




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

Ανάλυση και αξιολόγηση του λογισμικού υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων TEE-KENAK και προτάσεις βελτίωσης του.

Σταμούλης Γιώργος
Τσάκα Σοφία



Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των απαιτήσεων για την απόκτηση του διπλώματος
Μηχανολόγου Μηχανικού

Βόλος 2014



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 12857/1
Ημερ. Εισ.: 08-09-2014
Δωρεά: Συγγραφείς
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΜΜ
2014
ΣΤΑ

© 2014 Σταμούλης Γεώργιος

Τσάκα Σοφία

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής: Δρ. Αναστάσιος Σταματέλλος
(Επιβλέπων) Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής: Δρ. Νικόλαος Ανδρίτσος
Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής: Δρ. Ερρίκος Σταπουντζής
Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την εκπόνηση της διπλωματικής μας εργασίας, θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες σε όλους όσους υπήρξαν στήριγμα στην προσπάθειά μας αυτή.

Αρχικά, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον κ. Σταματέλλο Αναστάσιο για την ευκαιρία που μας έδωσε να καταπιαστούμε με το συγκεκριμένο θέμα, αλλά και για την βοήθεια, τις συμβουλές και τις υποδείξεις του.

Επίσης, ευχαριστούμε ιδιαίτερα την κ. Ζώγου Ολυμπία για την συνεχή καθοδήγηση, την υπομονή που είχε μαζί μας και την αμέριστη προσοχή που μας έδειξε προκειμένου να ολοκληρώσουμε την παρούσα διπλωματική εργασία.

Στη συνέχεια, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους γονείς μας για την συνεχή στήριξη, οικονομική και ηθική, καθ' όλη τη διάρκεια των χρόνων σπουδών μας, όπως επίσης και τους φίλους μας για τη συμπαράσταση και τις στιγμές που μας χάρισαν.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ο ένας τον άλλον για την συνεργασία που είχαμε, την υπομονή και κατανόηση που έδειξε ο ένας στον άλλον αλλά και για όσα περάσαμε μαζί.

Σταμούλης Γεώργιος

Τσάκα Σοφία

Περίληψη

Η εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια αποτελεί κύριο μέλημα της Ευρωπαϊκής πολιτικής, και συνεπώς και της Ελληνικής, προκειμένου να επιτευχθεί μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στα κτίρια. Ο σκοπός αυτού είναι να εξασφαλίζονται οι βέλτιστες συνθήκες υγιεινής και άνεσης για τους χρήστες των κτιρίων με τις ελάχιστες καταναλώσεις, τόσο ενεργειακές όσο και χρηματικές. Για τα ελληνικά δεδομένα, αρμόδιοι για εξοικονόμηση αυτή είναι οι ενεργειακοί επιθεωρητές που εγκρίνονται από το κράτος και το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, βασικό εργαλείο των οποίων είναι το λογισμικό Ενεργειακής Επιθεώρησης Τ.Ε.Ε- Κ.Εν.Α.Κ.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετάται και παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται από το λογισμικό υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων Τ.Ε.Ε- Κ.Εν.Α.Κ, καθώς και το λογισμικό αυτό καθ' αυτό.

Η εργασία, που έχει σαν στόχο την μελέτη της μεθοδολογίας του λογισμικού, παρουσιάζει μια πλήρη περιγραφή του τρόπου με τον οποίο το πρόγραμμα υπολογίζει την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου. Στην συνέχεια, γίνονται συγκρίσεις μεταξύ των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από το λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ και από το υπολογιστικό φύλλο της μεθοδολογίας και καταγράφονται οι αποκλίσεις που παρατηρούνται. Τέλος, γίνονται προτάσεις σχετικά με τα σημεία στα οποία το πρόγραμμα επιδέχεται βελτίωσης.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	6
Περίληψη	7
Περιεχόμενα	8
Κατάλογος Πινάκων	12
Κατάλογος εικόνων	15
1. Εισαγωγή.....	18
1.1 Η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων	19
1.1.1 Τα συμβατικά καύσιμα και η ρύπανση του περιβάλλοντος.....	19
1.1.2 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και οι τεχνολογίες Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΕΞΕ).....	20
1.1.3 Η ενεργειακή ταυτότητα ενός κτιρίου	20
1.1.4 Η αναγκαιότητα της ενεργειακής επιθεώρησης στα κτίρια	21
1.2 Βασικό θεσμικό πλαίσιο για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις	21
1.2.1 Θεσμικό πλαίσιο της Ε.Ε.....	21
1.2.2 Θεσμικό πλαίσιο για την Ελλάδα	22
1.3 Δομή της εργασίας.....	23
1.4 Σκοπός της εργασίας	23
2. Νομοθεσία και κανονιστικές διατάξεις.....	24
2.1 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία	24
2.1.1 Οδηγία 93/76/ΕΟΚ.....	24
2.1.2 Οδηγία 2002/91/ΕΚ.....	24
2.1.3 Οδηγία 2006/32/ΕΚ.....	28
2.1.4 Οδηγία 2010/31/ΕΕ.....	29
2.2 Ελληνική Νομοθεσία	29
2.2.1 Νόμος 3661/2008	30
2.2.2 Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ)	34
3. Κτίριο αναφοράς	53
3.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά κτιρίου αναφοράς	54
3.1.1 Σχεδιασμός κτιρίου	54
3.1.2 Κτιριακό κέλυφος.....	54
3.1.3 Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις.....	55

4.	Κύρια χαρακτηριστικά του πρότυπου κτιρίου αναφοράς που επιλέχθηκε.....	59
4.1	Γεωμετρικά χαρακτηριστικά.....	60
4.1.1	Θερμικά χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων	63
4.1.2	Χαρακτηριστικά Η/Μ εγκαταστάσεων	63
4.1.3	Ηλιακά συστήματα.....	64
4.2	Υπολογισμός θερμικών/ψυκτικών φορτίων του υπό μελέτη κτιρίου/ διαστασιολόγηση εξοπλισμού.....	65
4.2.1	Υπολογισμός θερμικών φορτίων του πρότυπου κτιρίου αναφοράς ...	65
4.2.2	Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων κτιρίου αναφοράς	69
5.	Περιγραφή της Μεθοδολογίας υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου .	79
5.1	Μηνιαία Μέθοδος- Υπολογισμός ενεργειακής ζήτησης και κατανάλωσης για θέρμανση και ψύξη του κτιρίου	84
5.1.1	Υπολογισμός ενεργειακής ζήτησης για συνθήκες συνεχούς θέρμανσης και συνεχούς ψύξης χώρου	86
5.1.2	Ολικές απώλειες από το κτιριακό κέλυφος	86
5.1.3	Ολικά θερμικά κέρδη	91
5.1.4	Δυναμικές Παράμετροι	95
5.1.5	Διόρθωση για διακοπτόμενη θέρμανση/ ψύξη	99
5.1.6	Ετήσια ζήτηση για θέρμανση/ ψύξη.....	100
5.1.7	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση/ ψύξη κτιρίου	100
5.1.8	Ετήσια εκπομπή αερίων ρύπων	101
5.1.9	Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.....	101
6.	Εκτέλεση της Μεθοδολογίας Υπολογισμού (υπολογιστικό φύλλο Excel) ενεργειακής απόδοσης κτιρίου για θέρμανση του κτιρίου	102
6.1	Συνολικές απώλειες θερμότητας.....	102
6.1.1	Συνολική μεταφορά θερμότητας με μετάδοση	102
6.1.2	Συνολική μεταφορά θερμότητας λόγω αερισμού	108
6.2	Ολικά Θερμικά Κέρδη	111
6.2.1	Εσωτερικά θερμικά κέρδη.....	111
6.2.2	Ηλιακά θερμικά κέρδη	112
6.3	Δυναμικές Παράμετροι	120
6.4	Διόρθωση για διακοπτόμενη θέρμανση.....	122

7.	Εκτέλεση της Μεθοδολογίας Υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου (υπολογιστικό φύλλο Excel) για λειτουργία ψύξης.....	126
7.1	Συνολικές απώλειες θερμότητας.....	126
7.2	Ολικά θερμικά φορτία	129
7.3	Δυναμικές παράμετροι	132
7.3.1	Διόρθωση για διακοπτόμενη ψύξη	134
8.	Παρουσίαση του Λογισμικού Τ.Ε.Ε- Κ.Εν.Α.Κ .για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων.....	138
8.1	Το λογισμικό ΤΕΕ- Κ.Εν.Α.Κ.....	138
8.1.1	Κατάλογος Επιλογών.....	139
8.1.2	Μάσκα εισαγωγής δεδομένων.....	142
8.1.3	Κτίριο	147
8.1.4	Κτιριακό Κέλυφος	149
8.1.5	Συστήματα	154
9.	Εισαγωγή του υπό μελέτη κτιρίου αναφοράς στο λογισμικό Τ.Ε.Ε.- Κ.Εν.Α.Κ. 163	
9.1	Δεδομένα.....	164
9.1.1	Δεδομένα εισαγωγής εξεταζόμενου κτιρίου	164
9.1.2	Συγκεντρωτική παρουσίαση δεδομένων	167
9.2	Εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό ΤΕΕ- Κ.Εν.Α.Κ.....	169
9.3	Εκτέλεση του προγράμματος	173
10.	Αποτελέσματα.....	174
10.1	Αποτελέσματα μεθοδολογίας Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων (φύλλο Excel) για το πρότυπο κτίριο.....	174
10.1.1	Αποτελέσματα του υπολογιστικού φύλλου Excel για την περίοδο θέρμανσης.....	175
10.1.2	Αποτελέσματα του υπολογιστικού φύλλου Excel για την περίοδο ψύξης 177	
10.1.3	Συνολικές καταναλώσεις.....	179
10.2	Αποτελέσματα λογισμικού ΤΕΕ-KENAK για το πρότυπο κτίριο	179
10.2.1	Ενεργειακή κατάταξη πρότυπου κτιρίου αναφοράς.....	179
10.3	Σύγκριση αποτελεσμάτων λογισμικού ΤΕΕ-KENAK- φύλλου Excel για το πρότυπο κτίριο αναφοράς.....	183
10.4	Ανάλυση ευαισθησίας των δύο υπολογιστικών εργαλείων	184

10.4.1	Μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 25%	185
10.4.2	Μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 40%	194
10.4.3	Μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 63,3%	202
10.5	Προτάσεις Βελτίωσης του Λογισμικού ΤΕΕ-KENAK.....	212
	Βιβλιογραφία	214
	Παράρτημα	216

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Συντελεστές μετατροπής της τελικής κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια.....	40
Πίνακας 2 Νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη.....	40
Πίνακας 3 Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη	42
Πίνακας 4 Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.....	52
Πίνακας 5 Συντελεστές θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου αναφοράς ..	62
Πίνακας 6 Υπολογισμός γινομένου AU για το πρότυπο κτίριο αναφοράς.....	63
Πίνακας 7 Θερμικά χαρακτηριστικά κτιρίου αναφοράς.....	63
Πίνακας 8 Χαρακτηριστικά H/M εγκαταστάσεων για Θέρμανση, Ψύξη, ZNX.....	64
Πίνακας 9 Χαρακτηριστικά ηλιακού συλλέκτη κτιρίου αναφοράς	65
Πίνακας 10 Υπολογισμός θερμικών απωλειών	68
Πίνακας 11 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων	76
Πίνακας 12 Βοηθητικοί συντελεστές για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων ..	78
Πίνακας 13 Πρότυπα για τους υπολογισμούς ενεργειακής ζήτησης και κατανάλωσης θέρμανσης/ ψύξης.....	81
Πίνακας 14 Πρότυπα για τους υπολογισμούς ενεργειακής ζήτησης και κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης	81
Πίνακας 15 Πρότυπο για τους υπολογισμούς ενεργειακής κατανάλωσης φωτισμού	81
Πίνακας 16 Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ενέργειας σε φυσική πρόσπτωση για διάφορους τύπους υαλοπίνακα	94
Πίνακας 17 Συντελεστές πρωτογενούς ενέργειας εκπομπής ρύπων ανά τύπο καυσίμου	101
Πίνακας 18 Υπολογισμός συντελεστή H_D	102
Πίνακας 19 Υπολογισμός συντελεστή H_B	103
Πίνακας 20 Υπολογισμός συντελεστή H_U	103
Πίνακας 21 Υπολογισμός συντελεστή H_A	104
Πίνακας 22 Υπολογισμός U_A	105
Πίνακας 23 Υπολογισμός συνολικού συντελεστή $H_{tr,adj}$	105
Πίνακας 24 Μέση μηνιαία θερμοκρασία 24ώρου	105
Πίνακας 25 Χρονική διάρκεια κάθε μήνα	106
Πίνακας 26 Συνολικές θερμικές απώλειες λόγω μετάδοσης.....	107
Πίνακας 27 Υπολογισμός συντελεστή μεταφοράς θερμότητας με αερισμό $H_{ve,adj}$..	108
Πίνακας 28 Υπολογισμός συνολικής μεταφοράς θερμότητας λόγω αερισμού	109
Πίνακας 29 Συνολικές απώλειες περιόδου θέρμανσης.....	110
Πίνακας 30 Υπολογισμός ρυθμών ροής εσωτερικής ενέργειας.....	111
Πίνακας 31 Συνολικός ρυθμός ροής θερμότητας.....	111
Πίνακας 32 Εσωτερικά θερμικά κέρδη	112
Πίνακας 33 Ηλιακό θερμικό κέρδος ανά κτιριακό στοιχείο	113

Πίνακας 34	Εμβαδό ενεργής επιφάνειας ηλιασμού για διάφανα στοιχεία	114
Πίνακας 35	Εμβαδό ενεργής επιφάνειας ηλιασμού για αδιαφανή στοιχεία	114
Πίνακας 36	Θερμική ακτινοβολία προς τον ουρανό	115
Πίνακας 37	Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο.....	116
Πίνακας 38	Συνολικά ηλιακά θερμικά κέρδη για την περίοδο θέρμανσης	118
Πίνακας 39	Συνολικά θερμικά κέρδη	119
Πίνακας 40	Συνολική ενεργειακή απαίτηση για θέρμανση με λήψη δυναμικών παραμέτρων.....	121
Πίνακας 41	Υπολογισμοί διακοπτόμενης θέρμανσης	123
Πίνακας 42	Ενεργειακή απαίτηση του κτιρίου για θέρμανση	125
Πίνακας 43	Υπολογισμός απωλειών θερμότητας κατά την περίοδο ψύξης	128
Πίνακας 44	Υπολογισμός θερμικών φορτίων για την περίοδο ψύξης	131
Πίνακας 45	Ενεργειακή απαίτηση για ψύξη με χρήση δυναμικών παραμέτρων.....	133
Πίνακας 46	Υπολογισμοί διακοπτόμενης ψύξης.....	135
Πίνακας 47	Ενεργειακή κατανάλωση για την περίοδο ψύξη	137
Πίνακας 48	Σχηματική απεικόνιση εισαγωγής δεδομένων στο πρόγραμμα TEE KENAK	146
Πίνακας 49	Θερμική απόδοση λέβητα για το κτίριο αναφοράς	165
Πίνακας 50	Δεδομένα κτιρίου αναφοράς	169
Πίνακας 51	Αποτελέσματα φύλλου excel για την περίοδο θέρμανσης.....	176
Πίνακας 52	Αποτελέσματα φύλλου excel για την περίοδο ψύξης	178
Πίνακας 53	Συνολικές καταναλώσεις πρότυπου κτιρίου με βάση το φύλλο excel .	179
Πίνακας 54	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα και των δύο προγραμμάτων για θέρμανση.....	183
Πίνακας 55	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα και των δύο προγραμμάτων για ψύξη	183
Πίνακας 56	Μεταβολές της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 25%	186
Πίνακας 57	Μεταβολές της ενεργειακής ζήτησης για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 25%	187
Πίνακας 58	Μεταβολές της ενεργειακής κατανάλωσης για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 25%	188
Πίνακας 59	Μεταβολές της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 40%	195
Πίνακας 60	Μεταβολές της ενεργειακής ζήτησης για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 40%	196
Πίνακας 61	Μεταβολές της ενεργειακής κατανάλωσης για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 40%	197
Πίνακας 62	Μεταβολές της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 63,3%	204
Πίνακας 63	Μεταβολές της ενεργειακής ζήτησης για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 63,3%.....	205

Πίνακας 64 Μεταβολές της ενεργειακής κατανάλωσης για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 63,3%.....	206
---	-----

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1 Κάτοψη πρότυπου κτιρίου αναφοράς.....	60
Εικόνα 2 Πλάγιες όψεις και τομή πρότυπου κτιρίου αναφοράς	61
Εικόνα 3 Πρότυπα για την ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση/ ψύξη.....	82
Εικόνα 4 Πρότυπα για την ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση/ ψύξη	83
Εικόνα 5 Πρότυπα για την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου για ZNX και φωτισμό	83
Εικόνα 6 Σχηματική αναπαράσταση υπολογισμών.....	84
Εικόνα 7 Ισοζύγιο θερμικών απωλειών και κερδών.....	85
Εικόνα 8 Γενικό διάγραμμα υπολογισμών θέρμανσης/ ψύξης	85
Εικόνα 9 Θερμικές απώλειες κτιρίου	87
Εικόνα 10 Θερμικά κέρδη κτιρίου	91
Εικόνα 11 Λογότυπο λογισμικού TEE KENAK	138
Εικόνα 12 Επιλογές προγράμματος TEE KENAK	140
Εικόνα 13 Μελέτη	140
Εικόνα 14 Εκτέλεση	140
Εικόνα 15 Παράθυρο αποτελεσμάτων	141
Εικόνα 16 Αποτελέσματα	141
Εικόνα 17 Έκθεση	142
Εικόνα 18 Προβολή	142
Εικόνα 19 Ζώνη	147
Εικόνα 20 Χρήση κτιρίου	148
Εικόνα 21 Αδιαφανείς επιφάνειες.....	149
Εικόνα 22 Πεδίο εισαγωγής δεδομένων αδιαφανών επιφανειών	150
Εικόνα 23 Επιλογές απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία.....	151
Εικόνα 24 Επιλογές συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας	151
Εικόνα 25 Εισαγωγή δεδομένων σε επαφή με το έδαφος	152
Εικόνα 26 Διαφανείς επιφάνειες.....	153
Εικόνα 27 Καρτέλα θέρμανσης.....	155
Εικόνα 28 Καρτέλα ψύξης	158
Εικόνα 29 Καρτέλα ZNX	160
Εικόνα 30 Καρτέλα ηλιακού συλλέκτη.....	162
Εικόνα 31 Έναρξη του προγράμματος TEE KENAK	164
Εικόνα 32 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «Γενικά»	169
Εικόνα 33 Εισαγωγή δεδομένων στη ζώνη 1	170
Εικόνα 34 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «αδιαφανείς επιφάνειες»	170
Εικόνα 35 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «σε επαφή με το έδαφος»	171
Εικόνα 36 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «διαφανείς επιφάνειες»	171
Εικόνα 37 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «θέρμανση».....	172
Εικόνα 38 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «ψύξη»	172
Εικόνα 39 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «ZNX»	173

Εικόνα 40 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «ηλιακός συλλέκτης»	173
Εικόνα 41 Εκτέλεση προγράμματος.....	174
Εικόνα 42 Απόδοση εξεταζόμενου πρότυπου κτιρίου σε σχέση με το κτίριο αναφοράς	180
Εικόνα 43 Ενεργειακή κατάταξη του πρότυπου κτιρίου με βάση την ενεργειακή κατανάλωση.....	181
Εικόνα 44 Αναλυτικά αποτελέσματα του πρότυπου κτιρίου αναφοράς	182
Εικόνα 45 Αναλυτικά αποτελέσματα κτιρίου αναφοράς	182
Εικόνα 46 Διάγραμμα μεταβολής πρωτογενούς ενέργειας για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 25%.....	189
Εικόνα 47 Διάγραμμα μεταβολής ενεργειακής απαίτησης για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 25%.....	190
Εικόνα 48 Διάγραμμα μεταβολής ενεργειακής κατανάλωσης για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 25%.....	191
Εικόνα 49 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 25% μείωση του U των παραθύρων.....	192
Εικόνα 50 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 25% μείωση του U των τοίχων	193
Εικόνα 51 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 25% μείωση του U των τοίχων και των παραθύρων.....	194
Εικόνα 52 Διάγραμμα μεταβολής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 40%.....	198
Εικόνα 53 Διάγραμμα μεταβολής ενεργειακής απαίτησης για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 40%.....	199
Εικόνα 54 Διάγραμμα μεταβολής ενεργειακής κατανάλωσης για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 40%.....	199
Εικόνα 55 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 40% μείωση του U των παραθύρων.....	200
Εικόνα 56 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 40% μείωση του U των τοίχων	201
Εικόνα 57 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 40% μείωση του U των παραθύρων και των τοίχων.....	202
Εικόνα 58 Διάγραμμα μεταβολής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 63,3%.....	207
Εικόνα 59 Διάγραμμα μεταβολής ενεργειακής απαίτησης για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 63,3%.....	208
Εικόνα 60 Διάγραμμα μεταβολής ενεργειακής κατανάλωσης για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 63,3%.....	208
Εικόνα 61 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 63,3% μείωση του U των παραθύρων.....	209

Εικόνα 62 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 63,3% μείωση του U των τοίχων	210
Εικόνα 63 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 63,3% μείωση του U των τοίχων και των παραθύρων.....	211

1. Εισαγωγή

Τα κτίρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης ευθύνονται για πάνω από το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης της Ε.Ε και για το 45% των συνολικών εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα, σύμφωνα με μελέτες που διεξήχθησαν. Τα ποσοστά αυτά αυξάνονται σταδιακά, έχοντας σαν αποτέλεσμα, αφενός την αύξηση της ενεργειακής εξάρτησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) και αφετέρου την αύξηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Ταυτόχρονα, στις χώρες της Μεσογείου παρατηρείται, τα τελευταία χρόνια, αύξηση της χρήσης των συσκευών κλιματισμού το καλοκαίρι, με αποτέλεσμα την αύξηση της ενεργειακής ζήτησης και τη διατάραξη των τοπικών ενεργειακών συστημάτων λόγω της αύξησης της ζήτησης αιχμής. Προκειμένου να μειωθούν τα ποσοστά αυτά, τα μέλη της Ε.Ε, μεταξύ τους και η Ελλάδα, υπέγραψαν το Πρωτόκολλο του Κιότο τον Απρίλιο του 1998. Όλα τα Κράτη-Μέλη της ΕΕ κύρωσαν το Πρωτόκολλο το Μάιο 2002.

Η Ελλάδα κύρωσε το Πρωτόκολλο του Κιότο με το Νόμο 3017/2002 (ΦΕΚ Α'117). Η αρχική δέσμευση της Ελλάδας ήταν να περιορίσει την αύξηση των εκπομπών στο +25% για το διάστημα 2008- 2012, προκειμένου να συνεισφέρει στον κοινό στόχο της Ε.Ε για 8% μείωση των εκπομπών της αυτό το διάστημα. Στη συνέχεια, η Ελλάδα, μαζί με 200 άλλα κράτη, προχώρησαν στην επέκταση της ισχύος του Πρωτοκόλλου έως το 2020, με σκοπό την μείωση των εκπομπών κατά 30% έναντι των επιπέδων του 1990.[1, 2]

Η εφαρμογή του Πρωτοκόλλου στην Ελλάδα έγινε με τον Ν. 3661/2008 "Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις", που επέβαλε τη σύνταξη «Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης (ΚΕΝΑΚ)», ο οποίος και εφαρμόζεται επίσημα από τον Οκτώβριο του 2010. [3]

Με τον ΚΕΝΑΚ:

- ✓ ορίστηκε η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και οι κατηγορίες της ενεργειακής τους κατάταξης
- ✓ καθορίστηκαν οι ελάχιστες "ενεργειακές" προδιαγραφές για τα νέα ή τα ριζικώς ανακαινισμένα κτίρια
- ✓ ορίστηκε το περιεχόμενο της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, η οποία έχει αντικαταστήσει την παλαιά "Μελέτη Θερμομόνωσης" και έχει ενσωματωθεί υποχρεωτικά στις απαιτούμενες μελέτες για την έκδοση αδειάς για τα νέα ή τα ριζικώς ανακαινισμένα κτίρια
- ✓ καθορίστηκε η διαδικασία της Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων
- ✓ καθορίστηκαν οι διαδικασίες Επιθεωρήσεων Λεβήτων και Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Επιθεωρήσεων Εγκαταστάσεων Κλιματισμού

Με τον όρο «Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίου» περιγράφεται η διαδικασία κατά την οποία εκτιμάται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ενός κτιρίου. Ανάλογα με την κατανάλωση αυτή, το κτίριο κατατάσσεται σε μία από τις 9 ενεργειακές κατηγορίες από Α+ έως Η, και εκδίδεται το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) του κτιρίου.

Η ενεργειακή μελέτη καθώς και η έκδοση του ΠΕΑ εκπονούνται από αρμόδιους ενεργειακούς επιθεωρητές. Το βασικό εργαλείο τους είναι το λογισμικό Τ.Ε.Ε-Κ.Εν.Α.Κ.

Το ειδικό λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στο πλαίσιο του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ). Επίσης, με τη συμβολή μεγάλου αριθμού εξειδικευμένων επιστημόνων αλλά και απλών χρηστών έγινε προσπάθεια ενσωμάτωσης των περισσότερων παρατηρήσεων από την πιλοτική διάθεσή του, προκειμένου για την αναβάθμιση και βελτίωση του και πλέον αποτελεί ένα κοινό σημείο αναφοράς για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα.

Το λογισμικό αυτό εφαρμόζει τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ελλάδα, βασιζόμενο στην μεθοδολογία Ευρωπαϊκών προτύπων (ΕΛΟΤ EN ISO 13790, κ.α.) καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, εκτενέστερος λόγος για τα οποία γίνεται σε επόμενα κεφάλαια. [4]

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του ΚΕΝΑΚ, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790, και των υπολοίπων σχετικών προτύπων.[5-7]

1.1 Η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων

1.1.1 Τα συμβατικά καύσιμα και η ρύπανση του περιβάλλοντος

Η καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια, καθώς και η ενέργεια για θέρμανση και ψύξη στα κτίρια, βασίζεται κατά κύριο λόγο στα συμβατικά καύσιμα, δηλαδή στον άνθρακα, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Όπως είναι γνωστό, τα συμβατικά καύσιμα αποτελούν εξαντλήσιμους φυσικούς πόρους, δηλαδή έχουν πεπερασμένη διάρκεια ζωής.

Ταυτόχρονα, τα συμβατικά καύσιμα, με τη καύση τους, απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα τεράστιες ποσότητες ρύπων και είναι υπεύθυνα για πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα, από τα οποία τα κυριότερα είναι:

- α) Η συμβολή τους στην επίταση του φαινομένου του θερμοκηπίου και
- β) Η συμβολή τους στο φαινόμενο της όξινης βροχής.

Για το μετριασμό των σοβαρών αυτών περιβαλλοντικών προβλημάτων θεωρείται απαραίτητη η μείωση της χρήσης των συμβατικών καυσίμων, και ιδίως του άνθρακα, που είναι πιο ρυπογόνος από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. [1]

1.1.2 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και οι τεχνολογίες Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΕΞΕ)

Οι ΑΠΕ, σε αντιδιαστολή με τα συμβατικά καύσιμα, αποτελούν ανανεώσιμους (και όχι εξαντλήσιμους) φυσικούς πόρους οι οποίοι υπάρχουν σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό σε όλες τις χώρες της Ε.Ε. Ταυτόχρονα η χρήση τους δεν δημιουργεί τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκαλούν τα συμβατικά καύσιμα ή τα δημιουργεί σε πολύ μικρότερο βαθμό (ήπιες μορφές ενέργειας).

Παράλληλα, με κατάλληλη εφαρμογή τεχνολογιών ΕΞΕ μπορεί να επιτευχθεί μείωση της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων για την ίδια κατανάλωση της τελικής ενέργειας αλλά και μείωση της απαίτησης ζήτησης ενέργειας και κατά συνέπεια μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. [1]

1.1.3 Η ενεργειακή ταυτότητα ενός κτιρίου

Ένα κτίριο καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του καταναλώνει ενέργεια για:

- α) την κάλυψη ηλεκτρικών φορτίων (φωτισμό κλπ)
- β) τη θέρμανση χώρων
- γ) την ψύξη χώρων
- δ) ζεστό νερό χρήσης

Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε ένα κτίριο μπορεί να επιτευχθεί με πολλούς τρόπους και συνεπάγεται :

- α) μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τη λειτουργία του κτιρίου
- β) μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ή πετρελαίου ή φυσικού αερίου, δηλαδή οικονομικό όφελος (καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του κτιρίου).

Ταυτόχρονα, σε ένα κτίριο η υποκατάσταση της ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας που παράγεται από συμβατικά καύσιμα με αντίστοιχη ενέργεια που παράγεται από τις ΑΠΕ συνεπάγεται :

- α) μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τη λειτουργία του κτιρίου
- β) μείωση της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων που αποτελούν εξαντλήσιμους αλλά και εισαγόμενους ενεργειακούς φυσικούς όρους. [1]

1.1.4 Η αναγκαιότητα της ενεργειακής επιθεώρησης στα κτίρια

Η υπερβολική ή όχι κατανάλωση ενέργειας σε ένα κτίριο εξαρτάται αφενός από το είδος και τη χρήση του κτιρίου και αφετέρου από τους εξωτερικούς παράγοντες, οι οποίοι βέβαια διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Η ενεργειακή επιθεώρηση (ενεργειακή διάγνωση ή ενεργειακός έλεγχος) στα κτίρια θα μας δώσει πληροφορίες:

- α) για την ενεργειακή σπατάλη των κτιρίων.
- β) για τις απαραίτητες επεμβάσεις, που μπορούν να οδηγήσουν σε εξοικονόμηση ενέργειας στο κτίριο, τη βελτίωση της ενεργειακής του συμπεριφοράς καθώς και τη δυνατότητα ενσωμάτωσης νέων ενεργειακών τεχνολογιών στη λειτουργία του κτιρίου.
- γ) για την εκτίμηση, σε συνδυασμό με οικονομικά στοιχεία, του κατά πόσο είναι οικονομικά αποδοτικό και ωφέλιμο να γίνουν κάποιες ενεργειακές επενδύσεις στο κτίριο.
- δ) για τη ρύπανση του περιβάλλοντος που προκαλείται από την κατανάλωση ενέργειας στο κτίριο, αλλά και για το περιβαλλοντικό όφελος που θα προκύψει με την εφαρμογή τεχνολογιών ΕΞΕ και αξιοποίησης των ΑΠΕ σ' αυτό.

Έτσι, οι ενεργειακές επιθεωρήσεις είναι αποφασιστικής σημασίας για την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.[1]

1.2 Βασικό θεσμικό πλαίσιο για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις

1.2.1 Θεσμικό πλαίσιο της Ε.Ε

Το βασικό θεσμικό πλαίσιο που έχει ψηφιστεί και εφαρμόζεται στην Ευρωπαϊκή Ένωση (επιγραμματικά) είναι:

1. Η οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16-12-2002 «για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων».

2. Η οδηγία 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 13-9-93, «για τον περιορισμό των εκπομπών CO₂ με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων».
3. Η οδηγία 89/106/ΕΟΚ του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 21-12-88, «για τα προϊόντα του τομέα δομικών κατασκευών». [1]
4. Η οδηγία 2006/32/ΕΚ
5. Η οδηγία 2010/31/ΕΕ [6]

1.2.2 Θεσμικό πλαίσιο για την Ελλάδα

Για τη χώρα μας ισχύει η παρακάτω νομοθεσία για την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων (επιγραμματακά):

1. Ο Νόμος 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚΑ' 89). [3]
2. Ο Νόμος 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» (ΦΕΚ Α'85). [8]
3. Το Προεδρικό Διάταγμα 72/2010 «Συγκρότηση, διοικητική-οργανωτική δομή και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας(Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.)» (ΦΕΚ Α'132). [9]
4. Κοινή Υπουργική Απόφαση Αριθμ. Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.)» (ΦΕΚ Β'407). [10]
5. Υπουργική Απόφαση Αριθ. οικ.17178/2010 «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» (ΦΕΚ Β'1387).[11]
6. Η Απόφαση 49731/2010 του Υπουργού ΠΕΚΑ (ΦΕΚ 498 ΑΑΠ/23-11-2010) όπου τροποποιείται το άρθρο 25 του Κτιριοδομικού Κανονισμού. [12]
7. Η Απόφαση οικ. 9584/2011 (ΦΕΚ 492 Β) Υπουργού ΠΕΚΑ όπου προστίθεται υπό προϋποθέσεις η εξωτερική θερμομόνωση στις εργασίες δόμησης μικρής κλίμακας.
8. Το Προεδρικό Διάταγμα 100/2010 «Ενεργειακοί Επιθεωρητές Κτιρίων, Λεβήτων και Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Εγκαταστάσεων Κλιματισμού» (ΦΕΚ 177/Α/6-10-2010).[13]

Στη συνέχεια της εργασίας εξετάζεται περαιτέρω η ισχύουσα ελληνική νομοθεσία για την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων.

1.3 Δομή της εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από 10 κεφάλαια.

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η δομή και ο σκοπός της εργασίας καθώς και μία γενικότερη εικόνα όσον αφορά την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο δίνεται η ισχύουσα νομοθεσία για το θέμα της ενεργειακής επιθεώρησης τόσο σε κρατικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Στο τρίτο κεφάλαιο εισάγεται η έννοια του κτιρίου αναφοράς, η οποία είναι καθοριστική για την συνέχεια της εργασίας, ενώ στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται το κτίριο αναφοράς με βάση το οποίο γίνονται οι υπολογισμοί της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επεξηγούνται αναλυτικά όλοι οι υπολογισμοί με υπολογιστικά φύλλα και πίνακες.

Στα κεφάλαια 5-7, επεξηγείται και αναλύεται η μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής κατάταξης κτιρίων για θέρμανση και ψύξη αντίστοιχα, και παρουσιάζονται οι υπολογισμοί του εν λόγω πρότυπου κτιρίου αναφοράς.

Στη συνέχεια ακολουθεί η παρουσίαση του λογισμικού T.E.E- K.En.A.K και πιο συγκεκριμένα η έκδοση v1.29.1.19.10.05.12.

Στο Ένατο κεφάλαιο περιγράφεται η εισαγωγή δεδομένων του εξεταζόμενου πρότυπου κτιρίου αναφοράς στο λογισμικό TEE KENAK.

Τέλος στο κεφάλαιο 10 παρουσιάζονται και συγκρίνονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν και με τα δύο προγράμματα, δηλαδή με το υπολογιστικό φύλλο excel και με το πρόγραμμα TEE KENAK. Επιπλέον, γίνεται ανάλυση ευαισθησίας του λογισμικού TEE KENAK.

1.4 Σκοπός της εργασίας

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε το νομοθετημένο λογισμικό TEE-KENAK και η σχετική διαδικασία για την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων.

Ο σκοπός της εργασίας είναι να αναλυθεί λεπτομερώς η μεθοδολογία ενεργειακής απόδοσης κτιρίου σύμφωνα με τον KENAK και το ευρωπαϊκό πρότυπο EN ISO 13790 και να εφαρμοστεί σε υπολογιστικό φύλλο excel. [4]

Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε η μεθοδολογία TEE-KENAK σε ένα ειδικά σχεδιασμένο πρότυπο κτίριο, τα χαρακτηριστικά του οποίου περιγράφονται στο οικείο κεφάλαιο.

Τα αποτελέσματα του υπολογιστικού φύλλου Excel που αναπτύχθηκαν, συγκρίνονται με τα αντίστοιχα αποτελέσματα του λογισμικού «Τ.Ε.Ε- Κ.Εν.Α.Κ.», προκειμένου να γίνει αξιολόγηση και ανάλυση ευαισθησίας του λογισμικού.

Οι συγκριτικές εκτελέσεις του λογισμικού και του φύλλου εργασίας, επιτρέπουν την εμβάθυνση στα χαρακτηριστικά τα οποία είναι καθοριστικά στην διαμόρφωση της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία.

2. Νομοθεσία και κανονιστικές διατάξεις

2.1 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία

2.1.1 Οδηγία 93/76/ΕΟΚ

Η οδηγία αυτή αποσκοπεί στην επίτευξη, εκ μέρους των κρατών μελών, του στόχου του περιορισμού των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακος χάρη στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης με την εκπόνηση και την υλοποίηση προγραμμάτων στους ακόλουθους τομείς:

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

Τα προγράμματα μπορούν να περιλαμβάνουν νομοθετικές και κανονιστικές ρυθμίσεις, οικονομικά και διοικητικά μέσα, ενημερωτικές, εκπαιδευτικές και εκούσιες συμφωνίες με αντικειμενικώς εκτιμήσιμα αποτελέσματα. [5]

2.1.2 Οδηγία 2002/91/ΕΚ

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης εκτιμώντας τα ακόλουθα:

Η αυξημένη ενεργειακή απόδοση αποτελεί σημαντικό μέρος της δέσμης των

πολιτικών και των μέτρων που απαιτούνται για τη συμμόρφωση με το πρωτόκολλο του Κιότο, και θα πρέπει να περιλαμβάνεται σε όλες τις δέσμες πολιτικής για την τήρηση των περαιτέρω δεσμεύσεων.

Στα συμπεράσματά του της 30ής Μαΐου 2000 και της 5ης Δεκεμβρίου 2000 το Συμβούλιο ενέκρινε το πρόγραμμα δράσης της Κοινότητας σχετικά με την ενεργειακή απόδοση και ζήτησε τη λήψη ειδικών μέτρων στον τομέα των κτιρίων.

Ο τομέας της κατοικίας και ο τριτογενής τομέας, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων είναι κτίρια, αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 40 % της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Κοινότητα και αναπτύσσεται, τάση που πρόκειται να αυξήσει την ενεργειακή του κατανάλωση και, κατά συνέπεια, τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Η οδηγία 89/106/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 21ης Δεκεμβρίου 1988, για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών όσον αφορά τα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών, απαιτεί να γίνονται οι δομικές κατασκευές και οι εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης και αερισμού κατά τρόπο ώστε η απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας κατά τη χρησιμοποίηση του έργου να είναι χαμηλή, ανάλογα με τα κλιματικά δεδομένα του τόπου αλλά και τους χρήστες.

Στα μέτρα για την περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τόσο οι κλιματολογικές όσο και οι τοπικές συνθήκες καθώς και οι κλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό τους και η σχέση κόστους/οφέλους. Τα μέτρα αυτά δεν θα πρέπει να αντιβαίνουν σε άλλες βασικές απαιτήσεις για τα κτίρια, όπως η ευχέρεια πρόσβασης, η αρχή της προφύλαξης και η χρήση για την οποία προορίζεται το κτίριο.

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων θα πρέπει να υπολογίζεται με βάση μεθοδολογία που μπορεί να διαφοροποιείται σε περιφερειακό επίπεδο και η οποία περιέχει, εκτός της θερμομόνωσης, και άλλους παράγοντες που διαδραματίζουν ολοένα και περισσότερο σημαντικό ρόλο όπως π.χ. οι εγκαταστάσεις θέρμανσης/κλιματισμού, η εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ο σχεδιασμός του κτιρίου. Η κοινή προσέγγιση στη διαδικασία αυτή, που θα εκτελείται από εξειδικευμένους ή/και διαπιστευμένους εμπειρογνώμονες, των οποίων η ανεξαρτησία θα πρέπει να εξασφαλίζεται βάσει αντικειμενικών κριτηρίων, θα συμβάλλει στη δημιουργία ισότιμων όρων σε ό,τι αφορά τις προσπάθειες που καταβάλλονται στα κράτη μέλη για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα και θα εισάγει διαφάνεια για τους υποψήφιους ιδιοκτήτες ή χρήστες αναφορικά με την ενεργειακή απόδοση στην κοινοτική αγορά ακινήτων.

Η Επιτροπή προτίθεται να αναπτύξει περαιτέρω πρότυπα όπως το EN 832 ή EN 13790, επίσης όσον αφορά τα συστήματα κλιματισμού και φωτισμού. [4]

Τα κτίρια έχουν επιπτώσεις στην κατανάλωση ενέργειας μακροπρόθεσμα και συνεπώς τα νέα κτίρια θα πρέπει να ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης προσαρμοσμένες στο τοπικό κλίμα

Η πιστοποίηση μπορεί να υποστηρίζεται από προγράμματα για τη διευκόλυνση της ισότιμης πρόσβασης στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, να βασίζεται σε συμφωνίες μεταξύ οργανώσεων των ενδιαφερομένων και σώματος οριζόμενου από το κράτος μέλος, ή ακόμη, να διενεργείται από εταιρίες παροχής υπηρεσιών ενέργειας οι οποίες συμφωνούν να αναλάβουν τις απαραίτητες επενδύσεις. Τα υιοθετούμενα σχέδια θα πρέπει να εποπτεύονται και να ελέγχονται από τα κράτη μέλη, τα οποία θα πρέπει επίσης να διευκολύνουν την χρήση κινήτρων. Στο μέγιστο δυνατό βαθμό, το πιστοποιητικό θα πρέπει να περιγράφει την τρέχουσα ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και μπορεί να αναθεωρείται αναλόγως. Τα δημόσια κτίρια και τα κτίρια τα οποία επισκέπτεται συχνά το κοινό θα πρέπει να αποτελέσουν το παράδειγμα στα περιβαλλοντικά και ενεργειακά ζητήματα, και, κατά συνέπεια, θα πρέπει να υπόκεινται σε τακτική ενεργειακή πιστοποίηση. Η δημοσιότητα των πληροφοριών σχετικά με την ενεργειακή απόδοση θα πρέπει να βελτιωθεί με επίδειξη των εν λόγω πιστοποιητικών. Επί πλέον, η ένδειξη των επίσημα συνιστώμενων εσωτερικών θερμοκρασιών, μαζί με τη μετρούμενη πραγματική θερμοκρασία, θα μπορούσαν να αποθαρρύνουν την κακή χρήση των συστημάτων θέρμανσης, κλιματισμού και αερισμού. Τούτο θα συμβάλλει στην αποφυγή άσκοπης χρήσης ενέργειας και στη διασφάλιση άνετων συνθηκών εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασιακή άνεση) σε σχέση με την εξωτερική θερμοκρασία.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται όλο και μεγαλύτερη διάδοση των συσκευών κλιματισμού στις χώρες της Νοτίου Ευρώπης. Τούτο προκαλεί σοβαρά προβλήματα σε ώρες αιχμής φορτίου, με συνέπεια την αύξηση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας και την διατάραξη της ενεργειακής ισορροπίας στις χώρες αυτές. Θα πρέπει να δοθεί προτεραιότητα σε στρατηγικές που βελτιώνουν τη θερμική συμπεριφορά των κτιρίων το καλοκαίρι. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να αναπτυχθούν περισσότερο οι τεχνικές παθητικής ψύξης των κτιρίων, και πρωτίστως εκείνες που συμβάλουν στη βελτίωση της ποιότητας του κλίματος στο εσωτερικό των κτιρίων, καθώς και του μικροκλίματος πέριξ του κτιρίου.

Η οδηγία προβλέπει τα εξής:

Στόχος της είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων εντός της Κοινότητας λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές κλιματολογικές και τις τοπικές

συνθήκες, καθώς και τις κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων και τη σχέση κόστους/οφέλους.

Η παρούσα οδηγία θεσπίζει απαιτήσεις που αφορούν:

α) το γενικό πλαίσιο για μια μεθοδολογία υπολογισμού της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων:

Τα κράτη μέλη εφαρμόζουν, σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο, μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων βάσει του γενικού πλαισίου το οποίο καθορίζεται στο παράρτημα της παρούσας οδηγίας.

β) την εφαρμογή ελαχίστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων:

Στις απαιτήσεις πρέπει να συνεκτιμώνται οι γενικές απαιτήσεις εσωτερικών κλιματικών συνθηκών, προκειμένου να αποφεύγονται ενδεχόμενες αρνητικές επιπτώσεις όπως ο ανεπαρκής αερισμός, καθώς και οι τοπικές συνθήκες, η προβλεπόμενη χρήση και η ηλικία του κτιρίου. Οι απαιτήσεις αναθεωρούνται σε τακτά διαστήματα τα οποία δεν υπερβαίνουν τα πέντε έτη και, εάν χρειαστεί, ενημερώνονται προκειμένου να αντικατοπτρίζουν την τεχνική πρόοδο στον τομέα των κτιριακών κατασκευών.

γ) την εφαρμογή ελαχίστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση μεγάλων υφισταμένων κτιρίων στα οποία γίνεται μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση:

Ισχύουν οι παραπάνω απαιτήσεις. Τα κράτη μέλη δύνανται να μην καθορίσουν ή να μην εφαρμόσουν τις απαιτήσεις αυτές για τις εξής κατηγορίες κτιρίων:

- κτίρια και μνημεία επισήμως προστατευόμενα ως μέρος συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής τους αξίας, εφόσον η συμμόρφωση προς τις απαιτήσεις θα αλλοίωνε απaráδεκτα τον χαρακτήρα ή την εμφάνισή τους,
- κτίρια χρησιμοποιούμενα ως χώροι λατρείας ή θρησκευτικών δραστηριοτήτων,
- προσωρινά κτίρια με εκ σχεδιασμού προβλεπόμενη διάρκεια χρήσης το πολύ δύο ετών, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, εργαστήρια, αγροτικά κτίρια πλην κατοικιών με χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις και αγροτικά κτίρια πλην κατοικιών τα οποία χρησιμοποιούνται από τομέα καλυπτόμενο από εθνική τομεακή συμφωνία για την ενεργειακή απόδοση,
- κτίρια κατοικιών τα οποία προβλέπεται να χρησιμοποιούνται λιγότερο από τέσσερις μήνες το χρόνο,
- μεμονωμένα κτίρια με συνολική ωφέλιμη επιφάνεια κάτω των 50 m².

δ) την ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων

Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι κατά την κατασκευή, την πώληση ή την εκμίσθωση κτιρίων θα διατίθεται πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης στον ιδιοκτήτη ή από τον ιδιοκτήτη στον υποψήφιο αγοραστή ή μισθωτή. Το πιστοποιητικό θα είναι δεκαετούς ισχύος κατ' ανώτατο όριο. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων περιλαμβάνει τιμές αναφοράς, όπως ισχύουσες νομικές απαιτήσεις και κριτήρια συγκριτικής αξιολόγησης, ώστε να επιτρέπει στους καταναλωτές να συγκρίνουν και να αξιολογούν την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Το πιστοποιητικό συνοδεύεται από συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε σχέση με το κόστος.

ε) την τακτική επιθεώρηση των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων και, επί πλέον, μια αξιολόγηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης των οποίων οι λέβητες είναι παλαιότεροι των 15 ετών.[14]

2.1.3 Οδηγία 2006/32/EK

Σκοπός της παρούσας οδηγίας είναι να ενισχυθεί η οικονομικώς αποτελεσματική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση στα κράτη μέλη με:

α) την παροχή των αναγκαίων ενδεικτικών στόχων καθώς και μηχανισμών, κινήτρων και θεσμικών, χρηματοδοτικών και νομικών πλαισίων για την άρση των υφιστάμενων φραγμών και ατελειών της αγοράς που παρεμποδίζουν την αποδοτική τελική χρήση της ενέργειας·

β) τη δημιουργία των συνθηκών για την ανάπτυξη και την προώθηση της αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών και για την παροχή, στους τελικούς καταναλωτές, άλλων μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.[5]

Η παρούσα οδηγία εφαρμόζεται:

α) στους παρόχους μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, των διανομέων ενέργειας, των διαχειριστών συστημάτων διανομής και των εταιρειών λιανικής πώλησης ενέργειας.

β) στους τελικούς καταναλωτές. .

γ) στις ένοπλες δυνάμεις, αλλά μόνον στο μέτρο που η εφαρμογή της δεν έρχεται σε σύγκρουση με τη φύση και τον κύριο στόχο των δραστηριοτήτων των ενόπλων δυνάμεων και με την εξαίρεση του υλικού που χρησιμοποιείται αποκλειστικά για στρατιωτικούς σκοπούς.[5]

2.1.4 Οδηγία 2010/31/ΕΕ

Η παρούσα οδηγία προωθεί τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων εντός της Ένωσης λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές κλιματολογικές και τις τοπικές συνθήκες, καθώς και τις κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων και τη σχέση κόστους/οφέλους. Επίσης θεσπίζει απαιτήσεις που αφορούν:

- α) το κοινό γενικό πλαίσιο για μια μεθοδολογία υπολογισμού της συνολικής ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και κτιριακών μονάδων·
- β) την εφαρμογή ελάχιστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων και νέων κτιριακών μονάδων·
- γ) την εφαρμογή ελάχιστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση:
 - i) υφισταμένων κτιρίων, κτιριακών μονάδων και κτιριακών στοιχείων τα οποία υποβάλλονται σε μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση,
 - ii) δομικών στοιχείων που αποτελούν τμήμα του κελύφους του κτιρίου και έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην ενεργειακή απόδοση του κελύφους, όταν τοποθετούνται εκ των υστέρων ή αντικαθίστανται, και
 - iii) τεχνικών συστημάτων κτιρίων, σε περίπτωση εγκατάστασης νέου, αντικατάστασης ή αναβάθμισης·
- δ) τα εθνικά σχέδια αύξησης του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας·
- ε) την ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίων ή κτιριακών μονάδων·
- στ) την τακτική επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού κτιρίων, και
- ζ) τα ανεξάρτητα συστήματα ελέγχου για τα πιστοποιητικά ενεργειακών επιδόσεων και τις εκθέσεις επιθεώρησης.

Τέλος, οι απαιτήσεις της παρούσας οδηγίας αποτελούν ελάχιστες απαιτήσεις και δεν εμποδίζουν τα κράτη μέλη να διατηρούν ή να θεσπίζουν αυστηρότερα μέτρα. Ανάλογα μέτρα επιβάλλεται να συνάδουν προς τη συνθήκη για τη λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης. [5]

2.2 Ελληνική Νομοθεσία

2.2.1 Νόμος 3661/2008

Με τις διατάξεις του παρόντος νόμου, εναρμονίζεται η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων». [3]

2.2.1.1 Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων

Με τον Νόμο αυτό εγκρίνεται Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων. Με τον Κανονισμό καθορίζεται η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοσή τους, ο τύπος και το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, τα αρμόδια για την εκπόνησή της πρόσωπα, η διαδικασία και η συχνότητα διενέργειας ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, των λεβήτων, των εγκαταστάσεων θέρμανσης και των συστημάτων κλιματισμού, ο τύπος και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, η διαδικασία έκδοσής του, ο έλεγχος αυτής και τα προς τούτο αρμόδια όργανα, το ύψος της δαπάνης έκδοσής του και ο τρόπος υπολογισμού της, τυχόν πρόβλεψη κινήτρων για την εφαρμογή πρόσθετων μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, καθώς και κάθε άλλο ειδικότερο θέμα ή αναγκαία λεπτομέρεια.

Η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων περιλαμβάνει τουλάχιστον:

- α) τα θερμικά χαρακτηριστικά των στοιχείων του κτιρίου, περιλαμβανομένης και της αεροστεγανότητας,
- β) την εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσίας θερμού νερού, περιλαμβανομένων και των χαρακτηριστικών των μονώσεών τους,
- γ) την εγκατάσταση κλιματισμού,
- δ) τον εξαερισμό και το φυσικό αερισμό,
- ε) την ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού κτιρίων άλλων χρήσεων, πλην της κατοικίας,
- στ) τη θέση και τον προσανατολισμό των κτιρίων, περιλαμβανομένων και των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών,
- ζ) τα παθητικά ηλιακά συστήματα, και την ηλιακή προστασία,
- η) τις επικρατούσες εσωτερικές κλιματικές συνθήκες, περιλαμβανομένων και των επιδιωκόμενων.

Κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων συνεκτιμάται, κατά περίπτωση, η θετική επίδραση:

- α) των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ηλεκτροπαραγωγής, που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας,
- β) της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται μέσω ΣΗΘ,
- γ) των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση, τηλεψύξη) και
- δ) του φυσικού φωτισμού.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και την εφαρμογή των επί μέρους ρυθμίσεων του Κανονισμού, τα κτίρια κατατάσσονται, κατά κατηγορία, σε:

- α) κατοικίες διαφόρων τύπων, όπως μονοκατοικίες, διαμερίσματα και συγκροτήματα αυτών,
- β) πολυκατοικίες,
- γ) γραφεία,
- δ) εκπαιδευτικά κτίρια,
- ε) νοσοκομεία,
- στ) ξενοδοχεία και εστιατόρια,
- ζ) αθλητικές εγκαταστάσεις,
- η) κτίρια υπηρεσιών χονδρικού και λιανικού εμπορίου,
- θ) κάθε άλλη κατηγορία κτιρίων που καταναλώνουν ενέργεια.

Οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων αναθεωρούνται τουλάχιστον κάθε πενταετία και αναπροσαρμόζονται κατά περίπτωση, λαμβανομένης υπόψη της τεχνικής προόδου στον τομέα των κτιριακών κατασκευών. Ειδικότερα, η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων επανεξετάζεται κατά τακτά χρονικά διαστήματα, τα οποία δεν μπορεί να είναι μικρότερα των δύο (2) ετών.[3]

2.2.1.2 Νέα Κτίρια

Τα νέα κτίρια πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης που ορίζονται στον Κανονισμό. Για τα νέα κτίρια συνολικής επιφάνειας άνω των χιλίων (1.000) τ.μ., πριν την έναρξη της ανέγερσης, πρέπει να εκπονείται και να υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία μελέτη, που συνοδεύει τη μελέτη της παραγράφου 1 του άρθρου 3 και η οποία περιλαμβάνει την τεχνική,

περιβαλλοντική και οικονομική σκοπιμότητα εγκατάστασης τουλάχιστον ενός εκ των εναλλακτικών συστημάτων παροχής ενέργειας, όπως αποκεντρωμένων συστημάτων παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας.[3]

2.2.1.3 Υφιστάμενα Κτίρια

Στα υφιστάμενα κτίρια συνολικής επιφάνειας άνω των χιλίων (1.000) τ.μ. που υφίστανται ριζική ανακαίνιση, η ενεργειακή απόδοσή τους αναβαθμίζεται, στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό, ώστε να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, όπως αυτές καθορίζονται στον Κανονισμό. Οι απαιτήσεις αυτές θεσπίζονται είτε για το ανακαινιζόμενο κτίριο ως σύνολο είτε μόνο για τις ανακαινιζόμενες εγκαταστάσεις ή τα δομικά στοιχεία αυτού, εφόσον αποτελούν μέρος ανακαίνισης που πρέπει να ολοκληρωθεί εντός περιορισμένου χρονικού διαστήματος, με στόχο τη βελτίωση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.[3]

2.2.1.4 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης

Μόλις ολοκληρωθεί η κατασκευή νέου κτιρίου ή η ριζική ανακαίνιση υφιστάμενου κτιρίου, ο ιδιοκτήτης υποχρεούται να ζητήσει την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης. Κατά την πώληση ή τη μίσθωση κτιρίων διατίθεται από τον ιδιοκτήτη στον αγοραστή ή τον μισθωτή αυτών πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης. Η εφαρμογή των διατάξεων των προηγούμενων εδαφίων δεν μπορεί να αποκλεισθεί με συμφωνία των συμβαλλόμενων μερών.

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου εκδίδεται από τους επιθεωρητές του άρθρου 9, κατά τα οριζόμενα στον Κανονισμό, και ισχύει, κατά ανώτατο όριο, για δέκα (10) έτη. Εάν στο κτίριο γίνει ριζική ανακαίνιση ή προσθήκη σε έκταση που επηρεάζει την ενεργειακή απόδοσή του, η ισχύς του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου λήγει κατά το χρόνο ολοκλήρωσης της ανακαίνισης ή της προσθήκης, πριν παρέλθει το διάστημα των δέκα (10) ετών.

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τιμές αναφοράς, όπως ισχύουσες νομικές απαιτήσεις και κριτήρια συγκριτικής αξιολόγησης, ώστε να επιτρέπει στους καταναλωτές να συγκρίνουν και να αξιολογούν την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Το πιστοποιητικό συνοδεύεται από συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, σε σχέση με το κόστος που μπορεί αυτή να συνεπάγεται.[3]

2.2.1.5 Επιθεώρηση λέβητων

Για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, διενεργείται από τους ενεργειακούς επιθεωρητές επιθεώρηση στους λέβητες κτιρίων που θερμαίνονται με συμβατικά ορυκτά καύσιμα, ως εξής:

α) τουλάχιστον κάθε πέντε (5) έτη, στους λέβητες με ωφέλιμη ονομαστική ισχύ από είκοσι (20) έως και εκατό (100) kW,

β) τουλάχιστον κάθε δύο (2) έτη, στους λέβητες με ωφέλιμη ονομαστική ισχύ ανώτερη των εκατό (100) kW και, αν αυτοί θερμαίνονται με αέριο καύσιμο, τουλάχιστον κάθε τέσσερα (4) έτη.

Οι επιθεωρητές συντάσσουν έκθεση, στην οποία αξιολογείται η αποτελεσματικότητα του λέβητα και διατυπώνονται οδηγίες και συστάσεις για τη ρύθμιση, συντήρηση, επισκευή ή αντικατάστασή του, εφόσον συντρέχει περίπτωση.

Εγκαταστάσεις θέρμανσης με λέβητες παλαιότερους των δεκαπέντε (15) ετών και ωφέλιμη ονομαστική ισχύ ανώτερη των είκοσι (20) kW επιθεωρούνται, στο σύνολό τους, από τους ενεργειακούς επιθεωρητές μία μόνο φορά, σε χρόνο και σύμφωνα με τη διαδικασία που ορίζεται στον Κανονισμό. Οι επιθεωρητές συντάσσουν έκθεση, στην οποία αξιολογείται η αποτελεσματικότητα του λέβητα και των διαστάσεων του σε σχέση με τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου και διατυπώνονται οδηγίες και συστάσεις για τυχόν επιβαλλόμενη αντικατάσταση του λέβητα, τροποποιήσεις του συστήματος θέρμανσης και εναλλακτικές λύσεις.[3]

2.2.1.6 Επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού

Για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, διενεργείται από τους ενεργειακούς επιθεωρητές επιθεώρηση στις εγκαταστάσεις κλιματισμού κτιρίων, με ωφέλιμη ονομαστική ισχύ ανώτερη των δώδεκα (12) kW, τουλάχιστον κάθε πέντε (5) έτη. Οι επιθεωρητές συντάσσουν έκθεση, στην οποία αξιολογούνται η αποτελεσματικότητα και οι διαστάσεις της εγκατάστασης κλιματισμού σε σχέση με τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου και διατυπώνονται κατάλληλες οδηγίες και συστάσεις για βελτίωση ή αντικατάσταση της εγκατάστασης του κλιματισμού. [3, 13]

2.2.1.7 Τροποποιήσεις

Ο Νόμος 3661/2008 (ΦΕΚ 89/Α/2010) «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» τροποποιήθηκε:

- με το άρθρο 10 του Νόμου 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» (ΦΕΚ 85/Α/2010).[8]
- με το άρθρο 28 του Νόμου 3889/2010 «Χρηματοδότηση Περιβαλλοντικών Παρεμβάσεων, Πράσινο Ταμείο, Κύρωση Δασικών Χαρτών και άλλες διατάξεις» ώστε να επεκταθεί και στην περίπτωση κτιρίων κατοικίας που προορίζονται για χρήση που δεν υπερβαίνει τους τέσσερις (4) μήνες (παραθεριστικές κατοικίες). [15],[13]

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

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) εγκρίθηκε με την Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 Κοινή Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και ΠΕΚΑ (ΦΕΚΒ'407). [10]

Για την υποστήριξη της εφαρμογής του ΚΕΝΑΚ εγκρίθηκαν με την οικ. 17178/2010 Απόφαση Υπουργού ΠΕΚΑ (ΦΕΚ 1387/ Β/2.9.2010) οι παρακάτω Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ, οι οποίες διατίθενται από το ΤΕΕ:

α) ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης», [16]

β) ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων», [17]

γ) ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών», [18]

δ) ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού». [19]

Μετά από τη διετή εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ., προέκυψαν και καταγράφηκαν αρκετά ερωτήματα και παρατηρήσεις, τόσο όσον αφορά στη διαδικασία ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, όσο και στην εκπόνηση - υποβολή μελετών ενεργειακής απόδοσης κτηρίων. Προκειμένου για τη διευκόλυνση, καθοδήγηση και ενιαία αντιμετώπιση των θεμάτων που προέκυψαν, καθώς και για τα όσα αναφέρονται στις διευκρινιστικές εγκυκλίους του Υ.Π.Ε.Κ.Α., το ΤΕΕ υπέβαλε σχετικά κείμενα, ανά τεχνική οδηγία, με τις απαραίτητες διευκρινίσεις, προσθήκες και τροποποιήσεις στην αρμόδια υπηρεσία Ε.Υ.Επ.Εν. Τα σχετικά κείμενα «Διευκρινίσεις & Προσθήκες Τεχνικών Οδηγιών» εγκρίθηκαν από τον Υπουργό Υ.Π.Ε.Κ.Α. με το με Αριθ. οικ. 1192/ΦΕΚ 1413-2012, τα οποία ισχύουν από την ημέρα έκδοσης του σχετικού ΦΕΚ και ενσωματώνονται στη δεύτερη έκδοση των αντίστοιχων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010,

20701-3/2010 και 20701-4/2010. Με την ίδια απόφαση εγκρίθηκε και η νέα τεχνική οδηγία:

- ΤΟΤΕΕ 20701-5/2012 «Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε Κτήρια».[20]

Επίσης για την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ εκδόθηκαν:

α) η Εγκύκλιος «Εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)» (οικ. 1603/4.10.2010) [21] και

β) η Εγκύκλιος «Διευκρινίσεις για την ορθή εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» (οικ. 2279/22.12.2010) [22]

γ) η Εγκύκλιος 2366/05.01.2011 με επιπλέον διευκρινήσεις [23]

δ) η Εγκύκλιος 22/26.01.2011 της Συντονιστικής Επιτροπής Συμβολαιογραφικών Συλλόγων Ελλάδος [24]

ε) η Εγκύκλιος "Διευκρινήσεις για την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ" (οικ.2021/14/6/2012) [25]

στ) Ο Κ.Εν.Α.Κ. σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 23, παράγραφο 2, του νόμου 4122/2013, εξακολουθεί να ισχύει μέχρι την έκδοση νέας απόφασης για αναθεώρηση του Κανονισμού. [13] [26]

2.2.2.1 Σκοπός

Σκοπός του παρόντος αποτελεί η μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό (ΘΨΚ), φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) με την ταυτόχρονη διασφάλιση συνθηκών άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων. Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται μέσω του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού του κελύφους, της χρήσης ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών και ηλεκτρομηχανολογικών (Η/Μ) εγκαταστάσεων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και συμπαγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ).

Για τους σκοπούς της προηγούμενης παραγράφου:

- Ορίζεται μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων για την εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων των κτιρίων για ΘΨΚ, φωτισμό και ΖΝΧ.
- Καθορίζονται ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.
- Καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των κτιρίων, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του

κτιριακού κελύφους και οι προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων, των υπό μελέτη νέων κτιρίων καθώς και των ριζικά ανακαινιζόμενων, όπως αυτά ορίζονται στις παραγράφους 11 και 12 αντίστοιχα του άρθρου 2 του ν. 3661/2008.

- Ορίζεται το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Καθορίζεται η μορφή του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, καθώς και τα στοιχεία που αυτό θα περιλαμβάνει.
- Καθορίζεται η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, καθώς και η διαδικασία των επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

2.2.2.2 Ορισμοί

Για την εφαρμογή της παρούσας απόφασης, οι όροι που χρησιμοποιούνται στις διατάξεις της έχουν την ακόλουθη έννοια:

- «Κτίριο αναφοράς»: κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν τη ΘΨΚ των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ΖΝΧ και το φωτισμό.
- «Συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου»: το άθροισμα των επιμέρους υπολογιζόμενων ενεργειακών καταναλώσεων ενός κτιρίου για τη ΘΨΚ, παραγωγή ΖΝΧ και φωτισμό, εκφραζόμενο σε ενέργεια ανά μονάδα μικτής επιφάνειας των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου ανά έτος σε kWh/(m² · έτος). Ειδικά για τα κτίρια κατοικίας στη συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση δεν συνυπολογίζεται ο φωτισμός.
- «Συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου»: το άθροισμα των προαναφερόμενων επιμέρους ενεργειακών καταναλώσεων, μετά από την αναγωγή τους σε μεγέθη πρωτογενούς ενέργειας σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής (πρωτογενής προς τελική ενέργεια).
- «Απόδοση συστήματος ή συντελεστής απόδοσης»: είναι ο λόγος της αποδιδόμενης ωφέλιμης ενέργειας του συστήματος προς την ενέργεια που χρησιμοποιεί και καταναλώνει το σύστημα για τη λειτουργία του.
- «Εσωτερικά κέρδη»: οι θερμικές πρόσοδοι ενός χώρου κτιρίου από εσωτερικές πηγές θερμότητας, όπως άνθρωποι, φωτιστικά σώματα, ηλεκτρικές συσκευές, εξοπλισμός γραφείου κ.α.

- «Ηλιακά κέρδη»: οι θερμικές πρόσδοδοι εντός του κτιρίου μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας και της μετατροπής της σε θερμότητα. Διακρίνονται σε άμεσα κέρδη τα οποία οφείλονται στην ηλιακή ακτινοβολία που διέρχεται μέσω των παραθύρων και λοιπών ανοιγμάτων και σε έμμεσα κέρδη που προέρχονται από την ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται από αδιαφανή στοιχεία.
- «Θερμική ζώνη κτιρίου»: Σύνολο (ομάδα) χώρων μέσα στο κτίριο με όμοιες απαιτούμενες εσωτερικές συνθήκες και χρήση. Οι θερμικές ζώνες καθορίζονται με βάση τα παρακάτω κριτήρια:
 - α) Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4 K για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
 - β) Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία.
 - γ) Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που καλύπτονται με διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
 - δ) Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές εσωτερικών ή/και ηλιακών κερδών ή/και θερμικών απωλειών.
 - ε) Υπάρχουν χώροι όπου το σύστημα του μηχανικού αερισμού καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.
- «Συντελεστής σκίασης»: η ικανότητα ενός σκιάστρου να περιορίζει τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 και 1. Όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής σκίασης, τόσο λιγότερη ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στο εσωτερικό του κτιρίου ή/και προσπίπτει στα εξωτερικά δομικά στοιχεία.
- «COP: συντελεστής επίδοσης»: ο συντελεστής συμπεριφοράς των αντλιών θερμότητας στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (για θέρμανση), όπως δίνονται στις τεχνικές προδιαγραφές.
- «EER: λόγος ή δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας»: ο συντελεστής συμπεριφοράς των ψυκτικών μονάδων στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (για ψύξη), όπως δίδονται στις τεχνικές προδιαγραφές.
- «SPF: εποχιακός βαθμός απόδοσης»: ο μέσος εποχιακός συντελεστής συμπεριφοράς των αντλιών θερμότητας στις μέσες συνθήκες λειτουργίας ψύξης/θέρμανσης, όπως δίδονται στις τεχνικές προδιαγραφές.
- «Μέσος συντελεστής θερμικών απωλειών διανομής»: το ποσοστό συνολικών θερμικών απωλειών του δικτύου διανομής επί της συνολικής κατανάλωσης θερμικής ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση χώρων ή ψύξη χώρων ή ZNX) του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης.
- «Αερισμός μέσω χαραμάδων»: η ποσότητα αέρα που διέρχεται από τις χαραμάδες των κουφωμάτων.

– «Μελέτη ενεργειακής απόδοσης»: Η μελέτη που αναλύει και αξιολογεί την απόδοση του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων.

2.2.2.3 Μεθοδολογία Υπολογισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων προσδιορίζεται με βάση μεθοδολογία υπολογισμού της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Η μεθοδολογία υπολογισμού περιλαμβάνει τουλάχιστον τα παρακάτω στοιχεία:

- Τη χρήση του κτιρίου, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό χρηστών.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτιρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.α.), σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (χωρίσματα κ.α.).
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας, διαπερατότητα κ.α.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ΖΝΧ (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενή τομέα.
- 10 Τα παθητικά ηλιακά συστήματα.

Στη μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμάται, κατά περίπτωση, η θετική επίδραση των ακόλουθων συστημάτων:

- Ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).
- Ενέργεια παραγόμενη με τεχνολογίες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ).

- Κεντρικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).
- Φυσικός φωτισμός.

Η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων επανεξετάζεται κατά τακτά χρονικά διαστήματα, σύμφωνα με την παράγραφο 5 του άρθρου 3 του ν. 3661/08. Η πρώτη επανεξέταση επιβάλλεται να πραγματοποιηθεί δύο (2) έτη από την έναρξη ισχύος της παρούσας. [3]

2.2.2.4 Υπολογιστικές μέθοδοι- Δεδομένα Υπολογισμού

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου **ΕΛΟΤ EN ISO 13790**. [4]

Για τους ανωτέρω υπολογισμούς χρησιμοποιούνται λογισμικά τα οποία θα αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), η οποία

συστάθηκε με το άρθρο 6 του νόμου 3818/2010 (ΦΕΚ 17/16-02-2010) στην Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ).

Οι παράμετροι υπολογισμού καθορίζονται από τα στοιχεία της αρχιτεκτονικής και ηλεκτρομηχανολογικής μελέτης του κτιρίου και σύμφωνα με τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ), οι οποίες εγκρίνονται με απόφαση Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΠΕΚΑ) και επικαιροποιούνται, κατά περίπτωση, σύμφωνα με τις εθνικές απαιτήσεις και εξελίξεις.

Οι πρότυπες εσωτερικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός εσωτερικών χώρων, φωτισμός κ.α.) των κτιρίων προσδιορίζονται με σχετικές ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής τους με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ.

Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη τα κλιματικά δεδομένα όπως προσδιορίζονται με σχετική ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ.

Η αναγωγή σε πρωτογενή ενέργεια γίνεται με χρήση των συντελεστών του Πίνακα 1

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Βιομάζα	1,00	--

Πίνακας 1 Συντελεστές μετατροπής της τελικής κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας εφαρμόζεται η ίδια μεθοδολογία, τόσο στο υπό μελέτη κτίριο, όσο και στο αντίστοιχο κτίριο αναφοράς.

2.2.2.5 Κλιματικές ζώνες

Για την εφαρμογή της παρούσας απόφασης, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης. Στον Πίνακα 2 προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη). Τα όρια των κλιματικών ζωνών δύνανται να καθοριστούν με μεγαλύτερη ανάλυση, σύμφωνα με σχετική ΤΟΤΕΕ.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, 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

Πίνακας 2 Νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη

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.

2.2.2.6 Ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

Κάθε νέο κτίριο καθώς και κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά, πρέπει να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης της παρούσας, κατά τα οριζόμενα στα άρθρα 4 και 5 του ν. 3661/2008.[3]

Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης ικανοποιούνται όταν το κτίριο πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές που περιγράφονται στην παρούσα απόφαση και

α) είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου είναι μικρότερη ή ίση από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς.

β) είτε το εξεταζόμενο κτίριο έχει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά με το κτίριο αναφοράς τόσο ως προς το κτιριακό κέλυφος όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις στο σύνολό τους.

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται ο υπολογισμός της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας με ενεργειακή μελέτη.

2.2.2.7 Ελάχιστες προδιαγραφές κτιρίων

- Σχεδιασμός κτιρίου

Στο σχεδιασμό του κτιρίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κάτωθι παράμετροι:

α) Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών.

β) Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.

γ) Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού.

δ) Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).

ε) Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός εκ των Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων (ΠΗΣ), όπως: άμεσου ηλιακού κέρδους (νότια ανοίγματα), τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο) κ.α.

στ) Ηλιοπροστασία.

ζ) Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.

η) Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.

Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και τις επικρατούσες συνθήκες.

- Κτιριακό κέλυφος

Θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους:

α) Τα επιμέρους δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου, πρέπει να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3)

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² .K)]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U _D	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _W	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis)	U _{DL}	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U _G	1,20	0,90	0,75	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος	U _{WE}	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κ.α)	U _F	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες	U _{GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

Πίνακας 3 Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη

Για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια που ενσωματώνουν στο κέλυφος παθητικά συστήματα, πέραν αυτών του άμεσου κέρδους (νότια ανοίγματα), τα συστήματα αυτά δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) ως έχουν, αλλά αντικαθίστανται με αντίστοιχα

συμβατικά δομικά μη διαφανή στοιχεία με θερμικά χαρακτηριστικά, όπως ορίζονται στον Πίνακα 3.

Η διαδικασία υπολογισμού των συντελεστών θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων, των γραμμικών συντελεστών θερμοπερατότητας (θερμογέφυρες), καθώς και του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) του κτιρίου καθορίζεται με σχετική ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ.

- Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις

Οι επιμέρους Η/Μ εγκαταστάσεις του εξεταζόμενου νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου, πρέπει να πληρούν τους ακόλουθους περιορισμούς:

α) Κάθε κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ) που εγκαθίσταται στο κτίριο με παροχή νωπού αέρα $\geq 60\%$, επιτυγχάνει ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 50%.

β) Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) της κεντρικής θέρμανσης, ή της εγκατάστασης ψύξης, ή του συστήματος ΖΝΧ, διαθέτουν θερμομόνωση που καθορίζεται με σχετική ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ. Ιδιαίτερα οι εγκαταστάσεις δικτύων που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους διαθέτουν κατ' ελάχιστον πάχος θερμομόνωσης 19mm για θέρμανση ή/και ψύξη χώρων και 13mm για ΖΝΧ, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$ (στους 20°C).

γ) Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους των κτιρίων διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$ και πάχος θερμομόνωσης τουλάχιστον 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm.

δ) Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης για την αντιμετώπιση των μερικών φορτίων, ή άλλο ισοδύναμο σύστημα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας υπό μερικό φορτίο.

ε) Σε περίπτωση μεγάλου κυκλώματος με επανακυκλοφορία του ΖΝΧ εφαρμόζεται κυκλοφορία με σταθερό Δp και κυκλοφορητή με ρύθμιση στροφών βάσει της ζήτησης σε ΖΝΧ.

στ) Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 11 του ν. 3661/08, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ΖΝΧ καλύπτονται από άλλα

αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας των οποίων ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SPF) είναι μεγαλύτερος από $(1,15 \times 1/\eta)$, όπου η είναι ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2009/28/ΕΚ. Μέχρι να καθορισθεί νομοθετικά η τιμή του η , ο SPF πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3.

ζ) Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτίρια του τριτογενή τομέα έχουν μέγιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m² ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.

η) Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης και ψύξης.

θ) Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών για τη θέρμανση χώρων, καθώς επίσης και σε κεντρικά συστήματα παραγωγής ΖΝΧ, εφαρμόζεται θερμιδομέτρηση.

ι) Σε όλα τα κτίρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτιρίου.

ια) Σε όλα τα κτίρια του τριτογενή τομέα απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργου ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστον 0,95.

2.2.2.8 Μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίου

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης:

- Τεκμηριώνει ότι το κτίριο ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις
- Περιλαμβάνεται στο φάκελο που υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία για την έκδοση οικοδομικής άδειας σύμφωνα με το άρθρο 10 του ν. 3661/08.
- Αποτελεί πρόσθετη μελέτη επιπλέον των μελετών αρχιτεκτονικής, διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου, θέρμανσης, ψύξης, ΖΝΧ και φωτισμού.
- Αντικαθιστά τη μελέτη θερμομόνωσης, σύμφωνα με το άρθρο 13 του ν. 3661/2008. Εφ' εξής οι υπολογισμοί για τη θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους περιλαμβάνονται στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης.

Για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου υπολογίζονται, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στην παρούσα απόφαση, οι

καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση: θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, ΖΝΧ, συμπεριλαμβανομένου του φωτισμού για κτίρια του τριτογενούς τομέα.

Το τεύχος της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου περιλαμβάνει τα εξής:

- Γενικές Πληροφορίες
 - Γενικά στοιχεία κτιρίου: τοποθεσία, χρήση κτιρίου (κατοικία, γραφεία, κ.α.), πρόγραμμα λειτουργίας (ωράριο), αριθμός χρηστών (συνολικός και ανά βάρδια για κτίρια με 24ώρη λειτουργία).
 - Επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός). Αν υπάρχουν χώροι με διαφορετικές συνθήκες, όπως στα κτίρια νοσοκομείων, αναφέρονται αναλυτικά.
 - Δεδομένα και παραδοχές για τους παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
 - Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, διεύθυνση, ένταση και ταχύτητα ανέμου κ.α.), όπως ορίζονται με σχετική ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ.
 - Σύντομη περιγραφή και τεκμηρίωση του ενεργειακού σχεδιασμού του κτιρίου όσον αφορά στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και το σχεδιασμό των Η/Μ εγκαταστάσεων, καθώς και στα προτεινόμενα συστήματα Εξοικονόμησης Ενέργειας / Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας και ΑΠΕ.
 - Αναφορά του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, καθώς και των παραδοχών που λαμβάνονται υπόψη για την εφαρμογή της μεθοδολογίας όπως:
 - α) οι θερμικές ζώνες. Για τις ζώνες που καθορίζονται στους υπολογισμούς θα πρέπει να υπάρχει σχηματική και αναλυτική περιγραφή.
 - β) στην περίπτωση που για την εκπόνηση της μελέτης απαιτείται ο διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες (λόγω διαφοροποίησης της χρήσης των χώρων του), όλα τα δεδομένα ή/και παραδοχές – εκτός των κλιματικών –πρέπει να αναφέρονται ανά ζώνη.
 - γ) οι θερμογέφυρες στα διάφορα στοιχεία του κτιριακού κελύφους.
- Σχεδιασμός κτιρίου
 - Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές σκίασης κ.α.).
 - Τεκμηρίωση της χωροθέτησης και προσανατολισμού του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, με

διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση.

- Τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος.
 - Τεκμηρίωση του σχεδιασμού και χωροθέτησης των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φωτισμού και αερισμού (ποσοστό, τύπος και εμβαδόν διαφανών επιφανειών ανά προσανατολισμό).
 - Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).
 - Περιγραφή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων για τη χειμερινή και θερινή περίοδο: υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους (κάθετης / κεκλιμένης / οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 30ο από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης.
 - Περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτιρίου ανά προσανατολισμό: διαστάσεις και υλικά κατασκευής, τύπος (σταθερά / κινητά, οριζόντια / κατακόρυφα, συμπαγή / διάτρητα) και ένδειξη του προκύπτοντος ποσοστού σκίασης για τις 21 Δεκεμβρίου και 21 Ιουνίου.
 - Γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού.
 - Σχεδιαστική απεικόνιση με κατασκευαστικές λεπτομέρειες της θερμομονωτικής στρώσης, των παθητικών συστημάτων και των συστημάτων ηλιοπροστασίας στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου (κατόψεις, όψεις, τομές).
- Κτιριακό Κέλυφος
 - Θερμικά χαρακτηριστικά του κτιριακού κελύφους και των ανοιγμάτων (θερμοπερατότητα, ανακλαστικότητα, διαπερατότητα και απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, κ.α.).
 - Περιγραφή της θέσης, των θερμοφυσικών ιδιοτήτων και του τύπου της θερμομόνωσης, όπου αυτή προβλέπεται (οροφές, δάπεδα, τοιχοποιία).
 - Συντελεστής θερμοπερατότητας και εμβαδόν αδιαφανών στοιχείων του εξωτερικού κελύφους (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδα, φέρων οργανισμός), έλεγχος αυτών βάσει των απαιτούμενων ορίων ανά προσανατολισμό.
 - Συντελεστής θερμοπερατότητας των εσωτερικών χωρισμάτων που διαχωρίζουν θερμαινόμενες και μη θερμαινόμενες ζώνες του κτιρίου.

- Συντελεστής θερμοπερατότητας και εμβαδόν ανοιγμάτων και γυάλινων προσόψεων, έλεγχος αυτών βάσει των απαιτούμενων ορίων ανά προσανατολισμό.
- Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις
 - Τεχνικά χαρακτηριστικά της κεντρικής εγκατάστασης παραγωγής και διανομής θερμού νερού για τη θέρμανση των χώρων (απόδοση συστημάτων, είδος καυσίμου, χρόνος λειτουργίας, είδος και ισχύς τερματικών μονάδων, είδος και ισχύς βοηθητικών συστημάτων διανομής, απώλειες δικτύου κ.α.).
 - Τεχνικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων ψύξης- κλιματισμού χώρων (είδος και απόδοση συστημάτων, είδος καυσίμου, χρόνος λειτουργίας, είδος και ισχύς τερματικών μονάδων, είδος και ισχύς βοηθητικών συστημάτων διανομής, απώλειες δικτύου κ.α.).
 - Τεχνικά χαρακτηριστικά των κεντρικών μονάδων διαχείρισης αέρα (ΚΚΜ) και συστήματος μηχανικού αερισμού (διατάξεις συστήματος, φίλτρα, ύγρανση, στοιχεία ψύξης/θέρμανσης, ισχύς ανεμιστήρων κ.α.).
 - Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής και διανομής ΖΝΧ (τύπος, ισχύς, ημερήσια κατανάλωση νερού, επιθυμητή θερμοκρασία ΖΝΧ, απώλειες δικτύου, ποσοστό ηλιακών συλλεκτών κ.α.).
 - Τεχνικά χαρακτηριστικά ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (τύπος, συντελεστές απόδοσης κ.α.). Η αδυναμία εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών πρέπει να τεκμηριώνεται.
 - Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος τεχνητού φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενή τομέα (ζώνες φυσικού φωτισμού, ώρες χρήσης φυσικού φωτισμού, αυτοματισμοί, διάταξη διακοπών, είδος φωτιστικών, φωτιστική ικανότητα λαμπτήρων κ.α.). Αναφορά στα συστήματα σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού και άλλα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας.
 - Περιγραφή κεντρικού συστήματος παρακολούθησης και ενεργειακού ελέγχου (BEMS), των προβλεπόμενων αυτοματισμών και ελέγχων και το αναμενόμενο όφελος τους στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, εφόσον προβλέπεται η εγκατάσταση και χρήση τους.
 - Τεχνικά χαρακτηριστικά λοιπών συστημάτων, όπου προβλέπονται, και αντίστοιχη αποτύπωσή τους στα αρχιτεκτονικά και Η/Μ σχέδια, όπως: ΑΠΕ, (φωτοβολταϊκά, γεωθερμικές αντλίες θέρμανσης/ψύξης), ΣΗΘ (τύπος και ισχύς συστήματος, καύσιμο, ηλεκτρικά και θερμικά φορτία κάλυψης κ.α.), κεντρικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).
- Αποτελέσματα υπολογισμών

Αναλυτικά αποτελέσματα των υπολογισμών με σαφή αναφορά των μονάδων μέτρησης των μεγεθών, όπως:

- Θερμικές απώλειες κελύφους και αερισμού. Ηλιακά και εσωτερικά κέρδη κλιματιζόμενων χώρων.
- Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m^2), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός), ανά θερμική ζώνη και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.).
- Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m^2) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα

2.2.2.9 Ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων

Γενικά:

- Η ενεργειακή επιθεώρηση αποσκοπεί:
 - α) στην εκτίμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, φωτισμός, ΖΝΧ) και συνολικά,
 - β) στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου,
 - γ) στην έκδοση του ΠΕΑ,
 - δ) στη σύνταξη συστάσεων προς τον ιδιοκτήτη/χρήστη για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου του.
- Η ενεργειακή επιθεώρηση διεξάγεται από Ενεργειακούς Επιθεωρητές, εγγεγραμμένους στο προβλεπόμενο από την παράγραφο 2 του άρθρου 9 του ν. 3661/08, Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών, σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 6 του ν. 3661/2008.

Η διαδικασία Ενεργειακής Επιθεώρησης περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

- Ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου στον Ενεργειακό Επιθεωρητή κατόπιν πρόσκλησης από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου. Κατά την ανάθεση συμφωνούνται αμοιβαία οι υποχρεώσεις του Επιθεωρητή (όπως έκδοση ΠΕΑ, σύνταξη έκθεση επιθεώρησης κ.α.) και του ιδιοκτήτη/διαχειριστή (όπως παροχή γενικών πληροφοριών για τη χρήση και κατασκευή του κτιρίου, το ιδιοκτησιακό καθεστώς, παράδοση των αρχιτεκτονικών και Η/Μ σχεδίων του κτιρίου ως κατασκευασθέν), για τη διευκόλυνση της ενεργειακής επιθεώρησης. Δεν αποτελεί υποχρέωση του Ενεργειακού Επιθεωρητή η ακριβής αποτύπωση του προς επιθεώρηση κτιρίου. Στον επιθεωρητή παρέχεται η δυνατότητα επίσκεψης των εσωτερικών κοινόχρηστων και ιδιόκτητων προς επιθεώρηση χώρων.

- Ηλεκτρονική Απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου (Α.Π.) ενεργειακής επιθεώρησης από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτιρίου στο προβλεπόμενο από την παράγραφο 3 του άρθρου 9 του ν. 3661/08, Αρχείο Επιθεωρήσεως Κτιρίων. Ο ίδιος αριθμός πρωτοκόλλου θα χρησιμοποιείται για την ηλεκτρονική καταχώρηση του ΠΕΑ και της τελικής έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης, στο προαναφερόμενο Αρχείο.
- Επιτόπιος έλεγχος του Ενεργειακού Επιθεωρητή στο κτίριο και καταγραφή/επαλήθευση των στοιχείων που του έχουν παρασχεθεί από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση συμπληρώνεται το τυποποιημένο έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου. Τα στοιχεία που καταγράφονται στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης λαμβάνονται από τα αρχιτεκτονικά και Η/Μ σχέδια του κτιρίου, τη μελέτη θερμομόνωσης ή την ενεργειακή μελέτη, το αρχείο συντήρησης εγκαταστάσεων (εφόσον υπάρχει) και από πληροφορίες του ιδιοκτήτη/διαχειριστή.
- Σε περίπτωση κτιρίων μεγάλης επιφάνειας με πολύπλοκες Η/Μ εγκαταστάσεις, πέρα από την απλή καταγραφή των στοιχείων του, δύναται να χρησιμοποιηθεί κατάλληλος εξοπλισμός για τη μέτρηση των διαφόρων παραμέτρων που συμβάλουν στην ακριβή αποτύπωση των κτιριακών εγκαταστάσεων και των συνθηκών λειτουργίας. Ο μετρητικός εξοπλισμός μπορεί να χρησιμοποιείται για τις μετρήσεις των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του κτιρίου, των θερμικών χαρακτηριστικών του (θερμοπερατότητα, θερμοκρασία επιφανειών κ.α.), της κατανάλωσης ενέργειας των Η/Μ συστημάτων, την ένταση και την τάση ρεύματος, την απορροφούμενη ισχύ, τον συντελεστή ισχύος και την ποιότητα ηλεκτρικού ρεύματος (αρμονικές κ.α.), τα επίπεδα φωτισμού και την απορροφούμενη ισχύ από τα συστήματα φωτισμού και τις εσωτερικές συνθήκες των χώρων (θερμοκρασία, υγρασία, κυκλοφορία αέρα κ.α.).
- Επεξεργασία των στοιχείων του κτιρίου με την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου. Από τους υπολογισμούς προκύπτει η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου (για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό και ΖΝΧ) και η αντίστοιχη ενεργειακή του κατάταξη.
- Σύνταξη του ΠΕΑ Κτιρίου
- Έκδοση του ΠΕΑ, ηλεκτρονική καταχώρησή του στο Αρχείο Επιθεώρησης Κτιρίων μαζί με το έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου και παράδοσή του, σφραγισμένο και υπογεγραμμένο, στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή, με μέριμνα του Ενεργειακού Επιθεωρητή.
- Για τη σύνταξη των συστάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής δύναται να ανατρέχει σε κατάλογο προτεινόμενων συστάσεων, όπως καθορίζονται με σχετική ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ.

- Ειδικά για τις περιπτώσεις νέων ή ριζικά ανακαινιζόμενων κτιρίων, εάν κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης για έκδοση ΠΕΑ, κατά τα οριζόμενα στην παράγραφο 1 του άρθρου 6 του ν. 3661/08, διαπιστωθεί ότι δεν ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης και επομένως το κτίριο δεν κατατάσσεται τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία Β, τότε ο εκάστοτε ιδιοκτήτης/διαχειριστής του κτιρίου υποχρεούται να εφαρμόσει εντός προθεσμίας ενός (1) έτους από την έκδοση του ΠΕΑ, μέτρα βελτίωσης τα οποία εξασφαλίζουν την ένταξη του κτιρίου στην ενεργειακή κατηγορία Β σύμφωνα με τις συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή που αναφέρονται στο ΠΕΑ. Ακολούθως, διενεργείται εκ νέου ενεργειακή επιθεώρηση και εκδίδεται νέο ΠΕΑ και σε περίπτωση μη ικανοποίησης των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης (κατάταξη τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία Β), εφαρμόζονται αναλόγως οι διατάξεις του άρθρου 382 του ΠΔ 580/Δ/1999 (ΦΕΚ Α' 210) «Κώδικας Βασικής Πολεοδομικής Νομοθεσίας».

2.2.2.9 Ενεργειακή Επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης

Η διαδικασία επιθεώρησης λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

- Ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης του λέβητα ή/και της εγκατάστασης θέρμανσης του κτιρίου στον Ενεργειακό Επιθεωρητή κατόπιν πρόσκλησης από τον ιδιοκτήτη
- Ηλεκτρονική Απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου (Α.Π.) ενεργειακής επιθεώρησης από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτιρίου σε ειδική μερίδα του προβλεπόμενου από την παράγραφο 3 του άρθρου 9 του ν. 3661/08, Αρχείου Επιθεωρήσεως Κτιρίων.
- Επιτόπιος έλεγχος του Ενεργειακού Επιθεωρητή στις εγκαταστάσεις του κτιρίου και καταγραφή/επαλήθευση των στοιχείων που του είχαν παρασχεθεί από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση συμπληρώνεται το τυποποιημένο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Λέβητα ή Εγκατάστασης Θέρμανσης αντίστοιχα.
- Επεξεργασία των στοιχείων και αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του λέβητα ή της εγκατάστασης θέρμανσης. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη οι μέσες τιμές για όμοιους λέβητες ή συστήματα θέρμανσης, όπως καθορίζονται σε εθνικά πρότυπα, τα οποία βασίζονται σε τυπολογίες λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης.
- Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης καταχωρούνται στο Έντυπο Επιθεώρησης Λέβητα ή Εγκατάστασης Θέρμανσης. Στο ίδιο έντυπο,

καταχωρούνται επίσης διαπιστώσεις και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του λέβητα και της εγκατάστασης θέρμανσης. Οι συστάσεις βασίζονται στα αποτελέσματα της επιθεώρησης, λαμβάνοντας υπόψη και τη διαθεσιμότητα νέων τεχνολογιών.

- Έκδοση του Εντύπου Επιθεώρησης Λέβητα ή Επιθεώρησης Εγκατάστασης Θέρμανσης, ηλεκτρονική καταχώρησή του σε ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεώρησης Κτιρίων και παράδοσή του, σφραγισμένο και υπογεγραμμένο, στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου, με μέριμνα του Ενεργειακού Επιθεωρητή.

2.2.2.10 Ενεργειακή Επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού

Η ενεργειακή επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού διενεργείται από Ενεργειακούς Επιθεωρητές, εγγεγραμμένους στο προβλεπόμενο από την παράγραφο 2 του άρθρου 9 του ν. 3661/08, Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών, σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 8 του ν. 3661/2008. Συγκεκριμένα η επιθεώρηση στις εγκαταστάσεις κλιματισμού κτιρίων με συνολική ωφέλιμη θερμική / ψυκτική ονομαστική ισχύ μεγαλύτερη των 12 kW διενεργείται τουλάχιστον κάθε πέντε έτη.

Η διαδικασία επιθεώρησης των εγκαταστάσεων κλιματισμού περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

- Ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης της εγκατάστασης κλιματισμού του κτιρίου στον Ενεργειακό Επιθεωρητή κατόπιν πρόσκλησης από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή.
- Ηλεκτρονική Απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου (Α.Π.) ενεργειακής επιθεώρησης από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτιρίου σε ειδική μερίδα του προβλεπόμενου από την παράγραφο 3 του άρθρου 9 του ν. 3661/08, Αρχείου Επιθεωρήσεως Κτιρίων.
- Επιτόπιος έλεγχος του Ενεργειακού Επιθεωρητή στις εγκαταστάσεις του κτιρίου και καταγραφή/επαλήθευση των στοιχείων που του έχουν παρασχεθεί από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή.
- Επεξεργασία των στοιχείων και αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης κλιματισμού.
- Το σύστημα αερισμού, εφόσον υπάρχει, επιθεωρείται με το σύστημα κλιματισμού. Για το λόγο αυτό, στη διαδικασία επιθεώρησης της εγκατάστασης κλιματισμού περιλαμβάνεται και η επιθεώρηση του συστήματος αερισμού και των κλιματιστικών μονάδων που υπάρχουν στο κτίριο ή τμήμα αυτού.

- Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης καταχωρούνται στο Έντυπο Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού.
- Έκδοση του Εντύπου Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού, ηλεκτρονική καταχώρησή του σε ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεώρησης Κτιρίων και παράδοσή του, σφραγισμένο και υπογεγραμμένο, στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου, με μέριμνα του Ενεργειακού Επιθεωρητή.

2.2.2.11 Κατηγορίες Ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

Οι κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση των κτιρίων δίνονται στον Πίνακα 4. Ο δείκτης RR λαμβάνεται 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 και αποτελεί τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης.

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33RR$	$T \leq 0,33$
A	$0,33RR < EP \leq 0,50RR$	$0,33 < T \leq 0,50$
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 4 Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

2.2.2.12 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων (ΠΕΑ) απεικονίζει την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.

Στο ΠΕΑ αναφέρονται, μεταξύ άλλων, τα γενικά στοιχεία του κτιρίου, η υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτιρίου, η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας και τελική χρήση, η πραγματική ετήσια συνολική τελική κατανάλωση

ενέργειας, οι υπολογιζόμενες και πραγματικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Κάθε συμβολαιογράφος για την κατάρτιση πράξεως αγοραπωλησίας ακινήτου υποχρεούται να μνημονεύσει στο συμβόλαιο τον αριθμό πρωτοκόλλου του ΠΕΑ και να επισυνάψει σε αυτό επίσημο αντίγραφο του ΠΕΑ. Σε κάθε μίσθωση ακινήτου, ο αριθμός πρωτοκόλλου του ΠΕΑ πρέπει να αναγράφεται στο ιδιωτικό ή συμβολαιογραφικό μισθωτήριο έγγραφο. Η φορολογική αρχή δε θεωρεί μισθωτήρια έγγραφα εάν δεν προσκομίζεται ενώπιον της ισχύον ΠΕΑ.

Σε περίπτωση που το ΠΕΑ εκδίδεται στο πλαίσιο προγραμμάτων για τον οικιακό τομέα χρηματοδοτούμενων από εθνικούς ή/και κοινοτικούς πόρους, οι συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή αναφέρονται, κατά προτεραιότητα, με βάση τις επιλέξιμες, κάθε φορά, επεμβάσεις.

Με σχετική ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ, καθορίζονται η οριστική μορφή και περιεχόμενο του ΠΕΑ κτιρίου. [13]

3. Κτίριο αναφοράς

Ο καθορισμός των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, όπως ορίζει η ευρωπαϊκή οδηγία 91/2002 και ο νόμος 3661/2008, μπορεί να γίνει κυρίως με δύο μεθόδους: είτε μέσω τιμών αναφοράς, είτε μέσω του κτιρίου αναφοράς. Και στις δύο περιπτώσεις διαμορφώνονται οι ενεργειακές κατηγορίες A+, A, B+, B κτλ για κάθε χρήση κτιρίου και για κάθε κλιματική ζώνη. [3]

Στην περίπτωση του κτιρίου αναφοράς, το υπό εξέταση κτίριο (νέο ή ανακαινιζόμενο) συγκρίνεται με το κτίριο αναφοράς το οποίο καταλαμβάνει πάντα τη θέση B. Η τελική πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας ($\text{kWh/m}^2/\text{έτος}$) του κτιρίου αναφοράς καθορίζει και την κατανάλωση της κατηγορίας B, ενώ οι υπόλοιπες κατηγορίες σχηματίζονται ως ποσοστά της κατανάλωσης του κτιρίου αναφοράς.

Ο καθορισμός των ελάχιστων απαιτήσεων μέσω του κτιρίου αναφοράς, είναι μία μέθοδος σύγκρισης και αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης του εξεταζόμενου κτιρίου, ως προς το όμοιο κτίριο του. Το κτίριο αναφοράς έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, την ίδια θέση, τον ίδιο προσανατολισμό, την ίδια χρήση και τα ίδια χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του κτιριακού κελύφους του, όσο και στις Η/Μ

εγκαταστάσεις που αφορούν στη θέρμανση, στην ψύξη και στον κλιματισμό (Θ.Ψ.Κ) των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ) και στο φωτισμό (για τα κτίρια του τριτογενούς τομέα).

Όλα τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτίρια πρέπει να έχουν ενεργειακή κατάσταση ίδια ή καλύτερη από της κατηγορίας Β. Ιδιαίτερα για τα υφιστάμενα κτίρια που ανακαινίζονται ριζικώς, η υποχρέωση συμμόρφωσης ως προς την κατηγορία Β γίνεται στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό.[27]

3.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά κτιρίου αναφοράς

3.1.1 Σχεδιασμός κτιρίου

Ως κτίριο αναφοράς ορίζεται ένα κτίριο που έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το υπό εξέταση κτίριο. Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα που πιθανώς ενσωματώνονται στο εξεταζόμενο κτίριο δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης για το κτίριο αναφοράς, εκτός από το σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους. Στην περίπτωση αυτή, στο κτίριο αναφοράς τα ιδιαίτερα δομικά στοιχεία των ΠΗΣ αντικαθίστανται με αντίστοιχα συμβατικά δομικά μη διαφανή στοιχεία με θερμικά χαρακτηριστικά όπως ορίζονται στον Κ.Εν.Α.Κ.[13]

3.1.2 Κτιριακό κέλυφος

3.1.2.1 Θερμομόνωση και θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους

α) Το κτίριο αναφοράς διαθέτει θερμομονωμένα εξωτερικά δομικά στοιχεία, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου 8 του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.

β) Το κτίριο αναφοράς περιλαμβάνει εξωτερικές επιφάνειες με συντελεστή απορροφητικότητας ηλιακής ακτινοβολίας 0,40 για τοιχοποιίες, 0,40 για δώματα και 0,60 για επικλινείς στέγες. Αντίστοιχα, ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας για τις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου αναφοράς είναι 0,80.

γ) Τα ανοίγματα του κτιρίου αναφοράς διαθέτουν τα απαραίτητα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, περσίδες, πέργκολες, μπαλκόνια κ.α.), λόγω των οποίων ο μέσος συντελεστής σκίασής τους κατά τη θερινή περίοδο είναι τουλάχιστον 0,70 για τις νότιες όψεις και 0,75 για τις όψεις με δυτικό και ανατολικό προσανατολισμό. Για τη χειμερινή περίοδο ο μέσος συντελεστής σκίασης προκύπτει

ανάλογα με τον τύπο σκιάστρου και όπως καθορίζεται με σχετική TOTEE κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ. Τα εσωτερικά σκίαστρα (κουρτίνες, περσίδες) των ανοιγμάτων και τα εξωτερικά παραθυρόφυλλα, τα οποία δε θεωρούνται σταθερά σκίαστρα, δε λαμβάνονται υπόψη. Η σκίαση του κτιρίου αναφοράς λόγω εξωτερικών εμποδίων (κτίρια, ανάγλυφο εδάφους κ.α.) λαμβάνεται ίδια με του εξεταζόμενου κτιρίου.

δ) Για το κτίριο αναφοράς ορίζεται ο συντελεστής διαπερατότητας των υαλοπινάκων στην ηλιακή ακτινοβολία $g = 0,76$.

ε) Ο μέσος συντελεστής σκίασης των αδιαφανών κάθετων επιφανειών του κτιρίου αναφοράς, τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο, ορίζεται σε 0,90.

στ) Ο αερισμός μέσω χαραμάδων για το κτίριο αναφοράς ορίζεται σε $5,5 \text{ m}^3/\text{h}$ και ανά m^2 κουφώματος. Ο αερισμός μέσω τυποποιημένων θυρίδων αερισμού για το κτίριο αναφοράς, λαμβάνεται όπως και στο σχεδιαζόμενο κτίριο. Τυπικές τιμές ορίζονται με σχετική TOTEE κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ.

ζ) Η θερμική μάζα του κτιρίου αναφοράς λαμβάνεται ίση με $250 \text{ kJ}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$ θερμαινόμενης επιφάνειας κτιρίου.

3.1.3 Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις

3.1.3.1 Εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης

α) Το κτίριο αναφοράς διαθέτει κεντρικό σύστημα θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου σε λειτουργία υψηλής θερμοκρασίας. Εφόσον στην περιοχή οικοδόμησης του κτιρίου υπάρχει υποδομή για τηλεθέρμανση, τότε στο κτίριο αναφοράς θα λαμβάνονται υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εναλλάκτη θερμότητας τηλεθέρμανσης. Τα γενικά χαρακτηριστικά του συστήματος κεντρικής θέρμανσης για το κτίριο αναφοράς είναι τα εξής:

- Ο κεντρικός λέβητας είναι πιστοποιημένος με βαθμό ενεργειακής απόδοσης τριών αστέρων (***)
- Η διαστασιολόγηση της εγκατάστασης θέρμανσης καθορίζεται με σχετικές TOTEE, ώστε να διασφαλίζεται η πλήρης κάλυψη των φορτίων, ακόμα και στις πιο δυσμενείς ημέρες του χειμώνα.

β) Το κτίριο αναφοράς διαθέτει θερμοστατικό έλεγχο της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη του.

γ) Το κτίριο αναφοράς διαθέτει σύστημα αντιστάθμισης.

δ) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτίριο δε διαθέτει σύστημα θέρμανσης, τότε θεωρείται ότι θερμαίνεται όπως ακριβώς και το κτίριο αναφοράς.

ε) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτίριο κατοικίας θερμαίνεται με τη χρήση αντλιών θερμότητας, θεωρείται ότι και το κτίριο αναφοράς διαθέτει τοπικά συστήματα (αντλίες θερμότητας ενός ή πολλαπλών εσωτερικών στοιχείων), με συντελεστή συμπεριφοράς COP= 3,2.

στ) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτίριο τριτογενή τομέα θερμαίνεται με τη χρήση αντλιών θερμότητας, θεωρείται ότι και το κτίριο αναφοράς διαθέτει τοπικά ή/και κεντρικά συστήματα θέρμανσης με συντελεστή συμπεριφοράς COP= 3,2 για αερόψυκτα συστήματα και COP= 4,3 για υδρόψυκτα.

3.1.3.2 Εγκατάσταση ψύξης/κλιματισμού:

α) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτίριο δε διαθέτει σύστημα ψύξης/κλιματισμού, τότε θεωρείται ότι κλιματίζεται όπως ακριβώς και το κτίριο αναφοράς.

β) Το κτίριο αναφοράς για τις κατοικίες διαθέτει τοπικά συστήματα (αντλίες θερμότητας ενός ή πολλαπλών εσωτερικών στοιχείων) που καλύπτουν τμήμα των εσωτερικών χώρων της κατοικίας. Τα πρότυπα χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτίριο αναφοράς είναι τα εξής:

Τοπικά συστήματα ψύξης με βαθμό ενεργειακής απόδοσης EER = 3,0.

- Διαστασιολόγηση της εγκατάστασης ψύξης σύμφωνα με σχετικές TOTEE.
- Η ενεργειακή κατανάλωση του συστήματος ψύξης για το κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με το 50% της κατανάλωσης που υπολογίζεται με βάση την καθαρή συνολική επιφάνεια της κατοικίας.

γ) Το κτίριο αναφοράς για τον τριτογενή τομέα διαθέτει τοπικά ή/και κεντρικά συστήματα ψύξης που καλύπτουν όλους του εσωτερικούς χώρους. Τα πρότυπα χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτίριο αναφοράς είναι τα εξής:

- Μονάδες παραγωγής ψύξης τοπικές ή κεντρικές (ψύκτες, αντλίες θερμότητας, τοπικά κλιματιστικά) με βαθμό ενεργειακής απόδοσης EER = 2,8 για τοπικές ή κεντρικές αερόψυκτες μονάδες και EER = 3,8 για υδρόψυκτες μονάδες.
- Διαστασιολόγηση της εγκατάστασης ψύξης σύμφωνα με σχετικές TOTEE.

3.1.3.3 Τερματικές μονάδες κεντρικής θέρμανσης και κλιματισμού και δίκτυα διανομής θέρμανσης ψύξης του κτιρίου αναφοράς

α) Ο τύπος των τερματικών μονάδων, καθώς και η διάταξη και το μήκος των σωληνώσεων διανομής θέρμανσης και ψύξης των χώρων λαμβάνονται όπως στο εξεταζόμενο κτίριο.

β) Για τις τερματικές μονάδες του κτιρίου αναφοράς (σώματα καλοριφέρ, μονάδες στοιχείου ανεμιστήρα – fancoils, κεντρικές κλιματιστικές μονάδες – ΚΚΜ) ισχύουν τα εξής:

- Για τις ΚΚΜ του κτιρίου αναφοράς του τριτογενή τομέα η ισχύς των ανεμιστήρων (προσαγωγής ή επιστροφής) λαμβάνεται ίση με $1,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$. Σε ειδικές περιπτώσεις όπου απαιτείται διάταξη ειδικών φίλτρων, ή/και υπάρχει σύστημα ύγρανσης, ή/και σύστημα ανάκτησης θερμότητας, η ισχύς των ανεμιστήρων για το κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με $2,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$.
- Όλες οι ΚΚΜ του κτιρίου αναφοράς του τριτογενή τομέα με παροχή νωπού αέρα $\geq 60\%$, διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με εναλλάκτη θερμότητας και με συντελεστή ανάκτησης $\eta_R = 0,5$.
- Το σύστημα ύγρανσης αέρα του κτιρίου αναφοράς του τριτογενή τομέα είναι ίδιο με εκείνο του εξεταζόμενου κτιρίου, και μπορεί να είναι ενσωματωμένο στην ΚΚΜ ή όχι.
- Για τις μονάδες στοιχείου ανεμιστήρα (fancoils), η ισχύς του ανεμιστήρα για το κτίριο αναφοράς είναι ίδια με αυτή του εξεταζόμενου κτιρίου.
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) του κτιρίου αναφοράς διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου 8 της παρούσας και της σχετικής ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ.

