$ ) υπολογίζεται λαμβανομένου υπόψη του λόγου του συνόλου της εξωτερικής περιμετρικής επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του ( $A/V$ ).

Πρέπει, λοιπόν, να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m, max} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

Κατά τον έλεγχο του πρώτου σταδίου θα πρέπει να εξετασθούν ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια όλα τα επί μέρους δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου κτιρίου, διαφανή και αδιαφανή.

Ειδικότερα, οφείλουν να είναι θερμομονωμένα και να ελέγχονται ως προς τη θερμική τους επάρκεια όλα τα δομικά στοιχεία του κελύφους που περικλείουν τη θεωρούμενη ως θερμαινόμενη περιοχή του κτιρίου.

Επιπλέον, όμως, θερμομονωμένα οφείλουν να είναι και όλα τα οριζόντια και κατακόρυφα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν μεταξύ τους δύο διαφορετικά διαμερίσματα του ιδίου κτιρίου ή χώρους με διαφορετική χρήση ή χώρους με διαφορετικά ωράρια λειτουργίας.

Λόγω των παραπάνω, λοιπόν, για κάθε δομικό στοιχείο που διαχωρίζει μία θερμική ζώνη του κτιρίου με τον εξωτερικό αέρα (π.χ. τοιχοποιίες, κατακόρυφα στοιχεία φέροντος οργανισμού, επιστεγάσεις, δάπεδο επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο κ.ά.), με το έδαφος (π.χ. κατακόρυφα στοιχεία σε επαφή με το έδαφος, δάπεδο σε επαφή με το έδαφος κ.ά.), με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. τοιχοποιίες, φέροντα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, δάπεδα, οροφές σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους) θα πρέπει να προσδιοριστούν οι θερμοφυσικές ιδιότητες τόσο των επί μέρους στρώσεων που το συνθέτουν, όσο και της συνολικής διατομής.

Γενικά, και στην περίπτωση της ενεργειακής μελέτης αλλά και σ' αυτήν της ενεργειακής επιθεώρησης, υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου του κτιρίου ξεχωριστά και ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_m$  του κτιρίου. Κατόπιν, οι τιμές αυτές συγκρίνονται με αυτές των πινάκων 2.5 και 2.6, κατά τα παραπάνω.

**Πίνακας 5:** Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
		Κλιματική ζώνη			
		A	B	Γ	Δ

Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές).	$U_{V-D}$	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.	$U_{V-W}$	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή).	$U_{V-DL}$	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	$U_{V-G}$	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους.	$U_{V-WE}$	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες κ.ά.)	$U_{V-F}$	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες.	$U_{V-GF}$	2,20	2,00	1,80	1,80

**Πίνακας 6:** Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας  $U_m$  κτιρίου για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

A/V (m <sup>-1</sup> )	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής ( $U_m$ ) σε [W/m <sup>2</sup> .K]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Να σημειωθεί ότι, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, για τα δομικά στοιχεία που αποτελούν παθητικά ηλιακά συστήματα δεν ισχύει ο περιορισμός του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας (πίνακας 5), ενώ ως γυάλινες προσόψεις ορίζονται τα υαλοπετάσματα, οι προσθήκες των καταστημάτων, και μεγάλα διαφανή τμήματα μη ανοιγόμενα ή μερικώς ανοιγόμενα. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., 2010)

### 2.7.1 Ελάχιστες απαιτήσεις και προδιαγραφές κτιρίου αναφοράς

Τόσο στην ενεργειακή μελέτη, όσο και στην ενεργειακή επιθεώρηση ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του κτιρίου αναφοράς ορίζεται ίσος με το

μέγιστο επιτρεπόμενο ανά δομικό στοιχείο και κλιματική ζώνη. Επίσης, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου αναφοράς  $U_m$ , δεν πρέπει να υπερβαίνει τα όρια που δίνονται στον πίνακα 6. Στην περίπτωση κτιρίων (κυρίως υφιστάμενων με μεγάλης επιφάνειας ανοίγματα), όπου το κτίριο αναφοράς δεν πληροί τους περιορισμούς του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$ , τότε οι επιμέρους συντελεστές θερμοπερατότητας (πίνακας 2.5) των δομικών αδιαφανών στοιχείων του που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (τοιχοποιίες, οροφές, πυλωτές), μειώνονται ποσοστιαία και ομοιόμορφα, μέχρι ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας να πληροί τους περιορισμούς.

Στην περίπτωση κτιρίου μεικτής χρήσης με διαφορετικές βασικές κατηγορίες κύριων χρήσεων, το κτίριο αναφοράς ορίζεται ξεχωριστά για την κάθε βασική κατηγορία κύριας χρήσης και κατά συνέπεια ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου αναφοράς ανά χρήση πρέπει να πληροί τους περιορισμούς του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$  (πίνακας 6).

Στο κτίριο αναφοράς τα δομικά στοιχεία που αποτελούν παθητικά ηλιακά συστήματα (εκτός του άμεσου ηλιακού κέρδους) αντικαθίστανται με συμβατικά ίδιων διαστάσεων και συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  ίσο με το μέγιστο επιτρεπτό (πίνακες 5 & 6) της κλιματικής ζώνης, στην οποία βρίσκεται το υπό μελέτη κτίριο. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., 2017)

### **2.7.2 Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων**

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, εκτιμάται η θερμική συμπεριφορά των αδιαφανών δομικών στοιχείων, λαμβάνοντας υπόψη και το έτος έκδοσης της οικοδομικής άδειας του κτιρίου. Προς αυτή την κατεύθυνση κωδικοποιούνται για τον έλεγχο της ενεργειακής επιθεώρησης όλα τα κτίρια σε επί μέρους κατηγορίες, σύμφωνα με την περίοδο ανέγερσής τους και το βαθμό της θερμομονωτικής τους προστασίας.

Ειδικότερα, ως προς την περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας ο διαχωρισμός γίνεται σε 3 γενικές κατηγορίες:

- 1η κατηγορία. Περιλαμβάνει τα κτίρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια έχει εκδοθεί πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (4 Ιουλίου 1979), χρονική περίοδο κατά την οποία δεν υπήρχε καμία απαίτηση για θερμομονωτική προστασία των κτιρίων. Πρακτικά, ως τυπική ημερομηνία οριοθέτησης της παραπάνω περιόδου ορίζεται η 1η Ιανουαρίου 1980.
- 2η κατηγορία. Περιλαμβάνει τα κτίρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε κατά την περίοδο 1979 - 2010, δηλαδή στο διάστημα των 30 ετών που μεσολάβησε από την ισχύ του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ) μέχρι την ισχύ του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ). Σ' αυτό το διάστημα όλα τα κτίρια όφειλαν να πληρούν

τις απαιτήσεις του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων. Πρακτικά, ως τυπικές ημερομηνίες οριοθέτησης της περιόδου ορίζονται:

- η 1η Ιανουαρίου 1980 ως ημερομηνία έναρξης της περιόδου.
  - η 1η Οκτωβρίου 2010 ως ημερομηνία λήξης της περιόδου.
- ο 3η κατηγορία. Περιλαμβάνει τα κτίρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε μετά την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ (2010) και τα οποία έχουν την υποχρέωση συμμόρφωσης προς τις απαιτήσεις του νέου κανονισμού. Πρακτικά, ως ημερομηνία έναρξης της περιόδου ορίζεται η 1η Οκτωβρίου 2010.

Στην τελευταία κατηγορία υπάγονται και όσα κτίρια ανεγέρθηκαν πριν από την ισχύ του ΚΕΝΑΚ αλλά υπέστησαν ή πρόκειται να υποστούν, μετά την έναρξη ισχύος του νέου κανονισμού ριζική ανακαίνιση. Μια επέμβαση σε ένα κτίριο νοείται ως «ριζική ανακαίνιση» όταν:

1. το συνολικό κόστος επεμβάσεων στο κτιριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις υπερβαίνει το 25% της συνολικής αξίας του κτιρίου ή
2. όταν η ανακαίνιση εφαρμόζεται σε ποσοστό άνω του 25% της συνολικής επιφάνειας του κτιριακού κελύφους.

Ανάλογα με την πρόνοια που έχει ληφθεί για την θερμομονωτική προστασία του κτιρίου, η κάθε κατηγορία υποδιαιρείται σε μικρότερες υποκατηγορίες:

- σε κτίρια χωρίς καμία πρόνοια θερμομονωτικής προστασίας,
- σε κτίρια με μερική ή πλημμελή θερμομονωτική προστασία,
- σε κτίρια με πλήρη θερμομονωτική προστασία σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ. ή τον ΚΕΝΑΚ.

Ειδικότερα, στις περιπτώσεις κτιρίων χωρίς καμία πρόνοια θερμομονωτικής προστασίας ή με μερική ή πλημμελή θερμομονωτική προστασία, βοηθητικοί είναι οι πίνακες 7 και 8 στους οποίους καταγράφονται τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας U των αδιαφανών δομικών στοιχείων.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, υπάρχουν δύο δυνατότητες:

- είτε να θεωρηθούν οι τιμές αυτές των πινάκων 2.7 και 2.8
- είτε να υπολογιστούν αναλυτικά οι συντελεστές στα πλαίσια του υπολογισμού της θερμομονωτικής επάρκειας κάθε δομικού στοιχείου και του συνόλου του κτιρίου, με την προϋπόθεση πάντα ότι είναι διαθέσιμα όλα τα

απαιτούμενα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών των δομικών στοιχείων (π.χ. πάχος στρώσεων δομικού στοιχείου, ποιότητα υλικών κ.ά.) και εφόσον η ορθότητά τους είναι αναμφισβήτητη. Τότε ο υπολογισμός οφείλει να γίνει σύμφωνα με τις τιμές των μεταβλητών που δίνει ο ΚΕΝΑΚ και όχι ο προγενέστερος κανονισμός (Κ.Θ.Κ.).

**Πίνακας 7:** Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτίρια, η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979) (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	Σε επαφή με έδαφος
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)
<b>Στοιχείο φέροντος οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80 cm)</b>						
Ανεπίχριστο από τη μία ή τις δύο όψεις.	3,65	2,75	4,30	1,00	0,90	1,05
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις.	3,40	2,60	-	1,00	0,90	-
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,45	2,00	2,90	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή.	2,90	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες.	3,50	2,05	4,00	1,00	0,90	1,05
Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,05	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
<b>Οπτοπλινθοδομή, φέρουσα ή πλήρωσης (με ή χωρίς κλειστό διάκενο αέρος)</b>						
<b>Μπατική ή δικέλυφη δρομική οπτοπλινθοδομή</b>						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	2,30	1,90	2,55	0,85	0,80	0,90
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	2,20	1,85	-	0,85	0,80	-
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	1,90	1,60	2,05	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή.	2,10	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85

Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	2,25	1,85	2,45	0,85	0,80	0,85
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	1,55	1,35	1,65	0,70	0,70	0,75
<b>Δρομική οπτοπλινθοδομή</b>						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	3,25	2,50	3,75	0,95	0,90	1,00
Επιχρισμένη και από τις δυο όψεις.	3,05	2,40	-	0,95	0,85	-
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,50	2,00	2,75	0,85	0,80	0,90
Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή.	2,80	2,25	3,20	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	3,10	2,40	3,55	0,95	0,85	1,00
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	1,90	1,65	2,05	0,80	0,75	0,85
<b>Αργολιθοδομή</b>						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	4,25	3,10	5,00	1,05	0,95	1,10
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	3,85	2,85	-	1,00	0,95	-
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,85	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	4,10	3,00	4,95	1,00	0,95	1,05
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,30	1,95	2,60	0,85	0,80	0,90

**Πίνακας 8:** Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτίρια, η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979) (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία	Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.
---------------------	-------------------------------	---



Οριζόντια δομικά στοιχεία	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαιν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαιν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)
<b>Επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή)</b>						
Συμβατικού τύπου δώμα.	3,05	-	-	0,95	-	-
Αντεστραμμένου τύπου δώμα.	-	-	-	0,95	-	-
Αεριζόμενο δώμα.	-	3,70	-	1,00	-	-
Φυτεμένο δώμα.	1,20	-	-	0,70	-	-
Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.	3,70	-	-	1,00	-	-
Οροφή κάτω από μη θερμαινόμενο χώρο.	-	2,90	-	-	0,90	-
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος.	4,70	-	-	1,05	-	-
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης στέγης.	4,25	-	-	1,00	-	-
<b>Δάπεδα με επικάλυψη παντός τύπου (ξύλο, μάρμαρο, πλακάκι, μωσαϊκό κ.τ.λ.)</b>						
Επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο (πυλωτή).	2,75	-	-	0,90	-	-
Επί εδάφους.	-	-	3,10	-	-	0,95
Επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο.	-	2,00	-	-	0,80	-

Όταν ένα δομικό στοιχείο δεν συμπεριλαμβάνεται στους παραπάνω πίνακες, επιλέγεται η τιμή της πλησιέστερης προς αυτό διατομής του πίνακα.

Σε περίπτωση που υπάρχει μελέτη θερμομόνωσης, υπογεγραμμένη από μηχανικό και κατατεθειμένη σε διεύθυνση πολεοδομίας και η εφαρμογή της μελέτης δεν τίθεται εμφανώς υπό αμφισβήτηση, ακολουθείται η μελέτη και λαμβάνονται ως δεδομένες οι τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας U (ή k του Κ.Θ.Κ.) της μελέτης.

Επίσης, εάν προσκομισθούν έγγραφα αποδεικτικά στοιχεία, που αναμφισβήτητα αποδεικνύουν ότι τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν έχουν καλύτερες τιμές των προδιαγραφόμενων στον Κ.Θ.Κ. (π.χ. καλύτερη τιμή λ κάποιου υλικού), διεξάγεται ο έλεγχος βάσει αυτών των στοιχείων.

Ως τέτοια αποδεικτικά στοιχεία που πιστοποιούν την ποιότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών μπορούν, για παράδειγμα, να θεωρηθούν:

- Η πιστοποίηση που είχε για τα προϊόντα της μια εταιρεία και αποδεικνύεται με τιμολόγια αγοράς ή δελτία αποστολής ότι αυτά τα υλικά χρησιμοποιήθηκαν για την ανέγερση του επιθεωρούμενου κτιρίου. Αντιθέτως, δεν θεωρούνται ως αποδεικτικά στοιχεία οι βεβαιώσεις ή άλλα πιστοποιητικά που εκδίδονται εκ των υστέρων, προκειμένου να τεκμηριώσουν την ποιότητα των υλικών που είχαν παλαιότερα χρησιμοποιηθεί.
- Συμβολαιογραφική πράξη, ιδιωτικό συμφωνητικό ή οποιοδήποτε άλλο επίσημο έγγραφο μεταξύ πωλητή και αγοραστή του κτιρίου, από το οποίο σαφώς προκύπτει και χωρίς περιθώρια αμφισβήτησης η ποιότητα και τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των χρησιμοποιηθέντων υλικών.
- Το αποτέλεσμα διερευνητικής τομής που θα γίνει σε επί μέρους δομικά στοιχεία, εφόσον το απαιτήσει ο ιδιοκτήτης.
- Η θερμοφωτογραφική αποτύπωση των δομικών στοιχείων με την προϋπόθεση ότι θα γίνει από διαπιστευμένο εργαστήριο ή φορέα και σύμφωνα με όλες τις σχετικές επιστημονικές προδιαγραφές.

Σε περίπτωση που με βάση το στέλεχος έκδοσης οικοδομικής άδειας αποδεικνύεται ότι υπήρξε και κατατέθηκε, στην οικεία διεύθυνση πολεοδομίας, μελέτη θερμομονωτικής προστασίας ή ενεργειακή μελέτη και δεν συντρέχει εμφανής λόγος αμφισβήτησης της εφαρμογής της, αλλά ωστόσο δεν υφίσταται πλέον η ίδια η μελέτη (λόγω απώλειας, καταστροφής κ.τ.λ.), τότε διεξάγεται η επιθεώρηση, λαμβάνοντας ως τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας  $U$  των επί μέρους δομικών στοιχείων τις μέγιστες επιτρεπόμενες του ισχύοντος κατά την περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας κανονισμού ( $k_{max}$  του Κ.Θ.Κ. ή  $U_{max}$  του ΚΕΝΑΚ).

**Πίνακας 9:** Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων, σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979) για τις τρεις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

Δομικό στοιχείο	Συντελεστής θερμοπερατότητας ανά κλιματική ζώνη, σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979)		
	A	B	Γ
	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές, πυλωτές).	0,50	0,50	0,50
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.	0,70	0,70	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	3,00	1,90	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	3,00	1,90	0,70

Σε κτίρια που ανεγείρονται ή ανακαινίζονται ριζικώς μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. είναι απαραίτητο, για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής ταυτότητας, να προσκομισθούν ως στοιχεία που διασφαλίζουν την ορθή τήρηση του κανονισμού:

- Η υπογεγραμμένη από το μηχανικό ενεργειακή μελέτη που κατατέθηκε στην οικεία διεύθυνση πολεοδομίας.
- Τα δελτία αποστολής των οικοδομικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για τη θερμομονωτική προστασία του κτιρίου κατά την ανέγερση ή ανακαίνισή του και στα οποία θα πρέπει υποχρεωτικά να αναγράφονται τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των υλικών.
- Φωτογραφικό υλικό κατά την φάση κατασκευής στο οποίο θα φαίνεται με ευκρίνεια ο τρόπος τοποθέτησης και το είδος της θερμομόνωσης που εφαρμόστηκε στο κτιριακό κέλυφος. Σε τουλάχιστον μία φωτογραφία θα πρέπει να παρουσιάζεται μια γενική άποψη του κτιρίου.

Συνοπτικά τα παραπάνω καταγράφονται στον πίνακα 8. Συγκεκριμένα, σ' αυτόν καταγράφονται κατά κατηγορία και υποκατηγορία κτιρίων ο τρόπος θεώρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας U (ή του k σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ.) και ο τρόπος υπολογισμού των θερμογεφυρών.

Αναλυτικά, η εκτίμηση του συντελεστή θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων καθώς και ο υπολογισμός των θερμογεφυρών γίνεται ακολουθώντας τον τρόπο που περιγράφεται στις επόμενες ενότητες, ο οποίος διαφοροποιείται ανάλογα με τη θέση του δομικού στοιχείου στο κτιριακό περίβλημα και του μέσου που το περιβάλλει από την εξωτερική του πλευρά (εξωτερικός αέρας, έδαφος, μη θερμαινόμενος χώρος κ.τ.λ.).

**Πίνακας 10:** Συμβατικός τρόπος θεώρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας και της τιμής των θερμογεφυρών στα επί μέρους δομικά στοιχεία ανά περίοδο έκδοσης οικοδομικής άδειας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

Περίοδος έκδοσης	Θερμομονωτική προστασία	Κτίριο μελέτης	Κτίριο αναφοράς
------------------	-------------------------	----------------	-----------------

οικοδομικής άδειας		Υπολογισμός τιμών U	Υπολογισμός θερμογεφυρών	Υπολογισμός τιμών U	Υπολογισμός θερμογεφυρών
<b>Πριν από το 1979 (ανυπαρξία κανονισμού)</b>	Χωρίς θερμομονωτική προστασία	Τιμές από πίνακα 3.4.	όχι	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$
	Μερική πρόνοια θερμικής προστασίας (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Τιμές από πίνακα 3.4.	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$
	Μετέπειτα επεμβάσεις που καλύπτουν τις απαιτήσεις του Κ. Θ. Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με $k_{max}$ Κ.Θ.Κ.	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$
	Μετέπειτα επεμβάσεις που καλύπτουν τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με $U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$
<b>Περίοδος 1979 -2010 (ισχύς Κ.Θ.Κ.)</b>	Χωρίς θερμομονωτική προστασία (μη εφαρμογή Κ.Θ.Κ.)	Τιμές από πίνακα 3.4.	όχι	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$
	Πλημμελής εφαρμογή Κ.Θ.Κ.	Τιμές από πίνακα 3.4.	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$
	Σύμφωνα με απαιτήσεις Κ.Θ.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με $k_{max}$ κατά Κ.Θ.Κ.	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$
	Κάλυψη των απαιτήσεων του Κ.Εν.Α.Κ. (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Σύμφωνα με τη μελέτη	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$
<b>Μετά το 2010 (ισχύς Κ.Εν.Α.Κ.)</b>	Πλημμελής εφαρμογή Κ.Εν.Α.Κ.	Υποχρέωση βελτίωσης εντός έτους	ναι	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	ναι
	Πλήρης εφαρμογή Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με $U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	ναι	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	ναι

### 2.7.3 Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων για τα κτίρια της 1ης κατηγορίας μπορούν να υπολογιστούν αναλυτικά ή να ληφθούν απευθείας από τους πίνακες 7 και 8.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις περιπτώσεις που έχει γίνει κάποια ανακαίνιση στο κτίριο για βελτίωση της θερμικής του συμπεριφοράς, π.χ. θερμομόνωση δώματος. Γι' αυτό το λόγο, κατά την ενεργειακή επιθεώρηση θα πρέπει να αναζητούνται ενδείξεις για μεταγενέστερες επεμβάσεις σε εξωτερικά δομικά στοιχεία, π.χ. έντονη ανισοσταθμία μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού δαπέδου στην απόληξη του κλιμακοστασίου, αυξημένο πάχος των εξωτερικών τοιχοποιιών κ.ά.

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων για τα κτίρια της 2ης κατηγορίας, μπορούν να ληφθούν ίσοι με τις τιμές που προβλέπονται από τη μελέτη θερμομόνωσης που συνοδεύει την οικοδομική άδεια, εφόσον διαπιστωθεί ότι αυτή εφαρμόστηκε στη φάση κατασκευής. Στην περίπτωση που η οικοδομική άδεια δεν υπάρχει, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 7., οι οποίες αντιστοιχούν στις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων.

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων για τα κτίρια της 3ης κατηγορίας, κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, μπορούν να ληφθούν ίσοι με τις τιμές που προβλέπονται από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης που συνοδεύει την οικοδομική άδεια. Ωστόσο πρέπει να διασταυρωθούν τόσο η ποιότητα, όσο και η ποσότητα των θερμομονωτικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή, συγκεντρώνοντας τα πιστοποιητικά και τα δελτία αποστολής τους από το μελετητή μηχανικό ή τον ιδιοκτήτη. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., 2017)

#### **2.7.4 Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος**

Η ροή θερμότητας από ένα δομικό στοιχείο που έρχεται σε επαφή με το έδαφος είναι ένα σύνθετο τρισδιάστατο φαινόμενο που εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, βασικότερες των οποίων είναι:

- η θερμική αγωγιμότητα του εδάφους,
- το πάχος του στρώματος εδάφους που το διαχωρίζει από τον εξωτερικό αέρα,
- η γεωμετρία του κτιρίου,
- η ίδια η θερμική αντίσταση του δομικού στοιχείου.

Για να γίνει εφικτή η απλοποιητική παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας, γίνεται χρήση του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U'$ , ο οποίος όταν πρόκειται για οριζόντιο δομικό στοιχείο υπολογίζεται συναρτήσει:

- του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  του δομικού στοιχείου,
- του βάρους έδρασης  $z$  του δομικού στοιχείου και
- της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας ( $B'$ ),

ενώ όταν πρόκειται για κατακόρυφο δομικό στοιχείο υπολογίζεται συναρτήσει:

- του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  του δομικού στοιχείου και

- του βάθους  $z$ , μέχρι το οποίο φτάνει το δομικό στοιχείο.

Ως χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας  $B'$  σε  $m$  ορίζεται το διπλάσιο του λόγου του καθαρού εμβαδού της πλάκας  $A$  σε  $m^2$  προς την εκτεθειμένη περιμέτρο της  $\Pi$  σε  $m$ .

*Εξίσωση 4*

$$B' = 2 \cdot A / \Pi$$

Ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος υπολογίζεται κανονικά από τη σχέση που υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου, όπως έχει αναπτυχθεί παραπάνω, θεωρώντας όμως ότι πρακτικά δεν υπάρχει εξωτερικό στρώμα αέρα που θα προβάλλει αντίσταση στη ροή θερμότητας και ότι η εξωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης, μηδενίζεται. Είναι δηλαδή:  $R_{\alpha} = 0$ . Ο έλεγχος επάρκειας θερμομόνωσης δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος γίνεται για τον ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου.

Για κτίριο πανταχόθεν ελεύθερο η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας ισούται με την περίμετρο της πλάκας, ενώ για κτίριο σε επαφή με άλλα θερμαινόμενα κτίρια η εκτεθειμένη περίμετρος ισούται με το άθροισμα των μηκών των πλευρών της που δεν έρχονται σε επαφή με τα όμορα θερμαινόμενα κτίσματα. Ομοίως, όταν από κάποια πλευρά της περιμέτρου της πλάκας υπάρχει μη θερμαινόμενος χώρος του κτιρίου, η πλευρά εκείνη δεν συνυπολογίζεται στο άθροισμα των μηκών των πλευρών της περιμέτρου.

Για το κτίριο αναφοράς ο ονομαστικός συντελεστής δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος ισούται με το μέγιστο επιτρεπτό για την κλιματική ζώνη που ανήκει το κτίριο (πίνακες 5 & 6).

Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος προσδιορίζεται από τον πίνακα 11 και τον πίνακα 12, λαμβάνοντας τον ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για κάθε κατηγορία κτιρίων ως εξής:

- Για κτίρια της 1ης κατηγορίας από τους πίνακες 7 και 8
- Για κτίρια της 2ης κατηγορίας από τη μελέτη θερμομόνωσης, εφόσον διαπιστωθεί ότι αυτή εφαρμόστηκε στη φάση κατασκευής. Στην περίπτωση που αυτή δεν υπάρχει, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 9, οι οποίες αντιστοιχούν στις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων.
- Για τα κτίρια της 3ης κατηγορίας ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας μπορεί να ληφθεί ίσος με την τιμή που προβλέπεται από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης που συνοδεύει την οικοδομική άδεια.

Η τιμή του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας είναι αυτή που υπεισέρχεται στη σχέση για τον υπολογισμό του  $U_m$ .

Στην περίπτωση κτιρίου, το οποίο βρίσκεται σε κεκλιμένο έδαφος ή σε έδαφος με διαφορετικές στάθμες, το βάθος έδρασης της πλάκας λαμβάνεται ίσο με το μέσο όρο των διαφορετικών αποστάσεων της πλάκας από την τελική στάθμη εδάφους σε επαφή με το κτίριο. Το βάθος έκτασης κάθε κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος λαμβάνεται ίσο με το μέσο βάθος έκτασης του δομικού στοιχείου.

Για παράδειγμα, στην απλή περίπτωση του παρακάτω σχήματος:

- Το βάθος έδρασης της πλάκας θα ληφθεί ίσο με  $z = (z_1 + z_2) / 2$ , ενώ
- Τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία θα υπολογιστούν για τα βάθη στα οποία εκτείνεται το καθένα, δηλαδή  $z_1$  και  $z_2$ .



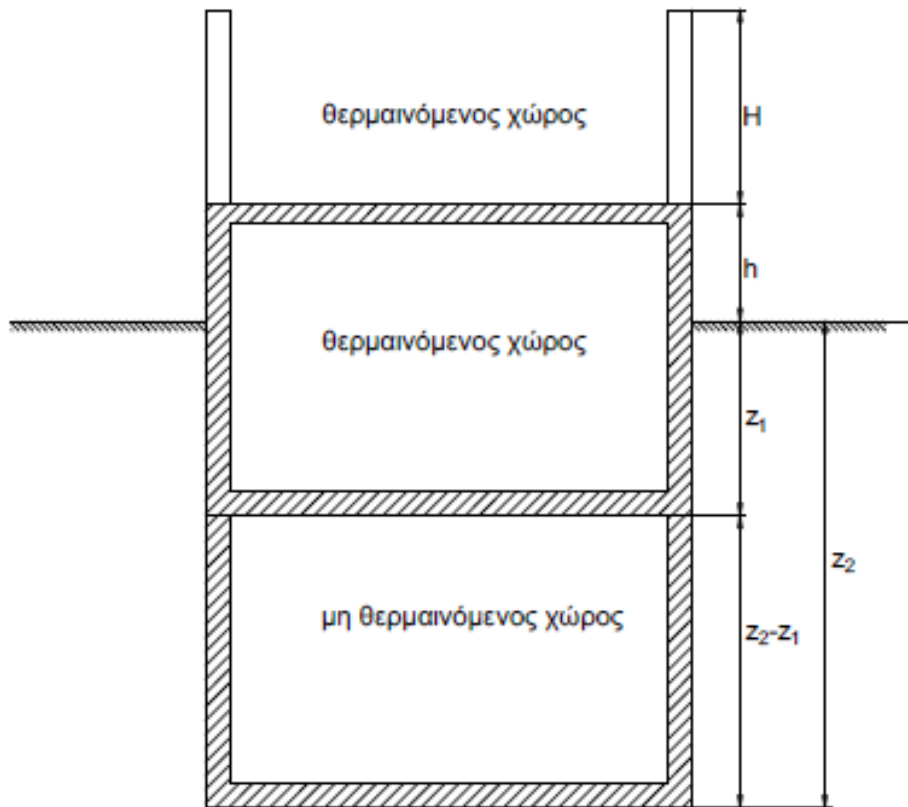
**Σχήμα 8:** Ενδεικτική διατομή κτιρίου για τον προσδιορισμό του βάθους έδρασης πλάκας επί εδάφους με διαφορετικές στάθμες έδρασης λόγω κεκλιμένου εδάφους (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

Στην περίπτωση κατακόρυφου δομικού στοιχείου που ξεκινά από βάθος  $z_1$  και εκτείνεται σε βάθος  $z_2$  από τη στάθμη του εδάφους (σχήμα 9) ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{FB'}$  του δομικού στοιχείου προκύπτει από τη σχέση:

Εξίσωση 5 
$$U_{FB'} = \frac{z_2 \cdot U'_{FB,z_2} - z_1 \cdot U'_{FB,z_1}}{z_2 - z_1} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

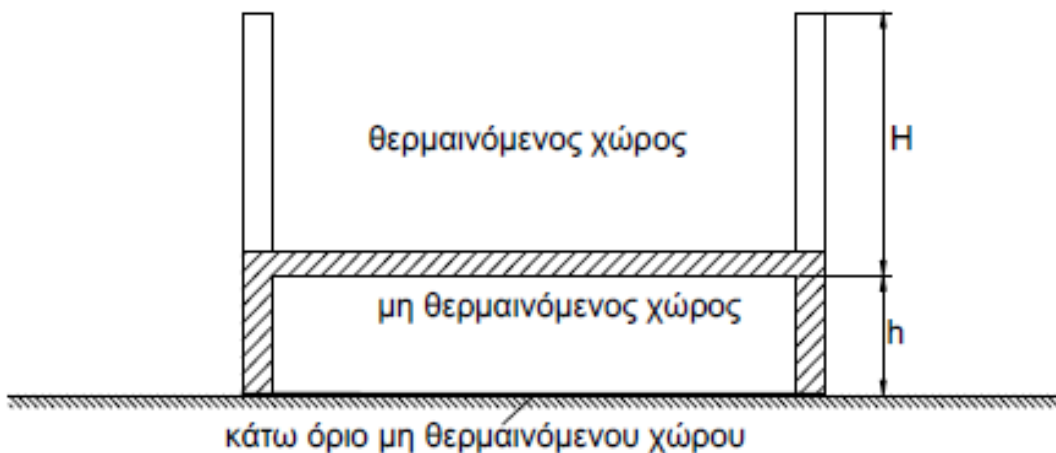
όπου:

- $U'_{FBz_i}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας για βάθος έκτασης  $z_i$
- $z_1$  [m] το βάθος από το οποίο ξεκινάει το δομικό στοιχείο,
- $z_2$  [m] το βάθος μέχρι το οποίο εκτείνεται το δομικό στοιχείο.



**Σχήμα 9:** Ενδεικτική διατομή κτιρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας κατακόρυφου δομικού στοιχείου ευρισκόμενου σε στάθμη χαμηλότερη αυτής της επιφάνειας του εδάφους (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

Στην περίπτωση υπερυψωμένης πλάκας (σχήμα 10), ακόμη και όταν ο υποκείμενος χώρος είναι πληρωμένος με έδαφος, αυτός λαμβάνεται ως κενός μη θερμαινόμενος χώρος και το κάτω όριο του ως πλάκα εδραζόμενη στο έδαφος με ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  ίσο με  $4,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .





**Σχήμα 10:** Ενδεικτική διατομή κτιρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας πλάκας υπερυψωμένης κατά απόσταση  $h$  από τη στάθμη του εδάφους (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

**Πίνακας 11:** Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U'_{TB}$  [ $W/(m^2K)$ ] κατακόρυφου δομικού στοιχείου ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_{TB}$  [ $W/(m^2K)$ ] που εκτείνεται σε βάθος  $z$  [m] (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

Z[m]	Ονομαστικός συντελεστής $U_{TB}$ [ $W/(m^2K)$ ]											
	4,50	3,00	2,00	1,50	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30
0,50	2,14	1,70	1,30	1,06	0,77	0,71	0,64	0,57	0,50	0,43	0,35	0,27
1,00	1,59	1,31	1,05	0,88	0,67	0,62	0,57	0,51	0,45	0,39	0,32	0,25
1,50	1,30	1,09	0,89	0,76	0,59	0,55	0,51	0,47	0,42	0,36	0,30	0,24
2,00	1,10	0,94	0,78	0,68	0,54	0,50	0,47	0,43	0,39	0,34	0,29	0,23
2,50	0,97	0,83	0,70	0,61	0,49	0,46	0,43	0,40	0,36	0,32	0,27	0,22
3,00	0,87	0,75	0,64	0,56	0,46	0,43	0,40	0,37	0,34	0,30	0,26	0,21
4,50	0,67	0,59	0,51	0,45	0,38	0,36	0,34	0,31	0,29	0,26	0,23	0,19
6,00	0,56	0,49	0,43	0,39	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,20	0,17
9,00	0,42	0,38	0,33	0,30	0,26	0,25	0,24	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15

Πίνακας 12: Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{FB}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] πλάκας (οριζόντιου δομικού στοιχείου) (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

Όνομαστικός συντελεστής $U_{FB}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	z(m)	Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B' [m]									
		≤2	4	6	8	10	14	18	22	26	≥30
4,50	0,00	1,21	0,83	0,64	0,53	0,45	0,36	0,30	0,25	0,22	0,20
	0,50	1,05	0,75	0,59	0,49	0,42	0,33	0,28	0,24	0,21	0,19
	1,00	0,92	0,68	0,54	0,45	0,39	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18
	1,50	0,82	0,62	0,50	0,42	0,37	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17
	2,00	0,74	0,57	0,47	0,40	0,35	0,28	0,24	0,21	0,18	0,17
	2,50	0,67	0,53	0,44	0,38	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	3,00	0,62	0,50	0,42	0,36	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	4,50	0,50	0,42	0,36	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	6,00	0,42	0,36	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
3,00	0,00	1,06	0,75	0,59	0,49	0,42	0,33	0,28	0,24	0,21	0,19
	0,50	0,93	0,68	0,54	0,46	0,39	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18
	1,00	0,83	0,63	0,51	0,43	0,37	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17
	1,50	0,74	0,58	0,47	0,40	0,35	0,28	0,24	0,21	0,18	0,17
	2,00	0,68	0,54	0,44	0,38	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	2,50	0,62	0,50	0,42	0,36	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	3,00	0,58	0,47	0,40	0,34	0,31	0,25	0,21	0,19	0,17	0,15
	4,50	0,47	0,40	0,34	0,30	0,27	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14
	6,00	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
2,00	0,00	0,89	0,66	0,53	0,45	0,39	0,31	0,26	0,22	0,20	0,18
	0,50	0,80	0,61	0,49	0,42	0,36	0,29	0,25	0,21	0,19	0,17
	1,00	0,72	0,56	0,46	0,39	0,35	0,28	0,24	0,20	0,18	0,16
	1,50	0,66	0,53	0,44	0,37	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	2,00	0,61	0,49	0,41	0,36	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	2,50	0,56	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15
	3,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	4,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	6,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
9,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	

1,00	0,00	0,77	0,59	0,48	0,41	0,36	0,29	0,24	0,21	0,19	0,17
	0,50	0,70	0,55	0,45	0,39	0,34	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	1,00	0,64	0,51	0,43	0,37	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,16
	1,50	0,59	0,48	0,40	0,35	0,31	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15
	2,00	0,55	0,45	0,38	0,33	0,30	0,24	0,21	0,18	0,16	0,15
	2,50	0,52	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	3,00	0,48	0,40	0,35	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14
	4,50	0,41	0,35	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	0,00	0,77	0,59	0,48	0,41	0,36	0,29	0,24	0,21	0,19	0,17
0,50	0,70	0,55	0,45	0,39	0,34	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16	
0,90	0,00	0,57	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,17	0,15
	0,50	0,53	0,44	0,37	0,33	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,15
	1,00	0,50	0,41	0,36	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	1,50	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	2,00	0,44	0,37	0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13
	2,50	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	3,00	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	4,50	0,35	0,30	0,27	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	6,00	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12
9,00	0,25	0,22	0,20	0,19	0,18	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	
0,80	0,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	0,50	0,49	0,41	0,35	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	1,00	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	1,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	2,00	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,50	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	3,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	4,50	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	6,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
9,00	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	
0,70	0,00	0,48	0,40	0,35	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14
	0,50	0,45	0,38	0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	1,00	0,43	0,36	0,32	0,28	0,26	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	1,50	0,41	0,34	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,00	0,39	0,33	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,50	0,37	0,32	0,28	0,25	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	3,00	0,35	0,30	0,27	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	4,50	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	6,00	0,28	0,25	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
9,00	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	
0,60	0,00	0,43	0,36	0,32	0,28	0,26	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	0,50	0,41	0,35	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	1,00	0,39	0,33	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,00	0,36	0,31	0,27	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	2,50	0,34	0,29	0,26	0,24	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12
	3,00	0,33	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
4,50	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	

	6,00	0,26	0,23	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
	9,00	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
0,50	0,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	0,50	0,36	0,31	0,28	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12
	1,00	0,35	0,30	0,27	0,24	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12
	1,50	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	2,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	2,50	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12
	3,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
	4,50	0,27	0,24	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
	6,00	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
	9,00	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10

### 2.7.5 Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους

Ως μη θερμαινόμενος χώρος ορίζεται κάθε κλειστός χώρος που δεν θερμαίνεται και περιλαμβάνεται στον όγκο του κτιρίου ή βρίσκεται στην περίμετρό του. Ο μη θερμαινόμενος χώρος δεν συμπεριλαμβάνεται στο θερμομονωτικά προστατευόμενο όγκο του κτιρίου και εφόσον διαχωρίζεται από τους λοιπούς θερμαινόμενους χώρους με κοινά προς αυτούς δομικά στοιχεία, αυτά οφείλουν να θερμομονώνονται πλήρως και να ελέγχονται ως προς τη θερμική τους επάρκεια σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κανονισμού.

