

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΠΡΩΗΝ ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ
ΕΛΛΑΔΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.



ΠΤΥΧΙΑΚΗ
ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ
ΚΑΙ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΛΕΙΣΤΟΥ
ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ ΜΕΣΣΗΝΗΣ

ΑΪΒΑΛΗΣ
ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ
ΑΜ:7528

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΔΡ. ΙΩΑΝΝΗΣ
ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2022

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Ιωάννη Καλογήρου για την για την βοήθεια και την καθοδήγηση που μου παρείχε στην διεκπεραίωση της μελέτης αυτής.

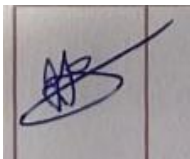
Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τον κύριο Κουτίβα Βασίλειο, διευθυντή του τμήματος διοίκησης περιβάλλοντος και πολεοδομικών έργων, στον δήμο Μεσσήνης, για την ανάθεση αυτής της μελέτης, αλλά και για την καθοδήγηση και τις πληροφορίες που μου παρείχε, για να μπορέσω να ολοκληρώσω την διπλωματική μου εργασία.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους αγαπημένους μου ανθρώπους, οι οποίοι με στηρίζουν τόσα χρόνια και ειδικά κατά την δημιουργία και σύνταξη της πτυχιακής εργασίας αυτής. Χωρίς αυτούς, δεν θα βρισκόμουν εδώ αυτή τη στιγμή.

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή:

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Αϊβαλής Διονύσιος του Δημητρίου με αριθμό μητρώου 7528, φοιτητής του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου της σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο και το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας μου.

Ο Φοιτητής:
(Ονοματεπώνυμο)



(Υπογραφή)

Copyright © Αϊβαλής Διονύσιος

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό.

Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Ερωτήματα που αφορούν την χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΕΞΩΦΥΛΛΟ.....</u>	1
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	9
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	10
1. Εισαγωγή.....	11
1.1. Εισαγωγή στην εξοικονόμηση ενέργειας.....	11
1.2. Εξοικονόμηση ενέργειας στην Ελλάδα.....	12
1.3. Εξοικονομηση ενέργειας στον κτηριακό τομέα.....	13
2. Βιοκλιματικός σχεδιασμός και ενεργειακή απόδοση κτιρίων.....	14
2.1. Ενεργειακό πρόβλημα και κλιματική αλλαγή.....	14
2.2. Ενεργειακός σχεδιασμός κτηρίων.....	14
2.3. Βιοκλιματικός σχεδιασμός.....	16
2.4. Νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας.....	17
2.5. Νομοθεσία της Ελλάδας για την εξοικονόμηση ενέργειας-Εξοικονόμηση Ενέργειας και Αποδοτική Χρήση Ενέργειας.....	18
2.6. Νομοθεσία της Ελλάδας για την εξοικονόμηση ενέργειας-Εξοικονόμηση Ενέργειας και Αποδοτική Χρήση Ενέργειας.....	20
2.7. Δημόσιοι χώροι και ρύπανση.....	22
3. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	25
3.1. Συνοπτική περιγραφή του ΚΕΝΑΚ.....	25

3.2.	Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων	27
3.3.	Ενεργειακή Επιθεώρηση και έκδοση Πιστοποιητικού.....	28
4.	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ	
	ΜΕΣΩ ΚΕΝΑΚ ΚΑΙ ΤΟΤΕΕ	30
4.1.	Εισαγωγή.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.	Κλιματικές ζώνες.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.	Ενεργειακός έλεγχος κτηρίου βάσει οδηγιών ΚΕΝΑΚ.....	33
4.3.1.	Προετοιμασία - συλλογή στοιχείων κτιρίου.....	33
4.3.2.	Προδιαγραφές κανονισμού ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.....	34
4.3.3.	Επεξεργασία Δεδομένων Κτιρίου.....	34
4.3.4.	Διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες.....	35
4.3.5.	Συνθήκες λειτουργίας.....	37
4.3.6.	Εσωτερικά θερμικά κέρδη.....	39
4.3.7.	Γεωμετρία του κτιρίου ή θερμικών ζωνών.....	43
4.3.8.	Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων κτιρίου.....	44
4.3.9.	Αεροστεγανότητα κτιρίου.....	45
4.3.10.	Συστήματα σκιασμού.....	46
4.3.11.	Σύστημα θέρμανσης χώρων.....	46
4.3.12.	Συστήματα ψύξης χώρων.....	47
4.3.13.	Συστήματα μηχανικού αερισμού.....	48
4.3.14.	Σύστημα ύγρανσης χώρων.....	50
4.3.15.	Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης - ΖΝΧ.....	50
4.3.16.	Σύστημα Φωτισμού.....	52
4.3.17.	Διατάξεις αυτομάτου ελέγχου.....	55
4.3.18.	Συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού & θερμότητας - ΣΗΘ.....	55
4.3.19.	Συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας – Α.Π.Ε.....	55

4.3.20.	Συντήρηση & Αναγκαίες Επεμβάσεις.....	56
4.3.21.	Απαιτούμενες Επεμβάσεις - Προτάσεις.....	56
4.4.	Υπολογισμοί και ανάλυση αποτελεσμάτων... Error! Bookmark not defined.	
4.4.1.	Υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου.....	57
4.4.2.	Τήρηση Ελάχιστων Απαιτήσεων Κτιρίου	58
4.4.3.	Απαιτήσεις ενεργειακής κατανάλωσης κτηρίων	Error! Bookmark not defined.
4.5.	Ενεργειακός σχεδιασμός.....	Error! Bookmark not defined.
4.6.	Οπτική άνεση.....	Error! Bookmark not defined.
4.7.	Ακουστική άνεση.....	Error! Bookmark not defined.
4.8.	Ποιότητα αέρα εσωτερικού χώρου.....	63

5. ΤΟ ΚΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ ΜΕΣΣΗΝΗΣ..... 64

5.1.	ΓΕΝΙΚΑ.....	64
5.2.	Το κτήριο	65
5.3.	Εσωτερικοί χώροι κτηρίου.....	68
5.4.	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	Error! Bookmark not defined.
5.5.	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	Error! Bookmark not defined.

6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....92

6.1.	Βασικές θεωρητικές έννοιες.....	92
6.2.	Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων υφιστάμενου κτηρίου.....	93
6.3.	Γενικά στοιχεία κτηρίου.....	95
6.4.	Ειδικά στοιχεία κτηρίου.....	98
6.5.	Τυπικά στοιχεία κτηρίου.....	98

6.6. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιάφανων δομικών στοιχείων.....	100
6.7. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας συντελεστών θερμοπερατότητας διάφανων δομικών στοιχείων.....	107
6.8. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιάφανων κουφωμάτων (Πόρτες).....	110
7. ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	113
7.1. Εισαγωγή.....	113
7.2. Που και πως λαμβάνουν χώρα οι απώλειες σε ένα κτήριο.....	113
7.2.1. Πως μεταδίδεται η θερμότητα και από ποια σημεία του κτηρίου.....	113
7.3. Στοιχεία κτηρίου.....	Error! Bookmark not defined.
7.4. Θερμογέφυρες.....	114
7.6. Παρουσίαση αποτελεσμάτων.....	117
8. ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ.....	118
8.1. Παραδοχές και κανονισμοί υπολογισμών.....	118
8.2. Τυπικά στοιχεία κτηρίου.....	123
8.3. Συνολικά ψυκτικά φορτία κτηρίου.....	123
8.4. Παρουσίαση αποτελεσμάτων.....	123
9. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ-ΚΛΑΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	124
10. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	126
10.1. Τρόποι παρεμβάσεων κτηρίου.....	126
10.2. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιάφανων δομικών στοιχείων.....	127
10.3. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διάφανων δομικών στοιχείων.....	134
10.4. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιάφανων δομικών κουφωμάτων (Πόρτες).....	137
11. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	140

11.1. Θερμικές απώλειες κτηρίου μετά τις παρεμβάσεις.....	140
11.2. Ψυκτικά φορτία κτηρίου μετά τις παρεμβάσεις.....	140
11.3. Σύστημα Ζεστού Νέρου Χρήσης	140
11.4. Σύστημα φωτοβολταϊκών.....	143
11.5. Σύστημα φωτισμού.....	143
12. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ-ΚΛΑΣΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	144
13.ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	146
13.1. Κόστος παρεμβάσεων.....	146
13.2. Απόσβεση επένδυσης.....	149
14.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	152
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	154
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ.....	155

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου (πρώην Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας). Στην παρούσα εργασία, γίνεται ανάλυση της υφιστάμενης ενεργειακής κατάστασης του Κλειστού Γυμναστηρίου Μεσσήνης, στην Μεσσήνη, του νομού Μεσσηνίας, καθώς και της ενεργειακής αναβάθμισής του. Η μελέτη αυτή έγινε με την χρήση του προγράμματος EraCAD της TiSoft, το οποίο είναι βασισμένο στο πρόγραμμα KENAK (ΤΕΕ) και ακολουθεί τις οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, και βάση των ΤΟΤΕΕ γίνεται μελέτη ενεργειακών καταναλώσεων του κελύφους και των συστημάτων θέρμανσης /κλιματισμού και αναφέρονται συμπεράσματα ως προς τις καταναλώσεις και προτάσεις βελτίωσης.

Μερικά χρόνια πριν , η εγκατάσταση ενός συστήματος ΑΠΕ σε ένα σπίτι ή σε μια επιχείρηση και η αντίστοιχη ατομική πρωτοβουλία ήταν μια κίνηση σπάνια έως γραφική. Σήμερα, που βιώνουμε μια ενεργειακή κρίση, η ανάγκη για προστασία του περιβάλλοντος και της οικονομίας μας είναι πιο άμεση και σημαντική από ποτέ. Η εξοικονόμηση ενέργειας επιβάλλεται πλέον όχι μόνο σε συνολικό αλλά και ατομικό επίπεδο. Έτσι η εξέλιξη της τεχνολογίας σε συνδυασμό με τη ραγδαία αύξηση των τιμών των συμβατικών καυσίμων καθιστούν τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μια αναγκαία λύση για την ευημερία μας. Τα σπίτια μας και η ενέργεια που καταναλώνεται σε αυτά, ευθύνονται σε μεγάλο ποσοστό στην κατασπατάληση του ορυκτού πλούτου και τη μόλυνση της ατμόσφαιρας. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι οι φυσικοί διαθέσιμοι πόροι – πηγές ενέργειας, που υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό περιβάλλον που δεν εξαντλούνται, αλλά διαρκώς ανανεώνονται και που δύνανται να μετατρέπονται σε ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια όπως είναι ο ήλιος, ο άνεμος, η βιομάζα, η γεωθερμία, οι υδατοπτώσεις και η θαλάσσια κίνηση. Τα λεγόμενα έξυπνα σπίτια που δεν κατασπαταλούν ενέργεια είναι τα σπίτια του μέλλοντος. Ο δρόμος για την οικιακή χρήση των ΑΠΕ ανοίγει ολοένα και περισσότερο όσο δύσκολος και αν φαίνεται.

Στο πλαίσιο λοιπόν της δικής μου Πτυχιακής Μελέτης ασχολήθηκα με την ενεργειακή μελέτη και αναβάθμιση ενός κλειστού γυμναστηρίου, στην περιοχή της Μεσσήνης, καθώς και για τα περιθώρια βελτίωσης του, όσον αφορά την ενεργειακή αποδοτικότητα του. Πιο συγκεκριμένα έγινε μελέτη της επίδρασης του κανονισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων στα θερμικά και ψυκτικά του φορτία καθώς επίσης και στην κατανάλωση ενέργειας. Στη συνέχεια, με συγκεκριμένους τρόπους παρεμβάσεων πραγματοποιήθηκε μελέτη για την μείωση της κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση-ψύξη-κλιματισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης κάτι το οποίο μπορεί να γίνει με την χρήση δομικών υλικών ταυτόχρονα με την εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή εργασία αναφέρεται στην ενεργειακή μελέτη και ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου του κλειστού γυμναστηρίου Μεσσήνης. Η ανάπτυξη του θέματος αυτού γίνεται σε 13 κεφάλαια.

Πιο συγκεκριμένα, στο **πρώτο** κεφάλαιο γίνεται αναφορά για την εξοικονόμηση ενέργειας στην Ελλάδα συνδυασμό με την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα ,καθώς επίσης και στην αναγκαιότητα της εξοικονόμησης ενέργειας στις μέρες μας.

Στο **δεύτερο** κεφάλαιο περιγράφεται η θεωρία, γύρω από τους νόμους στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή ένωση για τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και την ενεργειακή απόδοση κτιρίων.

Στο **τρίτο** κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στην κλιματική άνεση και στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.

Στο **τέταρτο** κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ, καθώς και αναφορά στις κλιματικές ζώνες που υπάρχουν στην Ελλάδα. Αναλύονται οι συνθήκες λειτουργίας κτιρίων και οι βασικές αρχές στην εξοικονόμηση ενέργειας στην ψύξη και την θέρμανση.

Στο **πέμπτο** κεφάλαιο γίνεται μια ανάλυση του κτηρίου. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται μια παρουσίαση των παραμέτρων του κτηρίου μελέτης, όπως η γεωγραφική περιοχή στην οποία βρίσκεται, παρατίθενται επίσης και φωτογραφίες από εξωτερικές όψεις και τους εσωτερικούς του χώρους, τα σχέδια που ελήφθησαν από την τεχνική υπηρεσία. Επίσης αναφέρονται βασικά στοιχεία για το κτίριο που θα χρησιμοποιηθούν στο επόμενο κεφάλαιο.

Στο **έκτο** κεφάλαιο, χρησιμοποιώντας τα στοιχεία από το προηγούμενο κεφάλαιο πραγματοποιείται η ενεργειακή μελέτη του κτιρίου με στόχο την ενεργειακή αποτίμηση του. Πιο συγκεκριμένα γίνεται υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων σε συνδυασμό με τα γενικά, ειδικά και τυπικά στοιχεία του κτιρίου.

Στο **έβδομο** κεφάλαιο, γίνεται μια μελέτη του συστήματος θέρμανσης και εξαερισμού του κτηρίου με στόχο την εύρεση των απωλειών στον τομέα αυτό. Πιο αναλυτικά γίνεται αναφορά στις θερμικές απώλειες του κτιρίου από τους τοίχους, την οροφή, τα ανοίγματα, τις εσωτερικές επιφάνειες και το δάπεδο, στον τρόπο μετάδοσης της θερμότητας στο κτίριο αυτό, καθώς και τις συνολικές απώλειες χώρου.

Στο **ογδοο** κεφάλαιο γίνεται μια μελέτη ψυκτικών φορτίων του κτηρίου και περιγράφεται η θεωρία γύρω από την μεθοδολογία εύρεσης τους καθώς και το τελικό αποτέλεσμα των ψυκτικών φορτίων του χώρου.

Στο **ένατο** κεφάλαιο γίνεται η αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων για της θερμικές απώλειες του υφιστάμενου κτιρίου. Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα κατατάσσουμε το κτίριο στην ενεργειακή κατηγορία που ανήκει.

Στο **δέκατο** κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους τρόπους παρεμβάσεων του κτηρίου και γίνεται ένας υπολογισμός των θερμικών απωλειών του κτηρίου μετά τις παρεμβάσεις.

Στο **ενδέκατο** κεφάλαιο γίνεται μία ανάλυση των καταναλώσεων του κτηρίου, όπως οι θερμικές του απώλειες, τα ψυκτικά φορτία, αλλά και των υπόλοιπων αναβαθμίσεων του, όπως οι αντλίες θερμότητας, το φωτοβολταϊκό σύστημα και οι ηλιακοί θερμοσίφωνες,

Στο **δωδέκατο** κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων και γίνεται μία αποτίμηση της ενεργειακής κατάταξης του αναβαθμισμένου κτηρίου.

Στο **δέκατο τρίτο** κεφάλαιο γίνεται μία οικονομοτεχνική μελέτη του έργου καθώς αναλύονται τα κόστη των παρεμβάσεων, η εξοικονόμηση ενέργειας που καταναλώνει το κτήριο, καθώς και ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης.

Στο **δέκατο τέταρτο** και τελευταίο κεφάλαιο της πτυχιακής μου γίνεται μια αναφορά στα συμπεράσματα της μελέτης, καθώς και μια επιγραμματική αναφορά στις παρεμβάσεις και τα αποτελέσματά τους.

1. Εισαγωγή

1.1. Εισαγωγή στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Ένας εκ των βασικών πυλώνων στήριξης του σύγχρονου μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης σε παγκόσμιο επίπεδο αποτελεί η χρήση της ενέργειας. Στην καθημερινότητα μας χρησιμοποιούμε ενέργεια, αυτή μπορεί να παίρνει διάφορες μορφές, όπως φωτισμό και ζεστασιά στα σπίτια μας, το ηλεκτρικό ρεύμα στις συσκευές μας, στις βιομηχανίες μας και σε όλες τις υποδομές μας. Αυτό γίνεται, για να παράγουμε έργο και προϊόντα, έτσι ώστε να έχουμε ανέσεις, να μετακινούμαστε και γενικά για να μπορέσουμε να επιβιώσουμε. Η συνεχής βελτίωση του βιοτικού επιπέδου είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την αύξηση της ενεργειακής ζήτησης. Αναμφίβολα, οι σύγχρονες κοινωνίες καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας για να καταφέρουν όλα τα παραπάνω και στο μέλλον αυτή η κατανάλωση θα αυξηθεί ακόμα περισσότερο. Η ενέργεια, υπό τη μορφή στερεών (καυσόξυλα) ή υγρών καυσίμων (πετρέλαιο), φυσικού αερίου, ανανεώσιμων πηγών (νερό, βιομάζα/βιοαέριο, αέρας, ήλιος, γεωθερμία) και ηλεκτρισμού, είναι απαραίτητο συστατικό κάθε σύγχρονης δραστηριότητας. Οι δαπάνες για ενέργεια καταλαμβάνουν αξιοσημείωτο μέρος του λειτουργικού κόστους στη βιομηχανία, στις μεταφορές και, σε μικρότερο βαθμό, στους υπόλοιπους κλάδους της οικονομίας. Σημαντικό είναι το μερίδιο της δαπάνης για την αγορά ενεργειακών προϊόντων και στους οικογενειακούς προϋπολογισμούς, ειδικά για τα νοικοκυριά με χαμηλότερο εισόδημα. Επιπλέον, ο τρόπος με τον οποίο παράγεται η ωφέλιμη ενέργεια έχει σημαντικές επιδράσεις στο περιβάλλον και στην κοινωνία. Επομένως, οι συνθήκες παροχής ενέργειας –όπως η αξιοπιστία παροχής και η ασφάλεια εφοδιασμού, το κόστος παραγωγής και οι τελικές τιμές, το μείγμα τεχνολογιών και οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου– έχουν σημαντικές οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Στην προσπάθεια μας λοιπόν να μειώσουμε αυτές τις επιπτώσεις στην κοινωνία και στο περιβάλλον, προσπαθούμε να μειώσουμε τους ρύπους που απελευθερώνουμε στο περιβάλλον, από την καύση φυσικών πόρων (ορυκτών και μη ορυκτών). Αυτό μπορούμε να το επιτυγχάνουμε με την στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών.¹

Άλλος ένας τρόπος που μπορούμε να μειώσουμε αυτές τις επιπτώσεις είναι μέσω της εξοικονόμησης της ενέργειας που καταναλώνουμε, δηλαδή τη μείωση της ποσότητας ενέργειας που χρησιμοποιείται από εμάς και τα μηχανήματα. Χρησιμοποιώντας λιγότερη ενέργεια κάνουμε καλό στο περιβάλλον, ξοδεύουμε λιγότερα χρήματα και χτίζουμε ένα καλύτερο μέλλον για τις επόμενες γενιές. Επίσης, χρησιμοποιώντας λιγότερη ενέργεια μας βοηθά μελλοντικά να διατηρήσουμε αυτούς τους φυσικούς πόρους. Η ενεργειακή απόδοση βρίσκεται στο επίκεντρο της ενεργειακής στρατηγικής της ΕΕ για την δεκαετία του 2020 και αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την επίτευξη των στόχων που καθορίζονται στον χάρτη πορείας για τη μετάβαση σε μια ανταγωνιστική οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα το 2050.

Συγκεκριμένα, θεσπίζονται καθημερινά νέα μέτρα και νόμοι για εξασφάλιση σημαντικής εξοικονόμησης ενέργειας για τους καταναλωτές όσο και για τη βιομηχανία. Καθιστώντας, παλιά και νέα κτίρια πιο ενεργειακά αποδοτικά, βοηθά την ΕΕ να επιτύχει τους ενεργειακούς και κλιματικούς στόχους της. Επιπροσθέτως, η ελάττωση της ενέργειας που καταναλώνεται από τη θέρμανση και την ψύξη των κτιρίων και της βιομηχανίας μπορεί να επιτευχθεί μέσα από την κλιμάκωση της χρήσης προηγμένων και υψηλής απόδοσης μονωτικών υλικών

κατασκευής κατά την ανακαίνιση των κτιρίων. Στον τομέα της βιομηχανίας, η αποθήκευση της ενέργειας για θέρμανση και ψύξη μπορεί να γίνει με ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες, όπως οι μονάδες συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας που παράγουν τόσο θερμότητα όσο και ηλεκτρική ενέργεια, καθώς και μέσω λύσεων διαχείρισης ενέργειας.²

1.2. Εξοικονόμηση ενέργειας στην Ελλάδα.

Στην Ελλάδα οι ανάγκες για θέρμανση των κατοικιών ανέρχονται περίπου στο 70% της συνολικής ενεργειακής τους κατανάλωσης. Η κατανάλωση ενέργειας για τις οικιακές συσκευές, το φωτισμό και τον κλιματισμό ανέρχεται στο 18% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου. Οι κατοικίες με κεντρικό σύστημα θέρμανσης, το οποίο χρησιμοποιεί ως καύσιμο αποκλειστικά το πετρέλαιο αντιστοιχούν στο 35,5% του συνόλου. Το υπόλοιπο 64% είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες που χρησιμοποιούν σε ποσοστό 25% πετρέλαιο, 12% ηλεκτρισμό και 18% καυσόξυλα. Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται εν μέρει με τον κατάλληλο σχεδιασμό του κτιρίου και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων και εν μέρει μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασής του καθώς και των σχετικών τεχνικών μελετών που τον προδιαγράφουν. Άλλος ένας καθοριστικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας είναι η ενεργειακή διαχείριση του κτιρίου, μία συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από

ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων. Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο μπορεί να αφορούν:

- Το κτιριακό κέλυφος (π.χ. θερμομόνωση, κατάλληλα συστήματα ανοιγμάτων, παθητικά ηλιακά συστήματα)
- Τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου (π.χ. χρήση βλάστησης)
- Τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού και τις ηλεκτρικές συσκευές
- Την ορθολογική χρήση του κτιρίου και την αξιοποίηση των δομικών του στοιχείων (π.χ. ενεργειακή διαχείριση, φυσικός αερισμός, αξιοποίηση της θερμικής μάζας).³



Σχήμα 1.

1.3. Εξοικονόμηση ενέργειας στον κτηριακό τομέα.

Ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Η κατανάλωση αυτή είτε σε μορφή θερμικής (κυρίως πετρέλαιο) είτε σε μορφή ηλεκτρικής ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα εκτός της σημαντικής οικονομικής επιβάρυνσης λόγω του υψηλού κόστους της ενέργειας, τη μεγάλη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με ρύπους κυρίως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.³

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων αποτελεί βασικό εργαλείο για την επίτευξη αυτών των στόχων. Ο κτιριακός τομέας διευρύνεται με επακόλουθο την αύξηση της ενεργειακής του κατανάλωσης. Συνεπώς η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και η χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στον κτιριακό τομέα αποτελούν σημαντικά μέτρα που απαιτούνται για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Η μειωμένη κατανάλωση ενέργειας και η αυξημένη χρήση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές διαδραματίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στην προώθηση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού και της τεχνολογικής ανάπτυξης και προωθούνται συγκεκριμένες δράσεις με σκοπό να αξιοποιηθεί το μεγάλο ανεκμετάλλευτο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια.

Τα κτίρια έχουν επιπτώσεις στην κατανάλωση ενέργειας μακροπρόθεσμα. Λόγω του πολυετούς κύκλου ανακαίνισης των υφιστάμενων κτιρίων τα νέα κτίρια και τα υφιστάμενα κτίρια που υφίστανται ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας πρέπει να ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις όσον αφορά στην ενεργειακή απόδοση προσαρμοσμένες στο τοπικό κλίμα. Οι μεγάλης κλίμακας ανακαίνισεις (ριζικές ανακαίνισεις) υφιστάμενων κτιρίων ανεξάρτητα από το μέγεθος, δίνουν ευκαιρία για τη λήψη οικονομικώς συμφερόντων μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών και οικονομικά αποτελεσματικών τεχνολογιών είναι δυνατή η επίτευξη σημαντικής βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των υφιστάμενων παλαιών κτιρίων με σημαντικά περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη. Με την αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας οι πολίτες μπορούν να μειώσουν τους λογαριασμούς τους που αφορούν στην κατανάλωση ενέργειας, να προστατεύσουν την υγεία τους και το περιβάλλον καθώς και να βελτιώσουν την ποιότητα του αέρα.⁴



Σχήμα 2.

2. Βιοκλιματικός σχεδιασμός και ενεργειακή απόδοση κτιρίων.

2.1. Ενεργειακό πρόβλημα και κλιματική αλλαγή.

Ο στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο οποίος είναι να οριοθετήσει την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας στους δύο βαθμούς κελσίου σε σύγκριση με τις τιμές πριν την βιομηχανική επανάσταση, υπαινίσσεται ότι μέχρι το 2050 οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα θα έχουν μειωθεί κατά 60% με 80%, σε σχέση με το 1990 (Ευρωπαϊκή Ένωση 2007). Αντιθέτως, η Διεθνής Οργάνωση Ενέργειας προβλέπει ότι μέχρι το 2035 αυτές οι εκπομπές θα έχουν αυξηθεί κατά 20%. Αυτά τα ποσοστά και οι τιμές είναι προ πανδημίας, η οποία μας καθυστέρησε σε πολλούς τομείς, όπως αυτά της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μηδενικές εκπομπές ρύπων το 2030. Οπότε μπορείτε να φανταστείτε το πόσο περισσότερο χρόνο θα πάρει η μείωση των ρύπων αν δεν ληφθούν επείγοντως νέα τροποποιημένα μέτρα.

Μέσα στο πλήθος των πιθανών σεναρίων για την μείωση των ρύπων, η μείωση της ενέργειας που καταναλώνουμε είναι μέγιστης σημασίας. Αυτό μπορεί να εφαρμοστεί στον κτηριακό τομέα μέσω του ενεργειακού σχεδιασμού κτηρίων. ⁵

2.2. Ενεργειακός σχεδιασμός κτηρίων.

Ο ενεργειακός σχεδιασμός έχει σκοπό τη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, των αντίστοιχων ρύπων αλλά και του φορτίου αιχμής για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτηρίων, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα θερμική και οπτική άνεση μέσα στους χώρους. ⁶

Η βέλτιστη ενεργειακή απόδοση κτηρίων επιτυγχάνεται με το σχεδιασμό κτηρίων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης (βιοκλιματικός σχεδιασμός), την εφαρμογή ώριμων & αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών για την κάλυψη των επικουρικών ενεργειακών αναγκών (θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ZNX), την εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου απόδοσης και λειτουργίας των εγκαταστάσεων του κτιρίου. Επίσης, εξετάζονται θέματα Θερμικής απόδοσης κελύφους και Φυσικού Φωτισμού. Ο σχεδιασμός των Η/Μ κτιριακών εγκαταστάσεων και η επιλογή του σχετικού εξοπλισμού, (διατάξεων και συστημάτων θέρμανσης, κλιματισμού, παραγωγής ζεστού νερού χρήσης και φωτισμού) συμπεριλαμβάνεται στον ενεργειακό σχεδιασμό.

Η ενεργειακή απόδοση των κτηρίων προσδιορίζεται με εργαλεία δυναμικής ανάλυσης και προσομοίωσης, με στόχο τη διερεύνηση του βέλτιστου τρόπου δόμησης και τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κελύφους τόσο ποιοτικά (θερμική και οπτική άνεση) όσο και ποσοτικά (εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό).

Οι ενεργειακές μελέτες κτηρίων και οικιστικών συνόλων έχουν ως στόχο την βελτίωση της απόδοσης, την εξασφάλιση ενεργειακών οφελών και τη βελτίωση των συνθηκών άνεσης με εφαρμογή του ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού. Ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός βασίζεται στις αρχές της βελτιστοποιημένης ενεργειακά αρχιτεκτονικής, και στην ένταξη συστημάτων ανανεώσιμων πηγών και εξοικονόμησης ενέργειας σε νέα και υφιστάμενα κτίρια. Τα συστήματα αφορούν το κτηριακό κέλυφος και τις μεθόδους κατασκευής, τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, την ενεργειακή

διαχείριση και τις τεχνολογίες ΑΠΕ για την κάλυψη των θερμικών και ηλεκτρικών αναγκών των κτιρίων. Στην περίπτωση των υφιστάμενων κτιρίων προηγείται της Ενεργειακής Μελέτης, η διενέργεια της Ενεργειακής Επιθεώρησης, η οποία υποδεικνύει τις ανάγκες ενεργειακής ανακαίνισης (στοιχεία που θα ληφθούν υπόψη κατά την Ενεργειακή Μελέτη που θα ακολουθήσει).

Πιο συγκεκριμένα εκπονούνται :

- Μελέτες βιοκλιματικού και ενεργειακού σχεδιασμού κτιρίων και πολεοδομικών συνόλων με αξιοποίηση περιβαλλοντικών πηγών, ένταξη Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων (παθητική θέρμανση), τεχνικές Φυσικού Δροσισμού (παθητική ψύξη), τεχνικές Φυσικού Φωτισμού
- Μελέτες ενεργειακής αποδοτικότητας κτιρίων και δομικών στοιχείων (υλικών και συστημάτων)
- Μελέτες χωροθέτησης, σχεδιασμού περιβάλλοντος χώρου και μικροκλίματος
- Μελέτες σκοπιμότητας ένταξης συστημάτων Εξοικονόμησης Ενέργειας, Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας & Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
- Μελέτες παρακολούθησης απόδοσης και λειτουργίας ενεργειακών συστημάτων και εφαρμογής ενεργειακών τεχνολογιών στα κτίρια
- Μελέτες καταγραφής ενεργειακής χρήσης υφιστάμενων κτιρίων με ενεργειακές επιθεωρήσεις σε επίπεδο κελύφους και Η/Μ εγκαταστάσεων.

Στο πλαίσιο των ενεργειακών μελετών περιλαμβάνονται τα ακόλουθα:

- έλεγχος των κλιματικών δεδομένων της περιοχής για τον προσδιορισμό της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας, επικρατούντων ανέμων, συνθηκών υγρασίας,
- εφαρμογή βιοκλιματικού και ενεργειακού σχεδιασμού για την επιλογή κατάλληλων υλικών και συστημάτων κελύφους (αδιαφανών και διαφανών στοιχείων και συστημάτων ηλιοπροστασίας) και προσδιορισμός της βέλτιστης ενεργειακής απόδοσης με δυναμική ανάλυση του κτιρίου ή των κτιριακών συνόλων
- έλεγχος της θερμικής απόδοσης του κελύφους, υπολογισμός της ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση – ψύξη, καθορισμό των θερμικών χαρακτηριστικών των διαφανών και αδιαφανών στοιχείων του κελύφους, των υλικών και των συστημάτων, καθώς και υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας από τον ενεργειακό σχεδιασμό
- ανάλυση φωτεινού περιβάλλοντος και έλεγχος της απόδοσης των συστημάτων φυσικού φωτισμού ανά ζώνη προσανατολισμού. Έλεγχος της κατανομής φυσικού φωτισμού και καθορισμός των φωτομετρικών χαρακτηριστικών των διαφανών στοιχείων και των συνοδευτικών συστημάτων σκιασμού
- υπολογισμός συνθηκών θερμικής άνεσης και προτάσεις βελτίωσης αυτών - υπολογισμός συνθηκών οπτικής άνεσης και προτάσεις βελτίωσης αυτών
- μεγιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης του Η/Μ εξοπλισμού τόσο σε συνθήκες σχεδιασμού υπό πλήρες φορτίο όσο και σε συνθήκες μερικού φορτίου και ελαχιστοποίηση των ενεργειακών απωλειών στα συστήματα διανομής
- επιλογή δόκιμων ενεργητικών συστημάτων αξιοποίησης ΑΠΕ για την υποκατάσταση συμβατικών μορφών ενέργειας για τις σχετικές ενεργειακές χρήσεις
- επιλογή δόκιμου εξοπλισμού Η/Μ εγκαταστάσεων και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας. ^{7,8}

2.3. Βιοκλιματικός σχεδιασμός.

Η Ελλάδα μετά το πρωτόκολλο του Κιότο (2005) είναι υποχρεωμένη να μειώσει τις εκπομπές ρύπων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα κτίρια καταναλώνουν ενέργεια για την κάλυψη αναγκών του ανθρώπου όπως η εξασφάλιση θερμικής και οπτικής άνεσης. Η ενέργεια αυτή τις περισσότερες φορές, μεταφράζεται σε εκπομπές ρύπων CO₂ αναλογικά με τον τρόπο παραγωγής της. Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα, είναι υπεύθυνος για περίπου το 40% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας και άρα τα κτίρια εκπέμπουν μεγάλες ποσότητες ρύπων τις οποίες και πρέπει να μειώσουν. Συνεπώς η χώρα μας αποκτά έναν νέο προσανατολισμό προς την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια με στόχο την μείωση των εκπνεόμενων ρύπων και την βελτίωση της ποιότητας ζωής στις πόλεις. Οι περισσότεροι τύποι κτιρίων καταναλώνουν ενέργεια για να καλύψουν (βιοτικές) ανάγκες του ανθρώπου οι οποίες σχετίζονται με τις συνθήκες άνετης διαβίωσης μέσα σε αυτά. Έτσι καταναλώνουν ενέργεια κυρίως για ψύξη, θέρμανση, τεχνητό φωτισμό κ.α. Οι συνθήκες άνετης διαβίωσης είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την υγεία των χρηστών και χαρακτηρίζουν την θερμική και οπτική άνεση τους.⁹

Βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου είναι ο σχεδιασμός ο οποίος λαμβάνοντας υπόψη το κλίμα κάθε περιοχής, στοχεύει στην εξασφάλιση των απαραίτητων εσωκλιματικών συνθηκών (θερμική και οπτική άνεση, ποιότητα αέρα) με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, αξιοποιώντας τις διαθέσιμες περιβαλλοντικές πηγές (ήλιο, αέρα - άνεμο, νερό, έδαφος).

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, την ψύξη και το φωτισμό των κτιρίων. Τεχνικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν η θερμική προστασία του κελύφους, τα παθητικά ηλιακά συστήματα, οι τεχνικές και τα συστήματα φυσικού δροσισμού και φυσικού φωτισμού και ορισμένες τεχνικές ορθολογικής χρήσης ενέργειας (θερμικές ζώνες, αποθήκευση θερμότητας στα δομικά στοιχεία του κτιρίου).

Στην Ελλάδα τα βιοκλιματικά κτίρια, όπως προκύπτει από μετρήσεις, ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις, παρουσιάζουν εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 30% σε σχέση με συνήθη συμβατικά κτίρια, ενώ σε σχέση με παλαιότερα κτίρια χωρίς μόνωση η αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε ποσοστό της τάξης του 80%.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός εξαρτάται από το τοπικό κλίμα και βασίζεται στις παρακάτω αρχές:

- Θερμική προστασία των κτιρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του.
- Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον προσανατολισμό των χώρων και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων (ο νότιος προσανατολισμός είναι ο καταλληλότερος) και την διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες και με τα παθητικά ηλιακά συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και αποτελούν «φυσικά» συστήματα θέρμανσης, αλλά και φωτισμού.
- Προστασία των κτιρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της σκίασης, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.

- Απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως ο φυσικός αερισμός τις νυχτερινές ώρες.

- Εξασφάλιση επαρκούς φυσικού φωτισμού και ελέγχου της φωτεινής ακτινοβολίας ώστε να υπάρχει επάρκεια και ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.

- Βελτίωση του κλίματος έξω και γύρω από τα κτίρια, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των εξωτερικών χώρων και, εν γένει, του δομημένου περιβάλλοντος, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός περιλαμβάνει και τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα, που είναι αναπόσπαστα κομμάτια – δομικά στοιχεία ενός κτιρίου, που λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια.

Τα παθητικά συστήματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτηρίου συνεπάγεται τη συνύπαρξη και συνδυασμένη λειτουργία όλων των συστημάτων, ώστε να προκύπτουν θερμικά και οπτικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.¹⁰

Εμείς στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε κυρίως με το ενεργητικό κομμάτι του ενεργειακού σχεδιασμού, όπως την ενίσχυση της μόνωσης, συστήματα τριπλής ενέργειας και αναβάθμιση κουφωμάτων.

2.4. Νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας.

Ανάμεσα στις πολιτικές που η Ε.Ε. θεωρεί ως ικανές να εκπληρώσουν τις υποχρεώσεις της βάσει του Πρωτοκόλλου του Κιότο είναι η πλήρης αξιοποίηση των δυνατοτήτων της εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια που θα επιτρέψει την παράλληλη μείωση της εξωτερικής ενεργειακής εξάρτησης και των εκπομπών του CO₂. Συγκεκριμένα η εξοικονόμηση στα κτίρια μπορεί να

επιτύχει μείωση κατά 40% της ενεργειακής κατανάλωσης ανεξαρτήτως ηλικίας ή χρήσης βάσει μέτρων όπως φορολογικών κινήτρων ή διατάξεων κανονιστικού χαρακτήρα που κάθε κράτος μέλος πρέπει να αναπτύξει και να εφαρμόσει.¹¹

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία είναι η φιλόδοξη πολιτική της ΕΕ για το κλίμα που έχει ως στόχο να καταστεί η Ευρώπη η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος έως το 2050. Ειδικότερα, η επίτευξη αυτού του στόχου θα απαιτήσει την ανάληψη δράσης από όλους τους τομείς της οικονομίας μας, συμπεριλαμβανομένων των επενδύσεων σε φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες, της απαλλαγής του ενεργειακού τομέα από τις ανθρακούχες εκπομπές, της διασφάλισης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων ή της ανάπτυξης καθαρότερων μορφών ιδιωτικών και δημόσιων μεταφορών. Η Ενεργειακή Ένωση είναι το κύριο μέσο ενεργειακής πολιτικής για την επίτευξη των μετασχηματισμών που απαιτούνται για την απαλλαγή του ενεργειακού μας συστήματος από τις ανθρακούχες εκπομπές. Στόχος της Ενεργειακής Ένωσης είναι να προσφέρει στους καταναλωτές της ΕΕ — νοικοκυριά και επιχειρήσεις — ασφαλή, βιώσιμη, ανταγωνιστική και οικονομικά προσιτή ενέργεια. Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι οι πολιτικές και τα μέτρα σε διάφορα επίπεδα

είναι συνεκτικά, συμπληρωματικά και επαρκώς φιλόδοξα, η Ενεργειακή Ένωση ενέκρινε έναν ισχυρό μηχανισμό διακυβέρνησης, ο οποίος βασίζεται σε ενοποιημένα εθνικά σχέδια για την ενέργεια και το κλίμα. Η χρήση αξιόπιστων δεδομένων υψηλής ποιότητας για την παρακολούθηση των στόχων πολιτικής στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας και των δεσμών μέτρων για την Ενεργειακή Ένωση θα ενισχύσει την αξιοπιστία της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ. Η κατάσταση της Ενεργειακής Ένωσης παρακολουθεί την πρόοδο που σημειώνεται για τη μετάβαση σε μια ασφαλή και ανταγωνιστική οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Αναδεικνύει επίσης κάθε χρόνο τα ζητήματα στα οποία απαιτείται περαιτέρω προσοχή.¹²

2.5. Νομοθεσία της Ελλάδας για την εξοικονόμηση ενέργειας- Εξοικονόμηση Ενέργειας και Αποδοτική Χρήση Ενέργειας.

Οι εθνικές κλιματικές πολιτικές της χώρας συνιστούν η χώρα να φτάσει σε μια κλιματική ανθεκτικότητα ο τομέας της ενέργειας. Κλιματική ανθεκτικότητα, ορίζεται ως η ικανότητα των κοινωνικών, οικονομικών και οικοσυστημάτων να αντιμετωπίσουν ένα επικίνδυνο γεγονός ή τάση ή διαταραχή. Η εθνική στρατηγική προσαρμογής (NAS), η οποία συντάχθηκε από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας και ψηφίστηκε το 2016, συμπεριλαμβάνει τον τομέα της ενέργειας, ως έναν από τους 15 σημαντικούς τομείς για την ανάπτυξη της χώρας και προτείνει μια σειρά πιθανών δράσεων και μέτρων. Η δημιουργία αυτής της στρατηγικής βασίστηκε στην έκθεση των επιπτώσεων του κλίματος ([national climate impact assessment](#)), η οποία δημοσιεύτηκε από την επιτροπή των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, της τράπεζας Ελλάδος, το 2011.

Αυτή η έκθεση δίνει έμφαση στους κινδύνους που μπορεί να επιφέρει η κλιματική αλλαγή στα εποχιακά μοτίβα της ενεργειακής ζήτησης και τα δίκτυα παροχής ενέργειας (power supply networks), και βασιζόμενη σε αυτές τις πληροφορίες η εθνική στρατηγική προσαρμογής (NAS) προτείνει δράσεις, έτσι ώστε να ενισχύσει την ανεξαρτησία του ενεργειακού τομέα. Προτείνεται να εγκατασταθούν έξυπνα συστήματα για βελτιστοποίηση της ζήτησης ενέργειας, εμπεριέχοντας προληπτικά μέτρα ώστε να αποφθεχθούν οι κλιματικοί κίνδυνοι, όταν σχεδιάζουμε το δίκτυο ενέργειας. Επίσης, συνίσταται να γίνονται έλεγχοι ευαισθησίας σε διαφορετικούς τύπους δικτύου ενέργειας, βιομηχανίες και εγκαταστάσεις. Τέλος προτείνει δράσεις ώστε να διασφαλιστεί το ήδη υπάρχον σύστημα ενέργειας, η προστασία των υδάτινων πόρων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας και να επιτρέψει την έρευνα και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών (συμπεριλαμβανομένων και των έξυπνων δικτύων).

Δεκατρείς Regional Adaptation Action Plans (RAAPs) συνοδεύουν τις NAS δραστηριότητες και τηρώντας τους στόχους και τις αρχές τους και τις προτεραιότητες τους, σχεδιασμένα στις ανάγκες κάθε περιοχής. Τα σχέδια αυτά περιέχουν εκθέσεις τοπικών συνεπειών της κλιματικής αλλαγής και ειδικά σχεδιασμένες δράσεις αποκλειστικά για κάθε τόπο. Επίσης αναδεικνύουν τρόπους ώστε να προσαρμοστεί το δίκτυο ενέργειας στην κλιματική αλλαγή και να μην έχουμε αιχμές στην ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, για ψύξη και θέρμανση στον οικιακό και τουριστικό τομέα.

Το 2017, το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας κατέθεσε πρόταση να στηρίξει την ενσωμάτωση των προαναφερθέντων στο πρόγραμμα EU LIFE Programme, Το όργανο χρηματοδότησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το περιβάλλον και την κλιματική δράση. Το [LIFE-IP AdaptInGR project](#) προσφέρει στην Ελλάδα ανθρώπινο δυναμικό και

οικονομικούς πόρους ώστε να την βοηθήσει να υιοθετήσει δράσεις προσαρμογής μέχρι το 2026, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που έχουν σχέση με τον τομέα της ενέργειας.

Επιπλέον, ώστε να μπορέσει η Ελλάδα να σχεδιάσει και να εφαρμόσει αυτές τις πολιτικές στον τομέα της ενέργειας, το LIFE-IP Adapt In GR project, αυτή τη στιγμή αναλύει τα 13 αυτά σχέδια (RAAPs), ώστε να θεσπιστούν οι απαραίτητες δράσεις σε εθνικό επίπεδο. Επίσης, στοχεύει στο να αξιολογήσει τις δράσεις που ήδη εφαρμόζονται στον τομέα της ενέργειας, τις στρατηγικές, τα σχέδια και τα οικονομικά στοιχεία που χρειάζονται ώστε να αναγνωριστούν η πρόοδος, οι δυσκολίες, η έλλειψη γνώσεων, τα δυνατά σημεία, οι ευκαιρίες και οι προτεραιότητες για δράση.

Συγκρίνοντας με το NAS, οι δράσεις για κλιματική ανεξαρτησία στον τομέα της ενέργειας είναι μείζονος σημασίας ή σπανίως αναφέρονται στις εθνικές πολιτικές και νόμους, όπως ο [National Energy and Climate Plan, Law No. 3855/2010](#) (Μέτρα, ώστε να βελτιωθεί η εξοικονόμηση ενέργειας στην τελική χρήση, σε υπηρεσίες και άλλες χρήσεις) και τον νόμο [Law No. 4001/2011](#), που σχετίζεται με την λειτουργία της αγοράς ηλεκτρισμού και καυσίμων για δίκτυα εξερεύνησης, παραγωγής και μεταφορών. ¹³

Η εθνική πολιτική για την εξοικονόμηση ενέργειας και την αποδοτική χρήση ενέργειας απορρέει από την αντίστοιχη [Ευρωπαϊκή πολιτική](#) και κυρίως μέσα από την Ευρωπαϊκή [Οδηγία 2012/27/ΕΕ](#) για την Ενεργειακή Απόδοση και τις σχετικές [τροποποιήσεις](#) της. Επιπλέον, μέσα από τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό για τη [Διακυβέρνηση της Ένωσης για την ενέργεια και το κλίμα για το 2030](#), καθορίζεται σημαντικός ρόλος για την ενεργειακή απόδοση για την επίτευξη των [Ευρωπαϊκών στόχων](#) για την ενέργεια και το κλίμα για την περίοδο 2021-2030, αφού τίθεται υποχρέωση για εφαρμογή της [αρχής για ενεργειακή απόδοση κατά προτεραιότητα](#).

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση αποτελεί το πλαίσιο μέσα από το οποίο καθορίστηκαν οι [εθνικοί ενδεικτικοί και υποχρεωτικοί στόχοι για την ενεργειακή απόδοση για το 2020 και το 2030](#). Επιπλέον θέτει υποχρεώσεις για την υλοποίηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης που καλύπτουν ολόκληρη την αλυσίδα της ενέργειας, από την παραγωγή μέχρι την τελική χρήση της. Αφορούν επίσης, μεταξύ άλλων υποχρεώσεις για την προώθηση των [ενεργειακών ελέγχων](#), των [παρόχων ενεργειακών υπηρεσιών](#), των [διαχειριστών ενέργειας](#), την ενεργειακή απόδοση στις δημόσιες αγορές, τον υποδειγματικό ρόλο του δημόσιου τομέα, την πληροφόρηση των καταναλωτών, την απόδοση στη [θέρμανση και ψύξη και την προώθηση στην συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας](#). Οι εθνικές υποχρεώσεις για την περίοδο 2014-2020, καθορίστηκαν μέσα από το [Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση](#) και το [Εθνικό Πρόγραμμα Ενεργειακής Απόδοσης](#). Η πρόοδος παρακολουθείται μέσα από [ετήσιες εκθέσεις](#) που υποβάλλονται ετησίως στην Ε. Επιτροπή. Οι εθνικοί στόχοι για την εξοικονόμηση ενέργειας για το 2030 καθώς επίσης τα μέτρα και τις πολιτικές που θα λάβει το κράτος για να τους επιτύχει, έχουν καθοριστεί μέσα από το [Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα για το 2030](#).

Τα εθνικά μέτρα είναι άλλων είναι οι φόροι κατανάλωσης στα καύσιμα κίνησης, η φορολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω του τέλους ΑΠΕ και ΕΞΕ, ο καθορισμός νέων τελών κυκλοφορίας οχημάτων για τις νέες εγγραφές με βάση του εκπεμπόμενου ρύπου, τα οικονομικά κίνητρα για μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης σε κατοικίες και επιχειρήσεις, η επιβολή υποχρέωσης εξοικονόμησης ενέργειας σε μεγάλους διανομείς ενέργειας, οι [δράσεις για πληροφόρησης του κοινού](#) και η καλύτερη πληροφόρηση των [καταναλωτών](#) και των [επιχειρήσεων](#), τα μέτρα στα [κτίρια του δημόσιου και ευρύτερου Δημόσιου Τομέα](#), η αντικατάσταση λαμπτήρων οδικού φωτισμού σε ενεργειακά

αποδοτικότερους, [η εθελοντική δέσμευση επιχειρήσεων για λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας](#) κοκ. Είδικα για την περίοδο 2021-2030, σειρά μέτρων προγραμματίζεται και στον τομέα των μεταφορών από το Αρμόδιο [Υπουργείο Μεταφορών Επικοινωνιών και Έργων](#).

14

Στην Ελλάδα έχει θεσπιστεί ένα ολοκληρωμένο θεσμικό πλαίσιο με στόχο την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού τομέα και την μείωση της καταναλωμένης ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα,

- Νόμος 3855/2010 Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις.
- Νόμος 3851/2010 Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (Δεσμευτικοί εθνικοί στόχοι για διείσδυση ΑΠΕ στην τελική ενεργειακή κατανάλωση μέχρι το 2020).
- Νόμος 3661/2008 Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις.

Ακόμη, η πολιτεία έχει θέσει ως στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό 9% ως το 2016 και έχει εγκρίνει το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για αύξηση της ενεργειακής απόδοσης(ΣΔΕΑ) που περιλαμβάνει τα καταλληλά μέτρα για την εκπλήρωση του στόχου.

Τα βασικότερα μετρά και διατάξεις του Νόμου 3855/2010 συνοψίζονται παρακάτω:

- Θέσπιση μέτρων για το άνοιγμα της αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών μέσω ΕΕΥ
- Κατεύθυνση για τον υποδειγματικό ρόλο που πρέπει να διαδραματίσει ο δημόσιος φορέας
- Εκλεκτικοί μηχανισμοί ενέργειας, δηλαδή ενεργειακοί έλεγχοι, διακριτά τιμολόγια, έξυπνοι μετρητές
- Ανάπτυξη θεσμικών μέτρων όπως σύστημα παρακολούθησης, διαθεσιμότητα πληροφοριών, εκούσιες συμφωνίες, πράσινες δημόσιες προμήθειες ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή μείωση κατανάλωσης ενέργειας. ¹⁵

Το φυσικό ή νομικό πρόσωπο που εξειδικεύεται στις ενεργειακές υπηρεσίες και γενικότερα σε τρόπους ενεργειακής αναβάθμισης του κτιριακού τομέα αναλαμβάνοντας το κόστος και την προώθηση αυτών καλείται εξ ορισμού <<Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών>> ή <<ΕΕΥ>>. Η συμφωνία που πιστοποιείται εγγράφως μεταξύ του κατόχου και του παρόδου ενεργειακών υπηρεσιών με σκοπό την επίτευξη ενεργειακής αναβάθμισης και με οικονομικές απολαβές του παρόδου ανάλογα με το επίπεδο της ενεργειακής βελτίωσης καλείται <<Σύμβαση Ενεργειακής Απόδοσης>> ή <<ΣΕΑ>>. ¹⁶

2.6. Ενεργειακή αποδοτικότητα κτηρίων.