γ) Για τα δίκτυα διανομής θερμού ή ψυχρού μέσου(νερό κ.α.) ισχύουν τα ακόλουθα:

- Για το κτίριο αναφοράς του τριτογενή τομέα οι αντλίες των κυκλωμάτων διανομής είναι ρυθμιζόμενων στροφών με αντιστάθμιση φορτίου με σταθερή πτώση πίεσης (Δp) και υδραυλικά ανεξάρτητες. Η ισχύς των αντλιών στο κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με αυτή του εξεταζόμενου κτιρίου.
- Για το κτίριο αναφοράς, τα δίκτυα διανομής διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου 8 της παρούσας και της σχετικής ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ.

3.1.3.4 Σύστημα Εξαερισμού ή Μηχανικού Αερισμού Κτιρίου Αναφοράς

α) Για το κτίριο αναφοράς στις κατοικίες θεωρείται ότι εφαρμόζεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις όπως καθορίζονται με σχετική ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ.

β) Για το κτίριο αναφοράς του τριτογενή τομέα το σύστημα μηχανικού αερισμού έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

Προσαγωγή και απαγωγή νωπού αέρα σύμφωνα με σχετικές ΤΟΤΕΕ.

- Το σύστημα μηχανικού αερισμού διαθέτει εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας με συντελεστή ανάκτησης θερμότητας $\eta_R = 0,5$.
- Η ειδική απορρόφηση ισχύος των ανεμιστήρων εξαερισμού λαμβάνεται ίση με $1,0 \text{ kW}/(\text{m}^2/\text{s})$.

3.1.3.5 Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)

α) Το κτίριο αναφοράς καλύπτει τις ανάγκες για ZNX, μέσω του κεντρικού λέβητα θέρμανσης χώρων ή ξεχωριστού συστήματος λέβητα (πετρελαίου ή τηλεθέρμανσης), με παράλληλη χρήση ηλιακών συλλεκτών και ηλεκτρικής αντίστασης για εφεδρεία. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής ZNX για το κτίριο αναφοράς είναι τα εξής:

- Το ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση είναι 15% επί των αναγκών για ZNX.
- Ο κεντρικός λέβητας παραγωγής ZNX είναι πιστοποιημένος με βαθμό ενεργειακής απόδοσης τριών αστέρων (***)).
- Τα δίκτυα διανομής ZNX διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου 8 της παρούσας και της σχετικής ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ.
- Στο κτίριο αναφοράς επιτρέπεται η χρήση αποκεντρωμένων συστημάτων, μόνο σε εμπορικά καταστήματα ή παρόμοιες χρήσεις με περιορισμένη κατανάλωση ZNX. Στις περιπτώσεις αυτές η παραγωγή ZNX, μπορεί να γίνεται τοπικά με ταχυθερμοσίφωνα αερίου. Εάν το φυσικό αέριο δεν είναι διαθέσιμο, η παραγωγή ZNX, μπορεί να γίνεται με ηλεκτρικό θερμοσίφωνα, ή ταχυθερμοσίφωνα με συνολικό μήκος αγωγών έως 6m.

3.1.3.6 Σύστημα φωτισμού κτιρίου αναφοράς τριτογενή τομέα:

α) Η στάθμη και η αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύς γενικού φωτισμού λαμβάνονται όπως ορίζεται με σχετική ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ. Η ενεργειακή απόδοση των φωτιστικών είναι $55 \text{ lumen}/\text{W}$. Για επιφάνεια

μεγαλύτερη από 15m^2 ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.

β) Ο γενικός φωτισμός παρέχεται από λαμπήρες φθορισμού, οι οποίες διαθέτουν ηλεκτρονικό στραγγαλιστικό πηνίο με δείκτη ενεργειακής απόδοσης (EEI) κατηγορίας A3 σύμφωνα με κατάταξη της Επιτροπής της Ένωσης Ευρωπαϊκών Κατασκευαστών Φωτιστικών (CELMA) και την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/55/ΕΕ.

γ) Εξαίρεση αποτελούν οι χώροι με ειδικές απαιτήσεις λειτουργικού φωτισμού, όπως αυτοί προσδιορίζονται με σχετική ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ, όπου ο φωτισμός του κτιρίου αναφοράς λαμβάνεται όπως στο εξεταζόμενο κτίριο.

3.1.3.7 Διατάξεις ελέγχου εγκαταστάσεων κτιρίου αναφοράς τριτογενή τομέα:

α) Το κτίριο αναφοράς ξενοδοχείου διαθέτει σύστημα ελέγχου ηλεκτροδότησης δωματίων μέσω ηλεκτρονικών καρτών, επιτυγχάνοντας 5% εξοικονόμηση επί της υπολογιζόμενης κατανάλωσης τελικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό.

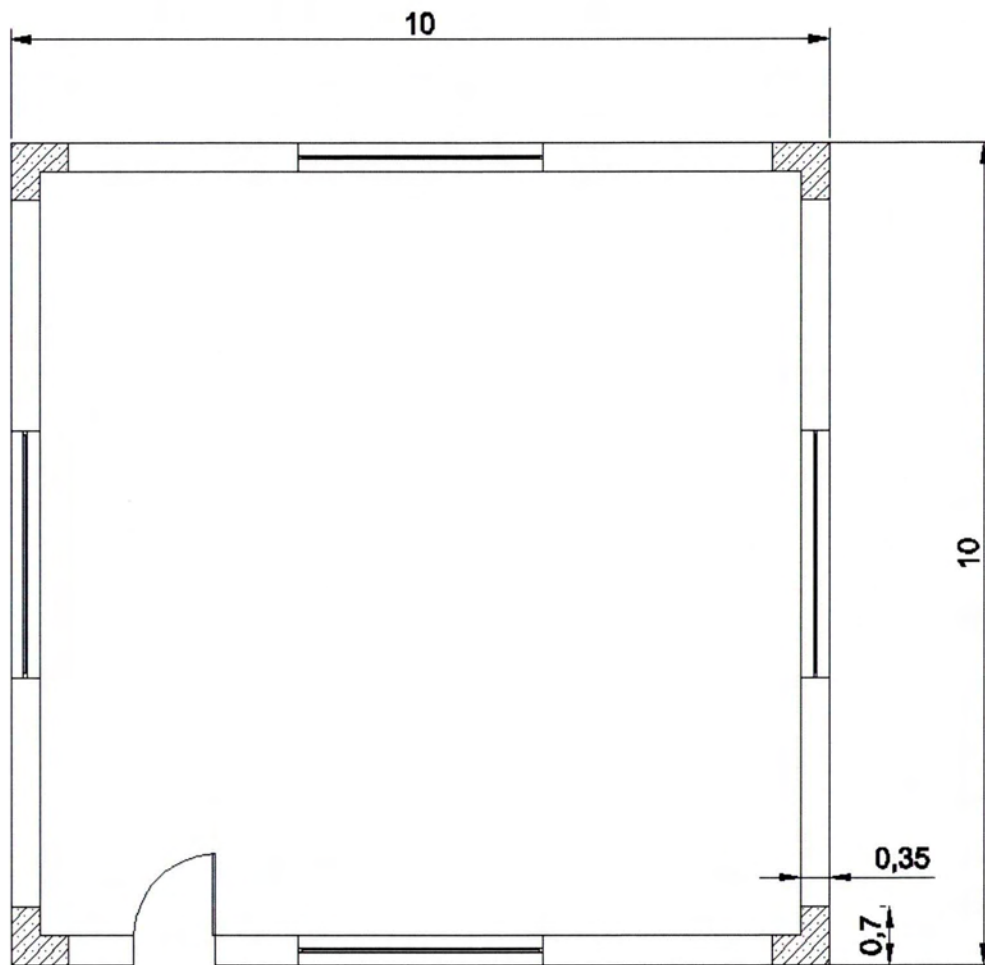
β) Το κτίριο αναφοράς τριτογενή τομέα, με επιφάνεια πάνω από 3.500m^2 , διαθέτει σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (BEMS), για τον κεντρικό έλεγχο της λειτουργίας των Η/Μ εγκαταστάσεων, επιτυγχάνοντας 10% εξοικονόμηση επί της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό.[13]

4. Κύρια χαρακτηριστικά του πρότυπου κτιρίου αναφοράς που επιλέχθηκε

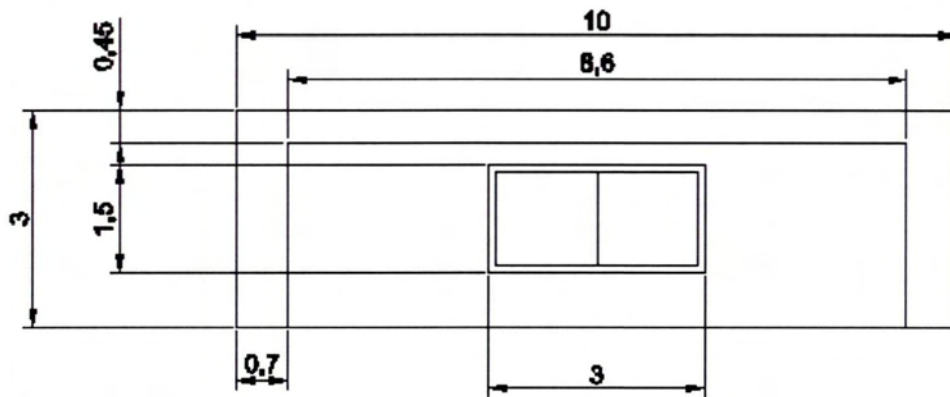
Στη συνέχεια, παρουσιάζεται το κτίριο αναφοράς που μελετάται στην παρούσα εργασία, το οποίο από εδώ και στο εξής θα αναφέρεται ως «πρότυπο κτίριο αναφοράς», ούτως ώστε να μη δημιουργείται σύγχυση με το κτίριο αναφοράς που αναφέρεται στον ΚΕΝΑΚ.

4.1 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά

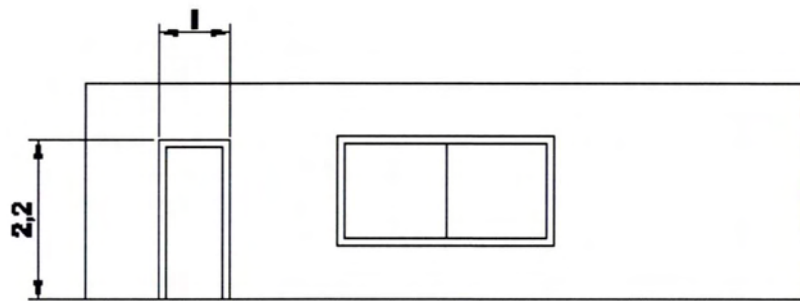
Το εξεταζόμενο κτίριο επιλέχθηκε έτσι ώστε να είναι πολύ απλής αρχιτεκτονικής μορφής (περιγράμματος) και, παράλληλα, να έχει όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου αναφοράς του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ που αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι γεωμετρικές του διαστάσεις είναι 10x10x3. Ο φέρων οργανισμός είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα, με δοκούς και υποστυλώματα διαστάσεων 0,7x3m, όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα:



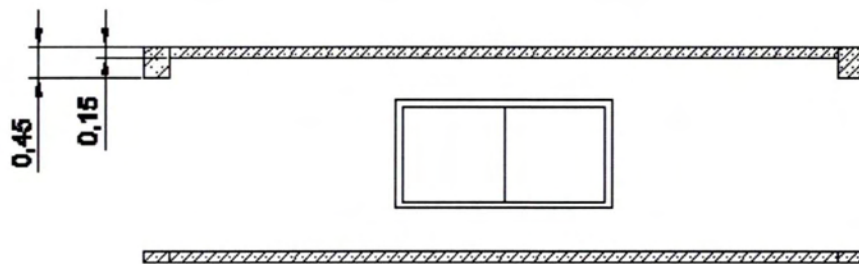
Εικόνα 1 Κάτοψη πρότυπου κτιρίου αναφοράς



ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ



ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ



ΤΟΜΗ

Εικόνα 2 Πλάγιες όψεις και τομή πρότυπου κτιρίου αναφοράς

Οι διαστάσεις των ανοιγμάτων είναι:

- 3x1,5m για τα παράθυρα και
- 2,5x1m για την εξωτερική πόρτα.

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας τόσο των αδιαφανών όσο και των διαφανών δομικών στοιχείων παίρνουν τις ανώτατες τιμές όπως αυτές προβλέπονται από τον Κ.Εν.Α.Κ και τις σχετικές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε για οικιακό κτίριο που βρίσκεται στην Β κλιματική Ζώνη (Πίνακας 5). Η επιλογή της κλιματικής ζώνης έγινε τυχαία.

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² .K)]
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ
		B
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U _D	0,45
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _W	0,50
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis)	U _{DL}	0,45
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U _G	0,90
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος	U _{WE}	1,00
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κα)	U _F	3,00
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες	U _{GF}	2,00

Πίνακας 5 Συντελεστές θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου αναφοράς

Συνεπώς, για κάθε δομικό στοιχείο του εξεταζόμενου κτιρίου προκύπτει (Πίνακας 6):

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Εμβαδόν επιφάνειας F [m ²]	Συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/m ² K]	AU
ΤΟΙΧΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΜΕ ΠΟΡΤΑ	B	15,23	0,5	7,615
ΚΟΛΩΝΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	B	8,07	0,5	4,035
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	B	4,5	3	13,5
ΠΟΡΤΑ	B	2,2	3,5	7,7
ΤΟΙΧΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ	Δ	17,43	0,5	8,715
ΚΟΛΩΝΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	Δ	8,07	0,5	4,035
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	Δ	4,5	3	13,5
ΤΟΙΧΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ	N	17,43	0,5	8,715
ΚΟΛΩΝΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	N	8,07	0,5	4,035

ΠΑΡΑΘΥΡΟ	N	4,5	3	13,5
ΚΟΛΩΝΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	A	8,07	0,5	4,035
ΤΟΙΧΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ	A	17,43	0,5	8,715
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	A	4,5	3	13,5
ΔΑΠΕΔΟ		100	0,9	90
ΔΩΜΑ		100	0,45	45

Πίνακας 6 Υπολογισμός γινομένου AU για το πρότυπο κτίριο αναφοράς

4.1.1 Θερμικά χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων

Όσον αφορά τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου αναφοράς για το κέλυφος, τη θερμομόνωση και τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιρίου αναφοράς, οι τιμές παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7):

Συντελεστής	Τιμές κτιρίου αναφοράς
Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα	250 kJ/m ² K
Κατηγορίες ελέγχου διατάξεων και αυτοματισμού	Τύπος Γ
Διείσδυση αέρα από κουφώματα	5,5 m ³ /h
Συντελεστής απορροφητικότητας α	0,4
Συντελεστής εκπομπής ε	0,8
Μέσος συντελεστής διαφανών κάθετων επιφανειών	0,9
Συντελεστής διαπερατότητας υαλοπινάκων στην ηλιακή ακτινοβολία g	0,76
Συντελεστής σκίασης για ανοίγματα για χειμερινή και καλοκαιρινή περίοδο για Νότιο προσανατολισμό	0,7
Συντελεστής σκίασης για ανοίγματα για χειμερινή και καλοκαιρινή περίοδο για Βόρειο προσανατολισμό	1
Συντελεστής σκίασης για ανοίγματα για χειμερινή και καλοκαιρινή περίοδο για Ανατολικό προσανατολισμό	0,75
Συντελεστής σκίασης για ανοίγματα για χειμερινή και καλοκαιρινή περίοδο για Δυτικό προσανατολισμό	0,75

Πίνακας 7 Θερμικά χαρακτηριστικά κτιρίου αναφοράς

4.1.2 Χαρακτηριστικά Η/Μ εγκαταστάσεων

Το κτίριο αναφοράς διαθέτει κεντρικό σύστημα θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου σε λειτουργία υψηλής θερμοκρασίας, σύστημα ψύξης με αερόψυκτη αντλία θερμότητας, ενώ ο λέβητας θέρμανσης χρησιμοποιείται και για την παραγωγή ΖΝΧ.

Οι συντελεστές των Η/Μ εγκαταστάσεων για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 8):

		Τιμές κτιρίου αναφοράς
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	Πηγή ενέργειας λέβητα θέρμανσης	Πετρέλαιο
	Βαθμός απόδοσης λέβητα	0,919
	Ισχύς δικτύου διανομής	5% απώλειες
	Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής	0,945
	Βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων	0,93
	Ισχύς βοηθητικών μονάδων/ κυκλοφορητών	0,1 W/m ²
ΨΥΞΗ	Πηγή ενέργειας αντλίας θερμότητας	Ηλεκτρισμός
	Βαθμός απόδοσης	1
	Δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας EER	3
	Ποσοστό κάλυψης από Μάιο-Σεπτέμβριο	0,5
	Ισχύς δικτύου διανομής ψυχρού μέσου	0% απώλειες
	Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής ψυχρού μέσου	1
	Βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων	1
ΖΝΧ	Πηγή ενέργειας λέβητα	Πετρέλαιο
	Βαθμός απόδοσης λέβητα θέρμανσης	0,919 για λέβητες 4 έως 25 kW
	Ποσοστό κάλυψης ισχύος από τον λέβητα θέρμανσης για όλους τους μήνες	1
	Βαθμός απόδοσης ηλιακού θερμοσίφωνα	0,93
	Ποσοστό κάλυψης ισχύος από τον ηλιακό θερμοσίφωνα για όλους τους μήνες	0,15
	Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής	8% απώλειες
	Βαθμός απόδοσης συστήματος αποθήκευσης	2% απώλειες

Πίνακας 8 Χαρακτηριστικά Η/Μ εγκαταστάσεων για Θέρμανση, Ψύξη, ΖΝΧ

4.1.3 Ηλιακά συστήματα

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, το κτίριο αναφοράς οφείλει να καλύπτει το 15% των αναγκών του σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιακό συλλέκτη. Ο συλλέκτης αυτός έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά (Πίνακας 9):

	Τιμές κτιρίου αναφοράς
Τύπος ηλιακού συλλέκτη	Επίπεδος επιλεκτικός
Συντελεστής αξιοποίησης	0,3
Επιφάνεια	1 m ² ανά άτομο
Κλίση γ-προσανατολισμός	180
Κλίση β	γεωγραφικό πλάτος +/- 5° για ετήσια χρήση
Συντελεστής σκίασης	1

Πίνακας 9 Χαρακτηριστικά ηλιακού συλλέκτη κτιρίου αναφοράς

4.2 Υπολογισμός θερμικών/ψυκτικών φορτίων του υπό μελέτη κτιρίου/ διαστασιολόγηση εξοπλισμού

4.2.1 Υπολογισμός θερμικών φορτίων του πρότυπου κτιρίου αναφοράς

Το πρώτο βήμα στην διαδικασία του υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου είναι ο υπολογισμός των θερμικών και ψυκτικών του φορτίων. Με βάση την ισχύουσα νομοθεσία κατά τον ΚΕΝΑΚ και τις τεχνικές οδηγίες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. υπολογίζονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας του κτιρίου και στη συνέχεια οι ενεργειακές του απώλειες.

Οι συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q = Q_o \times (1 + Z_D + Z_H) \text{ Σχέση 1}$$

Όπου

Q_o οι θερμικές απώλειες αγωγιμότητας

Z_D ο συντελεστής διακοπής

Z_H ο συντελεστής ύψους

Οι θερμικές απώλειες αγωγιμότητας του κάθε δομικού στοιχείου υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_o = U \times F_u \times \Delta T \text{ Σχέση 2}$$

Όπου

U συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]

F_u εμβαδό του δομικού στοιχείου [m^2]

ΔT θερμοκρασιακή διαφορά

Οι θερμικές απώλειες λόγω αερισμού είναι:

$$Q_L = V \times \rho \times C_p \times \Delta T \text{ Σχέση 3}$$

Όπου

V ο όγκος του χώρου

ρ η πυκνότητα του αέρα στους 0°C

Το παρακάτω υπολογιστικό φύλλο (Πίνακας 10) παρουσιάζει αναλυτικά τον υπολογισμό των θερμικών φορτίων του υπό μελέτη κτιρίου, όπου λαμβάνονται υπ' όψιν οι απώλειες λόγω θερμοπερατότητας, οι απώλειες από τις χαραμάδες του κτιρίου καθώς οι απώλειες λόγω εναλλαγών αέρα.

Κύρια χαρακτηριστικά του πρότυπου κτιρίου αναφοράς που επιλέχθηκε

67

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Εμβαδόν επιφάνειας F	AU	Εμβαδόν υπολογισμού Fu	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U	Θερμοκρασιακή Διαφορά ΔΤ	Θερμικές Απώλειες αγωγιμότητας Qo=K*Fu*ΔΤ	Συντελεστής Διακοπής ZD	Συντελεστής Ύψους ZH	Συντελεστής ορόφου Zo	Συντελεστής Προσανατολισμού Zp	Απώλειες αγωγιμότητας προσαυξημένες λόγω προσανατολισμού Qa
ΤΟΙΧΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΜΕ ΠΟΡΤΑ	B	15,23	7,615	15,23	0,5	21	159,915	7	0	0	5	167,91075
ΚΟΛΩΝΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	B	8,07	4,035	8,07	0,5	21	84,735	7	0	0	5	88,97175
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	B	4,5	13,5	4,5	3	21	283,5	7	0	0	5	297,675
ΠΟΡΤΑ	B	2,2	7,7	2,2	3,5	21	161,7	7	0	0	5	169,785
ΤΟΙΧΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ	Δ	17,43	8,715	17,43	0,5	21	183,015	7	0	0	0	183,015
ΚΟΛΩΝΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	Δ	8,07	4,035	8,07	0,5	21	84,735	7	0	0	0	84,735
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	Δ	4,5	13,5	4,5	3	21	283,5	7	0	0	0	283,5
ΤΟΙΧΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ	N	17,43	8,715	17,43	0,5	21	183,015	7	0	0	-5	173,86425
ΚΟΛΩΝΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	N	8,07	4,035	8,07	0,5	21	84,735	7	0	0	-5	80,49825
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	N	4,5	13,5	4,5	3	21	283,5	7	0	0	-5	269,325
ΚΟΛΩΝΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	A	8,07	4,035	8,07	0,5	21	84,735	7	0	0	0	84,735
ΤΟΙΧΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ	A	17,43	8,715	17,43	0,5	21	183,015	7	0	0	0	183,015
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	A	4,5	13,5	4,5	3	21	283,5	7	0	0	0	283,5
ΔΑΠΕΔΟ		100	90	100	0,9	21	1890	7	0	0	0	1890
ΔΩΜΑ		100	45	100	0,45	21	945	7	0	0	0	945

Απώλειες Θερμοπερατότητας Qo

5185,53

Συνολικές Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_T = Q_{ox}(1+ZD+ZH)$

5548,5171

	Πόρτα	Παράθυρα
Χαρακτηριστικός αριθμός κτιρίου H	2,43	2,43
Χαρακτηριστικός αριθμός χώρου R	0,7	0,7
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ΖΓ	1	1
Συνολικό μήκος χαραμάδων	6,4	36
Συντελεστής α	2	2
ΔΤ χαραμάδας	21	21
Απώλειες Χαραμάδων $Q_a = \sum Q_{Ai}$ ($Q_{Ai} = \alpha x \Sigma l x R x H x \Delta T x Z \Gamma$)	457,2288	2571,912

3029,1408

Όγκος χώρου V	300
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n	0,75
Πυκνότητα αέρα στους 0 βαθμούς ρ	1,012
Cp αέρα	1,0049
ΔΤ	21

4805,1303

Απώλειες από εναλλαγές αέρα $Q_L = V n \rho c_p \Delta T$

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{ολ} = Q_T + Q_a + Q_L$

13382,788 W

Πίνακας 10 Υπολογισμός θερμικών απωλειών

Επομένως, το συνολικό θερμικό φορτίο του κτιρίου είναι 13,38 kW.

4.2.2 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων κτιρίου αναφοράς

4.2.2.1 Μέθοδος ASHRAE

Ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων του υπό μελέτη κτιρίου γίνεται με βάση την μέθοδο Ashrae. Σύμφωνα με αυτήν, το ψυκτικό φορτίο είναι άθροισμα των φορτίων από τις παρακάτω αιτίες:

1. Οροφές
2. Ανοίγματα
3. Εξωτερικοί τοίχοι
4. Εσωτερικοί τοίχοι- δάπεδα
5. Φορτία φωτισμού
6. Φορτία ατόμων
7. Φορτία συσκευών
8. Εξαερισμός

Για κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις, υπολογίζονται τα θερμικά κέρδη του κτιρίου. Αναλυτικά:

4.2.2.1.1 Οροφές

Ο τύπος υπολογισμού είναι:

$$Q_{op} = U_{op} \cdot A_{op} \cdot CLTD_{op_διορ} \quad \text{Σχέση 4}$$

όπου

U_{op} : ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οροφής

A_{op} : η επιφάνεια της οροφής

$CLTD_{op_διορ}$: η διορθωμένη θερμοκρασιακή διαφορά ψυκτικού φορτίου οροφής

Η διορθωμένη θερμοκρασιακή διαφορά ψυκτικού φορτίου της οροφής προκύπτει από τη σχέση

$$CLTD_{op_διορ} = CLTD_{op} + (25.5 - T_{in}) + (T_m - 29.4) \quad \text{Σχέση 5}$$

όπου

$CLTD_{op}$: Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά της οροφής

T_{in} : εσωτερική θερμοκρασία

T_m : μέση εξωτερική θερμοκρασία

4.2.2.1.2 Ανοίγματα

Το συνολικό ψυκτικό φορτίο δίνεται από το τύπο

$$Q_t = Q_k + Q_a \text{ Σχέση 6}$$

όπου

Q_t : Συνολικό φορτίο από τα ανοίγματα την ώρα i

Q_k : Το φορτίο λόγω θερμικής αγωγιμότητας την ώρα i

Q_a : Το φορτίο λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας την ώρα i

Το φορτίο λόγω θερμικής αγωγιμότητας Q_{ki} δίνεται από τον παρακάτω τύπο υπολογισμού:

$$Q_{ki} = k \cdot A \cdot CTLD_{\text{ανοιγμα_διορθ}} \text{ Σχέση 7}$$

Όπου i : οι ώρες της ημέρας 8.00- 18.00

k : συντελεστής θερμοπερατότητας του ανοίγματος

A : εμβαδό της επιφάνειας του ανοίγματος

$CTLD_{\text{άνοιγμα}}$: η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για αγωγιμότητα ανοιγμάτων κατά την ώρα i

Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της επιφάνειας του ανοίγματος με τον συντελεστή σκίασης και τον παράγοντα ψυκτικού φορτίου (CLF):

$$Q_{ai} = A \cdot SC_i \cdot (SCL_i) \text{ Σχέση 8}$$

Όπου:

i : οι ώρες της ημέρας 8.00- 18.00

A : εμβαδό της επιφάνειας του ανοίγματος

SC_i : ο συντελεστής εσωτερικής σκίασης

SCL : Συντελεστής ψυκτικού φορτίου

4.2.2.1.3 Εξωτερικοί τοίχοι

Τα φορτία από εξωτερικούς τοίχους προκύπτουν από τη σχέση

$$Q_{\text{τοιχ}} = U_{\text{τοιχ}} \cdot A_{\text{τοιχ}} \cdot CTLD_{\text{τοιχ_διορθ}} \text{ Σχέση 9}$$

Όπου

$U_{\text{τοιχ}}$: ο συντελεστής θερμοπερατότητας τοίχου

$A_{\text{τοιχ}}$: επιφάνεια τοίχου

$CTLD_{\text{τοιχ_διορθ}}$: η διορθωμένη θερμοκρασιακή διαφορά ψυκτικού φορτίου τοίχου η οποία προκύπτει με την βοήθεια της σχέσης

$$CTLD_{\text{τοιχ_διορθ}} = CTLD + (25.5 - T_{in}) + (T_m - 29.4) \text{ Σχέση 10}$$

Όπου: $CTLD_{\text{τοιχ}}$: Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά του τοίχου που παίρνεται από πίνακες και εξαρτάται από τον τύπο του τοίχου και τον προσανατολισμό του

T_{in} : Εσωτερική θερμοκρασία

T_m : Μέση εξωτερική θερμοκρασία

4.2.2.1.4 Εσωτερικοί τοίχοι- δάπεδα

Ο υπολογισμός των φορτίων από εσωτερικούς τοίχους προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της θερμικής αγωγιμότητας του τοίχου με το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου με την ισοδύναμη διαφορά για κάθε ώρα.

$$Q_i = U_{\text{τοιχ}} \cdot A \cdot (t_o - t_{rc}) \text{ Σχέση 11}$$

Όπου: Q : το φορτίο κατά την ώρα i

i : οι ώρες της ημέρας 8.00- 18.00

$U_{\text{τοιχ}}$: ο συντελεστής θερμοπερατότητας τοίχου

A : εμβαδό επιφάνειας τοίχου

t_o : $(t_{\max} - t_{\delta\text{ιακ}} \cdot P - 2.8)$ (θερμοκρασία εσωτερικού χώρου)

t_{rc} : θερμοκρασία κλιματιζόμενου χώρου

4.2.2.1.5 Φορτία φωτισμού

Τα φορτία φωτισμού υπολογίζονται από το παρακάτω τύπο

$$Q_{\text{ΦΩΤ}} = (F_{\text{ΦΘΟΡ}} F_{UL} F_{SA}) CLF + F_{\text{ΠΥΡΑΚ}} F_{SA} \text{ Σχέση 12}$$

$F_{\text{ΦΘΟΡ}}$: Η ισχύς των λαμπτήρων φθορισμού

$F_{\text{ΠΥΡΑΚ}}$: Η ισχύς των λαμπτήρων πυρακτώσεως

F_{UL} : Lighting use Factor

F_{SA} : Special allowance factor

CLF: Cooling load factor

4.2.2.1.6 Φορτία ατόμων

Το θερμικό φορτίο από τα άτομα διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Οι σχέσεις υπολογισμού είναι οι παρακάτω:

$$Q_{\text{αισθ}} = N \cdot (Fa_j) \cdot CLF \text{ Σχέση 13}$$

$$Q_{\text{λανθ}} = N \cdot (Fl_j)_i \text{ Σχέση 14}$$

Όπου: $Q_{\text{αισθ}}$: το αισθητό φορτίο από τα άτομα την ώρα i

$Q_{\text{λανθ}}$: το λανθάνον φορτίο από τα άτομα την ώρα i

J : Ο τύπος βαθμού ενεργητικότητας των ατόμων σύμφωνα με τον πίνακα της ASHRAE

Fa : Το αισθητό φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας j που εξαρτάται από τη θερμοκρασία ξηρού βολβού του χώρου

Fl : Το λανθάνον φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας j που εξαρτάται από τη θερμοκρασία ξηρού βολβού του χώρου

N : Ο αριθμός των ατόμων που βρίσκονται στο χώρο κατά την ώρα i

CLF: Cooling load factor

4.2.2.1.7 Φορτία συσκευών

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

$$Q_a = ((Fa_j \cdot N_j) + Q_1) \cdot CLF \text{ Σχέση 15}$$

$$Q_l = (Fl_j \cdot N_j) + Q_2 \text{ Σχέση 16}$$

Όπου Q_a : Το συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές

Q_l : Το συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές

J : Ο τύπος της συσκευής

Fa_j : Το αισθητό φορτίο μιας συσκευής τύπου j

F_j : Το λανθάνον φορτίο μιας συσκευής τύπου j

N_j : Ο αριθμός των συσκευών τύπου j που λειτουργούν στο χώρο

Q_1 : Συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες

Q_2 : Συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες

CLF: Cooling load factor

4.2.2.1.8 Εξαερισμός

Ο υπολογισμός αυτός αφορά την εισαγωγή εξωτερικού αέρα για αερισμό των κλιματιζόμενων χώρων. Το φορτίο του αερισμού διακρίνεται σε αισθητό και σε λανθάνον, και υπολογίζεται από τους παρακάτω τύπους:

$$Q_{sensible} = 1.23 \cdot V \cdot (t_o - t_i) \text{ Σχέση 17}$$

$$Q_{latent} = 3010 \cdot V \cdot (W_o - W_i) \text{ Σχέση 18}$$

$$Q_{total} = 1.20 \cdot V \cdot (h_o - h_i) \text{ Σχέση 19}$$

Όπου $Q_{sensible}$: Το αισθητό φορτίο αερισμού την ώρα i

Q_{latent} : Το λανθάνον φορτίο αερισμού την ώρα i

V : Η παροχή αέρα σε L/s

$t_o - t_i$: Η διαφορά εξωτερικής από την εσωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού την ώρα i

$W_o - W_i$: Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική απόλυτη υγρασία

$h_o - h_i$: Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική ενθαλπία.[28]

4.2.2.2 Εφαρμογή της μεθόδου ASHRAE για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων

Για το κτίριο αναφοράς το οποίο μελετάται, οι απαραίτητοι συντελεστές για τον υπολογισμό των θερμικών κερδών είναι οι εξής:

Από την Τεχνική Οδηγία TOTEE 20701-2/2010 και τον Πίνακα 10α επιλέγεται η οριακή τιμή 3,00 για τον συντελεστή θερμοπερατότητας U_w . [17]

Για την εξωτερική τοιχοποιία και προκειμένου να επιλεγθούν οι κατάλληλοι συντελεστές, τα δεδομένα είναι: C4 code number και secondary material steel συνεπώς προκύπτει από τους πίνακες wall number 5.[29]

Αντίστοιχα για τις κολώνες του κτιρίου: C5 και secondary material steelοπότε προκύπτει και πάλι wall number 5.

Για τα ανοίγματα τα οποία υπάρχουν σε 4 τοίχους του κτιρίου, από τον πίνακα 7.26 επιλέγονται τα ακόλουθα: number of walls 4 , vinyl , gypsum , half to none. Επομένως ο τύπος της ζώνης είναι C.[29]

Σύμφωνα με την Τεχνική Οδηγία ΤΟΤΕΕ, τα φορτία φωτισμού για μονοκατοικία είναι $6,4 \text{ W/m}^2$. Επιπλέον από τον πίνακα 7.26 της μεθόδου ASHRAE και με επιλογή των ακόλουθων: single story, vinyl, οι τύποι ζώνης για τον φωτισμό και τα άτομα είναι C και D αντίστοιχα.[17, 29]

Τέλος, οι συνθήκες του αέρα στον εσωτερικό χώρο είναι 26°C με 45% σχετική υγρασία, ενθαλπία 50 kJ/kg ξηρού αέρα και απόλυτη υγρασία 9.8 gr νερού/kg ξηρού αέρα, ενώ για τον εξωτερικό αέρα οι συνθήκες είναι 34°CDB και 24°CWB , επομένως η ενθαλπία είναι 72.5 kJ/kg ξηρού αέρα.[16]

Εφαρμόζοντας την μεθοδολογία που περιγράφηκε αναλυτικά παραπάνω, προκύπτει το ακόλουθο φύλλο υπολογισμού των ψυκτικών φορτίων του κτιρίου αναφοράς(Πίνακας 11):

Ώρα	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
Εξωτερική τοιχοποιία Β	46,4515	54,0665	54,0665	61,6815	69,2965	84,5265	92,1415	99,7565	114,9865	122,6015	130,2165	130,2165	130,2165
Εξωτερική τοιχοποιία Ν	44,4465	53,1615	61,8765	70,5915	96,7365	131,5965	157,7415	183,8865	201,3165	210,0315	210,0315	201,3165	192,6015
Εξωτερική τοιχοποιία Α	70,5915	114,1665	157,7415	192,6015	227,4615	227,4615	227,4615	218,7465	218,7465	201,3165	201,3165	192,6015	175,1715
Εξωτερική τοιχοποιία Δ	53,1615	53,1615	61,8765	70,5915	79,3065	88,0215	105,4515	131,5965	175,1715	218,7465	253,6065	288,4665	297,1815
Εξωτερική κολώνα Β	24,6135	28,6485	28,6485	32,6835	36,7185	44,7885	48,8235	52,8585	60,9285	64,9635	68,9985	68,9985	68,9985
Εξωτερική κολώνα Ν	20,5785	24,6135	28,6485	32,6835	44,7885	60,9285	73,0335	85,1385	93,2085	97,2435	97,2435	93,2085	89,1735
Εξωτερική κολώνα Α	32,6835	52,8585	73,0335	89,1735	105,3135	105,3135	105,3135	101,2785	101,2785	93,2085	93,2085	89,1735	81,1035
Εξωτερική κολώνα Δ	24,6135	24,6135	28,6485	32,6835	36,7185	40,7535	48,8235	60,9285	81,1035	101,2785	117,4185	133,5585	137,5935
Άνοιγμα Β	397,35	451,35	509,85	577,35	604,35	644,85	631,35	617,85	572,85	559,35	631,35	334,35	253,35
Άνοιγμα Ν	282,15	424,8	617,85	805,5	907,2	934,2	846	698,85	560,25	477,45	408,15	293,85	238,5
Άνοιγμα Α	1628,1	1611,225	1401,975	1054,35	780,975	743,85	703,35	662,85	618,975	544,725	470,475	348,975	291,6
Άνοιγμα Δ	342,225	399,6	443,475	490,725	517,725	777,6	1192,725	1567,35	1790,1	1806,975	1509,975	669,6	480,6
Δάπεδο	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φορτία φωτισμού	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φορτία συσκευών	308	392	448	490	532	682,2	682	688,9	387,8	310,7	210	168	140

Φορτία ατόμων	335	335	335	335	335	335	335	335	335	335	335	335	335
Οροφή	92,4	180,4	356,4	576,4	884,4	1192,40	1500,40	1764,40	1984,40	2072,40	2072,40	1984,40	1808,40
Infiltration-Ventilation	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350
Σύνολο (W)	4890,8755	5328,2705	5683,4055	5937,1405	6214,496	6999,906	7622,2705	8117,0005	8111,0655	8032,0405	7617,8255	6157,5805	5571,5005

Πίνακας 11 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων

Όπου οι βοηθητικοί συντελεστές είναι:

	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
CTLD οροφή	-2	0	4	9	16	23	30	36	41	43	43	41	37
CTLD διορθ. Οροφής	2,1	4,1	8,1	13,1	20,1	27,1	34,1	40,1	45,1	47,1	47,1	45,1	41,1

	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
CTLD τοίχων Β	2	3	3	4	5	7	8	9	11	12	13	13	13
CTLD διορθ. τοίχων Β	6,1	7,1	7,1	8,1	9,1	11,1	12,1	13,1	15,1	16,1	17,1	17,1	17,1
CTLD τοίχων Ν	1	2	3	4	7	11	14	17	19	20	20	19	18
CTLD διορθ. τοίχων Ν	5,1	6,1	7,1	8,1	11,1	15,1	18,1	21,1	23,1	24,1	24,1	23,1	22,1
CTLD τοίχων Α	4	9	14	18	22	22	22	21	21	19	19	18	16
CTLD διορθ. τοίχων Α	8,1	13,1	18,1	22,1	26,1	26,1	26,1	25,1	25,1	23,1	23,1	22,1	20,1
CTLD τοίχων Δ	2	2	3	4	5	6	8	11	16	21	25	29	30
CTLD διορθ. τοίχων Δ	6,1	6,1	7,1	8,1	9,1	10,1	12,1	15,1	20,1	25,1	29,1	33,1	34,1

	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
CTLD ανοιγμάτων	0	1	2	4	5	7	7	8	8	7	7	6	4
CTLD ανοιγμάτων διορθ.	4,1	5,1	6,1	8,1	9,1	11,1	11,1	12,1	12,1	11,1	11,1	10,1	8,1
SLC ανοιγμάτων Β	76	85	95	104	107	110	107	101	91	91	107	44	32
SLC ανοιγμάτων Ν	72	113	170	221	249	249	221	170	126	104	82	50	41
SLC ανοιγμάτων Α	466	457	391	280	195	176	164	148	135	117	95	63	54
SLC ανοιγμάτων Δ	85	98	107	113	117	186	309	416	482	491	403	158	110
Qa Β	342	382,5	427,5	468	481,5	495	481,5	454,5	409,5	409,5	481,5	198	144
Qa Ν	226,8	355,95	535,5	696,15	784,35	784,35	696,15	535,5	396,9	327,6	258,3	157,5	129,15
Qa Α	1572,75	1542,375	1319,625	945	658,125	594	553,5	499,5	455,625	394,875	320,625	212,625	182,25
Qa Δ	286,875	330,75	361,125	381,375	394,875	627,75	1042,875	1404	1626,75	1657,125	1360,125	533,25	371,25
Qκ	55,35	68,85	82,35	109,35	122,85	149,85	149,85	163,35	163,35	149,85	149,85	136,35	109,35

Αισθητό φορτίο
συσκευών

Κουζίνα 470 Έστω αναμμένη για 4 ώρες, 13-17

Τηλεόραση 350 Έστω αναμμένη για 8 ώρες 12-20

Υπολογιστής 350 Έστω αναμμένος για 8 ώρες 12-20

	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
CLF equipment 4	0,43	0,54	0,63	0,7	0,33	0,26	0,2	0,17	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06

CLF equipment 8	0,44	0,56	0,64	0,7	0,76	0,8	0,84	0,87	0,46	0,37	0,3	0,24	0,2
Qs κουζίνα	202,1	253,8	296,1	329	155,1	122,2	94	79,9	65,8	51,7	42,3	32,9	28,2
Qs τηλεόραση	154	196	224	245	266	280	294	304,5	161	129,5	105	84	70
Qs υπολογιστής	154	196	224	245	266	280	294	304,5	161	129,5	105	84	70
Total	308	392	448	490	532	682,2	682	688,9	387,8	310,7	210	168	140
	V		hi	ho									
Infiltration/ Ventilation	10 L/s pers.	50 L/s	50	72,5									

Πίνακας 12 Βοηθητικοί συντελεστές για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων

Επομένως, επιλέγοντας το μέγιστο θερμικό κέρδος από τους παραπάνω πίνακες, προκύπτει ότι το ψυκτικό φορτίο του κτιρίου είναι **8117 W** ή **27696 Btu/h**.

5. Περιγραφή της Μεθοδολογίας υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ για την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς και το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης, η βαθμολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου γίνεται με βάση την ποιοτική αξιολόγηση (asset rating) της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου σε σχέση με το κτίριο αναφοράς. Για της ανάγκες έκδοσης Π.Ε.Α απαιτούνται υπολογισμοί με την μέθοδο ημισταθερής κατάταξης μηνιαίου βήματος, η οποία βασίζεται στα ακόλουθα ευρωπαϊκά πρότυπα:

Ενεργειακή ζήτηση κτηριακού κελύφους & κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη	ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 (2009). Ενεργειακή επίδοση κτηρίων. - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων.
	ΕΛΟΤ EN ISO 13789 E2 (2009). Θερμική επίδοση κτηρίων. - Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας σχετικά με μετάδοση και αερισμό. - Μέθοδος υπολογισμού.
	ΕΛΟΤ EN ISO 6946 E2 (2009). Κτηριακά μέρη και στοιχεία. - Θερμική αντίσταση και θερμοπερατότητα. - Μέθοδος υπολογισμού.
Απώλειες θερμότητας κτιρίου προς το περιβάλλον μέσω των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων, καθώς και μέσω του αερισμού (διείσδυσης αέρα, φυσικού ή μηχανικού αερισμού)	ΕΛΟΤ EN ISO 13370 E2 (2009). Θερμικές επιδόσεις κτηρίων. - Μετάδοση θερμότητας μέσω του εδάφους. - Μέθοδοι υπολογισμού.
	ΕΛΟΤ EN ISO 14683 (2009). Θερμογέφυρες σε κτηριακές κατασκευές. - Γραμμική θερμική μετάδοση. - Απλοποιημένες μέθοδοι και τιμές προεπιλογής.
	ΕΛΟΤ EN ISO 10211 (2009). Θερμογέφυρες στις κτηριακές κατασκευές. - Ροές θερμότητας και επιφανειακές θερμοκρασίες. - Λεπτομερείς υπολογισμοί.
	EN ISO 10077-1 (2006). Θερμική επίδοση παραθύρων, θυρών και εξωφύλλων - Υπολογισμός θερμικής μετάδοσης - Μέρος 1: Απλοποιημένη μέθοδος.
	ΕΛΟΤ EN 13947 (2007). Θερμική επίδοση τοιχοπετασμάτων. - Υπολογισμός της θερμικής μετάδοσης.
	ΕΛΟΤ EN 15241 (2008). Αερισμός κτηρίων. - Μέθοδοι υπολογισμού ενεργειακών απωλειών σε εμπορικής χρήσης κτήρια λόγω αερισμού και διήθησης.
Κλιματικά δεδομένα	ΕΛΟΤ EN ISO 15927.01 (2004). Υγροθερμικές επιδόσεις κτηρίων - Υπολογισμός και παρουσίαση κλιματικών δεδομένων. - Μέρος 1: Μέσες μηνιαίες και ετήσιες τιμές μετεωρολογικών στοιχείων.
Εσωτερικά κέρδη από φωτισμό	ΕΛΟΤ EN 15193 (2008). Ενεργειακή επίδοση κτηρίων - Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό.
Απόδοση συστήματος θέρμανσης	ΕΛΟΤ EN 15316.01 (2008). Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων. - Μέρος 1: Γενικά.
	ΕΛΟΤ EN 15316.02.01 (2008). Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια. - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων. - Μέρος 2-1: Συστήματα εκπομπών θέρμανσης χώρων.
	ΕΛΟΤ EN 15316.02.03 (2008). Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια. - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων. - Μέρος 2-3: Συστήματα διανομής για τη θέρμανση χώρων.
	ΕΛΟΤ EN 15316.04.01 (2008). Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια. - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων. - Μέρος 4-1: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Συστήματα καύσης (λέβητες)

	ΕΛΟΤ EN 15316.04.02 (2008). Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια. - Μέθοδος υπολογισμού των απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων. - Μέρος 4-2: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων, συστήματα αντλιών θερμότητας.
	ΕΛΟΤ EN 15316.04.03 (2008). Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια. - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων. - Μέρος 4-3: Συστήματα παραγωγής θερμότητας, θερμικά ηλιακά.
	ΕΛΟΤ EN 15316.04.04 (2008). Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια. - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων. - Μέρος 4-4: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Συστήματα συμπαραγωγής, εσωματωμένα στο κτήριο.
	ΕΛΟΤ EN 15316.04.05 (2008). Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια. - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων. - Μέρος 4-5: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Απόδοση και ποιότητα συστημάτων τηλεθέρμανσης και συστημάτων μεγάλου όγκου.
	ΕΛΟΤ EN 15316.04.06 (2008). Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια. - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων. - Μέρος 4-6: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Φωτοβολταϊκά συστήματα.
	ΕΛΟΤ EN 15316.04.07 (2010). Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια. - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων. - Μέρος 4-7: Συστήματα παραγωγής θερμότητας χώρων, συστήματα καύσης βιομάζας.
	ΕΛΟΤ EN 15243 (2008). Αερισμός κτηρίων - Υπολογισμός θερμοκρασίας χώρου και του φορτίου και της ενέργειας κτηρίων εξοπλισμένων με σύστημα κλιματισμού.
	ΕΛΟΤ EN 15232 (2007). Ενεργειακή λειτουργία των κτηρίων. - Επίδραση του αυτοματισμού κτηρίων, των συσκευών ελέγχου και της διαχείρισης κτηρίων.

Πίνακας 13 Πρότυπα για τους υπολογισμούς ενεργειακής ζήτησης και κατανάλωσης θέρμανσης/ψύξης

Κατανάλωση ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης	ΕΛΟΤ EN 15316.03.01 (2008). Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια. - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων. - Μέρος 3-1: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης. Χαρακτηρισμός αναγκών (απαιτήσεις άντλησης).
	ΕΛΟΤ EN 15316.03.02 (2008). Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια. - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων. - Μέρος 3-2: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης, διανομή.
	ΕΛΟΤ EN 15316.03.03 (2008). Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια. - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων. - Μέρος 3-3: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης, παραγωγή.