- Συνήθως μη θερμαινόμενοι χώροι είναι:
  - Οι χώροι των υπογείων, όταν δεν θερμαίνονται.
  - Οι χώροι των αποθηκών που βρίσκονται μέσα στο κυρίως σώμα του κτιρίου ή σε επαφή με αυτό και δεν διαθέτουν θέρμανση.
  - Οι κλειστοί χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων.
  - Κάθε κλειστός χώρος που από τη φύση της λειτουργίας του δεν θερμαίνεται (π.χ. βιομηχανικά εργαστήρια).
- Θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι, αδιαφόρως αν θερμαίνονται ή όχι, οι βοηθητικοί χώροι και μικρές αποθήκες που συνυπολογίζονται στον ωφέλιμο χώρο ενός διαμερίσματος και έχουν συνεχή χρήση στη λειτουργικότητα του κτιρίου.
- Ο χώρος της εισόδου μονοκατοικίας ή πολυκατοικίας, το κλιμακοστάσιο και η απόληξή του στο δώμα, οι διάδρομοι πολυκατοικίας και γενικώς όλοι οι κοινόχρηστοι χώροι μπορούν να θεωρηθούν είτε ως θερμαινόμενοι είτε ως μη θερμαινόμενοι:
  - Στην πρώτη περίπτωση οφείλουν να προστατεύονται και ισχύει και γι' αυτούς ό,τι ισχύει για κάθε θερμαινόμενο χώρο.

- Στη δεύτερη περίπτωση εξαιρούνται της θερμομονωτικά προστατευμένης περιοχής του κτιρίου.

Ο μελετητής οφείλει εξαρχής να ορίσει ποιους χώρους του κτιρίου θεωρεί ως θερμαινόμενους και να τους συμπεριλάβει στη μελέτη θερμομονωτικής προστασίας και ποιους θεωρεί ως μη θερμαινόμενους και να τους αποκλείσει απ' αυτήν.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_u$ ) ενός δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα θερμαινόμενο από ένα μη θερμαινόμενο χώρο εφαρμόζεται ή ίδια διαδικασία που εφαρμόζεται για τον υπολογισμό ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον και χρησιμοποιείται η ίδια σχέση, λαμβάνοντας όμως τη θερμική αντίσταση του επιφανειακού στρώματος αέρα προς το μη θερμαινόμενο χώρο ίση με αυτήν του εσωτερικού.

Δηλαδή ισχύει:

Εξίσωση 6

$$R_\alpha = R_i$$

[m<sup>2</sup>K/W]

Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου προς μη θερμαινόμενο χώρο ( $U_u$ ) υπεισέρχεται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου ( $U_m$ ) με ένα μειωτικό συντελεστή  $b_u$ . (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., 2017)

### 2.7.6 Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη

Τόσο κατά την ενεργειακή μελέτη, όσο και κατά την ενεργειακή επιθεώρηση γίνεται η παραδοχή ότι οι θερμικές ζώνες δεν είναι μεταξύ τους θερμικά συζευγμένες, δηλαδή δεν ανταλλάσσουν θερμότητα. Συνεπώς, τα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν θερμικές ζώνες λαμβάνονται ως αδιαβατικά.

### 2.7.7 Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με όμορο κτίριο

Τα δομικά στοιχεία, τα οποία έρχονται σε επαφή με όμορο κτίριο, υπολογίζονται:

- ως αδιαβατικά, αν ο χώρος του όμορου κτιρίου είναι θερμαινόμενος,
- ως ερχόμενα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο, αν ο χώρος δεν θερμαίνεται.

Σε περίπτωση που δεν είναι γνωστό αν ο χώρος του όμορου κτιρίου είναι θερμαινόμενος ή μη, το δομικό στοιχείο αντιμετωπίζεται ως ερχόμενο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.

### 2.7.8 Υπολογισμός των θερμογεφυρών

Θερμογέφυρες ονομάζονται οι θέσεις στο κέλυφος ενός κτιρίου, στις οποίες εμφανίζεται σε σχέση με τις γειτονικές τους διαφοροποίηση στη θερμική αντίσταση των δομικών στοιχείων είτε λόγω ασυνέχειας της στρώσης θερμομόνωσης είτε λόγω διαφοροποίησης του υλικού κατά μήκος του δομικού στοιχείου είτε λόγω αλλαγής

της γεωμετρίας της διατομής. Σ' αυτές τις θέσεις παρατηρείται μεταβολή στη ροή θερμότητας και στην εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία σε σχέση με τις γειτονικές τους.

Οι θερμογέφυρες αποτελούν τα "ασθενή" σημεία του κτιριακού περιβλήματος και λειτουργούν επιβαρυντικά στη θερμική του προστασία. Επηρεάζουν την ενεργειακή του συμπεριφορά και επιφέρουν μείωση της αίσθησης της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του χώρου. Συχνά καταλήγουν να είναι πρόξενοι ποικίλων φθορών και καταστροφών, ενίοτε ασήμαντων και επουσιωδών, κατά το πλείστον όμως επικίνδυνων και σοβαρών. Οι περισσότερες φθορές οφείλονται στην επιφανειακή συμπύκνωση των υδρατμών, λόγω της πτώσης της επιφανειακής θερμοκρασίας των δομικών στοιχείων σε τιμή χαμηλότερη της θερμοκρασίας δρόσου.

Από μελέτες έχει αποδειχθεί ότι οι θερμογέφυρες προσαυξάνουν κατά μέσο όρο την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του συνολικού κελύφους του κτιρίου συγκριτικά με τη θεωρητικά υπολογιζόμενη, θεωρούμενης της θερμικής ροής στον υπολογισμό κατά παραδοχή ως μονοδιάστατο μέγεθος και κάθετο στην επιφάνεια του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου, σε ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 5% και 30%. Αυτό το ποσοστιαίο εύρος έχει να κάνει με το μέγεθος του κτιρίου, τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά, τα αρχιτεκτονικά του στοιχεία και κατ' επέκταση με το πλήθος των εμφανιζόμενων θερμογεφυρών. Οι θερμογέφυρες μπορούν να διακριθούν σε δύο τύπους:

- στις γραμμικές και
- στις σημειακές.

Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση και οφείλονται στη δημιουργία θέσεων στις οποίες η ροή θερμότητας παρουσιάζει έντονα δισδιάστατη φύση και η παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας παύει να ισχύει.

Οι σημειακές θερμογέφυρες εμφανίζονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφυρών, στις οποίες η ροή θερμότητας έχει τρισδιάστατη φύση. Οι σημειακές θερμογέφυρες δεν έχουν καμία διάσταση, ενώ η επίδρασή τους στις θερμικές ανταλλαγές θεωρείται πρακτικά αμελητέα, γι' αυτό και δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.

Αντίθετα, οι γραμμικές θερμογέφυρες λαμβάνονται υπόψη και συγκριτικά με τις σημειακές έχουν μεγαλύτερη επίδραση στη θερμική συμπεριφορά του κελύφους. Ως προς τις αιτίες δημιουργίας τους οι γραμμικές θερμογέφυρες διακρίνονται σε τρεις τύπους:

- στις γεωμετρικές
- στις κατασκευαστικές
- σε συνδυασμό των δύο παραπάνω τύπων.

Οι γεωμετρικές θερμογέφυρες δημιουργούνται σε θέσεις στις οποίες η βασική γεωμετρία του δομικού στοιχείου παύει να είναι γραμμική, π.χ. στη θέση κάθετης τομής δύο εξωτερικών δομικών στοιχείων με την συνέχεια της θερμομόνωσης να μην διακόπτεται (γωνία). Σε αυτή την περίπτωση επειδή η συνολική εξωτερική επιφάνεια των δομικών στοιχείων διαφέρει από την εσωτερική, αναπτύσσονται έντονα φαινόμενα δισδιάστατης ροής θερμότητας. Ανάλογα με το αν χρησιμοποιούνται εσωτερικές ή εξωτερικές διαστάσεις για τους υπολογισμούς των θερμικών ροών, η τιμή του γραμμικού συντελεστή της συγκεκριμένης θερμογέφυρας διαφοροποιείται.

Στην περίπτωση χρήσης εσωτερικών διαστάσεων λαμβάνει θετικές τιμές, ενώ στην περίπτωση χρήσης εξωτερικών διαστάσεων αρνητικές λειτουργώντας στην ουσία ως διόρθωση στους υπολογισμούς των ροών θερμότητας με παραδοχή μονοδιάστατης ροής. Στα πλαίσια των υπολογισμών με βάση τον KENAK, γίνεται παντού χρήση εξωτερικών διαστάσεων.

Οι κατασκευαστικές θερμογέφυρες δημιουργούνται σε θέσεις στις οποίες υπάρχει ασυνέχεια του θερμομονωτικού υλικού, π.χ. στις θέσεις ένωσης δοκού με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα. Σε αυτήν την περίπτωση αναπτύσσεται έντονη δισδιάστατη ροή θερμότητας στην περιοχή της ασυνέχειας η οποία οδηγεί σε αυξημένες θερμικές απώλειες και μείωση της εσωτερικής επιφανειακής θερμοκρασίας. Σε αυτές τις θερμογέφυρες η τιμή του γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας είναι πάντα θετική.

Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει συνδυασμός γεωμετρικής και κατασκευαστικής θερμογέφυρας, π.χ. σε ένα γωνιακό υποστύλωμα θερμομονωμένο εξωτερικά στο οποίο εφάπτονται δύο κάθετες μεταξύ τους τοιχοποιίες με θερμομόνωση στον πυρήνα. Σε αυτές τις περιπτώσεις εμφανίζονται αυξημένες ροές θερμότητας και μειωμένη εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία ενώ ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας μπορεί να λάβει, ακόμη και με χρήση εξωτερικών διαστάσεων για τους υπολογισμούς των ροών θερμότητας, αρνητική, θετική ή μηδενική τιμή ανάλογα με την περίπτωση.

Στόχος είναι να υπολογισθούν οι θερμικές απώλειες κατά μήκος της κάθε θερμογέφυρας. Για τον υπολογισμό τους απαιτούνται:

- ο κάθε τύπος θερμογέφυρας, που εκφράζεται με έναν συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi$ , μετρούμενο σε  $W/(m \cdot K)$
- και το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας  $l$ , που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου, μετρούμενο σε  $m$ .

Τις θερμικές απώλειες κατά μήκος μιας θερμογέφυρας ορίζει το γινόμενο  $\Psi \cdot l$  (σε  $W/K$ ).

Ως προς τη θέση εμφάνισής τους στο κτίριο, οι θερμογέφυρες διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

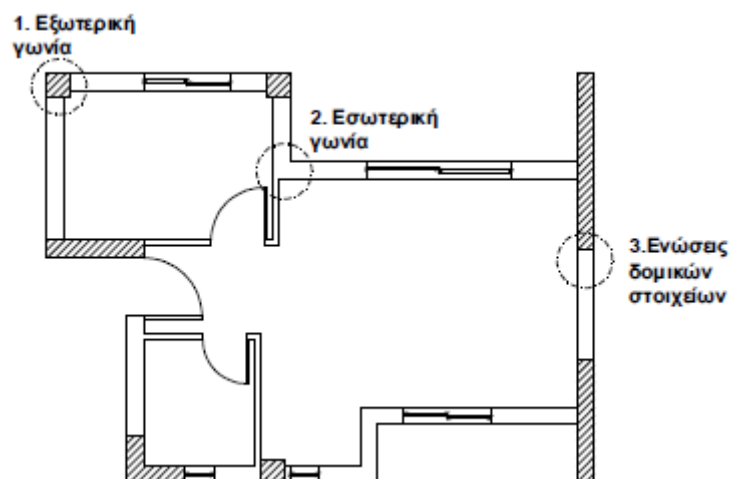
1. στη συναρμογή των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (**κατακόρυφες θερμογέφυρες**).
2. στη συναρμογή των οριζόντιων δομικών στοιχείων με τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία (**οριζόντιες θερμογέφυρες**).
3. στη συναρμογή των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία (**θερμογέφυρες κουφωμάτων**).

Οι κατακόρυφες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις κατόψεις του κτιρίου και δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται καθ' ύψος, το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των τομών. Διακρίνονται σε τρεις υποκατηγορίες:

1. θερμογέφυρες εξωτερικών γωνιών (ΕΞΓ)
2. θερμογέφυρες εσωτερικών γωνιών (ΕΣΓ)
3. θερμογέφυρες ένωσης δομικών στοιχείων (ΕΔΣ)

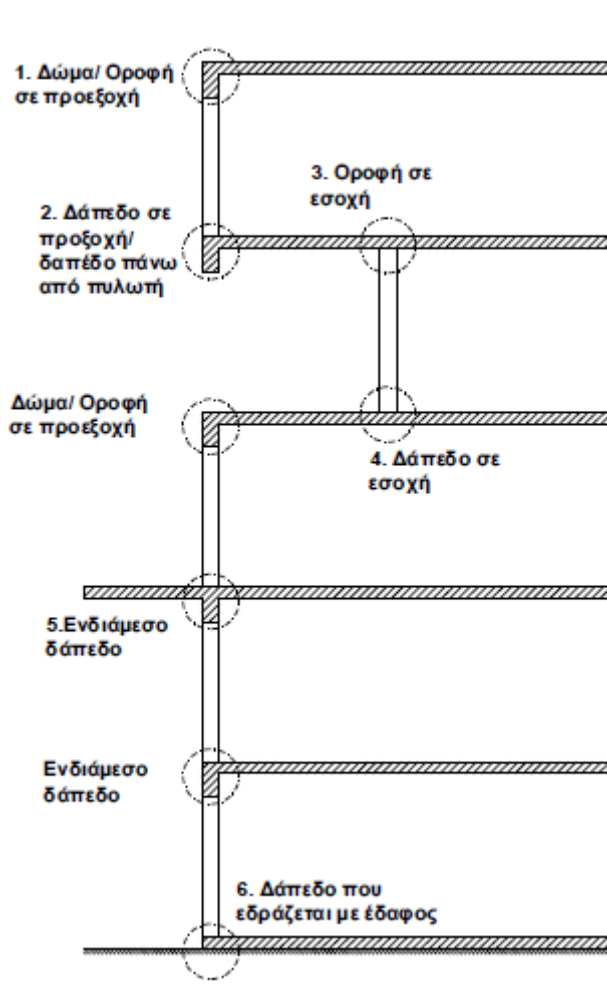
Οι οριζόντιες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις τομές του κτιρίου και δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται κατά μήκος των δομικών στοιχείων, το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των κατόψεων. Διακρίνονται σε έξι κατηγορίες:

1. θερμογέφυρες δώματος/οροφής σε προεξοχή (Δ)
2. θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή/δαπέδου πάνω από πυλωτή(ΔΠ)
3. θερμογέφυρες οροφής σε εσοχή (ΟΕ)
4. θερμογέφυρες δαπέδου σε εσοχή (ΔΕ)
5. θερμογέφυρες ενδιάμεσου δαπέδου (ΕΔΠ)
6. θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται σε έδαφος (ΕΔ)



**Σχήμα 11:** Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης θερμογεφυρών οριζόντιας τομής (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)





**Σχήμα 12:** Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης θερμογεφυρών κατακόρυφης τομής (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2017)

Οι θερμογέφυρες κουφωμάτων εντοπίζονται στις θέσεις συναρμογής των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία. Το μήκος τους μετράται με βάση τις διαστάσεις των ανοιγμάτων. Διακρίνονται σε δυο υποκατηγορίες:

1. θερμογέφυρες στο λαμπά του κουφώματος (Λ).
2. θερμογέφυρες στο ανωκάσι / κατωκάσι του κουφώματος (ΑΚ).

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών λόγω της ύπαρξης θερμογεφυρών και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου πρέπει να είναι γνωστή η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi$  και το μήκος  $l$  της θερμογέφυρας που δημιουργείται.

#### Συμπερασματικά:

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων της 1ης κατηγορίας οι θερμογέφυρες μπορούν να παραλειφθούν, καθώς η θερμική προστασία των κτιρίων εκείνης της περιόδου είναι ούτως ή άλλως ανεπαρκής.

Τα κτίρια της 2ης κατηγορίας θεωρητικά είναι κατά την πλειοψηφία τους θερμομονωμένα, χωρίς όμως να πληρούν τις απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ. Γι' αυτό το λόγο οι θερμογέφυρες δεν πρέπει να παραλειφθούν, αλλά προσεγγιστικά να ληφθούν υπόψη στον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, προσαυξάνοντας το συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου κατά  $\Delta U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , εξαιρουμένων των κουφωμάτων και των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος. Να σημειωθεί πως η προσαύξηση του συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων κατά  $\Delta U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  ισχύει και για τα κτίρια της 1ης και 2ης κατηγορίας, που έχουν υποστεί ανακαίνιση με θερμική ενίσχυση των κατακόρυφων δομικών τους στοιχείων.

Στα κτίρια της 3ης κατηγορίας, οι υπολογισμοί γίνονται αναλυτικά με τα εξής βήματα:

1. επιλογή του τύπου της θερμογέφυρας ανάλογα με τη θέση εμφάνισής της στο κτιριακό κέλυφος.
2. επιλογή της βασικής κατηγορίας θέσης ανάλογα με την θέση της θερμομόνωσης.
3. λήψη της αντίστοιχης τιμής του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi$  και προσδιορισμός του μήκους εμφάνισης της συγκεκριμένης θερμογέφυρας.
4. σύγκριση των γενικών συνθηκών που ορίζει η βασική κατηγορία ανάλογα με τη θέση της θερμομόνωσης σε σχέση με αυτές που αποτυπώνονται στα αρχιτεκτονικά σχέδια.
5. λήψη της αντίστοιχης προσαύξησης/μείωσης του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας και υπολογισμός του αντίστοιχου μήκους για το οποίο ισχύει η συνθήκη.
6. άθροισμα των γινομένων των επιμέρους συντελεστών γραμμικής θερμοπερατότητας επί τα μήκη των αντίστοιχων θερμογεφυρών.

Σε περίπτωση που ένα κτίριο έχει τμήματα κατασκευασμένα σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, η γραμμική θερμοπερατότητα λαμβάνεται βάσει της νεότερης κατασκευής.

### **3. ΤΕΕ – ΚΕΝΑΚ ΚΑΙ ΚΘΚ**

#### **3.1 Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίου (ΚΕΝΑΚ)**

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων υπολογίζεται με βάση μεθοδολογία που ορίζεται στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) ο οποίος περιλαμβάνει, πλέον των θερμομονωτικών χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων της εξωτερικής επιφάνειας του κτιρίου (κέλυφος) και άλλους παράγοντες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο, όπως οι εγκαταστάσεις θέρμανσης/κλιματισμού και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα στοιχεία παθητικής θέρμανσης και ψύξης, η σκίαση, η ποιότητα του αέρα εσωτερικών χώρων, ο επαρκής φυσικός φωτισμός και ο σχεδιασμός του κτιρίου. Η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης καλύπτει την ετήσια ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και έχει εκπονηθεί σύμφωνα με τα σχετικά ευρωπαϊκά πρότυπα.

Με τον ΚΕΝΑΚ καθορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και των δομικών στοιχείων. Οι απαιτήσεις αυτές έχουν καθοριστεί με σκοπό να επιτευχθεί η βέλτιστη από πλευράς κόστους ισορροπία μεταξύ των συναφών επενδύσεων και των ενεργειακών δαπανών που εξοικονομούνται στη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής του κτιρίου.

Πληροφορίες σχετικά με την τυπική ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, αλλά και οικονομικά συμφέρουσες συμβουλές σχετικά με τη βελτίωση της απόδοσης του, δίνονται στο Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) που είναι χρήσιμο στον ιδιοκτήτη, στον μελλοντικό αγοραστή αλλά και στον ενοικιαστή ενός κτιρίου ή κτιριακής μονάδας. Ο ιδιοκτήτης αναθέτει σε ενεργειακό επιθεωρητή την εκπόνηση ενεργειακής επιθεώρησης και την έκδοση ΠΕΑ. Η έκδοση του ΠΕΑ είναι υποχρεωτική για την πώληση και ενοικίαση (μακροχρόνια, βραχυχρόνια, υπεκμίσθωση) κάθε κτιρίου/κτιριακής μονάδας. Ειδικά για τη διάθεση προς πώληση ή προς μίσθωση κτιρίου ή κτιριακής μονάδας, απαιτείται η δήλωση του δείκτη ενεργειακής απόδοσης (ενεργειακή κατηγορία), όπως αυτός προκύπτει από το ΠΕΑ, σε όλες τις εμπορικές διαφημίσεις και καταχωρήσεις. Στην ηλεκτρονική δήλωση στην ΑΑΔΕ της μίσθωσης (μακροχρόνιας, βραχυχρόνιας, υπεκμίσθωσης) σε νέο ενοικιαστή κτιρίου ή κτιριακής μονάδας, καταχωρείται ο αριθμός πρωτοκόλλου του ΠΕΑ σε αυτή. Επιπλέον, το ΠΕΑ απαιτείται μετά την ολοκλήρωση των οικοδομικών εργασιών νέου κτιρίου, προσθήκης, ριζικής ανακαίνισης, για την έκδοση του Πιστοποιητικού Ελέγχου Κατασκευής (ΠΕΚ).

Ο Κ.Εν.Α.Κ., σε αντίθεση με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτηρίων (ΚΘΚ), εισάγει τον ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό στη μελέτη και κατασκευή κάθε κτιρίου, θέτοντας τις ελάχιστες απαιτήσεις και προδιαγραφές που αυτό οφείλει να τηρεί. Τη σύνταξη ίδιας ενεργειακής μελέτης απαιτεί και για κάθε υφιστάμενο κτίριο που θα υφίσταται ριζική ανακαίνιση. Ο κανονισμός για κάθε κτίριο απαιτεί την έκδοση

πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, στο οποίο θα αποτυπώνεται η ενεργειακή του συμπεριφορά και το οποίο θα υπεισέρχεται πλέον στις συμβολαιογραφικές πράξεις πώλησης, μεταβίβασης και ενοικίασης, επηρεάζοντας την αντικειμενική του αξία. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης είναι απαραίτητο για όλα τα κτίρια, παλαιά και νέα, και εκδίδεται από τον ενεργειακό επιθεωρητή, δηλαδή από μηχανικό κατάλληλα καταρτισμένο κατόπιν παρακολούθησης εξειδικευμένου εκ παιδευτικού προγράμματος, ο οποίος θα μπορεί να διεξαγάγει ενεργειακή επιθεώρηση στο κέλυφος του κτιρίου, στη μονάδα θέρμανσης και στη μονάδα κλιματισμού. Η ενεργειακή επιθεώρηση είναι απαραίτητο να επαναλαμβάνεται ανά δεκαετία ή κάθε φορά που πραγματοποιείται στο κτίριο επέμβαση που αλλάζει την ενεργειακή του συμπεριφορά. Με τον ΚΕΝΑΚ αναμένεται να επέλθουν σημαντικές αλλαγές τόσο στον τρόπο δόμησης των κτιρίων, όσο και στη νοοτροπία μελετητών, κατασκευαστών και τεχνικού προσωπικού, που ουσιαστικά θα πρέπει πλέον να αναβαθμίσουν την ποιότητά των κτιρίων όχι μόνο σε θέματα ενέργειας και προστασίας του περιβάλλοντος αλλά και αυτής κάθε αυτήν της δόμησης. (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας "Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων", <https://ypen.gov.gr/energeia/energeiaki-exoikonomisi/ktiria/kenak>)

### 3.1.1 Το νομικό πλαίσιο του ΚΕΝΑΚ

Οι δύο κοινοτικές οδηγίες:

- Η **οδηγία 2002/91/ΕΚ** της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την "ενεργειακή απόδοση των κτιρίων", επάνω στην οποία στηρίχθηκε η δημιουργία του Κ.Εν.Α.Κ. Καταργείται από την 1η Φεβρουαρίου 2012.
- Η **οδηγία 2010/31/ΕΕ** της 19ης Μαΐου 2010, για την "ενεργειακή απόδοση των κτιρίων", που αναθεωρεί την προηγούμενη και προς την οποία η κάθε χώρα θα πρέπει να έχει συμμορφωθεί έως την 9η Ιουλίου 2012 (και με ορισμένες διατάξεις έως την 31η Δεκεμβρίου 2015).

Προσαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας στις υποχρεώσεις των κοινοτικών οδηγιών:

- **Νόμος 3661/19-5-2008** (Φ.Ε.Κ. 89 Α'): "Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις". Είναι ο νόμος με τον οποίο ενσωματώθηκε η κοινοτική οδηγία,
- **Κοινή υπουργική απόφαση Δ6/Β/οικ. 5825/9-4-2010** (Φ.Ε.Κ. 407 Β'): "Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων". Είναι ο Κ.Εν.Α.Κ.
- **Ερμηνευτική εγκύκλιος 1603/4-10-2010**: "Εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ., που δίνει διευκρινίσεις επί των απαιτήσεων εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ.

- **Ερμηνευτική εγκύκλιος 2279/22-12-2010:** "Διευκρινίσεις για την ορθή εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ." Δίνει διευκρινίσεις επί πολλών ζητημάτων που προέκυψαν κυρίως ως προς τα όρια εφαρμογής του νέου κανονισμού και επί των ελέγχων που θα διενεργούνται από τις υπηρεσίες πολεοδομίας κατά την κατάθεση φακέλου ενεργειακής μελέτης κτιρίου.
- **Ερμηνευτική εγκύκλιος 2366/5-1-2011,** που δίνει διευκρινίσεις ως προς την υποχρέωση έκδοσης πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.) σε περιπτώσεις αγοραπωλησίας ακινήτων.

Άλλοι νόμοι, με άρθρα των οποίων επήλθαν τροποποιήσεις στο αρχικό θεσμικό πλαίσιο του ΚΕΝΑΚ:

- **Νόμος 3851/4-6-2010** (Φ.Ε.Κ. 85 Α'). "Επιτάχυνση της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις".
- **Νόμος 3889/14-10-2010** (Φ.Ε.Κ. 132 Α'): "Χρηματοδότηση περιβαλλοντικών παρεμβάσεων, πράσινο ταμείο, κύρωση δασικών χαρτών και άλλες διατάξεις"

Για την υποστήριξη της εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ. εγκρίθηκαν 4 τεχνικές οδηγίες που συντάχθηκαν από επιτροπές που συνέστησε το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας:

1. **Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010** "Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης"
2. **Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010** "Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων"
3. **Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010** "Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών"
4. **Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010** "Οδηγίες και έντυπο ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού".

Σε διαδικασία έκδοσης είναι η πέμπτη τεχνική οδηγία για το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων.

Η θεσμοθέτηση των ενεργειακών επιθεωρητών

**Προεδρικό διάταγμα 100/6-10-2010** (Φ.Ε.Κ. 177Α): "Ενεργειακοί επιθεωρητές κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού.

### **3.1.2 Λογισμικό TEE-KENAK**

Το Λογισμικό TEE-KENAK αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για τους μηχανικούς για την ενεργειακή μελέτη και πιστοποίηση των κτιρίων, την επιθεώρηση λεβήτων, εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού. Αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στα πλαίσια του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ).

Το TEE-KENAK δημιουργήθηκε σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά και εθνικά πρότυπα, τον Κανονισμό Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων και τις σχετικές Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ), ενώ αποτελείται από 5 ανεξάρτητα μεταξύ τους λογισμικά, τα οποία είναι δομημένα σε περιβάλλον παραθύρων (windows) με παρεμφερείς μάσκες εισαγωγής δεδομένων:

- Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίου
- Ενεργειακή Μελέτη
- Ενεργειακή Επιθεώρηση Λέβητα
- Ενεργειακή Επιθεώρηση Εγκατάστασης Θέρμανσης
- Ενεργειακή Επιθεώρηση Εγκατάστασης Κλιματισμού

(Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας [ΤΕΕ], 2008)

### **3.1.3 TEE-KENAK ενεργειακή μελέτη κτιρίων**

Το TEE-KENAK Ενεργειακή Μελέτη Κτιρίων χρησιμοποιείται για την εκπόνηση υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις και προδιαγραφές του νόμου 3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89), του Κανονισμού Ενεργειακή Απόδοσης Κτιρίων - KENAK (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010) και της σχετικής Τεχνικής Οδηγίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (20701-1/2010).

Το συγκεκριμένο λογισμικό, με τον τρόπο που είναι δομημένο και το περιβάλλον του, καθοδηγεί τον μελετητή με συγκεκριμένα και σαφή βήματα για την εκτέλεση του έργου του ζητώντας από αυτόν με λογική σειρά την καταχώρηση όλων των απαραίτητων παραμέτρων. Να σημειωθεί ότι άλλες παραμέτρους από αυτές που αναπτύχθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια χρειάζεται ο μελετητής να τις έχει ήδη υπολογίσει από πριν, όπως π.χ. τους συντελεστές θερμοπερατότητας επιφανειών, ενώ άλλες από αυτές συμπληρώνονται αυτόματα από το λογισμικό, π.χ. οι επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες μιας θερμικής ζώνης καταχωρούνται αυτόματα στο πρόγραμμα, εφόσον προηγουμένως ο μελετητής έχει ορίσει απλά και μόνο την χρήση της ζώνης.

Με την ολοκλήρωση της εισαγωγής δεδομένων για το προς μελέτη κτίριο ή τμήμα κτιρίου, το λογισμικό δημιουργεί αυτόματα το κτίριο αναφοράς με το οποίο συγκρίνεται το υπάρχον κτίριο. Το κτίριο αναφοράς είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτίριο. Συγκεκριμένα, θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το υπάρχον κτίριο. Το

κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν στη Θέρμανση/Ψύξη Κτιρίου των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και στο φωτισμό.

### **3.2 Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων (ΚΘΚ)**

Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση εξαρτάται από την περιοχή (κλιματολογικές συνθήκες), το μέγεθος και την κατασκευή του κτηρίου, τον τύπο και την κατάσταση του μηχανολογικού εξοπλισμού, τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες (θερμοκρασία, απαιτούμενος αέρας, κ.α.) και το ωράριο λειτουργίας. Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων (ΚΘΚ) τέθηκε σε ισχύ το 1979, αντιγράφοντας τον πρώτο γερμανικό κανονισμό, καθορίζοντας τα μέγιστα όρια για τη θερμοπερατότητα των διαφόρων στοιχείων (τοιχοί, οροφή, παράθυρα) και του κελύφους του κτηρίου. Κατά τη διάρκεια της πρώτης δεκαετίας της εφαρμογής του ΚΘΚ (1980-1990), η πλειοψηφία των κτηρίων δεν εφάρμοζαν επαρκώς τη θερμομόνωση σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις και μόνο οι πρόσφατες κατασκευές εφαρμόζουν θερμομόνωση στο φέροντα οργανισμό προκειμένου για την ομοιομορφία της μόνωσης στο κτηριακό κέλυφος και την αποφυγή των θερμογεφυρών. Σαν αποτέλεσμα, ένα μεγάλο ποσοστό των κτηρίων δεν διαθέτουν θερμομόνωση, παρά το γεγονός ότι οι βαθμομέρες θέρμανσης ξεπερνούν τις 2600 στο βόρειο τμήμα της χώρας.

Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης, που ισχύει από το 1979, υπήρξε για την εποχή του ένα σημαντικό εργαλείο με αυστηρές προδιαγραφές, που όμως εδώ και χρόνια δεν μπορούσε πλέον να ανταποκριθεί στις σύγχρονες ενεργειακές απαιτήσεις. Αντιμετώπιζε το κτίριο μόνον από την πλευρά της θερμομονωτικής του προστασίας, αποσκοπώντας αποκλειστικά στον περιορισμό των θερμικών απωλειών κατά τη χειμερινή περίοδο, ενώ δεν λάμβανε μέριμνα για την ενεργειακή κατανάλωση κατά τη διάρκεια του θέρους, καθώς ο κλιματισμός δεν αποτελούσε κυρίαρχη επιλογή εκείνη την εποχή. Η εφαρμογή των απαιτήσεων του κανονισμού περιοριζόταν επίσης μόνο στα νεοαναγειρόμενα κτίρια, χωρίς να λαμβάνεται καμία μέριμνα για τα υφιστάμενα, που αφήνονταν να λειτουργούν ενεργοβόρα.

## 4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

### 4.1 Γενικά για το σύστημα

Το Σύστημα Θέρμανσης ενός κτηρίου αποτελεί νευραλγικό τομέα για την σωστή λειτουργία και την άνεση των κατοίκων/χρηστών του.

Το Σύστημα Θέρμανσης χρησιμοποιείται για την παραγωγή θερμικής ενέργειας και την διανομή αυτής εντός των χώρων ενός κτηρίου.

Αναλύοντας τα Συστήματα Θέρμανσης αποτελούνται από:

- i. Τη μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας
- ii. τον εξοπλισμό διανομής και τις σωληνώσεις μεταφοράς της θερμικής ενέργειας
- iii. το σύστημα μετάδοσης της θερμικής ενέργειας εντός των χώρων του κτιρίου
- iv. το σύστημα ελέγχου

"Για παράδειγμα, σε μια συμβατική εγκατάσταση με λεβητοστάσιο πετρελαίου, το σύστημα λέβητα-καυστήρα με τη καπνοδόχο του, αποτελεί τη μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας. Ο κυκλοφορητής και το δίκτυο σωληνώσεων αποτελούν το εξοπλισμό διανομής, ενώ τα σώματα καλοριφέρ αποτελούν το σύστημα μετάδοσης της θερμότητας εντός των χώρων του κτηρίου. Το σύστημα ελέγχου σε αυτή τη περίπτωση, είναι ο θερμοστάτης χώρου της εγκατάστασης." (Andrianos, 2022)

### 4.2 Συστήματα παραγωγής θερμικής ενέργειας

Παρακάτω θα δούμε τα κυριότερα και πιο διαδεδομένα Συστήματα Παραγωγής Θερμικής Ενέργειας.

#### 4.2.1 Αντλίες θερμότητας για θέρμανση/ψύξη

Οι αντλίες θερμότητας είναι μηχανήματα τα οποία εκμεταλλεύονται τις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος ώστε να "αντλούν" θερμότητα από μία πηγή (αέρα, νερό, έδαφος) και να τη μεταφέρουν στον αποδέκτη ως θέρμανση ή ψύξη. Η αρχή λειτουργίας τους είναι η ίδια που εφαρμόζεται στα ψυγεία και στα γνωστά σε όλους μας κλιματιστικά.

Χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση και τον κλιματισμό κτιρίων σε συνδυασμό με τα θερμαντικά σώματα, την ενδοδαπέδια και τα Fan Coils. Παράλληλα μπορούν να παράγουν και ζεστό νερό χρήσης.

Οι Αντλίες Θερμότητας ονομάζονται έτσι διότι "αντλούν" θερμότητα από μία ψυχρή πηγή (εξωτερικό περιβάλλον το χειμώνα ή ψυχόμενος χώρος το καλοκαίρι) και με τη



βοήθεια ενός ψυκτικού μέσου την αποβάλλουν σε μία θερμή πηγή (θερμαινόμενος χώρος το χειμώνα ή εξωτερικό περιβάλλον το καλοκαίρι). Επειδή «επιβάλλουν» μία ροή θερμότητας από το ψυχρότερο προς το θερμότερο περιβάλλον, που είναι αντίθετη προς τη «φυσική ροή» θερμότητας (που είναι από το θερμότερο προς το ψυχρότερο), απαιτούν την κατανάλωση ενός μικρού ποσού ενέργειας (συνήθως ηλεκτρικής) για να συντηρήσουν τη λειτουργία τους.