Η ελληνική πολιτεία έχει συντάξει τον κανονισμό ενεργειακής αποδοτικότητας κτιρίων γνωστό και ως ΚΕΝΑΚ. Μέχρι το 2010 ο κλάδος των κατασκευών λειτουργούσε με τον **κανονισμό θερμομόνωσης κτιρίων ή αλλιώς ΚΘΚ (1979)**. Η πολιτεία θεσμοθέτησε ουσιαστικά τον ΚΕΝΑΚ μιας και η Ελλάδα είχε καταδικαστεί από το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο (17 Ιανουαρίου 2008) γιατί δεν είχε ακολουθήσει την Κοινοτική Οδηγία 2002/91 σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Η παλαιότερη μελέτη θερμομόνωσης αντικαθίσταται από την μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου γιατί οι υπολογισμοί θερμομόνωσης του κτιρίου

συμπεριλαμβάνονται στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού κελύφους. Τα παραπάνω αναφέρονται στο **άρθρο 10 του ΚΕΝΑΚ, παράγραφος 1.4.**

Σύμφωνα με την **παράγραφο 1.5 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010** τα κτίρια που δεν υπάγονται στον ΚΕΝΑΚ ακολουθούν υποχρεωτικά την μελέτη θερμομόνωσης με τις απαιτήσεις που θέτει ο ΚΕΝΑΚ. Καινούργια κτίρια που εξαιρούνται του ΚΕΝΑΚ είναι κτίρια με εμβαδόν επιφάνειας μικρότερο από 50 m², μνημεία, ειδικά κτίρια όπως ναοί κ.α.

Ο κτιριακός τομέας απαιτεί σημαντική ποσότητα ενέργειας για τη λειτουργία του (θέρμανση, δροσισμός, φωτισμός, ζεστό νερό, λειτουργία συσκευών). Υπολογίζεται ότι στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το 40% περίπου της συνολικής παραγόμενης ενέργειας δαπανάται στον κτιριακό τομέα. Το εθνικό κτιριακό απόθεμα εμφανίζει σοβαρές ελλείψεις, που εν πολλοίς αποδίδονται στην ηλικία των κτιρίων. Σημαντικά περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα σε επίπεδο τελικής χρήσης ενέργειας, τόσο για κτίρια κατοικιών όσο και για κτίρια του τριτογενούς τομέα. Η σημαντική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας οφείλει να αντιμετωπιστεί και με μεγάλο επίπεδο παραγωγής ενέργειας. Μερική βελτίωση του εθνικού συστήματος ηλεκτροπαραγωγής αναμένεται να επιφέρει πολλαπλάσια οφέλη σε όρους εξοικονόμησης ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα η σημασία χρήσης ΑΠΕ, τόσο σε επίπεδο τελικής χρήσης όσο και στον τομέα της παραγωγής, όπως και έχει αρχίσει να υιοθετείται τα τελευταία χρόνια σε όλους τους τομείς, είτε μέσω ιδιωτικών επενδύσεων, είτε μέσω επιδοτήσεων του κράτους και της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Πιο συγκεκριμένα, ο αριθμός των κτιρίων όπου μπορούν να γίνουν επεμβάσεις είναι μέγανος και αφορά σχεδόν όλα τα κτίρια στην Ελλάδα. Το 89% των κτιρίων κατασκευάστηκαν πριν από το 1980, ημερομηνία ισχύος του Κανονισμού Θερμομόνωσης. Αυτό σημαίνει ότι γύρω στα 3.700.000 κτίρια είναι θερμικά απροστάτευτα, άρα και υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης.

Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση σε κλειστά γυμναστήρια κυμαίνεται μεταξύ 160-600 (kWh/m²). Παρουσιάζονται επίσης σημαντικές ελλείψεις σε ενεργειακά αποδοτικό φωτισμό σχεδόν για το σύνολο των κτιρίων που έχουν κατασκευαστεί μέχρι το 2000. Αντίστοιχες ελλείψεις υφίστανται και σε συστήματα ελέγχου των κεντρικών συστημάτων θέρμανσης. Οι συνήθειες προτάσεις/δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης των δημόσιων κτιρίων αφορούν κυρίως τη βελτίωση της αποδοτικότητας των συστημάτων θέρμανσης, φωτισμού, ψύξης, καθώς και η ενεργειακή αναβάθμιση κτιριακού κελύφους.

Μόνο με τη θερμομόνωση των παλαιών κτιρίων μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια ως και 42%. Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια:

- Θερμομόνωση του κελύφους (δώματος, εξωτερικών τοίχων, υπογείου κλπ).
- Εφαρμογή βιοκλιματικών πρακτικών (προσανατολισμός του κτιρίου, φυλλοβόλα δέντρα προς το νότο, παθητικά ηλιακά συστήματα, τέντες, πέργκολες κλπ).
- Εγκατάσταση αυτοματισμών για εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση του κτιρίου κυρίως σε ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις (θερμοστάτες αντιστάθμισης/χώρων

κ.τ.λ).

- Εγκατάσταση ενεργειακών λαμπτήρων.
- Παραγωγή ενέργειας (φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες, ηλιακοί θερμοσίφωνες κ.ά.).
- Επιλογή εναλλακτικών και οικολογικών τρόπων για τη θέρμανση ή το δροσισμό του κτιρίου (ενεργειακά τζάκια, λέβητες pellet, ανεμιστήρες οροφής, εξωτερικός σκιασμός κλπ).
- Εγκατάσταση διπλών υαλοπινάκων.
- Συντήρηση κεντρικών θερμάνσεων.
- Αντικατάσταση παλαιών λεβήτων με λέβητες φυσικού αερίου και λέβητες pellet.
- Αντικατάσταση παλαιών κλιματιστικών.

Συμπερασματικά, η εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ στην Ελλάδα αποτελεί μια ευκαιρία για τη δημιουργία ολοκληρωμένης ενεργειακής πολιτικής στον κτιριακό τομέα παρέχοντας νέες επαγγελματικές ευκαιρίες για τον κατασκευαστικό κλάδο που χαρακτηρίζεται από περίοδο αδράνειας τα τελευταία 10 χρόνια. Οι δράσεις προς αυτή την κατεύθυνση πρέπει να είναι προμελετημένες και να στοχεύουν σε μακροπρόθεσμα πλανά εξοικονόμησης ενέργειας. Η Ελλάδα και οι πολίτες της διαθέτουν το χρόνο, το επιστημονικό υπόβαθρο, τον ανθρώπινο δυναμικό αλλά και τα παραδείγματα εφαρμογής του ΚΕΝΑΚ σε άλλες χώρες ώστε να πάρουν τις κατάλληλες αποφάσεις που θα οδηγήσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα. ¹⁷

2.7. Δημόσιοι χώροι και ρύπανση.

Ως δημόσιος χώρος, γενικά, ορίζεται ο χώρος που ανήκει ή αναφέρεται στο κράτος, καθώς και ο χώρος που έχει σχέση με το λαό ή με το κοινό. Επομένως ως δημόσιοι χώροι μπορούν να χαρακτηριστούν, τόσο τα δημόσια κτίρια (γραφεία δημοσίων υπηρεσιών, νοσοκομεία, σχολεία, βιβλιοθήκες, κρατητήρια, κ.α.), όσο και οι χώροι συνάθροισης κοινού (πάρκα, πλατείες, κινηματογράφοι, εμπορικά καταστήματα, γυμναστήρια, κ.α.). Μια διαίρεση των δημόσιων χώρων μπορεί να γίνει με βάση το αν οι χώροι αυτοί είναι εσωτερικοί (κτίρια) ή εξωτερικοί (πάρκα, πλατείες).

Μετρήσεις σε πάρα πολλά κτίρια στη Ελλάδα έδειξαν ότι η ρύπανση στους κλειστούς χώρους είναι υπερβολικά μεγαλύτερη του επιτρεπτού. Νοσοκομεία, γραφεία, σχολεία, κέντρα διασκέδασης παρουσιάζουν χαρακτηριστικά άρρωστου κτιρίου. Χαρακτηριστικά, η συγκέντρωση των επικίνδυνων σωματιδίων PM_{2.5} είναι τουλάχιστον η επταπλάσια του θεωρητικού ορίου των 20 μg/m³ κυρίως λόγω έλλειψης σωστών συνθηκών αερισμού των χώρων. Όπως διαπιστώνεται η υγεία των ευρισκομένων στους χώρους αυτούς τίθεται σε άμεσο κίνδυνο και χρειάζεται να ληφθούν άμεσα μέτρα αντιμετώπισης της κατάστασης. Η έλλειψη σωστών προδιαγραφών σε υλικά, συστήματα και αερισμό υποχρεώνει μεγάλο μέρος του πληθυσμού να ζει σε άσχημες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Έρευνα του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) για την εξοικονόμηση ενέργειας στα δημόσια κτίρια διαπιστώνει τις σοβαρές ελλείψεις στο περίβλημα του κτιρίου και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του. Με την εφαρμογή

τεχνολογιών μείωσης κατανάλωσης ενέργειας, οικονομικά ανεκτών, μπορεί να επιτευχθεί μια μείωση σε ποσοστό τουλάχιστον 20% η οποία στα νοσοκομεία μόνο σημαίνει όφελος περίπου 9 εκατομμύρια ευρώ ετησίως. Η έρευνα αυτή επικεντρώθηκε κυρίως σε νοσοκομεία και έδειξε ότι η συνολική κατανάλωση ενέργειας 8 νοσοκομείων είναι μεταξύ 224 KWh/m² στο νότιο αιγαίο και 710 KWh/ m² στην Αθήνα. Υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση στην κατανάλωση ενέργειας μεταξύ των νοσοκομείων της χώρας και αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες που αλλάζουν από κτίριο σε κτίριο όπως η παλαιότητα, η χρήση, το επίπεδο θερμομόνωσης, το επίπεδο συντήρησης του εξοπλισμού κ.α.

Ακόμη, η έρευνα δείχνει ότι το 75% της παραγόμενης ενέργειας αξιοποιείται για θερμότητα και μόλις το 25% για ηλεκτρικές καταναλώσεις. Ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός διαφοροποιείται αρκετά από ένα νοσοκομείο, ένα δημαρχείο, ένα κτίριο πυροσβεστικής ή το κτίριο που μελετά η εργασία αυτή, δηλαδή το κλειστό Γυμναστήριο Μεσσήνης. Το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας αφορά την θέρμανση.

18

Ως τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας, το υπουργείο περιβάλλοντος και ενέργειας προτείνει 23 τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας, για περισσότερο ενεργειακά αποδοτικότερα και οικονομικά συμφέροντα κτήρια ¹⁹ :

1. **Απομόνωση χώρων που δεν χρησιμοποιούνται**

Κλείνουμε τα σώματα θέρμανσης και τις εσωτερικές πόρτες (εάν υπάρχουν) που οδηγούν σε διαδρόμους ή κοντά σε σκάλες. Έτσι, κλείνουμε τις φυσικές διόδους αέρα, εμποδίζοντας το ζεστό αέρα να διαφύγει μέσα από το σπίτι.

2. **Ελεύθερα θερμαντικά σώματα**

Τα θερμαντικά σώματα δεν πρέπει να είναι σκεπασμένα, π.χ. με καλύμματα, ή να εμποδίζεται η απόδοσή τους από έπιπλα.

3. **Στεγανοποιούμε πόρτες και παράθυρα**

Τοποθετούμε μονωτικές ταινίες ή κουρτίνες. Σύμφωνα με μελέτες (DOE), όταν τραβηχτούν, οι κουρτίνες μπορούν να μειώσουν την απώλεια θερμότητας από ένα ζεστό δωμάτιο έως και 10%. Επίσης, μπορούμε να βάλουμε μεμβράνες σε παράθυρα και μπαλκονόπορτες ή μόνο σε δωμάτια που δεν χρησιμοποιούμε.

4. **Ελέγχουμε το μονωτικό λάστιχο στις πόρτες ψυγείων, καταψυκτών και φούρνων**, ώστε να κάνει καλή επαφή και να μην υπάρχει απώλεια ενέργειας (απώλεια ψύξης).

5. **Περιορίζουμε τη διάρκεια που αφήνουμε ανοιχτή την πόρτα του ψυγείου**

Με αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιούμε τον χρόνο ανάκτησης θερμοκρασίας (απώλεια ψύξης, φως ψυγείου) με συνέπεια να μειώνεται η κατανάλωση από τη λειτουργία του μοτέρ.

6. **Ρυθμίζουμε το θερμοστάτη**

Του συστήματος ψύξης ψυγείων και καταψυκτών σε μεγαλύτερη θερμοκρασία. Του θερμοσίφωνα σε χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Του air condition (εάν το αφήνουμε ανοικτό) κατά τις ώρες απουσίας μας από το σπίτι σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Επίσης κατά τη διάρκεια του ύπνου μπορούμε να μειώσουμε τη θερμοκρασία έως και 2 βαθμούς.

7. **Τοποθέτηση των οικιακών συσκευών** (π.χ. ψυγείου, καταψύκτη και στεγνωτηρίου ρούχων) μακριά από εστίες θέρμανσης.

8. **Πλένουμε τα ρούχα μας στο πλυντήριο ρούχων σε χαμηλή θερμοκρασία.**
9. **Κλείσιμο συσκευών όταν είναι σε κατάσταση αναμονής (stand-by).**
10. **Όταν δεν χρησιμοποιούμε το τζάκι, η καμινάδα πρέπει να είναι κλειστή από το κλείστρο της.**
11. **Κλείνουμε το φούρνο μας 10 – 15 λεπτά πριν τελειώσει το μαγείρεμα, καθώς η θερμότητα που υπάρχει επαρκεί για να ετοιμαστεί το φαγητό μας.**
12. **Τα μαγειρικά σκεύη πρέπει να εφαρμόζουν καλά στα μάτια της κουζίνας.**
13. **Όπου είναι εφικτό όταν μαγειρεύουμε χρησιμοποιούμε χύτρα ταχύτητας.**
14. **Χαμηλώνουμε τη φωτεινότητα όσο μπορούμε στις συσκευές με οθόνη (π.χ. Η/Υ, τηλεοράσεις).**
15. **Εγκατάσταση προγραμματιζόμενου θερμοστάτη**
Ένας προγραμματιζόμενος θερμοστάτης επιτρέπει τον προκαθορισμό διαφορετικών θερμοκρασιών για διαφορετικές ώρες της ημέρας. Ένας προγραμματιζόμενος θερμοστάτης εξοικονομεί χρήματα τόσο για κλιματισμό όσο και για θερμότητα.
16. **Εγκατάσταση θερμοστατικών βαλβίδων στα θερμαντικά σώματα**
Επιτρέπουν την αυτόματη ρύθμιση της ροής του ζεστού νερού ανάλογα με την επιθυμητή θερμοκρασία του κάθε χώρου ξεχωριστά. Η τοποθέτηση τους γίνεται τοπικά επάνω σε κάθε θερμαντικό σώμα ξεχωριστά και ρυθμίζουν προοδευτικά τη ροή του ζεστού νερού. Έτσι κάθε θερμαντικό σώμα γίνεται ανεξάρτητο και απομονώνεται αυτόματα όταν επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία, τη στιγμή που οι υπόλοιποι χώροι που έχουν ανάγκη θέρμανσης συνεχίζουν να λειτουργούν
17. **Εγκατάσταση συστήματος αντιστάθμισης στον λέβητα**
18. **Συντήρηση συστήματος θέρμανσης/ψύξης,**
π.χ. λέβητα, αντλιών θερμότητας, κλιματιστικών
19. **Εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα**
20. **Αντικατάσταση συσκευών**
με συσκευές υψηλής ενεργειακής απόδοσης βάσει του πλαισίου ενεργειακής σήμανσης και των προδιαγραφών EnergyStar.
21. **Αντικατάσταση λαμπτήρων φωτισμού με τεχνολογία led.**
22. **Αντικατάσταση των υπαρχόντων κουφωμάτων με νέα θερμομονωτικά – ενεργειακά.**
23. **Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης.**

3. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

3.1. Συνοπτική περιγραφή του ΚΕΝΑΚ.

Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής μετά από κοινή υπουργική απόφαση του πρώτου και του οικονομικών καθώς και των απαιτήσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης θεσμοθετήθηκε ο κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιριακού τομέα γνωστός ως ΚΕΝΑΚ. Σκοπός του ΚΕΝΑΚ είναι η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας σε συνδυασμό με την μείωση των αέριων του θερμοκήπιού, κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα, προστατεύοντας έτσι το περιβάλλον και ελαττώνοντας της χρηματικές δαπάνες. Αυτό επιτυγχάνεται με δυο τρόπους. Αρχικά ενισχύοντας το κέλυφος του κτιρίου, μειώνοντας τις απώλειες και εκμεταλλευόμενοι τον προσανατολισμό του κτιρίου και την ηλιακή ενέργεια και στην συνέχεια εξοπλίζοντας το μηχανολογικό μέρος του κτιρίου με μηχανήματα εξοικονόμησης ενέργειας.

Με τον ΚΕΝΑΚ προβλέπεται η εφαρμογή ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση τους, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος με συγκεκριμένες κινήσεις που αφορούν κυρίως:

1. Εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων: Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης αντικαθιστά την μελέτη θερμομόνωσης. Κύριο χαρακτηριστικό της μελέτης είναι η παράλληλη απαίτηση τήρησης ελάχιστων προδιαγραφών και ποσοτικής σύγκρισης του κτιρίου με το κτίριο αναφοράς.
2. Ενεργειακή κατάταξη κτιρίων (πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης) Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς αποτελεί την βάση για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.
3. Ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων και μηχανήματων του κτιρίου. Πρόκειται για ένα σημαντικό εργαλείο πιστοποίησης της εφαρμογής της νομοθεσίας για την βελτίωση της αποδοτικότητας των κτιρίων. ²⁰

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 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 κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και το προεδρικό διάταγμα που θα καθόριζε τις προδιαγραφές και τις διαδικασίες εφαρμογής του συστήματος των ενεργειακών επιθεωρητών των κτιρίων. ²¹

Σε κάθε νέο και ριζικά ανακαινιζόμενο κτίριο απαιτείται μελέτη ενεργειακή απόδοσης σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα και την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας. Η ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική έχει θεσπίσει την οδηγία 2002/91/ΕΕ σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και την αναδιατύπωση της το 2010 (2010/31/ΕΕ). Η ευρωπαϊκή οδηγία ορίζει πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης, ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις και συστάσεις για οικονομικά αποδέκτες βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης σε νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια και την τακτική επιθεώρησηλεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού. Η αναθεώρηση της ευρωπαϊκής οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων προβλέπει κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας για τις βασικές χρήσεις μέχρι το 2020. ²²

Κάθε κτίριο πρέπει να πληροί κάποιες ελάχιστες προδιαγραφές καθώς και τις προδιαγραφές του κτιρίου αναφοράς στο σύνολο τους. Η ενεργειακή κλάση του κτιρίου αναφοράς είναι η κλάση Γ. Ο κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων αποτελεί την δέσμευση της Ελλάδας απέναντι στην ευρωπαϊκή κοινότητα αλλά κυρίως απέναντι στους πολίτες της. Υπεύθυνο για την άσκηση της ενεργειακής πολιτικής στην Ελλάδα είναι το υπουργείο παραγωγικής ανασυγκρότησης, περιβάλλοντος και ενέργειας. Το θεσμικό πλαίσιο της ελληνικής ενεργειακής πολιτικής περιλαμβάνει την απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου και την ενσωμάτωση των ευρωπαϊκών οδηγιών για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την ενεργειακή αποδοτικότητα. Πιο συγκεκριμένα ο νομός 3468/2006 οργάνωσε και συστηματοποίησε την άδεια αδειοδότησης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και ΣΗΘΥΑ. Παράλληλα, παρέχονται αυξημένες τιμές πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας από συστήματα ΑΠΕ.

Ο νομός 3851/2010 <<Επιτάχυνση της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του υπουργείου περιβάλλοντος ενέργειας και κλιματικής αλλαγής>> προβλέπει ενσωμάτωση μέτρων για ΑΠΕ στον ΚΕΝΑΚ. Ο νομός 3661/2008 περιλαμβάνει την έκδοση του ΚΕΝΑΚ, την θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης, την σύνταξη ενεργειακής μελέτης για όλα τα νέα κτίρια και τα υφιστάμενα άνω των 1000τ.μ., την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης και την τακτική επιθεώρηση λεβήτων και συστημάτων θέρμανσης. Οι πολυάριθμες κτιριακές εγκαταστάσεις τις χωράς πρέπει να εναρμονιστούν με τις σύγχρονες απαιτήσεις εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα συνθήκες άνεσης για τους χρήστες της.

Η σωστή διαχείριση της ενέργειας προστατεύει το περιβάλλον, εξοικονομεί ενεργειακούς πόρους και συμβάλει στην οικονομία όχι μόνο των ενοίκων των κτιρίων αλλά και της ίδιας της χώρας. Το τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδος μεριμνά, ως εκπρόσωπος των μελών του, για την σωστή εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης. Πιο συγκεκριμένα, αξιοποιώντας το επιστημονικό δυναμικό των μελών του κατάρτισε τις απαραίτητες τεχνικές οδηγίες οι οποίες προσαρμόζουν τα πρότυπα των μελετών και των ενεργειακών επιθεωρήσεων στα ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνει την περιγραφή του

κτιρίου όπως ο τρόπος λειτουργίας του, οι επιθυμητές συνθήκες άνεσης στο χώρο και η κλιματική ζώνη.

Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής ΤΟΤΕΕ:

1. <<Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (20701-1/2010),
2. <<θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχου της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων (20701-2/2010), <<Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων (20701-3/2010)>>.

Ο ΚΕΝΑΚ προβλέπει τον καθορισμό του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού του κτιρίου βάση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Η τεχνική οδηγία του ΤΕΕ 20701-1/2010 αναφέρει έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας των δομικών στοιχείων και του κτιριακού κελύφους του κτιρίου. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνει ακόμη σύμφωνα με το άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ απαίτηση ελάχιστων προδιαγραφών και σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου. Το άρθρο 4 του νομού 3661/2008 προβλέπει μελέτη σκοπιμότητας για το εξεταζόμενο κτίριο. Η παρουσίαση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου με κατάλληλο λογισμικό και η κατηγοριοποίηση του κτιρίου κρίνονται απαραίτητες πληροφορίες σε μια μελέτη ενεργειακής απόδοσης. Τέλος, κρίνεται χρήσιμη μια λίστα ελέγχου πληρότητας της μελέτης ενεργειακής απόδοσης σύμφωνα με της ελάχιστες προδιαγραφές και απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ.

3.2. Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

Το ΠΕΑ (πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων) απεικονίζει την ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνει και τα συμπεράσματα του ενεργειακού επιθεωρητή και τρόπους ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου ώστε οι καταναλωτές να μπορούν να αντιληφθούν την πραγματική τους κατανάλωση και δυνατότητες βελτίωσης της υφιστάμενης κατάστασης. Στο πιστοποιητικό περιλαμβάνονται κάποια γενικά στοιχεία για το κτίριο, η ενεργειακή του κατάσταση σύμφωνα με την πρωτογενή ενέργεια, η ζήτηση και η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα καθώς και η αξιολόγηση της ποιότητας του εσωτερικού χώρου. Ακόμη, το πιστοποιητικό μπορεί να περιέχει και κάποιες πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με το ποσοστό συνεισφοράς στην παραγομένη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ και ΣΗΘ ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια καθώς και κάποιες συστάσεις για οικονομική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης με μείωση του κόστους επένδυσης κ.α.

Βάσει της τελικής ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια κατανάλωσης κτιρίου, καθορίζεται και η κατηγορία της ενεργειακής απόδοσης του και εκδίδεται το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου (Π.Ε.Α.). Οι κατηγορίες ενεργειακής

ταξινόμησης των κτιρίων δίνονται στον παρακάτω πίνακα. Ο δείκτης RR 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 (RR) και αποτελεί το κριτήριο για την κατάταξη του κτιρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης.

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

Πίνακας 3.1.:Κατηγορίες Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων



Εικόνα 3.1.:Δείγμα Ενεργειακού Πιστοποιητικού

3.3. Ενεργειακή Επιθεώρηση και έκδοση Πιστοποιητικού.

Ο έλεγχος του ενεργειακού επιθεωρητή γίνεται πάντα σε σχέση με την κατηγορία που υποδεικνύεται στην μελέτη της ενεργειακής απόδοσης. Για τα νέα κτίρια η κατηγορία αυτή είναι η πάντα η κατηγορία B. Για τα υφιστάμενα κτίρια που ανακαινίζονται ριζικά ισχύει το ίδιο στον βαθμό όμως που αυτό είναι οικονομικά, τεχνικά και λειτουργικά εφικτό. Απαιτείται επαρκής τεκμηρίωση που θα περιλαμβάνεται στην μελέτη

ενεργειακής απόδοσης. Σε περίπτωση που διαπιστωθεί ότι δεν ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, ο ιδιοκτήτης είναι υποχρεωμένος μέσα σε ένα χρόνο από την έκδοση του ΠΕΑ (πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης) να εφαρμόσει στο κτίριο του μέτρα βελτίωσης που να εξασφαλίζουν την ένταξη του κτιρίου στην ενεργειακή κατηγορία Β ή στην κατηγορία που εκτιμήθηκε από την ενεργειακή μελέτη για υφιστάμενο κτίριο. Στην συνέχεια πραγματοποιείται νέα ενεργειακή επιθεώρηση και αν δεν πληρείται η ενεργειακή κατηγορία επιβάλλονται κυρώσεις περί αυθαίρετων (Π.Δ.580/Δ/1999 , αρθ.382).

Από τα αποτελέσματα των υπολογισμών στο πρόγραμμα του ΚΕΝΑΚ ο επιθεωρητής έχει μια γενική εικόνα του κτιρίου και είναι σε θέση να προτείνει λύσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση του. Αρχικά συγκρίνεται η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου με αυτήν του κτιρίου αναφοράς. Οι ενεργειακές απαιτήσεις σε θέρμανση και ψύξη του κτιρίου σε σχέση με το κτίριο αναφοράς δίνουν μια πρώτη εντύπωση για την κατάσταση του κτιριακού κελύφους. Τα υψηλά φορτία θέρμανσης σε σχέση με το κτίριο αναφοράς δείχνουν ότι το κτίριο δεν διαθέτει την απαραίτητη θερμομόνωση σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, τα κουφώματα του κτιρίου έχουν υψηλή θερμοπερατότητα, οι απώλειες διείσδυσης αέρα από τις χαραμάδες είναι πολύ υψηλές σε σύγκριση πάντα με το κτίριο αναφοράς και η παροχή νωπού αέρα από τα συστήματα μηχανικού αερισμού είναι πολύ μεγαλύτερη από την απαιτούμενη κατά την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 (για κτίρια του τριτογενούς τομέα). Παρομοίως, τα υψηλά φορτία ψύξης δείχνουν την μεγάλη έκθεση του κτιρίου στην ηλιακή ακτινοβολία και αρά την ανεπαρκή του σκίαση, τα πολύ μεγάλα εσωτερικά θερμικά κέρδη από τα συστήματα φωτισμού και την μεγάλη παροχή νωπού αέρα σε σχέση με το κτίριο αναφοράς. Ακόμη, οι υψηλές τιμές φορτίων ψύξης δείχνουν την ανεπαρκή θερμομόνωση και την χαμηλή αεροστεγανότητα των κουφωμάτων. Ο γενικός κανόνας για να θεωρηθεί ένα κτίριο καλύτερο ενεργειακά από ένα κτίριο κατηγορίας Β είναι να διαθέτει καλύτερη θερμομόνωση από το κτίριο αναφοράς, να διαθέτει καλύτερες αποδόσεις και περιορισμένες θερμικές και ψυκτικές απώλειες, να χρησιμοποιεί όσο περισσότερες τεχνολογίες αξιοποίησης ΑΠΕ είναι εφικτό και να διαθέτει τις κατάλληλες διατάξεις για τον περιορισμό των τελικών καταναλώσεων.

Τα εφαρμοζόμενα μετρά περιλαμβάνουν βελτίωση κτιριακού κελύφους με θερμομόνωση τοίχων, οροφής, δαπέδου καθώς και αντικατάσταση κουφωμάτων. Ακόμη, απαιτείται αναβάθμιση ή αντικατάσταση Η/Μ συστημάτων με νέα υψηλής ενεργειακής απόδοσης καθώς και η εγκατάσταση παθητικών συστημάτων, φωτοβολταϊκών και ΣΗΘ. Η αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνει ακόμη την αντικατάσταση του παλαιότερου λέβητα και την τακτική συντήρησή του, την αντικατάσταση συστημάτων ψύξης, την αξιοποίηση της γεωθερμίας, την τακτική συντήρηση και αναβάθμιση του δικτύου διανομής, την αναβάθμιση διατάξεων αυτόματου ελέγχου, την χρήση φυσικού αερίου και την ανάκτηση θερμότητας για προθέρμανση αέρα αερισμού και ζεστό νερό χρήσης.

4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕΣΩ ΚΕΝΑΚ ΚΑΙ ΤΟΤΕΕ ²³

4.1. Εισαγωγή.

Σύμφωνα με στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης αναλογεί στο 40% περίπου της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρώπη. Ο οικιακός και τριτογενής κτιριακός τομέας αποτελούν πλέον το μεγαλύτερο τελικό καταναλωτή ενέργειας εκτοπίζοντας τους παραδοσιακά μεγάλους καταναλωτές, τη βιομηχανία και τις μεταφορές. Επί πλέον, η παραγωγή και χρήση ενέργειας είναι η αιτία για το 94% των Εκπομπών CO₂, με ένα σημαντικό μερίδιο τουλάχιστον 45% να αναλογεί στον κτιριακό τομέα. Τα τελευταία χρόνια, λόγω των προαναφερόμενων παραγόντων και των συνεχόμενων αυξανόμενων περιβαλλοντικών προβλημάτων, έχει δοθεί διεθνώς ιδιαίτερη έμφαση στους τομείς της ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης της ενέργειας.

Ένα μεγάλο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας είναι εφικτό για τα κτίρια, καθώς εκτιμάται ότι με απλές και ενεργειακά αποδοτικές τεχνικές, μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 22% μέχρι το 2020. Ειδικότερα: Για τη θέρμανση των κτιρίων, 10 εκατομμύρια οικιακοί λέβητες από τους συνολικά εγκατεστημένους στην Ε.Ε. είναι παλιότεροι από 20 ετών και η αντικατάστασή τους μπορεί να επιφέρει 5% εξοικονόμηση ενέργειας,

- Για τον κλιματισμό των κτιρίων, η κατανάλωση ενέργειας αναμένεται να διπλασιαστεί ως το 2020, ποσοστό που μπορεί να μειωθεί κατά 25% με την εγκατάσταση συστημάτων κλιματισμού που εξασφαλίζουν απαιτήσεις ελάχιστης απόδοσης,
- Η εφαρμογή παθητικών και ηλιακών συστημάτων, βιοκλιματικού σχεδιασμού, φυσικού φωτισμού και φυσικού δροσισμού μπορεί να μειώσει την ενεργειακή κατανάλωση κατά 60%, ενώ,
- Επιπρόσθετη εξοικονόμηση, είναι εφικτή με την αξιοποίηση τοπικά διαθέσιμων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την εγκατάσταση συστημάτων ΠΗΣ, ΣΗΘ, τηλεθέρμανσης και αντλιών θερμότητας.

Η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική, βάσει του νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες

διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89). Για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με τα άρθρα 10 και 10Α του νόμου 3851/2010. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν,Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. Β 407/6.4.2010) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας του συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Ειδικότερα, η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

- 20701-1/2010: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
- 20701-2/2010: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».
- 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων».
- 20701-4/2010: «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβητών και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».

Η ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων (Π.Η.Σ.) πέραν του άμεσου κέρδους, εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ.) και συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού - θέρμανσης (Σ.Η.Θ.) θα καλυφθεί στην αμέσως επόμενη φάση με την έκδοση των ακόλουθων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. που θα καθορίσουν με σαφήνεια τις παραμέτρους και τις προδιαγραφές των σχετικών μελετών - εγκαταστάσεων:

- 20701-Χ/2010: «Βιοκλιματικός σχεδιασμός».
- 20701-Χ/2010: «Εγκαταστάσεις ΑΠΕ. σε κτήρια».
- 20701-Χ/2010: «Εγκατασταθείς Σ.Η.Θ. σε κτήρια».

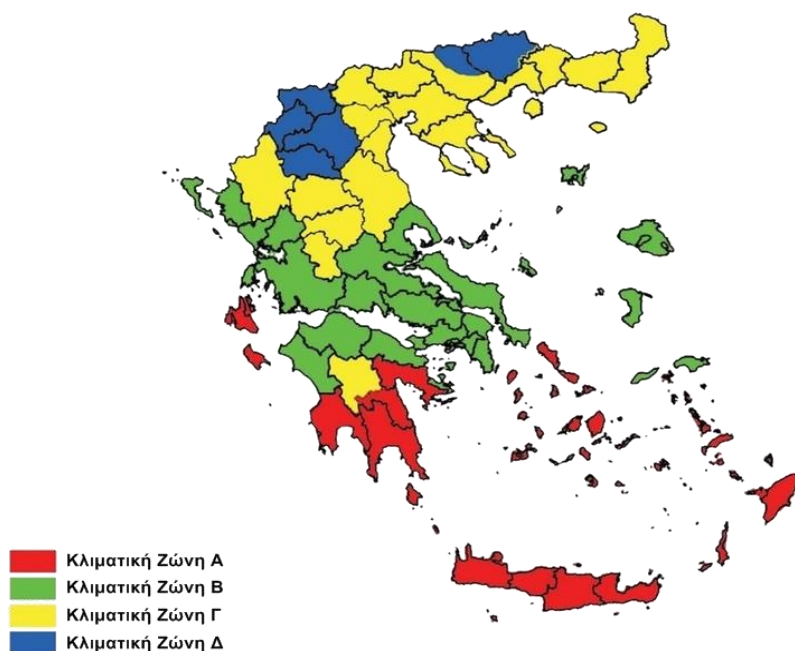
Σύμφωνα με την εγκύκλιο οικ.1603/4.10.2010: «Για την καλύτερη δυνατή εφαρμογή των απαιτήσεων της παραγράφου 1 του άρθρου 3 «Σχεδιασμός Κτιρίου», απαιτείται συστηματική προσέγγιση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιρίου με επαρκή τεχνική τεκμηρίωση, στη βάση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας και έως την έκδοση σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Στην περίπτωση που αποδεδειγμένα υπάρχουν αρκετά περιορισμοί (πολεοδομικού, τεχνικού, αισθητικού, οικονομικού χαρακτήρα, κ.ά.) που ενδεχομένως αποκλείουν την εφαρμογή της βέλτιστης ενεργειακά λύσης, υποβάλλεται υποχρεωτικά Τεχνική Έκθεση, η οποία θα τεκμηριώνει επαρκώς τους λόγους μη εφαρμογής κάθε μίας από τις περιπτώσεις της παρ. 1 του άρθρου 8. Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση κατά το δυνατόν της κατανάλωσης ενέργειας για την σωστή λειτουργία του κτιρίου, μέσω:

- του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηριακού κελύφους, αξιοποιώντας τη θέση του κτιρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο. την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψης, κ.ά.,
- της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών, καθώς και την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων, δηλαδή συνδυασμό υαλοπίνακα αλλά και πλαισίου, • της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανηγμένης) πρωτογενούς ενέργειας.
- της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών) κ. ά. Και της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.

4.2. Κλιματικές ζώνες.

Τα όρια για τους συντελεστές θερμικής διαπερατότητας των δομικών στοιχείων ποικίλουν ανάλογα με τις κλιματικές ζώνες.



Εικόνα 4.1.: Σχηματική Απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας

Οι κλιματικές ζώνες διαχωρίζονται με τον εξής τρόπο. Τα σύνορα κάθε κλιματικής ζώνης συνίστανται από ισοθερμικές καμπύλες της ετήσιας μέσης θερμοκρασίας περιβάλλοντος που διαφέρει τουλάχιστον κατά 4ο C. Κατά αυτόν τον τρόπο διακρίνονται 4 κλιματικές ζώνες (Α, Β, Γ, Δ) για τον ελλαδικό χώρο, όπως παρουσιάζονται στην εικόνα 4.1.

Πίνακας 4.1: Νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη

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 Κυθέρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φοκίδας, Βοιωτίας, Εύβοιας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

Στον Πίνακα 4.1. προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) 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.

4.3. Ενεργειακός έλεγχος κτηρίου βάσει οδηγιών ΚΕΝΑΚ.

4.3.1. Προετοιμασία - συλλογή στοιχείων κτιρίου.

Η προετοιμασία ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου γίνεται κυρίως στα κτίρια μεγάλης επιφάνειας, για τα οποία ο επιθεωρητής πρέπει να συλλέξει πληθώρα δεδομένων και τεχνικών προδιαγραφών των κτιριακών συστημάτων και εγκαταστάσεων, καθώς επίσης να αποκτήσει και μια γενικότερη εικόνα για τη λειτουργία και την κατάσταση του υπό επιθεώρηση κτιρίου. Απαραίτητα έγγραφα:

- Μελέτες, σχέδια και δεδομένα για τις εγκαταστάσεις του κτιρίου (π.χ. αρχιτεκτονική μελέτη, μελέτη θερμομόνωσης, μελέτη διαστασιολόγησης Η/Μ συστημάτων, αρχιτεκτονικά σχέδια, σχέδια Η/Μ εγκαταστάσεων, κ.τ.λ.).
- Τυχόν διαθέσιμες μετρήσεις (π.χ. καταναλώσεις ενέργειας ανά χρήση), μέσω συστημάτων ελέγχου ή από λογαριασμούς ρεύματος, κ.α.
- Δεδομένα για τις διαδικασίες συντήρησης και ελέγχου των κτιριακών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, καθώς και τη συχνότητα διενέργειάς τους (σχετικά φύλλα ελέγχου).
- Η διατύπωση των αναγκών ή και επιθυμιών του ιδιοκτήτη/διαχειριστή σχετικών με τη λειτουργία του κτιρίου με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου και των συνθηκών άνεσης.
- Σχέδια ανακαίνισης ή επέκτασης των κτιριακών εγκαταστάσεων περιλαμβανομένης και της εγκατάστασης συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συμπαραγωγής και άλλων τεχνολογιών υψηλής απόδοσης.

4.3.2. Προδιαγραφές κανονισμού ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.

Η βασική διαδικασία της Ενεργειακής Επιθεώρησης είναι η επί τόπου επίσκεψη του επιθεωρητή και η επιθεώρηση των κτιριακών εγκαταστάσεων για την καταγραφή και διασταύρωση των στοιχείων που έχουν διατεθεί από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση συμπληρώνονται τα τυποποιημένα έντυπα Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου που καθορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 και περιλαμβάνουν όλα τα δεδομένα που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, καθώς και άλλα στοιχεία των κτιριακών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, όπως:

- Τα αρχιτεκτονικά και ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του κτιρίου.
- Τις σχετικές μελέτες: αρχιτεκτονικές, θέρμανσης, κλιματισμού, θερμομόνωσης, ενεργειακής απόδοσης, κ.τ.λ.
- Τα δελτία αποστολής και τα πιστοποιητικά με τις τεχνικές προδιαγραφές των δομικών υλικών και Η/Μ συστημάτων (εφόσον είναι διαθέσιμα).
- Το αρχείο συντήρησης των κτιριακών εγκαταστάσεων (εφόσον υπάρχει).
- Τις καταναλώσεις ενέργειας από λογαριασμούς ή από το τυχόν διαθέσιμο σύστημα ελέγχου και διαχείρισης λειτουργίας του κτιρίου (BEMS).
- Άλλες σχετικές πληροφορίες και παρατηρήσεις που παρέχει ο ιδιοκτήτης/διαχειριστής ή ο τεχνικός υπεύθυνος.

Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 δίνονται κατευθυντήριες οδηγίες και επεξηγήσεις για τη διαδικασία επιλογής των κατάλληλων δεδομένων και παραμέτρων ανάλογα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του υπό εξέταση κτιρίου, τα οποία θα πρέπει να καταγραφούν και να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Τα δεδομένα από το έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης εισάγονται στο λογισμικό, το οποίο χρησιμοποιείται για την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου. Με την ηλεκτρονική καταχώρηση των δεδομένων γίνονται και οι απαραίτητοι υπολογισμοί για την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου και την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης του κτιρίου. Στην παρούσα εργασία δεν ήταν εφικτό να χρησιμοποιηθεί το πρόγραμμα του ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ και παρακάτω, όπως αναγράφεται, οι υπολογισμοί έγιναν με τους κλασικές σχέσεις της συναγωγής.

4.3.3. Επεξεργασία Δεδομένων Κτιρίου.

Ο επιθεωρητής επεξεργάζεται τα διαθέσιμα δεδομένα και πληροφορίες γύρω από το κτίριο και συμπληρώνει το τυποποιημένο έντυπο. Τα κύρια βήματα για την συμπλήρωση του εντύπου Ενεργειακής Επιθεώρησης είναι:

1. Ο διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες.
2. Ο προσδιορισμός των εσωτερικών συνθηκών του κτιρίου ή/και των θερμικών ζωνών του όπως, θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, κ.α.
3. Ο προσδιορισμός των εσωτερικών κερδών (άτομα, μηχανήματα/συσσκευές),

ανάλογα την χρήση του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης.

4. Η καταγραφή ή αποτύπωση της γεωμετρίας του κτιρίου (επαλήθευση σχεδίων).
5. Η καταγραφή της ποιότητας κατασκευής και των θερμοφυσικών ιδιοτήτων & τεχνικών χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων του κτιρίου, διαφανών και αδιαφανών.
6. Ο προσδιορισμός της αεροστεγανότητας των ανοιγμάτων, ανάλογα με τον τύπο ανοιγμάτων που διαθέτει το κτίριο.
7. Η καταγραφή των συστημάτων και δομικών στοιχείων σκιασμού (ηλιοπροστασία), καθώς και της μορφολογίας και τεχνητών εμποδίων του περιβάλλοντα χώρου.
8. Η καταγραφή του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου.
9. Η καταγραφή του συστήματος ψύξης.
10. Η καταγραφή του συστήματος μηχανικού αερισμού.
11. Η καταγραφή του συστήματος ύγρανσης
12. Η καταγραφή του συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης
13. Η καταγραφή του συστήματος φωτισμού
14. Η καταγραφή διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας του κτιρίου (BEMS).
15. Η καταγραφή συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (π.χ. ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά), τα οποία μπορεί και να είναι συμπληρωματικά συστήματα για την θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης του κτιρίου.
16. Η καταγραφή συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ), τα οποία μπορεί και να είναι συμπληρωματικά ή/και συστήματα για την θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης του κτιρίου.
17. Η καταγραφή των προγραμματισμένων και μη επεμβάσεων που πρέπει να γίνουν στο κτίριο για την ενεργειακή του αναβάθμιση.

4.3.4. Διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες.

Για την καταγραφή των δεδομένων και τεχνικών χαρακτηριστικών ενός κτιρίου στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης, ο επιθεωρητής θα πρέπει να χωρίσει το κτίριο σε θερμικές ζώνες. Όλα τα δεδομένα συλλέγονται ανά θερμική ζώνη, όπως απαιτείται και στη μεθοδολογία υπολογισμών για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης. Οι θερμικές ζώνες είναι χώροι με παρόμοια χρήση και ίδιες συνθήκες λειτουργίας. Ο διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες αφορά κυρίως στα κτίρια του τριτογενούς τομέα, νοσοκομεία, ξενοδοχεία κ.ά. που αποτελούνται από χώρους με διαφορετικές συνθήκες και ωράριο λειτουργίας. Για τα κτίρια κατοικιών και για μικρά κτίρια του τριτογενή τομέα, όπως τα κτίρια γραφείων, ο διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες δεν επιφέρει σημαντικές αλλαγές στους υπολογισμούς και για το λόγο αυτό δεν συνιστάται.

Πίνακας 4.2 Τυπικό ωράριο λειτουργίας κτηρίων ανά χρήση

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ωρες λειτουργία	Ημέρες λειτουργίας ανά	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός)	18	7	12
Προσωρινής	Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	24	7	12
	θερινής λειτουργίας	24	7	7 (Απρ.-
	χειμερινής λειτουργίας	24	7	8 (Σεπτ.-
	Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	24	7	12
	θερινής λειτουργίας	24	7	7 (Απρ.-
	χειμερινής λειτουργίας	24	7	8 (Σεπτ.-
	Οικοτροφείο και κοιτώνας	24	7	12
	Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου,	12	7	ανά χρήση
	Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	24	7	ανά χρήση
Συνάθροισης	Εστιατόριο	12	7	12
	Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	15	7	12
	Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	6	4	12
	Θέατρο, κινηματογράφος	7	7	12
	Χώρος συναυλιών	6	7	12
	Χώρος εκθέσεων, μουσείο	6	7	12
	Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	6	5	12
	Τράπεζα	8	5	12
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	14	3	12
	Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό	14	7	12
	Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι *	ανά χρήση	ανά χρήση	ανά χρήση
	Λουτρό (κοινόχρηστο) *	ανά χρήση	ανά χρήση	ανά χρήση
	Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο	8	5
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης		8	5	9 (Σεπτ.-
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας		13	5	10(Σεπτ.-Ιουν.)
Φροντιστήριο, ωδείο		7	5	9 (Σεπτ.-
Υγείας και	Νοσοκομείο, κλινική	24	7	12

κοινωνικής	Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	24	7	12
	Χειρουργείο (τακτικό)	8	5	12
	Εξωτερικά ιατρεία	8	5	12
	Αίθουσες αναμονής	8	5	12
	Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός			

	Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο	24	7	12
	Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	8	5	11
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο,	24	7	12
	Αστυνομική διεύθυνση	24	7	12
Εμπορίου	Εμπορικό κέντρο, αγορά και	12	6	12
	Κατάστημα, φαρμακείο	9	6	12
	Ινστιτούτο γυμναστικής	12	6	12
	Κουρείο, κομμωτήριο	12	6	12
Γραφείων	Γραφείο	10	5	12
	Βιβλιοθήκη	6	5	12

4.3.5. Συνθήκες λειτουργίας.

Οι πραγματικές συνθήκες λειτουργίας ενός κτιρίου μπορεί να διαφέρουν κατά περίπτωση, ανάλογα τη χρήση ή/και τους χρήστες του κτιρίου. Για το λόγο αυτό στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφοι 2.3 και 2.4) καθορίζονται σε εθνικό επίπεδο συγκεκριμένες τιμές για τις συνθήκες λειτουργίας ανά χρήση κτιρίου ή θερμικής ζώνης και σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Με την παραδοχή και χρήση καθορισμένων τιμών για τις συνθήκες λειτουργίας ανά χρήση κτιρίου ή θερμικής ζώνης, προσδιορίζεται κατά τους υπολογισμούς η εκτιμώμενη κατανάλωση ενέργειας, η οποία και τελικά θα χαρακτηρίζει την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Οι συνθήκες λειτουργίας του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης που επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου είναι οι εξής:

- η χρονική περίοδος και ωράριο λειτουργίας κτιρίου,
- η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου για την θερινή και χειμερινή περίοδο,
- η επιθυμητή υγρασία του χώρου για την θερινή και χειμερινή περίοδο,
- ο απαιτούμενος νωπός αέρας του χώρου,
- η στάθμη γενικού φωτισμού του χώρου,
- η τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ανά τύπο κτιρίου

Να σημειωθεί ότι σε ειδικές περιπτώσεις κτιρίων ή/και ειδικών χώρων κτιρίων και γενικότερα σε περιπτώσεις που χρήζουν πιο λεπτομερούς αντιμετώπισης, οι συνθήκες λειτουργίας καθορίζονται από τις συνθήκες σχεδιασμού κατά περίπτωση. Οι ειδικές συνθήκες λειτουργίας των επί μέρους χώρων ενός κτιρίου (διαδρόμων, αποθηκών, κ.ά.) λαμβάνονται υπόψη μόνο κατά το σχεδιασμό του κτιρίου ή κατά το σχεδιασμό της θερμικής ζώνης, ενώ κατά την ενεργειακή μελέτη για κάθε παράμετρο (θερμοκρασία, σχετική υγρασία κ.ά.) λαμβάνεται υπόψη μια ενιαία τιμή, η οποία αντιστοιχεί στη γενική χρήση του κτιρίου, κατά τους αντίστοιχους πίνακες.

Είναι γεγονός πως οι δύο πιο σημαντικοί παράγοντες ανέσεως των εσωτερικών χώρων είναι η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία, βέβαια από χρήστη σε χρήστη και ανάλογα με την ηλικία των χρηστών υπάρχουν μικροδιαφορές ως προς τις επιθυμητές τιμές του χώρου. Σαφώς όμως, για να υπάρχει μια στάθμιση τιμών και να μπορεί ο μελετητής να λαμβάνει τιμές για τους υπολογισμούς, καθορίστηκαν σε εθνικό επίπεδο τιμές βάσει προτύπων ΕΛΟΤ EN 15251:2007 και δίνονται στον παρακάτω πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3 Καθοριζόμενες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [οC]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός)	20	26	40	45
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Οικοτροφείο και κοιτώνας	20	26	40	45
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου,	20	26	40	45
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	35	50
Εστιατόριο	20	26	35	50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	20	26	35	50
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	20	26	35	50
Θέατρο, κινηματογράφος	20	26	35	50
Χώρος συναυλιών	20	26	35	50
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	20	23	35	50
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	20	26	35	45
Τράπεζα	20	26	35	45
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	20	26	35	50

Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό	18	25	35	45
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	18	26	35	50
Λουτρό (κοινόχρηστο)	22	26	40	50
Νηπιαγωγείο	20	26	35	45
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	20	26	35	45
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45
Φροντιστήριο, ωδείο	20	26	35	45
Νοσοκομείο, κλινική	22	26	35	50
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	25	35	50
Χειρουργείο (τακτικό)	18	20	35	55
Εξωτερικά ιατρεία	20	26	35	50

Αίθουσες αναμονής	20	26	35	50
	Θερμοκρασία [οC]		Σχετική υγρασία [%]	
Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	22	26	35	50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας,	22	26	40	45
Βρεφικός σταθμός, παιδικός	20	26	40	45
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο,	20	26	40	45
Αστυνομική διεύθυνση	20	26	35	45
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	19	25	35	45
Κατάστημα, φαρμακείο,	20	26	35	45
Ινστιτούτο γυμναστικής	20	26	35	45
Κουρείο, κομμωτήριο	20	26	35	45
Γραφείο	20	26	35	45
Βιβλιοθήκη	20	26	35	50

4.3.6. Εσωτερικά θερμικά κέρδη.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, λαμβάνονται υπόψη και τα εσωτερικά κέρδη που συνεισφέρουν στα θερμικά φορτία και επιβαρύνουν τα ψυκτικά φορτία. Ως εσωτερικά κέρδη ενός κτιρίου ή μιας θερμικής ζώνης θεωρούνται:

- η εκλυόμενη θερμότητα από τα ηλεκτρικά συστήματα φωτισμού (αισθητή θερμότητα),

- η έκλυση θερμότητας από τους ανθρώπους (αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα), η οποία καθορίζεται ανάλογα τη δραστηριότητά τους, δηλαδή ανάλογα τη χρήση των χώρων,
 - ο ηλεκτρικός εξοπλισμός και οι συσκευές του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης.
- Δεν λαμβάνονται υπόψη τα εσωτερικά θερμικά κέρδη από τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και άλλες εγκαταστάσεις, τα οποία συνήθως βρίσκονται σε ανεξάρτητους μη θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου.