Πίνακας 14 Πρότυπα για τους υπολογισμούς ενεργειακής ζήτησης και κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης

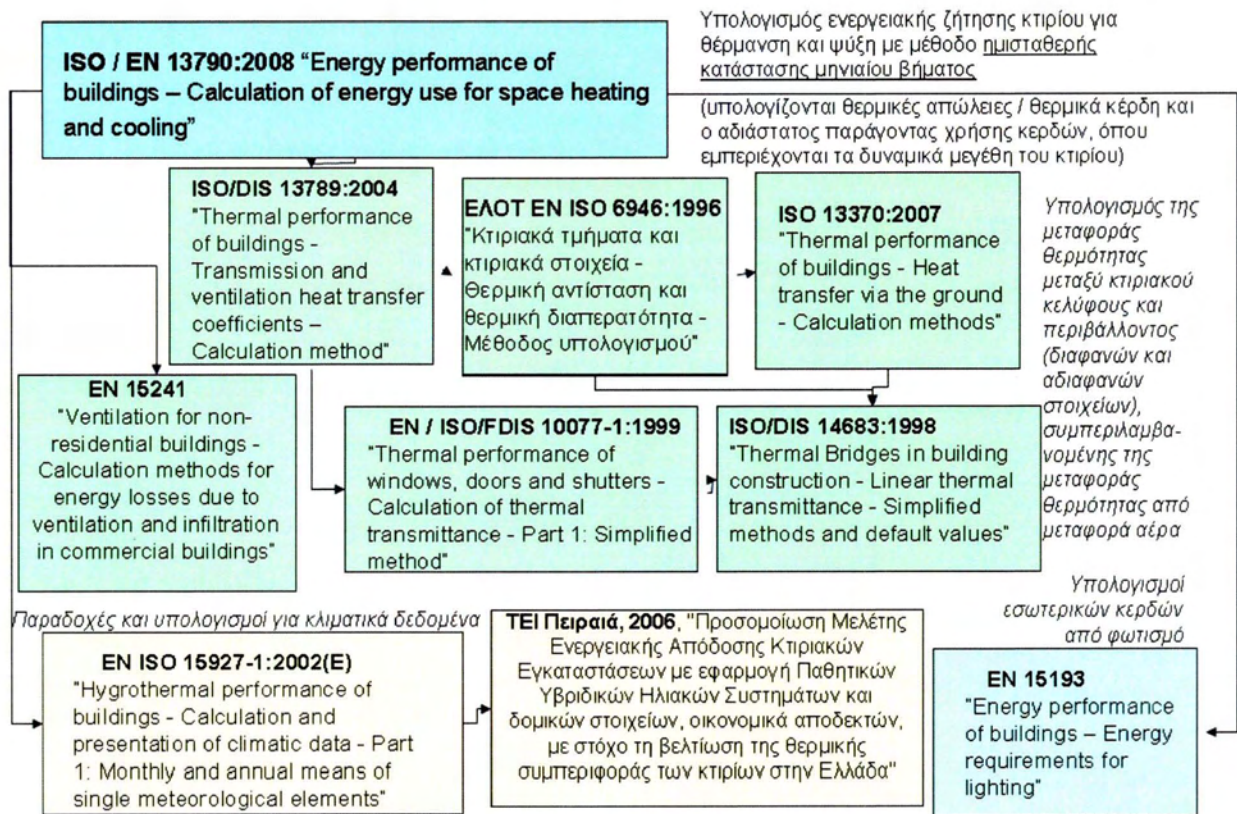
Κατανάλωση ενέργειας για τεχνητό φωτισμό	ΕΛΟΤ EN 15193 (2008). Ενεργειακή επίδοση κτηρίων. - Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό.
--	---

Πίνακας 15 Πρότυπο για τους υπολογισμούς ενεργειακής κατανάλωσης φωτισμού

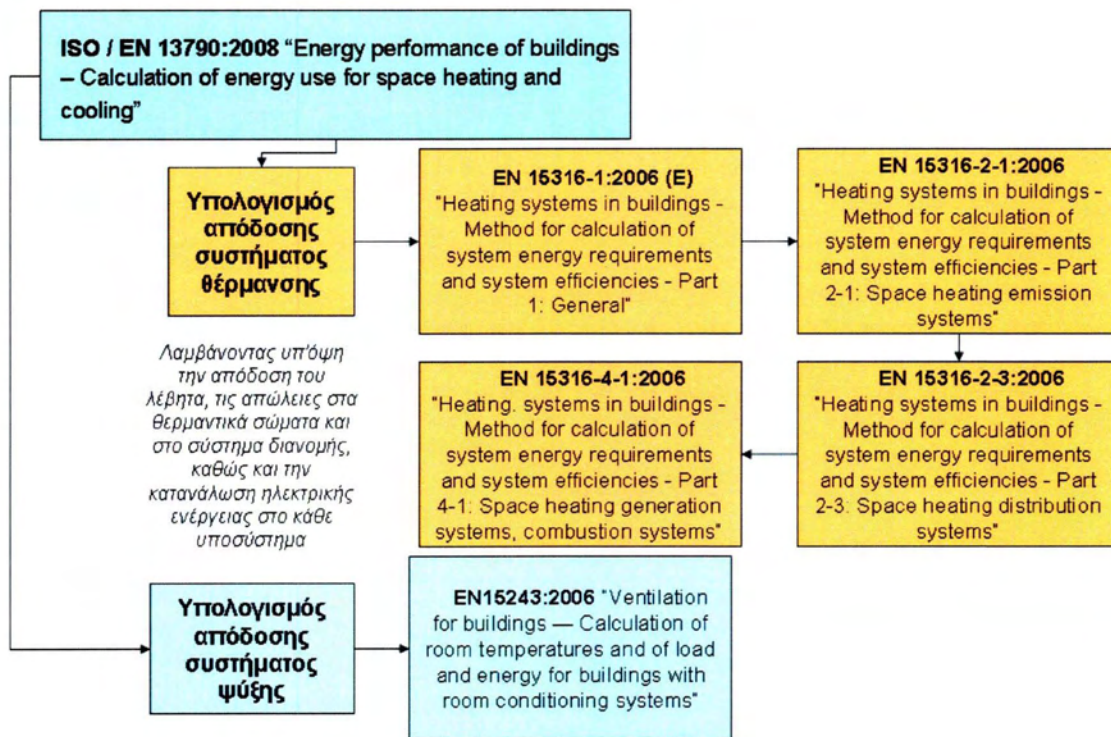
Αρχικά, υπολογίζονται οι ενεργειακές απαιτήσεις ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, Ζ.Ν.Χ) και έπειτα, ανάλογα με τα υπάρχοντα συστήματα και τα χρησιμοποιούμενα καύσιμα, υπολογίζεται η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου, η πρωτογενής ενέργεια, καθώς και οι αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Κάθε σύστημα που καλύπτει τις ενεργειακές απαιτήσεις μιας τελικής χρήσης, περιλαμβάνει ολόκληρη την εγκατάσταση παραγωγής, διανομής και τερματικών μονάδων απόδοσης ενέργειας. Κάθε ένα από αυτά τα τμήματα χαρακτηρίζεται από τον βαθμό απόδοσης του, που συντελεί στον υπολογισμό του συνολικού βαθμού απόδοσης.[27]

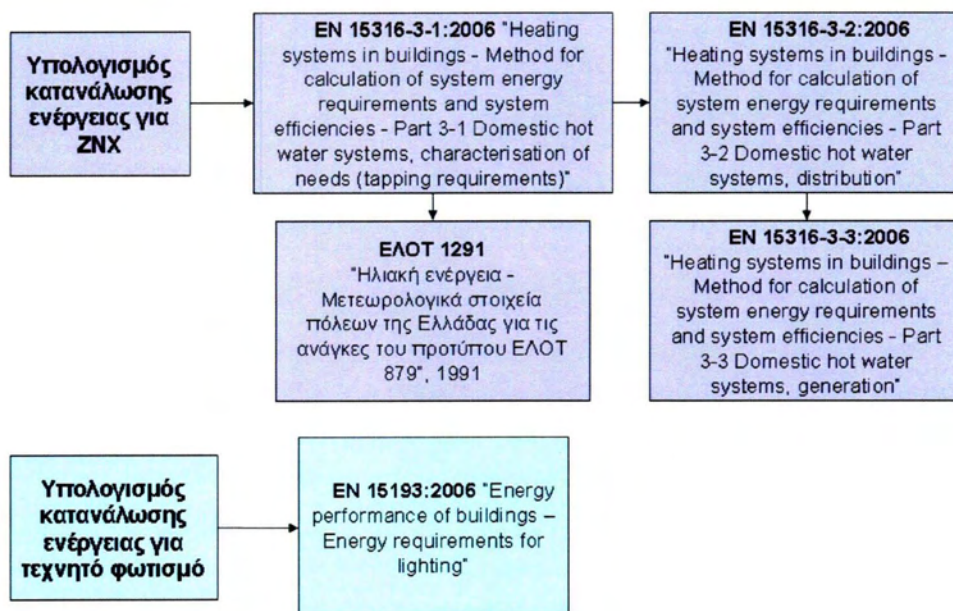
Παρουσιάζονται σχηματικά τα πρότυπα για την ενεργειακή ζήτηση του κτιρίου για θέρμανση/ ψύξη, για την ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση/ ψύξη και η ενεργειακή κατανάλωση για ζεστό νερό χρήσης και φωτισμό:[30]



Εικόνα 3 Πρότυπα για την ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση/ ψύξη

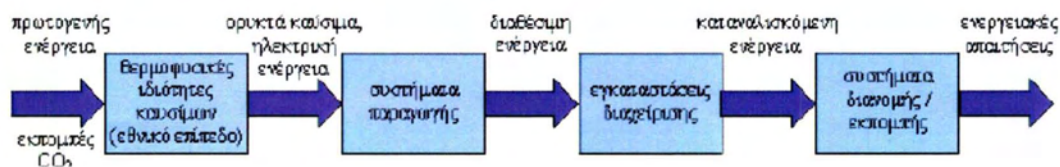


Εικόνα 4 Πρότυπα για την ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση/ ψύξη



Εικόνα 5 Πρότυπα για την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου για ΖΝΧ και φωτισμό

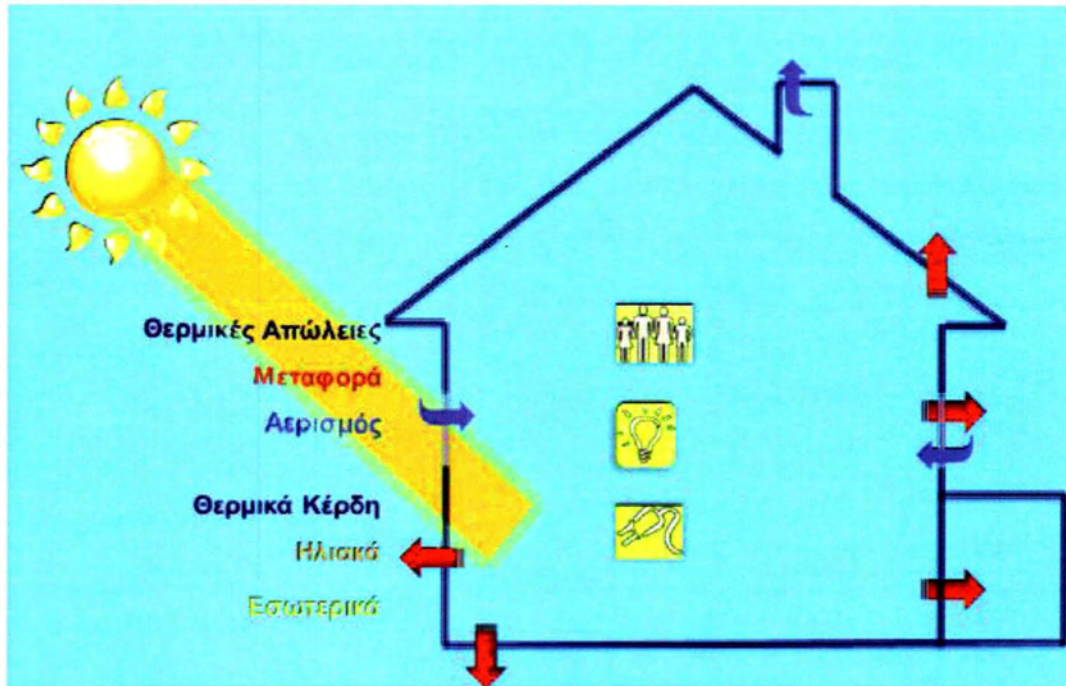
Στην επόμενη εικόνα απεικονίζεται σχηματικά η ενεργειακή ροή από το σύστημα παραγωγής, διανομής και τερματικών μονάδων, που καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου. Οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται βήμα- βήμα από αριστερά προς τα δεξιά.



Εικόνα 6 Σχηματική αναπαράσταση υπολογισμών

5.1 Μηνιαία Μέθοδος- Υπολογισμός ενεργειακής ζήτησης και κατανάλωσης για θέρμανση και ψύξη του κτιρίου

Στη μηνιαία μέθοδο υπολογίζεται η ενεργειακή απαίτηση για θέρμανση και ψύξη του κτιρίου λαμβάνοντας υπ' όψιν τη γεωμετρία του, τις θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών κατασκευής του και τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του. Οι υπολογισμοί βασίζονται στο ισοζύγιο των θερμικών απωλειών του κτιριακού κελύφους (λόγω μετάδοσης θερμότητας και λόγω αερισμού) και των θερμικών κερδών (ηλιακών και εσωτερικών), σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 (2009). [4]



Εικόνα 7 Ισοζύγιο θερμικών απωλειών και κερδών

Προκειμένου να ληφθούν υπ' όψιν δυναμικά φαινόμενα κατά τον υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων θέρμανσης/ ψύξης στη μεθοδολογία, χρησιμοποιείται ο συντελεστής χρήσης κερδών/ απωλειών, ο οποίος προκύπτει από την αναλογία κερδών- απωλειών και από τη σταθερά χρόνου του κτιρίου. Αυτός ο συντελεστής καθορίζει το βαθμό κατά τον οποίο τα θερμικά κέρδη είναι ωφέλιμα για την ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση και τον βαθμό κατά τον οποίο οι θερμικές απώλειες είναι ωφέλιμες για την ενεργειακή ζήτηση για ψύξη.

Γνωρίζοντας το σύστημα θέρμανσης και το χρησιμοποιούμενο καύσιμο υπολογίζεται η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου για θέρμανση καθώς και οι αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. [27, 30]

Σχηματικά, οι απώλειες απεικονίζονται ως εξής:



Εικόνα 8 Γενικό διάγραμμα υπολογισμών θέρμανσης/ ψύξης

5.1.1 Υπολογισμός ενεργειακής ζήτησης για συνθήκες συνεχούς θέρμανσης και συνεχούς ψύξης χώρου

5.1.1.1 Συνεχής θέρμανση

Για κάθε ζώνη η ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση χώρου, $Q_{H,nd}$, [MJ], για συνθήκες συνεχούς θέρμανσης, δίνεται από τη σχέση:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn} \quad \text{Σχέση 20}$$

$Q_{H,ht}$ ολική μεταφερόμενη θερμική ενέργεια, περίοδος θέρμανσης [MJ]

$Q_{H,gn}$ ολικά θερμικά κέρδη, περίοδος θέρμανσης [MJ]

$\eta_{H,gn}$ αδιάστατος παράγοντας χρήσης κερδών για θέρμανση

5.1.1.2 Συνεχής ψύξη

Για κάθε ζώνη η ενεργειακή ζήτηση για ψύξη χώρου, $Q_{C,nd}$, [MJ], για συνθήκες συνεχούς ψύξης, δίνεται από τη σχέση:

$$Q_{C,nd} = Q_{C,gn} - \eta_{C,ls} Q_{C,ht} \quad \text{Σχέση 21}$$

$Q_{C,ht}$ ολική μεταφερόμενη θερμική ενέργεια, περίοδος ψύξης [MJ]

$Q_{C,gn}$ ολικά θερμικά κέρδη, περίοδο ψύξης [MJ]

$\eta_{C,gn}$ αδιάστατος παράγοντας χρήσης κερδών για ψύξη

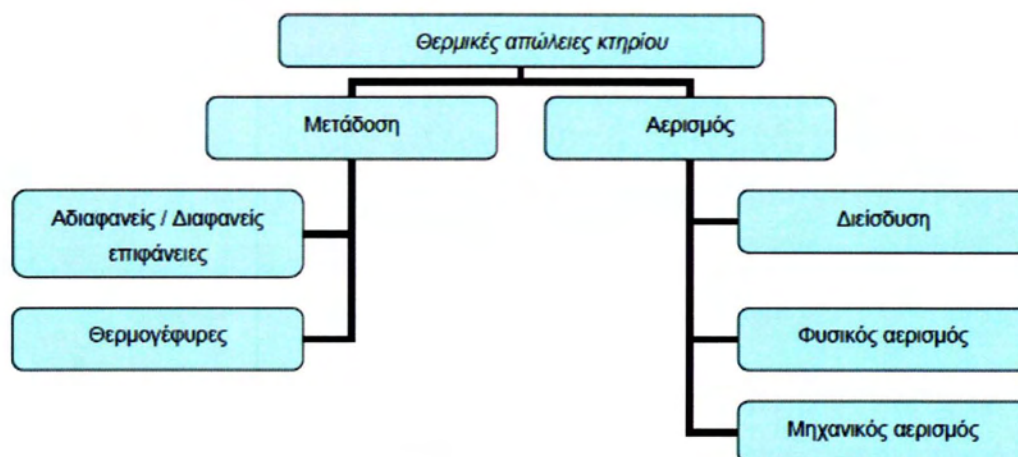
5.1.2 Ολικές απώλειες από το κτιριακό κέλυφος

Για κάθε ζώνη η ολική μεταφορά θερμότητας, $Q_{H,ht}$, [MJ], για συνθήκες συνεχούς θέρμανσης και συνεχούς ψύξης, δίνεται από τη σχέση:

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve} \quad \text{Σχέση 22}$$

Q_{tr} ολική μεταφορά θερμότητας από μετάδοση [MJ]

Q_{ve} ολική μεταφορά θερμότητας από αερισμό [MJ]



Εικόνα 9 Θερμικές απώλειες κτιρίου

Επισημαίνεται ότι οι ολικές απώλειες υπολογίζονται από τις ίδιες σχέσεις, τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης.

5.1.2.1 Μεταφορά θερμότητας από μετάδοση (Q_{tr})

Η ολική μεταφορά θερμότητας από μετάδοση, Q_{tr} , [MJ], δίνεται για κάθε μήνα και για κάθε ζώνη, z , από:

$$\text{Περίοδος θέρμανσης: } Q_{H,tr} = H_{H,tr,adj} (\theta_{int,set,H} - \theta_e) t \quad \text{Σχέση 23}$$

$$\text{Περίοδος ψύξης: } Q_{C,tr} = H_{C,tr,adj} (\theta_{int,set,C} - \theta_e) t \quad \text{Σχέση 24}$$

$H_{tr,adj}$ ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας της ζώνης, προσαρμοσμένος στη διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικά και εξωτερικά του κτιρίου [WK^{-1}]

$\theta_{int,set,H}$ θερμοκρασία αέρα ζώνης για θέρμανση [$^{\circ}C$]

$\theta_{int,set,C}$ θερμοκρασία αέρα ζώνης για ψύξη [$^{\circ}C$]

θ_e θερμοκρασία εξωτερικού περιβάλλοντος [$^{\circ}C$]

t διάρκεια βήματος υπολογισμού [Ms]

5.1.2.1.1 Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας από μετάδοση

Η τιμή του ολικού συντελεστή μεταφοράς θερμότητας από μετάδοση, H_{tr} , [WK^{-1}], γίνεται με τη χρήση της ακόλουθης εξίσωσης:

$$H_{tr} = H_D + H_g + H_U + H_A \quad \text{Σχέση 25}$$

- H_D συντελεστής μεταφοράς θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον [WK^{-1}]
 H_g συντελεστής μεταφοράς θερμότητας προς το έδαφος [WK^{-1}]
 H_U συντελεστής μεταφοράς θερμότητας προς μη θερμαινόμενους χώρους [WK^{-1}]
 H_A συντελεστής μεταφοράς θερμότητας προς διπλανά κτίρια [WK^{-1}]

Γενικά οι συντελεστές H_x , που αντιπροσωπεύουν τους συντελεστές H_D , H_g , H_U και H_A είναι της μορφής:

$$H_x = b_{tr,x} \left[\sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \chi_j \right] \quad \text{Σχέση 26}$$

- A_i εμβαδόν στοιχείου i του κτιριακού κελύφους [m^2]
 U_i ολικός συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχείου i του κτιριακού κελύφους [$Wm^{-2}K^{-1}$]
 l_k μήκος θερμογέφυρας [m]
 Ψ_k συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας θερμογέφυρας [$Wm^{-1}K^{-1}$]
 (Παράρτημα IV)
 χ_j συντελεστής σημειακής θερμοπερατότητας σημειακής θερμογέφυρας [WK^{-1}]
 $b_{tr,x}$ συντελεστής ρύθμισης, με $b_{tr,x} \neq 1$ αν η θερμοκρασία στην άλλη παρειά του δομικού υλικού χδεν είναι ίση με εκείνη του εξωτερικού περιβάλλοντος, όπως για δομικά υλικά που χωρίζουν θερμαινόμενους με μη θερμαινόμενους χώρους, ή για ισόγειο.

5.1.2.2 Μεταφορά θερμότητας από αερισμό (Q_{ve})

Η ολική μεταφορά θερμότητας από την κίνηση μαζών αέρα Q_{ve} , [MJ], που αναφέρεται στην κίνηση μάζας αέρα είτε λόγω αεροπερατότητας του κτιρίου, είτε λόγω αερισμού (τεχνητού και φυσικού) δίνεται για κάθε ζώνη z , από τη σχέση :

$$\text{Περίοδος θέρμανσης: } Q_{H,ve} = H_{H,ve,adj} (\theta_{int,set,H,z} - \theta_e) \quad \text{Σχέση 27}$$

$$\text{Περίοδος ψύξης: } Q_{C,ve} = H_{C,ve,adj} (\theta_{int,set,C,z} - \theta_e) \quad \text{Σχέση 28}$$

$H_{ve,adj}$ ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας από αερισμό, προσαρμοσμένος στη διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικά και εξωτερικά του κτιρίου [WK^{-1}]

$\theta_{int,set,H,z}$ θερμοκρασία αέρα ζώνης για θέρμανση [$^{\circ}C$]

$\theta_{int,set,C,z}$ θερμοκρασία αέρα ζώνης για ψύξη [$^{\circ}C$]

- θ_e θερμοκρασία εξωτερικού περιβάλλοντος [°C]
 t διάρκεια βήματος υπολογισμού [Ms]

5.1.2.2.1 Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας από αερισμό

Ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας από αερισμό, $H_{ve,adj}$, [WK⁻¹], δίνεται από τη σχέση:

$$H_{ve,adj} = \rho_a c_a \left(\sum_k b_{ve,k} f_{ve,t,k} \dot{V}_{ve,k} \right) \text{ Σχέση 29}$$

$\rho_a c_a$ θερμοχωρητικότητα του αέρα κατά όγκο = 1200 J * m⁻³ K⁻¹

$\dot{V}_{ve,k}$ παροχή αέρα του στοιχείου k του αέρα την περίοδο θέρμανσης και ψύξης αντίστοιχα [m³s⁻¹]

$b_{ve,k}$ συντελεστής διόρθωσης λόγω θερμοκρασίας¹ για το στοιχείο k του αέρα, με τιμή $b_{ve,k} \neq 1$, αν η θερμοκρασία εισόδου, $\theta_{sup,k}$, δεν ισούται με τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος.

k αντιπροσωπεύει κάθε στοιχείο της ροής αέρα, όπως αεροπερατότητα, φυσικό αερισμό, μηχανικό αερισμό και / ή επιπλέον νυχτερινό αερισμό για δροσισμό

$f_{ve,t,k}$ κλάσμα του χρόνου της λειτουργίας της παροχής αέρα του στοιχείου k, υπολογισμένο ως ο αριθμός των ωρών της ημέρας που γίνεται η λειτουργία (για όλη την ημέρα $f_{ve,t,k} = 1$)

5.1.2.2.2 Συντελεστής διόρθωσης λόγω θερμοκρασίας

Ο συντελεστής διόρθωσης λόγω θερμοκρασίας, $b_{ve,k}$, διαφέρει από τη μονάδα, όταν η θερμοκρασία εισόδου της αέριας μάζας είναι διαφορετική από εκείνη του εξωτερικού περιβάλλοντος. Διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

- Διείσδυση αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον

Όταν λαμβάνει χώρα διείσδυση του αέρα από το **εξωτερικό περιβάλλον**, η θερμοκρασία εισόδου, $\theta_{sup,k}$, είναι η τιμή της θερμοκρασίας περιβάλλοντος, θ_e . Συνεπώς, ο συντελεστής διόρθωσης λόγω θερμοκρασίας για το στοιχείο k του αέρα, από το εξωτερικό περιβάλλον είναι:

$$b_{ve,k} = 1$$

- Διείσδυση αέρα από το παρακείμενο, μη κλιματιζόμενο χώρο
Όταν λαμβάνει χώρα διείσδυση του αέρα από **γειτονικούς, μη κλιματιζόμενους χώρους**, η θερμοκρασία εισόδου, $\theta_{sup,k}$, απλοποιείται και θεωρείται επίσης ίση με την τιμή της θερμοκρασίας περιβάλλοντος, θ_e . Συνεπώς, συντελεστής διόρθωσης λόγω θερμοκρασίας για το στοιχείο κτου αέρα, από το εξωτερικό περιβάλλον είναι:

$$b_{ve,k} = 1$$

- Διείσδυση αέρα από προσαρτημένο θερμοκήπιο
Η θερμοκρασία εισόδου, $\theta_{sup,k}$, έχει την τιμή της θερμοκρασίας περιβάλλοντος, θ_e . Συνεπώς, συντελεστής διόρθωσης λόγω θερμοκρασίας για το στοιχείο κτου αέρα, από το εξωτερικό περιβάλλον είναι:

$$b_{ve,k} = 1$$

- Διείσδυση αέρα από παρακείμενο κτίρια.
Η διείσδυση αέρα από παρακείμενα κτίρια αγνοείται. Συνεπώς $b_{ve,k} = 0$.
- Αερισμός από μηχανικό σύστημα αερισμού με κεντρικό σύστημα προ-θέρμανσης ή / και προ-ψύξης
Ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας από αερισμό, H_{ve} , βασίζεται μόνο στη θερμοκρασία εισόδου, $\theta_{sup,k}$, του αέρα που εξέρχεται από την κεντρική κλιματιστική μονάδα και εισέρχεται στη ζώνη του κτιρίου.

Συνεπώς, ο συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας, $b_{ve,k}$, για τη ροή του αέρα μετά την κεντρική προ-θέρμανση ή προ-ψύξη θα ισούται με:

$$b_{ve,k} = \frac{(\theta_{int,set} - \theta_{sup,k})}{(\theta_{int,set} - \theta_e)} \quad \text{Σχέση 30}$$

$\theta_{int,set}$ θερμοκρασία αέρα ζώνης κτιρίου για θέρμανση ή ψύξη, [°C]

$\theta_{sup,k}$ θερμοκρασία εισόδου του αέρα, που εξέρχεται από την κεντρική κλιματιστική μονάδα και εισέρχεται στη ζώνη του κτιρίου [°C]. Για την προ-θέρμανση η $\theta_{sup,k}$ λαμβάνεται ως η μέγιστη τιμή της θερμοκρασίας προθέρμανσης ή της θερμοκρασίας αέρα πριν το σύστημα προθέρμανσης. Για την προ-ψύξη λαμβάνεται ίση με τη θερμοκρασία αέρα πριν το σύστημα προ-ψύξης αν η θερμοκρασία αέρα εισόδου είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία προ-ψύξης, διαφορετικά λαμβάνεται ίση με το άθροισμα της θερμοκρασία αέρα εισόδου με τη διαφορά της θερμοκρασία αέρα εισόδου με τη θερμοκρασία προ-ψύξης

θ_e Θερμοκρασία εξωτερικού περιβάλλοντος, [°C]

5.1.3 Ολικά θερμικά κέρδη

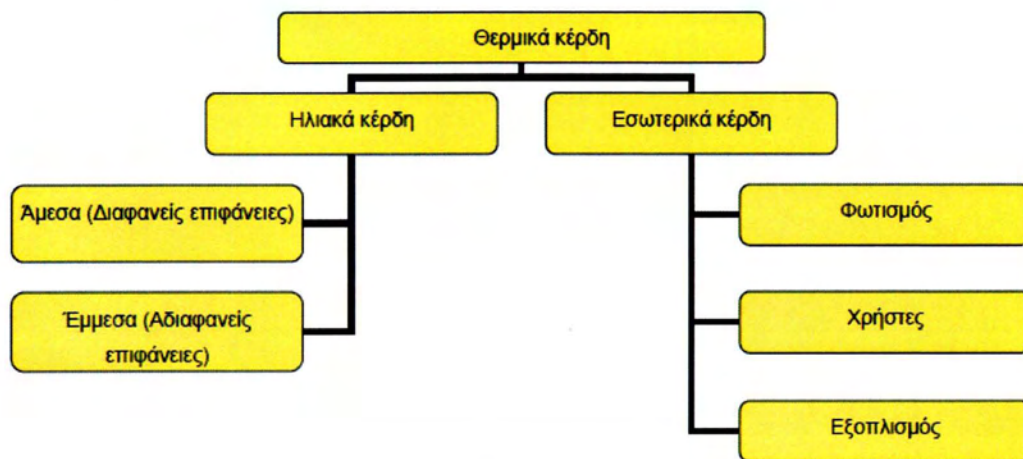
Τα ολικά θερμικά κέρδη, $Q_{H,gn}$ [MJ], της ζώνης του κτιρίου για συγκεκριμένο βήμα υπολογισμού για την περίοδο θέρμανσης και την περίοδο ψύξης δίνονται από τη σχέση:

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol} \quad \text{Σχέση 31}$$

Q_{int} ολικά εσωτερικά θερμικά κέρδη [MJ]

Q_{sol} ολικά ηλιακά κέρδη [MJ]

Σχηματικά, τα θερμικά κέρδη του κτιρίου αποτελούνται:



Εικόνα 10 Θερμικά κέρδη κτιρίου

5.1.3.1 Εσωτερικά θερμικά κέρδη

Στα εσωτερικά κέρδη περιλαμβάνονται:

- Θερμότητα μεταβολισμού από τους ενοίκους
- Θερμότητα από ηλεκτρικές συσκευές
- Θερμότητα από το φωτισμό
- Θερμότητα από ή προς διεργασίες και αγαθά.

Τα θερμικά κέρδη από εσωτερικές πηγές για κάθε ζώνη του κτιρίου για κάθε μήνα δίνονται από:

$$Q_{\text{int}} = \left(\sum_k \Phi_{\text{int},k} \right) t + \left(\sum_l (1 - b_{\text{tr},l}) \Phi_{\text{int},u,l} \right) t \quad \text{Σχέση 32}$$

Q_{int} θερμικά κέρδη από εσωτερικές πηγές [MJ]

$b_{\text{tr},l}$ συντελεστής μείωσης για το διπλανό, μη κλιματιζόμενο χώρο με εσωτερική πηγή θερμότητας l

$\Phi_{\text{int},k}$ μέσος όρος ροής θερμότητας στο συγκεκριμένο χρόνο από την εσωτερική πηγή θερμότητας k [W]

$\Phi_{\text{int},u,l}$ μέσος όρος ροής θερμότητας στο συγκεκριμένο χρόνο από την εσωτερική πηγή θερμότητας l στον παρακείμενο μη θερμαινόμενο-κλιματιζόμενο χώρο [W]

t διάρκεια χρονικής περιόδου [Ms]

5.1.3.2 Ηλιακά κέρδη

Το άθροισμα των ηλιακών κερδών στην εξεταζόμενη ζώνη, Q_{sol} , [MJ], υπολογίζεται ως:

$$Q_{\text{sol}} = \left(\sum_k \Phi_{\text{sol},k} \right) t + \left[\sum_l (1 - b_{\text{tr},l}) \Phi_{\text{sol},u,l} \right] t \quad \text{Σχέση 33}$$

$b_{\text{tr},l}$ συντελεστής μείωσης για το διπλανό, μη κλιματιζόμενο χώρο με εσωτερική πηγή θερμότητας l

$\Phi_{\text{sol},k}$ μέσος όρος ροής θερμότητας από την ηλιακή πηγή k , [W]

$\Phi_{\text{sol},u,l}$ μέσος όρος ροής θερμότητας από την ηλιακή πηγή l , στο διπλανό, μη θερμαινόμενο χώρο [W]

t διάρκεια χρονικής περιόδου μήνα [Ms]

Η ροή θερμότητας από ηλιακά κέρδη για κάθε στοιχείο του κτιρίου k , $\Phi_{\text{sol},k}$, [W], δίνεται από:

$$\Phi_{\text{sol},k} = F_{\text{sh},ob,k} A_{\text{sol},k} I_{\text{sol},k} - F_{r,k} \Phi_{r,k} \quad \text{Σχέση 34}$$

$F_{\text{sh},ob,k}$ συντελεστής μείωσης λόγω σκίασης από εξωτερικά εμπόδια από την ωφέλιμη συλλεκτική επιφάνεια της επιφάνειας k

$A_{\text{sol},k}$ ωφέλιμη συλλεκτική επιφάνεια της επιφάνειας k με συγκεκριμένο προσανατολισμό και γωνία κλίσης, στη συγκεκριμένη ζώνη ή χώρο [m²]

$I_{sol,k}$ η μέση ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας στο βήμα υπολογισμού, ανά τ.μ. της συλλεκτικής επιφάνειας k , με συγκεκριμένο προσανατολισμό και γωνία κλίσης, υπολογιζόμενη από την αντίστοιχη τιμή της ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο [Wm^{-2}]

$\Phi_{r,k}$ ροή θερμότητας λόγω της θερμικής ακτινοβολίας στον ουρανό από το στοιχείο k , [W]²

$F_{r,k}$ συντελεστής θέασης μεταξύ του στοιχείου του κτιρίου και του ουρανού, ο οποίος είναι:

$F_{r,k} = 1$ για μη σκιαζόμενη οριζόντια οροφή

$F_{r,k} = 0.5$ για μη σκιαζόμενο κατακόρυφο τοίχο

5.1.3.2.1 Ωφέλιμη συλλεκτική επιφάνεια διαφανούς στοιχείου

Η ωφέλιμη συλλεκτική επιφάνεια ηλιακής ακτινοβολίας διαφανών στοιχείων (π.χ. παράθυρο), A_{sol} , [m^2], δίνεται από τη σχέση:

$$A_{sol} = F_{sh,gl} g_{gl} (1 - F_F) A_{w,p} \quad \text{Σχέση 35}$$

$F_{sh,gl}$ συντελεστής μείωσης σκίασης για κινητά σκίαστρα: δεν λαμβάνονται υπ' όψιν για το κτίριο αναφοράς

g_{gl} συντελεστής θερμικών ηλιακών απολαβών του διαφανούς μέρους του στοιχείου

$A_{w,p}$ ολικό εμβαδόν της διαφανούς επιφάνειας (π.χ. παράθυρο) [m^2]

F_F ο λόγος της επιφάνειας του πλαισίου προς τη συνολική επιφάνεια του ανοίγματος

Ο λόγος F_F λαμβάνεται ίσος με 0,15.

Η g_{gl} δίνεται από τη σχέση:

$$g_{gl} = F_W g_{gl,n} \quad \text{Σχέση 36}$$

Όπου:

$g_{gl,n}$ συντελεστής θερμικών ηλιακών απολαβών του διαφανούς μέρους του στοιχείου σε φυσική πρόσπτωση. Η τιμή του συντελεστή προκύπτει από τον (Πίνακας 16)

F_w συντελεστής διόρθωσης διαπερατότητας ηλιακής ενέργειας

Ο συντελεστής διόρθωσης δίνεται:

$$F_w = 0,90$$

Τύπος υαλοπίνακα	$g_{gl,n}$
Μονός υαλοπίνακας	0,85
Διπλός υαλοπίνακας	0,75
Διπλός υαλοπίνακας, με επιλεκτική, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0,67
Τριπλός υαλοπίνακας	0,70
Τριπλός υαλοπίνακας με δύο επιστρώσεις επιλεκτικές, χαμηλής ικανότητας εκπομπής	0,50
Διπλό παράθυρο	0,75

Πίνακας 16 Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ενέργειας σε φυσική πρόσπτωση για διάφορους τύπους υαλοπίνακα

5.1.3.2.2 Ωφέλιμη συλλεκτική επιφάνεια αδιαφανών στοιχείων κτιρίου
Η ωφέλιμη συλλεκτική επιφάνεια ενός αδιαφανούς στοιχείου του κτιριακού κελύφους, A_{sol} , [m^2], δίνεται από τη σχέση:

$$A_{sol} = a_{s,c} R_{se} U_c A_c \text{ Σχέση 37}$$

$a_{s,c}$ απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας στο αδιαφανές στοιχείο

R_{se} εξωτερική επιφανειακή αντίσταση του αδιαφανούς στοιχείου, [$m^2 K \cdot W^{-1}$]

U_c ολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του αδιαφανούς [$W m^{-2} K^{-1}$]

A_c εμβαδόν επιφάνειας αδιαφανούς στοιχείου [m^2]

5.1.3.2.3 **Μεταφορά θερμότητας από θερμική ακτινοβολία στον ουρανό**
 Η μεταφορά θερμότητας λόγω θερμικής ακτινοβολίας στον ουρανό από ένα συγκεκριμένο στοιχείο του κτιριακού κελύφους, Φ_r , [W], δίνεται από τη σχέση:

$$\Phi_r = R_{se} U_c A_c h_r \Delta\theta_{er} \quad \text{Σχέση 38}$$

R_{se} εξωτερική επιφανειακή αντίσταση του στοιχείου [$\text{m}^2\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$]

U_c ολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του στοιχείου [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]

A_c εμβαδόν επιφάνειας στοιχείου [m^2]

Ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας από ακτινοβολία, h_r , [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$], μπορεί να προσεγγισθεί από τη σχέση:

$$h_r = 5\varepsilon \quad \text{Σχέση 39}$$

ε ικανότητα εκπομπής σε θερμική ακτινοβολία της εξωτερικής επιφάνειας

Η μέση διαφορά, $\Delta\theta_{er}$, μεταξύ της θερμοκρασίας του εξωτερικού αέρα και της θερμοκρασίας του ουρανού θεωρείται 11K:

$$\Delta\theta_{er} = 11\text{K} \quad [4]$$

5.1.4 Δυναμικές Παράμετροι

Στη μηνιαία μέθοδο, τα δυναμικά στοιχεία λαμβάνονται υπ' όψη μέσω του παράγοντα χρήσης κερδών.

5.1.4.1 Αδιάστατος παράγοντας χρήσης κερδών για θέρμανση

Ο αδιάστατος παράγοντας χρήσης κερδών για θέρμανση, $\eta_{H,gn}$, είναι συνάρτηση της αναλογίας κερδών – απωλειών, για θέρμανση, γ_H , και της αριθμητικής παραμέτρου, α_H , η οποία εξαρτάται από τη θερμική αδράνεια του κτιρίου. Δίνεται από τις παρακάτω εξισώσεις:

- Για $\gamma_H > 0$ και $\gamma_H \neq 1$ $\eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{\alpha_H}}{1 - \gamma_H^{\alpha_H + 1}}$ Σχέση 40

- Για $\gamma_H = 1$ $\eta_{H,gn} = \frac{\alpha_H}{\alpha_H + 1}$ Σχέση 41

- Για $\gamma_H < 0$ $\eta_{H,gn} = \frac{1}{\gamma_H}$ Σχέση 42

$$\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}} \quad \text{Σχέση 43}$$

γ_H αδιάστατη αναλογία κερδών – απωλειών περιόδου θέρμανσης

$Q_{H,ht}$ ολική μεταφορά θερμότητας την περίοδο θέρμανσης [MJ]

$Q_{H,gn}$ ολικά θερμικά κέρδη την περίοδο θέρμανσης [MJ]

a_H αριθμητικός παράγοντας για την περίοδο θέρμανσης, ο οποίος εξαρτάται από τη σταθερά χρόνου, τ_H , και δίνεται από:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} \quad \text{Σχέση 44}$$

$a_{H,0}$ αδιάστατη παράμετρος αναφοράς, ίση με 1,0 για τη μηνιαία μέθοδο.

τ_H σταθερά χρόνου της ζώνης του κτιρίου για την περίοδο θέρμανσης, [hr]

$\tau_{H,0}$ σταθερά χρόνου αναφοράς, ίση με 15hr για τη μηνιαία μέθοδο.

Ο παράγοντας χρήσης κερδών για θέρμανση, $\eta_{H,gn}$, ορίζεται ανεξάρτητα από τα χαρακτηριστικά του θερμικού συστήματος, υποθέτοντας τέλειο έλεγχο θερμοκρασίας και άπειρη ευελιξία. Ένα σύστημα θέρμανσης με αρνή ανταπόκριση και όχι τόσο τέλειο σύστημα ελέγχου μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη χρήση των θερμικών κερδών.

Η σταθερά χρόνου μίας ζώνης για την περίοδο θέρμανσης, τ_H , [hr], χαρακτηρίζει την εσωτερική θερμική αδράνεια της κλιματιζόμενης ζώνης για την περίοδο θέρμανσης. Υπολογίζεται από:

$$\tau_H = \frac{\frac{C_m}{3600}}{H_{H,tr,adj} + H_{H,ve,adj}} \quad \text{Σχέση 45}$$

όπου

C_m εσωτερική θερμοχωρητικότητα κτιρίου ή ζώνης, [$J \cdot K^{-1}$]

$H_{H,ir,adj}$ αντιπροσωπευτική τιμή του συνολικού συντελεστή μεταφοράς θερμότητας από μετάδοση, προσαρμοσμένος στη διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού – εξωτερικού χώρου, [WK⁻¹]

$H_{H,ve,adj}$ αντιπροσωπευτική τιμή του συνολικού συντελεστή μεταφοράς θερμότητας από αερισμό, προσαρμοσμένος στη διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού – εξωτερικού χώρου [WK⁻¹].[4]

Η C_m υπολογίζεται από τη σχέση:

$$C_m = \sum \kappa_j \times A_j \text{ Σχέση 46}$$

Όπου:

κ_j η εσωτερική θερμοχωρητικότητα ανά επιφάνεια του δομικού στοιχείου j [J/m²K]

A_j η επιφάνεια του στοιχείου j [m²]

Η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα θερμικής ζώνης ισούται με το λόγο της εσωτερικής θερμοχωρητικότητας της ζώνης προς τη μεικτή επιφάνεια της ζώνης A σε m², σύμφωνα με τη σχέση:

$$c_m = \frac{C_m}{A} \text{ Σχέση 47}$$

Για το κτίριο αναφοράς η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα είναι 250 kJ/m²K.[16]

5.1.4.2 Αδιάστατος παράγοντας χρήσης απωλειών για ψύξη

Ο αδιάστατος παράγοντας χρήσης απωλειών για ψύξη, $\eta_{C,ls}$, είναι συνάρτηση της αναλογίας κερδών – απωλειών για ψύξη, γ_C , και της αριθμητικής παραμέτρου, α_C , η οποία εξαρτάται από τη θερμική αδράνεια του κτιρίου. Δίνεται από τις εξής εξισώσεις:

Για $\gamma_C > 0$ και $\gamma_C \neq 1$ $\eta_{C,ls} = \frac{1 - \gamma_C^{-\alpha_C}}{1 - \gamma_C^{-(\alpha_C+1)}}$ Σχέση 48

Για $\gamma_C = 1$ $\eta_{C,ls} = \frac{\alpha_C}{\alpha_C + 1}$ Σχέση 49

Για $\gamma_C < 0$ $\eta_{C,ls} = 1$ Σχέση 50

$$\gamma_C = \frac{Q_{C,gn}}{Q_{C,ht}} \text{ Σχέση 51}$$

Όπου:



γ_C	αδιάστατη αναλογία κερδών – απωλειών περιόδου ψύξης
$Q_{C,ht}$	ολική μεταφορά θερμότητας την περίοδο ψύξης [MJ]
$Q_{C,gn}$	ολικά θερμικά φορτία την περίοδο ψύξης [MJ]
a_C	αδιάστατος αριθμητικός παράγοντας για την περίοδο ψύξης, ο οποίος εξαρτάται από τη σταθερά χρόνου, τ_C ,

$$a_C = a_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}} \quad \text{Σχέση 52}$$

Όπου:

$a_{C,0}$	αδιάστατη παράμετρος αναφοράς, ίση με 1,0 για τη μηνιαία μέθοδο
τ_C	σταθερά χρόνου της ζώνης του κτιρίου για την περίοδο ψύξης, [hr]
$\tau_{C,0}$	σταθερά χρόνου αναφοράς, ίση με 15hr για τη μηνιαία μέθοδο

Ο παράγοντας χρήσης κερδών για ψύξη, $\eta_{C,b}$, ορίζεται ανεξάρτητα από τα χαρακτηριστικά του ψυκτικού συστήματος, υποθέτοντας τέλει έλεγχο θερμοκρασίας και άπειρη ευελιξία. Ένα σύστημα ψύξης με αργή ανταπόκριση και όχι τόσο τέλει σύστημα ελέγχου μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη χρήση των απωλειών.

Η σταθερά χρόνου μίας ζώνης για την περίοδο ψύξης, τ_C , [hr], χαρακτηρίζει την εσωτερική θερμική αδράνεια της κλιματιζόμενης ζώνης για την περίοδο ψύξης. Υπολογίζεται από:

$$\tau_C = \frac{\frac{C_m}{3600}}{H_{C,tr,adj} + H_{C,ve,adj}} \quad \text{Σχέση 53}$$

Όπου:

C_m	εσωτερική θερμοχωρητικότητα κτιρίου ή ζώνης, [JK ⁻¹]
$H_{C,tr,adj}$	αντιπροσωπευτική τιμή του συνολικού συντελεστή μεταφοράς θερμότητας από μετάδοση, προσαρμοσμένος στη διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού – εξωτερικού χώρου, [WK ⁻¹]
$H_{C,ve,adj}$	αντιπροσωπευτική τιμή του συνολικού συντελεστή μεταφοράς θερμότητας από αερισμό, προσαρμοσμένος στη διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού – εξωτερικού χώρου [WK ⁻¹] [4]

5.1.5 Διόρθωση για διακοπτόμενη θέρμανση/ ψύξη

Στην περίπτωση της διακοπτόμενης θέρμανσης, η ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση/ ψύξη διαμορφώνεται ως εξής:

$$\text{Για την περίοδο θέρμανσης: } Q_{H,nd,interm} = a_{H,red} \cdot Q_{H,nd,const} \quad \text{Σχέση 54}$$

$$\text{Για την περίοδο ψύξης: } Q_{C,nd,interm} = a_{C,red} \cdot Q_{C,nd,const} \quad \text{Σχέση 55}$$

Όπου

$Q_{nd,interm}$ η ενεργειακή απαίτηση για θέρμανση και ψύξη αντίστοιχα

$a_{H,red}$ ο αδιάστατος συντελεστής μείωσης για διακοπτόμενη θέρμανση, ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$a_{H,red} = 1 - b_{h,red} \left(\tau_{H,0} / \tau \right) \gamma_H (1 - f_{H,hr}) \quad \text{Σχέση 56}$$

Και έχει τιμή μεταξύ $a_{H,red} = f_{H,hr}$ και $a_{H,red} = 1$.

Όπου

$b_{h,red}$ ο εμπειρικός συντελεστής συσχέτισης, ο οποίος ισούται με 3.

$\tau_{H,0}$ η σταθερά χρόνου αναφοράς, ίση με 15hr για τη μηνιαία μέθοδο

τ_H σταθερά χρόνου της ζώνης του κτιρίου για την περίοδο θέρμανσης, [hr]

γ_H αδιάστατη αναλογία κερδών – απωλειών περιόδου θέρμανσης

$f_{H,hr}$ κλάσμα των ωρών μιας εβδομάδας με κανονική θέρμανση στη θερμοκρασία σχεδιασμού

$a_{C,red}$ ο αδιάστατος συντελεστής μείωσης για διακοπτόμενη ψύξη, ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$a_{C,red} = 1 - b_{c,red} \left(\tau_{C,0} / \tau \right) \gamma_C (1 - f_{C,day}) \quad \text{Σχέση 57}$$

Και έχει τιμή μεταξύ $a_{C,red} = f_{C,day}$ και $a_{C,red} = 1$.

Όπου

$b_{c,red}$ ο εμπειρικός συντελεστής συσχέτισης, ο οποίος ισούται με 3.

$\tau_{C,0}$ η σταθερά χρόνου αναφοράς, ίση με 15hr για τη μηνιαία μέθοδο

τ_c σταθερά χρόνου της ζώνης του κτιρίου για την περίοδο ψύξης, [hr]

γ_c αδιάστατη αναλογία κερδών – απωλειών περιόδου ψύξης

$f_{C,day}$ κλάσμα των ημερών μιας εβδομάδας με κανονική ψύξη στη θερμοκρασία σχεδιασμού

5.1.6 Ετήσια ζήτηση για θέρμανση/ ψύξη

Οι ετήσιες ανάγκες ενέργειας σε θέρμανση ή ψύξη για τη ζώνη υπολογισμού του κτιρίου, $Q_{nd,an,z}$, [MJ], υπολογίζονται αθροίζοντας τις υπολογιζόμενες ενεργειακές ανάγκες ανά μήνα.

$$Q_{nd,an,z} = \sum_i Q_{nd,i,z} \quad \text{Σχέση 58}$$

Όπου:

$Q_{nd,i}$ ενέργεια που απαιτείται για θέρμανση ή ψύξη της ζώνης ανά βήμα υπολογισμού (μηνιαίο)[MJ]

5.1.7 Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση/ ψύξη κτιρίου

Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση/ ψύξη κτιρίου, $Q_{con,an,zs}$, [MJ], για διάφορα συστήματα, δίνεται από τη σχέση:

$$Q_{con,an,zs} = \sum_m \left(\frac{Q_{nd,an,zs}}{\eta_{gen}} \right) \quad \text{Σχέση 59}$$

Όπου:

$Q_{nd,an,zs}$ ετήσιες ανάγκες σε θέρμανση για ένα συγκεκριμένο συνδυασμό συστημάτων θέρμανσης/ ψύξης, m[MJ]

η_{gen} Συντελεστής απόδοσης συστήματος θέρμανσης/ψύξης

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος παραγωγής θέρμανσης δίνεται από τη σχέση:

$$\eta_{gen} = \eta_{gm} \cdot \eta_{g1} \cdot \eta_{g2} \quad \text{Σχέση 60}$$

Όπου

η_{gm} ο πραγματικός βαθμός απόδοσης της μονάδας λέβητα

n_{g1} ο συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης

n_{g2} ο συντελεστής μόνωσης λέβητα

5.1.8 Ετήσια εκπομπή αερίων ρύπων

Από την ετήσια κατανάλωση ενέργειας, $Q_{con,an,zs}$, υπολογίζονται οι εκπομπές αερίων ρύπων από τη θέρμανση ή ψύξη του κτιρίου, και συγκεκριμένα διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), από τη σχέση:

$$m_{H,em} = \sum Q_{H,con,an,zs} F_{H,GE,sys}$$

Σχέση 61

Όπου:

$m_{H,em}$ παραγόμενη μάζα αέριου ρύπου [kg]

$Q_{H,con,an,zs}$ ετήσια κατανάλωση ενέργειας [MJ]

$F_{H,GE,sys}$ συντελεστής εκπομπής αέριου ρύπου (Πίνακας 17)

Πηγή ενέργειας	Πρωτογενής ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης, πετρέλαιο κίνησης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα και τυποποιημένη βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση (από Δ.Ε.Η.)	0,70	0,347

Πίνακας 17 Συντελεστές πρωτογενούς ενέργειας εκπομπής ρύπων ανά τύπο καυσίμου

[14]

5.1.9 Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από θέρμανση ή ψύξη του κτιρίου προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της ενεργειακής κατανάλωσης για την εκάστοτε χρήση επί τους συντελεστές μετατροπής πρωτογενούς ενέργειας του καυσίμου (Πίνακας 17).

6. Εκτέλεση της Μεθοδολογίας Υπολογισμού (υπολογιστικό φύλλο Excel) ενεργειακής απόδοσης κτιρίου για θέρμανση του κτιρίου

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατάταξης και κατανάλωσης του κτιρίου αναφοράς εφαρμόστηκε η μεθοδολογία, που περιγράφηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, σε μορφή υπολογιστικού φύλλου. Οι συντελεστές και οι τιμές που ήταν απαραίτητες για τους υπολογισμούς επιλέχθηκαν από τις κατάλληλες ευρωπαϊκές οδηγίες και την ελληνική νομοθεσία.

6.1 Συνολικές απώλειες θερμότητας

6.1.1 Συνολική μεταφορά θερμότητας με μετάδοση

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι συνολικές απώλειες του κτιρίου λόγω μετάδοσης θερμότητας, υπολογίζονται για κάθε χρονικό βήμα από τη σχέση:

$$\text{Περίοδος θέρμανσης: } Q_{H,tr} = H_{H,tr,adj} (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \quad \text{Σχέση 23}$$

Ο συντελεστής $H_{H,tr,adj}$ ισούται με το άθροισμα των όρων:

$$H_x = b_{tr,x} \left[\sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \chi_j \right] \quad \text{Σχέση 26}$$

Όπου ο κάθε συντελεστής υπολογίζεται ως εξής:

Υπολογισμός συντελεστή H_D		
H_D	συντελεστής μεταφοράς θερμότητας	246,6
b_{trD}	συντελεστής προσαρμογής όταν η θερμοκρασία του γειτονικού χώρου δεν ισούται με τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος	1
A_i	εμβαδό της επιφάνειας i του δομικού στοιχείου	246,6
U_i	Συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου i	
l_k	μήκος της γραμμικής θερμογέφυρας k	0
Ψ_k	γραμμική θερμοπερατότητα της θερμογέφυρας k	
χ_j	σημειακή θερμοπερατότητα ή θερμογέφυρα -> δεν τη λαμβάνουμε υπόψη	0
H_{ue}	συντελεστής απωλειών θερμότητας του μη θερμαινόμενου χώρου προς το εξωτερικό περιβάλλον	0
H_{in}	συντελεστής απωλειών θερμότητας από το θερμαινόμενο στο μη θερμαινόμενο χώρο	1

Πίνακας 18 Υπολογισμός συντελεστή H_D

Υπολογισμός συντελεστή H_g

H_g	συντελεστής μεταφοράς θερμότητας	90
$b_{tr,x}$	συντελεστής προσαρμογής όταν η θερμοκρασία του γειτονικού χώρου δεν ισούται με τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος	1
A_i	εμβαδό της επιφάνειας i του δομικού στοιχείου	90
U_i	Συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου i	
l_k	μήκος της γραμμικής θερμογέφυρας k	0
Ψ_k	γραμμική θερμοπερατότητα της θερμογέφυρας k	
χ_j	σημειακή θερμοπερατότητα ή θερμογέφυρα -> δεν τη λαμβάνουμε υπόψη	0
H_{ue}	συντελεστής απωλειών θερμότητας του μη θερμαινόμενου χώρου προς το εξωτερικό περιβάλλον	0
H_{in}	συντελεστής απωλειών θερμότητας από το θερμαινόμενο στο μη θερμαινόμενο χώρο	1

Πίνακας 19 Υπολογισμός συντελεστή H_g

Υπολογισμός συντελεστή H_u

H_u	συντελεστής μεταφοράς θερμότητας	0
$b_{tr,u}$	συντελεστής προσαρμογής όταν η θερμοκρασία του γειτονικού χώρου δεν ισούται με τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος	0
A_i	εμβαδό της επιφάνειας i του δομικού στοιχείου	0
U_i	Συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου i	
l_k	μήκος της γραμμικής θερμογέφυρας k	0
Ψ_k	γραμμική θερμοπερατότητα της θερμογέφυρας k	
χ_j	σημειακή θερμοπερατότητα ή θερμογέφυρα -> δεν τη λαμβάνουμε υπόψη	0
H_{ue}	συντελεστής απωλειών θερμότητας του μη θερμαινόμενου χώρου προς το εξωτερικό περιβάλλον	0
H_{in}	συντελεστής απωλειών θερμότητας από το θερμαινόμενο στο μη θερμαινόμενο χώρο	1

Πίνακας 20 Υπολογισμός συντελεστή H_u

Υπολογισμός συντελεστή H_A

H_A	συντελεστής μεταφοράς θερμότητας	0
$b_{tr,A}$	συντελεστής προσαρμογής όταν η θερμοκρασία του γειτονικού χώρου δεν ισούται με τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος	0
A_i	εμβαδό της επιφάνειας i του δομικού στοιχείου	0
U_i	Συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου i	
l_k	μήκος της γραμμικής θερμογέφυρας k	0
Ψ_k	γραμμική θερμοπερατότητα της θερμογέφυρας k	
χ_j	σημειακή θερμοπερατότητα ή θερμογέφυρα -> δεν τη λαμβάνουμε υπόψη	0
H_{ue}	συντελεστής απωλειών θερμότητας του μη θερμαινόμενου χώρου προς το εξωτερικό περιβάλλον	0
H_{in}	συντελεστής απωλειών θερμότητας από το θερμαινόμενο στο μη θερμαινόμενο χώρο	1

Πίνακας 21 Υπολογισμός συντελεστή H_A

Στους παραπάνω υπολογισμούς ο συντελεστής $b_{tr,x}$ έχει λάβει την τιμή 1 στις πρώτες δύο περιπτώσεις, καθώς η θερμοκρασία του γειτονικού χώρου ισούται με την εξωτερική θερμοκρασία (αφού ο γειτονικός χώρος είναι εξωτερικός χώρος), και την τιμή 0 στις δύο τελευταίες περιπτώσεις, εφ' όσον δεν υπάρχουν μη θερμαινόμενοι χώροι ή διπλανά κτίρια. Επιπλέον, οι θερμογέφυρες δεν λαμβάνονται υπ' όψιν.

Προηγουμένως, έχει γίνει ο υπολογισμός του γινομένου του εμβαδού της επιφάνειας του δομικού στοιχείου i επί τον συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου i , UA .

Δομικό στοιχείο	U	A	UA
ΤΟΙΧΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΜΕ ΠΟΡΤΑ	0,5	15,23	7,615
ΚΟΛΩΝΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	0,5	8,07	4,035
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	3	4,5	13,5
ΠΟΡΤΑ	3,5	2,2	7,7
ΤΟΙΧΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ	0,5	17,43	8,715
ΚΩΛΟΝΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	0,5	8,07	4,035
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	3	4,5	13,5
ΤΟΙΧΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ	0,5	17,43	8,715
ΚΩΛΟΝΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	0,5	8,07	4,035
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	3	4,5	13,5
ΚΩΛΟΝΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	0,5	8,07	4,035
ΤΟΙΧΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ	0,5	17,43	8,715
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	3	4,5	13,5

ΔΑΠΕΔΟ	0,9	100	90
ΔΩΜΑ	0,45	100	45
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			246,6

Πίνακας 22 Υπολογισμός UA

Στη συνέχεια αθροίζονται οι παραπάνω συντελεστές για να δώσουν τον συνολικό συντελεστή $H_{H,tr}$.