Με τις Αντλίες Θερμότητας καλύπτεται η ανάγκη για θέρμανση τον χειμώνα και ψύξη το καλοκαίρι, με ένα ενιαίο σύστημα. Η μόνη προϋποθέση είναι η εγκατάσταση μονάδων Fan Coil αντί για σώματα. Οι Αντλίες Θερμότητας χαρακτηρίζονται από τους συντελεστές απόδοσης, για τη θέρμανση (COP) και για τη ψύξη (EER), που εκφράζουν το λόγο της ενέργειας που «παίρνουμε ή ωφελούμαστε» προς την ενέργεια που «καταναλώνουμε». Οι τιμές των συντελεστών αυτών είναι μεγαλύτερες της μονάδος (στο σύνολο σχεδόν των εφαρμογών) και κυμαίνονται (συνήθως) από 3 έως 4. Αυτό συμβαίνει επειδή η ενέργεια που «παίρνουμε» προέρχεται κατά 75 % από το εξωτερικό περιβάλλον και κατά 25 % από την ενέργεια που «καταναλώνουμε». Αυτό είναι το στοιχείο που φέρνει τις αντλίες θερμότητας στις πρώτες θέσεις επιλογής ως σύστημα θέρμανσης. (Andrianos, 2022)

#### **4.2.1.1 Εφαρμογές και πλεονεκτήματα Αντλίας Θερμότητας**

Οι Αντλίες Θερμότητας που παράγουν ζεστό ή κρύο νερό μπορούν να συνδυασθούν με τα παρακάτω συστήματα θέρμανσης ή ψύξης/δροσισμού:

##### **Ενδοδαπέδιο σύστημα**

Το σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης λειτουργεί με θερμοκρασίες νερού της τάξης των 35 – 45 (°C) για τη θέρμανση και 15 – 20 (°C) για το δροσισμό. Η χρήση της Αντλίας Θερμότητας για την τροφοδοσία του συστήματος Ενδοδαπέδιας Θέρμανσης, αποτελεί μία από τις πιο αποδοτικές και ποιοτικές λύσεις θέρμανσης.

##### **Fan coils**

Η εγκατάσταση των fan coils απαιτεί θερμοκρασίες νερού της τάξης των 45-50 (°C) για τη θέρμανση και 7-10 (°C) για τη ψύξη. Η χρήση των Fan Coil είναι ιδανική επιλογή για εφαρμογές ψύξης και θέρμανσης με ένα ενιαίο σύστημα.

##### **Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες**

Οι απαιτήσεις είναι ανάλογες των εγκαταστάσεων με fan coils.

##### **Θερμαντικά σώματα**

Οι Αντλίες Θερμότητας μπορούν να συνεργασθούν με θερμαντικά σώματα (είτε κοινά είτε χαμηλών θερμοκρασιών) για τη θέρμανση χώρων. Είναι μια ιδιαίτερα συχνή επιλογή στις περιπτώσεις ανακαινίσεων, πχ με επιδότηση από το πρόγραμμα Εξοικονομώ. (Andrianos, 2022)

## **4.2.2 Λέβητες υγραερίου ή φυσικού αερίου**

### **4.2.2.1 Επίτοιχοι λέβητες αερίου**

Οι λέβητες συμπύκνωσης (ή αλλιώς λέβητες συμπυκνωμάτων) είναι λέβητες υψηλής απόδοσης οι οποίοι αξιοποιούν την ενέργεια που βρίσκεται αποθηκευμένη στους υδρατμούς των καυσαερίων.

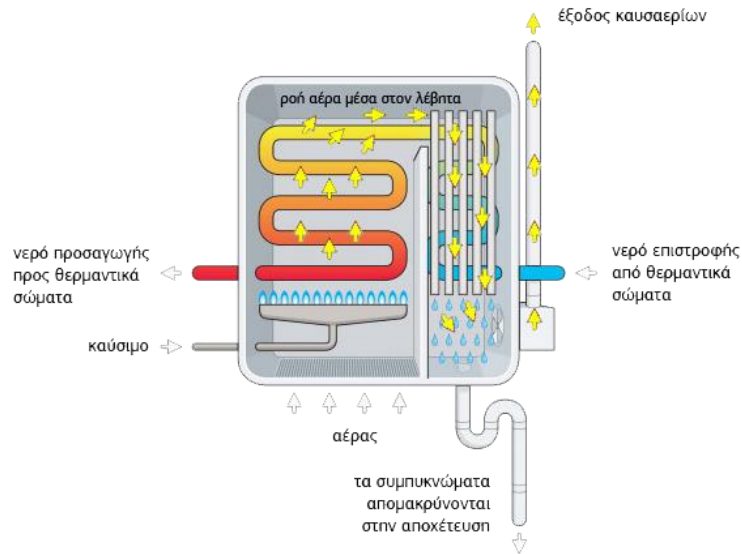
Σε έναν κοινό λέβητα, το 10% της ισχύος από την καύση αποβάλλεται στο περιβάλλον μέσω της καμινάδας, με τα καυσαέρια να έχουν θερμοκρασία περίπου 150° C. Η τεχνολογία συμπυκνωμάτων εκμεταλλεύεται την υψηλή θερμοκρασία των καυσαερίων και ψύχοντας τα δημιουργεί επιπλέον θερμότητα.

Η τεχνολογία των συμπυκνωμάτων δεν είναι καινούρια, ωστόσο σύμφωνα με τη νέα Ευρωπαϊκή οδηγία Ecodesign, οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης και εκπομπών ρύπων που πρέπει να πληρούν οι λέβητες πετρελαίου και αερίου, είναι τέτοιες ώστε οι συμβατικοί λέβητες δεν μπορούν να τις καλύψουν.

Ως εκ τούτου από 26 Σεπτεμβρίου 2015, οι συμβατικοί λέβητες τέθηκαν εκτός παραγωγικής διαδικασίας, εισαγωγής και πώλησης μέσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Τη θέση τους πήραν οι λέβητες που διαθέτουν τεχνολογία συμπύκνωσης των καυσαερίων, οι οποίοι καλύπτουν απόλυτα τις ελάχιστες απαιτήσεις της νέας νομοθεσίας. (Andrianos, 2022)

### **4.2.2.2 Πως λειτουργούν οι λέβητες συμπύκνωσης**

Η βασική αρχή λειτουργίας των λέβητων συμπύκνωσης τους είναι ότι τα καυσαέρια δεν οδηγούνται κατευθείαν στους καπναγωγούς αλλά περνούν μέσα από εναλλάκτη θερμότητας. Στον εναλλάκτη, τα ζεστά καυσαέρια ανταλλάσσουν ενέργεια με το νερό που επιστρέφει από τα σώματα και κρυσταλλώνουν πριν οδηγηθούν στους καπναγωγούς. Οι υγροποιήσεις των καυσαερίων συλλέγονται σε μια συνήθως ανοξείδωτη λεκάνη συλλογής και οδηγούνται στην αποχέτευση χωρίς να διαβρώνουν το λέβητα.



Σχήμα 13: Απλοποιημένο σκαρίφημα λέβητα συμπύκνωσης (Andrianos, 2019)

#### 4.2.2.3 Πλεονεκτήματα λεβητών συμπύκνωσης

- Εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων και ταυτόχρονη προστασία του περιβάλλοντος.
- Ένας λέβητας συμπυκνωμάτων επιτυγχάνει οικονομία στην ενέργεια από 15 έως 30% σε σχέση με ένα συμβατικό λέβητα.
- Διαθέτει υψηλή απόδοση λόγω του έξυπνου συστήματος καύσης, το οποίο επιτρέπει μια ιδανική μίξη αέρα αερίου.
- Αποβάλλει καυσαέρια με αισθητά χαμηλότερες θερμοκρασίες (80°C αντί 150°C ενός συμβατικού λέβητα).
- Χαμηλότερη κατανάλωση και μειωμένος ρυθμός απόρριψης διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (< 100 ppm). (Andrianos, 2022)



**Σχήμα 14:** Οι λέβητες συμπύκνωσης αξιοποιούν την ενέργεια που βρίσκεται αποθηκευμένη στους υδρατμούς των καυσαερίων, η οποία σε έναν κοινό λέβητα, θα αποβάλλονταν στο περιβάλλον (Andrianos, 2019)

### 4.2.3 Λέβητες πετρελαίου

Παρά τη συνεχή αύξηση της τιμής του πετρελαίου, η θέρμανση με το εν λόγω ορυκτό καύσιμο παραμένει ακόμη υψηλά στις προτιμήσεις των καταναλωτών και ειδικά στις βόρειες περιοχές της χώρας μας, όπου οι ανάγκες για συστήματα θέρμανσης με υψηλή απόδοση είναι μεγάλες. Ο λέβητας αποτελεί την «καρδιά» ενός συστήματος θέρμανσης πετρελαίου, αφού είναι εκείνη η συσκευή μέσω της οποίας όλη η παραγόμενη θερμότητα από την καύση προσδίδεται στο νερό και το θερμαίνει. Ακριβώς εξαιτίας αυτής της λειτουργίας του, η σωστή επιλογή του καθίσταται καθοριστική αναφορικά με το επίπεδο θέρμανσης που θα έχουμε αλλά και για την εξοικονόμηση που μπορούμε να εξασφαλίσουμε.

Πάντως, πριν από την αγορά του λέβητα πετρελαίου θα πρέπει να διενεργείται μελέτη από εξειδικευμένο τεχνικό, έτσι ώστε να καθοριστεί το απαιτούμενο μέγεθος. Σε καμία περίπτωση ο υπολογισμός δεν πρέπει να βασίζεται σε εμπειρικούς κανόνες. Κάτι τέτοιο, όπως και η υπερδιαστασιολόγηση, μπορεί να οδηγήσει σε άσκοπη κατανάλωση πετρελαίου, με άμεσες απώλειες για την τσέπη του καταναλωτή. Ιδιαίτερη σημασία θα πρέπει να δοθεί βεβαίως στο βαθμό απόδοσης του λέβητα καθώς ακόμη και μια μικρή διαφορά στο ποσοστό της απόδοσης μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές αποκλίσεις, όσον αφορά τη δαπάνη μας για πετρέλαιο.

Οι οικιακοί λέβητες πετρελαίου, βάσει του υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένοι χωρίζονται σε χυτοσιδήρους (μαντεμένιους) και χαλύβδινους. Οι μαντεμένιοι λέβητες χαρακτηρίζονται από τεράστια ανθεκτικότητα στις διαβρώσεις, ενώ η συναρμολόγησή τους γίνεται στο λεβητοστάσιο, γεγονός το οποίο καθιστά τη μεταφορά τους ιδιαίτερα εύκολη. Επιπρόσθετα, το γεγονός ότι είναι συναρμολογούμενοι προσφέρει το πλεονέκτημα ότι υπάρχει η δυνατότητα μελλοντικά να προσθέσουμε επιπλέον στοιχεία με στόχο την αύξηση της απόδοσής του. Άλλο ένα πλεονέκτημα του μαντεμένιου λέβητα αποτελεί το ότι σε περίπτωση που υπάρξει κάποια βλάβη, αντικαθιστούμε μόνο το κομμάτι που την έχει υποστεί και όχι ολόκληρο το λέβητα. Άλλωστε, έχουν πρακτικά απεριόριστη διάρκεια ζωής. Στα αρνητικά του συγκεκριμένου τύπου λέβητα περιλαμβάνεται η ευαισθησία του στις απότομες αλλαγές θερμοκρασίας, ενώ το σημαντικότερο μειονέκτημά του αφορά το κόστος, αφού οι μαντεμένιοι λέβητες είναι αρκετά ακριβότεροι απ' ό,τι οι χαλύβδινοι.

Οι χαλύβδινοι λέβητες, από την άλλη μεριά, έχουν μεγαλύτερη αντοχή στις απότομες αλλαγές θερμοκρασίας, ενώ είναι και ελαφρότεροι από τους μαντεμένιους. Το βασικότερο, όμως, πλεονέκτημα αυτής της κατηγορίας λεβήτων πετρελαίου είναι το χαμηλό τους κόστος. Παράλληλα, έχουν αρκετά υψηλό βαθμό απόδοσης, ενώ η διάρκεια ζωής της μπορεί να φτάσει έως και τα 30 χρόνια.

Η ορθή επιλογή του καυστήρα πετρελαίου -ο οποίος αποτελεί παρελκόμενο τμήμα του λέβητα-, εξασφαλίζει την βέλτιστη απόδοση της εγκατάστασης, τη μεγιστοποίηση της διάρκειας ζωής του λέβητα, την εξοικονόμηση καυσίμου και την προστασία του περιβάλλοντος.

Ως εκ τούτου είναι βασικής σημασίας η κατασκευή των καυστήρων να στηρίζεται στην πλέον σύγχρονη τεχνολογία και παράλληλα οι καυστήρες να είναι πιστοποιημένοι από επίσημους φορείς προκειμένου να καλύπτουν τις κατά περίπτωση απαιτήσεις. Εξίσου σημαντικός είναι και ο ετήσιος έλεγχος του καυστήρα στο πλαίσιο της συντήρησης με σκοπό την διασφάλιση της σωστής καύσης. (Andrianos, 2022)

#### 4.2.4 Ηλιοθερμικά συστήματα

Η ηλιοθερμική τεχνολογία (ή αλλιώς, ηλιοθερμία) μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε χρήσιμη θερμότητα: οικονομικά, αποδοτικά και με ασφάλεια. Το μόνο που χρειάζεται είναι η ηλιακή ακτινοβολία και η τεχνολογία των ηλιακών συστημάτων. Αρκεί ένας ηλιακός συλλέκτης μεγέθους 4 έως 6 τετραγωνικά μέτρα, ώστε να τροφοδοτήσει με ζεστό νερό ένα μέσο νοικοκυριό 4 ατόμων. Με αυτό το τρόπο η ηλιοθερμία καλύπτει το 25% της ανάγκης του ανθρώπου για ενέργεια. Έπειτα, μπορείτε να εξοικονομήσετε εύκολα, περίπου το 80% της ενέργειας που καταναλώνεται για τη θέρμανση του χώρου, με μοναδική προϋπόθεση να υποστηρίξετε τη θέρμανσή σας με ηλιακή ενέργεια.



Σχήμα 15: Ηλιοθερμικό σύστημα (Andrianos, 2019)

##### 4.2.4.1 Πλεονεκτήματα ηλιοθερμίας

Όλοι γνωρίζουν ότι η Ελλάδα προσφέρει ιδανικές συνθήκες για την αξιοποίηση της ηλιακής θερμότητας.

Είναι γεγονός ότι η ετήσια ηλιακή ακτινοβολία στην Ελλάδα είναι 1300 έως 1700 κιλοβατώρες ανά τετραγωνικό μέτρο. Καθαρή ενέργεια σε άφθονες ποσότητες. Με μια ηλιοθερμική εγκατάσταση είναι δυνατή η θέρμανση του νερού χρήσης σε όλη τη διάρκεια του χρόνου πάνω από τους 60 °C – σχεδόν δωρεάν. Έτσι, οι ηλιακές

εγκαταστάσεις καλύπτουν περίπου το 70 % των συνολικών απαιτήσεων σε θερμότητα. Κατά συνέπεια, η συμβατική θέρμανση απαιτείται μόνο στο υπόλοιπο 30 % αντί για το 100 %. Έτσι εξοικονομείται CO<sub>2</sub>, ενέργεια και μειώνονται τα έξοδα.

Υπάρχουν πολλοί λόγοι για του οποίους πρέπει να χρησιμοποιείται η ηλιακή ενέργεια για τις ανάγκες θέρμανσης.

### **1. Ασφάλεια τροφοδοσίας**

Κάθε νοικοκυριό θα μπορούσε να έχει πλήρη ανεξαρτησία, από τις συνεχόμενες αυξήσεις στις τιμές των καυσίμων, ανεξαρτησία από τις αποφάσεις των προμηθευτών αερίου. Με τις ηλιακές εγκαταστάσεις το σπίτι μπορεί να μετατραπεί σε ανεξάρτητο, ισχυρό σταθμό παραγωγής θερμότητας, καθώς η ηλιακή ακτινοβολία θα εφοδιάζει (δωρεάν) και θα χαρίζει πάντα την θερμότητα που χρειάζεται.

### **2. Προστασία του περιβάλλοντος**

Ο ήλιος εκπέμπει 5000 φορές περισσότερη ενέργεια στον πλανήτη μας από όση χρειάζονται όλοι οι άνθρωποι μαζί. Με τις ηλιακές εγκαταστάσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί καθαρή ενέργεια, η οποία δεν στερεί πόρους από τη Γη και δεν εκλύει εκπομπές στην ατμόσφαιρα.

### **3. Εξοικονόμηση ενέργειας**

Ακόμα και μια μικρή ηλιακή εγκατάσταση παρέχει ετησίως έως το 60% του αναγκαίου ζεστού νερού. Στη διάρκεια που ο συλλέκτης δεσμεύει την ηλιακή ακτινοβολία και την μετατρέπει σε θερμότητα, ο ηλιακός συσσωρευτής συλλέγει το ζεστό νερό. Από αυτό το αποθεματικό τροφοδοτείται η εγκατάσταση νερού χρήσης και θέρμανσης του σπιτιού. Η ενέργεια του ήλιου μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για εξοικονόμηση ενέργειας, ακόμα και όταν δεν λάμπει ο ήλιος.

### **4. Μικρό κόστος**

Οι ηλιακές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια για την προετοιμασία ζεστού νερού και την υποστήριξη της θέρμανσης. Με βέλτιστη μόνωση του σπιτιού μπορεί να εξοικονομηθεί έως και το 60 % των συνολικών απαιτήσεων σε θερμότητα χάρη στη δωρεάν ηλιακή ακτινοβολία. Η πρόσθετη δαπάνη της ηλιακής εγκατάστασης αποσβένεται πολύ γρήγορα. (Andrianos, 2022)

#### **4.2.4.2 Εφαρμογές της ηλιοθερμίας**

Η ηλιοθερμία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις παρακάτω εφαρμογές:

- Θέρμανση νερού χρήσης σε οικίες και ξενοδοχεία.

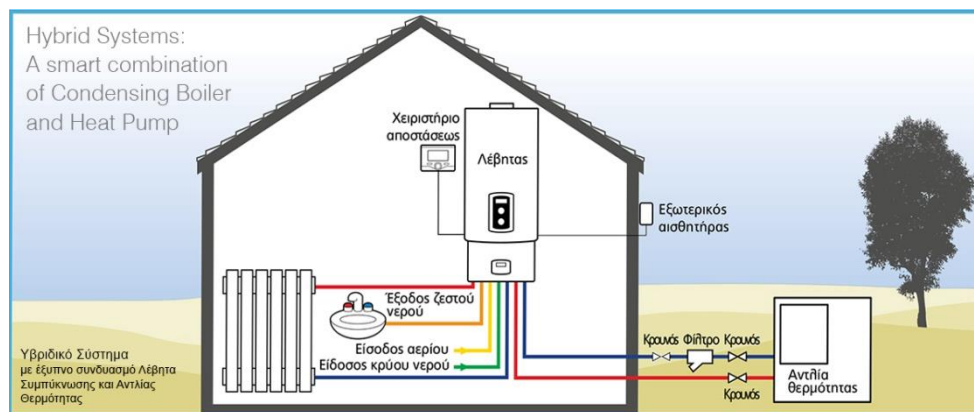
- Θέρμανση (υποβοήθηση) χώρων σε οικίες, ξενοδοχεία και λοιπούς επαγγελματικούς χώρους.
- Θέρμανση νερού κολυμβητικών δεξαμενών.
- Βιομηχανικές θερμικές διεργασίες.

#### 4.2.5 Υβριδικά συστήματα θέρμανσης - ψύξης

Ως υβριδικό σύστημα θέρμανσης-ψύξης ορίζεται το σύστημα που συνδυάζει επιμέρους υποσυστήματα παραγωγής θερμικής ενέργειας, ώστε να εκμεταλλευτεί στο έπακρο τα πλεονεκτήματα κάθε τεχνολογίας.

Τα υβριδικά συστήματα συνήθως συνδυάζουν τις πιο αποδοτικές «πράσινες» τεχνολογίες, τις συμβατικές πηγές θερμικής ενέργειας, τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και τις Νέες Τεχνολογίες στον έλεγχο και τον αυτοματισμό των συστημάτων θέρμανσης-ψύξης.

Οι σύγχρονες εγκαταστάσεις υβριδικών συστημάτων συνήθως αποτελούνται από μια ΑΠΕ (Αντλία Θερμότητας ή Ηλιοθερμικό Σύστημα), η οποία συνδυάζεται ανά περίπτωση με λέβητες αερίων καυσίμων ή πετρελαίου με τεχνολογία συμπύκνωσης. Για τη δημιουργία εγκαταστάσεων με πολύ υψηλούς βαθμούς απόδοσης πολλές φορές συνδυάζονται 2 ΑΠΕ, όπως οι Αντλίες Θερμότητας με την Ηλιοθερμία.



**Σχήμα 16:** Υβριδικό σύστημα με έξυπνο συνδυασμό λέβητα και αντλίας θερμότητας (Andrianos, 2019)

Η επιλογή ενός υβριδικού συστήματος θέρμανσης σε σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα, προσφέρει καταρχάς πολύ υψηλούς βαθμούς απόδοσης σε συνδυασμό με τη μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό συμβαίνει διότι χάρη στα σύγχρονα συστήματα αυτοματισμών των υβριδικών συστημάτων, επιλέγεται αυτόματα η χρήση του πιο αποδοτικού συστήματος για τις συγκεκριμένες συνθήκες.

Για παράδειγμα, η θερμική απόδοση των αντλιών διαφέρει σε σχέση με τις καιρικές συνθήκες, αφού η απόδοση της αντλίας θερμότητας μειώνεται σημαντικά σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος και σε συνδυασμό με χαμηλή υγρασία μπορεί να φθάσει σε χαμηλά επίπεδα απόδοσης. Τότε, το υβριδικό σύστημα θα δώσει προτεραιότητα λειτουργίας στο δεύτερο υποσύστημα π.χ. το λέβητα πετρελαίου, υγραερίου ή φυσικού αερίου και καταλήγει να προσφέρει θέρμανση σε ένα εξαιρετικά υψηλό επίπεδο με απόλυτη αποτελεσματικότητα και εξοικονόμηση χρημάτων.

Επιπλέον, η ύπαρξη δύο ή παραπάνω συστημάτων παραγωγής θερμικής ενέργειας εγγυάται την απρόσκοπτη λειτουργία του συστήματος και την παροχή θερμότητας, ακόμα και αν ένα υποσύστημα υποστεί βλάβη.

### **Πλεονεκτήματα Υβριδικών Συστημάτων Εξοικονόμησης Ενέργειας**

- Υψηλός βαθμός απόδοσης σε θέρμανση και ψύξη
- Συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα των επιμέρους συστημάτων-τεχνολογιών
- Αυξημένη αξιοπιστία και απρόσκοπτη λειτουργία

## **4.3 Συστήματα μετάδοσης θερμικής ενέργειας**

Τα συνηθεστέρα συστήματα μετάδοσης της θερμικής ενέργειας αναλύονται παρακάτω.

### **4.3.1 Σώματα καλοριφέρ**

Το καλοριφέρ είναι ένα μέσο θέρμανσης. Κοινώς, όταν λέμε καλοριφέρ εννοούμε γενικά το σύστημα θέρμανσης, ενώ σώμα καλοριφέρ εννοούμε το θερμαντικό σώμα με το οποίο μεταδίδεται η θέρμανση.





**Σχήμα 17:** Σώμα καλοριφέρ (Andrianos, 2019)

#### **4.3.1.1 Περιγραφή**

Το σώμα καλοριφέρ είναι μεταλλικό κατασκεύασμα από χάλυβα, σταθεροποιημένο στον τοίχο ή (παλαιότερα) στο πάτωμα και αποτελείται από τις λεγόμενες "φέτες" οι οποίες έχουν 3 - 5 κενούς στύλους ενωμένους στις άκρες τους. Αυτές με την σειρά τους έχουν ανοίγματα στα άνω & κάτω άκρα ώστε ενσωματωμένες δημιουργούν ένα κοινό κενό, το οποίο συμπληρώνεται με το νερό του συστήματος που είναι & πηγή της θέρμανσης. Οι ακραίες φέτες είναι διαφορετικές από τις άλλες. Η μία έχει 2 αρκετά μικρότερα ανοίγματα όπου το σώμα ενώνεται με σωλήνες νερού & η άλλη μια βαλβίδα για εξαέρωση του σώματος.

Εκτός αυτού του κλασικού τύπου όπου οι φέτες είναι κάθετες με τον τοίχο, ένας άλλος πιο σύγχρονος τύπος εν ονόματι "πάνελ" έχει 2 ή περισσότερες φέτες (αν πρόκειται για μεγάλο) παράλληλες με τον τοίχο, όπου οι στύλοι είναι πιο στενοί αλλά πολύ περισσότεροι, ο αριθμός των οποίων εξαρτάται από την διάσταση. Ειδικά στο μπάνιο, εφαρμόζονται διαφορετικής μορφής σώματα καλοριφέρ με τους στύλους ξεχωριστούς και οριζόντιους, ώστε κάθε βρεγμένη πετσέτα να απλώνεται εκεί, προκειμένου να στεγνώσει πιο γρήγορα.

Επίσης, υπάρχουν και σώματα καλοριφέρ που αντί για νερό χρησιμοποιούν λάδι. Αυτά είναι κλειστά, περιέχουν λάδι, έχουν μικρές ρόδες ώστε να είναι μετακινούμενα & λειτουργούν με ηλεκτρικό ρεύμα. (Andrianos, 2022)

#### 4.3.1.2 Λειτουργία

Στο μηχανοστάσιο, με καυστήρα και λέβητα θερμαίνεται νερό ερχόμενο από δεξαμενή και μετά διοχετεύεται με σωλήνωση στα σώματα καλοριφέρ. Το καυτό νερό παρέχεται στο σώμα από τον ένα σωλήνα και διώχνει από τον άλλο το κρύο, το οποίο καταλήγει στην δεξαμενή. Επειδή όλα τα μέταλλα είναι πολύ φιλικά με την θερμότητα, σχεδόν αμέσως θερμαίνεται το σώμα και μεταδίδει την θερμότητα στον χώρο. Όμως, με τον καιρό εξατμίζεται έστω και ελάχιστα το νερό, πράγμα που μειώνει την απόδοση. Γι' αυτό, πριν αρχίσει η τακτική λειτουργία όταν αρχίσει ο κρύος καιρός του χειμώνα, πρέπει να εξαερίζονται τα σώματα με ειδικό κλειδί που ανοίγει την βαλβίδα και επιτρέπει στον αέρα να φύγει έξω, συμπληρώνοντας ταυτοχρόνως τον χώρο του με νερό από την δεξαμενή.

Ως σύστημα, το καλοριφέρ υποδιαιρείται σε 2 κατηγορίες, την κεντρική θέρμανση και την αυτόνομη θέρμανση. Στην κεντρική θέρμανση η θέρμανση παρέχεται από σώμα σε σώμα, από δωμάτιο σε δωμάτιο, από διαμέρισμα σε διαμέρισμα και από όροφο σε όροφο, δημιουργώντας έτσι μειονεκτήματα (καθυστέρηση και μείωση διάρκειας της θέρμανσης) στα διαμερίσματα υψηλών ορόφων. Γι' αυτό στις σύγχρονες πολυκατοικίες, έχει αντικατασταθεί από την αυτόνομη, όπου κάθε διαμέρισμα έχει τον δικό του λέβητα και τίθεται σε λειτουργία από τον κάτοικο και για όση ώρα θέλει αυτός.

Τα καλοριφέρ λαδιού θερμαίνονται με ρεύμα και περιέχουν λάδι, λόγω της ιδιότητάς του να διατηρεί την θερμότητα για σημαντικά περισσότερο χρόνο. (Andrianos, 2022)

#### 4.3.2 Μονάδες fan coil για θέρμανση/ψύξη

Τα Fan coils είναι εσωτερικές κλιματιστικές μονάδες ψύξης και θέρμανσης οι οποίες συνδέονται σε κύκλωμα νερού και αποτελούν το σύστημα μετάδοσης της θερμικής ενέργειας εντός των χώρων του κτιρίου. Όπως προδίδει και το όνομα τους (Fan Coils = Σώματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα στα ελληνικά), η λειτουργία τους βασίζεται στην εξαναγκασμένη κυκλοφορία του αέρα που δημιουργείται από τον ανεμιστήρα που διαθέτουν. Με τη βοήθεια του ανεμιστήρα διανέμεται η θερμότητα στο χώρο, σε αντίθεση με τα απλά θερμαντικά σώματα (πάνελ ή φέτες) που το κάνουν με ακτινοβολία και συναγωγή χωρίς βεβιασμένη ροή αέρα. (Andrianos, 2022)

##### 4.3.2.1 Πλεονεκτήματα χρήσης fan coils

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα από τη χρήση των Fan coils σε σχέση με τα συμβατικά σώματα:

- Σε συνδυασμό με μία αντλία θερμότητας μπορούμε να έχουμε θέρμανση και ψύξη με ένα μόνο σύστημα.
- Αυξημένη απόδοση στη θέρμανσης και στη ψύξη, ακόμα και σε πολύ χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες

- Η κατανάλωση ρεύματος είναι ελάχιστη και ανάλογη της ταχύτητας των ανεμιστήρων
- Εύκολη τοποθέτηση
- Δυνατότητα αυτονομίας ανά κλιματιζόμενο χώρο με την χρήση θερμοστατών ανά δωμάτιο
- Μπορούν να συνδεθούν εύκολα με συστήματα Smart Home για απομακρυσμένο έλεγχο, ακρίβεια στη ρύθμιση και σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας
- Μπορούν να τοποθετηθούν σε εμφανή αλλά και κρυφά σημεία του χώρου
- Απαλλαγή από τις πολλές εξωτερικές μονάδες που απαιτούν τα κλιματιστικά τύπου split, τα οποία συνήθως συνατόνται στα ελληνικά κτίρια (Andrianos, 2022)

#### 4.3.2.2 Εφαρμογές fan coils

Τα fan coils συνδυάζονται και λειτουργούν άψογα με όλες τις πηγές θέρμανσης, συνήθως με αντλίες θερμότητας, ενώ όταν η ψύξη του χώρου είναι πρωταρχικός στόχος, τότε η εγκατάσταση των fan coil είναι αναπόφευκτη. Εκτός από τις αντλίες θερμότητας, τα fan coil μπορούν να συνδεθούν με άλλα συστήματα θέρμανσης, όπως είναι οι λέβητες συμπύκνωσης, τα ηλιοθερμικά συστήματα, ή/και υβριδικά συστήματα, τα οποία συνδυάζουν δύο ή περισσότερες από τις παραπάνω πηγές θερμότητας.

Γενικά, τα fan coil μπορούν να εγκατασταθούν σε οποιοδήποτε κτίριο και να λειτουργήσουν ως ένα νέο σύστημα εξ αρχής ή να αντικαταστήσουν, με τις κατάλληλες μετατροπές, το υπάρχον σύστημα μετάδοσης της θερμικής ενέργειας.



Σχήμα 18: Fan coil (a) (Andrianos, 2019)



Σχήμα 19: Fan coil (b) (Andrianos, 2019)

### **4.3.3 Συστήματα ενδοπέδιας θέρμανσης και δροσισμού**

Η ενδοδαπέδια θέρμανση είναι ένα σύστημα θέρμανσης στο οποίο η θερμική ενέργεια προέρχεται από το εσωτερικό του δαπέδου. Σε ολόκληρη την επιφάνεια κάτω από το δάπεδο τοποθετούνται (εγκιβωτίζονται) ειδικοί σωλήνες στους οποίους διοχετεύεται το ζεστό νερό. Έτσι, ο χώρος θερμαίνεται ομοιόμορφα σε σταθερή θερμοκρασία χωρίς να δημιουργούνται ρεύματα αέρα όπως γίνεται σε άλλους τρόπους θέρμανσης (καλοριφέρ, fan coils, κ.λ.π.) και η κατανομή της θερμοκρασίας στο χώρο είναι η καλύτερη δυνατή.

Το Σύστημα Θέρμανσης και Ψύξης Δαπέδου AND floor heating αναπτύχθηκε ακριβώς για αυτόν το λόγο και πληρεί όλα τα κριτήρια για ένα ιδανικό και υγιεινό κλίμα στην κατοικία σας, αφού η μεγάλη ακτινοβολούμενη επιφάνεια που δημιουργείται αυξάνει το πεδίο θερμικής άνεσης.

Το αποτέλεσμα είναι να απολαμβάνουμε ιδανικό κλίμα όλο το χρόνο και μοναδικά πλεονεκτήματα που μας ανεβάζουν σε ένα νέο υψηλότερο επίπεδο ζωής. (Andrianos, 2022)

#### **4.3.3.1 Εξοικονόμηση ενέργειας**

Με τα συστήματα ακτινοβολίας επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 12% έως 20% σε ετήσια βάση, διότι τα συστήματα αυτά δουλεύουν σε χαμηλές θερμοκρασίες και αισθάνεται κανείς άνετα ήδη από θερμοκρασία χώρου 20 βαθμών και λιγότερο (έναντι των 22 βαθμών και άνω που απαιτούνται στην συμβατική θέρμανση με σώματα καλοριφέρ).

Επιπροσθέτως, το κόστος λειτουργίας του συστήματος μπορεί να μειωθεί στο απόλυτο ελάχιστο, συνδυάζοντας μια αντλία θερμότητας, ώστε να εκμεταλλευτεί την αποθηκευμένη στη ατμόσφαιρα ενέργεια και να ανεξαρτητοποιηθεί από τις ακριβές πηγές ενέργειας, όπως το πετρέλαιο.

#### **4.3.3.2 Υψηλό επίπεδο υγιεινής**

Τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης δαπέδου αποτελούν καθαρά συστήματα ακτινοβολίας, για αυτό επιτυγχάνουν χαμηλή θερμοκρασία λειτουργίας, κοντά στις θερμοκρασίες χώρου.

Το γεγονός αυτό δημιουργεί αυτόματα καλύτερες συνθήκες υγιεινής, καθώς η ελαφρώς θερμαινόμενη επιφάνεια – λόγω των μικρών διαφορών θερμοκρασίας – δεν παράγει ρεύματα αέρα και ανακυκλοφορία σκόνης, σε αντίθεση με τη συμβατική θέρμανση με σώματα καλοριφέρ.

### **4.3.3.3 Ψύξη δαπέδου**

Ένα σύστημα δαπέδου, που κατά την περίοδο του χειμώνα, δημιουργεί συνθήκες ιδανικής θερμικής άνεσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την ψύξη, την περίοδο του καλοκαιριού. Το ενδοδαπέδιο σύστημα ψύξης είναι μια αθόρυβη λύση, που δε δημιουργεί ρεύματα αέρα, και η οποία σε συνδυασμό με μια αντλία θερμότητας μπορεί να μειώσει το συνολικό κόστος λειτουργίας του συστήματος στο ελάχιστο.

### **4.3.3.4 Απόλυτη ελευθερία στην διαμόρφωση χώρων**

Με ένα σύστημα θέρμανσης και ψύξης δαπέδου καταργούνται τα εμφανή σώματα καλοριφέρ και air condition. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απόλυτη ελευθερία στη διαμόρφωση των χώρων, αφού ο χώρος απαλλάσσεται από καθετί που δεσμεύει τη διαμόρφωση του.

Όλες οι παραπάνω κατηγορίες προϊόντων και τεχνολογίες είναι σήμερα διαθέσιμες προς του τελικούς καταναλωτές και μπορούν να προσφέρουν θερμική άνεση και να επιφέρουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Είναι όμως πολύ σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι οι συγκρίσεις μεταξύ τεχνολογιών δεν είναι δόκιμες, καθώς όλες έχουν αναπτυχθεί για να προσφέρουν λύσεις. Δεν υπάρχουν «καλές» και «κακές» τεχνολογίες αλλά τεχνολογίες που απευθύνονται σε διαφορετικές εφαρμογές. Πάντα λοιπόν το κριτήριο επιλογής, ανεξάρτητα ποιο καύσιμο είναι ακριβότερο ή φθηνότερο μια δεδομένη χρονική στιγμή, θα πρέπει να είναι ποια τεχνολογία είναι καταλληλότερη για την συγκεκριμένη εφαρμογή και έχει το χαμηλότερο δυνατό κόστος λειτουργίας. (Andrianos, 2022)

## **4.4 Σύγκριση εναλλακτικών τρόπων θέρμανσης (υπέρυθρα πάνελ, ηλεκτρική, κλπ.)**

### **4.4.1 Μειονεκτήματα - πλεονεκτήματα**

Όλα τα συστήματα θέρμανσης έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Γενικά:

- Συστήματα που θερμαίνουν με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, παράγουν περισσότερα τεχνητά ηλεκτρομαγνητικά πεδία και τοπικά αλλά και μέσω των καλωδιώσεων της ΔΕΗ και ρυπαίνουν το περιβάλλον αφού η παραγωγή ρεύματος γίνεται ακόμη κυρίως με την καύση λιγνίτη στη χώρα μας.