Ανάλογα με το είδος των εσωτερικών κερδών και τη χρήση του κτιρίου, καθορίζεται και ο αντίστοιχος συντελεστής ετεροχρονισμού, βάσει του οποίου εκτιμάται η πραγματική έκλυση θερμότητας στον εκάστοτε χώρο. Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, παράγραφος 2.6, δίνονται αναλυτικά σε πίνακες οι τιμές για εσωτερικά κέρδη από τους χρήστες και τις συσκευές, καθώς επίσης και ο συντελεστής παρουσίας χρηστών και ο συντελεστής ετεροχρονισμού για τις συσκευές. Η εισαγωγή των δεδομένων για τα εσωτερικά κέρδη που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου γίνεται αυτόματα, με την επιλογή της χρήσης του κτιρίου. Επομένως, ο επιθεωρητής δεν χρειάζεται να συμπληρώσει τα αντίστοιχα δεδομένα για την εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές και χρήστες στο έντυπο επιθεώρησης κατά τη διαδικασία της επιθεώρησης, παρά μόνο τη χρήση του κτιρίου ή της θερμικήςζώνης: π.χ. ξενοδοχείο, νοσοκομείο, κατοικία, κ.τ.λ.

Οι άνθρωποι εκλύουν ποσά θερμότητας στο περιβάλλον. Αυτό πραγματοποιείται με δύο τρόπους, την θερμική ακτινοβολία του σώματος και τη μεταφορά θερμότητας από το σώμα στον αέρα και ιδίως κατά την εκπνοή του ατόμου. Ωστόσο , υπάρχει μεγάλο σφάλμα κατά τον υπολογισμό των τιμών μεταφοράς θερμότητας διότι ποικίλει από άνθρωπο σε άνθρωπο λόγω διαφορετικότητας στην ένδυση ή εφίδρωση κ.τ.λ. Επίσης, οι μελετητές οφείλουν να λαμβάνουν τιμές από τον παρακάτω πίνακα 4.4.

Πίνακας 4.4 Εκλυόμενη θερμότητα χρηστών ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημ.	Μέσος συντελεστής παρουσίας
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός)	80	4	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	75	11	1,00
θερινής λειτουργίας	75	11	0,58
χειμερινής λειτουργίας	75	11	0,66
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	75	11	1,00
θερινής λειτουργίας	75	11	0,58
χειμερινής λειτουργίας	75	11	0,66
Οικοτροφείο και κοιτώνας	75	8	1,00

Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	60	5	0,50
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	80	20	1,00
Εστιατόριο	75	53	0,50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	75	60	0,62
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	75	75	0,14
Θέατρο, κινηματογράφος	75	75	0,29
Χώρος συναυλιών	75	75	0,25
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	90	45	0,25
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	75	83	0,18
Τράπεζα	75	15	0,24
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	80	60	0,25
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	120	90	0,58
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	0	0	0
Λουτρό (κοινόχρηστο)	0	0	0
Νηπιαγωγείο	80	40	0,16
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	80	40	0,18
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	80	40	0,32
Φροντιστήριο, ωδείο	80	44	0,16
Νοσοκομείο, κλινική	90	27	1,00
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	70	15	0,75
Χειρουργείο (τακτικό)	90	0	0,24
Εξωτερικών ιατρείων	90	9	0,24
Αίθουσες αναμονής	80	44	0,24
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	90	14	0,36
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως	80	12	1,00
Βρεφικός σταθμός, παιδικός	90	23	0,22
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο,	80	16	1,00
Αστυνομική διεύθυνση	80	8	1,00
Εμπορικό κέντρο, αγορά και			
Κατάστημα, φαρμακείο	90	13	0,32
Ινστιτούτο γυμναστικής	90	14	0,43
Κουρείο, κομμωτήριο	90	14	0,43
Γραφείο	80	8	0,30
Βιβλιοθήκη	75	17	0,18

Ο εξοπλισμός κτιρίων και οι ηλεκτρικές συσκευές είναι καθοριστικές για την σωστή μελέτη ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου. Σαφώς και υπάρχει εναλλαγή θερμικών φορτίων μεταξύ συσκευών και εσωτερικού περιβάλλοντος του χώρου. Η εναλλαγή θερμότητας επιτυγχάνεται με θερμική ακτινοβολία — συναγωγή μεταφορά θερμότητας. Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 150.13790:2009 εκτιμήθηκαν και παραθέτονται στον παρακάτω πίνακα 4.5.

Πίνακας 4.5. Εκτιμώμενη θερμική ισχύς ηλεκτρικών συσκευών / εξοπλισμού ανά χρήση κτιρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m ²]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m ²]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός)	4	0,5	2	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	3	0,5	1,5	1,00
θερινής λειτουργίας	3	0,5	1,5	0,58
χειμερινής λειτουργίας	4	0,5	2	0,66
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	3	0,5	1,5	1,00
θερινής λειτουργίας	3	0,5	1,5	0,58
χειμερινής λειτουργίας	4	0,5	2	0,66
Οικοτροφείο και κοιτώνας	4	0,5	2	1,00
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	4	0,5	2	0,50
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	2	0,5	1	1,00
Εστιατόριο	20	0,5	10	0,50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	20	0,5	10	0,62
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	15	0,5	7,5	0,14
Θέατρο, κινηματογράφος	4	0,3	1,2	0,29
Χώρος συναυλιών	4	0,5	2	0,25
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	4	0,3	1,2	0,25
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	2	0,3	0,6	0,18
Τράπεζα	2	0,3	0,6	0,24
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	4	0,25	1	0,25
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	4	0,25	1	0,58
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	0	0	0	0
Λουτρό (κοινόχρηστο)	0	0	0	0
Νηπιαγωγείο	5	0,15	0,75	0,16
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	5	0,15	0,75	0,18

Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	5	0,15	0,75	0,32
Φροντιστήριο, ωδείο	5	0,15	0,75	0,16
Νοσοκομείο, κλινική	15	0,5	7,5	1,00
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	8	0,5	4	0,75
Χειρουργείο (τακτικό)	20	0,5	10	0,24
Εξωτερικών ιατρείων	15	0,5	7,5	0,24
Αίθουσες αναμονής	0	0	0	0,24
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	15	0,5	7,5	0,36
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας,	10	0,5	5	1,00
Βρεφικός σταθμός, παιδικός	15	0,3	4,5	0,22
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο,	4	0,2	0,8	1,00
Αστυνομική διεύθυνση	15	0,2	3	1,00
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	10	0,25	2,5	0,43
Κατάστημα, φαρμακείο,	10	0,2	2	0,32
Ινστιτούτο γυμναστικής	20	0,3	6	0,43
Κουρείο, κομμωτήριο	20	0,3	6	0,43
Γραφείο	15	0,3	4,5	0,30
Βιβλιοθήκη	2	0,25	0,5	0,18

4.3.7. Γεωμετρία του κτιρίου ή θερμικών ζωνών.

Τα γεωμετρικά στοιχεία του κτιρίου είναι από τις πιο βασικές παραμέτρους που εισάγονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Ο επιθεωρητής καταγράφει τα απαιτούμενα γεωμετρικά δεδομένα του κτιρίου με βάση αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου. Σε περίπτωση απόκλισης των γεωμετρικών δεδομένων του κτιρίου από τα σχέδια ή έλλειψης αρχιτεκτονικών σχεδίων, ο επιθεωρητής έχει δύο εναλλακτικές λύσεις:

Η πρώτη λύση είναι να κάνει αποτύπωση των αποκλίσεων των γεωμετρικών δεδομένων του κτιρίου πάνω στα υφιστάμενα αρχιτεκτονικά σχέδια, με την προϋπόθεση ότι το κτίριο είναι μικρής επιφάνειας και η αποτύπωση των αποκλίσεων μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στην εκτίμηση των γεωμετρικών δεδομένων που απαιτούνται.

Η δεύτερη λύση είναι να ζητήσει από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή ή τον τεχνικό υπεύθυνο του κτιρίου την ακριβή αποτύπωση των κτιριακών εγκαταστάσεων σε νέα αρχιτεκτονικά σχέδια πριν τη διεξαγωγή της επιθεώρησης του κτιρίου. Η αποτύπωση και σύνταξη των νέων σχεδίων θα πρέπει να γίνει από αρμόδιο μηχανικό σύμφωνα με τα όσα ορίζει η νομοθεσία. Σε περίπτωση που υπάρχουν αντίγραφα σχεδίων στην αρμόδια πολεοδομία, ο ιδιοκτήτης ή ο διαχειριστής μπορεί να ζητήσει αντίγραφο και να το προσκομίσει για την επιθεώρηση.

Ο επιθεωρητής λαμβάνοντας υπόψη τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010, καταγράφει τα απαραίτητα για το σκοπό της ενεργειακής επιθεώρησης γεωμετρικά δεδομένα, τα οποία είναι:

- Η συνολική μικτή επιφάνεια δαπέδου του κτιρίου ή των θερμικών ζωνών.
- Το ύψος του ορόφου ή/και ο μικτός όγκος του υπό μελέτη κτιρίου ή θερμικής ζώνης.
- Η εξωτερική επιφάνεια (συνολική ή επιμέρους) των κατακόρυφων δομικών στοιχείων ανά προσανατολισμό, καθώς και των οριζόντιων δομικών στοιχείων του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης, τα οποία έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με το έδαφος.
- Το πάχος των εξωτερικών κατακόρυφων δομικών στοιχείων, δηλαδή της τοιχοποιίας, των δοκών, των υποστυλωμάτων ανά προσανατολισμό, καθώς και των οριζόντιων εξωτερικών δομικών στοιχείων, δηλαδή του δαπέδου, της πλάκας οροφής, κ.α.
- Οι εξωτερικές διαστάσεις όλων των διαφανών δομικών στοιχείων του κελύφους του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης (κουφωμάτων), το ποσοστό πλαισίου επί της επιφάνειας κάθε ανοίγματος, καθώς και η περίμετρος και το εμβαδόν κάθε κουφώματος, ανά προσανατολισμό
- Οι διαχωριστικές μικτές επιφάνειες των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης προς μη θερμαινόμενους χώρους ή/και ηλιακούς χώρους ή/και άλλα παθητικά ηλιακά συστήματα.
- Σε περίπτωση νέων ή ριζικά ανακαινιζόμενων κτιρίων, το μήκος και το είδος των θερμογεφυρών που υπάρχουν σε κάθε εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης, ανά προσανατολισμό.

4.3.8. Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων κτιρίου.

Για όλα τα δομικά στοιχεία των εξωτερικών επιφανειών σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (εξωτερικός αέρας ή έδαφος) του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης, των διαχωριστικών επιφανειών με μη θερμαινόμενους ή/και ηλιακούς χώρους, καθώς και των εξωτερικών επιφανειών των μη θερμαινόμενων ή/και ηλιακών χώρων καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά και οι θερμοφυσικές ιδιότητές τους. Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, στην παράγραφο 3.2 (3.2.1 έως και 3.2.7), δίνονται αναλυτικές οδηγίες για τον προσδιορισμό των θερμοφυσικών ιδιοτήτων και τεχνικών χαρακτηριστικών για όλα τα αδιαφανή και διαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου.

Τα μεγέθη αυτά είναι:

- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U των εξωτερικών δομικών αδιαφανών στοιχείων του κτιριακού κελύφους σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U των εξωτερικών δομικών αδιαφανών στοιχείων του κτιριακού κελύφους σε επαφή με το έδαφος.
- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U των εξωτερικών δομικών αδιαφανών στοιχείων του κτιριακού κελύφους σε επαφή με μη θερμαινόμενους ή/και ηλιακούς χώρους.
- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U των διαφανών επιφανειών (κουφωμάτων) του κτιριακού κελύφους.
- Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ όλων των θερμογεφυρών που εμφανίζονται στο κτιριακό κέλυφος.
- Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους g (SHGC) των κουφωμάτων. Αφορά στους υαλοπίνακες των κουφωμάτων και προσδιορίζεται ανάλογα τον τύπο τους και το ποσοστό πλαισίου του κουφώματος.
- Η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων του κτιρίου.
- Ο συντελεστής απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία των αδιαφανών δομικών στοιχείων.
- Ο συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία των εξωτερικών επιφανειών.
 - Στα υφιστάμενα κτίρια, ο προσδιορισμός των θερμοφυσικών ιδιοτήτων κάθε αδιαφανούς κατακόρυφου και οριζόντιου δομικού στοιχείου αφορά στην εκτίμηση του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου και του γραμμικού συντελεστή θερμογεφυρών.
 - Για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, ο προσδιορισμός των απαιτούμενων για τους υπολογισμούς θερμοφυσικών παραμέτρων και ιδιοτήτων γίνεται βάσει των τεχνικών χαρακτηριστικών και των προδιαγραφών που αναγράφονται στα σχετικά πιστοποιητικά που πρέπει να προσκομίζονται στον κατασκευαστή / ιδιοκτήτη από τους προμηθευτές υλικών κατά την κατασκευή του κτιρίου.

4.3.9. Αεροστεγανότητα κτιρίου.

Η αεροστεγανότητα ενός κτιρίου εξαρτάται από το είδος των κουφωμάτων (ανοιγόμενα, συρόμενα επάλληλα, συρόμενα χωνευτά), την ποιότητα των χαραμάδων των ανοιγμάτων (ύπαρξη ψυκτρών), τη συναρμογή των κουφωμάτων με την τοιχοποιία, το είδος του πλαισίου (μεταλλικό, συνθετικό, ξύλινο), την επιφάνεια και τον προσανατολισμό των κουφωμάτων, καθώς επίσης και από τις θυρίδες αερισμού (π.χ. εστιών καύσης) που πιθανόν υπάρχουν στο κτίριο. Ο αθέλητος αερισμός που προκύπτει λόγω διείσδυσης του αέρα με τους παραπάνω τρόπους εξαρτάται από πολλές συνιστώσες και για το λόγο αυτό δεν μπορεί εύκολα να εκτιμηθεί. Στην πράξη, για τον υπολογισμό της διείσδυσης αέρα χρησιμοποιούνται διάφορες εμπειρικές σχέσεις παραμετροποιημένες.

Στην παράγραφο 3.4.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 δίνεται αναλυτικά ο τρόπος προσδιορισμού του αερισμού λόγω χαραμάδων από τα κουφώματα ενός κτιρίου, ανάλογα με τον τύπο του κουφώματος, την ανεμόπτωση και το υλικό του πλαισίου, καθώς επίσης και λόγω της διείσδυσης του αέρα από τις θυρίδες αερισμού. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει μελέτη ενεργειακής απόδοσης με αναλυτικούς

υπολογισμούς του αερισμού λόγω χαραμάδων, ο επιθεωρητής για τους υπολογισμούς λαμβάνει τις τιμές των πινάκων που δίνονται στην παράγραφο 3.4.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

4.3.10. Συστήματα σκιασμού.

Ο βέλτιστος σχεδιασμός ενός κτιρίου πρέπει να εξασφαλίζει τον ηλιασμό κατά τη χειμερινή περίοδο και την ηλιοπροστασία (σκιασμό) κατά τη θερινή περίοδο. Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται η ζήτηση για θερμική και ψυκτική ενέργεια αντίστοιχα. Η σκίαση των επιφανειών του κτιρίου λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης μέσω των εποχικών συντελεστών σκίασης (χειμερινή, θερινή περίοδος). Τρεις είναι οι βασικοί συντελεστές σκίασης μιας επιφάνειας:

- Ο συντελεστής σκίασης λόγω περιβάλλοντα χώρου, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία θέασης του γειτονικού εμποδίου.
- Ο συντελεστής σκίασης λόγω οριζόντιων εξωτερικών σκιάστρων, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία θέασης του οριζόντιου σταθερού σκιάστρου (πρόβολος, τέντα, κ.τ.λ.).
- Ο συντελεστής σκίασης λόγω των πλευρικών εξωτερικών σκιάστρων, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία θέασης της πλευρικής προεξοχής.

4.3.11. Σύστημα θέρμανσης χώρων.

Ως σύστημα θέρμανσης χώρων νοείται κάθε σύστημα που παράγει και διανέμει θερμική ενέργεια μέσα στο κτίριο. Σε περίπτωση που ένα κτίριο δε διαθέτει σύστημα θέρμανσης, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης θεωρείται ότι θερμαίνεται σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στον Κ.Ε.Ν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, παράγραφος 4.1. Κατά την επιθεώρηση του κτιρίου καταγράφονται στο έντυπο τα δεδομένα του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης. Το σύστημα θέρμανσης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης χωρίζεται σε τρεις τομείς, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω, καταγράφοντας παράλληλα για τον καθένα ορισμένες παραμέτρους:

- Μονάδες παραγωγής θερμότητας: κεντρικά συστήματα παραγωγής θερμότητας όπως λέβητες ή αντλίες θερμότητας, τοπικές μονάδες παραγωγής θερμότητας όπως αερίου, ηλεκτρικά σώματα, τοπικές αντλίες θερμότητας, κ.τ.λ.
- Δίκτυο διανομής θερμότητας: οι σωληνώσεις μεταφοράς θερμού μέσου (νερό, κ.ά.), αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα, κ.τ.λ.
- Μονάδες εκπομπής θερμότητας: θερμαντικά σώματα, στοιχείο μονάδας ανεμιστήρα, ενδοδαπέδιο σύστημα, επιτοίχιο σύστημα κ.τ.λ.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από τη μονάδα παραγωγής θερμότητας χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το συντελεστή θερμικής απόδοσης της μονάδας (π.χ. για λέβητας (η_g), αντλία θερμότητας (COP), εστίες καύσης, κ.α.), το είδος καυσίμου, τα βοηθητικά ηλεκτρικά συστήματα, τις ώρες

λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων, το ποσοστό του θερμικού φορτίου για το κτίριο ή τη θερμική ζώνη που καλύπτει κάθε μονάδα παραγωγής θέρμανσης, ενώ συνυπολογίζεται και η ενδεχόμενη χρήση ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση των χώρων.

Με βάση τα προαναφερόμενα, η θέρμανση μπορεί να διαχωριστεί σε "άμεση" και "έμμεση" θέρμανση. Στα συστήματα και τις μονάδες άμεσου θερμάνσεως συμπεριλαμβάνονται οι ανοικτές εστίες, τα τζάκια, οι θερμάστρες καύσεως, οι θερμάστρες που λειτουργούν με ηλεκτρική αντίσταση κ.ά. Τα συστήματα θερμάνσεως διακρίνονται σε "μεμονωμένα", "αυτόνομα" ή "τοπικά" και σε "κεντρικές θερμάνσεις", με κριτήριο τον αριθμό των θερμαινόμενων χώρων από μία κεντρική πηγή θερμάνσεως. Επίσης με κριτήριο τον τρόπο μεταφοράς της θερμότητας στους χώρους, διακρίνονται σε θερμάνσεις ζεστού νερού, θερμάνσεις υπέρθερμου νερού, θερμάνσεις ατμού, θερμάνσεις αέρα κ.ά.

4.3.12. Συστήματα ψύξης χώρων.

Ως σύστημα ψύξης χώρων νοείται κάθε σύστημα που παράγει και διανέμει ψυκτική ενέργεια μέσα στο κτίριο. Σε περίπτωση που ένα κτίριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης θεωρείται ότι ψύχεται σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, παράγραφο 4.2. Κατά την επιθεώρηση του κτιρίου καταγράφονται στο έντυπο τα δεδομένα του συστήματος ψύξης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης. Σε περίπτωση που υπάρχει μελέτη ψύξης χώρων, ο επιθεωρητής επιβεβαιώνει και καταγράφει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης χώρων και εκτιμάει τα απαραίτητα δεδομένα για τους υπολογισμούς από τη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Το σύστημα ψύξης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης χωρίζεται σε τρεις τομείς, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω, καταγράφοντας παράλληλα για τον καθένα ορισμένες παραμέτρους:

- Μονάδες παραγωγής ψύξης: κεντρικά συστήματα παραγωγής ψύξης, όπως ψύκτες ή αντλίες θερμότητας, τοπικές μονάδες παραγωγής ψύξης (τοπικές αντλίες θερμότητας).
- Δίκτυο διανομής ψύξης: οι σωληνώσεις μεταφοράς ψυχρού μέσου (νερό, κ.ά.), αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα, κ.τ.λ.
- Μονάδες εκπομπής ψύξης: στοιχείο μονάδας ανεμιστήρα, ενδοδαπέδιο σύστημα, επιτοίχιο σύστημα κ.τ.λ.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από τη μονάδα παραγωγής ψύξης, χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το δείκτη ενεργειακής απόδοσης EER της μονάδας, το είδος καυσίμου, τα βοηθητικά ηλεκτρικά συστήματα, τις ώρες λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων ψύξης, το ποσοστό του ψυκτικού φορτίου για το κτίριο ή τη θερμική ζώνη που καλύπτει κάθε μονάδα παραγωγής ψύξης.

4.3.13. Συστήματα μηχανικού αερισμού.

Τα συστήματα μηχανικού αερισμού εξυπηρετούν τις ανάγκες παροχής νωπού αέρα, ιδίως κτιρίων του τριτογενούς τομέα. Τα κτίρια κατοικίας καλύπτουν τις ανάγκες για νωπό αέρα μέσω φυσικού αερισμού. Ο αερισμός ενός κτιρίου μπορεί να γίνει μέσω ενός αυτόνομου τοπικού ή κεντρικού συστήματος αερισμού ή/και συστήματος εξαερισμού ή/και μέσω δικτύου αερισμού με κεντρική κλιματιστική μονάδα (Κ.Κ.Μ.) διαχείρισης αέρα, δηλαδή πλήρους κλιματισμός και προσαγωγή του απαιτούμενου νωπού αέρα για το κτίριο ή την θερμική ζώνη.

Για κάθε κτίριο τριτογενούς τομέα ή κάθε θερμική ζώνη αυτού, ο επιθεωρητής καταγράφει στο σχετικό έντυπο επιθεώρησης τα απαιτούμενα δεδομένα, όπως τον τύπο μηχανικού αερισμού, την παροχή νωπού αέρα, τη θερμοκρασία προσαγωγής για κάθε εποχή (αν πρόκειται για ΚΚΜ), το χρόνο λειτουργίας του συστήματος (ίδιος με τον χρόνο λειτουργίας του κτιρίου), την ισχύ των ανεμιστήρων, την απόδοση ανάκτησης αν υπάρχει, την απόδοση ανακυκλοφορίας αν υπάρχει, κ.τ.λ. Για τον προσδιορισμό των πιο πάνω δεδομένων, τα οποία χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, υπάρχει αναλυτική περιγραφή στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 4.6.

Πίνακας 4.6: Απαιτούμενος νωπός αέρα ανά χρήση κτηρίου (για χώρους μη καπνιζόντων) για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός)	5	15	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
θερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
χειμερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
θερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
χειμερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
Οικοτροφείο και κοιτώνας*	10	15	1,50
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	8	15	1,20
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	25	25	6,25
Εστιατόριο	70	25	17,50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	80	25	20,00

Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	45	45,00
Θέατρο, κινηματογράφος	100	25	25,00
Χώρος συναυλιών	100	30	30,00

Χώρος εκθέσεων, μουσείο	50	20	10,00
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	110	25	27,50
Τράπεζα	20	30	6,00
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	75	30	22,50
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	75	45	33,75
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	--	--	2,6
Λουτρό (κοινόχρηστο)	--	--	6,00
Νηπιαγωγείο**	50	22	11,00
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης**	50	22	11,00
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας**	50	22	11,00
Φροντιστήριο, ωδείο**	55	22	12,10
Νοσοκομείο, κλινική*	30	35	10,50
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	25	5,50
Χειρουργείο (τακτικό)	20	150	30,00
Εξωτερικά ιατρεία	10	50	5,00
Αίθουσες αναμονής	55	45	24,75
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	15	50	7,50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα	15	25	3,75
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	25	45	11,25
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	22	4,40
Αστυνομική διεύθυνση	10	30	3,00
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	30	22	6,60
Κατάστημα, φαρμακείο,	14	22	3,08

Ινστιτούτο γυμναστικής,	15	45	6,75
Κουρείο, κομμωτήριο	15	30	4,50
Γραφείο	10	30	3,00
Βιβλιοθήκη	22	30	6,60

4.3.14. Σύστημα ύγρανσης χώρων.

Το σύστημα ύγρανσης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης καλύπτει τις ανάγκες για ύγρανση του εσωτερικού αέρα, σε συνδυασμό με το σύστημα μηχανικού αερισμού. Οι ανάγκες για ύγρανση του αέρα των χώρων ενός κτιρίου προκύπτουν σε σχέση με την υγρασία του αέρα της περιοχής που βρίσκεται το κτίριο και τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες υγρασίας, οι οποίες ορίζονται στην παράγραφο 2.4.2 (πίνακας 2.2) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Το σύστημα παραγωγής υγρασίας αποτελείται από δύο τομείς:

- Μονάδα παραγωγής υγρασίας (ατμού): Χρειάζεται ο προσδιορισμός του συντελεστή θερμικής απόδοσης της μονάδας παραγωγής, το είδος καυσίμου και η απαιτούμενη παροχή υγρασίας στους χώρους.
- Δίκτυο διανομής ατμού: Χρειάζεται ο προσδιορισμός του συντελεστή θερμικής απόδοσης του δικτύου διανομής, ο οποίος προσδιορίζεται σε σχέση με τη θερμοκρασία του δικτύου και την ποιότητα της θερμομόνωσης.

4.3.15. Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης – ZNX.

Κατά την επιθεώρηση του κτιρίου καταγράφονται τα δεδομένα του ηλιοθερμικού συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης (εφόσον υφίσταται), σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στην σχετική μελέτη και ακολουθεί επιβεβαίωση των δεδομένων από τον επιθεωρητή. Αν δεν υπάρχει μελέτη για τα ηλιοθερμικά συστήματα ενός κτιρίου, τότε ο επιθεωρητής καταγράφει όσα από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ηλιοθερμικού συστήματος είναι διαθέσιμα και εκτιμάει τα απαραίτητα δεδομένα για τους υπολογισμούς, σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στη σχετική παράγραφο 5.3.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

- Μονάδα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: κεντρικά συστήματα παραγωγής ZNX όπως λέβητες ή αντλίες θερμότητας, τοπικές μονάδες παραγωγής ZNX όπως μονάδες αερίου, ηλεκτρικοί θερμαντήρες, ταχυθερμαντήρες, κ.ά.
- Δίκτυο διανομής θερμότητας: οι σωληνώσεις μεταφοράς θερμού μέσου (νερό, κ.ά.), κ.τ.λ.
- Τερματική μονάδα απόδοσης θερμότητας για ZNX: θερμαντήρες με εναλλάκτη με ηλεκτρική αντίσταση ή άλλο σύστημα αποθήκευσης.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από το σύστημα παραγωγής ZNX χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το συντελεστή θερμικής απόδοσης της μονάδας παραγωγής ZNX, το είδος καυσίμου (ηλεκτρικό, πετρέλαιο, κ.ά.), το ποσοστό του θερμικού φορτίου για ZNX που καλύπτει το σύστημα, τη θερμική

απόδοση του δικτύου διανομής ZNX, τη θερμική απόδοση των τερματικών μονάδων απόδοσης θερμότητας (αποθήκευσης) για ZNX.

Πίνακας 4.7: Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (σε θερμοκρασία 45oC) ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ημερήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.		ανά υπνοδωμάτιο [m ³ /υπν./έτος]	ανά δομημένη επιφάνεια [m ³ / ² /έτος]
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	ανά δομημένη επιφάνεια [ℓ/m ² /ημέρα]		
Μονοκατοικία, πολυκατοικία	50	--	27,38	--
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	[ℓ/m ² /ημέρα]	ανά κλίνη [m ³ /κλίνη/έτος]	[m ³ / ² /έτος]
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	36,50	--
A' και Β' κατηγορίας	80	--	29,20	--
Γ' κατηγορίας	60	--	21,90	--
θερινής λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	21,23	--
A' και Β' κατηγορίας	80	--	17,00	--
Γ' κατηγορίας	60	--	12,74	--
χειμερινής λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	24,27	--
A' και Β' κατηγορίας	80	--	19,41	--
Γ' κατηγορίας	60	--	14,56	--
Ξενώνας ετήσιας	60	--	21,90	--
θερινής λειτουργίας	60	--	12,74	--
χειμερινής λειτουργίας	60	--	14,56	--
Οικοτροφείο και κοιτώνας	50	--	18,25	--
Εστιατόριο**	8	5,60	--	2,04
Ζαχαροπλαστείο,	2	1,60	--	0,58
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική	3	3,00	--	0,62
Θέατρο, κινηματογράφος	--	--	--	--
Χώρος συναυλιών	--	--	--	--
Χώρος εκθέσεων,	--	--	--	--
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	--	--	--	--
Τράπεζα	--	--	--	--
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	--	--	--	--
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο**	20	9,00	--	3,29

Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί	--	--	--	--
Λουτρό (κοινόχρηστο)	--	--	--	--
Νηπιαγωγείο	--	--	--	--
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση,	--	--	--	--
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	--	--	--	--
Φροντιστήριο, ωδείο	--	--	--	--
Νοσοκομείο κάτω των 500 κλινών *	80	--	29,2	--
Νοσοκομείο άνω των 500 κλινών *	120	--	43,9	--
Κλινική*	60	--	22,0	--
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	5	0,75	--	0,2
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα	50	--	18,25	--
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	5	1,25	--	0,30
Αναμορφωτήριο, φυλακή	30	6,00	--	2,19
Αστυνομική διεύθυνση, Κρατητήριο	--	--	--	--
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	--	--	--	--
Κατάστημα, φαρμακείο,	--	--	--	--
Ινστιτούτο γυμναστικής**	20	15,00	--	4,68
Κουρείο, κομμωτήριο**	3	2,25	--	0,70
Γραφείο	--	--	--	--
Βιβλιοθήκη	--	--	--	--

4.3.16. Σύστημα Φωτισμού.

Κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου (που δεν χρησιμοποιείται ως κατοικία) λαμβάνονται υπόψη τα συστήματα φωτισμού, τόσο για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης (εκτός των κατοικιών), όσο και για τη συνεισφορά τους στα εσωτερικά θερμικά φορτία του κτιρίου. Ο επιθεωρητής καταγράφει όλα τα συστήματα γενικού φωτισμού στο χώρο και ιδίως τα χαρακτηριστικά που ακολουθούν, τα οποία χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

- Εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών λαμπτήρων. Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των λαμπτήρων αποτυπώνεται αναλυτικά η ηλεκτρική ισχύς τους και η

φωτιστική τους απόδοση (φωτεινή δραστηριότητα) σε lumen /W.

- Ποσοστό του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης που λαμβάνεται ως ζώνη φυσικού φωτισμού. Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701- 1/2010, παράγραφος 5.1.3.2, περιγράφεται ο προσδιορισμός των ζωνών φυσικού φωτισμού.
- Διατάξεις αυτόματου ελέγχου του συστήματος φωτισμού, περιλαμβανομένων και των διατάξεων ελέγχου φυσικού φωτισμού χώρων: λουξόμετρα (στάθμη φωτισμού), χρονοδιακόπτες κ.ά.
- Σύστημα απομάκρυνσης της εκλυόμενης θερμότητας από τα φωτιστικά, σε περίπτωση που υπάρχει στο κτίριο.
- Ύπαρξη συστήματος φωτισμού ασφαλείας στο κτίριο ή την θερμική ζώνη.
- Η ύπαρξη συστήματος εφεδρείας για την κάλυψη των αναγκών φωτισμού των χώρων. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, λαμβάνεται υπόψη και η περίοδος αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού και η περίοδος χρήσης του τεχνητού φωτισμού. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010).

Πίνακας 4.8: Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού και εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m²) κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]*	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m ²]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός)	200	6,4	0,8
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Οικοτροφείο και κοιτώνας	300	9,6	0,8
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	250	8,0	0,8
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	100	3,2	0,5
Εστιατόριο	200	6,4	0,8
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	250	8,0	0,8
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	3,2	0,8
Θέατρο, κινηματογράφος	100	3,2	0,8
Χώρος συναυλιών	100	3,2	0,8
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	200	6,4	0,8
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	500	16,0	0,8

Τράπεζα	500	16,0	0,8
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	300	9,6	0,8
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	300	9,6	0,5
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	200	6,4	0,5
Λουτρό (κοινόχρηστο)	200	6,4	0,5
Νηπιαγωγείο	300	9,6	0,8
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	300	9,6	0,8
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	16,0	0,8
Φροντιστήριο, ωδείο	500	16,0	0,8
Νοσοκομείο, κλινική	300	9,6	0,8
Αίθουσα ασθενών	100	3,2	0,8
Χειρουργείο (τακτικό)	1000	32	0,8
Εξωτερικών ιατρείων	500	16,0	0,8
Αίθουσες αναμονής	300	9,6	0,8
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός,	500	16,0	0,8
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως	300	9,6	0,8
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	300	9,6	0,8
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	300	9,6	0,8
Αστυνομική διεύθυνση	500	16,0	0,8
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	300	9,6	0,8
Κατάστημα, φαρμακείο,	500	16	0,8
Ινστιτούτο γυμναστικής	400	12,8	0,8
Κουρείο, κομμωτήριο	400	12,8	0,8
Γραφείο	500	16,0	0,8
Βιβλιοθήκη	500	16,0	0,8

4.3.17. Διατάξεις αυτομάτου ελέγχου.

Η χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας (BEMS) μειώνει την τελική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου, της οποίας ο ακριβής προσδιορισμός είναι αρκετά πολύπλοκος, γιατί υπεισέρχονται πολλές παράμετροι. Η κατηγορία του κτιρίου σε σχέση με τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου που διαθέτει προσδιορίζεται από τον επιθεωρητή με την εξακρίβωση ύπαρξης και σωστής λειτουργίας των διατάξεων αυτών.

4.3.18. Συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού & θερμότητας – ΣΗΘ.

Προκειμένου να προσδιοριστεί η συνεισφορά ενός συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) σε ένα κτίριο, κατά τους υπολογισμούς χρησιμοποιούνται διάφορα δεδομένα, τα οποία προσδιορίζονται από τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή εάν υπάρχουν. Τα απαιτούμενα δεδομένα είναι:

- η κατανάλωση καυσίμου του συστήματος,
- ο ονομαστικός ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης του συστήματος,
- ο ονομαστικός θερμικός βαθμός απόδοσης του συστήματος,
- το ποσοστό και το είδος θερμικού φορτίου (θέρμανση χώρων, ZNX) που καλύπτει το ΣΗΘ.

Για την περίπτωση προτεινόμενης λύσης ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές της θερμικής και ηλεκτρικής απόδοσης συστήματος ΣΗΘ που δίνονται στον πίνακα 5.14 της παραγράφου 5.4 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010

4.3.19. Συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας – Α.Π.Ε.

Η χρήση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.), μειώνει την κατανάλωση συμβατικής ενέργειας στο κτίριο. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση καταγράφονται όλα τα δεδομένα των συστημάτων Α.Π.Ε. που υπάρχουν στο κτίριο και χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς (παράγραφος 5.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010). Συγκεκριμένα για τους ηλιακούς συλλέκτες, τα απαιτούμενα δεδομένα είναι:

- Ο τύπος ηλιακών συλλεκτών: επίπεδοι με μονό ή διπλό τζάμι, κενού, κ.ά.
- Ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας του ηλιακού συλλέκτη. Η τιμή αυτή προκύπτει από τη μελέτη διαστασιολόγησης του συλλέκτη με μια δοκιμασμένη μέθοδο, όπως οι μέθοδοι που αναφέρονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15316.4-3:2008 ή η μέθοδος καμπυλών f των S. Klein, W.A. Beckman και J.A Duffie.
- Η συνολική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών.
- Ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών, συνήθως νότιος.
- Η κλίση των ηλιακών συλλεκτών.
- Το ποσοστό και το είδος (θέρμανση χώρων, ZNX) θερμικού φορτίου που καλύπτουν οι ηλιακοί συλλέκτες.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης ενός κτιρίου λαμβάνονται υπόψη μόνο τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου και όχι αυτά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και διάθεσής της στο ηλεκτρικό δίκτυο. Τα απαιτούμενα δεδομένα των Φ/Β για τους υπολογισμούς είναι:

- Ο τύπος του Φ/Β συστήματος: μονοκρυσταλλικό, άμορφο, κ.ά.
- Η χρονολογία εγκατάστασης και λειτουργίας του Φ/Β.
- Η απόδοση του Φ/Β συστήματος. Ενδεικτικές τιμές απόδοσης στην ελληνική αγορά δίνονται στον πίνακα 5.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.
- Η επιφάνεια των Φ/Β.
- Ο προσανατολισμός των Φ/Β, συνήθως νότιος.
- Η κλίση των Φ/Β, συνήθως για την Ελλάδα για ετήσια χρήση $26\pm 30^\circ$.
- Ο συντελεστής σκίασης ο οποίος προσδιορίζεται από την γωνία θέασης και τον πίνακα 3.18 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701- 1/2010, παράγραφος 3.3.2.

4.3.20. Συντήρηση & Αναγκαίες Επεμβάσεις.

Εκτός από την καταγραφή των δεδομένων στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης, ο επιθεωρητής θα πρέπει να ενημερωθεί για τις προγραμματισμένες συντηρήσεις και να εντοπίσει τις αναγκαίες επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης που έχουν προγραμματιστεί να γίνουν στο κτίριο. Ο επιθεωρητής ενημερώνεται από τον υπεύθυνο του κτιρίου για τα προβλήματα που αντιμετωπίζει το κτίριο σχετικά με τη λειτουργία του, καθώς και για τα παράπονα των χρηστών, σε περίπτωση που υπάρχουν. Συνοπτικά, ο επιθεωρητής, λαμβάνει επίσης υπόψη τα εξής:

- Τις προγραμματισμένες και αναγκαίες συντηρήσεις που πρέπει να εφαρμοστούν στα δομικά στοιχεία ή/και στις εγκαταστάσεις του κτιρίου.
- Τις επεμβάσεις βελτίωσης που πρέπει να πραγματοποιηθούν ή που έχουν προγραμματιστεί για άμεση υλοποίηση από τους υπεύθυνους του κτιρίου.

4.3.21. Απαιτούμενες Επεμβάσεις – Προτάσεις.

Ο επιθεωρητής μετά την ολοκλήρωση της ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου και έχοντας πλέον μια ολοκληρωμένη εικόνα για την πραγματική κατάσταση του κτιρίου, θα πρέπει να προσδιορίσει τις πιθανές επεμβάσεις για τη μείωση της απαιτούμενης κατανάλωσης ενέργειας και κατά συνέπεια τη μείωση των εκλυόμενων ρύπων CO₂. Με τη χρήση του λογισμικού, θα εκτιμήσει την υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου και θα κάνει την απαραίτητη αξιολόγηση με την εφαρμογή διαφόρων σεναρίων (επεμβάσεων) ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου, σύμφωνα με τη διαθέσιμη πάντα τεχνολογία.

4.4. Υπολογισμοί και ανάλυση αποτελεσμάτων.

Το τέταρτο στάδιο της ενεργειακής επιθεώρησης είναι η διαδικασία υπολογισμών για την ενεργειακή κατάταξη και πιστοποίηση του κτιρίου, καθώς και ο προσδιορισμός των βέλτιστων επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου.

4.4.1. Υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου γίνονται με λογισμικό, το οποίο έχει δημιουργηθεί βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Ε.Ν.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τεχνικής Οδηγίας του ΤΕΕ Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010). Οι υπολογισμοί που πραγματοποιούνται κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου και καταλήγουν στην έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης, αφορούν:

- στα μηνιαία φορτία και στην ενεργειακή κατανάλωση (για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης, φωτισμό και βοηθητικά Η/Μ συστήματα) βάσει της υφιστάμενης κατάστασης του κτιρίου.
- στην ενεργειακή ταξινόμηση του κτιρίου (κατάταξή του σε ενεργειακή κλάση)
- στη διαμόρφωση και αξιολόγηση σεναρίων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια με υπολογισμό της εξοικονόμησης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας και της αντίστοιχης μείωσης εκλυόμενων ρύπων, καθώς και υπολογισμό του κόστους της κάθε επέμβασης και του χρόνου αποπληρωμής του.

Το λογισμικό θα παρέχει τη δυνατότητα ενεργειακής και οικονομικής αξιολόγησης διαφόρων σεναρίων όπως:

- επεμβάσεις βελτίωσης στο κτιριακό κέλυφος, δηλαδή θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων, οροφής, δαπέδου, αντικατάσταση ή αεροστεγάνωση κουφωμάτων, κ.ά.
- αναβάθμιση ή αντικατάσταση ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων με νέες υψηλής απόδοσης, όπως: σύστημα θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού χρήσης, κλιματιστικές μονάδες διαχείρισης αέρα, μονάδες εξαερισμού, μονάδες φωτισμού, διατάξεις αυτοματισμών, κ.ά.
- εφαρμογή παθητικών συστημάτων και εναλλακτικών συστημάτων παραγωγής ενέργειας όπως ηλιακοί χώροι, ηλιακοί συλλέκτες, φωτοβολταϊκά και συμπαραγωγή θερμικής & ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο κύριος στόχος των υπολογισμών είναι ο προσδιορισμός της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας (kWh/(m².έτος)) για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, ζεστό νερό χρήσης και φωτισμό (ο φωτισμός μελετάται μόνο στα κτίρια του τριτογενή τομέα). Με βάση τα αποτελέσματα των υπολογισμών, γίνεται η ενεργειακή ένταξη του κτιρίου στην αντίστοιχη κατηγορία συγκρινόμενο πάντα με το

κτίριο αναφοράς. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μεταξύ άλλων θα περιλαμβάνουν:

- Την ειδική τελική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση και είδος καυσίμου. Ως ειδική κατανάλωση ενέργειας νοείται η ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια ανά μονάδα θερμαινόμενης επιφάνειας του κτιρίου [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{έτος})$].
- Την ειδική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό, κ.ά.) και το είδος καυσίμου ανά χρήση [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{έτος})$].
- Τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό κ.τ.λ.) και είδος καυσίμου [$\text{kgCO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{έτος})$].
- την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.

4.4.2. Τήρηση Ελάχιστων Απαιτήσεων Κτιρίου.

Οι ελάχιστες προδιαγραφές αφορούν:

- Στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου, ώστε να μειωθούν στο ελάχιστο οι ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου. Κατά το σχεδιασμό θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο, η ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός παθητικού ηλιακού συστήματος, η ηλιοπροστασία του κτιρίου, η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού κ.τ.λ.
- Στη θερμική θωράκιση του κτιριακού κελύφους του κτιρίου μέσω θερμομόνωσης των αδιαφανών στοιχείων του και εφαρμογής κατάλληλων κουφωμάτων, ώστε τόσο οι επιμέρους τιμές για κάθε δομικό στοιχείο, όσο και η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) να μην υπερβαίνουν τα όρια που ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.ΕΝ.Α.Κ.
- Στη χρήση ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων με τις προδιαγραφές που ορίζονται στην παράγραφο 3 του άρθρου 8 του Κ.ΕΝ.Α.Κ.

4.4.3. Απαιτήσεις ενεργειακής κατανάλωσης κτηρίων.

Για τον καθορισμό των απαιτήσεων ενεργειακής κατανάλωσης για τα νέα και τα ανακαινιζόμενα κτίρια και των κατηγοριών για την κατάταξη των κτηρίων, βάσει της ενεργειακής τους κατανάλωσης, χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία του προτύπου EN 15217:2006 και το Σχέδιο Κανονισμού για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των κτηρίων-ΚΕΝΑΚ. Σύμφωνα με το πρότυπο, βάσει της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου ("ΕΚ"), για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ) και φωτισμό, εκφρασμένης σε $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{έτος})$, ορίζονται κατηγορίες ενεργειακών ορίων, από το Α έως το Η, συναρτήσει:

- του δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κανονισμού, R_f . Αυτός αντιστοιχεί στη μέγιστη επιτρεπόμενη από τον κανονισμό τιμή ενεργειακής κατανάλωσης, τόσο για τα νέα κτίρια, όσο και για τα υφιστάμενα άνω των 1.000 τ.μ. που

υφίστανται ριζική ανακαίνιση.

- του δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κτιριακού αποθέματος, R_s . Αυτός αντιστοιχεί στην ενεργειακή κατανάλωση που αγγίζει περίπου το 50% του εθνικού κτιριακού αποθέματος (μέση τιμή).

Πίνακας 4.9: Όρια ενεργειακών κατηγοριών ΚΕΝΑΚ

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

Οι δείκτες R_r και R_s αφορούν στο σύνολο των ενεργειακών απαιτήσεων (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης). Και οι δύο δείκτες είναι εκφρασμένοι σε kWh/(m²*έτος). Βάσει του προτύπου, ο δείκτης R_r τοποθετείται στα όρια μεταξύ των κλάσεων B και C, ενώ αντίστοιχα ο δείκτης R_s τοποθετείται ανάμεσα στις κλάσεις D και E. Για την περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων που κατατάσσονται στις κατηγορίες A και B, θεσπίστηκαν οι κατηγορίες A+ και B+. Έτσι, τα όρια των ενεργειακών κατηγοριών που προκύπτουν, έχουν ως εξής:

ΓΡΑΦΕΙΟ												
Μέγιστες και ελάχιστες τιμές ενεργειακής κατανάλωσης [(kWh/m ² *έτος)]												
Κλιματική Ζώνη												
	Α			Β			Γ			Δ		
A+	EK<	40		EK<	45		EK<	50		EK<	55	
A	40	≤	60	45	≤	EK<	70	50	≤	EK<	85	
B+	60	≤	EK<	90	70	≤	EK<	100	75	≤	EK<	125
B	90	≤	EK<	120	100	≤	EK<	135	110	≤	EK<	165
Γ	120	≤	EK<	140	135	≤	EK<	155	145	≤	EK<	195
Δ	140	≤	EK<	160	155	≤	EK<	175	170	≤	EK<	220
E	160	≤	EK<	200	175	≤	EK<	220	195	≤	EK<	275
Z	200	≤	EK<	240	220	≤	EK<	265	240	≤	EK<	330
H	240	≤	EK		265	≤	EK		290	≤	EK	

Πίνακας 4.10: Όρια ενεργειακών κατηγοριών γραφείων για τις 4 κλιματικές ζώνες

Ο δείκτης RR 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 (RR) 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. Στους πίνακες που ακολουθούν, δίνεται η κλίμακα ενεργειακής βαθμολόγησης του κτιρίου, αναλόγως της ενεργειακής του κατανάλωσης, ανά κατηγορία χρήσης κτιρίου και ανά κλιματική ζώνη. Όλα τα νέα κτίρια, καθώς και τα υφιστάμενα άνω των 1000 τ.μ. που υφίστανται ριζική ανακαίνιση, θα πρέπει να βρίσκονται –κατ’ ελάχιστον- εντός του εύρους ενεργειακής κατανάλωσης της κατηγορίας B.

4.5. Ενεργειακός σχεδιασμός.

Η εξοικονόμηση ενέργειας στα συστήματα κλιματισμού είναι άμεσα συνδεδεμένη με τον ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων. Είναι γεγονός ότι ο σχεδιασμός κτιρίων και εγκαταστάσεων θέρμανσης-κλιματισμού στην πατρίδα μας, σε πολλές περιπτώσεις δεν έδωσε ικανοποιητικά ενεργειακές λύσεις.

Οι αιτίες είναι κυρίως η συμπίεση του αρχικού κόστους κατασκευής, ιδιαίτερα όταν ο κατασκευαστής του κτιρίου δεν είναι και ο μελλοντικός χρήστης του, η στενότητα του χρόνου στον οποίο γίνεται η μελέτη και η κατασκευή και κυρίως η έλλειψη ευαισθησίας σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας. Το αποτέλεσμα είναι «μη αποδοτικά ενεργειακά» κτίρια, τα οποία συνήθως υπερθερμαίνονται το χειμώνα ή υπερψύχονται το καλοκαίρι, υπερεξαερίζονται και φωτίζονται κυρίως με τεχνητό φωτισμό. Δηλαδή κτίρια με μεγάλο κόστος λειτουργίας.

Το κόστος λειτουργίας των εγκαταστάσεων ενός κτιρίου είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες που καθορίζουν τον αρχικό του σχεδιασμό. Στη σύντομη αυτή ενότητα γίνεται μία προσπάθεια να δοθούν μερικοί γενικοί και απλοί κανόνες για τον σχεδιασμό «ενεργειακά αποδοτικών» κτιρίων, δηλαδή κτιρίων που παρέχουν τις απαιτούμενες συνθήκες άνεσης, ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος, ασφάλειας αισθητικής κλπ. και συγχρόνως εξασφαλίζουν τις λειτουργικές απαιτήσεις με το μικρότερο δυνατό κόστος λειτουργίας.

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο ξεκινούν από το σχεδιασμό του περιβάλλοντος χώρου. Τα στοιχεία που επιδρούν εδώ στην κατανάλωση ενέργειας είναι η ανεμόπτωση, και η ελάττωση των ηλιακών θερμικών κερδών λόγω σκίασης από διπλανά κτίρια ή βλάστηση. Η επίδραση της ανεμόπτωσης δεν είναι τόσο σημαντική στα σύγχρονα κτίρια με αυξημένη θερμομόνωση, με αυξημένη στεγανότητα και μηχανικό αερισμό.