H_D	Συντελεστής μεταφοράς θερμότητας σε εξωτερικό χώρο	246,6
H_g	Συντελεστής μεταφοράς θερμότητας προς το έδαφος (σε μόνιμη κατάσταση)	90
H_U	Συντελεστής μεταφοράς θερμότητας σε μη κλιματιζόμενους χώρους	0
H_A	Συντελεστής μεταφοράς θερμότητας σε γειτονικά κτίρια	0
$H_{tr,adj}$	Συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας με μετάδοση της ζώνης η οποία γειτνιάζει με περιοχή διαφορετικής θερμοκρασίας [W/K]	336,6

Πίνακας 23 Υπολογισμός συνολικού συντελεστή $H_{tr,adj}$

Για την ολοκλήρωση των υπολογισμών των συνολικών απωλειών θερμότητας από μετάδοση, απαιτούνται οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες και ο χρόνος των υπολογισμών. Οι τιμές προκύπτουν από του παρακάτω πίνακες, οι οποίοι βασίζονται στην Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010 και στην Ευρωπαϊκή Οδηγία ISO 13790 αντίστοιχα.[4, 18]

Περιοχή/Μήνας	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Αγχίαλος	6,6	7,7	10	14,3	19,6	24,6	26,9	26,3	22,2	17	12,1	8,1

Πίνακας 24 Μέση μηνιαία θερμοκρασία 24ώρου

Length of time periods:

Period	Number of days	Number of hours	t Ms
January	31	744	2,678 4
February	28	672	2,419 2
March	31	744	2,678 4
April	30	720	2,592
May	31	744	2,678 4
June	30	720	2,592
Heating season	See 7.4	Days × 24	Days × 24 × 3,6 × 10 ⁻³
Cooling season	See 7.4	Days × 24	Days × 24 × 3,6 × 10 ⁻³
July	31	744	2,678 4
August	31	744	2,678 4
September	30	720	2,592
October	31	744	2,678 4
November	30	720	2,592
December	31	744	2,678 4
Year	365	8 760	31,536

Πίνακας 25 Χρονική διάρκεια κάθε μήνα

Η περίοδος θέρμανσης σύμφωνα με την Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 για την Β κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει το υπό μελέτη κτίριο είναι από 1^η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου.[16]

Κάνοντας τις πράξεις προκύπτει ο παρακάτω πίνακας που παρουσιάζει τις θερμικές απώλειες λόγω μετάδοσης για την περίοδο θέρμανσης.

Συνολικές απώλειες		ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
Q_{tr}	Συνολική μεταφορά θερμότητας με μετάδοση [MJ]	12078,95832	10015,09542	9014,148	2486,53152	6892,49088	10726,83612
$H_{tr,adj}$	Συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας με μετάδοση της ζώνης η οποία γειτνιάζει με περιοχή διαφορετικής θερμοκρασίας [W/K]	336,6	336,6	336,6	336,6	336,6	336,6
$\theta_{int,set,H}$	Θερμοκρασία σχεδιασμού της ζώνης για την περίοδο θέρμανσης [K]	20	20	20	20	20	20
θ_e	Θερμοκρασία γειτονικής ζώνης ή εξωτερικού περιβάλλοντος [K]	6,6	7,7	10	14,3	12,1	8,1
t	διάρκεια του χρόνου υπολογισμού [Msec]	2,678	2,419	2,678	1,296	2,592	2,678

Πίνακας 26 Συνολικές θερμικές απώλειες λόγω μετάδοσης

6.1.2 Συνολική μεταφορά θερμότητας λόγω αερισμού

Για τον υπολογισμό των απωλειών θερμότητας λόγω αερισμού χρησιμοποιείται η σχέση

$$\text{Περίοδος θέρμανσης: } Q_{H,ve} = H_{H,ve,adj} (\theta_{int,set,H,z} - \theta_e) \quad \text{Σχέση 27}$$

Όπου

$$H_{ve,adj} = \rho_a c_a \left(\sum_k b_{ve,k} f_{ve,t,k} \dot{V}_{ve,k} \right) \quad \text{Σχέση 29.}$$

Αρχικά, ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας με αερισμό, $H_{H,ve,adj}$ είναι:

$\rho_a c_a$	θερμοχωρητικότητα αέρα ανά μονάδα όγκου = 1200 J/m ³ K	1200
$\dot{V}_{ve,k}$	στάνταρντ παροχή του στοιχείου k (m ³ /s)	0,020833
$f_{ve,t,k}$	ποσοστό του χρόνου λειτουργίας του στοιχείου k ως προς τον συνολικό αριθμό ωρών της ημέρας	0,75
$b_{ve,k}$	συντελεστής προσαρμογής της θερμοκρασίας για την περίπτωση που ο αέρας από το στοιχείο k παρέχεται σε διαφορετική θερμοκρασία από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος	1
k	στοιχείο εισροής αέρα (διήθηση αέρα, φυσικός αερισμός, τεχνητός αερισμός)	
$H_{ve,adj}$	ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας με αερισμό [W/K]	18,75

Πίνακας 27 Υπολογισμός συντελεστή μεταφοράς θερμότητας με αερισμό $H_{ve,adj}$

Η παροχή του στοιχείου k λαμβάνεται από τον Πίνακα 2.3 της Τεχνικής Οδηγίας 20701-1/2010, όπου θεωρούνται 15 m³/h/άτομο, και με τις κατάλληλες πράξεις για τη μετατροπή των μονάδων, προκύπτει η τιμή που αναγράφεται στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 27), 0,020833m³/s.[16]

Επίσης, το ποσοστό του χρόνου λειτουργίας του στοιχείου k ως προς τον συνολικό αριθμό ωρών της ημέρας, $f_{ve,t,k}$, υπολογίζεται ως το πηλίκο 18/24, θεωρώντας δηλαδή ότι το κτίριο αναφοράς αερίζεται 18 ώρες το 24ωρο.

Το παραπάνω άθροισμα αποτελείται στην ουσία από μόνο ένα γινόμενο συντελεστών, καθώς στο κτίριο αναφοράς το μοναδικό στοιχείο εισροής αέρα είναι ο φυσικός αερισμός.

Για τη συνέχεια των υπολογισμών των απωλειών θερμότητας λόγω αερισμού, απαιτούνται οι πίνακες των μέσων θερμοκρασιών και της χρονικής διάρκειας κάθε μήνα, που χρησιμοποιήθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο (Πίνακας 24) και (Πίνακας 25). Συνεπώς προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας:

Μεταφορά θερμότητας λόγω αερισμού		ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
Q_{ve}	Μεταφορά θερμότητας λόγω αερισμού [MJ]	672,8475	557,881875	502,125	138,51	383,94	597,52875
$H_{ve,adj}$	ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας με αερισμό [W/K]	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75
$\theta_{int,set,H,z}$	Θερμοκρασία σχεδιασμού της ζώνης (z) για την περίοδο θέρμανσης	20	20	20	20	20	20
θ_e	Θερμοκρασία γειτονικής ζώνης ή εξωτερικού περιβάλλοντος	6,6	7,7	10	14,3	12,1	8,1
t	διάρκεια του χρόνου υπολογισμού [Msec]	2,678	2,419	2,678	1,296	2,592	2,678
$\rho_a c_a$	θερμοχωρητικότητα αέρα ανά μονάδα όγκου = 1200 J/m ³ K	1200	1200	1200	1200	1200	1200
$V_{ve,k}$	στάνταρντ παροχή του στοιχείου k (m ³ /s)	0,030861111	0,030861111	0,03086111	0,03086111	0,030861111	0,030861111
$f_{ve,t,k}$	ποσοστό του χρόνου λειτουργίας του στοιχείου k ως προς τον συνολικό αριθμό ωρών της ημέρας	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
$b_{ve,k}$	συντελεστής προσαρμογής της θερμοκρασίας για την περίπτωση που ο αέρας από το στοιχείο k παρέχεται σε διαφορετική θερμοκρασία από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος	1	1	1	1	1	1

Πίνακας 28 Υπολογισμός συνολικής μεταφοράς θερμότητας λόγω αερισμού

Έχοντας υπολογίσει ξεχωριστά τη μεταφορά θερμότητας με μετάδοση και με αερισμό, προκύπτουν οι συνολικές απώλειες θερμότητας με το άθροισμα των δύο παραπάνω. Για τη διευκόλυνση του αναγνώστη στην κατανόηση των μεγεθών, έχει γίνει μετατροπή των μονάδων και σε kWh, από MJ που προβλέπεται από την Ευρωπαϊκή Οδηγία ISO 13790.[4]

Συνολικές απώλειες		ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
Q_{ht}	Συνολική μετάδοση θερμότητας = συνολικές απώλειες θερμότητας [kWh]	3542,171117	2936,940487	2643,41128	729,178783	2021,232417	3145,659425
Q_{ht}	Συνολική μετάδοση θερμότητας = συνολικές απώλειες θερμότητας [MJ]	12751,80582	10572,9773	9516,273	2625,04152	7276,43088	11324,36487
Q_{tr}	Συνολική μεταφορά θερμότητας με μετάδοση [MJ]	12078,95832	10015,09542	9014,148	2486,53152	6892,49088	10726,83612
Q_{ve}	Συνολική μεταφορά θερμότητας λόγω αερισμού [MJ]	672,8475	557,881875	502,125	138,51	383,94	597,52875

Πίνακας 29 Συνολικές απώλειες περιόδου θέρμανσης

6.2 Ολικά Θερμικά Κέρδη

Τα ολικά θερμικά κέρδη, $Q_{H,gn}$, [MJ], της ζώνης του κτιρίου για συγκεκριμένο βήμα υπολογισμού για την περίοδο θέρμανσης δίνονται από τη σχέση:

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol} \quad \text{Σχέση 31}$$

6.2.1 Εσωτερικά θερμικά κέρδη

Τα θερμικά κέρδη από εσωτερικές πηγές για κάθε ζώνη του κτιρίου και για κάθε μήνα είναι:

$$Q_{int} = \left(\sum_k \Phi_{int,k} \right) t + \left(\sum_l (1 - b_{tr,l}) \Phi_{int,u,l} \right) t \quad \text{Σχέση 32}$$

Για το υπό μελέτη κτίριο, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη προέρχονται από τους κατοίκους του κτιρίου και από τις οικιακές συσκευές, αφού δεν λαμβάνεται υπ' όψιν ο φωτισμός.

$\Phi_{int,Oc}$	Ρυθμός ροής εσωτερικής ενέργειας από κατοίκους [W/άτομο* αριθμός ατόμων]	300
$\Phi_{int,A}$	Ρυθμός ροής εσωτερικής ενέργειας από εξοπλισμό [W/m ² *m ²]	200
$\Phi_{int,L}$	Ρυθμός ροής εσωτερικής ενέργειας από φωτισμό	0

Πίνακας 30 Υπολογισμός ρυθμών ροής εσωτερικής ενέργειας

Η θερμική ισχύς κατά άτομο είναι 80 W/άτομο με μέσο συντελεστή παρουσίας 0,75. Για την ισχύ από εξοπλισμό, οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν είναι 4W/m² με μέσο συντελεστή ετεροχρονισμού 0,5.[16]

$\Phi_{int,mn,k}$	μέσος όρος ροής θερμότητας στο συγκεκριμένο χρόνο από την εσωτερική πηγή θερμότητας k για την περίοδο θέρμανσης [W]	500
$\Phi_{int,mn,u,l}$	μέσος όρος ροής θερμότητας στο συγκεκριμένο χρόνο από την εσωτερική πηγή θερμότητας l στον παρακείμενο μη θερμαινόμενο χώρο για την περίοδο θέρμανσης [W]	0
$b_{tr,l}$	συντελεστής μείωσης για τον διπλανό, μη κλιματιζόμενο χώρο, με εσωτερική πηγή θέρμανσης l	1

Πίνακας 31 Συνολικός ρυθμός ροής θερμότητας

Στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 31), ο μέσος όρος ροής θερμότητας ισούται με το άθροισμα των πιο ρών θερμότητας από τα άτομα, τον εξοπλισμό και τον φωτισμό. Ο συντελεστής $\Phi_{int,mn,u,l}$ είναι μηδενικός, εφ' όσον δεν υπάρχει παρακείμενος μη θερμαινόμενος χώρος στο κτίριο που μελετάται.

Για την ολοκλήρωση των υπολογισμών χρησιμοποιείται ο (Πίνακας 25) με τις τιμές του χρονικού βήματος.

Οπότε, για κάθε μήνα της περιόδου θέρμανσης προκύπτει:

	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
$Q_{H,int}$	1339	1209,5	1339	648	1296	1339

Πίνακας 32 Εσωτερικά θερμικά κέρδη

6.2.2 Ηλιακά θερμικά κέρδη

Το άθροισμα των ηλιακών κερδών την περίοδο θέρμανσης στην εξεταζόμενη ζώνη, $Q_{H,sol}$ [MJ], υπολογίζεται ως:

$$Q_{sol} = \left(\sum_k \Phi_{sol,k} \right) t + \left[\sum_l (1 - b_{tr,l}) \Phi_{sol,u,l} \right] t \quad \text{Σχέση 33}$$

Αρχικά, για να υπολογιστούν τα συνολικά ηλιακά θερμικά κέρδη, υπολογίζεται το ηλιακό θερμικό κέρδος ανά κτιριακό στοιχείο. Ο υπολογισμός παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Ηλιακό θερμικό κέρδος ανά κτιριακό στοιχείο

$\Phi_{sol,k}$		
$F_{sh,ob,k}$	συντελεστής μείωσης λόγω σκίασης του κτιριακού στοιχείου k από σταθερά σκίαστρα	0,9
$A_{sol,k}$	εμβαδό ενεργής (ωφέλιμης) επιφάνειας ηλιασμού των αδιαφανών στοιχείων [m ²]	1,6592
$I_{sol,k}$	ηλιακή ακτινοβολία – μέση ηλιακή ενέργεια στο χρονικό βήμα του υπολογισμού [W/m ²]	
$F_{r,k}$	συντελεστής όψεως μεταξύ κτιριακού στοιχείου και ουρανού	0,5
Φ_{rk}	ροή θερμότητας από το κτίριο προς τον ουρανό λόγω ακτινοβολίας για τα αδιαφανή στοιχεία [W]	171,292
$F_{sh,ob,k}$	συντελεστής μείωσης λόγω σκίασης του κτιριακού στοιχείου k από σταθερά σκίαστρα διαφανών στοιχείων	0,8
$A_{sol,k}$	εμβαδό ενεργής (ωφέλιμης) επιφάνειας ηλιασμού διαφανών στοιχείων [m ²]	11,7045

Πίνακας 33 Ηλιακό θερμικό κέρδος ανά κτιριακό στοιχείο

Ο συντελεστής μείωσης λόγω σκίασης του κτιριακού στοιχείου k από σταθερά σκίαστρα, καθώς και ο συντελεστής όψεως μεταξύ κτιριακού στοιχείου και ουρανού λαμβάνονται ίσοι με τη μονάδα, αφού δεν υπάρχουν σκίαστρα στο κτίριο που μελετάται. Το εμβαδό ενεργής (ωφέλιμης) επιφάνειας ηλιασμού του κτιριακού στοιχείου k αποτελεί άθροισμα των αντίστοιχων ωφέλιμων επιφανειών για διάφανα και αδιαφανή στοιχεία. Οι υπολογισμοί αυτών των επιφανειών είναι οι εξής:

6.2.2.1 Εμβαδό ενεργής (ωφέλιμης) επιφάνειας ηλιασμού για διάφανα στοιχεία

A_{sol1}	Εμβαδό ενεργής (ωφέλιμης) επιφάνειας ηλιασμού για διάφανα στοιχεία [m ²]	11,7045
$F_{sh,gl}$	συντελεστής μείωσης λόγω σκίασης από κινητά σκίαστρα -> προς το παρόν δε λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς	1
ξ_{gl}	συνολική περατότητα ηλιακής ακτινοβολίας του διαφανούς τμήματος του κτιριακού στοιχείου	0,765

F_F	κλάσμα του εμβαδού της επιφάνειας που αντιστοιχεί στο πλαίσιο	0,15
$A_{w,p}$	συνολική προβολή επιφάνειας του κτιριακού στοιχείου [m^2]	18

Πίνακας 34 Εμβαδό ενεργής επιφάνειας ηλιασμού για διάφανα στοιχεία

Η τιμή της συνολικής περατότητας ηλιακής ακτινοβολίας του διαφανούς τμήματος του κτιριακού στοιχείου, g_{gl} , λαμβάνεται από την ευρωπαϊκή οδηγία ISO 13790 και τον κατάλληλο πίνακα, επιλέγοντας μονό υαλοπίνακα. Η συνολική προβολή επιφάνειας του κτιριακού στοιχείου, $A_{w,p}$, ισούται με τον αριθμό των υαλοπινάκων επί το εμβαδό του καθενός. [4]

1.1.1.1 Εμβαδό ενεργής επιφάνειας ηλιασμού για αδιαφανή στοιχεία

A_{sol}	Συνολικό εμβαδό ενεργής επιφάνειας ηλιασμού αδιαφανών στοιχείων	1,6592
$A_{sol,\pi}$	Εμβαδό ενεργής επιφάνειας ηλιασμού για την πόρτα [m^2]	0,1232
$A_{sol,t}$	Εμβαδό ενεργής επιφάνειας ηλιασμού για τις τοιχοποιίες [m^2]	0,816
$A_{sol,\delta}$	Εμβαδό ενεργής επιφάνειας ηλιασμού για το δώμα [m^2]	0,72
$\alpha_{s,c}$	συντελεστής απορρόφησης του αδιάφανου τμήματος του κτιριακού στοιχείου	0,4
R_{se}	θερμική αντίσταση της εξωτερικής επιφάνειας του αδιάφανου τμήματος του κτιριακού στοιχείου [m^2K/W]	0,04
$U_{c,\pi}$	συντελεστής θερμοπερατότητας του αδιάφανου τμήματος της πόρτας [W/Km^2]	3,5
$A_{c,\pi}$	συνολική προβολή επιφάνειας της πόρτας [m^2]	2,2
$U_{c,t}$	συντελεστής θερμοπερατότητας των τοιχοποιιών [W/Km^2]	0,5
$A_{c,t}$	συνολική προβολή επιφάνειας των τοιχοποιιών [m^2]	102
$U_{c,\delta}$	συντελεστής θερμοπερατότητας του δώματος [W/Km^2]	0,45
$A_{c,\delta}$	συνολική προβολή επιφάνειας του δώματος [m^2]	100

Πίνακας 35 Εμβαδό ενεργής επιφάνειας ηλιασμού για αδιαφανή στοιχεία

Όλες οι παραπάνω τιμές βρίσκονται στις TOTEE 20701-1/2010 και TOTEE 20701-2/2010, ενώ η συνολική προβολή επιφάνειας του κτιριακού στοιχείου, A_c , ισούται με το άθροισμα όλων των αδιαφανών δομικών στοιχείων. [16, 17]

Για την ροή θερμότητας από το κτίριο προς τον ουρανό λόγω ακτινοβολίας, Φ_{rk} , έγιναν οι ακόλουθοι υπολογισμοί.

1.1.1.2 Θερμική ακτινοβολία προς τον ουρανό

Φ_r	Συνολική θερμική ακτινοβολία προς τον ουρανό	171,292
$\Phi_{r,\pi}$	Θερμική ακτινοβολία προς τον ουρανό από την πόρτα[W]	13,552
$\Phi_{r,\tau\alpha}$	Θερμική ακτινοβολία προς τον ουρανό από τις τοιχοποιίες[W]	78,54
$\Phi_{r,\delta}$	Θερμική ακτινοβολία προς τον ουρανό από το δώμα[W]	79,2
R_{se}	Θερμική αντίσταση της εξωτερικής επιφάνειας του αδιάφανου τμήματος του κτιριακού στοιχείου [m^2K/W]	0,04
U_c	συντελεστής θερμοπερατότητας της πόρτας [W/Km^2]	3,5
A_c	συνολική προβολή επιφάνειας του κτιριακού στοιχείου [m^2]	2,2
h_r	εξωτερικός συντελεστής μετάδοσης ακτινοβολίας [W/m^2K]	4
$\Delta\theta_e$	μέση διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στον εξωτερικό αέρα και την ισοδύναμη θερμοκρασία του ουρανού [K]	11
$A_{c,\pi}$	συνολική προβολή επιφάνειας της πόρτας [m^2]	2,2
$U_{c,\tau}$	συντελεστής θερμοπερατότητας των τοιχοποιιών [W/Km^2]	0,5
$A_{c,\tau}$	συνολική προβολή επιφάνειας των τοιχοποιιών [m^2]	102
$U_{c,\delta}$	συντελεστής θερμοπερατότητας του δώματος [W/Km^2]	0,45
$A_{c,\delta}$	συνολική προβολή επιφάνειας του δώματος [m^2]	100

Πίνακας 36 Θερμική ακτινοβολία προς τον ουρανό

Η θερμική ακτινοβολία κάθε αδιαφανούς δομικού στοιχείου προς τον ουρανό ισούται με το γινόμενο των R_{se} , h_r , $\Delta\theta_e$, U_c , A . Η θερμική αντίσταση της εξωτερικής επιφάνειας του αδιάφανου τμήματος του κτιριακού στοιχείου, R_{se} , και ο συντελεστής θερμοπερατότητας του αδιάφανου τμήματος του κτιριακού στοιχείου, U_c , βασίζονται στην TOTEE 20701-1/2010 ενώ ο εξωτερικός συντελεστής μετάδοσης ακτινοβολίας, h_r , και η μέση διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στον εξωτερικό αέρα και την ισοδύναμη θερμοκρασία του ουρανού, $\Delta\theta_e$, βασίζονται στην Ευρωπαϊκή

οδηγία ISO 13790. Για τις τιμές των δύο τελευταίων συντελεστών, επιλέχθηκε συντελεστής ηλιακής εκπομπής $\epsilon=0,80$ και intermediate zone, αντίστοιχα.[4, 16]

Τέλος, για την ολοκλήρωση των υπολογισμών χρησιμοποιείται ο παρακάτω πίνακας των τιμών της μέσης ηλιακής ενέργειας για κάθε μήνα, από την ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010.[31]

Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [kWh/(m².μο)].

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αγχιάλος	61,3	74,3	112,5	149,2	189,7	212,7	217,4	195,1	146,8	98,8	63,1	51,5

Πίνακας 37 Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο

Για την μηνιαία μέθοδο, συμβολίζεται με h και υπολογίζεται ο αριθμός ωρών ανά μήνα ως εξής :

$$h = t \times 10^6 / 3600 \text{ Σχέση 62}$$

όπου t , η διάρκεια της χρονικής περιόδου θέρμανσης που έχουμε προσδιορίσει σε προηγούμενη ενότητα.

Τελικά, το $I_{sol,k,τελ}$ βρίσκεται ως εξής:

$$I_{sol,k,τελ} = I_{sol,k,αφ} \times 1000 / h \text{ Σχέση 63}$$

Προκύπτουν, επομένως, τα συνολικά ηλιακά θερμικά κέρδη για την περίοδο θέρμανσης:

Φ_{rk}	ροή θερμότητας από το κτίριο προς τον ουρανό λόγω ακτινοβολίας	171,29	171,29	171,29	171,29	171,29	171,29
h	αριθμός ωρών ανά μήνα	743,89	671,94	743,89	360,00	720,00	743,89
$I_{sol,k}$	ηλιακή ακτινοβολία – μέση ηλιακή ενέργεια στο χρονικό βήμα του υπολογισμού (W/m ²)	82,40	110,57	151,23	414,44	87,64	69,23

Πίνακας 38συνολικά ηλιακά θερμικά κέρδη για την περίοδο θέρμανσης

Αθροιστικά, τα συνολικά θερμικά κέρδη είναι:

	Θερμικά κέρδη	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
Q_{gn}	Συνολικά θερμικά κέρδη [kW]	910,0497009	1027,54052	1465,9224	1738,18277	921,7396254	803,6521918
Q_{gn}	Συνολικά θερμικά κέρδη [MJ]	3276,176302	3699,142914	5277,31642	6257,45295	3318,259997	2893,145576
Q_{int}	Εσωτερικά θερμικά κέρδη[MJ]	1339	1209,5	1339	648	1296	1339
Q_{sol}	Ηλιακά θερμικά κέρδη [MJ]	1937,176302	2489,642914	3938,31642	5609,45295	2022,259997	1554,145576

Πίνακας 39 Συνολικά θερμικά κέρδη

6.3 Δυναμικές Παράμετροι

Στη συνέχεια της εφαρμογής της μεθοδολογίας υπολογισμού της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου αναφοράς, υπολογίζονται οι δυναμικές παράμετροι.

Το πρώτο βήμα είναι ο υπολογισμός του κλάσματος ισοζυγίου θέρμανσης από τη σχέση:

$$\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}} \text{ Σχέση 43}$$

Στη συνέχεια, ανάλογα με την τιμή του κλάσματος, επιλέγεται η κατάλληλη σχέση υπολογισμού του αδιάστατου παράγοντα χρήσης κερδών, $\eta_{H,gn}$. Προκύπτει:

		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
$Q_{H,ht}$	Συνολική μετάδοση θερμότητας = συνολικές απώλειες θερμότητας [MJ]	12751,81	10572,98	9516,27	2625,04	7276,43	11324,36
$Q_{H,gn}$	Συνολικά θερμικά κέρδη [MJ]	3276,18	3699,14	5277,32	6257,45	3318,26	2893,15
γ_H	κλάσμα ισοζυγίου θέρμανσης	0,26	0,35	0,55	2,38	0,46	0,26
$\eta_{H,gn}$	αδιάστατος συντελεστής χρήσης θερμικών κερδών	0,97	0,94	0,87	0,38	0,90	0,97
$Q_{H,nd,cont}$	Συνολική ενέργεια που απαιτείται για τη θέρμανση του κτιρίου κατά τη διάρκεια ενός μήνα (nd) (ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση) [MJ]	9583,32	7094,91	4944,30	218,54	4278,02	8525,26

Πίνακας 40 Συνολική ενεργειακή απαίτηση για θέρμανση με λήψη δυναμικών παραμέτρων

6.4 Διόρθωση για διακοπτόμενη θέρμανση

Λόγω του ότι η θέρμανση στο κτίριο αναφοράς δεν είναι συνεχής, αλλά διακοπτόμενη, γίνονται κάποιοι επιπλέον υπολογισμοί προκειμένου να προκύψει η τελική ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου.

Αρχικά υπολογίζεται ο αριθμητικός παράγοντας για την περίοδο θέρμανσης, σύμφωνα με το τυπολόγιο που παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Οι τελικοί υπολογισμοί είναι οι εξής:

$Q_{H,nd,cont}$	Συνολική ενέργεια που απαιτείται για τη θέρμανση του κτιρίου κατά τη διάρκεια ενός μήνα (nd) (ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση) [MJ]	9583,32	7094,91	4944,30	218,54	4278,02	8525,26
	Διόρθωση για διακοπτόμενη θέρμανση	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
$Q_{H,nd,interm}$	ενεργειακή απαίτηση για διακοπτόμενη θέρμανση [MJ]	6276,12	3760,65	2076,61	91,79	1796,77	5599,68
$a_{H,red}$	αδιάστατος συντελεστής μείωσης για διακοπτόμενη θέρμανση	0,65	0,53	0,42	0,42	0,42	0,66
$f_{H,hr}$	κλάσμα των ωρών μιας εβδομάδας με κανονική θέρμανση στη θερμοκρασία σχεδιασμού	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
$b_{H,red}$	εμπειρικός συντελεστής συσχέτισης = 3	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Πίνακας 41 Υπολογισμοί διακοπτόμενης θέρμανσης

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος παραγωγής θέρμανσης δίνεται από τη σχέση:

$$n_{gen} = n_{gm} \cdot n_{g1} \cdot n_{g2} \text{ Σχέση 60}$$

Για το κτίριο αναφοράς οι συντελεστές n_{g1} και n_{g2} ισούνται με τη μονάδα.

Επομένως ο συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης είναι για το εξεταζόμενο κτίριο 0,919.

Τέλος, εισάγοντας τους βαθμούς απόδοσης των συστημάτων θέρμανσης σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010, προκύπτει ο τελικός πίνακας με την ενεργειακή απαίτηση του κτιρίου αναφοράς για θέρμανση: [16]

		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
$E_{H,sys}$	Ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση [MJ]	7990,566	4787,947	2643,871	116,861	2287,591	7129,334
Q_H	Ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση [MJ]	6276,124	3760,653	2076,606	91,788	1796,770	5599,677
$E_{A,HU}$	Καταναλισκόμενη ενέργεια στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$E_{sc,distr}$	Συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών στη θέρμανση χώρων	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
η_{em}	βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων	0,930	0,930	0,930	0,930	0,930	0,930
η_{distr}	βαθμός απόδοσης συστημάτων διανομής	0,919	0,919	0,919	0,919	0,919	0,919
η_{gen}	συνολικός βαθμός απόδοσης συστήματος παραγωγής θέρμανσης	0,919	0,919	0,919	0,919	0,919	0,919
	Ενεργειακή ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ για διακοπτόμενη θέρμανση [kWh]	2219,60	1329,99	734,41	32,46	635,44	1980,37
	Ενεργειακή ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ για διακοπτόμενη θέρμανση [kWh/m²]	22,20	13,30	7,34	0,32	6,35	19,80

Συνολική απόδοση των συστημάτων θέρμανσης

		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
$\eta_{H,sys}$	Συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης	0,919	0,919	0,919	0,919	0,919	0,919
η_{gm}	ο πραγματικός βαθμός απόδοσης της μονάδας λέβητα	0,919	0,919	0,919	0,919	0,919	0,919
η_{g1}	ο συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
η_{g2}	ο συντελεστής μόνωσης λέβητα	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Πίνακας 42 Ενεργειακή απαίτηση του κτιρίου για θέρμανση

7. Εκτέλεση της Μεθοδολογίας Υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου (υπολογιστικό φύλλο Excel) για λειτουργία ψύξης

7.1 Συνολικές απώλειες θερμότητας

Οι συνολικές απώλειες θερμότητας του κτιρίου δεν διαφέρουν στην ψύξη απ' ότι στη θέρμανση, όπως, άλλωστε, είναι φανερό από την παρουσίαση της μεθοδολογίας ενεργειακής απόδοσης που έγινε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Συνεπώς, παραλείπονται οι υπολογισμοί των απωλειών θερμότητας για την περίοδο θέρμανσης και παρουσιάζονται απευθείας τα αποτελέσματα για την περίοδο ψύξης στον ακόλουθο πίνακα. Η περίοδος ψύξης είναι από 15 Μαΐου έως 15 Σεπτεμβρίου.

	Συνολικές Απώλειες	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
Q_{ht}	Συνολική μετάδοση θερμότητας = συνολικές απώλειες θερμότητας [MJ]	3045,207	1332,278	-828,960	-285,488	1750,028
Q_{tr}	Συνολική μεταφορά θερμότητας με μετάδοση [MJ]	2884,527	1261,981	-785,220	-270,424	1657,688
Q_{ve}	Συνολική μεταφορά θερμότητας λόγω αερισμού [MJ]	160,680	70,297	-43,740	-15,064	92,340
$H_{tr,adj}$	Συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας με μετάδοση της ζώνης η οποία γειτνιάζει με περιοχή διαφορετικής θερμοκρασίας [W/K]	336,600	336,600	336,600	336,600	336,600
$\theta_{int,set,C}$	Θερμοκρασία σχεδιασμού της ζώνης για την περίοδο ψύξης [K]	26	26	26	26	26
θ_e	Θερμοκρασία γειτονικής ζώνης ή εξωτερικού περιβάλλοντος [K]	19,6	24,6	26,9	26,3	22,2
t	διάρκεια του χρόνου υπολογισμού [Msec]	1,339	2,678	2,592	2,678	1,296
	Μεταφορά Θερμότητας λόγω αερισμού	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
Q_{ve}	Μεταφορά θερμότητας λόγω αερισμού	160,680	70,297	-43,740	-15,064	92,340
$H_{ve,adj}$	ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας με αερισμό [W/K]	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750
$\theta_{int,set,C,z}$	Θερμοκρασία σχεδιασμού της ζώνης (z) για την περίοδο ψύξης	26	26	26	26	26
θ_e	Θερμοκρασία γειτονικής ζώνης ή εξωτερικού περιβάλλοντος	19,6	24,6	26,9	26,3	22,2
t	διάρκεια του χρόνου υπολογισμού	1,339	2,678	2,592	2,678	1,296
$\rho_a c_a$	θερμοχωρητικότητα αέρα ανά μονάδα όγκου = 1200 J/m ³ K	1200	1200	1200	1200	1200
$V_{ve,k}$	σάνταρντ παροχή του στοιχείου k (m ³ /s)	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
$f_{ve,t,k}$	ποσοστό του χρόνου λειτουργίας του στοιχείου k ως προς τον συνολικό αριθμό ωρών της ημέρας	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750

$b_{ve,k}$	συντελεστής προσαρμογής της θερμοκρασίας για την περίπτωση που ο αέρας από το στοιχείο k παρέχεται σε διαφορετική θερμοκρασία από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
------------	---	-------	-------	-------	-------	-------

Πίνακας 43 Υπολογισμός απωλειών θερμότητας κατά την περίοδο ψύξης

Στα κελιά με αρνητικό αποτέλεσμα, (μήνες Ιούλιος- Αύγουστος), το αρνητικό πρόσημο σημαίνει ότι δεν υπάρχουν απώλειες αλλά κέρδη λόγω μετάδοσης και αερισμού.

7.2 Ολικά θερμικά φορτία

Ομοίως με τις θερμικές απώλειες, τα θερμικά φορτία υπολογίζονται με τον ίδιο τρόπο στην ψύξη όπως και στη θέρμανση. Στο εξεταζόμενο κτίριο, τα θερμικά φορτία κατά την περίοδο ψύξης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

		Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
$Q_{c,gn}$	Συνολικά θερμικά φορτία	7854,52	9187,313	9400,143	8529,825	6163,65
	Εσωτερικά θερμικά κέρδη	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
$\Phi_{int,mn,k}$	μέσος όρος ροής θερμότητας στο συγκεκριμένο χρόνο από την εσωτερική πηγή θερμότητας k για την περίοδο ψύξης [W]	500	500	500	500	500
$\Phi_{int,mn,u,l}$	μέσος όρος ροής θερμότητας στο συγκεκριμένο χρόνο από την εσωτερική πηγή θερμότητας l στον παρακείμενο μη θερμαινόμενο χώρο για την περίοδο θέρμανσης [W]	0	0	0	0	0
$b_{tr,l}$	συντελεστής μείωσης για τον διπλανό, μη κλιματιζόμενο χώρο, με εσωτερική πηγή θέρμανσης l	1	1	1	1	1
t	διάρκεια της χρονικής περιόδου ψύξης [Ms]	1,339	2,592	2,678	2,678	1,296
Q_{int}	Εσωτερικά θερμικά κέρδη[MJ]	1339,000	1296,000	1339,000	1339,000	1296,000
$\Phi_{int,Oc}$	internal heat flow rate from occupants [W/άτομο*αριθμός ατόμων]	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000
$\Phi_{int,A}$	internal heat flow rate from appliances [W/m ² *m ²]	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
$\Phi_{int,L}$	internal heat flow rate from lighting	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Ηλιακά θερμικά κέρδη ανά κτιριακό στοιχείο	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
Q_{sol}	Ηλιακά θερμικά κέρδη [MJ]	7185,02	7891,313	8061,143	7190,825	5515,65
t	διάρκεια της χρονικής περιόδου θέρμανσης [Ms]	1,339	2,592	2,678	2,678	1,296
$\Phi_{sol,k}$	Ρυθμός ροής θερμότητας από την ηλιακή πηγή[W]	2606,451	3044,488	3010,136	2685,147	2052,232
$\Phi_{sol,a}$	Ρυθμός ροής θερμότητας από την ηλιακή πηγή για τα αδιαφανή στοιχεία	297,70	357,39	352,71	308,42	222,17

$\Phi_{sol,d}$	Ρυθμός ροής θερμότητας από την ηλιακή πηγή για τα διαφανή στοιχεία	2308,75	2687,10	2657,42	2376,73	1830,07
$F_{sh,ob,a}$	συντελεστής μείωσης λόγω σκίασης του κτιριακού στοιχείου k από σταθερά σκίαστρα για τα αδιαφανή στοιχεία	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
$F_{sh,ob,d}$	συντελεστής μείωσης λόγω σκίασης του κτιριακού στοιχείου k από σταθερά σκίαστρα για τα διαφανή στοιχεία	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$A_{sol,a}$	εμβαδό ενεργής (ωφέλιμης) επιφάνειας ηλιασμού των αδιαφανών στοιχείων	1,642	1,642	1,642	1,642	1,642
$A_{sol,d}$	εμβαδό ενεργής (ωφέλιμης) επιφάνειας ηλιασμού των διαφανών στοιχείων	11,7045	11,7045	11,7045	11,7045	11,7045
$I_{sol,k}$	ηλιακή ακτινοβολία – μέση ηλιακή ενέργεια στο χρονικό βήμα του υπολογισμού (kWh/m^2)	189,700	212,700	217,400	195,100	146,800
$F_{r,k}$	συντελεστής όψευς μεταξύ κτιριακού στοιχείου και ουρανού για κατακόρυφο τοίχο	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Φ_{rk}	ροή θερμότητας από το κτίριο προς τον ουρανό λόγω ακτινοβολίας	158,136	158,136	158,136	158,136	158,136
h	αριθμός ωρών ανά μήνα	743,889	720,000	743,889	743,889	720,000
$I_{sol,k}$	ηλιακή ακτινοβολία – μέση ηλιακή ενέργεια στο χρονικό βήμα του υπολογισμού (W/m^2)	255,011	295,417	292,248	262,270	203,889

Πίνακας 44 Υπολογισμός θερμικών φορτίων για την περίοδο ψύξης

7.3 Δυναμικές παράμετροι

Στη συνέχεια της εφαρμογής της μεθοδολογίας ενεργειακής απόδοσης κτιρίων είναι ο υπολογισμός των δυναμικών παραμέτρων για την περίοδο της ψύξης. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, το πρώτο βήμα είναι ο υπολογισμός του αδιάστατου παράγοντα χρήσης απωλειών ψύξης. Αρχικά υπολογίζεται το κλάσμα θερμικών κερδών και απωλειών από τη σχέση:

$$\gamma_c = \frac{Q_{c,gn}}{Q_{c,ht}} \quad \text{Σχέση 51}$$

Ανάλογα με την τιμή του παραπάνω κλάσματος, προκύπτει ο κατάλληλος τύπος υπολογισμού του αδιάστατου παράγοντα χρήσης απωλειών ψύξης $\eta_{c,Is}$

Στο ακόλουθο υπολογιστικό φύλλο, γίνονται οι υπολογισμοί.

		Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
Q_{ht}	Συνολική μετάδοση θερμότητας = συνολικές απώλειες θερμότητας [MJ]	3045,207	1332,278	-828,960	-285,488	1750,028
$Q_{c,gn}$	Συνολικά θερμικά φορτία [MJ]	7854,521	9165,341	9377,309	8505,718	6163,650
γ_c	κλάσμα ισοζυγίου ψύξης	2,579	6,879	-11,312	-29,794	3,522
$\eta_{H,gn}$	αδιάστατος συντελεστής χρήσης θερμικών κερδών	0,928	0,990	1,000	1,000	0,960
α_c	αδιάστατος συντελεστής που σχετίζεται με τη σταθερά του χρόνου (θερμική αδράνεια του κτιρίου)	2,303	2,303	2,303	2,303	2,303
$Q_{c,nd,cont}$	Συνολική ενέργεια που απαιτείται για την ψύξη του κτιρίου κατά τη διάρκεια ενός μήνα (nd) (ενεργειακή ζήτηση για ψύξη) [MJ]	5029,292	7846,502	10206,269	8791,206	4483,714

Πίνακας 45 Ενεργειακή απαίτηση για ψύξη με χρήση δυναμικών παραμέτρων

7.3.1 Διόρθωση για διακοπτόμενη ψύξη

Όπως συνέβη και με τη θέρμανση, έτσι και στην ψύξη δεν έχουμε συνεχόμενη λειτουργία αλλά διακοπτόμενη. Παρακάτω παρουσιάζονται οι τελικοί υπολογισμοί της διακοπτόμενης ψύξης:

Διόρθωση για διακοπτόμενη ψύξη		Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
$Q_{C,nd,interm}$	ενεργειακή απαίτηση για διακοπτόμενη ψύξη[MJ]	3590,914	5604,644	10206,269	8791,206	3202,653
$a_{C,red}$	αδιάστατος συντελεστής μείωσης για διακοπτόμενη ψύξη	0,714	0,714	1,000	1,000	0,714
$f_{C,day}$	κλάσμα των ημερών μιας εβδομάδας με κανονική ψύξη στη θερμοκρασία σχεδιασμού	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714
$b_{H,red}$	εμπειρικός συντελεστής συσχέτισης = 3	3	3	3	3	3

Πίνακας 46 Υπολογισμοί διακοπτόμενης ψύξης

Τέλος, εισάγοντας τους βαθμούς απόδοσης των συστημάτων ψύξης σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010, προκύπτει ο τελικός πίνακας με την ενεργειακή απαίτηση του κτιρίου αναφοράς για ψύξη: [16]

Συνολική κατανάλωση για ψύξη		Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
$E_{H,sys}$	Ενεργειακή κατανάλωση για ψύξη[MJ]	1287,066	2008,833	3658,161	3150,970	1147,904
Q_H	Ενεργειακή ζήτηση για ψύξη [MJ]	997,477	1556,847	2835,077	2442,004	889,627
E_{AHU}	Καταναλισκόμενη ενέργεια στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες	0	0	0	0	0
$E_{sc,distr}$	Συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών στη ψύξη χώρων	0	0	0	0	0
η_{em}	βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
η_{distr}	βαθμός απόδοσης συστημάτων διανομής	1	1	1	1	1
η_{gen}	συνολικός βαθμός απόδοσης συστήματος παραγωγής ψύξης	3	3	3	3	3
Ενεργειακή ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ για διακοπτόμενη ψύξη [kWh]		357,52	558,01	1016,16	875,27	318,86
Ενεργειακή ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ για διακοπτόμενη ψύξη [kWh/m²]		3,58	5,58	10,16	8,75	3,19

Συνολική απόδοση των συστημάτων ψύξης		Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
η_{gen}	Συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος ψύξης	3	3	3	3	3
η_{gm}	ο πραγματικός βαθμός απόδοσης της αντλίας θερμότητας	3	3	3	3	3

Πίνακας 47 Ενεργειακή κατανάλωση για την περίοδο ψύξη

8. Παρουσίαση του Λογισμικού Τ.Ε.Ε- Κ.Εν.Α.Κ .για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων

8.1 Το λογισμικό ΤΕΕ- Κ.Εν.Α.Κ

Το ειδικό λογισμικό ΤΕΕ-KENAK αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στο πλαίσιο του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ).



Εικόνα 11 Λογότυπο λογισμικού ΤΕΕ KENAK

Επίσης, με τη συμβολή μεγάλου αριθμού εξειδικευμένων επιστημόνων αλλά και απλών χρηστών έγινε προσπάθεια ενσωμάτωσης των περισσότερων παρατηρήσεων από την πιλοτική διάθεσή του, προκειμένου για την αναβάθμιση και βελτίωση του και πλέον αποτελεί ένα κοινό σημείο αναφοράς για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ελλάδα.

Το λογισμικό αυτό εφαρμόζει τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ελλάδα, βασιζόμενο στην μεθοδολογία Ευρωπαϊκών προτύπων (ΕΛΟΤ EN ISO 13790, κ.α.) καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. [4]

Στο λογισμικό εισάγονται δεδομένα σχετικά με τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, σκιάσεις κ.α.), καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης / ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, εκτυπώνονται σε αντίστοιχες αναφορές του λογισμικού.

Το λογισμικό δεν υποστηρίζει τις μελέτες σχεδιασμού του κτηρίου (π.χ. αρχιτεκτονική μελέτη, μελέτη θέρμανσης, κλιματισμού και λοιπών Η/Μ εγκαταστάσεων), που υποβάλλονται για τα νέα κτίρια και οι οποίες πρέπει να προηγηθούν και είναι απαραίτητες για τους υπολογισμούς της Ενεργειακής Απόδοσης του κτιρίου. Μέσω των τελικών μελετών σχεδιασμού τεκμηριώνεται η εφαρμογή ή η αδυναμία εφαρμογής (στο βαθμό που αυτό επιτρέπεται) των ελάχιστων προδιαγραφών (σχεδιασμός κτιρίου, κτιριακού κελύφους και Η/Μ εγκαταστάσεων) για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ. Η τεκμηρίωση εφαρμογής ή αδυναμίας εφαρμογής των ελάχιστων προδιαγραφών θα πρέπει να αναφέρονται - περιγράφονται στο τεύχος της μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, όπως ορίζεται στο άρθρο 11 του ΚΕΝΑΚ.

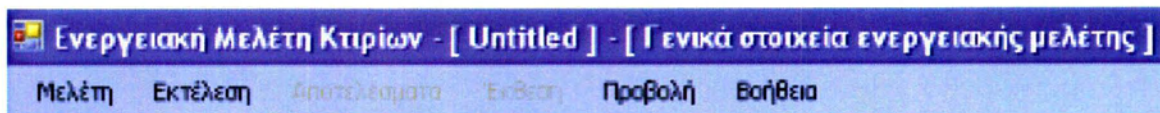
Το λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ χρησιμοποιείται για την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης, προκειμένου για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξη των κτιρίων, με σκοπό την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης - ΠΕΑ. Επίσης χρησιμοποιείται στο στάδιο σύνταξης και υποβολής Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης και μόνο για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου, προκειμένου να υπάρχει κοινή μεθοδολογία και αντιστοιχία των αποτελεσμάτων της μελέτης με εκείνα της ενεργειακής επιθεώρησης μετά την ολοκλήρωση κατασκευής του κτιρίου.

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του ΚΕΝΑΚ, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790, και των υπολοίπων σχετικών προτύπων. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων που είναι τμήμα της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, χρησιμοποιούνται λογισμικά τα οποία θα πρέπει να αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ). [4, 32]

8.1.1 Κατάλογος Επιλογών

Το λογισμικό είναι σε μορφή παραθύρων και αποτελείται από καρτέλες στις οποίες ο χρήστης έχει διάφορες επιλογές ανάλογα με το κτίριο το οποίο πρόκειται να μελετήσει.

Με την έναρξη του λογισμικού εμφανίζεται η αρχική οθόνη που περιλαμβάνει το βασικό κατάλογο επιλογών (μενού) όπως τα περισσότερα λογισμικά σε περιβάλλον παραθύρων, καθώς και την γραμμή εργαλείων.



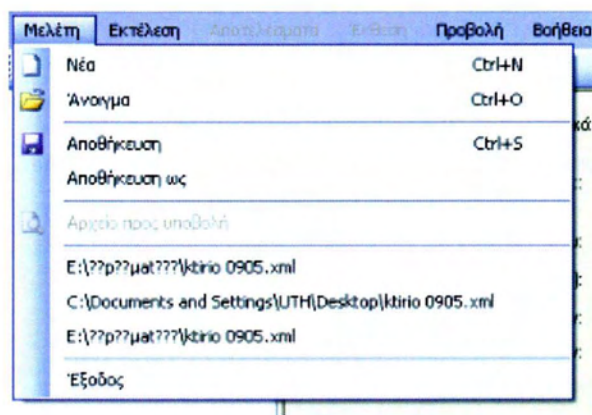
Εικόνα 12 Επιλογές προγράμματος ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ

Ο κατάλογος επιλογών (μενού) στην αρχική οθόνη του λογισμικού περιλαμβάνει τις εξής επιλογές :

1. Μελέτη
2. Εκτέλεση
3. Αποτελέσματα
4. Έκθεση
5. Προβολή
6. Βοήθεια

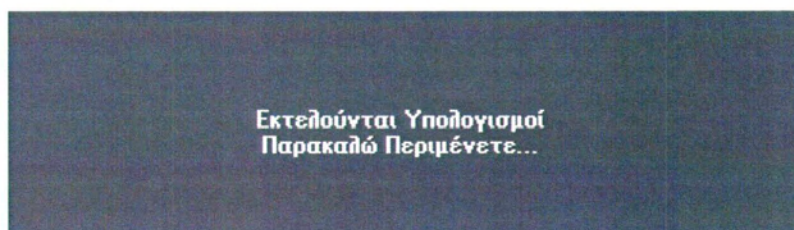
8.1.1.1 Μελέτη

Με την επιλογή αυτή γίνεται η βασική διαχείριση των μελετών.



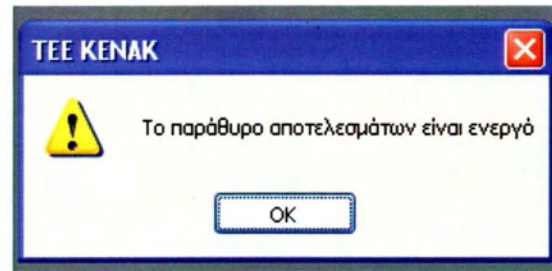
Εικόνα 13 Μελέτη

8.1.1.2 Εκτέλεση



Εικόνα 14 Εκτέλεση

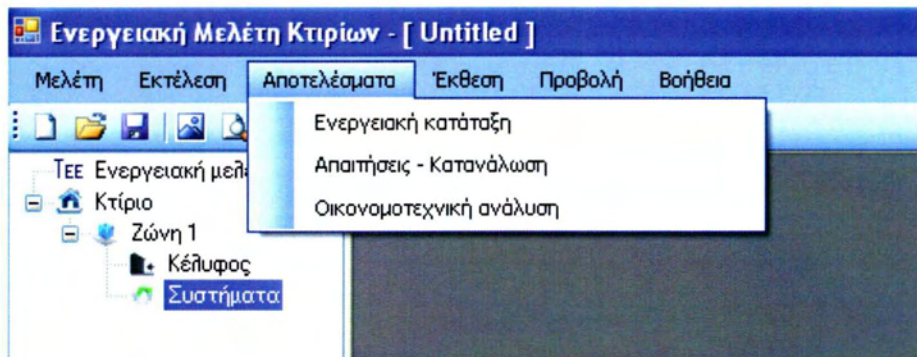
Με την επιλογή αυτή πραγματοποιούνται οι υπολογισμοί, με βάση τα δεδομένα που έχει εισάγει ο χρήστης . Κάθε φορά που αλλάζουν ή προστίθενται νέα δεδομένα, πρέπει να επαναλαμβάνεται η επιλογή « **Εκτέλεση** » . Με την ολοκλήρωση των υπολογισμών εμφανίζεται το ακόλουθο μήνυμα :



Εικόνα 15 Παράθυρο αποτελεσμάτων

8.1.1.3 Αποτελέσματα

Με την επιλογή αυτή εμφανίζονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών, που στην πλειοψηφία τους περιλαμβάνονται και στο Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ). Τα αποτελέσματα διαμορφώνονται ανάλογα με τα στοιχεία που εισάγονται από τον χρήστη. Η έκδοση του ΠΕΑ γίνεται αποκλειστικά μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής, www.buildingcert.gr του ΥΠΕΚΑ. Η επιλογή « **Αποτελέσματα** » περιλαμβάνει τις ακόλουθες επιλογές :



Εικόνα 16 Αποτελέσματα

a) Ενεργειακή Κατάταξη

Εμφανίζεται η οθόνη με την ενεργειακή κατηγορία (κατάταξη) του κτιρίου. Τα όρια των ενεργειακών κατηγοριών καθορίζονται ποσοστιαία, βάσει της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς, όπως ορίζονται από τον ΚΕΝΑΚ.

b) Απαιτήσεις – Κατανάλωση

Εμφανίζεται η οθόνη με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για τις ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις ενέργειας και καυσίμων, όπως και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

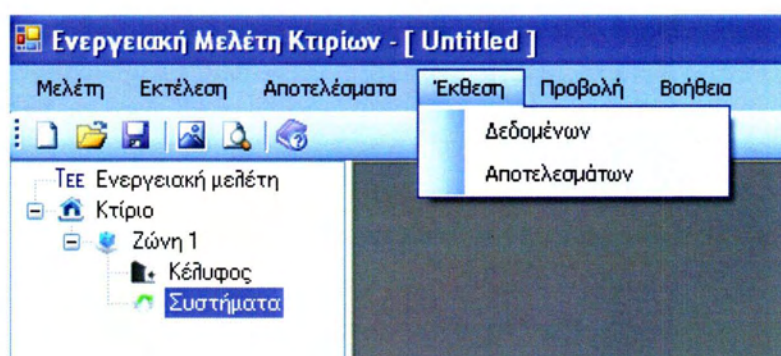
c) Οικονομοτεχνική ανάλυση

Εμφανίζεται η οθόνη με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για το κόστος επεμβάσεων και περίοδο αποπληρωμής σύμφωνα με τις επιλογές του χρήστη για την αξιολόγηση συγκεκριμένων συστάσεων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Η συγκεκριμένη επιλογή δεν είναι ενεργή αν δεν έχουν πραγματοποιηθεί οι υπολογισμοί, με την επιλογή «Εκτέλεση».

8.1.1.4 Έκθεση

Με την επιλογή αυτή γίνεται η διαχείριση εμφάνισης στην οθόνη των εκθέσεων.



Εικόνα 17 Έκθεση

8.1.1.5 Προβολή



Εικόνα 18 Προβολή

Με την επιλογή αυτή γίνεται η διαχείριση εμφάνισης ή μη στην οθόνη των βοηθητικών επιλογών και πληροφοριών που εμφανίζονται στην οθόνη.