- Συστήματα που λειτουργούν με καύση ορυκτών ή «ανανεώσιμων» καυσίμων, παράγουν διοξείδιο του άνθρακα, μικροσωματίδια κ.α. που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα και το εσωτερικό των κατοικιών (όταν δεν υπάρχει στεγανότητα και επαρκής εξαερισμός).
- Συστήματα που παράγουν θερμό αέρα, θερμαίνουν ανομοιόμορφα το χώρο, ανασηκώνουν τη σκόνη και χρειάζονται τακτική συντήρηση/καθαρισμό από μικρόβια και μικροσωματίδια, δημιουργώντας προβληματικές συνθήκες άνεσης, ιδιαίτερα για άτομα με αλλεργίες ή αναπνευστικά προβλήματα.

Με βάση το οικονομικό:

- Εκτός από τα αρχικό κόστος κτήσης, λαμβάνεται υπόψη και τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης.
- Υπάρχουν πολλές διαφορετικές αντιλήψεις στον υπολογισμό κόστους λειτουργίας, που δεν λαμβάνουν υπόψη τις σημαντικές διαφορές στους βαθμούς απόδοσης των εξοπλισμών αλλά στις πραγματικές συνθήκες χρήσης.
- Ενδεικτικά για κατοικία 100 τ.μ. και χειμερινή μόνο χρήση το κόστος λειτουργίας της θέρμανσης με πετρέλαιο εκτιμάται στα 1100-1700 ευρώ, με φυσικό αέριο στα 700-1000 ευρώ, με κλιματιστικά στα 1000-1500 ευρώ, με υπέρυθρα panel στα 300 -1100 ευρώ, με λοιπά ηλεκτρικά σώματα στα 2000-2500 ευρώ, με σόμπες pellets στα 600-1400 ευρώ, με ενεργειακό τζάκι στα 700-1400 ευρώ και με αντλίες θερμότητας στα 300-800 ευρώ.
- Προσοχή στους χρόνους απόσβεσης που δίνουν οι εγκαταστάτες των συστημάτων θέρμανσης. Δηλαδή αν το σπίτι είναι μικρό ή/και δεν έχει μεγάλες ανάγκες θέρμανσης/ψύξης τότε οι χρόνοι απόσβεσης μπορεί και να είναι πολύ μεγαλύτεροι από αυτούς που διαφημίζονται.
- Κάποια συστήματα μπορεί να χρησιμοποιηθούν και για ψύξη, οπότε ανακουφίζουν από τα ενδεχόμενα έξοδα αγοράς ξεχωριστού εξοπλισμού ψύξης.
- Όλες οι τεχνολογίες θέρμανσης γίνονται πιο αποδοτικές και οικονομικές με την πάροδο του χρόνου ενώ παρουσιάζονται συνεχώς και νέες λύσεις. Δεν είναι παράλογο κάποιος να αναβάλλει την αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης του μέχρι να υπάρχουν καλύτερες οικονομικές συνθήκες και βελτιωμένες τεχνολογικά λύσεις.
- Οι τιμές των διαφόρων καυσίμων που καθορίζουν το κόστος λειτουργίας του κάθε συστήματος μεταβάλλονται συνεχώς ανάλογα με της υπάρχουσες συνθήκες και τη διαθεσιμότητα.
- Η μόνη σίγουρη λύση μείωσης των εξόδων θέρμανσης που θα έχει πάντα μηδενικά λειτουργικά έξοδα είναι η θερμομόνωση του σπιτιού. (Home biology, 2015)

#### **4.4.2 Θέρμανση με ρεύμα (ηλεκτρική)**

Κυριότεροι τύποι ηλεκτρικής θέρμανσης είναι τα ηλεκτρικά καλοριφέρ, οι θερμάστρες, οι θερμοπομποί, τα θερμαντικά πάνελ, οι θερμοσυσσωρευτές, οι

ηλεκτρικοί λέβητες, τα αερόθερμα και κλιματιστικά. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της είναι:

- Δεν υπάρχει ανάγκη αποθήκευσης καυσίμου
- Ο εξοπλισμός συνήθως καταλαμβάνει μικρό ωφέλιμο χώρο
- Μικρές ανάγκες συντήρησης εξοπλισμού
- Ο ηλεκτρισμός είναι (σχεδόν πάντα) άμεσα διαθέσιμος

#### **4.4.2.1 Ηλεκτρική θέρμανση και ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες**

Η μετάβαση σε συστήματα θερμότητας που βασίζονται στην ηλεκτρική ενέργεια εκθέτει τον πληθυσμό σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας. Η ακτινοβολία χαμηλής συχνότητας έχει συνδεθεί με αποβολές, Αλτσχάιμερ, λευχαιμία, καρκίνο του μαστού και του δέρματος, αϋπνία, θρόμβους αίματος, βλάβη του DNA, διαβήτη, σκλήρυνση κατά πλάκας, νευρολογικές διαταραχές, κατάθλιψη κ.λπ. (Home biology, 2015)

#### **4.4.2.2 Τοπικά υψηλές εκπομπές**

Τοπικά, κοντά σε ηλεκτρικά σώματα καταγράφονται συνήθως αυξημένες τιμές ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων χαμηλών συχνοτήτων.

Τα μαγνητικά πεδία είναι συνήθως υψηλότερα όσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς συσκευής και ιδιαίτερα σε συστήματα που χρησιμοποιούν μοτέρ (π.χ. αερόθερμα)

Τα ηλεκτρικά πεδία είναι υψηλότερα όταν δεν γειώνονται σωστά όλα τα αγώγιμα μέρη της συσκευής ή υπάρχει διπολικό αντί για σούκο φως ή δεν υπάρχει λειτουργική γείωση στην κατοικία.

Συνήθως οι τιμές ακτινοβολίας μειώνονται σε φυσιολογικά επίπεδα σε αποστάσεις >1 μέτρου, οπότε προτείνουμε να αποφεύγετε την πολύωρη παραμονή σε πολύ κοντινή απόσταση από οποιαδήποτε συσκευή παραγωγής θερμότητας λειτουργεί με ηλεκτρικό ρεύμα (κάποιες πηγές μπορεί ούτως ή άλλως να προκαλέσουν εγκαύματα σε πολύ κοντινή απόσταση).

#### **4.4.2.3 Υψηλότερα μαγνητικά πεδία παντού**

Η αύξηση της χρήσης ηλεκτρικής θέρμανσης έχει σημαντικό αντίκτυπο στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, καθιστώντας αναγκαία την αυξημένη ποσότητα μεταφοράς και διανομής.

Τα υψηλά μαγνητικά πεδία που εκπέμπουν τα καλώδια της ΔΕΗ κατά τη διάρκεια του χειμώνα θα μπορούσαν να αποτελέσουν πρόβλημα για άτομα που ζουν κοντά σε γραμμές υψηλής τάσης, καθώς και για όσους έχουν καλώδια μέσης ή χαμηλής τάσης.

Να σημειωθεί ότι η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας (και κατ' επέκταση τα παραγόμενα από τα καλώδια μαγνητικά πεδία) παρουσιάζει ετήσια αύξηση ~3% και έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια (αύξηση >50% της κατανάλωσης ηλεκτρισμού την χρονική περίοδο 1990-2009. (Home biology, 2015)



Σχήμα 20: Κολώνα ΔΕΗ (Andrianos, 2019)

#### 4.4.2.4 Βρώμικος ηλεκτρισμός

Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που παράγονται από τα καλώδια και τις συσκευές της ΔΕΗ σήμερα είναι διαφορετικά από ό,τι στο παρελθόν, εκτός από ποσότητα και κυματομορφή.

Το μέχρι πρότινος απλό ημιτονοειδές σήμα του ηλεκτρικού δικτύου (50Hz) έχει πλέον παραμορφωθεί από αρμονικές υψηλότερων συχνοτήτων (χιλιάδων Hz) λόγω της εκτεταμένης χρήσης ηλεκτρονικών συσκευών μη γραμμικού φορτίου όπως λαμπτήρες φθορισμού, αντάπτορες εναλλασσόμενου ρεύματος, ηλεκτρονικοί διακόπτες dimmer, κλιματιστικά inverter, τηλεοράσεις plasma, φωτοβολταϊκά συστήματα κ.α. Το φαινόμενο αποκαλείται «Βρώμικος Ηλεκτρισμός» επειδή προκαλεί την υπερθέρμανση του ουδέτερου αγωγού και την πρόωρη γήρανση των συσκευών. Επιστήμονες θεωρούν ότι η νέα κυματομορφή του ηλεκτρικού δικτύου είναι ιδιαίτερα επιβαρυντική για τον άνθρωπο. (Home biology, 2015)

#### 4.4.2.5 Είναι η ηλεκτρική θέρμανση πιο οικολογική;



Σχήμα 21: Υψικάμιννοι (Andrianos, 2019)



Πολλοί άνθρωποι έχουν την εντύπωση ότι η ηλεκτρική θέρμανση είναι φιλική προς το περιβάλλον επειδή ο ηλεκτρικός εξοπλισμός θέρμανσης στο σπίτι δεν καίγεται και δεν παράγει τοπικά διοξείδιο του άνθρακα ή άλλους επικίνδυνους ρύπους.

Ωστόσο, οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής (που τροφοδοτούν ηλεκτρικό εξοπλισμό θέρμανσης) χρησιμοποιούν κατά κύριο λόγο ορυκτά καύσιμα (λιγνίτης), τα οποία αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 50% των αερίων του θερμοκηπίου που παράγονται στη χώρα μας.

Από την καύση του λιγνίτη παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, μικροσωματίδια και άλλοι ρύποι, ενώ βλαβερός θεωρείται και ο ατμός που εκλύεται από τους πύργους ψύξης των μονάδων παραγωγής.

Οι συγκριτικοί πίνακες τις Greenpeace δείχνουν για παράδειγμα ότι η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα από τη θέρμανση με κλιματιστικά (ηλεκτρική) είναι μεγαλύτερη ακόμη και από την θέρμανση με χρήση πετρελαίου.

Δεν είναι τυχαίο ότι στις βόρειες χώρες εδώ και χρόνια έχει περιοριστεί η χρήση του ηλεκτρισμού σαν πηγή θέρμανσης και έχουν στραφεί σε άλλα συστήματα. (Andrianos, 2019)

#### **4.4.2.6 Ηλεκτρικά καλοριφέρ, κονβεκτορ, θερμοπομποί, θερμαντικά πάνελ**

- Περιέχουν αντιστάσεις που θερμαίνονται
- Είναι φτηνά με υψηλό όμως κόστος λειτουργίας
- Είναι αθόρυβα και έχουν άμεση απόδοση
- Προτείνονται περισσότερο για τοπική θέρμανση και όχι ολόκληρου του σπιτιού
- Καλή επιλογή ηλεκτρικής θερμάστρας αποτελούν τα κλασικά καλοριφέρ λαδιού που, σε αντίθεση με τις περισσότερες άλλου τύπου ηλεκτρικές θερμάστρες, συνήθως εκπέμπουν χαμηλά μαγνητικά και ηλεκτρικά πεδία χαμηλών συχνοτήτων.

#### **4.4.2.7 Θερμαστές – κάτοπτρα με λυχνίες αλογόνου, χαλάζια υπέρυθρης**

- Εκτός από το υψηλό κόστος λειτουργίας χρειάζονται και ιδιαίτερη προσοχή στη χρήση τους καθώς αποτελούν κίνδυνο πρόκλησης εγκαυμάτων και πυρκαγιάς
- Επίσης το φως που παράγουν είναι ενοχλητικό για τον άνθρωπο

#### **4.4.2.8 Αερόθερμα, κλιματιστικά, Fancoil**

- Το κύριο πρόβλημα τους είναι ότι παράγουν θερμό και ξηρό αέρα που ανασκάνει τη σκόνη στο χώρο, δημιουργώντας προβληματικές συνθήκες άνεσης, ιδιαίτερα για άτομα με αλλεργίες ή αναπνευστικά προβλήματα (το ίδιο σημαντικό πρόβλημα παρουσιάζουν και τα κεντρικά συστήματα αεραγωγών)

- Επίσης είναι θορυβώδη, θερμαίνουν ανομοιόμορφα το χώρο (κρύο πάτωμα – ζεστή οροφή) και ο χώρος κρυώνει γρήγορα μετά τη διακοπή της λειτουργίας τους (σε αντίθεση με τα συμβατικά καλοριφέρ)
- Τα κλιματιστικά τεχνολογίας inverter έχουν μειωμένη κατανάλωση ρεύματος και μειωμένα επίπεδα θορύβου σε σχέση με τα συμβατικά
- Τα fancoil έχουν μειωμένη κατανάλωσης ενέργειας σε συνδυασμό με κάποια αντλία θερμότητας
- Τα κλιματιστικά χρειάζονται τακτική συντήρηση των φίλτρων που διαθέτουν (Andrianos, 2019)

#### **4.4.2.9 Ηλεκτρικοί λέβητες**

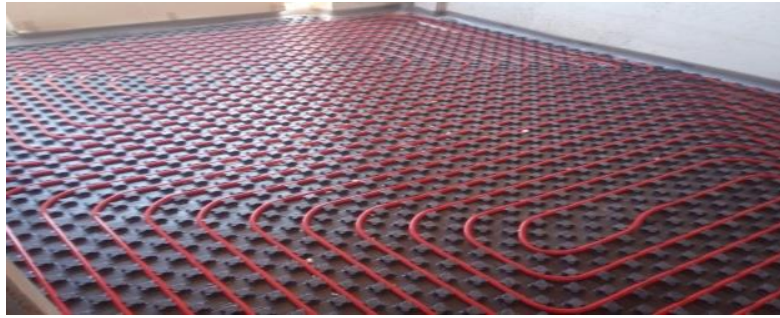
- Οι ηλεκτρικοί λέβητες περιέχουν ηλεκτρικές αντιστάσεις που θερμαίνουν το νερό που περιέχουν και από εκεί τα καλοριφέρ
- Είναι αθόρυβοι, έχουν ελάχιστο κόστος συντήρησης και δεν καταλαμβάνουν σημαντικό χώρο, ωστόσο έχουν υψηλό κόστος λειτουργίας

#### **4.4.2.10 Ηλεκτρικοί λέβητες ιόντων**

- Έχουν μειωμένη κατανάλωση σε σχέση με τους συμβατικούς επειδή ιονίζουν το νερό κάνοντας το να θερμαίνεται ταχύτερα
- Υπάρχουν διάφορες τεχνικές δυσκολίες στην εφαρμογή τους (διάβρωση σωληνώσεων και καλοριφέρ, τριφασικό ρεύμα κλπ) γι' αυτό προτείνεται η χρήση εξειδικευμένου συνεργείου στην εγκατάσταση τους
- 

#### **4.4.2.11 Ενδοδαπέδια θέρμανση με ηλεκτρικές αντιστάσεις**

- Η ενδοδαπέδια θέρμανση που χρησιμοποιεί ηλεκτρικές αντιστάσεις αντί για σωληνώσεις νερού, είναι πιθανό να δημιουργεί υψηλά ηλεκτρομαγνητικά πεδία με τα οποία ερχόμαστε σε άμεση επαφή
- Εξαίρεση αποτελεί η ενδοδαπέδια θέρμανση με θωρακισμένους ηλεκτροφόρους αγωγούς (μηδενίζουν τα ηλεκτρικά πεδία εναλλασσόμενου ρεύματος) και διπλού πυρήνα (twin-core - μειώνουν τα μαγνητικά πεδία εναλλασσόμενου ρεύματος)



Σχήμα 22: Ενδοδαπέδια θέρμανση (Andrianos, 2019)

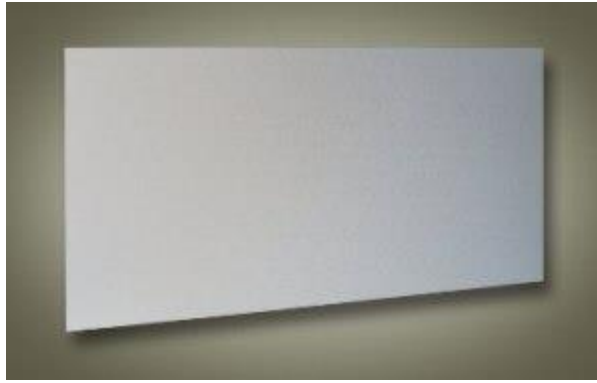
#### 4.4.2.11 Θερμοσυσσωρευτές



Σχήμα 23: Θερμοσυσσωρευτής (Andrianos, 2019)

- Οι θερμοσυσσωρευτές διαθέτουν αντιστάσεις που φορτίζονται κατά τη διάρκεια της νύχτας (με το μειωμένο τιμολόγιο της ΔΕΗ) θερμαίνοντας τα υλικά μεγάλης θερμικής μάζας που περιέχουν (πυρότουβλα)
- Τα πυρότουβλα μετά αποδίδουν την θερμότητα στο χώρο με την μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας που θεωρείται η πιο υγιεινή μορφή θερμότητας (όπως αυτή που παράγει ο ήλιος)
- Το πρόβλημα τους είναι ότι παρά τη χρήση τους με μειωμένο τιμολόγιο καταναλώνουν αρκετό ρεύμα
- Επίσης δεν αποδίδουν άμεσα και γρήγορα τη θερμότητα (τους ανοίγεις τώρα και θερμαίνουν μετά από ώρες)
- Οι θερμοσυσσωρευτές εκπέμπουν τεχνητά ηλεκτρομαγνητικά πεδία ακτινοβολία τις νυχτερινές ώρες όταν και φορτίζουν για αυτό και πρέπει να αποφεύγεται η τοποθέτηση τους σε απόσταση <1 μέτρου από κρεβάτια
- Για την επιλογή θερμοσυσσωρευτή, ελέγξτε τη δυνατότητα του να αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο σταδιακά ή όποτε χρειάζεται.

#### 4.4.2.12 Θερμαντικά πάνελ υπέρυθρης ακτινοβολίας



**Σχήμα 24:** Θερμαντικό πάνελ (Andrianos, 2019)

- Όπως και οι θερμοσυσσωρευτές, τα πάνελ παράγουν υπέρυθη ακτινοβολία μακρού κύματος που θεωρείται η πιο υγιεινή μορφή θερμότητας, ωστόσο, σε αντίθεση με τους θερμοσυσσωρευτές, αποδίδουν άμεσα τη θερμότητα όποτε ακριβώς χρειάζεται
- Περιέχουν αντιστάσεις και οι επιφάνειες τους είναι επιστρωμένες με ειδικά υλικά (κεραμικά υλικά, πολυαμίδιο άνθρακα, γραφίτη, κρυστάλλους χαλαζία κλπ) που απορροφούν την παραγόμενη θερμότητα και την ακτινοβολούν στο χώρο
- Η υπέρυθη ακτινοβολία θερμαίνει απευθείας το σώμα σας και τα αντικείμενα χωρίς να θερμαίνει τον αέρα. Ειδικά τα αντικείμενα με μεγάλη θερμική μάζα (π.χ. τούβλα, κεραμικά πλακάκια) αποθηκεύουν τη θερμότητα και την αποδίδουν σταδιακά στο χώρο
- Επειδή δεν θερμαίνουν τον αέρα αλλά το σώμα και τα δομικά υλικά, είναι σημαντικό να υπάρχει καλή θερμομόνωση στο σπίτι γιατί αλλιώς όση θερμότητα θα αποθηκεύεται στους τοίχους και την οροφή θα χάνεται γρήγορα στο περιβάλλον
- Δεν θερμαίνουν τον αέρα και η αίσθηση τους σε ένα κρύο σπίτι είναι ουσιαστικά όπως όταν βρίσκεστε έξω σε μια κρύα μέρα του χειμώνα και ο ήλιος ζεσταίνει το δέρμα και τα ρούχα σας αλλά όχι τον αέρα, ενώ πρέπει να υπάρχει οπτική επαφή με το πάνελ για να σας ζεσταίνει το σώμα. Γι' αυτό το λόγο πολλοί την προτιμούν για τοπική θέρμανση και όχι ολόκληρου του σπιτιού
- Έχουν χαμηλότερο κόστος αγοράς και δεν καταλαμβάνουν μεγάλο ωφέλιμο χώρο σε σχέση με τη χρήση πετρελαίου ή φυσικού αερίου
- Αποδίδουν ομοιόμορφα τη θερμότητα και έχουν μειωμένη κατανάλωση σε σχέση με τα περισσότερα ηλεκτρικά συστήματα θέρμανσης
- Βοηθούν στην μείωση της υγρασίας στους τοίχους Είναι απλά στην τοποθέτηση και δεν απαιτούν συντήρηση.

#### **4.4.3 Θέρμανση με καύση**



Σχήμα 25: Καμινάδες (Andrianos, 2019)

Η καύση διαφόρων καυσίμων παράγει θερμότητα, η οποία χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή θερμικής ενέργειας γίνεται με τη δέσμευση οξυγόνου και την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, μικροσωματιδίων και άλλων ρύπων που συμβάλλουν σημαντικά στην ατμοσφαιρική ρύπανση και το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Οι επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι μεγαλύτερες όταν η καύση λαμβάνει χώρα σε εσωτερικούς χώρους με κακό αερισμό, καθώς ο αέρας μέσα στο δωμάτιο είναι πιο μολυσμένος από τον εξωτερικό αέρα.

Δεδομένου ότι υπάρχουν περισσότεροι καυστήρες στην αγορά, αυτό σημαίνει ότι παράγονται περισσότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι.

#### **4.4.3.1 Καυστήρες – λέβητες πετρελαίου**

Πετρέλαιο καίγεται στον καυστήρα και θερμαίνει νερό στον λέβητα το οποίο μέσω σωληνώσεων φτάνει στα σώματα καλοριφέρ.

##### Πλεονεκτήματα

- Ύπαρξη δικτύου διανομής

##### Μειονεκτήματα

- Υψηλό κόστος αγοράς (καυστήρας, λέβητας, σωληνώσεις, καλοριφέρ κλπ)
- Καταλαμβάνει μεγάλο ωφέλιμο χώρο
- Υψηλό κόστος λειτουργίας
- Υψηλό και συνεχώς μεταβαλλόμενο κόστος καυσίμου
- Ανάγκη συντήρησης
- Πετρέλαιο μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας
- Ανάγκη προμήθειας μέσω βυτιοφόρων

#### Πως να μειωθεί το κόστος λειτουργίας

- Τακτική συντήρηση καυστήρα λέβητα (τουλάχιστον ετήσια)
- Επιδιόρθωση ελλιπούς θερμομόνωσης σωληνώσεων
- Αντικατάσταση παλαιών καυστήρων λεβήτων που λειτουργούν με πολύ χαμηλό βαθμό απόδοσης 30-40% με νέα πιο ενεργειακά αποδοτικά συστήματα που λειτουργούν με βαθμό απόδοσης >80% (π.χ. λέβητες συμπύκνωσης ή υψηλής απόδοσης που ανακτούν τη χαμένη θερμική ενέργεια από τη καύση του καυσίμου)

#### **4.4.3.2 Καυστήρες – λέβητες φυσικού αερίου**

##### Πλεονεκτήματα

Το φυσικό αέριο σε σχέση με το πετρέλαιο:

- είναι προς το παρόν φτηνότερο (~30%)
- είναι συνεχώς διαθέσιμο και δεν χρειάζεται να το προαγοράσετε και να το αποθηκεύσετε (πληρώνετε όσο χρησιμοποιείτε)
- χρησιμοποιεί συνήθως καυτήρες και λέβητες νεότερης γενιάς με καλύτερη απόδοση
- έχει γρηγορότερη απόκριση στη ρύθμιση θερμοκρασίας

##### Μειονεκτήματα

- Περιορισμένο δίκτυο διανομής
- Μηνιαίο πάγιο για την παροχή αερίου
- Υψηλό κόστος αγοράς (καυστήρας, λέβητας, σωληνώσεις, καλοριφέρ)
- Υψηλό κόστος λειτουργίας
- Συνεχώς μεταβαλλόμενο κόστος καυσίμου
- Ανάγκη συντήρησης
- Φυσικό αέριο μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας

#### **4.4.3.3 Καυστήρες – λέβητες βιομάζας (ξύλο, pellets κλπ)**

Βιομάζα αποκαλείται οποιοδήποτε υλικό οργανικής προέλευσης αλλά αυτά που χρησιμοποιούνται κυρίως ως καύσιμη ύλη είναι τα ξύλα, τα pellets (πεπιεσμένα κομμάτια από διάφορα φυτικά προϊόντα, πριονίδι κλπ), η βιοαιθανόλη (αλκοόλη που παράγεται από φυτά όπως το ζαχαρότευτλο και το καλαμπόκι) κλπ.

##### Πλεονεκτήματα

- Η βιομάζα θεωρείται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί ότι κόβεται μπορεί να ξαναφυτευτεί
- Υπάρχει δυνατότητα εγχώριας παραγωγής

- Χαμηλότερο κόστος κατανάλωσης από πετρέλαιο και φυσικό αέριο (επηρεάζεται από την απόδοση του λέβητα και της καύσιμης ύλης)
- Σχετικά μικρό κόστος λειτουργίας (ανάλογα με το είδος)

#### Μειονεκτήματα

- Ανάγκη μεγάλου ωφέλιμου χώρου (καυστήρας-λέβητας + αποθηκευτικός χώρος)
- Υψηλό κόστος συντήρησης όταν χρησιμοποιούνται pellet ή ξύλα χαμηλής ποιότητας
- Ανάγκη συνεχούς ανατροφοδότησης (ανάλογα με το είδος της βιομάζας και του καυστήρα)
- Τακτικό καθάρισμα

#### **4.4.3.4 Τζάκια και σόμπες βιομάζας (ξύλου, pellets, βιοαιθανόλης)**



**Σχήμα 26:** Τζάκι βιομάζας (Andrianos, 2019)

#### Πλεονεκτήματα

- Η βιομάζα θεωρείται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας στην περίπτωση που ξαναφυτεύεται ότι κόβεται.
- Υπάρχει δυνατότητα εγχώριας παραγωγής
- Χαμηλότερο κόστος κατανάλωσης από πετρέλαιο και φυσικό αέριο (επηρεάζεται από την απόδοση της καύσιμης ύλης)
- Αισθητικά όμορφα

#### Μειονεκτήματα

- Απαραίτητος ο εξαερισμός και η είσοδος φρέσκου αέρα στο σπίτι
- Επικινδυνότητα ύπαρξης καυστήρα στο εσωτερικό των κατοικιών
- Αδυναμία ελέγχου θερμοκρασίας
- Ανάγκη τακτικής και δύσκολης συντήρησης καπναγωγού, καπνοδόχου, εστίας, τζαμιού κλπ
- Υψηλό κόστος συντήρησης όταν χρησιμοποιούνται pellet ή ξύλα χαμηλής ποιότητας
- Ανάγκη συνεχούς τροφοδοσίας
- Διάφορες καιρικές συνθήκες (υψηλή εξωτερική θερμοκρασία, πολύ αέρα κλπ) μπορεί να δυσκολέψουν την απαγωγή των καυσαερίων (κάπνισμα τζακιού)
- Ανάγκη χώρου αποθήκευσης (Andrianos, 2019)

#### **4.4.3.5 Σόμπες πετρελαίου, κηροζίνης, φυσικού αερίου, ξύλο, πέλετς κλπ**

- Χρησιμοποιούνται για την τοπική θέρμανση συγκεκριμένων χώρων.
- Αποτελούν συνήθως σχετικά οικονομική επιλογή ωστόσο η ποιότητα τους διαφέρει σημαντικά από μοντέλο σε μοντέλο
- Προσοχή να έχει ευρωπαϊκή πιστοποίηση CE
- Απαραίτητος ο εξαερισμός των καυσαερίων
- Προσοχή στις σόμπες υγραερίου για τυχόν διαρροή

#### **4.4.3.6 Απλά τζάκια (ανοιχτή εστία)**

Σε σχέση με τα υπόλοιπα τζάκια/σόμπες της κατηγορίας, τα ανοιχτού τύπου δεν προτείνονται καθόλου γιατί:

- Έχουν πολύ μικρή απόδοση 10-30% και καταναλώνουν πολύ καύσιμο
- Παράγουν πολλούς ρύπους
- Τραβάνε πολύ φρέσκο αέρα από το σπίτι (απαραίτητο ανοιχτό παράθυρο)
- Χρειάζονται συνεχή επίβλεψη

#### **4.4.3.7 Ενεργειακά – θερμοδυναμικά τζάκια / σομπες**

- Στα ενεργειακά τζάκια η εστία κλείνει με κάποιο πυρίμαχο τζάμι. Έτσι το ξύλο καίγεται με λιγότερο αέρα και ο βαθμός απόδοσης τους να φτάνει στο 70-75%
- Γίνεται οικονομία σε καύσιμο και περιορίζονται οι ρύποι και η απώλεια αέρα από το σπίτι
- Δεν χρειάζονται συνεχή επίβλεψη
- Στα θερμοδυναμικά ή οικολογικά τζάκια υπάρχει επιπλέον και μηχανισμός επανάκαυσης των καυσαερίων αυξάνοντας ακόμη περισσότερο το βαθμό απόδοσης του τζακιού και ελαχιστοποιώντας τους ρύπους



- Συνήθως υπάρχουν και γρίλιες στο κάτω μέρος για την είσοδο κρύου αέρα, ο οποίος θερμαίνεται (μέσω αεραγωγών - δεν έρχεται σε επαφή με τα καυσαέρια της εστίας) και βγαίνει από το πάνω μέρος ζεστός στο χώρο
- Με τη χρήση βεντιλατέρ και αεραγωγών μπορούν να θερμανθούν και γειτονικοί χώροι. Το σύστημα αεραγωγών μέσα στα σπίτια δεν προτείνεται γιατί παράγει θερμό και ξηρό αέρα που ανασηκώνει τη σκόνη στο χώρο, δημιουργώντας προβληματικές συνθήκες άνεσης, ιδιαίτερα για άτομα με αλλεργίες ή αναπνευστικά προβλήματα. Επίσης είναι δύσκολος ο καθαρισμός των αεραγωγών από σκόνη και μικρόβια
- Αν ωστόσο επιλέξετε να υπάρχει παροχή θερμού αέρα από το τζάκι, επιλέξτε κάποιο τζάκι στο οποίο ο αέρας αντλείται από έξω (φρέσκος αέρας) και όχι από το εσωτερικό του σπιτιού

#### **4.4.3.8 Τζάκια βιοαιθανόλης**

- Τα τζάκια που καίνε βιοαιθανόλη (υγρό) δεν βγάζουν καπνό και μόνο μικρές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα γι' αυτό και συνήθως είναι ανοιχτού τύπου και δεν λειτουργούν με καμινάδα
- Έχουν χαμηλή τιμή πώλησης σε σχέση με τα υπόλοιπα τζάκια και είναι αισθητικά πολύ όμορφα (Andrianos, 2019)

#### **4.4.3.9 Τζάκια καλοριφέρ**

- Τα τζάκια καλοριφέρ θερμαίνουν νερό το οποίο διοχετεύεται μέσω κυκλοφορητή στα σώματα των καλοριφέρ
- Μπορούν να θερμάνουν ολόκληρο το σπίτι
- Περισσότερο υγιεινή επιλογή από τα τζάκια που θερμαίνουν αέρα (Andrianos, 2019)

#### **4.4.3.10 Τζάκια μεγάλης θερμικής μάζας**

- Τα τζάκια μεγάλης θερμικής μάζας (masonry heaters) χτίζονται με κεραμικά υλικά, πυρότουβλα, μάρμαρα και άλλα υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας
- Η καύση γίνεται με κλειστή εστία, με μικρή ποσότητα καυσίμου και παράγονται ελάχιστα καυσαέρια από την καμινάδα
- Ο θερμός αέρας που παράγεται ζεσταίνει τα πυρότουβλα τα οποία αποθηκεύουν τη θερμότητα και την εκπέμπουν με τη μορφή υγιεινής υπέρυθρης ακτινοβολίας για πολλές ώρες αφού σβήσει η φωτιά
- Συνήθως τα τζάκια μεγάλης θερμικής μάζας καταλαμβάνουν μεγάλο όγκο και τοποθετούνται στο κέντρο των χώρων
- Το πρόβλημα τους είναι ότι αφού τα ανάψετε, αργούν λίγο να ζεστάνουν το χώρο (όπως και οι θερμοσυσσωρευτές)
- Είναι κατά τη γνώμη μας από τους πιο υγιεινούς τρόπους θέρμανσης που υπάρχει από την αρχαιότητα (ρωμαϊκός υπόκαυστος) και είναι πολύ δημοφιλής στις βόρειες

χώρες, ωστόσο στην Ελλάδα δεν γνωρίζουμε κάποια εταιρεία να κατασκευάζει τέτοια τζάκια (είναι πολύ ιδιαίτερες κατασκευές που απαιτούν τη σχετική τεχνογνωσία).

#### 4.4.4 Θέρμανση Με αντλίες θερμότητας

Η θέρμανση με αντλίες θερμότητας είναι κατά πολλούς ο τρόπος θέρμανσης με το χαμηλότερο λειτουργικό κόστος αφού δεν παράγουν θερμότητα αλλά την αντλούν από το περιβάλλον με μικρή σχετικά χρήση ηλεκτρικής ενέργειας (ανάλογα με τις συνθήκες).

Εξοικονομούν το χώρο (δεν χρειάζεται λεβητοστάσιο και αποθήκευση καυσίμου), δεν δημιουργούν ρύπους καύσης στην κατοικία και μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για ψύξη.

Το μέγεθος που καθορίζει πόσο οικονομική είναι η λειτουργία των αντλιών θερμότητας είναι ο βαθμός απόδοσης τους (C.O.P.), που είναι συνήθως υψηλός (3-6). Για παράδειγμα βαθμός απόδοσης 5 σημαίνει πρακτικά ότι για κάθε κιλοβατώρα ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουμε, παράγουμε την πενταπλάσια θερμική ενέργεια.

Όσο λιγότερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στην πηγή άντλησης θερμότητας (αέρας, νερό, γη) και το θερμικό μέσο των τερματικών μονάδων (π.χ. νερό στα καλοριφέρ) τόσο μικρότερη είναι η ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται να δαπανηθεί.

Γι' αυτό και οι αντλίες θερμότητας είναι ιδανικές όταν υπάρχουν συστήματα χαμηλής θερμοκρασίας (π.χ. καλοριφέρ μεγάλης επιφάνειας τύπου πάνελ ή ενδοδαπέδια θέρμανση ή fan coils). Τα συστήματα χαμηλής θερμοκρασίας (30-40 βαθμών) απαιτούν λιγότερη ενέργεια για να θερμάνουν το χώρο σε σχέση με τα παραδοσιακά καλοριφέρ (70-80 βαθμών).