Η βλάστηση όμως και ιδιαίτερα τα μεγάλα φυλλοβόλα δέντρα, μπορούν να επιφέρουν σημαντικά οφέλη, όπως σκίαση στην διάρκεια του καλοκαιριού, προστασία από τον

άνεμο, απόσβεση θορύβων, δροσισμό λόγω εξάτμισης και φυσική ομορφιά. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι η βλάστηση γύρω από ένα κτίριο μπορεί να μειώσει την επιφανειακή θερμοκρασία ενός κτιρίου το καλοκαίρι από 10 έως 20 βαθμούς και να ελαττώσει την ενέργεια για ψύξη του κτιρίου από 25% έως 90%. Αν και τα φυτά χρειάζονται αρκετά χρόνια για να φθάσουν σε ύψος που δημιουργεί σκίαση, είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη η ευνοϊκή επίδραση της βλάστησης στα ψυκτικά φορτία.

Σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας στην λειτουργία των συστημάτων κλιματισμού μπορεί να προέλθει από τις επεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου. Οι παράγοντες εδώ, οι οποίοι κυρίως επιδρούν στην θερμική συμπεριφορά ενός κτιρίου είναι:

- Ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου
- Ο ρυθμός ανανέωσης του αέρα του κτιρίου
- Η θερμική μάζα του κτιρίου
- Τα ηλιακά θερμικά κέρδη
- Ο φυσικός φωτισμός

Όσο μικρότεροι είναι οι συντελεστές θερμοπερατότητας K των δομικών στοιχείων ενός κτιρίου τόσο μικρότερα είναι τα θερμικά φορτία και το τμήμα των ψυκτικών φορτίων που εξαρτάται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Οι χαμηλοί συντελεστές θερμοπερατότητας επιδρούν και στην θερμική άνεση του κτιρίου γιατί ελαχιστοποιούνται οι επιδράσεις από τις απότομες αυξομειώσεις της θερμοκρασίας.

Ένα μεγάλο ποσοστό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων εξαρτάται από τον ρυθμό ανανέωσης του αέρα του κτιρίου. Φυσικά ένα ελάχιστο ποσό φρέσκου εξωτερικού αέρα απαιτείται για λόγους άνεσης και υγιεινής. Η ανεξέλεγκτη όμως είσοδος του αέρα μέσα από χαραμάδες και ανοίγματα, σπάνια εξασφαλίζει τον απαραίτητο αερισμό και μεταβάλλεται αισθητά με την ταχύτητα του ανέμου και την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του κτιρίου και του εξωτερικού αέρα.

Ο ρυθμός ανανέωσης του αέρα με τον τρόπο αυτό είναι συνήθως υψηλότερος από όσο απαιτείται τον χειμώνα και χαμηλότερος το καλοκαίρι. Επομένως η εγκατάσταση μηχανικού αερισμού/εξαερισμού είναι ενεργειακά αποδοτικότερη από τον ανεξέλεγκτο αερισμό μέσα από τις χαραμάδες και ανοίγματα. Ο μηχανικός αερισμός παρέχει και ακόμη μία δυνατότητα για εξοικονόμηση ενέργειας – την ανάκτηση θερμότητας.

Τα παράθυρα απαιτούν την μεγαλύτερη προσοχή σε ένα κτίριο. Η επιφάνεια των παραθύρων, το είδος κατασκευής τους και η θέση τους στο κτίριο μπορεί να αποτελέσει τη διαχωριστική γραμμή ανάμεσα στο ενεργειακό όφελος και τη σπατάλη ενέργειας. Σε συμβατικές κατασκευές, η μετάδοση θερμότητας λόγω αγωγιμότητας και τα ηλιακά θερμικά κέρδη μέσα από παράθυρα είναι συνήθως μία τάξη μεγέθους μεγαλύτερα από ότι μέσα από ένα τοίχο. Ευτυχώς η τεχνολογία των παραθύρων εξελίσσεται συνεχώς.

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των παραθύρων μειώνονται με την εφαρμογή νέων υλικών και με την τοποθέτηση επιστρώσεων αντανάκλασης και διακένων αέρα. Ο συνδυασμός παραθύρων με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας, κατάλληλων διατάξεων ηλιοπροστασίας και αυτόματα συρόμενων παντζουριών μπορεί να καταλήξει σε διατάξεις που είναι ενεργειακά αποδοτικότερες από ένα καλά μονωμένο τοίχο. Όσο καλύτερα ελέγχονται τα ηλιακά θερμικά κέρδη μέσα από τα παράθυρα τόσο μεγαλύτερη ευκολία έχει ο αρχιτέκτονας να τα τοποθετήσει οπουδήποτε στο κτίριο.

Τα ηλιακά θερμικά κέρδη συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας εφόσον ελαττώνουν τα θερμικά φορτία του κτιρίου. Στην διάρκεια του καλοκαιριού όμως μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τα ψυκτικά φορτία του κτιρίου εάν δεν τοποθετηθούν κατάλληλες διατάξεις ηλιακής προστασίας. Οι διατάξεις αυτές διακρίνονται σε εσωτερικές και εξωτερικές. Οι εσωτερικές διατάξεις είναι συνήθως ελαφριάς κατασκευής και φθηνές, αλλά απορροφούν ένα σημαντικό τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας, που αποδίδεται στην συνέχεια στο χώρο.

Οι εξωτερικές διατάξεις, ιδιαίτερα οι κινητές, αν και είναι ακριβότερες στην κατασκευή έχουν καλύτερη απόδοση. Η κατασκευή θερμοκηπίων στις εξωτερικές πλευρές του κτιρίου μπορεί επίσης να συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά η εξοικονόμηση εξαρτάται από τον τρόπο κατασκευής, από τον έλεγχο της θερμοκρασίας και του αερισμού και από την συμπεριφορά των ενοίκων. Τα θερμοκήπια δεν πρέπει να κλιματίζονται. Οι ένοικοι πρέπει να εξασφαλίζουν επαρκή αερισμό και έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι για να αποφεύγεται η υπερθέρμανση. Το χειμώνα πρέπει να παίρνονται μέτρα για την αποφυγή δημιουργίας συμπυκνωμάτων και πάγου στους υαλοπίνακες. Σημαντική όμως εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται και με τον σωστό σχεδιασμό των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού καθώς και με τη σωστή ενεργειακή συμπεριφορά των ενοίκων (χρηστών) των κτιρίων.

4.6. Οπτική άνεση.

Η οπτική άνεση εξαρτάται από την ένταση, την διανομή και την ποιότητα του φωτός. Η διανομή του φωτός πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποφεύγονται οι υπερβολικές διαφορές στο φως και στην σκιά. Θα πρέπει να διατηρείται επαρκής αντίθεση ώστε να μπορεί να φανεί κάθε αντικείμενο. Η αντίθεση εκφράζεται με την λαμπρότητα, την ένταση φωτισμού ή την ανακλαστικότητα μεταξύ των επιφανειών. Σημαντικό είναι να επιλέγονται οι επικαλύψεις τοίχων, οροφής και δαπέδου σύμφωνα με την ανακλαστικότητα τους.

Τα ανοίγματα των παραθύρων και οι πηγές τεχνητού φωτισμού θα πρέπει να τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η θάμβωση. Η θάμβωση προκαλείται από πολύ έντονη πηγή φωτισμού στο οπτικό πεδίο. Μπορεί να περιοριστεί με την σωστή τοποθέτηση των πηγών φωτισμού, με την σωστή επιλογή αυτών και με βάθη με κατάλληλες λαμπρότητες.

4.7. Ακουστική άνεση.

Η ακουστική άνεση αφορά κυρίως στην ένταση και την ποιότητα των ήχων που γίνονται αντιληπτοί στους χώρους των κτιρίων και σχετίζεται με τα επίπεδα θορύβου στο εξωτερικό περιβάλλον, τα υλικά του κελύφους, τη διαμόρφωση των εσωτερικών χώρων και του περιβάλλοντος χώρου. Με αυτή τη λογική, ενδιάμεσοι χώροι μπορεί να λειτουργήσουν όχι μόνο ως στοιχεία κλιματικής προστασίας αλλά και ακουστικής. Ένα στοιχείο νερού στον περιβάλλοντα χώρο μπορεί να λειτουργήσει όχι μόνο ως στοιχείο βελτίωσης του μικροκλίματος, αλλά και ως ηχητικό φράγμα σε ενοχλητικούς θορύβους ²⁴

4.8. Ποιότητα αέρα εσωτερικού χώρου.

Η ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων εξαρτάται από τα επίπεδα υγρασίας και τη συγκέντρωση ατμοσφαιρικών ρύπων όπως CO, CO₂, NO₂, πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC) και αιωρούμενα σωματίδια. Οι εσωτερικοί ρύποι προέρχονται κυρίως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, τα υλικά των δομικών στοιχείων, ιδιαίτερα των επιφανειακών, τα υλικά των επίπλων και τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Μπορούν να απομακρυνθούν με κατάλληλο φυσικό αερισμό ή μηχανικό εξαερισμό, ενώ τοξικές πηγές (π.χ. δομικά υλικά με ισοκυανικές ενώσεις, χρώματα με πτητικές ενώσεις, έπιπλα με φορμαλδεΐδη κ.ο.κ.), είναι απαραίτητο να αποφεύγονται. ²⁴

5. ΤΟ ΚΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ ΜΕΣΣΗΝΗΣ.

5.1. Γενικά.

Το Κλειστό Γυμναστήριο Μεσσήνης αποτελεί έναν χώρο πολύ σημαντικό για τους κατοίκους της περιοχής, καθώς είναι ένας χώρος όπου οι κάτοικοι αθλούνται και διοργανώνονται αθλητικές εκδηλώσεις με άτομα από όλη την Ελλάδα. Για αυτό τον λόγο αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι για την οικονομία και την βιωσιμότητα της πόλης. Το κλειστό γυμναστήριο Μεσσήνης συνεισφέρει αποφασιστικά στην τοπική οικονομία δημιουργώντας θέσεις εργασίας για το προσωπικό που εργάζεται στον χώρο του γηπέδου και συμβάλλει και στις τοπικές επιχειρήσεις καθώς οι αθλητές που έρχονται για αγώνες, είτε μένουν στα τουριστικά καταλύματα της περιοχής, είτε εξυπηρετούνται από τις τοπικές επιχειρήσεις.



Εικόνα 5.1 : Πρόσοψη κτηρίου(Νότια Πλευρά).

5.2. Το κτήριο.

Το υπό μελέτη κτήριο βρίσκεται στην Μεσσήνη, του δήμου Μεσσήνης, του νομού Μεσσηνίας και σε αυτό στεγάζονται οι πιο σημαντικές αθλητικές εκδηλώσεις του δήμου Μεσσήνης. Το κτήριο χτίστηκε από την ελληνική αθλητική ομοσπονδία το 1973 και δεν υπάρχουν ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια από τότε, υπάρχει μόνο μια κάτοψη που έγινε πρόσφατα για την αναβάθμιση του φωτισμού του γηπέδου. Το κτήριο δεν έχει πιστοποιητικό ενεργειακής κατάταξης, για αυτό και την κατάταξη του θα την εμφανίσουμε εμείς μέσα από την πτυχιακή. Αργότερα θα εμφανίσουμε την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου, μετά τις παρεμβάσεις που θα κάνουμε. Το έτος έκδοσης άδειας του κτηρίου είναι το έτος 1973 και το ιδιοκτησιακό καθεστώς του είναι δημόσιο. Το κτήριο είναι παλαιό, δηλαδή οι άδειες του είναι πριν την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ (2010) ή από τον κανονισμό θερμομόνωσης (1979) και το κτήριο είναι εκτεθειμένο από όλες τις μεριές. Η δομή, η Διοίκηση και η εν γένει λειτουργία του Οργανισμού διέπεται από το δήμο Μεσσήνης.



Εικόνα 5.2: Βόρεια (πίσω) όψη από την πλευρά του δημοτικού σταδίου.



Εικόνα 5.3: Δυτική όψη του κτηρίου.

Εικόνα 5.4: Ανατολική όψη του κτηρίου.



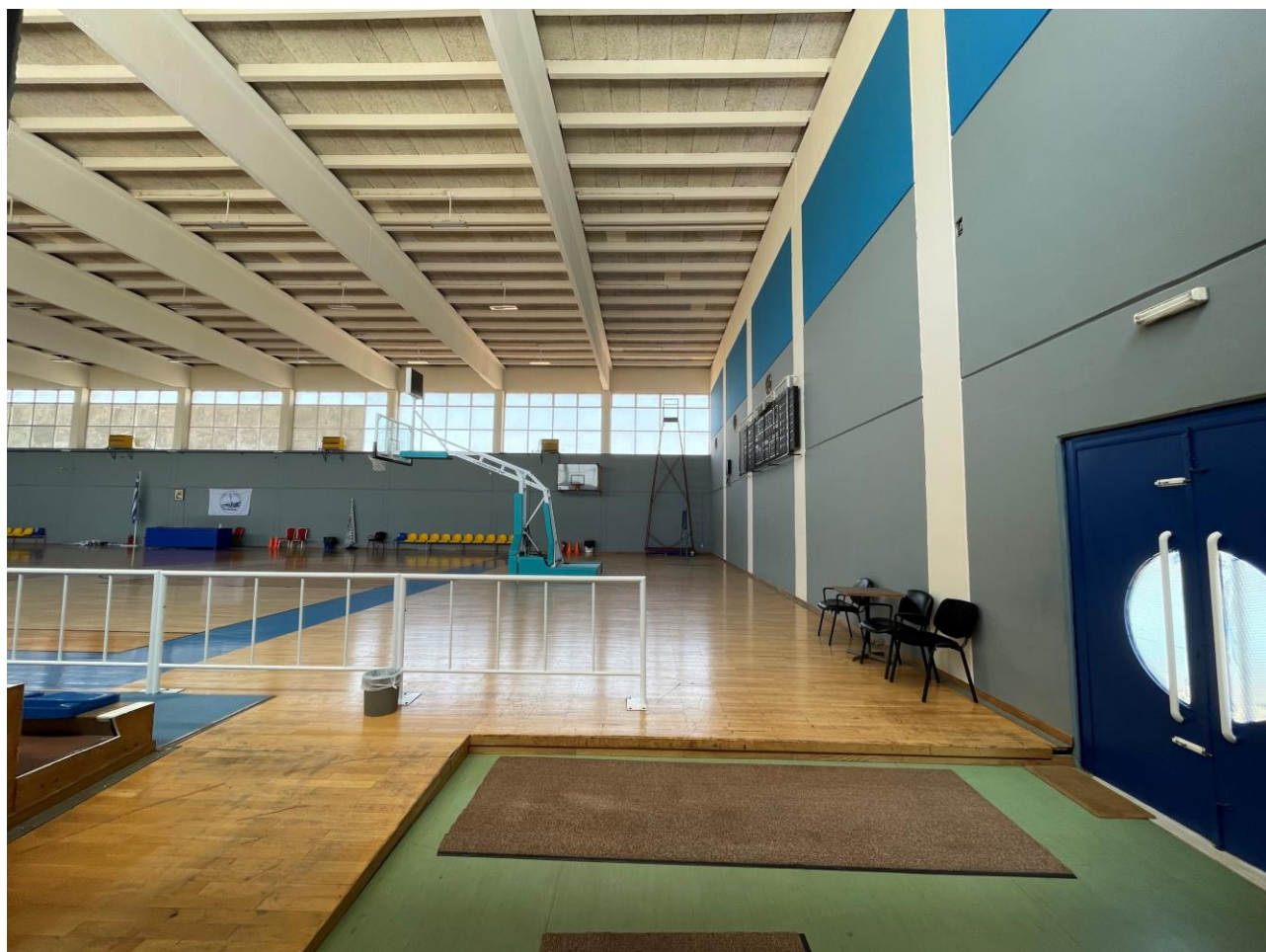
Εικόνα 5.5: Κεντρική είσοδος κλειστού Γυμναστηρίου.

5.3. Εσωτερικοί χώροι κτηρίου.

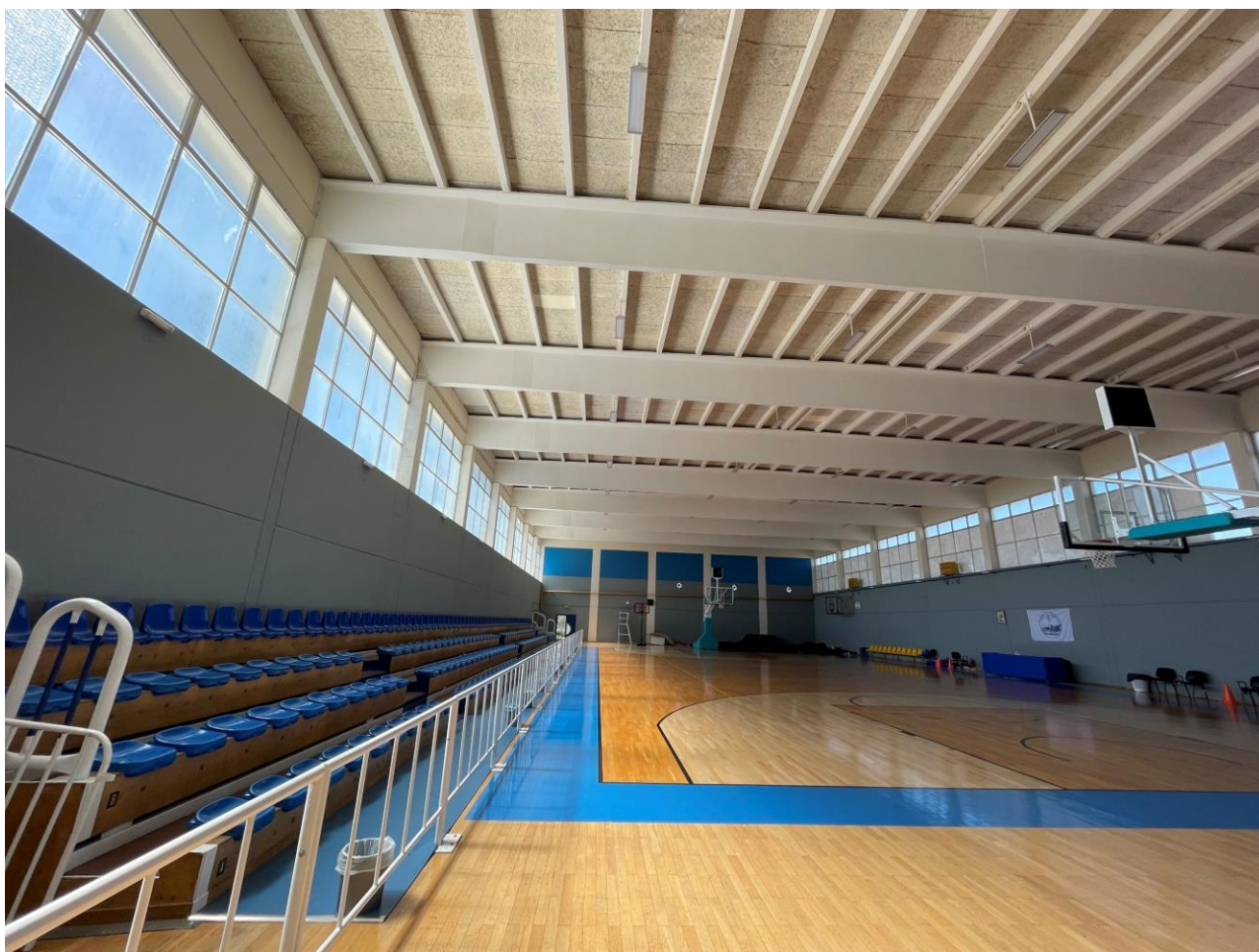
Παρακάτω θα γίνει μια αναφορά στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου, έτσι ώστε να μπορούμε να μπορέσουμε να προσανατολιστούμε καλύτερα και να πάρουμε μια γενική εικόνα για την κατάσταση του κτηρίου.



Εικόνα 5.6: Όψη κεντρικής εισόδου από μέσα.



Εικόνα 5.7: Εικόνα Αγωνιστικού χώρου.



Εικόνα 5.8: Εικόνα αγωνιστικού χώρου.



Εικόνα 5.9: Εσωτερικός διάδρομος που οδηγεί στα γραφεία, στο μηχανοστάσιο , στα αποδυτήρια και το εσωτερικό γυμναστήριο.



Εικόνα 5.10 : Χώρος οργάνων γυμναστικής



Εικόνα 5.11 : Αποδυτήρια 1 και 2.



Εικόνα 5.12 : Ντουζ αποδυτηρίων 1 και 2.

5.4. Γεωγραφική θέση κτηρίου.

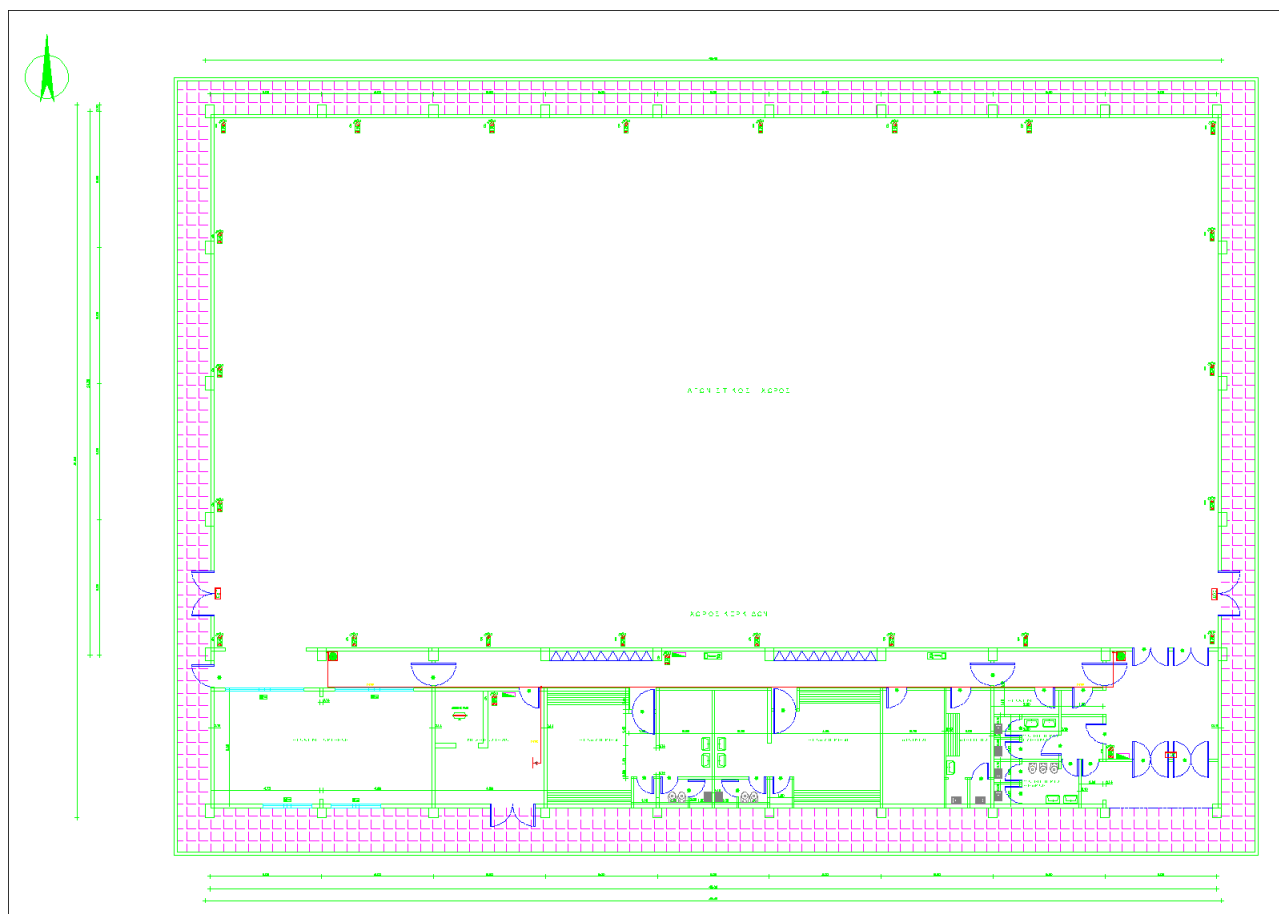


Εικόνα 5.13 :Θέση σε σχέση με τον Βορρά, του κτιρίου που θα μελετηθεί στην παρούσα εργασία. 2 4

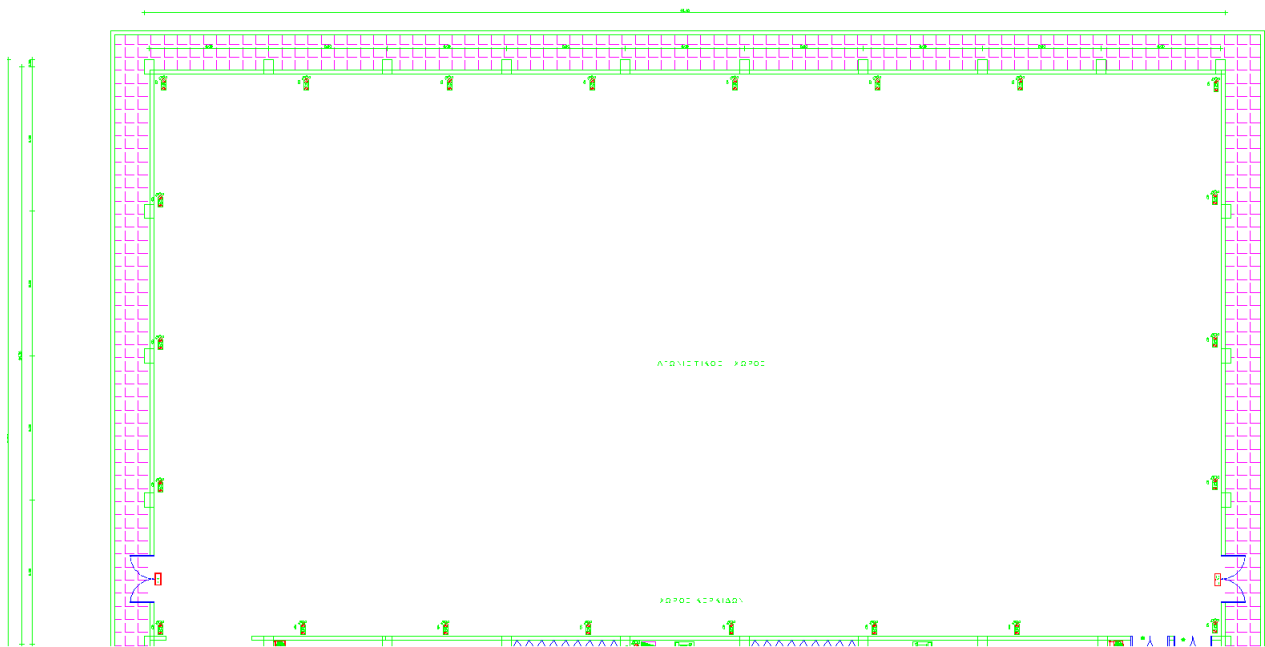
Στην εικόνα 5.13. φαίνεται φωτογραφία του κτιρίου μέσω του Google Earth και δίπλα έχει σημειωθεί και ο προσανατολισμός με μια πυξίδα. Η πρόσοψη του κτιρίου είναι Ν. γύρω από το κτήριο βρίσκονται γειτονικά κτίρια και το δημοτικό στάδιο αλλά δεν εφάπτονται με το κέλυφος του και είναι σε αποστάσεις μεγάλες μεταξύ τους. Μπροστά από το κτιριακό κέλυφος υπάρχει οικόπεδο με δέντρα και γύρω γύρω γκαζόν. Πίσω του είναι το δημοτικό στάδιο Μεσσήνης και μπροστά υπάρχει κεντρική οδός που οδηγεί στο κέντρο της πόλης. Δεν υπάρχουν εγγύς δομές που να συνορεύουν με την εξωτερική τοιχοποιία, γύρω από το κτήριο, και δεν υπάρχει υπόγειο, ημιυπόγειο ή κάποιος όροφος.

5.5. Αρχιτεκτονικά σχέδια κτηρίου.

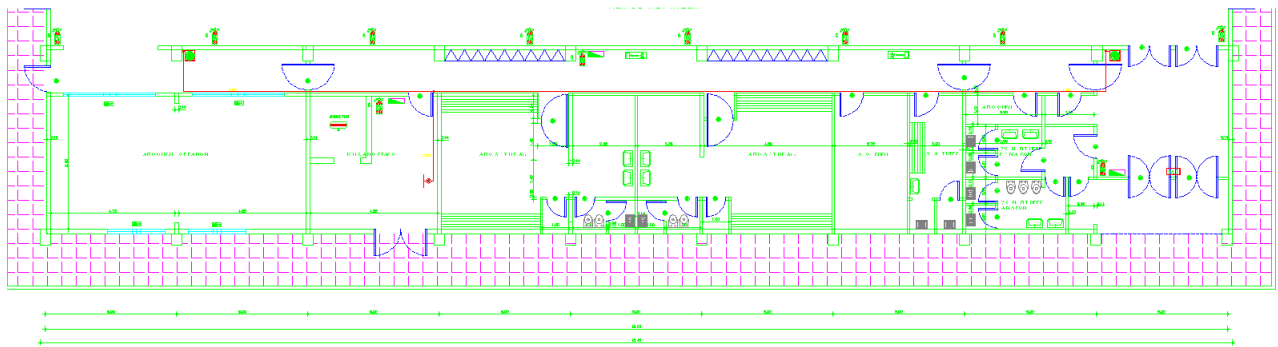
Η τεχνική υπηρεσία, έστειλε όλα τα σχέδια τα οποία υπάρχουν για να εκπονηθεί αυτή η εργασία. Σε αυτό το σημείο θα γίνει αναφορά στα αρχιτεκτονικά σχέδια, κάτοψη και όψεις. Για να υπάρξει χώρος ώστε να είναι ευκρινή, έχουν χωριστεί σε τμήματα.



Εικόνα 5.14 : Αρχιτεκτονικό σχέδιο κλειστού γυμναστηρίου Μεσσήνης (ολόκληρο).

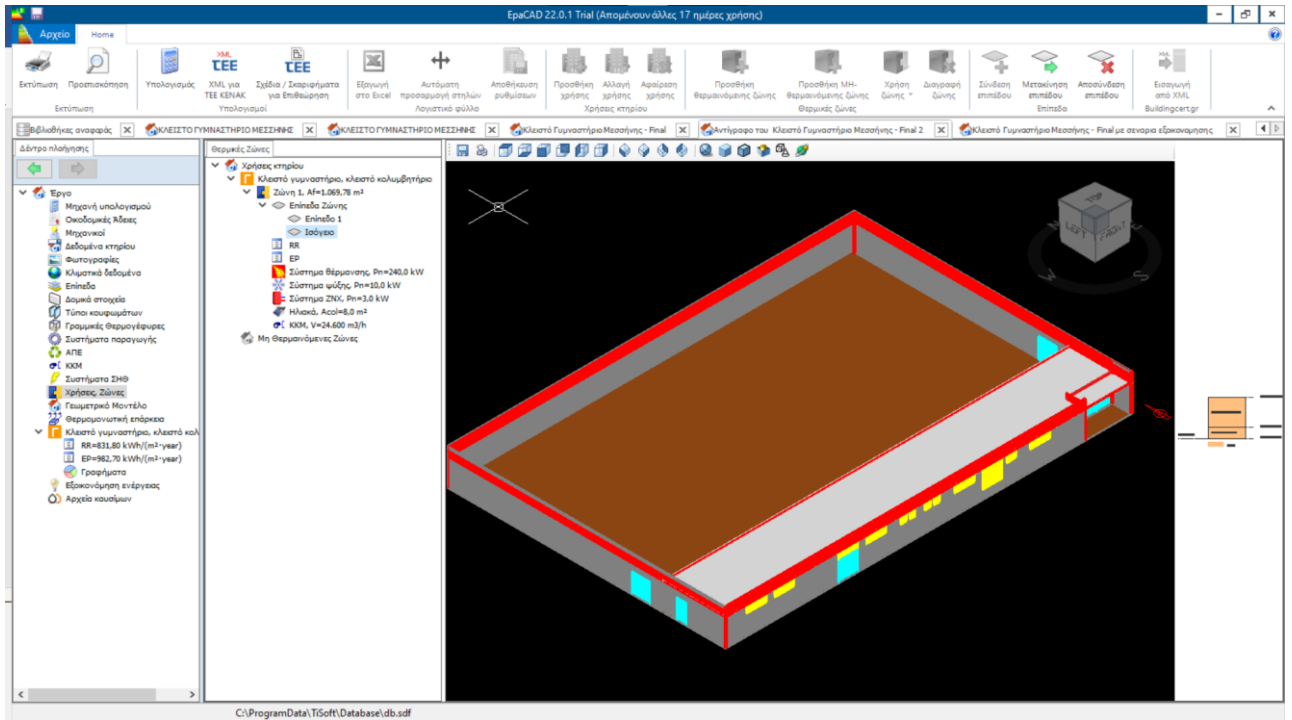


Εικόνα 5.15: Αρχιτεκτονικό σχέδιο Κλειστού Γυμναστηρίου Μεσσήνης (τμήμα 1).

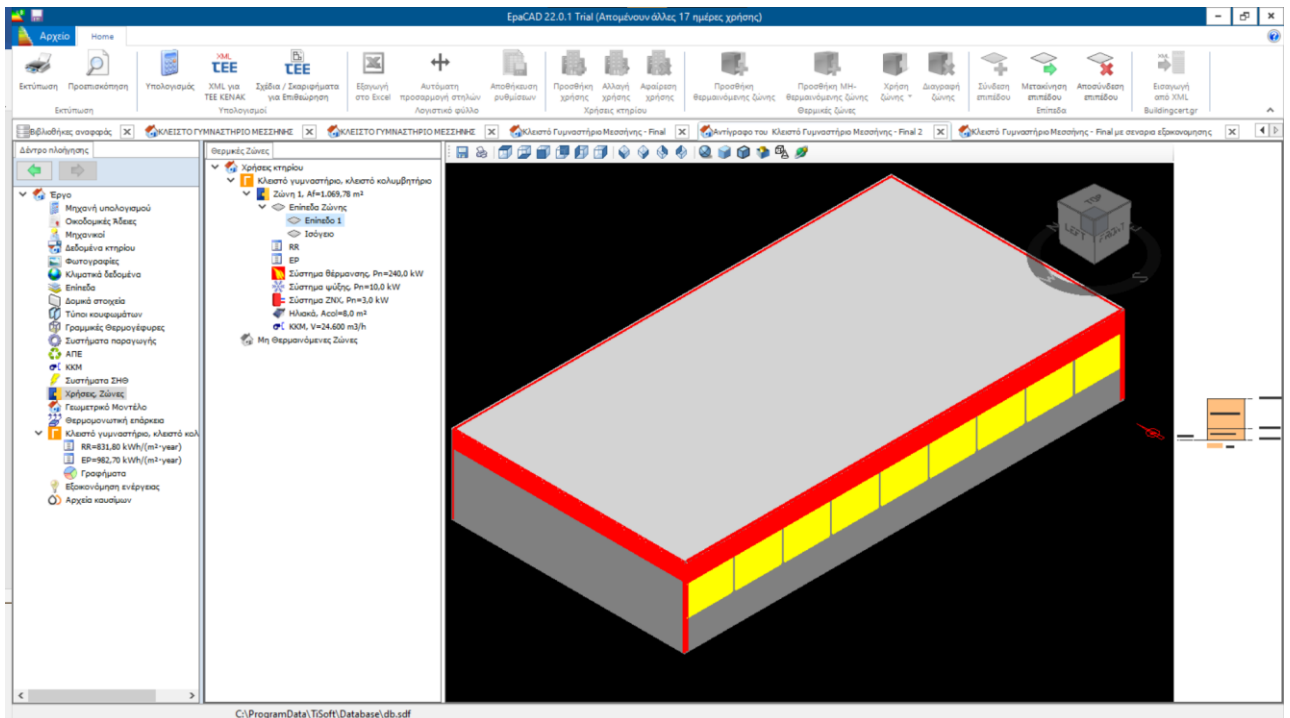


Εικόνα 5.16: Αρχιτεκτονικό σχέδιο Κλειστού Γυμναστηρίου Μεσσήνης (τμήμα 1).

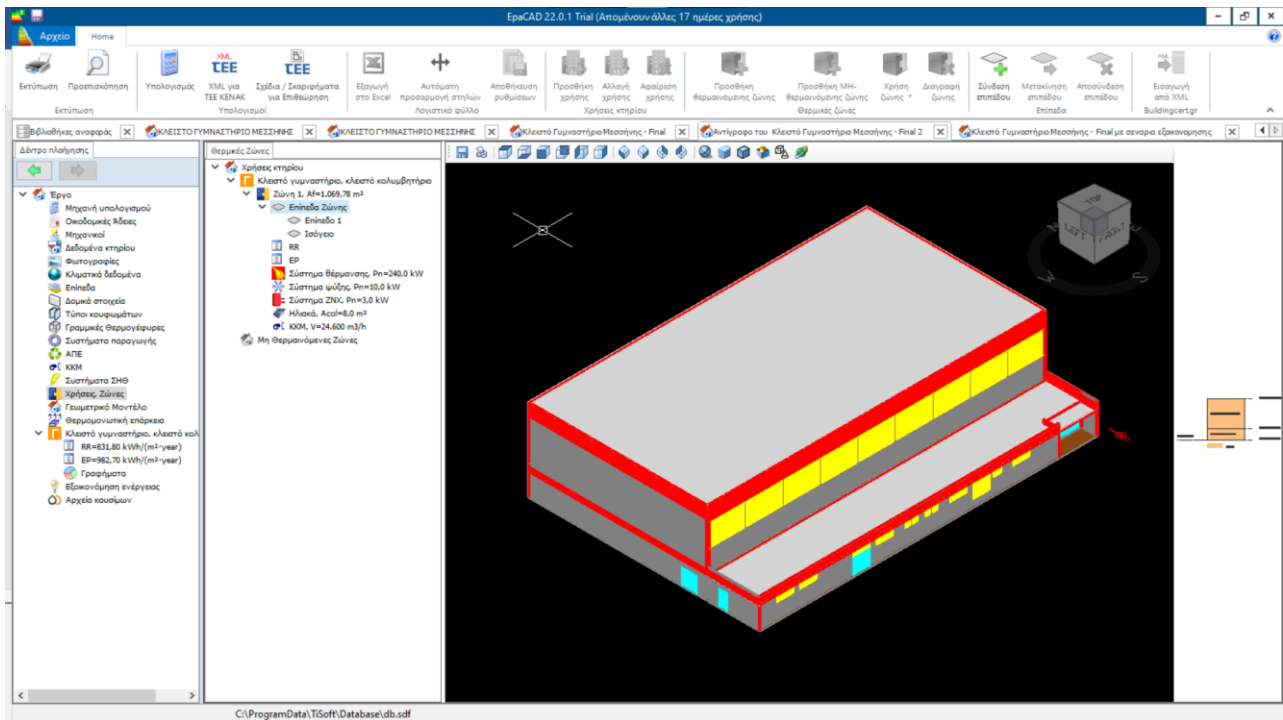
Επίσης παρακάτω θα παρατεθούν στιγμιότυπα από την τρισδιάστατη αποτύπωση του κτηρίου μέσα από το πρόγραμμα ErcCAD, από το οποίο έγινε και η μελέτη. Επειδή το κτήριο είναι μεταβλητού ύψους 3 για τους κοινόχρηστους χώρους, γραφεία, αποδυτήρια και 11 μέτρα για τον αγωνιστικό χώρο, για να μπορέσει να βγει η απεικόνιση έγινε σε δύο επίπεδα. Ένα των 3 μέτρων για όλο το κτήριο και άλλο ένα των 8 μέτρων για το μέρος το οποίο ανεβαίνει στα 11 μέτρα.



Εικόνα 5.17: Τρισδιάστατη απεικόνιση πρώτου μέρους κτηρίου με ύψος 3 μέτρα από το έδαφος.

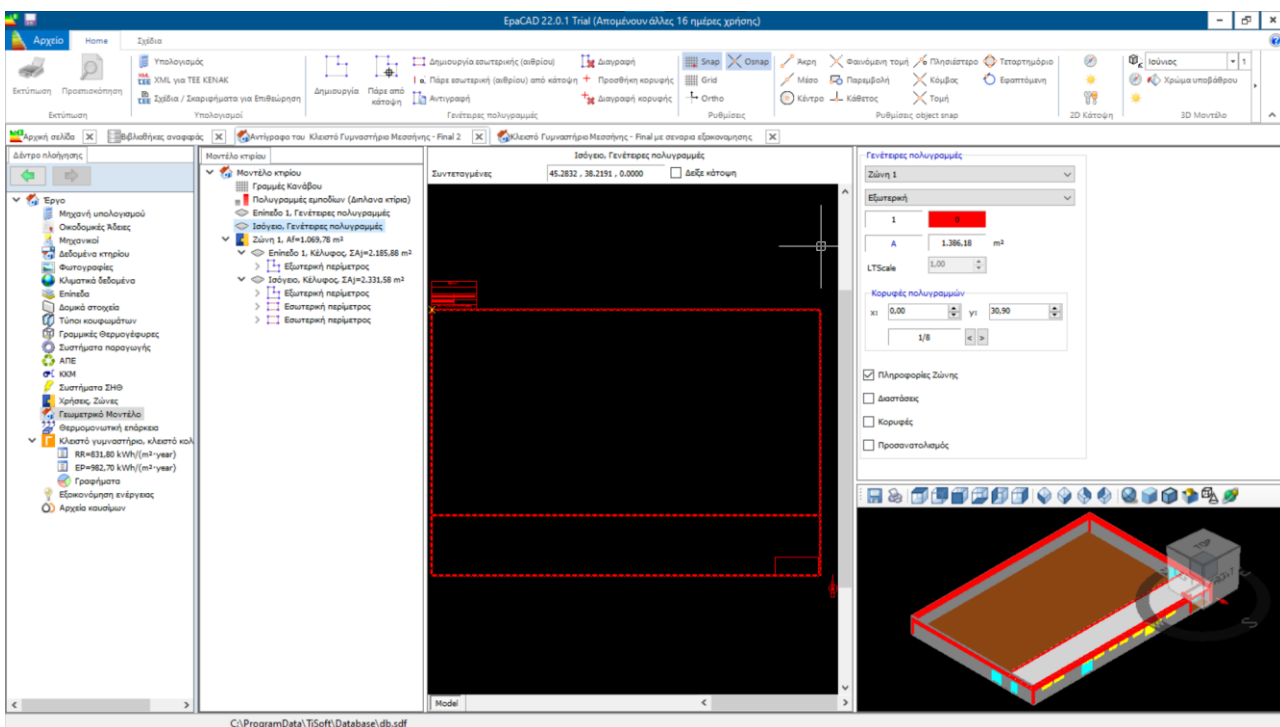


Εικόνα 5.18: Τρισδιάστατη απεικόνιση δεύτερου μέρους κτηρίου με ύψος 8 μέτρα από το τέλος του πρώτου μέρους.

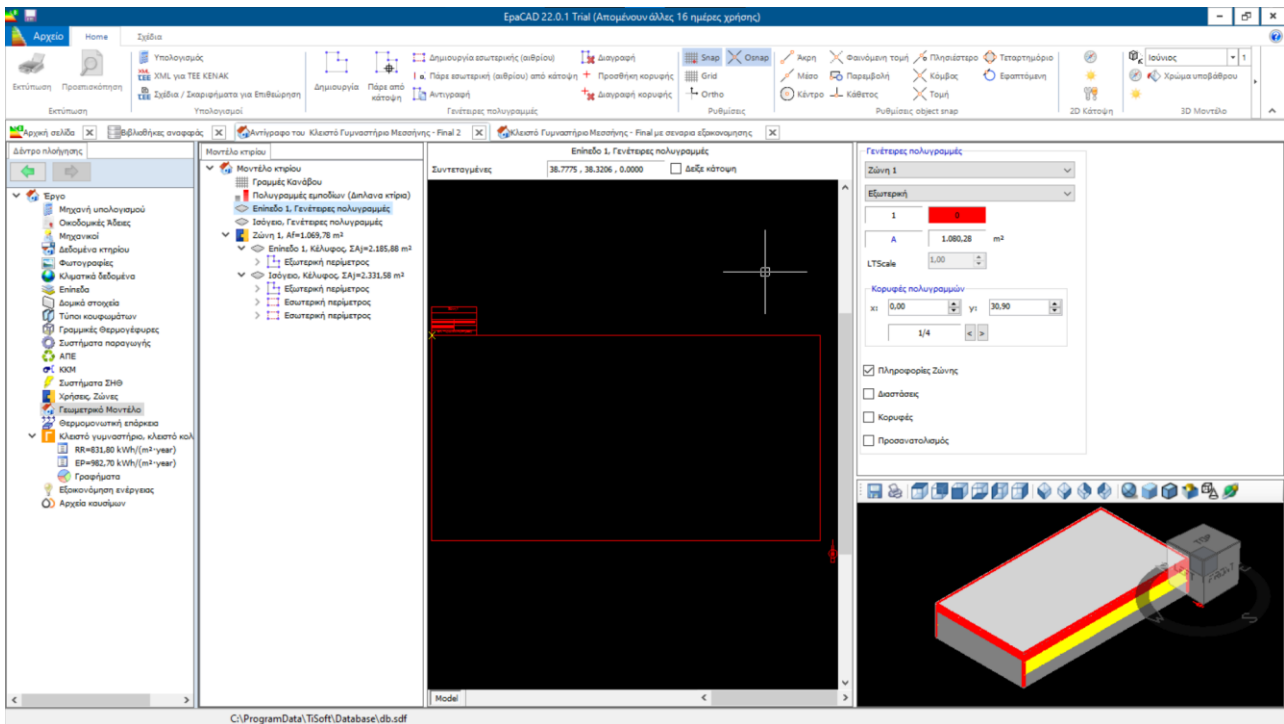


Εικόνα 5.19: Τρισδιάστατη απεικόνιση του συνόλου του κτηρίου με ύψος 11 μέτρα από το έδαφος.

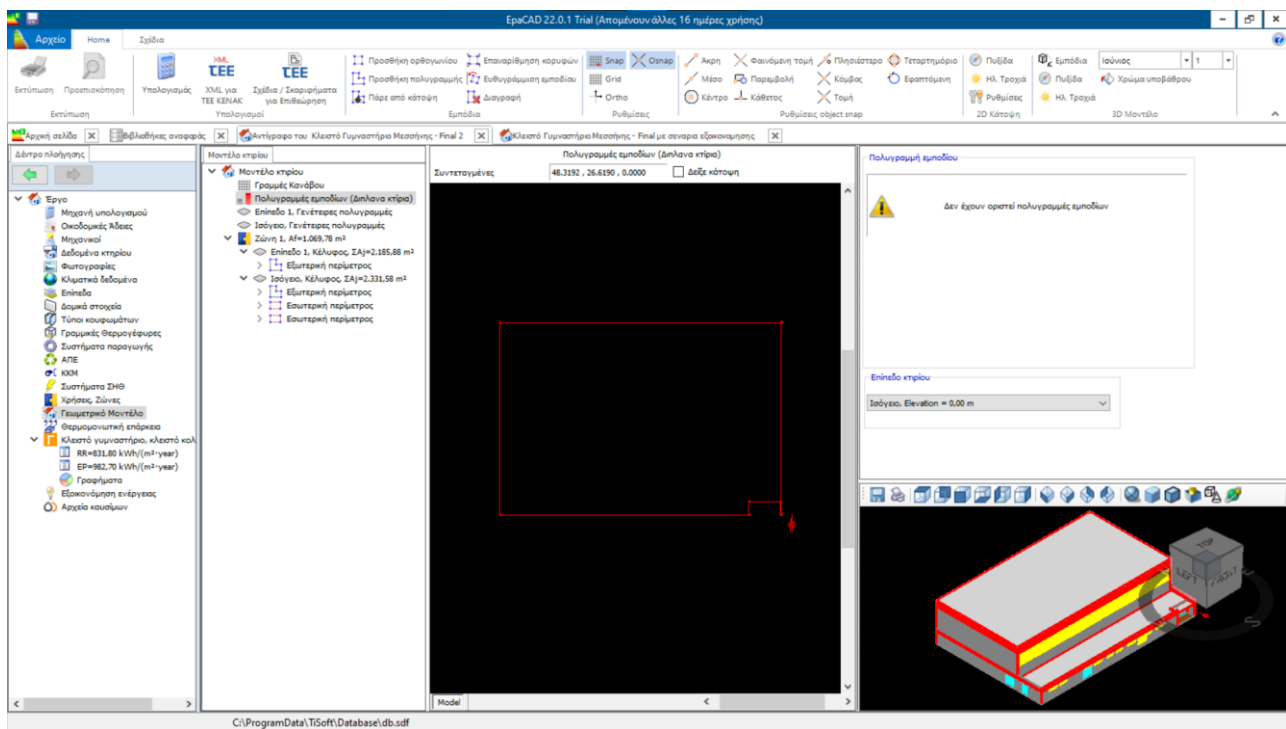
Για να γίνει η τρισδιάστατη απεικόνιση του κτηρίου ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία. Αρχικά δημιουργήθηκε ένα σχέδιο στο AutoCAD από το κάθε επίπεδο και το εισάγαμε μέσα στο πρόγραμμα, όπως βλέπουμε παρακάτω.



Εικόνα 5.20: Απεικόνιση κάτοψης του πρώτου μέρους του κτηρίου, ύψους 3 μέτρων.



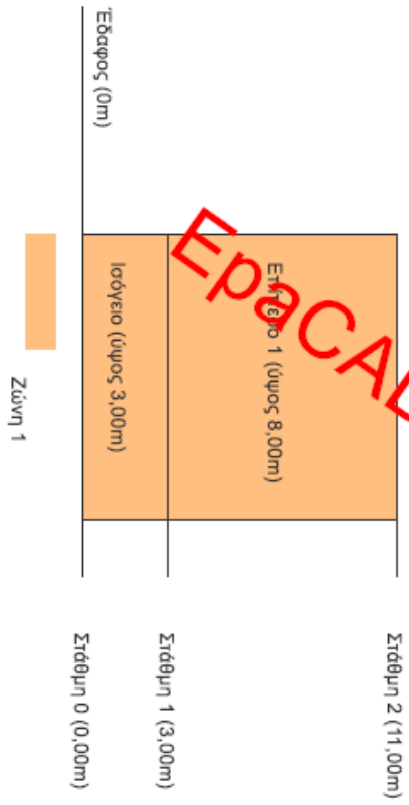
Εικόνα 5.21: Απεικόνιση κάτοψης του δεύτερου μέρους του κτηρίου, ύψους 8 μέτρων.



Εικόνα 5.21: Απεικόνιση κάτοψης όλου του κτηρίου, ύψους 11 μέτρων.