8.1.2 Μάσκα εισαγωγής δεδομένων

Η γενική δομή για την εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό για το προς επιθεώρηση κτίριο/τμήμα κτιρίου είναι η ακόλουθη:

Ενεργειακή μελέτη	Κτίριο	Χρήση κτιρίου			
		ΚΑΕΚ			
		Όνομα ιδιοκτήτη			
		Ιδιοκτησιακό καθεστώς			
		Ταχυδρομική διεύθυνση			
		Στοιχεία επικοινωνίας υπεύθυνου			
		Κλιματολογικά δεδομένα		Ζώνη	
	Ζώνη 1	Γενικά	Περιγραφή		
			Χρήση κτιρίου		
			Συνολική επιφάνεια		Θερμαινόμενος όγκος
			Αριθμός θερμικών ζωνών		
			Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων		Αριθμός ηλιακών χώρων
		ΣΗΘ	Τύπος		
			Μονάδα		
			Πηγή ενέργειας		
			Β.Απ. Ηλε.		
			Β.Απ. Θερ.		
		Φωτοβολταϊκά	Τύπος		
			Συν. Α		
			Επιφάνεια		
			Ισχύς		
			γ		
β					
F_s					
Γενικά	Χρήση				
	Συνολική επιφάνεια		Μέση κατανάλωση ΖΝΧ/έτος		
	Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα		Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ΖΝΧ		
	Διείσδυση αέρα από κουφώματα		Αριθμός καμινάδων		
	Αριθμός ανεμιστήρων οροφής		Αριθμός θυρίδων εξαερισμού		
	Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα				

Κέλυφος	Αδιαφανείς επιφάνειες	Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών	Παθητικά ηλιακά
		Τύπος	
		Περιγραφή	
		γ	
		β	
		Εμβαδόν	
		Συντελεστής θερμοπερατότητας U	
		Συντελεστής απορροφητικότητας a	
		Συντελεστής εκπομπής ε	
		Συντελεστές σκίασης	
		Θερμογέφυρες	
		Σε επαφή με το έδαφος	
	Τύπος		
	Περιγραφή		
	Εμβαδόν		
	Συντελεστής θερμοπερατότητας U		
	Κ. Βάθος		
	Α. Βάθος		
	Περίμετρος		
	Διαφανείς επιφάνειες	Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών	Παθητικά ηλιακά
		Τύπος	
		Περιγραφή	
		γ	
		β	
		Εμβαδόν	
		Τύπος ανοίγματος	
		Συντελεστής θερμοπερατότητας U	

Συστήματα θέρμανσης		Συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία g		
		Συντελεστές σκίασης		
	Θέρμανση	Υγρανση	Μηχανικός αερισμός	Ηλιακός συλλέκτης
		Τύπος		
		Πηγή ενέργειας		
		Ισχύς		
		Βαθμός απόδοσης		
		COP		
		Μήνες		
		Τύπος		
		Ισχύς		
		Χώρος διέλευσης		
		Μόνωση		
		Βαθμός απόδοσης		
		Τύπος		
		Βαθμός απόδοσης		
		Ψύξη	Τύπος	
			Αρ.	
			Ισχύς	
			Τύπος	
			Πηγή ενέργειας	
			Ισχύς	
			Βαθμός απόδοσης	
			EER	
			Μήνες	
			Τύπος	
			Ισχύς	
			Χώρος διέλευσης	
			Μόνωση	
			Βαθμός απόδοσης	
		Τύπος		
		Βαθμός απόδοσης		
	ZNX	Τύπος		
		Αρ.		
		Ισχύς		
		Τύπος		
		Πηγή ενέργειας		
		Ισχύς		
		Βαθμός απόδοσης		
		Μήνες		
		Τύπος		
		Ανακυκλοφορία		

		Ισχύς
		Χώρος διέλευσης
		Βαθμός απόδοσης
		Τύπος
		Βαθμός απόδοσης
		Τύπος
		Αρ.
		Ισχύς
	Ηλιακός συλλέκτης	Τύπος
		Θέρμανση
		ZNX
		Συν.α
		Συν.β
		Επιφάνεια
		γ
		β
		F_s

Πίνακας 48 Σχηματική απεικόνιση εισαγωγής δεδομένων στο πρόγραμμα ΤΕΕ KENAK

Για κάθε κτίριο ο χρήστης θα πρέπει να ορίσει:

- Τουλάχιστον μία (1) θερμική ζώνη
- Κανέναν ή περισσότερους μη θερμαινόμενους χώρους
- Κανέναν ή περισσότερους ηλιακούς χώρους
- Κανένα ή περισσότερα Φ/Β συστήματα
- Κανένα ή περισσότερα συστήματα ΣΗΘ

Για κάθε θερμική ζώνη ο χρήστης θα πρέπει να ορίσει:

- Κάποιες αδιαφανείς/διαφανείς επιφάνειες
- Ένα (1) σύστημα θέρμανσης
- Ένα (1) σύστημα ψύξης
- Ένα (1) σύστημα ZNX
- Μία ή περισσότερες ΚΚΜ(για κτίρια του τριτογενή τομέα), Καμία ή περισσότερες ΚΚΜ (για κτίρια του οικιακού τομέα)
- Ένα (1) σύστημα φωτισμού(για κτίρια του τριτογενή τομέα)
- Κανένα ή ένα(1) σύστημα ύγρανσης
- Καμία ή μια (1) εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών (για ZNX ή και θέρμανση χώρων)

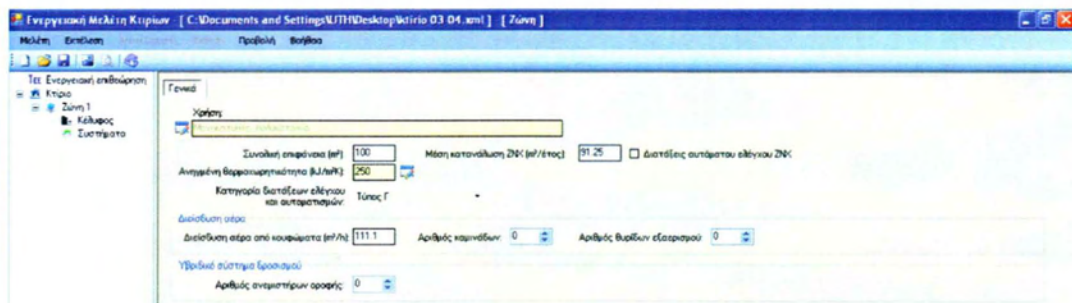
Για κάθε σύστημα θέρμανσης/ψύξης/ύγρανσης/ZNX ανά θερμική ζώνη, δηλαδή για όλη την εγκατάσταση παραγωγής, διανομής και απόδοσης , ο χρήστης θα πρέπει να ορίσει :

- Ένα (1) ή περισσότερα συστήματα παραγωγής (π.χ. λέβητας, αντλία θερμότητας)
- Ένα (1) σύστημα διανομής. Αν υπάρχουν περισσότερα συστήματα(κλάδοι διανομής) εισάγονται οι αντίστοιχοι σταθμισμένοι παράμετροι για το σύστημα διανομής.
- Ένα (1) σύστημα εκπομπής. Αν υπάρχουν περισσότερα συστήματα εκπομπής(π.χ. σώματα καλοριφέρ ή στοιχεία μονάδας ανεμιστήρα) εισάγονται οι αντίστοιχοι σταθμισμένοι παράμετροι για το σύστημα εκπομπής.
- Ένα (1) ή περισσότερα βοηθητικά συστήματα(π.χ. κυκλοφορητές, ανεμιστήρες, κ.α.)

Για κάθε εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών ανά θερμική ζώνη, ορίζουμε όλους τους ηλιακούς συλλέκτες που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη ζώνη.

8.1.3 Κτίριο

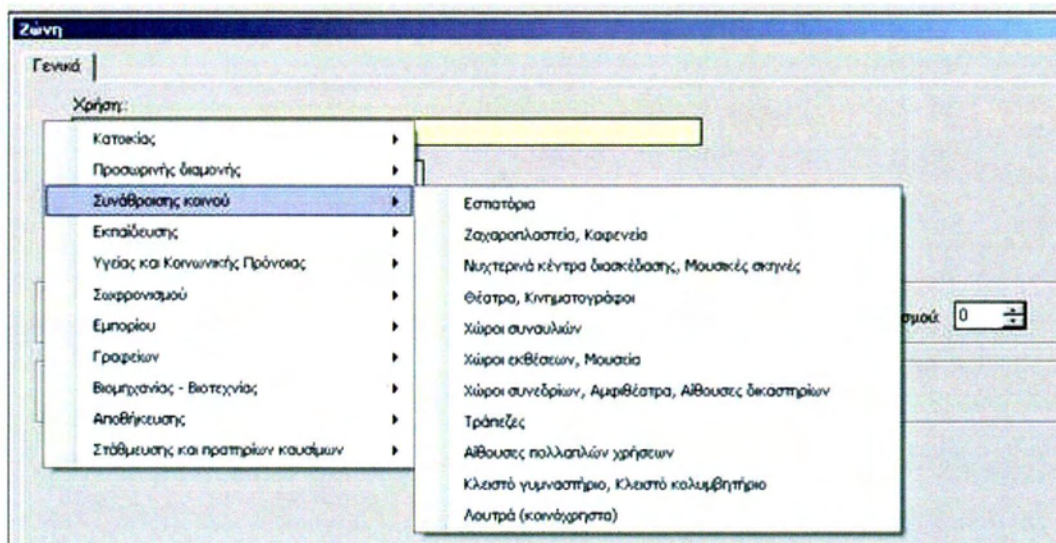
Για κάθε θερμική ζώνη καθορίζονται αρχικά οι γενικές πληροφορίες χρήσης και λειτουργίας .



Εικόνα 19 Ζώνη

• Χρήση

Εισάγεται χρήση της συγκεκριμένης θερμικής ζώνης. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει σύμφωνα με τις τελικές χρήσεις από τον κατάλογο για τις χρήσεις κτιρίου, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 20 Χρήση κτιρίου

Σε περίπτωση που μια συγκεκριμένη χρήση κτιρίου δεν συμπεριλαμβάνεται στις υπάρχουσες κατηγορίες τότε αναγκαστικά κατατάσσεται στην πλησιέστερη κατηγορία. Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπ' όψιν οι τυπικές τιμές για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου σύμφωνα με την σχετική ΤΟΤΕΕ:[16]

- **Συνολική επιφάνεια (m^2)**

Εισάγεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου της θερμικής ζώνης, λαμβάνοντας υπ' όψιν τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

- **Ανηγμένη Θερμοχωρητικότητα (KJ/m^2K)**

Εισάγεται η μέση ειδική θερμοχωρητικότητα της κατασκευής. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ,ανάλογα με την κατηγορία, σύμφωνα με την λεπτομερή περιγραφή και τις τυπικές τιμές που περιλαμβάνονται στην ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. Σε περίπτωση που έχουν προηγηθεί σχετικοί υπολογισμοί, εισάγεται η συγκεκριμένη τιμή. [16]

- **Μέση κατανάλωση ΖΝΧ ($m^3/έτος$)**

Εισάγεται η ετήσια υπολογιζόμενη κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης για την συγκεκριμένη ζώνη, σύμφωνα με τις τιμές που ορίζονται στην 20701-1/2010. Η μέση ετήσια κατανάλωση υπολογίζεται με βάση τις ώρες και τις ημέρες λειτουργίας της συγκεκριμένης ζώνης, από τον αντίστοιχο πίνακα της ΤΟΤΕΕ. [16]

- **Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m^3/h)**

Εισάγεται η υπολογιζόμενη συνολική διείσδυση του εξωτερικού (νωπού) αέρα από τις χαραμάδες κουφωμάτων, εξαρτώμενη από τον τύπο κουφωμάτων και με τις τιμές που ορίζονται στην 20701-1/2010. [16]

8.1.4 Κτιριακό Κέλυφος

Για κάθε θερμική ζώνη εισάγονται όλα τα στοιχεία για τις αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες του κελύφους καθώς και για τις εσωτερικές επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους ,εάν έχουν οριστεί τέτοιοι.

1. Αδιαφανείς επιφάνειες
2. Σε επαφή με το έδαφος
3. Διαφανείς επιφάνειες

8.1.4.1 Αδιαφανείς επιφάνειες

Περιλαμβάνει δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες του κελύφους της συγκεκριμένης ζώνης που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Αδιαφανείς επιφάνειες		Σε επαφή με το έδαφος	Διαφανείς επιφάνειες			
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)
* 1						

Εικόνα 21 Αδιαφανείς επιφάνειες

- **Τύπος**

Καθορίζεται ο τύπος του δομικού στοιχείου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Τοίχος, Οροφή, Πόρτα κλπ.

- **γ (deg), Προσανατολισμός**

Εισάγεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Σύμφωνα με τη σύμβαση, επιφάνεια με προσανατολισμό:

Ο Βορράς έχει τιμή 0°

Η Ανατολή έχει τιμή 90°

Ο Νότος έχει τιμή 180°

Η Δύση έχει τιμή 270°

- **β (deg), κλίση**

Εισάγεται η κλίση του δομικού στοιχείου ,μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ περιοχής). Ένας κατακόρυφος τοίχος έχει κλίση 90°, μια επίπεδη οροφή 0° ενώ μια πυλωτή 180°.

- **Εμβαδόν (m²)**

Εισάγεται το συνολικό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας(δεν περιλαμβάνονται τα ανοίγματα) λαμβάνοντας υπ' όψιν τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

- **Συντελεστής Θερμοπερατότητας ,U (W/m²K)**

Εισάγεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. Για τα νέα κτίρια υπολογίζεται σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010. Για τα νέα κτίρια μετά την ισχύ του ΚΕΝΑΚ, ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων για τις διαφορετικές κλιματικές ζώνες πρέπει να πληρεί τις απαιτήσεις της ΤΟΤΕΕ 20701-1/ 2010. [16, 17]

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου δεν εμπεριέχει την διόρθωση για τις θερμογέφυρες. Η διόρθωση πραγματοποιείται αυτόματα από το λογισμικό, ανάλογα με την επιλογή του πεδίου « Θερμομόνωση κατακόρυφων δομικών στοιχείων ».

	U[W]	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
*									

Εικόνα 22 Πεδίο εισαγωγής δεδομένων αδιαφανών επιφανειών

- **Απορροφητικότητα, a**

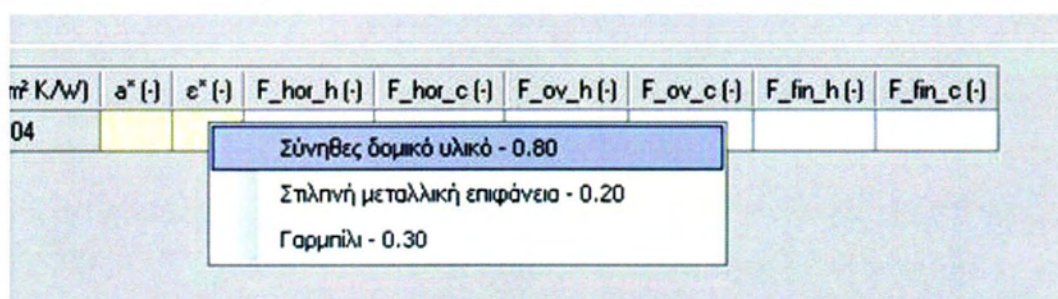
Καθορίζεται ο συντελεστής απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Εξαρτάται από τον τύπο του δομικού στοιχείου, το υλικό και τις τελικές επιστρώσεις, σύμφωνα με τις τελικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από έναν κατάλογο, ο οποίος εμφανίζεται με δεξί κλικ πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την απορροφητικότητα του δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.[16]

U[W]	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)	
		Κατακόρυφα δομικά στοιχεία			Επίχρσμο λευκό, λτία επιφάνεια - 0.30				
		Οριζόντια δομικά στοιχεία (οροφές)			Επίχρσμο ανοιχτόχρωμο - 0.40				
					Επίχρσμο μέτριας απόχρωσης - 0.60				
					Επίχρσμο σκουρόχρωμο - 0.80				
					Εμκρνής οπτοπλνθοδομή ή λθοδομή - 0.80				
					Εμκρνής ανοιχτόχρωμη οπτοπλνθοδομή ή λθοδομή - 0.60				

Εικόνα 23 Επιλογές απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία

- **Συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας, ϵ**

Καθορίζεται ο συντελεστής εκπομπής για την θερμική ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από έναν κατάλογο, ο οποίος εμφανίζεται με δεξί κλικ πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο, όπως φαίνεται και στο ακόλουθο σχήμα. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την εκπεμπτικότητα του δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή. [16]



Εικόνα 24 Επιλογές συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας

- **Συντελεστής σκίασης – Οριζοντας χειμώνας, F_hor_h**

Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον οριζοντα κατά την χειμερινή περίοδο, λαμβάνοντας υπ' όψιν την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (πχ λόφοι) ή τεχνητών (πχ ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. Σε περίπτωση ελεύθερου οριζοντα ο συντελεστής ισούται με την μονάδα (1) ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). [16]

- **Συντελεστής σκίασης – Οριζοντας καλοκαίρι, F_hor_c**

Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον οριζοντα κατά την θερινή περίοδο, λαμβάνοντας υπ' όψιν την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (πχ λόφοι) ή τεχνητών (πχ ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. Σε περίπτωση ελεύθερου οριζοντα ο συντελεστής ισούται με την μονάδα (1) ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). [16]

- **Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι/Τέντες/Περσίδες -χειμώνας, F_ov_h**

Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια κ.α.) κατά την χειμερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010

βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκίαστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα (1) ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). [16]

- **Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι/Τέντες/Περσίδες -καλοκαίρι, F_ον_c**

Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια κ.α.) κατά την θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκίαστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα (1) ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). [16]

8.1.4.2 Σε επαφή με το έδαφος

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶*	1						

Εικόνα 25 Εισαγωγή δεδομένων σε επαφή με το έδαφος

- **Κ. Βάθος (m)**

Εισάγεται το βάθος έδρασης (απόλυτη τιμή) μέσα στο έδαφος του κάτω τμήματος του δομικού στοιχείου. Για δάπεδα σε επαφή με το έδαφος, το βάθος λαμβάνεται 0 σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. [16]

- **Α. Βάθος (m)**

Εισάγεται το βάθος έδρασης (απόλυτη τιμή) μέσα στο έδαφος από το οποίο ξεκινάει το κατακόρυφο δομικό στοιχείο (τοίχος), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. [16]

Για δάπεδα το πεδίο είναι ανενεργό.

- **Περίμετρος (m)**

Εισάγεται η εκτεθειμένη περίμετρος του δαπέδου. Σε περίπτωση τοίχου το πεδίο είναι ανενεργό.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου δεν εμπεριέχει την διόρθωση για τις θερμογέφυρες. Η διόρθωση πραγματοποιείται αυτόματα από το λογισμικό, ανάλογα με την επιλογή του πεδίου « Θερμομόνωση κατακόρυφων δομικών στοιχείων ».

Το λογισμικό υπολογίζει αυτόματα τον ισοδύναμο συντελεστή θερμοπερατότητας, ο οποίος χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης.

8.1.4.3 Διαφανείς επιφάνειες

Περιλαμβάνει δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες του κελύφους της συγκεκριμένης ζώνης που βρίσκονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m ² K)	g _w (h)	F _{hor,h} (h)	F _{hor,c} (h)	F _{ov,h} (h)	F _{ov,c} (h)	F _{in,h} (h)	F _{in,c} (h)
1												

Εικόνα 26 Διαφανείς επιφάνειες

- **Τύπος ανοίγματος**

Καθορίζεται ο τύπος του ανοίγματος, ανάλογα με τον τύπο του πλαισίου, το ποσοστό το πλαισίου επί του κουφώματος και το υλικό του υαλοπίνακα. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από έναν κατάλογο, ο οποίος εμφανίζεται με δεξί κλικ πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο. Η επιλογή γίνεται σε τρία στάδια: Τύπος πλαισίου, Ποσοστό πλαισίου, Τύπος υαλοπίνακα και επιλέγοντας την ένδειξη «επιλογή». Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με τον «συντελεστή θερμοπερατότητας ανοίγματος», εισάγεται η περιγραφή του τύπου ανοίγματος.

- **Συντελεστής θερμοπερατότητας ανοίγματος, U(W/m²K)**

Εμφανίζεται ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος (για τον υαλοπίνακα μαζί με το πλαίσιο) ανάλογα με τον «τύπο ανοίγματος» και σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με τον «συντελεστή θερμοπερατότητας ανοίγματος», εισάγεται η συγκεκριμένη τιμή για τον συντελεστή θερμοπερατότητας. [17]

- **Διαπερατότητα,g-w**

Εμφανίζεται ο συντελεστής συνολικής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία της διαφανούς επιφάνειας, ανάλογα με τον «τύπο ανοίγματος» και σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με τον «συντελεστή θερμοπερατότητας ανοίγματος», εισάγεται η συγκεκριμένη τιμή για τον συντελεστή διαπερατότητας. [16]

8.1.5 Συστήματα

Στην ενότητα αυτή εισάγονται πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης/ZNX /κλιματισμού/φωτισμού/ύγρανσης και ηλιακών συλλεκτών που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη ζώνη.

Η εισαγωγή των στοιχείων για τα συστήματα που είναι εγκατεστημένα σε κάθε θερμική ζώνη αποτελείται από 4 στάδια. Κάθε στάδιο αντιστοιχεί σε μια υποκαρτέλα:

- **Θέρμανση**
- **Ψύξη**
- **ZNX**
- **Ηλιακός συλλέκτης**

Το σύστημα θέρμανσης/ψύξης/ύγρανσης/ZNX περιλαμβάνει ολόκληρη την εγκατάσταση παραγωγής, διανομής και απόδοσης. Για κάθε σύστημα ο χρήστης πρέπει να ορίσει:

- Ένα ή περισσότερα συστήματα παραγωγής (πχ λέβητας, αντλία θερμότητας)
- Ένα σύστημα διανομής.
- Ένα σύστημα εκπομπής (πχ σώματα καλοριφέρ)
- Ένα ή περισσότερα βοηθητικά συστήματα (πχ κυκλοφορητές, ανεμιστήρες, κ.α.)

8.1.5.1 Σύστημα Θέρμανσης

Το σύστημα θέρμανσης αποτελείται από:

1. Την παραγωγή
2. Το δίκτυο διανομής
3. Τις τερματικές μονάδες και
4. Τις βοηθητικές μονάδες

8.1.5.1.1 Παραγωγή

The screenshot shows the 'Παραγωγή' (Production) section of the software. It contains four tables:

- Παραγωγή:** A table with columns for 'Τύπος', 'Πηγή ενέργειας', 'Ισχύς (kW)', 'B. An. (-)', 'COP (-)', and monthly energy consumption from Jan to Dec. Row 1 shows a value of 1 for 'B. An. (-)' and 1 for 'COP (-)'.
- Δίκτυο διανομής:** A table with columns for 'Τύπος', 'Ισχύς (kW)', 'Χώρος διέλευσης', 'B. An. (-)', and 'Μόνωση'. Row 1 is 'Δίκτυο διανομής θερμικού μέσου' and row 2 is 'Αεραγωγή'.
- Τερματικές μονάδες:** A table with columns for 'Τύπος' and 'B. An. (-)'. Row 1 shows a value of 1 for 'B. An. (-)'.
- Βοηθητικές μονάδες:** A table with columns for 'Τύπος', 'Αρ. (-)', and 'Ισχύς (kW)'. Row 1 shows a value of 1 for 'Αρ. (-)' and 0 for 'Ισχύς (kW)'.

Εικόνα 27 Καρτέλα θέρμανσης

- **Τύπος**

Καθορίζεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής : Λέβητας, Κεντρική υδρόψυκτη Α.Θ. ,Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ. , Τοπική αερόψυκτη Α.Θ. ,Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη ,Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη, Κεντρική Α.Θ. άλλου τύπου, Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες (ηλεκτρικά σώματα καλοριφέρ, θερμοπομποί, κ.α.), Τοπικές μονάδες αερίου (σόμπες υγραερίου) ,Ανοικτές εστίες καύσης, Τηλεθέρμανση ,ΣΗΘ, Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου.

- **Πηγή Ενέργειας**

Καθορίζεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας . Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τηλεθέρμανση από ΔΕΗ,ΣΗΘ.

- **Ισχύς (kW)**

Εισάγεται η ονομαστική θερμική ισχύς της κάθε μονάδας παραγωγής (kW) που καλύπτει το κτίριο ή την θερμική ζώνη. Σε περίπτωση που το υπάρχον κτίριο δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης και εισάγουμε τα στοιχεία για το θεωρητικό σύστημα, τότε στο πεδίο της ισχύος πρέπει να εισαχθεί η τιμή μηδέν (0).

- **Βαθμός απόδοσης, B. Απ.**

Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) όπως μετρήθηκε κατά την ανάλυση της συγκεκριμένης μονάδας (ανάλογα με τον τύπο) ή από τυπικές τιμές σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. Για την απόδοση της μονάδας λέβητα – καυστήρα,

χρησιμοποιείται ο πραγματικός βαθμός απόδοσης μειωμένος με τους συντελεστές βαρύτητας σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010. [16]

- **Συντελεστής επίδοσης, COP**

Εισάγεται ο συντελεστής επίδοσης σε περίπτωση που γίνεται χρήση μονάδας αντλίας θερμότητας (ανάλογα με τον τύπο) ,σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010. [16]

- **Ιαν – Δεκ**

Εισάγεται το μέσο μηνιαίο ποσοστό κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για την θέρμανση της ζώνης από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης. Το ένα (1) σημαίνει 100% και το μηδέν (0) σημαίνει μηδενική κάλυψη.

8.1.5.1.2 Δίκτυο διανομής

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι δικτύων διανομής: δίκτυο διανομής θερμού μέσου (σωληνώσεις) και αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα. Ανάλογα με τον τύπο του δικτύου που υπάρχει στη συγκεκριμένη ζώνη, ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία στην αντίστοιχη γραμμή της υπο-οθόνης.

- **Ισχύς (kW)**

Εισάγεται η συνολική θερμική ισχύς την οποία μεταφέρει το δίκτυο διανομής (σωληνώσεις) ή ο κλάδος διανομής την θερμικής ζώνης (δηλαδή η εγκατεστημένη ισχύς επί τον βαθμό απόδοσης του συστήματος παραγωγής). Σε περίπτωση που η θερμική ζώνη τροφοδοτείται με άνω του ενός δικτύων (κλάδων) διανομής ,με διαφορετικές τιμές ισχύος και αποδόσεις (λόγω ποιότητας), τότε εισάγεται η ισχύς του κλάδου με την χαμηλότερη απόδοση. Το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για τους αεραγωγούς. Σε περίπτωση τοπικών μονάδων που δεν διαθέτουν δίκτυο διανομής (πχ τοπικές αντλίες θερμότητας) τότε το πεδίο της ισχύος πρέπει να μείνει κενό. Σε περίπτωση που το υπάρχον κτίριο δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης και εισάγουμε τα στοιχεία για το θεωρητικό σύστημα , τότε η τιμή ισχύος που εισάγεται πρέπει να είναι μηδέν (0).

- **Χώρος διέλευσης**

Καθορίζεται ο χώρος διέλευσης του δικτύου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής : Διέλευση σωληνώσεων ή αεραγωγών σε εσωτερικούς χώρους και Διέλευση πάνω από 20% σε εξωτερικούς χώρους. Εάν δεν καθοριστεί στους αεραγωγούς ο χώρος διέλευσης, θεωρείται ότι το κτίριο δεν διαθέτει δίκτυο αεραγωγών, παρά μόνο δίκτυο διανομής με σωληνώσεις.

- **Βαθμός απόδοσης, Β.Απ.**

Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) για το δίκτυο διανομής θερμού μέσου. Ο βαθμός απόδοσης προκύπτει σαν το συμπληρωματικό του συντελεστή θερμικών απωλειών, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. Το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για τους αεραγωγούς. Σε περίπτωση τοπικών μονάδων (πχ αντλιών θερμότητας) οι απώλειες λαμβάνονται μηδενικές και ο βαθμός απόδοσης μονάδα (1). [16]

- **Μόνωση**

Ένδειξη ύπαρξης θερμομόνωσης για τους αεραγωγούς, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για το δίκτυο διανομής (σωληνώσεις) θερμού μέσου. Ανάλογα την επιλογή «μόνωση» ή μη, διαμορφώνεται και η τελική απόδοση του συνολικού δικτύου διανομής.

8.1.5.1.3 Τερματικές μονάδες

Η απόδοση θερμότητας στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω τερματικών μονάδων (ΤΜ). Για παράδειγμα, το ζεστό νερό που παράγεται από τον λέβητα τροφοδοτείται μέσω της υδραυλικής εγκατάστασης του δικτύου διανομής σε μονάδες άμεσης απόδοσης, για παράδειγμα θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ) ή τοπικές κλιματιστικές μονάδες (ανεμιστήρας) ή έμμεσης απόδοσης όπως για παράδειγμα ενσωματωμένες τερματικές μονάδες σε δομικά στοιχεία (ενδοδαπέδιο, ενδοτοιχίο).

Σε περίπτωση ύπαρξης περισσότερων του ενός τύπου τερματικών μονάδων, εισάγεται μια σύντομη περιγραφή και σαν βαθμός απόδοσης καταχωρείται μια μέση τιμή, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.[16]

- **Τύπος**

Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή των τερματικών μονάδων της ζώνης.

- **Βαθμός απόδοσης, Β. Απ.**

Εισάγεται ο μέσος βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων (από 0 έως 1) λαμβάνοντας υπ' όψιν την κατάσταση των συστημάτων, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.[16]

Στην απόδοση της τερματικής μονάδας, λαμβάνονται υπ' όψιν η απόδοση εκπομπής της τερματικής μονάδας διορθωμένη με τους παράγοντες αποτελεσματικότητας της ακτινοβολίας, διακοπτόμενης λειτουργίας και υδραυλικής ισορροπίας, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.[16]

8.1.5.1.4 Βοηθητικές μονάδες

Στο στάδιο αυτό καταγράφονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτροκινητήρων και των άλλων βοηθητικών μονάδων της εγκατάστασης θέρμανσης.

Τύπος: Καθορίζεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής : Αντλία, Κυκλοφορητής, Ηλεκτροβάννα, Ανεμιστήρας.

Αν το ίδιο σύστημα (πχ κυκλοφορητής) καλύπτει περισσότερες από μια ζώνες, τότε γίνεται επιμερισμός της ισχύος του συστήματος, ανάλογα το επιμέρους ποσοστό του θερμικού ή ψυκτικού φορτίου που παρέχει σε κάθε ζώνη. Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν διαθέσιμα αναλυτικά στοιχεία για τα βοηθητικά συστήματα, τότε επιλέγεται ένας τύπος, εισάγεται σαν αριθμός η μονάδα (1) και σαν ισχύς η συνολική εγκατεστημένη ισχύς.

8.1.5.2 Σύστημα Ψύξης

Το σύστημα ψύξης αποτελείται από:

1. Την παραγωγή
2. Το δίκτυο διανομής
3. Τις τερματικές μονάδες και
4. Τις βοηθητικές μονάδες

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Αν (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαρ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
* 1				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Αν (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής κεντρικού μέρους			1	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Αν (-)
▶ 1		1

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικόνα 28 Καρτέλα ψύξης

Αν το προς επιθεώρηση κτίριο/τμήμα κτιρίου ψύχεται μερικώς ή δεν υπάρχει σύστημα ψύξης, τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ορίσει ένα θεωρητικό σύστημα ψύξης με αντλίες θερμότητας (ο ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας παίρνει την τιμή 3 για κατοικίες και 2.8 για τριτογενή τομέα ,με μέσο μηνιαίο βαθμό κάλυψης της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας ίσο με 0.5), με δίκτυο διανομής

(απόδοσης 100% για κατοικίες και 95% για τριτογενή τομέα), τερματικά (απόδοσης 95%) και βοηθητικές μονάδες (ισχύος $5\text{W}/\text{m}^2$ για κατοικίες και $10\text{W}/\text{m}^2$ για τριτογενή τομέα), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.[16]

8.1.5.2.1 Παραγωγή

- **Βαθμός απόδοσης, Β.Απ.**

Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1), όπως μετρήθηκε κατά την ανάλυση της συγκεκριμένης μονάδας (ανάλογα με τον τύπο) ή από τυπικές τιμές σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. Σε περίπτωση που στο κτίριο υπάρχει ΣΗΘ, τότε θα πρέπει σαν βαθμός απόδοσης του συστήματος, να εισάγεται ο βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη.

- **Ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας, EER**

Εισάγεται ο ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας της συγκεκριμένης μονάδας (ανάλογα με τον τύπο), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. [16]

Στο λογισμικό απαιτείται η εισαγωγή και των δύο παραμέτρων, οι οποίες είναι προεπιλεγμένες ως μονάδα (1). Για παράδειγμα, σε περίπτωση αντλίας θερμότητας εισάγεται το EER και ο βαθμός απόδοσης εισάγεται σαν μονάδα (1). Σε περίπτωση συνδυασμού τηλεθέρμανσης ή ΣΗΘ με ψυκτικό συγκρότημα απορρόφησης εισάγεται και ο βαθμός απόδοσης του συστήματος παροχής θερμότητας και ο δείκτης αποδοτικότητας το ψυκτικού συγκροτήματος.

- **Ιαν – Δεκ**

Εισάγεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας για την ψύξη της ζώνης από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης.

8.1.5.2.2 Δίκτυο διανομής

Υπάρχουν δύο τύποι δικτύων διανομής: δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου και αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα. Ανάλογα με τον τύπο του δικτύου που υπάρχει στην συγκεκριμένη ζώνη, ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία στην αντίστοιχη γραμμή της υπο-οθόνης.

Σε περίπτωση ύπαρξης άνω του ενός δικτύων (κλάδων) διανομής ψυχρού μέσου στη ζώνη, απαιτείται ο προσδιορισμός μίας μόνο απόδοσης δικτύου, η οποία θα είναι σταθμισμένη. Κατά συνέπεια αν στη ζώνη υπάρχουν περισσότερα από ένα δίκτυα διανομής ψυχρού μέσου (που τροφοδοτούνται από διαφορετικές μονάδες παραγωγής) και παρουσιάζουν διαφορετική ποιότητα και επάρκεια (ποσότητα)

θερμολόνωσης, τότε ο βαθμός απόδοσης τους λαμβάνεται ενιαίος και ίσος με αυτόν του τμήματος που βρίσκεται στη χειρότερη ποιοτικά κατάσταση. Για το κάθε δίκτυο διανομής η απόδοση λαμβάνεται ανάλογα με την επιμέρους ψυκτική ισχύ που μεταφέρει.

8.1.5.2.3 Τερματικές μονάδες

Η απόδοση ψύξης στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω τερματικών μονάδων (TM). Για παράδειγμα, το ζεστό νερό που παράγεται από τον λέβητα τροφοδοτείται μέσω της υδραυλικής εγκατάστασης του δικτύου διανομής σε μονάδες άμεσης απόδοσης, για παράδειγμα θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ) ή τοπικές κλιματιστικές μονάδες (ανεμιστήρας) ή έμμεσης απόδοσης όπως για παράδειγμα ενσωματωμένες τερματικές μονάδες σε δομικά στοιχεία (ενδοδαπέδιο, ενδοτοιχίο).

8.1.5.2.4 Βοηθητικές μονάδες

Στο στάδιο αυτό καταγράφονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτροκινητήρων και των άλλων βοηθητικών μονάδων της εγκατάστασης ψύξης.

8.1.5.3 Σύστημα ZNX

Το σύστημα ZNX αποτελείται από:

1. Την παραγωγή
2. Το δίκτυο διανομής
3. Το σύστημα αποθήκευσης και
4. Τις βοηθητικές μονάδες

Θέρμανση Ψύξη **ZNX** Ηλεκτρικός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
* 1				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακατανομή	Χώρος διέλευσης	Β. Αν. (-)
▶ 1		<input type="checkbox"/>		1

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	Β. Αν. (-)
▶ 1		1

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικόνα 29 Καρτέλα ZNX

Αν στο προς επιθεώρηση κτίριο/τμήμα κτιρίου δεν υπάρχει σύστημα ZNX, τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ορίσει ένα θεωρητικό σύστημα ZNX με λέβητα πετρελαίου (απόδοσης 93.5%), με δίκτυο διανομής θερμού μέσου (απόδοσης 95%) και αποθήκευση (απόδοσης 93%). Στην περίπτωση κτιρίων του τριτογενή τομέα με περιορισμένη κατανάλωση ZNX μικρότερη από 10l/άτομο/ ημέρα, τότε το σύστημα ZNX είναι τοπικοί ηλεκτρικοί θερμαντήρες(απόδοση 100%), διανομή (απόδοση 100%) και αποθήκευση (απόδοση 98%), σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010.[16]

8.1.5.3.1 Παραγωγή

- **Βαθμός απόδοσης, Β.Απ.**

Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1), όπως μετρήθηκε κατά την ανάλυση της συγκεκριμένης μονάδας (ανάλογα με τον τύπο) ή από τυπικές τιμές σύμφωνα με την TOTEE 2010. Για την απόδοση της μονάδας λέβητα-καυστήρα, χρησιμοποιείται ο πραγματικός βαθμός απόδοσης μειωμένος με τους συντελεστές βαρύτητας σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010. Σε περίπτωση τοπικού ηλεκτρικού θερμαντήρα εισάγεται η τιμή ένα (1) ενώ για τοπικό θερμοσίφωνα φυσικού αερίου εισάγεται η τιμή 0,85, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010. [16]

8.1.5.3.2 Δίκτυο διανομής

- **Βαθμός απόδοσης, Β.Απ**

Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) του δικτύου διανομής ZNX από την μονάδα παραγωγής προς την αποθήκευση. Ο βαθμός απόδοσης προκύπτει σαν το συμπληρωματικό του συντελεστή απωλειών, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010. Σε περίπτωση τοπικών συστημάτων παραγωγής ZNX, ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής ZNX λαμβάνεται ως μονάδα (1), σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010. Σε περίπτωση που η θερμική ζώνη τροφοδοτείται με άνω του ενός δικτύων (κλάδων) διανομής, με διαφορετικές τιμές ισχύος και αποδόσεις (λόγω ποιότητας), τότε εισάγεται η ισχύς του κλάδου με την χαμηλότερη απόδοση.[16]

8.1.5.3.3 Σύστημα αποθήκευσης

- **Βαθμός απόδοσης, Β.Απ.**

Εισάγεται ο μέσος βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) των συστημάτων αποθήκευσης ZNX. Ο βαθμός απόδοσης προκύπτει σαν το συμπληρωματικό του συντελεστή θερμικών απωλειών, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010. Στις θερμικές απώλειες των συστημάτων αποθήκευσης λαμβάνονται υπ' όψιν οι πλευρικές απώλειες από τον θερμαντήρα και οι αποδόσεις συναλλαγής (από εναλλάκτη ή ηλεκτρική αντίσταση) κατά περίπτωση. [16]

8.1.5.4 Ηλιακός Συλλέκτης

Στην ενότητα αυτή εισάγονται και καταγράφονται τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) για παραγωγή θερμικής ενέργειας και τα χαρακτηριστικά τους που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη θερμική ζώνη.

Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια σύμφωνα με το άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ είναι υποχρεωτική η κάλυψη σημαντικού μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση ορίζεται στο 60%.

Εισάγεται μόνο ένας τύπος συλλέκτη ανά θερμική ζώνη.

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

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ | Ηλιακός συλλέκτης

	Τύπος	Θέρμανση	ΖΝΧ	Συν. α (-)	Συν. β (-)	Επιφάνεια (m ²)	γ (deg)	β (deg)	F _s (-)
▶ 1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						1

Εικόνα 30 Καρτέλα ηλιακού συλλέκτη

- **Τύπος**

Καθορίζεται ο τύπος του ηλιακού συλλέκτη. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Απλός επίπεδος συλλέκτης, Επιλεκτικός επίπεδος συλλέκτης και Συλλέκτης κενού.

- **Θέρμανση**

Ένδειξη κάλυψης φορτίων θέρμανσης από την εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

- **ZNX**

Ένδειξη κάλυψης φορτίων ΖΝΧ από την εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

- **Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για ΖΝΧ, Συν.α**

Εισάγεται ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας για ΖΝΧ, σύμφωνα με τις αντίστοιχες τιμές που προέρχονται από τους υπολογισμούς διαστασιολόγησης της εγκατάστασης ή με τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.

- **Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση, Συν.β**

Εισάγεται ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση χώρων, σύμφωνα με τις αντίστοιχες τιμές που προέρχονται από τους υπολογισμούς διαστασιολόγησης της εγκατάστασης ή με τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010.

- **Επιφάνεια (m^2)**

Εισάγεται η συνολική απορροφητική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών.

- **Προσανατολισμός, γ (deg)**

Εισάγεται ο προσανατολισμός της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών (συνήθως νότιος). Σύμφωνα με την σύμβαση, ισχύουν:

Επιφάνεια προς:

Βορρά 0°

Ανατολή 90°

Νότο 180°

Δύση 270°

- **Κλίση, β (deg)**

Εισάγεται η κλίση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ περιοχής), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010.

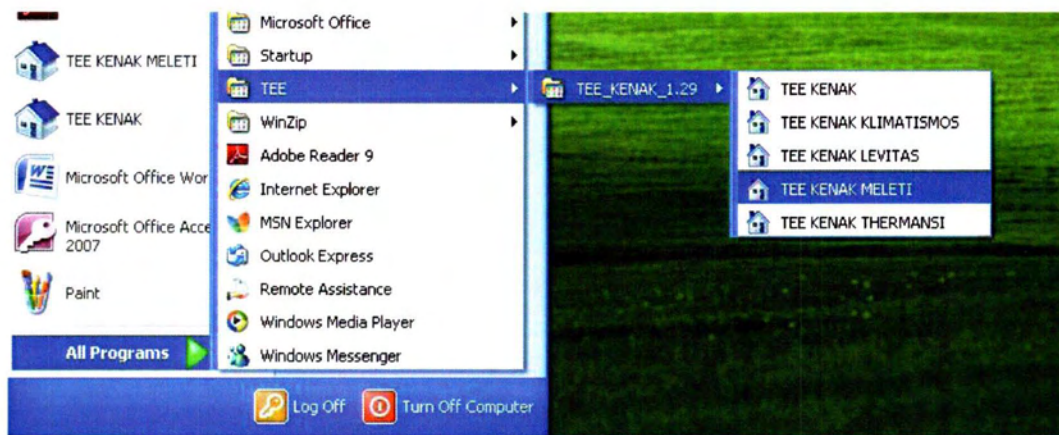
- **Συντελεστής σκίασης, F_s**

Εισάγεται ο συντελεστής σκίασης της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών, λόγω της σκίασης από εμπόδια στον περιβάλλοντα χώρο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1) ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). [6]

9. Εισαγωγή του υπό μελέτη κτιρίου αναφοράς στο λογισμικό Τ.Ε.Ε.- Κ.Εν.Α.Κ

Για την εκτίμηση της ενεργειακής κατανάλωσης και της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου που εξετάζεται, χρησιμοποιήθηκε το ειδικό λογισμικό του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ε.Ε.- Κ.Εν.Α.Κ. Λόγω του ότι η χρήση του προγράμματος γίνεται για εκπαιδευτικούς σκοπούς και όχι για να εκδοθεί Πιστοποιητικό απόδοσης

κτιρίου, χρησιμοποιείται η επιλογή του λογισμικού για ενεργειακή μελέτη, όπως φαίνεται:



Εικόνα 31 Έναρξη του προγράμματος TEE KENAK

9.1 Δεδομένα

9.1.1 Δεδομένα εισαγωγής εξεταζόμενου κτιρίου

Αρχικά, το κτίριο αναφοράς που εξετάζεται είναι κτίριο κατοικίας, το οποίο κατοικείται από 5 άτομα, οπότε οι υπολογισμοί που απαιτούν αριθμό ατόμων χρησιμοποιούν αυτή την τιμή.

9.1.1.1 Ζώνη

Από την Τεχνική Οδηγία 20701-1/2010 για το κτίριο αναφοράς δίνονται οι τιμές για την ανηγμένη χωρητικότητα του κτιρίου, η μέση κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης και η διείσδυση αέρα από τα κουφώματα.

- Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα: $250 \text{ kJ/m}^2\text{K}$
- Μέση κατανάλωση ΖΝΧ: 50 l/άτομο/ημέρα
- Διείσδυση αέρα από κουφώματα: $5,5 \text{ m}^3/\text{h m}^2 \text{ κουφώματος}$

Για τις κατηγορίες ελέγχου διατάξεων και αυτοματισμού η Τεχνική Οδηγία προβλέπει ότι το κτίριο αναφοράς ανήκει στον τύπο Γ. [16]

9.1.1.2 Κέλυφος

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι συντελεστές θερμοχωρητικότητας των δομικών στοιχείων του κτιρίου αναφοράς είναι οι οριακές τιμές της κλιματικής ζώνης στην οποία ανήκει το κτίριο (Πίνακας 5).

Όσον αφορά τις αδιαφανείς επιφάνειες, η Τεχνική Οδηγία προσδιορίζει τις τιμές των συντελεστών απορροφητικότητας και εκπομπής ως εξής:

- Συντελεστής απορροφητικότητας a : 0,4
- Συντελεστής εκπομπής ϵ : 0,8

Για τα αδιαφανή κάθετα δομικά στοιχεία, θεωρείται η τιμή 0,9 ως ο μέσος συντελεστής σκίασης για κάθε προσανατολισμό, τόσο για τη θερινή όσο και τη χειμερινή περίοδο. Τα οριζόντια και κεκλιμένα αδιαφανή επίπεδα δεν έχουν σκίαση, επομένως ο συντελεστής σκίασης τους είναι 1 σε κάθε προσανατολισμό, τόσο για τη θερινή όσο και τη χειμερινή περίοδο.

Για τις διαφανείς επιφάνειες, ο συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία g δίνεται 0,76. Για τις σκιάσεις προσδιορίζονται οι ακόλουθες τιμές για την θερινή περίοδο:

- Νότιος προσανατολισμός: 0,7
- Βόρειος προσανατολισμός: 1
- Ανατολικός και δυτικός προσανατολισμός: 0,75.

Για τη χειμερινή περίοδο οι συντελεστές του κτιρίου αναφοράς είναι ίδιοι με τους συντελεστές του εξεταζόμενου κτιρίου. Στην περίπτωση που εξετάζεται, θεωρήθηκε ότι δεν υπάρχει σκίαση τη χειμερινή περίοδο, οπότε για όλους τους προσανατολισμούς επιλέχθηκε η τιμή 1.

9.1.1.3 Συστήματα

Η επιλογή των συστημάτων θέρμανσης- κλιματισμού και ζεστού νερού χρήσης έγινε με βάση τους αντίστοιχους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων του υπό μελέτη κτιρίου, όπως παρουσιάστηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια.

9.1.1.3.1 Θέρμανση

Για την καρτέλα της θέρμανσης, επιλέγεται, αρχικά, λέβητας πετρελαίου ισχύος 15 kW υψηλής θερμοκρασίας, όπως απαιτείται από τον Κανονισμό.

Από την Τεχνική Οδηγία TOTEE 20701-1/2010 και τον Πίνακα 4.11 αυτής (Πίνακας 49), ο βαθμός απόδοσης του λέβητα που χρησιμοποιείται για το κτίριο αναφοράς ισούται με 91,9%. [16]

Θερμική απόδοση (%) λέβητα - καυστήρα σε ονομαστική ισχύ P_n , και μέση θερμοκρασία νερού του λέβητα 70°C για το κτήριο αναφοράς							
Ονομαστική ισχύς (kW)	4 έως 25	>25 έως 50	>50 έως 100	>100 έως 200	>200 έως 300	>300 έως 400	> 400
Απόδοση λέβητα - καυστήρα	91,9	92,5	93,0	93,4	93,8	94,1	94,4

Πίνακας 49 Θερμική απόδοση λέβητα για το κτίριο αναφοράς

Όσον αφορά το δίκτυο διανομής, ο βαθμός απόδοσης του προσδιορίζεται από το ποσοστό των απωλειών του δικτύου διανομής, οι οποίες εξαρτώνται από:

- Τη θερμομόνωση του δικτύου διανομής
- Το μήκος και τη διατομή του δικτύου
- Τη θερμοκρασία του νερού (ή άλλου μέσου) μέσα στο δίκτυο
- Το χώρο διέλευσης και
- Την παλαιότητα του δικτύου, τις φθορές κ.α [16]

Προκειμένου να απλοποιηθούν οι υπολογισμοί, ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής επιλέγεται από σχετικούς πίνακες της TOTEE 20701-1/2010, ανάλογα με τη μόνωση του δικτύου και της ισχύος που αυτό μεταφέρει. Για το κτίριο αναφοράς και την ισχύ που έχει επιλεγεί, το ποσοστό απωλειών του δικτύου είναι 5,5%.

Οι τερματικές μονάδες του συστήματος θέρμανσης έχουν απόδοση 93 %, ενώ οι βοηθητικές μονάδες (κυκλοφορητής) έχει ισχύ $0,1 \text{ W/m}^2$.

9.1.1.3.2 Ψύξη

Τα ψυκτικά φορτία του εξεταζόμενου κτιρίου είναι 8,1kW. Συνεπώς, επιλέγεται αερόψυκτη αντλία θερμότητας αντίστοιχης ισχύος. Ο βαθμός απόδοσης της είναι 1, και ο δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας EER ισούται με 3, σύμφωνα με τη νομοθεσία. Η αντλία θερμότητας καλύπτει το 50% των αναγκών κατά τους μήνες Μάιο- Σεπτέμβριο, οπότε στο κελί εισαγωγής της ισχύος αντλίας θερμότητας εισάγεται η τιμή 4,05, αντί για 8,1.

Τα πεδία του δικτύου διανομής μένουν κενά, διότι δεν υπάρχει δίκτυο διανομής. Οι τερματικές μονάδες, όπως και στη θέρμανση, έχουν βαθμό απόδοσης 0,93, ενώ δεν υπάρχουν βοηθητικές μονάδες.

9.1.1.3.3 Ζεστό Νερό Χρήσης

Η ισχύουσα Τεχνική Οδηγία προβλέπει για το ZNX ότι παράγεται από τον λέβητα θέρμανσης για 100% κάλυψη των αναγκών στο κτίριο αναφοράς. Επομένως στα αντίστοιχα κελιά εισαγωγής του τύπου, της ισχύος και του βαθμού απόδοσης λέβητα, χρησιμοποιούνται τα ίδια στοιχεία με τη θέρμανση. Επιπροσθέτως, η Οδηγία προβλέπει συμπληρωματικό σύστημα ZNX από ηλιακό συλλέκτη για κάλυψη του 15% των αναγκών. Τα χαρακτηριστικά του ηλιακού συλλέκτη παρουσιάζονται στην επόμενη ενότητα.

Ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής εξαρτάται από τις απώλειες του δικτύου, οι οποίες καθορίζονται από τη μόνωση και την ημερήσια ζήτηση ZNX, από τον Πίνακα 4.16 της TOTEE 20701-1/2010. Για την εξεταζόμενη περίπτωση το ποσοστό

απωλειών είναι 8%, επομένως ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής είναι 0,92.