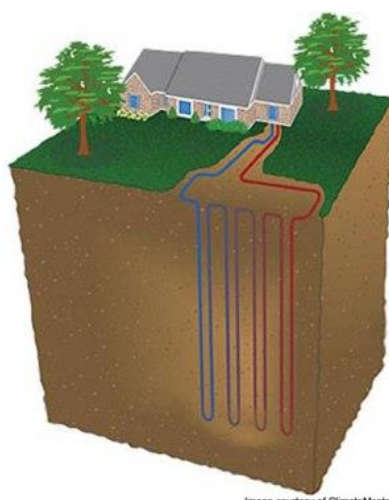
##### 4.4.4.1 Αντλίες αέρα



Σχήμα 27: Αντλία αέρα (Andrianos, 2019)

- Οι πιο συνηθισμένες αντλίες θερμότητας είναι οι αντλίες που χρησιμοποιούν τον εξωτερικό αέρα. Είναι ο πιο οικονομικός τύπος αντλίας, ωστόσο ο βαθμός απόδοσης τους πέφτει σημαντικά, αυξάνοντας την ηλεκτρική κατανάλωση όταν υπάρχει μεγάλη θερμοκρασιακή διαφορά με τον εξωτερικό αέρα
- Δηλαδή, οι αντλίες θερμότητας αέρα ξοδεύουν πολύ ρεύμα όταν επικρατούν πολύ χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες (π.χ. Βόρεια Ελλάδα) ή ρυθμίζουμε το θερμοστάτη σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες εσωτερικά
- Επίσης, οι εξωτερικές μονάδες των αντλιών αέρα καταλαμβάνουν και ωφέλιμο εξωτερικό χώρο, επιβαρύνουν και αισθητικά και είναι ευάλωτες στην κλοπή
- Οι αντλίες αέρα-αέρα παράγουν θερμό αέρα μέσω fancoils ή αεραγωγών. Αντλίες αέρα-αέρα είναι και τα κλιματιστικά. Τα τύπου inverter έχουν πιο οικονομική λειτουργία
- Όπως και όλα τα αντίστοιχα συστήματα που θερμαίνουν αέρα δεν θεωρούνται υγιεινά γιατί παράγουν θερμό και ξηρό αέρα που ανασηκώνει τη σκόνη στο χώρο, δημιουργώντας προβληματικές συνθήκες άνεσης, ιδιαίτερα για άτομα με αλλεργίες ή αναπνευστικά προβλήματα
- Επίσης έχουν θορυβώδη λειτουργία, θερμαίνουν ανομοιόμορφα το χώρο ενώ απαιτείται τακτική συντήρηση των φίλτρων τους
- Σε τέτοια συστήματα καλό είναι να υπάρχει και ρύθμιση της υγρασίας αλλά και η δυνατότητα εισόδου φρέσκου αέρα στο χώρο
- Οι αντλίες αέρα-νερού θερμαίνουν νερό. Αν διαθέσετε τα παραδοσιακά σώματα καλοριφέρ θα χρειαστείτε μια αντλία θερμότητας υψηλής θερμοκρασίας. Αν διαθέσετε καλοριφέρ μεγάλης επιφάνειας τύπου πάνελ ή ενδοδαπέδια θέρμανση θα χρειαστείτε μια αντλία θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας (πιο οικονομικό κόστος λειτουργίας) (Andrianos, 2019)

#### 4.4.4.2 Γεωθερμικές αντλίες



Σχήμα 28: Γεωθερμική αντλία θερμότητας (Andrianos, 2019)

- Οι αντλίες με τον υψηλότερο βαθμό απόδοσης και άρα το μικρότερο κόστος λειτουργίας είναι οι γεωθερμικές, οι οποίες εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που υπάρχει στο έδαφος αρκετά μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης ή σε υπόγεια νερά (η υπόγεια θερμοκρασία παρουσιάζει μικρές διακυμάνσεις σε αντίθεση με τον εξωτερικό αέρα)
- Τα μειονεκτήματα των γεωθερμικών αντλιών είναι το υψηλό κόστος κτήσης και η ανάγκη για ελεύθερο χώρο 40-100 τ.μ. στο οικόπεδο για τις γεωτρήσεις

#### Η πρόταση μας

Η ιδανική επιλογή κατά τη γνώμη μας για νέες κατοικίες είναι ο συνδυασμός γεωθερμικών αντλιών θερμότητας με ενδοδαπέδια θέρμανση δαπέδου και υποδαπέδια ψύξη οροφής. Αν υπάρχει και συνδυασμός με φωτοβολταϊκά το κόστος λειτουργίας για θέρμανση μπορεί να εκμηδενιστεί. Ένα σύστημα με σωληνώσεις νερού στο δάπεδο:

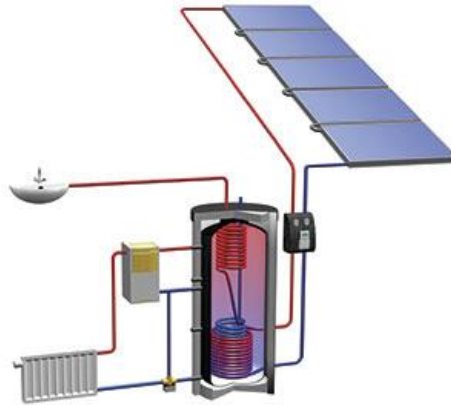
- δημιουργεί βέλτιστες συνθήκες θερμικής άνεσης σε σχέση με όλα τα συστήματα καθώς κατανέμει ομοιόμορφα τη θερμότητα στο χώρο
- δεν καταλαμβάνουν ωφέλιμο χώρο στο εσωτερικό της κατοικίας και σας δίνουν ελευθερία στη διαρρύθμιση του σπιτιού
- έχει αθόρυβη λειτουργία
- έχει μεγαλύτερη απόδοση όταν το δάπεδο είναι κεραμικά πλακάκια μεγάλης θερμοχωρητικότητας (σε σχέση με το ξύλινο δάπεδο)
- δεν χάνει τη θερμότητα του γρήγορα αφού διακοπεί η λειτουργία του αλλά αργεί να θερμάνει το χώρο αφού τεθεί σε λειτουργία (ακατάλληλο για εξοχικά)
- έχει δυσκολία επιδιόρθωσης βλαβών (αν και οι εταιρείες δίνουν πολλά χρόνια εγγύησης και δεν θεωρείται πλέον τόσο πιθανό ενδεχόμενο)
- δεν είναι το ιδανικό σύστημα για την ψύξη ενός χώρου

Για ιδανικές συνθήκες και ψύξης το ενδοδαπέδια σύστημα θα μπορούσε να συνδυαστεί με σύστημα σωληνώσεων νερού στην οροφή (ωστόσο δεν αποτελεί συνηθισμένη λύση).

#### **4.4.5 Θέρμανση από τον ήλιο**

- Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης έχουν λειτουργία παρόμοια με αυτή του θερμοσίφωνα, ωστόσο απαιτούν πολύ μεγαλύτερη επιφάνεια συλλεκτών
- Το νερό που ζεσταίνεται από τους ηλιακούς συλλέκτες χρησιμοποιείται στα καλοριφέρ
- Έχουν υψηλό κόστος κτήσης και οικονομική λειτουργία κυρίως όπου υπάρχει καλή θερμομόνωση και σώματα χαμηλής θερμοκρασίας (καλοριφέρ μεγάλης επιφάνειας τύπου πάνελ ή ενδοδαπέδια θέρμανση)

- Το σύστημα είναι προβληματικό τις ημέρες όπου δεν υπάρχει αρκετή ηλιοφάνεια (οπότε έχει και το περισσότερο κρύο...) οπότε είναι ούτως ή άλλως απαραίτητη η ύπαρξη κάποιου βοηθητικού λέβητα



Σχήμα 29: Ηλιακό σύστημα θέρμανσης (Andrianos, 2019)

#### 4.4.5.1 Θερμομόνωση: η καλύτερη λύση για την μείωση των εξόδων θέρμανσης

Η εσωτερική ή εξωτερική θερμομόνωση των κατοικιών αποτελεί την πιο σίγουρη και οικολογική λύση για την μείωση των εξόδων θέρμανσης καθώς περιορίζει την είσοδο του κρύου στο σπίτι και παράλληλα μειώνει την απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον.

Οι λύσεις θερμομόνωσης ενδείκνυται ιδιαίτερα σε κατοικίες που έχουν κατασκευαστεί πριν το 1979 όταν και δεν υπήρχε κανονισμός θερμομόνωσης. Σε τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να επιτευχθεί ακόμη και 50% μείωση των εξόδων θέρμανσης και ψύξης.

Για τις λύσεις θερμομόνωσης υπάρχουν και προγράμματα χρηματοδότησης όπως το «Εξοικονομώ κατ' οίκον». Βασικές λύσεις θερμομόνωσης είναι οι εξής:

- Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων και στέγης (20-40 ευρώ / τ.μ.): Αυτή γίνεται εσωτερικά ή εξωτερικά με υλικά όπως ο υαλοβάμβακας, φελλός, πετροβάμβακας, πολυουρεθάνη, περλίτης κλπ
- Τοποθέτηση στεγανών κουφωμάτων και διπλών τζαμιών (500-1000 ευρώ ανά τμχ): Σε αυτή την περίπτωση μην ξεχνάτε να αερίζετε το χώρο σας τακτικά κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- Θερμομόνωση σωληνώσεων και σωμάτων καλοριφέρ: Απαραίτητη η θερμομόνωση των σωληνώσεων που περνούν από εξωτερικούς χώρους ή χώρους που δεν απαιτείται θέρμανση. Επίσης σε σώματα καλοριφέρ που βρίσκονται σε επαφή με εξωτερικό τοίχο προτείνεται η χρήση ανακλαστήρων. (Andrianos, 2019)

## 4.5 Γενικές πληροφορίες για τα συστήματα θέρμανσης

#### **4.5.1 Σύστημα θέρμανσης χώρων**

Το σύστημα θέρμανσης ενός κτιρίου σχεδιάζεται και διαστασιολογείται έτσι, ώστε να καλύπτει τις απαιτήσεις θέρμανσης στις δυσμενέστερες εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος (συνθήκες σχεδιασμού χειμώνα).

Κατά την πραγματική περίοδο θέρμανσης οι εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος μεταβάλλονται συνεχώς, τόσο σε ημερήσια όσο και σε ωριαία βάση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάθε σύστημα θέρμανσης να λειτουργεί για το μεγαλύτερο διάστημα της περιόδου θέρμανσης σε συνθήκες μερικού φορτίου, που συνεπάγεται μείωση της πραγματικής απόδοσής του σε σχέση με την ονομαστική.

Οι περισσότερο διαδομένες μονάδες παραγωγής θερμότητας για θέρμανση χώρων που εφαρμόζονται στα ελληνικά κτίρια είναι λέβητες θερμού νερού, πετρελαίου, φυσικού αερίου, σπανιότερα υγραερίου ή ηλεκτρικοί (σε μικρές εγκαταστάσεις) και πολύ σπάνια λέβητες βιομάζας κ.α.. Επίσης αρκετά σημαντικό είναι και το ποσοστό των κτιρίων που χρησιμοποιούν ηλεκτρικές μονάδες για τη θέρμανση των χώρων (ηλεκτρικά σώματα διαφόρων τύπων, άμεσης απόδοσης ή θερμοσυσσώρευσης κ.α.).

Σε μικρότερο ποσοστό, οι μονάδες παραγωγής θερμότητας είναι ηλεκτρικές αντλίες θερμότητας νερού ή άμεσης εξάτμισης. Σε λίγες περιπτώσεις γίνεται χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (π.χ. ηλιακών συλλεκτών, γεωθερμίας)

Τέλος, σε πολύ περιορισμένα κλίματα στα ελληνικά κτίρια εφαρμόζονται συστήματα τηλεθέρμανσης (κοντά σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής της Δ.Ε.Η.) ή και συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης (Σ.Η.Θ.)

#### **4.5.2 Σύστημα ψύξης χώρων**

Το σύστημα ψύξης ενός κτιρίου σχεδιάζεται και διαστασιολογείται έτσι, ώστε να καλύπτει τις απαιτήσεις ψύξης στις δυσμενείς εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος (συνθήκες σχεδιασμού θέρους).

Κατά την περίοδο ψύξης οι εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος μεταβάλλονται συνεχώς τόσο στη διάρκεια της ημέρας, όσο και από ημέρα σε ημέρα και αποκλίνουν σημαντικά από της συνθήκες σχεδιασμού για κάθε κλιματική ζώνη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάθε σύστημα ψύξης να λειτουργεί τον περισσότερο χρόνο της περιόδου ψύξης σε συνθήκες μερικού φορτίου και η πραγματική ενεργειακή απόδοσή του να είναι χαμηλότερη από την ονομαστική.

Οι μονάδες παραγωγής ψύξης που εφαρμόζονται στα ελληνικά κτίρια είναι κατά κανόνα ψύκτες ή αντλίες θερμότητας με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και σπανιότερα με τη χρήση κινητήρων που καταναλώνουν φυσικό αέριο ή άλλο συμβατικό καύσιμο. Στα κτίρια κατοικιών χρησιμοποιούνται συνήθως τοπικά συστήματα αντλιών θερμότητας άμεσης εξάτμισης μικρής ψυκτικής ικανότητας. Αντίθετα σε πολλά και κυρίως νεόδμητα κτίρια του τριτογενούς τομέα χρησιμοποιούνται κεντρικά ή

ημικεντρικά συστήματα ψύξης / κλιματισμού. Σε κτιριακές εγκαταστάσεις που διαθέτουν συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, ενδείκνυται να γίνεται και χρήση ψυκτών προσρόφησης ή και απορρόφησης. Ωστόσο, αυτές οι εφαρμογές στην ελληνική πρακτική είναι εξαιρετικά περιορισμένες και συναντώνται μόνο σε μεγάλες και κατά το πλείστον βιομηχανικές εγκαταστάσεις (Andrianos, 2019)

#### **4.5.3 Κεντρικές κλιματικές μονάδες**

Οι κεντρικές κλιματικές μονάδες (Κ.Κ.Μ.) είναι συστήματα που εκτός από τη μερική ή ολική κάλυψη των απαιτούμενων επιπέδων αερισμού, χρησιμοποιούνται και για την κάλυψη μερικών ή ολικών θερμικών / ψυκτικών φορτίων του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης. Σε περίπτωση που στο κλιματιζόμενο χώρο δεν υπάρχουν άλλες τερματικές μονάδες για τη θέρμανση / ψύξη των χώρων, τότε η Κ.Κ.Μ. καλύπτει όλα τα απαιτούμενα θερμικά ή και ψυκτικά φορτία (συστήματα με 100% αέρα).

#### **4.5.4 Σύστημα ύγρανσης**

Οι κεντρικές κλιματικές μονάδες διαχείρισης αέρα μπορεί να διαθέτουν τοπικό ή κεντρικό σύστημα ύγρανσης προσαγόμενου αέρα (σε λειτουργία θέρμανσης). Όταν υπάρχει σύστημα ύγρανσης σε μία Κ.Κ.Μ. του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης, τότε συνυπολογίζεται το απαιτούμενο φορτίο για την παραγωγή και παροχή υγρασίας (νερό ή και ατμός) στην Κ.Κ.Μ. Το απαιτούμενο φορτίο για την ύγρανση του προσαγόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ. καλύπτεται από αντίστοιχο κεντρικό ή τοπικό σύστημα. Το σύστημα ύγρανσης προσαγόμενου νωπού αέρα του κτιρίου αναφοράς είναι ίδιο με του υπό εξέταση κτίριο. Σε περίπτωση που στο υπό εξέταση κτίριο δεν απαιτείται η εφαρμογή συστήματος ύγρανσης προσαγόμενου νωπού αέρα, τότε και το κτίριο αναφοράς δεν διαθέτει σύστημα.

#### **4.5.5 Εγκαταστάσεις ζεστού νερού χρήσης (ζ.ν.χ.)**

Ο αρχικός σχεδιασμός της εγκατάστασης ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να προβλέπεται η κάλυψη των μερικών φορτίων (π.χ. κατά τη θερινή περίοδο) ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου, το ωράριο λειτουργίας και τη διακύμανση της ζήτησης Ζ.Ν.Χ του κτιρίου χωρίς σπατάλη ενέργειας. Σε μεγάλα κτίρια με κεντρικές εγκαταστάσεις παραγωγής Ζ.Ν.Χ. και μεγάλα ονομαστικά φορτία Ζ.Ν.Χ., η χρήση πολυβάθμιων λεβήτων και εποχιακά μεταβλητής αποθήκευσης Ζ.Ν.Χ., συμβάλλουν προς την κατεύθυνση της βελτιστοποίησης της λειτουργίας της εγκατάστασης Ζ.Ν.Χ. και κατά συνέπεια της εξοικονόμησης ενέργειας.

Στις περιπτώσεις κτιρίων με μεγάλες απαιτήσεις σε Ζ.Ν.Χ., η παραγωγή θερμότητας για Ζ.Ν.Χ. συνιστάται να γίνεται μέσω θερμικών μονάδων θέρμανσης, με χρήση πετρελαίου ή φυσικού αερίου, με παράλληλη χρήση ηλιακών συλλεκτών και εφεδρική ηλεκτρική αντίσταση. Γι' αυτή τη διάταξη απαιτείται εγκατάσταση θερμοαντήρα (boiler) διπλής ή τριπλής ενέργειας. Οι θερμοαντήρες του Ζ.Ν.Χ. μπορεί

να είναι κεντρικοί (στο λεβητοστάσιο) ή κοντά στις τελικές χρήσεις, π.χ. δωμάτιο ξενοδοχείου, κατοικία, διαμέρισμα κ.τ.λ.

Στο μεγαλύτερο ποσοστό ελληνικών κατοικιών για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. χρησιμοποιούνται κατά το πλείστον ηλεκτρικοί και ηλιακοί θερμοσίφωνες (θερμαντήρες με ή χωρίς εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη), καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια, γεγονός που συνεπάγεται μεγάλη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και αντίστοιχα μεγάλη έκλυση ρύπων.

Αρκετά κτίρια, και κυρίως του τριτογενούς τομέα, στα οποία υπάρχει μεγάλη απαίτηση για ζεστό νερό χρήσης (νοσοκομεία, ξενοδοχεία κ.α.), διαθέτουν κεντρικές μονάδες παραγωγής Ζ.Ν.Χ., που συνίσταται από λέβητες πετρελαίου ή φυσικού αερίου και συστοιχίες ηλιακών συλλεκτών κ.α.. Σπανιότερα (κοντά σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής της Δ.Ε.Η.), συναντώνται στα ελληνικά κτίρια μονάδες τηλεθέρμανσης για Ζ.Ν.Χ. ή και μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης – Σ.Η.Θ., κυρίως σε κτίρια του τριτογενούς τομέα. (Andrianos, 2019)

#### **4.5.6 Θερμικά ηλιακά συστήματα**

Τα συστήματα ηλιακών συλλεκτών, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θερμικής ενέργειας με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Αυτή η θερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση χώρων ή για τη θέρμανση ζεστού νερού χρήσης, της υπό μελέτης ζώνης του κτιρίου. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλιακών συλλεκτών, που μπορούν να εγκατασταθούν σε ένα κτίριο, ανάλογα με τη χρήση και τη διαθέσιμη επιφάνεια εγκατάστασης.

#### **4.5.7 Εγκαταστάσεις φωτισμού**

Η κατανάλωση ενέργειας από τα συστήματα φωτισμού συνυπολογίζεται βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. μόνο για τον υπολογισμό την ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων του τριτογενούς τομέα. Για τα κτίρια κατοικίας τα φορτία για το φωτισμό δεν συνυπολογίζονται στην τελική ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, αλλά λαμβάνονται υπόψη ως εσωτερικά κέρδη στον υπολογισμό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων του κτιρίου. (Andrianos, 2019)

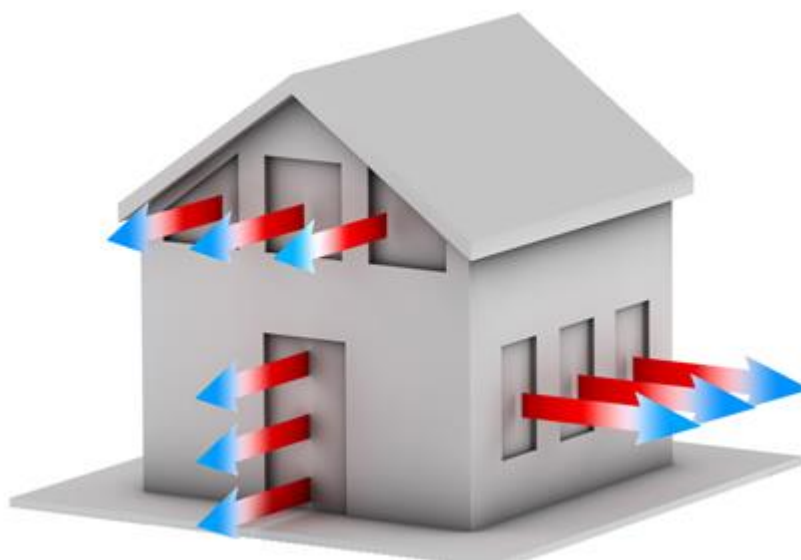


## 5. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ

### 5.1 Ορισμός

Κουφώματα γενικά ονομάζονται όλα εκείνα τα στοιχεία, τα οποία χρησιμοποιούνται για να κουφώσουν (κλείσουν) τα ανοίγματα των τοίχων ενός κτιρίου και αποτελούνται από τα πλαίσια και τα τζάμια.

Τα εξωτερικά κουφώματα χωρίζονται σε παράθυρα, μπαλκονόπορτες και πόρτες εισόδου και συμβάλλουν σε διάφορες λειτουργίες του κτιρίου. Εξωτερικά έχουν άμεση σχέση με την αισθητική και την ασφάλεια ενώ εσωτερικά εξυπηρετούν τον φυσικό φωτισμό, την ηχομόνωση, τη προστασία από τον ήλιο και φυσικά τη θέα. Σύμφωνα με έρευνα η κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των κτιρίων αποτελεί το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα κουφώματα είναι μία σημαντική αιτία κατανάλωσης ενέργειας γι' αυτό και η σωστή επιλογή τους μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.



**Σχήμα 30:** Η σωστή επιλογή κουφωμάτων αποτρέπει απώλειες θερμότητας αλλά και χρημάτων (Βουτσέλας, 2016)

Πολύ σημαντικό ρόλο παίζει ο τύπος των υαλοπινάκων (τζάμια) που τώρα πια κατασκευάζονται με σύγχρονα ενεργειακά κριτήρια και τα παλιότερα προϊόντα αντικαθίστανται από διπλούς ή τριπλούς υαλοπίνακες, με ένα ή δύο κενά που έχουν καλύτερες ιδιότητες μόνωσης για τον ήχο και τη θερμότητα. Υπάρχουν και τα ενεργειακά τζάμια που έχουν αυξημένο κόστος όμως μακροπρόθεσμα θα έχετε χρηματικό όφελος αν υπολογίσετε τη μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας για αρκετά χρόνια. Τα πλαίσια κατασκευάζονται από αλουμίνιο, συνθετικά υλικά, ξύλο. Καλό είναι τα κουφώματα να επιλέγονται ανάλογα με τα κλιματικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής (ψυχρό, μεικτό, θερμό κλίμα) για μέγιστη απόδοση. (Alumil, 2022)

## 5.2 Είδη κουφωμάτων

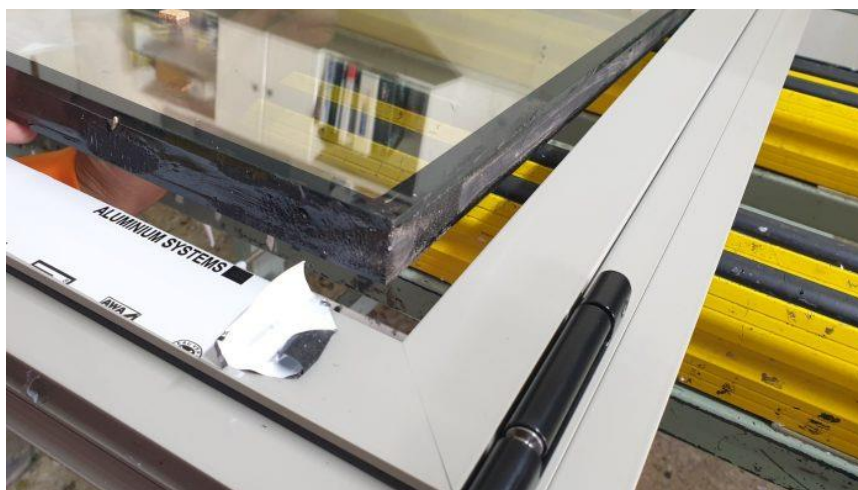
Τα κουφώματα διακρίνονται με διάφορα κριτήρια, όπως:

### 5.2.1 Διάκριση ανάλογα με τα μονωτικά χαρακτηριστικά

Ανάλογα με τα μονωτικά τους χαρακτηριστικά διακρίνονται σε:

#### 5.2.1.1 Ηχομονωτικά

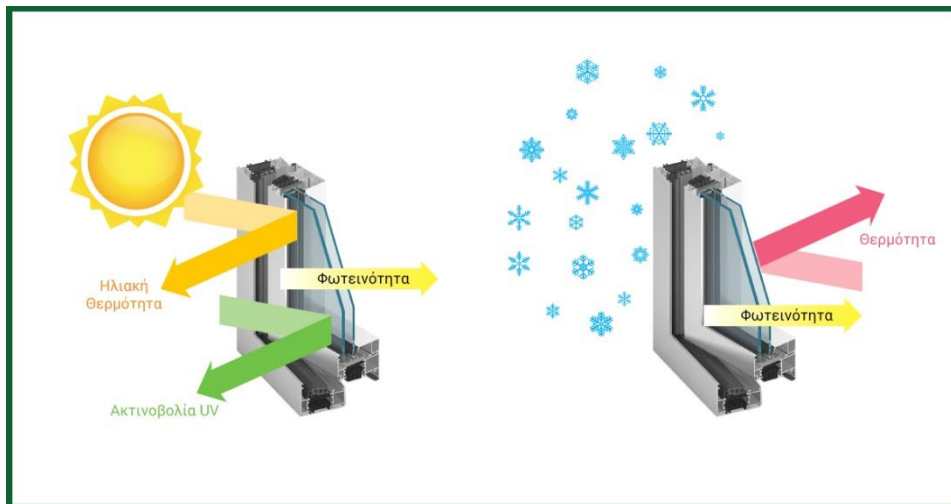
Η επιλογή ηχομονωτικών κουφωμάτων είναι πολύ σημαντική, διότι σήμερα η ηχορύπανση είναι μία από τις κύριες αιτίες υποβάθμισης της ποιότητας ζωής στις πόλεις. Η ηχορύπανση είναι επιβλαβής για την υγεία, αφού αυξάνει το στρες και δημιουργεί πολλαπλά προβλήματα. Τα ηχομονωτικά κουφώματα είναι μία επένδυση που γίνεται μία φορά και αποδίδει καθημερινά και για πάντα.



Σχήμα 31: Εικόνα κουφώματος (Βουτσέλας, 2016)

#### 5.2.1.2 Θερμομονωτικά

Τα θερμομονωτικά κουφώματα είναι αυτά τα οποία επιτρέπουν την επίτευξη υψηλών επιπέδων θερμομόνωσης χρησιμοποιώντας θερμοδιακοπτόμενο σύστημα αλουμινίου σε συνδυασμό με ενεργειακά τζάμια. Η θερμοδιακοπή στα θερμομονωτικά κουφώματα είναι το σύστημα που αποτρέπει την μεταφορά ενέργειας από τον εσωτερικό χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον και αντίστροφα. Αυτό που κάνει την διαφορά είναι η χρήση ενός ειδικού μονωτικού υλικού (πολυαμιδίου) που ξεχωρίζει τα προφίλ των παραθύρων σε δύο μέρη, το εσωτερικό και το εξωτερικό. Έτσι φτάνουμε στον στόχο της υψηλής θερμομόνωσης αλλά και ηχομόνωσης. (Alumil, 2022)



Σχήμα 32: Θερμομονωτικό κούφωμα (Βουτσέλας, 2016)

#### 5.2.1.2.1 Θερμοδιακοπτόμενα κουφώματα

Θερμοδιακοπή στο προφίλ αλουμινίου ορίζεται η παρεμβολή μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού μέρους του προφίλ ενός υλικού, το οποίο ονομάζεται πολυαμίδιο και είναι κακός αγωγός της θερμότητας. Το υλικό αυτό χάρη στη σύστασή του χαρακτηρίζεται από θερμικές και χημικές ανθεκτικές ιδιότητες. Αποτέλεσμα της παρεμβολής του πολυαμιδίου είναι η διακοπή της θερμογέφυρας που δημιουργείται στα 2 μέρη του μετάλλου και επιτρέπει τη μεταφορά θερμότητας από το εξωτερικό στο εσωτερικό και αντίστροφα. Επομένως επιτυγχάνεται ο μέγιστος δυνατός περιορισμός των απωλειών θερμότητας από το αλουμίνιο. Η χρήση θερμομονωτικού ή απλού συστήματος αλουμινίου έχει σχέση με 2 βασικές παραμέτρους ενός κουφώματος.

- τη θερμομόνωση του κουφώματος
- την πιθανότητα εμφάνισης του φαινομένου της υγροποίησης των υδρατμών του εσωτερικού χώρου πάνω στις επιφάνειες του κουφώματος και ειδικότερα πάνω στο πλαίσιο (Alumil, 2022)

#### 5.2.1.2.2 Εξοικονόμηση ενέργειας

Με τα κοινά συστήματα αλουμινίου που κατασκευάζονταν τις προηγούμενες δεκαετίες, οι απώλειες θερμότητας είναι αυξημένες κατά 67% περίπου σε σχέση με τις απώλειες των θερμομονωτικών κουφωμάτων αλουμινίου.

#### 5.2.1.2.3 Κόστος θερμοδιακοπομενων κουφωμάτων

Μια μέση ενδεικτική τιμή της αγοράς των κουφωμάτων αλουμινίου με θερμοδιακοπή, είναι περίπου στα 330-400€/m<sup>2</sup>, με τις τιμές αυτές να ποικίλουν ανάλογα με πολλούς παράγοντες. Οι τιμές για τα κουφώματα αλουμινίου με θερμοδιακοπή διαφέρουν και ανάλογα με τις προτιμήσεις, για παράδειγμα ρόλο παίζει ο τύπος του κουφώματος (ανοιγόμενο, συρόμενο, σταθερό κλπ), το χρώμα τους (τα κουφώματα αλουμινίου κατασκευάζονται λευκά και μετά χρωματίζονται, συνεπώς τα λευκά κουφώματα αλουμινίου συνήθως είναι πιο οικονομικά), καθώς και ο αριθμός των φύλλων. (Alumil, 2022)

### 5.2.1.3 Αλεξίσφαιρα (αλεξίσφαιροι υαλοπίνακες)

Οι αλεξίσφαιροι υαλοπίνακες είναι ειδική κατηγορία τζαμιών, κατασκευασμένα για χώρους αυξημένης ασφαλείας όπως τράπεζες, μουσεία, κοσμηματοπωλεία κ.λ.π. Είναι κατασκευασμένα με τρία ή και περισσότερα μέρη γυαλιού διαφορετικού πάχους μεταξύ των οποίων παρεμβάλλεται ειδική μεμβράνη, προκειμένου να καλύψει το επίπεδο ασφάλειας που απαιτείται.



Σχήμα 33: Αλεξίσφαιρο τζάμι (Βουτσέλας, 2016)

#### 5.2.1.3.1 Ενέργεια κρούσης

Σημαντικό παράγοντα για την παραγωγή αυτών των κρυστάλλων αποτελεί η ενέργεια κρούσης ( μετριέται σε Joules ανάλογα με την μάζα και την ταχύτητα του βλήματος ), η οποία εξαρτάται από τον τύπο του πυροβόλου όπλου καθώς και του βλήματος.

Διεθνή στάνταρ ορίζουν την κατηγορία των αλεξίσφαιρων κρυστάλλων, όπως το BS 5051 το οποίο καθορίζει το επίπεδο απόδοσης και τις μεθόδους δοκιμών για τις έξι κατηγορίες των αλεξίσφαιρων υαλώσεων σε εσωτερικούς χώρους προκειμένου να

ανταποκριθούν σε περίπτωση βολής από το πυροβόλο όπλο ( περιστροφικό, τουφέκι, καραμπίνα). (Alumil, 2022)

#### **5.2.1.3.2 Ενεργειακοί υαλοπίνακες**

Ο όρος «Ενεργειακοί Υαλοπίνακες» χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια ως ελεύθερη μετάφραση του όρου “Energy efficient glass” για να προσδιορίσει την κατηγορία εκείνη των υαλοπινάκων, οι οποίοι έχουν χαρακτηριστικά τα οποία δυσχεραίνουν την μεταφορά της θερμότητας από την μία πλευρά στην άλλη, συντελώντας έτσι στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Σταθμό στην θερμομονωτική απόδοση των υαλοπινάκων αποτέλεσε η εφεύρεση των «διπλών» υαλοπινάκων η οποία άρχισε να διαδίδεται από τις αρχές της δεκαετίας του '70. Πρόκειται για δύο τζάμια κολλημένα μεταξύ τους περιμετρικά, με διάκενο ανάμεσά τους, έτσι ώστε να σχηματίζουν έναν «υαλοθάλαμο». Στην Ελλάδα η ουσιαστική ευρεία χρήση τους αρχίζει από τις αρχές της δεκαετίας του '80. Η επίδοση των «διπλών» εκείνων υαλοπινάκων σε όρους θερμομόνωσης, συγκρινόμενη με την επίδοση των μέχρι τότε τοποθετούμενων μονών υαλοπινάκων, ήταν βελτιωμένη κατά 200%.

Από την ίδια περίπου εποχή, οι εταιρίες παραγωγής υαλοπινάκων άρχισαν να διαθέτουν στην αγορά τους υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (Low-emissivity ή Low-E), με ιδιαίτερα αυξημένες δυνατότητες παρεμπόδισης μεταφοράς της θερμότητας από την μία πλευρά τους στην άλλη. Επρόκειτο για την 1η γενιά Ενεργειακών Υαλοπινάκων ή Υαλοπινάκων Low-E. Με την χρήση Ενεργειακών Υαλοπινάκων στην κατασκευή των διπλών υαλοστασίων, επήλθε θεαματική βελτίωση των θερμομονωτικών επιδόσεών τους.

Με την «ικανότητά» τους να δυσχεραίνουν την εκπομπή της θερμότητας από την θερμότερη προς την ψυχρότερη πλευρά (γι' αυτό αποκαλούνται υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (Low-E), οι Ενεργειακοί Υαλοπίνακες μας βοηθούν να «κρατούμε» την θερμότητα του σπιτιού μας τον χειμώνα μέσα και το καλοκαίρι την ζέστη του εξωτερικού περιβάλλοντος έξω, εξοικονομώντας ενέργεια (για την θέρμανση ή τον κλιματισμό του χώρου, αντίστοιχα). (Alumil, 2022)

#### **5.2.1.3.3 Ενεργειακοί υαλοπίνακες τεσσάρων εποχών**

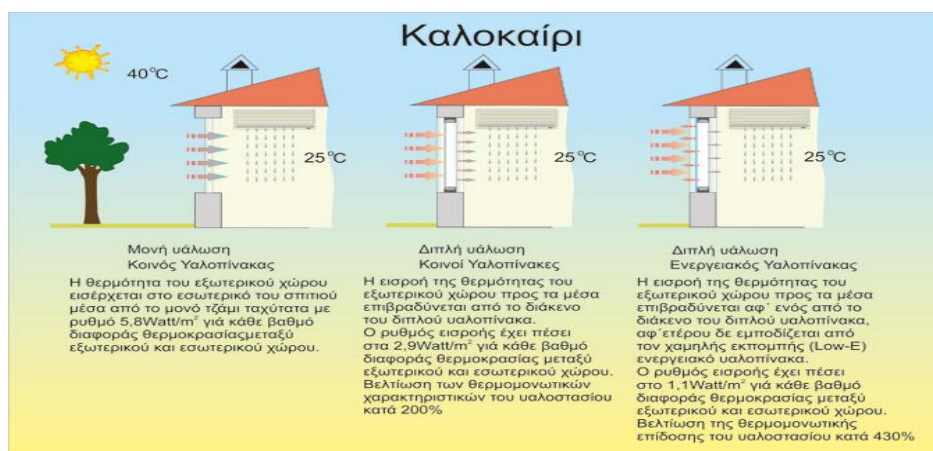
Η βασική ιδιότητα των «Ενεργειακών Υαλοπινάκων» λειτουργεί με όλες τις καιρικές συνθήκες (συννεφιά ή λιακάδα), όλες τις ώρες (ημέρα και νύκτα), όλες τις ημέρες του χρόνου (χειμώνα – καλοκαίρι), εφόσον δεν εκτίθενται στην απευθείας ηλιακή ακτινοβολία.

Όταν όμως εκτεθούν στην απευθείας ηλιακή ακτινοβολία, τότε η φωτεινή ηλιακή ενέργεια διαπερνά ανεμπόδιση τον υαλοπίνακα, εισέρχεται στον χώρο μας, δημιουργώντας συνθήκες δυσφορίας (θερμοκηπίου) και κατ' επέκταση ανάγκες περισσότερου κλιματισμού.

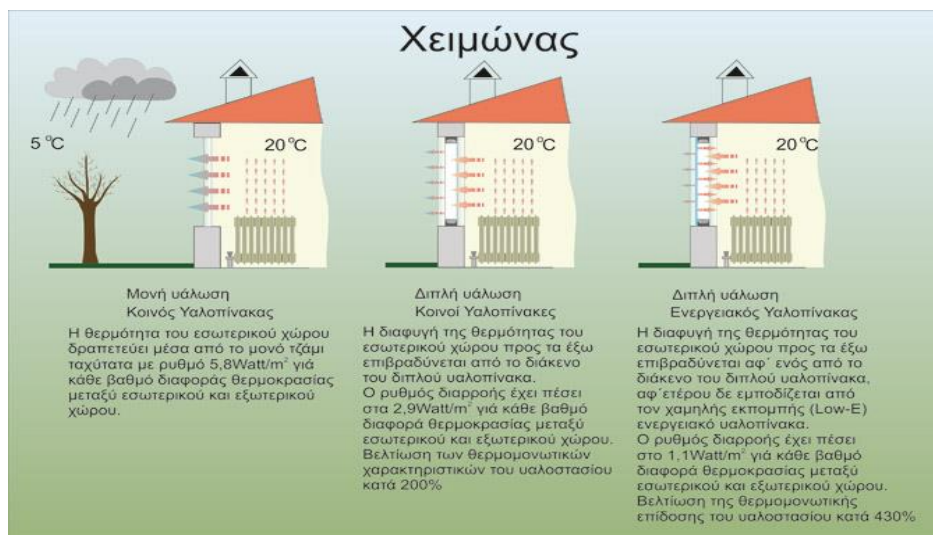


Σε αντίθεση με τις βόρειες χώρες στις οποίες η θερμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να είναι ευχάριστη ή να μην ενοχλεί, οι νότιες χώρες υποφέρουν από αυτήν, τους καλοκαιρινούς κυρίως μήνες. Γενικά είναι πολύ δύσκολο να κλιματιστεί ένας χώρος το καλοκαίρι, αν μπαίνει μέσα ο ήλιος από τα παράθυρα, τις μπαλκονόπορτες και τα υαλοπετάσματα.

Την λύση δίνει μια νέα κατηγορία Ενεργειακών Τζαμιών με πρόσθετες επιστρώσεις, ικανές να ελέγξουν την είσοδο της φωτεινής ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στα κτίρια. Πρόκειται για την κατηγορία των υαλοπινάκων ηλιακού ελέγχου (Solar Control ) οι οποίοι είναι γνωστοί στην αγορά και σαν Ενεργειακοί Υαλοπίνακες Τεσσάρων Εποχών υπό την έννοια ότι λειτουργούν και όταν ο καυτός ήλιος «χτυπάει» τα τζάμια το καλοκαίρι.