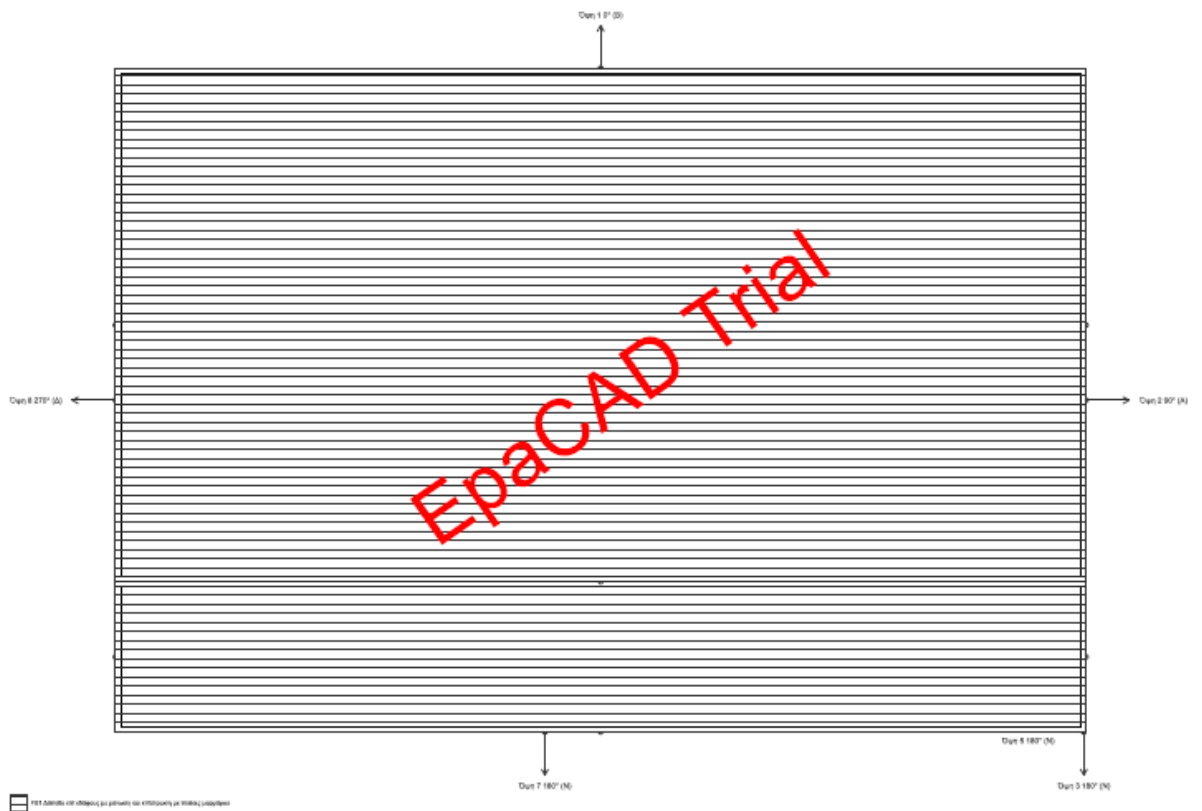
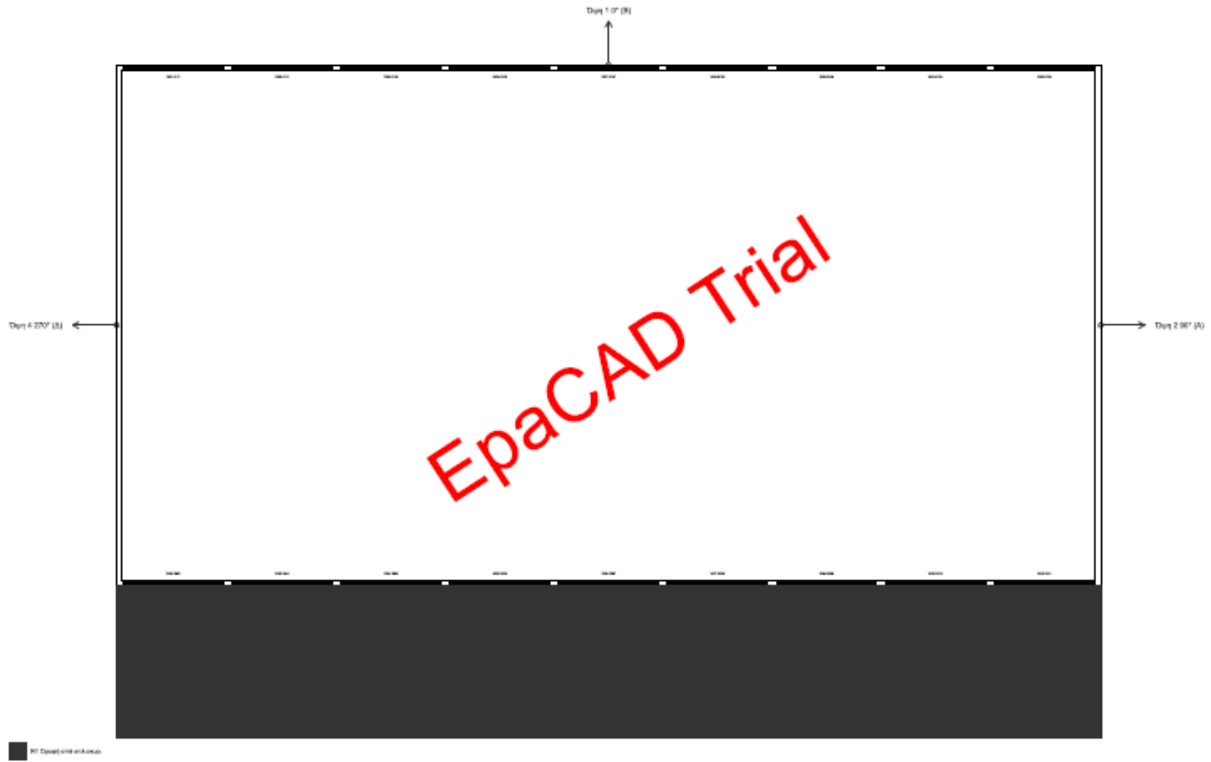
Μέσα από το πρόγραμμα EraCAD, στο οποίο έγινε και η μελέτη του κτηρίου κάναμε εξαγωγή των επιφανειών από την τρισδιάστατη σχεδίαση σε μεγαλύτερη ανάλυση, όπως φαίνεται παρακάτω.

Σχηματική τομή επιπέδων κτηρίου

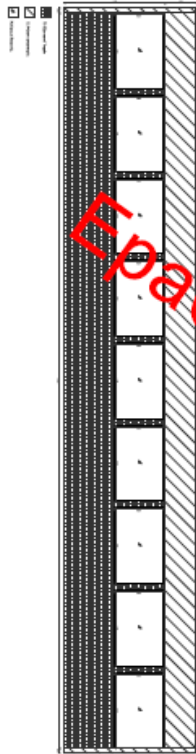


Κόρυφος Ζώνης 1, Στάθμη 2



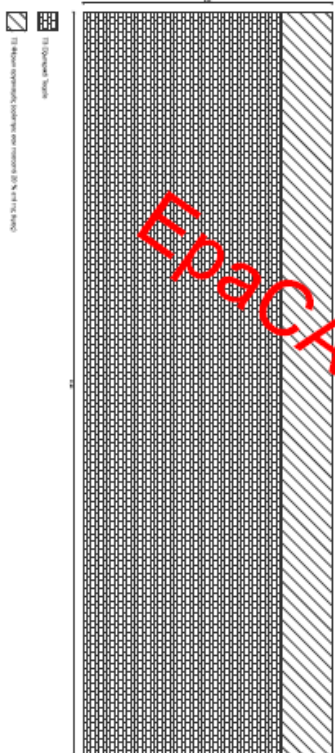


Ζώνη 1, Επίπεδο 1, Όψη 1, Προς: 0° (B)
Σε επιλογή με εξωτερικό αέρα



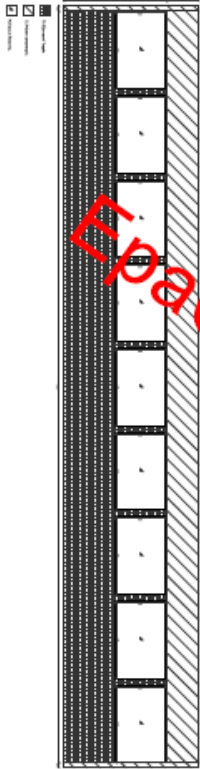
EPACAD Trial

Ζώνη 1, Επίπεδο 1, Όψη 2, Προς: 90° (A)
Σε επιλογή με εξωτερικό αέρα

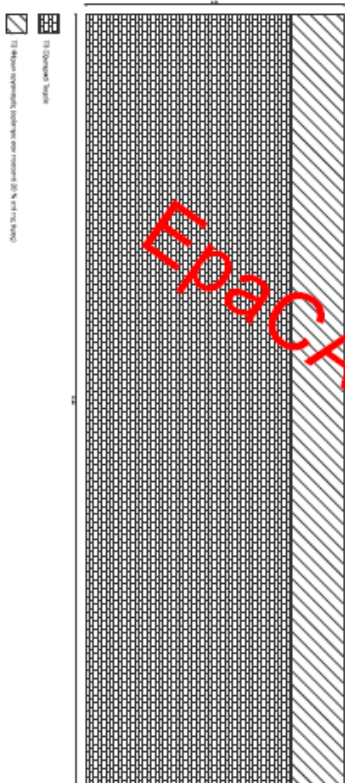


EPACAD Trial

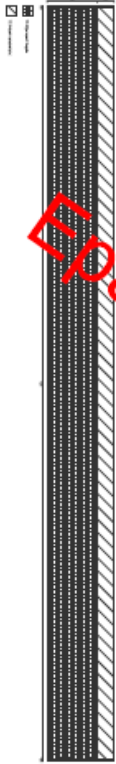
Ζώνη 1, Επίπεδο 1, Όψη 3, Προσ.:180° (N)
Σε εστιαφή με εξωτερικό αέρα



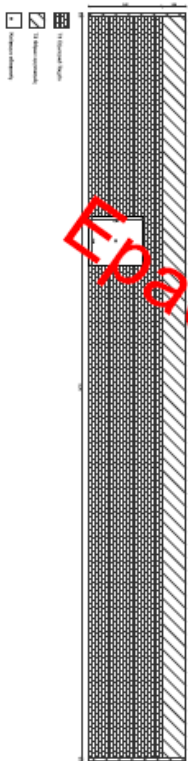
Ζώνη 1, Επίπεδο 1, Όψη 4, Προσ.:270° (Δ)
Σε εστιαφή με εξωτερικό αέρα



Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 1, Προς: 0° (B)
Σε επιλογή με εξωτερικό αέρα



Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 2, Προς: 90° (A)
Σε επιλογή με εξωτερικό αέρα

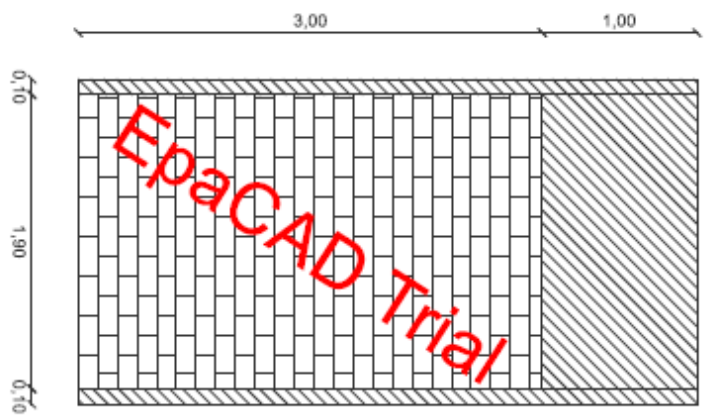


Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 3, Προς: 180° (N)
Σε επιτομή με εξωτερικό αέρα



T2 Φέρων οργανισμός

Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 4, Προς: 270° (Δ)
Σε επιτομή με εξωτερικό αέρα

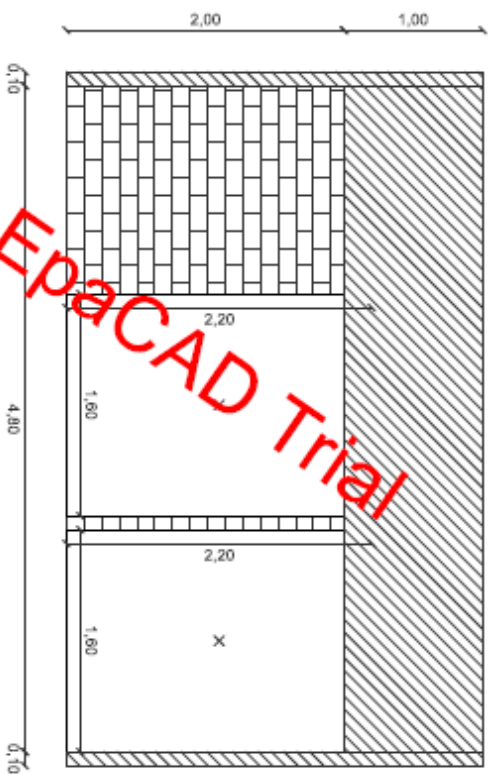


T3 Εξωτερικό Τοίχιο



T2 Φέρων οργανισμός

Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 5, Προς: 180° (N)
Σε επταγή με εξωτερικό αέρα



Κουφώμα αδιαφανές

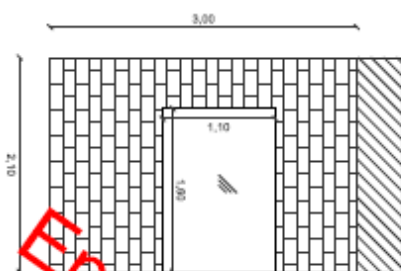


T3 Εξωτερικό Τοίχαιο



T2 Φέβρων οργανισμός

Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 6, Προς: 90° (A)
Σε επταγή με εξωτερικό αέρα



Κουφώμα διαφανές

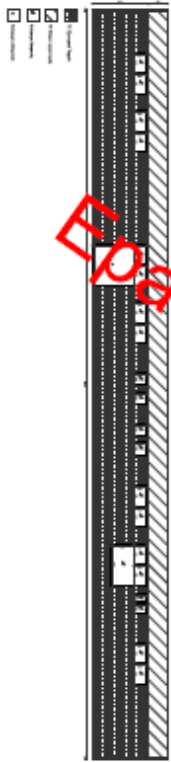


T3 Εξωτερικό Τοίχαιο



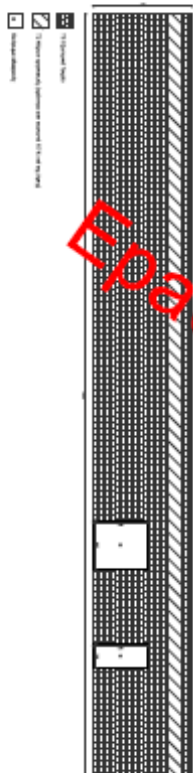
T2 Φέβρων οργανισμός (οπισθική στον ποσοστό 15 % επί της όψης)

Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 7, Προς: 180° (N)
Σε επταγή με εξωτερικό στέρα



EPACAD Trial

Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 8, Προς: 270° (Δ)
Σε επταγή με εξωτερικό στέρα



EPACAD Trial

Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 1, Προς: 90° (Α)
Σε επιλογή με εξωτερικό σάρα



Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 2, Προς: 180° (Ν)
Σε επιλογή με εξωτερικό σάρα



Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 3, Προς: 270° (Δ)
Σε επιλογή με εξωτερικό αέρα

EpaCAD Trial



Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 4, Προς: 0° (Β)
Σε επιλογή με εξωτερικό αέρα

EpaCAD Trial



6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.

6.1. Βασικές θεωρητικές έννοιες.

Στα πλαίσια της ενεργειακής επιθεώρησης στο κτίριο του Κλειστού Γυμναστηρίου Μεσσήνης για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής, καταγράφηκαν οι διαστάσεις και το υλικό των τοίχων, δαπέδου, οροφής και εξωτερικών κουφωμάτων, έτσι ώστε να υπολογιστεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου και στη συνέχεια να υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες ή κέρδη και τα ψυκτικά φορτία, ώστε να αξιολογηθεί η θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους. Τονίζεται ότι όλες οι οικοδομές (και κυρίως οι ιδιωτικές καθώς σε δημόσια κτίρια επιβάλλονταν κάποιες προδιαγραφές θερμομόνωσης) που έχουν κατασκευαστεί μέχρι και το έτος 1979 (όπου εγκρίθηκε ο κανονισμός θερμομόνωσης κτιρίων) δεν έχουν την κατάλληλη θερμομόνωση που επιβάλλεται από τον κανονισμό. Σήμερα, ο κανονισμός θερμομόνωσης έχει αντικατασταθεί από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 και οι διατάξεις της είναι υποχρεωτικές για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια. Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010, η διαπίστωση πλημμελούς ή ελλιπούς εφαρμογής των διατάξεων συνεπάγεται την άμεση διακοπή όλων ανεξαιρέτως των οικοδομικών

Οι θερμικές απώλειες και τα θερμικά κέρδη ενός θερμαινόμενου χώρου, οφείλονται στο νόμο της Θερμοδυναμικής που μας λέει ότι: «Η θερμότητα ρέει πάντα από χώρους ή σώματα υψηλότερης θερμοκρασιακής κατάστασης προς χώρους ή σώματα χαμηλότερης θερμοκρασιακής κατάστασης». Το Χειμώνα όπου η θερμοκρασία περιβάλλοντος (έξω από το θερμαινόμενο χώρο) είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία του χώρου που θερμαίνουμε, έχουμε ροή θερμότητας από το θερμαινόμενο χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον. Τότε λέμε ότι έχουμε θερμικές απώλειες. Για να διατηρηθεί η θερμοκρασία ενός θερμαινόμενου χώρου το Χειμώνα στο επιθυμητό επίπεδο (περίπου 22 οC) θα πρέπει οι θερμικές απώλειες του χώρου να αναπληρώνονται από κάποια εσωτερική πηγή θερμότητας. Τέτοιες πηγές θερμότητας μπορεί να είναι για παράδειγμα ένα θερμαντικό σώμα, ένα αερόθερμο, ένα αυτόνομο κλιματιστικό μηχάνημα κλπ. Από την άλλη πλευρά, τα θερμικά κέρδη ενός χώρου μπορούν να ορισθούν ως εξής. Το Καλοκαίρι όπου η θερμοκρασία περιβάλλοντος (έξω από το θερμαινόμενο χώρο) είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του χώρου που πρέπει να δροσιστεί, η ροή θερμότητας μεταφέρεται από το περιβάλλον προς το χώρο. Τότε λέμε ότι έχουμε θερμικά κέρδη. Το καλοκαίρι, για να μπορέσει να διατηρηθεί η θερμοκρασία ενός κλιματιζόμενου χώρου στο επιθυμητό επίπεδο (περίπου 25 οC) θα πρέπει τα θερμικά κέρδη του χώρου να αποβάλλονται από κάποιο κατάλληλο μηχανισμό, με κατανάλωση έργου φυσικά. Τέτοιος μηχανισμός μπορεί να είναι ένα αυτόνομο ψυκτικό σύστημα ή μια αντλία θερμότητας, ή κάποιο σύστημα κεντρικού κλιματισμού κλπ.

Με τον όρο ψυκτικά φορτία, εννοείται το ποσό της θερμότητας που προστίθεται στον κλιματιζόμενο χώρο στη μονάδα του χρόνου, προερχόμενο από διάφορες πηγές που επιβαρύνουν την κλιματιστική εγκατάσταση. Με τον τεχνικό όρο θερμικά φορτία αντίστοιχα εννοούμε το ποσό της θερμότητας που πρέπει να αφαιρείται από τον κλιματιζόμενο χώρο στη μονάδα του χρόνου, μέσω της κλιματιστικής εγκατάστασης. Αν και είναι σπάνιο, σε κάποιες εγκαταστάσεις μπορεί τα ψυκτικά φορτία να εμφανισθούν το χειμώνα. Αν και τα ψυκτικά φορτία συνδέονται με το καλοκαίρι, μπορεί καμιά φορά να συμβεί σε ένα κλιματιζόμενο χώρο να υπάρχουν ψυκτικά φορτία ακόμα και το χειμώνα στην περίπτωση όπου για παράδειγμα, υπάρχουν μηχανήματα που κάνουν έκλυση θερμότητας λόγω μεγάλης ισχύος, ενώ βρίσκονται μέσα στο χώρο.

Σύμφωνα με τη μελέτη που ακολουθεί για το κλειστό γυμναστήριο Μεσσήνης βασιζόμενοι στο ενεργειακό λογισμικό EraCAD στην σύσταση των επιφανιών, στα γενικά στοιχεία του κτηρίου και άλλες πληροφορίες που αντλήσαμε βρήκαμε την υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του υφιστάμενου κτηρίου που μελετήσαμε με αποτέλεσμα να το κατατάξουμε και στην ενεργειακή του κατηγορία.

Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση κατά το δυνατόν της κατανάλωσης ενέργειας για την σωστή λειτουργία του κτηρίου μέσω:

- Του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηριακού κελύφους αξιοποιώντας τη θέση του κτηρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο, την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψης κ.ά.

- Της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών καθώς και την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων δηλαδή συνδυασμό υαλοπίνακα αλλά και πλαισίου

- Της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη-κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανοιγμένης) πρωτογενούς ενέργειας.

- Της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών) και της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους

6.2. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων υφιστάμενου κτηρίου.

Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U) ²⁵

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι η ποσότητα θερμότητας (σε Watt) που περνά μέσα από ένα τετραγωνικό ενός δομικού στοιχείου, ορισμένου πάχους d σε ορισμένο χρονικό διάστημα μίας ώρας, όταν μεταξύ των δύο επιφανειών υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν. Μετρά δηλαδή με πόση ευκολία διαπερνά η θερμότητα ένα υλικό ή σύστημα μέσα στα πλαίσια που αναφέρθηκαν. Ο συντελεστής U-value μετριέται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν (W/m^2K) και μαθηματικά εκφράζεται με τον τύπο $U=1/R$ όπου R είναι ο συντελεστής θερμικής αντίστασης που θα δούμε παρακάτω. Όσο μικρότερος είναι ο συγκεκριμένος συντελεστής ενός δομικού στοιχείου, υλικού ή στρώσεων υλικών, τόσο καλύτερη θερμομόνωση έχουμε. Ο συγκεκριμένος συντελεστής επηρεάζεται από το πάχος σε συνδυασμό με το συντελεστή (λ) των υλικών ενός συστήματος.

Συντελεστής Θερμικής Αντίστασης (R)

Ο συντελεστής θερμικής αντίστασης (R) είναι το αντίστροφο του συντελεστή Θερμοπερατότητας. Μετρά δηλαδή με πόση δυσκολία περνά η θερμότητα, διαμέσου ενός υλικού ή στρώσεων υλικών με διαφορά θερμοκρασίας στις δύο πλευρές του ίση με ένα βαθμό Κέλβιν. Ο συντελεστής R μετριέται σε τετραγωνικά μέτρα επί βαθμούς Κέλβιν ανά βατ ($m^2 K/W$) και μαθηματικά εκφράζεται με τον τύπο $R=d/\lambda$ όπου d το πάχος του υλικού και λ ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής R ενός υλικού, τόσο καλύτερη θερμομόνωση έχει.

Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας (λ) :

Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας (λ) είναι η ποσότητα θερμότητας (σε Watt) που περνά από τις απέναντι πλευρές ενός υλικού, πάχους ενός μέτρου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών αυτών είναι ίση με ένα βαθμό Κέλβιν 1°K . Ο συντελεστής (λ) ενός υλικού μετριέται (W/mk) επηρεάζεται από τη φύση του ίδιου του υλικού, τη δομή του, τη θερμοκρασία, την υγρασία και την πίεση. Η θερμική αγωγιμότητα είναι υψηλή στα υλικά τα οποία αποκαλούνται θερμικά αγωγά, όπως είναι τα μέταλλα και είναι χαμηλή στα υλικά που αποκαλούνται θερμομονωτικά, για αυτό όσο μικρότερος είναι ο συγκεκριμένος συντελεστής ενός υλικού τόσο καλύτερη θερμομόνωση έχει.

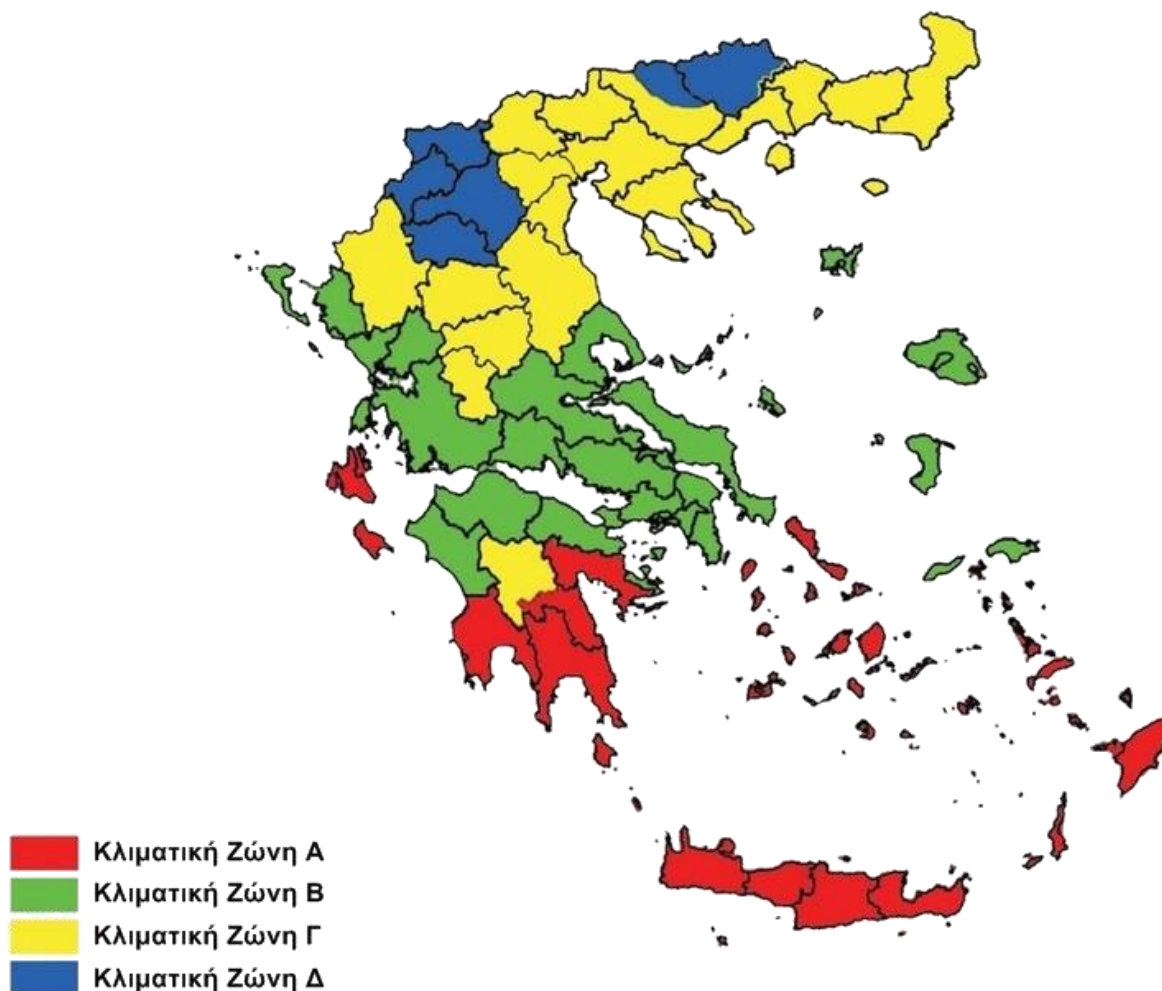
Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων (k)

Ο Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων είναι ο αριθμός που προς δηλώνει πόσο θερμομονωτικό είναι ένα κούφωμα (παράθυρο, μπαλκονόπορτα κλπ.). Συγκεκριμένα ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων, προς δείχνει το ποσό προς ενέργειας που διέρχεται από κάθε υλικό (πχ προφίλ αλουμινίου, υαλοπίνακα κλπ.), ανά μονάδα χρόνου, ανά μονάδα εμβαδού, ανά μονάδα διαφοράς θερμοκρασίας.

Οι τιμές του Συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων δίνονται σε $\text{w/m}^2\text{K}$ και προς δείχνει πόσα W (watt) ενέργειας απαιτούνται για κάθε m^2 κουφώματος, με διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού χώρου και εξωτερικού χώρου 1°C (κελσίου). Όσο μικρότερος είναι προς ο αριθμός τόσο θερμομονωτικό είναι ένα κούφωμα, ενώ όσο μεγαλύτερος είναι τόσο περισσότερη ενέργεια χάνουμε από το παράθυρο.

6.3. Γενικά στοιχεία κτηρίου.

Για την πραγματοποίηση της μελέτης θερμομόνωσης και τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου, είναι απαραίτητο να είναι γνωστή η κλιματική ζώνη που βρίσκεται το υπό μελέτη κτίριο.



Εικόνα 6.2 : Κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα 26

Η ζώνη αυτή βρίσκεται μέσα από έναν σχετικό χάρτη που παρουσιάζει την Ελλάδα διαιρεμένη σε τέσσερες ζώνες διαφορετικών θερμομονωτικών απαιτήσεων, τις ζώνες Α, Β, Γ, Δ με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης. Για τις ζώνες αυτές, ισχύει ότι η ζώνη Α έχει ήπιο κλίμα με τα κτίρια να έχουν μικρότερες ανάγκες θέρμανσης από ψύξης. Η ζώνη Β έχει κτίρια με παραπλήσιες ανάγκες θέρμανσης και ψύξης και γενικά όσο ανεβαίνει η κατηγορία της κλιματικής ζώνης τόσο ανεβαίνουν και οι ανάγκες της περιοχής σε θέρμανση τους χειμερινούς μήνες και αντίστοιχα ψύξη τους θερινούς μήνες. Οι περιοχές της Ελλάδας που βρίσκονται σε κάθε μια από τις αναφερθείσες ζώνες φαίνονται στην Εικόνα 4.1. Η περιοχή της Μεσσήνης ανήκει στην κλιματική ζώνη Α. Για τα κλιματικά δεδομένα και τους υπολογισμούς, από την στιγμή που το ΤΕΕ δεν προσφέρει δεδομένα για την πόλη της Μεσσήνης, θα χρησιμοποιήσουμε σαν τοποθεσία την πρωτεύουσα του νομού Μεσσηνίας, την Καλαμάτα, μιας και βρίσκονται σε μία απόσταση 13 χιλιομέτρων, έχουν το ίδιο υψόμετρο και προσανατολισμό, άρα θα θεωρήσουμε ότι έχουν και τα ίδια κλιματικά δεδομένα. Αυτά τα κλιματικά δεδομένα

όπως η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες και σε κατακόρυφες επιφάνειες για όλους τους προσανατολισμούς για την περιοχή φαίνονται παρακάτω:

Μήνας	Μήνας	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μαΐος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολο
	Μέση 24 ώρου θε [°C]	10,20	10,60	12,30	15,20	19,80	24,20	26,50	26,30	23,20	19,00	14,80	11,60	
	Μέση ημέρας θε, day [°C]	11,70	12,10	13,70	16,60	21,20	25,60	27,90	27,80	24,90	20,70	16,50	13,10	
	Λόγος υγρασίας xe [gr/kg]	5,60	5,70	6,30	7,50	9,50	10,90	12,40	13,00	11,50	9,40	7,80	6,30	
Οριζόντιο	HOR	26,4	33,2	51,5	66	81,8	85,1	84,9	73,8	56,1	41,1	27,6	23,1	651
	Hd													
Για κλίση επιφάνειας 90°	HOR	68	82	126	156	199	216	222	201	155	114	75	59	1673
	H B	20	25	38	49	70	79	78	64	44	32	21	17	537
	HT													
	BA	23	29	50	66	93	103	105	91	61	38	25	19	703
	HT A	46	50	76	87	113	120	124	118	92	68	50	42	986
	HT NA	80	75	95	94	106	107	113	116	108	98	85	76	1153
	HT N	101	90	101	88	87	84	90	100	109	117	107	97	1171
	HT ΝΔ	80	75	95	94	106	107	113	116	108	98	85	76	1153
	HT Δ	46	50	76	87	113	120	124	118	92	68	50	42	986
	HT ΒΔ	23	29	50	66	93	103	105	91	61	38	25	19	703
	HT B	25	31	56	96	146	168	168	132	75	38	26	21	982
	HT BA	32	44	80	110	154	172	174	148	100	61	36	27	1138
	HT A	63	72	110	133	171	184	190	175	134	99	69	56	1456
	HT NA	95	98	135	147	176	184	192	187	159	133	103	87	1696
	HT N	111	111	144	151	173	178	187	186	168	149	120	103	1781
	HT ΝΔ	95	98	135	147	176	184	192	187	159	133	103	87	1696
HT Δ	63	72	110	133	171	184	190	175	134	99	69	56	1456	
HT ΒΔ	32	44	80	110	154	172	174	148	100	61	36	27	1138	
HT														

Πίνακας 6.1 : Κλιματικά δεδομένα.

Τα γενικά στοιχεία κτηρίου για το κτήριο που έγινε η μελέτη είναι τα εξής:

Ο τύπος του κτηρίου μελέτης είναι κλειστό γήπεδο εδραζόμενο επί του εδάφους. οπότε η υψομετρική του διαφορά από το έδαφος είναι $\Delta h=0$ και το συνολικό υψόμετρο που βρίσκεται το κτήριο είναι $z=0$ επειδή το υψόμετρο της πόλης από τα κλιματικά δεδομένα είναι $h=0$. Επειδή είναι κλειστό γήπεδο οι ώρες λειτουργίας του θα είναι 14 ώρες ημερησίως. Βρίσκεται στην κλιματική ζώνη Α με μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία 1 βαθμό κελσίου και εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού 20 βαθμούς κελσίου. Η θερμοκρασία εσωτερικών χώρων κατά τους πίνακες του ΤΕΕ (πίνακας 2.2 ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017)

Η κατηγορία χρήσης του κτηρίου είναι συνάθροισης κοινού και πιο συγκεκριμένα κλειστό γυμναστήριο-κλειστό κολυμβητήριο.

Η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα από τον πίνακα 3.14 του ΤΟΤΕΕ είναι 176.514 kJ/K και ανήκει στην κατηγορία 3: Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.

Περιγραφή	Δεδομένα
Πόλη	Μεσσήνη
Αριθμός Θερμικών Ζωνών	1
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1 - 15)	2
Τυπικό Ύψος Επιπέδου (m)	8,5
Κλιματική Ζώνη	ΖΩΝΗ Α
Γωνία Περιστροφής	0
Υψόμετρο μεγαλύτερο των 500m	Όχι
Χρήση Κτιρίου	Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο
Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία	1 °C
Εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού	20 °C
Ώρες λειτουργίας εγκατάστασης ημερησίως	14
Θερμοκρασία εσωτερικών χώρων τους χειμερινούς μήνες	18 °C
Θερμοκρασία εσωτερικών χώρων τους θερινούς μήνες	25 °C
Τύπος κατασκευής	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.
Επίπεδα στη Στάθμη του Εδάφους	2
Βάθος δαπέδου στο έδαφος (m)	-0.00
Περίμετρος κτιρίου (m)	$2 \times 23.4 + 2 \times 45.4 = 137.6$ m
Τύπος μελέτης/επιθεώρησης	Ενεργειακή επιθεώρηση και ενεργειακή αναβάθμιση.
Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας	1973 (1 ^η)
Θερμομονωτική προστασία	
Επιθυμητό συνολικό εμβαδό (m ²)	1069,78
Επιθυμητός συνολικός όγκος (m ³)	8610,74
Τμήμα κτηρίου	
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής U_m όπως προκύπτει από υπολογισμούς (για κτήρια πριν τον Κανονισμό Θερμομόνωσης)	
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10,5
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10,5
Μεθοδολογία Υπολογισμού	EN 12831

Πίνακας 6.2 : Γενικά στοιχεία κτηρίου.

6.4. Ειδικά στοιχεία κτηρίου.

ΑΑ	Περιγραφή	Δεδομένα
1.	Επιφάνεια οροφών σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0 m ²
2.	Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	1435,16 m ²
3.	Επιφάνεια δαπέδων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0 m ²
4.	Επιφάνεια οροφών σε επαφή με κλειστούς ΜΘΧ	0 m ²
5.	Επιφάνεια τοίχων σε επαφή με κλειστούς ΜΘΧ	0 m ²
6.	Επιφάνεια δαπέδων σε επαφή με κλειστούς ΜΘΧ	0 m ²
7.	Επιφάνεια οροφών σε επαφή με το έδαφος	0 m ²
8.	Επιφάνεια τοίχων σε επαφή με το έδαφος	0 m ²
9.	Επιφάνεια δαπέδων σε επαφή με το έδαφος	1069,78 m ²
10.	Επιφάνεια κουφωμάτων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	288,94 m ²
11.	Επιφάνεια κουφωμάτων χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0 m ²
12.	Επιφάνεια γυάλινων προσόψεων μη ανοιγόμενων ή μερικώς ανοιγόμενων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0 m ²
13.	Επιφάνεια κουφωμάτων σε επαφή με ΜΘΧ	0 m ²
14.	Επιφάνεια κουφωμάτων χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με ΜΘΧ	0 m ²
15.	Επιφάνεια γυάλινων προσόψεων μη ανοιγόμενων ή μερικώς ανοιγόμενων σε επαφή με ΜΘΧ	0 m ²

Πίνακας 6.3 : Ειδικά στοιχεία κτηρίου.

6.5. Τυπικά στοιχεία κτηρίου

Θερμικές ζώνες

Δεν υπάρχει ανάγκη για διαχωρισμό σε πάνω από μία θερμική ζώνη καθώς το κτίριο αποτελείται από τον αγωνιστικό χώρο και τους κοινόχρηστους χώρους που επικοινωνούν άμεσα με τον αγωνιστικό χώρο, οπότε βρίσκονται στις ίδιες κλιματικές συνθήκες μόνιμα.

Εσωτερικές συνθήκες στα κτίρια

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ και τον πίνακα 2.3 της παρούσας εργασίας, για γραφεία οι συνθήκες έχουν ως εξής:

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	18	25	35	45

Σκίαστρα – Ηλιοπραστασία – Εμπόδια φυσικά ή τεχνητά

Γύρω γύρω από το κτίριο υπάρχει χαμηλή βλάστηση η οποία δεν ενοχλεί να εισέλθει

ηλιακό φως. Τα γειτονικά εμπόδια είναι αρκετά μακριά και δεν προκαλούν σκίαση. Δεν υπάρχουν τέντες ούτε άλλα σκίαστρα παρά μόνο ένα υπόστεγο στην κεντρική είσοδο. Δεν υπάρχουν πλευρικά εμπόδια. Στην παρούσα εργασία δεν θα υπολογιστούν οι συντελεστές αυτοί.

Θερμοφυσικές ιδιότητες & τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιρίου, διάφανων και αδιαφανών

Το κτήριο του κλειστού γυμναστηρίου Μεσσήνης έχει χτιστεί κοντά στο 1973, με αποτέλεσμα να μην θεωρείται κτήριο με εφαρμογή ΚΕΝΑΚ. (πριν το 1979 – 1^η κατηγορία). Μιας και την χρονολογία στην οποία χτίστηκε το κτήριο ήταν ανύπαρκτος ο κανονισμός θερμομόνωσης κτηρίων, η τεχνική υπηρεσία δεν μπόρεσε να βρει στοιχεία αρκετά στοιχεία για τους συντελεστές θερμοπερατότητας, οπότε θα τους υπολογίσουμε μέσα από το πρόγραμμα EraCAD.

Πέραν των δομικών στοιχείων του κτιρίου, υπάρχουν και τα λεγόμενα ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα κ.τ.λ.), τα οποία πλαισιώνονται από κουφώματα. Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας αυτών των στοιχείων είναι πολύ σημαντικός διότι οι περισσότερες απώλειες ενός κτιρίου παρουσιάζονται σε αυτά. Ο συντελεστής U_w ενός κουφώματος εξαρτάται από το υλικό του πλαισίου, του υαλοπίνακα του και το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος καθώς και το μήκος της θερμογέφυρας που σχηματίζει. Για να υπολογιστεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας U_w πρέπει να προσδιοριστεί η επιφάνεια και ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου και του υαλοπίνακα ανάλογα με τον τύπο τους, καθώς και η γραμμική θερμογέφυρα που σχηματίζεται κατά μήκος της ένωσης της υάλωσης με το πλαίσιο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$U_w = \frac{U_f * A_f + U_g * A_g + I_g * \Psi_g}{A_w}$$

Όπου:

U_w : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος σε (W/m²K).

U_f : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος σε (W/m²K).

U_g : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα σε (W/m²K).

A_f : Το συνολικό εμβαδόν της επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος σε (m²).

A_g : Το συνολικό εμβαδόν του υαλοπίνακα σε (m²).

I_g : Το συνολικό περιμετρικό μήκος του υαλοπίνακα σε (m).

Ψ_g : Η γραμμική θερμοπερατότητα στη συναρμογή του πλαισίου του υαλοπίνακα (αποστάτης) σε (W/mK).

A_w : Το συνολικό εμβαδόν της επιφάνειας του κουφώματος σε (m²). ²⁸

Οι τιμές των κουφωμάτων αλουμινίου είναι καθοριστικός παράγοντας για να επιλέξουμε κουφώματα. Όμως, ακόμη και αν αγοράσουμε ενεργειακά κουφώματα υψηλής ποιότητας σε χαμηλή τιμή, μπορεί να αποδειχθεί ανεπαρκές, σε περίπτωση που η κατασκευή και η τοποθέτησή του δε γίνουν σωστά. Για τον λόγο αυτό είναι πολύ σημαντική η επιλογή του κατασκευαστή (που θα κάνει και την τοποθέτηση) και όχι μόνο η καλή ποιότητα του προφίλ αλουμινίου (και γενικότερα των υλικών). Τα θερμοδιακοπόμενα κουφώματα είναι ευρέως γνωστά στην αγορά ως ενεργειακά κουφώματα αλουμινίου. Στην ουσία, αυτό που ξεχωρίζει τα θερμοδιακοπόμενα κουφώματα από τα συμβατικά προφίλ αλουμινίου είναι η χρήση ειδικού μονωτικού υλικού συνήθως πολυαμιδίου, το οποίο δεν επιτρέπει μεγάλη μεταφορά ενέργειας μέσα από το προφίλ αλουμινίου και με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται υψηλή θερμομόνωση αλλά και ηχομόνωση

Η θερμομόνωση των κουφωμάτων (συντελεστής θερμοπερατότητας) μετρείται σε W/m^2K , και στην ουσία ο αριθμός αυτός ορίζει την ποσότητα θερμότητας (σε Watt), ανά μονάδα χρόνου που μπορεί να διαπεράσει ένα κούφωμα με επιφάνεια $1m^2$, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο επιφανειών του (μέσα – έξω) είναι 1 βαθμός ($1^\circ C$). Τα ενεργειακά κουφώματα αλουμινίου όμως, δεν αποτελούνται μόνο από το προφίλ του αλουμινίου, αλλά και από το τζάμι (υαλοπίνακας).

Τα δύο αυτά υλικά, υαλοπίνακας και προφίλ αλουμινίου, έχουν διαφορετικούς συντελεστές (διαφορετική θερμομόνωση – θερμοπερατότητα). Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του προφίλ αλουμινίου ονομάζεται U_f (U Frame – πλαίσιο) και ο συντελεστής του υαλοπίνακα U_g (U Glass -τζάμι). Ωστόσο, αυτό που μας δίνει πραγματικά να καταλάβουμε τη θερμομόνωση του κουφώματος είναι ο συντελεστής U_w (U window-παραθύρου) που αναφέρεται στο σύνολο του κουφώματος. Ακριβώς γιατί ο υαλοπίνακας και το προφίλ του κουφώματος, καταλαμβάνουν διαφορετική επιφάνεια κάθε φορά ανάλογα με τη διάσταση του κουφώματος (παράθυρο μπάνιου, μπαλκονόπορτα κλπ).

Στην περίπτωση της μελέτης αυτής, υπάρχουν

- Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα
- Το $U_w = 2,5 W/m^2K$
- Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή και Μονός υαλοπίνακας, με συντελεστές θερμοπερατότητας να κυμαίνονται από $5,860 W/m^2K$ έως $6,441 W/m^2K$

Σύστημα ύγρανσης

Στο κτίριο δεν υπάρχει σύστημα ύγρανσης αέρα. Η υγρασία διατηρείται σε επίπεδα όμοια του εξωτερικού περιβάλλοντος, δηλαδή 57,7 – 77,6%.

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

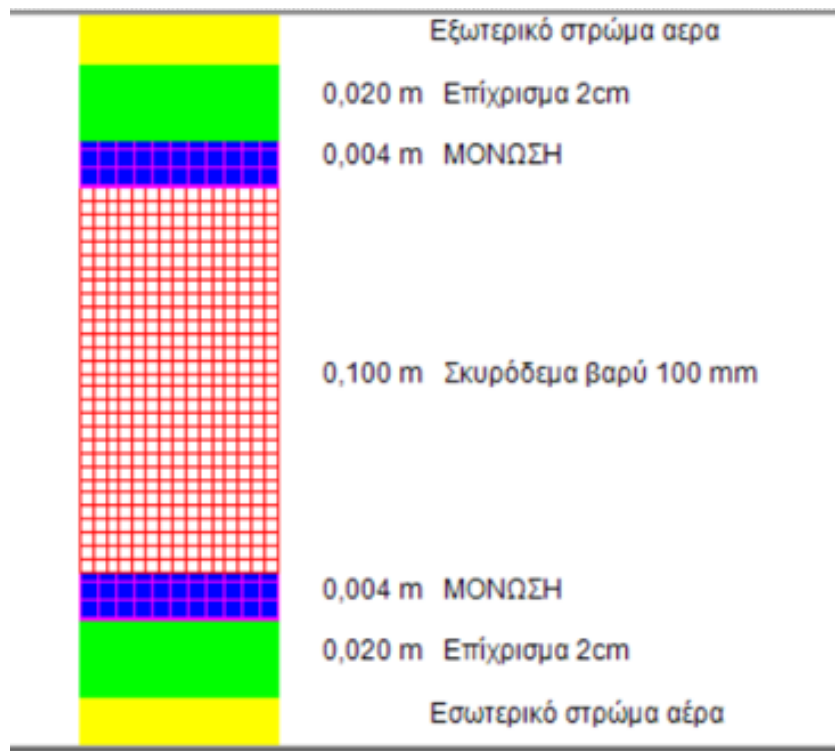
Σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την άσκηση της προβλεπόμενης δραστηριότητά τους, χωρίς φαινόμενα που να οδηγούν στην οπτική δυσφορία ή/και κόπωση. Στον συγκεκριμένο χώρο δεν χρειάζεται να κάνουμε μελέτη φωτισμού, καθώς είχε γίνει πρόσφατα μια τέτοια μελέτη και αναβάθμιση του φωτισμού. Το μόνο που θα κάνουμε είναι να συμπεριλάβουμε τις καταναλώσεις στην τελική μελέτη.

6.6. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιάφανων δομικών στοιχείων.

Γενικά		Φυσικές ιδιότητες		Θερμικές ιδιότητες
Κωδικός	Περιγραφή	Πάχος [m]	Βάρος [kg]	U [W/m^2K]
R1	Ταράτσα με μόνωση	0,340	542,150	0,466
R1	Οροφή από οπλ.σκυρ.	0,600	814,240	0,191
FB1	Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση και επίστρωση με πλάκες μαρμάρου	0,380	606,240	0,335
T2	Φέρων οργανισμός	0,148	297,028	2,175
T3	Εξωτερικό Τοίχείο	0,148	297,028	2,175
TU1	Διαχωριστικοί τοίχοι	0,148	297,028	1,819

Πιο αναλυτικά:

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εξωτερικό τοίχειο Τ3.



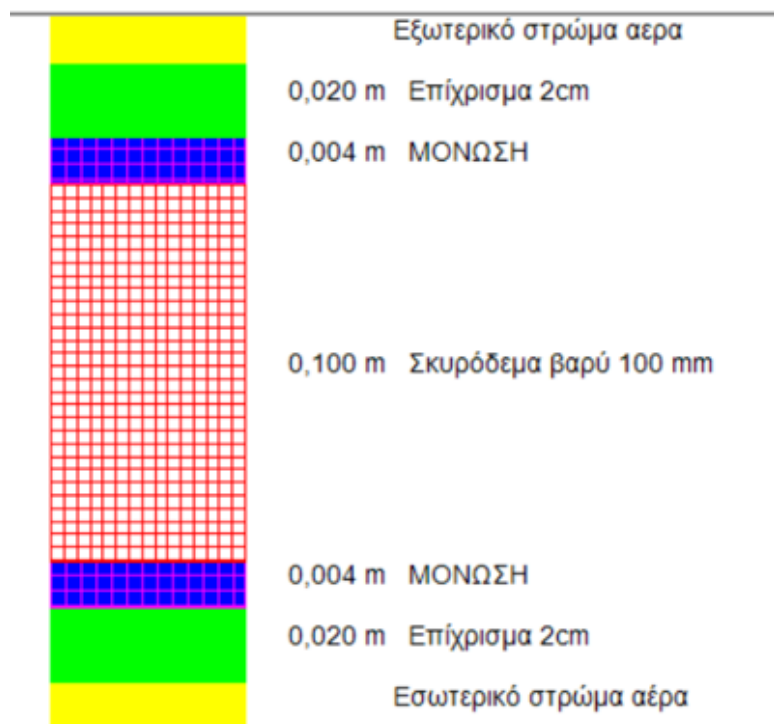
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L) (Π2)

A/A	Κωδικός	Περιγραφή	Θερμοχωρητικότητα (cp) [kJ/(kg·K)]	Πυκνότητα (ρ) [kg/m ³]	Πάχος L [m]	Αγωγιμότητα (λ) [W/(m·K)]	Θερμική αντίσταση R=L/λ [(m ² ·K)/W]
1	A001	Εξωτερικό στρώμα αέρα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040
2	A301-20	Επίχρισμα 2cm	0,000	1800,000	0,020	0,870	0,023
3	B122	ΜΟΝΩΣΗ	0,000	25,000	0,004	0,028	0,143
4	C5	Σκυρόδεμα βαρύ 100 mm	0,840	2243,000	0,100	1,731	0,058
5	B122	ΜΟΝΩΣΗ	0,000	25,000	0,004	0,028	0,143
6	A301-20	Επίχρισμα 2cm	0,000	1800,000	0,020	0,870	0,023
7	A002	Εσωτερικό στρώμα αέρα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,130

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U) (Π3)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)		R _a (εξωτερ.)	
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0,130		0,040	
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0,130	
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_L	(m ² K)/W	0,390	
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,040	
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	Ro_L=R_i+R_L+R_a	(m ² K)/W	0,560	
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U=1/ Ro_L	W/(m ² K)	1,787	

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Φέρων οργανισμός T2.