Στις θερματικές μονάδες εισάγεται βαθμός απόδοσης 0,93. [16]

9.1.1.3.4 Ηλιακός συλλέκτης

Ο ηλιακός συλλέκτης καλύπτει το 15% επί των αναγκών ΖΝΧ. Για το κτίριο αναφοράς σύμφωνα με την Τεχνική Οδηγία 20701-1/2010 επιλέγεται επίπεδος επιλεκτικός συλλέκτης με συντελεστή αξιοποίησης α 0,3. Για τον ορισμό του μεγέθους της επιφάνειας του προβλέπεται 1m^2 ανά άτομο της κατοικίας, επομένως στην παρούσα περίπτωση είναι 5m^2 . Η κλίση του είναι προς τον Νότο, άρα η κλίση γ είναι 180° . Για την κλίση β προστίθεται ή αφαιρούνται 5° στο γεωγραφικό πλάτος της περιοχής που βρίσκεται το κτίριο. Για την Αγχίαλο, το γεωγραφικό πλάτος είναι 39° . Τέλος, θεωρείται ότι ο ηλιακός συλλέκτης δεν σκιάζεται, άρα ο συντελεστής σκίασης του είναι ίσος με 1. [16]

9.1.2 Συγκεντρωτική παρουσίαση δεδομένων

Στον (Πίνακας 50) που παρουσιάζονται οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εφαρμογή του προγράμματος ΤΕΕ-KENAK, καθώς και οι προβλεπόμενες τιμές σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

		Τιμές κτιρίου αναφοράς	Τιμές που χρησιμοποιήθηκαν	
Ζώνη 1	Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα	250 $\text{kJ/m}^2\text{K}$	250 $\text{kJ/m}^2\text{K}$	
	Μέση κατανάλωση ΖΝΧ	50 l/άτομο/ημέρα	91,25 $\text{m}^3/\text{έτος}$	
	Κατηγορίες ελέγχου διατάξεων και αυτοματισμού	Τύπος Γ	Τύπος Γ	
	Διείσδυση αέρα από κουφώματα	$5,5 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{κουφώματος}}$	111,1 m^3/h	
Κέλυφος	Αδιαφανείς επιφάνειες	Συντελεστής θερμοπερατότητας U για τοιχοποιίες	0,5 $\text{W/m}^2\text{K}$	0,5 $\text{W/m}^2\text{K}$
		Συντελεστής θερμοπερατότητας U για δώματα	0,45 $\text{W/m}^2\text{K}$	0,45 $\text{W/m}^2\text{K}$
		Συντελεστής απορροφητικότητας a	0,4	0,4
		Συντελεστής εκπομπής ϵ	0,8	0,8
		Μέσος συντελεστής αδιαφανών κάθετων επιφανειών	0,9	0,9
	Σε επαφή με το έδαφος	Συντελεστής θερμοπερατότητας U για δάπεδα	0,9 $\text{W/m}^2\text{K}$	0,9 $\text{W/m}^2\text{K}$
Διαφανείς επιφάνειες	Συντελεστής θερμοπερατότητας U για παράθυρα	3 $\text{W/m}^2\text{K}$	3 $\text{W/m}^2\text{K}$	

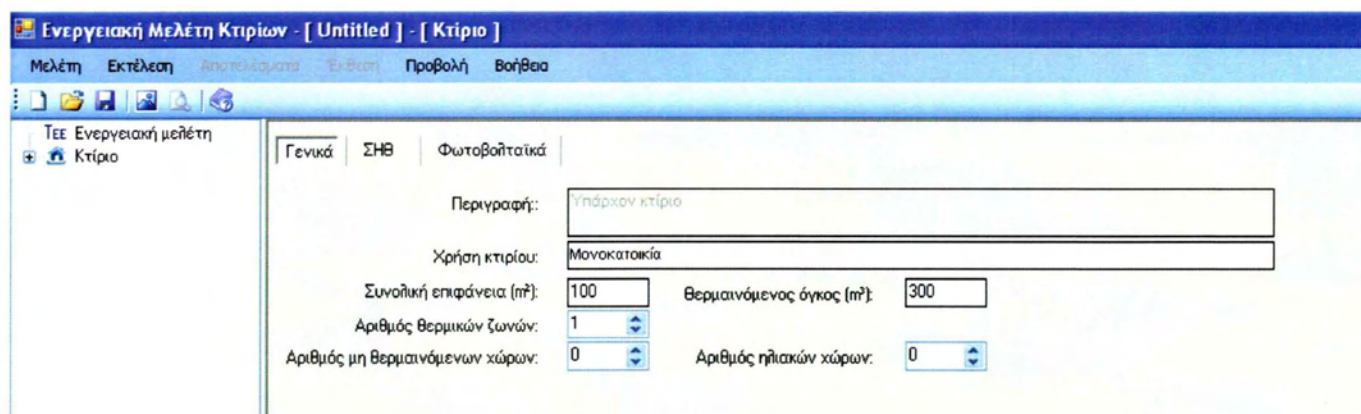
	Συντελεστής διαπερατότητας υαλοπινάκων στην ηλιακή ακτινοβολία g	0,76	0,76	
	Συντελεστής σκίασης για ανοίγματα για χειμερινή και καλοκαιρινή περίοδο για Νότιο προσανατολισμό	0,7	0,7	
	Συντελεστής σκίασης για ανοίγματα για χειμερινή και καλοκαιρινή περίοδο για Βόρειο προσανατολισμό	1	1	
	Συντελεστής σκίασης για ανοίγματα για χειμερινή και καλοκαιρινή περίοδο για Ανατολικό προσανατολισμό	0,75	0,75	
	Συντελεστής σκίασης για ανοίγματα για χειμερινή και καλοκαιρινή περίοδο για Δυτικό προσανατολισμό	0,75	0,75	
Συστήματα θέρμανσης	Ισχύς λέβητα	15 kW	15 kW	
	Πηγή ενέργειας λέβητα θέρμανσης	Πετρέλαιο	Πετρέλαιο	
	Βαθμός απόδοσης λέβητα	0,919	0,919	
	Θέρμανση	Ισχύς δικτύου διανομής	5,5% απώλειες για δίκτυα εξωτερικά κατά 20% η λιγότερο	14,175 kW
		Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής	0,919	0,919
		Βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων	0,93	0,93
		Ισχύς βοηθητικών μονάδων/κυκλοφορητών	0,1 W/m ²	0,01 kW
	Ψύξη	Ισχύς αερόψυκτης αντλίας θερμότητας	8,1 kW	4,05 kW
		Πηγή ενέργειας αντλίας θερμότητας	Ηλεκτρισμός	Ηλεκτρισμός
		Βαθμός απόδοσης	1	1
		Δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας EER	3	3
		Ποσοστό κάλυψης από Μάιο-Σεπτέμβριο	0,5	0,5
		Ισχύς δικτύου διανομής ψυχρού μέσου	0% απώλειες	
		Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής ψυχρού μέσου	1	1
		Βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων	1	1
	ZNX	Πηγή ενέργειας λέβητα	Πετρέλαιο	Πετρέλαιο
		Ισχύς λέβητα	15 kW	15 kW
		Βαθμός απόδοσης λέβητα θέρμανσης	0,919 για λέβητες 4 έως 25 kW	0,919
		Ποσοστό κάλυψης ισχύος από τον λέβητα θέρμανσης για όλους τους μήνες	1	1
		Ποσοστό κάλυψης ισχύος από τον ηλιακό θερμοσίφωνα για όλους τους μήνες	0,15	0,15

	Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής	8% απώλειες	0,92
	Βαθμός απόδοσης συστήματος αποθήκευσης	2% απώλειες	0,98
Ηλιακός συλλέκτης	Τύπος ηλιακού συλλέκτη	Επίπεδος επιλεκτικός	Επίπεδος επιλεκτικός
	Συντελεστής αξιοποίησης	0,3	0,3
	Επιφάνεια	1 m ² ανά άτομο	5 m ²
	Κλίση γ- προσανατολισμός	180	180
	Κλίση β	γεωγραφικό πλάτος +/- 5° για ετήσια χρήση	34
	Συντελεστής σκίασης	1	1

Πίνακας 50 Δεδομένα κτιρίου αναφοράς

9.2 Εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό ΤΕΕ- Κ.Εν.Α.Κ

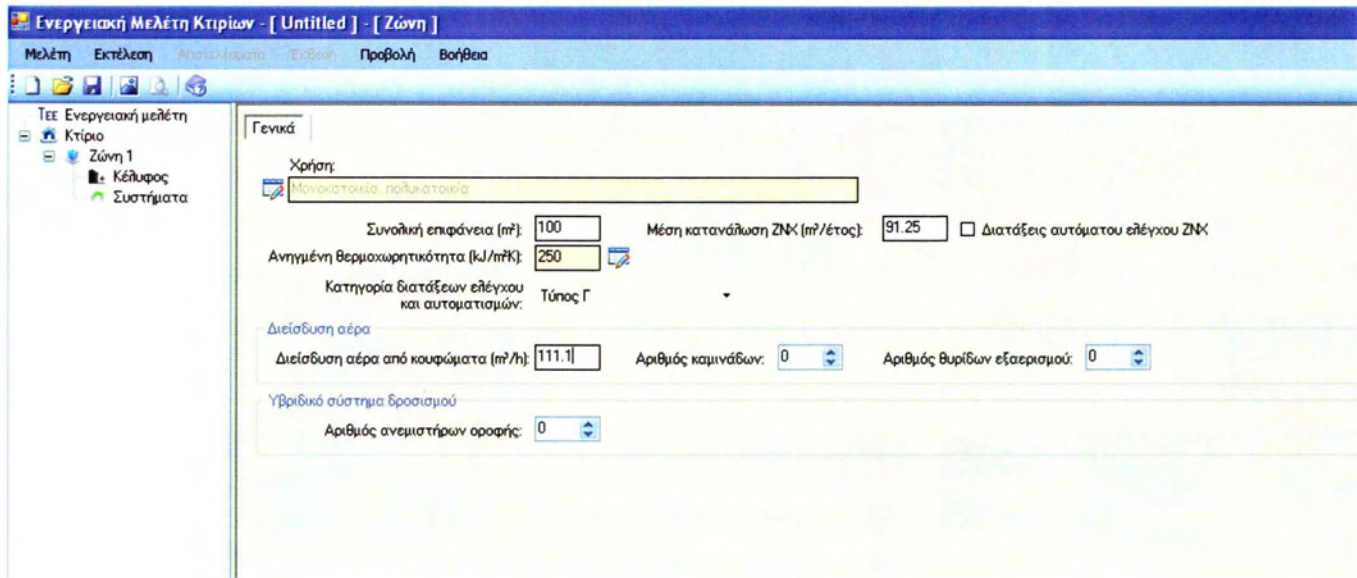
Γίνεται έναρξη του προγράμματος ΤΕΕ-KENAK για ενεργειακή μελέτη κτιρίων. Στην αρχική καρτέλα στην ενότητα «Γενικά», εισάγονται τα αρχικά δεδομένα του κτιρίου, σύμφωνα με τα παραπάνω



Εικόνα 32 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «Γενικά»

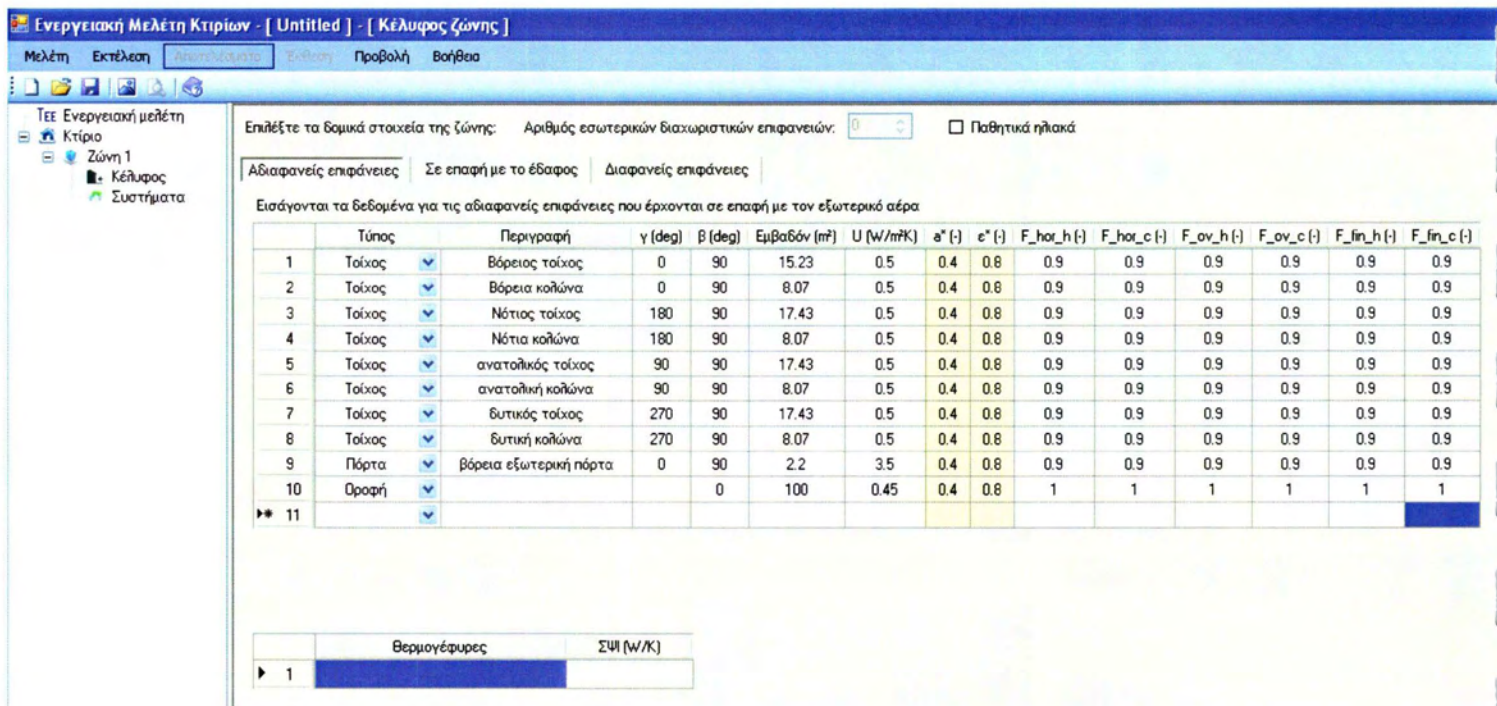
Το κτίριο αναφοράς δεν περιλαμβάνει συμπαραγωγή ενέργειας από ηλιακά ή φωτοβολταϊκά συστήματα, επομένως οι αντίστοιχες καρτέλες παραμένουν κενές.

Στη συνέχεια επιλέγεται η Ζώνη 1 από το αριστερό μέρος της οθόνης. Υπενθυμίζεται ότι το εν λόγω κτίριο αποτελείται από μία και μόνο θερμική ζώνη, η οποία περιλαμβάνει ολόκληρο το κέλυφος του κτιρίου. Συμπληρώνονται τα γενικά στοιχεία της ζώνης.

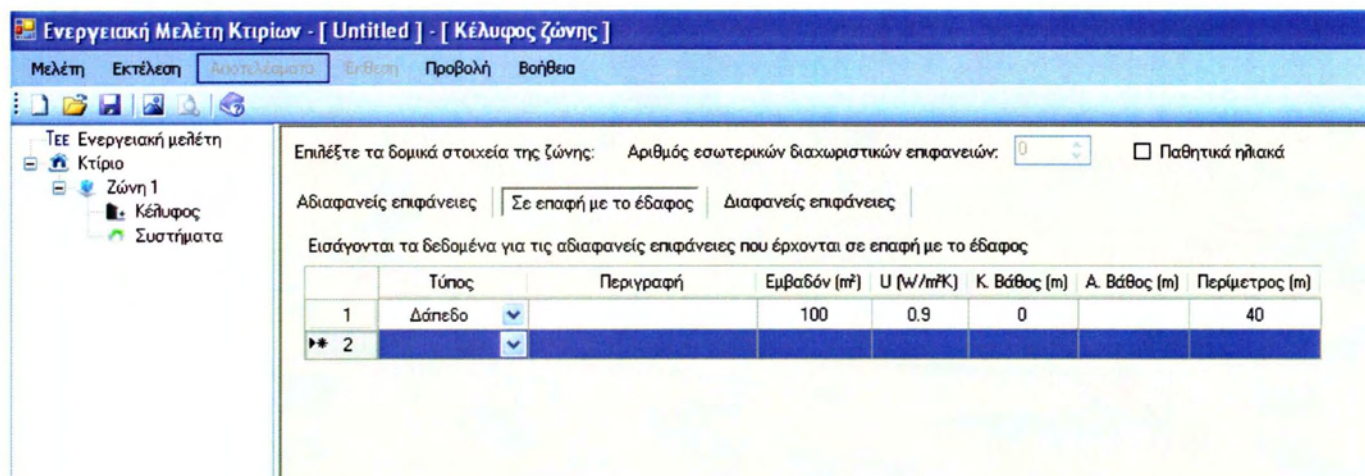


Εικόνα 33 Εισαγωγή δεδομένων στη ζώνη 1

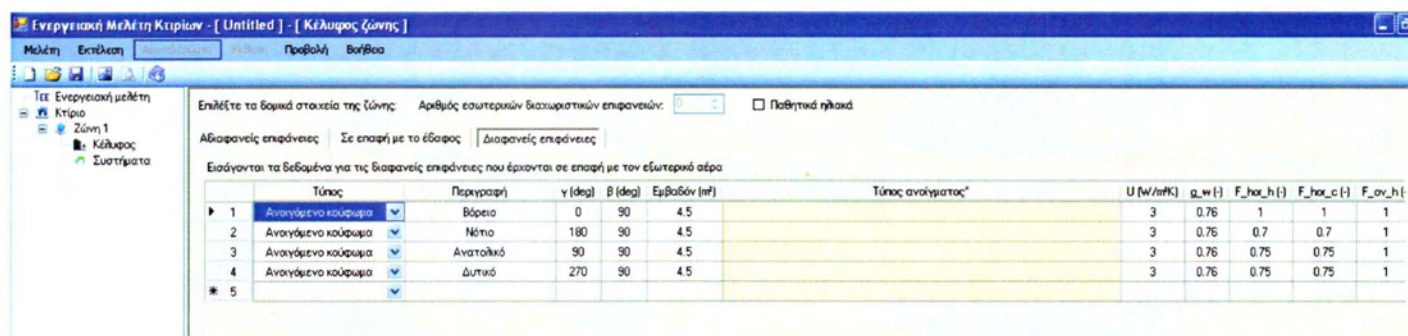
Στη συνέχεια επιλέγεται το Κέλυφος της Ζώνης. Εισάγονται αναλυτικά όλα τα δομικά στοιχεία του κελύφους με βάση τον προσανατολισμό τους, ξεκινώντας από τις αδιαφανείς επιφάνειες και συνεχίζοντας με αυτές που είναι σε επαφή με το έδαφος και τις διαφανείς. Η επιλογή των παθητικών ηλιακών συστημάτων μένει κενή, λόγω του ότι δεν υπάρχουν παθητικά ηλιακά συστήματα στο κτίριο. Επίσης, τα δεδομένα των θερμογέφυρων μένουν κενά, αφού σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ οι υπολογισμοί τους δεν λαμβάνονται υπ’ όψιν στο κτίριο αναφοράς.



Εικόνα 34 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «αδιαφανείς επιφάνειες»



Εικόνα 35 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «σε επαφή με το έδαφος»



Εικόνα 36 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «διαφανείς επιφάνειες»

Το επόμενο βήμα στην εισαγωγή των δεδομένων είναι η εισαγωγή των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ΖΝΧ. Οι επιλογές ύγρανσης και μηχανικού αερισμού δεν επιλέγονται, καθώς σύμφωνα με την νομοθεσία στο κτίριο αναφοράς έχουμε αποκλειστικά φυσικό αερισμό και ύγρανση. Η επιλογή του ηλιακού συλλέκτη επιλέγεται, προκειμένου να καλυφτούν οι απαραίτητες ανάγκες του κτιρίου σε ζεστό νερό χρήσης.

Στην καρτέλα της θέρμανσης εισάγεται, σύμφωνα με όσα ειπώθηκαν παραπάνω, ο λέβητας πετρελαίου, το σύστημα διαμονής, οι τερματικές μονάδες και τα βοηθητικά συστήματα:

Ενεργειακή Μελέτη Κτιρίων - [Untitled] - [Συστήματα ζώνης]

Μελέτη Εκτέλεση **Παραρτήματα** Έξοδος Προβολή Βοήθεια

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

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (-)	CDP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	15	0.919	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	14.175	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.919	<input type="checkbox"/>
▶ 2	Αεραγωγοί				<input checked="" type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Απ. (-)
▶ 1	καλοριφέρ	0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.01
* 2		1	0

Εικόνα 37 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «θέρμανση»

Για την ψύξη εισάγονται:

Ενεργειακή Μελέτη Κτιρίων - [Untitled] - [Συστήματα ζώνης]

Μελέτη Εκτέλεση **Παραρτήματα** Έξοδος Προβολή Βοήθεια

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

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αεράμικτη Α.Β.	Ηλεκτρισμός	4.05	1	3					0.5	0.5	0.5	0.5	0.5			
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου			1	<input type="checkbox"/>
▶ 2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Απ. (-)
▶ 1	τοπικές αντλίες θερμότητας	0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικόνα 38 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «ψύξη»

Το σύστημα ζεστού νερού χρήσης χρησιμοποιεί τον λέβητα της θέρμανσης και επιπλέον έναν ηλιακό συλλέκτη για κάλυψη των αναγκών κατά 15%, όπως ειπώθηκε παραπάνω. Τα δεδομένα για το σύστημα ΖΝΧ εισάγονται ως εξής :

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

Θέρμανση Ψύξη **ZNΧ** Ηλιακός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	15	0.919	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	ΣΗΘ	ΣΗΘ1		1.0	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
* 3				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	Β. Αν (-)
▶ 1		<input type="checkbox"/>		0.92

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	Β. Αν (-)
▶ 1		0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικόνα 39 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «ZNΧ»

Τέλος, εισάγεται στη βάση δεδομένων και ο ηλιακός συλλέκτης, ο οποίος χρησιμοποιείται στην περίπτωση που εξετάζεται μόνο για κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ. Έτσι:

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

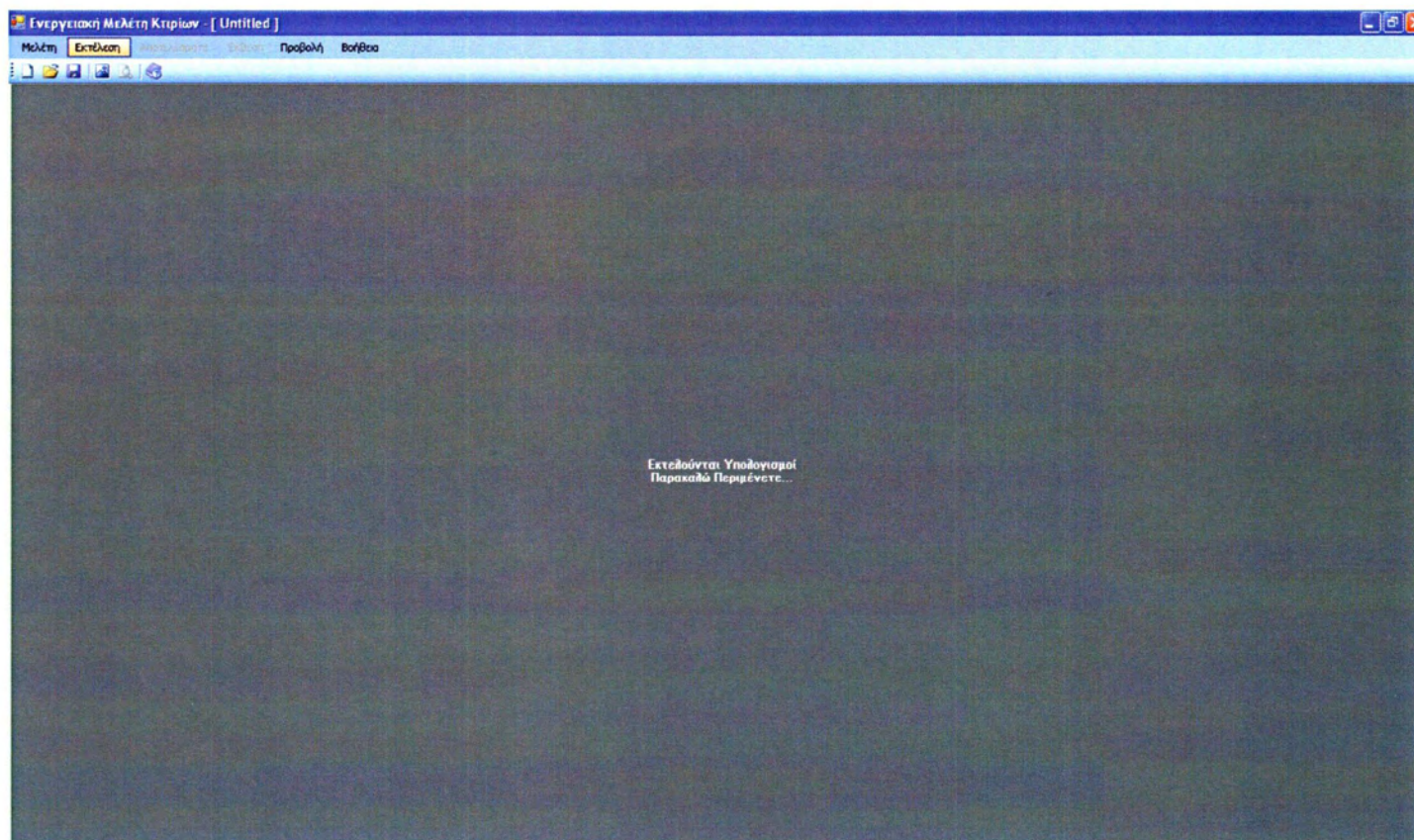
Θέρμανση Ψύξη **ZNΧ** Ηλιακός συλλέκτης

	Τύπος	Θέρμανση	ΖΝΧ	Συν. α (-)	Συν. β (-)	Επιφάνεια (m²)	γ (deg)	β (deg)	F_s (-)
▶ 1	Επιλεκτικός επίπεδος	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.3	0	5	180	34	1.0

Εικόνα 40 Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα «ηλιακός συλλέκτης»

9.3 Εκτέλεση του προγράμματος

Μετά την ολοκλήρωση της εισαγωγής των δεδομένων, εκτελείται το πρόγραμμα, από την επιλογή «Εκτέλεση».



Εικόνα 41 Εκτέλεση προγράμματος

10. Αποτελέσματα

10.1 Αποτελέσματα μεθοδολογίας Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων (φύλλο Excel) για το πρότυπο κτίριο

Σε προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκε η μεθοδολογία ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, όπως αυτή προβλέπεται με βάση την ευρωπαϊκή οδηγία ISO 13790. [4]

Ακολουθούν τα αποτελέσματα της ενεργειακής κατανάλωσης και κατάταξης του πρότυπου κτιρίου αναφοράς (εικόνα με το λογισμικό του TEE και την ακριβή εφαρμογή της ευρωπαϊκής μεθοδολογίας ISO 13790) αξιοποιώντας φύλλα Excel για την παρουσίαση τους (η μεθοδολογία είναι τέτοια που δίνει τη δυνατότητα χρησιμοποίησης του λογισμικού Excel. Χώρες όπως η Γερμανία χρησιμοποιούν επισήμως το Excel ως λογισμικό. Το ίδιο το πρόγραμμα TEE-KENAK ως αρχείο εξόδου δίνει αρχείο σε μορφή Excel).

10.1.1 Αποτελέσματα του υπολογιστικού φύλλου Excel για την περίοδο θέρμανσης

Η περίοδος θέρμανσης σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010 λαμβάνεται για την ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων από την 1^η Νοεμβρίου έως και τις 15 Απριλίου. Επομένως τα αποτελέσματα τα οποία μας ενδιαφέρουν για την περίοδο θέρμανσης αφορούν τους μήνες Ιανουάριο- Απρίλιο (ο μισός μήνας) και Νοέμβριο- Δεκέμβριο. [16]

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε υπολογιστικό φύλλο excel και περιλαμβάνουν την ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση σε μονάδες kWh/month και kWh/m², την ενεργειακή κατανάλωση σε μονάδες kWh/month και kWh/m², την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε kWh/m² και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε kWh/m². Η αναγωγή των μονάδων σε κιλοβατώρες ανά τετραγωνικό μέτρο έγινε με βάση την οδηγία ISO 13790.[4]

	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολο
Ενεργειακή απαίτηση για διακοπτόμενη θέρμανση [kWh]	1743,37	1044,63	576,84	25,50	499,10	1555,47	5444,90
Ενεργειακή απαίτηση για διακοπτόμενη θέρμανση [kWh/m ²]	17,43	10,45	5,77	0,25	4,99	15,55	54,45
Ενεργειακή ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ για διακοπτόμενη θέρμανση [kWh]	2219,60	1329,99	734,41	32,46	635,44	1980,37	6932,28
Ενεργειακή ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ για διακοπτόμενη θέρμανση [kWh/m ²]	22,20	13,30	7,34	0,32	6,35	19,80	69,32
Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²] πετρέλαιο	24,42	14,63	8,08	0,36	6,99	21,78	76,26
Εκπομπές ρύπων CO ₂	4,35	2,61	1,44	0,06	1,25	3,88	13,59

Πίνακας 51 Αποτελέσματα φύλλου excel για την περίοδο θέρμανσης

10.1.2 Αποτελέσματα του υπολογιστικού φύλλου Excel για την περίοδο ψύξης

Για την περίοδο ψύξης (15 Μαΐου- 15 Σεπτεμβρίου) τα αποτελέσματα έχουν ως εξής:

	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Σύνολο
Ενεργειακή απαίτηση για διακοπτόμενη ψύξη [kWh]	997,48	1556,85	2835,08	2442,00	889,63	8721,03
Ενεργειακή απαίτηση για διακοπτόμενη ψύξη [kWh/m ²]	9,97	15,57	28,35	24,42	8,90	87,21
Ενεργειακή ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ για διακοπτόμενη ψύξη [kWh]	357,52	558,01	1016,16	875,27	318,86	3125,82
Ενεργειακή ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ για διακοπτόμενη ψύξη [kWh/m ²]	3,58	5,58	10,16	8,75	3,19	31,26
Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²] (ηλεκτρισμός)	10,37	16,18	29,47	25,38	9,25	90,65
Εκπομπές ρύπων CO ₂ [kWh/m ²]	3,54	5,52	10,05	8,66	3,15	30,91

Πίνακας 52 Αποτελέσματα φύλλου excel για την περίοδο ψύξης

10.1.3 Συνολικές καταναλώσεις

Αθροιστικά, οι συνολικές καταναλώσεις του πρότυπου κτιρίου αναφοράς είναι:

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/m ²]	166,90
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ [kWh/m ²]	141,66
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/m ²]	100,58

Πίνακας 53 Συνολικές καταναλώσεις πρότυπου κτιρίου με βάση το φύλλο excel

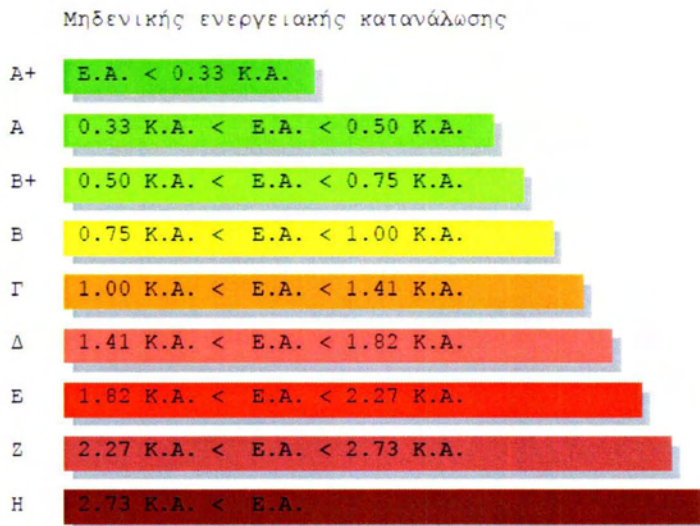
Τα παραπάνω αποτελέσματα δεν περιλαμβάνουν την ενεργειακή ζήτηση και κατανάλωση για ζεστό νερό χρήσης, λόγω του ότι οι υπολογισμοί για το ZNX δεν περιγράφονται ικανοποιητικά στην μεθοδολογία ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, και, επομένως, ο υπολογισμός τους σε φύλλο excel δεν θα ήταν εμπειριστατωμένος.

10.2 Αποτελέσματα λογισμικού TEE-KENAK για το πρότυπο κτίριο

Μετά την εισαγωγή των δεδομένων στο πρόγραμμα TEE KENAK και την εκτέλεση αυτού, εξάγονται τα αποτελέσματα της ενεργειακής του απόδοσης για την έκδοση του ΠΕΑ.

10.2.1 Ενεργειακή κατάταξη πρότυπου κτιρίου αναφοράς

Αρχικά παρουσιάζεται η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου με βάση την συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου σε σχέση με το κτίριο αναφοράς. Η κατάταξη σε ενεργειακή κατηγορία γίνεται με βάση το κλάσμα που προκύπτει από την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου και του κτιρίου αναφοράς, όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως.

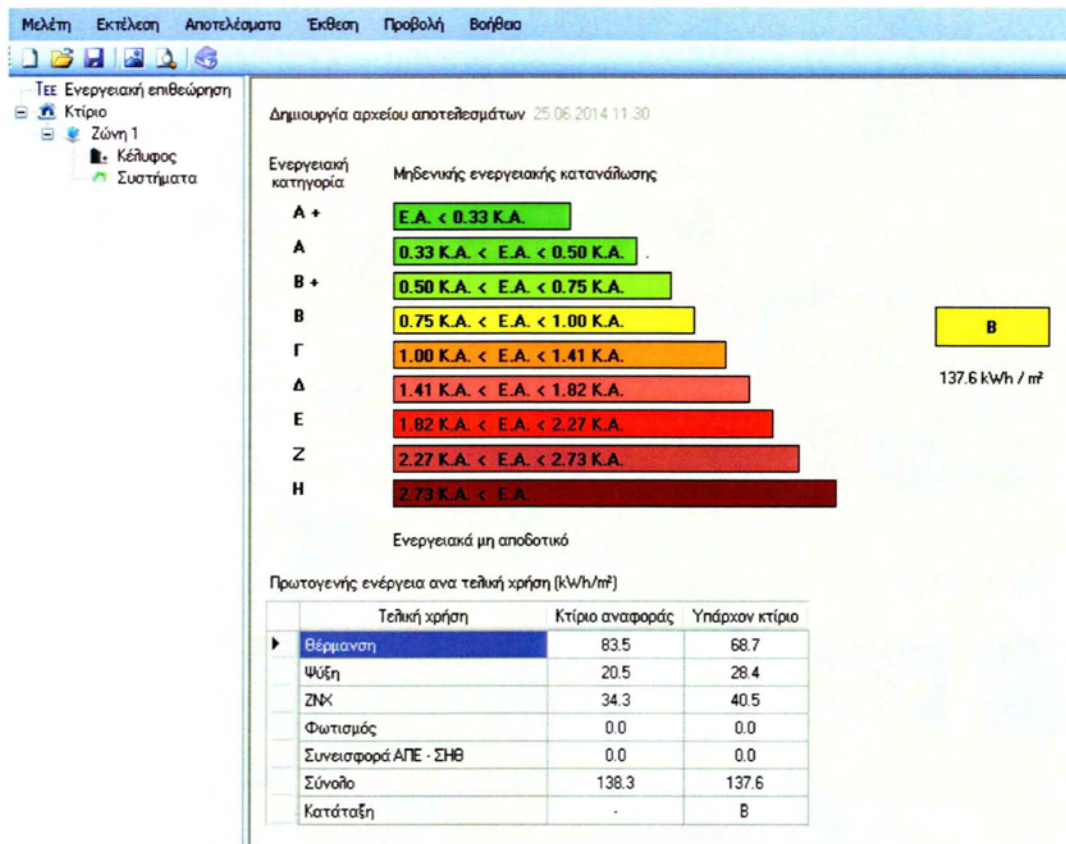


ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ **B**
ΑΠΟΔΟΣΗ **0.99**

Εικόνα 42 Απόδοση εξεταζόμενου πρότυπου κτιρίου σε σχέση με το κτίριο αναφοράς

Όπως φαίνεται από το σχήμα, το εξεταζόμενο πρότυπο κτίριο (στο οποίο έχουμε δώσει όλες τις παραμέτρους του κτιρίου αναφοράς) έχει απόδοση 0,99 σε σχέση με το κτίριο αναφοράς. Αυτό ήταν, άλλωστε, αναμενόμενο εφ' όσον τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου πρότυπου κτιρίου συμπίπτουν με αυτά του κτιρίου αναφοράς. Συνεπώς η Ενεργειακή του κατάταξη εμπίπτει στην κατηγορία B, ίδια με αυτήν του κτιρίου αναφοράς. Η μικρή απόκλιση της τάξεως του 1% οφείλεται σε στρογγυλοποιήσεις των τιμών αναφοράς της βάσης δεδομένων του λογισμικού ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ.

Συνολικά η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου είναι 137,6 kWh/m², όπως φαίνεται στην εικόνα των αποτελεσμάτων:



Εικόνα 43 Ενεργειακή κατάταξη του πρότυπου κτιρίου με βάση την ενεργειακή κατανάλωση

Αναλυτικά οι ενεργειακές απαιτήσεις του πρότυπου κτιρίου αναφοράς, οι ενεργειακή κατανάλωση του, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι:

Υπάρχον κτίριο

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλι.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	14.1	10.4	6.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	12.1	48.7
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	13.7	18.4	16.5	3.5	0.0	0.0	0.0	54.7
	Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ΖΝΚ	3.1	2.8	3.0	2.6	2.3	1.9	1.7	1.7	1.9	2.3	2.6	3.0	28.9

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλι.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	17.9	13.2	8.4	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	15.4	62.2
	Ηλεκτρική ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.4	3.3	3.0	0.6	0.0	0.0	0.0	9.8
	ΖΝΚ	4.5	4.1	4.3	3.8	3.4	2.8	2.5	2.5	2.7	3.3	3.7	4.3	41.9
	Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Σύνολο	22.4	17.3	12.7	4.7	3.9	5.2	5.8	5.4	3.3	3.3	10.0	19.7	113.8

Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)		Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
▶	Ηλεκτρισμός		9.9	9.8
	Πετρέλαιο		98.8	26.1
	Φυσικό αέριο		0.0	0.0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα		0.0	0.0
	Ηλεκική		0.0	0.0
	Βιομάζα		0.0	0.0
	Γεωθερμία		0.0	0.0
	Άλλο ΑΠΕ		0.0	0.0
	Σύνολο		113.8	35.9

Εικόνα 44 Αναλυτικά αποτελέσματα του πρότυπου κτιρίου αναφοράς

Τα αντίστοιχα αποτελέσματα του κτιρίου αναφοράς είναι:

Κτίριο αναφοράς

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλι.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	17.1	12.9	8.9	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	14.7	61.3
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	9.4	14.3	12.4	1.9	0.0	0.0	0.0	39.4
	Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ΖΝΚ	3.1	2.8	3.0	2.6	2.3	1.9	1.7	1.7	1.9	2.3	2.6	3.0	28.9

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλι.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	21.0	15.9	11.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	18.2	75.7
	Ηλεκτρική ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.7	2.6	2.2	0.3	0.0	0.0	0.0	7.1
	ΖΝΚ	3.4	3.0	3.2	2.8	2.5	2.1	1.9	1.9	2.0	2.5	2.8	3.2	31.2
	Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.6	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	5.5
	Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Σύνολο	24.4	19.0	14.2	4.3	2.8	3.7	4.4	4.1	2.4	2.5	10.9	21.4	113.9

Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)		Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
▶	Ηλεκτρισμός		7.2	7.1
	Πετρέλαιο		106.7	28.2
	Φυσικό αέριο		0.0	0.0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα		0.0	0.0
	Ηλεκική		5.5	0.0
	Βιομάζα		0.0	0.0
	Γεωθερμία		0.0	0.0
	Άλλο ΑΠΕ		0.0	0.0
	Σύνολο		113.9	35.3

Εικόνα 45 Αναλυτικά αποτελέσματα κτιρίου αναφοράς

Τα αποτελέσματα του προγράμματος TEE KENAK παρουσιάζονται στην παραπάνω μορφή και δίνουν το τελικό αποτέλεσμα της ενεργειακής ζήτησης, της ενεργειακής κατανάλωσης και της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Δεν υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης στις προεπιλεγμένες τιμές του προγράμματος, πέρα από τα βασικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά των συστημάτων Θέρμανσης, Ψύξης και ΖΝΧ με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο για τον μηχανικό που χρησιμοποιεί το λογισμικό να καταλάβει πως επηρεάζονται τα αποτελέσματα από τις τιμές αυτές.

Επίσης πρέπει να τονιστεί ότι η κατανάλωση $137,6 \text{ kWh/m}^2$ για ένα καινούργιο κτίριο του 2010 που εφαρμόζει πλήρως την ελληνική νομοθεσία είναι ιδιαίτερα μεγάλη, αν αναλογιστεί κανείς ότι στην Δανία το 2000 κατασκευαζόταν κτίρια με 20 kWh/m^2 και με την εφαρμογή της νέας νομοθεσίας στη Γερμανία η κατανάλωση στα κτίρια έχει κατέβει στις 50 kWh/m^2 . Η ιδιαίτερα ψηλή κατανάλωση που προκύπτει για νέα ελληνικά κτίρια οφείλεται στους ιδιαίτερα υψηλούς μέγιστους συντελεστές θερμοπερατότητας της ελληνικής νομοθεσίας αλλά και στους χαμηλούς βαθμούς απόδοσης των συστημάτων θέρμανσης – ψύξης.

10.3 Σύγκριση αποτελεσμάτων λογισμικού TEE-KENAK-φύλλου Excel για το πρότυπο κτίριο αναφοράς

Ο συγκεντρωτικός πίνακας των συνολικών ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων του πρότυπου κτιρίου αναφοράς για την θέρμανση και την ψύξη αντίστοιχα, σύμφωνα και με τα δύο προγράμματα είναι:

	TEE KENAK	EXCEL	Απόκλιση (%)
Πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση (kWh/m^2)	68,7	76,26	11,00
Ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση (kWh/m^2)	48,7	54,45	11,81
Ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση (kWh/m^2)	62,2	69,32	11,45

Πίνακας 54 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα και των δύο προγραμμάτων για θέρμανση

	TEE KENAK	EXCEL	Απόκλιση (%)
Πρωτογενής ενέργεια για ψύξη (kWh/m^2)	28,4	90,65	219,19
Ενεργειακή ζήτηση για ψύξη (kWh/m^2)	54,7	87,21	59,43
Ενεργειακή κατανάλωση για ψύξη (kWh/m^2)	9,8	31,26	218,98

Πίνακας 55 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα και των δύο προγραμμάτων για ψύξη

Για την απόκλιση των δύο προγραμμάτων χρησιμοποιήθηκε η σχέση:

$$A = \frac{T_E - T_T}{T_T} \times 100 \quad \text{Σχέση 64}$$

Όπου

T_E είναι η τιμή του υπολογιστικού φύλλου excel και

T_T η τιμή του προγράμματος TEE KENAK.

Όπως είναι φανερό από τον πρώτο πίνακα, το πρόγραμμα excel και το TEE KENAK έχουν σταθερή, σχεδόν, απόκλιση της τάξεως του 11% και στα τρία αποτελέσματα. Η απόκλιση αυτή ήταν αρκετά αναμενόμενη, εφ' όσον υπάρχουν συντελεστές στο πρόγραμμα TEE KENAK που δεν είναι δυνατό να επεξεργαστούν από τον χρήστη και άρα μπορεί να επηρεάζουν το αποτέλεσμα.

Όσον αφορά την ψύξη, οι αποκλίσεις εκεί είναι πολύ μεγαλύτερες από τη θέρμανση αλλά και απ' όσο θα περίμενε κανείς. Ιδιαίτερα, φαίνεται ότι στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και ενεργειακή κατανάλωση τα αποτελέσματα έχουν απόκλιση πάνω από 200%, γεγονός που σημαίνει δύο πράγματα: Είτε ότι στον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης το πρόγραμμα TEE KENAK λαμβάνει υπ' όψιν του πράγματα τα οποία δεν είναι αναφέρονται στην ευρωπαϊκή οδηγία ISO 13790, είτε ότι κατά τη δημιουργία του υπολογιστικού φύλλου της μεθοδολογίας έχει αμεληθεί κάποιος παράγοντας. [4]

Οι λόγοι της παραπάνω απόκλισης, επομένως, δεν μπορούν να προσδιοριστούν καθώς ο κώδικας του TEE-KENAK είναι κλειστός (κάτι που δεν συμβαίνει με τα επίσημα λογισμικά ενεργειακής απόδοσης των Ευρωπαϊκών χωρών), άρα δεν γνωρίζουμε τις παραδοχές που έχουν γίνει και πιθανά λάθη (επανηλειμένα έχει τροποποιηθεί ο κώδικας λόγω λαθών που εντοπίστηκαν από χρήστες).

10.4 Ανάλυση ευαισθησίας των δύο υπολογιστικών εργαλείων

Για την ανάλυση ευαισθησίας του λογισμικού TEE KENAK και του φύλλου excel, έγιναν κάποιες μεταβολές σε συγκεκριμένα δεδομένα, προκειμένου να μελετηθούν τα αποτελέσματα που προκύπτουν και να διεξαχθούν ανάλογα συμπεράσματα.

Στον πίνακα που ακολουθεί, γίνονται ποσοστιαίες μεταβολές στους συντελεστές θερμοπερατότητας του κτιρίου και καταγράφονται οι μεταβολές που υφίστανται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, η ενεργειακή ζήτηση και η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου μετά τις μεταβολές αυτές. Στη συνέχεια, καταγράφεται το

ποσοστό μεταβολής της αντίστοιχης τιμής σε σχέση με το αρχικό πρότυπο κτίριο (όπως αυτό περιγράφηκε στα μέχρι τώρα κεφάλαια). Η διαδικασία αυτή γίνεται τόσο με το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ όσο και με το υπολογιστικό φύλλο Excel.

Για τον υπολογισμό της του ποσοστού μεταβολής της ενεργειακής ζήτησης/ κατανάλωσης μετά την αλλαγή του συντελεστή θερμοπερατότητας χρησιμοποιήθηκε η σχέση:

$$M = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100 \text{ Σχέση 65}$$

Όπου σε κάθε περίπτωση:

T_2 είναι η τιμή της ενεργειακής ζήτησης/ κατανάλωσης μετά τη μεταβολή του συντελεστή θερμοπερατότητας U

T_1 είναι η τιμή της ενεργειακής ζήτησης/ κατανάλωσης του αρχικού πρότυπου κτιρίου αναφοράς .

10.4.1 Μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 25%

Σε πρώτο στάδιο μειώνουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 25% κατά περίπτωση, πρώτα στα αδιαφανή στοιχεία, έπειτα στα διαφανή στοιχεία και τέλος τόσο στα αδιαφανή όσο και στα διαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου. Σημειώνεται ότι στα αδιαφανή στοιχεία περιλαμβάνονται οι τοίχοι και η οροφή του κτιρίου, ενώ ο συντελεστής θερμοπερατότητας της πόρτας και του δώματος μένει σταθερός.

		<u>Πρωτογενής Ενέργεια (kWh/m²)</u>					
		<u>ΤΕΕ-KENAK</u>			<u>Excel</u>		<u>Διαφορά των δύο προγραμμάτων σε ποσοστιαίες μονάδες</u>
		<u>Ποσοστό της συνολικής επιφάνειας που καταλαμβάνεται (%)</u>	<u>kWh/m²</u>	<u>Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)</u>	<u>kWh/m²</u>	<u>Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)</u>	
Μείωση Συντελεστή Θερμοπερατότητας 25%	Πρότυπο κτίριο αναφοράς		97,10		166,91		
	Διαφανείς Επιφάνειες	5,63	91,00	-6,28	167,70	0,47	-6,76
	Αδιαφανείς Επιφάνειες	62,44	87,40	-9,99	162,48	-2,65	-7,34
	Ολικός συντελεστής	68,06	81,40	-16,17	158,72	-4,91	-11,26

Πίνακας 56 Μεταβολές της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 25%

		Ενεργειακές Απαιτήσεις (kWh/m ²)					
		ΤΕΕ-KENAK			Excel		Απόκλιση των δύο προγραμμάτων σε ποσοστιαίες μονάδες
		<u>Ποσοστό της συνολικής επιφάνειας που καταλαμβάνεται (%)</u>	<u>kWh/m²</u>	<u>Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)</u>	<u>kWh/m²</u>	<u>Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)</u>	
Μείωση Συντελεστή Θερμοπερατότητας 25%	Πρότυπο κτίριο αναφοράς		103,60		141,65		
	Διαφανείς Επιφάνειες	5,63	99,30	-4,15	138,90	-1,94	-2,21
	Αδιαφανείς Επιφάνειες	62,44	96,00	-7,34	134,86	-4,79	-2,54
	Ολικός συντελεστής	68,06	91,80	-11,39	132,16	-6,70	-4,69

Πίνακας 57 Μεταβολές της ενεργειακής ζήτησης για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 25%

		<u>Ενεργειακή Κατανάλωση (kWh/m²)</u>					
		<u>ΤΕΕ-KENAK</u>			<u>Excel</u>		<u>Απόκλιση των δύο προγραμμάτων σε ποσοστιαίες μονάδες</u>
		<u>Ποσοστό της συνολικής επιφάνειας που καταλαμβάνεται (%)</u>	<u>kWh/m²</u>	<u>Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)</u>	<u>kWh/m²</u>	<u>Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)</u>	
Μείωση Συντελεστή Θερμοπερατότητας 25%	Πρότυπο κτίριο αναφοράς		71,90		100,57		
	Διαφανείς Επιφάνειες	5,63	66,50	-7,51	98,86	-1,70	-5,81
	Αδιαφανείς Επιφάνειες	62,44	63,30	-11,96	93,13	-7,40	-4,56
	Ολικός συντελεστής	68,06	58,00	-19,33	89,42	-11,09	-8,25

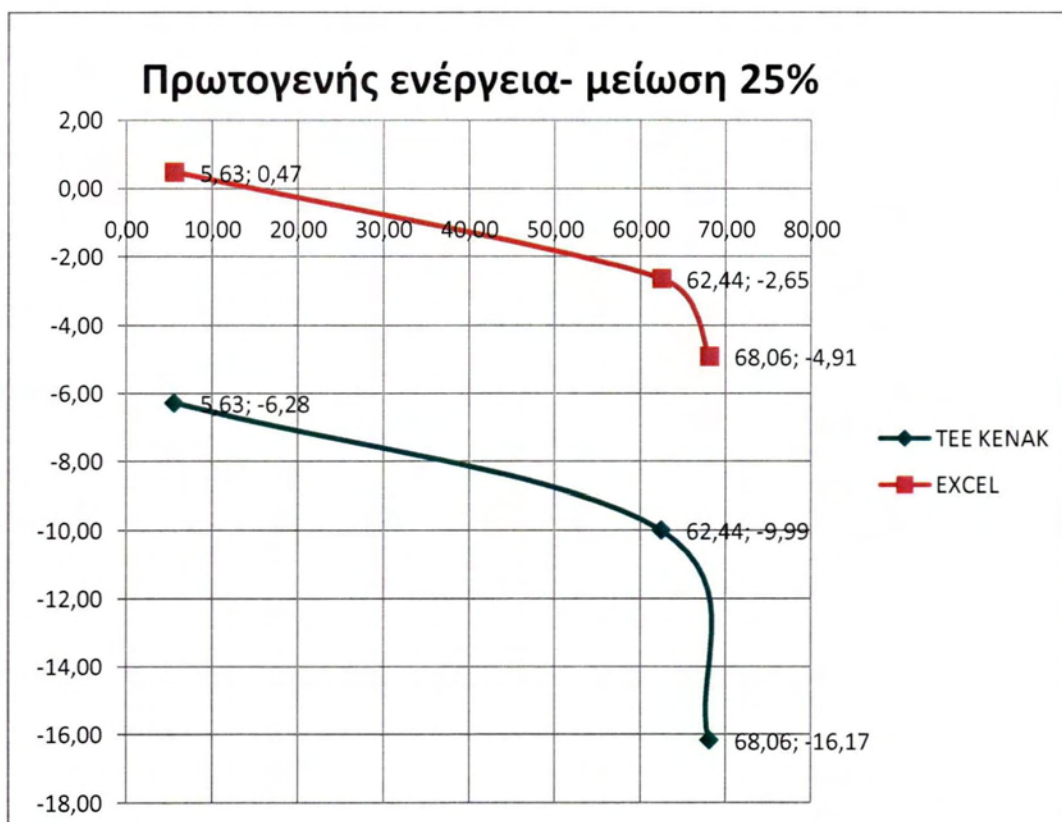
Πίνακας 58 Μεταβολές της ενεργειακής κατανάλωσης για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 25%

Παρατηρείται ότι και για το λογισμικό TEE KENAK αλλά και το πρόγραμμα excel με τη μεθοδολογία δείχνουν μείωση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, της ενεργειακής ζήτησης και της ενεργειακής κατανάλωσης καθώς μειώνουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας U.

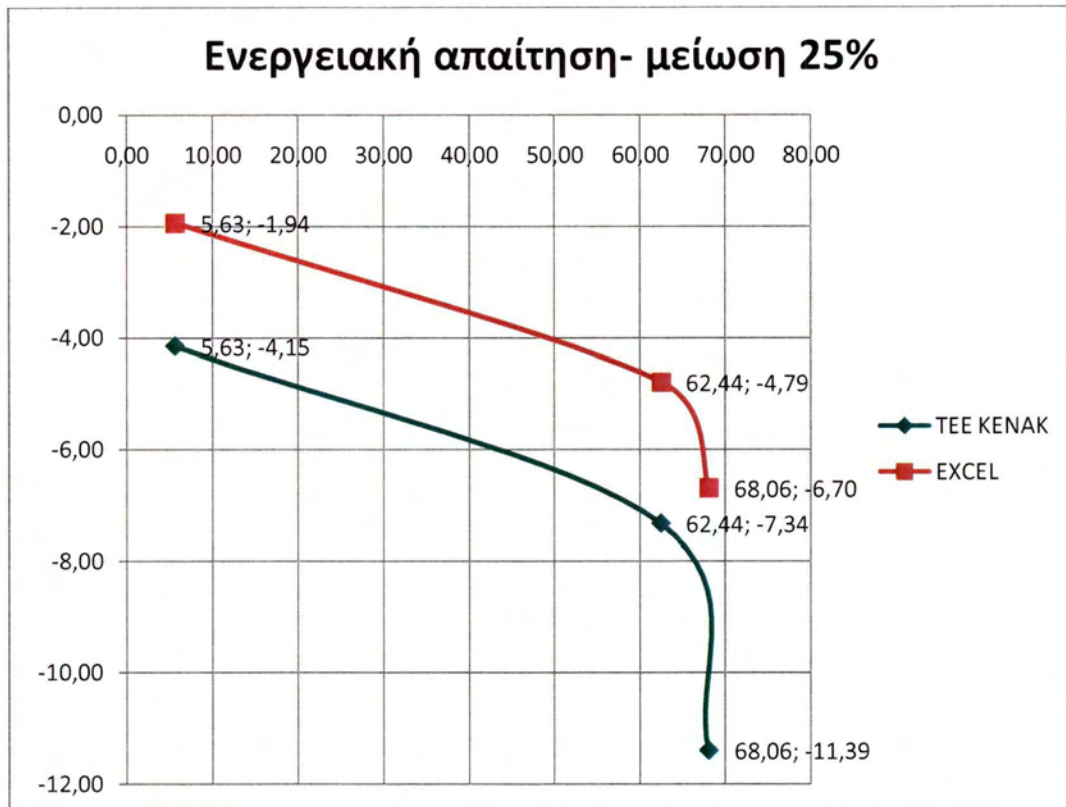
Πιο αναλυτικά, όσον αφορά την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, φαίνεται ότι το πρόγραμμα TEE KENAK είναι πιο ευαίσθητο στις μεταβολές του συντελεστή θερμοπερατότητας, σε σχέση με το φύλλο excel της μεθοδολογίας. Συγκεκριμένα για μείωση 25% του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας παρατηρείται μέγιστη μείωση κατά 16,17% στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας με το πρόγραμμα TEE KENAK, ενώ για το υπολογιστικό φύλλο της μεθοδολογίας η μείωση είναι 4,91%.