Σχήμα 34: Μόνωση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες



Σχήμα 35: Μόνωση κατά τους χειμερινούς μήνες (Βουτσέλας, 2016)

#### 5.2.1.3.4 Εξοικονόμηση ενέργειας

Από τα ανοίγματα ενός κτιρίου «δραπετεύει» το 30% περίπου της θερμότητάς του.

Μέσω των ενεργειακών τζαμιών, όπως επισημαίνουν οι ειδικοί, μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση έως και 50% στις δαπάνες που αφορούν ηλεκτρισμό και θέρμανση.

Όπως υποστηρίζουν άνθρωποι του χώρου, ένα ενεργειακό τζάμι εξοικονομεί ετησίως 300 κιλοβατώρες ανά τετραγωνικό μέτρο.

#### **5.2.1.3.5 Απόσβεση χρήματων**

Για ένα τυπικό διαμέρισμα 100 περίπου τετραγωνικών μέτρων, σε γενικές γραμμές, η απόσβεση θα ολοκληρωθεί σε 3 περίπου χρόνια από τη στιγμή της εγκατάστασης.

#### **5.2.1.3.6 Κόστος ενεργειακών υαλοπινάκων**

Η τιμή ενός ενεργειακού υαλοπίνακα με μία αποδεκτή ποιότητα ξεκινά από τα 80 ευρώ/τ.μ. και μπορεί να φτάσει στα 100-110 ευρώ/ τ.μ.

Σε αυτό το κόστος θα πρέπει κανείς να προσθέσει επιπλέον 60 έως 100 ευρώ για κάθε ένα φύλλο κουφώματος. Κι αυτό, εφόσον χρειαστεί για να τοποθετηθούν τα καινούργια τζάμια, να γίνει και κάποιου είδους μορφοποίηση στα κουφώματα. Τα 60-100 ευρώ για κάθε φύλλο ισχύουν τόσο για κουφώματα από ξύλο, όσο και για αλουμινίου.

Συμπερασματικά, για ένα διαμέρισμα γύρω στα 100 τ.μ., που χρειάζεται 10-12 τ.μ. επιφάνειες υαλοπινάκων, το συνολικό κόστος εγκατάστασης ενεργειακών τζαμιών θα ανέλθει γύρω στα 1.500 ευρώ.

### **5.2.2 Διάκριση ανάλογα με το υλικό κατασκευής**

Ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους διακρίνονται σε:

#### **5.2.2.1 Ξύλινα κουφώματα**

Τα ξύλινα κουφώματα είναι ο πιο κλασικός τύπος κουφώματος, και στις μέρες μας είναι πάρα πολύ εξελιγμένα. Μέχρι την σημερινή εποχή διασώζονται ξύλινα κουφώματα από πολύ παλαιές εποχές χάρις στην μεγάλη αντοχή τους στον χρόνο. Καλύπτουν τα ξύλινα παράθυρα, τις ξύλινες μπαλκονόπορτες και πόρτες. Τα ξύλινα κουφώματα συνήθως αποτελούνται από ξύλινη δομή, υαλοπίνακα, μηχανισμό, λάστιχα, παντζούρια, κάσωμα, κτλ.

##### **5.2.2.1.1 Πλεονεκτήματα ξύλινων κουφωμάτων**

Η αρχιτεκτονική των κτιρίων καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τον τύπο εκείνων των ξύλινων κουφωμάτων, που δένουν αρμονικά με τον υπόλοιπο σχεδιασμό. Ωστόσο, τα ξύλινα κουφώματα ταιριάζουν εξαιρετικά σε πολλές κατασκευές κυρίως κατοικίες και ξενοδοχειακές μονάδες, αστικές και εξοχικές, σε βουνό και θάλασσα. Η χρήση νέων ανθεκτικών χρωμάτων και η προηγμένη τεχνολογικά επεξεργασία τους με τη

χρήση ρομποτικών μηχανημάτων έχει αυξήσει κατά πολύ την αποδοτικότητα που παρουσιάζουν τα ξύλινα κουφώματα σε συνδυασμό πάντα με την υψηλή τους αισθητική αξία τους.



Σχήμα 36: Ξύλινα κούφωματα (DAUWIN, 2022)

#### 5.2.2.1.2 Σύγχρονα ξύλινα κουφώματα

Τα Σύγχρονα Ξύλινα κουφώματα, έπειτα από πολλά χρόνια εξέλιξης, είναι δομικά στοιχεία υπερσύγχρονων προδιαγραφών και τεχνολογίας. Λόγω των εξαιρετικών μηχανικών ιδιοτήτων τους (θερμομόνωση, ηχομόνωση, αντοχή, κτλ) και της τρομερής αισθητικής που προσφέρουν, τα ξύλινα κουφώματα αποτελούν το πλέον ενδεδειγμένο είδος κουφωμάτων. Παρέχουν ανάκληση για αερισμό, διπλά και τριπλά κρύσταλλα με περιεκτικότητα ειδικών αερίων argon , kripton συμπεριλαμβάνουν έως και τετραπλή μόνωση (λάστιχο), Βάφονται με υψηλής αντοχής Υδροδιαλυτά οικολογικά βερνίκια εμποτισμού. Δεν χρειάζονται συντήρηση παλαιού τύπου (ξύσιμο, βάψιμο), η ξυλεία τους είναι τρικολλητή (τρεις "φέτες" ξύλου αντίθετα κολλημένες) και οι "ταμπλάδες" τους πλέον κατασκευάζονται από ειδικό κόντρα πλακέ θαλάσσης υψηλής αντοχής.



Τα ξύλα που χρησιμοποιούνται κυρίως είναι meranti, δρυς, τικ, ικόρο, καστανιά, πεύκο, αγριόπευκα (Λάριξ) και ερυθρελάτες (έλατα) τα οποία έχουν υποστεί ξήρανση και απεντομωμένα. Περιλαμβάνουν, επίσης, ρυθμιζόμενους μεντεσέδες και περιμετρικούς μηχανισμούς προηγμένης τεχνολογίας. (Alumil, 2022)

### 5.2.2.1.3 Συντήρηση σύγχρονων ξύλινων κουφωμάτων

Τα σύγχρονα ξύλινα κουφώματα δεν χρειάζονται συντήρηση παλαιού τύπου τύπου (ξύσιμο, βάψιμο), αντί αυτού θέλουν απλώς καλό πλύσιμο άφοβα με άφθονο νερό (λάστιχο) και ανά 2-4 χρόνια υπάρχουν υλικά με βάση το νερό (λαδάκια) με τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν με βαμβακερό πανί ή σφουγγάρι στο επίπεδο του καθαρισμού.

### 5.2.2.2 Σιδερένια κουφώματα








#### 5.2.2.2.1 Ελατές διατομές χάλυβα



Σχήμα 37: Μορφοσίδηρος (DAUWIN, 2022)

**Ραβδοσίδηρος**

Σαν ραβδοσίδηρους χαρακτηρίζουμε:

L		ισσοσκελή γωνιακά DIN 1028, EURONORM 56
L		ανισσοσκελή γωνιακά DIN 1029 EURONORM 57
T		απλά T κατά DIN 1024
□		τετραγωνικής διατομής DIN 1014 EURONORM 59
∅		στρογγυλές ράβδοι DIN 1013 EURONORM 60
▭		λάμες (κάτω από 150 mm πλάτος και 5-60 mm πάχος) κατά DIN 1017
▭		πλατιές λάμες (πάνω από 150 mm πλάτος και πάνω από 4 mm πάχος) κατά DIN 59200 EURONORM 91

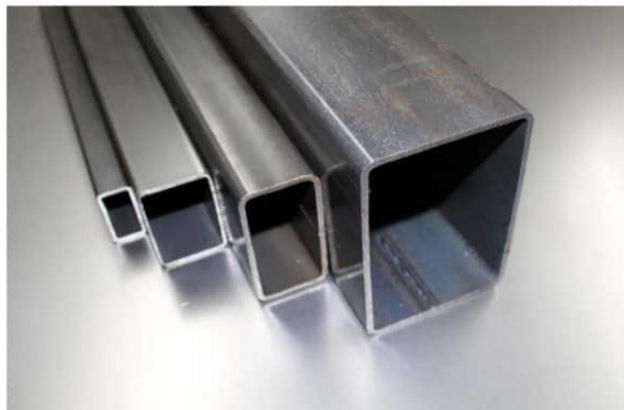


Σχήμα 38: Ραβδοσίδηρος (DAUWIN, 2022)



### 5.2.2.2 Στραντζαριστες διατομές του χάλυβα

ΣΤΡΑΝΤΖΑΡΙΣΤΑ WELDED HOLLOW SECTIONS	ΒΑΡΟΣ WEIGHT G Kg/m		
ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ/SQUARE INCS	A/T	Ε/Τ	Ε/Τ
14x14	0.49	0.62	0.79
17x17	0.59	0.75	0.97
20x20	0.69	0.88	1.14
25x25	0.87	1.10	1.42
30x30	1.04	1.32	1.70
38x38	1.32	1.68	2.16
40x40	1.39	1.77	2.27
ΟΡΘΟΓΩΝΙΑ/RECTANGULAR			
20x14	0.59	0.75	0.96
30x15	0.78	0.99	1.28
30x20	0.87	1.10	1.42
40x20	1.04	1.32	1.70
40x30	1.21	1.54	1.99
50x20	1.21	1.54	1.99
50x25	1.30	1.65	2.13
50x30	1.39	1.77	2.27
50x40	1.56	1.99	2.55
60x20	1.39	1.77	2.27
60x30	1.56	1.99	2.55
60x40	1.73	2.21	2.84

Διατίθενται σε μήκη 5.00m και 6.00m.



### Χαλυβδοσωλήνες

-  σωλήνες χωρίς ραφή ή με συγκόλληση κατά DIN 2448 και DIN 2458
-  τετραγωνικής ή ορθογωνικής κοίλης διατομής ράβδοι με διάφορα παχη τοιχωμάτων με αιχμηρές ή στρογγυλεμένες ακμές, τυποποιημένες εν μέρει (DIN 59410)

Σχήμα 39: Χαλυβδοσωλήνες (DAUWIN, 2022)



Σχήμα 40: Χαλυβδοσωλήνες (DAUWIN, 2022)

### 5.2.2.3 Συνέθετα κουφώματα η κουφώματα PVC

Τα κουφώματα PVC αποτελούν μία επιλογή που ο κόσμος κάνει ολοένα και πιο πολύ. Είναι πολύ πιθανό σταδιακά να ξεπεράσουν σε πωλήσεις και σε επιλογή τα κουφώματα αλουμινίου. Αυτό παρατηρείται λόγω της εξαιρετικής σχέσης ποιότητας – τιμής, για αυτό και άλλωστε έχουν αρχίσει να επιλέγονται όλο και περισσότερο από τον κόσμο. (Alumil, 2022)

#### 5.2.2.3.1 Πλεονεκτήματα PVC

i. Αντοχή στις καταπονήσεις

Το PVC είναι ευρέως γνωστό για την αντοχή του στις καταπονήσεις και τους εξωτερικούς παράγοντες. Για παράδειγμα, έχει εξεταστεί και παρουσιάζει πολύ καλά αποτελέσματα απέναντι σε έντονα καιρικά φαινόμενα, την πάροδο του χρόνου και την τριβή. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος για τον οποίο επιλέγεται και για εξωτερικούς χώρους με πολύ καλά αποτελέσματα.

ii. Ηχομόνωση κατά 70%

Τα συνθετικά κουφώματα μπορούν να χαρίσουν προστασία από την ηχομόνωση που χαρακτηρίζει τα μεγάλα αστικά κέντρα έως και 70% . Ένα ήρεμο και χαλαρωτικό περιβάλλον επιβάλλεται να επικρατεί στην οικία μας,

ειδικά εάν σε καθημερινή βάση αντιμετωπίζουμε αγχωτικές καταστάσεις και βρισκόμαστε έντονους ρυθμούς.

iii. Εξοικονόμηση Χρημάτων & Ενέργειας

Τα κουφώματα PVC είναι γνωστά για τις υψηλές θερμομονωτικές τους επιδόσεις. Συνεπώς συντελούν σημαντικά στην ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου αλλά και την εξοικονόμηση των χρημάτων και της ενέργειας για θέρμανση και δροσισμό. Τα συνθετικά κουφώματα κατασκευάζονται από ένα είδος υλικού κάτι που συμβάλει στη θερμομονωτική του ιδιότητα. Το πολυβινυλοχλωρίδιο, είναι το τρίτο πιο διαδεδομένο παραγόμενο συνθετικό πλαστικό πολυμερές και είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα πλαστικά στον κόσμο. Για προφανείς λόγους θα αναφερόμαστε σε αυτό ως PVC. Χρησιμοποιείται εκτεταμένα τα τελευταία χρόνια και η ζήτησή του αυξάνεται κατά μέσο όρο κατά 5%.

Αυτή η θερμομονωτική ιδιότητα που έχει από μόνο του το PVC μπορεί να ενισχυθεί κατά πολύ ανάλογα με τον υαλοπίνακα που θα τοποθετηθεί (τζάμια).

iv. Ασφάλεια & Σιγουριά

Το PVC πληροί όλες τις προϋποθέσεις και τα διεθνή κριτήρια σχετικά με την υγεία και την ασφάλεια των ανθρώπων. Έχει δοκιμαστεί σε έρευνες κάτω από αρκετά πιεστικές καταστάσεις και έχει πιστοποιηθεί. Επιπρόσθετα με αυτά, τα σύγχρονα κουφώματα PVC διαθέτουν και προφίλ αλουμινίου για ακόμη μεγαλύτερη ασφάλεια.

v. Κόστος

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το PVC έχει ξεκινήσει να επιλέγεται αρκετά από τους καταναλωτές εκτός των άλλων πλεονεκτημάτων του, και για το χαμηλό του κόστος. Οι τεχνικές και φυσικές του ιδιότητες προσφέρουν συγκριτικά καλύτερα αποτελέσματα κόστους-απόδοσης και για αυτό άλλωστε χρησιμοποιείται και συχνά σε κατασκευαστικές δομές. Είναι ανθεκτικό υλικό, με μεγάλη διάρκεια ζωής, μοναδικές ιδιότητες και ανταγωνιστική τιμή. (Alumil, 2022)

### 5.2.2.3.2 Μειονεκτήματα PVC

Η εκτεταμένη εκπομπή των κουφωμάτων PVC στον ήλιο και γενικά σε πολύ υψηλές και έντονες θερμοκρασίες μπορεί να προκαλέσει έπειτα από χρόνια κιτρίνισμα ή ίσως και φούσκωμα των κουφωμάτων. Αυτό το φαινόμενο βέβαια, παρουσιαζόταν συχνότερα στα παλιά μοντέλα και πλέον τέτοια φαινόμενα σπάνια εμφανίζονται.



**Σχήμα 41:** Παράθυρο PVC (DAUWIN, 2022)

#### **5.2.2.3.3 Που εφαρμόζουν τα PVC**

Τα σύγχρονα κουφώματα PVC παρουσιάζουν μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών και είναι κατάλληλα τόσο για εσωτερική όσο και για εξωτερική χρήση. Τα κουφώματα PVC μπορούν να χρησιμοποιηθούν για:

- 1) Παντζούρια
- 2) Μπαλκονόπορτες
- 3) Παράθυρα PVC
- 4) Εσωτερικές & Εξωτερικές πόρτες





**Σχήμα 42:** Μπαλκονόπορτα PVC (DAUWIN, 2022)

**Σχήμα 43:** Εξωτερική πόρτα PVC (DAUWIN, 2022)

#### 5.2.2.4 Κουφώματα αλουμινίου

Τα κουφώματα αλουμινίου αποτελούν την πιο παραδοσιακή και διαχρονική επιλογή κουφωμάτων στην Ελλάδα. Τα κουφώματα αλουμινίου πρωτοεμφανίστηκαν στην Ελλάδα την δεκαετία του '60. Η εξέλιξη στην τεχνολογία της παραγωγής προφίλ (διατομών) αλουμινίου, η δυνατότητα κατασκευής σύνθετων διατομών και η ευρηματικότητα στον τομέα σχεδιασμού συστημάτων συνέβαλαν στην γρήγορη εξάπλωσή τους. Η ασφάλεια των κατασκευών και οι απαιτήσεις ποιότητας, οι ανάγκες χρήσης και η αισθητική εμφάνιση οδήγησαν στο σχεδιασμό ολοκληρωμένων κουφωμάτων αλουμινίου, τα γνωστά «συστήματα», τα οποία συνδυάζουν κατάλληλα προφίλ αλουμινίου, ειδικά εξαρτήματα, μηχανισμούς λειτουργίας, τζάμια και υλικά στεγάνωσης. Σήμερα, τα συστήματα αλουμινίου κυριαρχούν στα κουφώματα καθώς κυκλοφορούν στην αγορά σε μεγάλη ποικιλία και συνδυάζουν κατάλληλα τεχνικά χαρακτηριστικά που εναρμονίζονται πλήρως με τις κλιματολογικές συνθήκες της χώρας μας.

Το αλουμίνιο έχει μάλιστα κατοχυρωθεί ως το πλέον ιδανικό υλικό κατασκευής κουφωμάτων στη χώρα μας και προτιμάται από το 75% των καταναλωτών χάρις στα

αδιαμφισβήτητα προτερήματα που προσφέρει σε σχέση με άλλα υλικά. Κι αυτό γιατί το αλουμίνιο δεν αντιδρά σοβαρά στις αλλαγές κλίματος και θερμοκρασίας σε αντίθεση με το ξύλο στο οποίο προκαλούνται διαβρώσεις και το PVC που γίνεται πιο εύθραυστο στις χαμηλές θερμοκρασίες και πιο εύκαμπτο στις υψηλές. Ένα ακόμα βασικό πλεονέκτημα των κουφωμάτων αλουμινίου είναι η εύκολη και οικονομική συντήρησή τους, η οποία κατά βάση συνίσταται στο τακτικό καθάρισμά τους. (Alumil, 2022)

#### **5.2.2.4.1 Πλεονεκτήματα κουφωμάτων αλουμινίου**

##### **i. Ενεργειακά Κουφώματα**

Δεν μπορούν να σας εγγυηθούν όλα τα κουφώματα αλουμινίου θερμομονωτικές ιδιότητες όπως συμβαίνει και σε αυτά των PVC. Υπάρχουν όμως τα ενεργειακά κουφώματα αλουμινίου ή αλλιώς θερμοδιακοπτόμενα που συμβάλουν τόσο στην εξοικονόμηση χρημάτων, όσο και στη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος (έχει γίνει εκτεταμένη αναφορά παραπάνω).

##### **ii. Ασφάλεια και Μηχανικές Αντοχές**

Η ασφάλεια είναι ένα από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρουν τα κουφώματα αλουμινίου. Το αλουμίνιο πρόκειται για ένα συμπαγές υλικό και ως εκ τούτου δεν καίγεται. Ακόμη, είναι ευρέως γνωστό για την αντοχή του απέναντι σε αντίξοες καιρικές συνθήκες. Σπάνια παρατηρείται κάποιο αλουμίνιο να ραγίσει, να διογκωθεί ή να διαβρωθεί με οποιονδήποτε τρόπο ή το πέρασμα του χρόνου.

#### **5.2.2.4.2 Μειονεκτήματα κουφωμάτων αλουμινίου**

##### **i. Κόστος**

Είναι αρκετά πιο ακριβά από τα κουφώματα PVC ενώ η επιλογή εκείνων με θερμοδιακοπή αυξάνει το κόστος κατά πολύ. Αυτός είναι και ένας από τους κυριότερους λόγους που τα κουφώματα PVC πλέον επιλέγονται πολύ περισσότερα από αυτά των αλουμινίων.

##### **ii. Συντήρηση Εξαρτημάτων**

Τα κουφώματα αλουμινίου έχουν γερή και στιβαρή κατασκευή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, μερικές φορές έπειτα από αρκετό χρόνο και εκτεταμένη έκθεση στον ήλιο να διαβρωθεί. Τα ανταλλακτικά και η συντήρηση, προστίθενται στο ήδη επιβαρυνόμενο κόστος.

iii. Καλός αγωγός της Θερμότητας

Τα κουφώματα αλουμινίου, σε αντίθεση με τα PVC είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας και έτσι μπορούν να μεταφέρουν θερμότητα από και προς το εξωτερικό του σπιτιού. Με πιο απλά λόγια, ζέστη το καλοκαίρι και κρύο το χειμώνα. Τα τελευταία χρόνια βέβαια έχουν βγει στη αγορά τα ειδικά θερμοδιακοπτόμενα κουφώματα αλουμινίου που μειώνουν λίγο αυτό το φαινόμενο χωρίς να το εξαλείφουν όμως.

**5.2.2.4.3 Που εφαρμόζουν τα κουφώματα αλουμινίου**

Τα κουφώματα αλουμινίου όπως και pvc συναντώνται σε αρκετές εφαρμογές και μπορούν να επενδύσουν ολόκληρη την οικία. Μερικές από τις εφαρμογές τους είναι οι εξής:

- 1) Μπαλκονόπορτες
- 2) Παντζούρια
- 3) Παράθυρα
- 4) Ρολά
- 5) Σήτες
- 6) Στόρια

(Alumil, 2022)





**Σχήμα 44:** Κουφώματα αλουμινίου (DAUWIN, 2022)



**Σχήμα 45:** Ρολά αλουμινίου (DAUWIN, 2022)

### 5.2.3 Διάκριση ανάλογα με τη θέση τους στο κτίριο

### 5.2.3.1 Εξωτερικά κουφώματα

Χρησιμοποιούνται στους εξωτερικούς τοίχους του κτηρίου και οριοθετούν το εξωτερικό με το εσωτερικό μέρος του κτίσματος. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν διάφορα στοιχεία όπως τζαμλίκια, κασώματα, παντζούρια, σήτες, ρολά, σκιάδια, καΐτια. Ως προς το είδος του εξωτερικού κουφώματος διακρίνονται σε:

- ο παράθυρα,
- ο μπαλκονόπορτες και
- ο πόρτες κουζίνας και εισόδου.

### 5.2.3.2 Εσωτερικά κουφώματα

Οριοθετούν και χωρίζουν τις διαιρέσεις, δηλαδή χωρίζουν τα δωμάτια του κτίσματος. Διακρίνονται, επίσης, βάσει του τρόπου κατασκευής τους. Τα κυριότερα είναι:

- ο Συμπαγείς (Μασίφ) Ξύλινες Πόρτες.
- ο Πρεσαριστές Ξύλινες Πόρτες.
- ο Ημι-συμπαγείς Ξύλινες Πόρτες.



Σχήμα 46: Μασίφ ξύλινη πόρτα (DAUWIN, 2022)



**Σχήμα 47:** Εσωτερική πρεσαριστή πόρτα (DAUWIN, 2022)

#### **5.2.4 Διάκριση ανάλογα με τον τρόπο ανοίγματος**

Ανάλογα με τον τρόπο ανοίγματος, δηλαδή στον τρόπο λειτουργίας, τα κουφώματα ταξινομούνται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες και αρκετές υποκατηγορίες:

##### **5.2.4.1 Σταθερά κουφώματα (Fixed Windows)**

Δεν παρέχουν αερισμό, παρά μόνο φωτισμό ή θέα, καθώς δεν περιλαμβάνουν κινούμενα φύλλα. Επιλέγονται για μεγάλα ανοίγματα, προθήκες καταστημάτων ή θόλους.

##### **5.2.4.2 Ανοιγόμενα κουφώματα (Opening Windows)**

Ανοίγουν περιστροφικά, προσφέρουν μεγάλη ασφάλεια και καλή μόνωση, ενώ μπορούν να δεχτούν τζάμι, παντζούρι ή ρολό. Επίσης, ενώ μπορούν να ανοίξουν πλήρως, απαιτούν αρκετό ελεύθερο χώρο, ώστε να μην εμποδίζεται η ελεύθερη περιστροφή των φύλλων. Επίσης, δεν συνιστάται η χρήση ρολοκουρτίνας. Τα τυπικότερα είδη ανοιγόμενων παραθύρων είναι:

- ο Απλά ανοιγόμενα κουφώματα, τα φύλλα των οποίων περιστρέφονται γύρω από μεντεσέδες, τοποθετημένους στις άκρες του κασώματος. Τα συνηθέστερα ανοιγόμενα κουφώματα είναι μονά ή διπλά (αντικριστά).

- Ανακλινόμενα κουφώματα ή Ανοιγόμενα με ανάκλιση (tilt), τα φύλλα των οποίων ανοίγουν κατακόρυφα, με μικρή περιστροφή προς τα μέσα ή προς τα έξω. Συνήθως, αυτή η κίνηση προσφέρεται ως επιπλέον δυνατότητα ανοίγματος. Επιπλέον, διακρίνονται σε:
  - Κουφώματα με ανάκλιση προς τα μέσα και τον άξονα περιστροφής στο κάτω μέρος, τα οποία παρέχουν αερισμό χώρου και ασφάλεια, κυρίως σε χώρους δραστηριότητας παιδιών.
  - Κουφώματα με ανάκλιση προς τα έξω (awning windows) και τον άξονα περιστροφής στο επάνω μέρος, τα οποία δεν καταλαμβάνουν εσωτερικό χώρο, οπότε δεν ενοχλούν τυχόν κουρτίνες, στόρια και άλλα διακοσμητικά στοιχεία, που αναρτώνται μπροστά τους.
- Παράλληλα κουφώματα (Parallel windows), τα φύλλα των οποίων κινούνται παράλληλα προς τα έξω, με τη βοήθεια αρθρωτού μηχανισμού. Φαίνεται σαν συνδυασμός δύο ανακλινόμενων κουφωμάτων με άξονα περιστροφής στο επάνω και στο κάτω μέρος, αντίστοιχα. Ιδανικό για τον αερισμό μπάνιου.
- Περιστρεφόμενα κουφώματα (ή Μύλος - pivot opening), τα φύλλα των οποίων κινούνται γύρω από ένα μηχανισμό, που είναι τοποθετημένος στη μέση (ή έκκεντρα) του φύλλου. Επιτρέπουν μεγαλύτερα ανοίγματα απ' ό,τι καλύπτουν οι άλλοι τύποι κουφωμάτων, εξασφαλίζοντας ανεμπόδιση θέα. Ανάλογα με τη διάταξη του μηχανισμού, τα περιστρεφόμενα κουφώματα διακρίνονται σε:
  - Οριζοντίως περιστρεφόμενα κουφώματα (Horizontal pivot opening).
  - Κατακόρυφα περιστρεφόμενα κουφώματα (Vertical pivot opening). (Alumil, 2022)

#### 5.2.4.3 Συρόμενα κουφώματα (Sliding Windows)

Τα φύλλα τους δεν περιστρέφονται ελεύθερα στο χώρο, αλλά σύρονται πάνω σε ράγες. Απαιτούν λιγότερο χώρο για να λειτουργήσουν και παρέχουν μεγαλύτερο πλάτος ανοίγματος σε σχέση με τα ανοιγόμενα κουφώματα. Τα τυπικότερα είδη συρόμενων κουφωμάτων είναι τα εξής:

- Συρόμενα, εξωτερικά κουφώματα, τα οποία σύρονται στο εξωτερικό μέρος του τοίχου. Απαιτείται ελεύθερος χώρος μόνο έξω από τον τοίχο.
- Συρόμενα, χωνευτά κουφώματα, τα οποία σύρονται χωνευτά (μέσα) στον τοίχο. Δεν απαιτείται ελεύθερος χώρος μέσα ή έξω από τον τοίχο.
- Συρόμενα, επάλληλα κουφώματα, τα φύλλα του οποίου, σύρονται το ένα πάνω στο άλλο σε παράλληλες ράγες (χωρίς να χωνεύονται στον τοίχο), που σημαίνει, ότι τα κουφώματα δεν μπορούν να ανοίξουν πλήρως. Μπορεί να είναι δίφυλλα ή πολύφυλλα σε πολλούς συνδυασμούς, οπότε μεγιστοποιείται το άνοιγμα. Λόγου χάρη, σε τριπλό κούφωμα το μεσαίο φύλλο μπορεί να είναι είτε σταθερό και τα πλαϊνά συρόμενα είτε ελεύθερα συρόμενο αριστερά και δεξιά. (Alumil, 2022)
- Πτυσσόμενα κουφώματα (folding windows), τα φύλλα των οποίων, αναδιπλώνονται στο πλάι σαν φυσαρμόνικα, οπότε το κούφωμα μπορεί να

ανοίξει πλήρως, απαιτώντας λιγότερο ελεύθερο χώρο απ' ότι θα χρειαζόταν ένα αντίστοιχο ανοιγόμενο κούφωμα. Σε αυτά τα συστήματα, τα φύλλα αναδιπλώνονται είτε προς τα μέσα είτε προς τα έξω, οπότε οριοθετείται αντίστοιχα μια ζώνη ελεύθερου χώρου μέσα ή έξω από το κούφωμα, ώστε τα φύλλα να ανοίγουν απρόσκοπτα.

- Ανασυρόμενα κουφώματα (συρόμενο προς τα πάνω ή καρμανιόλα, sliding sash), τμήμα των οποίων μπορεί να συρθεί κατακόρυφα για να ανοίξει και να κλείσει. Ενδείκνυται για παράθυρα μικρού σχετικά μεγέθους, αλλά για μεγάλα ανοίγματα απαιτείται πιο σύνθετη κατασκευή.

#### 5.2.4.4 Σύνθετα κουφώματα

Σε αυτή την περίπτωση γίνονται συνδυασμοί δύο ή περισσότερων τύπων κουφωμάτων. Για παράδειγμα, ένα τρίφυλλο κούφωμα μπορεί να έχει δύο σταθερά, πλαϊνά φύλλα και ένα μεσαίο ανοιγόμενο, απλό ή με ανάκλιση. Εναλλακτικά, μπορεί να περιλαμβάνει δύο πτυσσόμενα και ένα ανοιγόμενο.

### 5.3 Αναφορά στο μέγεθος των ανοιγμάτων

Ο ρόλος που παίζει το μέγεθος των ανοιγμάτων ως κενών του περιβλήματος, στη σύνθεση και την οργάνωση των όψεων, είναι πολύ σημαντικός και απόλυτα ρυθμιστικός.

Το μέγεθος όμως αποτελεί για το σχεδιασμό μια παράμετρο μεταβλητή, που δεν την καθορίζουν μόνο κριτήρια αισθητικά και μορφολογικά αλλά και μια μεγάλη σειρά από άλλα κριτήρια, τα οποία είναι απαραίτητο να έχουμε υπόψη προκειμένου το κτίριο να ικανοποιεί όχι μόνο τις αισθητικές απαιτήσεις, αλλά και το σκοπό για τον οποίο δημιουργήθηκε. (Alumil, 2022)

#### 5.3.1 Κριτήρια επιλογής

Τα παλιά χρόνια το μέγεθος των ανοιγμάτων ήταν μικρό μια και εκτός των άλλων οι δυνατότητες διάνοιξης τους ήταν περιορισμένες (λιθοδομές φέροντα τοιχώματα).

Με την επινόηση όμως ανθεκτικότερων και πιο ευέλικτων συστημάτων δομής, την εξέλιξη της δομικής τεχνολογίας και βιομηχανίας, την αύξηση των απαιτήσεων και των ποικιλιών για τη δημιουργία κτιρίων διαφόρων χρήσεων (κατοικίας, εργασίας, εκπαίδευσης, ψυχαγωγίας και τα ανοίγματα μεγάλωσαν και μπορούν πλέον να κατασκευάζονται σε οποιοδήποτε μέγεθος. Το ποιο θα είναι κάθε φορά το μέγεθος αυτό δεν αποτελεί παρά υπόθεση προσεκτικής επιλογής κριτηρίων και τήρησης μιας σειράς προϋποθέσεων και προδιαγραφών ως προς:

- **Τη μορφή**, κυρίως όταν αφορά ανοίγματα στις όψεις, για όλους τους λόγους που αναφέρθηκαν πιο πάνω, ώστε να εκφράζεται σωστά ο χαρακτήρας του κτιρίου και να ρυθμίζεται μέσω του μεγέθους των ανοιγμάτων ο επιθυμητός

βαθμός διάσπασης του συμπαγούς της μάζας του. Η μορφή του ανοίγματος επηρεάζει. Επίσης σοβαρά και την αίσθηση του χώρου στο εσωτερικό του κτίσματος. Το μέγεθός του επομένως συμβάλλει καθοριστικά είτε για να δημιουργηθεί η εντύπωση ότι ο εσωτερικός χώρος συνδέεται με τον εξωτερικό, είτε για να τονιστεί κάποια συμμετρία ή ρυθμός, ή για να υποδηλωθεί η σημασία της χρήσης του χώρου.

- **Τις λειτουργίες** που εξυπηρετεί το κτίριο και ο κάθε επιμέρους χώρος του ανάλογα δηλαδή με το αν πρόκειται για κατοικία, κτίρια γραφείων, εργοστάσιο κλπ., ή αν ο χώρος εξυπηρετεί τη διημέρευση του ύπνου, την εργασία, τη μελέτη κ.α. Για να είναι λειτουργικά σωστό ένα άνοιγμα, πρέπει το μέγεθός του να μπορεί οπωσδήποτε να εξυπηρετεί, εκτός από τη θέα, τις ελάχιστες τουλάχιστον απαιτήσεις υγιεινής για φωτισμό, ηλιασμό και αερισμό των χώρων αυτών, αν πρόκειται για παράθυρα, την απρόσκοπτη επικοινωνία, αν πρόκειται για κάθε είδους πόρτες την ασφάλεια του κτιρίου ή τον ιδιωτισμό των χώρων, είτε πρόκειται για παράθυρα είτε για πόρτες.
- **Τις κλιματολογικές συνθήκες** που επικρατούν στον τόπο του έργου. Και αυτό για να τηρούνται όλες οι προϋποθέσεις που αφορούν την προστασία από τις καιρικές συνθήκες και το θόρυβο, καθώς και την εξοικονόμηση ενέργειας (δηλαδή τις απαιτήσεις θερμομόνωσης, ηχομόνωσης, ηλιοπροστασίας)
- **Τη στατική λειτουργία του κτιρίου**, έτσι ώστε το μέγεθος του ανοίγματος να προσαρμόζεται με το σύστημα δομής και τα βασικά υλικά που διαμορφώνουν το περίβλημα του κτίσματος και τα εσωτερικά του χωρίσματα (φέροντα ή φερόμενα τοιχώματα).
- **Τη στατική ικανότητα του κουφώματος**, για να μπορεί το ίδιο να αντέχει στις κάθε είδους καταπονήσεις, και ιδιαίτερα σε αυτές που προκαλούν η ανεμοποίηση και η υποπίεση, που τη δημιουργούν τα εσωτερικά ρεύματα αέρα. Οι απαιτήσεις αυτές καθορίζουν και το βαθμό επιμερισμού του κουφώματος σε μικρότερα τμήματα ανάλογα με την επιθυμητή μορφή, την αντοχή του υλικού κατασκευής του, ή το πάχος και το μέγεθος των υαλοπινάκων που το συμπληρώνουν.
- **Την οικονομία**, ώστε το κόστος της κατασκευής των ανοιγμάτων και των κουφωμάτων τους να μην επηρεάζει δυσανάλογα το κόστος κατασκευής του όλου έργου. Επειδή, όπως αναφέρθηκε, το κούφωμα είχε αποβεί σήμερα σε όλες τις χώρες καθαρό προϊόν βιομηχανίας και συχνά παράγεται με βάση τις αρχές της ανοιχτής προκατασκευής, είναι απαραίτητο, κατά το σχεδιασμό να επιδιώκεται μια τυποποίηση των μεγεθών και των διαστάσεων των ανοιγμάτων τόσο για τις πόρτες, όσο και για τα παράθυρα. Η τυποποίηση αυτή δίνει τη δυνατότητα να περιορίζεται σημαντικά το κόστος, μια και με τα πολλά όμοια κομμάτια κουφωμάτων γίνεται δυνατή η μαζική, άρα και φτηνότερη, παραγωγή τους. Βέβαια για τη χώρα μας, που τέτοιας μορφής βιομηχανίες είναι περίπου ανύπαρκτες, η τυποποίηση χρησιμεύει μόνο για

να περιορίζεται η φθορά των υλικών που συνθέτουν το κούφωμα, καθώς και το εργατικό κόστος για την κατασκευή του και την ενσωμάτωσή του στο κτίριο. Πάντως, προκειμένου για την αμιγή προκατασκευή, είναι αδιανόητο να μην προβλέπονται τυποποιημένα ανοίγματα και κουφώματα. Αυτό έχει υποχρεώσει τη διεθνή βιομηχανία να χρησιμοποιεί πίνακες τυποποιημένων μεγεθών που καθορίζουν, ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετεί το κούφωμα, το πλάτος και το ύψος του ανοίγματός του, ώστε να διευκολύνεται η επιλογή του, αλλά και η λειτουργία του.

### 5.3.2 Η σημασία του μεγέθους για τον φωτισμό

Τονίστηκε ήδη πως η αναγκαιότητα δημιουργίας, ανοιγμάτων επιβλήθηκε από τη βασική λειτουργική ανάγκη να επικοινωνούν οι εσωτερικοί χώροι του κτίσματος με το περιβάλλον, με το ύπαιθρο, να επικοινωνούν δηλαδή για να φέρουν κυρίως μέσα στους χώρους του απρόσκοπτα τον ήλιο, τον καθαρό αέρα (όποτε υπάρχει) το φυσικό φως.