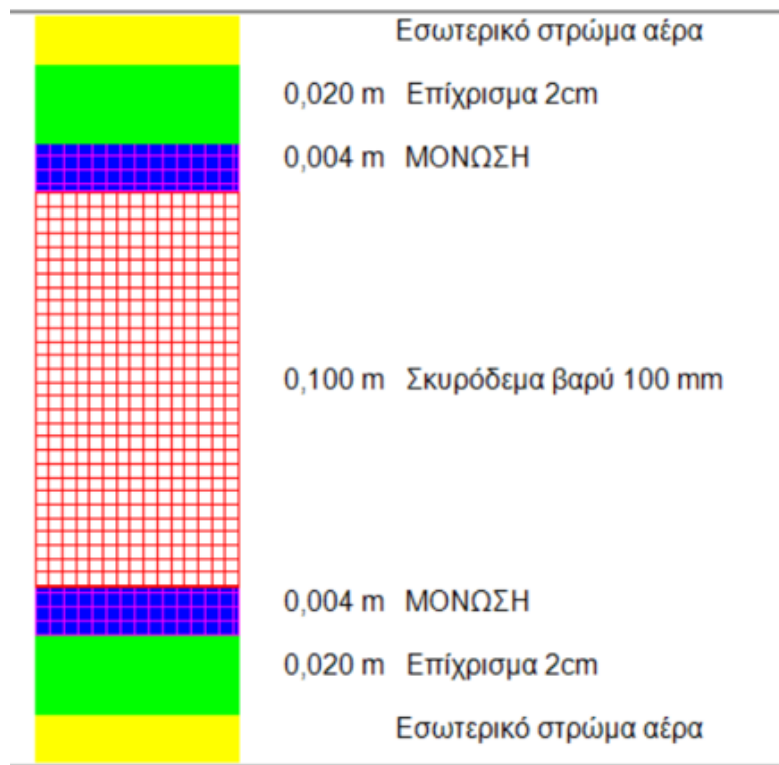
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ) (Π2)

A/A	Κωδικός	Περιγραφή	Θερμοχωρητικότητα (c _p) [kJ/(kg·K)]	Πυκνότητα (ρ) [kg/m ³]	Πάχος L [m]	Αγωγιμότητα (λ) [W/(m·K)]	Θερμική αντίσταση R=L/λ [(m ² ·K)/W]
1	A001	Εξωτερικό στρώμα αέρα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040
2	A301-20	Επίχρισμα 2cm	0,000	1800,000	0,020	0,870	0,023
3	B122	ΜΟΝΩΣΗ	0,000	25,000	0,004	0,028	0,143
4	C5	Σκυρόδεμα βαρύ 100 mm	0,840	2243,000	0,100	1,731	0,058
5	B122	ΜΟΝΩΣΗ	0,000	25,000	0,004	0,028	0,143
6	A301-20	Επίχρισμα 2cm	0,000	1800,000	0,020	0,870	0,023
7	A002	Εσωτερικό στρώμα αέρα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,130

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U) (Π3)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)	
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0,130	0,040	
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0,130
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	0,390
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,040
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R_{oλ}=R_i+R_Λ+R_a	(m ² K)/W	0,560
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U=1/ R_{oλ}	W/(m ² K)	1,787

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Διαχωριστικοί τοίχοι ΤΥ1.



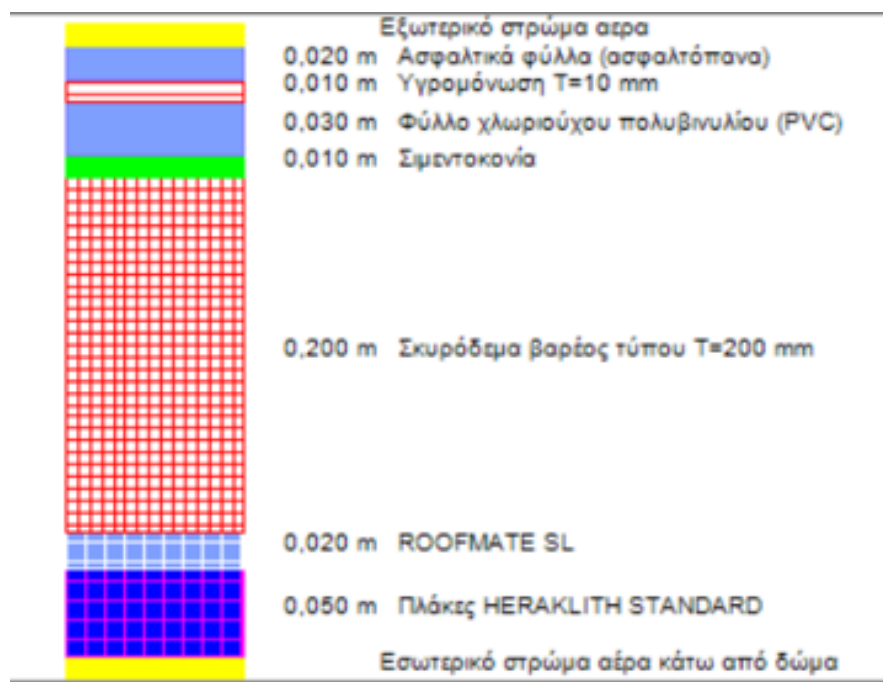
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ) (Π2)

A/A	Κωδικός	Περιγραφή	Θερμοχωρητικότητα (cp) [kJ/(kg·K)]	Πυκνότητα (ρ) [kg/m ³]	Πάχος L [m]	Αγωγιμότητα (λ) [W/(m·K)]	Θερμική αντίσταση R=L/λ [(m ² ·K)/W]
1	A002	Εσωτερικό στρώμα αέρα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,130
2	A301-20	Επίχρισμα 2cm	0,000	1800,000	0,020	0,870	0,023
3	B122	ΜΟΝΩΣΗ	0,000	25,000	0,004	0,028	0,143
4	C5	Σκυρόδεμα βαρύ 100 mm	0,840	2243,000	0,100	1,731	0,058
5	B122	ΜΟΝΩΣΗ	0,000	25,000	0,004	0,028	0,143
6	A301-20	Επίχρισμα 2cm	0,000	1800,000	0,020	0,870	0,023
7	A002	Εσωτερικό στρώμα αέρα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,130

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U) (Π3)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)	
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0,130	0,040	
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0,130
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	0,390
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,130
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	Ro_λ=R_i+R_Λ+R_a	(m ² K)/W	0,650
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U=1/ Ro_λ	W/(m ² K)	1,538

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Στέγη R1.



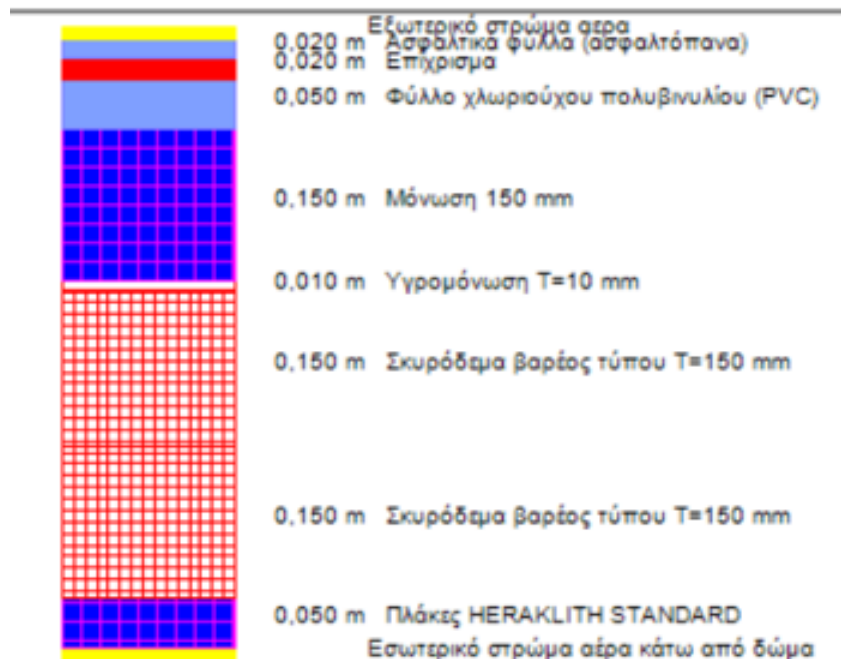
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ) (Π2)

A/A	Κωδικός	Περιγραφή	Θερμοχωρητικότητα (c _p) [kJ/(kg·K)]	Πυκνότητα (ρ) [kg/m ³]	Πάχος L [m]	Αγωγιμότητα (λ) [W/(m·K)]	Θερμική αντίσταση R=L/λ [(m ² ·K)/W]
1	A001	Εξωτερικό στρώμα αέρα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040
2	4.6.5	Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόπανα)	1,000	1100,000	0,020	0,230	0,087
3	E3	Υγραμόνωση T=10 mm	1,670	1121,000	0,010	0,190	0,053
4	5.1.03	Φύλλο χλωριούχου πολυβινυλίου (PVC)	0,900	1390,000	0,030	0,170	0,176
5	A302	Σιμεντοκονία	0,000	1800,000	0,010	1,392	0,007
6	C10	Σκυρόδεμα βαρέος τύπου T=200 mm	0,840	2243,000	0,200	1,731	0,116
7	DOW-01	ROOFMATE SL	0,000	32,000	0,020	0,033	0,606
8	B151	Πλάκες HERAKLITH STANDARD	0,000	0,000	0,050	0,052	0,962
9	E0	Εσωτερικό στρώμα αέρα κάτω από δώμα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U) (Π3)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)		R _a (εξωτερ.)	
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0,130		0,040	
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0,100	
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _Λ	(m ² K)/W	2,007	
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0,040	
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{oλ} =R _i +R _Λ +R _a	(m ² K)/W	2,147	
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U=1/ R _{oλ}	W/(m ² K)	0,466	

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Οροφή R1.



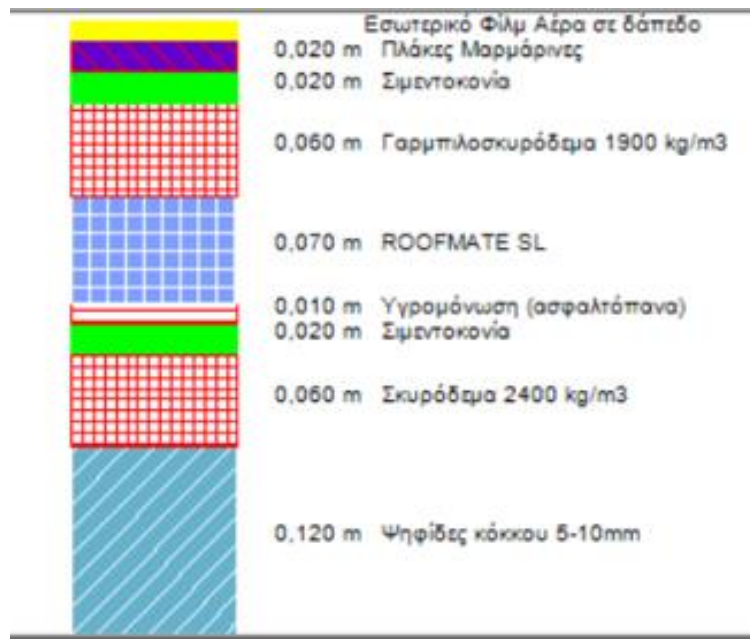
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ) (Π2)

A/A	Κωδικός	Περιγραφή	Θερμοχωρητικότητα (cp) [kJ/(kg·K)]	Πυκνότητα (ρ) [kg/m ³]	Πάχος L [m]	Αγωγιμότητα (λ) [W/(m·K)]	Θερμική αντίσταση R=L/λ [(m ² ·K)/W]
1	A001	Εξωτερικό στρώμα αέρα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040
2	4.6.5	Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόπανα)	1,000	1100,000	0,020	0,230	0,087
3	A6	Επίχρισμα	1,090	1249,000	0,020	0,415	0,048
4	5.1.03	Φύλλο χλωριούχου πολυβινυλίου (PVC)	0,900	1390,000	0,050	0,170	0,294
5	B15	Μόνωση 150 mm	0,840	91,000	0,150	0,043	3,488
6	E3	Υγρομόνωση T=10 mm	1,670	1121,000	0,010	0,190	0,053
7	C13	Σκυρόδεμα βαρέος τύπου T=150 mm	0,840	2243,000	0,150	1,731	0,087
8	C13	Σκυρόδεμα βαρέος τύπου T=150 mm	0,840	2243,000	0,150	1,731	0,087
9	B151	Πλάκες HERAKLITH STANDARD	0,000	0,000	0,050	0,052	0,962
10	E0	Εσωτερικό στρώμα αέρα κάτω από δώμα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U) (Π3)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)		R _a (εξωτερ.)	
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0,130		0,040	
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0,100	
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _Λ	(m ² K)/W	5,106	
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0,040	
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{oλ} =R _i +R _Λ +R _a	(m ² K)/W	5,246	
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U=1/ R _{oλ}	W/(m ² K)	0,191	

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο επί του εδάφους FB1.



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L) (Π2)

A/A	Κωδικός	Περιγραφή	Θερμοχωρητικότητα (cp) [kJ/(kg·K)]	Πυκνότητα (ρ) [kg/m ³]	Πάχος L [m]	Αγωγιμότητα (λ) [W/(m·K)]	Θερμική αντίσταση R=L/λ [(m ² ·K)/W]
1	A004	Εσωτερικό Φίλμ Αέρα σε δάπεδο	0,000	0,000	0,000	0,000	0,170
2	E101	Πλάκες Μαρμάρινες	0,000	3000,000	0,020	3,480	0,006
3	A302	Σιμεντοκονία	0,000	1800,000	0,020	1,392	0,014
4	C303	Γαρμπιλοσκυρόδεμα 1900 kg/m ³	0,000	1900,000	0,060	1,100	0,055
5	DOW-01	ROOFMATE SL	0,000	32,000	0,070	0,028	2,500
6	E003	Υγρομόνωση (ασφαλτόπανα)	1,670	1000,000	0,010	0,190	0,053
7	A302	Σιμεντοκονία	0,000	1800,000	0,020	1,392	0,014
8	C102	Σκυρόδεμα 2400 kg/m ³	0,000	2400,000	0,060	2,204	0,027
9	F102	Ψηφίδες κόκκου 5-10mm	0,000	1700,000	0,120	0,810	0,148

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U) (Π3)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)		R _a (εξωτερ.)	
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0,130		0,040	
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0,000	
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _L	(m ² K)/W	2,987	
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0,000	
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{oL} =R _i +R _L +R _a	(m ² K)/W	2,987	
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U=1/ R _{oL}	W/(m ² K)	0,335	

6.7. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διάφανων δομικών στοιχείων.

ΠΑΡΑΘΥΡΑ

Τύπος πλαισίου: Μέταλλο πλαίσιο χωρίς θερμοδιακόπτη 10mm

U_f πλαισίου: 7 W/m²K

Τύπος υαλοπίνακα: Μονός υαλοπίνακας

U_g υαλοπίνακα: 5,7 W/m²K

g υαλοπίνακα σε κάθ. Προσπτ.: 0.77

g υαλοπίνακα: 0.45

Γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υάλου. Και πλαισίου Ψ_g: 0.08 W/mK

Μέσο πλάτος πλαισίου: 0.100 m

Κωδικός	Γενικά Περιγραφή	Θερμικές ιδιότητες			Διαστάσεις		Περιμετρικές θερμογέφυρες		
		Solar transmittance	Αεροστεγαρότητα (α) [m ³ /(m ² ·h)]	U _w [W/(m ² ·K)]	Μήκος [m]	Ύψος [m]	Βάσης Ψ βάσης [W/(m·K)]	Κορυφής Ψ κορυφής [W/(m·K)]	Πλευρών Ψ πλευρών [W/(m·K)]
W1	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,31	1,10	0,70	0,00	0,12	0,12
W2	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,31	1,10	0,70	0,00	0,12	0,12
W3	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,31	1,10	0,70	0,00	0,12	0,12
W4	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,31	1,10	0,70	0,00	0,12	0,12
W5	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,31	1,10	0,70	0,00	0,12	0,12
W6	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,31	1,10	0,70	0,00	0,12	0,12
W7	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,31	1,10	0,70	0,00	0,12	0,12
W8	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,31	1,10	0,70	0,00	0,12	0,12
W9	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,31	1,10	0,70	0,00	0,12	0,12
W10	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,31	1,10	0,70	0,00	0,12	0,12
W11	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,31	1,10	0,70	0,00	0,12	0,12
W12	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,31	1,10	0,70	0,00	0,12	0,12
W13	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,31	1,10	0,70	0,00	0,12	0,12
W14	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,31	1,10	0,70	0,00	0,12	0,12
W15	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,12	1,60	1,10	0,12	0,12	0,12
W16	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,06	2,20	1,20	0,00	0,12	0,12
W17	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,44	0,65	0,70	0,00	0,12	0,12
W18	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,44	0,65	0,70	0,00	0,12	0,12
W19	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,44	0,65	0,70	0,00	0,12	0,12
W20	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,44	0,65	0,70	0,00	0,12	0,12
W21	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,64	0,40	0,70	0,00	0,12	0,12
W22	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,50	0,55	0,70	0,00	0,12	0,12
W23	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W24	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W25	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12

W26	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W27	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W28	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W29	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W30	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W31	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W32	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W33	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W34	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W35	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W36	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W37	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W38	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W39	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
W40	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	5,86	4,60	3,00	0,00	0,12	0,12
WU1	Ξύλινο πλαίσιο Υαλότουβλα	0,45	15,10	3,18	1,10	0,70	0,00	0,12	0,12
WU2	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	0,77	8,70	6,19	1,00	1,20	0,00	0,12	0,12

Πίνακας 6.5 : Πίνακας συντελεστή θερμοπερατότητας U (W/m²K).

Τύπος κουφώματος	πλάτος ανοίγματος [m]	ύψος ανοίγματος [m]	εμβαδόν κουφώματος [m ²]	εμβαδόν πλαισίου [m ²]	εμβαδόν υαλοπίνακα[m ²]	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος Lg [m]	U κουφώματος [W/m ² K]
W1	1,10	0,70	0,77	0,15	0,62	20%	2,8	6,313
W2	1,10	0,70	0,77	0,15	0,62	20%	2,8	6,313
W3	1,10	0,70	0,77	0,15	0,62	20%	2,8	6,313
W4	1,10	0,70	0,77	0,15	0,62	20%	2,8	6,313
W5	1,10	0,70	0,77	0,15	0,62	20%	2,8	6,313
W6	1,10	0,70	0,77	0,15	0,62	20%	2,8	6,313
W7	1,10	0,70	0,77	0,15	0,62	20%	2,8	6,313
W8	1,10	0,70	0,77	0,15	0,62	20%	2,8	6,313
W9	1,10	0,70	0,77	0,15	0,62	20%	2,8	6,313
W10	1,10	0,70	0,77	0,15	0,62	20%	2,8	6,313
W11	1,10	0,70	0,77	0,15	0,62	20%	2,8	6,313
W12	1,10	0,70	0,77	0,15	0,62	20%	2,8	6,313
W13	1,10	0,70	0,77	0,15	0,62	20%	2,8	6,313
W14	1,10	0,70	0,77	0,15	0,62	20%	2,8	6,313
W15	1,60	1,10	1,76	0,35	1,41	20%	4,6	6,122
W16	2,20	1,20	2,64	0,53	2,11	20%	6	6,061
W17	0,65	0,70	0,45	0,09	0,36	20%	1,9	6,441
W18	0,65	0,70	0,45	0,09	0,36	20%	1,9	6,441
W19	0,65	0,70	0,45	0,09	0,36	20%	1,9	6,441
W20	0,65	0,70	0,45	0,09	0,36	20%	1,9	6,441
W21	0,40	0,70	0,28	0,06	0,22	20%	1,4	6,636
W22	0,55	0,70	0,39	0,08	0,31	20%	1,7	6,497
W23	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W24	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W25	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W26	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86

W27	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W28	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W29	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W30	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W31	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W32	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W33	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W34	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W35	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W36	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W37	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W38	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W39	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
W40	4,60	3	13,80	2,76	11,04	20%	14,4	5,86
WU1	1,10	0,70	0,77	0,15	0,62	20%	2,8	3,178
WU2	1,00	1,2	1,20	0,24	0,96	20%	3,6	6,193

Πίνακας 6.6 : Πίνακας συντελεστή θερμοπερατότητας U (W/m²K).

Τύπος κουφώματος	εμβαδόν κουφώματος [m ²]	U κουφώματος [W/m ² K]	gw κουφώματος	Ff	ggl	UxA
W1	0,77	6,313	0,45	0,42	0,77	4,86
W2	0,77	6,313	0,45	0,42	0,77	4,86
W3	0,77	6,313	0,45	0,42	0,77	4,86
W4	0,77	6,313	0,45	0,42	0,77	4,86
W5	0,77	6,313	0,45	0,42	0,77	4,86
W6	0,77	6,313	0,45	0,42	0,77	4,86
W7	0,77	6,313	0,45	0,42	0,77	4,86
W8	0,77	6,313	0,45	0,42	0,77	4,86
W9	0,77	6,313	0,45	0,42	0,77	4,86
W10	0,77	6,313	0,45	0,42	0,77	4,86
W11	0,77	6,313	0,45	0,42	0,77	4,86
W12	0,77	6,313	0,45	0,42	0,77	4,86
W13	0,77	6,313	0,45	0,42	0,77	4,86
W14	0,77	6,313	0,45	0,42	0,77	4,86
W15	1,76	6,122	0,55	0,28	0,77	10,77
W16	2,64	6,061	0,59	0,24	0,77	16,00
W17	0,45	6,441	0,38	0,51	0,77	2,93
W18	0,45	6,441	0,38	0,51	0,77	2,93
W19	0,45	6,441	0,38	0,51	0,77	2,93
W20	0,45	6,441	0,38	0,51	0,77	2,93
W21	0,28	6,636	0,28	0,64	0,77	1,86
W22	0,39	6,497	0,35	0,55	0,77	2,50
W23	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W24	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W25	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W26	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W27	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87

W28	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W29	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W30	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W31	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W32	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W33	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W34	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W35	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W36	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W37	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W38	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W39	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
W40	13,80	5,86	0,69	0,11	0,77	80,87
WU1	0,77	3,178	0,26	0,42	0,45	2,45
WU2	1,20	6,193	0,52	0,33	0,77	7,43

Πίνακας 6.7 : Πίνακας συντελεστή θερμοπερατότητας U (W/m²K).

	Εμβαδόν Κουφώματος	U Κουφώματος	UxΑ
Σύνολο	268,03	254,31	1576,41

Πίνακας 6.8 : Συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m²K).

6.8. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιάφανων δομικών κουφωμάτων (Πόρτες).

Όροφος	Τύπος	Κουφωμα	Πλάτος	Ύψος	Εμβαδόν	U
Ισόγειο	Θ1	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	1,6	2,2	3,52	2,5
	Θ2	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	1,60	2,20	3,52	2,50
	Θ3	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	1,00	2,20	2,20	2,50
	Θ4	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	2,00	2,20	4,40	2,50
	Θ5	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	2,00	2,20	4,40	2,50
	Θ6	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	2,20	2,20	4,84	2,50
	Θύρα διαδρόμου 1	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	1,00	2,20	2,20	6,11
	Θύρα διαδρόμου 2	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	1,00	2,20	2,20	6,11
	Θύρα διαδρόμου 3	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή Μονός υαλοπίνακας	1,00	2,20	2,20	6,11
	Θύρα αποδητήρια 1	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	1,00	2,20	2,20	2,28
	Θύρα αποδητήρια 2	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	1,00	2,20	2,20	2,28

Θύρα αγωνιστικό ύ χώρου 1	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπήΜονός υαλοπίνακας	1,60	2,20			6,00
Θύρα αγωνιστικό ύ χώρου 2	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπήΜονός υαλοπίνακας	1,60	2,20		3,52	6,00
Θύρα μηχανοστασίου	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με μεταλλικό πλαίσιο	1,00	2,20		3,52	2,10
Θύρα Διοίκησης	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		2,20	2,61
Θύρα αποθήκη 2	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα διαδρόμου WC	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα 1 WC ανδρών	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα 2 WC ανδρών	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα 3 WC ανδρών	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα 1 WC γυναικών	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα 2 WC γυναικών	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα 3 WC γυναικών	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα 1 αποδητήρια 1	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα 2 αποδητήρια 1	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα 3 αποδητήρια 1	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα 1 αποδητήρια 2	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα 2 αποδητήρια 2	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα 3 αποδητήρια 2	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα 1 Διαιτητές	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα 2 Διαιτητές	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61
Θύρα αποθήκη 1	Ξύλινη ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με ξύλινο πλαίσιο	0,90	2,20		1,98	2,61

Πίνακας 6.9 : Πίνακας συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων (W/m²K).

Όροφος	Τύπος	Εμβαδόν	U	UxA	gw	Αριθμός επιφανειών	Ff	ggl
Ισόγειο	Θ1	3,52	2,5	8,80	0,60	1	0,3	0,85
	Θ2	3,52	2,50	8,80	0,60	1	0,3	0,85
	Θ3	2,20	2,50	5,50	0,60	1	0,3	0,85
	Θ4	4,40	2,50	11,00	0,60	1	0,3	0,85
	Θ5	4,40	2,50	11,00	0,60	1	0,3	0,85
	Θ6	4,84	2,50	12,10	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα διαδρόμου 1	2,20	6,11	13,43	0,56	1	0,27	0,77
	Θύρα διαδρόμου 2	2,20	6,11	13,43	0,56	1	0,27	0,77
	Θύρα διαδρόμου 3	2,20	6,11	13,43	0,56	1	0,27	0,77
	Θύρα αποδητήρια 1	2,20	2,28	5,01	0,50	1	0,27	0,68
	Θύρα αποδητήρια 2	2,20	2,28	5,01	0,50	1	0,27	0,68
	Θύρα αγωνιστικού χώρου 1	3,52	6,00	21,14	0,62	1	0,2	0,77
	Θύρα αγωνιστικού χώρου 2	3,52	6,00	21,14	0,62	1	0,2	0,77
	Θύρα μηχανοστασίου	2,20	2,10	4,62	0,45	1	0	0,45
	Θύρα Διοίκησης	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα αποθήκη 2	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα διαδρόμου WC	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 1 WC ανδρών	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 2 WC ανδρών	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 3 WC ανδρών	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 1 WC γυναικών	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 2 WC γυναικών	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 3 WC γυναικών	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θυρα 1 αποδητήρια 1	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θυρα 2 αποδητήρια 1	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θυρα 3 αποδητήρια 1	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θυρα 1 αποδητήρια 2	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θυρα 2 αποδητήρια 2	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θυρα 3 αποδητήρια 2	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 1 Διαιτητές	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 2 Διαιτητές	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα αποθήκη 1	1,98	2,61	5,17	0,60	1	0,3	0,85

Πίνακας 6.10 : Πίνακας συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων (W/m²K).

	Εμβαδόν	U	UxA
Σύνολο	78,76	98,95818	247,4244

Πίνακας 6.11 : Συνολικές απώλειες UxA (W/K).

7. ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.

7.1. Εισαγωγή.

Κατά τον σχεδιασμό συστημάτων θέρμανσης/ψύξης/κλιματισμού στόχος είναι η διασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης των τελικών χρηστών με την ταυτόχρονη μείωση προς ενεργειακής κατανάλωσης. Η θερμική άνεση ποσοτικοποιείται με βάση το θερμικό ισοζύγιο μεταξύ του ανθρώπινου σώματος και του περιβάλλοντος. Η μεταφορά θερμότητας στη διεπαφή σώμα περιβάλλον εξαρτάται, μεταξύ άλλων, από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο οντοτήτων. Άρα, η θερμοκρασία εσωτερικού αέρα του κτηρίου παίζει σημαντικό ρόλο στη θερμική αίσθηση. Η θερμοκρασία εσωτερικού αέρα, και συνεπώς η θερμική άνεση των χρηστών, καθορίζεται από προς θερμικές απώλειες και τα φορτία του κτηρίου. Η ποσοτικοποίηση των θερμικών απωλειών (ή κερδών) του κτηρίου καθορίζουν προς ανάγκες του κτηρίου για ψύξη και θέρμανση, άρα και προς σχετικές ενεργειακές ανάγκες. Συνεπώς, ο προσδιορισμός των θερμικών απωλειών υπεισέρχεται στον σχεδιασμό και τη διαστασιολόγηση των κατάλληλων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού.

7.2. Που και πως λαμβάνουν χώρα οι απώλειες σε ένα κτήριο.

Μεγάλα ποσά ξοδεύουν κάθε χρόνο για θέρμανση και ψύξη τα περισσότερα κτήρια της χώρας διότι δεν είναι σωστά μονωμένα στα σημεία που λαμβάνουν χώρα οι μεγαλύτερες θερμικές απώλειες. Εκατοντάδες ή και χιλιάδες ευρώ για πετρέλαιο τον χειμώνα και για ρεύμα το καλοκαίρι ξοδεύει κάθε χρόνο το ελληνικό νοικοκυριό για θέρμανση και ψύξη αντίστοιχα, την ίδια στιγμή που οι βιοκλιματικές κατασκευές προσφέρουν πολύ μεγάλα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας και χρημάτων.

Τα πιο πολλά κτήρια στη χώρα χάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό της θερμότητας από την εξωτερική τοιχοποιία και τον αερισμό τους, ενώ θα μπορούσαν, με τις κατάλληλες βιοκλιματικές παρεμβάσεις, να μειώσουν στο μισό την κατανάλωση ενέργειας.

7.2.1. Πως μεταδίδεται η θερμότητα και από ποια σημεία του κτηρίου.

Είναι κοινώς γνωστό, ότι τον χειμώνα δεν θέλουμε να φεύγει η ζέστη από το εσωτερικό προς κτιρίου προς το ψυχρότερο εξωτερικό περιβάλλον, ενώ το καλοκαίρι δεν θέλουμε να εισέρχεται η ζέστη προς το ψυχρότερο εσωτερικό περιβάλλον. Σε μία τυπική (μη μονωμένη) κατοικία «χάνουμε» περίπου το 25% από την οροφή, το 25% από τα παράθυρα, το 35% από τους τοίχους και το 15% από το δάπεδο.

7.3. Στοιχεία Κτηρίου.

Πόλη	Μεσσήνη
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	1
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	22
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	1
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Μεθοδολογία Υπολογισμού	EN 12831
Σύστημα Μονάδων	Watt

7.4. Θερμογέφυρες.

Πότε απαιτείται ο υπολογισμός θερμογεφυρών;

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση ο υπολογισμός των θερμογεφυρών γίνεται σύμφωνα με την ενότητα 4.2.2.6 προς TOTEE 20701-1:

Στην περίπτωση μας το κτήριο εντάσσεται στα **κτίρια προς 1^{ης} κατηγορίας (υφιστάμενα με άδεια πριν το 1979- ανύπαρκτος κανονισμός θερμομόνωσης κτηρίων)** θεωρητικά είναι στην πλειονότητά τους θερμομονωμένα χωρίς κάποιον κανονισμό θερμομόνωσης κτηρίων. Έτσι, είναι όλα αόριστα και γι' αυτό το λόγο οι θερμογέφυρες δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό προς ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, ή λαμβάνονται προσεγγιστικά προσαυξάνοντας τον συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε θερμομονωμένου δομικού στοιχείου κατά $\Delta U = +0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, εξαιρουμένων των κουφωμάτων και των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος. Στην ανάλυση δεν θα συμπεριληφθεί η προσαύξηση αυτή και οι θερμογέφυρες δεν θα ληφθούν υπόψη στον υπολογισμό των θερμικών απωλειών.

7.5. Θερμικές απώλειες και θερμικά κέρδη.

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών του κτηρίου θα ακολουθεί το πρότυπο EN 12831. Στην συνέχεια θα δοθούν αναλυτικά οι σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν με στόχο τον υπολογισμό τους.

Θερμικές Απώλειες από Μεταφορά

Οι θερμικές απώλειες από μεταφορά δίνονται από την σχέση:

$$\Phi T_i = (HT_{ie} + HT_{iue} + HT_{ig} + HT_{ij}) \cdot (\theta_{in} - \theta_e) \quad [3.1]$$

Όπου:

HT_{ie} : Συντελεστής απωλειών θερμαινόμενου χώρου προς το εξωτερικό περιβάλλον δια μέσου του κτιριακού κελύφους [W/K]

HT_{iue} : Συντελεστής απωλειών θερμαινόμενου χώρου προς το εξωτερικό περιβάλλον δια μέσω μη θερμαινόμενου χώρου [W/K]

HT_{ig} : Συντελεστής απωλειών προς το έδαφος [W/K]

HT_{ij} : Συντελεστής απωλειών προς γειτονικό σημαντικά ψυχρότερο χώρο [W/K]

Θ_{in} : Εσωτερική θερμοκρασία χώρου [°C]

Θ_e : Εξωτερική θερμοκρασία [°C]

Στην συνέχεια δίνονται οι σχέσεις υπολογισμού κάθε συντελεστής HT_i .

Ο συντελεστής απωλειών θερμαινόμενου χώρου προς το εξωτερικό περιβάλλον δια μέσου του κτιριακού κελύφους δίνεται από την σχέση:

$$HT_{ie} = \sum_{i=0}^N (A_K \cdot U_K \cdot e_k) + \sum_{i=0}^N (\Psi_I \cdot I_I \cdot e_e) \quad [3.2]$$

Όπου:

A_K : Επιφάνεια δομικού στοιχείου [m^2]

U_K : Συντελεστής θερμοπερατότητας [$W/m^2 \cdot K$]

I_I : Μήκος θερμογέφυρας [m]

I : Συντελεστής θερμοπερατότητας θερμογέφυρας [$W/m \cdot K$]

e_k, e_i : Συντελεστές διόρθωσης

Ακολουθεί ο συντελεστής απωλειών θερμαινόμενου χώρου προς το εξωτερικό περιβάλλον δια μέσω μη θερμαινόμενου χώρου, ο οποίος δίνεται από την σχέση:

$$HT_{iue} = \sum_{i=0}^N (A_K \cdot U_K \cdot b_u) + \sum_{i=0}^N (\Psi_I \cdot I_I \cdot b_u) \quad [3.2]$$

Όπου:

b_u : Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας μεταξύ του ΜΘΧ και της εξωτερικής θερμοκρασίας περιβάλλοντος.

Ωστόσο, για τον συντελεστή διόρθωσης θερμοκρασίας μεταξύ του ΜΘΧ και της εξωτερικής θερμοκρασίας περιβάλλοντος δίνονται οι ακόλουθες παραδοχές υπολογισμού του:

Γνωστή η θερμοκρασία του ΜΘΧ (Θ_u):

$$b_u = \frac{\Theta_{in} - \Theta_u}{\Theta_{in} - \Theta_e} \quad [3.3]$$

Άγνωστη θερμοκρασία του ΜΘΧ:

$$b_u = \frac{H_{ue}}{H_{ie} - H_{ue}} \quad [3.4]$$

Όπου:

H_{iu} : Συντελεστής απωλειών από θερμαινόμενο χώρο σε ΜΘΧ

H_{ue} : Συντελεστής απωλειών από ΜΘΧ σε εξωτερικό περιβάλλον

Στην συνέχεια δίνεται η σχέση του Συντελεστής απωλειών προς το έδαφος:

$$HT_{ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \sum_{i=0}^N (A_K \cdot U_K \cdot b_u) \cdot G_W \quad [3.5]$$

Όπου:

f_{g1} : Συντελεστής διόρθωσης μεταβολής της εξωτερικής θερμοκρασίας (καθόριζεται σε εθνικό

επίπεδο και δίνεται από το πρότυπο)

f_{g2} : Συντελεστής μείωσης θερμοκρασίας μεταξύ $\theta_{m,e}$ και θ_e

G_w : Συντελεστής διόρθωσης

Όπου ο συντελεστής μείωσης θερμοκρασίας μεταξύ $\theta_{m,e}$ και θ_e :

$$f_{g2} = \frac{\theta_{in} - \theta_{m,e}}{\theta_{in} - \theta_e} \quad [3.6]$$

Όπου:

$\theta_{m,e}$: μέση εξωτερική θερμοκρασία [$^{\circ}\text{C}$]

θ_e : εξωτερική θερμοκρασία [$^{\circ}\text{C}$]

Ο συντελεστής απωλειών προς γειτονικό σημαντικά ψυχρότερο χώρο, υπολογίζεται από την σχέση:

$$HT_{ij} = \sum_{i=0}^N (f_{ij} \cdot U_K \cdot b_u) \quad [3.7]$$

Όπου:

f_{ij} : Συντελεστής ελάττωσης της θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας του διπλανού ψυχρότερου χώρου και της εξωτερικής θερμοκρασίας και δίνεται από την σχέση:

$$f_{ij} = \frac{\theta_{in} - \theta_{adj}}{\theta_{in} - \theta_e} \quad [3.8]$$

Όπου:

θ_{adj} : Θερμοκρασία διπλανού χώρου [$^{\circ}\text{C}$]

θ_{in} : Θερμοκρασία θερμαινόμενου χώρου [$^{\circ}\text{C}$]

θ_e : Θερμοκρασία περιβάλλοντος [$^{\circ}\text{C}$]

Θερμικές Απώλειες από Αερισμό

Οι θερμικές απώλειες από αερισμό δίνονται από την σχέση:

$$\Phi V_i = HV_i \cdot (\theta_{in} - \theta_e) \quad [3.9]$$

Όπου:

HV_i : Συντελεστής θερμικών απωλειών από αερισμό

θ_{in} : Θερμοκρασία θερμαινόμενου χώρου [$^{\circ}\text{C}$]

θ_e : Θερμοκρασία περιβάλλοντος [$^{\circ}\text{C}$]

Ο συντελεστής HV_i υπολογίζεται αναλυτικότερα από την σχέση:

$$HV_i = V_i \cdot \rho \cdot C_p \quad [3.9]$$

Όπου:

V_i : Παροχή του αέρα [m^3/s]

ρ : Πυκνότητα του αέρα [kg/m^3]

C_p : Ειδική θερμοχωρητικότητα [$\text{Kj}/\text{kg}\cdot\text{K}$]

Θερμικό φορτίο χώρο

Το θερμικό φορτίο χώρου είναι το άθροισμα όλων των παραπάνω και δίνεται από την σχέση:

$$\Phi_{HL} = \Phi_{Ti} + \Phi_{VI} + \Phi_{RH} \quad [3.9]$$

Σύμφωνα με την παραπάνω διαδικασία, τους πίνακες και τις μαθηματικές αυτές σχέσεις, κάνουμε αναλυτικά την μελέτη θερμικών απωλειών και υπολογίζουμε το τελικό φορτίο.

7.6. Παρουσίαση αποτελεσμάτων.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στους ως εξής:

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τους υπολογισμούς είναι το πρότυπο EN 12831. Βασιζόμενοι σε όλους τους υπολογισμούς που έγιναν μέσα από το πρόγραμμα με την βοήθεια του ενεργειακού λογισμικού EραCAD, οι συνολικές θερμικές απώλειες του υφισταμένου κτιρίου αθροιστικά είναι στα **119,90 kW**.

8. ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ.

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με τη μεθοδολογία προς ASHRAE RTS. Σύμφωνα με την ASHRAE, η διαδικασία υπολογισμού των ψυκτικών φορτίων για κάθε ένα από τα συνιστάμενα φορτία (τοίχοι, οροφές, ανοίγματα, φωτισμός, άτομα, συσκευές κ.τ.λ.) έχει ως εξής με προς παρακάτω παραδοχές.

8.1. Παραδοχές και κανονισμοί υπολογισμών.

1. Για κάθε στοιχείο υπολογίζουμε σε 24ώρη βάση προς συνιστώσες του θερμικού κέρδους του για την ημέρα υπολογισμού.
2. Χωρίζουμε τα θερμικά κέρδη σε κέρδη λόγω ακτινοβολίας και λόγω αγωγιμότητας.
3. Εφαρμόζουμε προς χρονικές σειρές ακτινοβολίας για τον υπολογισμό προς χρονικής καθυστέρησης στη μετατροπή προς ακτινοβολίας σε ψυκτικά φορτία.
4. Προσθέτουμε το θερμικό κέρδος λόγω αγωγιμότητας και το χρονικά μετατοπισμένο (καθυστερημένο) θερμικό κέρδος λόγω ακτινοβολίας ώστε να υπολογίσουμε το ψυκτικό φορτίο για κάθε ώρα και για κάθε ένα από τα συνιστάμενα ψυκτικά φορτία.

Πιο αναλυτικά για κάθε ένα από τα παραπάνω βήματα έχουμε:

Θερμικό κέρδος κέρδους για τοίχους και οροφές.

Το θερμικό κέρδος από τοίχους και οροφές προκύπτει από την ακόλουθη σχέση:

$$q_{i,\theta-n} = U \cdot A \cdot (t_{e,\theta-n} - t_{rc}) \quad [3.10]$$

Όπου:

$q_{i,\theta-n}$: Θερμότητα λόγω αγωγιμότητας για την επιφάνεια n ώρες νωρίτερα

U : Συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας επιφάνειας

A : Εμβαδόν επιφάνειας

$t_{e,\theta-n}$: Ηλιακή θερμοκρασία αέρα n ώρες νωρίτερα

t_{rc} : Επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία δωματίου

Ο υπολογισμός των θερμικών κερδών λόγω αγωγιμότητας για κάθε ώρα γίνεται με την χρήση της χρονικής ακολουθίας αγωγιμότητας στα παραπάνω υπολογισμένα ποσά θερμότητας για τις προηγούμενες 23 ώρες:

$$q_{\theta} = c_{0q_{i,\theta}} + c_{1q_{i,\theta}} - 1 + c_{2q_{i,\theta}} - 2 + c_{3q_{i,\theta}} - 3 + \dots + c_{23q_{i,\theta}} - 23 \quad [3.11]$$

Όπου:

q_{θ} : Ωριαίο θερμικό κέρδος επιφάνειας

$q_{i,\theta}$: Θερμότητα λόγω αγωγιμότητας για την ώρα υπολογισμού

$q_{i,\theta-n}$: Θερμότητα λόγω αγωγιμότητας n ώρες νωρίτερα

c_0, c_1 , κτλ.: Συντελεστές ακολουθίας αγωγιμότητας

Θερμικό κέρδος από ανοίγματα

Το θερμικό κέρδος των ανοιγμάτων χωρίζεται σε τρία μέρη:

$$q_B = A \cdot E_{t,d} \cdot SHGC_{(\theta)} \cdot IAC_{(\theta,\omega)} \quad [3.12]$$

$$q_d = A \cdot (E_{t,d} - E_{t,r}) < SHGC >_D IAC_D \quad [3.13]$$

$$q_c = U \cdot A \cdot (T_{out} - T_{in}) \quad [3.14]$$

Όπου:

q_b : Θερμικό κέρδος άμεσης ακτινοβολίας

A: Επιφάνεια ανοίγματος, (m²)

$E_{t,b}$: Άμεση επιφανειακή ακτινοβολία

SHGC(θ): Συντελεστής άμεσου ηλιακού θερμικού κέρδους

IAC(θ,Ω): Εσωτερικός ηλιακός συντελεστής εξασθένησης της άμεσης ακτινοβολίας

q_d : Θερμικό κέρδος διάχυτης ακτινοβολίας

A: Επιφάνεια ανοίγματος, (m²)

$E_{t,d}$: Διάχυτη ακτινοβολία αέρα

$E_{t,r}$: Διάχυτη ακτινοβολία αντανάκλασης εδάφους

<SHGC>_D: Συντελεστής διάχυτου ηλιακού θερμικού κέρδους

IAC_D: Εσωτερικός ηλιακός συντελεστής εξασθένησης της διάχυτης ακτινοβολίας.

q_c : Θερμικό κέρδος λόγω αγωγιμότητας

A: Επιφάνεια ανοίγματος, (m²).

U: Συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας ανοίγματος περιλαμβάνοντας το πλαίσιο και τον προσανατολισμό τοποθέτησης.

T_{out} : Εξωτερική θερμοκρασία, (°C).

T_{in} : Εσωτερική θερμοκρασία, (°C).

Συνολικό θερμικό κέρδος ανοίγματος Q:

$$Q = q_h + q_d + q_c \quad [3.15]$$

Θερμικό κέρδος από εσωτερικές επιφάνειες

Κάθε φορά που ένας κλιματιζόμενος χώρος γειτνιάζει με χώρο διαφορετικής θερμοκρασίας, η μεταφορά θερμότητας υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$q = U \cdot A \cdot (t_b - t_i) \quad [3.16]$$

Όπου:

q: Θερμικό κέρδος

U: Συντελεστής θερμοπερατότητας επιφάνειας

A: Εμβαδόν επιφάνειας, (m²)

t_b : Θερμοκρασία του γειτνιάζοντα χώρου, (°C)

t_i : Εσωτερική θερμοκρασία του χώρου, (°C)

Όταν τίποτα δεν είναι γνωστό για το γειτνιάζοντα χώρο εκτός από το ότι είναι συμβατικής κατασκευής, δεν περιέχει πηγές θερμότητας και δεν έχει σημαντικό ηλιακό κέρδος, ως θερμοκρασιακή διαφορά $t_b - t_i$ μπορεί να θεωρηθεί η διαφορά μεταξύ του εξωτερικού αέρα και του κλιματιζόμενου χώρου μειωμένη κατά 3 K.

Θερμικό κέρδος από το δάπεδο

Για δάπεδα σε άμεση επαφή με το έδαφος ή πάνω από έναν υπόγειο χώρο που δεν αερίζεται ούτε κλιματίζεται, η μεταφοράς θερμότητας μπορεί να αγνοηθεί κατά την περίοδο ψύξης καθώς συνήθως υπάρχει απώλεια θερμότητας και όχι κέρδος.

Εσωτερικά θερμικά κέρδη

- Φωτισμός

Τα θερμικά κέρδη λόγω φωτισμού υπολογίζονται από τον ακόλουθο τύπο:

$$q_{el} = W \cdot F_{ul} \cdot F_{sa} \quad [3.17]$$

Όπου:

q_{el} : Θερμικό κέρδος

W : Ισχύς φωτιστικού

F_{ul} : Συντελεστής φωτισμού

F_{sa} : Ειδικός παράγοντας φωτισμού

- Άτομα

Το θερμικό κέρδος λόγω ατόμων αποτελείται από αισθητό και λανθάνον φορτίο. Για τον υπολογισμό των φορτίων χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες σχέσεις:

$$q_s = q_{s,per} \cdot N \quad [3.18]$$

$$q_l = q_{l,per} \cdot N \quad [3.19]$$

Όπου:

q_s : Αισθητό φορτίο λόγω ατόμων

q_l : Λανθάνον φορτίο λόγω ατόμων

$q_{s, per}$: Αισθητό φορτίο ανά άτομο

$q_{l, per}$: Λανθάνον φορτίο ανά άτομο

N : Αριθμός ατόμων

- Συσκευές

Όπως το φορτίο από τα άτομα έτσι και το φορτίο από τις συσκευές διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Οι σχέσεις υπολογισμού είναι οι παρακάτω:

$$q_s = Q_s \cdot F_U \cdot F_R \quad [3.20]$$

$$q_l = Q_l \cdot N \quad [3.21]$$

Όπου:

q_s : Αισθητό θερμικό κέρδος συσκευής

q_l : Λανθάνον θερμικό κέρδος συσκευής

Q_s : Αισθητό φορτίο συσκευής

Q_l : Λανθάνον φορτίο συσκευής

F_U : Συντελεστής χρήσης συσκευής

F_R : Συντελεστής ακτινοβολίας συσκευής

N : Αριθμός συσκευών

- Αερισμός

Το θερμικό κέρδος λόγω αερισμού αποτελείται από αισθητό και λανθάνον φορτίο. Για τον υπολογισμό των φορτίων χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες σχέσεις:

$$q_s = 1.23 Q_s \cdot \Delta t \quad [3.22]$$

$$q_l = 3010 \cdot \Delta W \quad [3.23]$$

Όπου:

q_s : Αισθητό φορτίο λόγω αερισμού

q_i: Λανθάνον φορτίο λόγω αερισμού

Q_s : Όγκος εισερχομένου αέρα, (m³/s)

Δt: Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εισερχόμενου και εξερχόμενου αέρα, (°C)

ΔW: Διαφορά λόγου υγρασίας μεταξύ εισερχόμενου και εξερχόμενου αέρα, (kg υγρασίας / kg ξ.α.)

Διαχωρισμός θερμικών κερδών σε κέρδη λόγω ακτινοβολίας και λόγω αγωγιμότητας

Τα θερμικά κέρδη για κάθε συνιστώσα (φωτισμός, άτομα, τοίχοι, οροφές, παράθυρα, συσκευές κ.λ.π.) για μια συγκεκριμένη ώρα είναι το άθροισμα του θερμικού κέρδους λόγω αγωγιμότητας για εκείνη την ώρα συν το χρονικά μετατοπισμένο θερμικό κέρδος λόγω ακτινοβολίας για εκείνη την ώρα και για τις προηγούμενες 23 ώρες.

Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω ακτινοβολίας

Η μέθοδος RTS μετατρέπει το ποσοστό του θερμικού κέρδους λόγω ακτινοβολίας σε ψυκτικό φορτίο χρησιμοποιώντας τους αντίστοιχους χρονικούς παράγοντες ακτινοβολίας. Έτσι, το ψυκτικό φορτίο που οφείλεται στην ακτινοβολία υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$Q_{r,\theta} = r_0 q_{r,\theta} + r_1 q_{r,\theta-1} + r_2 q_{r,\theta-2} + r_3 q_{r,\theta-3} + \dots + r_{23} q_{r,\theta-23} \quad [3.24]$$

Όπου:

Q_{r,θ}: Ψυκτικό φορτίο ακτινοβολίας Q_r για την τρέχουσα ώρα θ

q_{r,θ}: Θερμικό κέρδος λόγω ακτινοβολίας για την τρέχουσα ώρα

q_{r,θ-n}: Θερμικό κέρδος λόγω ακτινοβολίας για n ώρες νωρίτερα

r₀, r₁, κλπ.: Χρονικοί παράγοντες ακτινοβολίας

Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω αγωγιμότητας

Το ψυκτικό φορτίο που οφείλεται στα κέρδη λόγω αγωγιμότητας υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$Q_{i,c} = q_{i,c} \quad [3.25]$$

Όπου:

q_{i,c}: Ποσοστό του θερμικού κέρδους λόγω αγωγιμότητας του στοιχείου i (σε W) και δίνεται από τον τύπο:

$$q_{i,c} = q_{i,s} \cdot (1 - F_r) \quad [3.26]$$

Όπου:

q_{i,s}: Αισθητό ψυκτικό φορτίο του στοιχείου i

F_r: Ποσοστό του θερμικού κέρδους λόγω ακτινοβολίας

Συνολικά ψυκτικά φορτία

Το στιγμιαίο ψυκτικό φορτίο του χώρου υπολογίζεται σύμφωνα με τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$Q_S = \Sigma Q_{i,r} + \Sigma Q_{i,r} \quad [3.25]$$

$$Q_I = \Sigma Q_{i,l} \quad [3.26]$$

Όπου:

Q_s : Αισθητό ψυκτικό φορτίο χώρου

Q_i : Λανθάνον ψυκτικό φορτίο χώρου

$\Sigma Q_{i,r}$: Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω ακτινοβολίας για την τρέχουσα ώρα, υπολογιζόμενο από το θερμικό κέρδος του στοιχείου i

$\Sigma Q_{i,c}$: Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω αγωγιμότητας για την τρέχουσα ώρα, υπολογιζόμενο από το θερμικό κέρδος του στοιχείου i

$q_{i,i}$: Λανθάνον θερμικό κέρδος του στοιχείου i

Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών της μελέτης παρουσιάζονται συγκεντρωτικά παρακάτω σε πίνακες.