Τα ίδια συμπεράσματα προκύπτουν και από την μελέτη του πίνακα των αποτελεσμάτων σύγκρισης για την ενεργειακή κατανάλωση. Το συμπέρασμα αυτό είναι απολύτως λογικό, εφ' όσον η σχέση της ενεργειακής κατανάλωσης και της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας είναι γραμμική.

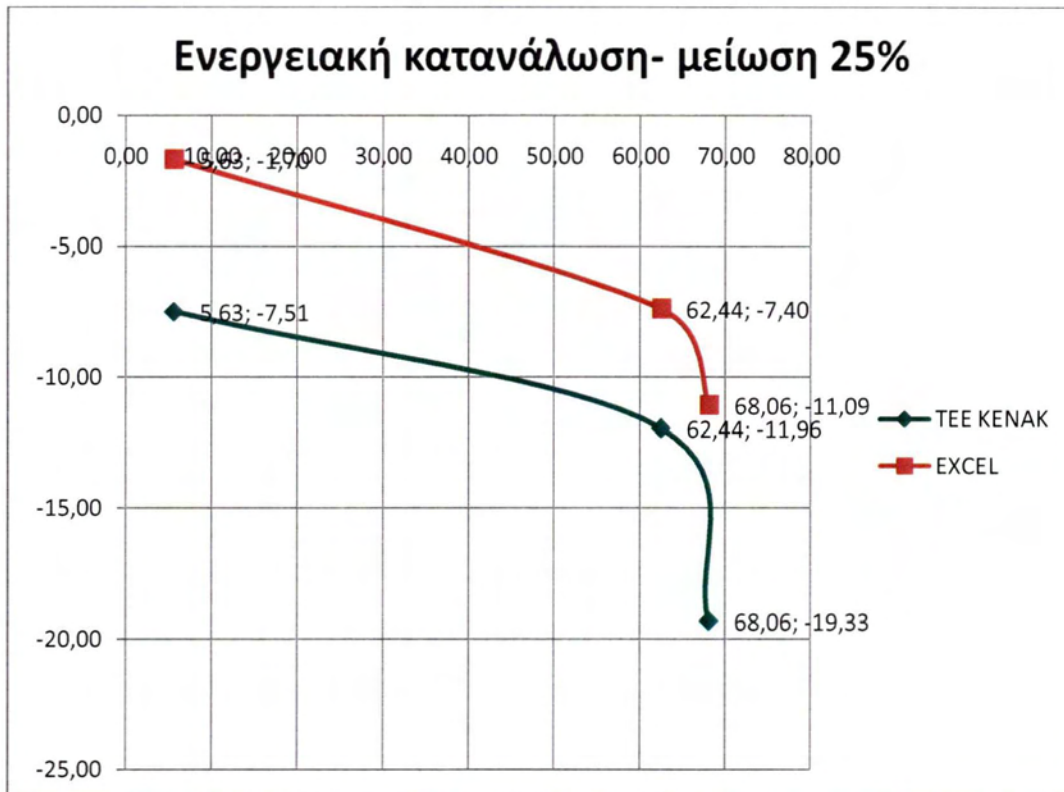
Ακολουθούν διαγράμματα που συγκρίνουν τη μεταβολή της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, την ενεργειακή ζήτηση και την ενεργειακή κατανάλωση σε σχέση με το ποσοστό της επιφάνειας στην οποία μεταβλήθηκε ο συντελεστής θερμοπερατότητας:



Εικόνα 46 Διάγραμμα μεταβολής πρωτογενούς ενέργειας για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 25%



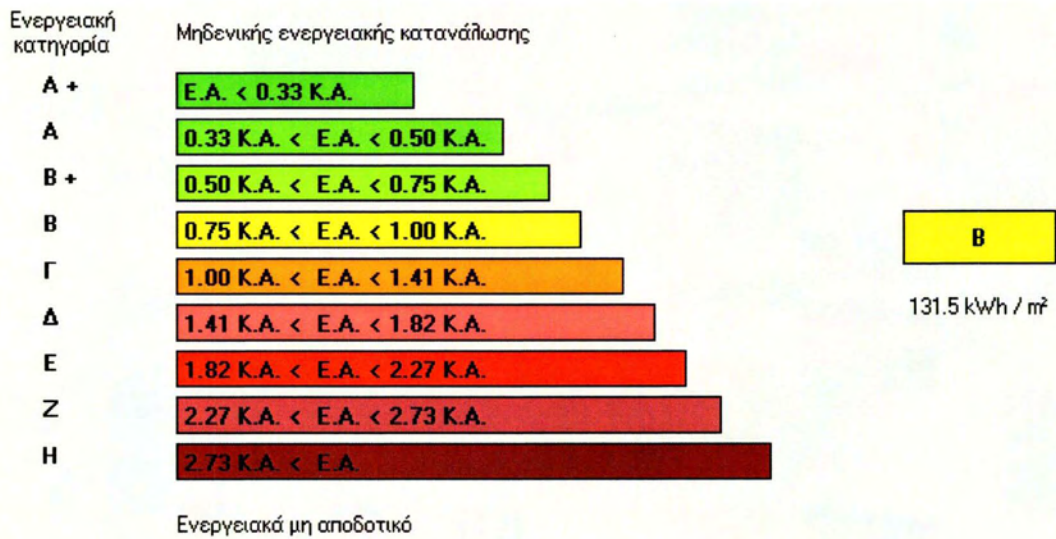
Εικόνα 47 Διάγραμμα μεταβολής ενεργειακής απαίτησης για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 25%



Εικόνα 48 Διάγραμμα μεταβολής ενεργειακής κατανάλωσης για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 25%

Παρατηρείται ότι το προφίλ μεταβολής των αποτελεσμάτων ανάλογα με το ποσοστό της επιφάνειας είναι ίδιο ή σχεδόν ίδιο και για τα δύο προγράμματα. Μάλιστα, ενώ για μικρότερο ποσοστό της επιφάνειας οι μεταβολές είναι σχεδόν γραμμικές, το προφίλ γίνεται εκθετικό όσο αυξάνεται το ποσοστό της επιφάνειας.

Η ενεργειακή κατηγορία που εμπίπτει το πρότυπο κτίριο αναφοράς, μετά τις εκάστοτε μειώσεις του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 25% είναι:



Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Βέρμανση	83.5	62.5
	Ψύξη	20.5	28.5
	ΖΝΚ	34.3	40.5
	Φωτισμός	0.0	0.0
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0
	Σύνολο	138.3	131.5
	Κατάταξη	-	B

Εικόνα 49 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 25% μείωση του U των παραθύρων



Ενεργειακά μη αποδοτικό

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
▶	Βέρμανση	83.5	59.4
	Ψύξη	20.5	28.0
	ΖΝΧ	34.3	40.5
	Φωτισμός	0.0	0.0
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0
	Σύνολο	138.3	127.9
	Κατάταξη	-	B

εικόνα 50 ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου αναφοράς για 25% μείωση του θ των τοίχων



Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση [kWh/m²]

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Θέρμανση	83.5	53.3
	Ψύξη	20.5	28.1
	ZHΚ	34.3	40.5
	Φωτισμός	0.0	0.0
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0
	Σύνολο	138.3	121.9
	Κατάταξη	-	B

Εικόνα 51 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 25% μείωση του U των τοίχων και των παραθύρων

Από τις παραπάνω εικόνες φαίνεται ότι το κτίριο δεν αλλάζει ενεργειακή κατηγορία για μείωση κατά 25%. Επίσης, οι ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις του κτιρίου φαίνεται να καθορίζονται μόνο από τη θέρμανση, καθώς η ψύξη παρουσιάζει ελάχιστες μεταβολές καθώς μειώνεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας.

10.4.2 Μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 40%

Στη συνέχεια, μειώνεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας κατά περιπτώσεις κατά 40%.

		Πρωτογενής Ενέργεια (kWh/m ²)					
		ΤΕΕ-KENAK			Excel		Διαφορά των δύο προγραμμάτων σε ποσοστιαίες μονάδες
		Ποσοστό της συνολικής επιφάνειας που καταλαμβάνεται (%)	kWh/m ²	Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)	kWh/m ²	Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)	
Μείωση Συντελεστή Θερμοπερατότητας 40%	Πρότυπο κτίριο αναφοράς		97,10		166,91		
	Διαφανείς Επιφάνειες	5,63	87,50	-9,89	165,42	-0,89	-8,99
	Αδιαφανείς Επιφάνειες	62,44	79,90	-17,71	156,97	-5,96	-11,76
	Ολικός συντελεστής	68,06	69,20	-28,73	151,05	-9,50	-19,23

Πίνακας 59 Μεταβολές της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 40%

		Ενεργειακές Απαιτήσεις (kWh/m ²)					Διαφορά των δύο προγραμμάτων σε ποσοστιαίες μονάδες
		ΤΕΕ-KENAK		Excel			
		Ποσοστό της συνολικής επιφάνειας που καταλαμβάνεται (%)	kWh/m ²	Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)	kWh/m ²	Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)	
Μείωση Συντελεστή Θερμοπερατότητας 40%	Πρότυπο κτίριο αναφοράς		103,60		141,65		
	Διαφανείς Επιφάνειες	5,63	96,80	-6,56	137,27	-3,09	-3,47
	Αδιαφανείς Επιφάνειες	62,44	89,90	-13,22	130,69	-7,74	-5,49
	Ολικός συντελεστής	68,06	82,70	-20,17	126,42	-10,75	-9,42

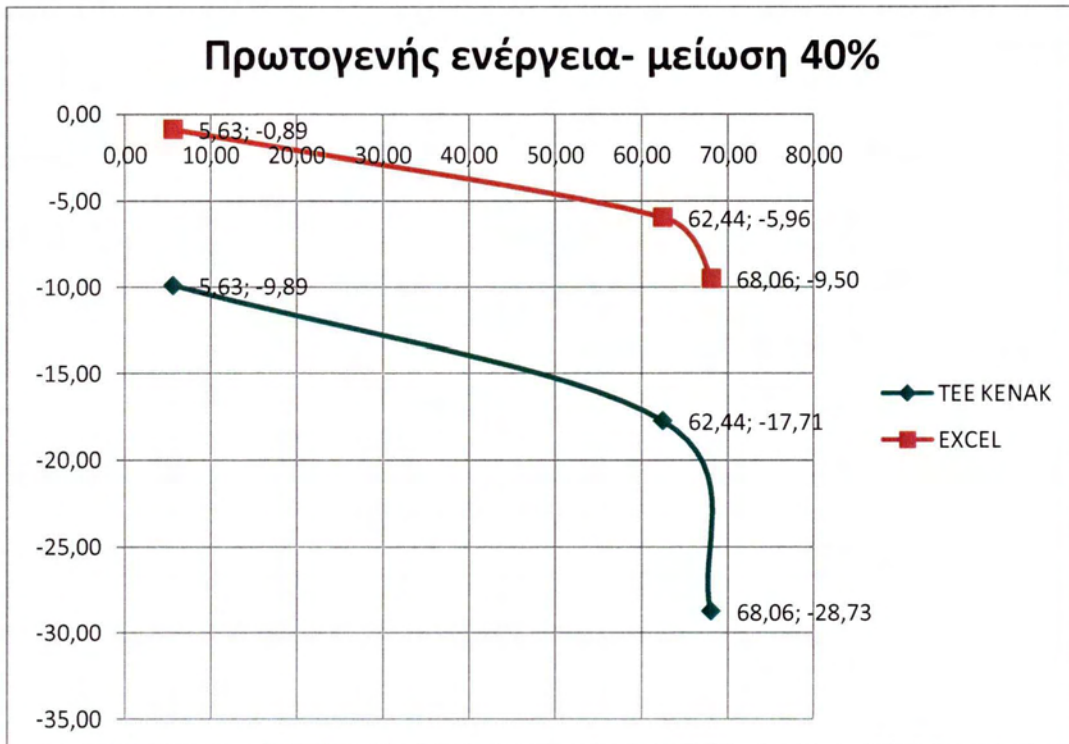
Πίνακας 60 Μεταβολές της ενεργειακής ζήτησης για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 40%

		<u>Ενεργειακή Κατανάλωση (kWh/m²)</u>					<u>Διαφορά των δύο προγραμμάτων σε ποσοστιαίες μονάδες</u>
		<u>ΤΕΕ-KENAK</u>		<u>Excel</u>			
		<u>Ποσοστό της συνολικής επιφάνειας που καταλαμβάνεται (%)</u>	<u>kWh/m²</u>	<u>Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)</u>	<u>kWh/m²</u>	<u>Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)</u>	
Μείωση Συντελεστή Θερμοπερατότητας 40%	Πρότυπο κτίριο αναφοράς		71,90		100,57		
	Διαφανείς Επιφάνειες	5,63	63,20	-12,10	94,62	-5,92	-6,18
	Αδιαφανείς Επιφάνειες	62,44	57,00	-20,72	88,55	-11,95	-8,77
	Ολικός συντελεστής	68,06	47,00	-34,63	82,69	-17,78	-16,85

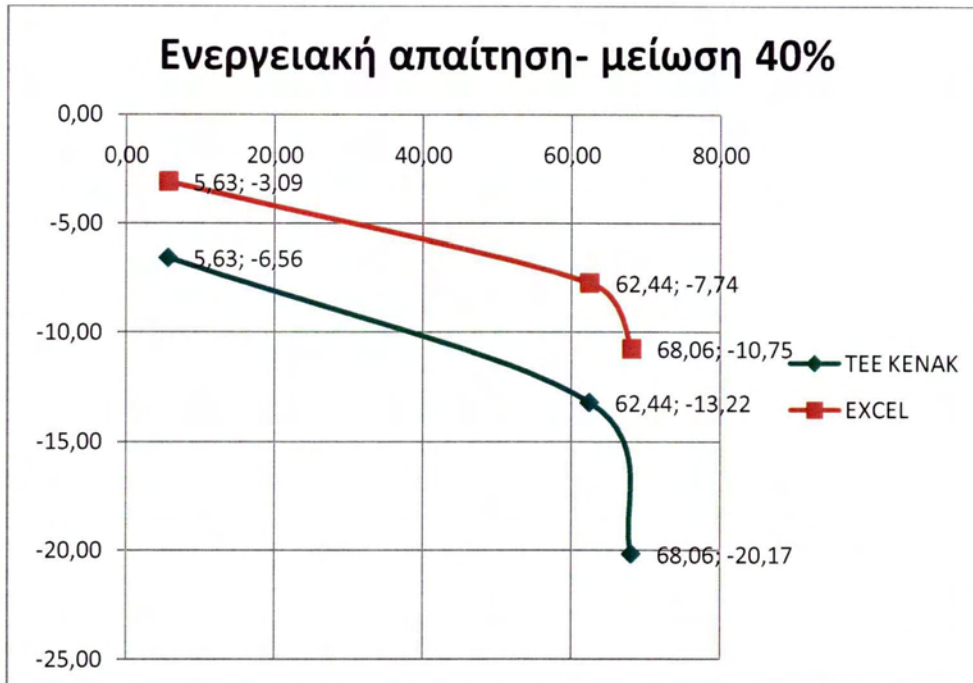
Πίνακας 61 Μεταβολές της ενεργειακής κατανάλωσης για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 40%

Τα ίδια συμπεράσματα με προηγουμένως προκύπτουν και από τους πίνακες για μείωση των συντελεστών θερμοπερατότητας κατά 40%. Το πρόγραμμα TEE KENAK είναι και σε αυτή την περίπτωση πιο ευαίσθητο από το excel.

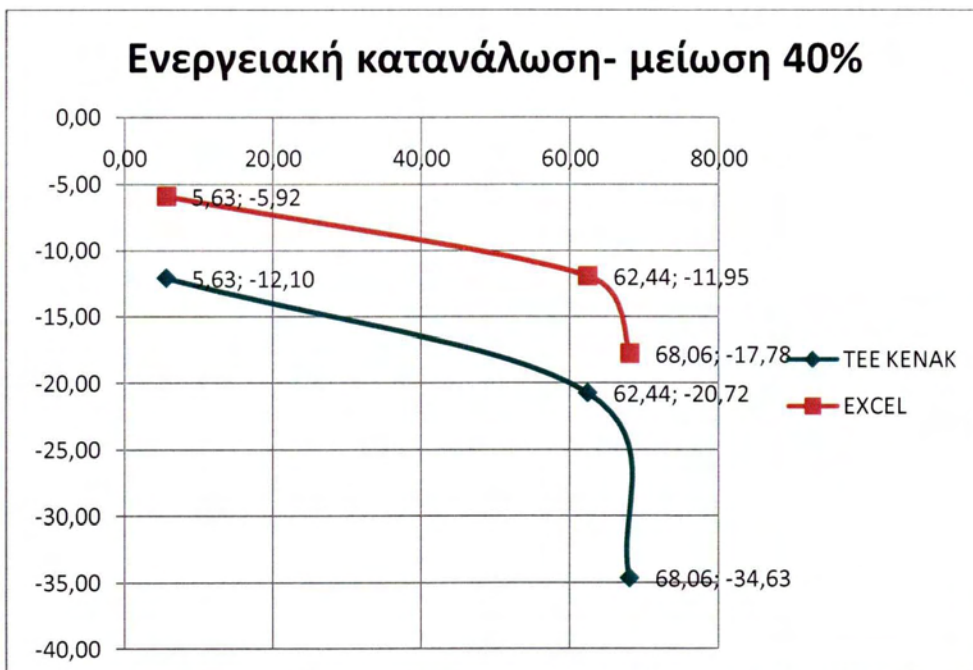
Ακολουθούν τα διαγράμματα μεταβολής σε σχέση με το ποσοστό της επιφάνειας στην οποία μεταβάλλεται το U.



Εικόνα 52 Διάγραμμα μεταβολής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 40%



Εικόνα 53 Διάγραμμα μεταβολής ενεργειακής απαίτησης για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 40%



Εικόνα 54 Διάγραμμα μεταβολής ενεργειακής κατανάλωσης για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 40%

Και πάλι τα διαγράμματα με τα προφίλ μεταβολών είναι σχεδόν όμοια για τα δύο προγράμματα, όπως και στην περίπτωση της μείωσης του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 25%.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η ενεργειακή κατάταξη του εξεταζόμενου πρότυπου κτιρίου αναφοράς για μείωση του συντελεστή U κατά 40%:



Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Θέρμανση	83.5	58.8
	Ψύξη	20.5	28.7
	ZNΧ	34.3	40.5
	Φωτισμός	0.0	0.0
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0
	Σύνολο	138.3	127.9
	Κατάταξη	-	B

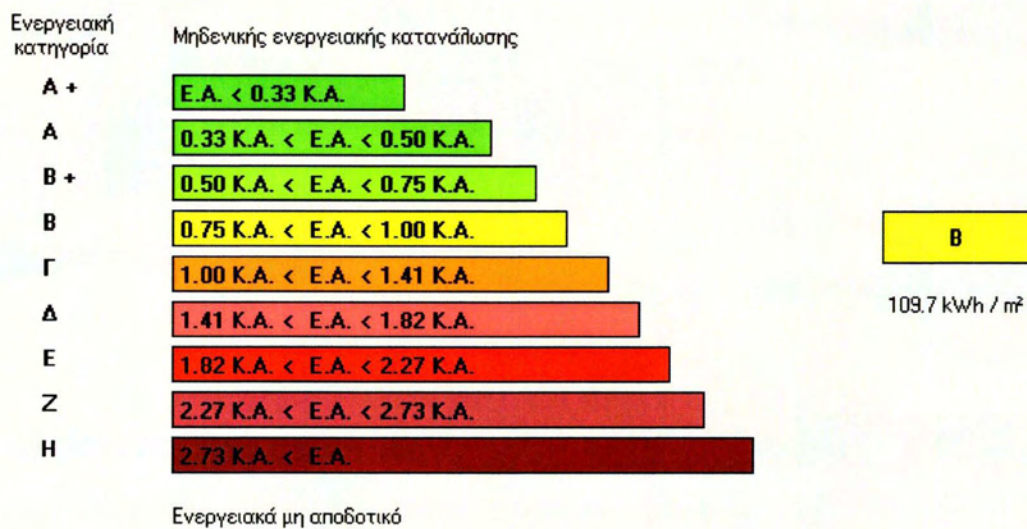
Εικόνα 55 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 40% μείωση του U των παραθύρων



Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Θέρμανση	83.5	52.4
	Ψύξη	20.5	27.5
	ZNΧ	34.3	40.5
	Φωτισμός	0.0	0.0
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0
	Σύνολο	138.3	120.4
	Κατάταξη	-	B

Εικόνα 56 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 40% μείωση του U των τοίχων



Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
▶	Θέρμανση	83.5	41.4
	Ψύξη	20.5	27.8
	ZNΧ	34.3	40.5
	Φωτισμός	0.0	0.0
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0
	Σύνολο	138.3	109.7
	Κατάταξη	-	B

Εικόνα 57 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 40% μείωση του U των παραθύρων και των τοίχων

Ακόμα και με 40% μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας, το πρότυπο κτίριο αναφοράς παραμένει στην B ενεργειακή κατηγορία. Αξίζει να σημειωθεί ότι η πρωτογενής ενέργεια που καταναλώνεται για την ψύξη παρουσιάζει ελάχιστη μείωση, όχι ανάλογα από το ποσοστό της επιφάνειας που μεταβάλλεται, αλλά και σε σχέση με το ποσοστό της μεταβολής. Δηλαδή, σύμφωνα με το πρόγραμμα ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ψύξη κτιρίου είναι ίδια για μείωση του U κατά 25% ή 40%.

10.4.3 Μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 63,3%

Η τελευταία μεταβολή που γίνεται στο συντελεστή θερμοπερατότητας, αφορά τη μείωση αυτού κατά 63,3%. Η επιλογή αυτού του ποσοστού δεν είναι τυχαία, αλλά σκοπεύει στο να παρατηρηθούν οι καταναλώσεις που θα είχαν τα κτίρια της Ελλάδας με τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας της Δανίας. Στη Δανία, το κτίριο αναφοράς θεωρείται ότι έχει συντελεστή

θερμοπερατότητας για εξωτερικούς τοίχους 0,2 και για παράθυρα 1,1, δηλαδή τιμές μειωμένες κατά 63,3% σε σχέση με τα ελληνικά δεδομένα.

Ακολουθούν οι συγκριτικοί πίνακες:

		Πρωτογενής Ενέργεια (kWh/m ²)					Διαφορά των δύο προγραμμάτων σε ποσοστιαίες μονάδες
		ΤΕΕ-KENAK		Excel			
		Ποσοστό της συνολικής επιφάνειας που καταλαμβάνεται (%)	kWh/m ²	Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)	kWh/m ²	Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)	
Μείωση Συντελεστή Θερμοπερατότητας 63,3%	Πρότυπο κτίριο αναφοράς		97,10		166,91		
	Διαφανείς Επιφάνειες	5,63	81,90	-15,65	161,91	-3,00	-12,66
	Αδιαφανείς Επιφάνειες	62,44	70,60	-27,29	149,07	-10,69	-16,60
	Ολικός συντελεστής	68,06	56,30	-42,02	139,92	-16,17	-25,85

Πίνακας 62 Μεταβολές της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 63,3%

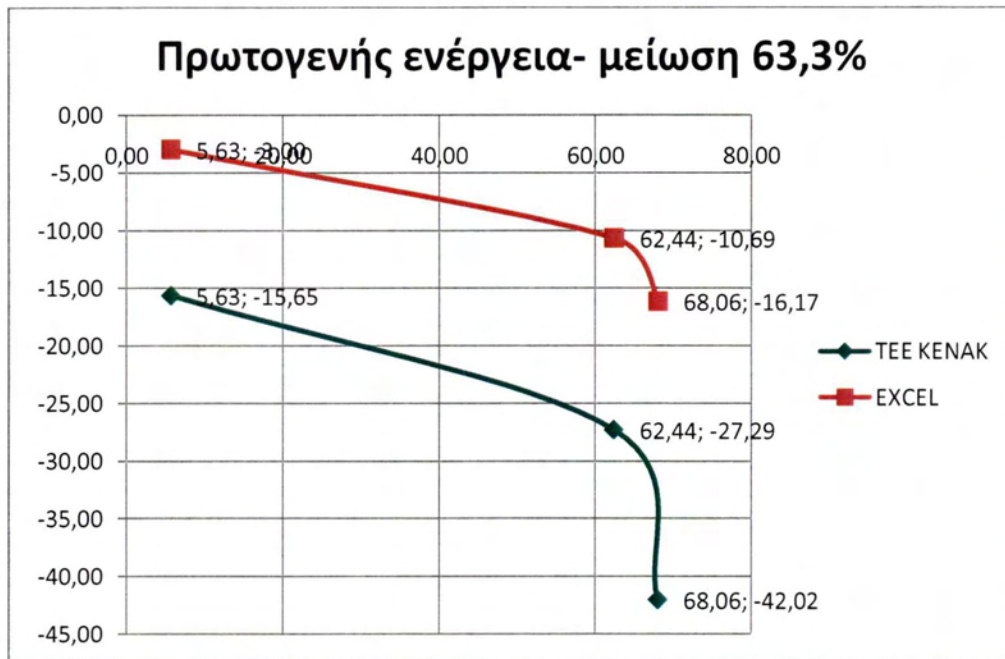
		Ενεργειακές Απαιτήσεις (kWh/m ²)					Διαφορά των δύο προγραμμάτων σε ποσοστιαίες μονάδες
		ΤΕΕ-KENAK		Excel			
		Ποσοστό της συνολικής επιφάνειας που καταλαμβάνεται (%)	kWh/m ²	Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)	kWh/m ²	Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)	
Μείωση Συντελεστή Θερμοπερατότητας 63,3%	Πρότυπο κτίριο αναφοράς		103,6		141,65		
	Διαφανείς Επιφάνειες	5,63	93,10	-10,14	134,73	-4,89	-5,25
	Αδιαφανείς Επιφάνειες	62,44	82,70	-20,17	124,74	-11,94	-8,24
	Ολικός συντελεστής	68,06	73,10	-29,44	118,07	-16,65	-12,79

Πίνακας 63 Μεταβολές της ενεργειακής ζήτησης για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 63,3%

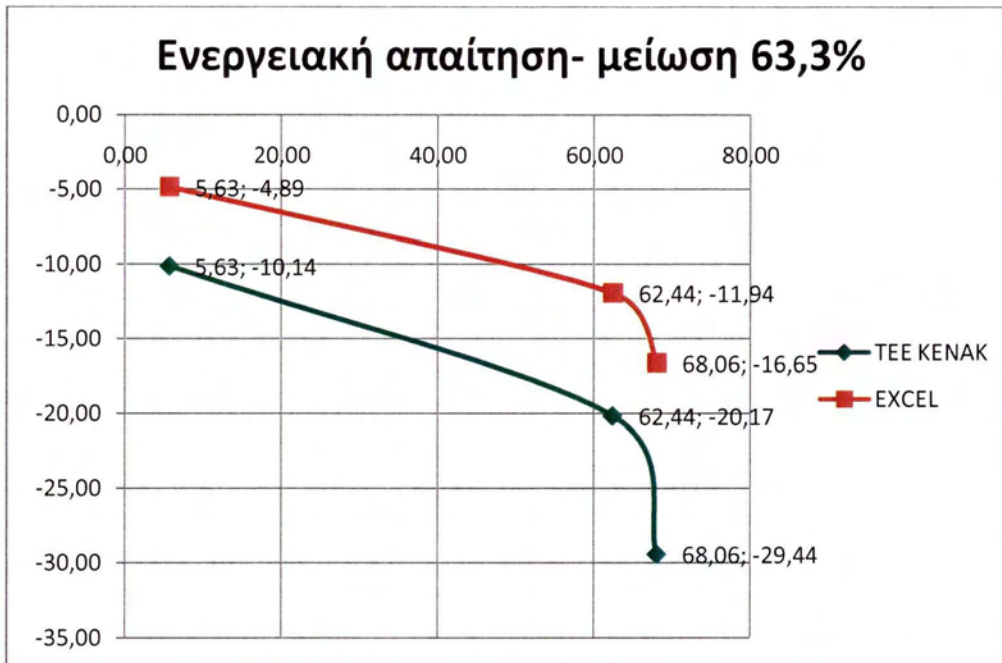
		Ενεργειακή Κατανάλωση (kWh/m ²)					
		ΤΕΕ-KENAK		Excel		Διαφορά των δύο προγραμμάτων σε ποσοστιαίες μονάδες	
		Ποσοστό της συνολικής επιφάνειας που καταλαμβάνεται (%)	kWh/m ²	Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)	kWh/m ²		Μεταβολή συγκριτικά με το πρότυπο κτίριο αναφοράς (%)
Μείωση Συντελεστή Θερμοπερατότητας 63,3%	Πρότυπο κτίριο αναφοράς		71,90		100,57		
	Διαφανείς Επιφάνειες	5,63	58,10	-19,19	91,18	-9,34	-9,86
	Αδιαφανείς Επιφάνειες	62,44	48,70	-32,27	82,07	-18,40	-13,87
	Ολικός συντελεστής	68,06	35,30	-50,90	72,82	-27,59	-23,31

Πίνακας 64 Μεταβολές της ενεργειακής κατανάλωσης για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 63,3%

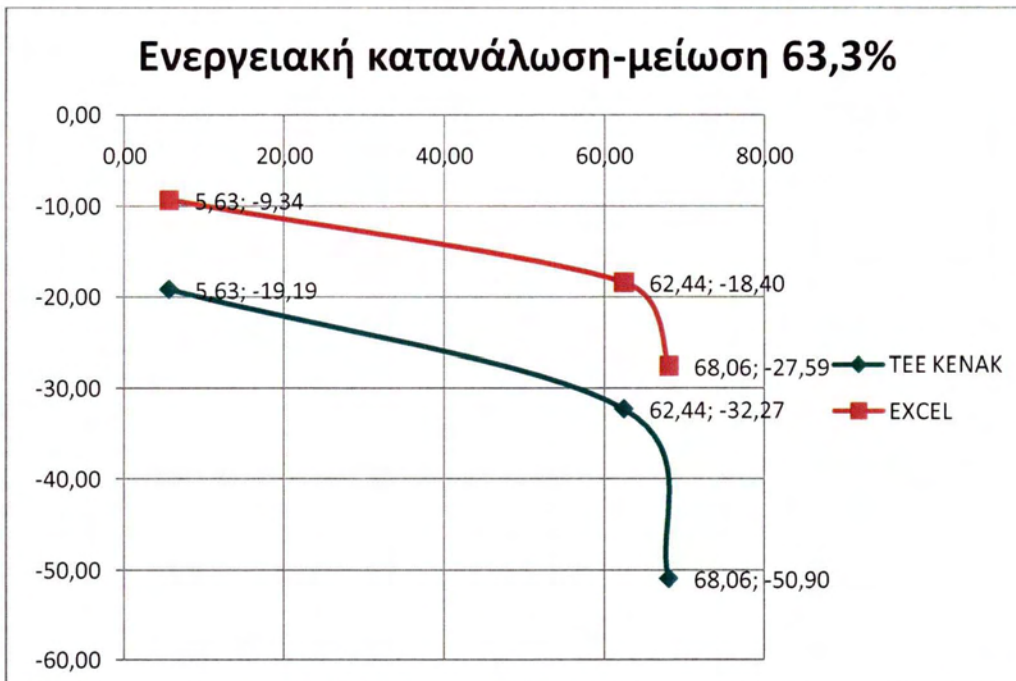
Από τους παραπάνω πίνακες παρατηρείται ότι η ενεργειακή απαίτηση και κατανάλωση μεταβάλλονται σε πολύ μεγάλο ποσοστό για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 63,3%, όπως αυτό ήταν φυσικό. Τα διαγράμματα του προφίλ των μεταβολών σε σχέση με το ποσοστό της επιφάνειας είναι:



Εικόνα 58 Διάγραμμα μεταβολής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 63,3%



Εικόνα 59 Διάγραμμα μεταβολής ενεργειακής απαίτησης για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 63,3%



Εικόνα 60 Διάγραμμα μεταβολής ενεργειακής κατανάλωσης για τα δύο προγράμματα, για μείωση U κατά 63,3%

Τέλος, η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου μετά τις μεταβολές του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 63,3% είναι:



Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Βέρμανση	83.5	53.1
	Ψύξη	20.5	28.8
	ZHΚ	34.3	40.5
	Φωτισμός	0.0	0.0
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0
	Σύνολο	138.3	122.4
	Κατάταξη	-	B

Εικόνα 61 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 63,3% μείωση του U των παραθύρων



Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Βέρμανση	83.5	43.6
	Ψύξη	20.5	27.0
	ΖΝΧ	34.3	40.5
	Φωτισμός	0.0	0.0
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0
	Σύνολο	138.3	111.1
	Κατάταξη	-	B

Εικόνα 62 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 63,3% μείωση του U των τοίχων



Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Βέρμανση	83.5	28.8
	Ψύξη	20.5	27.5
	ΖΝΚ	34.3	40.5
	Φωτισμός	0.0	0.0
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0
	Σύνολο	138.3	96.8
	Κατάταξη	-	B+

Εικόνα 63 Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου αναφοράς για 63,3% μείωση του U των τοίχων και των παραθύρων

Βλέπουμε ότι για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας κατά 63,3% στους τοίχους και στα παράθυρα, το κτίριο ανεβαίνει ενεργειακή κατηγορία από B σε B+ και η κατανάλωση του από τις 137,6 kWh/m² πέφτει στις 96,8 kWh/m². Η μείωση αυτή είναι αξιοσημείωτη αν σκεφτεί κανείς ότι δεν μεταβλήθηκε το U στο 100% του κτιρίου, αλλά στο 68%. Επίσης, με τα αποτελέσματα αυτά γίνεται αισθητή η ανάγκη προσαρμογής των ελληνικών ελάχιστων απαιτήσεων θερμομόνωσης στα ευρωπαϊκά δεδομένα, όπως της Δανίας που χρησιμοποιήθηκε στο συγκεκριμένο παράδειγμα.

Τέλος, αξιοσημείωτη είναι και πάλι η «σταθερότητα» της ενεργειακής κατανάλωσης για την ψύξη του κτιρίου, ακόμη και με τόσο χαμηλούς συντελεστές θερμοπερατότητας. Συμπεραίνεται ότι πρόκειται για κάποιο σφάλμα των υπολογισμών TEE KENAK στον τομέα της ψύξης κτιρίου, μιας και το αποτέλεσμα δεν είναι λογικό.

10.5 Προτάσεις Βελτίωσης του Λογισμικού TEE-KENAK

Σκοπός της παρούσας εργασίας, εκτός από την ανάλυση ευαισθησίας του λογισμικού TEE-KENAK, αποτελεί και ο εντοπισμός «σημείων» του προγράμματος τα οποία επιδέχονται βελτίωσης.

Καθ' όλη τη διάρκεια κατανόησης και ανάλυσης του λογισμικού TEE-KENAK εντοπίστηκαν διάφορα σημεία του προγράμματος που χρήζουν διόρθωσης. Η βελτίωση των σημείων αυτών, θα οδηγήσει στη καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο λειτουργεί το λογισμικό και θα δημιουργήσει ένα πιο φιλικό περιβάλλον για τον χρήστη.

Αρχικά, μια πρόταση βελτίωσης του λογισμικού αφορά τις βιβλιοθήκες από τις οποίες καλείται να διαλέξει ο χρήστης την ιδανική για τον ίδιο επιλογή, κατά την διαδικασία εισαγωγής δεδομένων. Θα θεωρούσαμε ιδιαιτέρως σημαντικό τη συνεργασία του προγράμματος με βιβλιοθήκες, από τις οποίες ο χρήστης θα επιλέγει συντελεστές θερμοπερατότητας διαφανών και αδιαφανών υλικών.

Επίσης, θα έπρεπε να υπάρχουν βιβλιοθήκες με τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό και οι οποίες θα ανανεώνονται με τα νέα προϊόντα της αγοράς που ακολουθούν την Ευρωπαϊκή νομοθεσία πιστοποίησης. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης θα έχει ακόμα μεγαλύτερο πλήθος επιλογών και μεγαλύτερη ακρίβεια στην επιλογή του. Ακόμα, σε περίπτωση που ο χρήστης αναζητήσει στις βιβλιοθήκες αλλά δεν καταφέρει να βρει κάποια επιλογή που τον ικανοποιεί, θα ήταν χρήσιμο καθώς εισάγει τα δεδομένα που χρειάζεται, να υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσής τους, ώστε να είναι διαθέσιμα σαν υπάρχουσα επιλογή για μελλοντικές εισαγωγές κτιρίων.

Επιπρόσθετα, ο αυτόματος υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας των ανοιγμάτων, ανάλογα με την επιλογή που θα κάνει ο χρήστης, μπορεί να προσδώσει μεγαλύτερη ακρίβεια στα αποτελέσματα.

Καταλήγοντας, ένα από τα σημαντικότερα σημεία που το πρόγραμμα χρήζει βελτίωσης, αποτελεί το γεγονός ότι ο κώδικας του TEE-KENAK είναι κλειστός, κάτι που δεν συμβαίνει με τα επίσημα λογισμικά ενεργειακής απόδοσης των Ευρωπαϊκών χωρών. Κλειστός κώδικας σημαίνει ότι ο χρήστης δεν μπορεί να γνωρίζει τις παραδοχές που έχουν γίνει και τις τιμές τις οποίες επιλέγει το πρόγραμμα για την εκτέλεση των υπολογισμών που οδηγούν στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων, με συνέπεια να μην είναι εύκολο να εντοπιστούν πιθανά λάθη. Παρ' όλα αυτά, λόγω τέτοιων σφαλμάτων που εντόπισαν χρήστες, ο κώδικας του προγράμματος έχει τροποποιηθεί επανειλημμένα.

Συμπερασματικά, το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ θα μπορούσε να βελτιωθεί στα σημεία που τονίστηκαν παραπάνω ούτως ώστε να είναι πιο φιλικό προς τον χρήστη αλλά και να συμβαδίζει με τα ευρωπαϊκά δεδομένα.

Βιβλιογραφία

1. ΤΕΕ, *Η ενεργειακή επιθεώρηση στα κτίρια και στη βιομηχανία και η προετοιμασία των μηχανικών στην Κρήτη*. 2005: Τμ. Αν. & Δυτ. Κρήτης.
2. ΠΡΩΤΟ ΘΕΜΑ. *Η ισχύς του Πρωτοκόλλου του Κιότο επεκτείνεται ως το 2020*. 2012 [2014]; Available from: www.protothema.gr.
3. ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 3661. 2008.
4. EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, *Energy performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling (ISO 13790:2008)*. 2008: SWITZERLAND.
5. *Πρόσβαση στο δίκαιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης*. 2014]; Available from: <http://eur-lex.europa.eu/>.
6. Κερασία, Κ. and Κ. Βασιλική, *Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης του Κεντρικού Κτιρίου Μηχανολόγων Μηχανικών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και Προτάσεις Βελτίωσής του*, in *ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ*. 2012, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ: Βόλος.
7. Ένωσης, Ε.Ε.τ.Ε., *ΟΔΗΓΙΑ 2009/28/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 23ης Απριλίου 2009*. 2009.
8. *Νόμος 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*. 2010.
9. *Προεδρικό διάταγμα υπ' αριθμ. 72 Συγκρότηση, διοικητική – οργανωτική δομή και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.)*. 2010.
10. *Υπουργική απόφαση Αριθμ. Δ6/Β/οικ. 5825 Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων*. 2010.
11. ΑΛΛΑΓΗΣ, Υ.Π.Ε.Κ.Κ., *ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ*. 2011.
12. ΑΛΛΑΓΗΣ, Υ.Π.Ε.Κ.Κ., *4973/2010 ΥΠΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ (ΦΕΚ 498 ΑΑΠ/23-11-2010)*. 2010.
13. ΑΛΛΑΓΗΣ, Υ.Π.Ε.Κ.Κ. *ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ*. 2014]; Available from: www.ypeka.gr.
15. *Νόμος 3889/2010 Χρηματοδότηση Περιβαλλοντικών Παρεμβάσεων, Πράσινο Ταμείο, Κύρωση Δασικών Χαρτών και άλλες διατάξεις* 2010.
16. ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ, *ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 (Β' έκδοση)*. 2012: ΑΘΗΝΑ.
17. ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ, *ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 (Α' έκδοση)*. 2010.
18. ΕΛΛΑΔΟΣ, Τ.Ε., *ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010 (Β' έκδοση)*. 2012.
19. ΕΛΛΑΔΟΣ, Τ.Ε., *Τεχνική Οδηγία ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 (Β έκδοση)*. 2012.
20. ΕΛΛΑΔΟΣ, Τ.Ε., *Τεχνική Οδηγία ΤΟΤΕΕ 20701-5/2012*. 2012.
21. ΑΛΛΑΓΗΣ, Υ.Π.Ε.Κ.Κ., *Εγκύκλιος (οικ. 1603/4.10.2010) «Εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)»* 2010.
22. ΑΛΛΑΓΗΣ, Υ.Π.Ε.Κ.Κ., *Εγκύκλιος (οικ. 2279/22.12.2010) «Διευκρινίσεις για την ορθή εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων»* 2010.
23. ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, Ε.Γ.Ε.Π.Κ., *Εγκύκλιος 2366/05.01.2011 "Διευκρινίσεις επί της εγκυκλίου 2279/22.12.2010 ως προς την υποχρέωση έκδοσης Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) σε περιπτώσεις αγοροπωλησίας ακινήτων"*. 2011.

24. ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ, Υ.Δ.Δ.Κ.Α., Εγκύκλιος 22/26.01.2011 "Εξειδίκευση ρυθμίσεων άρθρου 6 και 11 ν. 3661/08, άρθρων 14 και 15 Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)". 2011.
25. ΑΛΛΑΓΗΣ, Υ.Π.Ε.Κ.Κ., Εγκύκλιος οικ.2021/14/6/2012 "Διευκρινήσεις για την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ" 2012.
26. Νόμος Υπ' αριθμ. 4123. 2013.
27. ΕΛΛΑΔΟΣ, Τ.Ε., ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΚ1- ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ- ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ. 2011: Αθήνα.
28. Ζώγου Ολυμπία, Βοήθημα για τον Υπολογισμό Ψυκτικών φορτίων με τη μεθοδολογία ASHRAE. 2009, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ- ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ: Βόλος.
29. Βοηθητικό Υλικό Υποστήριξης του Μαθήματος ΘΕΡΜΑΝΣΗ- ΨΥΞΗ- ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ. 2000, ΒΟΛΟΣ: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.
30. ΚΕΝΑΚ, Τ.Ε., Μεθοδολογία Υπολογισμού Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων.
31. ΕΛΛΑΔΟΣ, Τ.Ε., ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010. 2012.
32. ΕΛΛΑΔΟΣ, Τ.Ε. Το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ. [cited 2014; Available from: www.portal.tee.gr.

Παράρτημα

Ακολουθεί η μεθοδολογία ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, όπως αυτή αποτυπώθηκε σε υπολογιστικό φύλλο excel από τους συγγραφείς της παρούσας εργασίας.

Ηλιακά θερμικά κέρδη ανά κτιριακό στοιχείο		ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	
Q_{sol}	Ηλιακά θερμικά κέρδη [MJ]	0	1937,18	2489,64	3938,32	5609,45	6955,66	7869,34	8038,31	7166,72	5293,66	3402,86	2022,26	1554,15
t	διάρκεια της χρονικής περιόδου θέρμανσης [Ms]		2,678	2,419	2,678	1,296	2,678	2,592	2,678	2,678	2,592	2,678	2,592	2,678
Φ_{sol}	Ρυθμός ροής θερμότητας από την ηλιακή πηγή[W]	-85,646	723,37	1029,20	1470,62	4328,28	2597,33	3036,01	3001,61	2676,15	2042,31	1270,67	780,19	580,34
$\Phi_{sol,a}$	Ρυθμός ροής θερμότητας από την ηλιακή πηγή για τα αδιαφανή στοιχεία		37,41	79,47	140,19	533,24	295,16	355,49	350,76	306,00	218,82	112,68	45,22	17,73
$\Phi_{sol,d}$	Ρυθμός ροής θερμότητας από την ηλιακή πηγή για τα διαφανή στοιχεία		685,96	949,73	1330,43	3795,05	2302,18	2680,52	2650,85	2370,15	1823,49	1157,99	734,97	562,60
$F_{sh,ob,a}$	συντελεστής μείωσης λόγω σκίασης του κτιριακού στοιχείου k από σταθερά σκίαστρα για τα αδιαφανή στοιχεία	0,9	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
$F_{sh,ob,d}$	συντελεστής μείωσης λόγω σκίασης του κτιριακού στοιχείου k από σταθερά σκίαστρα για τα διαφανή στοιχεία	0,8	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
$A_{sol,a}$	εμβαδό ενεργής (ωφέλιμης) επιφάνειας ηλιασμού των αδιαφανών στοιχείων	1,6592	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
$A_{sol,d}$	εμβαδό ενεργής (ωφέλιμης) επιφάνειας ηλιασμού των διαφανών στοιχείων	11,7045	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70
$I_{sol,k}$	ηλιακή ακτινοβολία – μέση ηλιακή ενέργεια στο χρονικό βήμα του υπολογισμού (kWh/m2)		61,30	74,30	112,50	149,20	189,70	212,70	217,40	195,10	146,80	98,80	63,10	51,50
$F_{r,k}$	συντελεστής όψευς μεταξύ κτιριακού στοιχείου και ουρανού για κατακόρυφο τοίχο	0,5	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Φ_{rk}	ροή θερμότητας από το κτίριο προς τον ουρανό λόγω ακτινοβολίας	171,292	171,29	171,29	171,29	171,29	171,29	171,29	171,29	171,29	171,29	171,29	171,29	171,29
h	αριθμός ωρών ανά μήνα		743,89	671,94	743,89	360,00	743,89	720,00	743,89	743,89	720,00	743,89	720,00	743,89
$I_{sol,k}$	ηλιακή ακτινοβολία – μέση ηλιακή ενέργεια στο χρονικό βήμα του υπολογισμού (W/m2)		82,40	110,57	151,23	414,44	255,01	295,42	292,25	262,27	203,89	132,82	87,64	69,23

Συνολικές Απώλειες		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
Q_{ht}	Συνολική μετάδοση θερμότητας = συνολικές απώλειες θερμότητας [MJ]	18461,570	15730,527	15226,037	5388,243	3045,207	1332,278	-828,960	-285,488	1750,028	8564,646	12802,834	17034,129
Q_{tr}	Συνολική μεταφορά θερμότητας με μετάδοση [MJ]	17487,447	14900,508	14422,637	5103,933	2884,527	1261,981	-785,220	-270,424	1657,688	8112,733	12127,294	16135,325
Q_{ve}	Συνολική μεταφορά θερμότητας λόγω αερισμού [MJ]	974,123	830,019	803,400	284,310	160,680	70,297	-43,740	-15,064	92,340	451,913	675,540	898,804
$H_{tr,adj}$	Συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας με μετάδοση της ζώνης η οποία γειτνιάζει με περιοχή διαφορετικής θερμοκρασίας [W/K]	336,600	336,600	336,600	336,600	336,600	336,600	336,600	336,600	336,600	336,600	336,600	336,600
$\theta_{int,set,C}$	Θερμοκρασία σχεδιασμού της ζώνης για την περίοδο ψύξης [K]	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
θ_e	Θερμοκρασία γειτονικής ζώνης ή εξωτερικού περιβάλλοντος [K]	6,6	7,7	10	14,3	19,6	24,6	26,9	26,3	22,2	17	12,1	8,1
t	διάρκεια του χρόνου υπολογισμού [Msec]	2,678	2,419	2,678	1,296	1,339	2,678	2,592	2,678	1,296	2,678	2,592	2,678

Μεταφορά Θερμότητας λόγω αερισμού		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
Q_{ve}	Μεταφορά θερμότητας λόγω αερισμού	974,123	830,019	803,400	284,310	160,680	70,297	-43,740	-15,064	92,340	451,913	675,540	898,804
$H_{ve,adj}$	ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας με αερισμό [W/K]	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750
$\theta_{int,set,C,z}$	Θερμοκρασία σχεδιασμού της ζώνης (z) για την περίοδο ψύξης	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
θ_e	Θερμοκρασία γειτονικής ζώνης ή εξωτερικού περιβάλλοντος	6,6	7,7	10	14,3	19,6	24,6	26,9	26,3	22,2	17	12,1	8,1
t	διάρκεια του χρόνου υπολογισμού	2,678	2,419	2,678	1,296	1,339	2,678	2,592	2,678	1,296	2,678	2,592	2,678
$\rho_a c_a$	θερμοχωρητικότητα αέρα ανά μονάδα όγκου = 1200 J/m ³ K	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
$V_{ve,k}$	σταντάρντ παροχή του στοιχείου k (m ³ /s)	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
$f_{ve,t,k}$	ποσοστό του χρόνου λειτουργίας του στοιχείου k ως προς τον συνολικό αριθμό ωρών της ημέρας	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
$b_{ve,k}$	συντελεστής προσαρμογής της θερμοκρασίας για την περίπτωση που ο αέρας από το στοιχείο k παρέχεται σε διαφορετική θερμοκρασία από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
k	στοιχείο εισροής αέρα (διήθηση αέρα, φυσικός αερισμός, τεχνητός αερισμός)												
$Q_{c,gn}$	Συνολικά θερμικά φορτία	3276,176	3699,143	5277,316	6257,453	7854,521	9165,341	9377,309	8505,718	6163,650	4741,855	3318,260	2893,146

Εσωτερικά Θερμικά κέρδη			Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
$\Phi_{int,mn,k}$	μέσος όρος ροής θερμότητας στο συγκεκριμένο χρόνο από την εσωτερική πηγή θερμότητας k για την περίοδο ψύξης [W]	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
$\Phi_{int,mn,u,l}$	μέσος όρος ροής θερμότητας I στον παρακείμενο μη θερμαινόμενο χώρο για την περίοδο θέρμανσης [W]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$b_{tr,l}$	συντελεστής μείωσης για τον διπλανό, μη κλιματιζόμενο χώρο, με εσωτερική πηγή θέρμανσης I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
t	διάρκεια της χρονικής περιόδου ψύξης [Ms]		2,678	2,419	2,678	1,296	1,339	2,592	2,678	2,678	1,296	2,678	2,592	2,678
Q_{int}	Εσωτερικά θερμικά κέρδη[MJ]	-85,146	1339,000	1209,500	1339,000	648,000	669,500	1296,000	1339,000	1339,000	648,000	1339,000	1296,000	1339,000
$\Phi_{int,Oc}$	internal heat flow rate from occupants [W/ατομο*αριθμος ατόμων]	300	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000
$\Phi_{int,A}$	internal heat flow rate from appliances [W/m ² *m ²]	200	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
$\Phi_{int,L}$	internal heat flow rate from lighting	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ηλιακά θερμικά κέρδη ανά κτιριακό στοιχείο			Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
Q_{sol}	Ηλιακά θερμικά κέρδη [MJ]	0	1937,176	2489,643	3938,316	5609,453	7185,021	7869,341	8038,309	7166,718	5515,650	3402,855	2022,260	1554,146
t	διάρκεια της χρονικής περιόδου θέρμανσης [Ms]		2,678	2,419	2,678	1,296	1,339	2,592	2,678	2,678	1,296	2,678	2,592	2,678
$\Phi_{sol,k}$	Ρυθμός ροής θερμότητας από την ηλιακή πηγή[W]	-85,646	723,367	1029,203	1470,619	4328,282	5365,960	3036,011	3001,609	2676,146	4255,902	1270,670	780,193	580,338
$\Phi_{sol,a}$	Ρυθμός ροής θερμότητας από την ηλιακή πηγή για τα αδιαφανή στοιχεία		37,41	79,47	140,19	533,24	675,96	355,49	350,76	306,00	523,28	112,68	45,22	17,73
$\Phi_{sol,d}$	Ρυθμός ροής θερμότητας από την ηλιακή πηγή για τα διαφανή στοιχεία		685,96	949,73	1330,43	3795,05	4690,00	2680,52	2650,85	2370,15	3732,62	1157,99	734,97	562,60
$F_{sh,ob,a}$	συντελεστής μείωσης λόγω σκίασης του κτιριακού στοιχείου k από σταθερά σκίαστρα για τα αδιαφανή στοιχεία	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
$F_{sh,ob,d}$	συντελεστής μείωσης λόγω σκίασης του κτιριακού στοιχείου k από σταθερά σκίαστρα για τα διαφανή στοιχεία	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$A_{sol,a}$	εμβαδό ενεργής (ωφέλιμης) επιφάνειας ηλιασμού των αδιαφανών στοιχείων	1,6592	1,659	1,659	1,659	1,659	1,659	1,659	1,659	1,659	1,659	1,659	1,659	1,659
$A_{sol,d}$	εμβαδό ενεργής (ωφέλιμης) επιφάνειας ηλιασμού των διαφανών στοιχείων	11,7045	11,7045	11,7045	11,7045	11,7045	11,7045	11,7045	11,7045	11,7045	11,7045	11,7045	11,7045	11,7045
$I_{sol,k}$	ηλιακή ακτινοβολία – μέση ηλιακή ενέργεια στο χρονικό βήμα του υπολογισμού (kWh/m2)		61,300	74,300	112,500	149,200	189,700	212,700	217,400	195,100	146,800	98,800	63,100	51,500
$F_{r,k}$	συντελεστής όψευς μεταξύ κτιριακού στοιχείου και ουρανού για κατακόρυφο τοίχο	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Φ_{rk}	ροή θερμότητας από το κτίριο προς τον ουρανό λόγω ακτινοβολίας	171,292	171,292	171,292	171,292	171,292	171,292	171,292	171,292	171,292	171,292	171,292	171,292	171,292
h	αριθμός ωρών ανά μήνα		743,889	671,944	743,889	360,000	371,944	720,000	743,889	743,889	360,000	743,889	720,000	743,889
$I_{sol,k}$	ηλιακή ακτινοβολία – μέση ηλιακή ενέργεια στο χρονικό βήμα του υπολογισμού (W/m2)		82,405	110,575	151,232	414,444	510,022	295,417	292,248	262,270	407,778	132,816	87,639	69,231





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000121517