Η ανάγκη για προστασία ή αξιοποίηση από την ηλιακή ακτινοβολία είναι ανεξάρτητη από την ανάγκη να προβλέπεται σε κάθε χώρο ικανοποιητικός φυσικός φωτισμός, ώστε να εξυπηρετεί ο χώρος αυτός το σκοπό για τον οποίο προορίζεται. Για το λόγο αυτό πρέπει εδώ να επισημανθεί η σημασία του κατάλληλου φωτισμού για κάθε χώρο, καθώς και η συνάρτηση του μεγέθους και της θέσης του ανοίγματος με αυτήν. (Alumil, 2022)

#### 5.3.2.1 Προσανατολισμός

Το φως της μέρας δεν είναι ποτε ομοιογενές, ούτε έρχεται από παντού με την ίδια ένταση. Διαφέρει ανάλογα με τον προσανατολισμό του κτιρίου και μεταβάλλεται από στιγμή σε στιγμή, ανάλογα με τις συνθήκες ηλιοφάνειας, την πορεία που διαγράφει ο ήλιος κατά τη διάρκεια της μέρας, και τα εμπόδια που συναντά μέχρι να διαπεράσει το άνοιγμα (γεωμορφολογία, φυτική βλάστηση, γειτονικά κτίρια. Έτσι από άποψη προσανατολισμού, (πιν. 163 και 1480) βασικά δεδομένα για τη σωστή προβλεψη της θέσης των ανοιγμάτων σε μία όψη είναι ότι:

- **Ο ανατολικός φωτισμός** είναι μεγάλη φωτεινότητα στους χώρους τις πρωινές ώρες και οι συνδυασμό με την ηλιακή ακτινοβολία, εξασφαλίζει κατά τις ώρες αυτές άριστες συνθήκες διαβίωσης, όχι όμως και εργασίας. Κι αυτό συμβαίνει γιατί παρουσιάζει μεγάλες μεταπτώσεις, μια και γρήγορα μειώνεται σημαντικά και προοδευτικά όσο ο ήλιος συνεχίζει την πορεία του. Για το λόγο αυτό θεωρείται κατάλληλος φωτισμός μόνο για χώρους ύπνου, που το πρωί χρησιμοποιούνται μόνο για λίγο. Το μέγεθος των ανοιγμάτων δεν είναι απαραίτητο να είναι πολύ μεγάλο εκτός αν εξυπηρετεί ταυτόχρονα και τη θέα.



- **Ο μεσημβρινός φωτισμός** δίνει μεγάλη φωτεινότητα στους χώρους τις περισσότερες ώρες της μέρας με μεταπτώσεις στην ένταση ανάλογες με την τροχιά του ήλιου. Είναι ο κατεξοχήν κατάλληλος φωτισμός για χώρους διημέρευσης (καθιστικά αίθουσες υποδοχής ξενοδοχείων κ.α.), για μικρά γραφεία ή για αίθουσες διδασκαλίας, μια και εξασφαλίζει τις ιδανικότερες συνθήκες, διαβίωσης. Το μέγεθος του ανοίγματος πρέπει να είναι μεγάλο, για να δέχεται ο χώρος όλες τις ακτίνες του ήλιου κατά τη διάρκεια της πορείας του από ΝΑ, στα Ν.Δ. Αυτό φυσικά με την προϋπόθεση ότι θα παίρνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας και ηλιοπροστασίας.
- **Ο δυτικός φωτισμός** είναι ο πιο ακατάλληλος και πρέπει να αποφεύγεται, στο μέτρο που αυτό βέβαια είναι δυνατό. Δίνει μεγάλη φωτεινότητα τις απογευματινές ώρες, μια φωτεινότητα όμως ενοχλητική, εξαιτίας των υπεριωδών ακτινών που περιέχουν οι ακτίνες του ήλιου κατά τις ώρες εκείνες. Για το λόγο αυτό, σε μια κάτοψη πρέπει να αναπτύσσονται προς τη δύση μόνο βοηθητικοί χώροι και με μεγέθη ανοιγμάτων περιορισμένα.
- **Ο βορεινός φωτισμός** είναι ο μόνος που εξασφαλίζει ομοιόμορφο φως σε όλη τη διάρκεια της μέρας, μια και δεν επηρεάζεται από τις μεταβολές της ηλιακής ακτινοβολίας. Δε δίνει μεγάλη φωτεινότητα, είναι όμως καλύτερος σε ποιότητα, γιατί δεν παρουσιάζει τις μεταπτώσεις έντασης των φωτισμών των άλλων προσανατολισμών, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα να μην παραλλάσουν τα χρώματα και η υφή των αντικειμένων. Οι ιδιότητες του αυτές τον κάνουν να είναι ο πιο κατάλληλος για χώρους που εκτελείται προσεκτική εργασία, μελέτη, ή κατεργασία αντικειμένων όπως: αναγνωστήρια βιβλιοθηκών, εργαστήρια κάθε είδους βιομηχανικοί χώροι κ.α. Το μέγεθος των ανοιγμάτων πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο, για να εξασφαλίζεται η ικανοποιητική ένταση φωτισμού, χωρίς όμως αυτά να σημαίνει πως πρέπει να παραγνωρίζονται οι απαιτήσεις θερμομόνωσης και εξοικονόμησης ενέργειας. Στους βιομηχανικούς χώρους επιλέγεται συχνά η λύση του φωτισμού από την οροφή, γιατί αποφεύγονται οι αντανακλάσεις και εξασφαλίζονται έτσι καλύτερες συνθήκες εργασίας.

### 5.3.2.2 Η θέση του ανοίγματος

Το μέγεθος του ανοίγματος επηρεάζεται άμεσα από τη θέση του μέσα στο κτίριο, τόσο ως προς την οριζόντια, όσο και ως προς την κατακόρυφη έννοια.

- **Ως προς την οριζόντια έννοια** η ένταση του φωτισμού σε ένα χώρο μειώνεται ανάλογα με τις διαστάσεις και τη θέση του ανοίγματος, καθώς και με το βάθος του χώρου. Με τη βοήθεια πινάκων και διαγραμμάτων προκύπτει και ποιές είναι οι επιπτώσεις του έμμεσου φωτισμού (εσωτερική ανάκλαση) για τον προσδιορισμό της τιμής του «μέσου οριζόντιου φωτισμού», της μέσης



έντασης φωτισμού. Το σημείο που έχει εφαρμογή η τιμή αυτή, για ύψος ποδιάς παραθύρου 10 μ. βρίσκεται στο μπροστινό τρίτο του χώρου, γι' αυτό και η περιοχή αυτή θεωρείται ως η πιο κατάλληλη θέση για εργασία. Αν επομένως είναι απαραίτητο να αξιοποιηθεί ο χώρος σε περισσότερα σημεία και σε μεγαλύτερο βάθος, τότε πρέπει να προβλεφθούν περισσότερα και μεγαλύτερα ανοίγματα, και να αυξηθεί με φωτεινότερα χρώματα ο έμμεσος φωτισμός για να φτάσει έτσι η γραμμή πρόσπτωσης του φωτισμού πιο μακριά, να αυξηθεί η τιμή της μέσης έντασής του, και να προχωρήσει πιο βαθιά μέσα στο χώρο το σημείο εφαρμογής της. Όπου αυτό δεν είναι εφικτό η τιμή της μέσης έντασης πρέπει αναγκαστικά να συμπληρώνεται με τεχνητό φωτισμό.

- **Ως προς την κατακόρυφη έννοια** η ένταση του φωτισμού εξαρτάται από το ύψος (όροφο) που βρίσκεται το άνοιγμα, τη θέση του με τα γειτονικά κτίρια, τη γεωμορφολογία και τη φυτική βλάστηση. Με βάση αυτά τα κριτήρια στις περισσότερες χώρες ισχύουν αυστηροί κανονισμοί και προδιαγραφές, που καθορίζουν το σχεδιασμό καινούριων κυρίως οικιστικών συνόλων ή πολεοδομικών παρεμβάσεων στις παλιές πόλεις για ανάπτυξη υποβαθμισμένων περιοχών τους. Από τους κανονισμούς αυτούς προκύπτουν, επιστημονικά πλέον και όχι εμπειρικά ή με ιδιοτελείς σκοπούς, τα μέγιστα ύψη των κτιρίων και οι αποστάσεις μεταξύ τους, ώστε να εξασφαλίζονται όλες οι προϋποθέσεις άνετης διαβίωσης, υγιεινής και ποιότητας ζωής. Στη χώρα μας οι μόνες δεσμεύσεις που υπάρχουν είναι ορισμένες διατάξεις του Γ.Ο.Κ. που αφορούν τις ελάχιστες διαστάσεις ελεύθερης θέας, καθώς και το σύστημα δόμησης της «αμιγούς ελεύθερης δόμησης». (Alumil, 2022)

### 5.3.3.3 Οι ελάχιστες απαιτήσεις

Για τον ακριβή καθορισμό των αναγκαίων μεγεθών των ανοιγμάτων, σε σχέση με τον προσανατολισμό, τη θέση του ανοίγματος και τη χρήση των χώρων που εξυπηρετούν, προβλέπεται μια διαδικασία υπολογισμού με γραφικές ή υπολογιστικές μεθόδους, η ανάπτυξη των οποίων δεν μπορεί να γίνει εδώ, μια κι αυτό αποτελεί αντικείμενα μελέτης κι έρευνας άλλης ειδικότητας. Κάθε υπολογισμός όμως είναι υποχρεωτικό να έχει ως βάση ένα «ελάχιστο μέγεθος ανοίγματος», με το οποίο θεωρείται ότι καλύπτονται οι ελάχιστες απαιτήσεις φωτισμού ενός χώρου. Αυτό, τουλάχιστον για τις άλλες χώρες, επιβάλλεται με αυστηρούς κανονισμούς. Ο δικός μας Γ.Ο.Κ. επιβάλλει μόνο τη σχέση 1:9, δηλαδή, σ' ένα χώρο κύριας χρήσης, η επιφάνεια του ανοίγματός του να μην είναι μικρότερη του  $100 \mu^2$  ανά  $9.00$  με της επιφάνειας του δαπέδου του. Δηλαδή για παράδειγμα αν ένας χώρος διημέρευσης, ένα καθιστικό, έχει επιφάνεια  $27,00 \mu^2$  τότε το μέγεθός του ανοίγματός του θα πρέπει να είναι τουλάχιστον  $27,00 : 9 = 3,00 \mu^2$ .

Η δέσμευση όμως αυτή δεν είναι αρκετή γιατί δεν εξετάζει το μέγεθος του ανοίγματος σε συνάρτηση με την αυξομείωση της έντασης του φωτισμού ανάλογα με τον όροφο που βρίσκεται ο χώρος αυτός, το βάθος του χώρου (που σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να ξεπερνά τα 7,00 μ) και τη μορφή και θέση του ανοίγματος. Επιπλέον, το μέγεθος που επιβάλλει, αφορά άνοιγμα χτίστη, πράγμα που σημαίνει πως μετά την τοποθέτηση του κουφώματος το άνοιγμα θα μικρύνει ακόμα περισσότερο. Για το λόγο αυτό είναι προτιμότερο να αποφεύγεται ένα τέτοιο οριακό μέγεθος και κατά το σχεδιασμό να προβλέπονται ανοίγματα τουλάχιστον κατά 30 ως 40% μεγαλύτερά του, ώστε να εξασφαλίζονται με βεβαιότητα όλες οι απαιτήσεις υγιεινής.

#### **5.4 Κατασκευαστικές λεπτομέρειες κουφωμάτων για βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά**

Η κατάλληλη διαμόρφωση της εξωτερικής ποδιάς των παραθύρων έχει μεγάλη σημασία για την ενεργειακή συμπεριφορά του κουφώματος. Προβλήματα υδατοστεγανότητας απαξιώνουν συχνά τα θερμομονωτικά υλικά και ευνοούν την εμφάνιση μυκήτων, μούχλας κτλ. Η ποδιά μπορεί να αποτελεί τμήμα των μεταλλικών ή πλαστικών κουφωμάτων ή να είναι κατασκευασμένη από μάρμαρο, ειδικά κεραμικά τεμάχια κτλ. Θα πρέπει να έχει κλίση προς τα έξω και κατάλληλη διαμόρφωση, ώστε να διευκολύνει την απομάκρυνση του νερού χωρίς αυτό να γλείφει την τοιχοποιία (π.χ. με τη διαμόρφωση νεροσταλάκτη σε πλάκες μαρμάρου).

Θερμομονωτικό υλικό θα πρέπει να τοποθετείται πως μετρικά από το κούφωμα για την αποφυγή δημιουργίας θερμογέφυρας. Όλοι οι αρμοί θα πρέπει να σφραγίζονται με σιλικόνη.

Ιδιαίτερη σημασία για την ικανοποιητική θερμομονωτική ικανότητα του κουφώματος κατέχουν τα κουτιά για τα ρολά, τα οποία αποτελούσαν στο παρελθόν το πιο ευπαθές σημείο ενός κουφώματος, διότι αφενός ο αέρας από τη σχισμή περιέλιξης των ρολών εισερχόταν ανεμπόδιστα στο εσωτερικό του κουτιού και αφετέρου οι διατομές των κουτιών δεν ήταν θερμομονωμένες. Η είσοδος του αέρα δημιουργεί συχνά ενοχλητικό θόρυβο αλλά και την είσοδο σκόνης. Σήμερα διατίθενται στην αγορά θερμομονωμένα κουτιά, κατασκευασμένα από καμπυλωμένα ελάσματα που δημιουργούν θαλάμους που συμπληρώνονται με θερμομονωτικό υλικό (π.χ. πολυουρεθάνη), κουτιά με θερμοδιακοπή (πολυομίδιο) και κουτιά κυψελωτής διατομής, τα οποία έχουν τόσο θερμομονωτικές, όσο και ηχομονωτικές ιδιότητες.

Συχνά τοποθετείται θερμοηχομονωτική ταινία στο εσωτερικό των ρολών, ενώ η χρήση βαριών καλυμμάτων βελτιώνει περισσότερο την ηχομονωτική συμπεριφορά του κουτιού. Επισημαίνεται και επίσης ότι όσο μεγαλώνει το βάρος του ρόλου, η απόσταση του οδηγού περιέλιξης του θα πρέπει να απομακρύνεται από το παράθυρο, προκειμένου η αντήχηση που δημιουργείται στο διάκενο αέρα ανάμεσα στον υαλοπίνακα και το ρολό να μειώνεται.

Στα πολύ ελαφριά ρολά, π.χ. από περσίδες αλουμινίου, αυτή η βελτίωση επιτυγχάνεται μόνο για τις μεσαίες και τις υψηλές συχνότητες. Προβλήματα μπορούν επίσης να παρουσιαστούν, αν το κουτί του ρολού δεν έχει κτιστό εξωτερικό μέτωπο.

Το επίχρισμα που καλύπτει τις δύο διαφορετικές επιφάνειες είναι πολύ πιθανό να ρηγματωθεί και να θρυμματιστεί, ειδικά στους αρμούς. Αν το κουτί του ρολού είναι προσαρμοσμένο σε διπλή τοιχοποιία με διάκενο, η υγρασία που μπορεί να εισχωρήσει στο διάκενο θα επηρεάσει το κουτί, αν αυτό δεν είναι επαρκώς στεγανοποιημένα και αν ο τοίχος δεν είναι εφοδιασμένος με σύστημα αποστράγγισης του διακένου.

Επομένως, η προσαρμογή των κουτιών στο οικοδομικό άνοιγμα θα πρέπει να γίνεται με τέτοιον τρόπο, ώστε να εξασφαλίζει υδατοστεγανότητα και αεροστεγανότητα τόσο στους εσωτερικούς αρμούς μεταξύ κουτιού και ανοίγματος, όσο και στους εξωτερικούς (χρήση στεγανοποιητικών και σφραγιστικών υλικών). (Alumil, 2022).

## 6. ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1η)

Παρακάτω φαίνεται η ενεργειακή μελέτη ενός διαμερίσματος στην Επανωμή Θεσσαλονίκης.

Έχει γίνει συλλογή στοιχείων και δεδομένων για το διαμέρισμα, τα οποία στη συνέχεια μέσω του προγράμματος του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ μας έδωσαν ορισμένα αποτελέσματα και καταλήξαμε στην έκδοση ενός πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ).

Παρακάτω επίσης υπάρχει μια φωτογραφία του συγκεκριμένου διαμερίσματος καθώς και ένα σκαρίφημα με την κάτοψή του.

Τέλος, εκτός από τα αποτελέσματα υπάρχει και το λεγόμενο σενάριο το οποίο δείχνει την ιδανική κατανάλωση θέρμανσης που θα είχε το συγκεκριμένο διαμέρισμα.

### 6.1 Εισαγωγή δεδομένων

The screenshot shows the 'Εκθεση' (Report) tab of the TEE-ΚΕΝΑΚ software. The interface includes a left-hand navigation tree, a main data entry area, and a summary table at the bottom.

**Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου:**  ΣΗΘ  Φωτοβολταϊκά  Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

**Γενικά** | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελευστήρες

Περιγραφή: Υπάρχον κτίριο

Χρήση κτιρίου: Πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> ):	78.00	Συνολικός όγκος (m <sup>3</sup> ):	230.10
Ωφέλιμη επιφάνεια (m <sup>2</sup> ):	78.00	Ωφέλιμος όγκος (m <sup>3</sup> ):	230.10
Ψυχόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> ):	39.00	Ψυχόμενος όγκος (m <sup>3</sup> ):	115.05

Αριθμός ορόφων: 0    Ύψος τυπικού ορόφου (m): 2.95    Ύψος ισογείου (m):

Έκθεση κτιρίου: Ενδιάμεσο

Αριθμός θερμικών ζωνών: 1

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0    Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

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

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

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΕΠΑΝΩΜΗ ΒΑΣΙΛΗΣ (243)\ΓΙΑ ΠΕΑ\ΕΡΑΝΟΜΗ.xml ] - [ Ζώνη ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα **Έκθεση** Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
  - Ζώνη 1**
  - Κτίριο 1
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα

**Γενικά**

Χρήση:   Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ΖΝΧ

Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>):  Μέση κατανάλωση ΖΝΧ (m<sup>3</sup>/έτος):

Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m<sup>3</sup>):

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου - αυτοματισμών: Θέρμανση Τύπος Δ Ψύξη Τύπος Δ

**Διείσδυση αέρα**

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m<sup>3</sup>/h):

Αρ. καμινάδων:  Αρ. θυρίδων εξαερισμού:  Αρ. εξώθυρων:

**Υβριδικό σύστημα δροσίσιμυ**

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής:

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΕΠΑΝΩΜΗ ΒΑΣΙΛΗΣ (243)\ΓΙΑ ΠΕΑ\ΕΡΑΝΟΜΗ.xml ] - [ Κέλυφος ζώνης ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα **Έκθεση** Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

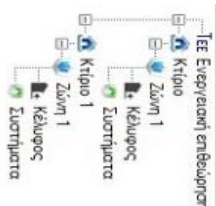
- Κτίριο
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος**
    - Συστήματα
  - Κτίριο 1
    - Ζώνη 1
      - Κέλυφος
      - Συστήματα

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

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες |

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U* (W/m <sup>2</sup> K)	a* (-)	ε* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Τοίχος	ΑΒ	275	90	8.10	1.12	0.40	0.80	1	1	0.55	0.18	0.90	0.97
2	Τοίχος	ΒΓ	185	90	28.47	1.09	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
3	Τοίχος	ΓΔ	95	90	4.78	1.09	0.40	0.80	0.96	0.97	1	1	1	0.99
4	Τοίχος	ΔΕ	95	90	7.55	1.12	0.40	0.80	0.96	0.97	0.64	0.18	1	0.98
5	Τοίχος	ΕΖ	185	90	5.90	1.09	0.40	0.80	1	1	0.34	0.33	0.76	0.86
6	Τοίχος	ΖΗ	95	90	7.85	1.11	0.40	0.80	0.95	0.94	0.75	0.18	1	1
7	Τοίχος	ΗΘ	5	90	10.18	1.09	0.40	0.80	1	0.85	0.85	0.87	1	0.92
8	Τοίχος	ΘΙ		90	4.60	0.61		0.80	0	0	0	0	0	0
9	Τοίχος	ΙΚ		90	7.82	0.62		0.80	0	0	0	0	0	0
10	Πυλωτή	ΔΑΠΕΔΟ ΠΛΑΝΩ ΑΠΟ		180	78.00	0.90		0.80	0	0	0	0	0	0
11	Πόρτα	ΕΙΣΟΔΟΣ		90	1.91	2.70		0.80	0	0	0	0	0	0
* 12														



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

Διπλαρικές επιφάνειες | Σε εσοχή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έπονται σε εσοχή με τον εσωτερικό αέρα

№	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Τύπος ανάλυσης*		U (W/m <sup>2</sup> K)	g <sub>w</sub> (-)	F <sub>hor,h</sub> (-)	F <sub>hor,c</sub> (-)	F <sub>ov,h</sub> (-)	F <sub>ov,c</sub> (-)	F <sub>fn,h</sub> (-)	F <sub>fn,c</sub> (-)
						Με ποιά Συστήματα 30% Διόρυξ με διάμερο αέρα 12mm	Με ποιά Συστήματα 30% Διόρυξ με διάμερο αέρα 12mm								
1	Ανοιχμένο κοίλωμα	AN-1	95	90	3.18	Με ποιά Συστήματα 30% Διόρυξ με διάμερο αέρα 12mm		2.4	0.48	0.95	0.94	0.78	0.18	1	1
2	Ανοιχμένο κοίλωμα	AN-2	95	90	3.30	Με ποιά Συστήματα 30% Διόρυξ με διάμερο αέρα 12mm		2.4	0.48	0.96	0.97	0.68	0.18	1	0.98
3	Ανοιχμένο κοίλωμα	AN-3	95	90	2.34	Με ποιά Συστήματα 30% Διόρυξ με διάμερο αέρα 12mm		2.4	0.48	0.96	0.97	0.68	0.18	1	0.98
4	Ανοιχμένο κοίλωμα	AN-4	275	90	5.62	Με ποιά Συστήματα 30% Διόρυξ με διάμερο αέρα 12mm		2.4	0.48	1	1	0.57	0.18	0.90	0.97
* 5															

Παθητικά ηλιακά



ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα**
- Κτίριο 1
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα

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

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν.* (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	150	0.80	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

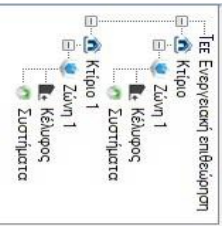
	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Αν.* (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	15	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.90	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Αν.* (-)
▶ 1	ΘΕΡΜ. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	0.91

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.12
* 2		1	0



Επιλέξτε τα στοιχεία της ζώνης:  Υγρον  Μηχανικός αερισμός  Ηλεκτρικός αλλακτής  Φωτισμός

Θέσμιση:  Ψύξη  ΖΚΧ

Παράμετροι

Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Αν (+)	EER* (+)	lav (+)	QeB (+)	Mgp (+)	Amg (+)	Mca (+)	lav (+)	lou (+)	Auy (+)	Zen (+)	OkT (+)	Nos (+)	Δεκ (+)
1	Αερίου κλιματισμού Α.Θ.	3,20	1,0	2,20	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0
2	Αερίου κλιματισμού Α.Θ.	0	1,0	1,70	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0	0	0
* 3			1	1												

Δίκτυο θέρμανσης

Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Αν (+)	Μόδιον	
1	Δίκτυο θέρμανσης κεντρικού κτιρίου	0	Εσωτερικοί ή έξω και 20% σε	1	<input type="checkbox"/>
2	Αερίου κλιματισμού				<input type="checkbox"/>

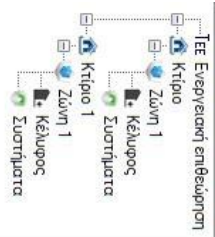
Τεχνικές μονάδες

Τύπος	B. Αν. (+)	
1	ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ	0,93

Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αρ. (+)	Ισχύς (kW)
* 1	1	0





Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Υγρον  Μηχανικός αερισμός  Ηλεκτρικός συλλέκτης  Θερμοσίδηρος

Θέρμανση ψύξη ΖΝΧ

Παρουσιάση

Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Αν. (*)	Jan (*)	Feb (*)	Mar (*)	Apr (*)	May (*)	Jun (*)	Jul (*)	Aug (*)	Sep (*)	Oct (*)	Nov (*)	Dec (*)
1	Διήθητος	150	0.80	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
2	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	4	1.0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
* 3			1												

Δίκτυο διανομής

Τύπος	Ανακατανομή	Χώρος διέλευσης	B. Αν. (*)
1	Δ.Δ.	<input type="checkbox"/> Ευρωπαϊκό ή όμοιο και 20% σε	0.85

Συστήματα αποθήκευσης

Τύπος	B. Αν. (*)
1	BOILER 0.93

Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αρ. (*)	Ισχύς (kW)
* 1	1	0

## 6.2 Σενάριο και αποτέλεσμα σεναρίου

Εργασιακή Επίδειξη Κτιρίων - [\\ειεμκα\Public\Storage\EPRA\ΤΕΛΕΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΑΣΙ/ΗΕ (243)\ΓΙΑ ΠΕΛ\ΕΡΛΟΝΗ\κτιμ] - [Συστήματα Ύλησης]

Μενού Εργαλεία Αποστολέματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Τε Εργασιακή επίδειξη Κτίριο Κτίριο Ζώνη 1 Ζώνη 1 Κάλυψος Συστήματα Κάλυψος Συστήματα Συστήματα

Επιλέξτε τα συστήματα της Ύλης:  Υγρασία  Μικροκλιματικός  Ηλεκτρικό  Φωτισμός

Θέση Ψύξη ΖΚΧ Ηλεκτρικό

Παρουσία

Παρουσία	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Αν. (+)	COP (+)	Ισν (+)	Φαθ (+)	Μπα (+)	Μακ (+)	Ισν (+)	Ισλ (+)	Αυγ (+)	Σερ (+)	Οκτ (+)	Μαρ (+)	Δεκ (+)	Κόστος (€)
▶ 1	Ισόγειος	Φωταίο σώμα	24	0.95	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	
* 2				1	1												

Δίκτυο θέρμανσης

Παρουσία	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος θέρμανσης	B. Αν. (+)	Μόνωση	Κόστος (€)
▶ 1	Δίκτυο θέρμανσης θερμικού μέσου	20	Εσωτερικοί ή άνω και 20 <sup>ος</sup> ορόφ	0.95	<input type="checkbox"/>	
2	Αερισμός				<input type="checkbox"/>	

Τεμαχιστικές μονάδες

Παρουσία	Τύπος	B. Αν. (+)	Κόστος (€)
▶ 1	ΓΕΝΗ.ΣΩΜΑΤΑ	0.91	

Βοηθητικές μονάδες

Παρουσία	Τύπος	Αφ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Καλοθερμίδες	1	0.08
* 2		1	0

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΕΠΑΝΟΜΗ ΒΑΣΙΛΗΣ (243)\ΓΙΑ ΠΕΑ\ΕΡΑΝΟΜΗ.xml ] - [ Συστήματα ζώνης ]

Μελέτη Εκτέλεση **Αποτελέσματα** Έκθεση Προβολή Βοήθεια

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

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ **Ηλιακός συλλέκτης**

	Τύπος	Θέρμανση	ZNX	Συν. α (-)	Συν. β (-)	Επιφάνεια (m²)	γ (deg)	β (deg)	F_s (-)	Κόστος (€/m²)
▶ 1	Επιλεκτικός επίπεδος	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.328		2	180	45	0.9	

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΕΠΑΝΟΜΗ ΒΑΣΙΛΗΣ (243)\ΓΙΑ ΠΕΑ\ΕΡΑΝΟΜΗ.xml ] - [ Κτίριο ]

Μελέτη Εκτέλεση **Αποτελέσματα** Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου:  ΣΗΘ  Φωτοβολταϊκά  Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

**Γενικά** Ύδρευση, αποχέτευση, άρδευση **Ανεκυστήρες**

Περιγραφή: ΑΤΟΜΙΚΟΣ ΛΕΒΗΤΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ+ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

Χρήση κτιρίου: Παλκαταικία

Συνολική επιφάνεια (m²): 78.00 Συνολικός όγκος (m³): 230.10

Ωφέλιμη επιφάνεια (m²): 78.00 Ωφέλιμος όγκος (m³): 230.10

Ψυχόμενη επιφάνεια (m²): 39.00 Ψυχόμενος όγκος (m³): 115.05

Αριθμός ορόφων: 0 Ύψος τυπικού ορόφου (m): 2.95 Ύψος ισογείου (m):

Έκθεση κτιρίου: Ενδιάμεσο

Αριθμός θερμικών ζωνών: 1

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0 Αριθμός ηλιακών χώρων: 0



- ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση
  - Κτίριο
    - Ζώνη 1
      - Κέλυφος
      - Συστήματα
  - Κτίριο 1
    - Ζώνη 1

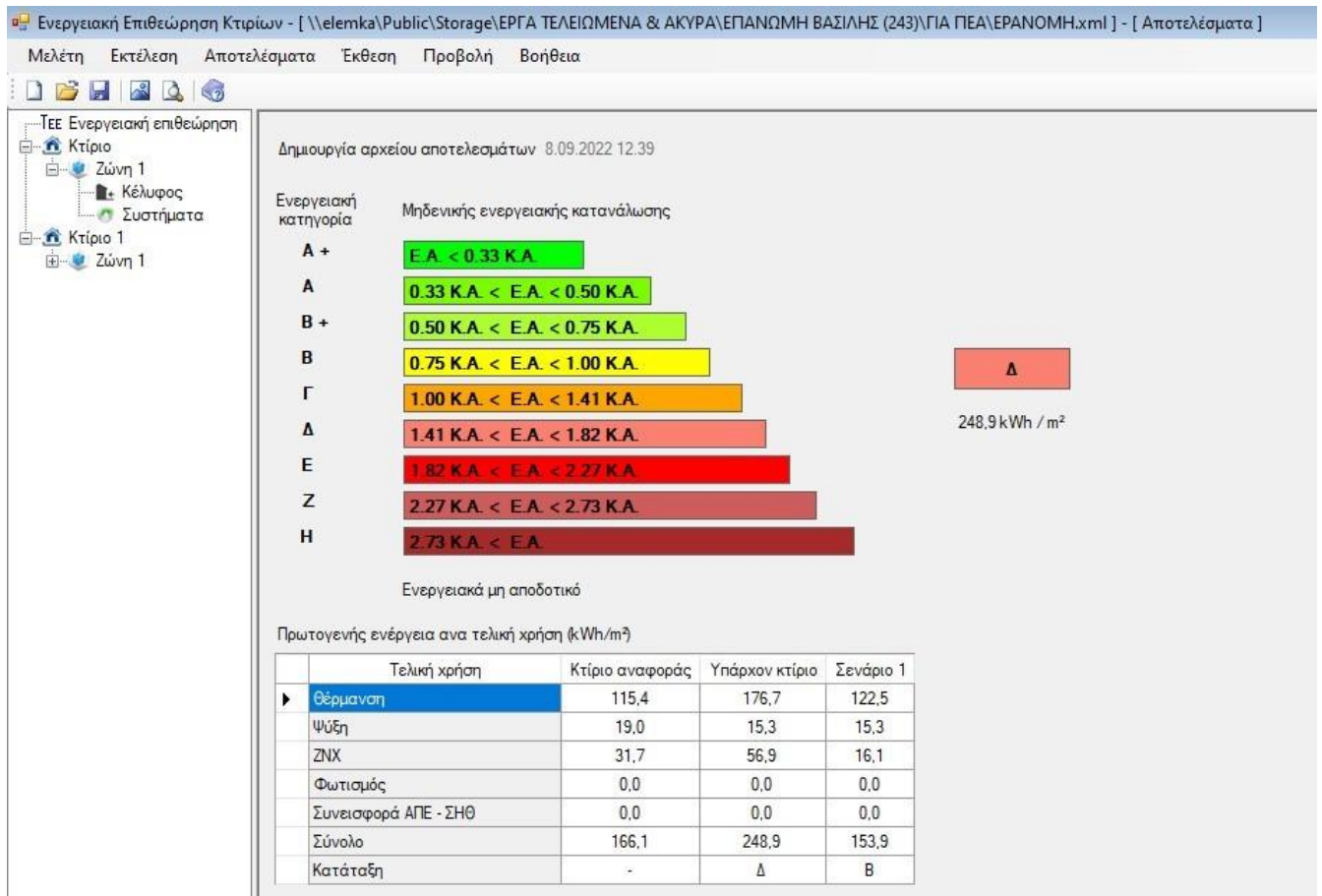
Σενاريو 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	23,6	17,9	12,5	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	10,9	20,5	89,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	7,7	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	16,8
Υγραση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZNX	2,7	2,4	2,5	2,1	1,9	1,5	1,4	1,4	1,5	1,9	2,2	2,5	24,0

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	29,2	22,2	15,7	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	13,7	25,4	112,0
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	2,4	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
ZNX	2,5	2,1	2,0	1,4	0,8	0,4	0,1	0,2	0,5	1,2	1,8	2,4	15,4
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,3	1,2	0,9	0,7	0,6	12,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	31,7	24,3	17,7	6,0	0,8	1,3	2,5	2,1	0,5	2,4	15,6	27,8	132,7

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²)	Εκπομπές CO2 (kg/m²)
► Ηλεκτρισμός	8,1	8,0
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	124,8	24,5
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	12,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	132,7	32,5

## 6.3 Αποτελέσματα



Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΑΣΙΛΗΣ (243)\ΓΙΑ ΠΕΑ\ΕΡΑΝΟΜΗ.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατανάλωση ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Κτίριο 1
    - Ζώνη 1

Υπάρχον κτίριο

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	23,6	17,9	12,5	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	10,9	20,5	89,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	7,7	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	16,8
Υγραση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZNX	2,7	2,4	2,5	2,1	1,9	1,5	1,4	1,4	1,5	1,9	2,2	2,5	24,0

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	40,0	30,4	21,6	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	18,9	34,8	153,7
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	2,4	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
ZNX	4,2	3,7	3,9	3,4	2,4	2,0	1,8	1,8	1,9	3,0	3,4	4,0	35,5
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	44,2	34,1	25,5	9,8	2,4	2,8	4,2	3,8	1,9	4,7	22,3	38,8	194,5

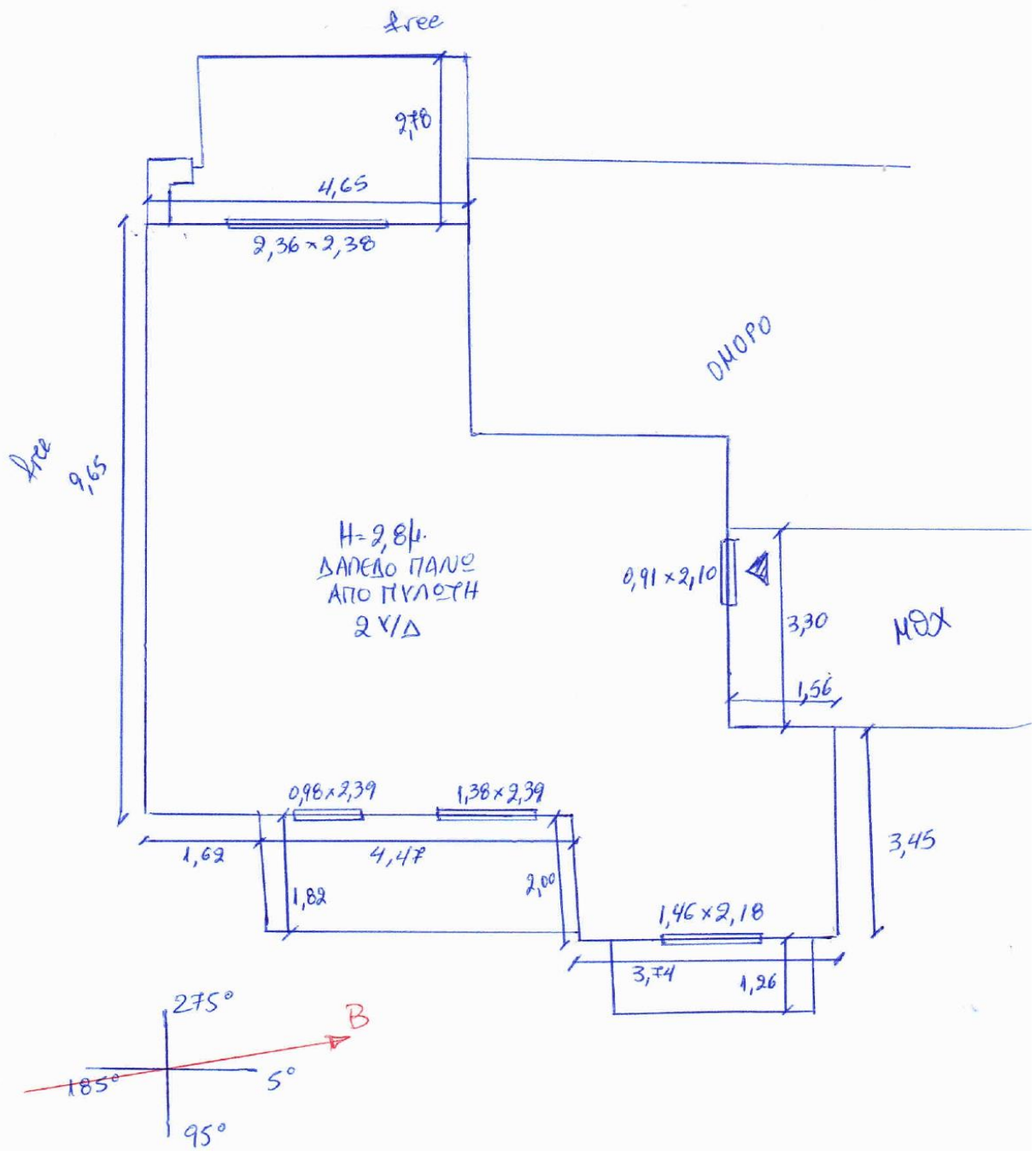
  

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
► Ηλεκτρισμός	19,6	19,4
Πετρέλαιο	175,1	46,2
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	194,5	65,6



#### 6.4 Φωτογραφία και σκαρίφημα κάτοψης διαμερίσματος







## 6.5 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης

### ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ) ΑΝΩΝΥΜΗ 57500 , ΕΠΑΝΩΜΗ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

Αρ. Πρωτοκόλλου:	131564/2022	Αρ. Ασφαλείας:	9YDFY-UKUQJ-E264T-X
Ημερομηνία Έκδοσης:	19/07/2022	Ημερομηνία Ισχύος:	19/07/2032

• Ελέγξτε την εγκυρότητα του ΠΕΑ: <https://www.buildingcert.gr/checkCert.view>

Τίτλος Κτηριακής Μονάδας: "Δ/ΣΜΑ Α1 - 1ΟΥ ΟΡΟΦΟΥ - ΟΙΚΟΔΟΜΗ Α"	
Χρήση:	Πολυκατοικία
Κλιματική Ζώνη:	Γ
Συνολική Επιφάνεια:	78.0
Ωφέλιμη Επιφάνεια:	78.0



Ενεργειακή κατηγορία:	Υφιστάμενη	Δυνητική
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:		
EP ≤ 0,33 R <sub>R</sub> A+		
0,33 R <sub>R</sub> < EP ≤ 0,50 R <sub>R</sub> A		
0,50 R <sub>R</sub> < EP ≤ 0,75 R <sub>R</sub> B+		
0,75 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1,00 R <sub>R</sub> B		B
1,00 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1,41 R <sub>R</sub> Γ		
1,41 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1,82 R <sub>R</sub> Δ	Δ	
1,82 R <sub>R</sub> < EP ≤ 2,27 R <sub>R</sub> E		
2,27 R <sub>R</sub> < EP ≤ 2,73 R <sub>R</sub> Z		
2,73 R <sub>R</sub> < EP H		

• Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με τη βέλτιστη (1η) σύσταση

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας*	
Κτηρίου αναφοράς [kWh/m <sup>2</sup> ]:	166.1
Επιθεωρούμενου κτηρίου [kWh/m <sup>2</sup> ]:	248.9

Πραγματική Ετήσια Κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτηρίου:	
Ηλεκτρικής ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]:	---
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [kWh/m <sup>2</sup> ]:	---
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]:	---

Ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> επιθεωρούμενου κτηρίου	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> [kg /m <sup>2</sup> ]:	65.5
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> [kg /m <sup>2</sup> ]:	---

Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>	Ποιότητα εσωτερικού αέρα <input type="checkbox"/>
--	---------------------------------------	--	---

\* Η ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

## ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Αρ. Πρωτοκόλλου: 131564/2022      Αρ. Ασφαλείας: 9YDFY-UKUQJ-E264T-X

### Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m<sup>2</sup>]

	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός
Κτήριο αναφοράς	69.5	36.6	24.0	---
Επιθεωρούμενο κτήριο	89.9	16.8	24.0	---

### Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ένέργειας ανα Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m<sup>2</sup>]

Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική	0.0	5.3	14.3	0.0	19.6	10.06
Πετρέλαιο	153.7	0.0	21.4	0.0	175.1	89.85
Φυσικό Αέριο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Ηλιακή	---	---	---	---	0.0	0
Βιομάζα	---	---	---	---	0.0	0
Γεωθερμία	---	---	---	---	0.0	0
Άλλη ΑΠΕ	---	---	---	---	0.0	0
<b>Σύνολο</b>	<b>153.7</b>	<b>5.3</b>	<b>35.7</b>	<b>0</b>	<b>194.5</b>	<b>100.0</b>

Χρησιμοποιήστε το ΠΕΑ για να:

- \*συγκρίνετε την ενεργειακή απόδοση κτηρίων ίδιας χρήσης βάσει της κατάταξής τους σε ενεργειακή κατηγορία,
- \*πληροφορηθείτε για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μέσω παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

### ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

#### 1. ΑΤΟΜΙΚΟΣ ΛΕΒΗΤΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ+ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

2. -----

3. -----

Σύσταση	Εκτιμώμενο Αρχικό Κόστος Επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας			Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής [έτη]	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	Ενεργειακή κατηγορία
		[kWh/m <sup>2</sup> ]	[%]	[€/kWh]			
1.	0.0	95.0	38.2	0.0	0.0	33.17	B
2.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	??
3.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	??