Πίνακας Δομικών Στοιχείων, οι στήλες του οποίου είναι οι εξής:

- Είδος Επιφάνειας
- Προσανατολισμός
- Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας k
- Μήκος (m)
- Ύψος ή Πλάτος (m)
- Επιφάνεια (m²)
- Αριθμός Ομοίων Επιφανειών
- Συνολική Επιφάνεια (m²)
- Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m²)
- Επιφάνεια Υπολογισμού (m²)
- Εσωτερική Σκίαση
- Σκίαση προβόλου
- Αυθαίρετοι συντελεστές σκίασης

2. **Φορτία του παραπάνω πίνακα** ανά επιφάνεια και ώρα (Btu/h, W, ή Kcal/h).

3. **Συνολικά Φορτία Χώρου** ανά ώρα (Btu/h, KW, ή Kcal/h).

8.2. Τυπικά στοιχεία κτηρίου

Θερμοκρασιακά στοιχεία κτηρίου	
Πόλη	Μεσσήνη
Εσωτερική θερμοκρασία (°c)	22
Εσωτερική υγρασία (%)	40
Διαφορά T εξωτ.- T μη κλιμ. χώρων (°c)	9
Διαφορά T εδάφους - T εσωτερική (°c)	-12
Αριθμός επιπέδων κτηρίου (1 - 15)	1
Τυπικό ύψος επιπέδου (m)	7
Σύστημα μονάδων	Watt
Μεθοδολογία	ASHRAE RTS

8.3. Συνολικά ψυκτικά φορτία κτηρίου.

Είδος Φορτίου	ΑΕΡΙΣΜΟΣ (Watt)	ΑΤΟΜΑ (Watt)	ΣΥΣΚΕΥΕΣ (Watt)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ (Watt)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (Watt)	Σύνολο καταναλώσεων (KW)
Αισθητό	8208,03	55842,52	1240,95	35.285	327820	428,40
Λανθάνον	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	8208,03	55842,52	1240,95	35285	327820	428,3965

8.4. Παρουσίαση αποτελεσμάτων.

Βασιζόμενοι σε όλους τους υπολογισμούς που έγιναν μέσα από το πρόγραμμα με την βοήθεια του ενεργειακού λογισμικού EraCAD και με την μεθοδολογία ASHRAE RTS, οι υπολογισμοί των ψυκτικών φορτίων του κτηρίου, βλέπουμε πως είναι 428396,5 Watt.. Επομένως το παραπάνω πίνακάκι προς υποδεικνύει προς συνολικά ψυκτικά φορτία του υφιστάμενου κτηρίου, όπου είναι στα **428396.5 Watt ή 428.40 kW.**

9. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ-ΚΛΑΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ.

Παρακάτω γίνεται αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων για τις ενεργειακές καταναλώσεις του κτηρίου. Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, το άθροισμα των ενεργειακών καταναλώσεων είναι:

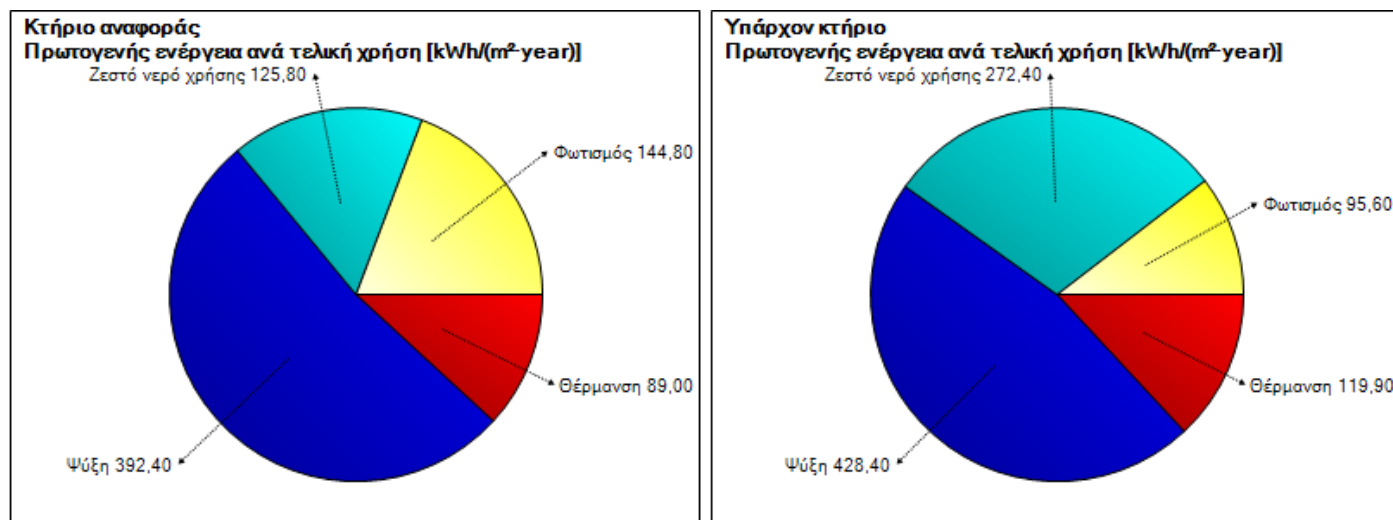
Σύμβολο	Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο [Γ]
Qprim,H	Θέρμανση	89	119,90
Qprim,C	Ψύξη	392,40	428,40
Qprim,DHW	Ζεστό νερό χρήσης	125,80	270,20
Qprim,light	Φωτισμός	144,80	95,60
Qape	Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0	0
Qprim,total	Σύνολο	752	916,30

Επίσης στους υπολογισμούς θα έπρεπε να συμπεριλάβουμε και μια αντλία ύδρευσης, η οποία χρησιμοποιείται για το αυτόματο πότισμα του γκαζόν και τα μπάνια του δημοτικού σταδίου που βρίσκεται ακριβώς από πίσω. Η κατανάλωση της αντλίας αυτής είναι 20KW, άρα θα πρέπει στις τελικές καταναλώσεις να προσθέσουμε +20,47 kWh/(m² * year).

Άρα, οι συνολικές ενεργειακές καταναλώσεις του κτηρίου είναι:

Συνολικές ενεργειακές καταναλώσεις κτηρίου (E.A.):	936,77
--	--------

Οι οποίες χωρίζονται παρακάτω:



Διάγραμμα 9.1 : Διαχωρισμός καταναλώσεων κτηρίου.

Για να καθορίσουμε την ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου, αρχικά η ταξινόμηση των κτηρίων ορίζεται στον παρακάτω πίνακα. Τα κτήρια κατατάσσονται σε εννιά (9) κατηγορίες. Η ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου γίνεται συγκρίνοντας προς δύο τιμές RR και EP όπου:

- E.A. (EP) = κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς σε kWh/(m²)
- K.A. (RR) = κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του υπάρχοντος κτηρίου σε kWh/(m²)

Βασιζόμενοι σε όλους προς παραπάνω υπολογισμούς και με την βοήθεια του ενεργειακού λογισμικού EpaCAD, η υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι

E.A. = 936,77 kWh/(m² * year).

Και η κατανάλωση του κτηρίου αναφοράς είναι:

K.A. = 772,47 kWh/(m² * year).

Έχουμε EP/RR = 934,27/772,47= 1,2127

Όπου 1,00 * K.A. < E.A. <1,41 * K.A.

Άρα το κτήριο μας κατατάσσεται στη ενεργειακή κατηγορία Γ.

https://www.ti-soft.com/el/support/help/epacad/project/energeiakh_katataxh11/table_e1

Κατηγορία	Συνάθροισης κοινού	Af	1.069,78	m ²
Χρήση	Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	V	8.610,74	m ³

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.

Γ

Ενεργειακά μη αποδοτικό

Εικόνα 9.1: Ενεργειακή κατηγορία κτηρίου.

10. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.

10.1. Τρόποι παρεμβάσεων κτηρίου

Στο προηγούμενο κεφάλαιο κατατάξαμε το κτήριο στην ενεργειακή κλάση Γ, υπολογίζοντας τις ετήσιες ανάγκες του κτηρίου σε ενέργεια. Όμως, αυτές οι ανάγκες του είναι αρκετές, με αποτέλεσμα να κάνουμε κακό στο περιβάλλον, αλλά και η λειτουργία του να κοστίζει ένα μεγάλο ποσοστό από τον ετήσιο προϋπολογισμό του δήμου. Στόχος, αυτής της μελέτης είναι να γίνουν κάποιες παρεμβάσεις με σκοπό την μείωση της κατανάλωσης αυτής, ώστε να αυξηθεί η ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου, να κάνουμε καλό στο περιβάλλον και να απελευθερωθούν οικονομικοί πόροι, οι οποίοι σπαταλούνται στις ενεργειακές ανάγκες του κτηρίου.

Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, θα εφαρμοστούν οι παρακάτω παρεμβάσεις:

Για να μειωθούν οι θερμικές απώλειες και τα ψυκτικά φορτία, θα γίνει:

- **Αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης από λέβητα πετρελαίου ισχύος 240kW σε αντλίες θερμότητας(Carrier AquaSnap 30RQ-40CH 38,9 kW, 4 τεμάχια) οι οποίες θα λειτουργήσουν και για θέρμανση και για ψύξη, μέσω των fancoil που ήδη υπάρχουν, αυξάνοντας έτσι την χρησιμότητα της επένδυσης, τον συντελεστή απόδοσης COP και αυξάνοντας τον δείκτη ενεργειακής απόδοσης EER.**
- **Αντικατάσταση ανεμιστήρων που λειτουργούν σαν σύστημα αερισμού, με νέους ανεμιστήρες(KAFFE KAF_ARB/4-450, 6 τεμάχια), πιο αποδοτικούς και με μεγαλύτερη παροχή αέρα, ώστε να ανακυκλώνεται πιο γρήγορα και να είναι πιο υγιής ο αέρας μέσα στον χώρο.**
- **Αντικατάσταση των κουφωμάτων, μειώνοντας τον συντελεστή θερμοπερατότητας (k) των ανοιγμάτων και μειώνοντας τις απώλειες αερισμού.**
- **Εξωτερική θερμομόνωση (θερμοπρόσωψη) των τοίχων του κελύφους του κτηρίου, μειώνοντας τον συντελεστή θερμοπερατότητας (U) των δομικών στοιχείων και κατ' επέκταση των θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων του κτηρίου.**

Για την μείωση της ενέργειας που καταναλώνουν όλα τα παραπάνω συστήματα και ο φωτισμός, αλλά και για την μείωση της ενέργειας που απαιτείται για την θέρμανση του ZNX, θα γίνει:

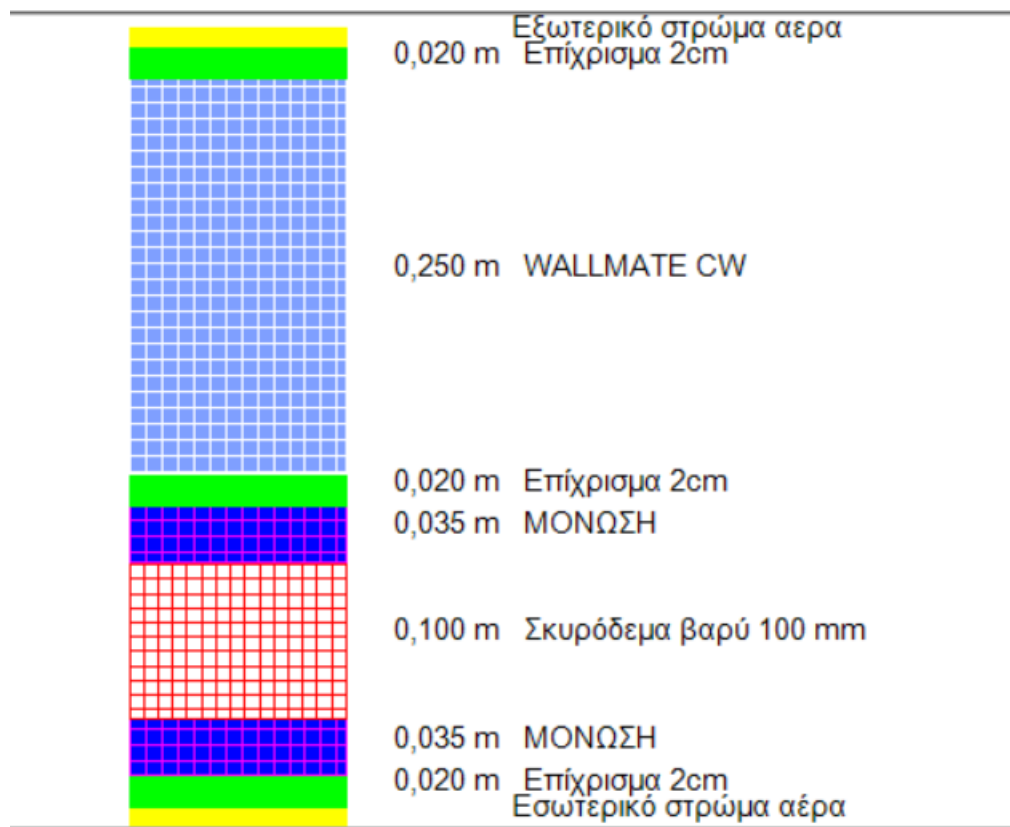
- **Αντικατάσταση πανέλων ηλιακού θερμοσίφωνα(Ηλιακοί συλλέκτες επιλεκτικοί Pyramis 026001405), αυξάνοντας την παραγωγή ZNX από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, εκμεταλλευόμενοι την άφθονη ηλιακή ενέργεια στην ζώνη στην οποία βρίσκεται το κτήριο (Κλιματική Ζώνη Α).**
- **Τοποθέτηση φωτοβολταϊκού συστήματος με μονοκρυσταλλικά πανέλα (V-TAC 11353), μειώνοντας την ενέργεια που καταναλώνει το κτήριο από το δίκτυο, εκμεταλλευόμενοι την ηλιακή ενέργεια.**

10.2. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιάφανων δομικών στοιχείων.

Γενικά		Φυσικές ιδιότητες		Θερμικές ιδιότητες			
Κωδικός	Περιγραφή	Πάχος [m]	Βάρος [kg]	U	Solar absor α	ε	External resistance Rse [(m ² ·K)/W]
R1	Ταράτσα με μόνωση	0,3400	542,1500	0,4659	0,4000	0,8000	0,0400
R1	Οροφή με μόνωση	0,6000	814,2400	0,1907	0,4000	0,8000	0,0400
FB1	Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση και επίστρωση με πλάκες μαρμάρου	0,3800	606,2400	0,3348	0,4000	0,9000	0,0500
T2	Φέρων οργανισμός με μόνωση	0,4800	319,0100	0,0959	0,4000	0,8000	0,0400
T3	Εξωτερικά Τοιχεία με μόνωση	0,4800	341,0500	0,0964	0,4000	0,8000	0,0400
TU1	Διαχωριστικοί τοίχοι με μόνωση	0,3300	204,0600	0,1342	0,4000	0,8000	0,0400

Πιο αναλυτικά στην επόμενη σελίδα:

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εξωτερικό τοιχείο Τ3.



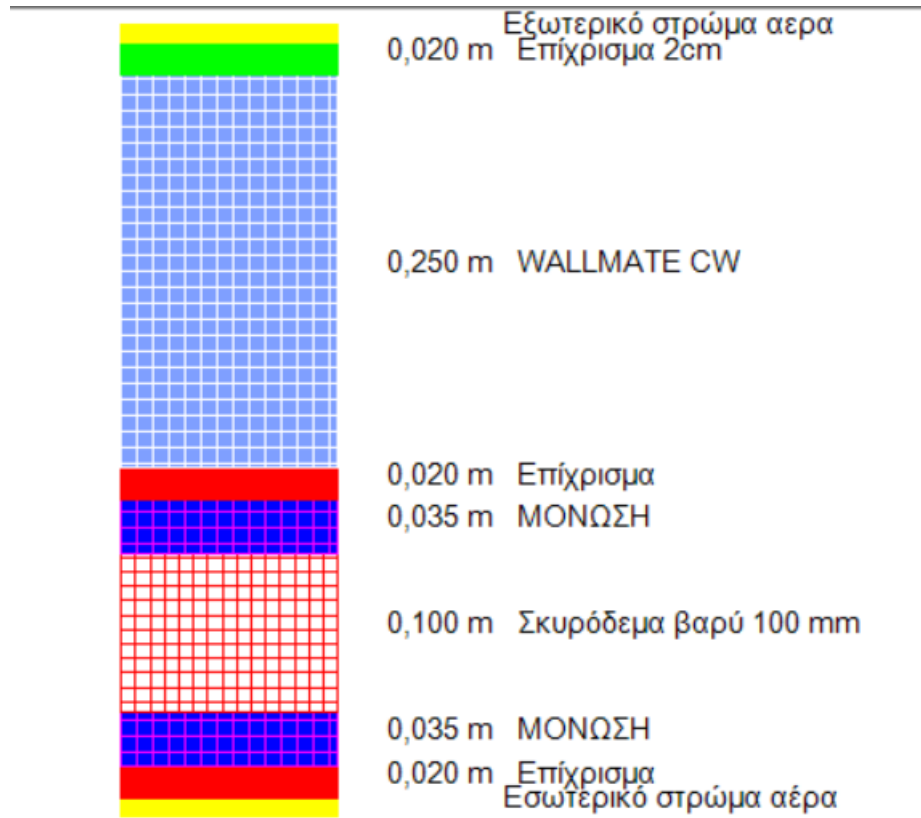
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L) (Π2)

A/A	Κωδικός	Περιγραφή	Θερμοχωρητικότητα (cp) [kJ/(kg·K)]	Πυκνότητα (ρ) [kg/m ³]	Πάχος L [m]	Αγωγιμότητα (λ) [W/(m·K)]	Θερμική αντίσταση R=L/λ [(m ² ·K)/W]
1	A001	Εξωτερικό στρώμα αέρα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040
2	A301-20	Επίχρισμα 2cm	0,000	1800,000	0,020	0,870	0,023
3	DOW-03	WALLMATE CW	0,000	28,000	0,250	0,033	7,576
4	A301-20	Επίχρισμα 2cm	0,000	1800,000	0,020	0,870	0,023
5	B122	ΜΟΝΩΣΗ	0,000	25,000	0,035	0,028	1,250
6	C5	Σκυρόδεμα βαρύ 100 mm	0,840	2243,000	0,100	1,731	0,058
7	B122	ΜΟΝΩΣΗ	0,000	25,000	0,035	0,028	1,250
8	A301-20	Επίχρισμα 2cm	0,000	1800,000	0,020	0,870	0,023
9	A002	Εσωτερικό στρώμα αέρα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,130

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U) (Π3)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0,130	0,040
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _L	(m ² K)/W
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _a	(m ² K)/W
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{oL} =R _i +R _L +R _a	(m ² K)/W
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U=1/ R _{oL}	W/(m ² K)
			0,096

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Φέρων οργανισμός T2.



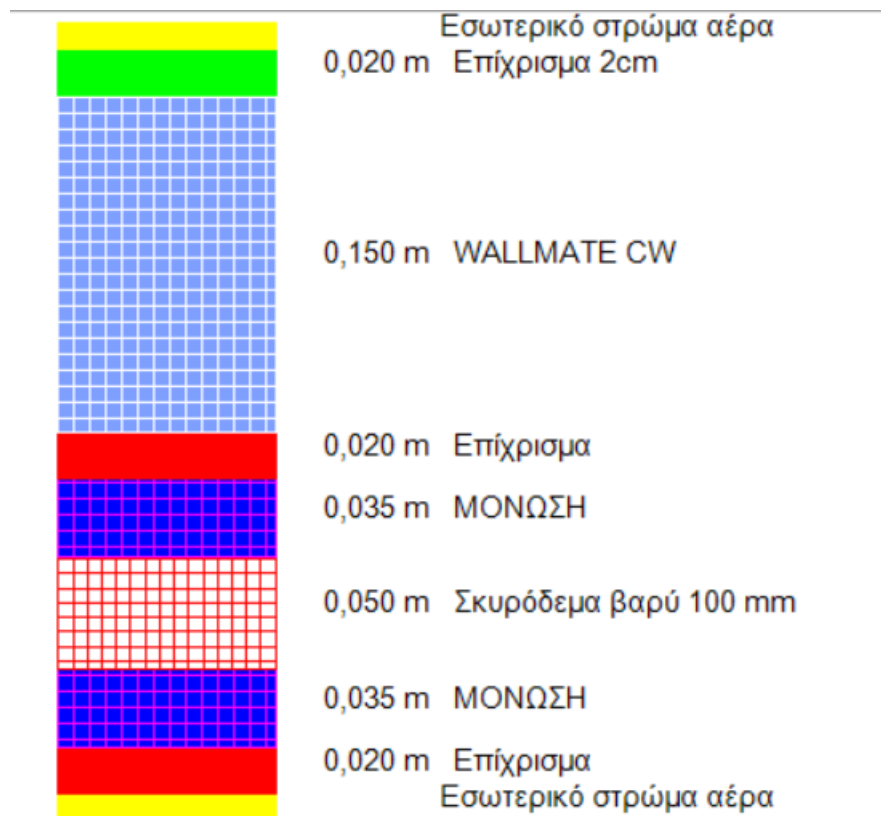
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L) (Π2)

A/A	Κωδικός	Περιγραφή	Θερμοχωρητικότητα (cp) [kJ/(kg·K)]	Πυκνότητα (ρ) [kg/m ³]	Πάχος L [m]	Αγωγιμότητα (λ) [W/(m·K)]	Θερμική αντίσταση R=L/λ [(m ² ·K)/W]
1	A001	Εξωτερικό στρώμα αερα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040
2	A301-20	Επίχρισμα 2cm	0,000	1800,000	0,020	0,870	0,023
3	DOW-03	WALLMATE CW	0,000	28,000	0,250	0,033	7,576
4	A6	Επίχρισμα	1,090	1249,000	0,020	0,415	0,048
5	B122	ΜΟΝΩΣΗ	0,000	25,000	0,035	0,028	1,250
6	C5	Σκυρόδεμα βαρύ 100 mm	0,840	2243,000	0,100	1,731	0,058
7	B122	ΜΟΝΩΣΗ	0,000	25,000	0,035	0,028	1,250
8	A6	Επίχρισμα	1,090	1249,000	0,020	0,415	0,048
9	A002	Εσωτερικό στρώμα αέρα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,130

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U) (Π3)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0,130	0,040
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _L	(m ² K)/W
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _a	(m ² K)/W
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{ολ} =R _i +R _L +R _a	(m ² K)/W
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U=1/ R _{ολ}	W/(m ² K)
			0,095

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Διαχωριστικοί τοίχοι ΤΥ1.



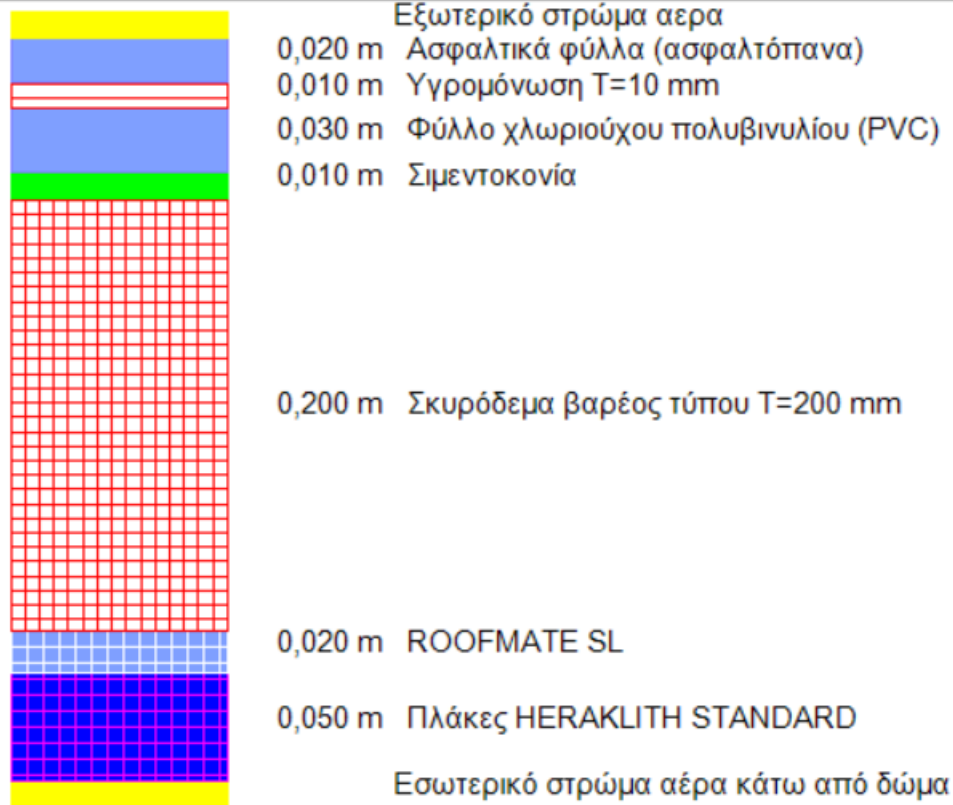
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L) (Π2)

A/A	Κωδικός	Περιγραφή	Θερμοχωρητικότητα (cp) [kJ/(kg·K)]	Πυκνότητα (ρ) [kg/m ³]	Πάχος L [m]	Αγωγιμότητα (λ) [W/(m·K)]	Θερμική αντίσταση R=L/λ [(m ² ·K)/W]
1	A002	Εσωτερικό στρώμα αέρα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,130
2	A301-20	Επίχρισμα 2cm	0,000	1800,000	0,020	0,870	0,023
3	DOW-03	WALLMATE CW	0,000	28,000	0,150	0,033	4,545
4	A6	Επίχρισμα	1,090	1249,000	0,020	0,415	0,048
5	B122	ΜΟΝΩΣΗ	0,000	25,000	0,035	0,028	1,250
6	C5	Σκυρόδεμα βαρύ 100 mm	0,840	2243,000	0,050	1,731	0,029
7	B122	ΜΟΝΩΣΗ	0,000	25,000	0,035	0,028	1,250
8	A6	Επίχρισμα	1,090	1249,000	0,020	0,415	0,048
9	A002	Εσωτερικό στρώμα αέρα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,130

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U) (Π3)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)	
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0,130	0,040	
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0,130
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_λ	(m ² K)/W	7,193
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,130
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R_{ολ}=R_i+R_λ+R_a	(m ² K)/W	7,453
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U=1/ R_{ολ}	W/(m ² K)	0,134

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Στέγη R1.



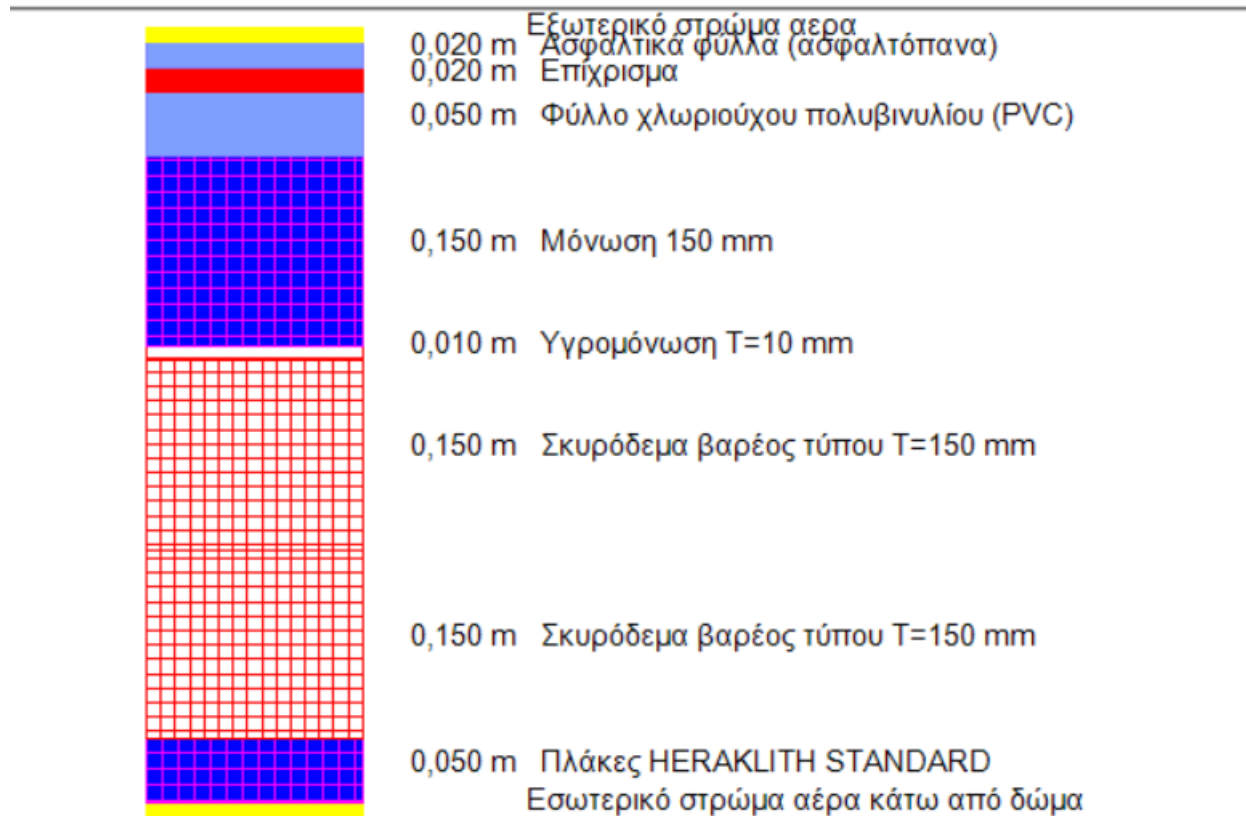
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L) (Π2)

A/A	Κωδικός	Περιγραφή	Θερμοχωρητικότητα (cp) [kJ/(kg·K)]	Πυκνότητα (ρ) [kg/m ³]	Πάχος L [m]	Αγωγιμότητα (λ) [W/(m·K)]	Θερμική αντίσταση R=L/λ [(m ² ·K)/W]
1	A001	Εξωτερικό στρώμα αέρα	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0400
2	4.6.5	Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόπανα)	1,0000	1100,0000	0,0200	0,2300	0,0870
3	E3	Υγρομόνωση T=10 mm	1,6700	1121,0000	0,0100	0,1900	0,0526
4	5.1.03	Φύλλο χλωριούχου πολυβινυλίου (PVC)	0,9000	1390,0000	0,0300	0,1700	0,1765
5	A302	Σιμεντοκονία	0,0000	1800,0000	0,0100	1,3920	0,0072
6	C10	Σκυρόδεμα βαρέος τύπου T=200 mm	0,8400	2243,0000	0,2000	1,7310	0,1155
7	DOW-01	ROOFMATE SL	0,0000	32,0000	0,0200	0,0330	0,6061
8	B151	Πλάκες HERAKLITH STANDARD	0,0000	0,0000	0,0500	0,0520	0,9615
9	E0	Εσωτερικό στρώμα αέρα κάτω από δώμα	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1000

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U) (Π3)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0,130	0,040
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _λ	(m ² K)/W
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _a	(m ² K)/W
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{ολ} =R _i +R _λ +R _a	(m ² K)/W
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U=1/ R _{ολ}	W/(m ² K)
			0,466

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Οροφή R1.



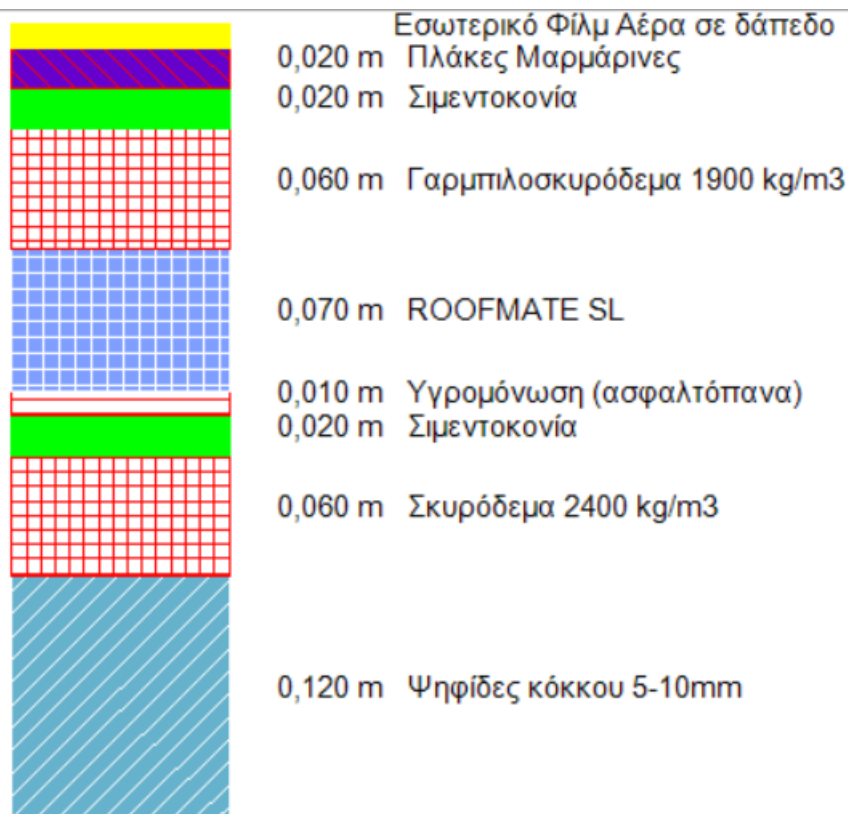
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L) (Π2)

A/A	Κωδικός	Περιγραφή	Θερμοχωρητικότητα (cp) [kJ/(kg·K)]	Πυκνότητα (ρ) [kg/m ³]	Πάχος L [m]	Αγωγιμότητα (λ) [W/(m·K)]	Θερμική αντίσταση R=L/λ [(m ² ·K)/W]
1	A001	Εξωτερικό στρώμα αέρα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040
2	4.6.5	Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόπανα)	1,000	1100,000	0,020	0,230	0,087
3	A6	Επίχρισμα	1,090	1249,000	0,020	0,415	0,048
4	5.1.03	Φύλλο χλωριούχου πολυβινυλίου (PVC)	0,900	1390,000	0,050	0,170	0,294
5	B15	Μόνωση 150 mm	0,840	91,000	0,150	0,043	3,488
6	E3	Υγρομόνωση T=10 mm	1,670	1121,000	0,010	0,190	0,053
7	C13	Σκυρόδεμα βαρέος τύπου T=150 mm	0,840	2243,000	0,150	1,731	0,087
8	C13	Σκυρόδεμα βαρέος τύπου T=150 mm	0,840	2243,000	0,150	1,731	0,087
9	B151	Πλάκες HERAKLITH STANDARD	0,000	0,000	0,050	0,052	0,962
10	E0	Εσωτερικό στρώμα αέρα κάτω από δώμα	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U) (Π3)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)		R _a (εξωτερ.)	
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0,130		0,040	
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0,100	
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _L	(m ² K)/W	5,106	
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0,040	
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{oL} =R _i +R _L +R _a	(m ² K)/W	5,246	
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U=1/ R _{oL}	W/(m ² K)	0,191	

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο επί του εδάφους FB1.



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L) (Π2)

A/A	Κωδικός	Περιγραφή	Θερμοχωρητικότητα (cp) [kJ/(kg·K)]	Πυκνότητα (ρ) [kg/m ³]	Πάχος L [m]	Αγωγιμότητα (λ) [W/(m·K)]	Θερμική αντίσταση R=L/λ [(m ² ·K)/W]
1	A004	Εσωτερικό Φίλμ Αέρα σε δάπεδο	0,000	0,000	0,000	0,000	0,170
2	E101	Πλάκες Μαρμάρινες	0,000	3000,000	0,020	3,480	0,006
3	A302	Σιμεντοκονία	0,000	1800,000	0,020	1,392	0,014
4	C303	Γαρμπιλοσκυρόδεμα 1900 kg/m ³	0,000	1900,000	0,060	1,100	0,055
5	DOW-01	ROOFMATE SL	0,000	32,000	0,070	0,028	2,500
6	E003	Υγρομόνωση (ασφαλτόπανα)	1,670	1000,000	0,010	0,190	0,053
7	A302	Σιμεντοκονία	0,000	1800,000	0,020	1,392	0,014
8	C102	Σκυρόδεμα 2400 kg/m ³	0,000	2400,000	0,060	2,204	0,027
9	F102	Ψηφίδες κόκκου 5-10mm	0,000	1700,000	0,120	0,810	0,148

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U) (Π3)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)		R _a (εξωτερ.)	
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0,130		0,040	
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0,000	
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _L	(m ² K)/W	2,817	
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0,17	
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{oL} =R _i +R _L +R _a	(m ² K)/W	2,987	
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U=1/ R _{oL}	W/(m ² K)	0,335	

10.3. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διάφανων δομικών στοιχείων.

ΠΑΡΑΘΥΡΑ

Τύπος πλαισίου: Συνθετικό πλαίσιο με διπλό τζάμι και στρώση lower-e

Uf πλαισίου: 2,8 W/m²K

Τύπος υαλοπίνακα: Διπλός υαλοπίνακας

Ug υαλοπίνακα: 1,8 W/m²K

g υαλοπίνακα σε κάθε Προσπτ.: 0,45

g υαλοπίνακα: 0,263

Γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υάλου. Και πλαισίου Ψg: 0.08 W/mK

Μέσο πλάτος πλαισίου: 0.100 m

Κωδικός	Γενικά Περιγραφή	Θερμικές ιδιότητες			Διαστάσεις		Περιμετρικές θερμογέφυρες		
		Solar transmittance gg	Αεροστεγανότητα (α) [m ³ /(m ² ·h)]	Uw [W/(m ² ·K)]	Μήκος [m]	Ύψος [m]	Βάσης Ψ βάσης [W/(m·K)]	Κορυφής Ψ κορυφής [W/(m·K)]	Πλευρών Ψ πλευρών [W/(m·K)]
W1	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,506	1,100	0,700	0,000	0,120	0,120
W2	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,506	1,100	0,700	0,000	0,120	0,120
W3	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,506	1,100	0,700	0,000	0,120	0,120
W4	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,506	1,100	0,700	0,000	0,120	0,120
W5	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,506	1,100	0,700	0,000	0,120	0,120
W6	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,506	1,100	0,700	0,000	0,120	0,120
W7	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,506	1,100	0,700	0,000	0,120	0,120
W8	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,506	1,100	0,700	0,000	0,120	0,120
W9	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,506	1,100	0,700	0,000	0,120	0,120
W10	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,506	1,100	0,700	0,000	0,120	0,120
W11	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,506	1,100	0,700	0,000	0,120	0,120
W12	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,506	1,100	0,700	0,000	0,120	0,120
W13	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,506	1,100	0,700	0,000	0,120	0,120
W14	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,506	1,100	0,700	0,000	0,120	0,120
W15	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,293	1,600	1,100	0,120	0,120	0,120
W16	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,224	2,200	1,200	0,000	0,120	0,120
W17	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,640	0,650	0,700	0,000	0,120	0,120
W18	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,640	0,650	0,700	0,000	0,120	0,120
W19	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,640	0,650	0,700	0,000	0,120	0,120
W20	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,640	0,650	0,700	0,000	0,120	0,120
W21	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,843	0,400	0,700	0,000	0,120	0,120
W22	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,699	0,550	0,700	0,000	0,120	0,120
W23	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,600	3,000	0,000	0,120	0,120
W24	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,600	3,000	0,000	0,120	0,120
W25	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,600	3,000	0,000	0,120	0,120
W26	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,600	3,000	0,000	0,120	0,120

W27	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,60 0	3,0 00	0,000	0,120	0,120
W28	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,60 0	3,0 00	0,000	0,120	0,120
W29	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,60 0	3,0 00	0,000	0,120	0,120
W30	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,60 0	3,0 00	0,000	0,120	0,120
W31	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,60 0	3,0 00	0,000	0,120	0,120
W32	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,60 0	3,0 00	0,000	0,120	0,120
W33	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,60 0	3,0 00	0,000	0,120	0,120
W34	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,60 0	3,0 00	0,000	0,120	0,120
W35	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,60 0	3,0 00	0,000	0,120	0,120
W36	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,60 0	3,0 00	0,000	0,120	0,120
W37	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,60 0	3,0 00	0,000	0,120	0,120
W38	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,60 0	3,0 00	0,000	0,120	0,120
W39	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,60 0	3,0 00	0,000	0,120	0,120
W40	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	1,991	4,60 0	3,0 00	0,000	0,120	0,120
WU1	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,506	1,10 0	0,7 00	0,000	0,120	0,120
WU2	Συνθετικό πλαίσιοΔίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,450	0,500	2,373	1,00 0	1,2 00	0,000	0,120	0,120

Πίνακας 10.14 : Πίνακας συντελεστή θερμοπερατότητας U (W/m²K).

Τύπος κουφώμα τος	πλάτος ανοιγμα τος	ύψος ανοιγμα τος	εμβαδόν κουφώμα τος	εμβαδό		εμβαδόν υαλοπίνα κα	Ποσοστ		Μήκος Lg	U κουφώμα τος
				ν πλαίσιο υ	εμβαδό ν επ. ρολού		ό πλαίσιο υ	Μήκος Lg		
W1	1,10	0,70	0,77	0,15	-	0,62	20%	2,8	2,506	
W2	1,10	0,70	0,77	0,15	-	0,62	20%	2,8	2,506	
W3	1,10	0,70	0,77	0,15	-	0,62	20%	2,8	2,506	
W4	1,10	0,70	0,77	0,15	-	0,62	20%	2,8	2,506	
W5	1,10	0,70	0,77	0,15	-	0,62	20%	2,8	2,506	
W6	1,10	0,70	0,77	0,15	-	0,62	20%	2,8	2,506	
W7	1,10	0,70	0,77	0,15	-	0,62	20%	2,8	2,506	
W8	1,10	0,70	0,77	0,15	-	0,62	20%	2,8	2,506	
W9	1,10	0,70	0,77	0,15	-	0,62	20%	2,8	2,506	
W10	1,10	0,70	0,77	0,15	-	0,62	20%	2,8	2,506	
W11	1,10	0,70	0,77	0,15	-	0,62	20%	2,8	2,506	
W12	1,10	0,70	0,77	0,15	-	0,62	20%	2,8	2,506	
W13	1,10	0,70	0,77	0,15	-	0,62	20%	2,8	2,506	
W14	1,10	0,70	0,77	0,15	-	0,62	20%	2,8	2,506	
W15	1,60	1,10	1,76	0,35	-	1,41	20%	4,6	2,293	
W16	2,20	1,20	2,64	0,53	-	2,11	20%	6	2,224	
W17	0,65	0,70	0,45	0,09	-	0,36	20%	1,9	2,640	
W18	0,65	0,70	0,45	0,09	-	0,36	20%	1,9	2,640	
W19	0,65	0,70	0,45	0,09	-	0,36	20%	1,9	2,640	
W20	0,65	0,70	0,45	0,09	-	0,36	20%	1,9	2,640	
W21	0,40	0,70	0,28	0,06	-	0,22	20%	1,4	2,843	
W22	0,55	0,70	0,39	0,08	-	0,31	20%	1,7	2,699	
W23	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991	
W24	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991	
W25	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991	
W26	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991	
W27	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991	
W28	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991	

W29	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991
W30	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991
W31	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991
W32	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991
W33	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991
W34	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991
W35	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991
W36	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991
W37	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991
W38	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991
W39	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991
W40	4,60	3	13,80	2,76	-	11,04	20%	14,4	1,991
WU1	1,10	0,70	0,77	0,15	-	0,62	20%	2,8	2,506
WU2	1,00	1,2	1,20	0,24	-	0,96	20%	3,6	2,373

Πίνακας 10.15 : Πίνακας συντελεστή θερμοπερατότητας U (W/m²K).

Τύπος κουφώματος	εμβαδόν κουφώματος	U κουφώματος	gw κουφώματος	Ff	ggl	UxA
W1	0,77	2,506	0,45	0,42	0,77	1,93
W2	0,77	2,506	0,45	0,42	0,77	1,93
W3	0,77	2,506	0,45	0,42	0,77	1,93
W4	0,77	2,506	0,45	0,42	0,77	1,93
W5	0,77	2,506	0,45	0,42	0,77	1,93
W6	0,77	2,506	0,45	0,42	0,77	1,93
W7	0,77	2,506	0,45	0,42	0,77	1,93
W8	0,77	2,506	0,45	0,42	0,77	1,93
W9	0,77	2,506	0,45	0,42	0,77	1,93
W10	0,77	2,506	0,45	0,42	0,77	1,93
W11	0,77	2,506	0,45	0,42	0,77	1,93
W12	0,77	2,506	0,45	0,42	0,77	1,93
W13	0,77	2,506	0,45	0,42	0,77	1,93
W14	0,77	2,506	0,45	0,42	0,77	1,93
W15	1,76	2,293	0,55	0,28	0,77	1,77
W16	2,64	2,224	0,59	0,24	0,77	1,71
W17	0,45	2,640	0,38	0,51	0,77	2,03
W18	0,45	2,640	0,38	0,51	0,77	2,03
W19	0,45	2,640	0,38	0,51	0,77	2,03
W20	0,45	2,640	0,38	0,51	0,77	2,03
W21	0,28	2,843	0,28	0,64	0,77	2,19
W22	0,39	2,699	0,35	0,55	0,77	2,08
W23	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W24	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W25	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W26	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W27	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W28	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W29	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W30	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W31	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W32	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53

W33	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W34	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W35	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W36	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W37	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W38	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W39	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
W40	13,80	1,991	0,69	0,11	0,77	1,53
WU1	0,77	2,506	0,26	0,42	0,45	1,13
WU2	1,20	2,373	0,52	0,33	0,77	1,83

Πίνακας 10.16 : Πίνακας συντελεστή θερμοπερατότητας U (W/m²K).

	Εμβαδόν Κουφώματος	U Κουφώματος	UxΑ
Σύνολο	268,03	254,31	1576,41

Πίνακας 10.17 : Συνολικές απώλειες UxΑ (W/K).

10.4. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιάφανων δομικών κουφωμάτων (Πόρτες)

Κωδικός	Γενικά Περιγραφή	Θερμικές ιδιότητες			Διαστάσεις		Περιμετρικές θερμογέφυρες		
		Solar transmittance g _g	Αεροστεγα νότητα (α) [m ³ /(m ² ·h)]	U _w [W/(m ² ·K)]	Μήκος [m]	Ύψος [m]	Βάσης ψ [W/(m·K)]	Κορυφής ψ [W/(m·K)]	Πλευρών ψ [W/(m·K)]
Θ1	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% διπλό υαλοπίνακα με διάκενο αέρα 12.7 mm	0,850	0,500	2,330	1,600	2,200	0,550	0,550	0,200
Θ2	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% διπλό υαλοπίνακα με διάκενο αέρα 12.7 mm	0,850	0,500	2,330	1,600	2,200	0,550	0,550	0,200
Θ3	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% διπλό υαλοπίνακα με διάκενο αέρα 12.7 mm	0,850	0,500	2,330	1,000	2,200	0,550	0,550	0,200
Θ4	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% διπλό υαλοπίνακα με διάκενο αέρα 12.7 mm	0,850	0,500	2,330	2,000	2,200	0,550	0,550	0,200
Θ5	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% διπλό υαλοπίνακα με διάκενο αέρα 12.7 mm	0,850	0,500	2,330	2,000	2,200	0,550	0,550	0,200
Θ6	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% διπλό υαλοπίνακα με διάκενο αέρα 12.7 mm	0,850	0,500	2,330	2,200	2,200	0,550	0,550	0,200
Θύρα διαδρόμου 1	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	0,770	8,700	2,500	1,000	2,200	0,000	0,120	0,120
Θύρα διαδρόμου 2	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	0,770	8,700	2,500	1,000	2,200	0,000	0,120	0,120
Θύρα διαδρόμου 3	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	0,770	8,700	2,500	1,000	2,200	0,000	0,120	0,120
Θύρα αποδητήρια 1	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,680	6,200	2,276	1,000	2,200	0,000	0,120	0,120
Θύρα αποδητήρια 2	Συνθετικό πλαίσιο Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής	0,680	6,200	2,276	1,000	2,200	0,000	0,120	0,120
Θύρα αγωνιστικού χώρου 1	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 45% διπλό υαλοπίνακα με διάκενο αέρα 12.7 mm	0,770	8,700	3,180	1,600	2,200	0,000	0,120	0,120
Θύρα αγωνιστικού χώρου 2	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 45% διπλό υαλοπίνακα με διάκενο αέρα 12.7 mm	0,770	8,700	3,180	1,600	2,200	0,000	0,120	0,120
Θύρα μηχανοστασίου	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με μεταλλικό πλαίσιο	0,450	6,200	2,100	1,000	2,200	0,000	0,120	0,120
Θύρα Διοίκησης	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με μεταλλικό πλαίσιο	0,850	15,100	2,100	0,900	2,200	0,000	0,120	0,120
Θύρα αποθήκη 2	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με μεταλλικό πλαίσιο	0,850	15,100	2,100	0,900	2,200	0,000	0,120	0,120
Θύρα διαδρόμου WC	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με μεταλλικό πλαίσιο	0,850	15,100	2,100	0,900	2,200	0,000	0,120	0,120
Θύρα 1 WC ανδρών	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με μεταλλικό πλαίσιο	0,850	15,100	2,100	0,900	2,200	0,000	0,120	0,120
Θύρα 2 WC ανδρών	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με μεταλλικό πλαίσιο	0,850	15,100	2,100	0,900	2,200	0,000	0,120	0,120

Θύρα 3 αποδητήρια 2	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με μεταλλικό πλαίσιο	0,900	2,200	1,98	2,100
Θύρα 1 Διαιτητές	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με μεταλλικό πλαίσιο	0,900	2,200		
Θύρα 2 Διαιτητές	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με μεταλλικό πλαίσιο	0,900	2,200	1,98	2,100
Θύρα αποθήκη 1	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με μεταλλικό πλαίσιο	0,900	2,200	1,98	2,100

Πίνακας 10.19 : Πίνακας συντελεστή θερμοπερατότητας U (W/m²K).

Όροφος	Τύπος	Εμβαδό				Αριθμός επιφανειών		
		v	U	UxA	gw	v	Ff	ggl
Ισόγειο	Θ1		2,330					
	Θ2	3,52	2,330	8,20	0,60	1	0,3	0,85
	Θ3	3,52	2,330	8,20	0,60	1	0,3	0,85
	Θ4	2,20	2,330	5,13	0,60	1	0,3	0,85
	Θ5	4,40	2,330	10,25	0,60	1	0,3	0,85
	Θ6	4,40	2,330	10,25	0,60	1	0,3	0,85
	Θ6	4,84	2,330	11,28	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα διαδρόμου 1	2,20	2,500	5,50	0,56	1	0,27	0,77
	Θύρα διαδρόμου 2	2,20	2,500	5,50	0,56	1	0,27	0,77
	Θύρα διαδρόμου 3	2,20	2,500	5,50	0,56	1	0,27	0,77
	Θύρα αποδητήρια 1	2,20	2,276	5,01	0,50	1	0,27	0,68
	Θύρα αποδητήρια 2	2,20	2,276	5,01	0,50	1	0,27	0,68
	Θύρα αγωνιστικού χώρου 1	3,52	3,180	11,19	0,62	1	0,2	0,77
	Θύρα αγωνιστικού χώρου 2	3,52	3,180	11,19	0,62	1	0,2	0,77
	Θύρα μηχανοστασίου	2,20	2,100	4,62	0,45	1	0	0,45
	Θύρα Διοίκησης	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα αποθήκη 2	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα διαδρόμου WC	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 1 WC ανδρών	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 2 WC ανδρών	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 3 WC ανδρών	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 1 WC γυναικών	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 2 WC γυναικών	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 3 WC γυναικών	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 1 αποδητήρια 1	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 2 αποδητήρια 1	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 3 αποδητήρια 1	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 1 αποδητήρια 2	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 2 αποδητήρια 2	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 3 αποδητήρια 2	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 1 Διαιτητές	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
	Θύρα 2 Διαιτητές	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85
Θύρα αποθήκη 1	1,98	2,100	4,16	0,60	1	0,3	0,85	

Πίνακας 10.20 : Πίνακας συντελεστή θερμοπερατότητας U (W/m²K).

	Εμβαδόν	U	UxA
Σύνολο	78,76	98,95818	247,4244

Πίνακας 10.21 : Συνολικές απώλειες UxA (W/K).

11. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ.

11.1. Θερμικές απώλειες κτηρίου μετά τις παρεμβάσεις.

Κατά τον ίδιο τρόπο με τον υπολογισμό του υφιστάμενου κτηρίου και γύρω από την ίδια θεωρία και μέθοδο υπολογισμού EN12831, όπως έγινε και στο κεφάλαιο 7, παραθέτονται τα αποτελέσματα των θερμικών απωλειών του κτηρίου μετά τις παρεμβάσεις που κάναμε. Βασιζόμενοι σε όλους τους υπολογισμούς που έγιναν με την βοήθεια του ενεργειακού λογισμικού EpaCAD, οι συνολικές θερμικές απώλειες του υφισταμένου κτηρίου αθροιστικά είναι στα **129,20 kWh/(m²*year)**.

11.2. Ψυκτικά φορτία κτηρίου μετά τις παρεμβάσεις.

Κατά τον ίδιο τρόπο με τον υπολογισμό του υφιστάμενου κτηρίου και γύρω από την ίδια θεωρία και μέθοδο υπολογισμού ASHRAE RTS, όπως έγινε και στο κεφάλαιο 8, παραθέτονται τα αποτελέσματα των ψυκτικών φορτίων του κτηρίου μετά τις παρεμβάσεις που κάναμε. Βασιζόμενοι σε όλους τους υπολογισμούς που έγιναν με την βοήθεια του ενεργειακού λογισμικού EpaCAD, τα συνολικά ψυκτικά φορτία του υφισταμένου κτηρίου αθροιστικά είναι στα **17,80 kWh/(m²*year)**.

11.3. Σύστημα Ζεστού Νέρου Χρήσης

Σύμφωνα με την παράγραφο 4.8.2. Απόδοση μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης της TOTEE 20701-1/3.

Για κάθε μονάδα (τοπική ή κεντρική) παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (Z.N.X) καθορίζεται η ονομαστική ισχύς και η θερμική απόδοση σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κατασκευαστή. Η πραγματική όμως θερμική απόδοση λειτουργίας μονάδας παραγωγής Z.N.X. διαφοροποιείται και εξαρτάται από την εποχή (ανάλογα με την κλιματική ζώνη), από τα απαιτούμενα φορτία Z.N.X., από τις διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου, από τη σωστή διαστασιολόγηση του συστήματος κ.ά. Για τους υπολογισμούς της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για παραγωγή Z.N.X. απαιτείται να προσδιοριστεί ο μέσος βαθμός θερμικής απόδοσης της μονάδας παραγωγής Z.N.X. Η θερμική ισχύς P_n , ενός τοπικού θερμαντήρα παραγωγής Z.N.X., συνήθως υπολογίζεται για μέσο χρόνο απόδοσης της συνολικής ημερήσιας θερμικής ενέργειας σε 5 ώρες, όπως δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$P_n = \frac{Q_d}{5}$$

Για μονάδες με λέβητα/ες και κεντρικό δίκτυο διανομής θερμού νερού για την τροφοδότηση τοπικών θερμαντήρων Z.N.X., στην πιο πάνω σχέση λαμβάνεται για τον υπολογισμό της ονομαστικής θερμικής ισχύος προσαύξηση 20% (για την επιτάχυνση ενάρξεως λειτουργίας, την κάλυψη των θερμικών απωλειών του δικτύου διανομής κ.α.). Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q_d σε (kWh/day) για Z.N.X. δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$Q_d = V_d * \frac{c}{3600} * \rho * \Delta T$$

όπου:

V_d [ℓ /ημέρα] το ημερήσιο φορτίο,

ρ [kg/ ℓ] η πυκνότητα του νερού, $\rho = 1 \text{ kg/ ℓ}$,

c [kJ/(kg.K)] η ειδική θερμότητα, $c = 4,18 \text{ kJ/(kg.K)}$

ΔT [K] ή [°C] θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της χαμηλότερης θερμοκρασίας του νερού δικτύου (πίνακας 2.6.) και της θερμοκρασίας του Z.N.X. (45°C).

Η χωρητικότητα του θερμαντήρα παραγωγής Z.N.X. V_{store} , δίνεται από την ακόλουθη

σχέση:

$$V_{store} = \frac{V_d}{5}$$

Στην περίπτωση θερμαντήρων αποθήκευσης Ζ.Ν.Χ. η χωρητικότητα τους διαμορφώνεται ανάλογα με το σχεδιασμό και το είδος της εγκατάστασης. Για ηλιοθερμικές εγκαταστάσεις παραγωγής Ζ.Ν.Χ. μια τυπική τιμή για την χωρητικότητα των θερμαντήρων κυμαίνεται περίπου στα 75 λίτρα για κάθε m² επιφάνειας ηλιακού συλλέκτη.

Η θερμική ισχύς P_h, μιας τοπικής ή κεντρικής μονάδας παραγωγής Ζ.Ν.Χ. καθώς και η αντίστοιχη χωρητικότητα του θερμαντήρα αποθήκευσης V_{store}, μπορούν να υπολογιστούν ανάλογα τις ιδιαίτερες ανάγκες ενός κτηρίου χωρίς την εφαρμογή των πιο πάνω σχέσεων 4.10. και 4.12., αλλά σε κάθε περίπτωση τα μεγέθη αυτά είναι αλληλένδετα.

Εκτός από το μέσο βαθμό απόδοσης της μονάδας παραγωγής Ζ.Ν.Χ. σημαντική είναι και η επίδραση των διατάξεων αυτομάτου ελέγχου λειτουργίας της μονάδας. Εάν το κεντρικό σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. ελέγχεται από κεντρικό σύστημα διαχείρισης ενέργειας (BEMS), τότε εκτιμάται και ένας συντελεστής μείωσης της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ., όπως ορίζεται στην παράγραφο 5.2. αυτής της τεχνικής οδηγίας. Αντίστοιχα, το ίδιο γίνεται και για κάθε άλλη τοπική διάταξη αυτόματου ελέγχου των επί μέρους συστημάτων παραγωγής Ζ.Ν.Χ., όπου και καθορίζεται ο αντίστοιχος συντελεστής μείωσης κατανάλωσης ενέργειας.

Για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX) στην υφιστάμενη κατάσταση του κτηρίου υπάρχει σύστημα τριπλής ενέργειας, με ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες, ηλιακούς συλλέκτες και λέβητα πετρελαίου ισχύος 240 kW, με μπόιλερ χωρητικότητας 1000 lt (BLS-2 1000). Στην ενεργειακή αναβάθμιση, για την κάλυψη των αναγκών σε ZNX και μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για την απόκτηση αυτού του ζεστού νερού, χρησιμοποιούνται αντλίες θερμότητας.

Αναφερόμενοι κλειστό γυμναστήριο ετήσιας λειτουργίας, χρειάζονται 20 lt/άτομο/ημέρα. Συνεπώς για το κτίριο Α χρειάζονται:

$$20 \text{ lt/άτομο/ημέρα} \times 75 \text{ άτομα} = 1500 \text{ lt/ημέρα}$$

Άρα επιλέγεται αντλία θερμότητας **147 kW** για την κάλυψη των αναγκών ζεστού νερού χρήσης, και θέρμανσης και ψύξης. Ο ήδη υπάρχον λέβητας θα παραμείνει στο κτήριο ως εφεδρική πηγή. Όμως, επειδή δεν υπάρχει στην αγορά μια τόσο μεγάλη αντλία θερμότητας, θα χρησιμοποιήσουμε 4 αντλίες τις οποίες θα τις εγκαταστήσουμε σε συστοιχία. Οι αντλίες αυτές θα συνδεθούν στο ήδη υπάρχον δίκτυο σωληνώσεων, παράλληλα με τον λέβητα πετρελαίου.

Για την αποθήκευση ζεστού νερού χρήσης θα παραμείνει το ίδιο δοχείο ζεστού νερού (boiler) χωρητικότητας 1000 lt, μιας και δεν περιμένουμε να έχουμε κάθε μέρα τόσο μεγάλο αριθμό χρηστών.

Τύπος	Ισχύς [KW]	Βαθμός απόδοσης [SCOP]	Καύσιμο
Αντλία θερμότητας	147	3.510	Ηλεκτρισμός

Πίνακας 11.1: Στοιχεία συστήματος για ZNX κτηρίου

Χρήση κτηρίου	Vd [lt/ημέρα]	Vstore [lt]	Q _D [kWh/ημέρα]	Pn [kW]
Κλειστό γυμναστήριο-κλειστό κολυμβητήριο	1500	1000	56,082	11,22

Πίνακας 11.2: Ημερήσιο θερμικό φορτίο κτηρίου(kWh/ημέρα).

Παράλληλα με την αντλία θερμότητας κυρίως για τους καλοκαιρινούς μήνες αυξήθηκε και ο αριθμός των ηλιακών συλλεκτών και στις δυο οροφές του κτηρίου. Οι ηλιακοί συλλέκτες τοποθετήθηκαν σε 45° κλίση και η μέση μηνιαία ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m²) φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Σύνολο	
Για κλίση επιφάνειας 45°	B HT	25	31	56	96	146	168	168	132	75	38	26	21	982
	BA HT	32	44	80	110	154	172	174	148	100	61	36	27	1138
	A HT	63	72	110	133	171	184	190	175	134	99	69	56	1456
	NA HT	95	98	135	147	176	184	192	187	159	133	103	87	1696
	N HT	111	111	144	151	173	178	187	186	168	149	120	103	1781
	NΔ HT	95	98	135	147	176	184	192	187	159	133	103	87	1696
	Δ HT	63	72	110	133	171	184	190	175	134	99	69	56	1456
	BΔ HT	32	44	80	110	154	172	174	148	100	61	36	27	1138

Πίνακας 11.3: Μέση μηνιαία ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε επίπεδο 45.0° kWh/m².

Στο κτίριο θα τοποθετηθούν επιλεκτικοί ηλιακοί συλλέκτες(Πίνακας 5.10, TOTEE 20701-1/3) με εμβαδόν επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών 50 (m²), δηλαδή 42 παραπάνω από ότι έχουμε. Τα δεδομένα των συλλεκτών παρουσιάζονται παρακάτω:

Η συνεισφορά των ηλιακών συλλεκτών είναι για ZNX.

Η απορροφητική επιφάνεια συλλεκτών είναι 50 m².

Ο προσανατολισμός των συλλεκτών είναι νότιος.

Η κλίση των συλλεκτών θα είναι 45 μοίρες.

Ο μέσος ετήσιος συντελεστής σκίασης Fs=1.

Ο μέσος ετήσιος συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης για ZNX θα είναι 0,334, το οποίο είναι η μέση τιμή για επιλεκτικούς πίνακες στον Πίνακα 5.9 του TOTEE 20701-1/3. Η μέση τιμή επιλέγεται καθώς δεν υπάρχουν δεδομένα για την πόλη της Μεσσήνης.

Η ετήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία **Isol=89050 kWh/year.**

Οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής ZNX θα είναι θερμομονωμένες σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και τα οριζόμενα στην σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και θα καταλήγουν στο ίδιο δοχείο ζεστού νερού χρήσης (boiler) με την αντλία

θερμότητας.

11.4. Σύστημα φωτοβολταϊκών.

Στην οροφή του κτηρίου θα τοποθετηθούν επίσης πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πάνελ τα οποία θα λειτουργούν με συμψηφισμό (Net Metering), συνολικής απορροφητικής επιφάνειας 200 m², τα οποία θα έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

Προσανατολισμός συλλεκτών: Νότιος

Κλίση συλλεκτών: 27 μοίρες (TOTEE 20701-1/3 , πίνακας 5.13)

Μέσος ετήσιος συντελεστής σκίασης $F_s=1$.

Μέσος συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης $f_{pv}=0,15$.

Ονομαστική εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς $p=45$ kWp.

Ετήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία $I_{sol}=35,620$ kWh/year.

Πιο αναλυτικά:

Συνεισφορά Φωτοβολταϊκού στην ηλεκτρική ενέργεια ανά μήνα (kWh)											
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
3552	3552	4608	4832	5536	5696	5984	5952	5376	4768	3840	3296
Συνολική συνεισφορά φωτοβολταϊκού στην ηλεκτρική ενέργεια									56992 kWh/year		

Πίνακας 11.4: Μέση μηνιαία και συνολική συνεισφορά φωτοβολταϊκού στην ηλεκτρική ενέργεια (kWh/year)

11.5. Σύστημα φωτισμού.

Στην υφιστάμενη κατάσταση του κτηρίου είχαν τοποθετηθεί λάμπες εξοικονόμησης ενέργειας τύπου LED, σε προηγούμενη μελέτη οι οποίες έχουν μειώσει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας του κτηρίου. Βέβαια δεν είχαν τοποθετηθεί σε όλο το κτήριο και σε κάποιους χώρους υπάρχουν ακόμα ελάχιστες παλιές λάμπες πυρακτώσεως. Άρα για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου αποφάσισα να μην γίνουν αλλαγές στο σύστημα φωτισμού για την ώρα, καθώς θεωρώ ότι αυτή τη χρονική στιγμή είναι μια άσκοπη αλλαγή, το να αλλαχθούν πάλι αυτές οι ελάχιστες λάμπες και να τοποθετηθούν λάμπες LED. Θα είναι μια ενέργεια η οποία θα έχει αυξημένο κόστος και ελάχιστα οφέλη στις ενεργειακές καταναλώσεις του κτηρίου.

Συμφώνα με την μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην υφιστάμενη κατάσταση οι λάμπες LED είχαν στάθμη φωτισμού στα 660,7 lux, με εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών 5,29 (kWh/m²) και ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας **95,60 kWh/(m² * year)**.

12. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ-ΚΛΑΣΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ.

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται η αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων για τις ενεργειακές καταναλώσεις του κτηρίου μετά τις παρεμβάσεις. Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, το άθροισμα των ενεργειακών καταναλώσεων είναι:

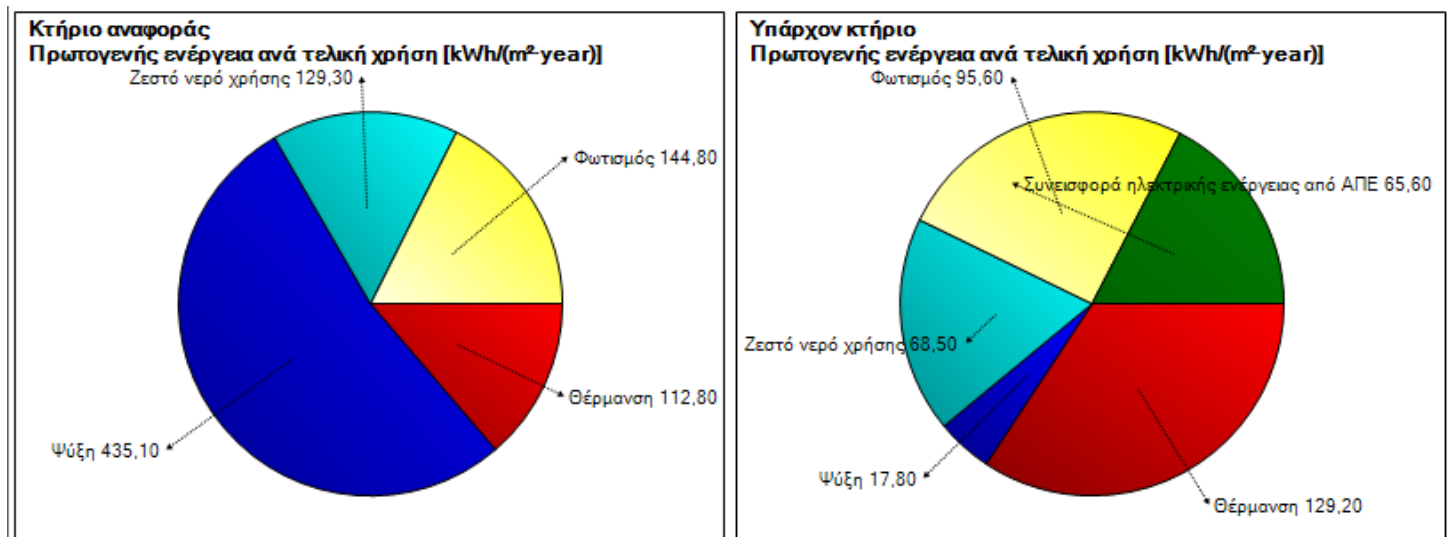
Σύμβολο	Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο [A +]
Qprim,H	Θέρμανση	112,80	129,20
Qprim,C	Ψύξη	435,10	17,80
Qprim,DHW	Ζεστό νερό χρήσης	129,30	68,50
Qprim,light	Φωτισμός	144,80	95,60
Qape	Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0	65,60
Qprim,total	Σύνολο	821,90	245,50

Επίσης στους υπολογισμούς θα έπρεπε να συμπεριλάβουμε και μια αντλία ύδρευσης, η οποία χρησιμοποιείται για το αυτόματο πότισμα του γκαζόν και τα μπάνια του δημοτικού σταδίου που βρίσκεται ακριβώς από πίσω. Η κατανάλωση της αντλίας αυτής είναι 20KW, άρα θα πρέπει στις τελικές καταναλώσεις να προσθέσουμε **+20,47 kWh/(m² * year)**.

Άρα, οι συνολικές ενεργειακές καταναλώσεις του κτηρίου είναι:

Συνολικές ενεργειακές καταναλώσεις κτηρίου (E.A.) :	265,97
---	--------

Οι οποίες χωρίζονται παρακάτω:



Διάγραμμα 11.1 : Διαχωρισμός καταναλώσεων κτηρίου.

Για να καθορίσουμε την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου, αρχικά η ταξινόμηση των κτηρίων ορίζεται στον παρακάτω πίνακα. Τα κτήρια κατατάσσονται σε εννιά (9) κατηγορίες. Η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου γίνεται συγκρίνοντας προς δύο τιμές RR και EP όπου:

- K.A. (EP) = κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς σε kWh/(m²)
- E.A. (RR) = κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του υπάρχοντος κτηρίου σε kWh/(m²)

Βασιζόμενοι σε όλους προς παραπάνω υπολογισμούς και με την βοήθεια του ενεργειακού λογισμικού EpaCAD, η υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι

K.A.= 842,37 kWh/(m² * year).

Και η κατανάλωση του κτηρίου αναφοράς είναι:

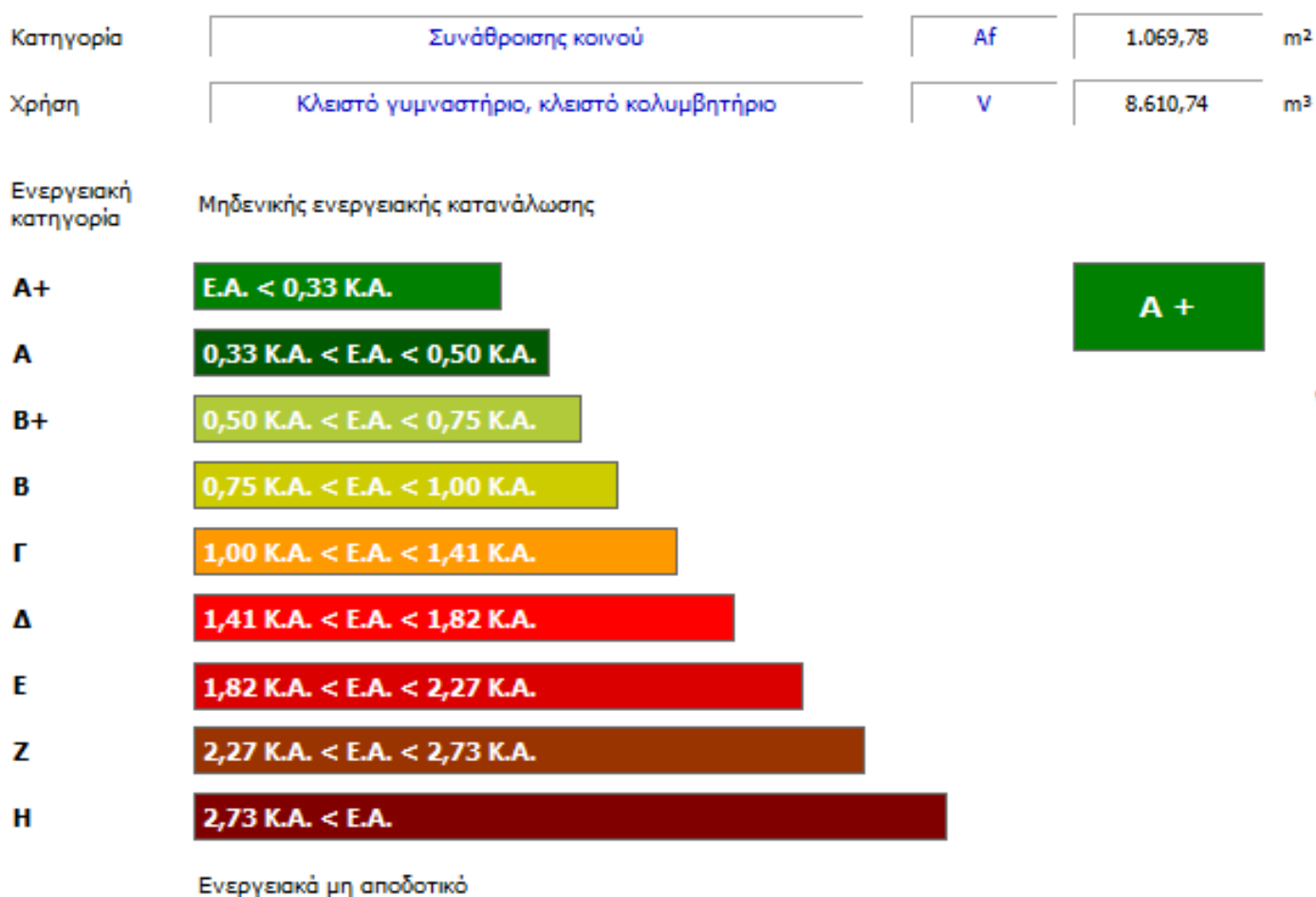
E.A. = 265,97 kWh/(m² * year).

Έχουμε EP/RR = 265,97 / 842,37 = 0,31574

Άρα E.A. <0,33 K.A.

Άρα το κτήριο μας κατατάσσεται στη ενεργειακή κατηγορία A+.

https://www.ti-soft.com/el/support/help/epacad/project/energeiakh_katataxh11/table_e1



Εικόνα 11.1: Ενεργειακή κατηγορία κτηρίου.

13. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.

13.1. Κόστος παρεμβάσεων.

Τα κόστη των παρεμβάσεων θα υπολογιστούν σύμφωνα με τις τιμές της αγοράς εμπορίου και το κόστος της εργασίας και της εγκατάστασης που θα αναλάβει ο εργολάβος που θα συμμετέχει στο έργο.

Αρχικά θα χρειαστεί να βρούμε τα τετραγωνικά και τις τιμές ανά τετραγωνικό μέτρο, των παρακάτω ώστε να μπορέσουμε να υπολογίσουμε το κόστος αγοράς και εγκατάστασης:

- **Αναβάθμιση κουφωμάτων (Πόρτες)** Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12mm και επίστρωση χαμηλής εκπομπής.
Με ($2 \leq U \leq 3,2$)
- **Αναβάθμιση κουφωμάτων (Παράθυρα)** Αναβάθμιση σε διπλό τζάμι, με συνθετικό πλαίσιο, Στρώση lower-e
Με ($2 \leq U \leq 3,2$)
- **Εξωτερική θερμομόνωση** (θερμοπρόσωψη) με προσθήκη μόνωσης στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου.
Με ($0,9 < R \leq 1,8$)
- **Πάνελ ηλιακού θερμοσίφωνα** (Ηλιακοί συλλέκτες επιλεκτικοί Pyramis 026001405)
Με μέσο συντελεστή ηλιακής αξιοποίησης για ZNX = 0,334
F = 13,6%
Acol = 50 m²
Fs = 1
Με βάρος 8kg ανά m². Άρα συνολικό βάρος= 400 kg
Με κόστος **400 ευρώ ανά m²**

Να αναφέρουμε επίσης, ότι το κτήριο χρήζει στατικής μελέτης για να διαπιστώσουμε εάν θα μπορέσει η ταράτσα να αντέξει το βάρος των ηλιακών συλλεκτών.

- **Πανέλα φωτοβολταϊκών (πάνελ V-TAC 11353) με :**
Acol = 200 m²
Fs = 1
Isol=35,62 kWh/year
Μέσος συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης frn=0,15
Ισχύς P=45 kWp
Με βάρος 24,5kg ανά 2 m². Άρα το συνολικό βάρος είναι 2450 kg
Θα λειτουργήσουν με συμψηφισμό(Net metering)
Και η συνεισφορά τους στην ηλεκτρική ενέργεια θα είναι Q_{pv}=Isol*Fs*frn=53,813 kWh/year
Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης θα είναι **300 ευρώ ανά m²**.
Να αναφέρουμε και ότι το κτήριο χρήζει στατικής μελέτης για να διαπιστώσουμε εάν θα μπορέσει η ταράτσα να αντέξει το βάρος των ηλιακών συλλεκτών.

Επίσης θα πρέπει να συμπεριλάβουμε και:

- **Αντλία θερμότητας** : Carrier AquaSnap 30RQ-40CH Αντλία Θερμότητας **38.9kW** (4 τεμάχια)
Τριφασική 50°C.
Monoblock.
Με δυνατότητα παραγωγής **θερμότητας - ψύξης και ζεστού νερού** χρήσης.
Συνολικής ισχύος **$P_n=147$ kW.**
Με βαθμό απόδοσης **$\eta_{gen}=0,9$.**
Με **SCOP=3,51.**
Με όγκο αποθήκευσης ζεστού νερού για ζεστό νερό χρήσης **Vstore=300lt.**
Με **SEER=2,92.**
Με συνολικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης **19000 ευρώ το τεμάχιο.**

- **Κεντρική μονάδα κλιματισμού (Αξονικός ανεμιστήρας ψύξης KAFFE KAF_ARB/4-450, 6 τεμάχια) με:**

Συντελεστής ανάκτησης θερμότητας εναλλάκτη: $\eta=0,87$

Συντελεστής ανακυκλοφορίας $f=0,3$

Αύξηση παροχής σε $V=37000$ (m³)/h= $10,278$ (μ³)/s, από την αρχική παροχή $V=6,83$ (m³)/s

Με κόστος αγοράς και εγκατάστασης **250 ευρώ το τεμάχιο.**

Τα οποία θα μπουν στις ίδιες θέσεις που υπάρχουν ήδη οι ανεμιστήρες εξαερισμού, αφού έχουν τις ίδιες διαστάσεις

- Τα φώτα θα παραμείνουν ίδια με:
Στάθμη φωτισμού στα $660,7$ lux
Και κατανάλωση $5,29$ W/m² ή $95,60$ kWh/(m² * year).

Αρα το κόστος τους θα είναι 0 ευρώ.

Για να βρούμε το συνολικό κόστος των κουφωμάτων και της θερμομόνωσης θα πρέπει πρώτα να βρούμε τα **τετραγωνικά και τις τιμές ανά τετραγωνικών** των εξής παρακάτω:

- Ανοίγματα (πόρτες, μπαλκονόπορτες, παράθυρα) ($2 \leq U < 3,2$)
- Εξωτερική θερμομόνωση ($0,9 < R \leq 1,8$)
- Μόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας ($0,9 < R \leq 1,8$)

Η εξωτερική τοιχοποιία έχει εμβαδόν $1200,6$ m² με κόστος 90 € / m²

Το εμβαδόν όλων των παραθύρων είναι $268,03$ m² με κόστος $813,87$ € / m²

Το εμβαδόν εξωστόθυρων είναι $78,76$ m² με κόστος 750 € / m²

Άρα συνοψίζοντας το κόστος της επένδυσης θα είναι:

Παρεμβάσεις		Εμβαδό (m ²) ή Τεμάχιο	Κόστος Παρέμβασης € / (m ²) ή Τεμ	Συνολικό Κόστος	Κόστος /παρέμβαση
Εξωτερική Θερμομόνωση		1200,6 m ²	90 € / m ²	108.000,05 €	108.000,05 €
Κουφώματα	Παράθυρα	268,03 m ²	813,87 € / m ²	218.141,58 €	277.211,58 €
	Εξωστόθυρα	78,76 m ²	750 € / m ²	59.070,00 €	
Θέρμανση - Ψύξη- Ανακύκλωση Αέρα	Α/Θ 39,8 (kW)	4 τεμ.	19000 € / τεμ.	76.000,00 €	77.500,00 €
	Εξαεριστήρες	6 τεμ.	250 € / τεμ.	1.500,00 €	
Ζ.Ν.Χ.	Ηλιακοί Συλλέκτες	50 m ²	400 € / m ²	20.000,00 €	20.000,00 €
ΑΠΕ	Φωτοβολταϊκά	200 m ²	300 € / m ²	60.000,00 €	60.000,00 €
Φωτισμός	Λαμπτήρες led	0 τεμ.	40 € / τεμ.	0,00 €	0 €
Συνολικό Κόστος Παρεμβάσεων Κτηρίου					542711,63 €

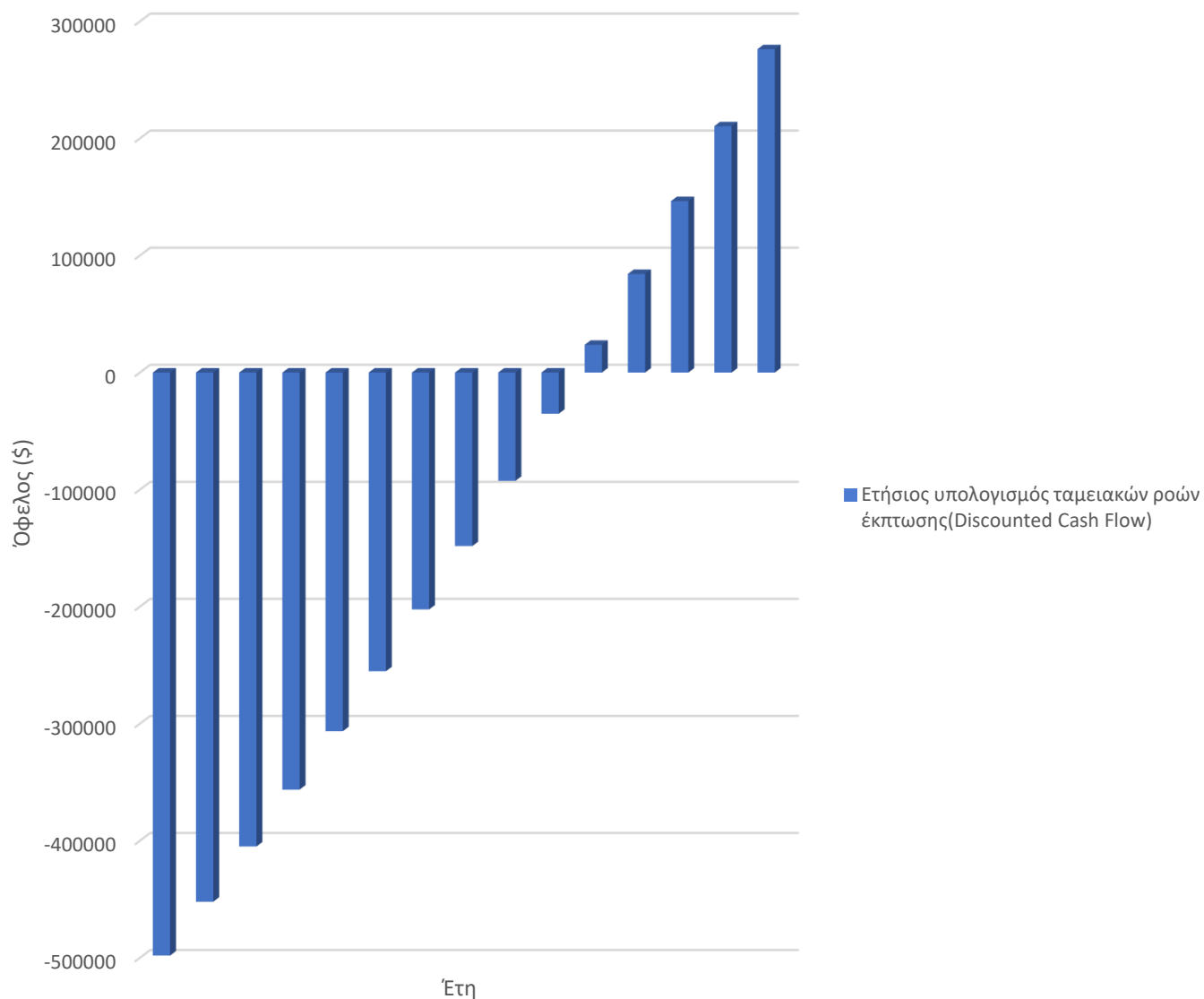
13.2. Απόσβεση επένδυσης

Περιγραφή		Ποσότητα		Τιμή		Κόστος/ Κέρδος
Επεμβάσεις ηλεκτρικής ενέργειας	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	204	MWh	239,1	€/MWh	48.776,40 €
	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας	86,27%				0,86
	Αποφυγόν κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	176	MWh			42.081,60 €
Επεμβάσεις θερμικής ενέργειας	Ετήσιο κόστος καυσίμου	29,45	MWh	131	€/MWh	3.857,95 €
	Εξοικονόμηση καυσίμων	98%				0,98 €
	Αποφυγόν κόστος καυσίμου	29	MWh			3.799,00 €
Επιπλέον έσοδο CDM		0		0		- €
Άλλο επιπλέον έσοδο: αύξηση παραγωγικότητας		0		0		- €
Συνολική ετήσια ΕΞΕ						45.880,60 €
Κόστος επένδυσης		1		542711,63		542.711,63 €
Επιπλέον κόστος Λ&Σ:		12		100		1.200,00 €

Περιγραφή	Ποσότητα	Τιμή
Ετήσια αύξηση κόστους ηλεκτρικής kWh	2,8	(% ανά έτος)
Ετήσια αύξηση κόστους θερμικής kWh	2,8	(% ανά έτος)
Διάρκεια ζωής έργου	15	(Ετη)
Ποσοστό φόρου	0%	(%)
Προεξοφλητικό επιτόκιο	0%	(%)
Ίδια συμμετοχή	100%	(%)

Ετήσιος λειτουργίας επένδυσης	Συνολι κή εκοικο νόμησ η ενεργει ας	Επιπλέο ν Έσοδα	Κόστ η Λ&Σ	Ακαθάρισ τα Έσοδα	Φό ρος	Καθα ρό κέρδο ς πριν την παρέ μβασ η	Καθαρή ροή χρημάτων	Ταμειακή ροή έκπτωσης	Σωρε υτική ταμει ακή ροή εκπτ ωσης						
										0	1	2	3	4	5
							-542712	0	-						
	45880,	0	0	45880,60	0	45880,6	45880,6	45880,6	496831						
	47165,	0,00	0,00	47165,26	0	47165,26	47165,26	47165,26	449666						
	48485,	0	0,00	48485,88	0	48485,88	48485,88	48485,88	401180						
	49843,	0	0,00	49843,49	0	49843,49	49843,49	49843,49	351336						
	51239,	0	0,00	51239,11	0	51239,11	51239,11	51239,11	300097						
	52673,	0	0,00	52673,80	0	52673,8	52673,8	52673,8	247423						
	54148,	0	0,00	54148,67	0	54148,67	54148,67	54148,67	193275						
	55664,	0	0,00	55664,83	0	55664,83	55664,83	55664,83	137610						
	57223,	0	0,00	57223,45	0	57223,45	57223,45	57223,45	80386,5						
	58825,	0	0,00	58825,70	0	58825,7	58825,7	58825,7	21560,8						
	60472,	0	0,00	60472,82	0	60472,82	60472,82	60472,82	38911,98						
	62166,	0	0,00	62166,06	0	62166,06	62166,06	62166,06	101078						
	63906,	0	0,00	63906,71	0	63906,71	63906,71	63906,71	164984,7						
	65696,	0	0,00	65696,10	0	65696,1	65696,1	65696,1	230680,8						
	67535,	0	0,00	67535,59	0	67535,59	67535,59	67535,59	298216,4						

Σωρευτική ταμειακή ροή εκπτώσης



Αποτελέσματα

Καθαρή παρούσα αξία(NPV)	276222,09	ευρώ
Χρόνος απόσβεσης επένδυσης	10,29	έτη
Αναλογία Παροχών-Κόστους (BCR)	0,51	-
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR)	5%	%

14. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε την ενεργειακή αναβάθμιση του κλειστού γυμναστηρίου Μεσσήνης, όπου προτάθηκαν ενεργειακές παρεμβάσεις σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Τ.Ε.Ε. Κ.Εν.Α.Κ. Σκοπός της εργασίας αυτής, ήταν η ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου που επιτεύχθηκε με την εξοικονόμηση ενέργειας μέσα από την χρήση συγχρόνων τεχνολογιών, την μείωση των αέριων εκπομπών (CO₂) καθώς και η βελτίωση του εσωτερικού κλίματος στο κτήριο.

Το υφιστάμενο κτήριο, που μελετήθηκε βρίσκεται στην Περιφέρεια Πελοποννήσου, στο Νομό Μεσσηνίας και συγκεκριμένα στο Δήμο Μεσσήνης. Η αρχική οικοδομική άδεια είναι το 1973 με υλοποίηση της κατασκευής 1973. Το κλειστό γυμναστήριο στο οποίο πραγματοποιήθηκε η ενεργειακή πιστοποίηση και αναβάθμιση, αποτελείται από ένα κτήριο χωρισμένο σε δύο επίπεδα.

Η διαδικασία έγινε ως εξής, αρχικά πραγματοποιήθηκε η έκδοση του ΠΕΑ με στόχο να εξεταστεί το υπό μελέτη κτήριο επειδή δεν υπήρχαν στοιχεία για τις ενεργειακές του καταναλώσεις. Η ενεργειακή υφιστάμενη κατάσταση του κτηρίου κατηγοριοποιήθηκε στην κλάση «Γ», όπου η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας πριν τις επεμβάσεις για το κτήριο ήταν 936,77 kWh/year/m².

Η δράση της κάλυψης των αναγκών θέρμανσης με αντλία θερμότητας κρίνεται πολύ περισσότερο βιώσιμη από άλλες μεθόδους (π.χ. πετρέλαιο ή αέριο), και οικονομικά και περιβαλλοντολογικά. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει μέσω της κάλυψης των θερμικών αναγκών με την αντλία θερμότητας, καθώς η θέρμανση μέσω του πετρελαίου είναι ιδιαίτερα κοστοβόρα, όμως ο λέβητας παραμένει στον χώρο, ώστε να χρησιμοποιηθεί σαν εναλλακτική λύση θέρμανσης σε περίπτωση ανάγκης.

Επίσης, οι αντλίες θερμότητας αυτές θα χρησιμοποιηθούν και για την ψύξη του χώρου, καθώς θα συνδεθούν με το σύστημα σωλήνων που περνάει μέσα από τα fancoil. Έτσι, η σημασία αυτής της επένδυσης αυξάνεται ακόμα περισσότερο.

Η σωστή ενεργειακή διαχείριση με στόχο την ελαχιστοποίηση των ενεργειακών απαιτήσεων και συνεπώς την ενεργειακά-και κατ' επέκταση οικονομικά- αποδοτικότερη λειτουργία των κτιρίων είναι αναγκαία. Προς αυτή την κατεύθυνση συμβάλλει καταρχάς ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των νέων κτιρίων, ο οποίος αποτελεί στη βάση για την εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο. Στα υφιστάμενα, όμως κτίρια, η Ενεργειακή Επιθεώρηση μπορεί να δράσει επικουρικά στον εντοπισμό των «ενεργειακών αδυναμιών» τους και με σωστή μελέτη να προταθούν δράσεις που θα βοηθήσουν ουσιαστικά στην ενεργειακή αναβάθμιση της λειτουργίας τους, με οφέλη τόσο για τον ιδιοκτήτη, όσο και για το περιβάλλον. Οι εφαρμογή των δράσεων που προτάθηκαν στοχεύουν σε αυτόν το σκοπό.

Ο σχεδιασμός, η κατασκευή και ο τρόπος χρήσης των κτιρίων πρέπει να βασίζονται στις αρχές της ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης των φυσικών πόρων. Συγχρόνως πρέπει να συνεισφέρουν στην υγιεινή και ασφαλή διαβίωση των ενοίκων, χωρίς να προκαλούνται επιπτώσεις στο περιβάλλον. Ανάλογα με τις διαθέσιμες υποδομές, η εκμετάλλευση των ήπιων και ανανεώσιμων μορφών ενέργειας- της βιομάζας, της γεωθερμίας, της αιολικής ενέργειας και της ηλιακής ενέργειας με φωτοβολταϊκά και ηλιακούς συλλέκτες θέρμανσης νερού- μπορεί να συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη δημιουργία πιο καθαρού περιβάλλοντος.

Ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων, η προσαρμογή στις κλιματικές και τοπικές συνθήκες, η χρησιμοποίηση οικοδομικών υλικών με οικολογική συμπεριφορά και δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης και η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του εξοπλισμού, μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση του περιβάλλοντος και στην ενσωμάτωση της λογικής που οδηγεί στην «αιφόρο και βιώσιμη ανάπτυξη» των πόλεων και των οικισμών μας.

Οι λύσεις που μπορούν να εφαρμοσθούν είναι πολλές. Μπορούν να εφαρμοσθούν λύσεις τεχνικές, για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής συμπεριφοράς σε νέα και υφιστάμενα κτίρια με επεμβάσεις για την μείωση των θερμικών απωλειών, την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και την αύξηση του φυσικού δροσισμού το καλοκαίρι. Υπάρχουν επίσης τεχνολογικές λύσεις, με ενσωμάτωση ανανεώσεων πηγών ενέργειας, συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας και ενεργειακής διαχείρισης, καθώς και λύσεις μη τεχνολογικές- ανθρώπινης συμπεριφοράς και νοοτροπίας, ώστε να περιοριστεί η κατανάλωση ενέργειας, χωρίς να μειωθεί το επίπεδο της θερμικής και οπτικής άνεσης και εν γένει της διαβίωσης στα κτίρια.

Με στόχο την επιτυχή ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου επιλέχθηκαν οι παρεμβάσεις, οι οποίες αναφέρονται στο 13^ο κεφάλαιο της μελέτης τα οποία αναφέρονται επιγραμματικά και παρακάτω:

- Εξωτερική θερμομόνωση που αποτελείται από μονοτικό υλικό WALLMATE CW και επίχρισμα 2CM.
- Νέα κουφώματα αλουμινίου με θερμοδιακοπή και φέρουν υαλοπίνακα με επίστρωση χαμηλής εκπομπής και αέρα στο διάκενο.
- Νέο σύστημα θέρμανσης με αντλία θερμότητας, χρησιμοποιώντας το ήδη υπάρχον μονοσωλήνιο σύστημα που θα καταλήγει σε σώματα (θέρμανση) και fan-coils τοίχου (ψύξη) σύστημα ZNX με αντλία θερμότητας και παράλληλα ηλιακούς συλλέκτες.
- Νέους ηλιακούς συλλέκτες συνολικής επιφάνειας 50 τ.μ. οι οποίοι θα ικανοποιούν τις ανάγκες του κτηρίου σε ZNX.
- Νέους ανεμιστήρες-εξαεριστήρες, ώστε να ικανοποιούνται οι ελάχιστες προδιαγραφές εξαερισμού από τις TOTEE.
- Το σύστημα φωτισμού παρέμεινε ίδιο, με φωτιστικά σώματα με λάμπες led.
- Φωτοβολταϊκό σύστημα εβδαδόν επιφάνειας 200 τ.μ. για να μειώσει στο ελάχιστο την εξάρτηση του κτηρίου από το δίκτυο ηλεκτρισμού και να ελαχιστοποιήσει τα κόστη ενέργειας που χρειάζεται το κτήριο.

Στην συνέχεια μετά τα σενάρια των παρεμβάσεων, υλοποιήθηκε μελέτη θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων του κτηρίου, πραγματοποιήθηκε η έκδοση του νέου ΠΕΑ με την νέα ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου και την αναβάθμιση του στη κλάση «A+», όπου η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μετά τις επεμβάσεις για το κτήριο είναι 265,97 kWh/yr/m².

Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα η μείωση της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας για το κτήριο είναι 670,80 kWh/yr/m² (71,6%). Επιπλέον, η μείωση εκπομπών CO₂ (0.407 kg CO₂/kWhel, 0.250 kg CO₂/kWhth) για το κτήριο είναι 273,01 kg CO₂.

Το κόστος των παρεμβάσεων αγγίζει τα 543,911,63 €, τα οποία αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο και ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης είναι στα 10,29 έτη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

1. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 Β έκδοση
2. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-6/2022
3. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2021
4. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017
5. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010
6. Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων
7. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
8. Κανονισμούς του Γ.Ο.Κ. των Ε.Ε.Η.Ε των Υγειονομικών διατάξεων σύμφωνα με τα ΦΕΚ 87Β-1973, ΦΕΚ 937Β-1976 και ΦΕΚ 120Β-2.2.06 και τους κανόνες τέχνης και πρακτικής.
9. ΕΛΟΤ EN 12831
10. Μεθοδολογία της ASHRAE RTS
11. ASHRAE Handbook of Fundamentals 2013
12. ASHRAE Handbook of Systems and Equipment 2012
13. ASHRAE Handbook of Applications 2011
14. ASHRAE Standards for Natural and Mechanical Ventilation
15. ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual ASHRAE GRP 158
16. Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.ΕΝ.Α.Κ. (ΦΕΚ 2367/Β/12-7-2017)
17. 20701-1/2017: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
18. 20701-2/2017: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».
19. 20701-3/2014: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων».
20. 20701-Χ/2010: «Βιοκλιματικός σχεδιασμός».
21. 20701-Χ/2010: «Εγκαταστάσεις ΑΠΕ. σε κτήρια».
22. 20701-Χ/2017: «Εγκατασταθείς Σ.Η.Θ. σε κτήρια».
23. Λογισμικό 4M-KENAK
24. Λογισμικό 4M-FINE
25. Λογισμικό EraCAD

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ:

1. [Energy study final-1.pdf \(moneyreview.gr\)](#)
2. [Εξοικονόμηση ενέργειας - Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας \(sem-lab.gr\)](#)
3. http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/ktiria_intro.htm
4. <https://ypen.gov.gr/energeia/energeiaki-exoikonomisi/ktiria/>
5. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:706608/FULLTEXT01.pdf>
6. <http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=25338&locale=el>
7. <http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=25340&locale=el>
8. http://www.cres.gr/cres/pages/efarmoges/efarmoges_ktiria_9.html
9. <http://www.beisnet.com/2015-08-12-09-25-58/2015-08-12-09-28-22>
10. http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/bioklimatikos_sxediasmos.htm
11. <http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf>
12. <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-1a.html?lang=en&etrans=el>
13. <https://www.iea.org/articles/greece-climate-resilience-policy-indicator>
14. [Εξοικονόμηση Ενέργειας και Αποδοτική Χρήση Ενέργειας - Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου και Βιομηχανίας \(energy.gov.cy\)](#)
15. <https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/55966/nomos-3855-2010>
16. https://energy.ec.europa.eu/system/files/2015-10/20142207.78-93_0.pdf
17. **TOTEE 20701-1/2010**
18. *Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) :* <http://www.cres.gr>
19. <https://ypen.gov.gr/23-tropoi-exoikonomisis-energeias/>
20. <http://www.opengov.gr/minenv/wp-content/uploads/downloads/2010/05/a-kenak.pdf>
21. https://docs.easykenak.gr/lib/exe/fetch.php?media=kenak:02_totee-20701-2.pdf
22. https://energy.ec.europa.eu/system/files/2015-10/20142207.78-93_0.pdf
23. <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/totee/TOTEE-20701-1-Final-%D4%C5%C5-3rd%20edition.pdf>
24. <https://web.tee.gr/wp-content/uploads/%CE%A4%CE%9F%CE%A4%CE%95%CE%95-20701-6-%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82-%CE%A3%CF%87%CE%B5%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%82.pdf>
25. [Shedding light on energy in the EU – A guided tour of energy statistics \(europa.eu\)](#)
26. <https://www.intechopen.com/chapters/11466>
27. <https://www.google.com/maps/place/%CE%9A%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%83%CF%84%CF%8C+%CE%B3%CF%85%CE%BC%CE%BD%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9%CE%BF+%CE%9C%CE%B5%CF%83%CF%83%CE%AE%CE%BD%CE%B7%CF%82/@37.0492614,22.0039591,712m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x1361a57faff46ecb:0x50aa0e0b11a96471!8m2!3d37.0490763!4d22.0021981!16s%2Fq%2F1pzwgcmv?hl=el>
28. <https://www.monodomiki.gr/ell/blog-details/klimatikes-zones-kai-oria-syntelesti-thermoperatotitas>