Οι συστάσεις είναι ιεραρχημένες σε σχέση με το κόστος – ενεργειακό όφελος που προκύπτει. Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> και την περίοδο αποπληρωμής.

\* Η απλή περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

<p style="text-align: center;"><b>Όνοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή:</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ΠΑΛΑΜΙΤΖΟΓΛΟΥ ΜΑΡΙΑ</b></p>	<p>Σφραγίδα</p>
<p><b>A.M. Ενεργειακού Επιθεωρητή:11646</b></p>	<p>Υπογραφή</p>

## 7. ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2η)

Παρακάτω φαίνεται η ενεργειακή μελέτη ενός καταστήματος στην οδό Διογένους 27 Θεσσαλονίκης.

Έχει γίνει συλλογή στοιχείων και δεδομένων για το κατάστημα, τα οποία στη συνέχεια μέσω του προγράμματος του ΤΕΕ-KENAK μας έδωσαν ορισμένα αποτελέσματα και καταλήξαμε στην έκδοση ενός πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ).

Παρακάτω επίσης υπάρχει μια φωτογραφία του συγκεκριμένου καταστήματος καθώς και ένα σχέδιο με την κάτοψή του.

Τέλος, εκτός από τα αποτελέσματα υπάρχει και το λεγόμενο σενάριο το οποίο δείχνει την ιδανική κατανάλωση θέρμανσης που θα είχε το συγκεκριμένο κατάστημα.

### 7.1 Εισαγωγή δεδομένων

The screenshot shows the 'Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων' (Energy Audit of Buildings) software interface. The window title is 'Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΔΙΟΓΕΝΟΥΣ 27 ΠΕΑ ΜΑΔΕΜΛΗΣ (8)\ΓΙΑ ΠΕΑ\diogenous.xml ] - [ Κτίριο ]'. The menu bar includes 'Μελέτη', 'Εκτέλεση', 'Αποτελέσματα', 'Έκθεση', 'Προβολή', and 'Βοήθεια'. The left sidebar shows a tree view with 'ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση', 'Κτίριο', 'Ζώνη 1', 'Κτίριο 1', 'Ζώνη 1', 'Κέλυφος', and 'Συστήματα'. The main area is titled 'Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου:' and has three checkboxes: 'ΣΗΘ', 'Φωτοβολταϊκά', and 'Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος'. Below this, there are tabs for 'Γενικά', 'Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση', and 'Ανελκυστήρες'. The 'Γενικά' tab is active, showing the following data entry fields:

- Περιγραφή: Υπάρχον κτίριο
- Χρήση κτιρίου: Καστήματα
- Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 339.52
- Συνολικός όγκος (m<sup>3</sup>): 1196.74
- Ωφέλιμη επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 180.20
- Ωφέλιμος όγκος (m<sup>3</sup>): 717.66
- Ψυχόμενη επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 90.10
- Ψυχόμενος όγκος (m<sup>3</sup>): 353.83
- Αριθμός ορόφων: 3
- Ύψος τυπικού ορόφου (m): 3
- Ύψος ισογείου (m): 3
- Έκθεση κτιρίου: Ενδιάμεσο
- Αριθμός θερμικών ζωνών: 1
- Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0
- Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

At the bottom, there is a table for energy source selection:

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

At the very bottom, there are four checked checkboxes: 'Συνθήκες θερμικής άνεσης', 'Συνθήκες ακουστικής άνεσης', 'Συνθήκες οπτικής άνεσης', and 'Ποιότητα εσωτερικού αέρα'.



Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΔΙΟΓΕΝΟΥΣ 27 ΠΕΑ ΜΑΔΕΜΛΗΣ (8)\ΓΙΑ ΠΕΑ\diogenous.xml ] - [ Ζώνη ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
  - Ζώνη 1
    - Κτίριο 1
      - Ζώνη 1
        - Κέλυφος
          - Συστήματα

Γενικά

Χρήση: Καταστήματα, Φαρμακεία

Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 339.52 Μέση κατανάλωση ΖΝΧ (m<sup>3</sup>/έτος):   Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ΖΝΧ

Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m<sup>3</sup>K): 280

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου - αυτοματισμών: Θέρμανση Τύπος Δ Ψύξη Τύπος Δ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m<sup>3</sup>/h): 570.26

Αρ. καμινάδων: 0 Αρ. θυρίδων εξερασιμού: 0 Αρ. εξώθυρων: 0

Υβριδικό σύστημα θροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΔΙΟΓΕΝΟΥΣ 27 ΠΕΑ ΜΑΔΕΜΛΗΣ (8)\ΓΙΑ ΠΕΑ\diogenous.xml ] - [ Κέλυφος ζώνης ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος
      - Συστήματα
  - Κτίριο 1
    - Ζώνη 1
      - Κέλυφος
        - Συστήματα

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

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U* (W/m <sup>2</sup> K)	a* (-)	ε* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Τοίχος	ΑΒ - ΙΣΟΓ	250	90	6.33	3.39	0.40	0.80	1	1	0.88	0.19	0.95	0.99
2	Τοίχος	ΒΓ - ΙΣΟΓ	340	90	24.23	2.63	0.40	0.80	0.83	0.73	0.92	0.92	1	1
3	Τοίχος	ΗΘ - ΙΣΟΓ	70	90	4.5	2.48	0.40	0.80	0	0	0	0	0	0
4	Τοίχος	ΓΗ - ΙΣΟΓ		90	36	1.01	0.40	0.80	0	0	0	0	0	0
5	Πυλωτή	ΔΑΠΕΔΟ		180	127.66	2	0.65	0.80	0	0	0	0	0	0
6	Τοίχος	ΑΒ - ΠΑΤ	250	90	9.97	2.93	0.40	0.80	1	1	0.66	0.54	1	1
7	Τοίχος	ΒΓ - ΠΑΤ	340	90	16.33	2.74	0.40	0.80	0.84	0.78	0.8	0.8	1	1
8	Τοίχος	ΔΖ - ΠΑΤ		90	10.5	1.01	0.40	0.80	0	0	0	0	0	0
9	Τοίχος	ΖΗ - ΠΑΤ	70	90	3.11	2.53	0.40	0.80	0	0	0	0	0	0
* 10														

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m <sup>2</sup> K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Ανοιγόμενο κουφωμα	ΑΝ-1	250	90	8.01	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Μονός	6.1	0.54	1	1	0.9	0.19	0.94	0.94
2	Ανοιγόμενο κουφωμα	ΑΝ-2	250	90	7.49	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Μονός	6.1	0.54	1	1	0.9	0.19	0.95	0.96
3	Ανοιγόμενο κουφωμα	ΑΝ-3	250	90	9.67	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Μονός	6.1	0.54	1	1	0.9	0.19	0.97	0.97
4	Ανοιγόμενο κουφωμα	ΑΝ-4	340	90	6.62	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Μονός	6.1	0.54	0.83	0.73	0.93	0.93	1	1
5	Ανοιγόμενο κουφωμα	ΑΝ-5	340	90	7.26	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Μονός	6.1	0.54	0.83	0.73	0.93	0.93	1	1
6	Ανοιγόμενο κουφωμα	ΑΝ-6	250	90	5.18	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	0.73	0.62	1	1
7	Ανοιγόμενο κουφωμα	ΑΝ-7	250	90	4.85	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	0.73	0.62	1	1
8	Ανοιγόμενο κουφωμα	ΑΝ-8	250	90	6.25	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	0.73	0.62	1	1
9	Ανοιγόμενο κουφωμα	ΑΝ-9	340	90	4.98	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.84	0.78	0.83	0.84	1	1
10	Ανοιγόμενο κουφωμα	ΑΝ-10	340	90	5.46	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.84	0.78	0.83	0.84	1	1
11	Ανοιγόμενο κουφωμα	ΑΝ-11	340	90	4.63	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.84	0.78	0.83	0.84	1	1
12	Ανοιγόμενο κουφωμα	ΑΝ-12	340	90	0.36	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Μονός	6.1	0.54	0.84	0.78	0.76	0.77	1	1
13	Ανοιγόμενο κουφωμα	ΑΝ-13	70	90	0.64	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Μονός	6.1	0.54	0	0	0	0	0	0

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΔΙΟΓΕΝΟΥΣ 27 ΠΕΑ ΜΑΔΕΜΛΗΣ (8)\ΓΙΑ ΠΕΑ\diogenous.xml ] - [ Συστήματα ζώνης ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

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

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ.* (-)	COP (-)	Jan (-)	Feb (-)	Mar (-)	Apr (-)	Mai (-)	Jun (-)	Jul (-)	Aug (-)	Sep (-)	Oct (-)	Nov (-)	Dec (-)
▶ 1	Λέβητας	Φυσικό αέριο	24	0.82	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

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

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Απ.* (-)
▶ 1	ΘΕΡΜ. ΣΩΜΑΤΑ	0.89

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.08
* 2		1	0

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΔΙΟΓΕΝΟΥΣ 27 ΠΕΑ ΜΑΔΕΜΛΗΣ (8)\ΓΙΑ ΠΕΑ\diogenous.xml ] - [ Συστήματα ζώνης ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

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

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (-)	EER* (-)	Jan (-)	Feb (-)	Mar (-)	Apr (-)	Mai (-)	Jun (-)	Jul (-)	Aug (-)	Sep (-)	Oct (-)	Nov (-)	Dec (-)
▶ 1	Αερόψυκτος ψύκτης	Ηλεκτρισμός	7	1.0	2.8	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0
2	Αερόψυκτος ψύκτης	Ηλεκτρισμός	3.5	1.0	2.8	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0	0
3	Αερόψυκτος ψύκτης	Ηλεκτρισμός	2.6	1.0	2.8	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0
* 4				1	1												

Δίκτυο διανομής

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

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Απ.* (-)
▶ 1	ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ	1

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΔΙΟΓΕΝΟΥΣ 27 ΠΕΑ ΜΑΔΕΜΛΗΣ (8)\ΓΙΑ ΠΕΑ\diogenous.xml ] - [ Συστήματα ζώνης ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

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

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός Φωτισμός

	Τύπος	Τμ. Θερ.	F_h (m³/h)	R_h (-)	Q_r_h (-)	Τμ. Ψυξ.	F_c (m³/h)	R_c (-)	Q_r_c (-)	Τμ. Υγρ.	H_r (-)	Φίλτρα	E_vent (kW/m³/s)
▶ 1	ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ	<input type="checkbox"/>	587.85	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	587.85	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	0.0	<input type="checkbox"/>	1
* 2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΔΙΟΓΕΝΟΥΣ 27 ΠΕΑ ΜΑΔΕΜΛΗΣ (8)\ΓΙΑ ΠΕΑ\diogeno

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
  - Κτίριο 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Κτίριο 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα

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

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

Εγκατεστημένη ισχύς (kW): 4.3

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ (kW):

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (kW):

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται με αισθητήρες ΦΦ και παρουσίας (kW):

Περιοχή ΦΦ (%):

	Ζώνες τεχνητού φωτισμού - Στάθμη φωτισμού (lx)	Ποσοστό (%)
▶ 1	1000	
2	500	100
3	400	
4	300	
5	250	
6	200	
7	100	

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 2. Χειροκίνητος

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

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

## 7.2 Σενάριο και αποτέλεσμα σεναρίου

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΔΙΟΓΕΝΟΥΣ 27 ΠΕΑ ΜΑΔΕΜΛΗΣ (8)\ΓΙΑ ΠΕΑ\diogenous.xml ] - [ Κτίριο ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
  - Κτίριο 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Κτίριο 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου:  ΣΗΘ  Φωτοβολταϊκά  Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Ύδρευση, αποχέτευση, άρδευση | **Ανελκυστήρες**

Περιγραφή: ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ+ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ

Χρήση κτιρίου: Καταστήματα

Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 339.52      Συνολικός όγκος (m<sup>3</sup>): 1196.74

Ωφέλιμη επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 180.20      Ωφέλιμος όγκος (m<sup>3</sup>): 717.66

Ψυχόμενη επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 90.10      Ψυχόμενος όγκος (m<sup>3</sup>): 353.83

Αριθμός ορόφων: 3      Ύψος τυπικού ορόφου (m): 3      Ύψος ισογείου (m): 3

Έκθεση κτιρίου: Ενδιάμεσο

Αριθμός θερμικών ζωνών: 1

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0      Αριθμός ηλιακών χώρων: 0





Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΔΙΟΓΕΝΟΥΣ 27 ΠΕΑ ΜΑΔΕΜΛΗΣ (8)\ΓΙΑ ΠΕΑ\diogenous.xml ] - [ Συστήματα ζώνης ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
Κτίριο  
  Ζώνη 1  
    Κέλυφος  
    Συστήματα  
Κτίριο 1  
  Ζώνη 1  
    Κέλυφος  
    Συστήματα

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

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός Φωτισμός

Εγκατεστημένη ισχύς (kW): 3

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ (kW):

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (kW):

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται με αισθητήρες ΦΦ και παρουσίας (kW):

Περιοχή ΦΦ (%):

	Ζώνες τεχνητού φωτισμού - Στάθμη φωτισμού (lx)	Ποσοστό (%)
▶ 1	1000	
2	500	100
3	400	
4	300	
5	250	
6	200	
7	100	

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 2. Χειροκίνητος

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

Κόστος (€):

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

## 7.3 Αποτελέσματα

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΔΙΟΓΕΝΟΥΣ 27 ΠΕΑ ΜΑΔΕΜΛΗΣ (8)\ΓΙΑ ΠΕΑ\diogenous.xml ] - [ Αποτελέσματα ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
Κτίριο  
  Ζώνη 1  
    Κέλυφος  
    Συστήματα  
Κτίριο 1  
  Ζώνη 1  
    Κέλυφος  
    Συστήματα

Δημιουργία αρχείου αποτελεσμάτων 8.09.2022 12.58

Ενεργειακή κατηγορία Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

A + **E.A. < 0.33 K.A.**

A **0.33 K.A. < E.A. < 0.50 K.A.**

B + **0.50 K.A. < E.A. < 0.75 K.A.**

B **0.75 K.A. < E.A. < 1.00 K.A.**

Γ **1.00 K.A. < E.A. < 1.41 K.A.**

Δ **1.41 K.A. < E.A. < 1.82 K.A.**

E **1.82 K.A. < E.A. < 2.27 K.A.**

Z **2.27 K.A. < E.A. < 2.73 K.A.**

H **2.73 K.A. < E.A.**

Ενεργειακά μη αποδοτικό

297,6 kWh / m<sup>2</sup>

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m<sup>2</sup>)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶ Θέρμανση		18,7	130,6	94,7
Ψύξη		51,4	60,9	56,8
ZNX		0,0	0,0	0,0
Φωτισμός		133,2	106,0	74,8
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ		0,0	0,0	0,0
Σύνολο		203,3	297,6	226,4
Κατάταξη		-	Δ	Γ



Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΔΙΟΓΕΝΟΥΣ 27 ΠΕΑ ΜΑΔΕΜΛΗΣ (8)\ΓΙΑ ΠΕΑ\diogenous.xml ] - [ Απαιτήσεις - Καταν ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Κτίριο 1
    - Ζώνη 1
      - Κέλυφος
      - Συστήματα

Υπάρχον κτίριο

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	17,8	12,0	5,5	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	5,0	14,6	56,5
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	15,2	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,9
Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	38,2	25,8	12,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	10,8	31,5	122,1
Ηλικιά ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	4,5	8,8	7,5	0,1	0,0	0,0	0,0	21,0
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλικιά ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	3,1	2,8	3,1	3,0	3,1	3,0	3,1	3,1	3,0	3,1	3,0	3,1	36,6
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	41,3	28,6	15,1	6,0	3,2	7,5	11,9	10,6	3,1	3,9	13,8	34,6	179,7

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	60,4	59,7
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	120,9	23,7
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	179,7	83,4

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ \\elemka\Public\Storage\ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΑ & ΑΚΥΡΑ\ΔΙΟΓΕΝΟΥΣ 27 ΠΕΑ ΜΑΔΕΜΛΗΣ (8)\ΓΙΑ ΠΕΑ\diogenous.xml ] - [ Απαιτήσεις - Καταν ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Κτίριο 1
    - Ζώνη 1
      - Κέλυφος
      - Συστήματα

Σενاريو 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	13,0	8,6	3,9	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,6	10,7	40,5
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	13,8	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,4
Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

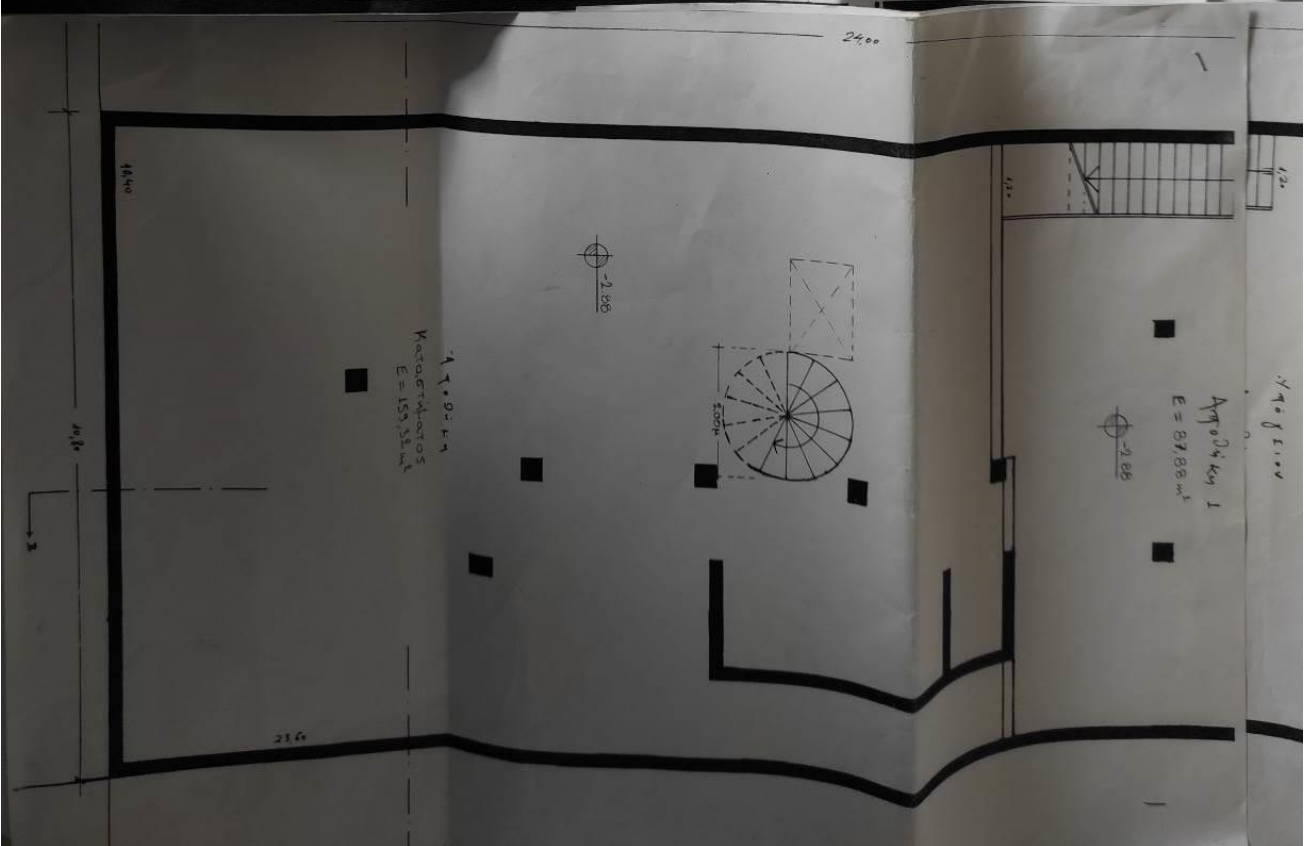
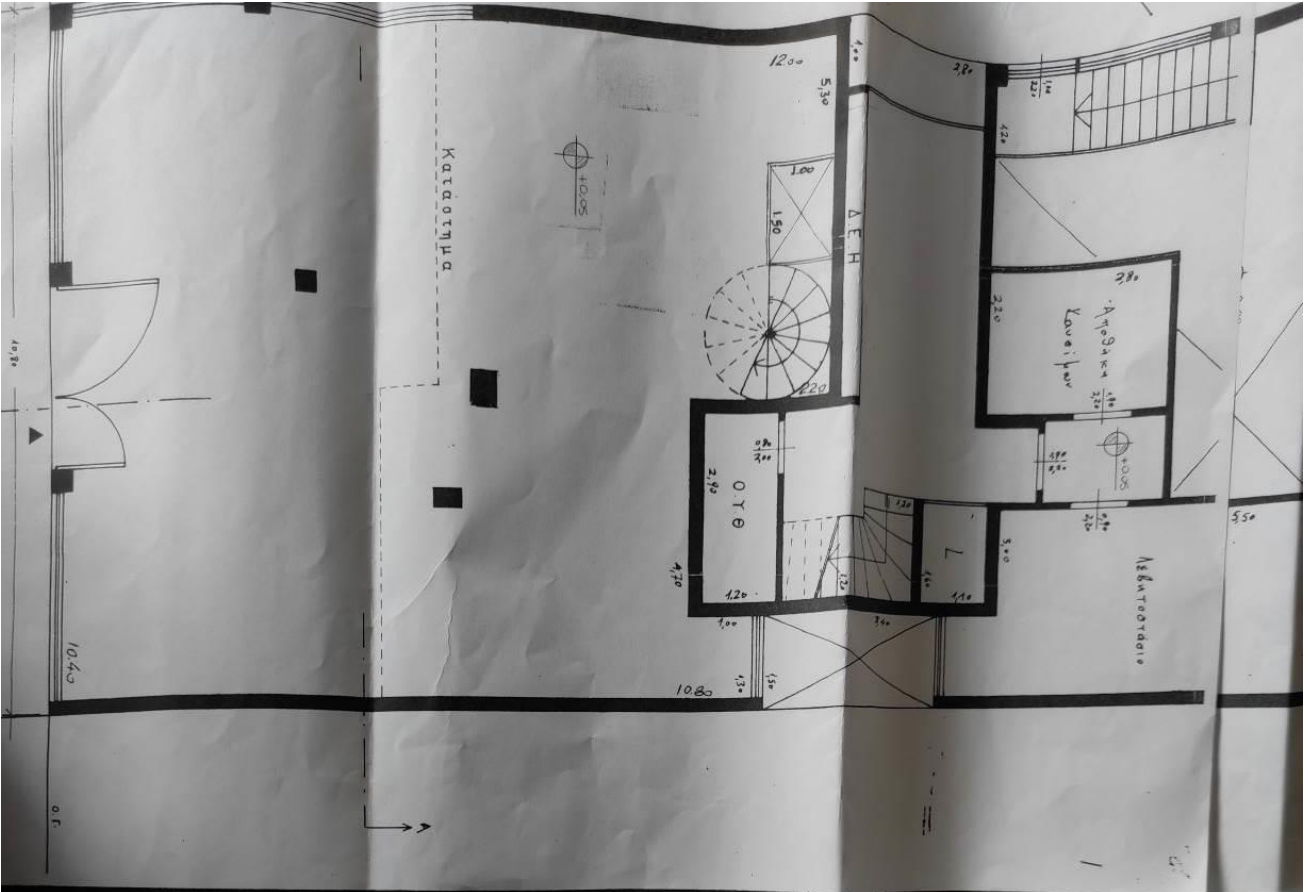
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	28,0	18,6	8,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	7,9	23,0	87,9
Ηλικιά ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	4,5	7,9	6,9	0,1	0,0	0,0	0,0	19,6
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλικιά ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,2	2,0	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	25,8
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	30,2	20,6	10,7	3,6	2,3	6,6	10,1	9,1	2,2	2,6	10,0	25,2	133,3

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	48,3	47,8
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	86,7	17,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	133,3	64,8


#### 7.4 Φωτογραφία και σχέδιο κάτοψης καταστήματος







## 7.5 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης

<b>ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)</b> <b>ΔΙΟΓΕΝΟΥΣ 27 54453 , ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ</b>			
Αρ. Πρωτοκόλλου:	90842/2021	Αρ. Ασφαλείας:	619DD-D8RE5-U7KKJ-G
Ημερομηνία Έκδοσης:	19/04/2021	Ημερομηνία Ισχύος:	19/04/2031
<small>• Ελέγξτε την εγκυρότητα του ΠΕΑ: <a href="https://www.buildingcert.gr/checkCert.view">https://www.buildingcert.gr/checkCert.view</a></small>			
Τίτλος Κτηριακής Μονάδας: "ΙΣΟΓΕΙΟ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ ΜΕ ΠΑΤΑΡΙ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟ"			
Χρήση:	Καταστήματα		
Κλιματική Ζώνη:	Γ		
Συνολική Επιφάνεια:	339.52		
Ωφέλιμη Επιφάνεια:	180.2		
Ενεργειακή κατηγορία:		Υφιστάμενη	Δυνητική
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:			
$EP \leq 0,33 R_R$		A+	
$0,33 R_R < EP \leq 0,50 R_R$		A	
$0,50 R_R < EP \leq 0,75 R_R$		B+	
$0,75 R_R < EP \leq 1,00 R_R$		B	
$1,00 R_R < EP \leq 1,41 R_R$		Γ	Γ
$1,41 R_R < EP \leq 1,82 R_R$		Δ	Δ
$1,82 R_R < EP \leq 2,27 R_R$		E	
$2,27 R_R < EP \leq 2,73 R_R$		Z	
$2,73 R_R < EP$		H	
<small>• Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με τη βέλτιστη (1η) σύσταση</small>			
<b>Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας*</b>			
Κτηρίου αναφοράς [kWh/m <sup>2</sup> ]:			203.3
Επιθεωρούμενου κτηρίου [kWh/m <sup>2</sup> ]:			297.6
<b>Πραγματική Ετήσια Κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτηρίου:</b>			
Ηλεκτρικής ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]:			----
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [kWh/m <sup>2</sup> ]:			----
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]:			----
<b>Ετήσιες εκπομπές CO2 επιθεωρούμενου κτηρίου</b>			
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO2 [kg /m <sup>2</sup> ]:			82.7
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO2 [kg /m <sup>2</sup> ]:			----
Θερμική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Οπτική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ακουστική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα εσωτερικού αέρα <input checked="" type="checkbox"/>
<small>* Η ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.</small>			



## ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Αρ. Πρωτοκόλλου: 90842/2021      Αρ. Ασφαλείας: 619DD-D8RE5-U7KKJ-G

### Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m<sup>2</sup>]

	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός
Κτήριο αναφοράς	9.2	45.7	0.0	---
Επιθεωρούμενο κτήριο	56.5	35.9	0.0	---

### Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ένέργειας ανα Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m<sup>2</sup>]

Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική	1.3	21.0	0.0	36.6	60.4	33.32
Πετρέλαιο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Φυσικό Αέριο	120.9	0.0	0.0	0.0	120.9	66.67
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Ηλιακή	---	---	---	---	0.0	0
Βιομάζα	---	---	---	---	0.0	0
Γεωθερμία	---	---	---	---	0.0	0
Άλλη ΑΠΕ	---	---	---	---	0.0	0
<b>Σύνολο</b>	122.2	21	0	36.6	179.7	100.0

Χρησιμοποιήστε το ΠΕΑ για να:

- \*συγκρίνετε την ενεργειακή απόδοση κτηρίων ίδιας χρήσης βάσει της κατάταξής τους σε ενεργειακή κατηγορία,
- \*πληροφορηθείτε για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μέσω παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

### ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

#### 1. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ+ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ

2. -----

3. -----

Σύσταση	Εκτιμώμενο Αρχικό Κόστος Επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας			Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής [έτη]	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	Ενεργειακή κατηγορία
		[kWh/m <sup>2</sup> ]	[%]	[€/kWh]			
1.	0.0	71.2	23.9	0.0	0.0	18.65	Γ
2.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	??
3.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	??

Οι συστάσεις είναι ιεραρχημένες σε σχέση με το κόστος - ενεργειακό όφελος που προκύπτει. Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> και την περίοδο αποπληρωμής.

\* Η απλή περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

<b>Όνοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή:</b>  <b>ΠΑΛΑΜΙΤΖΟΓΛΟΥ ΜΑΡΙΑ</b>	Σφραγίδα
<b>A.M. Ενεργειακού Επιθεωρητή:11646</b>	Υπογραφή

## 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το αντικείμενο της πτυχιακής μας ήταν η ενεργειακή επιθεώρηση ενός κτιρίου ή πιο συγκεκριμένα δύο διαφορετικών ειδών κτιρίων (διαμέρισμα πολυκατοικίας και κατάσταση στην δική μας περίπτωση) με βάση τον ΚΕΝΑΚ.

Αυτό που συμπεραίνουμε από τη μελέτη μας, λοιπόν, είναι πως το Λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για τους μηχανικούς τη σήμερον ημέρα για την ενεργειακή μελέτη και πιστοποίηση των κτιρίων, καθώς προσδίδει έναν ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό στη μελέτη και κατασκευή κάθε κτιρίου. Σε αντίθεση με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτηρίων (ΚΘΚ) ο οποίος μπορεί να υπήρξε σημαντικό εργαλείο για την εποχή του, όμως εδώ και χρόνια δεν μπορούσε να ανταποκριθεί στις σύγχρονες ενεργειακές απαιτήσεις, διότι αντιμετώπιζε το κτίριο μόνον από την πλευρά της θερμομονωτικής του προστασίας.

Επιπρόσθετα ένα συμπέρασμα που βγαίνει είναι ότι σημαντικό ρόλο για την βέλτιστη ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου παίζουν πολλοί παράγοντες εκτός από το είδος του ίδιου του κτιρίου. Μερικά από αυτά τα οποία τα έχουμε αναλύσει στην πτυχιακή μας είναι:

1. το είδος της ενέργειας που θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ρεύματος ή θέρμανσης
2. το είδος των κουφωμάτων, καθώς και
3. το εκάστοτε σύστημα θέρμανσης

Τέλος μπορούμε με ευκολία να συμπεράνουμε πόσο βοηθητικό, εξυπηρετικό και εύκολο στη χρήση είναι το πρόγραμμα του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ, αφού με την εισαγωγή μόνο λίγων δεδομένων μας δίνει κατευθείαν τα αποτελέσματα που θέλουμε ώστε να έχει ένα κτίριο την μέγιστη και βέλτιστη ενεργειακή απόδοση. Γι' αυτό και χρησιμοποιείται κατά κόρον στις μέρες μας από σχεδόν όλους τους μηχανικούς.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alamanis, N. (2017). «Uncertainties and Optimization in Geotechnical Engineering». American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS) (2017) Volume 38, No 1, p. 92-111.
2. Alumil (2022), <<Τύποι κουφωμάτων>>, <https://www.alumil.com/greece/homeowners/service-support/plan-your-project/customization-options/types-of-windows>, [πρόσβαση 26-06-2022]
3. Andrianos (2022), <<Προϊόντα θέρμανσης>>, <https://www.andrianos.gr/gr/proionta/thermansis>, [πρόσβαση 29-06-2022]
4. Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (6/Β/οικ. 5825/09-04-2010 (ΦΕΚ Β' 407) «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)».
5. Βικιπαίδεια (2021), <<Κουφώματα>>, <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%BF%CF%85%CF%86%CF%8E%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1>, [πρόσβαση 02-07-2022]
6. Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο (2018), <<ΚΕΝΑΚ>>, <https://eclass.hmu.gr/modules/document/file.php/TD130/%CE%9A%CE%95%CE%9D%CE%91%CE%9A.pdf>, [πρόσβαση 29-06-2022]
7. Home Biology (2015), <<Ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες>>, <https://www.home-biology.gr/ilektromagnitikes-aktinovolies/aktinovolies-xamilon-sixnotiton/sistimata-thermansis>, [πρόσβαση 30-06-2022]
8. Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, 2018, <<Εφαρμογή ΚΕΝΑΚ>>, [http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC\\_WORK/GR\\_ENERGEIAS/kenak](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak), [πρόσβαση 29-06-2022]
9. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών», Έκδοση Γ'.
10. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού», Έκδοση Γ'.
11. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»
12. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2021 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων», Έκδοση Α'.

13. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (2010), <<Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων>>, <https://ypen.gov.gr/energeia/energeiaki-exoikonomisi/ktiria/kenak>, [πρόσβαση 30-06-2022]